

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**Influencia del aserrín de madera en concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ como
reemplazo parcial del agregado fino – Chiclayo 2021**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

AUTOR

Hugo Alonso Quiroz Suarez

ASESOR

Gian Franco Perez Garavito

<https://orcid.org/0000-0002-0745-8685>

Chiclayo, 2023

**Influencia del aserrín de madera en concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ como
reemplazo parcial del agregado fino – Chiclayo 2021**

PRESENTADA POR

Hugo Alonso Quiroz Suarez

A la Facultad de Ingeniería de
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR

Jose Alberto Acero Martínez

PRESIDENTE

Jorge Enrique Alvarez Ruffran

SECRETARIO

Gian Franco Perez Garavito

VOCAL

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mis padres y hermana, por haberme motivado y haber mostrado su apoyo constante para terminar esta etapa universitaria, sin ellos no hubiera podido llegar hasta este punto de mi vida, muchas gracias.

Así mismo, una mención especial a mis abuelos Héctor y Encarnación, que desde el cielo me siguieron apoyando e inspirando para poder llegar lejos en la vida.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a Dios todo poderoso, que gracias a su guía se pudo terminar esta etapa tan importante en mi vida.

En segundo lugar, agradecer a mi familia. A mis padres Hugo y Lila, que me brindaron la educación para poder salir adelante por mí mismo. Gracias por todo el afecto que me dieron, los amo. A mi hermana Isabella que siempre se preocupó por mí y me acompañó en las madrugadas de trabajos finales.

A mi asesor de tesis Gian Franco Pérez Garavito por ser un guía y maestro durante el transcurso de esta investigación.

Y no menos importantes, a mis amigos Christian Encajima y Carla Contreras, por su amistad, compañerismo y apoyo en la presente investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

8%

2

tesis.usat.edu.pe

Fuente de Internet

3%

3

repositorio.uss.edu.pe

Fuente de Internet

2%

4

docplayer.es

Fuente de Internet

2%

5

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

1%

6

repositorio.upn.edu.pe

Fuente de Internet

1%

7

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

1%

8

repositorio.upao.edu.pe

Fuente de Internet

1%

9

repositorio.urp.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

ÍNDICE

RESUMEN	13
ABSTRACT	14
INTRODUCCIÓN	15
REVISIÓN DE LITERATURA	22
ANTECEDENTES	22
ANTECEDENTES INTERNACIONAL.....	22
ANTECEDENTES NACIONAL.....	24
BASES TEÓRICAS	26
ENSAYO Y MÉTODO	26
CONCRETO	27
MATERIALES PARA LA FABRICACION DEL CONCRETO.....	27
ASERRÍN DE MADERA.....	28
PROPIEDADES DE LA MADERA (ASERRÍN).....	28
ENSAYOS A LOS MATERIALES	28
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO Y GRUESO	28
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO FINO Y GRUESO.....	29
PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO	30
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO	30
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO.....	31
DISEÑO DE MEZCLA	32
ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO	36
PESO UNITARIO	36
ENSAYO DEL CONO DE ABRAMS	36
CONTENIDO DE AIRE.....	36
ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO	36
ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO	36
ENSAYO DE DURABILIDAD AL CONCRETO	37
MATERIALES Y MÉTODOS	37
DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	37
HIPÓTESIS.....	37
DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	37
POBLACIÓN, MUESTRA DE ESTUDIO Y MUESTREO	38
POBLACIÓN.....	38
MUESTRA DE ESTUDIO	38

MUESTREO	38
CRITERIOS DE SELECCIÓN	38
VARIABLES – OPERACIONALIZACIÓN	39
TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	41
MÉTODOS	41
TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	41
ENSAYOS A LOS MATERIALES	42
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO Y GRUESO	42
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO FINO Y GRUESO.....	42
PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO	42
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO	42
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO.....	42
ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO	43
PESO UNITARIO	43
ENSAYO DEL CONO DE ABRAMS	43
CONTENIDO DE AIRE.....	43
ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO	44
ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO	44
ENSAYO DE DURABILIDAD AL CONCRETO	44
EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	45
PROCEDIMIENTOS	45
PLAN DE PROCESAMIENTO PARA ANÁLISIS DE DATOS	49
MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	50
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	52
RESULTADOS	52
ENSAYO DE MATERIA ORGÁNICA EN LOS AGREGADOS (ASERRÍN)	52
GRANULOMETRIA DEL ASERRÍ DE MADERA	52
ENSAYOS DE LOS MATERIALES.....	53
DISEÑO DE MEZCLA	59
ENSAYOS AL CONCRETO EN ESTADO FRESCO	63
ENSAYOS AL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO	64
ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS DEL CONCRETO	71
EVALUAR EL IMPACTO AMBIENTAL	73
DISCUSIÓN.....	74
DESCRIPCIÓN DEL ASERRÍN DE MADERA.....	74

ENSAYO DE MATERIA ORGÁNICA EN LOS AGREGADOS (ASERRÍN)	74
ENSAYOS DE LOS MATERIALES	74
DISEÑO DE MEZCLA	75
ENSAYOS AL CONCRETO EN ESTADO FRESCO	77
ENSAYOS AL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO	80
ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS DEL CONCRETO	85
EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	86
INFLUENCIA DEL ASERRÍN DE MADERA	86
CONCLUSIONES.....	87
RECOMENDACIONES.....	89
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
ANEXOS	93

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Resistencia a la compresión promedio	32
Tabla 2 Asentamientos recomendados para diferentes estructuras	33
Tabla 3 Contenido de aire	33
Tabla 4 Volumen de agua por m ³	34
Tabla 5 Relación A/C de diseño.....	34
Tabla 6 Volumen del agregado grueso.....	35
Tabla 7 Peso unitario del concreto	36
Tabla 8 Tolerancias de tiempo permitido para rotura de cilindros a compresión	36
Tabla 9 Tabla de muestras de estudio	38
Tabla 10 Tabla de Variables y operacionalización	40
Tabla 11 Tabla de ensayos de los materiales	41
Tabla 12 Tabla de Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	41
Tabla 13 Matriz de Consistencia.....	50
Tabla 14 Tabla de objetivos y procedimientos a realizar.....	51
Tabla 15 Granulometría del aserrín de madera	52
Tabla 16 Asentamiento del concreto con diferentes porcentajes de aserrín	63
Tabla 17 Densidad del concreto con diferentes porcentajes de aserrín.....	63
Tabla 18 Contenido de aire en el concreto con diferentes porcentajes de aserrín	64
Tabla 19 Cuadro de resultados de ensayos de compresión +0% aserrín de madera	65
Tabla 20 Cuadro de resultados de ensayos de compresión +1.5% aserrín de madera	65
Tabla 21 Cuadro de resultados de ensayos de compresión +2.0% aserrín de madera	66
Tabla 22 Cuadro de resultados de ensayos de compresión +2.5% aserrín de madera	66
Tabla 23 Cuadro de resultados de ensayos de abrasión +0% aserrín de madera	67
Tabla 24 Cuadro de resultados de ensayos de abrasión +1.5% aserrín de madera	68
Tabla 25 Cuadro de resultados de ensayos de abrasión +2.0% aserrín de madera	68
Tabla 26 Cuadro de resultados de ensayos de abrasión +2.5% aserrín de madera	68
<i>Tabla 27 Cuadro resumen de resultados de ensayos de abrasión.....</i>	<i>68</i>
Tabla 28 Costo de metro cúbico de concreto $f'c=210$ kg/cm ² sin adición.....	71
Tabla 29 Costo de metro cúbico de concreto $f'c=210$ kg/cm ² con 1.5% de aserrín	71
Tabla 30 Costo de metro cúbico de concreto $f'c=210$ kg/cm ² con 2.0% de aserrín	72
Tabla 31 Costo de metro cúbico de concreto $f'c=210$ kg/cm ² con 2.5% de aserrín	72
Tabla 32 Cuadro comparativo entre resultados a ensayos de Agregado Fino	75
Tabla 33 Cuadro comparativo entre resultados a ensayos de Agregado Grueso	75

Tabla 34 Cuadro comparativo entre métodos de diseño de concreto.....	76
Tabla 35 Dosificación del concreto patrón en kg/m ³	77
Tabla 36 Proporciones del concreto patrón por m ³	77
Tabla 37 Cuadro I.....	77
Tabla 38 Cuadro comparativo de asentamiento (Cigüeñas y Bellido).....	78
Tabla 39 Cuadro comparativo de densidad del concreto (Bellido).....	79
Tabla 40 Cuadro de contenido de aire promedio por muestra	80
Tabla 41 Tabla resumen promedios de resistencia a la compresión	81
Tabla 42 Cuadro comparativo de resistencias a la compresión (Cigüeñas y Bellido)	82
Tabla 43 Tabla resumen de costo de metro cúbico de concreto $f'c=210$ kg/cm ²	85

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Producción de recursos en el año 2018	16
Gráfica 2 Porcentaje de Trabajadores formales e informales de extracción de agregados en Lambayeque	17
Gráfica 3 Extracción Formal de Arena y Piedra en Lambayeque	18
Gráfica 4 Resistencia del concreto 210 kg/cm ² con distintos porcentajes de adición de aserrín	67
Gráfica 5 Durabilidad por desgaste del concreto +0% aserrín de madera	69
Gráfica 6 Durabilidad por desgaste del concreto +1.5% aserrín de madera	69
Gráfica 7 Durabilidad por desgaste del concreto +2.0% aserrín de madera	70
Gráfica 8 Durabilidad por desgaste del concreto +2.5% aserrín de madera	70
Gráfica 9 Resistencia al desgaste por abrasión para distintas muestras	84
Gráfica 10 Gráfica resumen de costo de metro cúbico de concreto f'c=210 kg/cm ²	86

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Granulometría del agregado grueso y fino	30
Figura 2 Peso Unitario del agregado Fino Figura 3 Peso Unitario del agregado Grueso....	30
Figura 4 Peso específico y absorción del agregado grueso	31
Figura 5 Peso específico y absorción del agregado fino	32
Figura 6 Maquina de compresión.....	44
Figura 7 Dispositivo de abrasión.....	44
Figura 8 Aserrín de madera.....	45
Figura 9 Realización de granulometría	45
Figura 10 Materiales para ensayo de colorimetría	46
Figura 11 Ensayo a los materiales.....	46
Figura 12 Ensayo de asentamiento.....	47
Figura 13 Curado de probetas	47
Figura 14 Rotura de probetas	48
Figura 15 Ensayo al desgaste	48
Figura 16 Prueba Colorimétrica con hidróxido de sodio	52
Figura 17 Granulometría del aserrín de madera.....	52
Figura 18 Ensayo de resistencia a la compresión.....	80
Figura 19 Tipos de falla del concreto.....	82
Figura 20 Fallas del concreto con distintos porcentajes de aserrín	82
Figura 21 Dispositivo de abrasión y cortadora rotativa	83
Figura 22 Cortadora de concreto.....	83

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Residuos sólidos domésticos reportados	93
Anexo 2 Ensayo de análisis granulométrico por tamizado del agregado fino	94
Anexo 3 Ensayo de análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso	96
Anexo 4 Ensayo de peso unitario y contenido de humedad del agregado fino.....	98
Anexo 5 Ensayo de peso unitario y contenido de humedad del agregado grueso	100
Anexo 6 Ensayo de Peso específico y absorción del agregado fino	102
Anexo 7 Ensayo de Peso específico y absorción del agregado grueso	104
Anexo 8 Formato de diseño de mezcla patrón	106
Anexo 9 Cálculo de diseño de mezcla patrón	108
Anexo 10 Cálculo de diseño de mezcla con adición de 1.5%	110
Anexo 11 Cálculo de diseño de mezcla con adición de 2.0%	111
Anexo 12 Cálculo de diseño de mezcla con adición de 2.5%	112
Anexo 13 Ensayo de resistencia a la compresión de concreto patrón.....	113
Anexo 14 Ensayo de resistencia a la compresión de concreto +1.5% Aserrín de madera.....	115
Anexo 15 Formato de ensayo de resistencia a la compresión de concreto +2.0% Aserrín de madera.....	116
Anexo 16 Formato de ensayo de resistencia a la compresión de concreto +2.5% Aserrín de madera.....	117
Anexo 17 Preparación de probetas de concreto	118
Anexo 18 Rotura de Probetas de concreto	118
Anexo 19 Tipos de Fallas del concreto	119
Anexo 20 Ensayo de durabilidad del concreto.....	120

RESUMEN

El inadecuado control en la explotación de arena ha venido provocando que dicha explotación sea informal y además ha provocado la escases de este recurso en la adquisición de manera formal. El presente trabajo de investigación evalúa la oportunidad de elaborar concreto estructural con presencia de aserrín de madera en su composición, el cual es obtenido de los aserraderos de la ciudad de Chiclayo, Lambayeque, para utilizarse como reemplazo parcial de la arena. Al agregar este reemplazo al concreto se verá afectado en las características del concreto, en estado plástico, así como en estado endurecido; por ello, es por lo que se pretende analizar las características con el reemplazo parcial de aserrín y ver las proporciones óptimas para que el concreto trabaje con esta adición sin que esta dañe al concreto.

De acuerdo con resultados obtenidos en la investigación tenemos que las resistencias ultimas fueron favorables para 1.5% de reemplazo por lo que alcanzó un 107% de la resistencia diseñada; mientras que para 2.0% y 2.5% de reemplazo de aserrín hubo una disminución y llegaron solo al 94% y 96% respectivamente. Mientras que en el ensayo de durabilidad obtuvimos que el porcentaje de desgaste fue 0.5%, 0.9% y 0.16% para 1.5%, 2.0% y 2.5% respectivamente. Teniendo como la proporción óptima es la de 1.5% ya que mostró la resistencia y durabilidad al desgaste requerido.

Palabras claves

Aserrín de madera, arena, concreto, resistencia a la compresión, durabilidad.

ABSTRACT

The inadequate control in the exploitation of sand has been causing said exploitation to be informal and has also caused the scarcity of this resource in the formal acquisition. This research work evaluates the opportunity to develop structural concrete with the presence of wood sawdust in its composition, which is obtained from the sawmills of the city of Chiclayo, Lambayeque, to be used as a partial replacement for sand. Adding this replacement to the concrete will affect the characteristics of the concrete, in the fresh state as well as in the hardened state; For this reason, it is for what it is intended to analyze the characteristics with the partial replacement of sawdust and see the optimal proportions for the concrete to work with this addition without damaging the concrete.

According to the results obtained in the investigation, we have that the last resistances were favorable for 1.5% replacement, which reached 107% of the designed resistance; while for 2.0% and 2.5% sawdust replacement there was a decrease and they reached only 94% and 96% respectively. While in the durability test, we obtained that the percentage of wear was 0.5%, 0.9% and 0.16% for 1.5%, 2.0% and 2.5% respectively. Taking as the optimal proportion is 1.5% since it showed the resistance and wear durability required.

Keywords

Wood sawdust, sand, concrete, compressive strength, durability.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día la extracción de agregado para la construcción hace que un recurso tan primordial como es la arena se esté haciendo más escaso día tras día. “La arena y la grava son la materia prima más usada en la tierra después del agua. Su uso excede ampliamente su tasa natural de renovación” [1]. Esto nos muestra que conforme pasa el tiempo, la extracción y utilización de este recurso aumenta considerablemente.

La extracción de este recurso trae muchas consecuencias, tanto al medio ambiente como a la sociedad. Si la arena escasea podría afectar la turbidez del agua, el cauce del río, la biodiversidad y al clima mismo por las emisiones de CO₂ ocasionadas tanto por la extracción o triturado del agregado y por el transporte. Y en la parte social, esto afectaría el nivel socioeconómico del lugar [2].

Según La Publicación trimestral del Fondo Monetario Internacional y del Banco Mundial la población podría haber un aumento en las ciudades de 2.500 millones de habitantes para el año 2050. En sus reportes también mencionan que desde 1990 al 2015 hubo un aumento de 18 millones de personas y se prevé que posiblemente al 2030 serían 41 millones en las megaciudades.

Este incremento nos da a entender el abuso en el uso de concreto en la elaboración de estas edificaciones. Esto conlleva al uso de agregados los cuales, aparte de que demoran años en recuperarse, deben tener cierta textura para que esta pueda adherirse al concreto de manera satisfactoria y pueda haber una buena cohesión.

Al querer obtener estos agregados, conlleva a que se extraiga tanto de canteras o de ríos haciendo que repercuta en los ríos y ecosistemas marinos provocando que, en zonas costeras y cercanas a los ríos, haya una gran pérdida de tierras por erosión. Adicional a eso genera una reducción en los suministros de los sedimentos y una disminución en el nivel freático.

