



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS MECÁNICO DE LA ARENA DE MAR DE BAJO ALTO PARA
SU USO EN LA CONSTRUCCIÓN

ALEJANDRO HERRERA JEFFERSON XAVIER
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2023



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS MECÁNICO DE LA ARENA DE MAR DE BAJO ALTO
PARA SU USO EN LA CONSTRUCCIÓN

ALEJANDRO HERRERA JEFFERSON XAVIER
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2023



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

ANÁLISIS MECÁNICO DE LA ARENA DE MAR DE BAJO ALTO PARA SU USO EN
LA CONSTRUCCIÓN

ALEJANDRO HERRERA JEFFERSON XAVIER
INGENIERO CIVIL

CABRERA GORDILLO JORGE PAUL

MACHALA, 27 DE FEBRERO DE 2023

MACHALA
27 de febrero de 2023

XAVIER ALEJANDRO

por Xavier Alejandro

Fecha de entrega: 22-feb-2023 12:20p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2020546130

Nombre del archivo: XAVIER_ALEJANDRO.docx (51.75K)

Total de palabras: 3100

Total de caracteres: 15254

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

El que suscribe, ALEJANDRO HERRERA JEFFERSON XAVIER, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado ANÁLISIS MECÁNICO DE LA ARENA DE MAR DE BAJO ALTO PARA SU USO EN LA CONSTRUCCIÓN, otorga 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 tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

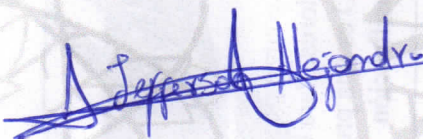
El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

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.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume 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.

Machala, 27 de febrero de 2023



ALEJANDRO HERRERA JEFFERSON XAVIER
0705505709

XAVIER ALEJANDRO

por Xavier Alejandro

Fecha de entrega: 22-feb-2023 12:20p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2020546130

Nombre del archivo: XAVIER_ALEJANDRO.docx (51.75K)

Total de palabras: 3100

Total de caracteres: 15254

XAVIER ALEJANDRO

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	ia802906.us.archive.org Fuente de Internet	1%
2	www.doccity.com Fuente de Internet	1%
3	J. I. Escalante-García, A. Navarro, L. Y. Gómez-Zamorano. "Caracterización de morteros de cemento portland substituido por metacaolín de baja pureza", Revista ALCONPAT, 2011 Publicación	1%
4	fr.slideshare.net Fuente de Internet	<1%
5	www2.mapfre.com Fuente de Internet	<1%
6	www.science.gov Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	sechaging-madrid2013.org Fuente de Internet	<1%

9	www.ehowenespanol.com Fuente de Internet	<1 %
10	de.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
11	Juan Cosa Martínez. "Utilización de mezclas de residuos para la obtención de cementos de activación alcalina: aplicación en morteros y suelos estabilizados", Universitat Politecnica de Valencia, 2022 Publicación	<1 %
12	www.petroecuador-ninth-round.com Fuente de Internet	<1 %
13	www.studocu.com Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

DEDICATORIA

Este trabajo se lo quiero dedicar en primer lugar a Dios por mantenerme con vida y salud durante todo este tiempo, para así culminar mi etapa universitaria y convertirme en profesional.

A mi familia que siempre creyó en mis capacidades y me apoyaron siempre, pero sin duda a la persona que más se lo dedico es a mi señora madre MARITZA HERRERA porque siempre me impulsaba a seguir adelante y a no rendirme cuando muchas veces las cosas no me salían como yo quería, ella es sin duda mi fortaleza en todo momento y mi gran consejera.

AGRADECIMIENTO

Me siento agradecido con los colaboradores del laboratorio de suelos de la facultad porque siempre me brindaron las facilidades para desarrollar mi proyecto e incluso me dieron apertura hasta tarde para seguir con mis ensayos ya que en ocasiones por mi trabajo no podía llegar temprano al laboratorio.

También deseo expresar mi gratitud a los docentes que me formaron a lo largo de mi carrera, transmitiendo todo su conocimiento y experiencia para tener unas buenas bases y poder ejercer de la mejor manera mi profesión.

RESUMEN

El presente proyecto consiste en el análisis mecánico de la arena de mar para su uso en la construcción, verificando su efecto al momento de usarla en la elaboración de morteros.

Para ello se tomaron muestras de la playa Bajo Alto ubicada en el cantón El Guabo, las cuales fueron sometidas a ensayos de granulometría, peso volumétrico suelto, densidades y porcentaje de absorción, impurezas orgánicas y contenido de humedad tanto para la arena de mar lavada como para la arena de mar sin lavar. Al no existir una normativa dedicada a ensayos para la arena de mar, se procedió a trabajarla usando la norma NTE INEN correspondiente a cada ensayo y para la elaboración de morteros la NTE INEN-2518.

Al culminar los respectivos ensayos de la arena de mar, se procedió a la elaboración de diferentes muestras de morteros con relación A/C de 0.5 y 0.25 para finalmente realizar el ensayo de resistencia a la compresión a los 7 y 14 días de curado para así obtener las distintas resistencias de nuestros elementos y determinar si esta arena es apta o no para su implementación en elementos estructurales.

PALABRAS CLAVES:

Ensayos, morteros, norma, curado, resistencia a la compresión.

ABSTRACT

The present project consists of the mechanical analysis of sea sand for its use in construction, verifying its effect at the moment of using it in the elaboration of mortars. For this, samples were taken from the Bajo Alto beach located in the canton of El Guabo, which were subjected to tests of granulometry, loose volumetric weight, densities and percentage of absorption, organic impurities and moisture content for both washed and unwashed sea sand. Since there is no standard dedicated to testing sea sand, we proceeded to work with it using the NTE INEN standard corresponding to each test, and for the production of mortars, NTE INEN-2518.

Once the respective sea sand tests were completed, we proceeded to the elaboration of different samples of mortars with an A/C ratio of 0.5 and 0.25 to finally carry out the compressive strength test at 7 and 14 days of curing in order to obtain the different strengths of our elements and determine if this sand is suitable or not for its implementation in structural elements.

