

UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**VERIFICACIÓN DE LA IDONEIDAD DEL ÁRIDO NATURAL DEL RÍO
JUBONES PARA BLOQUES DE HORMIGÓN UTILIZADAS EN
VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL**

**CARVAJAL BERMEO SANDRA LAIZ
INGENIERA CIVIL**

**RODRIGUEZ MARTINEZ DANIELA CRISTINA
INGENIERA CIVIL**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**VERIFICACIÓN DE LA IDONEIDAD DEL ÁRIDO NATURAL
DEL RÍO JUBONES PARA BLOQUES DE HORMIGÓN
UTILIZADAS EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL**

**CARVAJAL BERMEO SANDRA LAIZ
INGENIERA CIVIL**

**RODRIGUEZ MARTINEZ DANIELA CRISTINA
INGENIERA CIVIL**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTOS TÉCNICOS

**VERIFICACIÓN DE LA IDONEIDAD DEL ÁRIDO NATURAL
DEL RÍO JUBONES PARA BLOQUES DE HORMIGÓN
UTILIZADAS EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL**

**CARVAJAL BERMEO SANDRA LAIZ
INGENIERA CIVIL**

**RODRIGUEZ MARTINEZ DANIELA CRISTINA
INGENIERA CIVIL**

SANCHEZ MENDIETA CARLOS EUGENIO

**MACHALA
2024**

TRABAJO TITULACION CARVAJAL-RODRIGUEZ APROBADO



Nombre del documento: TRABAJO TITULACION CARVAJAL-RODRIGUEZ APROBADO.docx ID del documento: de4f6fcae20420f5644d80feca833578c9d9fc61 Tamaño del documento original: 11,33 MB Autores: []	Depositante: Sanchez Mendieta Carlos Eugenio Fecha de depósito: 7/2/2025 Tipo de carga: interface fecha de fin de análisis: 7/2/2025	Número de palabras: 21.842 Número de caracteres: 140.943
---	---	---

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes de similitudes

Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	oa.upm.es 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (50 palabras)
2	Utilización de escorias y polvos de acería en la producción de bloques y adoquines /var/dspace/bitstream/15000/955/6/CD-1416.pdf.txt	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (37 palabras)
3	doi.org	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (23 palabras)
4	www.academia.edu (PDF) Comparación de resultados de resistencias a compresión... 4 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (29 palabras)
5	Documento de otro usuario #272d05 El documento proviene de otro grupo 17 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (25 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	doi.org Concrete Compressive Strength Using River Sand and Quarry Dust as Fine A... https://doi.org/10.7176/JEES/11-9-06	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (32 palabras)
2	repositorio.ulvr.edu.ec	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (35 palabras)
3	doi.org	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (29 palabras)
4	cienciadigital.org Determinación de capacidad de reposición natural de material p... https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/download/711/1721	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (33 palabras)
5	doi.org ANÁLISIS DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN DIFERENTES INTERSEC... https://doi.org/10.33936/riemat.v7i1.4836	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (27 palabras)

Fuentes ignoradas Estas fuentes han sido retiradas del cálculo del porcentaje de similitud por el propietario del documento.

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	www.machala.gob.ec	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (101 palabras)
2	www.machala.gob.ec	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (101 palabras)
3	bit.ly	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (101 palabras)
4	doi.org Comparative analysis of stone aggregates for the manufacture of concrete i... https://doi.org/10.37957/rfd.v6i1.105	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (39 palabras)
5	doi.org Suitability of the Lower Zab River Sediments for Concrete Works / Southwes... https://doi.org/10.25130/tjps.v28i1.1262	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (36 palabras)

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

Las que suscriben, CARVAJAL BERMEO SANDRA LAIZ y RODRIGUEZ MARTINEZ DANIELA CRISTINA, en calidad de autoras del siguiente trabajo escrito titulado VERIFICACIÓN DE LA IDONEIDAD DEL ÁRIDO NATURAL DEL RÍO JUBONES PARA BLOQUES DE HORMIGÓN UTILIZADAS EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL, otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

Las autoras declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

Las autoras como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



CARVAJAL BERMEO SANDRA LAIZ

0706704152



RODRIGUEZ MARTINEZ DANIELA CRISTINA

0705960557

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a Dios por ser mi fuente de inspiración, por brindarme la fortaleza y la determinación necesarias para superar con éxito esta etapa académica. También lo dedico con amor y gratitud a mi familia quienes han sido mi fuente de motivación, apoyo incondicional y pilar fundamental a lo largo de esta etapa. A mis amigos, cuyo apoyo y palabras de ánimo me han acompañado en los momentos más complicados.

Sandra Laíz Carvajal Bermeo

Dedico este trabajo de titulación a mi hijo, quien ha sido mi mayor fuente de motivación para avanzar y culminar mi carrera universitaria. A Dios, por guiarme, darme fortaleza y bendecirme en cada paso de este camino. A mi familia, por su apoyo incondicional y por impulsarme siempre a dar lo mejor de mí. Este logro es un homenaje a todo lo que han hecho por mí y a los valores que me han inculcado a lo largo de mi vida.

Daniela Cristina Rodríguez Martínez

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento se dirige principalmente a Dios, quien ha guiado mis pasos y me ha conducido por el camino correcto, gracias por la paz y tranquilidad que me otorgaste en los momentos de estrés, gracias los desafíos, porque a través de ellos descubrí fortaleza y crecimiento. Por tu amor y misericordia que nunca que nunca me dejaron sola. Que toda gloria y honra sean para ti Padre. A mi padre y hermana, Johnny Carvajal y Shirley Carvajal y a Jofre Bermeo, por su amor incondicional y su constante apoyo en cada paso de este camino, pero especialmente a mi madre Consuelo Bermeo le expreso mi más profundo reconocimiento y gratitud, su ejemplo de perseverancia y valentía me ha inspirado a seguir adelante y a nunca rendirme. A mis amigos, Yaritza González, Anthony Macas, Daniela Rodríguez y Jonathan Vargas por su amistad, ha sido un refugio en los momentos de estrés y una fuente inagotable de risas y apoyo. Haber compartido esta etapa con ustedes ha convertido cada reto en una experiencia más llevadera y ha dado mayor valor a cada logro alcanzado. Finalmente, agradezco a mi tutor Ing. Carlos Sánchez Mendieta que con su sabiduría y orientación me ha ayudado a crecer profesionalmente y a consolidar mis conocimientos por la ingeniería civil.

Sandra Laíz Carvajal Bermeo

Agradezco profundamente a mi madre que siempre me apoyó y aconsejó a lo largo de este proceso, a mi hijo por ser la personita que me da luz en cada paso. A Cristhian Brito y Mariela Mora por apoyarme y confiar en mí. A mis amigos Jonathan Vargas, Andy Eras, Anthony Macas, Yaritza González por su compañía y ánimo constante y recordarme que siempre cada esfuerzo vale la pena. En especial quiero agradecer a mi querida, amiga, compañera de tesis Sandra Carvajal, por su apoyo incondicional en esta etapa y siempre impulsarme a mejorar, también quiero agradecer a su madre Consuelo Bermeo y al señor Jofre Bermeo por apoyarnos en este proceso de titulación. gracias por ser una parte tan importante de mi vida. Este logro no sería posible sin ustedes, y siempre estaré agradecido por su presencia y apoyo. También quiero darle mis sinceros agradecimientos a nuestro tutor al Ing. Carlos Sánchez Mendieta por su paciencia, por compartir sus conocimientos durante este proceso. Este logro también refleja su apoyo y compromiso.

Daniela Cristina Rodríguez Martínez

RESUMEN

Este estudio analiza la idoneidad del árido natural del río Jubones para la fabricación de bloques de hormigón en viviendas de interés social. A lo largo de los años, la extracción de estos materiales ha sido una práctica común sin un control riguroso de su calidad, lo que puede afectar la seguridad estructural y del medio ambiente.

El trabajo describe la problemática de la extracción no regulada y evalúa la calidad del material de dos concesiones: Lorena y La Viña. Se realizaron pruebas de laboratorio para analizar sus propiedades físicas y mecánicas, como granulometría, módulo de finura, contenido de finos, resistencia a la compresión, absorción de agua y densidad. La metodología utilizada incluyó investigaciones experimentales, documentales y descriptivas para comparar los resultados con los estándares establecidos por la Norma Ecuatoriana de la Construcción y la Sociedad Estadounidense para pruebas y materiales. También se emplearon herramientas tecnológicas como ArcMap, Excel, SAS Planet y Global Mapper para recopilar datos sobre la ubicación de las concesiones.

Los resultados indicaron que los áridos del río Jubones no cumplen con los requisitos normativos debido a deficiencias en sus características físicas y mecánicas. Se identificaron problemas en la mezcla y fabricación de los bloques, lo que compromete su resistencia y durabilidad. Como alternativa, se investigó el uso de nanomateriales y aditivos para mejorar su desempeño estructural. En conclusión, se recomienda un mayor control en la extracción y procesamiento del material para garantizar su uso seguro en la construcción.

Palabras clave: árido natural, extracción, ensayos de laboratorio, río Jubones, sector de la construcción.

ABSTRACT

This study analyzes the suitability of the natural aggregate of the Jubones River for the manufacture of concrete blocks in social housing. Over the years, the extraction of these materials has been a common practice without rigorous quality control, which can affect structural and environmental safety.

The work describes the problem of unregulated extraction and evaluates the quality of the material from two concessions: Lorena and La Viña. Laboratory tests were carried out to analyse its physical and mechanical properties, such as granulometry, modulus of fineness, fines content, compressive strength, water absorption and density. The methodology used included experimental, documentary and descriptive research to compare the results with the standards established by the Ecuadorian Construction Standard and American Society for Testing and Materials. Technology tools such as ArcMap, Excel, SAS Planet and Global Mapper were also used to collect data on the location of concessions.

The results indicated that the aggregates of the Jubones River do not meet regulatory requirements due to deficiencies in their physical and mechanical characteristics. Problems were identified in the mixing and manufacture of the blocks, which compromises their strength and durability. As an alternative, the use of nanomaterials and additives to improve their structural performance was investigated. In conclusion, greater control is recommended in the extraction and processing of the material to ensure its safe use in construction.

Keywords: natural aggregate, extraction, laboratory tests, Jubones River, construction sector.

INDICE

INTRODUCCION	16
Importancia del tema	16
Actualidad de la problemática	16
Estructura del trabajo	16
CAPITULO I	18
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
1.1. Tema de investigación	18
1.2. Línea base del proyecto	18
1.2.1. Localización geográfica	18
1.2.2. Población	20
1.2.3. Ordenamiento territorial Cantón Machala	21
1.2.4. Hidrografía	22
1.2.5. Uso del suelo	23
1.2.6. Geología	23
1.2.7. Extracción minera del cantón Machala	24
1.2.8. Amenaza sísmica	25
1.2.9. Riesgos hidrológicos	27
1.3 Descripción de la situación problemática	28
1.3.1 Descripción del problema	28
1.3.2 Árbol de Problemas	30
1.4 Formulación del problema (preguntas científicas)	30
1.4.1 Problema	30
1.4.2 Problemas secundarios	30
1.5 Alcance del objeto de estudio	31
1.6 Justificación	31
1.7 Objetivo General	32

1.7.1	Objetivos Específicos:	32
CAPITULO II		33
MARCO TEORICO		33
2.1	Antecedentes contextuales	33
2.1.1	Macro.....	33
2.1.2	Meso	33
2.1.3	Micro	34
2.2	Antecedentes conceptuales.....	35
2.2.1	Áridos Naturales	35
2.2.2	Hormigón.....	35
2.2.3	Mortero	36
2.2.4	Bloque.....	36
2.2.5	Propiedades físicas de los áridos	37
2.2.6	Propiedades mecánicas de los áridos	39
2.3	Antecedentes referenciales	43
CAPITULO III.....		45
METODOLOGIA		45
3.1	Modalidad básica de la investigación	45
3.2	Tipo de investigación	45
3.2.1	Investigación documental	45
3.2.2	Investigación experimental	45
3.2.3	Investigación descriptiva	46
3.3	Descripción de la población y muestra	46
3.3.1	Población	46
3.3.2	Muestra	46
3.3.3	Ubicación del área de estudio	46
3.4	Métodos teóricos y empíricos con los materiales utilizados	48

3.4.1	Ensayo de Granulometría.....	48
3.4.2	Ensayo de Módulo de Finura	49
3.4.3	Contenido Fino	50
3.4.4	Ensayo de Resistencia a la Compresión	50
3.4.5	Ensayo de Absorción de agua.....	51
3.4.6	Ensayo de Densidad.....	52
3.5	Técnicas de procesamiento de los datos obtenidos	52
CAPITULO IV		56
ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS		56
4.1	Análisis de resultados de los ensayos de laboratorio del árido natural del río Jubones.....	56
4.2	Dosificación de Bloques de Hormigón	58
4.2.1	Bloque Hueco	58
4.2.2	Bloque Macizo.....	59
4.3	Interpretación de resultados en los ensayos físico del árido fino.....	61
4.3.1	Ensayo de Granulometría	61
4.3.2	Ensayo de Módulo de finura.....	64
4.3.3	Ensayo de Contenidos de finos.....	65
4.4	Interpretación de resultados en los ensayos mecánicos del árido fino.....	66
4.4.1	Ensayo de Resistencia a la compresión	67
4.4.2	Ensayo de Absorción de agua.....	68
4.4.3	Ensayo de Densidad del árido	70
4.5	Aplicación del Análisis Estadístico.....	72
4.5.1	Concesión Lorena	72
4.5.2	Concesión La Viña	77
4.6	Estudio Comparativo.....	82
4.6.1	Ensayos mecánicos en la Bloquera.....	82

4.6.2 Comparación con estudios previos.....	86
4.6.3 Propuestas Alternativas.....	87
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	89
CONCLUSIONES	89
RECOMENDACIONES	90
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	91
ANEXOS	96
7.1 Anexo 1: Ensayo de Granulometría – Concesión Lorena M1L	96
7.2 Anexo 2: Ensayo de Granulometría – Concesión Lorena M2L	97
7.3 Anexo 3: Ensayo de Granulometría – Concesión Lorena M3L	98
7.4 Anexo 4: Ensayo de Granulometría – Concesión Lorena M4L	99
7.5 Anexo 5: Ensayo de Granulometría – Concesión Lorena M5L	100
7.6 Anexo 6: Ensayo de Granulometría – Concesión La Viña M1LV	101
7.7 Anexo 7: Ensayo de Granulometría – Concesión La Viña M2LV	102
7.8 Anexo 8: Ensayo de Granulometría – Concesión La Viña M3LV	103
7.9 Anexo 9: Ensayo de Granulometría – Concesión La Viña M4LV	104
7.10 Anexo 10: Ensayo de Granulometría – Concesión La Viña M5LV	105
7.11 Anexo 11: Ensayo de Resistencia a la compresión – Concesión Lorena.....	106
7.12 Anexo 12: Ensayo de Resistencia a la compresión – Concesión La Viña	106
7.13 Anexo 13: Ensayo de Resistencia a la compresión – Bloquera	106
7.14 Anexo 14: Ensayo de Absorción de agua – Concesión Lorena	107
7.15 Anexo 15: Ensayo de Absorción de agua – Concesión La Viña.....	107
7.16 Anexo 16: Ensayo de Absorción de agua – Bloquera.....	108
7.17 Anexo 17: Ensayo de Densidad del árido – Concesión Lorena	109
7.18 Anexo 18: Ensayo de Densidad del árido – Concesión La Viña	109
7.19 Anexo 19: Ensayo de Densidad del árido – Bloquera.....	109
7.20 Anexo 20: Extracción del árido fino en las concesiones.....	110

7.21 Anexo 21: Análisis de muestras en el laboratorio (ensayo de granulometría)..	111
7.22 Anexo 22: Análisis de muestras en el laboratorio (resistencia a la compresión)	112
7.23 Anexo 23: Análisis de muestras en el laboratorio (absorción de agua)	113

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de la Concesión "Lorena"	19
Figura 2. Localización de la Concesión "La Viña"	19
Figura 3. Mapa de la Provincia de El Oro	21
Figura 4. Cuenca Hidrografía del Río Jubones.....	22
Figura 5. Uso de Suelo del Cantón Machala (2000 – 2008).....	23
Figura 6. Mapa Geológico del Ecuador	24
Figura 7. Extracción minera del cantón Machala	25
Figura 8. Mapa de Zonificación Susceptibilidad a Intensidad Sísmica Cantón Machala	26
Figura 9. Riesgo de inundaciones del cantón Machala.....	28
Figura 10. Extracción de áridos en la concesión Lorena	29
Figura 11. Árbol de Problemas	30
Figura 12. Ubicación del objeto de estudio	47
Figura 13. Medidas del bloque hueco	59
Figura 14. Medidas del bloque macizo	60
Figura 15. Curva Granulométrica "Concesión Lorena"	62
Figura 16. Curva Granulométrica "Concesión La Viña"	63
Figura 17. Módulo de Finura	73
Figura 18. Absorción de agua	73
Figura 19. Resistencia a la Compresión	74
Figura 20. Densidad del árido.....	74
Figura 21. Línea de tendencia del Módulo Finura vs Resistencia a la Compresión.....	75
Figura 22. Línea de tendencia de la Absorción de agua vs Resistencia a la Compresión	76
Figura 23. Módulo de Finura	78
Figura 24. Absorción de agua.....	78
Figura 25. Resistencia a la Compresión	79
Figura 26. Densidad del árido.....	79
Figura 27. Línea de tendencia del Módulo Finura vs Resistencia a la Compresión.....	80
Figura 28. Línea de tendencia de la Absorción de agua vs Resistencia a la Compresión	81

Figura 29. Resistencia a la Compresión	83
Figura 30. Absorción de agua.....	84
Figura 31. Densidad del árido.....	85
Figura 32. Curva Granulométrica - M1L.....	96
Figura 33. Curva Granulométrica - M2L.....	97
Figura 34. Curva Granulométrica - M3L.....	98
Figura 35. Curva Granulométrica - M4L.....	99
Figura 36. Curva Granulométrica - M5L.....	100
Figura 37. Curva Granulométrica – M1LV	101
Figura 38. Curva Granulométrica -M2LV	102
Figura 39. Curva Granulométrica -M3LV	103
Figura 40. Curva Granulométrica -M4LV	104
Figura 41. Curva Granulométrica -M5LV	105

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de las concesiones	18
Tabla 2. Sistema de información Local (SIL) Tabla de Concesiones para la explotación áridos y pétreos	18
Tabla 3. Área ocupada por territorio.....	20
Tabla 4. Subcuencas del Río Jubones	22
Tabla 5. Distancias de las Concesiones hacia el centro de la Ciudad Machala	25
Tabla 6. Movimientos en masa – Susceptibilidad cantón Machala	27
Tabla 7. Normas para ensayos físicos en áridos finos	37
Tabla 8. Masa mínima de muestra para agregado fino	37
Tabla 9. Tamices para granulometría en áridos finos	38
Tabla 10. Clasificación de la Arena (MF)	38
Tabla 11. Límite de Contenido de Finos.....	39
Tabla 12. Normas para ensayos físicos en áridos finos	39
Tabla 13. Características de los bloques	41
Tabla 14. Absorción máxima para los bloques huecos de hormigón	42
Tabla 15. Clasificación de Densidades	43
Tabla 16. Porcentaje mínimo por tamices para Granulometría	49
Tabla 17. Matriz de Metodología: Verificación de Idoneidad de los Áridos del Río Jubones para la aplicación en el sector de la construcción	54
Tabla 18. Matriz de Verificación de Idoneidad de los Áridos del Río Jubones para Bloques de Hormigón en Viviendas de Interés Social	56
Tabla 19. Parámetros de evaluación para el coeficiente de correlación	57
Tabla 20. Dosificación de bloques huecos por concesión	58
Tabla 21. Dosificación de bloques macizos por concesión	60
Tabla 22. Observación de parámetros de tamizado.	62
Tabla 23. Observación de los parámetros de tamizado.....	64
Tabla 24. Observación para el Módulo de Finura.....	65
Tabla 25. Observación para el Módulo de Finura.....	65
Tabla 26. Contenidos de Finos.....	66
Tabla 27. Contenido de Finos	66
Tabla 28. Resumen de resultados en los ensayos de resistencia a la compresión en la	

concesión “Lorena”.....	67
Tabla 29. Resumen de resultados en los ensayos de resistencia a la compresión en la concesión “La Viña”	68
Tabla 30. Resumen de resultados en los ensayos de absorción en la concesión “Lorena”	69
Tabla 31. Resumen de resultados en los ensayos de absorción en la concesión “La Viña”	70
Tabla 32. Resumen de resultados en los ensayos de densidad en la concesión “Lorena”	71
Tabla 33. Resumen de resultados en los ensayos de densidad en la concesión “La Viña”	71
Tabla 34. Resultados de los Ensayos Físicos y Mecánicos	72
Tabla 35. Datos de Ensayo para la Concesión Lorena.....	72
Tabla 36. Datos para la correlación de Pearson	75
Tabla 37. Datos para la correlación de Pearson	76
Tabla 38. Datos de Ensayo para la Concesión La Viña.....	77
Tabla 39. Resultados de los Ensayos	77
Tabla 40. Datos para la correlación de Pearson	80
Tabla 41. Datos para la correlación de Pearson	81
Tabla 42. Resumen de resultados en los ensayos de resistencia a la compresión en la “Bloquera”	82
Tabla 43. Resumen de resultados en los ensayos de absorción de agua en la “Bloquera”	84
Tabla 44. Resumen de resultados en los ensayos de densidad del árido en la “Bloquera”	85
Tabla 45. Ensayo de Resistencia a la compresión – Concesión Lorena	106
Tabla 46. Ensayo de Resistencia a la compresión – Concesión La Viña	106
Tabla 47. Ensayo de Resistencia a la compresión – Bloquera.....	106
Tabla 48. Ensayo de Absorción de agua a las 24 horas – Concesión Lorena.....	107
Tabla 49. Ensayo de Absorción de agua a las 48 horas – Concesión Lorena.....	107
Tabla 50. Ensayo de Absorción de agua a las 72 horas – Concesión Lorena.....	107
Tabla 51. Ensayo de Absorción de agua a las 144 horas – Concesión Lorena.....	107
Tabla 52. Ensayo de Absorción de agua a las 24 horas – Concesión La Viña	107

Tabla 53. Ensayo de Absorción de agua a las 48 horas – Concesión La Viña	108
Tabla 54. Ensayo de Absorción de agua a las 72 horas – Concesión La Viña	108
Tabla 55. Ensayo de Absorción de agua a las 144 horas – Concesión La Viña	108
Tabla 56. Ensayo de Absorción de agua a las 24 horas – Bloquera	108
Tabla 57. Ensayo de Absorción de agua a las 48 horas – Bloquera	108
Tabla 58. Ensayo de Absorción de agua a las 72 horas – Bloquera	108
Tabla 59. Ensayo de Absorción de agua a las 144 horas – Bloquera	109
Tabla 60. Ensayo de Densidad del árido – Concesión Lorena	109
Tabla 61. Ensayo de Densidad del árido – Concesión La Viña.....	109
Tabla 62. Ensayo de Densidad del árido – Bloquera	109

INTRODUCCION

Importancia del tema

El Ecuador es un país que sigue en constante desarrollo debido a esto el incremento de las construcciones informales ha aumentado, una de las principales causas es la carencia de estudios en los áridos que son pieza importante dentro del sector construcción y a la vez provocando efectos como la vulnerabilidad en las edificaciones. (Bungacho et al., 2022).

Según (Koehnken et al., 2020), la falta de estudios científicos sobre la extracción de arena en varios países impide una determinar la cantidad de material extraído y la magnitud de cualquier impacto que conlleva esta actividad.

La ingeniería civil abarca el comportamiento de materiales y mecánica de suelos para potenciar las propiedades del material. En Machala, la extracción de áridos natural del río Jubones es clave para proyectos públicos y privados de construcción.

Actualidad de la problemática

De acuerdo con (Dirección de Planificación, 2022), Machala se caracteriza por tener recurso naturales no renovables limitados y eso conlleva un impacto en el territorio, es crucial subrayar que, en el cantón, se llevan a cabo actividades de extracción de áridos naturales (arena). La falta de información sobre la cantidad y calidad de los recursos no renovables en la región dificulta la capacidad de controlar su explotación.

Por otro lado, la obtención de materiales de río en América Latina ha generado una creciente inquietud por sus impactos adversos en el medio ambiente y los ecosistemas fluviales. La extracción de áridos finos de los ríos puede alterar la estructura del lecho del río, alterar la cantidad natural de arena y otras partículas que el río transporta. (Karolien van Teijlingen, 2022)

Estructura del trabajo

La estructura de este proyecto está constituida por cuatro capítulos que se describen a

continuación:

El Capítulo I establece la base del proyecto, definiendo el área de análisis, la problemática, las preguntas científicas, la justificación y los objetivos, brindando una orientación clara sobre la finalidad de la investigación.

En el Capítulo II, detalla la fundamentación teórica del conjunto de conceptos recopilados por varios investigadores que aportan información para los antecedentes contextuales, conceptuales y referenciales; proporcionando un contexto del estado actual.

El Capítulo III evalúa la idoneidad de los áridos del río Jubones en la construcción, aplicando normas INEN y ASTM. Se realiza control de calidad mediante la fabricación y evaluación de bloques de hormigón. Para determinar las propiedades del material, destacando su resistencia que será de suma importancia para el estudio.

El Capítulo IV, se proveerá los resultados adquiridos mediante los ensayos estudiados que proporciona la norma indicada en el capítulo III. Finalmente se expondrá conclusiones y recomendaciones que contribuirá en el estudio y uso de áridos naturales presentes en los ríos.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Tema de investigación

Verificación de la idoneidad del árido natural del río Jubones para bloques de hormigón utilizadas en viviendas de interés social.

1.2. Línea base del proyecto

1.2.1. Localización geográfica

Para el estudio se seleccionaron dos concesiones en el Río Jubones pertenecientes a la ciudad de Machala de la provincia de El Oro, las cuales se presentarán a continuación:

Tabla 1. Ubicación de las concesiones

Ubicación de las Concesiones			
Concesión	Ubicación	Coordenadas	Material Extraído
Lorena	Vía 10 de agosto	N 9639439 E 625522	Arena
La Viña	Vía La Primavera	N 9640019 E 624949	Arena

Fuente: Departamento de Áridos y Pétreos (Gobierno Autónoma Descentralizado)

Tabla 2. Sistema de información Local (SIL) Tabla de Concesiones para la explotación áridos y pétreos

Codigo Arcom	Nombre Concesión	Tipo de Minería	Forma de Explotación	Coord X	Coord Y
301134	KARLITA	CONSECIÓN MINERA	CIELO ABIERTO	622300	9642600
310	LA VIÑA	CONSECIÓN MINERA	CIELO ABIERTO	625349	9640311
318	LORENA	CONSECIÓN MINERA	CIELO ABIERTO	625800	9639900
390556	LILIAM	MINERIA ARTESANAL	CIELO ABIERTO	623100	9642000
390554	ROSA IBELIA	MINERIA ARTESANAL	CIELO ABIERTO	623400	9641700
390538	JONATHAN	MINERIA ARTESANAL	CIELO ABIERTO	626400	9639000
390567	CARLOS	MINERIA ARTESANAL	CIELO ABIERTO	628400	9638000
390536	JOSE	MINERIA ARTESANAL	CIELO ABIERTO	628200	9638300

Fuente: GAD de Machala (Subdirección de Calidad Ambiental y Pétreos. Sección Áridos y Pétreos)

Figura 1. Localización de la Concesión "Lorena"

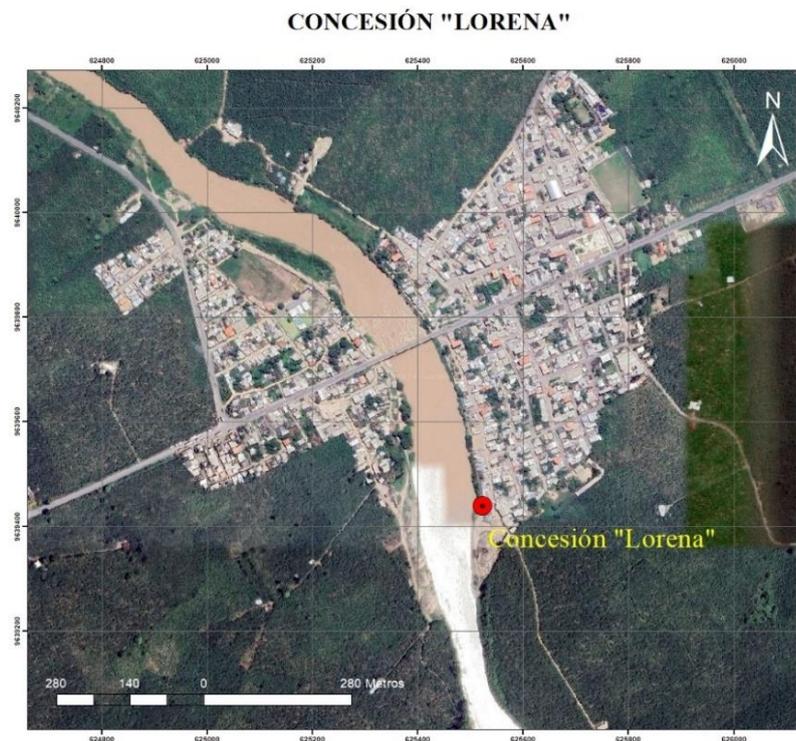


Figura 2. Localización de la Concesión "La Viña"



1.2.2. Población

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) desarrollada en el 2022, la población de la provincia de El Oro asciende a 670.872 habitantes, lo que equivale al 4.18% del total nacional en Ecuador, siendo esta de gran importancia dentro de la industria de la construcción. Desde la pandemia acontecida a finales del año 2019, se ha visto un aumento en la cantidad de edificaciones en las renovaciones urbanas, tomando en cuenta la tendencia al crecimiento dentro de las nuevas urbanizaciones.

A medida que la población ha ido aumentando, los asentamientos humanos se han dispersado dentro del territorio cantonal que se encuentra dividido por 2 áreas administrativas territoriales: la concentración urbana de Machala (área urbana y su área rural) y la parroquia rural El Retiro.

Tabla 3. Área ocupada por territorio

Parroquias	Total		Área Urbana		Área Rural	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Machala	24.649,50	66,13	5.993,02	16,08	18.656.48	50,05
El Retiro	12.625,74	33,87	24,94	0,07	12.600,80	33,8
Total	37.275,24	100	6.017,96	16,15	31.256.56	83,85

Fuente: Departamento de Áridos y Pétreos (Gobierno Autónoma Descentralizado)

Dentro del Censo 2010, se clasifica a los materiales tradicionales para la construcción (tierra, madera, caña) y contemporáneos (hormigón, ladrillo y bloque). La falta de desarrollo y aplicación de mejoramientos tecnológicos para los tradicionales ha provocado por un lado que se dejen de usar y por otro que se descuide en su mantenimiento. Esto determina que los materiales tradicionales tengan poca durabilidad en buen estado. (Dirección de Planificación, 2022)

1.2.3. Ordenamiento territorial Cantón Machala

En el mapa del ordenamiento territorial del Cantón Machala se puede observar que se dividen en 7 zonas urbanas tales como: Machala, Jubones, Puerto Bolívar, 9 de Mayo, El Cambio y El Retiro siendo una zona rural. Machala está ubicada en la parte sur de la zona costera del país y cuenta con un área total de 37.297,38 hectáreas. La región noroccidental del cantón se establece en el área urbana de Machala, específicamente sobre una llanura en medio de una red de esteros que forman parte de la cuenca del Río Jubones. Los componentes geografías que establecen el límite de la región, se presenta a continuación:

- En la parte sur y este de la ciudad se encuentra la zona productiva de banano.
- En el lado occidental y norte se sitúa la zona de producción de camarón.
- El área norte urbana se ubica la parte de la cuenca del río Jubones.