Los informes de Iberdrola mencionan que “el principal uso de la arena es la construcción: para crear cemento, asfalto, etc. se consumen unos 25.000 millones de toneladas anuales de arena” [3]. Esto lo respalda el informe del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente nos informa que el comercio ilegal de este árido es un ejercicio muy rentable. Por lo que en dicho informe se llega a mencionar que, en Marruecos la mitad de la arena, lo que es aproximadamente 10 millones m³/año, proveniente la arena de playa, pero de manera ilegal.

Además de eso, en España solamente en el año 2017 hubo un crecimiento masivo en el comercio de arena de 110.5 millones de toneladas las cuales están siendo contadas sin tener en cuenta el millón y medio que fueron reciclados y otro medio millón el cual fue de un árido artificial; esto nos daría un aproximado de 112 millones de toneladas.

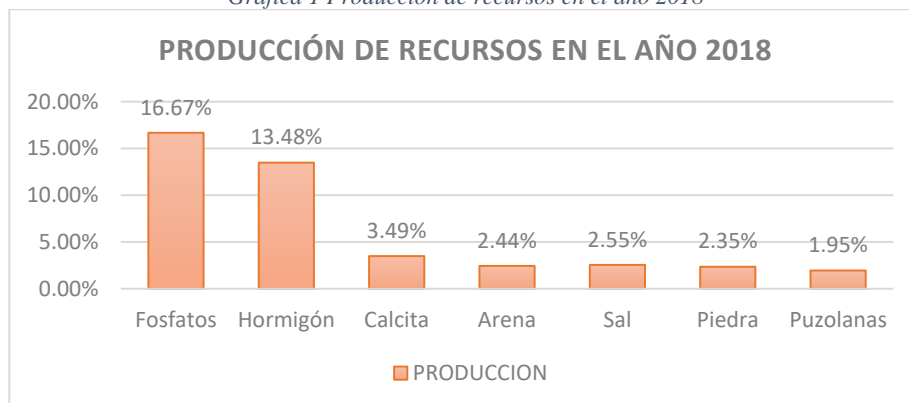
Al darnos cuenta de la cantidad de explotación que genera el ámbito de la construcción, podemos decir que no solo estamos afectando al ecosistema, sino a la misma población que se encuentra cerca a estos yacimientos o canteras como lo dicen revistas sobre los “riesgos antrópicos generados por la actividad minera”, “Explotación minera y sus impactos ambientales y en salud. El caso de Potosí en Bogotá” y “Estimación de emisiones en minería a cielo abierto”; las cuales todas ellas nos dan a conocer los peligros hacia la población que generan estas explotaciones mineral usadas para el sector construcción.

Es por esto por lo que en algunos lugares se dan propuestas como cierre sostenible, clausuras de minas o procedimientos para la clausura de canteras de agregados para construcción, ya que se han dado cuenta que se genera mucho daño al ecosistema como al ser humano.

Entrando en el ámbito nacional, en el Perú, la extracción de material de construcción tales como la arena fina y gruesa, grava, rocas, etc. que en los cauces de los ríos se depositan las aguas, se encuentra regulada bajo la Ley N.º 28221 la cual rige a las municipalidades a regular de una manera controlada la extracción de materiales de cauces de ríos y álveos.

Según el Ministerio de energía y minas hubo algunos reportes del en el aumento de la producción de algunos minerales no metálicos como son los fosfatos (16.67%), hormigón (13.48%), calcita (3.49%), arena gruesa y fina (2.44%), sal (2.55%), piedra de construcción (2.35%) y la puzolana (1.95%) [4].

Gráfica 1 Producción de recursos en el año 2018

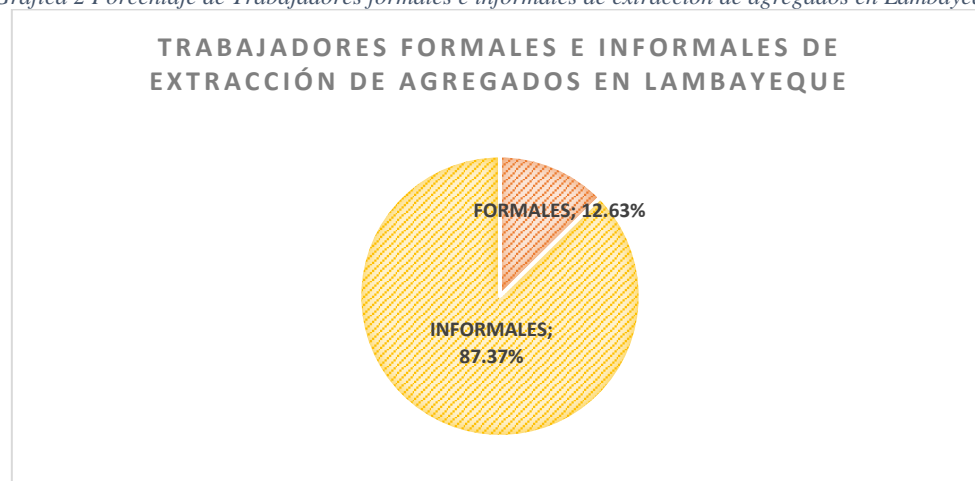


Fuente: Propia

Pero no todo es tan transparente como parece, ya que se ha podido apreciar de igual manera un incremento en la minería ilegal. En el 2014, en la ciudad de Lima, para ser específico, en los distritos de San Bartolo y Villa el Salvador se encontraron canteras ilegales las cuales empleaban maquinaria pesada para extraer ilegalmente piedra chancada y arena fina, que se usaba mayormente en la construcción y que se vendía ilegalmente, evadiendo impuestos y la contaminación del ambiente. Adicional a esto, en el 2019, en Iquitos se estuvo extrayendo ilegalmente arena blanca en el “Fundo La Tranquera” y no solo eso, sino que se llegó a evidenciar que se talaron unas 10 hectáreas de bosque y se abrieron aproximadamente 2 kilómetros de veredas y accesos vehiculares para el ingreso de camiones y equipo pesado al territorio. Además, según reportes del ANA, en la región de Junín se llegaron a identificar puntos de extracción de material de acarreo ilegales sin ningún criterio técnico y sin contar con un buen control; esta acción perjudica enormemente las tierras agrícolas, líneas de comunicación, las carreteras, los puentes e incluso la vida de las familias que viven a orillas de los ríos también están amenazadas [5].

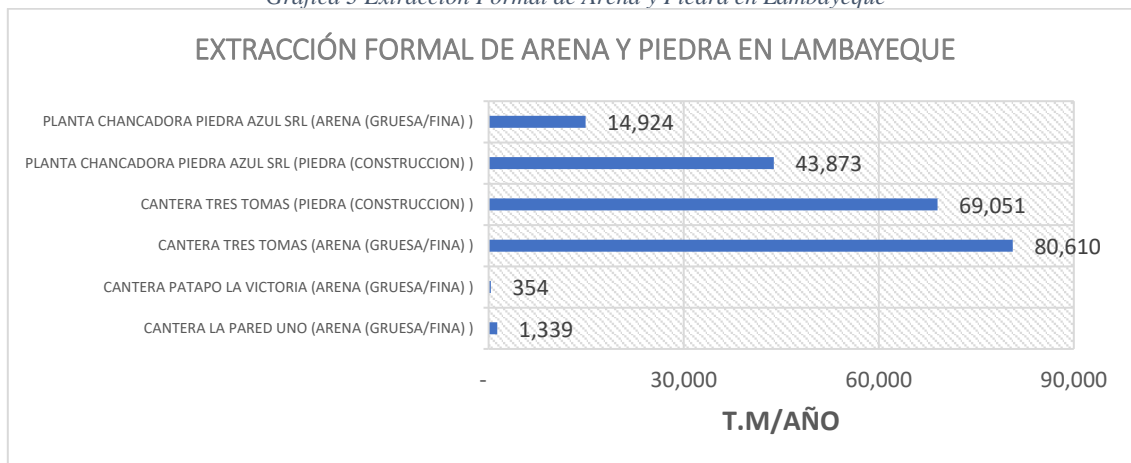
Cabe mencionar que en la región de Lambayeque se llegaron a realizar varios operativos con el fin de poder identificar la informalidad de la extracción de agregados en canteras. Se llegó a identificar esta informalidad en los distritos de Zaña, Pátapo, Chongoyape y Mesones Muro. Pero con mucha más concentración en Ferreñafe en la comunidad de Santa Lucía. Según lo mencionado por el Ing. Alex Julca Bellodas, gerente regional de Energía y Minas “hay solo 25 empresas de minería operando de manera formal, y hay aproximadamente 173 mineros informales” [6] que siguen en funcionamiento porque se amparan en DS N.º 05-2017-EM– el cual les permite continuar extrayendo a un kilómetro cuadrado mientras sigue su proceso de formalización.

Gráfica 2 Porcentaje de Trabajadores formales e informales de extracción de agregados en Lambayeque



Fuente: Registro Integral de Formalización Minera (REINFO)

Gráfica 3 Extracción Formal de Arena y Piedra en Lambayeque



Fuente: Ministerio De Energía y Minas

En el Gráfica 3 se puede apreciar que se llega a extraer aproximadamente un total de 210,151 Tm/año, siendo la cantera Tres Tomas la empresa que más extrae agregados con 149,661 Tm/año, le sigue la Plana chancadora Piedra Azul con 58,797 Tm/año, luego la Cantera La Pared uno con 1,339 Tm/año y al último la Cantera de Pátapo con 354 Tm/año.

Todos estos hechos nos muestran la gran informalidad que hay para la extracción de este recurso que es la arena a pesar de que el gobierno y las municipalidades imparten mediadas de control, siempre habrá un descuido o vacío legal el cual beneficie a las empresas que extraen agregado.

Aparte, al no haber un buen control y gestión de este recurso, este pierde la calidad que merece para poder ser usado en la construcción, ya que el único fin es generar ingresos económicos y por tanto no garantiza que sea un buen agregado, con una buena granulometría y buenas propiedades físicas.

Por ello es por lo que se establecen diversas soluciones para poder mitigar la extracción de este recurso, como es adicionando otras alternativas y bajando el porcentaje de agregado fino. Una de estas soluciones es reemplazando parcialmente el agregado fino con aserrín, este ayudaría a disminuir el porcentaje de finos y por consiguiente a aminorar el uso y la extracción de la arena.

Ya teniendo claro que este recurso, que es el agregado, se viene escaseando cada vez más, afectando de manera directa el ecosistema; por ello, en esta investigación se plantea adicionar unos materiales en reemplazo del agregado fino, por lo tanto, se formuló pregunta de investigación. ¿De qué manera influirá la adición de aserrín de madera como reemplazo parcial del agregado fino en las propiedades mecánicas de un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$?

Este presente trabajo pretende utilizar aserrín de madera como reemplazo parcial del agregado fino para un concreto, dado que la ciudad de Chiclayo se viene expandiendo en el ámbito urbano, cada año se construyen muchas más casas. Tanto que las viviendas construidas con concreto han ido aumentando, Según los reportes de los censos en el año 2007 hubo 41 319 viviendas; mientras que en el último censo se llegó a identificar unas 52 248 viviendas [7]. Lo que nos da un valor de 10 929 viviendas en las cuales se llegó a utilizar la arena como agregado para el concreto. Adicional a eso, según el reporte estadístico de ASOCEM se estimó que marzo del año 2022 se despachó a nivel nacional 1,173K TM de cemento, esto incluye a empresas que estaban asociadas y no asociadas a ASOCEM. Estos datos darían a conocer un incremento del 27% solamente comparándolo con el año anterior.

Al ir incrementando el uso de cemento, por ende, aumenta el uso de agregado tanto fino como grueso, lo que genera que las canteras estén llegando a su límite, la extracción de este agregado es de aproximadamente 570m^3 , lo que es aproximadamente 38 volquetes de arena diarios que es destinado para el sector construcción.

La manera en la que el aserrín puede ayudar con esto es tomando lugar como parte del agregado fino ya que este posee una forma cercana a la cúbica, además posee una densidad aparente redondeando los 170 a 180 kg/m^3 y un alto contenido de humedad el cual varía entre 7.5% a 9%. Además de eso estas fibras tienen forma irregular y hace que presente poros de menos de $10\text{ }\mu\text{m}$, lo que es un indicador de una buena adherencia con la matriz del cemento.

Dentro de sus propiedades mecánicas, tenemos que posee una tracción mínima de 0.632 N/mm^2 y una máxima de 1.157 N/mm^2 y una Flexión Estática (MOR) de 7.09 N/mm^2 como mínima y de 11.68 N/mm^2 como máxima, mientras que por (MOE) de 0.879 N/mm^2 como mínima y de 1.198 N/mm^2 .

Con respecto a su dureza, esta es determinada según la dureza de Janka, la cual es el método por el cual se le determina esta dureza a las maderas. Para lo cual tenemos una dureza mínima de 1887.8 N y máxima de 2338.1 N . Cabe mencionar que los ensayos que se realizan se harán con aserrín de tornillo, el cual es el más comercial y usado en la región de estudio.

Por otro lado, de igual manera se quiere evitar que las canteras o ríos sean explotadas para la recolección de agregado fino y grueso, de esta manera se ayudaría a preservar este recurso. Asimismo, reutiliza los desechos producidos por los aserraderos ya que estos son los mayores productores de aserrín de madera. Con este proyecto se podría aminorar el costo de la

obtención de agregados para hacer un concreto en obra con el reemplazo parcial del agregado fino por aserrín de madera.

A nivel mundial se puede decir que aproximadamente 81,170,713 Tn de madera en plaquitas; aserrín, desperdicios y desechos de madera fueron exportados [8]. Hoy en día, en países desarrollados, el aserrín tiene diversos usos como por ejemplo como calentador y disipador térmico, el cual, al ser esparcidos llegan conservar el calor. Otra alternativa para poder disipar el calor y usar el aserrín es mediante la elaboración de bloques de madera que puedan ser usados en el sector construcción, estos bloques se elaboran al mezclar de aserrín con cal y una solución antiséptica. En países industrializados, el aserrín se usa para la producción de etanol, combustible y biocombustibles sólidos densificados o briquetas las cuales se elaboran a partir de aserrín compactado con presiones mayores de 147,100 kPa. Estas altas presiones también sirven para elaborar conglomerados a base de aserrín el cual puede ser para pisos o como separadores de habitaciones.

Estas presiones son gracias a la maquinaria que estos países poseen, mientras que, en el ámbito ambiental nacional, el Perú no posee estos recursos y no hay manera de aminorar la cantidad desperdicios de aserrín de madera que solamente en el año 2009 llegó a alcanzar 9 837.60 Tn [9].

Al no poseer de los avances industriales para el proceso de reutilización, Perú ha llegado a buscar maneras de poder reciclar estos desechos como por ejemplo la trituración de estos y la elaboración de compost a base de materia orgánica para que sea utilizado como compostaje en ecosilos y compostaje en terrenos, estos compostajes son utilizados tanto en los jardines como en terrenos para ayudar a la reforestar.

En nuestro país, estos desperdicios al ser orgánicos, estos llegan a ser triturados para luego ser utilizados como compostaje lo que genera un impacto positivo para el medio ambiente, pero debemos implementar otros métodos de reutilización que no necesariamente incluyan alta tecnología, así como se propone en esta investigación.

Como ya hemos visto, el aserrín viene generando un impacto ambiental positivo ya que este en lugares muy fríos puede llegar a funcionar como aislante térmico y a su vez, el aserrín en el ámbito de la construcción ha tenido un gran desempeño mediante los tableros conglomerados de aserrín y los bloques de madera los cuales son elaborados con cal. Con todo esto, se puede

adicionar una ventaja más en el sector construcción que sería adicionar aserrín en la elaboración de concreto.

Por ello que el presente trabajo tiene como objetivo evaluar la influencia del aserrín de madera en concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ como reemplazo parcial de agregado fino en la provincia de Chiclayo, Lambayeque.

Siendo los objetivos específicos los siguientes:

- Determinar las propiedades de nocividad del aserrín de madera mediante el ensayo para determinar la materia orgánica en los agregados finos utilizando solución de hidróxido de sodio al 3% de volumen.
- Dosificar la mezcla de control y los porcentajes adecuados para las mezclas con adición de aserrín de madera para el agregado fino.
- Calcular y analizar los cambios en las propiedades mecánicas del concreto fresco con diferentes dosificaciones de aserrín de madera mediante ensayos de asentamiento, densidad del concreto, contenido de aire, tiempo de fraguado y exudación.
- Calcular y analizar los cambios en las propiedades mecánicas del concreto endurecido con diferentes dosificaciones de aserrín de madera mediante ensayos de resistencia a compresión y durabilidad.
- Determinar si cumple con las exigencias mínimas de la Norma Técnica Peruana.
- Analizar el peso unitario del concreto.
- Comparar el costo-beneficio de la adición de aserrín de madera.
- Evaluar el impacto ambiental que tendría el reemplazar parcialmente el agregado fino por aserrín de madera.