KEYWORDS:

Trials, mortars, standard, curing, compressive strength.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
RESUMEN	5
ABSTRACT.....	6
INTRODUCCIÓN	10
1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA	11
1.1 Definición y contextualización del objeto de estudio	11
1.2 Objetivos	11
1.2.1 Objetivo General.....	11
1.2.2 Objetivos Específicos	11
1.3 Justificación e importancia del proyecto técnico	12
1.4 Ubicación.....	12
2. DESARROLLO.....	13
2.1 Fundamentación teórica	13
2.1.1 Mortero	13
2.1.1.1 Mortero arena - cemento.....	13
2.1.1.2 Propiedades del mortero	13
2.1.2 Arena de mar.....	14
2.1.3 Cemento.....	14
2.1.4 Agua.....	15
2.2 Proceso Metodológico	15
2.2.1. Peso Volumétrico suelto para agregado fino.	16
2.2.2. Densidades y Porcentaje de Absorción para agregado fino.....	16
2.2.3. Análisis granulométrico para agregado fino	17
2.2.4. Impurezas orgánicas	17
2.2.5. Contenido de humedad	18
2.2.6. Densidad del cemento.....	18
3. RESULTADOS	20
3.1 Resultados de agregado fino	20
3.2 Resultado del cemento	20
4. CONCLUSIONES.....	23
5. RECOMENDACIONES	24
6. BIBLIOGRAFÍA.....	25
7. ANEXOS.....	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Playa Bajo Alto.....	12
Figura 2. Cemento Guapan Tipo GU.....	14

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Lista de ensayos aplicados a los materiales.....	15
Tabla 2. Cuadro de resultados de propiedades del agregado fino	20
Tabla 3. Cuadro de resultado de la densidad del cemento.....	20
Tabla 4. Resultados de resistencia de los morteros a los 7 días de fraguado con relación A/C: 0.5	21
Tabla 5. Resultados de resistencia de los morteros a los 7 días de fraguado con relación A/C: 0.25	21
Tabla 6. Resultados de resistencia de los morteros a los 14 días de fraguado con relación A/C: 0.5.....	22
Tabla 7. Resultados de resistencia de los morteros a los 14 días de fraguado con relación A/C: 0.25.....	22
Tabla 8. Peso volumétrico suelto – Arena de mar lavada.....	28
Tabla 9. Densidad específica de los agregados finos - Arena de mar lavada.....	28
Tabla 10. Análisis granulométrico - Arena de mar lavada	29
Tabla 11. Contenido de humedad - Arena de mar lavada.....	30
Tabla 12. Peso volumétrico suelto – Arena de mar sin lavar.....	30
Tabla 13. Densidad específica de los agregados finos - Arena de mar sin lavar.....	31
Tabla 14. Análisis granulométrico - Arena de mar sin lavar	32
Tabla 15. Contenido de humedad - Arena de mar sin lavar.....	33

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Obtención de muestra	33
Anexo 2.	Lavado de la arena	34
Anexo 3.	Peso Volumétrico suelto para agregado fino	34
Anexo 4.	Densidades y Porcentaje de Absorción para agregado fino.....	35
Anexo 5.	Análisis granulométrico de la arena de mar.....	36
Anexo 6.	Impurezas orgánicas en el agregado fino.....	37
Anexo 7.	Morteros.....	37
Anexo 8.	Ensayo de compresión	38
Anexo 9.	Resumen de las propiedades de la arena de Rio Boliche.....	38
Anexo 10.	Resistencia a compresión a los 7 días	38

INTRODUCCIÓN

Desde tiempos muy remotos el ámbito constructivo ha sido un pilar fundamental para el desarrollo de la humanidad, y con el pasar de los años se han venido aplicando varios métodos constructivos que nos brindan un progreso notable en lo que respecta a obras civiles. Los constructores, ya sean ingenieros civiles, arquitectos, maestros de obra, tienen una responsabilidad muy grande a la hora de seleccionar el material con el cual se desea trabajar, y uno de ellos sin duda es el agregado fino (arena) para su uso en el diseño de hormigón o mortero.

Dentro de las principales preocupaciones que tiene el ser humano, está el desarrollo de aplicaciones en la industria de la construcción, que nos permita ser lo más amigable posible con el medio ambiente.[1]

En la construcción lo que más se consume son los materiales para la producción de concreto o mortero. Se estima que su producción media anual llega a alcanzar 1Ton por ser humano en el planeta. Al preparar nuestra mezcla se debe tener en cuenta las propiedades físicas y mecánicas que nos proporciona nuestro agregado, se estima que tanto el agregado fino como grueso conforman entre el 60% - 75% de la masa del concreto o mortero. Por esta razón, el incremento en la producción y uso de concreto en la industria de la construcción es citado como uno de los mayores consumidores de recursos naturales, ejerciendo una enorme presión sobre el ecosistema circundante.[2]

Mediante el análisis mecánico nos podemos dar cuenta de la proporción de partículas primarias de nuestro agregado fino acorde con su tamaño y siendo una determinación básica en los laboratorios. Dicho análisis nos proporciona información cualitativa y cuantitativa para nuestra mezcla con cemento y agua para la obtención de un buen mortero.[3]

En lo que respecta al uso de la arena de mar para la construcción, el alto contenido de sales disueltas produce la degradación por fisuración y expansión, también reduce la resistencia provocada por la falta de adherencia entre el mortero y los agregados.

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1 Definición y contextualización del objeto de estudio

Actualmente se puede decir que el mortero es uno de los materiales más usados en la industria de la construcción, gracias a que los agregados llegan a aportar una relación costo-eficiencia, y muchas otras propiedades que lo convierten en un material accesible y de fácil recepción. A morteros se les puede dar diferentes usos en base a las características de la arena que se vaya a utilizar. [4]

Es de suma importancia comprobar las propiedades de nuestro material, como cemento, agua, agregado fino realizando un correcto control de calidad para obtener estructura más durables y resistentes.