Figura 3. Mapa de la Provincia de El Oro



Fuente: Elaboración Propia

1.2.4. Hidrografía

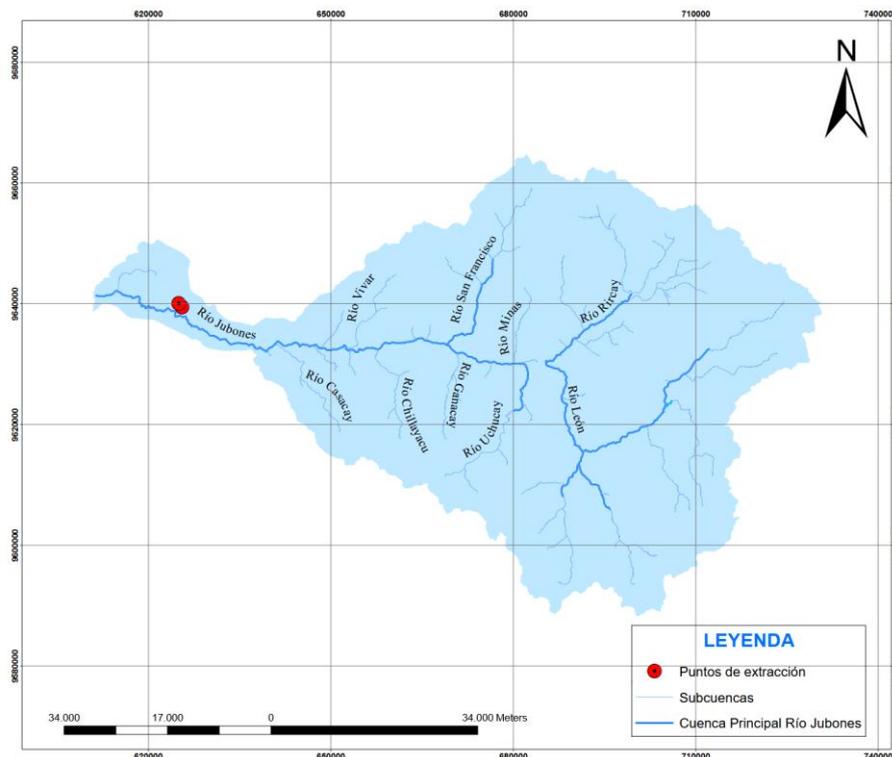
La Cuenca Hidrográfica del Río Jubones ubicada en el sur de Ecuador, es una de las principales cuencas con una red fluvial conformada por varias subcuencas. Donde llevan agua desde las montañas de los Andes hasta las zonas más bajas, donde finalmente desemboca en el océano Pacífico. En figura 4 se pueden ver varios ríos importantes que son esenciales para el suministro de agua, el equilibrio de los ecosistemas y el bienestar de las comunidades que dependen de ellos. A continuación, se describe el área y longitudes de cada subcuenca:

Tabla 4. Subcuencas del Río Jubones

Subcuenca	Área (ha)	Longitud (m)
Subcuenca del Río Uchucay	25319,17	101014,14
Subcuenca del Río Minas	10766,17	51691,49
Subcuenca del Río San Francisco	36052,95	103310,98
Subcuenca del Río Vivar	13684,44	58501,32
Subcuenca del Río Ganacay	12660,1	56683,54
Subcuenca del Río Chillayacu	18174,86	63793,26
Subcuenca del Río Casacay	12144,54	59500,45
Sistema Jubones	71145,58	311400,69
Subcuenca del Río León	152549,68	229222,11
Subcuenca del Río Rircay	82615,55	131671,64

Fuente: ArcGIS

Figura 4. Cuenca Hidrografía del Río Jubones



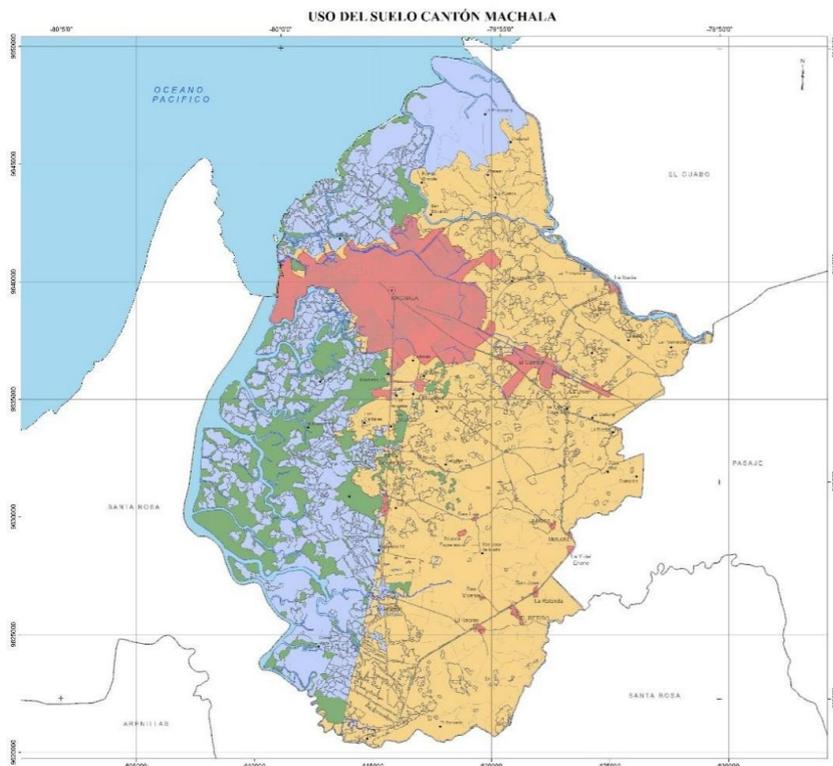
Fuente: Elaboración Propia

1.2.5. Uso del suelo

La mayoría del suelo es utilizado para el medio agrícola y cuenta con una ampliación de 16.669 ha (44.72% de la superficie del cantón). Se encuentra ubicado en sitios a partir de La Primavera, Los Ceibales, Km 15, Motuche, Guarumal hacia el este.

Esta zona que pertenece al cantón Machala es enriquecida por áreas que está siendo de buen aprovechamiento para el uso de cultivo de banano, cacao, entre otros. Al pasar los años se puede notar la ampliación de vegetación sobre el manglar que yace ahí, dando lugar a la zona agrícola seguir progresando en las plantaciones ya nombradas con anterioridad.

Figura 5. Uso de Suelo del Cantón Machala (2000 – 2008)



Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantón Machala (2019-2030)

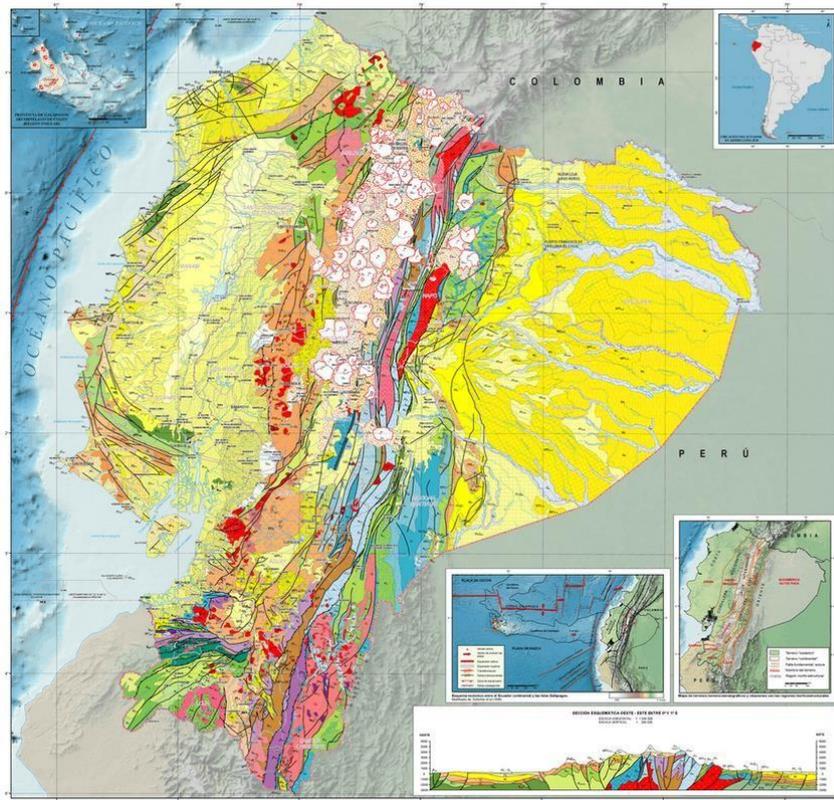
1.2.6. Geología

En el cantón Machala se encuentra un único tipo de suelo como son las arcillas, este tipo de suelo no está considerado como uno de los aptos para la construcción, a pesar de ello no presenta un mayor problema al crecimiento de la población que se está asentada en el Cantón; sin embargo, se debe resguardar la zona para que se pueda mantener su

biodiversidad. En su caso beneficia para el entorno productivo agrícola.

Debido a la explotación del suelo mediante la práctica de cultivo y contaminación ocasionada por las actividades humanas como son las camaroneras y minería mayormente en la provincia, ha conllevado una degradación del uso produciendo impactos en el suelo disminuyendo su fertilidad y potencia agrícola.

Figura 6. Mapa Geológico del Ecuador



Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantón Machala (2019-2030)

1.2.7. Extracción minera del cantón Machala

En el cantón hay presencia de recursos naturales no renovable especialmente de recursos mineros, teniendo como resultado trabajos de extracción de materiales pétreos, concretamente arena y piedra. El Río Jubones ocupa una superficie total de 37 ha de área concesionada para la explotación de materiales pétreos y se encuentra en la zona norte del cantón. Al carecer de datos sobre la cualidad y el volumen de los materiales pétreos es prácticamente imposible controlar la explotación que se presenta en los 4 puntos de extracción.

Tabla 5. Distancias de las Concesiones hacia el centro de la Ciudad Machala

Concesión	Longitud (m)	Destino
Lorena	12,974	Parque Central Juan Montalvo
La Viña	11,679	Parque Central Juan Montalvo

Fuente: Elaboración Propia

Figura 7. Extracción minera del cantón Machala



Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantón Machala (2019-2030)

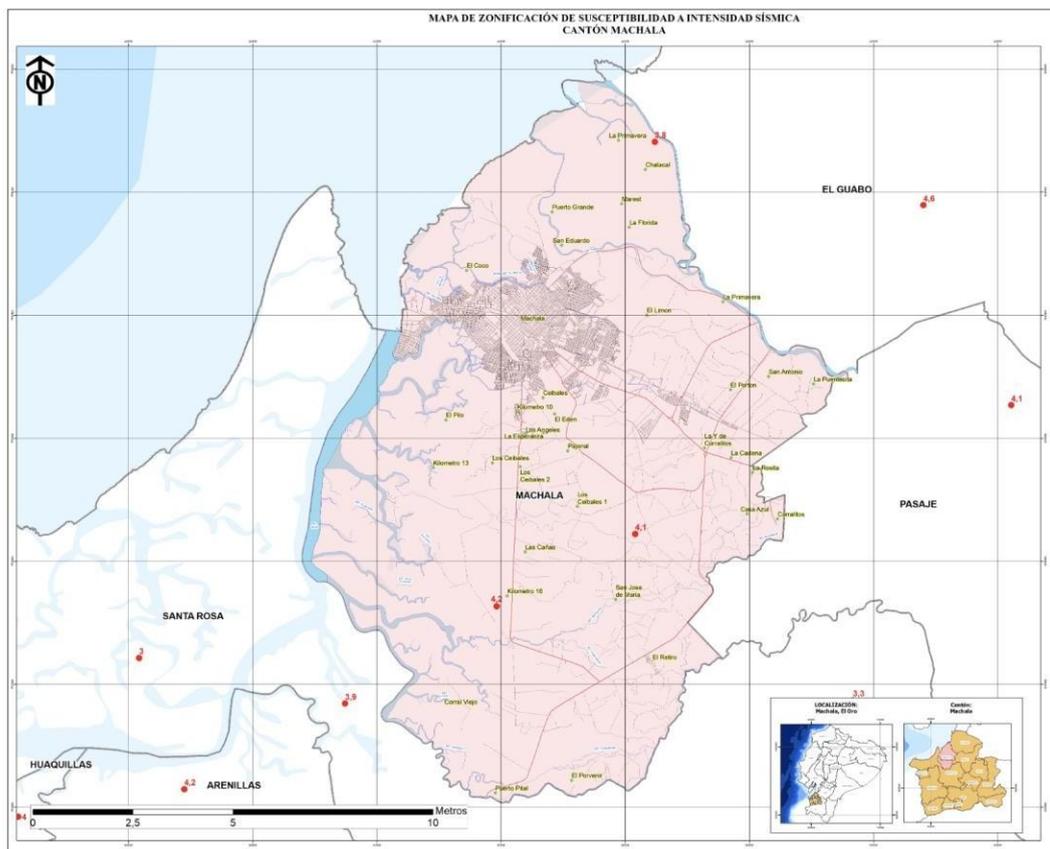
1.2.8 Amenaza sísmica

El sismo ocurrido el pasado 18 de marzo del 2023, este tuvo su epicentro frente a la costa del Cantón Balao, aproximadamente a 80 km al sur de Guayaquil, con un hipocentro a una profundidad de 65,9 km. Registró una magnitud de 6,8 en la escala de magnitud del momento y causó daños considerables y graves en las provincias ecuatorianas de Azuay, El Oro y Guayas. En el país vecino, Perú, en el departamento de Tumbes, se informó

sobre decenas de personas heridas. Además, el cantón Machala fue el área más afectada, evidenciándose en diversos daños estructurales, incluyendo varios edificios en el centro de la ciudad.

En relación con el terremoto, el Instituto Geofísico del Ecuador emitió un informe detallando las mediciones de aceleración en las estaciones de Machala y El Guabo, parte de la Red Nacional de Acelerógrafos (RENAC). Para la estación ACH1, situada en la Universidad Técnica de Machala y a 53 km del epicentro del evento, se registró una máxima aceleración de 317.52 cm/seg². Mientras que en la estación ACH2 en El Vergel, se registró una aceleración de 148.50 cm/seg². Destacando que Machala experimentó la mayor aceleración sísmica dentro del país.

Figura 8. Mapa de Zonificación Susceptibilidad a Intensidad Sísmica Cantón Machala



Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantón Machala (2019-2030)

Según la (Norma Ecuatoriana de la (De & Construcción, 2014) la provincia del El Oro es considerada con una caracterización de peligro sísmica alta que se ubica en una zona sísmica V con un valor de 0.4g para dicha región. La Ciudad de Machala cuenta con

perfiles estratigráficos, cuyos niveles freáticos son altos por lo que son suelos altamente saturados, la tipología y textura varía desde arenosa a arcillosa con predominio de los suelos arcilloso-limosos. (Pablo Guaraca Tenesaca et al., 2017)

Específicamente en la zona donde se desarrollará el proyecto vía La Primavera se muestra que existe un riesgo moderado de deslizamiento de tierras, no obstante, sigue siendo usado para el cultivo de banano y para la piscicultura de camarones.

Tabla 6. Movimientos en masa – Susceptibilidad cantón Machala

DESCRIPCION	ÁREA (ha)	%
Susceptibilidad Baja a Nula	18.452,06	49,50
Susceptibilidad Media	1.555,06	4,17
Susceptibilidad Media	15.488,98	41,55
Cuerpos de Agua	1.778,74	4,77

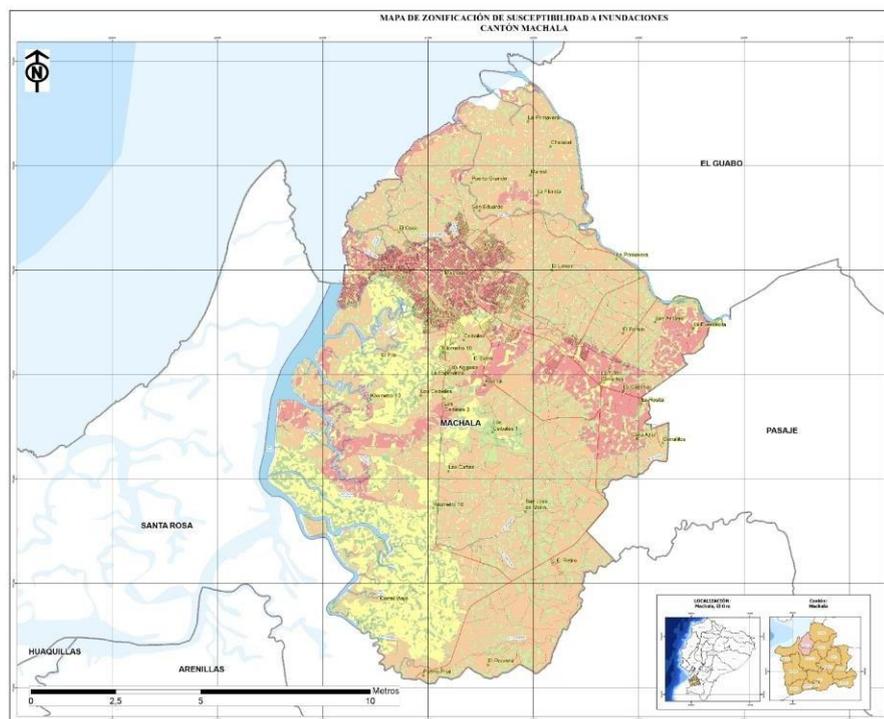
Fuente: Departamento de Áridos y Pétreos (Gobierno Autónoma Descentralizado)

1.2.9 Riesgos hidrológicos

El cantón Machala es un terreno plano y a medida de esto pueden generarse inundaciones ya sea por el cambio climático, la alteración del cauce del Río Jubones, entre otras causas pueden afectar a la corriente de este causando así un desastre para la población.

De la misma manera las acciones humanas influyen de forma directa en cuanto al uso del suelo, presentadas en la ocupación de la zona no idóneas para asentamientos humanos, al igual que la gestión inadecuada de los recursos naturales. Las inundaciones en Machala se originan por diversos factores lo que complejiza tanto en la evaluación, como en la gestión de riesgos.

Figura 9. Riesgo de inundaciones del cantón Machala



Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantón Machala (2019-2030)

1.3 Descripción de la situación problemática

1.3.1 Descripción del problema

El problema fundamental dentro de la extracción de áridos para la construcción de obras civiles está conectado directamente con una secuencia de repercusiones ambientales, ecológicas y físicas. Debido a la extracción indiscriminada de áridos naturales y a la falta de orientación sobre mejores prácticas, estas han ocasionado una degradación del medio ambiente. Dentro del sector de la construcción, el uso irracional de los materiales en las empresas constructoras ha generado consecuencias como la vulnerabilidad en las obras debido a la carencia de análisis en los sedimentos, trayendo como resultado el deterioro de las edificaciones.

Por otro lado, el impacto que han producido las concesiones a causa de protocolos deficientes en las fases de obtención de los materiales en los ríos ha provocado impacto negativo en las cuencas hidrográficas. El principal problema de los áridos de río es su alto contenido en agua, lo que dificulta su manipulación y aprovechamiento beneficioso. (Ducman et al., 2022)

Cuando la extracción de los áridos se realiza total o parcialmente bajo el agua, el principal inconveniente está en la falta de visión sobre los materiales que se extraen y, consecuentemente, las pérdidas o la contaminación de estos materiales por arcillas o limos. Este método presupone que prácticamente todos los terrenos afectados van a ser abandonados como lagunas, llegándose a rellenar parcialmente algunas zonas. (Herrera Herbert, 2018)

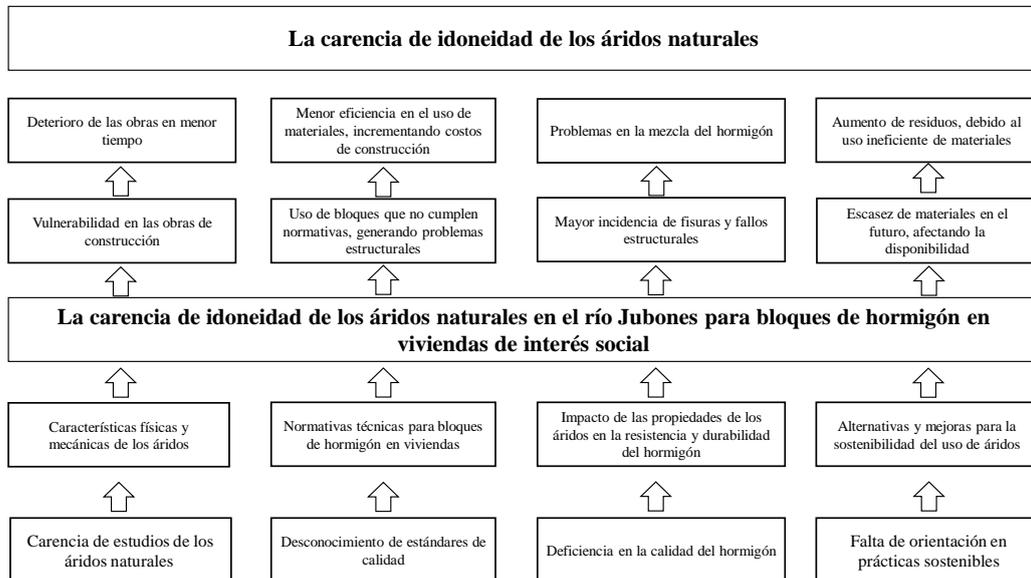
Figura 10. Extracción de áridos en la concesión Lorena



Fuente: GAD Municipal de Machala. Subdirección de Calidad Ambiental y Pétreos. Sección Áridos y Pétreos

1.3.2 Árbol de Problemas

Figura 11. Árbol de Problemas



Fuente: Elaboración Propia

1.4 Formulación del problema (preguntas científicas)

1.4.1 Problema

¿En qué medida los áridos naturales extraídos del río Jubones cumplen con las propiedades físicas y mecánicas necesarias para su uso en la fabricación de bloques de hormigón destinados a viviendas de interés social, considerando las normativas técnicas y las necesidades constructivas de la región?

1.4.2 Problemas secundarios

- ¿Cuáles son las características físicas y mecánicas de los áridos naturales del río Jubones?
- ¿Qué estándares técnicos deben cumplir los bloques de hormigón utilizados en viviendas de interés social?
- ¿Cómo afectan las propiedades de los áridos del río Jubones la resistencia y durabilidad de los bloques de hormigón?
- ¿Qué alternativas o mejoras podrían implementarse para garantizar la sostenibilidad en el uso de estos materiales?

1.5 Alcance del objeto de estudio

El objeto de estudio de este trabajo es analizar los áridos naturales extraídos del río Jubones y evaluar su idoneidad para la fabricación de bloques de hormigón destinados a viviendas de interés social. La investigación se centra en caracterizar las propiedades físicas y mecánicas de estos materiales, verificando su cumplimiento con las normativas técnicas nacionales e internacionales. Además, se busca determinar cómo estas propiedades afectan la resistencia, durabilidad y desempeño de los bloques de hormigón. Este análisis permitirá establecer su viabilidad técnica y sostenible en el sector de la construcción, con un enfoque en satisfacer las necesidades habitacionales de interés social.

1.6 Justificación

La investigación actual se enfocará en el análisis de los áridos naturales específicamente la arena que se extraen de los ríos y se utilizan ampliamente en la construcción, estos se emplean para la elaboración de grandes construcciones, edificaciones, asfalto, mortero, etc. En el desarrollo del proyecto se va a evaluar y caracterizar el uso de los áridos naturales que existen en el río Jubones, puesto que; al conocer estas propiedades físicas y mecánicas de los áridos de río, se pueden garantizar la durabilidad y el rendimiento de las obras de hormigón empleadas con dicho árido.

El área de estudio localizada en el río Jubones, está ubicado entre las provincias de El Oro y de El Azuay, este río desemboca cerca de la ciudad de El Guabo. A lo largo de la cuenca hidrográfica se tiene previstas dos concesiones afiliadas a el Gobierno Municipal de El Oro. Para el análisis de los áridos se concedieron los permisos necesarios respecto a la extracción del material de la cuenca del río Jubones puesto que esta enriquecido de áridos pétreos, definiendo características como resistencia, la durabilidad, estabilidad por medio de ensayos de laboratorio que se aplicará facilitando una perspectiva sobre el uso de los materiales dentro del sector de la construcción.

La presente investigación surgió como una solicitud de investigación por parte de la Sección de Áridos y Pétreos de la Dirección de Gestión Ambiental y Riesgo del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Machala a la Universidad Técnica de Machala en la Facultad de Ingeniería Civil, en el que se suscribió el Convenio de Marco de

Cooperación el 12 de Julio de 2022, el mismo que tiene una duración de cinco años; y a fin de dar apertura al desarrollo del proyecto técnico con el tema “Verificación de la idoneidad del árido natural del río Jubones para bloques de hormigón utilizadas en viviendas de interés social” con el objetivo de evaluar la idoneidad de los áridos pétreos, a partir del día martes 26 de diciembre del 2023.

Este proyecto se realizará con varios objetivos, entre ellos la obtención del título de Ingeniero Civil. Se aplicarán principios teóricos como prácticos, y a la vez se empleará herramientas relacionadas al campo de la Ingeniería. El desarrollo de este trabajo aspira mostrar los conocimientos necesarios con la finalidad de contribuir en la sociedad.

1.7 Objetivo General

Analizar la idoneidad de los áridos naturales del río Jubones mediante la caracterización de sus propiedades físicas y mecánicas en función de normativas técnicas, su viabilidad técnica y la calidad constructiva para la fabricación de bloques de hormigón utilizados en viviendas de interés social.

1.7.1 Objetivos Específicos:

- Fundamentar conceptualmente estudios técnicos para áridos naturales del río Jubones mediante la revisión bibliográfica analizando normativas técnicas, estudios previos y mejores prácticas que permita la valoración de las propiedades físicas y mecánicas para su aplicación en el sector de la construcción.
- Identificar la idoneidad de los áridos naturales del río Jubones mediante trabajos de campo y ensayos de laboratorio para la caracterización de las propiedades físicas y mecánicas utilizando metodologías basadas en los criterios técnicos definidos durante la revisión bibliográfica que permita la verificación de su idoneidad y su aplicación en la construcción.
- Verificar la idoneidad del uso de los áridos naturales de río mediante los resultados obtenidos contrastándolos con los estándares técnicos, normativos y alternativas de solución, que permita el uso adecuado y sostenible de los áridos naturales en la fabricación de bloques de hormigón para viviendas de interés social.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes contextuales

2.1.1 Macro

Un árido natural está formado por partículas de roca, grandes como la grava o pequeñas como la arena, que se encuentran en un rango de 0.07 a 75 mm según el material. Por consiguiente, dichos materiales son el resultado de un proceso de erosión de rocas extraídas de canteras. Este estudio tiene como objetivo mostrar la idoneidad de los áridos de río en el área de estudio para usos en la construcción, mediante el desarrollo de pruebas de ingeniería necesarias para este fin. (Khudhur, 2021)

El alcance que pueden tener los áridos finos entorno a su eficiencia varía según la zona y las condiciones de la ubicación. La influencia que tienen los áridos en las mezclas incide en la cantidad de agua y provocan un aumento de superficie. (Ajagbe et al., 2018)

A través del estudio realizado por (Basavana Gowda et al., 2023) se evaluó el rendimiento de morteros laterizados que son mezclas de cemento, agua y agregados a altas temperaturas, observando que la sustitución de arena natural de río por áridos finos lateríticos tuvo repercusiones en las características físicas y mecánicas de dichos morteros. Estos áridos provienen de suelos lateríticos, que son ricos en hierro y aluminio, típicos de regiones tropicales y subtropicales.

De acuerdo con el tipo de arena que se utilice en un lugar con áridos mal clasificados estará sujeto al desempeño de este, en zonas con esta clase de arena puede tener consecuencias como los espacios vacíos entre partículas afectando en la capacidad de este árido. Entre los usos más comunes de los áridos finos se encuentra que son buenas para enlucir y enrasar. Mientras que, para el uso en morteros, se ha realizado ensayos en diversas áreas de muestreo; encontrándose en el rango límite y proporcionando desempeño notable en el sector de la construcción. (Nayaju & Tamrakar, 2019)

2.1.2 Meso

En América Latina, la extracción de materiales en los ríos ha sido una actividad que

provoca preocupación en el entorno social y ambiental, debido a que se desarrolla ampliamente en el continente latinoamericano y en países de continuo crecimiento poblacional; a la vez el aumento de construcciones informales ha demandado una excesiva extracción de materiales pétreos. (Karolien van Teijlingen, 2022).

Las investigaciones desarrolladas en Jamaica y Costa Rica en relación con los impactos físicos, biológicos y sociales de la extracción de áridos en las redes fluviales han creado cuestiones en los procedimientos y actividades. Aunque la extracción de los áridos es de suma importancia en países de desarrollo, al mismo tiempo cuenta con un aspecto negativo en el incremento de la obtención ilegal en las cuencas hidrográficas. Esta investigación proporciona un procedimiento productivo en la supervisión de los ríos para fomentar el uso y explotación sostenible de los áridos naturales, disminuyendo la contaminación del medio ambiente y preservando el entorno social de la comunidad afectada. (Harrison et al., 2005)

El constante progreso de un país ha impulsado a mejorar sus vías de comunicación, edificaciones y demás proyectos civiles, llevando a cabo como resultado la extracción de los áridos naturales en los ríos. Según (Tomo et al., 2021) los estudios permiten conocer la durabilidad, la calidad y comportamiento del material, utilizado en las obras civil para la construcción. Estos ensayos identifican si los áridos son óptimos en el uso del hormigón que formaran parte de construcciones civiles.

2.1.3 Micro

Entre los antecedentes más conocidos, se encuentra el terremoto ocurrido en la ciudad de Manabí ubicado en Ecuador, en el que se produjo un sismo de magnitud de momento (Mw) 7.8 el pasado 16 de abril del 2016. Tras el sismo sucedido, las provincias de Manabí y Esmeralda presentaron impactos en sus edificaciones; debido a ello se realizaron estudios en las arenas de los ríos para hormigón de 240 kg/cm² con el fin de identificar yacimiento de arena de calidad eficiente para la fabricación de hormigones en las obras civiles. (Panchana Cedeño et al., 2020)

Los áridos finos extraídos de los ríos son especialmente usados para la construcción de trabajos en menor magnitud como viviendas familiares catalogadas como obras informales, perteneciente en varias de zonas de las canteras. (Ruiz Párraga et al., 2020)

2.2 Antecedentes conceptuales

2.2.1 Áridos Naturales

Conforme a (Dong et al., 2023) establece que los áridos naturales se pueden definir como materiales granulares que se utilizan como materiales subyacentes para cimientos y pavimentos o como estructura de esqueleto y relleno de cemento, concreto y mezcla asfáltica. Por consiguiente, los áridos desempeñan un papel de suma importancia dentro de las características de un material de calidad, entre las cuales se destacan en la textura, durabilidad, granulometría, dureza, forma y el tamaño.

El uso de material de pétreo para la fabricación de concreto ha sido un aspecto fundamental en el ámbito de la construcción. A nivel mundial el árido pétreo ha sido utilizado para la elaboración de edificaciones llevando a cabo deficiencia del mismo en canteras perjudicando así al medio ambiente, generando emisiones de carbono. (Khan et al., 2022)

A través de la extracción materiales pétreos se obtiene los de áridos naturales dentro de este grupo se encuentra la arena, grava y piedra. Estas técnicas permiten la elaboración de asfalto, concreto y varios materiales que son importantes para desarrollo de edificaciones el sector de la construcción. En el Ecuador se han realizado análisis que han permitido valorar y caracterizar la idoneidad del uso de diferentes áridos en el hormigón. (Velásquez Álava et al., 2022)

En el sector de la construcción se puede hallar aplicaciones favorables del uso de áridos de río como la producción de bloques de hormigón, incorporando los áridos naturales en la industria sustentable para estructuras ligeras mediante especificaciones de parámetros que permitan conocer su idoneidad conforme a las normas exigidas. (Djeran-Maigre et al., 2023)

2.2.2 Hormigón

Basándose en la visión de (Jorge L. Santamaría, 2021), se puede describir el concreto como material más empleado en la construcción y su calidad debe garantizarse en el proceso de fabricación promoviendo buenas prácticas en la elaboración del hormigón, cumpliendo las normas actuales debido al crecimiento construcciones informales

existentes en el territorio. En el Ecuador el porcentaje de construcciones informales es elevada, especialmente en la capital de la república donde se registra el 70% de construcciones informales; de las cuales el 91.8% están fabricadas de hormigón armado.

En base a (Ibrahim Mustafa Hassan et al., 2023), las propiedades físicas y mecánicas de los áridos finos para la ejecución de obras civiles son importantes debido a que caracteriza sus cualidades en la producción de hormigones.

Los áridos finos tienen una influencia significativa dentro de la mezcla del hormigón en la que presenta características positivas mediante la generación de una pasta y/o mortero en los áridos gruesos como resultado el aumento de la resistencia a compresión y una disminución de la permeabilidad. La resistencia del material aumenta cuando se incorpora mayormente el árido fino y el contenido de mortero, alcanzando una resistencia notable a los 28 días estipulado por las normas en mezclas con mayor proporción de relación agua/cemento y mortero, a diferencia de los hormigones tradicionales. (Fogliatti et al., 2023)

2.2.3 Mortero

Para la producción de hormigón, la arena de río ha tenido lugar como el árido fino más utilizado en el sector de la construcción por las características física y mecánicas que posee. No obstante, esto ha conllevado un impacto negativo en el ambiente y en el entorno social. Mediante el estudio desarrollado por (Benjamin Nnamdi Ekwueme et al., 2021) se realizaron 60 cubos de hormigón con arenas de río y polvo de cantera, posterior se ubicaron en tanques con agua por 28 días para curar; seguidamente se procedió a ejecutar el ensayo mediante una máquina de compresión. Los resultados de las pruebas muestran que el polvo de cantera tuvo una menor resistencia a la compresión a diferencia de la arena de río.

2.2.4 Bloque

Los bloques son elementos constructivos fabricados comúnmente con una mezcla de cemento y arena de río. Su accesibilidad económica y simplicidad en la instalación los convierten en una opción ampliamente utilizada, especialmente en países en desarrollo.(Mohammed et al., 2023)

2.2.5 Propiedades físicas de los áridos

Según (Dong et al., 2023) considera que, dentro de las propiedades físicas de los áridos, las más influyentes son densidades, peso unitario, relación de vacíos, angularidad y caras fracturadas. Para estudiar la influencia de los áridos naturales en la construcción de obras civiles, se han considerado los siguientes ensayos: granulometría, contenido de humedad, peso volumétrico, la densidad y absorción; que se detallan a continuación en la tabla 7.

Tabla 7. Normas para ensayos físicos en áridos finos

Ensayos	Ecuador	Estados Unidos
Granulometría	INEN 696-1	ASTM C33
Módulo de Finura	INEN 696	ASTM C33
Contenido de Finos	INEN 698	ASTM C33

Fuente: Elaboración Propia

Según Norma Técnica Ecuatoriana del Instituto Ecuatoriano de Normalización y American Society for Testing and Materials, proporciona el método y cantidad de muestras que debe ser aplicado en cada ensayo, con el propósito de que las construcciones generadas a nivel nacional cumplan con estos requisitos, proveyendo durabilidad y calidad.

2.2.5.1 Granulometría

De acuerdo con la perspectiva de (Mejia & Quintuña, 2019), las propiedades físicas y químicas de los sólidos varían de acuerdo con la distribución granulométrica de los materiales. Para poder efectuar controles de calidad en los materiales granulados es indispensable conocer la distribución del material de acuerdo con el tamaño de partículas que lo conforman. El ensayo granulométrico tiene el propósito de clasificar el material de árido fino según su tamaño, para la obtención de la curva granulométrica proporcionando datos sobre las dimensiones que se encuentran en el material.

Tabla 8. Masa mínima de muestra para agregado fino

TAMAÑO MÁXIMO	MASA MÍNIMA
Material con 95% más fino que el tamiz No.8	100 g

Material con un 90% más fino que el tamiz No.4 y con el 5% más grueso que el tamiz No.8	500 g
---	-------

Fuente. Norma Técnica Ecuatoriana del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN 696)

Tabla 9. Tamices para granulometría en áridos finos

AGREGADO FINO							
	3/8"	No.4	No.8	No.16	No.30	No.50	No.100
mm	9,5	4.76	2.36	1.190	0.595	0.297	0.142

Fuente. Norma Técnica Ecuatoriana del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN 696)

2.2.5.2 Módulo de Finura

De acuerdo con (Ige et al., 2024), es una de las propiedades físicas de los agregados finos (arena), la cual obtiene a partir del ensayo de granulometría realizado sumando los porcentajes retenidos acumulados en una serie de pasantes.