REVISIÓN DE LITERATURA

ANTECEDENTES

ANTECEDENTES INTERNACIONAL

ProfesionalesHoy. El consumo empieza a remontar. 2018. Artículo de investigación.

En esta investigación se determinó que el consumo de áridos llegó a los 110,5 millones de toneladas. Según esta cifra, el consumo aumentó un 10,5% en 2016, superando los 100 millones de toneladas. Además de esto, necesitamos agregar medio millón de toneladas de agregados reciclados y 500,000 toneladas de agregados artificiales, y el consumo total debería llegar a 112. Del estudio se concluye que como alternativa se pueden usar áridos reciclados o artificiales [10].

Ana Violeta Argüello Mejía, Enriqueta Cantos Aguirre y Jorge Vitery Moya. Riesgos antrópicos generados por la actividad minera. 2013. Artículo de investigación.

Se estudió el riesgo antropogénico a mediano y largo plazo en las parroquias de Calacalí, Pomasquí y San Antonio donde el riesgo se debe a canteras que abastecen, en la zona de Quito, el mercado de la construcción. El estudio concluyó que el aire fue el que mayor impacto tuvo, mientras que el por otro lado el suelo y el agua se ven afectados por los desechos mineros. Enfermedades respiratorias en personas expuestas a largo plazo al polvo de canteras y transporte de materiales [11].

Paez Paula Andrea, Cogliati Marisa y Giacosa Raúl Eduardo. 2016. Estimación de emisiones en minería a cielo abierto. Artículo de investigación.

Este trabajo evaluó las emisiones de material particulado por debajo de $10\ \mu\text{m}$ (PM_{10}) de canteras de superficie ubicadas cerca de las localidades de General Roca y Allen. El estudio concluyó que las fuentes de mayor incidencia fueron las voladuras y las fuentes fugitivas, las cuales fueron re-suspensión de PM_{10} debido al transporte del material y al polvo que se re suspende en el hueco de la cantera.

Ortega Sánchez, Andrés David y Gil, Harveth. 2019. Estudio del comportamiento mecánico de morteros modificados con fibras de aserrín bajo esfuerzos de compresión. Artículo de investigación.

En su artículo tuvo como objetivo el estudio y análisis del comportamiento del mortero en compresión con fibras de aserrín, para de esta manera poder reducir la contaminación que estos producen y aportar al desarrollo sostenible y a la vez para tomar iniciativa. Se analizó durante 90 días la factibilidad del uso de aserrín como fibra, para modificar mezclas de mortero.

Se desarrollaron ensayos de compresión para cada modificación del mortero, la primera fue añadiendo aserrín 0.5%, mostró una reducción de 3.07% a los 90 días. El segundo fue añadiendo 1% de aserrín, arrojó un resultado de reducción de 20.02% en la misma edad que el anterior. Y el tercer prototipo fue con un 3% de aserrín, el cual arrojó un resultado de reducción de 40.07%. Estos resultados fueron mucho más bajos mientras aumenta el porcentaje. Por ello el autor recomienda el uso de hasta 1% en reemplazo con este material [12].

Iturralde Valarezo Aldo Fernando y Rocafuerte Bajaña Alexis Neptali. 2019. Estudio del comportamiento mecánico del mortero hidráulico y prototipo con adición de viruta de la madera. Tesis de grado: Universidad Laica Vicente Rocafuerte De Guayaquil.

En esta investigación se procuró realizar el diseño de un mortero elaborado en concreto con un nuevo componente del entorno, virutas de madera.

Los resultados obtenidos de este mortero adicionando virutas de madera fueron en los ensayos de compresión, se obtuvo como resultados a los 32 días para un mortero sin adición 128,11 Kg/cm²; con una adición de 0.5% se obtuvo 115,87 Kg/cm²; para una con 0.8% se obtuvo 105,67 Kg/cm²; para una de 1.5% se obtuvo 95,47 Kg/cm² y, por último, para la de 2.5% de viruta se obtuvo 79.56 Kg/cm² en su resistencia.

Por ello, el autor menciona que la relación de agregado fino a viruta de madera cumple en el mortero es de 0.5 y 0.8, que corresponde a la resistencia requerida para el mortero recomendada por el MTOP ecuatoriano [13].

Coronel, Jorge y Rodríguez, Patricio. 2016. Análisis del comportamiento de mezclas cementicias con la inclusión de fibras de madera. Tesis de grado: Universidad De Especialidades Espíritu Santo.

De la misma manera en esta investigación se analizó la manera de poder incorporar diversos tipos de maderas como agregado y así disminuir la densidad, mejorar la compresión y la flexión de las mezclas cementicias.

Se prepararon muestras de control y muestras con el adicional agregado. Se observa que la resistencia a la flexión del hormigón convencional suele tener el 10% de la resistencia a compresión, pero en este estudio se obtuvieron resultados favorables con 26% de mezcla de fibra de pino, 19% de fibra mixta y 29% de fibra de mezcla de teca. De esta manera obteniendo un concreto que sea más elástico y flexible que el concreto normal [14].

ANTECEDENTES NACIONAL

José De Echave. 2016. La minería ilegal en Perú Entre la informalidad y el delito.

A medida que el boom minero se apodera del país, también lo hace la minería ilegal en Perú. A pesar del declive de los precios de los minerales, la minería ilegal aún se ubica junto al narcotráfico y la tala ilegal como las principales actividades delictivas en términos de la cantidad de dinero. Los mineros ilegales e informales incluso han logrado implementar tácticas de influencia efectivas y han construido puentes con la política. El número de mineros informales e ilegales abordados osciló entre 100 000 y 500 000. Por otro lado, las únicas cifras oficiales consideradas son 77 723 mineros que expresaron oficialmente su intención de beneficiarse de la formalización, proceso que el gobierno peruano comenzó en 2012 [15].

Cigüeñas Cabrera, Pablo Cesar. 2020. Determinación del comportamiento mecánico del concreto con adición de aserrín. Tesis de grado: Universidad Privada Antenor Orrego.

En esta investigación se decidió determinar de igual manera si la adición de aserrín afecta el comportamiento mecánico del concreto. Para esto tuvo que realizar ensayos para determinar su resistencia al alabeo, compresión, absorción, de corte y variación dimensional. Se comprobó los resultados con la NTP y los procedimientos.

La norma NTP 400.019 nos dice que el ensayo de abrasión no debe superar el 40% de desgaste del agregado grueso, mientras que el resultado del ensayo nos da un 23% de desgaste, lo que nos dice que estamos dentro de los límites dados por la norma. El autor decidió realizar un diseño de mezcla para un concreto 210 kg/cm², considerando

una probeta patrón y las demás con variación en el porcentaje de aserrín. Los resultados que obtuvo fueron los siguientes, el concreto sin adición fue de 254.46 kg/cm², con 0.5% de aserrín 292.03 kg/cm² y con 1% de aserrín 259.34 kg/cm². Con esto podemos decir que modifica el concreto en estado tanto plástico como endurecido; ya sea a través del slump y la resistencia misma [16].

Sánchez García, Cynthia Nicole. 2017. Comportamiento del aserrín sobre la resistencia a la compresión, absorción, densidad y asentamiento del concreto para bloques en la construcción. Tesis de grado: Universidad Privada del Norte.

En la tesis se investigó si el aserrín cambiaba el comportamiento del asentamiento, absorción, densidad y la resistencia a la compresión con la adición del aserrín para la fabricación de bloques para la construcción. Ella decidió reemplazar la arena con aserrín desde un 0% al 50 % con un incremento de cada 10% para cada diseño de mezcla.

Los resultados obtenidos del diseño con respecto a su resistencia a la compresión, asentamiento, porcentaje de absorción y densidad fueron los siguientes; para el diseño sin adición aserrín 108 kg/cm², 2 ¾", 6.1% y 2124 kg/m³ respectivamente. El diseño que mostró mejores resultados fue el que tuvo una adición del 30% de sustitución de arena por aserrín teniendo como resultados 72 kg/cm² de resistencia, 1" de asentamiento, 9.5% en absorción y 1916 kg/m³ de densidad [17].

Marrufó Urteaga, César Augusto. 2017. Resistencia a compresión axial y peso volumétrico del concreto con madera natural e impermeabilizada usando aceite automotriz y aguaje. Tesis de grado: Universidad Privada del Norte.

Esta investigación se encargó de indagar si al agregarle con madera natural, aceite automotriz y aguaje el peso específico y la resistencia a compresión se modificaría considerablemente. Se llegaron a elaborar un total de 134 probetas de las cuales 17 fueron para el concreto patrón y 117 para las diferentes sustituciones de agregado.

Se estudió la sustitución a 25%, 50% y 75% con respecto el volumen del agregado grueso. Los especímenes fueron curados por inmersión completa en agua y se midió la resistencia a la compresión a los 7 y 28 días de curado. Como resultados se tuvo a los 28 días de curado el concreto patrón fue de 253.8 kg/cm², y una densidad de 2232.5 kg/m³. La mayor resistencia se logró reemplazando el 25% del agregado grueso con

madera impermeable al agujero, con una resistencia de 130,5 kg/cm² y un peso aparente de 2220,1 kg/m³ [18].

Bellido Yarleque, Leddy Jhoana. 2018. Propiedades mecánicas del concreto ligero con incorporación de virutas de madera. Tesis de grado: Universidad Nacional Agraria La Molina

La investigación fue una de las investigaciones que más se acercó porque adicionó las virutas de madera, pero para un concreto ligero.

Se preparó el concreto para que obtenga una resistencia de 17.5 MPa sin adicionarle virutas y fue adicionando un porcentaje de viruta progresivamente, a 30%, 60% y 90% de viruta. Los resultados les dieron que mientras se incrementaba el porcentaje de virutas de madera, el peso específico disminuía [19].

Chavarry Boy, Guido. 2018. Elaboración de concreto de alta resistencia incorporando partículas residuales del chancado de piedra de la cantera Talambo, Chepén. Tesis de grado: Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo

Esta investigación se encargó de elaborar concreto de alta resistencia al adicionar piedra chancada en 10% el peso del cemento. Este chancado de piedra se extrajo de la cantera de Chepén.

Esta investigación se realizó para distintas resistencias de concreto. Se hizo para resistencias de 350, 420, 500 y 550 kg/cm². La inclusión de polvo de granito hizo que la resistencia del concreto incremente para cada resistencia en más del 15 % diseñada. Y en cuanto a la durabilidad del concreto, este mostró una mejora al desgaste para concreto menores a 420 kg/cm², y para concretos mayores a esta resistencia disminuye su durabilidad [20].

BASES TEÓRICAS

ENSAYO Y MÉTODO

Los ensayos se rigen bajo procedimientos, se realiza un análisis de los datos y se hace en un ambiente controlado como es un laboratorio. Se realizan para determinar características del producto en análisis.

Mientras que los métodos tienen la misma finalidad que un ensayo que es determinar características del producto en análisis, pero se realiza de una manera más empírica y en un ambiente sin controlar, por lo general se realiza in situ.

CONCRETO

El concreto está conformado por distintos elementos, es una mezcla de cemento, agregados, agua y en algunos casos si la situación lo amerita se utilizan aditivos. El cemento en su estado plástico es moldeable y trabajable, pero cuando este pasa a su estado endurecido se vuelve un material resistente, lo que lo hace perfecto para el área de construcción [21, p. 10].

MATERIALES PARA LA FABRICACION DEL CONCRETO

CEMENTO

El cemento uno de los materiales más utilizado en el ámbito de la construcción, pues es una combinación de piedra calcinada, arcilla y algunos minerales de hierro que se llegan a calcinar a una alta temperatura de aproximadamente 1450°C.

AGUA

El agua es importante para la elaboración del concreto. Este elemento es empleado en la preparación del concreto y en el curado, que según la norma nos menciona que de preferencia el agua debe ser potable y tener un PH adecuado.

La Norma Técnica Peruana, menciona que el agua no potable debe cumplir con ser:

- Libre de presencia perjudicial de aceites, ácidos, sales, materia orgánica, entre otros.
- Realizar ensayos al agua si es de dudosa proveniencia.
- Las probetas fabricadas con agua no potable deben someterse a pruebas de resistencia a los 7 días y a los 28 días, y su resistencia no debe ser inferior al 90 % de las fabricadas con agua potable.

AGREGADOS

Estos están conformados por arena y grava las cuales son llamadas como agregados finos y gruesos respectivamente; la arena puede ser natural o manufacturada y la grava, natural o triturada. Para ambos agregados según la norma sus partículas serán

limpias de toda impureza, de perfiles angulares para que estas puedan adherirse, duros y resistentes.

ASERRÍN DE MADERA

Son partículas finas por lo general es un material de desecho que se produce como resultado de diferentes procesos por los que pasa la madera. Las partículas de madera consisten en celulosa.

PROPIEDADES DE LA MADERA (ASERRÍN)

DENSIDAD

Es la relación que hay entre el peso de la muestra y el volumen que este ocupa, pero claro que la muestra debe estar en el mismo grado de humedad [22].

CONTENIDO DE HUMEDAD

Es una cantidad que muestra la presencia de agua del agregado y puede expresarse en masa seca o húmeda. [23].

VALOR CALÓRICO BAJO

Es el calor liberado por la oxidación de un kilogramo o un metro cúbico de combustible por metro cúbico, y el calor liberado por la oxidación completa de un metro cúbico de combustible.

ENSAYOS A LOS MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO Y GRUESO

Esta prueba determina la cantidad de agua en cada tipo de agregado (grueso o fino) utilizado en el concreto. La cantidad disponible, expresada en porcentaje, afecta a la elaboración del diseño mixto.

$$H = [P - X / X] * 100$$

Donde:

- H: Contenido de humedad [%]
- P: Masa inicial de la muestra [g]
- X: Masa de la muestra seca [g]

Normativa

NTP 339.185 o ASTM C 566.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO FINO Y GRUESO

El agregado fino y grueso contienen distintos tamaños de partículas y estos son separados gracias a los diferentes tamices. Es de suma importancia conocer los diferentes tamaños de partículas de los áridos, ya que de ellos dependerán algunas de las propiedades del concreto.

Agregado fino

Se utilizaron los tamices 3/8", N° 4, 8, 16, 30, 50, 100, 200 y fondo; para una muestra de 500 gramos.

TAMIZ STANDARD (ABERTURA CUADRADA)			ASTM C-33 LIMITE TOTAL % PASANTE	
3/8"	9.520	mm	100	100
N° 4	4.750	mm	95	100
N° 8	2.360	mm	80	100
N° 16	1.180	mm	50	85
N° 30	0.600	mm	25	60
N° 50	0.300	mm	10	30
N° 100	0.150	mm	2	10

Agregado grueso

Se utilizaron los tamices 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N° 4, N° 8", N° 16" y fondo; para una muestra de 5 kilogramos.

TAMIZ STANDARD (ABERTURA CUADRADA)			ASTM C-33 LIMITE TOTAL % PASANTE	
1"	25.000	mm	100	100
3/4"	19.000	mm	90	100
1/2"	12.700	mm	20	55
3/8"	9.520	mm	0	15
N° 04	4.750	mm	0	5

Normativa

NTP 400.012 o ASTM C 136.

Figura 1 Granulometría del agregado grueso y fino



Fuente: Propia

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO

Es el peso del material seco requerido para llenar una unidad de volumen. El peso unitario del material mineral está en relación con la forma, distribución de las partículas, grado de compactación y tamaño del de las partículas. Se determina el peso unitario del agregado, tanto suelto como varillado.

Normativa

NTP 400.017 o ASTM C 29/C 29 M.

Figura 2 Peso Unitario del agregado Fino



Fuente: Propia

Figura 3 Peso Unitario del agregado Grueso



Fuente: Propia

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

El peso específico encuentra la relación entre la masa de una unidad de volumen de material y la masa del mismo volumen de agua destilada desgasificada a una temperatura determinada. Dependiendo de la cantidad de humedad que tenga el agregado en estado seco o saturado, la sequedad superficial determina la gravedad específica.

El peso específico varía dependiendo del concreto; 2.4 a 2.8 g/cm³ para concretos convencionales.

Fórmula para el cálculo:

$$Pe = \frac{W}{W_{ss} - W_{sw}}$$

Pe = Peso Específico.

W = Peso de la Muestra Seca. (g)

W_{ss} = Peso de la muestra Saturada interiormente y Seca Superficialmente. (g)

W_{sw} = Peso de la muestra Sumergida en Agua. (g)

Normativa

NTP 400.021 o ASTM C 127.

Figura 4 Peso específico y absorción del agregado grueso



Fuente: Propia

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

El peso específico de los agregados nos demuestra cuan relacionado está la densidad del material y la del agua. Esto nos muestra si el agregado va a tener un buen comportamiento o serán áridos débiles y absorbentes de agua.