En lo que respecta a la arena de mar, se puede decir que esta contiene sales disueltas, un alto contenido de cloruros y sulfatos, provocando un deterioro en los morteros. Situación que se pudo evidenciar en el terremoto del pasado 16 de Abril del 2016 en Pedernales en donde no solo se había diseñado morteros utilizando arena de mar sino que también dicho agregado fue usado en el hormigón para la construcción de muchas edificaciones, debilitando la capacidad resistente de las estructuras. Después del terremoto ocasionado en Bahía de Caráquez en el año 1988, en donde también dio el colapso de edificaciones importantes, ya se hablaba de las consecuencias del uso de la arena de mar en las construcciones.

1.2 Objetivos

1.2.1 *Objetivo General*

Analizar las propiedades mecánicas de la arena de mar lavada y sin lavar de Bajo Alto mediante el uso de normas correspondientes para la elaboración de morteros.

1.2.2 *Objetivos Específicos*

- Recolectar las muestras de arena de la playa Bajo Alto.
- Realizar los ensayos del agregado fino (arena de mar) lavado y sin lavar en el laboratorio, siguiendo la normativa INEN correspondientes para la obtención de los datos necesarios.
- Comparar la resistencia a la compresión de los morteros con arena de mar lavada y sin lavar con diferentes relaciones A/C.

1.3 Justificación e importancia del proyecto técnico

Ecuador se encuentra en la costa del Pacífico, por lo tanto, estamos expuestos a terremotos. Tanto en el sismo de Bahía de Caráquez en 1988 como el de Pedernales del 2016 se ha observado un nivel de destrucción alarmante por la no correcta aplicación de la normativa constructiva vigente en nuestro país, por la improvisación a la hora de levantar una edificación, por la utilización de materiales de baja calidad y lo más crítico por la utilización de arena de mar para distintas mezclas de concreto o mortero, sin siquiera lavar dicha arena; dándole un quemeimportismo a la vida de las demás personas. El fin de este proyecto es evaluar mediante ensayos de laboratorio las propiedades físicas y mecánicas de la arena de mar lavada y sin lavar de Bajo Alto para ver qué tan viable es su uso en la aplicación de morteros utilizando relación A/C 1:2 y 1:4.

1.4 Ubicación

Para este proyecto se obtuvo muestras de agrado fino (arena) de la playa Bajo Alto ubicada en el cantón el Guabo - Provincia de el Oro.

Figura 1. Playa Bajo Alto



Fuente: Google Earth

2. DESARROLLO

2.1 Fundamentación teórica

2.1.1 *Mortero*. Es una mezcla de cemento, arena y agua que puede tener funciones estructurales o no tenerla. Según su origen pueden ser premezclados en planta, seco o ser elaborados en obra. Uno de los usos más importantes que tiene el mortero es el de pegar mampostería. [5]

Cabe señalar que la resistencia de un mortero depende de factores como la elaboración, el curado y la colocación. Se sabe de forma empírica que se mejora la resistencia del mortero al amentar la arena o al aumentar el conglomerado. [6]

2.1.1.1 *Mortero arena – cemento*. Este tipo de mortero es uno de los que más se utilizan en obra en la actualidad, y una de sus ventajas es la alta resistencia que se obtiene una vez haya endurecido, se debe colocar de forma inmediata después de su preparación en el lugar que se vaya utilizar y de manera uniforme.[7]

2.1.1.2 *Propiedades del mortero*

Manejabilidad: Esto nos indica la facilidad que tiene su uso en la mampostería, es decir su consistencia es poco seca, no presenta exceso de agua, la granulometría es la evidencia de que contiene arena sin agregados gruesos, es decir, esto nos dará a conocer una medida uniforme de la mezcla.[8]

Contenido de aire: En los morteros el aire es un componente que se adhiere de forma natural, ya sea en la mezcla de material de forma natural o mecánica, siempre va a estar presente en el diseño de los morteros.

Adherencia del mortero fresco: Se define como la resistencia al deslizamiento que se presenta en los morteros recién preparados después de su respectiva colocación en el área de trabajo, propiedad que es utilizada para enlucir paredes o mampostería en muros.[9]

2.1.2 *Arena de mar*. Está compuesta de partículas de roca silícica, moluscos entre otras sustancias. Este tipo de arenas presentan altos contenido de sales como lo son los sulfatos, cloruros, etc; los cuales se pueden eliminar en parte realizando un lavado, el cual muy poco se realiza.

Muchas de las construcciones realizadas con este material llegan a presentar daños tempraneros debido a la corrosión provocada por la salinidad presente en la arena.

Cuba es uno de los países que mas emplea este tipo de arenas para la elaboración de morteros de revestimientos o acabados. Para estos morteros llegan a utilizar una arena pasada por el tamiz N° 16.[10]

La arena de mar al ser sometida a un riguroso lavado se puede limpiar de sales nocivas, siendo apta para el uso como material de construcción. Estableciendo a la corrosión en un 0.1%. [11]

2.1.3 *Cemento*. El cemento es un conglomerado que se forma mediante la mezcla de caliza y arcilla molidas y calcinadas, cuya propiedad principal es la de endurecerse al entrar en contacto con el agua. Al ser mezclado con agregados pétreos más agua, se logra formar una mezcla uniforme, plástica y maleable que fragua y se endurece.

Cerca de 2500 millones de Ton de cemento portland es utilizado anualmente provocando un impacto ambiental desfavorable ya que por 1Kg de cemento portland se emite 1 Kg de CO₂ a la atmosfera aproximadamente, provocado por la descarbonatación de la materia prima (CaCO₃) y por el uso de energía en las diversas etapas del procesamiento.[12]

Figura 2. Cemento Guapan Tipo GU



Fuente: Unión cementera nacional S.A.

Para fabricar cemento el proceso consume de mucha energía, ya que por cada tonelada de cemento producido implica alrededor de 1Ton de CO₂. Es por eso que uno de los objetivos principales de la industria cementera es la reducción de emisión de CO₂ a nivel mundial.[13]

2.1.4 *Agua*. Sin duda el agua es un componente importante en el diseño de morteros, para lo cual se debe usar agua potable sin poseer algún tipo de aceite, sales u algún otro tipo de impurezas que puedan afectar a nuestra mezcla.[14]

2.2 Proceso Metodológico

Ensayos.