La norma ASTM C33 define criterios específicos para el módulo de finura (MF) del agregado fino que se emplea en la fabricación de concreto. Define la clasificación del tipo de arena que debe ser adecuada para alcanzar las propiedades deseadas en el concreto, como trabajabilidad y resistencia.

Tabla 10. Clasificación de la Arena (MF)

Tipo de Arena	Módulo de Finura (MF)
Muy Fina	Menos de 2.3
Fina	2.3 – 2.6
Media	2.6 – 2.9
Gruesa	2.9 – 3.2
Muy Gruesa	Más de 3.2

Fuente: Elaboración Propia

2.2.5.3 Contenido de Finos

Basado en el criterio de (Arif, 2022), en el ensayo de contenido de finos tiene como objetivo determinar la cantidad de partículas finas (menores a 75 µm) presentes en un determinado suelo para conocer el impacto en la compacidad, permeabilidad y resistencia al corte, factores clave en la estabilidad de cimentaciones y estructuras en zonas sísmicas.

Según la norma ASTM C33, se debe tomar el resultado obtenido en el ensayo de granulometría con respecto al contenido del material más fino del pasante 75 μm (No. 200) en los agregados, ya que el exceso de cantidad puede influir de manera adversa en las características del concreto, comprometiendo su resistencia y reduciendo su durabilidad.

Tabla 11. Límite de Contenido de Finos

Tipo de Agregado	Límite máx de finos en el tamiz No. 200
Agregado Fino (Arena)	3 %
Agregado Grueso (Grava)	1 %

Fuente: Elaboración Propia

2.2.6 Propiedades mecánicas de los áridos

La arena de río es ampliamente empleada en la construcción, junto con otros tipos de arena como la de cantera, la volcánica y el polvo de piedra, que son especialmente utilizados en la preparación de mezclas de cemento. Se estima que representa más del 60% de la arena usada en todo el mundo para fabricar hormigón. Sin embargo, su calidad y características pueden cambiar según el lugar de donde se extrae, lo que puede influir en la resistencia y durabilidad del material construido con ella. Los estudios desarrollados muestran que las propiedades físicas y mecánicas se ven afectadas por las características de la arena de río. (Abdias et al., 2023)

Mediante la tabla 12 se observa las normas a utilizar para el desarrollo de los ensayos mecánicos en el árido fino, siguiendo la Norma Ecuatoriana de la Construcción y American Society for Testing and Materials.

Tabla 12. Normas para ensayos físicos en áridos finos

Ensayos	Ecuador	Estados Unidos
Resistencia a la compresión	INEN 638	ASTM C140
Absorción de agua	INEN 3066	ASTM C128

Fuente: Elaboración Propia

2.2.6.1 Resistencia a compresión

La resistencia a la compresión del hormigón está influenciada por varios factores, incluido el tipo y la calidad de los materiales utilizados en su composición. En general, estos estudios sugieren que el tipo de arena utilizada en el hormigón, incluida la arena de río, puede tener un impacto pequeño pero significativo en su resistencia a la compresión. Otros factores, como la calidad del cemento y la relación agua-cemento, también desempeñan un papel importante en la determinación de la resistencia a la compresión del hormigón. (Abdias et al., 2023)

De acuerdo con el estudio “A Comparative Study on the Mechanical Properties of Concrete Using M-Sand and Ground Nut Shell Ash as a Partial Replacement of River Sand” se evaluó la resistencia a compresión del concreto reemplazando parcialmente la arena de río con arena manufacturada (M-Sand) y ceniza de cáscara de maní (GNSA) en proporciones del 10% al 50%. Las pruebas se realizaron a los 7, 14 y 28 días mediante una máquina de ensayo de compresión. Los resultados mostraron que la mezcla convencional sin sustituciones presentó la mayor resistencia, mientras que la mezcla con un 40% de M-Sand tuvo una reducción del 7.12% en resistencia a compresión y la mezcla con un 40% de GNSA presentó una disminución menor del 3.6%. Se concluyó que reemplazos de hasta el 40% son viables sin afectar significativamente la resistencia del concreto, aunque porcentajes mayores provocan reducciones considerables. (Alluboina et al., 2022).

En base a las pruebas realizada por (Pathan, 2021), en el cual se desarrollaron pruebas de la resistencia a la compresión del concreto con arena de río y polvo de cantera. Siguiendo la norma se curaron cilindros durante 7, 14, 21 y 28 días, al llevarse a cabo las pruebas se mostró una mayor resistencia para las arenas de ríos a diferencia del polvo de cantera. Al termino de los 28 días de curado, el cilindro de hormigón con arena de río alcanzó una resistencia requerida de 36%; por otro lado, el cilindro con polvo de cantera obtuvo un límite inferior de resistencia del 12%.

Para determinar la resistencia a compresión que se realizan a través de una máquina de prueba a compresión, por lo general se elaboran bloques de hormigón para evaluar su resistencia, según las especificaciones dadas por la norma INEN 638:

Tabla 13. Características de los bloques

Características de los bloques					
Tipo	Dimensiones Nominales (cm)			Uso	Resistencia mínima a la compresión (MPa) 28 días
	Largo (L)	Ancho (a)	Alto (h)		
A	40	10,15,20	20	Paredes exteriores de carga, sin revestimiento.	6
B				Paredes exteriores de carga, con revestimiento. Paredes interiores de carga con o sin revestimiento.	4
C	40	10,15,20	20	Paredes divisoras exteriores, sin revestimiento.	3
D				Paredes divisoras exteriores, con revestimiento. Paredes divisoras interiores con o sin revestimiento.	2.5
E	40	10,15,20,25	20	Losas alivianadas de hormigón armado	2

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN 638)

2.2.6.2 Absorción de agua

La resistencia del hormigón en ambientes extremos depende en gran medida de la facilidad con la que el agua puede filtrarse a través de sus poros. Para evaluar su durabilidad, cada vez se emplean más métodos simples como la permeabilidad, absorción de agua, que permiten determinar su comportamiento frente a condiciones agresivas. La absorción de agua son indicadores confiables para medir cómo un material retiene y transporta agua a través de sus poros. (Akinkurolere, 2021)

Conforme a la norma INEN 3066 establece parámetros para absorción máxima en los bloques de huecos de hormigón:

Tabla 14. Absorción máxima para los bloques huecos de hormigón

Tipo	Densidad (kg/m³)	Absorción máxima promedio (kg/m³)	Absorción máxima por unidad (kg/m³)
Liviano	< 1680	288	320
Medio	1680 a 2000	240	272
Normal	> 2000	208	240

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN 3066)

2.2.6.3 Densidad

La densidad del hormigón depende de diversos elementos, entre ellos, los materiales utilizados y sus proporciones en la mezcla. En particular, el tipo de arena incorporada puede influir notablemente en la densidad del producto final. Diversos estudios indican que la elección de la arena tiene un impacto significativo en este aspecto, ya que la arena de río y la arena triturada presentan variaciones en su densidad, lo que puede generar diferencias en la densidad del hormigón resultante. (Abdias et al., 2023)

Como señala (Dong et al., 2023), la densidad del árido es una característica física de los áridos, describe al peso de un volumen determinado del material y es calculado por kilogramos por metro cúbico (kg/m³) o en (lb/ft³). Esta propiedad puede cambiar los componentes dependiendo el árido, su densidad y la humedad contenida en él. Estos factores son importantes para la creación de obras y diseño de estructuras de hormigón, debido que se vería afectado en su capacidad cortante y equilibrio dinámico.

De acuerdo con (ABE et al., 2023), el ensayo de la densidad y absorción de agua en los áridos es fundamental para evaluar la calidad de los áridos que se combina con el concreto. La densidad se determina calculando la relación entre la masa de un objeto y su volumen, la gravedad específica se determina evaluando su masa por la masa del agua del mismo volumen. Previamente en 1999, se usaba conceptos de gravedad específica y densidad para evaluar los áridos.

Según la norma INEN 3066 los bloques de hormigón se pueden clasificar de acuerdo a su densidad como se presenta en la tabla 15:

Tabla 15. Clasificación de Densidades

Tipo	Densidad	Uso	Características
Liviano	< 1680 kg/m ³	Para elementos no estructurales, como bloques de partición o muros de cerramiento. También se utiliza en techos o estructuras donde se desea reducir el peso de la edificación.	Buena capacidad de aislamiento térmico y acústico. Al usar agregados ligeros (como piedra pómez o arcilla expandida), el peso se reduce sin sacrificar ciertas propiedades.
Semipesado/ Intermedio	1680 a 2000 kg/m ³	Para aplicaciones estructurales y no estructurales, como losas de entrepiso y algunos tipos de muros portantes.	Ofrece una buena combinación de resistencia estructural y propiedades de aislamiento. Utiliza agregados como grava y arena estándar.
Normal	> 2000 kg/m ³	Ampliamente utilizado en estructuras de concreto reforzado, como columnas, vigas, losas y cimientos.	Este hormigón combina resistencia estructural con durabilidad, utilizando agregados convencionales como grava y arena.

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN 3066)

2.3 Antecedentes referenciales

El estudio "Efecto de la humedad en los bloques de cemento usados en la construcción" analiza cómo la exposición al agua influye en la resistencia y durabilidad de estos bloques. La investigación evalúa el impacto de la humedad en bloques hechos con distintos tipos de arena: de río, suelo laterítico y arena artificial.

El objetivo principal es comprender cómo la humedad afecta la resistencia de los bloques a la compresión, flexión y tracción, además de su capacidad de adherencia y resistencia a cortes en la construcción. Aunque existen estudios sobre la humedad en ladrillos de barro y bloques de tierra, hay poca información sobre su efecto en los bloques de cemento, lo que justifica esta investigación.

Para ello, se realizaron pruebas siguiendo normas internacionales para medir la resistencia y absorción de agua. Los resultados muestran que la humedad reduce notablemente la

resistencia de los bloques, y que el tipo de arena utilizada influye en esta disminución. El estudio emplea métodos experimentales basados en normas internacionales, incluyendo pruebas de resistencia a la compresión (ASTM-C109), resistencia a la flexión (ASTM-C348) y absorción de agua (ASTM-C140).

En conclusión, el estudio proporciona datos importantes para mejorar la construcción en zonas húmedas o con riesgo de inundaciones, sugiriendo el uso de los materiales más adecuados para garantizar la durabilidad y seguridad de las edificaciones. (Janarththan et al., 2023)

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1 Modalidad básica de la investigación

El estudio se llevará a cabo siguiendo una perspectiva centrada en el análisis cuantitativo basado en la obtención y evaluación de datos provenientes de las pruebas de laboratorio sobre el uso y extracción de áridos naturales en el río Jubones, con el fin de verificar si los áridos cumplen con los estándares requeridos según la norma INEN y ASTM para su uso en la fabricación de bloques de hormigón utilizadas en viviendas de interés social.

3.2 Tipo de investigación

La presente se desarrollará mediante tres tipos de investigación: documental, experimental y descriptiva. Este enfoque combinado garantizará un análisis integral que abarque tanto los aspectos teóricos como prácticos del tema, proporcionando una base sólida para las conclusiones y recomendaciones que se derivarán del estudio.

3.2.1 Investigación documental

La investigación documental se enfocará en una revisión detallada de la literatura disponible sobre las propiedades físicas y mecánicas del árido fino, abarcando estudios anteriores y regulaciones técnicas relacionadas con este material. Este proceso incluirá la consulta de libros especializados, artículos académicos, informes técnicos y normativas tanto nacionales como internacionales, que ofrezcan datos relevantes sobre el rendimiento de los áridos finos en diversas aplicaciones, especialmente en el sector de la construcción.

3.2.2 Investigación experimental

La investigación experimental permitirá la extracción del árido fino directamente in situ de las concesiones Lorena y La Viña ubicadas a lo largo de la cuenca del río Jubones, lo que garantizará la obtención de muestras representativas para cada ensayo a desarrollarse. Esta fase incluirá un proceso cuidadosamente planificado de recolección de muestras en los puntos seleccionados.

3.2.3 Investigación descriptiva

La investigación descriptiva se basa en la interpretación detallada de los resultados obtenidos a partir de las diversas pruebas de laboratorio realizadas al árido fino, con el propósito de evaluar su idoneidad para su uso en el sector de la construcción. Esta fase de la investigación tiene como objetivo caracterizar de manera precisa las propiedades físicas y mecánicas del material, como su granulometría, resistencia a la compresión, capacidad de absorción de agua, y otras propiedades críticas que influyen en su comportamiento dentro de mezclas de concreto y otros materiales constructivos.

3.3 Descripción de la población y muestra

3.3.1 Población

El área de estudio se orienta en el análisis del uso y extracción de áridos naturales para su aplicación en el sector de la construcción.

El sector de investigación está enfocado en la cuenca del río Jubones, un importante recurso hídrico que recorre la región sur del Ecuador, abarcando las provincias de Azuay, El Oro y Loja, con una extensión aproximada de 160 km y un área de la cuenca hidrográfica de 4300 km². De manera más concreta dentro de la provincia de El Oro del cantón Machala se encuentra ubicado en la parte norte del cantón englobando un área de 11.960,28 ha.

3.3.2 Muestra

En cuanto a la muestra, esta incluye dos puntos específicos de análisis ubicados a lo largo del río, todos ellos correspondientes a áreas concesionadas para la extracción de áridos. Estos puntos son: la Concesión Lorena y la Concesión La Viña.

El análisis de estos dos puntos proporcionará una visión integral del estado de los recursos áridos en la cuenca del río y su idoneidad para diversas aplicaciones en el sector de la construcción.

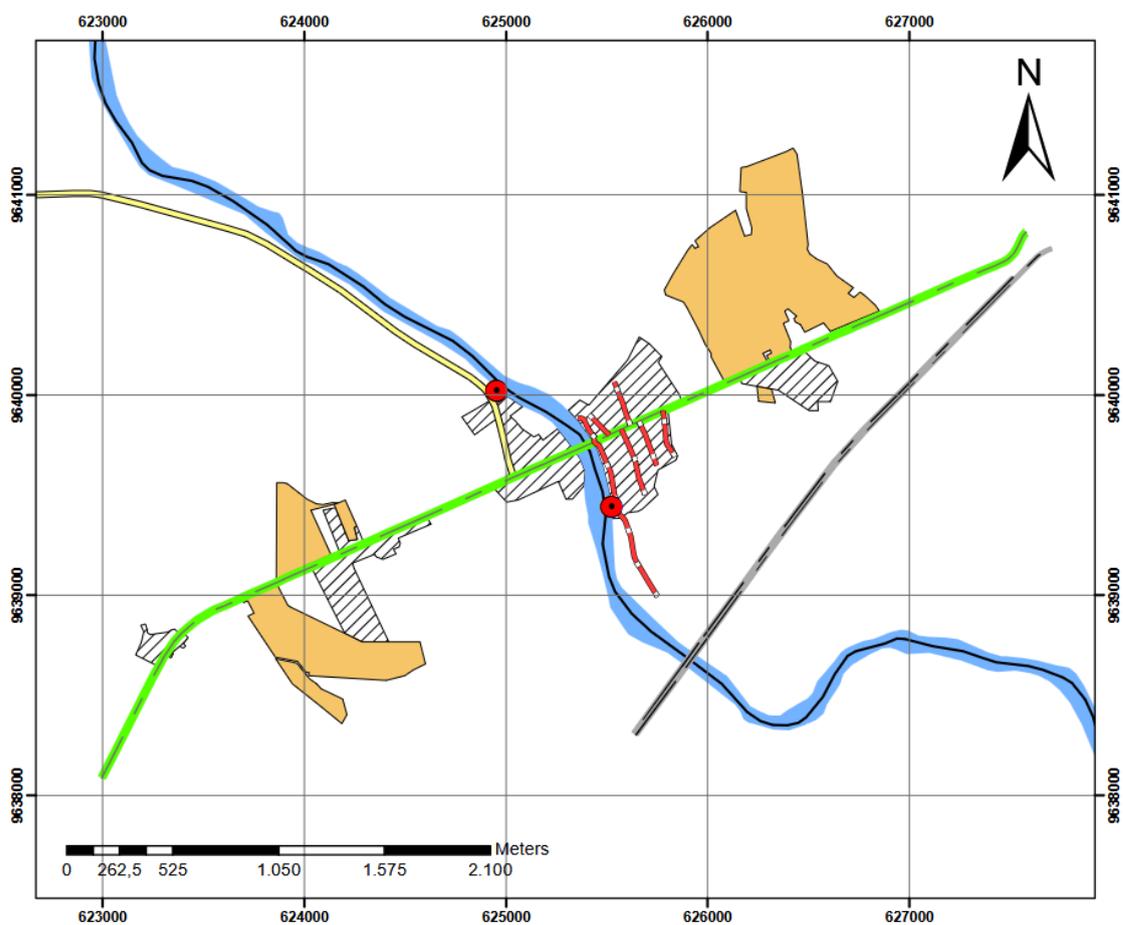
3.3.3 Ubicación del área de estudio

La figura 12 detalla el uso de suelo en el área de estudio, destacando las vías principales,

límites urbanos y áreas de uso específico. La Vía Panamericana conecta la región facilitando el transporte de bienes y personas, mientras que la Vía La Primavera sirve como enlace para la movilidad local. Los límites de las ciudades y las zonas residenciales muestran áreas urbanas y suburbanas con alta densidad poblacional, donde se concentran servicios y viviendas. El área de plantaciones de banano, clave en la economía local, ocupa una gran extensión y requiere manejo sostenible para preservar recursos. También se indican los puntos de extracción o concesiones, destinados al análisis de esta investigación.

La figura 12, en su conjunto, proporciona un enfoque completo del uso de suelo en el área, permitiendo comprender la distribución de espacios urbanos, agrícolas e industriales, así como la interconexión entre ellos a través de la red vial.

Figura 12. Ubicación del objeto de estudio



Fuente: Elaboración propia

3.4 Métodos teóricos y empíricos con los materiales utilizados

Para verificar la idoneidad de los áridos naturales en la construcción, se aplicarán tanto métodos teóricos como empíricos con el fin de garantizar su calidad y cumplimiento de los estándares establecidos.

Los métodos teóricos utilizados en esta investigación se basan en una revisión bibliográfica exhaustiva, que incluye el análisis de normativas técnicas, estudios previos relacionadas con la valoración de las propiedades físicas y mecánicas de los áridos naturales, a través de este método se busca establecer criterios de referencia que permitan evaluar la idoneidad de los áridos en función de sus características.

Por otro lado, los métodos empíricos se basan en la realización de ensayos experimentales en laboratorio para evaluar las propiedades físicas y mecánicas del árido. Entre los ensayos físicos, se llevarán a cabo pruebas de granulometría, módulo de finura y contenido de finos en el árido fino, proporcionando información clave sobre el tamaño y distribución de partículas, lo que influye directamente en el desempeño del material en mezclas de hormigón. Adicionalmente, se ejecutarán ensayos mecánicos como la resistencia a la compresión, densidad y absorción de los bloques de hormigón, para determinar su comportamiento estructural y durabilidad en condiciones de uso real.

3.4.1 Ensayo de Granulometría

En el proceso de análisis granulométrico se tomó una muestra mínima de 500 g de árido fino siguiendo una metodología estándar para determinar la distribución de tamaños de partículas. Primero, la muestra se secó en horno para eliminar la humedad y evitar alteraciones en los resultados durante 24 horas. Luego, se preparó la serie de tamices en orden decreciente de tamaño de apertura, en este caso: 3/8", No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100, No. 200, colocando el de mayor abertura en la parte superior y el de menor en la base, con una bandeja recolectora en la parte inferior (fondo). La muestra se vierte en el tamiz superior y se somete a la tamizadora mecánica durante 5 minutos, asegurando una separación efectiva de las partículas. Una vez finalizado el tamizado, se retiró cada tamiz cuidadosamente y se pesó el material retenido en cada uno, registrando los valores correspondientes. Posteriormente, se calculó el porcentaje de material retenido acumulado y el porcentaje de material que pasa a través de cada tamiz. Con estos datos,

se elaboró la curva granulométrica, lo que permitió determinar si el árido cumple con los requisitos establecidos en normativas para su uso en construcción.

Realizar un análisis granulométrico resulta útil para evaluar la uniformidad de la muestra y los tamaños de las partículas que la componen. En la tabla 16 se describen los tamices a utilizar para realizar el ensayo de granulometría para árido fino.

La norma ASTM C33 establece que el agregado fino debe cumplir ciertos límites granulométricos para asegurar la calidad del concreto.

Tabla 16. Porcentaje mínimo por tamices para Granulometría

AGREGADO FINO							
	3/8"	No.4	No.8	No.16	No.30	No.50	No.100
mm	9,5	4.76	2.36	1.190	0.595	0.297	0.142
%	100	80	65	40	20	7	3

Fuente. Norma Técnica Ecuatoriana del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN 696)

Para calcular el porcentaje retenido de la muestra, por cada tamiz, existe la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Masa retenida acumulada}}{\text{Masa de la muestra}} * 100$$

Se deberá el porcentaje que pasa por el tamiz, usando la siguiente formula:

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido}$$

3.4.2 Ensayo de Módulo de Finura

De acuerdo al procedimiento desarrollado en el ensayo de granulometría se procedió a la toma de datos de los porcentajes de material retenido acumulado en los tamices No.4, No.8, No.16, No.30, No.50 y No.100 dividiendo este resultado para 100 y obtenido el porcentaje de módulo de finura en cada muestra analizada.

Según la norma ASTM C33 establece las especificaciones para medir el módulo de finura de los agregados empleados en la construcción, un parámetro crucial que refleja la gradación y la textura de los materiales, detalla un rango de módulo de finura tolerable para los áridos en el uso de hormigón es que debe ser entre 2.3 y 3.1%, si el material está dentro de rango especificado denota que es óptimo en el diseño y la calidad de los

materiales de construcción, asegurando que se logre el rendimiento esperado en las estructuras.

$$MF = \frac{\Sigma \% \text{ Retenido}}{100} = \frac{N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100}{100}$$

3.4.3 Contenido Fino

De la misma manera del procedimiento aplicado en el ensayo de granulometría, se procedió a la toma de los datos correspondientes al porcentaje de material retenido acumulado en el tamiz No. 200 y se determinó el porcentaje de finos presentes en cada muestra analizada.

Se realiza este ensayo con el fin de identificar las medidas de control de calidad necesarias para evaluar la uniformidad y confiabilidad de las propiedades del material en estado fresco. Estudios previos han indicado que el contenido de finos en los agregados puede influir tanto en las propiedades físicas como en las endurecidas del concreto, especialmente en materiales con un alto porcentaje de partículas menores a 75 μm .

Según la norma ASTM C33, se aplicará la siguiente fórmula para el contenido de fino presente en el árido:

$$\% CF = \% \text{ Retenido No. 200}$$

3.4.4 Ensayo de Resistencia a la Compresión

Para realizar el ensayo de resistencia a la compresión en bloques huecos de 15x20x40 cm con 20 muestras en total de las dos concesiones, pasado los 28 días se seleccionaron y pensaron cada una de las muestras, para después colocar los bloques en la máquina de ensayo con sus celdas en posición horizontal, alineando su centro con el eje de carga. La carga se aplica de manera uniforme hasta alcanzar la carga máxima en un período de 1 a 2 minutos. Luego, se registran los valores obtenidos y se calculan la resistencia a compresión del área neta y bruta de cada bloque junto con la carga de rotura se obtuvo el valor de resistencia en MPa presente en cada una de las muestras.

Este procedimiento se basa en la relación agua/ cemento, del grado de avance de la hidratación, de las condiciones ambientales y de la edad del material. Para la obtención de los resultados matemáticos, se considera la resistencia a los 28 días como su máxima resistencia final del hormigón.

Los resultados de este método de ensayo se utilizan como base para control de la calidad de las operaciones de dosificación, mezcla, y colocación del concreto; determinación del cumplimiento con las especificaciones; control para evaluar de la efectividad de las mezclas; y sus usos similares.

Según la norma ASTM C140, se aplicará la siguiente fórmula para encontrar la resistencia a la compresión de los bloques de hormigón:

$$\text{Resistencia (MPa)} = \frac{P \text{ (kN)} * 1000}{A(\text{cm}^2) * 0.0001}$$

Donde:

P = Carga máxima aplicada antes de la falla (kN),

A = Área bruta de la muestra (cm²).

3.4.5 Ensayo de Absorción de agua

La absorción de agua en el cemento hidráulico es un proceso fundamental que impacta las propiedades mecánicas y el rendimiento del material en la construcción. Este cemento, que se solidifica a través de una reacción química con el agua, tiene características particulares relacionadas con su habilidad para retener la humedad.

El ensayo de absorción de agua en bloques macizos de 7x20x40 cm con 12 muestras, se inicia pesando los bloques de hormigón y así obtener el peso seco de las muestras, para después sumergir las unidades de ensayo en agua durante un período de 7 días y se obtener un porcentaje de absorción cada día. Para realizar este proceso, se retiran del agua y se dejan escurrir durante 60 segundos, tras lo cual se elimina el agua visible de la superficie con un paño húmedo y se mide su masa superficialmente seca. Este procedimiento se repite cada 24 horas hasta que la diferencia de masa entre dos pesadas consecutivas sea menor al 0.5%.

Según la norma ASTM C128, se aplicará la siguiente fórmula para encontrar la absorción de agua de los bloques de hormigón:

$$\text{Absorción (\%)} = \frac{M_{ss} - M_d}{M_d} * 100$$

Donde:

M_{ss} = Masa de la muestra superficialmente seca(kg),

M_d = Masa de la muestra en condicion seca(kg).

3.4.6 Ensayo de Densidad

Para el ensayo de densidad en bloques huecos de 15x20x40 cm, con un total de 20 muestras, se utilizaron los valores de masa obtenidos en el ensayo de resistencia a la compresión. A partir de estos datos y dividiendo por el volumen de los bloques de hormigón, se determinó la densidad en kg/m³.

El ensayo de densidad es primordial para confirmar que el concreto cumple con los requisitos de mezcla y calidad, además de proporcionar información valiosa sobre su desempeño futuro al endurecerse.

Según la norma INEN 3066, la clasificación de densidades en hormigones se hace principalmente en función del tipo de agregado y el peso del hormigón en estado seco. Estas densidades afectan las propiedades mecánicas y de aislamiento térmico y acústico del hormigón. Las categorías principales son:

Para calcular la densidad según la norma ASTM C29 se aplica la fórmula de la siguiente manera:

$$\text{Densidad (D)} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{M}{V}$$

Donde:

M = Masa de la muestra (kg),

V = Volumen del recipiente (m³).

3.5 Técnicas de procesamiento de los datos obtenidos

Las técnicas de procesamiento de información aplicadas a este análisis permiten una comprensión sobre los parámetros relevantes que afectan el rendimiento de los áridos finos. La obtención de áridos finos adecuados es crucial, ya que influye en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto, así como en su trabajabilidad. Además, la implementación de tecnologías modernas, como la digitalización de datos y el uso de

software especializado para el análisis estadístico, mejora la precisión de los resultados y facilita la toma de decisiones informadas. La integración de técnicas de muestreo adecuadas y la estandarización de ensayos garantizan que la información recopilada sea representativa y confiable.

La Tabla 17 presenta una matriz metodológica utilizada para verificar la idoneidad de los áridos del río Jubones en su aplicación en el sector de la construcción. En esta tabla se detallan diferentes criterios de evaluación, su método de medición, valores recomendados y las referencias bibliográficas que respaldan los parámetros utilizados. Cada criterio evaluado tiene como objetivo determinar la calidad de los áridos y su influencia en las propiedades del hormigón.

El primer criterio analizado es la granulometría, que se evalúa mediante un análisis granulométrico con tamices normados para determinar la distribución de tamaños de partículas en los áridos. El indicador utilizado es la curva granulométrica, con un tamaño ideal menor a 4.75 mm. Otro aspecto evaluado es el contenido de finos, el cual se mide determinando el porcentaje de partículas menores a 0.075 mm. Este factor es relevante porque un contenido excesivo de finos puede debilitar la mezcla de hormigón al afectar su adherencia y resistencia para este se establece un rango recomendado entre 0% y 5%. La resistencia a la compresión de los bloques de hormigón también se analiza en la tabla, ya que es un parámetro esencial en la construcción. Esta variable se mide mediante pruebas de resistencia a la compresión, expresadas en MPa. Según las normativas locales, la resistencia mínima recomendada es de ≥ 5 MPa. El porcentaje de absorción de agua es otro criterio evaluado, ya que influye directamente en la durabilidad y el comportamiento del hormigón frente a la exposición a la intemperie. La absorción de agua en los áridos debe estar en un rango de 0.5% a 2%. Además, la tabla incluye la densidad del árido afecta su peso y la resistencia del hormigón. Se establece un rango óptimo entre 2,500 y 2,800 kg/m³. Por último, se evalúa el módulo de finura, un parámetro que se obtiene mediante un análisis granulométrico y que influye en la trabajabilidad del hormigón y en su resistencia final. El módulo de finura recomendado se encuentra en el intervalo de 2.3 a 3.1.

Tabla 17. Matriz de Metodología: Verificación de Idoneidad de los Áridos del Río Jubones para la aplicación en el sector de la construcción

Criterio (Variable)	Tipo de Variable	Operacionalización	Dimensión	Definición	Indicador	Nivel de Medición	Unidad de Medida	Rango o Valor	Relación bibliográfica
Granulometría	Cuantitativa	Análisis granulométrico con tamices normados	Distribución de tamaños	Distribución de los tamaños de partículas en los áridos. Afecta la trabajabilidad y resistencia del hormigón	Curva granulométrica	Razón	mm	Tamaño ideal < 4.75 mm (finos)	Ajagbe et al. (2018)
Contenido de finos (arcilla y limo)	Cuantitativa	Medición del contenido de partículas finas menores a 0.075 mm	Pureza del material	Afecta la adherencia y resistencia del concreto. Un contenido excesivo de finos debilita la mezcla	Porcentaje de partículas < 0.075 mm	Porcentaje (%)	%	0%-5% (máximo recomendado)	Kirthika & Singh (2020)
Resistencia a la compresión	Cuantitativa	Prueba de resistencia a la compresión de bloques de hormigón	Resistencia	Fuerza máxima que soporta el bloque de hormigón antes de fracturarse	Resistencia a la compresión (MPa)	Razón	MPa	≥ 5 MPa (según normativas locales)	Párraga et al. (n.d.)
Absorción de agua	Cuantitativa	Determinación de la capacidad de los	Porosidad	Influye en la durabilidad y el	Porcentaje de absorción	Porcentaje (%)	%	0.5%-2%	Kirthika, Surya &

			áridos para absorber agua			comportamiento del hormigón ante la exposición a la intemperie					Singh (2019)
Densidad del árido	del	Cuantitativa	Determinación de la densidad del árido mediante pruebas normadas	Compactación		La densidad del árido impacta el peso y la resistencia del bloque de hormigón	Densidad de	Razón	kg/m ³	2,500-2,800 kg/m ³	Mohammed et al. (2024)
Módulo de finura	de	Cuantitativa	Cálculo del módulo de finura mediante análisis granulométrico	Calidad del agregado		Relaciona la finura del agregado con la trabajabilidad del hormigón, influyendo en la resistencia final	Módulo de	Razón	Número	2.3 - 3.1	Kou & Poon (2009)

Fuente. Elaboración propia

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados de los ensayos de laboratorio del árido natural del río Jubones.

Las pruebas de laboratorio permitieron evaluar características como granulometría, módulo de finura, contenido de finos, resistencia a la compresión, densidad y absorción, facilitando determinar si cumplen o no con los estándares requeridos. Este análisis se enfoca en interpretar los resultados de los ensayos realizados a los áridos del río Jubones, con el propósito de la identificación de su idoneidad para su aplicación en el sector de la construcción.

Para la evaluación de los resultados, el presente informe se guía a partir de la siguiente matriz, donde se establece los criterios, indicadores, valores medibles y una escala descriptiva de cinco niveles para evaluar la idoneidad de los áridos naturales del río Jubones. Esta escala permite clasificar los resultados de los ensayos de acuerdo con estándares técnicos y comparaciones normativas.

Tabla 18. Matriz de Verificación de Idoneidad de los Áridos del Río Jubones para Bloques de Hormigón en Viviendas de Interés Social

Criterio	Indicador	Unidad de Medida	Rango / Valor	Nivel Descriptivo
Granulometría	Curva granulométrica y módulo de finura (MF)	Módulo de Finura / % Retenido	MF: 2.3 - 3.1 (Norma ASTM C33)	1. Excelente: Entre 2.3 – 3.1%. 2. Bueno: Entre 2.2 – 2.3% y entre 3.1 – 3.3%. 3. Regular: Entre 2 – 2.2% y entre 3.3 – 3.5%. 4. Deficiente: Entre 1.8 – 2% y entre 3.5 – 4%. 5. No Aceptable: $\leq 1.8\%$ y $\geq 4\%$.
Contenido de finos	% de material que pasa el tamiz #200	Porcentaje (%)	$\leq 3\%$ (Norma ASTM C33)	1. Excelente: $\leq 3\%$. 2. Bueno: Entre 3 - 5%. 3. Regular: 5 - 7%. 4. Deficiente: 7 - 10%. 5. No Aceptable: $> 10\%$.
Resistencia a la compresión	Resistencia de bloques de	MPa	≥ 4.0 MPa (Viviendas de	1. Excelente: ≥ 6.0 MPa. 2. Bueno: 5.0 - 6.0 MPa.

	hormigón		interés social) ASTM C140	3. Regular: 4.0 - 5.0 MPa. 4. Deficiente: 3.0 - 4.0 MPa. 5. No Aceptable: < 3.0 MPa.
Densidad del árido	Peso específico aparente	kg/m ³	≥ 2400 kg/m ³ (Norma ASTM C29)	1. Excelente: ≥ 2600 kg/m ³ . 2. Bueno: 2500 - 2600 kg/m ³ . 3. Regular: 2400 - 2500 kg/m ³ . 4. Deficiente: 2300 - 2400 kg/m ³ . 5. No Aceptable: < 2300 kg/m ³ .
Absorción de agua	Capacidad de absorción del árido	Porcentaje (%)	≤ 3% (Norma ASTM C128)	1. Excelente: ≤ 1%. 2. Bueno: 1 - 2%. 3. Regular: 2 - 3%. 4. Deficiente: 3 - 4%. 5. No Aceptable: > 4%.