Fórmula para el cálculo:

$$\%absor = \frac{W_{ss} - W}{W} \times 100$$

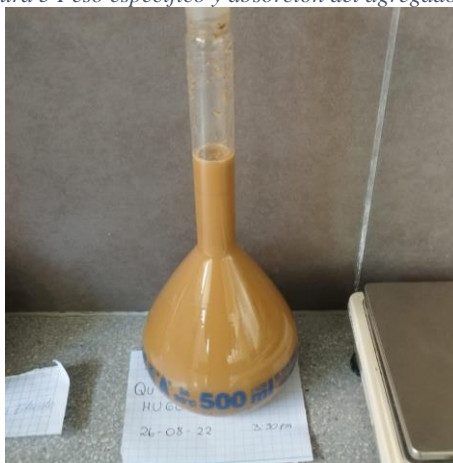
W = Peso de la Muestra Seca. (g)

W_{ss} = Peso de la muestra Saturada interiormente y Seca. (g)

Normativa

NTP 400.022 o ASTM C 128.

Figura 5 Peso específico y absorción del agregado fino



Fuente: Propia

DISEÑO DE MEZCLA

Método del ACI 211.1

El ACI 211.1-91 es un método para obtener resultados favorables en la producción de concreto. Este método es adecuado para concretos cuya resistencia es menor a 42 MPa. Los pasos para obtener un buen diseño de concreto son los siguiente:

DETERMINACIÓN DEL F'C

Se determina el f'_c requerido el cual por medio de las tablas que están en función a f'_c de diseño como se ve a continuación:

Tabla 1 Resistencia a la compresión promedio

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
f'_c	f'_{cr}
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
Sobre 350	$f'_c + 98$

Fuente: ACI 211.1

DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO

Por medio de la obtención del Tamaño máximo del agregado el cual se obtiene por medio de la granulometría se podrá obtener más adelante para hallar la cantidad a utilizar de agua requerida y la aparición de aire atrapado estimado que habrá en nuestra mezcla, ya que esto depende mucho de su forma y textura de estos agregados.

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

Se debe establecer bien el revenimiento de la mezcla que se está diseñando, ya va a depender del uso a la estructura que se va a elaborar. Adicional a eso se debe tener en

cuenta el método de vibrado, textura final y el cómo se va a transportar. Por ello es por lo que se emplea la siguiente tabla para poder determinar cuál es el que va a utilizar o estimar.

Tabla 2 Asentamientos recomendados para diferentes estructuras

Tipo de estructura	Slump	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas de edificios	4"	1"
Losas y Pavimentos	3"	1"
Concreto Ciclópeo	2"	1"

Fuente: ACI 211.1

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AIRE

En la elaboración del concreto en obra, este genera inevitablemente aire atrapado. Este aire atrapado tiene relación con las condiciones de operación, del día y de los materiales utilizados. Este contenido de aire puede afectar al concreto reduciendo su resistencia y permeabilidad ya que incrementa la porosidad del concreto. En algunos casos depende del clima en el cual se está desarrollando.

Tabla 3 Contenido de aire

TMN Agregado Grueso		% de aire atrapado
3/8"	9.5 mm	3
1/2"	12.5 mm	2.5
3/4"	19.5 mm	2
1"	25.0 mm	1.5
1 1/2"	37.5 mm	1
2"	50.0 mm	0.5
3"	75.0 mm	0.3
6"	150.0 mm	0.2

Fuente: ACI 211.1

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA

Teniendo en cuenta un concreto con aire incorporado sin incorporado, dependiendo del asentamiento requerido y el tamaño máximo nominal de agregado, el método recomienda una tabla de contenido de agua.

Tabla 4 Volumen de agua por m³

Asentamiento	Agua en l/m ³ , para los tamaños máximos nominales de agregado grueso y consistencia indicada							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-

Fuente: ACI 211.1

SELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO

El método nos brinda una tabla (

Tabla 5) que nos da la relación agua/cemento con relación al f'_c del concreto diseñado y a la presencia o no de aire incorporado. El ACI recomienda utilizar una resistencia a la compresión con un excedente moderado para mantener los valores bajos de la prueba dentro del rango especificado.

Tabla 5 Relación A/C de diseño

f'_c (28 días)	Relación agua/cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	-
450	0.38	-

Fuente: ACI 211.1

CÁLCULO DEL CONTENIDO DE CEMENTO

El contenido de cemento se obtiene despejando la variable del cemento, ya que tenemos los valores de la relación A/C de la Tabla 5 y la cantidad de agua de la Tabla 4; con ello obtenemos cuanto cemento se necesita para un m³ de concreto.

CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO

El ACI nos facilita con una tabla que nos provee el volumen del agregado grueso por metro cúbico de cemento; este valor está en relación con el módulo de finura de la arena y al TMN del agregado grueso.

Tabla 6 Volumen del agregado grueso

TMN del agregado grueso		Módulo de Finura del Agregado Fino			
		2.4	2.6	2.8	3
3/8"	9.5 mm	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	12.5 mm	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	19.5 mm	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	25.0 mm	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	37.5 mm	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	50.0 mm	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	75.0 mm	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	150.0 mm	0.87	0.85	0.83	0.81

TMN del agregado grueso		Módulo de Finura del Agregado Fino			
		2.4	2.6	2.8	3
3/8"	9.5 mm	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	12.5 mm	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	19.5 mm	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	25.0 mm	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	37.5 mm	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	50.0 mm	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	75.0 mm	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	150.0 mm	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI 211.1

Este volumen de agregado se muestra en m^3 . Luego este valor se multiplica con el peso volumétrico varillado del agregado grueso y se obtiene la cantidad de agregado grueso.

CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADO FINO

Hasta antes de este punto se han obtenido estimados de los materiales del concreto, a excepción del agregado fino. Para esto solo se hace un simple cálculo por diferencia.

AJUSTE DE LA MEZCLA POR HUMEDAD DE AGREGADOS

Finalmente, se realiza un ajuste de acuerdo con la cantidad de agua que contiene el agregado, el agua agregada a la mezcla debe disminuirse en una cantidad correspondiente a la humedad proporcionada por el agregado, es decir humedad total menos absorción de agua.

ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

PESO UNITARIO

El peso unitario del concreto es la relación entre el peso y el volumen que ocupa. Este valor puede variar dependiendo el estado en el que se encuentre, plástico o endurecido. Se puede clasificar el concreto por medio de 3 características diferentes que son:

Tabla 7 Peso unitario del concreto

Concretos livianos	Concretos normales	Concreto Pesado
< 1900 kg/m ³	2200 a 2400 kg/m ³	2800 a 6000 kg/m ³

Fuente: Propia

Conforme a lo diseñado en la presente investigación, se determina que el concreto es un concreto normal o también llamado convencional.

ENSAYO DEL CONO DE ABRAMS

El ensayo del cono de Abrams o asentamiento del concreto es utilizado para determinar la calidad de un concreto, ya que este determina la trabajabilidad en obra que va a tener.

CONTENIDO DE AIRE

En primer lugar, esta prueba no se recomienda en concretos ligeros o agregados que tengan alta porosidad. Esta prueba determina la cantidad de aire atrapado que contiene el concreto fresco.

ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

En este ensayo se aplica una carga distribuida de compresión axial a la cara de la muestra cilíndrica para calcular la resistencia a la compresión. Esta resistencia se obtiene dividiendo la carga de prueba por el área de la muestra.

Cada muestra de ensayo debe romperse dentro de las tolerancias de tiempo permitidas que estipula la norma, las cuales son:

Tabla 8 Tolerancias de tiempo permitido para rotura de cilindros a compresión

Edad	Tolerancia de tiempo permisible
24 horas	± 0.5 horas o 2.1 %
3 días	± 2 horas o 2.8 %
7 días	± 6 horas o 3.6 %
28 días	± 20 horas o 3.0 %
90 días	± 2 días o 2.2 %

Fuente: NTP 339.034

ENSAYO DE DURABILIDAD AL CONCRETO

ENSAYO DE DURABILIDAD POR DESGASTE

Este ensayo es utilizado para determinar la habilidad de un área de concreto a ser desgastada por rozamiento. El ensayo de abrasión se realiza de acuerdo con las normas ASTM C944 [24].

MATERIALES Y MÉTODOS

En esta investigación que tiene como objetivo analizar la influencia del aserrín de madera como reemplazo parcial del agregado fino para un concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ en Chiclayo, el tipo de estudio experimental. De igual manera se considerará una población y muestras adicionando aserrín de madera en la elaboración de concreto y se analizarán sus propiedades mediante los ensayos estipulados en la normativa.

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

HIPÓTESIS

El reemplazo parcial con aserrín de madera como agregado fino dentro de la preparación del concreto aumentará las propiedades mecánicas del concreto usado en la ciudad de Chiclayo, Lambayeque

DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

El diseño de contrastación se especifica de la siguiente manera:

- A = Variable independiente (Reemplazo de aserrín de madera en un 0%, 1.5%, 2% y 2.5%)
- B = Variable dependiente (Propiedades mecánicas del concreto)
 - ❖ 1er Experimento $X_1 \rightarrow Y_1$ (Las causas X_1 aparecerán en efecto en Y_1)
 - ❖ 2do Experimento $X_2 \rightarrow Y_2$ (Las causas X_2 aparecerán en efecto en Y_2)

- ❖ 3er Experimento X3→Y3 (Las causas X3 aparecerán en efecto en Y3)
- ❖ 4to Experimento X4→Y4 (Las causas X4 aparecerán en efecto en Y4)

POBLACIÓN, MUESTRA DE ESTUDIO Y MUESTREO

POBLACIÓN

La población es el concreto, al cual se añadió parcialmente aserrín, con el fin de poder mejorar la resistencia a la compresión del concreto.

MUESTRA DE ESTUDIO

La muestra de estudio es un total de 72 especímenes de concreto los cuales serán utilizados para diferentes ensayos y diferentes porcentajes de adición de aserrín. Los ensayos se realizarán en diferentes tiempos de rotura y conforme a la normativa correspondiente para los ensayos de compresión dados por la NTP 339.034-2015 y en la Norma E.060.

Tabla 9 Tabla de muestras de estudio

ENSAYOS		PROBETAS			
		PP	0.50%	1.00%	1.50%
Ensayo de compresión	7 días	3	3	3	3
	14 días	3	3	3	3
	21 días	3	3	3	3
	28 días	3	3	3	3
Ensayo de durabilidad (desgaste)		3	3	3	3
Tiempo de Fraguado		2	2	2	2
Contenido de aire		2	2	2	2
Asentamiento		3	3	3	3
Exudación		3	3	3	3
TOTAL		112			

Fuente: Propia

MUESTREO

El muestreo será no probabilístico ya que se necesitará la recolección de datos, donde se realizarán ensayos a compresión, con la finalidad de conseguir una resistencia idónea, para ello se necesita 3 probetas de concreto para los días 7, 14, 21 y 28 días por diseño de mezcla.

CRITERIOS DE SELECCIÓN

- ✓ El aserrín de madera sea proveniente de los aserraderos dentro de la ciudad de Chiclayo, con el propósito de evaluar la nocividad que tienen estas partículas. Las partículas de aserrín sean finas, para que puedan reemplazar al agregado fino.

- ✓ El cemento que se utilizó fue un cemento Pacasmayo Extraforte tipo ICo, en el cual su uso sea para estructuras como columnas y vigas y para tarrajeo. Es de uso común.
- ✓ El agregado grueso utilizado fue de la cantera de tres tomas y el agregado fino de la cantera de la Victoria de manera que cumplan con la norma. Cabe mencionar que el agregado grueso se tomó piedra chancada de $\frac{3}{4}$ ".
- ✓ Para los ensayos de compresión y durabilidad, se realizó en probetas cilíndricas de 15 x 30 cm como estipula la NTP 339.034.

VARIABLES – OPERACIONALIZACIÓN

- **Independiente:** Adición de aserrín de madera.
- **Dependiente:** Propiedades mecánicas del concreto.

Tabla 10 Tabla de Variables y operacionalización

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDICIONES
VARIABLE INDEPENDIENTE: Aserrín de madera	Son partículas finas por lo general es un material de desecho que se produce como resultado de diferentes procesos por los que pasa la madera.	Son partículas naturales de madera que pueden influenciar en las propiedades mecánicas del concreto tanto en su estado fresco como endurecido.	Propiedades del Aserrín	Análisis granulométrico	%
				Contenido de humedad	%
				Grado de absorción	%
				Peso específico de masa	kg/m ³
				Nocividad	Placa Orgánica
VARIABLE DEPENDIENTE: Propiedades mecánicas del concreto	Son las principales exigencias que debe cumplir un concreto para un buen funcionamiento. Además, debe contar con una composición idónea.	Estas propiedades nos permitirán determinar el cumplimiento del concreto en su estado de funcionamiento determinado por los ensayos de resistencia y durabilidad.	Propiedades del concreto fresco	Tiempo de fraguado	horas
				Asentamiento	cm
				Contenido de aire	%
				Exudación	%
			Propiedades del concreto endurecido	Resistencia a la compresión	kg/cm ²
				Durabilidad	kg/cm ²
VARIABLE INTERVINIENTE: Propiedades de los agregados	Son las características que tiene el agregado en cuestión a sus propiedades físicas como su granulometría, contenido de humedad, peso específico, etc.	Estas propiedades del agregado no se verán afectadas por la adición del aserrín, pero intervendrán para el diseño de mezcla del concreto.	Propiedades Físicas	Análisis granulométrico	%
				Contenido de humedad	%
				Peso específico de masa	kg/m ³
				Grado de absorción	%
				Peso volumétrico suelto	kg/m ³
				Peso volumétrico varillado	kg/m ³
			Estudio de Impacto Ambiental	Matriz de Leopold	Ordinal

Fuente: Propia

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

MÉTODOS

Se realizaron en laboratorio los ensayos respectivos para el aserrín de madera, a los agregados y al concreto los cuales se describen en la siguiente tabla:

Tabla 11 Tabla de ensayos de los materiales

ENSAYOS	
ENSAYOS DE LOS AGREGADOS	Análisis granulométrico
	Contenido de humedad
	Peso específico de masa
	Grado de absorción
	Peso volumétrico suelto
	Peso volumétrico varillado
ENSAYOS AL ASERRÍN	Nocividad del aserrín
	Análisis granulométrico
	Densidad de las fibras
ENSAYOS AL CONCRETO FRESCO	Tiempo de fraguado
	Asentamiento
	Contenido de aire
	Exudación del concreto
ENSAYOS AL CONCRETO ENDURECIDO	Resistencia a la compresión
	Durabilidad del concreto por desgaste

Fuente: Propia

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tabla 12 Tabla de Técnicas e instrumentos de recolección de datos

TÉCNICAS		INSTRUMENTOS	
Recolección de datos		Observación directa	
		Experimentación	
		Análisis de contenido	
Procesamiento de datos	Agregados	Formatos para los ensayos de granulometría	
		Formatos para los ensayos de contenido de humedad	
		Formatos para los ensayos de absorción	
		Formatos para los ensayos de peso unitario	
		Formatos para los ensayos de peso específico	
		Formatos para los ensayos de resistencia al desgaste	
	Aserrín	Formatos para los ensayos de nocividad	
		Formatos para los ensayos de granulometría	
		Formatos para los ensayos de densidad	
	Concreto	Formato para el ensayo de resistencia a la compresión	
		Formato para el ensayo de durabilidad	

Fuente: Propia

ENSAYOS A LOS MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO Y GRUESO

Para la realización de este ensayo no se necesita de mucho, se toma una muestra, se pesa en la balanza, se vierte en un recipiente y al horno para que pierda la humedad

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO FINO Y GRUESO

El análisis granulométrico se lleva a cabo por medio de tamices, para los cuales se usan diferentes equipos y aparatos, como son para el agregado fino los tamices menores al N°4 (N° 4, 8, 16, 30, 50, 100, 200 y fondo) y para el agregado grueso (2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N° 4, N° 8", N° 16" y fondo); taras; balanzas y el horno.

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO

Los equipos utilizados para la obtención de información del ensayo de peso unitario suelto son los mismos que los usados para el peso unitario compactado. Solo que en el compactado se usa barra compactadora de acero liso y el martillo de goma. Los equipos usados son:

- Balanza.
- Barra de acero liso para compactar y martillo de goma.
- Recipiente cilíndrico y de metal de 15 cm x 30cm.
- Cucharón, brocha, regla metálica

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

Para la realización de este ensayo se utilizaron los siguientes equipos o aparatos:

- Balanzas.
- Cesta de malla de alambre con abertura de tamiz N° 4
- Un fregadero adecuado para sumergir cestas de alambre.
- Horno

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

Los equipos utilizados para la obtención de información de estos ensayos son los siguiente:

- Balanza.
- Fiolas de 500 cm³

- Pipeta
- Cono de absorción y pilón
- Dos recipientes o taras.

ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

PESO UNITARIO

El peso unitario del concreto nos ayuda a tener un concepto del peso que tiene el concreto en un determinado volumen. Para poder llevar a cabo este ensayo se tuvo que realizar el mezclado previo del concreto. Los equipos empleados fueron:

- Balanza.
- Cucharón de kilo.
- Barra de acero liso para compactar y martillo de goma.
- Molde cilíndrico de metal.

ENSAYO DEL CONO DE ABRAMS

El ensayo del cono de Abrams o asentamiento del concreto se llevó a cabo con los siguientes equipos e instrumentos:

- Cono de Abrams
- Barra de acero liso para compactar.
- Wincha
- Cucharón de kilo y plancha de batir.

CONTENIDO DE AIRE

El ensayo de contenido de aire del concreto se llevó a cabo con los siguientes equipos e instrumentos:

- Medidores de aire
- Recipiente de medición
- Cucharón y regla de enrase
- Mazo
- Embudo
- Medidor para agua

ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

Teniendo en cuenta que este ensayo se realiza a las probetas elaboradas de 6" de diámetro, se utiliza un equipo el cual es la máquina de compresión la cual se observa en la Figura 6.

Figura 6 Maquina de compresión



Fuente: Propia

ENSAYO DE DURABILIDAD AL CONCRETO

ENSAYO DE DURABILIDAD POR DESGASTE

Dentro de los equipos utilizados para la conocer de la durabilidad a la abrasión tenemos:

- Dispositivo de Abrasión y cortadora Rotativa
- Balanza
- Placa de nivelación

Figura 7 Dispositivo de abrasión



Fuente: Propia

- Adicional a esto, se tuvo que realizar ciertos ensayos para ver la nocividad que tendría el aserrín de madera en la mezcla de concreto. A través de una solución de hidróxido de sodio al 3% se puede determinar si el aserrín es nocivo para el concreto.

Figura 10 Materiales para ensayo de colorimetría



Fuente: Propia

- Luego de obtener los agregados, se procedió a ensayar el agregado grueso y fino. Con los datos obtenidos de los agregados se hace el diseño óptimo de mezcla para que tenga una relación A/C de 0.56 y con asentamiento de 4”.

Figura 11 Ensayo a los materiales



Fuente: Propia

- Se procedió a diseñar las proporciones con los porcentajes de adición de aserrín los cuales serían al 1.5%, 2% y 2.5%.
- Después de ver el diseño de mezcla para la muestra patrón y para cada porcentaje, se procedió a ensayar el concreto en estado plástico para encontrar así sus características físicas como: asentamiento, contenido de aire, densidad y exudación del concreto.

Figura 12 Ensayo de asentamiento



Fuente: Propia

- Para la elaboración de las probetas de concreto se tuvieron en cuenta los parámetros que se regían en laboratorio. Las probetas de concreto fueron de 15cm x 30 cm.
- Después se desmoldaron las probetas elaboradas en laboratorio y se colocaron en la cámara de curado

Figura 13 Curado de probetas



Fuente: Propia

- Posteriormente se realizó el ensayo de compresión, para las muestras patrón y para las muestras con adición de aserrín de madera tornillo. Para poder establecer una tabla comparativa de varios porcentajes de reemplazo, especialmente mencionados.

Figura 14 Rotura de probetas



Fuente: Propia

- Luego se realizó los ensayos de durabilidad tanto para las probetas patrón y para las probetas con aserrín de madera en 1.5%, 2% y 2.5%.

Figura 15 Ensayo al desgaste



Fuente: Propia

PLAN DE PROCESAMIENTO PARA ANÁLISIS DE DATOS

Se llegará a realizar la toma de datos con respecto a los parámetros de las NTP tanto para agregados, finos y gruesos, como para el concreto en estado fresco y estado endurecido. Todo esto se llevará a cabo mediante etapas las cuales serán:

ETAPA 1

- Recopilación de la información
- Definir el diseño de mezcla prototipo
- Definir el diseño de mezcla con el porcentaje de agregado a usar.

ETAPA 2

- Obtención de agregados.
- Obtención de aserrín de madera.
- Tamizado y ensayos a los agregados.
- Tamizado y ensayos al aserrín de madera.

ETAPA 3

- Recopilación de información de los ensayos realizados.
- Diseño óptimo de mezcla.

ETAPA 4

- Elaboración del concreto sin adición de aserrín.
- Ensayos de concreto fresco y endurecido.
- Análisis de resultados obtenidos.

ETAPA 5

- Diseño de mezcla con el porcentaje de aserrín.
- Elaboración del concreto con adición de aserrín.
- Ensayos de concreto fresco y endurecido.
- Analizar los resultados obtenidos.

ETAPA 6

- Comparación de resultados.
- Análisis del costo-beneficio y análisis de impacto ambiental.
- Conclusiones y recomendaciones.

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 13 Matriz de Consistencia

PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN
		OBJETIVO GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE		
¿Existe en la ciudad de Chiclayo una explotación informal de arena que hace escasear este recurso en la adquisición de manera formal?	El reemplazo parcial con aserrín de madera como agregado fino dentro de la preparación del concreto aumentará la resistencia a la compresión del concreto usado en la ciudad de Chiclayo, Lambayeque	Evaluar la influencia del aserrín de madera, como reemplazo parcial de agregado fino, en la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la provincia de Chiclayo, Lambayeque.	Adición de aserrín de madera	Tipo de investigación: Experimental	La población será el concreto, al cual se añadió parcialmente aserrín, con el fin de poder mejorar la resistencia a la compresión del concreto.
PROBLEMAS ESPECIFICOS		OBJETIVOS ESPECIFICOS			
¿Es nocivo el aserrín para el concreto?		Determinar la nocividad del aserrín de madera.			
¿Cuáles son las dosificaciones óptimas con los materiales de Chiclayo?		Dosificar la mezcla de control y los porcentajes adecuados para las mezclas con adición de aserrín de madera.	VARIABLE DEPENDIENTE	Ensayos: Análisis granulométrico, Contenido de humedad, Peso específico de masa, Grado de absorción, Peso volumétrico suelto, Peso volumétrico varillado, Nocividad del aserrín, Densidad de las fibras, Tiempo de fraguado, Asentamiento, Contenido de aire, Exudación del concreto	MUESTRA
¿Cómo influye el aserrín de madera en las propiedades del concreto?		Analizar y comparar la influencia de la adición de aserrín de madera en las propiedades del concreto fresco			
¿Cumple con los requisitos mínimos de resistencia establecidos por la Norma?		Analizar y comparar la influencia de la adición de aserrín de madera en la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$			
¿Es más económico la adición de manera en la elaboración de concreto?		Determinar si cumple con los requisitos mínimos de resistencia a la compresión establecidos en la Norma Técnica Peruana.			
¿Cuál es el impacto que genera?		Comparar el costo-beneficio de la adición de aserrín de madera.			
		Evaluar el impacto ambiental que tendría el reemplazar parcialmente el agregado fino por aserrín de madera.	Propiedades mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$	Instrumento: Observación directa, Experimentación, Análisis de contenido y Formatos para los ensayos	La muestra de estudio es un total de 48 especímenes de concreto los cuales serán utilizados para diferentes ensayos y diferentes porcentajes de adición de aserrín. Los ensayos se realizarán en diferentes tiempos de curados y conforme a la normativa correspondiente

Fuente: Propia

Tabla 14 Tabla de objetivos y procedimientos a realizar

OBJETIVOS ESPECIFICOS	PROCEDIMIENTOS A REALIZAR
Determinar la nocividad del aserrín de madera.	Mediante el ensayo para determinar la materia orgánica en los agregados finos utilizando solución de hidróxido de sodio al 3% de volumen.
Dosificar la mezcla de control y los porcentajes adecuados para las mezclas con adición de aserrín de madera.	Obteniendo las propiedades físicas del agregado, se diseñará la dosificación de control. Ensayos de Análisis granulométrico, Contenido de humedad, Peso específico de masa, Grado de absorción, Peso volumétrico suelto, Peso volumétrico varillado, Densidad de las fibras.
Analizar y comparar la influencia de la adición de aserrín de madera en las propiedades del concreto fresco	Se realizará mediante ensayos: asentamiento, densidad del concreto, contenido de aire, tiempo de fraguado, exudación.
Analizar y comparar la influencia de la adición de aserrín de madera en la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$	Se realizará mediante ensayos de compresión y durabilidad
Determinar si cumple con los requisitos mínimos de resistencia a la compresión establecidos en la Norma Técnica Peruana.	Promedio de los resultados de ensayos a compresión de concreto
Comparar el costo-beneficio de la adición de aserrín de madera.	Costear por metro cúbico
Evaluar el impacto ambiental que tendría el reemplazar parcialmente el agregado fino por aserrín de madera.	Elaboración de un EIA

Fuente: Propia

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RESULTADOS

ENSAYO DE MATERIA ORGÁNICA EN LOS AGREGADOS (ASERRÍN)

Para analizar el alto contenido orgánico en el agregado fino se lleva a cabo la prueba colorimétrica con hidróxido de sodio al 3%. Se determinó por la placa orgánica que el color del líquido flotante es el color 3 el cual se denomina Plato Orgánico No.3 o Color Estándar Gardner No.11.

Figura 16 Prueba Colorimétrica con hidróxido de sodio



Fuente: Propia

GRANULOMETRIA DEL ASERRÍ DE MADERA

Tabla 15 Granulometría del aserrín de madera

TAMIZ		Peso Retenido (gr)	Peso Retenido (%)	Peso Retenido Ac. (%)	Pasante Acumulado (%)
Pulg.	mm				
N° 16	1.180	96.00	9.60	9.60	90.4
N° 30	0.600	98.00	9.80	19.40	80.6
N° 50	0.300	310.00	31.00	50.40	49.6
N° 100	0.150	346.00	34.60	85.00	15.0
FONDO		150.00	15.00		
TOTAL		1000.00	100.00		-
Módulo de Fineza				1.6	
Abertura de malla de Referencia				N° 16	

Fuente: Propia

Figura 17 Granulometría del aserrín de madera



Fuente: Propia

ENSAYOS DE LOS MATERIALES

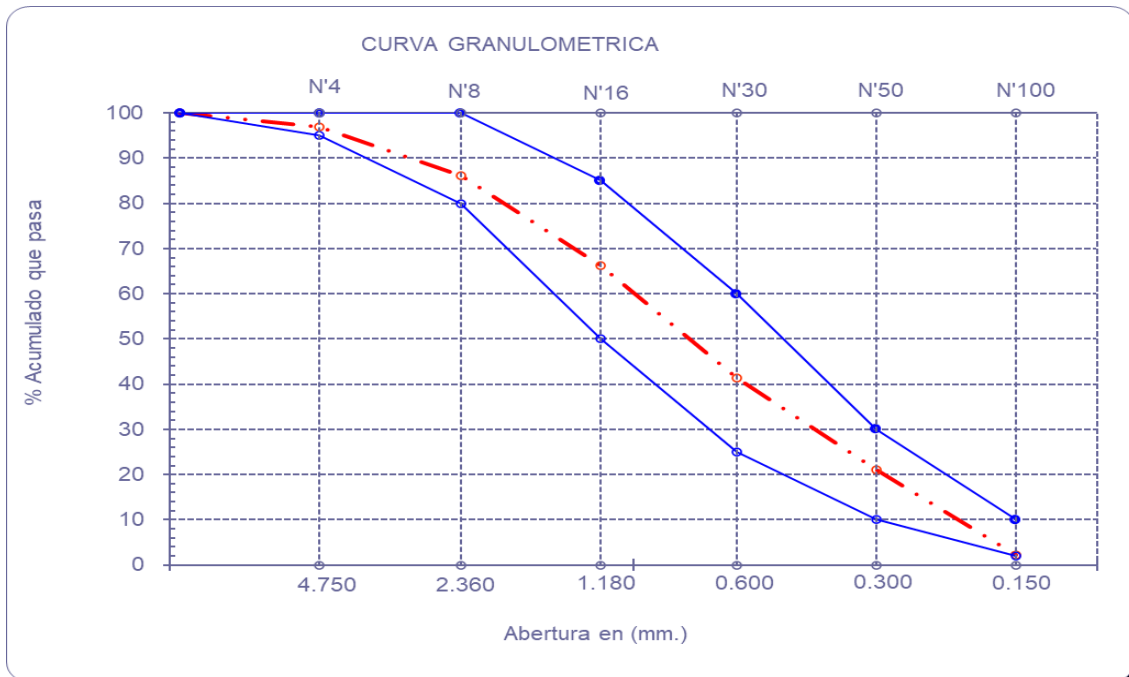
GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS

Tenemos un agregado obtenido de la cantera de Pátapo – La Victoria, es aquella que cumple con una adecuada granulometría.

Cantera : Cantera La Victoria-
Pátapo. P. Inicial H. 508.1 % de
P. Inicial S. 500.0 Humedad = 1.61

Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(% Acum. Ret.	(% Acum. Que Pasa	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)						
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.750	15.4	3.1	3.1	96.9	95	100
Nº 08	2.360	54.4	10.9	14.0	86.0	80	100
Nº 16	1.180	98.5	19.7	33.7	66.3	50	85
Nº 30	0.600	124.5	24.9	58.6	41.4	25	60
Nº 50	0.300	102	20.4	79.0	21.0	10	30
Nº 100	0.150	94.0	18.8	97.8	2.2	2	10
Fondo		11.2	2.2	100.0	0.0		
Módulo de Fineza				2.860			
Abertura de malla de referencia				9.500			

Fuente: Propia



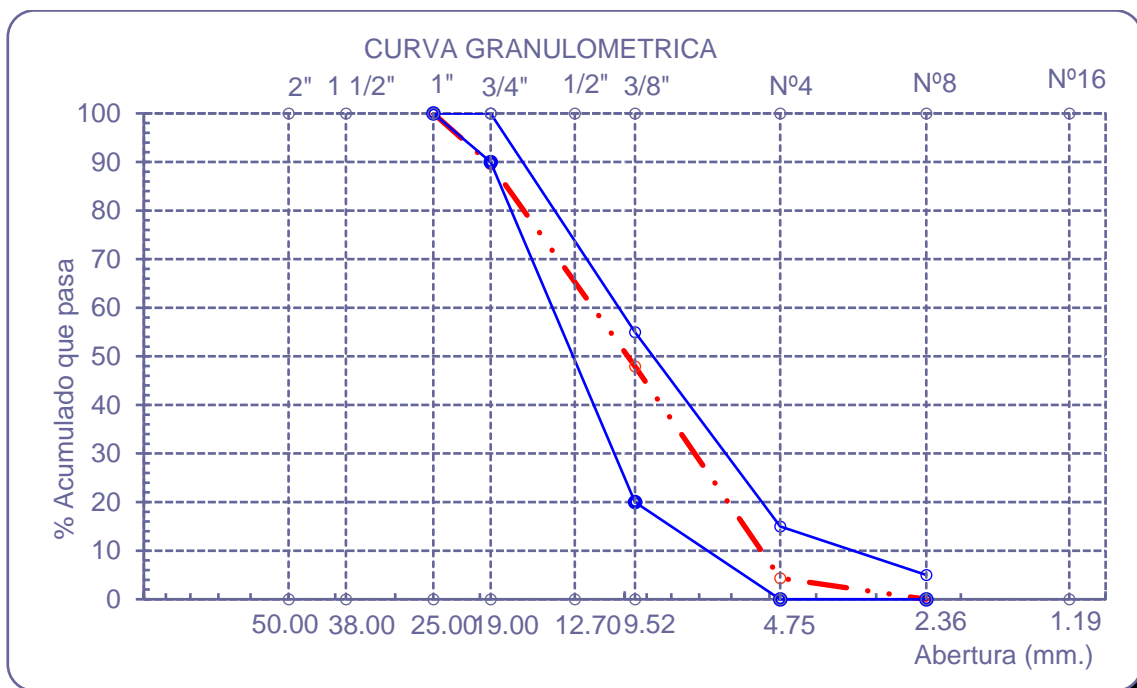
Fuente: Propia

Para el agregado grueso se usó un agregado obtenido de la cantera de Ferreñafe – Tres Tomas, es aquella que cumple con una adecuada granulometría.