Para saber cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de nuestro agregado fino se ha realizado diferentes ensayos aplicando las indicaciones de la norma INEN.

Tabla 1. Lista de ensayos aplicados a los materiales

ENSAYOS APLICADOS A LOS MATERIALES			
AGREGADO FINO		CEMENTO	
Ensayo	Norma	Ensayo	Norma
Peso volumétrico suelto	INEN - 858	Densidad del cemento	INEN - 156
Densidades y Porcentaje de absorción	INEN - 856		
Análisis granulométrico	INEN - 696		
Impurezas orgánicas	INEN - 855		
Contenido de humedad	INEN - 862		

Fuente: El autor

2.2.1. *Peso Volumétrico suelto para agregado fino.*

Equipo

- Balanza con precisión de 0.05 kg
- Recipiente para peso volumétrico “Molde”
- Varilla redonda para enrasar
- Cucharon
- Arena

Procedimiento

- En primer lugar, se obtiene el volumen de los moldes
- A continuación, colocamos arena dentro del molde, hasta llenarlo sin dejar espacios y se enrasa con la varilla.
- Pesamos el molde con el material y anotamos.
- Repetimos el proceso 3 veces para obtener un promedio de todas las lecturas tomadas.

2.2.2. Densidades y Porcentaje de Absorción para agregado fino.

Equipo

- Balanza con capacidad de 1 Kg o más y sensibilidad de 0.1 gr
- Matraz con capacidad de 500 cm³
- Molde cónico “cimacio” de 30 mm de diámetro en la parte superior, 89 mm de diámetro en la parte inferior y 73 mm de altura.
- Barra compactadora (340 g de masa, con un extremo de superficie plana circular de 25 mm de diámetro)
- Horno a temperatura uniforme $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$

Procedimiento

- Dejamos sumergida la arena en agua por 24 horas.
- Al siguiente día retiramos la arena del agua y se seca con papel periódico
- Comprobamos si la arena está superficialmente saturada con el cimacio dando 9 golpes en cada tercio hasta llenarlo totalmente, después se retira el cimacio y la arena se debe desmoronar ligeramente lo que nos indica que se ha alcanzado la condición de superficialmente saturada.
- Procedemos a pesar 500 gr de arena superficialmente saturada (PSSS)

- Se llena 200 cm³ el matraz con agua y se pesa, después se introduce los 500 gr de arena en el matraz y se llena de agua para volver a pesar el matraz con agua más la muestra.
- Para concluir, se retira la muestra cuidadosamente del matraz y se lleva al horno. Pasado 18 -24 horas se retira la muestra del horno y pesamos (PS).

2.2.3. *Análisis granulométrico para agregado fino*

Equipo

- Tamizadora eléctrica
- Tamices redondos
- Balanza electrónica con sensibilidad de 0.1 g
- Recipientes
- Brocha
- Horno (temperatura uniforme $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$)

Procedimiento

- Obtenemos la muestra por cuarteo y ponemos a secar la muestra en el horno.
- Al escoger la cantidad necesaria de muestra para el ensayo nos regimos a la norma INEN- 696 que nos indica: para agregado fino mínimo 300 gr.
- Se colocan los tamices en forma ascendente, en base a las normas técnicas para el agregado fino; 3/8", # 4, # 8, # 16, # 30, # 50, # 100.
- Se procede a colocar la muestra en el tamiz superior y se enciende la máquina de tamizar durante 2 min.
- Se pesa la masa que retenida en cada tamiz.

2.2.4. *Impurezas orgánicas*

Equipo

- Frascos de vidrio graduados (aproximadamente 250 cm³)
- Arena (50 g)
- Metasilicato de sodio
- Comparador de colores normalizado

Procedimiento

- Se introduce los 50 g de arena en el frasco
- Luego en 75 cm³ de agua se mezcla una porción de metasilicato de sodio (3 partes de masa en 97 partes de agua)
- Posteriormente se llena con la solución hasta alcanzar un nivel de 200 cm³ y se deja reposar por 24 horas.
- Finalmente se compara el color del agua por encima de la arena con el comparador de colores normalizado.

2.2.5. *Contenido de humedad*

Equipo

- Balanza electrónica con sensibilidad de 0.1 g
- Recipiente

Procedimiento

- Pesamos el recipiente y anotamos.
- Pesamos 100 gr de arena.
- Obtenemos el peso del suelo húmedo más recipiente, y pesamos en la balanza.
- Colocamos la muestra en el Horno, por un lapso de de 18 a 24 horas, para poder obtener el peso del suelo seco y del recipiente.
- Luego que ya está seco sacamos las muestras del horno y se pesamos el recipiente con el material.
- Luego realizamos los cálculos los datos obtenidos y de esta manera obtenemos el contenido de humedad de la arena.

2.2.6. *Densidad del cemento*

Equipo

- Balanza electrónica con una precisión de 0,05 g
- Termómetro graduado con divisiones de 0,1°C
- Recipiente para baño de agua, capaz de mantener una temperatura constante, con una variación máxima de 0,2°C.
- Frasco Le Chatelier.

Procedimiento

- Pesamos 64 gr de cemento para realizar el ensayo

- Vertemos la gasolina dentro del frasco Chatelier y pesamos
- Agregamos la muestra de cemento pesado con cuidado y lo ponemos dentro del frasco ya encerado con gasolina.
- Registramos su volumen final

2.2.6 *Diseño de morteros*

Equipo

- Cemento Portland
- Balanza
- Espátula
- Recipientes cúbicos, cuadrados
- Piseta
- Arenas
- Agua

Procedimiento

- Pesamos el cemento calculado en gramos.
- Pesamos la arena calculada en gramos.
- Medimos con una probeta el volumen de agua calculada
- Luego mezclamos hasta tener una pasta homogénea
- Llenamos en los recipientes las mezclas y dejamos pasar 24 horas para desencofrar de los recipientes.