Fuente: Elaboración propia

El análisis de correlación es una herramienta estadística utilizada para evaluar la relación entre diferentes propiedades físicas y mecánicas de un material. Este análisis permitirá identificar la interdependencia entre variables como la resistencia a la compresión, la densidad, la absorción de agua y el módulo de finura del agregado fino. A través del análisis de correlación, es posible identificar patrones y tendencias que pueden optimizar el diseño de mezclas y garantizar el cumplimiento de los estándares técnicos requeridos. Mediante la tabla 19 se evaluar el nivel de correlación que presentaran los ensayos físicos y mecánicos entre sí.

Tabla 19. Parámetros de evaluación para el coeficiente de correlación

Coeficiente de correlación	Observación
r=1	Correlación positiva perfecta
0.7 ≤ r < 1	Correlación positiva fuerte.
0.5 ≤ r < 0.7	Correlación positiva moderada.
0.3 ≤ r < 0.5	Correlación positiva débil
r=0	Sin correlación.
-0.3 < r < 0	Correlación negativa débil.
-0.5 < r ≤ -0.3	Correlación negativa moderada.
-0.7 < r ≤ -0.5	Correlación negativa fuerte.
r=-1	Correlación negativa perfecta.

Fuente. Elaboración propia

4.2 Dosificación de Bloques de Hormigón

4.2.1 Bloque Hueco

La tabla 20 presentada muestra la dosificación de materiales necesarios para la fabricación de bloques huecos de hormigón con dimensiones de 15x20x40 cm, utilizando una proporción de mezcla 1:4 (cemento: arena).

Se presentan los valores correspondientes por unidad y para un lote de 10 bloques, detallando el volumen de cada bloque, la cantidad de cemento, arena y agua utilizada en la mezcla.

En la sección "Por unidad", se indica que cada bloque tiene un volumen neto de 0.01173 m³ (11,730 cm³) y requiere 3.519 kg de cemento, 14.076 kg de arena y 1.7595 litros de agua para su fabricación.

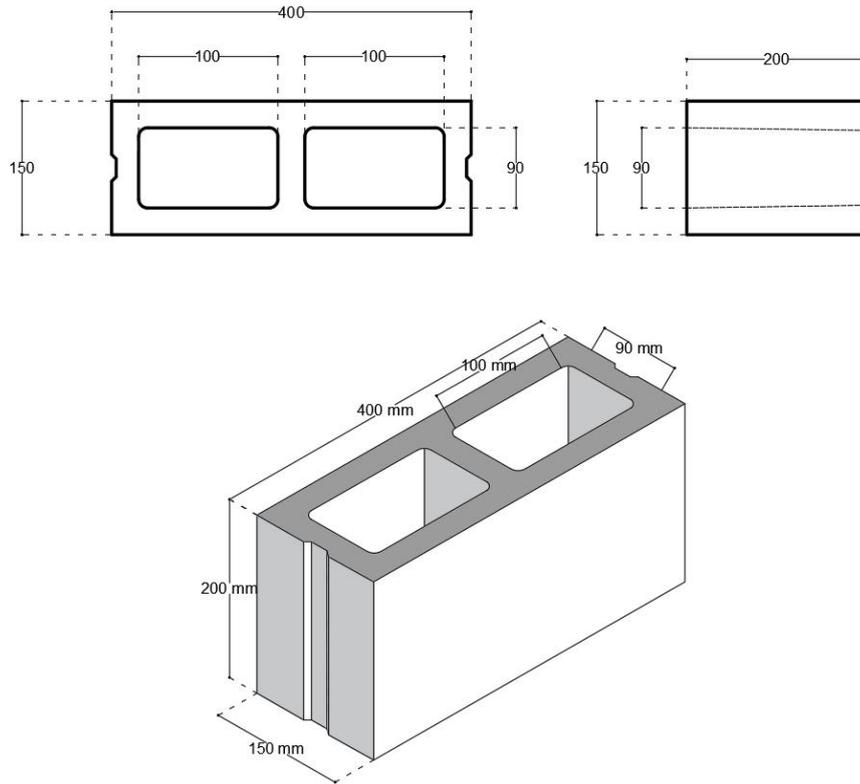
En la sección "Para 10 bloques", se observa que los valores se multiplican por 10, resultando en un volumen total de 0.1173 m³ (117,300 cm³), con una cantidad de 35.19 kg de cemento, 140.76 kg de arena y 17.595 litros de agua.

Tabla 20. Dosificación de bloques huecos por concesión

Bloques huecos de hormigon (15x20x40) cm			
Medidas	Ancho	Altura	Largo
		15	20
R 1:4	Por unidad		
Volumen	11730	cm ³	0,01173 m ³
Cemento	300	3,519	kg
Arena	1200	14,076	kg
Agua	140	1,6422	L
Para 10 bloques			
Volumen	117300	cm ³	0,1173 m ³
Cemento	300	35,19	kg
Arena	1200	140,76	kg
Agua	150	17,595	L

Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Medidas del bloque hueco



Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Bloque Macizo

La tabla 21 presenta la proporción de materiales utilizada para la fabricación de bloques macizos de hormigón con dimensiones de 7x20x40 cm, siguiendo una relación de mezcla 1:5 (cemento: arena).

Se muestran los datos correspondientes tanto para una unidad como para un lote de 5 bloques, detallando el volumen de cada pieza y la cantidad de cemento, arena y agua necesarios para su producción.

En la sección "Por unidad", se indica que cada bloque tiene un volumen de 0.0056 m³ (5,600 cm³) y requiere 1.68 kg de cemento, 8.4 kg de arena y 0.84 litros de agua para su elaboración.

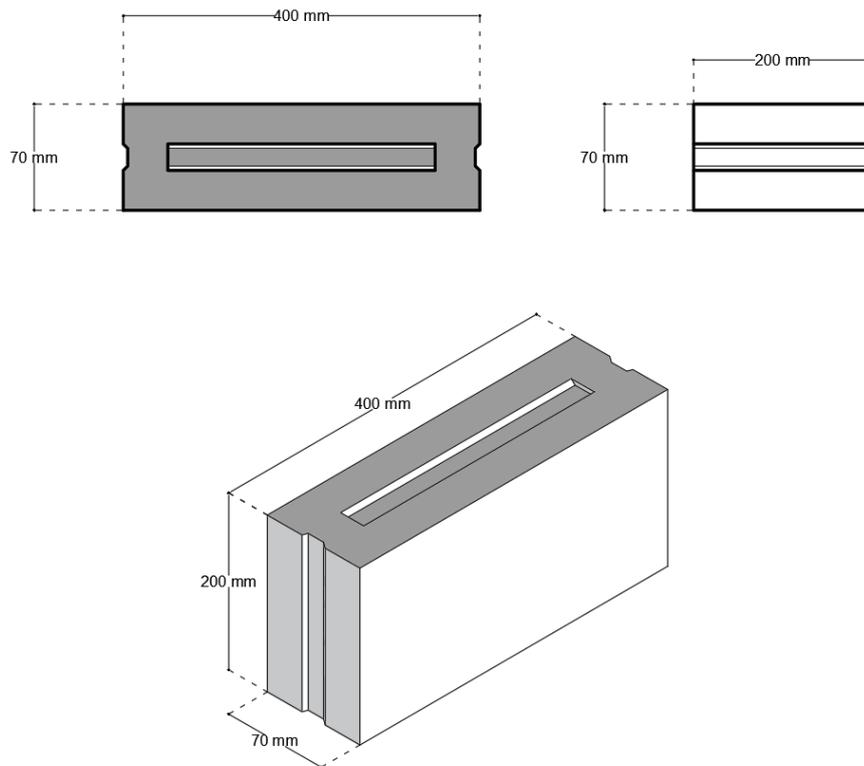
En la sección "Para 5 bloques", los valores son multiplicados por cinco, resultando en un volumen total de 0.028 m³ (28,000 cm³), con una cantidad de 8.4 kg de cemento, 42 kg de arena y 4.2 litros de agua.

Tabla 21. Dosificación de bloques macizos por concesión

Bloques macizos de hormigon (7x20x40) cm				
Medidas	Ancho	Altura	Largo	
		7	20	40
R 1:5	Por unidad			
Volumen	5600	cm ³	0,0056	m ³
Cemento	300	1,68	kg	
Arena	1500	8,4	kg	
Agua	150	0,84	L	
Para 5 bloques				
Volumen	28000	cm ³	0,028	m ³
Cemento	300	8,4	kg	
Arena	1500	42	kg	
Agua	150	4,2	L	

Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Medidas del bloque macizo



Fuente: Elaboración propia

4.3 Interpretación de resultados en los ensayos físico del árido fino

Los ensayos físicos realizados, incluyen la granulometría, módulo de finura y contenido de finos, llevados a cabo con el árido fino extraído del río Jubones, han proporcionado una información fundamental para evaluar la calidad del material. Estos análisis permiten mediante los resultados dados en cada ensayo determinar si el material cumple con los estándares técnicos. Además, permitirá decidir su idoneidad y su potencial uso en diferentes ámbitos dentro del sector de la construcción.

4.3.1 Ensayo de Granulometría

En el análisis realizado en laboratorio, se evaluaron cinco muestras representativas por concesión, cada una con un peso estándar de 500 gramos. Estas muestras fueron sometidas a un riguroso ensayo desarrollado conforme a las normativas nacionales INEN 696-1 y la internacional ASTM C33, con el objetivo de verificar que el tamaño de las partículas cumpla con estas a través de los tamices que la norma indica, para la producción de bloques de hormigón, lo cual es clave para asegurar la trabajabilidad y resistencia de material.

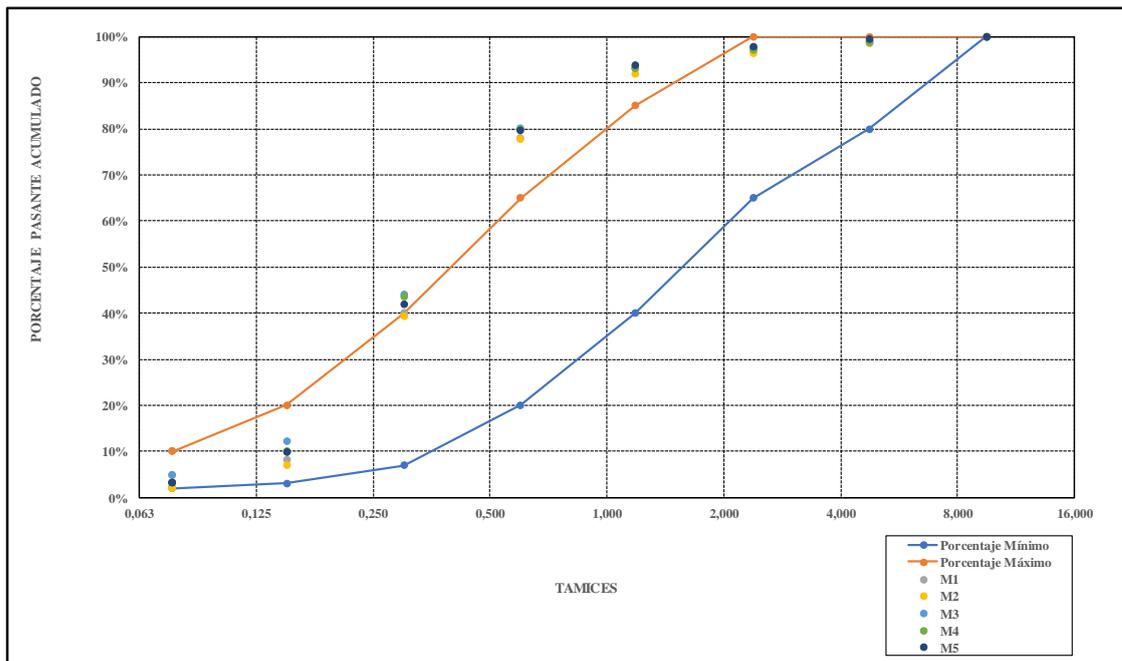
4.3.1.1 Concesión Lorena

La evaluación de tamaño de partículas realizado con el material fino de esta concesión generó en su mayoría una adecuada distribución, sin embargo, existe una deficiencia con respecto a los tamices intermedios (#16, #30, #50) esto puede generar que el material no cumpla con los requerimientos necesarios lo que provocaría complicaciones con respecto a la durabilidad y trabajabilidad si es aplicado en el ámbito de la construcción, como la fabricación de bloques de hormigón.

Desde el Anexo 1 hasta el Anexo 5, se presenta el proceso matemático empleado para el análisis granulométrico de los áridos. En estos anexos, se detallan los cálculos utilizados para determinar la distribución de tamaños de partículas, basados en los resultados obtenidos en los ensayos de tamizado.

La Figura 15 a continuación representa la curva granulométrica con sus pasantes y porcentajes por cada muestra que se ensayó.

Figura 15. Curva Granulométrica "Concesión Lorena"



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 22 se detallan los parámetros obtenidos del ensayo de tamizado, donde se clasifican las muestras según su cumplimiento con los porcentajes establecidos por la normativa nacional INEN 696 y la normativa internacional ASTM C33. Estos parámetros permiten identificar de manera precisa cuáles muestras cumplen con los requisitos granulométricos exigidos para su uso en aplicaciones constructivas, asegurando la calidad y el desempeño adecuado de los materiales.

Tabla 22. Observación de parámetros de tamizado.

NUMERO DE TAMICES	AVERTURA (mm)	OBSERVACION	% QUE PASA ASTM C33
3/8	9,500	CUMPLE	100
4	4,750	CUMPLE	80 - 100
8	2,380	CUMPLE	65 - 100
16	1,180	NO CUMPLE	40 - 85
30	0,600	NO CUMPLE	20 - 65
50	0,300	CUMPLE	7 - 40
100	0,150	CUMPLE	3 - 20
200	0,076	CUMPLE	2 - 10
FONDO	0,000	CUMPLE	

Fuente: Elaboración propia

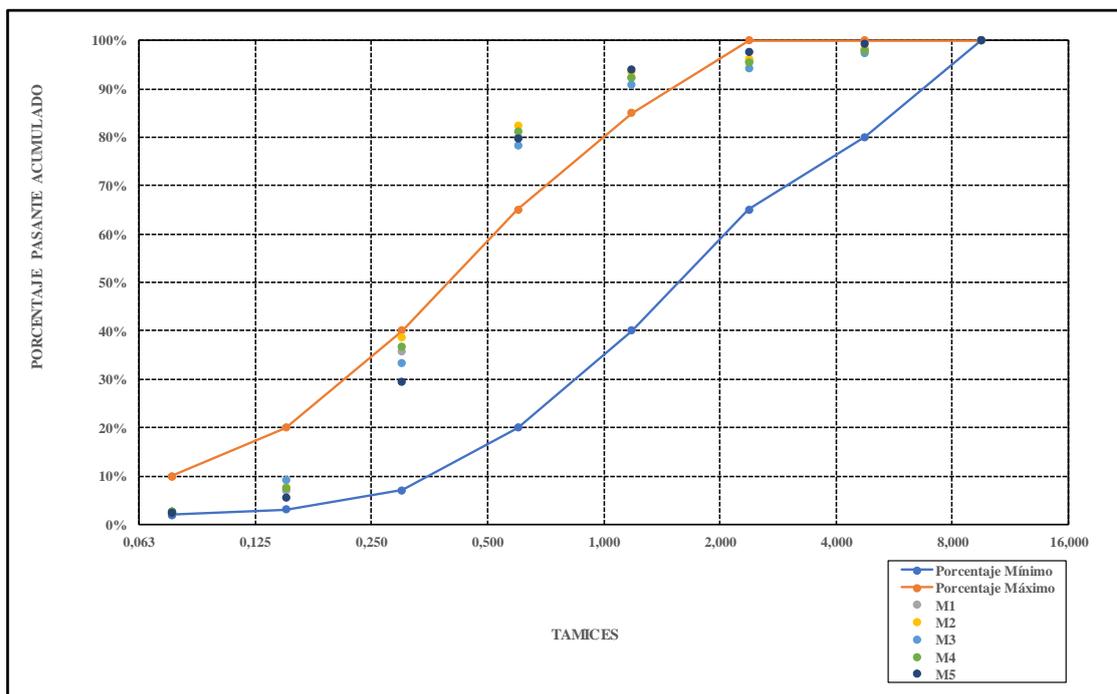
4.3.1.2 Concesión La Viña

La curva granulométrica arrojó resultados que demuestra que el árido fino cumple en su mayoría de los tamices los límites normativos, pero se demuestra que en sus tamices intermedios (#16 y #30) no cumplen con los requisitos que la norma propone, esto puede ocasionar problemas de gradación continúa afectando directamente a la compacidad del material, ductilidad, resistencia estructural afecte en la aplicación de construcciones.

Desde el Anexo 6 hasta el Anexo 10, se presenta el proceso matemático empleado para el análisis granulométrico de los áridos. En estos anexos, se detallan los cálculos utilizados para determinar la distribución de tamaños de partículas, basados en los resultados obtenidos en los ensayos de tamizado.

La Figura 16 representa la curva granulométrica, da a conocer el porcentaje pasante acumulado de las cinco muestras analizadas.

Figura 16. Curva Granulométrica "Concesión La Viña"



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 23 se observa los parámetros de tamizado relacionado con las muestras que cumplen y no cumplen con el porcentaje adecuado con respecto a la norma nacional INEN 696 e internacional ASTM C33.

Tabla 23. Observación de los parámetros de tamizado.

NUMERO DE TAMICES	AVERTURA (mm)	OBSERVACION	% QUE PASA ASTM C33
3/8	9,500	CUMPLE	100
4	4,750	CUMPLE	80 - 100
8	2,380	CUMPLE	65 - 100
16	1,180	NO CUMPLE	40 - 85
30	0,600	NO CUMPLE	20 - 65
50	0,300	CUMPLE	7 - 40
100	0,150	CUMPLE	3 - 20
200	0,076	CUMPLE	2 - 10
FONDO	0,000	CUMPLE	

Fuente: Elaboración propia

4.3.2 Ensayo de Módulo de finura

Los agregados finos suelen demandar una mayor cantidad de agua para conservar la trabajabilidad del concreto, esto puede verse afectado en la relación agua/cemento por que se requerirá más del mismo y esto se verá afectado en la resistencia a la compresión del material.

Para el siguiente ensayo se implementó con respecto a un nivel descriptivo con los siguientes parámetros para evaluación de este, ya que nos indica lo importante que es la gradación granulométrica del material. Los resultados generados en el anterior ensayo de granulometría clasifican las partículas por tamaño generando los porcentajes que se usará para calcular el módulo de finura, según la norma nacional NTE INEN 872 e internacional ASTM C33, el módulo de finura puede afectar la consistencia del y calidad del hormigón.

4.3.2.1 Concesión Lorena

Los resultados dados mediante el ensayo aplicado reflejan una gradación granulométrica que determina que el módulo de finura no cumple el rango adecuado según la norma 2.3% a 2.1% y que no comprometen la calidad del material. Las diferencias entre las muestras son poco significativas, presentando una variación máxima de 0,15%. Esto indica que el árido obtenidos de la Concesión Lorena no poseen una gradación granulométrica uniforme, lo no que garantiza propiedades consistentes.

Mediante los anexos 1 al 5 donde se presenta el proceso matemático para el análisis granulométrico, se exhibe el desarrollo del cálculo de porcentajes del módulo de finura.

Tabla 24. Observación para el Módulo de Finura

Muestras	Resultados	Observación	Rango	Nivel descriptivo
M1L	1,89%	DEFICIENTE	< 1,8%	NO ACEPTABLE
M2L	1,84%	DEFICIENTE	1,8 a 2%	DEFICIENTE
M3L	1,78%	NO ACEPTABLE	2 a 2,2%	REGULAR
M4L	1,77%	NO ACEPTABLE	2,2 a 2,3%	BUENO
M5L	1,74%	NO ACEPTABLE	2,3 a 3,1%	EXCELENTE

Fuente: Elaboración propia

4.3.2.2 Concesión La Viña

Los datos obtenidos mediante las cinco muestras realizadas en esta concesión no cumplen con los valores mínimos requeridos para el módulo de finura según las normas nacional como internacional, debido a que en la observación de cada una de las muestras se concluye que son deficientes para ser aplicadas en el ámbito de la construcción.

Mediante los anexos 6 al 10 donde se presenta el proceso matemático para el análisis granulométrico, se exhibe el desarrollo del cálculo de porcentajes del módulo de finura.

Tabla 25. Observación para el Módulo de Finura

Muestras	Resultados	Observación	Rango	Nivel descriptivo
M1LV	1,97%	DEFICIENTE	< 1,8%	NO ACEPTABLE
M2LV	1,95%	DEFICIENTE	1,8 a 2%	DEFICIENTE
M3LV	1,91%	DEFICIENTE	2 a 2,2%	REGULAR
M4LV	1,89%	DEFICIENTE	2,2 a 2,3%	BUENO
M5LV	1,83%	DEFICIENTE	2,3 a 3,1%	EXCELENTE

Fuente: Elaboración propia

4.3.3 Ensayo de Contenidos de finos

Se llevó a cabo el ensayo de granulometría con el árido, en el cual se obtuvieron los datos necesarios para determinar el porcentaje de partículas menores a 75 micrones (tamiz #200) presentes en la muestra del árido de la concesión. Este procedimiento se realizó de acuerdo con los criterios establecidos por la norma ASTM C33 los agregados no deben superar el 5% para garantizar los estándares de calidad adecuada.

4.3.3.1 Concesión Lorena

En tabla 26 se detallan las muestras clasificadas con respecto a su nivel de descriptivo representado en la tabla 18, demostrando así que las muestras M1L (2,00%) y M2L (2,33%) se presenta con una observación “Excelente”, mientras que las muestras M3L

(3,22%), M4L (3,17%) y M5L (4,95%) con una observación “Buena”, estas se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma.

A través de los Anexos 1 al 5, en los cuales se describe el procedimiento matemático aplicado al análisis granulométrico, se muestra el desarrollo del cálculo de los porcentajes de contenido de finos.

Tabla 26. Contenidos de Finos

Muestras	Resultados	Observación	Rango	Nivel descriptivo
M1L	2,00%	EXCELENTE	> 10%	NO ACEPTABLE
M2L	2,33%	EXCELENTE	7 a 10%	DEFICIENTE
M3L	3,22%	BUENO	5 a 7%	REGULAR
M4L	3,17%	BUENO	3 a 5%	BUENO
M5L	4,95%	BUENO	< 3%	EXCELENTE

Fuente: Elaboración propia

4.3.3.2 Concesión La Viña

La tabla 27 presenta los resultados obtenidos de los porcentajes correspondientes a las cinco muestras analizadas para su clasificación. Todas las muestras fueron calificadas como "Excelente", lo que indica que los valores se encuentran dentro de los rangos permitidos según normativas como la ASTM C33, la cual establece los criterios para el contenido de partículas finas en los agregados utilizados en concreto.

A través de los Anexos 6 al 10, en los cuales se describe el procedimiento matemático aplicado al análisis granulométrico, se muestra el desarrollo del cálculo de los porcentajes de contenido de finos.

Tabla 27. Contenido de Finos

Muestras	Resultados	Observación	Rango	Nivel descriptivo
M1LV	2,53%	EXCELENTE	> 10%	NO ACEPTABLE
M2LV	2,41%	EXCELENTE	7 a 10%	DEFICIENTE
M3LV	2,32%	EXCELENTE	5 a 7%	REGULAR
M4LV	2,61%	EXCELENTE	3 a 5%	BUENO
M5LV	2,28%	EXCELENTE	< 3%	EXCELENTE

Fuente: Elaboración propia

4.4 Interpretación de resultados en los ensayos mecánicos del árido fino

Los resultados obtenidos a partir de los ensayos mecánicos, como la resistencia a la compresión, la absorción y la densidad, representan un paso crucial para determinar la calidad y las propiedades de los áridos finos provenientes del río Jubones. El análisis

detallado de estos resultados proporciona información clave sobre la idoneidad de los áridos finos del río Jubones mediante el estudio y elaboración de bloques de hormigón, esto incluye la verificación de su cumplimiento con las normas técnicas necesarias. Estas pruebas permiten evaluar con precisión aspectos como la capacidad del material para soportar cargas, su comportamiento frente a la humedad y su nivel de compactación, características fundamentales que afectan directamente el desempeño de los bloques de hormigón.

4.4.1 Ensayo de Resistencia a la compresión

Con base en los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión realizado a las veinte muestras de bloques huecos de dimensiones 15x20x40cm según la ASTM C140, aplicando una relación de agua/cemento 1:4; donde se categorizan dentro de los parámetros mostrados en la tabla 16. matriz de verificación de idoneidad de los áridos del río Jubones para bloques de hormigón en viviendas de interés social.

4.4.1.1 Concesión Lorena

Para la concesión Lorena la tabla 28 muestra una variabilidad en los valores, que oscilan entre 0,93 MPa y 2,09 MPa, refleja posibles inconsistencias en la calidad de los materiales o en el proceso de fabricación. Esto indica que los bloques no cumplen con las especificaciones necesarias para garantizar un adecuado desempeño estructural.

En el Anexo 11, se describe en detalle el procedimiento matemático aplicado para el análisis de la resistencia a la compresión, abarcando los cálculos utilizados para determinar la capacidad de carga del árido fino.

Tabla 28. Resumen de resultados en los ensayos de resistencia a la compresión en la concesión “Lorena”

Muestras	Resultados	Observación	Rango	Nivel descriptivo
Bloque Hueco 1	2,09	NO ACEPTABLE	< 3 MPa	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 2	1,56	NO ACEPTABLE	(3 - 4) MPa	DEFICIENTE
Bloque Hueco 3	1,52	NO ACEPTABLE	(4 - 5) MPa	REGULAR
Bloque Hueco 4	1,31	NO ACEPTABLE	(5 - 6) MPa	BUENO
Bloque Hueco 5	0,93	NO ACEPTABLE	> 6 MPa	EXCELENTE
Bloque Hueco 6	1,93	NO ACEPTABLE		
Bloque Hueco 7	1,38	NO ACEPTABLE		
Bloque Hueco 8	1,48	NO ACEPTABLE		
Bloque Hueco 9	1,63	NO ACEPTABLE		

Bloque Hueco 10	1,78	NO ACEPTABLE
------------------------	------	--------------

Fuente. Elaboración propia

4.4.1.2 Concesión La Viña

Para la concesión La Viña revelan que ninguno de los valores resultante de la resistencia a la compresión cumple con los estándares mínimos establecidos por las normativas técnicas vigentes. Según la tabla 29, los valores registrados varían entre 1,55 MPa y 2,66 MPa, evidencian un desempeño insuficiente del material, lo que limita su viabilidad para aplicaciones estructurales.

La calificación de “NO ACEPTABLE” en todos los bloques analizados indica posibles deficiencias en los procesos de fabricación o en la calidad de los insumos empleados. Entre las causas probables se encuentran una incorrecta dosificación de la mezcla, el uso de áridos de baja calidad o un proceso de curado inadecuado.

El Anexo 12 proporciona una descripción detallada del procedimiento matemático utilizado en el análisis de la resistencia a la compresión, incluyendo los cálculos necesarios para estimar la capacidad de carga del material.

Tabla 29. Resumen de resultados en los ensayos de resistencia a la compresión en la concesión “La Viña”

Muestras	Resultados	Observación	Rango	Nivel descriptivo
Bloque Hueco 1	2,18	NO ACEPTABLE	< 3 MPa	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 2	1,81	NO ACEPTABLE	(3 - 4) MPa	DEFICIENTE
Bloque Hueco 3	1,75	NO ACEPTABLE	(4 - 5) MPa	REGULAR
Bloque Hueco 4	1,68	NO ACEPTABLE	(5 - 6) MPa	BUENO
Bloque Hueco 5	1,55	NO ACEPTABLE	> 6 MPa	EXCELENTE
Bloque Hueco 6	1,77	NO ACEPTABLE		
Bloque Hueco 7	2,66	NO ACEPTABLE		
Bloque Hueco 8	2,01	NO ACEPTABLE		
Bloque Hueco 9	1,73	NO ACEPTABLE		
Bloque Hueco 10	2,05	NO ACEPTABLE		

Fuente. Elaboración propia

4.4.2 Ensayo de Absorción de agua

Los ensayos de absorción de agua son fundamentales para evaluar la capacidad de los bloques de hormigón de retener humedad, este análisis es crucial para comprobar si los

bloques cumplen con los requisitos necesarios para aplicaciones constructivas, especialmente en proyectos que demandan materiales resistentes y duraderos. En este estudio, se analizaron doce bloques macizos de hormigón con dimensiones de 7x20x40cm y una relación agua/cemento de 1:5, con el objetivo de determinar su porcentaje de absorción de agua según los estándares establecidos por la norma ASTM C128.

4.4.2.1 Concesión Lorena

Los valores obtenidos en el ensayo de absorción de agua para la concesión Lorena muestran que los bloques macizos de hormigón se encuentran en un rango de 0.09% a 0.38%, siendo todos calificados como "EXCELENTE". Esto refleja una baja capacidad de absorción de agua en los bloques, lo que constituye un aspecto favorable en cuanto a su durabilidad y resistencia frente a factores externos como la humedad o entornos exigentes.

En el Anexo 14, se expone de manera detallada el procedimiento matemático utilizado para el análisis de absorción de agua en los bloques de hormigón. Se presentan los cálculos empleados para determinar la cantidad de agua absorbida por los bloques en función de su masa en estado seco y su masa después de la inmersión en agua.

Tabla 30. Resumen de resultados en los ensayos de absorción en la concesión "Lorena"

Muestras	Resultados	Observación	Rango	Nivel descriptivo
Bloque Macizo 1	0,38%	EXCELENTE	> 4%	NO ACEPTABLE
Bloque Macizo 2	0,38%	EXCELENTE	(3 - 4%)	DEFICIENTE
Bloque Macizo 3	0,28%	EXCELENTE	(2 - 3%)	REGULAR
Bloque Macizo 4	0,19%	EXCELENTE	(1 - 2%)	BUENO
Bloque Macizo 5	0,10%	EXCELENTE	< 1%	EXCELENTE
Bloque Macizo 6	0,10%	EXCELENTE		
Bloque Macizo 7	0,09%	EXCELENTE		

Fuente. Elaboración propia

4.4.2.2 Concesión La Viña

Los resultados registrados en el ensayo de absorción de agua para la concesión La Viña evidencian que los bloques macizos varían entre 0,09% y 0,19%, lo que les otorga la clasificación de "EXCELENTE". Esto demuestra que los bloques tienen una capacidad mínima de absorción de agua, resaltando su alta calidad y resistencia. Este desempeño

sugiere que los bloques son adecuados para su uso en aplicaciones donde la baja porosidad y la durabilidad frente a la humedad son factores clave.

En el Anexo 15, se detalla con precisión el procedimiento matemático aplicado en el análisis de absorción de agua en los bloques de hormigón. Se incluyen los cálculos utilizados para medir la cantidad de agua retenida por los bloques, considerando su peso en estado seco y el peso posterior a su inmersión en agua.

Tabla 31. Resumen de resultados en los ensayos de absorción en la concesión “La Viña”

Muestras	Resultados	Observación	Rango	Nivel descriptivo
Bloque Macizo 1	0,19%	EXCELENTE	> 4%	NO ACEPTABLE
Bloque Macizo 2	0,18%	EXCELENTE	(3 - 4%)	DEFICIENTE
Bloque Macizo 3	0,18%	EXCELENTE	(2 - 3%)	REGULAR
Bloque Macizo 4	0,09%	EXCELENTE	(1 - 2%)	BUENO
Bloque Macizo 5	0,09%	EXCELENTE	< 1%	EXCELENTE

Fuente. Elaboración propia

4.4.3 Ensayo de Densidad del árido

El ensayo de densidad es fundamental para evaluar la calidad y las propiedades físicas de los bloques de hormigón, ya que está directamente relacionado con su resistencia, durabilidad y capacidad para soportar cargas. En este estudio, se analizaron 20 bloques huecos de hormigón de dimensiones 15x20x40cm, fabricados con una relación agua/cemento de 1:4, este análisis es clave para verificar que los bloques cumplen con los requisitos necesarios según la normativa ASTM C29 para su aplicación en proyectos constructivos y para detectar posibles inconsistencias en el proceso de fabricación, como una incorrecta dosificación o compactación.

4.4.3.1 Concesión Lorena

Según la tabla 32 donde se presenta los resultados de la densidad en la concesión Lorena, evidencia que todas las muestras están clasificadas como “NO ACEPTABLE”, debido a que están en un rango entre 1060,66 y 1167,84 kg/m³. Esto indica que los bloques no cumplen con los estándares requeridos para su uso en aplicaciones constructivas.

En el Anexo 17, se explica el procedimiento matemático aplicado en el análisis de densidad de los bloques de hormigón, proporcionando una descripción detallada de los

cálculos utilizados para determinar la densidad del material. Se presentan las fórmulas empleadas para el cálculo, considerando la relación entre la masa del bloque y su volumen.

Tabla 32. Resumen de resultados en los ensayos de densidad en la concesión “Lorena”

Muestras	Resultados (kg/m³)	Observación	Rango	Nivel descriptivo
Bloque Hueco 1	1167,84	NO ACEPTABLE	< 2300 kg/m ³	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 2	1077,46	NO ACEPTABLE	(2300 - 2400) kg/m ³	DEFICIENTE
Bloque Hueco 3	1088,32	NO ACEPTABLE	(2400 - 2500) kg/m ³	REGULAR
Bloque Hueco 4	1065,07	NO ACEPTABLE	(2500 - 2600) kg/m ³	BUENO
Bloque Hueco 5	1060,66	NO ACEPTABLE	> 2600 kg/m ³	EXCELENTE
Bloque Hueco 6	1139,72	NO ACEPTABLE		
Bloque Hueco 7	1073,34	NO ACEPTABLE		
Bloque Hueco 8	1150,71	NO ACEPTABLE		
Bloque Hueco 9	1131,65	NO ACEPTABLE		
Bloque Hueco 10	1164,76	NO ACEPTABLE		

Fuente. Elaboración propia

4.4.3.2 Concesión La Viña

Para la concesión La Viña, a través de la tabla 33 se demuestra que bloques analizados presentan valores inferiores al requerido por la norma, ubicándose en un intervalo que va desde 1211,35 kg/m³ hasta 1233,20 kg/m³. Esto demuestra que los bloques no cumplen con los estándares de calidad requeridos para su uso en aplicaciones constructivas, lo que podría ser resultado de irregularidades en el proceso de fabricación o deficiencias en la composición de la mezcla.