Cantera : Piedra Chancada-Tres Tomas-Ferreñafe. **P. Inicial H.** 150684 **% de Humedad =** 0.59
P. Inicial S. 14980

Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones USO 56	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	90.0	100.0
3/4"	19.00	1562.0	10.4	10.4	89.6	40.0	85.0
1/2"	12.70	0.0	0.0	10.4	89.6	10.0	40.0
3/8"	9.52	6235.0	41.6	52.0	48.0	0.0	15.0
Nº 04	4.75	6532.0	43.6	95.7	4.3	0.0	5.0
Nº 08	2.36	651.0	4.3	100.0	0.0	0.0	0.0
Nº 16	1.19	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
Fondo		0.0	0.0	100.0	0.0		
Tamaño Maximo			1"	38.00			
Tamaño Maximo Nominal			3/4"	25.00			

Fuente: Propia



Fuente: Propia

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Se obtuvieron los resultados del contenido de humedad de los agregados, para el agregado fino fue de 1.61% y para el agregado grueso fue de 0.59%.

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1200	1200
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	1181	1181
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	1.61	1.61
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	1.61	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Piedra Chancada-Tres Tomas-Ferreñafe.

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	5500	5500
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	5468	5468
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.6	0.6
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.59	

PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos.

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso	(g)	950.1	950.1
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	641.14	641.14
3.- Peso del Agua	(g)	308.96	308.96
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	634.51	634.53
5.- Peso del Frasco	(g)	141.14	141.14
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	493	493
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.583
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.617
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.675
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	1.34

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

Cantera : Piedra Chancada-Tres Tomas-Ferreñafe.

I.- Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	4657	4686
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	4680	4710
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canasto	(g)	3825	3845
4.- Peso de la canastilla	(g)	880	880
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	2945	2965

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.685
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.698
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.722
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.50

PESO UNITARIO VOLUMÉTRICOS

Canetra : Cantera La Victoria-Pátapo.

1.- PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8763	8793
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8763	8793
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00575	0.00575
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1524	1530
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1503	

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	9738	9713
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		9738	9713
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00575	0.00575
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1694	1690
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1665	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	508.05	508.05
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	500	500
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	1.6	1.6
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	1.61	

Cantera : Piedra Chancada-Tres Tomas-Ferreñafe.

A.- PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7961	7923
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		7961	7923
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00575	0.00575
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1385	1378
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1373	

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8683	8663
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8683.0	8663.0
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00575	0.00575
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1510	1507
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1500	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	15068.4	15068.4
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	14980	14980
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.6	0.6
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.59	

DISEÑO DE MEZCLA

DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN

El diseño de mezcla final a usarse es de un $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ el cual llegaría a tener un asentamiento óptimo de 4 pulgadas y contaría con un peso específico de 3150 kg/m^3 . (Los cálculos se encuentran en el Anexo)

Resultados del Diseño de mezcla.

Asentamiento obtenido	:	4	Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2362	kg/m^3
Resistencia promedio a los 3 días	:	109	Kg/cm^2
Porcentaje promedio a los 3 días	:	52	%
Resistencia promedio a los 7 días	:	162	Kg/cm^2
Porcentaje promedio a los 7 días	:	77	%
Factor cemento por M^3 de concreto	:	12.2	bolsas/ m^3
Relación agua cemento de diseño	:	0.558	

Para esto se estaría realizando una relación agua cemento de 0.558 el cual es adecuado ya que está dentro de lo recomendado entre 0.45 y 0.65 para que la mezcla no sea ni muy maleable ni muy espesa.

Cantidad de materiales por metro cúbico.

Cemento	367	kg/m^3	: Cemento Portland ICo.
Agua	202	L	: Agua potable de la zona.
Agregado fino	826	kg/m^3	: La Victoria – Pátapo.
Agregado grueso	928	kg/m^3	: Tres Tomas – Ferreñafe.

Por consiguiente, en obra se llega a tener una dosificación mucho más simple por metro cúbico, los cuales pueden ser tanto en peso como por volumen, los cuales se muestran a continuación:

	Cemento	Arena	Piedra	Agua
Proporción en Peso:	1	2.25	2.53	23.0 Lts/ pie^3
Proporción en Volumen:	1	2.21	2.75	23.0 Lts/ pie^3

DISEÑO DE MEZCLA AL 1.5% DE ASERRÍN

El diseño de mezcla final a usarse es de un $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ el cual llegaría a tener un asentamiento óptimo de 4 pulgadas y contaría con un peso específico de 3150 kg/m^3 . (Los cálculos se encuentran en el Anexo)

Resultados del Diseño de mezcla.

Asentamiento obtenido	:	4	Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2234	kg/m^3
Resistencia promedio a los 3 días	:	101	Kg/cm^2
Porcentaje promedio a los 3 días	:	48	%
Resistencia promedio a los 7 días	:	156	Kg/cm^2
Porcentaje promedio a los 7 días	:	74	%
Factor cemento por M^3 de concreto	:	12	bolsas/ m^3
Relación agua cemento de diseño	:	0.558	

Para esto se estaría realizando una relación agua cemento de 0.558 el cual es adecuado ya que está dentro de lo recomendado entre 0.45 y 0.65 para que la mezcla no sea ni muy maleable ni muy espesa.

Cantidad de materiales por metro cúbico.

Cemento	367	kg/m^3	: Cemento Portland ICo.
Agua	202	L	: Agua potable de la zona.
Agregado fino	813	kg/m^3	: La Victoria – Pátapo.
Aserrín	1.57	kg/m^3	: Aserraderos Chiclayo
Agregado grueso	928	kg/m^3	: Tres Tomas – Ferreñafe.

Por consiguiente, en obra se llega a tener una dosificación mucho más simple por metro cúbico, los cuales pueden ser tanto en peso como por volumen, los cuales se muestran a continuación:

	Cemento	Arena	Aserrín	Piedra	Agua
Proporción en Peso:	1	2.21	0.004	2.53	23.4 Lts/ pie^3
Proporción en Volumen:	1	2.18	0.037	2.75	23.4 Lts/ pie^3

DISEÑO DE MEZCLA AL 2.0% DE ASERRÍN

El diseño de mezcla final a usarse es de un $F^2c = 210 \text{ kg/cm}^2$ el cual llegaría a tener un asentamiento óptimo de 4 pulgadas y contaría con un peso específico de 3150 kg/m^3 . (Los cálculos se encuentran en el Anexo)

Resultados del Diseño de mezcla.

Asentamiento obtenido	:	4	Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2234	kg/m^3
Resistencia promedio a los 3 días	:	101	Kg/cm^2
Porcentaje promedio a los 3 días	:	48	%
Resistencia promedio a los 7 días	:	156	Kg/cm^2
Porcentaje promedio a los 7 días	:	74	%
Factor cemento por M^3 de concreto	:	12	bolsas/ m^3
Relación agua cemento de diseño	:	0.558	

Para esto se estaría realizando una relación agua cemento de 0.558 el cual es adecuado ya que está dentro de lo recomendado entre 0.45 y 0.65 para que la mezcla no sea ni muy maleable ni muy espesa.

Cantidad de materiales por metro cúbico.

Cemento	367	kg/m^3	: Cemento Portland ICo.
Agua	202	L	: Agua potable de la zona.
Agregado fino	810	kg/m^3	: La Victoria – Pátapo.
Aserrín	2	kg/m^3	: Aserraderos Chiclayo
Agregado grueso	928	kg/m^3	: Tres Tomas – Ferreñafe.

Por consiguiente, en obra se llega a tener una dosificación mucho más simple por metro cúbico, los cuales pueden ser tanto en peso como por volumen, los cuales se muestran a continuación:

	Cemento	Arena	Aserrín	Piedra	Agua
Proporción en Peso:	1	2.20	0.005	2.53	23.4 Lts/ pie^3
Proporción en Volumen:	1	2.17	0.047	2.75	23.4 Lts/ pie^3

DISEÑO DE MEZCLA AL 2.5% DE ASERRÍN

El diseño de mezcla final a usarse es de un $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ el cual llegaría a tener un asentamiento óptimo de 4 pulgadas y contaría con un peso específico de 3150 kg/m^3 . (Los cálculos se encuentran en el Anexo)

Resultados del Diseño de mezcla.

Asentamiento obtenido	:	4	Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2234	kg/m^3
Resistencia promedio a los 3 días	:	101	Kg/cm^2
Porcentaje promedio a los 3 días	:	48	%
Resistencia promedio a los 7 días	:	156	Kg/cm^2
Porcentaje promedio a los 7 días	:	74	%
Factor cemento por M^3 de concreto	:	12	bolsas/ m^3
Relación agua cemento de diseño	:	0.558	

Para esto se estaría realizando una relación agua cemento de 0.558 el cual es adecuado ya que está dentro de lo recomendado entre 0.45 y 0.65 para que la mezcla no sea ni muy maleable ni muy espesa.

Cantidad de materiales por metro cúbico.

Cemento	367	kg/m^3	: Cemento Portland ICo.
Agua	202	L	: Agua potable de la zona.
Agregado fino	806	kg/m^3	: La Victoria – Pátapo.
Aserrín	2.5	kg/m^3	: Aserraderos Chiclayo
Agregado grueso	928	kg/m^3	: Tres Tomas – Ferreñafe.

Por consiguiente, en obra se llega a tener una dosificación mucho más simple por metro cúbico, los cuales pueden ser tanto en peso como por volumen, los cuales se muestran a continuación:

	Cemento	Arena	Aserrín	Piedra	Agua
Proporción en Peso:	1	2.19	0.007	2.53	23.4 Lts/ pie^3
Proporción en Volumen:	1	2.16	0.058	2.75	23.4 Lts/ pie^3

ENSAYOS AL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

PRUEBA DEL CONO DE ABRAMS

Se puede apreciar que mientras mayor porcentaje se le reemplace el agregado fino por aserrín al concreto estas pierden su plasticidad como se muestra en la Tabla 16:

Tabla 16 Asentamiento del concreto con diferentes porcentajes de aserrín

PROBETA	PORCENTAJE DE ADICIÓN DE ASERRÍN (%)	SLUMP
P-P	-	4"
P1-1.50%	1.50%	3.8"
P2-1.50%	1.50%	3.9"
P3-1.50%	1.50%	3.9"
P1-2%	2%	3.7"
P2-2%	2%	3.6"
P3-2%	2%	3.6"
P1-2.50%	2.50%	3.4"
P2-2.50%	2.50%	3.4"
P3-2.50%	2.50%	3.4"

Fuente: Propia

DENSIDAD DEL CONCRETO

A continuación, se muestran los resultados de las densidades obtenidas de las probetas realizadas con los diferentes porcentajes de reemplazo de aserrín y en diferentes tiempos de curado.

Tabla 17 Densidad del concreto con diferentes porcentajes de aserrín

	EDAD DEL CONCRETO	DIAMETRO (m)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m ³)	PESO (Kg)	DENSIDAD	DENSIDAD PROMEDIO
P-P	28 días	0.15	0.301	0.005	12.21	2295.50	2297.56
		0.151	0.3	0.005	12.20	2270.88	
		0.149	0.302	0.005	12.25	2326.31	
P-1.50%	28 días	0.152	0.301	0.005	12.10	2215.35	2234.37
		0.151	0.3	0.005	12.15	2261.58	
		0.151	0.301	0.005	12.15	2254.06	
P-2%	28 días	0.15	0.301	0.005	12.05	2265.42	2225.79
		0.15	0.301	0.005	12.00	2256.02	
		0.152	0.301	0.005	11.95	2187.88	
P1-2.50%	28 días	0.149	0.302	0.005	11.90	2259.84	2139.00
		0.151	0.3	0.005	11.90	2215.04	
		0.152	0.301	0.005	11.95	2187.88	

Fuente: Propia

CONTENIDO DE AIRE

En este ensayo se usó el medidor tipo B. Se realizó el ensayo tanto para el concreto patrón y el concreto con reemplazo parcial de aserrín, en porcentajes de 1.5%, 2% y 2.5%.

Tabla 18 Contenido de aire en el concreto con diferentes porcentajes de aserrín

PROBETA	CODIGO UNICO	CONTENIDO DE AIRE
Nº		%
1	P-P-001	0.0173
2	P-P-002	0.0175
3	P-P-003	0.0172
4	P-1.50-001	0.0157
5	P-1.50-002	0.0162
6	P-1.50-003	0.016
7	P-2.00-001	0.0151
8	P-2.00-002	0.0152
9	P-2.00-003	0.015
10	P-2.50-001	0.0148
11	P-2.50-002	0.0149
12	P-2.50-003	0.0148

Fuente: Propia

ENSAYOS AL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

COMPRESIÓN DEL CONCRETO

Para este ensayo se aseguró que el equipo este calibrado para una mejor lectura y resultados más precisos. Así mismo, se utilizaron moldes de 15 cm x 30 cm.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 19 Cuadro de resultados de ensayos de compresión +0% aserrín de madera

Muestra Nº	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	f _c kg/cm ²	%
01	CONCRETO 210 kg/cm ² + 0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	22/09/2022	7	153	73 %
02	CONCRETO 210 kg/cm ² + 0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	22/09/2022	7	157	75 %
03	CONCRETO 210 kg/cm ² + 0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	22/09/2022	7	152	73 %
04	CONCRETO 210 kg/cm ² + 0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	29/09/2022	14	172	82 %
05	CONCRETO 210 kg/cm ² + 0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	29/09/2022	14	173	83 %
06	CONCRETO 210 kg/cm ² + 0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	29/09/2022	14	169	80 %
07	CONCRETO 210 kg/cm ² + 0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	06/10/2022	21	196	93 %
08	CONCRETO 210 kg/cm ² + 0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	06/10/2022	21	198	94 %
09	CONCRETO 210 kg/cm ² + 0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	06/10/2022	21	188	90 %
10	CONCRETO 210 kg/cm ² + 0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	13/10/2022	28	220	105 %
11	CONCRETO 210 kg/cm ² + 0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	13/10/2022	28	230	110 %
12	CONCRETO 210 kg/cm ² + 0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	13/10/2022	28	221	105 %

Fuente: Propia

Tabla 20 Cuadro de resultados de ensayos de compresión +1.5% aserrín de madera

Muestra Nº	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	f _c kg/cm ²	%
01	CONCRETO 210 kg/cm ² + 1.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	22/09/2022	7	152	73 %
02	CONCRETO 210 kg/cm ² + 1.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	22/09/2022	7	153	73 %
03	CONCRETO 210 kg/cm ² + 1.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	22/09/2022	7	147	70 %
04	CONCRETO 210 kg/cm ² + 1.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	29/09/2022	14	174	83 %
05	CONCRETO 210 kg/cm ² + 1.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	29/09/2022	14	175	83 %
06	CONCRETO 210 kg/cm ² + 1.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	29/09/2022	14	168	80 %
07	CONCRETO 210 kg/cm ² + 1.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	06/10/2022	21	187	89 %
08	CONCRETO 210 kg/cm ² + 1.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	06/10/2022	21	189	90 %
09	CONCRETO 210 kg/cm ² + 1.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	06/10/2022	21	187	89 %
10	CONCRETO 210 kg/cm ² + 1.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	13/10/2022	28	214	102 %
11	CONCRETO 210 kg/cm ² + 1.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	13/10/2022	28	212	101 %
12	CONCRETO 210 kg/cm ² + 1.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	13/10/2022	28	216	103 %

Fuente: Propia

Tabla 21 Cuadro de resultados de ensayos de compresión +2.0% aserrín de madera

Muestra Nº	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	f _c kg/cm ²	%
01	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	22/09/2022	7	149	71 %
02	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	22/09/2022	7	150	72 %
03	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	22/09/2022	7	144	69 %
04	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	29/09/2022	14	165	79 %
05	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	29/09/2022	14	167	79 %
06	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	29/09/2022	14	160	76 %
07	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	06/10/2022	21	180	86 %
08	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	06/10/2022	21	181	86 %
09	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	06/10/2022	21	174	83 %
10	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	13/10/2022	28	198	94 %
11	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	13/10/2022	28	199	95 %
12	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	13/10/2022	28	193	92 %