3. RESULTADOS

3.1 Resultados de agregado fino

Tabla 2. Cuadro de resultados de propiedades del agregado fino

Propiedades agregado fino	Arena de mar	
	Lavada	Sin Lavar
Peso Volumétrico suelto (kg/m ³)	1365.742	1483.666
Densidad relativa SSS (g/cm ³)	2.646	2.507
Densidad del agregado MASA (g/cm ³)	2.481	2.365
Densidad del agregado APARENTE (g/cm ³)	2.749	2.758
Porcentaje de Absorción %	6.63	5.99
Módulo de Finura	1.248	1.219
Contenido de Humedad %	6,64	7.76
Impurezas (Numero de orden en el omparador)	2	2

Fuente: El autor

3.2 Resultado del cemento

Tabla 3. Cuadro de resultado de la densidad del cemento

CEMENTO GUAPAN TIPO GU	
Densidad (g/cm ³)	3.048

Fuente: El autor

Tabla 4. Resultados de resistencia de los morteros a los 7 días de fraguado con relación A/C: 0.5

ARENA LAVADA				
Área	Resistencia		Esfuerzo	
cm ²	Kg	Kn	Kg/cm ²	Mpa
19.63	1080	10.59	55.01	5.39
19.63	1140	11.18	58.07	5.69
ARENA SIN LAVAR				
Área	Resistencia	Esfuerzo	Área	Resistencia
cm ²	Kg	Kn	Kg/cm ²	Mpa
19.63	935	9.17	47.63	4.67
19.63	888	8.71	45.23	4.44

Fuente: El autor

Tabla 5. Resultados de resistencia de los morteros a los 7 días de fraguado con relación A/C: 0.25

ARENA LAVADA				
Área	Resistencia		Esfuerzo	
cm ²	Kg	Kn	Kg/cm ²	Mpa
25	1650	16.18	65.99	6.47
25	1520	14.91	60.80	5.96
ARENA SIN LAVAR				
Área	Resistencia	Esfuerzo	Área	Resistencia
cm ²	Kg	Kn	Kg/cm ²	Mpa
25	1250	12.26	50	4.90
25	1200	11.77	48	4.71

Fuente: El autor

Tabla 6. Resultados de resistencia de los morteros a los 14 días de fraguado con relación A/C: 0.5

ARENA LAVADA				
Área	Resistencia		Esfuerzo	
cm ²	Kg	Kn	Kg/cm ²	Mpa
19.63	1330	13.04	67.75	6.64
19.63	1360	13.34	69.28	6.79
ARENA SIN LAVAR				
Área	Resistencia	Esfuerzo	Área	Resistencia
cm ²	Kg	Kn	Kg/cm ²	Mpa
19.63	1070	10.49	54.50	5.34
19.63	1040	10.20	52.98	5.20

Fuente: El autor

Tabla 7. Resultados de resistencia de los morteros a los 14 días de fraguado con relación A/C: 0.25

ARENA LAVADA				
Área	Resistencia		Esfuerzo	
cm ²	Kg	Kn	Kg/cm ²	Mpa
25	1740	17.06	69.59	6.82
25	1610	15.79	64.39	6.31
ARENA SIN LAVAR				
Área	Resistencia	Esfuerzo	Área	Resistencia
cm ²	Kg	Kn	Kg/cm ²	Mpa
25	1420	13.92	56.80	5.57
25	1390	13.63	55.60	5.45

Fuente: El autor

4. CONCLUSIONES

- No hay mucha diferencia en cuanto a la densidad relativa SSS 2.646 g/cm^3 de la arena de mar lavada y 2.507 g/cm^3 para la arena sin lavar, su porcentaje de absorción también refleja resultados similares con 6.64% para la arena lavada y 5.99% para la arena sin lavar. El módulo de finura en ambas arenas está por debajo de lo recomendado (2.30 – 3.10) en la norma ASTM C-33 e INEN 872, obteniendo 1.248 para la arena lavada y 1.219 para la arena sin lavar.
- Con la relación $A/C = 0.5$ para arena de mar lavada se obtuvo resistencias a los 7 días de 55.01 Kg/cm^2 y 58.07 Kg/cm^2 , a los 14 días 67.75 Kg/cm^2 y 69.28 Kg/cm^2 . Con la relación $A/C = 0.5$ para arena de mar sin lavar se obtuvo resistencias a los 7 días de 47.63 Kg/cm^2 y 45.23 Kg/cm^2 , a los 14 días 54.54 Kg/cm^2 y 52.98 Kg/cm^2 . Notándose una ligera mejoría al momento de lavar la arena.
- Con la relación $A/C = 0.25$ para arena de mar lavada se obtuvo resistencias a los 7 días de 65.99 Kg/cm^2 y 60.80 Kg/cm^2 , a los 14 días 69.99 Kg/cm^2 y 64.39 Kg/cm^2 . Con la relación $A/C = 0.25$ para arena de mar sin lavar se obtuvo resistencias a los 7 días de 50 Kg/cm^2 y 48 Kg/cm^2 , a los 14 días 56.80 Kg/cm^2 y 55.60 Kg/cm^2 .
- Las resistencias obtenidas tanto para arena de mar lavada y sin lavar con relación A/C 0.5 y 0.25 dan resultados por debajo a la resistencia que se puede llegar a obtener con arena de río, esto se deduce al comparar los resultados con otros trabajos de investigación donde usan la arena de río de diferentes canteras para el diseño de morteros.

5. RECOMENDACIONES

- Al momento de realizar los ensayos es necesario manejar con cuidado los equipos que vayamos a utilizar en el laboratorio, llevar la vestimenta y protección adecuada y procurar que los materiales que vamos a utilizar para hacer los ensayos, estén lejos de agentes contaminantes que puedan impedir el correcto desarrollo de las prácticas y su resultado.
- Se recomienda que la arena de mar no sea usada para diseños de morteros u hormigones que sean destinados a la parte estructural de una construcción, pero si se podría utilizar en elementos no estructurales como cerramientos, piletas, alguna escultura, agregando material grueso como una posible ayuda para obtener mayores resistencias.