En el Anexo 18, se describe el procedimiento matemático utilizado en el análisis de la densidad de los bloques de hormigón, ofreciendo una explicación detallada de los cálculos empleados para determinar la densidad del material. Se incluyen las ecuaciones utilizadas en el proceso, tomando en cuenta la proporción entre la masa del bloque y su volumen.

Tabla 33. Resumen de resultados en los ensayos de densidad en la concesión “La Viña”

Muestras	Resultados (kg/m³)	Observación	Rango	Nivel descriptivo
Bloque Hueco 1	1218,25	NO ACEPTABLE	< 2300 kg/m ³	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 2	1227,17	NO ACEPTABLE	(2300 - 2400) kg/m ³	DEFICIENTE
Bloque Hueco 3	1213,64	NO ACEPTABLE	(2400 - 2500) kg/m ³	REGULAR
Bloque Hueco 4	1217,71	NO ACEPTABLE	(2500 - 2600) kg/m ³	BUENO

Bloque Hueco 5	1214,72	NO ACEPTABLE	> 2600 kg/m ³	EXCELENTE
Bloque Hueco 6	1211,35	NO ACEPTABLE		
Bloque Hueco 7	1211,91	NO ACEPTABLE		
Bloque Hueco 8	1216,52	NO ACEPTABLE		
Bloque Hueco 9	1213,84	NO ACEPTABLE		
Bloque Hueco 10	1212,21	NO ACEPTABLE		

Fuente. Elaboración propia.

4.5 Aplicación del Análisis Estadístico

Se recolectan muestras del río Jubones, analizadas con base en variables como granulometría, absorción, resistencia a la compresión y densidad. Se realiza una evaluación estadística descriptiva de los resultados, la visualización gráfica de los datos y el análisis de correlación.

4.5.1 Concesión Lorena

4.5.1.1 Datos de Ensayo

Se consideran los resultados obtenidos de los ensayos realizados:

Tabla 34. Resultados de los Ensayos Físicos y Mecánicos

Muestra	Módulo de Finura (MF)	Absorción (%)	Resistencia (MPa)	Densidad (kg/m³)
1	1,89	0,38	2,09	1167,84
2	1,84	0,38	1,56	1077,46
3	1,78	0,28	1,52	1088,32
4	1,77	0,19	1,31	1065,07
5	1,74	0,1	0,93	1060,66
\bar{x}	1,80	0,27	1,48	1091,87

Fuente. Elaboración propia

4.5.1.2 Estadística Descriptiva

Se determinan las medias, desviaciones estándar (σ), rangos y coeficientes de variación (CV) correspondientes a cada variable:

Tabla 35. Datos de Ensayo para la Concesión Lorena

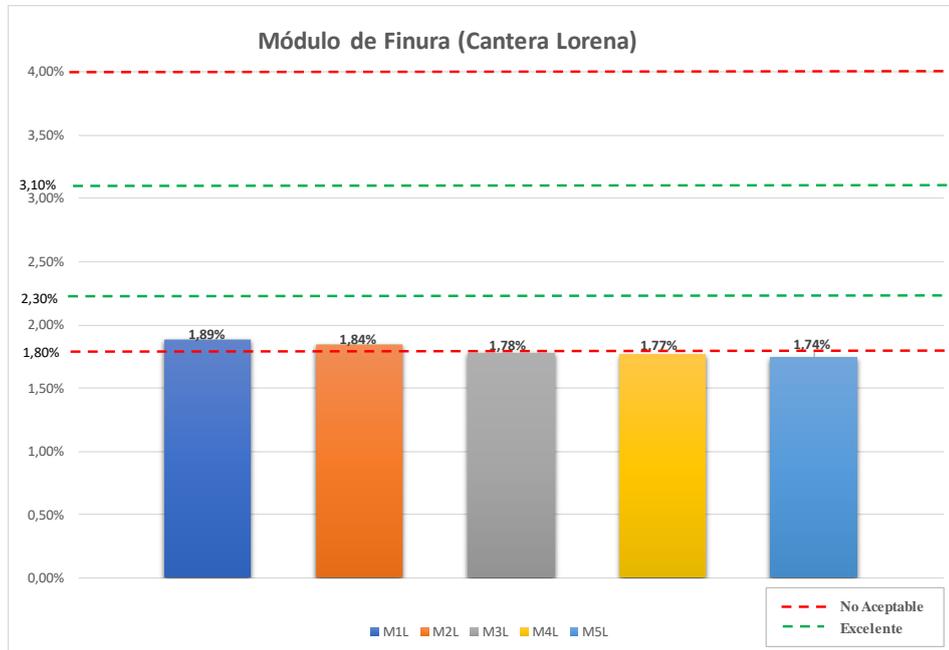
Variable	Media	Desviación Estándar	Rango	CV (%)
Módulo de Finura (MF)	1,80	0,06	1,89 – 1,74	3,34
Absorción (%)	0,27	0,12	0,38 – 0,1	45,86
Resistencia (Mpa)	1,48	0,42	2,09 -0,93	28,50
Densidad (kg/m3)	1091,87	43,83	1167,84 – 1060,66	4,01

Fuente. Elaboración propia

4.5.1.3 Visualización Gráfica: Histogramas

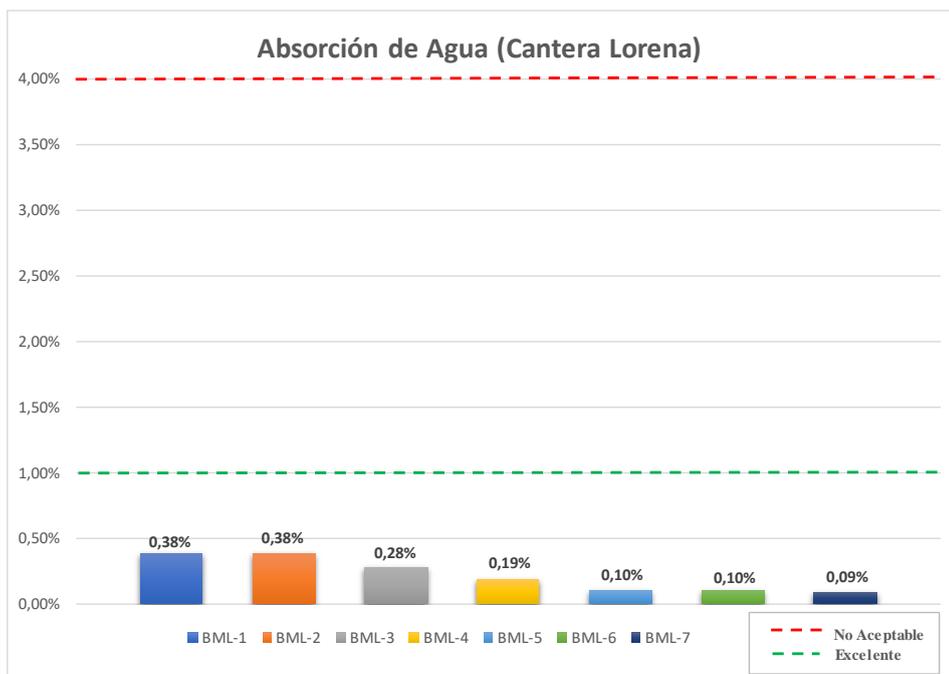
Se presentan histogramas para visualizar la distribución de cada variable:

Figura 17. Módulo de Finura



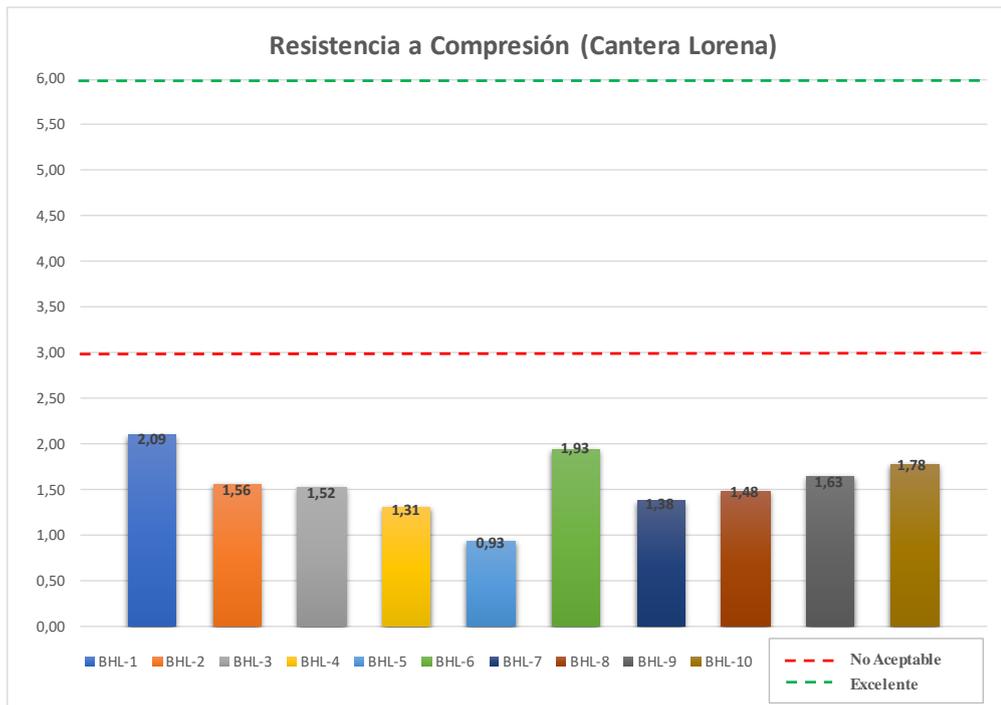
Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Absorción de agua



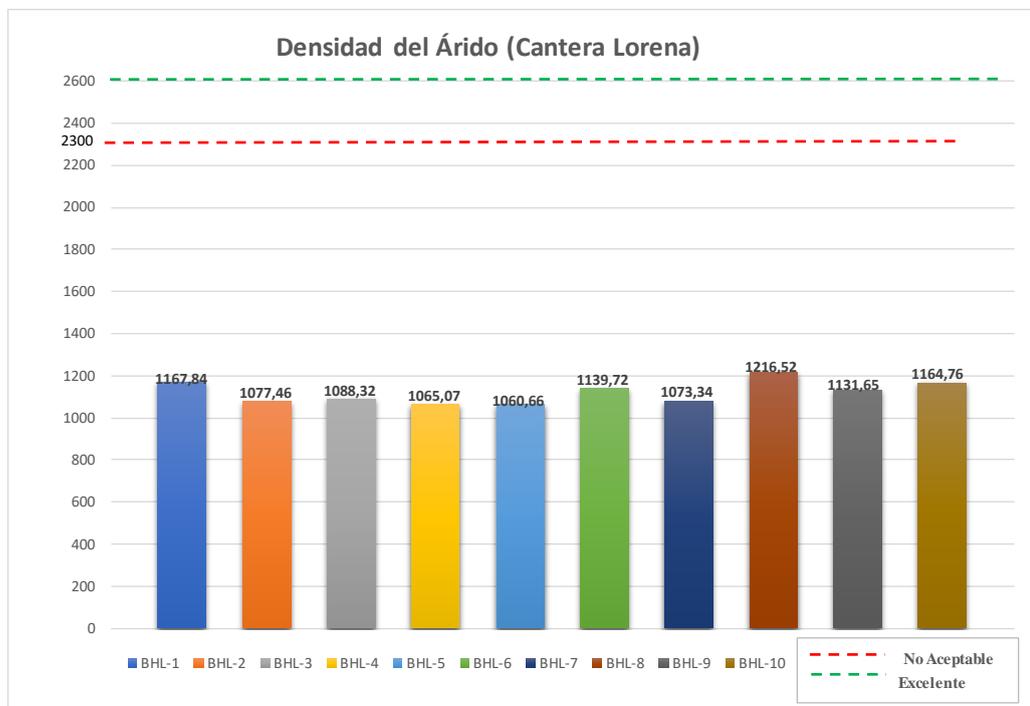
Fuente: Elaboración propia

Figura 19. Resistencia a la Compresión



Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Densidad del árido



Fuente: Elaboración propia

4.5.1.4 Análisis de Correlación entre el Módulo de Finura y la Resistencia a la Compresión

Se calcula el coeficiente de correlación de Pearson entre el Módulo de Finura (MF) y la Resistencia a la Compresión para identificar si existe una relación entre ambas variables:

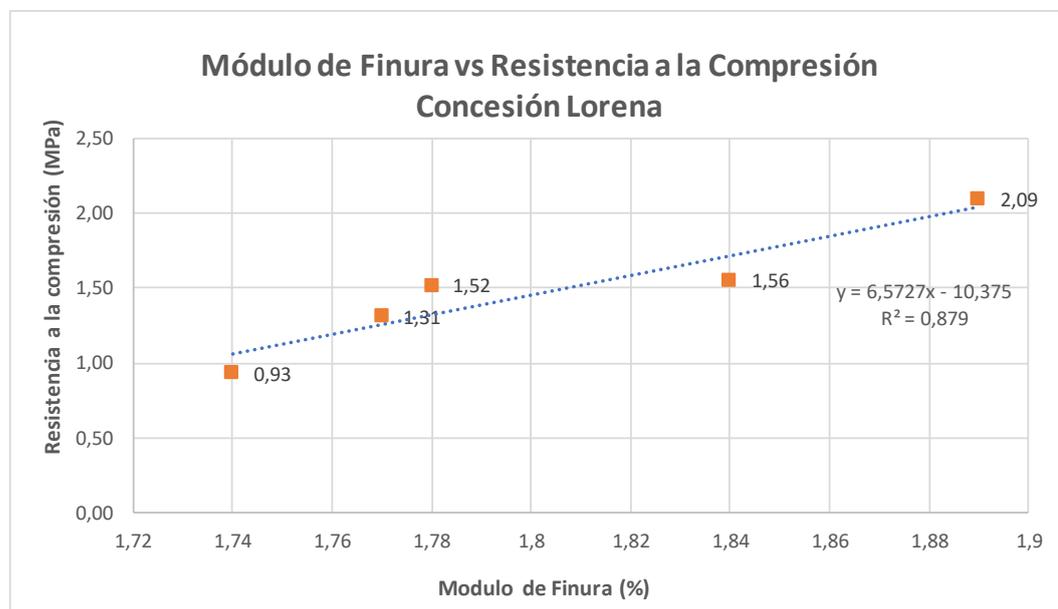
Tabla 36. Datos para la correlación de Pearson

x	y	x-x	y-y	(x-x) (y-y)	(x-x) ²	(y-y) ²
1,89	2,09	0,086	0,6103	0,0525	0,0074	0,3724
1,84	1,56	0,036	0,0752	0,0027	0,0013	0,0057
1,78	1,52	-0,024	0,0382	-0,0009	0,0006	0,0015
1,77	1,31	-0,034	-0,1718	0,0058	0,0012	0,0295
1,74	0,93	-0,064	-0,5518	0,0353	0,0041	0,3045
1,80	1,48			0,095	0,015	0,714

Variables	Coefficiente r
MF vs Resistencia (Mpa)	0,94 Correlación positiva fuerte

Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Línea de tendencia del Módulo Finura vs Resistencia a la Compresión



Ecuación de Correlación

$$y = -10.375 + 6.5727x$$

Fuente: Elaboración propia

4.5.1.5 Análisis de Correlación entre el Absorción de Agua y la Resistencia a la Compresión

Se determina el coeficiente de correlación de Pearson entre la absorción de agua y la resistencia a la compresión con el propósito de analizar la posible relación entre ambas variables:

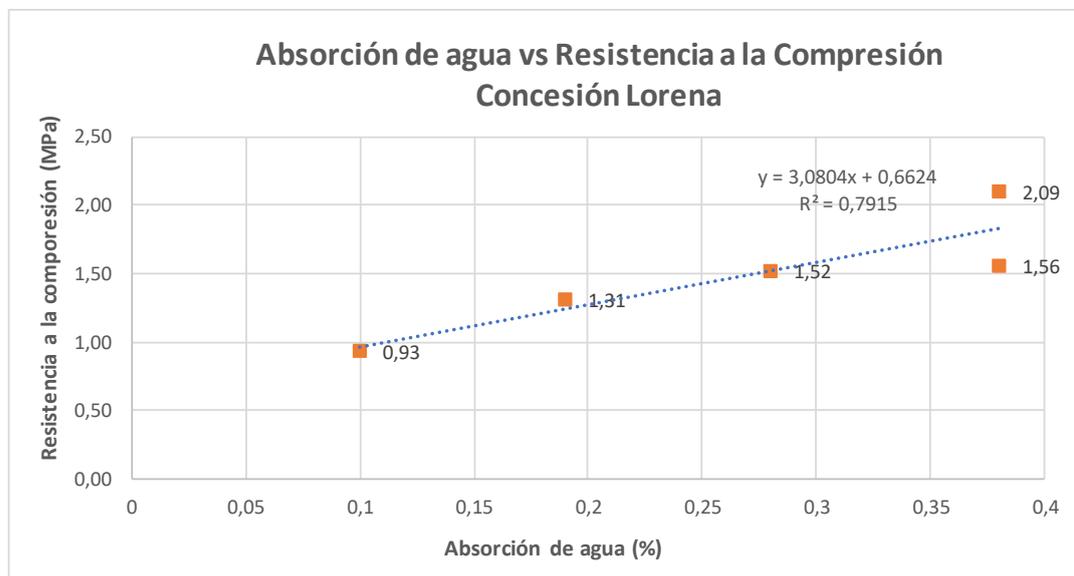
Tabla 37. Datos para la correlación de Pearson

x	y	x-x	y-y	(x-x) (y-y)	(x-x) ²	(y-y) ²
0,38	2,09	0,11	0,6103	0,0696	0,0130	0,3724
0,38	1,56	0,11	0,0752	0,0086	0,0130	0,0057
0,28	1,52	0,01	0,0382	0,0005	0,0002	0,0015
0,19	1,31	-0,08	-0,1718	0,0131	0,0058	0,0295
0,1	0,93	-0,17	-0,5518	0,0916	0,0276	0,3045
0,27	1,48			0,183	0,060	0,714

Variables	Coefficiente r
RC vs Absorción (%)	0,89

Fuente: Elaboración propia

Figura 22. Línea de tendencia de la Absorción de agua vs Resistencia a la Compresión



Ecuación de Correlación
$y = 0,6624 + 3,0804x$

Fuente: Elaboración propia

4.5.1.6 Conclusión del Análisis Estadístico

El módulo de finura y la resistencia a la compresión son variables clave en el diseño de mezclas de concreto. El análisis de su relación permite evaluar cómo la granulometría de los agregados finos influye en la resistencia mecánica. Según los cálculos, se obtuvo una correlación de ($r=0.94$), indicando una correlación positiva fuerte.

De igual manera la relación entre la resistencia a la compresión y la absorción de agua en bloques de hormigón es clave para evaluar su calidad y desempeño estructural. Estos parámetros dependen de la porosidad y la composición de la mezcla. El análisis de correlación mostró una correlación positiva fuerte con un valor de ($r=0.89$).

4.5.2 Concesión La Viña

4.5.2.1 Datos de Ensayo

Se toman en cuenta los datos obtenidos a partir de los ensayos efectuados:

Tabla 38. Datos de Ensayo para la Concesión La Viña

Muestra	Módulo de Finura (MF)	Absorción (%)	Resistencia (MPa)	Densidad (kg/m ³)
1	1,97	0,19	2,18	1218,25
2	1,95	0,18	1,81	1227,17
3	1,91	0,18	1,75	1213,64
4	1,89	0,09	1,68	1217,71
5	1,83	0,09	1,55	1214,72
\bar{x}	1,91	0,146	1,79	1218,30

Fuente. Elaboración propia

4.5.2.2 Estadística Descriptiva

Se identifican las medias, desviaciones estándar (σ), rangos y coeficientes de variación (CV) correspondientes a cada variable:

Tabla 39. Resultados de los Ensayos

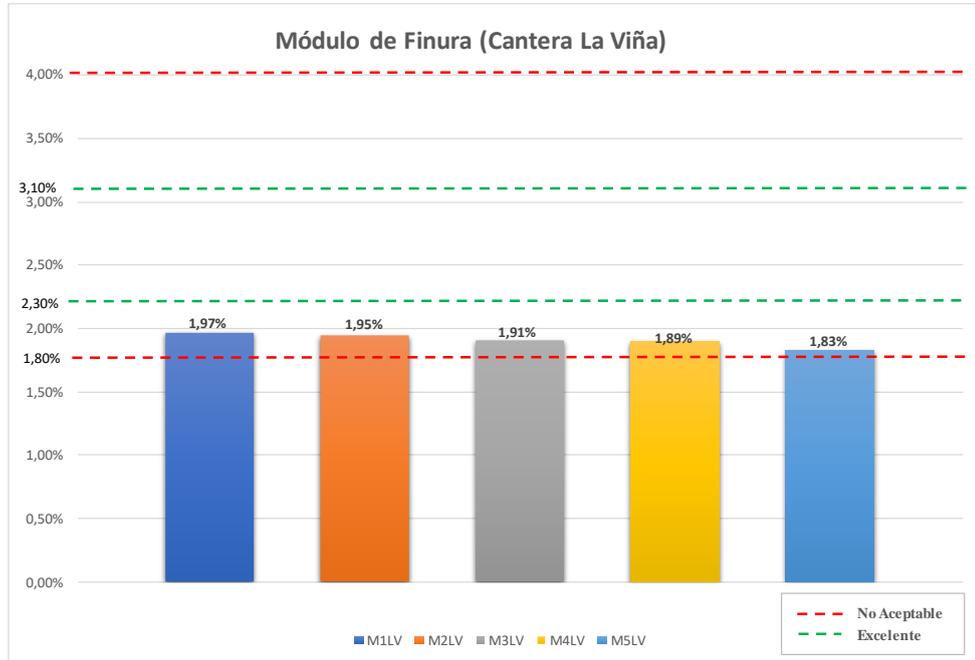
Variable	Media	Desviación Estándar	Rango	CV (%)
Módulo de Finura (MF)	1,91	0,05	1,97 -1,83	2,87
Absorción (%)	0,15	0,05	0,19 – 0,09	35,13
Resistencia (Mpa)	1,79	0,24	2,18 – 1,55	13,18
Densidad (kg/m ³)	1218,30	5,33	1233,20 – 1213,64	0,44

Fuente. Elaboración propia

4.5.2.3 Visualización Gráfica: Histogramas

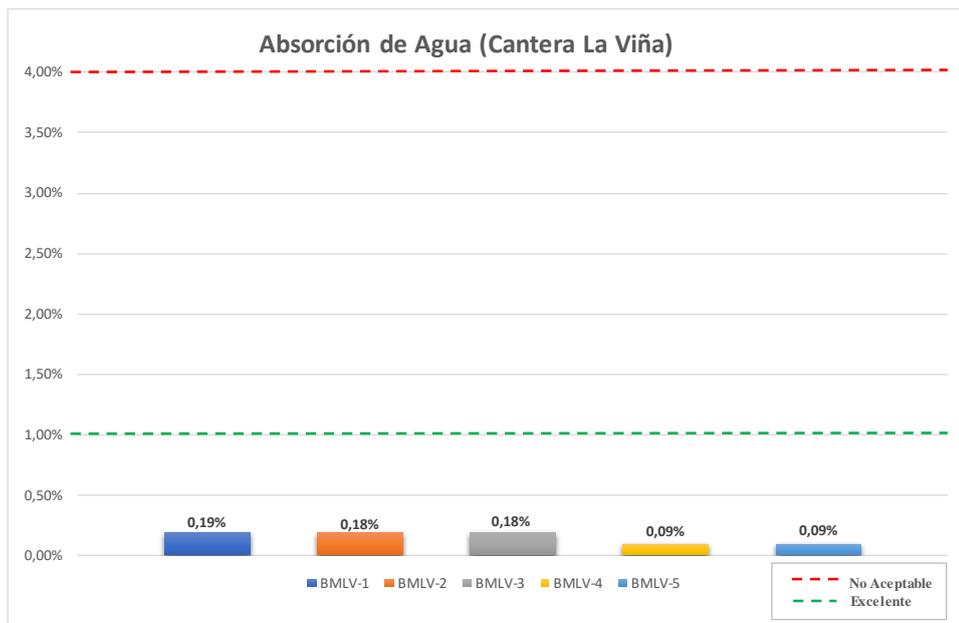
Se muestran histogramas para analizar cómo se distribuye cada variable:

Figura 23. Módulo de Finura



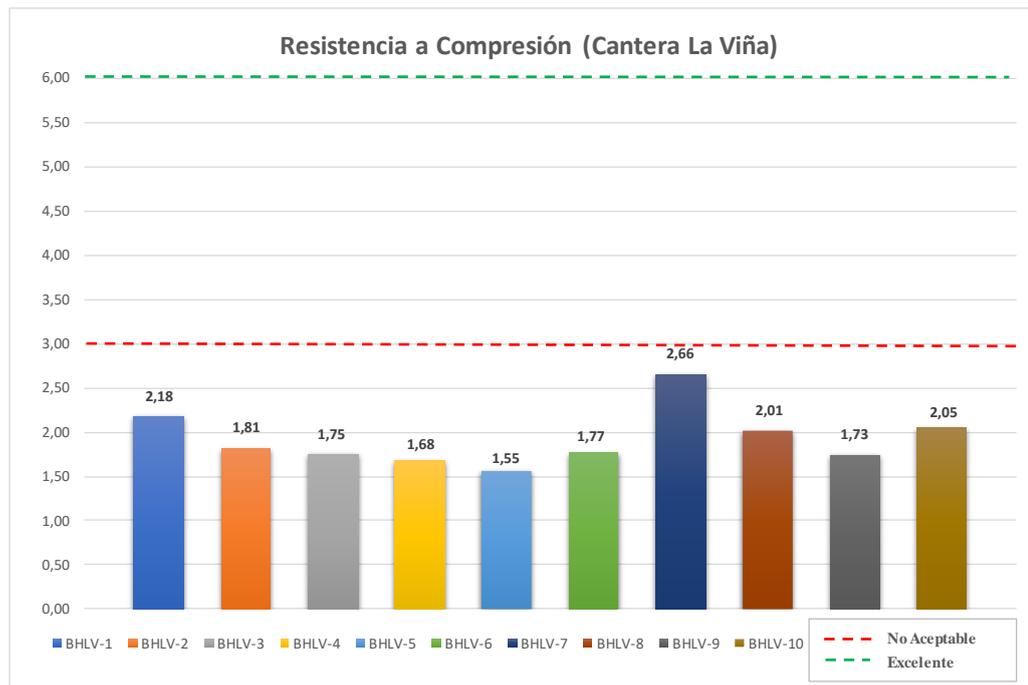
Fuente. Elaboración propia

Figura 24. Absorción de agua



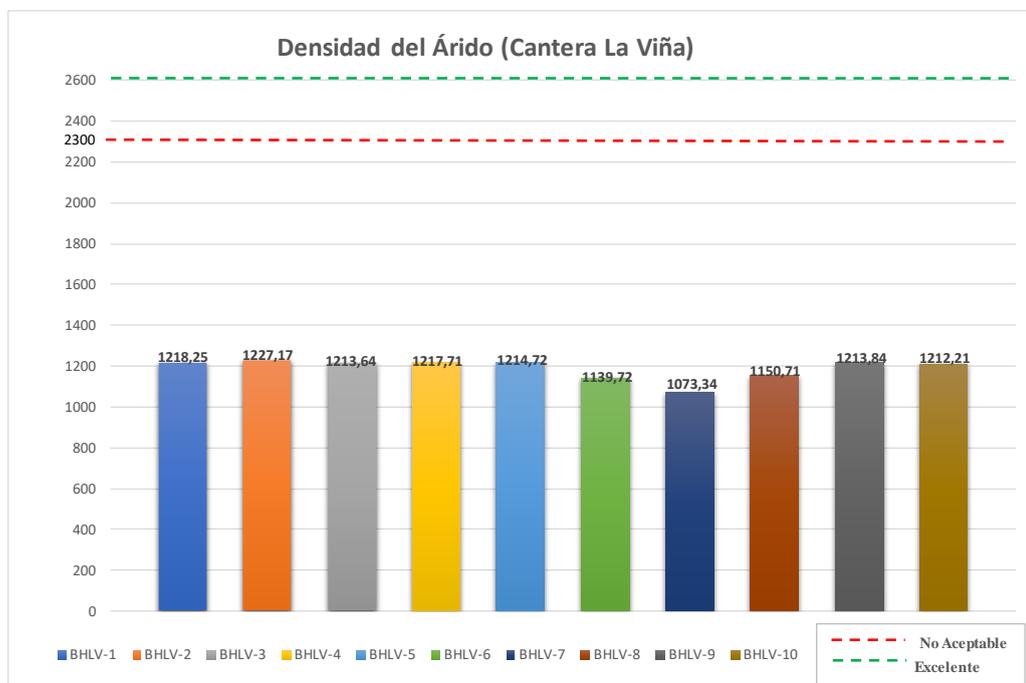
Fuente. Elaboración propia

Figura 25. Resistencia a la Compresión



Fuente. Elaboración propia

Figura 26. Densidad del árido



Fuente. Elaboración propia

4.5.2.4 Análisis de Correlación entre el Módulo de Finura y la Resistencia a la Compresión

Se calcula el coeficiente de correlación de Pearson entre el Módulo de Finura (MF) y la Resistencia a la Compresión para identificar si existe una relación entre ambas variables:

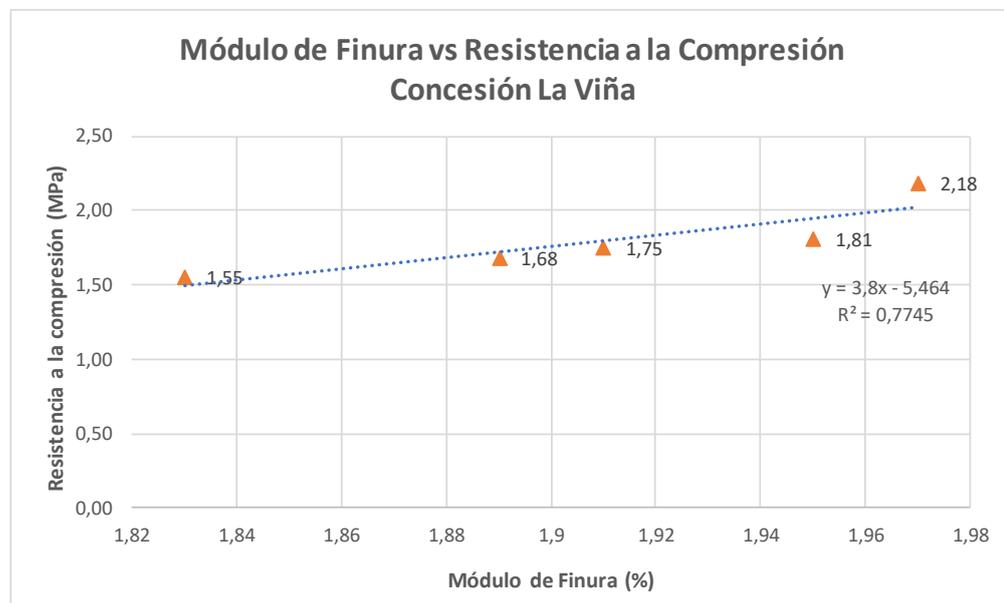
Tabla 40. Datos para la correlación de Pearson

x	y	x-x	y-y	(x-x)(y-y)	(x-x) ²	(y-y) ²
1,97	2,18	0,06	0,3860	0,0232	0,0036	0,1490
1,95	1,81	0,04	0,0160	0,0006	0,0016	0,0003
1,91	1,75	0,00	-0,0440	0,0000	0,0000	0,0019
1,89	1,68	-0,02	-0,1140	0,0023	0,0004	0,0130
1,83	1,55	-0,08	-0,2440	0,0195	0,0064	0,0595
1,91	1,79			0,046	0,012	0,224

Variables	Coficiente r
MF vs Resistencia (Mpa)	0,88

Fuente. Elaboración propia

Figura 27. Línea de tendencia del Módulo Finura vs Resistencia a la Compresión



Ecuación de Correlación

$$y = -7.7505 + 5.05x$$

Fuente. Elaboración propia

4.5.2.5 Análisis de Correlación entre el Absorción de Agua y la Resistencia a la Compresión

Se determina el coeficiente de correlación de Pearson entre la absorción de agua y la resistencia a la compresión con el propósito de analizar la posible relación entre ambas variables:

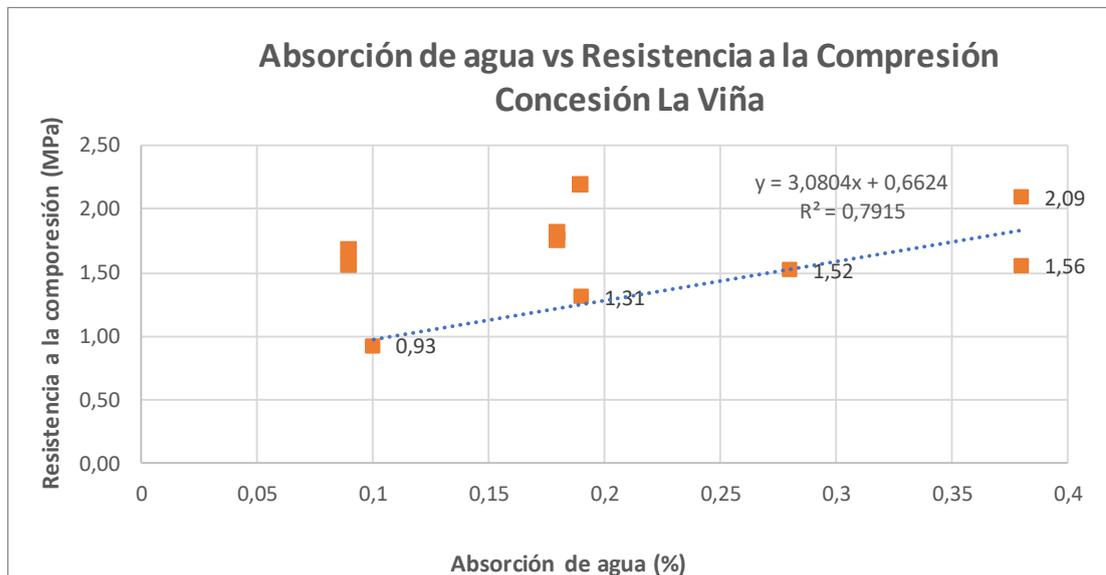
Tabla 41. Datos para la correlación de Pearson

x	y	x-x	y-y	(x-x)(y-y)	(x-x) ²	(y-y) ²
0,19	2,18	0,04	0,3860	0,0170	0,0019	0,1490
0,18	1,81	0,03	0,0160	0,0005	0,0012	0,0003
0,18	1,75	0,03	-0,0440	-0,0015	0,0012	0,0019
0,09	1,68	-0,06	-0,1140	0,0064	0,0031	0,0130
0,09	1,55	-0,06	-0,2440	0,0137	0,0031	0,0595
0,15	1,79			0,036	0,011	0,224

Variables	Coefficiente r
RC VS Absorción (%)	0,74

Fuente. Elaboración propia

Figura 28. Línea de tendencia de la Absorción de agua vs Resistencia a la Compresión



Ecuación de Correlación
$y = 1,2933 + 3,4297x$

Fuente. Elaboración propia

4.5.2.6 Conclusión del Análisis Estadístico

El análisis de correlación mostró una relación positiva fuerte entre el módulo de finura y la resistencia a la compresión ($r=0.88$), lo que indica que una mejor granulometría favorece el desempeño mecánico del concreto. Asimismo, la absorción de agua y la resistencia presentan una correlación positiva moderada a fuerte ($r=0.74$), sugiriendo que un nivel adecuado de absorción contribuye a la hidratación del cemento sin comprometer la durabilidad. Estos resultados destacan la importancia de ambos factores en la resistencia del concreto, siendo la granulometría el más determinante para optimizar el diseño de mezclas.