Fuente: Propia

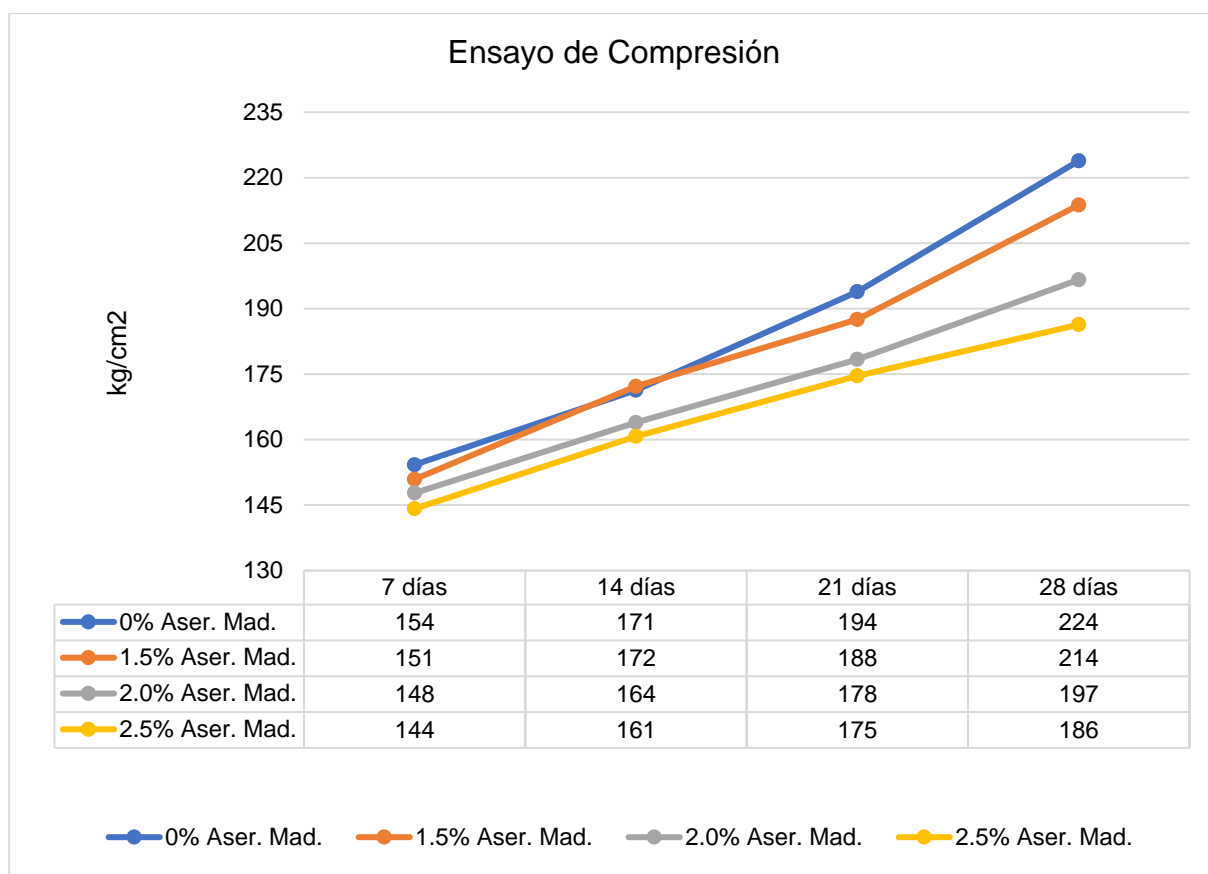
Tabla 22 Cuadro de resultados de ensayos de compresión +2.5% aserrín de madera

Muestra Nº	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	f _c kg/cm ²	%
01	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	22/09/2022	7	145	69 %
02	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	22/09/2022	7	147	70 %
03	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	22/09/2022	7	141	67 %
04	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	29/09/2022	14	161	77 %
05	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	29/09/2022	14	163	77 %
06	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	29/09/2022	14	158	75 %
07	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	06/10/2022	21	175	83 %
08	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	06/10/2022	21	176	84 %
09	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	06/10/2022	21	173	82 %
10	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	13/10/2022	28	186	89 %
11	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	13/10/2022	28	188	90 %
12	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	13/10/2022	28	185	88 %

Fuente: Propia

Ya recolectados los datos se procede a ver la variación que hay entre cada dosificación de adición de aserrín de madera

Gráfica 4 Resistencia del concreto 210 kg/cm² con distintos porcentajes de adición de aserrín



Fuente: Propia

ENSAYO DE DURABILIDAD POR DESGASTE

Para este ensayo se aseguró que el equipo este calibrado al igual que la balanza para una mejor lectura y resultados más precisos. Así mismo, se ensayaron muestras circulares de diámetro de 15cm y 3 cm de espesor.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 23 Cuadro de resultados de ensayos de abrasión +0% aserrín de madera

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
M-1	Probetas Patrón sin reemplazo	12-Abr	10-May	28	2	3	98	1100	1100	0	0.03
M-2		12-Abr	10-May	28	2	3	98	993	993	0	0.03

Fuente: Propia

Tabla 24 Cuadro de resultados de ensayos de abrasión +1.5% aserrín de madera

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
M-1	Probetas con reemplazo del 1.5% de agregado	12-Abr	10-May	28	2	3	98	1238	1237	1	0.04
M-2		12-Abr	10-May	28	2	3	98	1033	1032	0	0.05

Fuente: Propia

Tabla 25 Cuadro de resultados de ensayos de abrasión +2.0% aserrín de madera

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
M-1	Probetas con reemplazo del 2.0% de agregado	12-Abr	10-May	28	2	3	98	1053	1052	1	0.09
M-2		12-Abr	10-May	28	2	3	98	1047	1046	1	0.08

Fuente: Propia

Tabla 26 Cuadro de resultados de ensayos de abrasión +2.5% aserrín de madera

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
M-1	Probetas con reemplazo del 2.5% de agregado	12-Abr	10-May	28	2	3	98	1075	1073	2	0.15
M-2		12-Abr	10-May	28	2	3	98	1063	1061	2	0.17

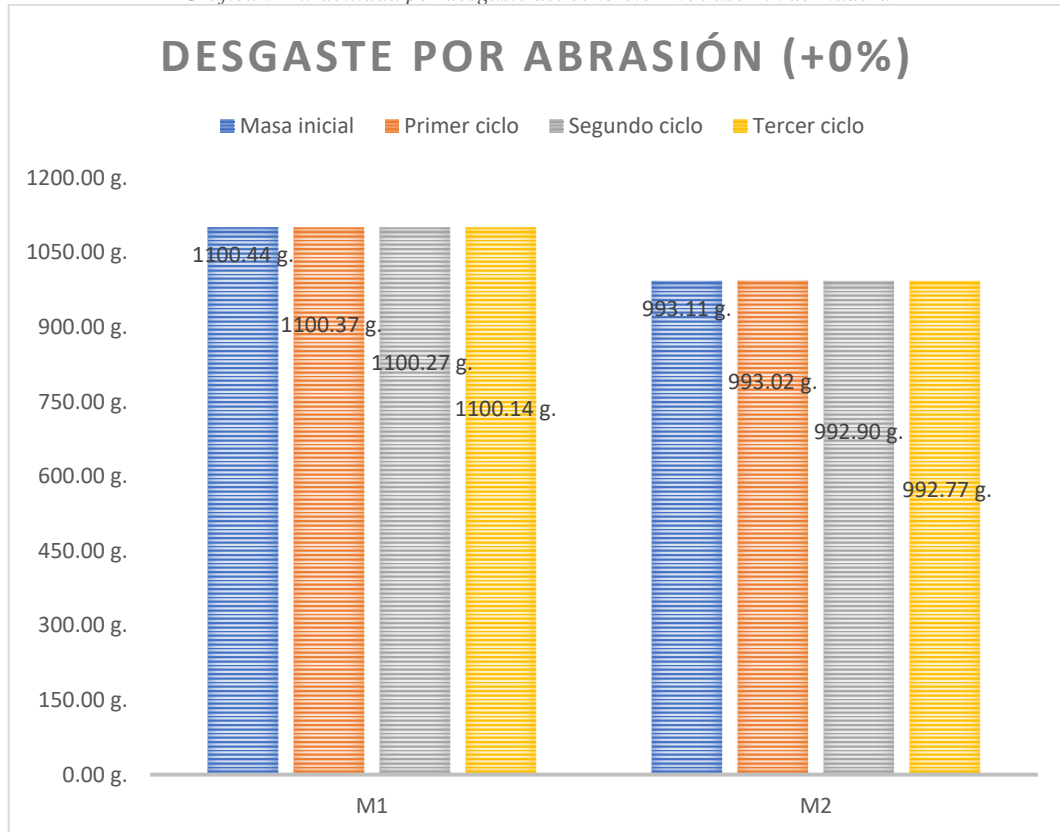
Fuente: Propia

Tabla 27 Cuadro resumen de resultados de ensayos de abrasión

Muestra	Peso de muestras (g)				% Desgaste
	Masa inicial	1er ciclo	2do ciclo	3er ciclo	
P-P	1100.44	1100.37	1100.27	1100.14	0.03
	993.11	993.02	992.9	992.77	0.03
P-1.5%	1237.77	1237.6	1237.46	1237.26	0.04
	1032.82	1032.55	1032.47	1032.35	0.05
P-2.0%	1052.59	1052.17	1051.86	1051.62	0.09
	1046.57	1046.15	1045.91	1045.77	0.08
P-2.5%	1074.52	1073.75	1073.28	1072.93	0.15
	1062.66	1061.68	1061.17	1060.84	0.17

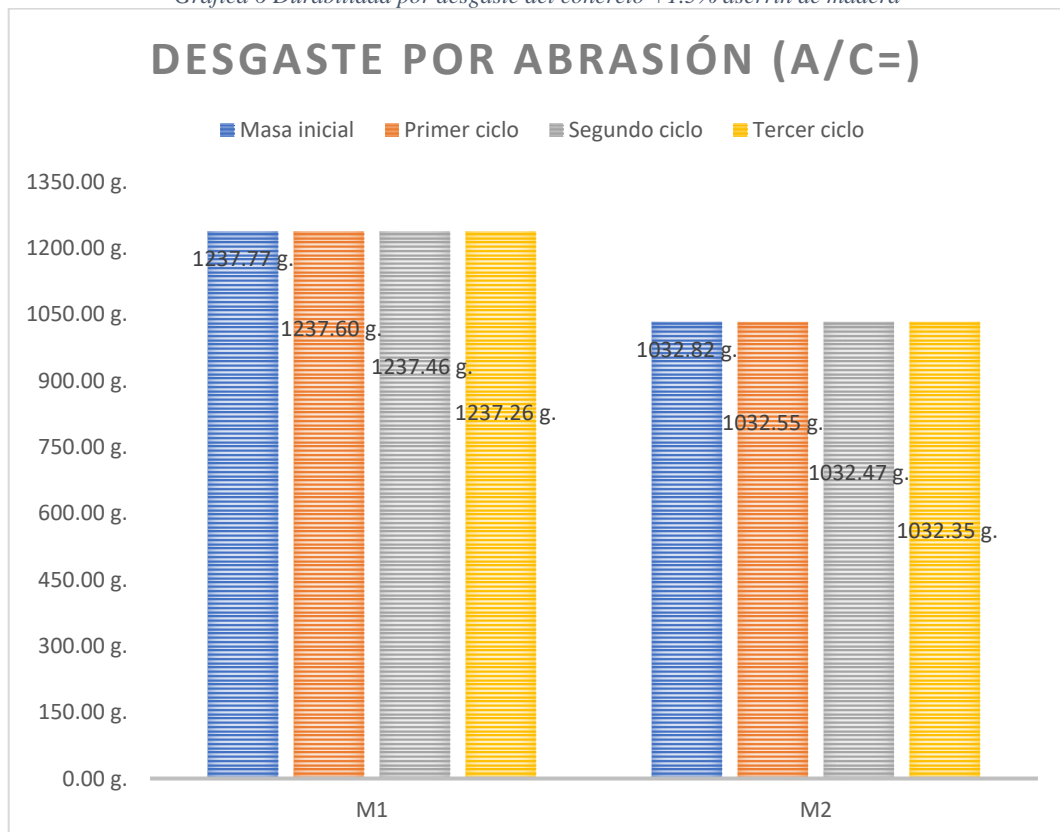
Fuente: Propia

Gráfica 5 Durabilidad por desgaste del concreto +0% aserrín de madera



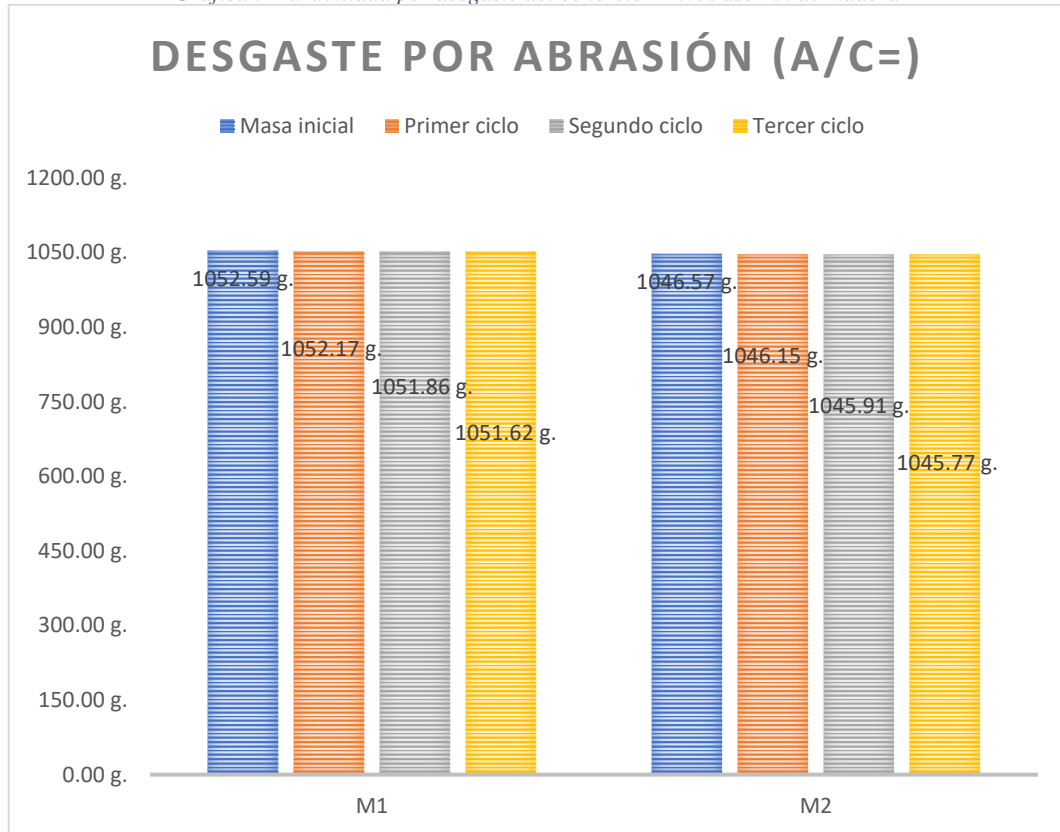
Fuente: Propia

Gráfica 6 Durabilidad por desgaste del concreto +1.5% aserrín de madera



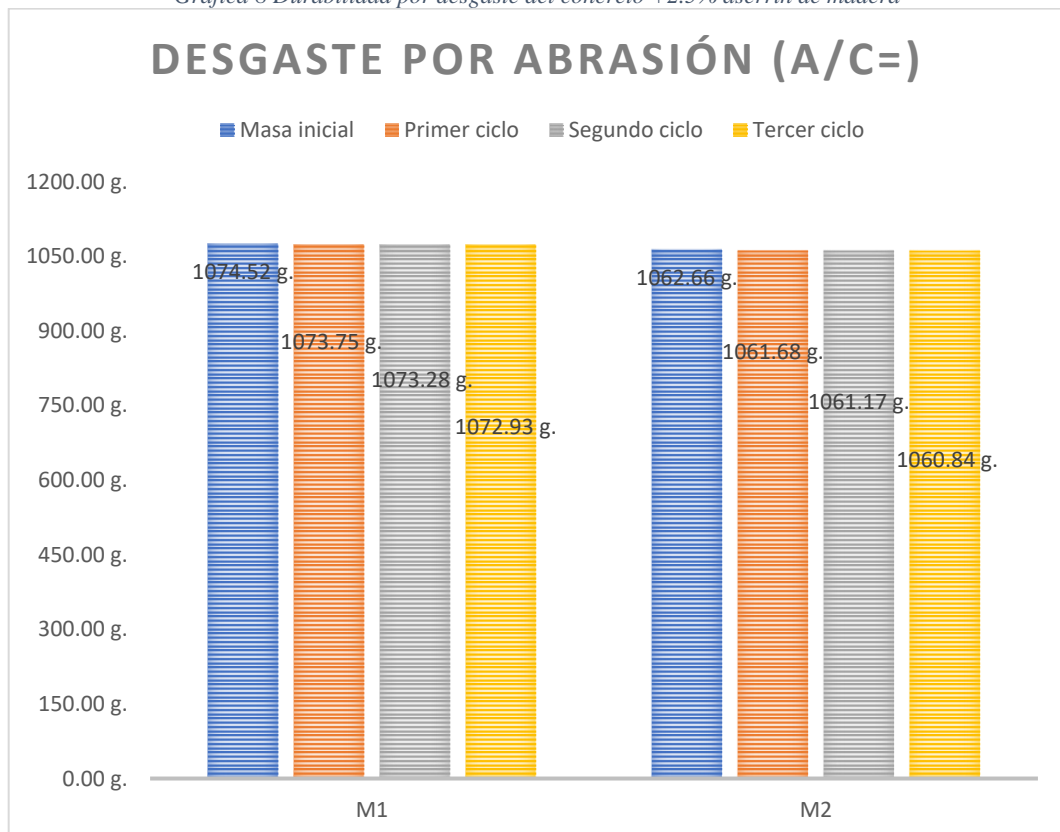
Fuente: Propia

Gráfica 7 Durabilidad por desgaste del concreto +2.0% aserrín de madera



Fuente: Propia

Gráfica 8 Durabilidad por desgaste del concreto +2.5% aserrín de madera



Fuente: Propia

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS DEL CONCRETO

Tabla 28 Costo de metro cúbico de concreto $f'c=210$ kg/cm² sin adición

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO					
Actividad	Concreto $f'c=210$ kg/cm ²				
Cuadrilla:	2op + 2of + 10peones		Unidad:		m ³
Rendimiento:	10	m ³ /día	N° horas:		8
Descripción	Unidad	Cantidad	P.U	Parcial	Total
MATERIALES					244.61
Cemento Portland tipo Ico	bls	8.64	20.65	178.42	
Arena	m ³	0.54	43.22	23.37	
Piedra Chancada	m ³	0.67	62.40	41.90	
Agua	m ³	0.23	4.00	0.92	
MANO DE OBRA					201.47
Operario (2)	hh	1.6	23.46	37.54	
Oficial (2)	hh	1.6	18.56	29.70	
Peon (10)	hh	8	16.78	134.24	
EQUIPOS Y/O HERRAMIENTAS					21.23
Herramientas (3% M.O)	%MO		3	6.0442	
Vibrador de concreto 4hp 2.40"		0.8	6.29	5.03	
Mezcladora tipo trompo 9p3	hm	0.8	12.7	10.16	
Costo unitario total (S./)					467.32