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] F. G. Cabrera-Covarrubias, J. M. Gómez-Soberón, J. L. Almaral-Sánchez, S. P. Arredondo-Rea, M. C. Gómez-Soberón, y J. M. Mendivil-Escalante, “Propiedades en estado fresco de morteros con árido reciclado de hormigón y efecto de la relación c/a”, *Ingeniería y Desarrollo*, vol. 35, n° 1, pp. 198–218, ene. 2017, doi: 10.14482/inde.35.1.8949.
- [2] Á. Guzmán Aponte, D. M. Burgos Galindo, y N. Torres Castellanos, “Desempeño mecánico y durable de concretos que incorporan agregado reciclado fino comercial”, *Revista EIA*, vol. 16, n° 32, pp. 167–179, jun. 2019, doi: 10.24050/reia.v16i32.1210.
- [3] R. León Arteta, “Comparación de métodos de análisis mecánico de suelos”, Chapingo, 2001. Accedido: 12 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57319303>
- [4] A. Muciño-Vélez, C. A. Guillén Guillén, A. Tahuiton-Mora, y E. Orozco-Mendoza, “Influencia de la arena en la resistencia mecánica del mortero empleando diferentes marcas de cemento”, *CIENCIA ergo-sum*, vol. 29, n° 1, abr. 2022, doi: 10.30878/ces.v29n1a9.
- [5] R. Salamanca Correa, “La tecnología de los morteros”, *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 2001, [En línea]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91101107>
- [6] J. R. Betancourt Chávez, F. Cortés Martínez, J. Rentería Soto, A. Díaz Sierra, y M. Vaquera Celaya, “Comportamiento de mezclas de mortero con residuos de mármol (polvo), cáscara de nuez y mucílago de nopal.”, *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 2019, Accedido: 17 de febrero de

2023. [En línea]. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193958877005>

- [7] J. P. Ojeda, I. T. Mercante, y N. H. Fajardo, “Ensayos mecánicos sobre morteros con agregados de plástico reciclado dosificados según modelo de conductividad térmica a”, *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*, vol. 36, n° 2, pp. 465–474, 2020, doi: 10.20937/RICA.53452.
- [8] N. R. Camargo Pérez y C. H. Higuera Sandoval, “Concreto hidráulico modificado con sílice obtenida de la cascarilla del arroz”, *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 27, n° 1, pp. 91–109, ene. 2017, doi: 10.18359/rcin.1907.
- [9] J. A. Patiño Murillo, Y. C. Gutiérrez Sandoval, J. I. Leal Santafé, J. J. Castro Maldonado, y O. Hurtado Figueroa, “Estudio del comportamiento de muestras de mortero natural sometidas a esfuerzo de compresión”, *Lámpsakos*, n° 20, pp. 22–28, jul. 2018, doi: 10.21501/21454086.2736.
- [10] C. Á. Cabrera y J. Luis, “Caracterización de morteros para revestimiento con polvo de piedra”, *Revista de la Construcción*, vol. 4, n° 2, pp. 30–37, 2005, Accedido: 14 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=127619745004>
- [11] N. Sakthieswaran y N. Naganderan, “Utilisation of sea sand as partial replacement of fines in resin bonded cement concrete”, *Revista Ingeniería de Construcción*, vol. 37, n° 3, 2022, doi: 10.7764/RIC.00040.21.
- [12] J. I. Escalante, A. Navarro, y L. Y. Gómez, “Caracterización de morteros de cemento portland substituido por metacaolín de baja pureza”, 2011. Accedido: 13 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=427639585005>

- [13] A. Muñoz-Zapata, H. A. Colorado Lopera, y S. Cifuentes-Mosquera, “Morteros de cemento Portland probados con dos superplastificantes: estudio de caso para la reducción de cemento y agua en concretos”, *Tecnura*, vol. 26, n° 72, pp. 114–146, abr. 2022, doi: 10.14483/22487638.16824.
- [14] Vázquez Rodríguez A y León Consuegra Liset, “Propuesta de diseño de morteros para el mantenimiento, conservación y reparación de edificaciones basados en su resistencia a flexión y compresión”, *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 2014, Accedido: 12 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193931237003>

7. ANEXOS

Cuadros de resultados de los ensayos de laboratorio para el agregado fino y cemento.

Tabla 8. Peso volumétrico suelto – Arena de mar lavada

DATOS DEL MOLDE		PESOS DE LA MUESTRA	
Diametro	15,00	P1	6,085
Altura	15,10	P2	6,060
Peso	2,60	P3	6,075
volumen del molde =	0,002668	PROMEDIO	6,073
		PVS	1365,742 Kg/m ³
DATOS DE ENSAYO			
w molde=	2,429		
w molde + arena =	6,073		
w arena =	3,644		

Fuente: El autor

Tabla 9. Densidad específica de los agregados finos - Arena de mar lavada

DENSIDAD ESPECÍFICA DE LOS AGREGADO FINOS MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ N° 4 Y ES RETENIDO EN EL TAMIZ N° 200		
MUESTRA N°	1	
Peso del recipiente (g)	P1	0,00
Rec + agregado sss (g)	P2	500,00
Peso del agregado sss (g)	A = P2 - P1	500,00
Volumen inicial del frasco (cm ³)	Vo	500,00
Volumen final del frasco (cm ³)	Vf	689,00
Volumen final del agregado (cm ³)	C = Vf - Vo	189,00
Peso del agregado seco (g)	W	468,91
Densidad del agregado SSS (g/cm ³)	D _{sss} = A / C	2,646
Densidad del agregado MASA (g/cm ³)	D _{masa} = W / C	2,481
Densidad del agregado APARENTE (g/cm ³)	D _{ap} = W / (C - (A - W))	2,969
Porcentaje de Absorción %	Abs % = ((A - W) / W) * 100	6,630