4.6 Estudio Comparativo

4.6.1 Ensayos mecánicos en la Bloquera

En el proyecto se realizaron pruebas mecánicas a dos tipos de bloques: el primero elaborado con una mezcla de cemento y arena, mientras que el segundo incluyó cemento, polvo volcánico y chasqui. Ambos tipos fueron sometidos a ensayos para evaluar su resistencia a la compresión, absorción de agua y densidad, observándose diferencias significativas en su desempeño.

Para la ejecución de este ensayo de laboratorio, se adquirieron bloques macizos en una bloquera local. Estos bloques, con dimensiones de 7x20x40 cm, fueron elaborados a partir de una mezcla de cemento, chasqui, polvo volcánico y agua, siguiendo un proceso de dosificación determinado en el lugar de fabricación. La combinación de estos materiales permitió la producción de unidades que fueron sometidas a pruebas para evaluar sus propiedades mecánicas, proporcionando información relevante sobre su comportamiento en condiciones de uso.

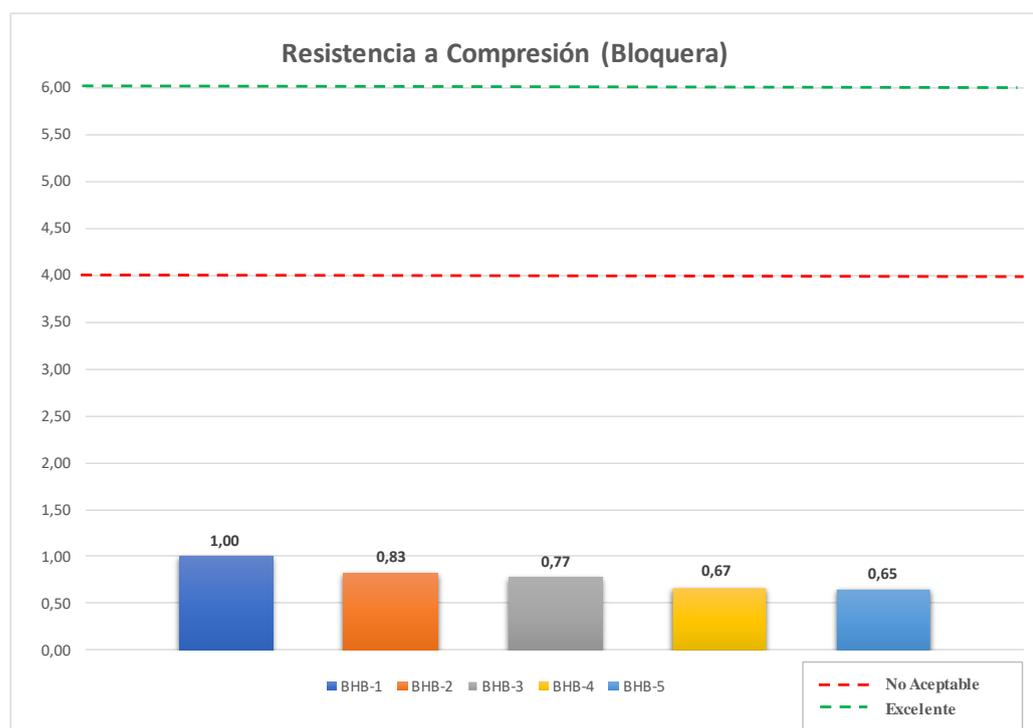
4.6.1.1 Ensayo de Resistencia a la Compresión

Tabla 42. Resumen de resultados en los ensayos de resistencia a la compresión en la “Bloquera”

Muestras	Resultados	Observación	Rango	Nivel descriptivo
Bloque Hueco 1	1,00	NO ACEPTABLE	< 3 MPa	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 2	0,83	NO ACEPTABLE	(3 – 4) MPa	DEFICIENTE
Bloque Hueco 3	0,77	NO ACEPTABLE	(4 – 5) MPa	REGULAR
Bloque Hueco 4	0,67	NO ACEPTABLE	(5 – 6) MPa	BUENO
Bloque Hueco 5	0,65	NO ACEPTABLE	> 6 MPa	EXCELENTE

Fuente. Elaboración propia

Figura 29. Resistencia a la Compresión



Fuente. Elaboración propia

Mediante la tabla 42 de los resultados y el histograma de la resistencia a la compresión se muestra que la resistencia de los cinco bloques huecos de 15x20x40cm analizado están en un rango de 0,65 a 1 MPa con un nivel descriptivo “NO ACEPTABLE”, estos resultados dan a entender que no cumple con los estándares mínimo de la norma ASTM C33, dado que la normativa establece que los bloques de hormigón deben alcanzar una resistencia mínima de 6 MPa para ser aptos en la construcción de viviendas de interés social.

Los bloques fabricados únicamente con cemento y arena presentaron un mayor peso y una resistencia superior en comparación con los bloques que incorporaron polvo volcánico y chasqui en su composición. Esto se debe a que la arena, al ser un material denso y compacto, aporta mayor peso y contribuye a la resistencia mecánica del bloque. Por lo contrario, la inclusión de polvo volcánico y chasqui en la segunda mezcla redujo el peso de los bloques, lo que puede atribuirse a la menor densidad de estos materiales en comparación con la arena.

Si bien los bloques con cemento y arena mostraron un mejor rendimiento en términos de carga soportada, los bloques con cemento, polvo volcánico y chasqui pueden presentar

ventajas en términos de ligereza, facilidad de manejo y sostenibilidad, al aprovechar materiales alternativos en su fabricación.

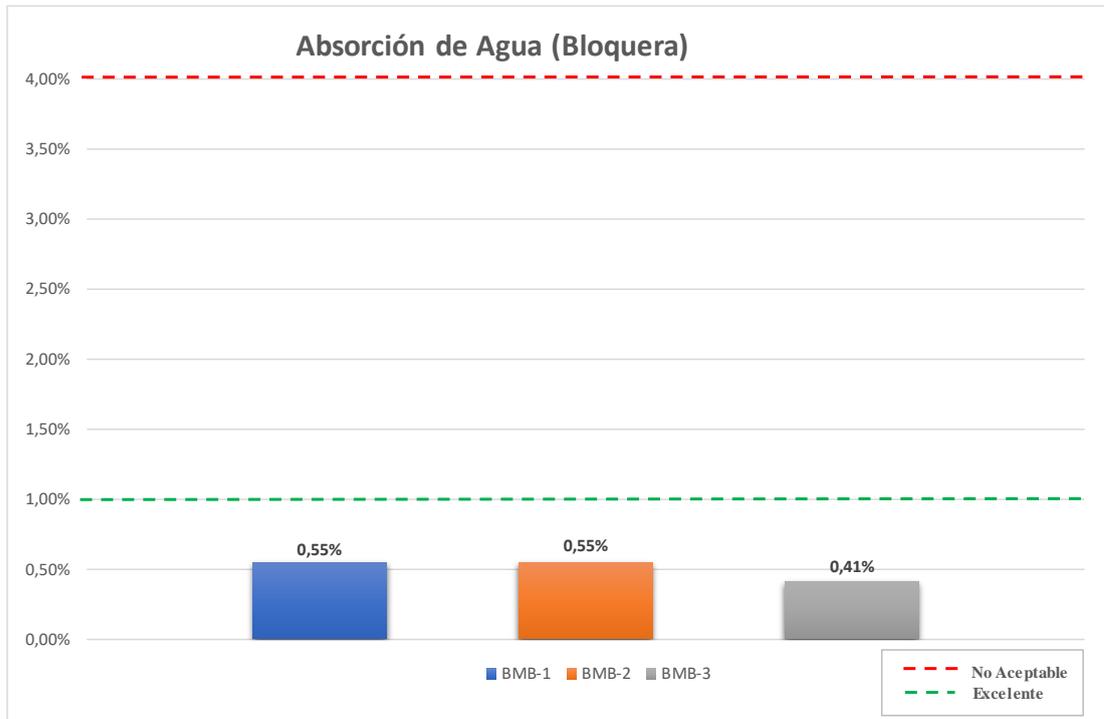
4.6.1.2 Ensayo de Absorción de agua

Tabla 43. Resumen de resultados en los ensayos de absorción de agua en la “Bloquera”

Muestras	Resultados	Observación	Rango	Nivel descriptivo
Bloque Macizo 1	0,55%	EXCELENTE	> 4%	NO ACEPTABLE
Bloque Macizo 2	0,55%	EXCELENTE	(3 – 4%)	DEFICIENTE
Bloque Macizo 3	0,41%	EXCELENTE	(2 – 3%)	REGULAR
			(1 – 2%)	BUENO
			< 1%	EXCELENTE

Fuente. Elaboración propia

Figura 30. Absorción de agua



Fuente. Elaboración propia

Para la realización del ensayo de absorción de agua se evaluaron tres bloques macizos con medidas 7x20x40cm. Se visualiza en la tabla 43 sobre la absorción de agua en los bloques macizo que cumplen con el porcentaje $\leq 3\%$, dictaminado por la norma ASTM C128 e INEN 3066, recibiendo un nivel descriptivo de “EXCELENTE”, este porcentaje debe mantenerse dentro de los límites establecidos para garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad y seguridad.

Los bloques elaborados con cemento y arena presentaron una menor absorción de agua en comparación con los bloques que contenían polvo volcánico y chasqui. Esto se debe a que la arena, al ser un material más denso y compacto, reduce la porosidad del bloque, limitando la cantidad de agua que puede ser absorbida. Al contrario, los bloques que incorporaron polvo volcánico y chasqui mostraron una mayor porosidad, lo que incrementó su capacidad de absorción de agua, su mayor absorción de agua puede afectar su durabilidad en condiciones de exposición a humedad.

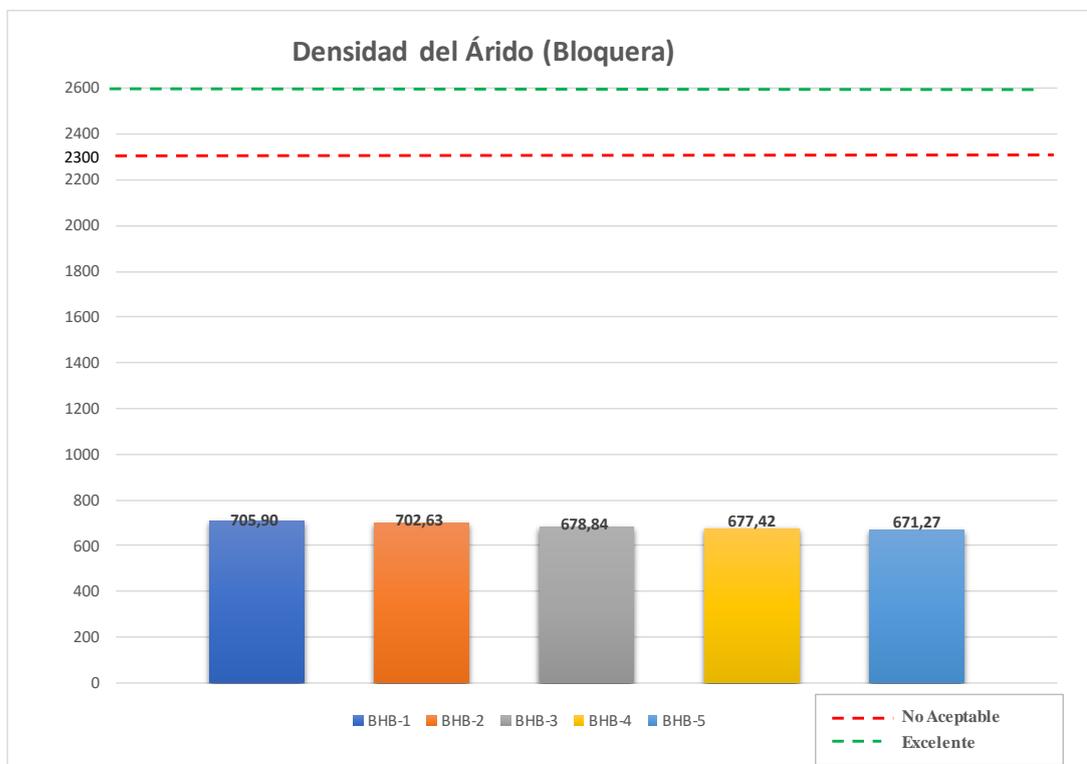
4.6.1.3 Ensayo de Densidad del árido

Tabla 44. Resumen de resultados en los ensayos de densidad del árido en la “Bloquera”

Muestras	Resultados (kg/m ³)	Observación	Rango	Nivel descriptivo
Bloque Hueco 1	705,90	NO ACEPTABLE	< 2300 kg/m ³	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 2	702,63	NO ACEPTABLE	(2300 - 2400) kg/m ³	DEFICIENTE
Bloque Hueco 3	678,84	NO ACEPTABLE	(2400 - 2500) kg/m ³	REGULAR
Bloque Hueco 4	677,42	NO ACEPTABLE	(2500 - 2600) kg/m ³	BUENO
Bloque Hueco 5	671,27	NO ACEPTABLE	> 2600 kg/m ³	EXCELENTE

Fuente. Elaboración propia

Figura 31. Densidad del árido



Fuente. Elaboración propia

Los resultados obtenidos en los ensayos de densidad de los bloques huecos con medidas de 15x20x40cm muestra valores que oscilan entre 671.27 kg/m³ y 705.90 kg/m³, con todas las muestras clasificadas como "NO ACEPTABLE", se encuentran fuera del rango normativo por la ASTM C140.

Los ensayos realizados permitieron evaluar las diferencias en sus propiedades mecánicas, evidenciando que los bloques fabricados con cemento y arena presentaron valores superiores en comparación con los bloques elaborados con cemento, polvo volcánico y chasqui. Los resultados muestran que los bloques con cemento y arena registraron una mayor densidad y resistencia a la compresión, lo que sugiere una estructura más compacta y menor porosidad. En contraste, los bloques que contienen polvo volcánico y chasqui mostraron valores inferiores en estos parámetros, lo que indica que estos materiales reducen la densidad del bloque y, posiblemente, su capacidad de carga.

4.6.2 Comparación con estudios previos

Según el estudio realizado por (Janarththan et al., 2023) analiza el impacto de la humedad en el comportamiento mecánico de los bloques de cemento, la investigación se centra en evaluar cómo las condiciones húmedas afectan las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de hormigón fabricados con distintos tipos de agregados finos entre ellos la arena de río.

Los resultados de las pruebas realizadas a los bloques de hormigón con arena de río son: en la densidad se obtuvo un valor máximo de 2047.6 kg/cm³, en la resistencia a la compresión se presentó un mayor registro de 5.8 MPa, en cuanto a la absorción de agua entre los tres tipos de arena, la arena de río fue la que menor porcentaje de absorción tuvo.

En conclusión, los bloques hormigón con arena de río muestran un desempeño moderado en resistencia a la compresión, respecto a la densidad presentan rendimiento estable, lo que les proporciona una buena resistencia estructural. Por último, en las pruebas de absorción son los que menos agua absorben, reduciendo su vulnerabilidad a los efectos de la humedad.

Referente a los datos obtenidos del proyecto llevada a cabo en el río Jubones, se reflejar los siguientes valores máximos: en la resistencia a la compresión de 2.66 MPa, en la

densidad de 1227.17 kg/cm³ y en la absorción 0.38%.

En definitiva, se puede evidenciar una diferencia considerable en el estudio desarrollado por (Janarththan et al., 2023) presentando una mayor densidad y resistencia a la compresión, lo que los hace más adecuados para aplicaciones estructurales. En contraste, los bloques fabricados con los árido naturales del río Jubones tienen una densidad y resistencia menores, lo que podría limitar su uso en aplicaciones de carga pesada.

4.6.3 Propuestas Alternativas

Se han innovado distintas técnicas avanzadas para el mejoramiento y rendimientos del cemento y el hormigón. En estas nuevas técnicas destacan los nanomateriales, aditivos, los cuales contribuyen a reducción de costos y la sostenibilidad ambiental. Las nuevas tecnologías tienen como objetivo crear hormigones de ultra alto desempeño, integrando durabilidad, eficiencia económica y características avanzadas, aportan beneficios como mayor resistencia mecánica y menor densidad, lo que facilita su uso en diversas aplicaciones constructivas. (Makul, 2021)

Las siguientes propuestas se plantean para generar la viabilidad y mejora de la resistencia del hormigón mediante el uso de distintos métodos.

4.6.3.1 Nanomateriales: Nanosílice.

Según (Rakesha K J et al., 2024) se evidencia en su artículo que los aditivos minerales, como el nanosílice, es una propuesta viable con respecto a reemplazar el cemento parcialmente en la producción de hormigón, con el objetivo de mejorar las propiedades. Indica su estudio que su porcentaje óptimo es de aproximadamente de 1.5% de nanosílice permite obtener características, entre ellas mayor resistencia y durabilidad.

Al analizar las propiedades mecánicas del hormigón, incluyendo su resistencia a la tracción, flexión y compresión, se incorpora el 1.5% de nanosílice en sustitución del cemento mejora significativamente su desempeño estructural. En comparación con el hormigón convencional (M25), esta adición permite incrementar la resistencia a la compresión en un 13,64%, la resistencia a la tracción dividida en un 50,19% y la resistencia a la flexión en un 41,15%, lo que confirma los beneficios de esta modificación en la mezcla del hormigón.

4.6.3.2 Aditivos

Los aditivos en la actualidad son considerados como un recurso esencial en la mezcla del concreto debido a los beneficios técnicos, económicos y ecológicos que aporta. En el proceso de elaboración del cemento se libera una cantidad significativa de CO₂ a la atmosfera. Es por eso que los aditivos no solo aportan en las propiedades físico-mecánicas, sino que representa una contribución clave para la industria cementera. (F Benaoum, 2022)

De acuerdo con (Altynbekova et al., 2023) indica que los experimentos realizados con el aditivo mezclándolo con la pasta del cemento produce un efecto plastificante en el cual aumenta la resistencia del hormigón, este aditivo modificado elaborado con PAB post-alcohol (producto de desecho del etanol), compuesto de sodio (NaOH) y acelerante de curado (yeso), este aditivo modificado permite facilita la alteración intencionada de la estructura del hormigón, lo que contribuye a una mejora sustancial en el conjunto de sus propiedades físicas y mecánicas, así como la durabilidad de los hormigones tratados con esta modificación.

Conforme a (Yusra et al., 2024) en su estudio analiza el uso de materiales puzolánicos en la producción del hormigón de alto rendimiento. Para ello se usó tres tipos de cenizas: cenizas de cáscara de palma (PSA), ceniza volante de carbón (CFA) y cenizas de arroz (RHA), con el objetivo de maximizar la resistencia del hormigón.

Obtuvieron datos de resistencia a la compresión en distintos días en la cual se incorporó estos aditivos puzolánicos para adquirir los porcentajes. Determinando así que el material puzolánico eficiente para alcanzar una óptima resistencia a la compresión es la ceniza de cáscara de palma (PSA) con un 15% de PSA (69.227 MPa) a los 56 días.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- La indagación bibliográfica facilitó sustentar de manera sólida la fundamentación conceptual de los estudios técnicos sobre los áridos naturales del río Jubones, mediante un análisis de las normativas técnicas vigentes, la evaluación de investigaciones y la identificación de mejores prácticas. A través de esta revisión, se establece criterios técnicos y metodológicos para la valoración de las propiedades físicas que incluyen granulometría, contenido de finos y módulo de finura y de las propiedades mecánicas tales como resistencia a la compresión, absorción de agua y densidad de los áridos finos, permitiendo determinar su comportamiento y ayudando a identificar si son aptas para el sector de la construcción.
- La ejecución de trabajo de campo y ensayos de laboratorio determinaron que los áridos del río Jubones no cumplen con los requisitos normativos, presentando desviaciones en granulometría (tamices 16, 30 y 50) y un módulo de finura fuera del rango permitido (1.97% en lugar de 2.3 - 3.1%). Aunque el contenido de finos cumple con la norma (<3%), los ensayos mecánicos indican que ninguna muestra alcanzó la resistencia mínima de 6 MPa, con un máximo de 2.66 MPa, lo que los hace inadecuados para bloques estructurales. Sin embargo, los bloques macizos tienen baja absorción de agua (<1%), siendo aptos para ambientes húmedos. La baja densidad sugiere problemas en la mezcla, posiblemente por mala relación agua/cemento, baja compactación o selección inadecuada de materiales.
- Para finalizar se analizaron alternativas de solución como nanomateriales y aditivos, destacando su capacidad para mejorar el desempeño estructural del hormigón al reducir la porosidad, fortalecer la unión de los componentes y optimizar sus propiedades mecánicas. La incorporación del 1.5% de nanosílice como sustituto parcial del cemento incrementó la resistencia a la compresión en un 13.64%, la resistencia a la tracción en un 50.19% y la resistencia a la flexión en un 41.15%, evidenciando su eficacia en la construcción.

RECOMENDACIONES

- Finalmente, se recomienda la evaluación de alternativas como el uso de aditivos mejoradores de resistencia, el agregado debe utilizarse, se podría ajustar el diseño de la mezcla aumentando el contenido de cemento o combinando el agregado fino con un agregado más grueso para corregir el módulo de finura del árido fino, y la optimización del proceso de curado para garantizar la calidad y durabilidad de los bloques. Esto no solo mejorará el desempeño mecánico de los productos, sino que también contribuirá a la seguridad y estabilidad de las estructuras construidas con estos materiales.
- Estos resultados resaltan la necesidad de implementar controles más estrictos en el diseño y la producción de los bloques, garantizando que cumplan con los valores normativos requeridos para su uso estructural. Un análisis detallado del proceso y ajustes en las proporciones de los materiales son esenciales para mejorar la calidad de los productos y su desempeño en el campo constructivo.
- Para la verificación de los áridos del río Jubones se recomienda implementar ensayos químicos para detectar la presencia de sulfatos, cloruros, materia orgánica e impurezas, debido a que estos factores afectan a la resistencia y durabilidad creando así una deficiencia en el hormigón.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abdias, M. W. M., Blanche, M. M., Nana, U. J. P., Abanda, H. F., François, N., & Chrispin, P. (2023). River Sand Characterization for Its Use in Concrete: A Revue. *Open Journal of Civil Engineering*, 13(02), 353–366. <https://doi.org/10.4236/ojce.2023.132027>
- ABE, M., KAGE, T., & MANO, T. (2023). SURVEY ON THE HISTORY OF TEST METHODS AND STANDARDS RELATING TO DENSITY AND ABSORPTION OF AGGREGATE FOR CONCRETE. *AIJ Journal of Technology and Design*, 29(72), 567–572. <https://doi.org/10.3130/aijt.29.567>
- Ajagbe, W. O., Tijani, M. A., Arohunfegbe, I. S., & Akinleye, M. T. (2018). Assessment of fine aggregates from different sources in Ibadan and environs for concrete production. *Nigerian Journal of Technological Development*, 15(1), 7. <https://doi.org/10.4314/njtd.v15i1.2>
- Akinkulore, O. O. (2021). Water Absorption, Sorptivity and Permeability Properties of Concrete Containing Chemical and Mineral Admixtures. *LAUTECH Journal of Civil and Environmental Studies*, 6(2). <https://doi.org/10.36108/laujoces/1202.60.0201>
- Alluboina, S., Bandaru, R., & Dangeti, M. (2022). A Comparative Study on the Mechanical Properties of Concrete Using M-Sand and Ground Nut Shell Ash as a Partial Replacement of River Sand. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 10(12), 216–230. <https://doi.org/10.22214/ijras.2022.47732>
- Altynbekova, A., Lukpanov, R., Dyusseminov, D., Tsygulov, D., & Tokanov, D. (2023). DEVELOPED MODIFIED ADDITIVE IMPACT EVALUATION ON THE CONCRETE STRENGTH CHARACTERISTICS. *BULLETIN of D. Serikbayev EKTU*, 3, 31–39. https://doi.org/10.51885/1561-4212_2023_3_31
- Arif, M. (2022). EXPERIMENTAL STUDY OF FINE GRAIN CONTENT OF SOIL ON LIQUEFACTION POTENTIAL. *FROPIL (Forum Profesional Teknik Sipil)*, 10(2). <https://doi.org/10.33019/fropil.v10i2.3627>
- Basavana Gowda, S. N., Yaragal, S., Rajasekaran, C., & Goudar, S. K. (2023). Performance and microstructural investigations of processed lateritic fine aggregates in blended cement mortars exposed to elevated temperatures. *Journal of Structural Fire Engineering*, 14(4), 547–574. <https://doi.org/10.1108/JSFE-01-2023-0010>

- Benjamin Nnamdi Ekwueme, Emmanuella Chioma Njoku, Anthony Chibuzo Ekeleme, Ezenwa Chinenye Amanamba, Uzochukwu Ethelbert Uzoh, Hippolitus Ogedi Ibearugbulem, Ethelbert Chukwunonye Nwadike, & Patrick Okechukwu Ibe. (2021). Concrete Compressive Strength Using River Sand and Quarry Dust as Fine Aggregates. *Journal of Environment and Earth Science*. <https://doi.org/10.7176/JEES/11-9-06>
- Bungacho, J., Baquero, R., & Hernandez, L. (2022). Evaluación de vulnerabilidad sísmica, análisis estructural y diseño de reforzamiento de una vivienda en Quito–Ecuador. *Ciencia, Ingenierías y Aplicaciones*, 5(2), 63–79. <https://doi.org/10.22206/cyap.2022.v5i2.pp63-79>
- Dirección de Planificación. (2022). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantón Machala*.
- Djeran-Maigre, I., Razakamanantsoa, A., Levacher, D., Hussain, M., & Delfosse, E. (2023). A relevant characterization of Usumacinta river sediments for a reuse in earthen construction and agriculture. *Journal of South American Earth Sciences*, 125, 104317. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2023.104317>
- Dong, Q., Chen, X., Gao, Y., Hu, J., Chen, X., & Xu, G. (2023). Aggregates. In *Civil Engineering Materials for Transportation Infrastructure* (pp. 23–61). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-1300-8_2
- Ducman, V., Bizjak, K. F., Likar, B., Kolar, M., Robba, A., Imperl, J., Božič, M., & Gregorc, B. (2022). Evaluation of Sediments from the River Drava and Their Potential for Further Use in the Building Sector. *Materials*, 15(12), 4303. <https://doi.org/10.3390/ma15124303>
- F Benaoum, M. K. H. K. (2022). Experimental Study on the Formulation of Pozzolanic Concretes According to the Physico-Chemical Parameters. *Algerian Journal of Renewable Energy and Sustainable Development*, 4(2). <https://doi.org/10.46657/ajresd.2022.4.2.8>
- Fogliatti, F. L., Carrasco, M. F., Beltramini, L. B., Defagot, C. A., & Grether, R. O. (2023). EFECTO DEL CONTENIDO PASTA Y AGREGADOS FINOS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL HORMIGÓN DRENANTE [Article]. *Tecnología y Ciencia (En Línea)*, 46, 18–40. <https://doi.org/10.33414/rtyc.46.18-40.2023>
- Harrison, D. J., Fidgett, S., Scott, P. W., MacFarlane, M., Mitchell, P., Eyre, J. M., & Weeks, J. M. (2005). Sustainable river mining of aggregates in developing countries.

- Geological Society, London, Special Publications*, 250(1), 35–45.
<https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2005.250.01.05>
- Herrera Herbert, J. (2018). *Canteras de áridos y de minerales industriales*. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía.
<https://doi.org/10.20868/UPM.book.70228>
- Ibrahim Mustafa Hassan, Mohammed Rashid Abood, & Lafta Salman Kadhim. (2023). Suitability of the Lower Zab River Sediments for Concrete Works / Southwest of Kirkuk - Northern Iraq. *Tikrit Journal of Pure Science*, 28(1), 29–39.
<https://doi.org/10.25130/tjps.v28i1.1262>
- Ige, J. A., Alabi, A. A., Adejumobi, A. O., Ayanlola, J. A., Ogunjinmi, M. O., & Oladiji, A. O. (2024). The Effect of Fineness Modulus of Fine Aggregate on Concrete Compressive Strength. *LAUTECH Journal of Civil and Environmental Studies*, 12(1). <https://doi.org/10.36108/laujoces/4202.21.0130>
- Janarththan, P., Arunjeyan, R., & Sathiparan, N. (2023). Effect of Wet Condition and Aggregates Type Used in Cement-Based Blocks on Mechanical Behavior of Masonry. *International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology*, 14(1). <https://doi.org/10.30880/ijscet.2023.14.01.001>
- Jorge L. Santamaría, B. A. C. B. (2021). Influencia de la calidad de los agregados y tipo de cemento en la resistencia a la compresión del hormigón dosificado al volumen. *NOVASINERGIA REVISTA DIGITAL DE CIENCIA, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA*, 4(1), 91–101. <https://doi.org/10.37135/ns.01.07.05>
- Karolien van Teijlingen. (2022). Mining Extraction in Latin America. In *Latin American Studies*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/obo/9780199766581-0268>
- Khan, A., Arif, S., & Khan, S. A. (2022). Assessment of Bholari River Sand for its Geotechnical Characterization as Fine Aggregate. *Hydro Science & Marine Engineering*, 4(1), 27. <https://doi.org/10.30564/hsme.v4i1.4553>
- Khudhur, M. E. (2021). The Suitability of Tigris River Sediments from Tikrit, Northern Iraq, for Concrete Production and Road Construction Purposes. *Iraqi Journal of Science*, 1177–1187. <https://doi.org/10.24996/ijcs.2021.62.4.14>
- Koehnken, L., Rintoul, M. S., Goichot, M., Tickner, D., Loftus, A., & Acreman, M. C. (2020). Impacts of riverine sand mining on freshwater ecosystems: A review of the scientific evidence and guidance for future research. *River Research and Applications*, 36(3), 362–370. <https://doi.org/10.1002/rra.3586>

- Makul, N. (2021). *Introduction to the Principles of Cement and Concrete Composites* (pp. 1–27). https://doi.org/10.1007/978-3-030-69602-3_1
- Mejia, M. A., & Quintuña, P. (2019). Determinación de capacidad de reposición natural de material pétreo en el tramo del río Upano denominado la barranca para un manejo de explotación. *Ciencia Digital*, 3(3.1), 409–427. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.1.711>
- Mohammed, S. A., Shakor, P., S., S., Rauniyar, A., Krishnaraj, L., Kumar Singh, A., & Laghi, V. (2023). An environmental sustainability roadmap for partially substituting agricultural waste for sand in cement blocks. *Frontiers in Built Environment*, 9. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2023.1214788>
- Nayaju, A. B., & Tamrakar, N. K. (2019). Evaluation of fine aggregates from the Budhi Gandaki-Narayani River, central Nepal for mortar and concrete. *Journal of Nepal Geological Society*, 58, 69–81. <https://doi.org/10.3126/jngs.v58i0.24575>
- Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2014). *PELIGRO SÍSMICO DISEÑO SISMO RESISTENTE*.
- Pablo Guaraca Tenesaca, P., Eloy Pantoja Aguacondo, D., Eduardo Zambrano Zambrano, W., & Carlos Berru Cabrera, J. (2017). *ANÁLISIS DE VELOCIDADES DE ONDAS DE CORTE Y PERIODOS DE VIBRACIÓN DEL SUELO. PARROQUIA JUBONES. CIUDAD DE MACHALA. “ANALYSIS SPEEDS CUTTING AND WAVES OF SOIL VIBRATION PERIODS IN JUBONES PARISH. CITY OF MACHALA.”* <https://investigacion.utmachala.edu.ec/portal/>
- Panchana Cedeño, R. A., Ortiz Hernández, E. H., Ruiz Párraga, W. E., & Calderero Panchana, M. J. (2020). Fuentes de arena de río de la Provincia de Manabí a utilizar en hormigones en la construcción de obras civiles. *Revista de Investigaciones En Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT ISSN: 2588-0721*, 5(1), 51. <https://doi.org/10.33936/riemat.v5i1.2503>
- Pathan, M. A. (2021). Comparative Analysis of Engineering Properties of Indus River Sand Concrete with Quarry Dust Concrete, District Jamshoro Sindh Pakistan. *Current Trends in Civil & Structural Engineering*, 7(2). <https://doi.org/10.33552/CTCSE.2021.07.000656>
- Rakesha K J, C. V. S. Nagendra, & N. Jayaramappa. (2024). Influence of Nano Silica On Properties of Cement Concrete. *International Research Journal on Advanced Engineering Hub (IRJAEH)*, 2(06), 1678–1682.