Fuente: El autor

Tabla 10. Análisis granulométrico - Arena de mar lavada

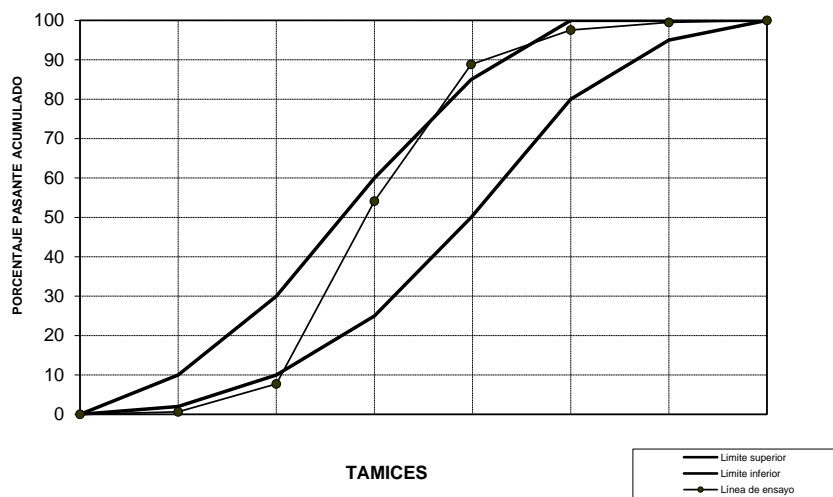


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA ARENA DE MAR LAVADA



TAMIZ	Milímetros	Cantidad retenida parcial	Cantidad retenida acumulada	PORCENTAJE		ESPECIFICACIONES % QUE PASA
				Retenido Acumulado	Pasante Acumulado	
3/8 "	9,52	0,00	0,00	0,00	100,00	100
N° 4	50	0,00	0,00	0,00	100,00	95 - 100
N° 8	23,6	0,00	0,00	0,00	100,00	80 - 100
N° 16	1,19	3,25	3,25	0,33	99,67	50 - 85
N° 30	600 micron.	8,31	11,56	1,16	98,84	25 - 60
N° 50	300 micron.	258,58	270,14	27,04	72,96	10 - 30
N° 100	150 micron.	692,1	962,24	96,31	3,69	2 - 10
FONDO		36,84	999,08	100,00	0,00	
TOTAL		999,08				



% PASANTE N° 200 METODO LAVADO)	PESO INICIAL	gramos
	PESO FINAL	gramos
	% PASANTE	
DENSIDAD D.S.S.S.:	Kg/m ³	
PESO VOLUM. SUELTO	Kg/m ³	
MODULO DE FINURA	1,248	ESPECIF.: entre 2.30 - 3.10
OBSERVACIONES		



Fuente: El autor

Tabla 11. Contenido de humedad - Arena de mar lavada

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES</p> 		
CONTENIDO DE HUMEDAD		
MUESTRA	ARENA DE MAR SIN LAVAR	
MUESTRA N°	W	1
RECIPIENTE N°		
Peso del suelo húmedo + recipiente (W_1)	gr	109,51
Peso del suelo seco + recipiente (W_2)	gr	103,28
Peso del recipiente (W_3)	gr	9,51
Peso del agua: $W_w = (W_1 - W_2)$	gr	6,23
Peso del suelo seco: $W_s = (W_2 - W_3)$	gr	93,77
Contenido de humedad: $w\% = \frac{W_w}{W_s} \times 100$	%	6,64

Fuente: El autor

Tabla 12. Peso volumétrico suelto – Arena de mar sin lavar

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES</p> 			
DATOS DEL MOLDE		PESOS DE LA MUESTRA	
Diametro	15,00	P1	6,317
Altura	15,10	P2	6,434
Peso	2,60	P3	6,413
volumen del molde =	0,002668	PROMEDIO	6,388
DATOS DE ENSAYO		PVS	1483,666 Kg/m ³
w molde=	2,429		
w molde + arena =	6,388		
w arena =	3,959		

Fuente: El autor

Tabla 13. Densidad específica de los agregados finos - Arena de mar sin lavar

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES 		
DENSIDAD ESPECÍFICA DE LOS AGREGADO FINOS MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ N° 4 Y ES RETENIDO EN EL TAMIZ N° 200		
MUESTRA N°		1
Peso del recipiente (g)	P1	0,00
Rec + agregado sss (g)	P2	500,00
Peso del agregado sss (g)	$A = P2 - P1$	500,00
Volumen inicial del frasco (cm3)	V_o	500,00
Volumen final del frasco (cm3)	V_f	699,46
Volumen final del agregado (cm3)	$C = V_f - V_o$	199,46
Peso del agregado seco (g)	W	471,75
Densidad del agregado SSS (g/cm3)	$D_{sss} = A / C$	2,507
Densidad del agregado MASA (g/cm3)	$D_{masa} = W / C$	2,365
Densidad del agregado APARENTE (g/cm3)	$D_{ap} = W / (C - (A - W))$	2,755
Porcentaje de Absorción %	$Abs \% = ((A - W) / W) * 100$	5,988