<https://doi.org/10.47392/IRJAEH.2024.0231>

- Ruiz Párraga, W. E., Ortega Bravo, B. H., Véliz Párraga, J. F., Guerra Mera, J. C., & Cedeño Ramona, P. (2020). Estudio comparativo de resistencias a la compresión en hormigones de 24 Mpa empleando agregados finos procedente de los ríos de Manabí. *Revista de Investigaciones En Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT* ISSN: 2588-0721, 5(2), 45. <https://doi.org/10.33936/riemat.v5i2.2968>
- Tomo, F. E., Fogliata, A. S., & Sarapura Martínez, J. I. (2021). Caracterización petrográfica de materiales pétreos provenientes del río Calera, provincia de Tucumán, para su uso como áridos. *Acta Geológica Lilloana*, 58–73. <https://doi.org/10.30550/j.agl/2021.33.2/2021-11-26>
- Velásquez Álava, W. L., Ortiz Hernández, E. H., & Panchana de Calderero, R. (2022). Comparative analysis of stone aggregates for the manufacture of concrete in the construction of civil works. *Revista Tecnológica Ciencia y Educación Edwards Deming*, 6(1). <https://doi.org/10.37957/rfd.v6i1.105>
- Yusra, A., Hasan, M., Aulia, T. B., & Fachruddin, F. (2024). Investigation of Strength Concrete Materials Using Pozzolanic Additives. *Applied Mechanics and Materials*, 922, 23–34. <https://doi.org/10.4028/p-XEoKr9>

ANEXOS

7.1 Anexo 1: Ensayo de Granulometría – Concesión Lorena M1L



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

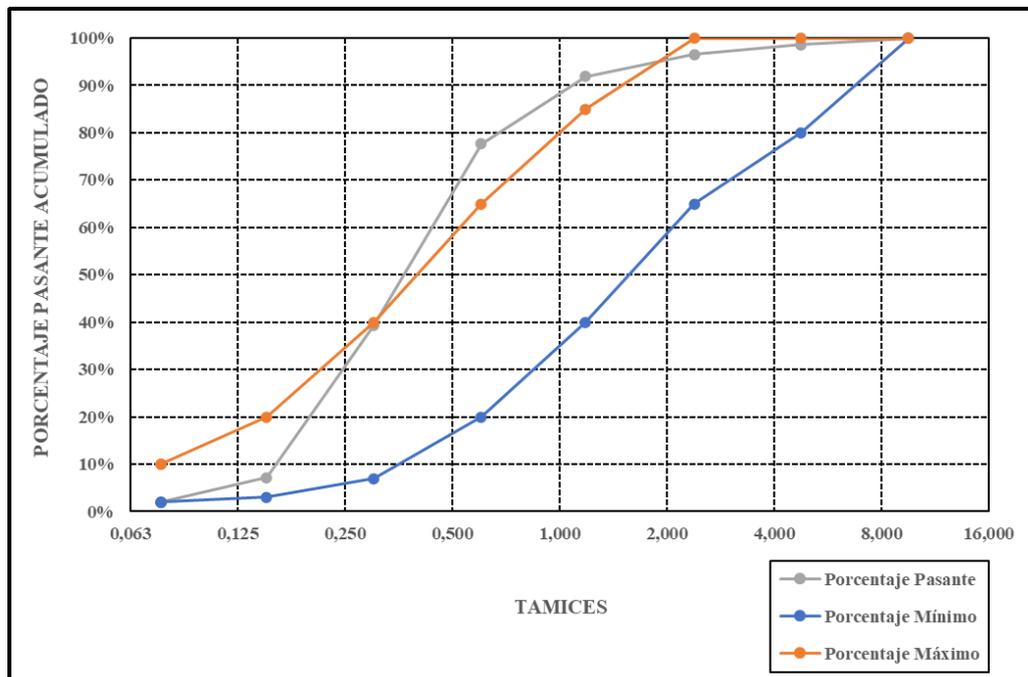


ANALISIS GRANULOMETRICO DE LA ARENA

PROYECTO:	VERIFICACIÓN DE LA IDONEIDAD DEL ÁRIDO NATURAL DEL RÍO JUBONES PARA BLOQUES DE HORMIGÓN UTILIZADAS EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL.			
SOLICITADO:	SANDRA CARVAJAL BERMEO DANIELA RODRIGUEZ MARTINEZ			
UBICACIÓN:	AV. PANAMERICANA VIA 10 DE AGOSTO, MACHALA, ECUADOR			
CALICATA:	C-1	MUESTRA:	M-1	
CONCESION:	LORENA	COORDENADAS DE UBICACION	NORTE	9639439
DIRECCION:	AV. PANAMERICANA		ESTE	625522

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL ARIDO FINO									
PESO DE LA MUESTRA (gr):			500						
N°	TAMIZ		CANTIDAD RETENIDA PARCIAL	CANTIDAD RETENIDA ACUMULADA	CANTIDAD QUE PASA ACUMULADA	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PASANTE ACUMULADO	% QUE PASA ASTM C33	OBSERVACIÓN:
	Pulg.	mm							
	3/8	9,5	0	0	498,9	0,00%	100,00%	100	CUMPLE
4	0,187	4,75	6,8	6,8	492,1	1,36%	98,64%	80 - 100	CUMPLE
8	0,0937	2,38	10,5	17,3	481,6	3,47%	96,53%	65 - 100	CUMPLE
16	0,0469	1,19	22,9	40,2	458,7	8,06%	91,94%	40 - 85	NO CUMPLE
30	0,0234	0,6	71,2	111,4	387,5	22,33%	77,67%	20 - 65	NO CUMPLE
50	0,0117	0,3	191,2	302,6	196,3	60,65%	39,35%	7 - 40	CUMPLE
100	0,0059	0,15	160,8	463,4	35,5	92,88%	7,12%	3 - 20	CUMPLE
200	0,0029	0,076	25,5	488,9	10	98,00%	2,00%	2 - 10	CUMPLE
FONDO			10	498,9	0	100,00%	0,00%		
PESO DESPUES DEL TAMIZADO (gr)			498,9						
ERROR (PDM-PDT)/PDM*100			0,22%						

Figura 32. Curva Granulométrica - M1L



Fuente. Elaboración propia

MODULO DE FINURA	
Σ% Retenido Acumulado	188,76%
Modulo de Finura (MF)	1,89%

DEFICIENTE

CONTENIDO DE FINOS	
Nº 200 (0,076 mm)	2,004%

EXCELENTE

7.2 Anexo 2: Ensayo de Granulometría – Concesión Lorena M2L



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

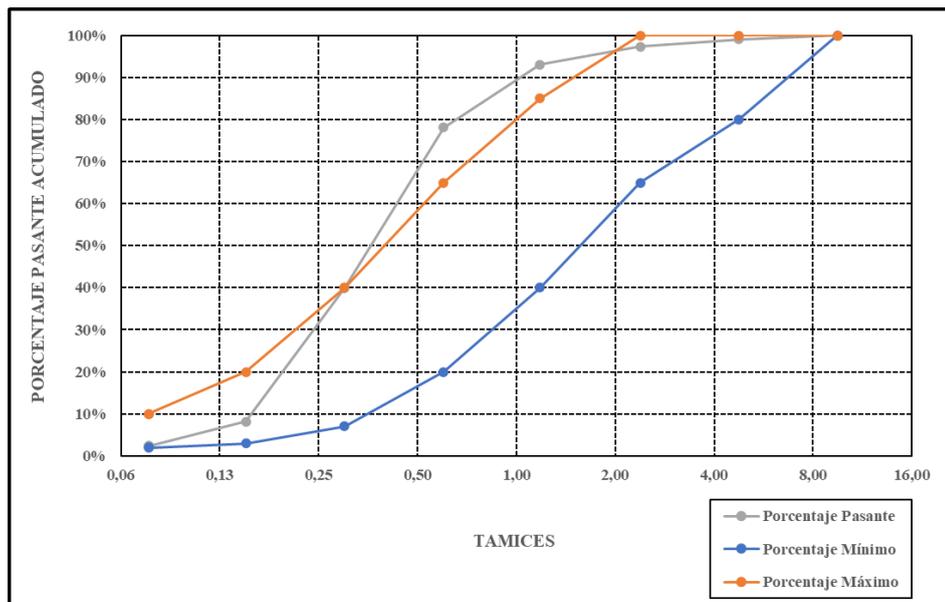


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA ARENA

PROYECTO:	VERIFICACIÓN DE LA IDONEIDAD DEL ÁRIDO NATURAL DEL RÍO JUBONES PARA BLOQUES DE HORMIGÓN UTILIZADAS EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL.		
SOLICITADO:	SANDRA CARVAJAL BERMEO DANIELA RODRIGUEZ MARTINEZ		
UBICACIÓN:	AV. PANAMERICANA VIA 10 DE AGOSTO, MACHALA, ECUADOR		
CALICATA:	C-1	MUESTRA:	M-2
CONCESION:	LORENA	COORDENADAS DE UBICACION	NORTE 9639439 ESTE 625522
DIRECCION:	AV. PANAMERICANA		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL ÁRIDO FINO									
PESO DE LA MUESTRA (gr):			500						
TAMIZ			CANTIDAD RETENIDA PARCIAL	CANTIDAD RETENIDA ACUMULADA	CANTIDAD QUE PASA ACUMULADA	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PASANTE ACUMULADO	% QUE PASA ASTM C 33	OBSERVACIÓN:
Nº	Pulg.	mm							
	3/8	9,5	0	0	498	0,00%	100,00%	100	CUMPLE
4	0,187	4,75	4,7	4,7	493,3	0,94%	99,06%	80 - 100	CUMPLE
8	0,0937	2,38	8,6	13,3	484,7	2,67%	97,33%	65 - 100	CUMPLE
16	0,0469	1,19	21,5	34,8	463,2	6,99%	93,01%	40 - 85	NO CUMPLE
30	0,0234	0,6	74,2	109	389	21,89%	78,11%	20 - 65	NO CUMPLE
50	0,0117	0,3	190	299	199	60,04%	39,96%	7 - 40	CUMPLE
100	0,0059	0,15	158,3	457,3	40,7	91,83%	8,17%	3 - 20	CUMPLE
200	0,0029	0,076	29,1	486,4	11,6	97,67%	2,33%	2 - 10	CUMPLE
FONDO			11,6	498	0	100,00%	0,00%		
PESO DESPUES DEL TAMIZADO (gr)			498						
ERROR (PDM-PDT)/PDM*100			0,40%						

Figura 33. Curva Granulométrica - M2L



Fuente. Elaboración propia

MODULO DE FINURA	
$\Sigma\%$ Retenido Acumulado	184,36%
Modulo de Finura (MF)	1,84%

DEFICIENTE

CONTENIDO DE FINOS	
N° 200 (0,076 mm)	2,329%

EXCELENTE

7.3 Anexo 3: Ensayo de Granulometría – Concesión Lorena M3L



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

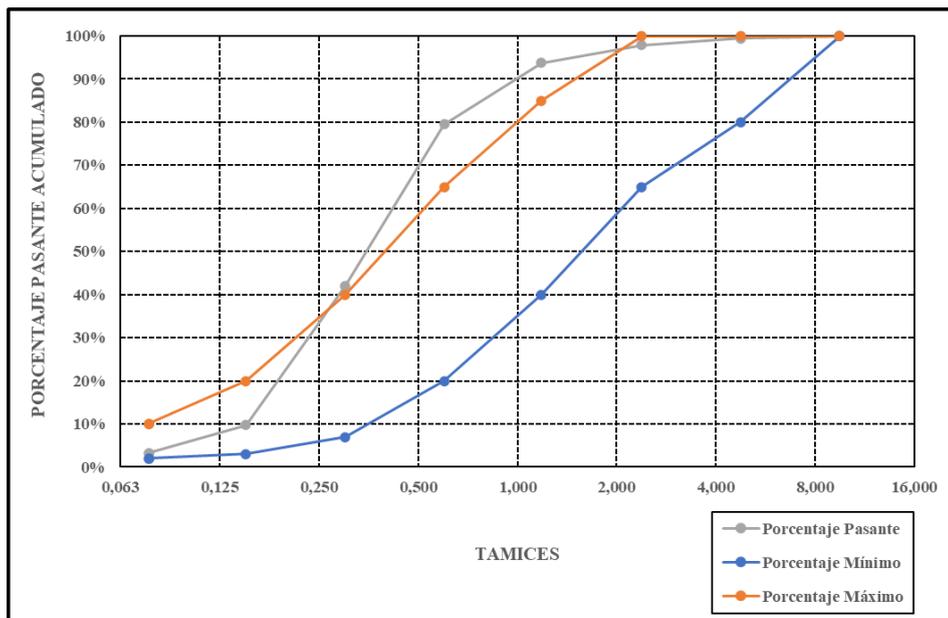


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA ARENA

PROYECTO:	VERIFICACIÓN DE LA IDONEIDAD DEL ÁRIDO NATURAL DEL RÍO JUBONES PARA BLOQUES DE HORMIGÓN UTILIZADAS EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL.		
SOLICITADO:	SANDRA CARVAJAL BERMEO DANIELA RODRIGUEZ MARTINEZ		
UBICACIÓN:	AV. PANAMERICANA VIA 10 DE AGOSTO, MACHALA, ECUADOR		
CALICATA:	C-2	MUESTRA:	M-3
CONCESION:	LORENA	COORDENADAS DE	NORTE 9639439
DIRECCION:	AV. PANAMERICANA	UBICACION	ESTE 625522

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL ÁRIDO FINO									
PESO DE LA MUESTRA (gr):			500						
N°	TAMIZ		CANTIDAD RETENIDA PARCIAL	CANTIDAD RETENIDA ACUMULADA	CANTIDAD QUE PASA ACUMULADA	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PASANTE ACUMULADO	% QUE PASA ASTM C33	OBSERVACIÓN:
	Pulg.	mm							
	3/8	9,5	0	0	499,5	0,00%	100,00%	100	CUMPLE
4	0,187	4,75	2,8	2,8	496,7	0,56%	99,44%	80 - 100	CUMPLE
8	0,0937	2,38	7,5	10,3	489,2	2,06%	97,94%	65 - 100	CUMPLE
16	0,0469	1,19	21,1	31,4	468,1	6,29%	93,71%	40 - 85	NO CUMPLE
30	0,0234	0,6	70,7	102,1	397,4	20,44%	79,56%	20 - 65	NO CUMPLE
50	0,0117	0,3	187,6	289,7	209,8	58,00%	42,00%	7 - 40	NO CUMPLE
100	0,0059	0,15	161,2	450,9	48,6	90,27%	9,73%	3 - 20	CUMPLE
200	0,0029	0,076	32,5	483,4	16,1	96,78%	3,22%	2 - 10	CUMPLE
FONDO			16,1	499,5	0	100,00%	0,00%		
PESO DESPUES DEL TAMIZADO (gr)			499,5						
ERROR (PDM-PDT)/PDM*100			0,10%						

Figura 34. Curva Granulométrica - M3L



Fuente. Elaboración propia

MODULO DE FINURA	
Σ% Retenido Acumulado	177,62%
Modulo de Finura (MF)	1,78%

NO ACEPTABLE

CONTENIDO DE FINOS	
N° 200 (0,076 mm)	3,223%

BUENO

7.4 Anexo 4: Ensayo de Granulometría – Concesión Lorena M4L



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

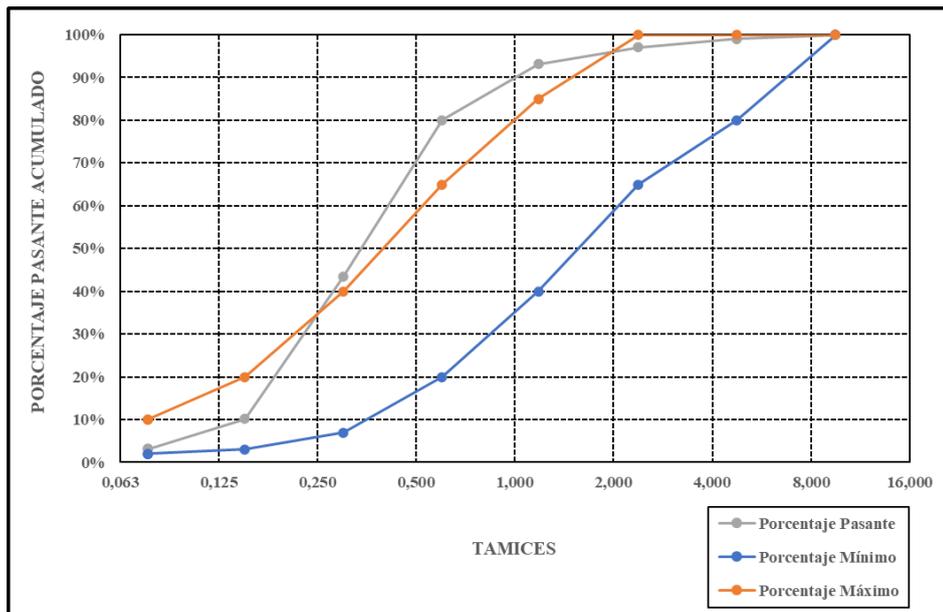


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA ARENA

PROYECTO:	VERIFICACIÓN DE LA IDONEIDAD DEL ÁRIDO NATURAL DEL RÍO JUBONES PARA BLOQUES DE HORMIGÓN UTILIZADAS EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL.		
SOLICITADO:	SANDRA CARVAJAL BERMEO DANIELA RODRIGUEZ MARTINEZ		
UBICACIÓN:	AV. PANAMERICANA VIA 10 DE AGOSTO, MACHALA, ECUADOR		
CALICATA:	C-2	MUESTRA:	M-4
CONCESION:	LORENA	COORDENADAS DE UBICACION	NORTE 9639439
DIRECCION:	AV. PANAMERICANA		ESTE 625522

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL ÁRIDO FINO									
PESO DE LA MUESTRA (gr):			500						
N°	TAMIZ		CANTIDAD RETENIDA PARCIAL	CANTIDAD RETENIDA ACUMULADA	CANTIDAD QUE PASA ACUMULADA	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PASANTE ACUMULADO	% QUE PASA ASTM C33	OBSERVACIÓN:
	Pulg.	mm							
	3/8	9,5	0	0	498,8	0,00%	100,00%	100	CUMPLE
4	0,187	4,75	5,1	5,1	493,7	1,02%	98,98%	80 - 100	CUMPLE
8	0,0937	2,38	9,3	14,4	484,4	2,89%	97,11%	65 - 100	CUMPLE
16	0,0469	1,19	19,7	34,1	464,7	6,84%	93,16%	40 - 85	NO CUMPLE
30	0,0234	0,6	65,7	99,8	399	20,01%	79,99%	20 - 65	NO CUMPLE
50	0,0117	0,3	181,9	281,7	217,1	56,48%	43,52%	7 - 40	NO CUMPLE
100	0,0059	0,15	166,5	448,2	50,6	89,86%	10,14%	3 - 20	CUMPLE
200	0,0029	0,076	34,8	483	15,8	96,83%	3,17%	2 - 10	CUMPLE
FONDO			15,8	498,8	0	100,00%	0,00%		
PESO DESPUES DEL TAMIZADO (gr)			498,8						
ERROR (PDM-PDT)/PDM*100			0,24%						

Figura 35. Curva Granulométrica - M4L



Fuente. Elaboración propia

MODULO DE FINURA	
Σ% Retenido Acumulado	177,09%
Modulo de Finura (MF)	1,77%

NO ACEPTABLE

CONTENIDO DE FINOS	
N° 200 (0,076 mm)	3,168%

BUENO

7.5 Anexo 5: Ensayo de Granulometría – Concesión Lorena M5L



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

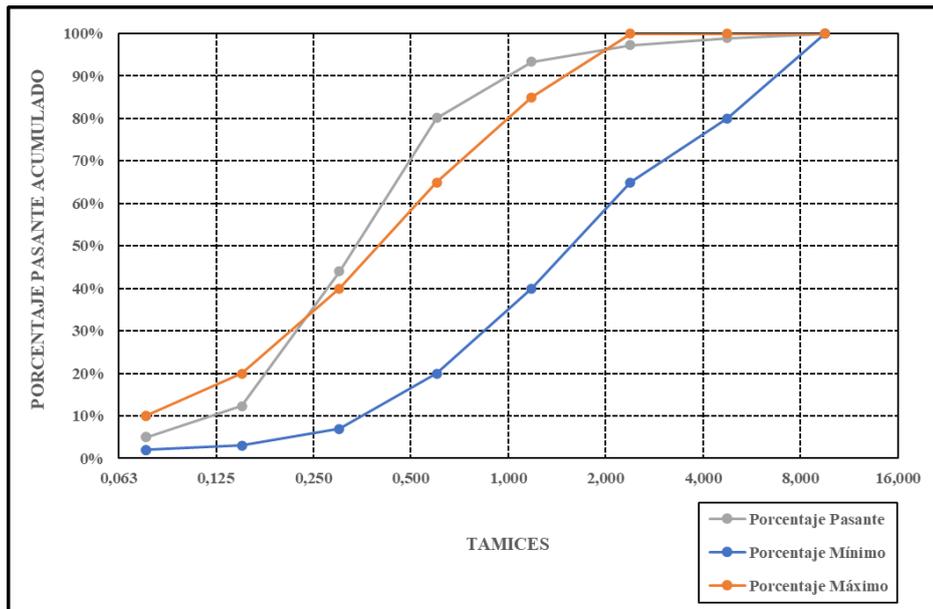


ANALISIS GRANULOMETRICO DE LA ARENA

PROYECTO:	VERIFICACIÓN DE LA IDONEIDAD DEL ÁRIDO NATURAL DEL RÍO JUBONES PARA BLOQUES DE HORMIGÓN UTILIZADAS EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL.		
SOLICITADO:	SANDRA CARVAJAL BERMEO DANIELA RODRIGUEZ MARTINEZ		
UBICACIÓN:	AV. PANAMERICANA VIA 10 DE AGOSTO, MACHALA, ECUADOR		
CALICATA:	C-2	MUESTRA:	M-5
CONCESION:	LORENA	COORDENADAS DE UBICACION	NORTE 9639439
DIRECCION:	AV. PANAMERICANA		ESTE 625522

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL ARIDO FINO									
PESO DE LA MUESTRA (gr):			500						
TAMIZ			CANTIDAD REFINDA PARCIAL	CANTIDAD REFINDA ACUMULADA	CANTIDAD QUE PASA ACUMULADA	PORCENTAJE REFINDO ACUMULADO	PASANTE ACUMULADO	% QUE PASA ASTM C33	OBSERVACIÓN:
N°	Pulg.	mm							
	3/8	9,5	0	0	498,7	0,00%	100,00%	100	CUMPLE
4	0,187	4,75	5,6	5,6	493,1	1,12%	98,88%	80 - 100	CUMPLE
8	0,0937	2,38	8,1	13,7	485	2,75%	97,25%	65 - 100	CUMPLE
16	0,0469	1,19	19,4	33,1	465,6	6,64%	93,36%	40 - 85	NO CUMPLE
30	0,0234	0,6	66,2	99,3	399,4	19,91%	80,09%	20 - 65	NO CUMPLE
50	0,0117	0,3	179,8	279,1	219,6	55,97%	44,03%	7 - 40	NO CUMPLE
100	0,0059	0,15	158,4	437,5	61,2	87,73%	12,27%	3 - 20	CUMPLE
200	0,0029	0,076	36,5	474	24,7	95,05%	4,95%	2 - 10	CUMPLE
FONDO			24,7	498,7	0	100,00%	0,00%		
PESO DESPUES DEL TAMIZADO (gr)			498,7						
ERROR (PDM-PDT)/PDM*100			0,26%						

Figura 36. Curva Granulométrica - M5L



Fuente. Elaboración propia

MODULO DE FINURA	
Σ% Retenido Acumulado	174,11%
Modulo de Finura (MF)	1,74%

NO ACEPTABLE

CONTENIDO DE FINOS	
Nº 200 (0,076 mm)	4,953%

BUENO

7.6 Anexo 6: Ensayo de Granulometría – Concesión La Viña MILV



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

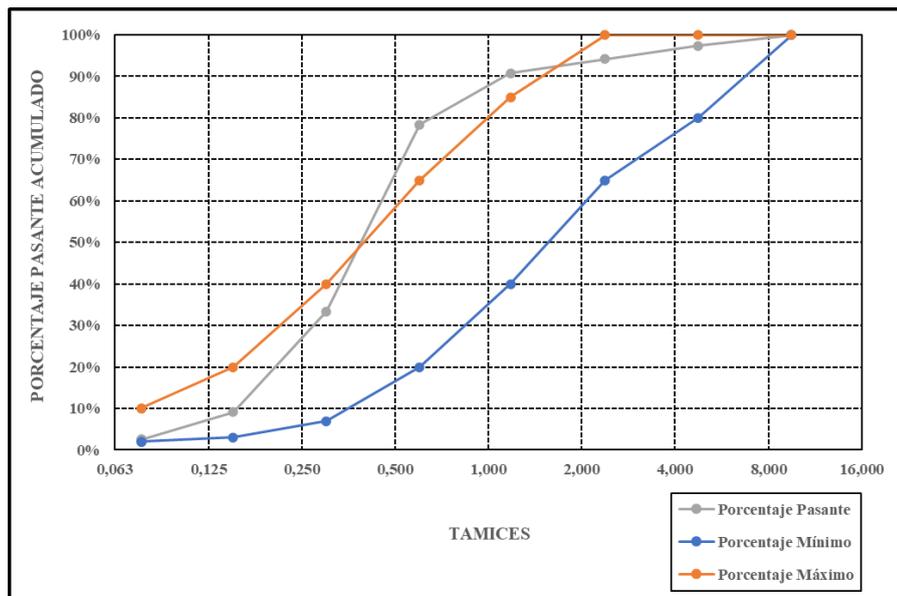


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA ARENA

PROYECTO:	VERIFICACIÓN DE LA IDONEIDAD DEL ÁRIDO NATURAL DEL RÍO JUBONES PARA BLOQUES DE HORMIGÓN UTILIZADAS EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL.		
SOLICITADO:	SANDRA CARVAJAL BERMEO DANIELA RODRIGUEZ MARTINEZ		
UBICACIÓN:	AV. PANAMERICANA VIA LA PRIMAVERA, MACHALA, ECUADOR		
CALICATA:	C-1	MUESTRA:	M-1
CONCESION:	LA VIÑA	COORDENADAS DE UBICACION	NORTE 9640019 ESTE 624949
DIRECCION:	AV. LA PRIMAVERA		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL ÁRIDO FINO									
PESO DE LA MUESTRA (gr):			500						
TAMIZ			CANTIDAD RETENIDA PARCIAL	CANTIDAD RETENIDA ACUMULADA	CANTIDAD QUE PASA ACUMULADA	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PASANTE ACUMULADO	% QUE PASA ASTM C33	OBSERVACIÓN:
Nº	Pulg.	mm							
			0	0	498,4	0,00%	100,00%	100	CUMPLE
4	3/8	9,5	13	13	485,4	2,61%	97,39%	80 - 100	CUMPLE
8	0,0937	2,38	16	29	469,4	5,82%	94,18%	65 - 100	CUMPLE
16	0,0469	1,19	17,1	46,1	452,3	9,25%	90,75%	40 - 85	NO CUMPLE
30	0,0234	0,6	61,7	107,8	390,6	21,63%	78,37%	20 - 65	NO CUMPLE
50	0,0117	0,3	224	331,8	166,6	66,57%	33,43%	7 - 40	CUMPLE
100	0,0059	0,15	121,1	452,9	45,5	90,87%	9,13%	3 - 20	CUMPLE
200	0,0029	0,076	32,9	485,8	12,6	97,47%	2,53%	2 - 10	CUMPLE
FONDO			12,6	498,4	0	100,00%	0,00%		
PESO DESPUES DEL TAMIZADO (gr)			498,4						
ERROR (PDM-PDT)/PDM*100			0,32%						

Figura 37. Curva Granulométrica – MILV



Fuente. Elaboración propia

MODULO DE FINURA	
Σ% Retenido Acumulado	196,75%
Modulo de Finura (MF)	1,97%

DEFICIENTE

CONTENIDO DE FINOS	
Nº 200 (0,076 mm)	2,528%

EXCELENTE

7.7 Anexo 7: Ensayo de Granulometría – Concesión La Viña M2LV



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

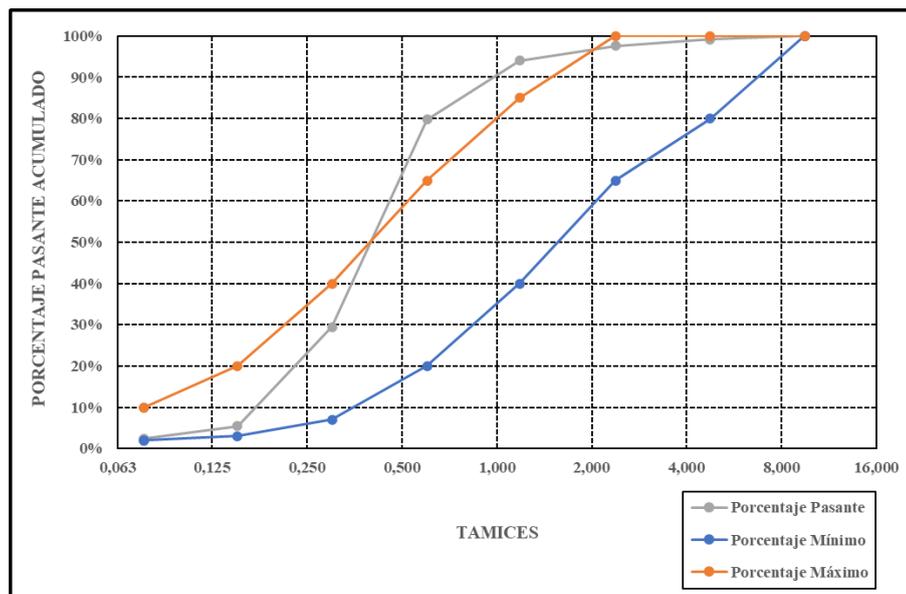


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA ARENA

PROYECTO:	VERIFICACIÓN DE LA IDONEIDAD DEL ÁRIDO NATURAL DEL RÍO JUBONES PARA BLOQUES DE HORMIGÓN UTILIZADAS EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL.		
SOLICITADO:	SANDRA CARVAJAL BERMEO DANIELA RODRIGUEZ MARTINEZ		
UBICACIÓN:	AV. PANAMERICANA VIA LA PRIMAVERA, MACHALA, ECUADOR		
CALICATA:	C-1	MUESTRA:	M-2
CONCESION:	LA VIÑA	COORDENADAS DE UBICACION	NORTE 9640019 ESTE 624949
DIRECCION:	A.V. LA PRIMAVERA		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL ÁRIDO FINO									
PESO DE LA MUESTRA (gr):			500						
TAMIZ			CANTIDAD REIENIDA PARCIAL	CANTIDAD REIENIDA ACUMULADA	CANTIDAD QUE PASA ACUMULADA	PORCENTAJE REIENIDO ACUMULADO	PASANTE ACUMULADO	% QUE PASA ASTM C33	OBSERVACIÓN:
Nº	Pulg.	mm							
	3/8	9,5	0	0	498	0,00%	100,00%	100	CUMPLE
4	0,187	4,75	4	4	494	0,80%	99,20%	80 - 100	CUMPLE
8	0,0937	2,38	8	12	486	2,41%	97,59%	65 - 100	CUMPLE
16	0,0469	1,19	18	30	468	6,02%	93,98%	40 - 85	NO CUMPLE
30	0,0234	0,6	71	101	397	20,28%	79,72%	20 - 65	NO CUMPLE
50	0,0117	0,3	250	351	147	70,48%	29,52%	7 - 40	CUMPLE
100	0,0059	0,15	120	471	27	94,58%	5,42%	3 - 20	CUMPLE
200	0,0029	0,076	15	486	12	97,59%	2,41%	2 - 10	CUMPLE
FONDO			12	498	0	100,00%	0,00%		
PESO DESPUES DEL TAMIZADO (gr)			498						
ERROR (PDM-PDT)/PDM*100			0,40%						