Fuente: El autor

Tabla 14. Análisis granulométrico - Arena de mar sin lavar

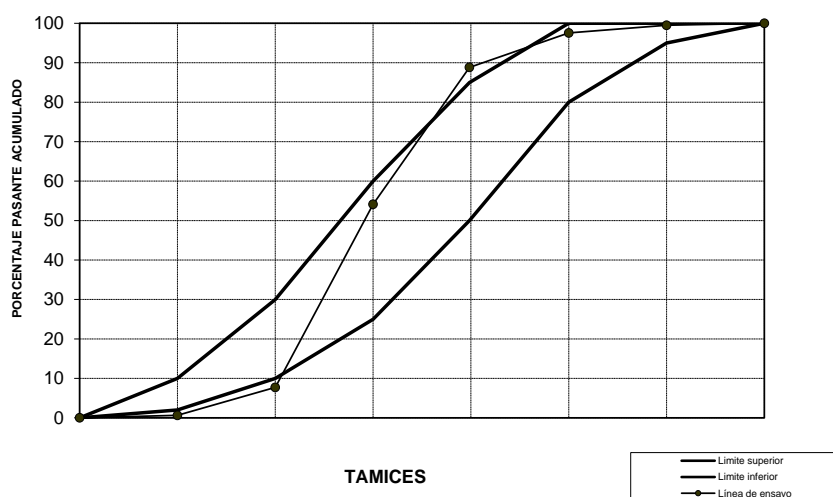


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA ARENA DE MAR SIN LAVAR



TAMIZ	Milímetros	Cantidad retenida parcial	Cantidad retenida acumulada	PORCENTAJE		ESPECIFICACIONES % QUE PASA
				Retenido Acumulado	Pasante Acumulado	
3/8 "	9.52	0,00	0,00	0,00	100,00	100
N° 4	50	0,16	0,16	0,02	99,98	95 - 100
N° 8	23.6	0,47	0,63	0,06	99,94	80 - 100
N° 16	1,19	2,59	3,22	0,32	99,68	50 - 85
N° 30	600 micron.	20,29	23,51	2,35	97,65	25 - 60
N° 50	300 micron.	253,72	277,23	27,72	72,28	10 - 30
N° 100	150 micron.	636,7	913,93	91,39	8,61	2 - 10
FONDO		86,06	999,99	100,00	0,00	
TOTAL		999,99				



% PASANTE N° 200 METODO LAVADO)	PESO INICIAL	gramos
	PESO FINAL	gramos
	% PASANTE	
DENSIDAD D.S.S.S.:	Kg/m ³	
PESO VOLUM. SUELTO	Kg/m ³	
MODULO DE FINURA	1,219	ESPECIF.: entre 2.30 - 3.10
OBSERVACIONES		

Fuente: El autor

Tabla 15. Contenido de humedad - Arena de mar sin lavar

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES 		
CONTENIDO DE HUMEDAD		
MUESTRA	ARENA DE MAR SIN LAVAR	
MUESTRA N°	W	1
RECIPIENTE N°		
Peso del suelo húmedo + recipiente (W_1)	gr	109,69
Peso del suelo seco + recipiente (W_2)	gr	102,49
Peso del recipiente (W_3)	gr	9,69
Peso del agua: $W_w = (W_1 - W_2)$	gr	7,20
Peso del suelo seco: $W_s = (W_2 - W_3)$	gr	92,80
Contenido de humedad: $w\% = \frac{W_w}{W_s} \times 100$	%	7,76

Fuente: El autor

Ensayos de Laboratorio

Anexo 1. Obtención de muestra



Playa Bajo Alto



Recolección de la muestra

Anexo 2. Lavado de la arena



Lavado manual de la arena de mar



Reposo en agua por 48h

Anexo 3. Peso Volumétrico suelto para agregado fino



Peso de la muestra



Enrasado de la muestra

Anexo 4. Densidades y Porcentaje de Absorción para agregado fino



Colocacion de muestra en papel periodico



Secado de la arena saturada



Peso de matraz + agua

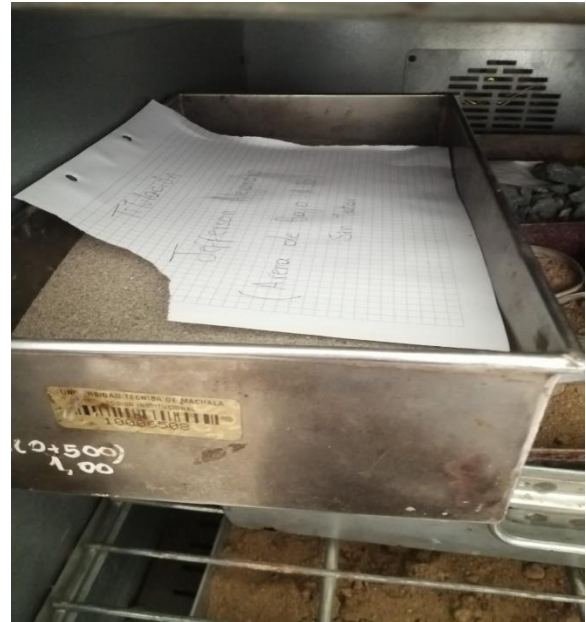


Peso de matraz + agua + muestra sss

Anexo 5. Análisis granulométrico de la arena de mar



Muestra por cuarteo



Muestra puesta en horno



Tamizadora eléctrica de agregado fino



Tamices para agregado fino

Anexo 6. Impurezas orgánicas en el agregado fino



Arena sin lavar



Arena lavada

Anexo 7. Morteros



Cilindros y cubos de mortero



Muestras de morteros previo al fraguado

Anexo 8. Ensayo de compresión



Rotura de cilindro



Rotura de cubos

Anexo 9. Resumen de las propiedades de la arena de Rio Boliche

Agregado Fino (Rio Boliche)		
Propiedad mecánica	Unidad	Valor
Módulo de Finura	-	2,7
Densidad	kg/m ³	2614
Absorción	(%)	2,86
Masa Unitaria suelta	kg/m ³	1520
Masa Unitaria compactada	kg/m ³	1613

Efectos degradantes de la arena y agua de mar en el hormigón

Fuente: Tesis Universidad de Guayaquil

Anexo 10. Resistencia a compresión a los 7 días

Canteras	Relacion	Area	Resistencia		Peso	Densidad	Esfuerzo	
	a/c	cm ²	kg	kn	g	g/cm ³	kg/cm ²	Mpa
Tuco León	1	25	3947	38,68	270,63	2,16504	157,88	15,47
	2	25	3918	38,40	266,7	2,1336	156,72	15,36
Iberia	3	25	3858	37,81	263,6	2,1088	154,32	15,12
	4	25	4019	39,39	255,37	2,04296	160,76	15,75
Sarmiento	5	25	3992	39,12	272,09	2,17672	159,68	15,65
	6	25	4011	39,31	263,84	2,11072	160,44	15,72
Jubones	7	25	4009	39,29	263,86	2,11088	160,36	15,72
	8	25	3995	39,15	256,89	2,05512	159,8	15,66
	a/c							
	1:02							

Canteras de la parte baja de la provincia de El Oro.

Fuente: Complejivo UTMACH