Figura 38. Curva Granulométrica -M2LV



Fuente. Elaboración propia

MODULO DE FINURA	
Σ% Retenido Acumulado	194,58%
Modulo de Finura (MF)	1,95%

DEFICIENTE

CONTENIDO DE FINOS	
Nº 200 (0,076 mm)	2,410%

EXCELENTE

7.8 Anexo 8: Ensayo de Granulometría – Concesión La Viña M3LV



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

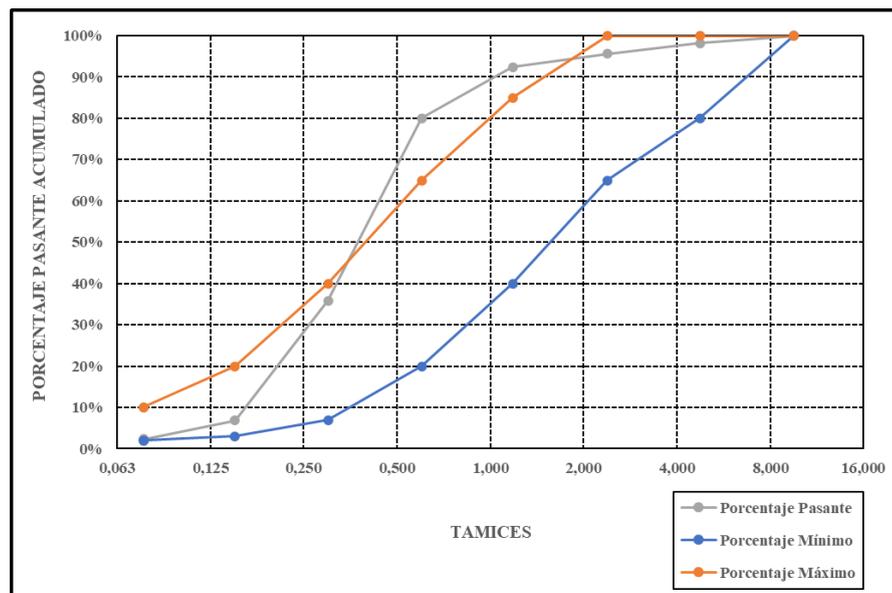


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA ARENA

PROYECTO:	VERIFICACIÓN DE LA IDONEIDAD DEL ÁRIDO NATURAL DEL RÍO JUBONES PARA BLOQUES DE HORMIGÓN UTILIZADAS EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL.		
SOLICITADO:	SANDRA CARVAJAL BERMEO DANIELA RODRIGUEZ MARTINEZ		
UBICACIÓN:	AV. PANAMERICANA VIA LA PRIMAVERA, MACHALA, ECUADOR		
CALICATA:	C-2	MUESTRA:	M-3
CONCESION:	LA VIÑA	COORDENADAS DE UBICACION	NORTE 9640019 ESTE 624949
DIRECCION:	AV. LA PRIMAVERA		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL ÁRIDO FINO									
PESO DE LA MUESTRA (gr):			500						
TAMIZ			CANTIDAD RETENIDA PARCIAL	CANTIDAD RETENIDA ACUMULADA	CANTIDAD QUE PASA ACUMULADA	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PASANTE ACUMULADO	% QUE PASA ASIM C33	OBSERVACIÓN:
Nº	Pulg.	mm							
	3/8	9,5	0	0	499	0,00%	100,00%	100	CUMPLE
4	0,187	4,75	9,2	9,2	489,8	1,84%	98,16%	80 - 100	CUMPLE
8	0,0937	2,38	12,8	22	477	4,41%	95,59%	65 - 100	CUMPLE
16	0,0469	1,19	15,9	37,9	461,1	7,60%	92,40%	40 - 85	NO CUMPLE
30	0,0234	0,6	61,6	99,5	399,5	19,94%	80,06%	20 - 65	NO CUMPLE
50	0,0117	0,3	220,6	320,1	178,9	64,15%	35,85%	7 - 40	CUMPLE
100	0,0059	0,15	144,5	464,6	34,4	93,11%	6,89%	3 - 20	CUMPLE
200	0,0029	0,076	22,8	487,4	11,6	97,68%	2,32%	2 - 10	CUMPLE
FONDO			11,6	499	0	100,00%	0,00%		
PESO DESPUES DEL TAMIZADO (gr)			499						
ERROR (PDM-PDT)/PDM*100			0,20%						

Figura 39. Curva Granulométrica -M3LV



Fuente. Elaboración propia

MODULO DE FINURA	
Σ% Retenido Acumulado	191,04%
Modulo de Finura (MF)	1,91%

DEFICIENTE

CONTENIDO DE FINOS	
Nº 200 (0,076 mm)	2,325%

EXCELENTE

7.9 Anexo 9: Ensayo de Granulometría – Concesión La Viña M4LV



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

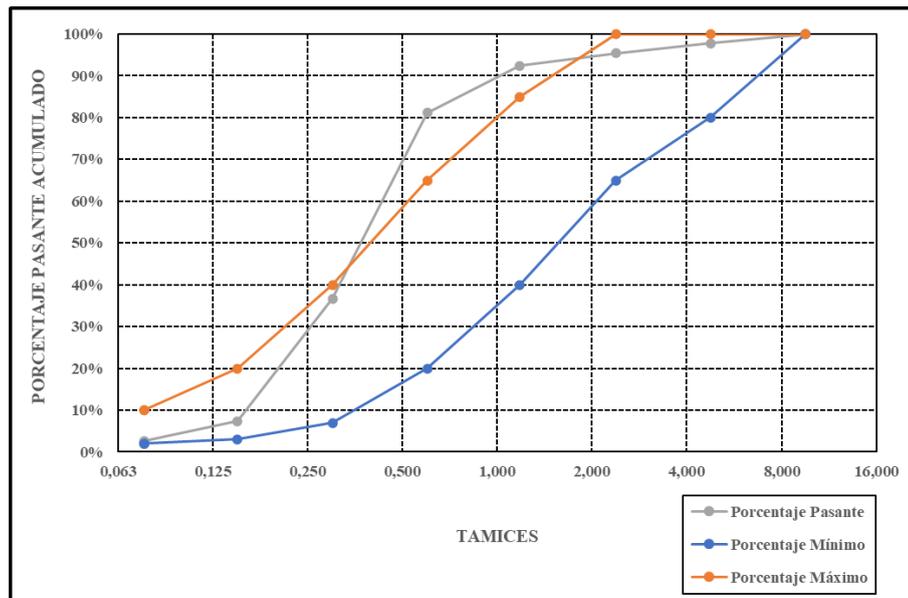


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA ARENA

PROYECTO:	VERIFICACIÓN DE LA IDONEIDAD DEL ÁRIDO NATURAL DEL RÍO JUBONES PARA BLOQUES DE HORMIGÓN UTILIZADAS EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL.		
SOLICITADO:	SANDRA CARVAJAL BERMEO DANIELA RODRIGUEZ MARTINEZ		
UBICACIÓN:	AV. PANAMERICANA VIA LA PRIMAVERA, MACHALA, ECUADOR		
CALICATA:	C-2	MUESTRA:	M-4
CONCESION:	LA VIÑA	COORDENADAS DE	NORTE 9640019
DIRECCION:	AV. LA PRIMAVERA	UBICACION	ESTE 624949

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL ÁRIDO FINO									
PESO DE LA MUESTRA (gr):			500						
TAMIZ			CANTIDAD REIENIDA PARCIAL	CANTIDAD REIENIDA ACUMULADA	CANTIDAD QUE PASA ACUMULADA	PORCENTAJE REIENIDO ACUMULADO	PASANTE ACUMULADO	% QUE PASA ASTM C33	OBSERVACIÓN:
Nº	Pulg.	mm							
	3/8	9,5	0	0	499	0,00%	100,00%	100	CUMPLE
4	0,187	4,75	11	11	488	2,20%	97,80%	80 - 100	CUMPLE
8	0,0937	2,38	12	23	476	4,61%	95,39%	65 - 100	CUMPLE
16	0,0469	1,19	15	38	461	7,62%	92,38%	40 - 85	NO CUMPLE
30	0,0234	0,6	56	94	405	18,84%	81,16%	20 - 65	NO CUMPLE
50	0,0117	0,3	222	316	183	63,33%	36,67%	7 - 40	CUMPLE
100	0,0059	0,15	146	462	37	92,59%	7,41%	3 - 20	CUMPLE
200	0,0029	0,076	24	486	13	97,39%	2,61%	2 - 10	CUMPLE
FONDO			13	499	0	100,00%	0,00%		
PESO DESPUES DEL TAMIZADO (gr)			499						
ERROR (PDM-PDT)/PDM*100			0,20%						

Figura 40. Curva Granulométrica -M4LV



Fuente. Elaboración propia

MODULO DE FINURA	
Σ% Retenido Acumulado	189,18%
Modulo de Finura (MF)	1,89%

DEFICIENTE

CONTENIDO DE FINOS	
N° 200 (0,076 mm)	2,605%

EXCELENTE

7.10 Anexo 10: Ensayo de Granulometría – Concesión La Viña M5LV



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

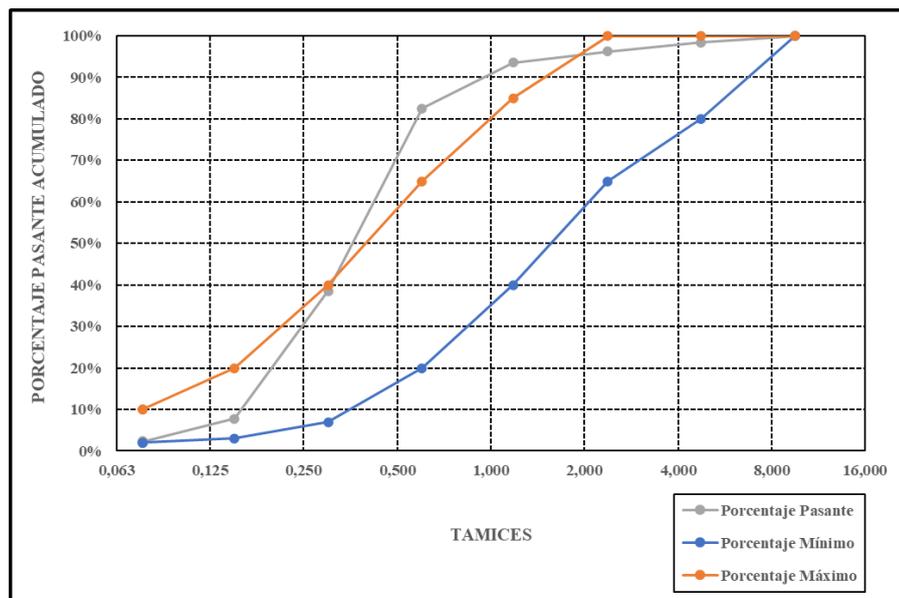


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA ARENA

PROYECTO:	VERIFICACIÓN DE LA IDONEIDAD DEL ÁRIDO NATURAL DEL RÍO JUBONES PARA BLOQUES DE HORMIGÓN UTILIZADAS EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL.		
SOLICITADO:	SANDRA CARVAJAL BERMEO DANIELA RODRIGUEZ MARTINEZ		
UBICACIÓN:	AV. PANAMERICANA VIA LA PRIMAVERA, MACHALA, ECUADOR		
CALICATA:	C-2	MUESTRA:	M-5
CONCESION:	LA VIÑA	COORDENADAS DE UBICACION	NORTE 9640019 ESTE 624949
DIRECCION:	A.V. LA PRIMAVERA		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL ÁRIDO FINO									
PESO DE LA MUESTRA (gr):			500						
TAMIZ			CANTIDAD REIENIDA PARCIAL	CANTIDAD REIENIDA ACUMULADA	CANTIDAD QUE PASA ACUMULADA	PORCENTAJE REIENIDO ACUMULADO	PASANTE ACUMULADO	% QUE PASA ASTM C33	OBSERVACIÓN:
N°	Pulg.	mm							
	3/8	9,5	0	0	499,6	0,00%	100,00%	100	CUMPLE
4	0,187	4,75	7,8	7,8	491,8	1,56%	98,44%	80 - 100	CUMPLE
8	0,0937	2,38	10,9	18,7	480,9	3,74%	96,26%	65 - 100	CUMPLE
16	0,0469	1,19	13,7	32,4	467,2	6,49%	93,51%	40 - 85	NO CUMPLE
30	0,0234	0,6	55,2	87,6	412	17,53%	82,47%	20 - 65	NO CUMPLE
50	0,0117	0,3	219,3	306,9	192,7	61,43%	38,57%	7 - 40	CUMPLE
100	0,0059	0,15	153,7	460,6	39	92,19%	7,81%	3 - 20	CUMPLE
200	0,0029	0,076	27,6	488,2	11,4	97,72%	2,28%	2 - 10	CUMPLE
FONDO			11,4	499,6	0	100,00%	0,00%		
PESO DESPUES DEL TAMIZADO (gr)			499,6						
ERROR (PDM-PDT)/PDM*100			0,08%						

Figura 41. Curva Granulométrica -M5LV



Fuente. Elaboración propia

MODULO DE FINURA	
∑% Retenido Acumulado	182,95%
Modulo de Finura (MF)	1,83%

DEFICIENTE

CONTENIDO DE FINOS	
Nº 200 (0,076 mm)	2,282%

EXCELENTE

7.11 Anexo 11: Ensayo de Resistencia a la compresión – Concesión Lorena

Tabla 45. Ensayo de Resistencia a la compresión – Concesión Lorena

CANTERA LORENA										
Muestras	Peso (kg)	Dimensiones			Área (cm ²)	Volumen (cm ³)	Rotura (kN)	kg/cm ²	Mpa	Observación
Bloque Hueco 1	13,56	39,80	14,70	20,00	585,06	11431,20	120,00	20,51	2,09	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 2	12,65	39,70	14,90	20,00	591,53	11560,60	90,30	15,27	1,56	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 3	12,81	39,80	14,90	20,00	593,02	11590,40	88,60	14,94	1,52	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 4	12,42	39,70	14,80	20,00	587,56	11481,20	75,20	12,80	1,31	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 5	12,40	39,80	14,80	20,00	589,04	11510,80	53,80	9,13	0,93	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 6	13,20	39,70	14,70	20,00	583,59	11401,80	110,70	18,97	1,93	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 7	12,58	39,90	14,80	20,00	590,52	11540,40	80,10	13,56	1,38	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 8	13,51	39,70	14,90	20,00	591,53	11560,60	85,60	14,47	1,48	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 9	13,32	39,80	14,90	20,00	593,02	11590,40	95,00	16,02	1,63	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 10	13,49	39,70	14,70	20,00	583,59	11401,80	101,80	17,44	1,78	NO ACEPTABLE

Fuente. Elaboración propia

7.12 Anexo 12: Ensayo de Resistencia a la compresión – Concesión La Viña

Tabla 46. Ensayo de Resistencia a la compresión – Concesión La Viña

CANTERA LA VIÑA										
Muestras	Peso (kg)	Dimensiones			Área (cm ²)	Volumen (cm ³)	Rotura (kN)	kg/cm ²	Mpa	Observación
Bloque Hueco 1	14,12	39,80	14,90	20,00	593,02	11590,40	126,90	21,40	2,18	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 2	14,26	39,90	14,90	20,00	594,51	11620,20	105,60	17,76	1,81	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 3	13,97	39,80	14,80	20,00	589,04	11510,80	101,10	17,16	1,75	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 4	14,15	39,90	14,90	20,00	594,51	11620,20	97,80	16,45	1,68	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 5	13,85	39,70	14,70	20,00	583,59	11401,80	88,80	15,22	1,55	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 6	14,04	39,80	14,90	20,00	593,02	11590,40	102,80	17,33	1,77	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 7	13,95	39,80	14,80	20,00	589,04	11510,80	153,40	26,04	2,66	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 8	14,10	39,80	14,90	20,00	593,02	11590,40	116,80	19,70	2,01	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 9	13,84	39,70	14,70	20,00	583,59	11401,80	99,00	16,96	1,73	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 10	14,05	39,80	14,90	20,00	593,02	11590,40	118,90	20,05	2,05	NO ACEPTABLE

Fuente. Elaboración propia

7.13 Anexo 13: Ensayo de Resistencia a la compresión – Bloquera

Tabla 47. Ensayo de Resistencia a la compresión – Bloquera

BLOQUERA										
Muestras	Peso (kg)	Dimensiones			Área (cm ²)	Volumen (cm ³)	Rotura (kN)	kg/cm ²	Mpa	Observación
Bloque Hueco 1	7,92	39,80	14,50	20,00	577,10	11272,00	56,40	9,77	1,00	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 2	8,09	39,90	14,70	20,00	586,53	11460,60	47,70	8,13	0,83	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 3	7,72	39,60	14,70	20,00	582,12	11372,40	44,20	7,59	0,77	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 4	7,67	39,70	14,60	20,00	579,62	11322,40	37,80	6,52	0,67	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 5	7,62	39,80	14,60	20,00	581,08	11351,60	37,20	6,40	0,65	NO ACEPTABLE

Fuente. Elaboración propia

7.14 Anexo 14: Ensayo de Absorción de agua – Concesión Lorena

Tabla 48. Ensayo de Absorción de agua a las 24 horas – Concesión Lorena

Muestras	Peso Seco (kg)	Dimensiones				Área (cm ²)	Volumen (cm ³)	Peso Superficialmente Seco (kg)	Densidad (kg/cm ³)	Absorción	Observación
Cantera Lorena											
Bloque Macizo 1	9,95	39,70	6,90	20,00	273,93	5478,60	10,4	0,00190	4,52%	NO ACEPTABLE	
Bloque Macizo 2	10,19	39,70	6,80	20,00	269,96	5399,20	10,43	0,00193	2,36%	REGULAR	
Bloque Macizo 3	10,13	39,70	6,80	20,00	269,96	5399,20	10,54	0,00195	4,05%	NO ACEPTABLE	
Bloque Macizo 4	10,20	39,70	6,70	20,00	265,99	5319,80	10,44	0,00196	2,35%	REGULAR	
Bloque Macizo 5	10,09	39,70	6,70	20,00	265,99	5319,80	10,43	0,00196	3,37%	DEFICIENTE	
Bloque Macizo 6	10,09	39,70	6,70	20,00	265,99	5319,80	10,35	0,00195	2,58%	REGULAR	
Bloque Macizo 7	10,97	39,90	6,90	20,00	275,31	5506,20	11,38	0,00207	3,74%	DEFICIENTE	

Fuente. Elaboración propia

Tabla 49. Ensayo de Absorción de agua a las 48 horas – Concesión Lorena

Muestras	Peso Seco (kg)	Dimensiones				Área (cm ²)	Volumen (cm ³)	Peso Superficialmente Seco (kg)	Densidad (kg/cm ³)	Absorción	Observación
Cantera Lorena											
Bloque Macizo 1	10,4	39,70	6,90	20,00	273,93	5478,60	10,41	0,00190	0,10%	EXCELENTE	
Bloque Macizo 2	10,43	39,70	6,80	20,00	269,96	5399,20	10,44	0,00193	0,10%	EXCELENTE	
Bloque Macizo 3	10,54	39,70	6,80	20,00	269,96	5399,20	10,54	0,00195	0,00%	EXCELENTE	
Bloque Macizo 4	10,44	39,70	6,70	20,00	265,99	5319,80	10,67	0,00201	2,20%	REGULAR	
Bloque Macizo 5	10,43	39,70	6,70	20,00	265,99	5319,80	10,43	0,00196	0,00%	EXCELENTE	
Bloque Macizo 6	10,35	39,70	6,70	20,00	265,99	5319,80	10,35	0,00195	0,00%	EXCELENTE	
Bloque Macizo 7	11,38	39,90	6,90	20,00	275,31	5506,20	11,39	0,00207	0,09%	EXCELENTE	

Fuente. Elaboración propia

Tabla 50. Ensayo de Absorción de agua a las 72 horas – Concesión Lorena

Muestras	Peso Seco (kg)	Dimensiones				Área (cm ²)	Volumen (cm ³)	Peso Superficialmente Seco (kg)	Densidad (kg/cm ³)	Absorción	Observación
Cantera Lorena											
Bloque Macizo 1	10,41	39,70	6,90	20,00	273,93	5478,60	10,46	0,00191	0,48%	EXCELENTE	
Bloque Macizo 2	10,44	39,70	6,80	20,00	269,96	5399,20	10,45	0,00194	0,10%	EXCELENTE	
Bloque Macizo 3	10,54	39,70	6,80	20,00	269,96	5399,20	10,54	0,00195	0,00%	EXCELENTE	
Bloque Macizo 4	10,67	39,70	6,70	20,00	265,99	5319,80	10,68	0,00201	0,09%	EXCELENTE	
Bloque Macizo 5	10,43	39,70	6,70	20,00	265,99	5319,80	10,44	0,00196	0,10%	EXCELENTE	
Bloque Macizo 6	10,35	39,70	6,70	20,00	265,99	5319,80	10,37	0,00195	0,19%	EXCELENTE	
Bloque Macizo 7	11,39	39,90	6,90	20,00	275,31	5506,20	11,4	0,00207	0,09%	EXCELENTE	

Fuente. Elaboración propia

Tabla 51. Ensayo de Absorción de agua a las 144 horas – Concesión Lorena

Muestras	Peso Seco (kg)	Dimensiones				Área (cm ²)	Volumen (cm ³)	Peso Superficialmente Seco (kg)	Densidad (kg/cm ³)	Absorción	Observación
Cantera Lorena											
Bloque Macizo 1	10,46	39,70	6,90	20,00	273,93	5478,60	10,5	0,00192	0,38%	EXCELENTE	
Bloque Macizo 2	10,45	39,70	6,80	20,00	269,96	5399,20	10,49	0,00194	0,38%	EXCELENTE	
Bloque Macizo 3	10,54	39,70	6,80	20,00	269,96	5399,20	10,57	0,00196	0,28%	EXCELENTE	
Bloque Macizo 4	10,68	39,70	6,70	20,00	265,99	5319,80	10,7	0,00201	0,19%	EXCELENTE	
Bloque Macizo 5	10,44	39,70	6,70	20,00	265,99	5319,80	10,45	0,00196	0,10%	EXCELENTE	
Bloque Macizo 6	10,37	39,70	6,70	20,00	265,99	5319,80	10,38	0,00195	0,10%	EXCELENTE	
Bloque Macizo 7	11,4	39,90	6,90	20,00	275,31	5506,20	11,41	0,00207	0,09%	EXCELENTE	

Fuente. Elaboración propia

7.15 Anexo 15: Ensayo de Absorción de agua – Concesión La Viña

Tabla 52. Ensayo de Absorción de agua a las 24 horas – Concesión La Viña

Muestras	Peso Seco (kg)	Dimensiones				Área (cm ²)	Volumen (cm ³)	Peso Superficialmente Seco (kg)	Densidad (kg/cm ³)	Absorción	Observación
Cantera La Viña											
Bloque Macizo 1	10,46	39,70	6,90	20,00	273,93	5478,60	10,75	0,00196	2,77%	REGULAR	
Bloque Macizo 2	10,5	39,80	6,80	20,00	270,64	5412,80	10,85	0,00200	3,33%	DEFICIENTE	
Bloque Macizo 3	10,5	39,80	6,80	20,00	270,64	5412,80	10,89	0,00201	3,71%	DEFICIENTE	
Bloque Macizo 4	10,66	39,80	6,80	20,00	270,64	5412,80	10,97	0,00203	2,91%	REGULAR	
Bloque Macizo 5	10,47	39,70	6,70	20,00	265,99	5319,80	10,72	0,00202	2,39%	REGULAR	

Fuente. Elaboración propia

Tabla 53. Ensayo de Absorción de agua a las 48 horas – Concesión La Viña

Muestras	Peso Seco (kg)	Dimensiones				Área (cm ²)	Volumen (cm ³)	Peso Superficialmente Seco (kg)	Densidad (kg/cm ³)	Absorción	Observación
Cantera La Viña											
Bloque Macizo 1	10,75	39,70	6,90	20,00	273,93	5478,60	10,76	0,00196	0,09%	EXCELENTE	
Bloque Macizo 2	10,85	39,80	6,80	20,00	270,64	5412,80	10,86	0,00201	0,09%	EXCELENTE	
Bloque Macizo 3	10,89	39,80	6,80	20,00	270,64	5412,80	10,89	0,00201	0,00%	EXCELENTE	
Bloque Macizo 4	10,97	39,80	6,80	20,00	270,64	5412,80	10,99	0,00203	0,18%	EXCELENTE	
Bloque Macizo 5	10,72	39,70	6,70	20,00	265,99	5319,80	10,74	0,00202	0,19%	EXCELENTE	

Fuente. Elaboración propia

Tabla 54. Ensayo de Absorción de agua a las 72 horas – Concesión La Viña

Muestras	Peso Seco (kg)	Dimensiones				Área (cm ²)	Volumen (cm ³)	Peso Superficialmente Seco (kg)	Densidad (kg/cm ³)	Absorción	Observación
Cantera La Viña											
Bloque Macizo 1	10,76	39,70	6,90	20,00	273,93	5478,60	10,77	0,00197	0,09%	EXCELENTE	
Bloque Macizo 2	10,86	39,80	6,80	20,00	270,64	5412,80	10,86	0,00201	0,00%	EXCELENTE	
Bloque Macizo 3	10,89	39,80	6,80	20,00	270,64	5412,80	10,89	0,00201	0,00%	EXCELENTE	
Bloque Macizo 4	10,99	39,80	6,80	20,00	270,64	5412,80	10,99	0,00203	0,00%	EXCELENTE	
Bloque Macizo 5	10,74	39,70	6,70	20,00	265,99	5319,80	10,75	0,00202	0,09%	EXCELENTE	

Fuente. Elaboración propia

Tabla 55. Ensayo de Absorción de agua a las 144 horas – Concesión La Viña

Muestras	Peso Seco (kg)	Dimensiones				Área (cm ²)	Volumen (cm ³)	Peso Superficialmente Seco (kg)	Densidad (kg/cm ³)	Absorción	Observación
Cantera La Viña											
Bloque Macizo 1	10,77	39,70	6,90	20,00	273,93	5478,60	10,79	0,00197	0,19%	EXCELENTE	
Bloque Macizo 2	10,86	39,80	6,80	20,00	270,64	5412,80	10,88	0,00201	0,18%	EXCELENTE	
Bloque Macizo 3	10,89	39,80	6,80	20,00	270,64	5412,80	10,91	0,00202	0,18%	EXCELENTE	
Bloque Macizo 4	10,99	39,80	6,80	20,00	270,64	5412,80	11,00	0,00203	0,09%	EXCELENTE	
Bloque Macizo 5	10,75	39,70	6,70	20,00	265,99	5319,80	10,76	0,00202	0,09%	EXCELENTE	

Fuente. Elaboración propia

7.16 Anexo 16: Ensayo de Absorción de agua – Bloquera

Tabla 56. Ensayo de Absorción de agua a las 24 horas – Bloquera

Muestras	Peso Seco (kg)	Dimensiones				Área (cm ²)	Volumen (cm ³)	Peso Superficialmente Seco (kg)	Densidad (kg/cm ³)	Absorción	Observación
Bloquera											
Bloque Macizo 1	6,95	39,70	6,80	20,00	269,96	5399,20	7,25	0,00134	4,32%	NO ACEPTABLE	
Bloque Macizo 2	6,97	39,70	6,90	20,00	273,93	5478,60	7,26	0,00133	4,16%	NO ACEPTABLE	
Bloque Macizo 3	6,91	39,70	6,70	20,00	265,99	5319,80	7,24	0,00136	4,78%	NO ACEPTABLE	

Fuente. Elaboración propia

Tabla 57. Ensayo de Absorción de agua a las 48 horas – Bloquera

Muestras	Peso Seco (kg)	Dimensiones				Área (cm ²)	Volumen (cm ³)	Peso Superficialmente Seco (kg)	Densidad (kg/cm ³)	Absorción	Observación
Bloquera											
Bloque Macizo 1	7,25	39,70	6,80	20,00	269,96	5399,20	7,26	0,00134	0,14%	EXCELENTE	
Bloque Macizo 2	7,26	39,70	6,90	20,00	273,93	5478,60	7,28	0,00133	0,28%	EXCELENTE	
Bloque Macizo 3	7,24	39,70	6,70	20,00	265,99	5319,80	7,26	0,00136	0,28%	EXCELENTE	

Fuente. Elaboración propia

Tabla 58. Ensayo de Absorción de agua a las 72 horas – Bloquera

Muestras	Peso Seco (kg)	Dimensiones				Área (cm ²)	Volumen (cm ³)	Peso Superficialmente Seco (kg)	Densidad (kg/cm ³)	Absorción	Observación
Bloquera											
Bloque Macizo 1	7,26	39,70	6,80	20,00	269,96	5399,20	7,28	0,00135	0,28%	EXCELENTE	
Bloque Macizo 2	7,28	39,70	6,90	20,00	273,93	5478,60	7,29	0,00133	0,14%	EXCELENTE	
Bloque Macizo 3	7,26	39,70	6,70	20,00	265,99	5319,80	7,28	0,00137	0,28%	EXCELENTE	

Fuente. Elaboración propia

Tabla 59. Ensayo de Absorción de agua a las 144 horas – Bloquera

Muestras	Peso Seco (kg)	Dimensiones			Área (cm ²)	Volumen (cm ³)	Peso Superficialmente Seco (kg)	Densidad (kg/cm ³)	Absorción	Observación	
							(144 horas)				
Bloquera											
Bloque Macizo 1	7,28	39,70	6,80	20,00	585,06	269,96	5399,20	7,32	0,00136	0,55%	EXCELENTE
Bloque Macizo 2	7,29	39,70	6,90	20,00	273,93		5478,60	7,33	0,00134	0,55%	EXCELENTE
Bloque Macizo 3	7,28	39,70	6,70	20,00	265,99		5319,80	7,31	0,00137	0,41%	EXCELENTE

Fuente. Elaboración propia

7.17 Anexo 17: Ensayo de Densidad del árido – Concesión Lorena

Tabla 60. Ensayo de Densidad del árido – Concesión Lorena

CANTERA LORENA										
Muestras	Peso (kg)	Dimensiones			Área (cm ²)	Volumen (cm ³)	Densidad (kg/cm ³)	Densidad (kg/m ³)	Observación	
Bloque Hueco 1	13,56	39,80	14,70	20,00	585,06	11611,20	0,00117	LIVIANO	1167,84	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 2	12,65	39,70	14,90	20,00	591,53	11740,60	0,00108	LIVIANO	1077,46	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 3	12,81	39,80	14,90	20,00	593,02	11770,40	0,00109	LIVIANO	1088,32	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 4	12,42	39,70	14,80	20,00	587,56	11661,20	0,00107	LIVIANO	1065,07	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 5	12,40	39,80	14,80	20,00	589,04	11690,80	0,00106	LIVIANO	1060,66	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 6	13,20	39,70	14,70	20,00	583,59	11581,80	0,00114	LIVIANO	1139,72	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 7	12,58	39,90	14,80	20,00	590,52	11720,40	0,00107	LIVIANO	1073,34	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 8	13,51	39,70	14,90	20,00	591,53	11740,60	0,00115	LIVIANO	1150,71	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 9	13,32	39,80	14,90	20,00	593,02	11770,40	0,00113	LIVIANO	1131,65	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 10	13,49	39,70	14,70	20,00	583,59	11581,80	0,00116	LIVIANO	1164,76	NO ACEPTABLE

Fuente. Elaboración propia

7.18 Anexo 18: Ensayo de Densidad del árido – Concesión La Viña

Tabla 61. Ensayo de Densidad del árido – Concesión La Viña

CANTERA LA VIÑA										
Muestras	Peso (kg)	Dimensiones			Área (cm ²)	Volumen (cm ³)	Densidad (kg/cm ³)	Densidad (kg/m ³)	Observación	
Bloque Hueco 1	14,12	39,80	14,90	20,00	593,02	11590,40	0,00122	LIVIANO	1218,25	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 2	14,26	39,90	14,90	20,00	594,51	11620,20	0,00123	LIVIANO	1227,17	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 3	13,97	39,80	14,80	20,00	589,04	11510,80	0,00121	LIVIANO	1213,64	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 4	14,15	39,90	14,90	20,00	594,51	11620,20	0,00122	LIVIANO	1217,71	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 5	13,85	39,70	14,70	20,00	583,59	11401,80	0,00121	LIVIANO	1214,72	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 6	14,04	39,80	14,90	20,00	593,02	11590,40	0,00121	LIVIANO	1211,35	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 7	13,95	39,80	14,80	20,00	589,04	11510,80	0,00121	LIVIANO	1211,91	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 8	14,10	39,80	14,90	20,00	593,02	11590,40	0,00122	LIVIANO	1216,52	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 9	13,84	39,70	14,70	20,00	583,59	11401,80	0,00121	LIVIANO	1213,84	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 10	14,05	39,80	14,90	20,00	593,02	11590,40	0,00121	LIVIANO	1212,21	NO ACEPTABLE

Fuente. Elaboración propia

7.19 Anexo 19: Ensayo de Densidad del árido – Bloquera

Tabla 62. Ensayo de Densidad del árido – Bloquera

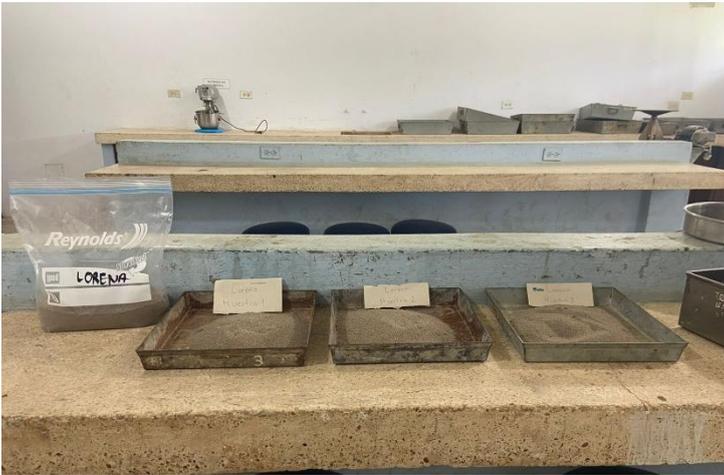
BLOQUERA										
Muestras	Peso (kg)	Dimensiones			Área (cm ²)	Volumen (cm ³)	Densidad (kg/cm ³)	Densidad (kg/m ³)	Observación	
Bloque Hueco 1	8,09	39,90	14,70	20,00	586,53	11460,60	0,00071	LIVIANO	705,90	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 2	7,92	39,80	14,50	20,00	577,10	11272,00	0,00070	LIVIANO	702,63	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 3	7,72	39,60	14,70	20,00	582,12	11372,40	0,00068	LIVIANO	678,84	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 4	7,67	39,70	14,60	20,00	579,62	11322,40	0,00068	LIVIANO	677,42	NO ACEPTABLE
Bloque Hueco 5	7,62	39,80	14,60	20,00	581,08	11351,60	0,00067	LIVIANO	671,27	NO ACEPTABLE

Fuente. Elaboración propia

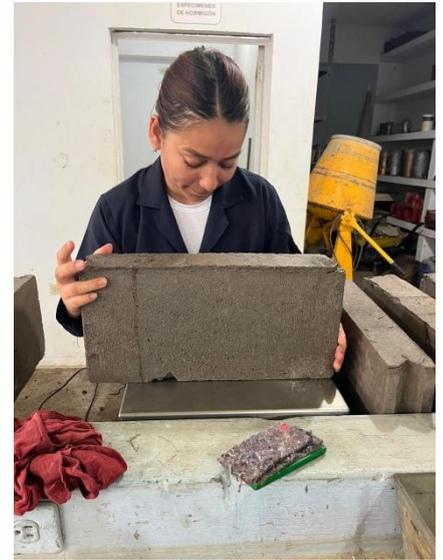
7.20 Anexo 20: Extracción del árido fino en las concesiones



7.21 Anexo 21: Análisis de muestras en el laboratorio (ensayo de granulometría)



7.22 Anexo 22: Análisis de muestras en el laboratorio (resistencia a la compresión)



7.23 Anexo 23: Análisis de muestras en el laboratorio (absorción de agua)