Fuente: Propia

Tabla 29 Costo de metro cúbico de concreto $f'c=210$ kg/cm² con 1.5% de aserrín

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO					
Actividad	Concreto $f'c=210$ kg/cm ² (1.5% de aserrín)				
Cuadrilla:	2op + 2of + 10peones		Unidad:		m ³
Rendimiento:	10	m ³ /día	N° horas:		8
Descripción	Unidad	Cantidad	P.U	Parcial	Total
MATERIALES					244.34
Cemento Portland tipo Ico	bls	8.64	20.65	178.42	
Arena	m ³	0.53	43.22	23.00	
Aserrín	m ³	0.009	10.00	0.09	
Piedra Chancada	m ³	0.67	62.40	41.90	
Agua	m ³	0.2337	4.00	0.93	
MANO DE OBRA					201.47
Operario (2)	hh	1.6	23.46	37.54	
Oficial (2)	hh	1.6	18.56	29.70	
Peon (10)	hh	8	16.78	134.24	
EQUIPOS Y/O HERRAMIENTAS					21.23
Herramientas (3% M.O)	%MO		3	6.0442	
Vibrador de concreto 4hp 2.40"		0.8	6.29	5.03	
Mezcladora tipo trompo 9p3	hm	0.8	12.7	10.16	
Costo unitario total (S./)					467.05

Fuente: Propia

Tabla 30 Costo de metro cúbico de concreto $f'c=210$ kg/cm² con 2.0% de aserrín

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO					
Actividad	Concreto $f'c=210$ kg/cm ² (2.0% de aserrín)				
Cuadrilla:	2op + 2of + 10peones		Unidad:	m ³	
Rendimiento:	10	m ³ /día	N° horas:	8	
Descripción	Unidad	Cantidad	P.U	Parcial	Total
MATERIALES					244.27
Cemento Portland tipo Ico	bls	8.64	20.65	178.42	
Arena	m ³	0.53	43.22	22.90	
Aserrín	m ³	0.011	10.00	0.11	
Piedra Chancada	m ³	0.67	62.40	41.90	
Agua	m ³	0.234	4.00	0.93	
MANO DE OBRA					201.47
Operario (2)	hh	1.6	23.46	37.54	
Oficial (2)	hh	1.6	18.56	29.70	
Peon (10)	hh	8	16.78	134.24	
EQUIPOS Y/O HERRAMIENTAS					21.23
Herramientas (3% M.O)	%MO		3	6.0442	
Vibrador de concreto 4hp 2.40"		0.8	6.29	5.03	
Mezcladora tipo trompo 9p3	hm	0.8	12.7	10.16	
Costo unitario total (S./)					466.97

Fuente: Propia

Tabla 31 Costo de metro cúbico de concreto $f'c=210$ kg/cm² con 2.5% de aserrín

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO					
Actividad	Concreto $f'c=210$ kg/cm ² (2.5% de aserrín)				
Cuadrilla:	2op + 2of + 10peones		Unidad:	m ³	
Rendimiento:	10	m ³ /día	N° horas:	8	
Descripción	Unidad	Cantidad	P.U	Parcial	Total
MATERIALES					244.18
Cemento Portland tipo Ico	bls	8.64	20.65	178.42	
Arena	m ³	0.53	43.22	22.79	
Aserrín	m ³	0.014	10.00	0.14	
Piedra Chancada	m ³	0.67	62.40	41.90	
Agua	m ³	0.234	4.00	0.93	
MANO DE OBRA					201.47
Operario (2)	hh	1.6	23.46	37.54	
Oficial (2)	hh	1.6	18.56	29.70	
Peon (10)	hh	8	16.78	134.24	
EQUIPOS Y/O HERRAMIENTAS					21.23
Herramientas (3% M.O)	%MO		3	6.0442	
Vibrador de concreto 4hp 2.40"		0.8	6.29	5.03	
Mezcladora tipo trompo 9p3	hm	0.8	12.7	10.16	
Costo unitario total (S./)					466.89

Fuente: Propia

EVALUAR EL IMPACTO AMBIENTAL

MAGNITUD <small>MAGNITUD</small> Expresa el grado de alteración potencial de la calidad ambiental del factor considerado, hace referencia a la dimensión, trascendencia y medida del efecto en sí mismo		Matriz de Identificación de Impactos Ambientales para la tesis: "Influencia del aserrín de madera como reemplazo parcial del agregado fino para un concreto f'c=210kg/cm² - Chiclayo 2021"							
		ETAPA DE FABRICACIÓN DE CONCRETO							
IMPORTANCIA <small>IMPORTANCIA</small> Valor ponderal que proporciona el peso relativo del efecto potencial y refleja la significación y relevancia del mismo, así como la extensión o parte del entorno afectado		OBTENCIÓN DEL CONCRETO	OBTENCIÓN DE LOS AGREGADOS	ADQUISICIÓN DEL ASERRÍN DE MADERA	FABRICACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO	TRANSPORTE DE LAS PROBETAS	CONSTRUCCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO	P R O M E D I O	
		FACTORES AMBIENTALES	AIRE						
EMISIÓN DE GASES	-3 4		-3 4		-3 3	-5 4	-3 3	-17 18	-62
PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN						-3 4		-3 4	-12
NIVEL DE RUIDO						-3 3		-3 3	-9
AGUA									
CALIDAD DE AGUA					-3 3			-3 3	-9
SUELO									
MORFOLOGÍA	-3 4		-3 4		-3 3			-9 11	-33
EROSIÓN ANTRÓPICA								0 0	0
CALIDAD DE SUELO (Generación de residuos)							-3 3	-3 3	-9
FLORA									
DIVERSIDAD				-6 6				-6 6	-36
FAUNA									
DIVERSIDAD DE ESPECIES	-2 2		-2 2					-4 4	-8
CALIDAD VISUAL									
PAISAJE URBANO					8 9			8 9	72
FACTOR SOCIOECONÓMICO									
EMPLEO					6 6		7 7	13 13	85
TRANSPORTE						5 5		5 5	25
COMERCIO	6 6		6 6	6 6	6 6	6 6	6 6	36 36	216
FACTOR HUMANO									
INCOMODIDAD DE LA POBLACIÓN	-3 3	-3 3	-3 3				-9 9	-27	
SALUD Y SEGURIDAD						-3 6	-3 6	-18	
	Magnitud	1	1	15	18	0	13		175
	Importancia	13	13	-3	23	22	16		
	Promedio	-1	-1	-9	117	20	49		175

DISCUSIÓN

DESCRIPCIÓN DEL ASERRÍN DE MADERA

Para poder obtener el aserrín de madera, se tuvo que recolectar de diferentes aserraderos en Chiclayo, para poder recopilar distintos tamaños y humedad que tiene el aserrín. Se recolectó el aserrín como residuo de estos aserraderos, ya que es desechado en sacos cada semana por sacos.

En la presente investigación se hizo un análisis granulométrico y se utilizó partículas de aserrín que no sea demasiado grande (que pase la malla N°4) ni que sea demasiado fino (Lo que pasa la malla N°200). Esto se hizo con la finalidad de que no afecte la trabajabilidad del concreto ni que sufra rajaduras por exceso de limos.

ENSAYO DE MATERIA ORGÁNICA EN LOS AGREGADOS (ASERRÍN)

Se realizó el ensayo de materia orgánica al aserrín para poder analizar si esta adición pudiera afectar o dañar al concreto de manera directa. Ya que sabemos si un concreto tiene mucha materia orgánica, esta al descomponerse puede afectar al concreto.

En la Figura 16, se puede apreciar que en la prueba de colorimetría con hidróxido de sodio se encuentra en el tercer color del vidrio, el cual es el color estándar, lo cual confirma que la muestra examinada no es perjudicial para el concreto. Siempre y cuando la muestra no sea por debajo del color oscuro del vidrio N°4 y N°5 esta no será perjudicial.

ENSAYOS DE LOS MATERIALES

Se realizaron dichos ensayos con la finalidad de conocer sus propiedades y de esta manera poder obtener un diseño de mezcla óptimo. Esto nos ayuda a cumplir con el objetivo de buena dosificación del concreto y para poder hallar los porcentajes adecuadas con adición de aserrín.

En el agregado fino se utilizó agregado obtenido de la cantera de Pátapo – La Victoria, ya que es una de las pocas canteras en Chiclayo que cumple con la granulometría adecuada. Mientras que los agregados utilizados en a investigación de Cigüeñas Cabrera [16] se utilizó materiales de la cantera “Lekersa”.

Tabla 32 Cuadro comparativo entre resultados a ensayos de Agregado Fino

ENSAYO	Und.	Parámetros	Datos propios (Pátapo)	Datos I-1 (Lekersa)
Peso Unitario suelto seco	gr/cm ³	1450 - 1700	1503	1662.37
Peso Unitario suelto compactado seco	gr/cm ³	1500-1900	1665	1826.53
Peso específico de masa seco	gr/cm ³	2.50 - 2.90	2.58	2.77
Contenido de humedad	%	1.05 - 1.50	1.61	1.06
Contenido de absorción	%	1.20 - 1.40	1.34	1.36
Módulo de fineza	-	2.2 - 3.2	2.86	2.62

Fuente: Propia

Para el agregado grueso se usó un agregado obtenido de la cantera de Pátapo – La Victoria, es aquella que cumple con una adecuada granulometría. Para ser más específicos, se usó una piedra de ¾” y por la información obtenida, la cantera usa piedra Cascote. Se tomó para el diseño, piedra de ¾” por lo que se está contemplando para un diseño para una estructura vertical rectangular la cual tiene por dimensiones de 25cm x 30 cm y utilizando 4 ø ¾” y 2 ø 1/2”.

Comparando con los resultados de Cigüeñas Cabrera [16] pues se asemejan y están dentro de los parámetros establecidos en la NTP.

Tabla 33 Cuadro comparativo entre resultados a ensayos de Agregado Grueso

ENSAYO	Und.	Parámetros	Datos propios (Pátapo)	Datos I-1 (Lekersa)
Tamaño máximo nominal	-	-	¾"	¾"
Peso Unitario suelto seco	gr/cm ³	1450 - 1700	1373	1537.5
Peso Unitario suelto compactado seco	gr/cm ³	1500-1900	1500	1653.57
Peso específico de masa seco	gr/cm ³	2.50 - 2.90	2.69	2.85
Contenido de humedad	%	0.50 - 0.70	0.59	0.55
Contenido de absorción	%	0.45 - 1.20	0.5	1.05

Fuente: Propia

DISEÑO DE MEZCLA

Ya teniendo en cuenta las características de los agregados finos y gruesos se procedió a la realización del concreto patrón, para que de esta manera se puedan analizar sus características. En el diseño de mezcla se vinieron realizando ajustes por humedad y grava para poder obtener una buena homogeneidad del concreto y que a la vez cumpla con el asentamiento establecido. Cabe mencionar que el cemento que se utilizó en la fue el cemento Pacasmayo Tipo Ico.

El diseño de mezcla se realizó con el Método ACI, porque a diferencia de otros métodos como se muestran en la tabla 30 la cual compara el método de ACI con otros métodos; el método del ACI nos determina el contenido de agregado grueso en

función del tamaño máximo nominal del agregado grueso y del módulo de fineza del agregado fino. Adicional a eso este método se trabaja de manera rápida y precisa, los resultados obtenidos con este método son mucho más confiables y precisos a otros métodos siempre y cuando los ensayos a los agregados se halan hecho de forma adecuada y estén dentro de los parámetros establecidos. Cabe mencionar que el método ACI-211 tiene sus restricciones para cuando los agregados están fuera de ciertos parámetros como son:

- ✓ TMN del agregado grueso: 3/8" - 6"
- ✓ Módulo de fineza: 2.4 – 3.0
- ✓ Asentamiento: 1" – 7"

Tabla 34 Cuadro comparativo entre métodos de diseño de concreto

Metodo de Füller	Método de Módulo de Fineza	Método de Walker	Método ACI-211
Los agregados no cumplen con la ASTM C-33	Los agregados cumplen con la ASTM C-33	Determina el porcentaje aproximado de agregado fino	Se determina el contenido de agregado grueso por tablas
Para dosificaciones con +300 kg por m3 de concreto	Combinación de los agregados fino y grueso	Relaciona el volumen total de agregados, en función del módulo de fineza del agregado fino, el TMN del agregado grueso, el perfil del mismo y el contenido de cemento en m3	Relación entre el TMN del agregado grueso y del módulo de fineza del agregado fino.

Fuente: Propia

Se determinó que la resistencia requerida en la investigación sería para un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y como no se contaba con datos estadísticos previamente obtenidos se precedió a tomar una desviación estándar promedio de $+84\text{kg/cm}^2$. Así mismo, por el uso que se le dará a este concreto que será de columnas, se determinó un asentamiento de 4" y una relación A/C de 0.68. Teniendo en cuenta que en la granulometría se determinó que el TNM del agregado grueso es de 3/4" el contenido de aire atrapado asumido es el de 2%.

Con los datos obtenidos se procede a determinar el contenido de agua por m3 que se encuentra dependiendo del asentamiento que se necesite, para esta investigación se usó un slump de 4" por lo que el contenido de agua fue de 205 lts de agua.

Después procedemos a calcular la cantidad de cemento (bls/m3) que se necesitará en el diseño. Con ello también se determina la cantidad de agregado grueso que se

utilizará para luego ver las correcciones por humedad para luego poder hacer su respectiva dosificación tanto en peso como por tanda.

Así se vino realizando el diseño para la muestra patrón como para las muestras con los distintos porcentajes utilizados y se tuvo como dosificación por m³ de concreto lo mostrado en la siguiente tabla:

Tabla 35 Dosificación del concreto patrón en kg/m³

Cemento	Arena	Piedra	Agua
367.38	826.21	927.94	201.97

Fuente: Propia

Tabla 36 Proporciones del concreto patrón por m³

Cemento (bolsa)	Arena (m ³)	Piedra (m ³)	Agua (m ³)
8.64	0.54	0.67	0.23

Fuente: Propia

Además, comparando la dosificación de concreto calculada con la proporcionada por CAPECO en su Cuadro I donde establece proporciones para distintas resistencias donde se considera TM de agregado de 3/4", asentamiento de 4" y el módulo de fineza entre 2.4 y 3.00.

Tabla 37 Cuadro I

f'c (Kg/cm ²)	Proporción c:a:p	MATERIALES POR M ³			
		Cemento (bolsas)	Arena (m ³)	Piedra (m ³)	Agua (m ³)
140	1 : 2,6 : 3,2	7,01	0,51	0,64	0,184
175	1 : 2,6 : 3,2	8,43	0,49	0,61	0,184
210	1 : 1,7 : 2,2	9,73	0,48	0,60	0,185
245	1 : 1,4 : 1,8	11,50	0,45	0,58	0,187
280	1 : 1,0 : 1,5	13,34	0,40	0,58	0,188

Fuente: Costos y Presupuestos en edificaciones, CAPECO

Comparando ambas dosificaciones, podemos confirmar que la dosificación obtenida es adecuada para nuestro diseño y que tenemos resultados similares a los brindados por la entidad de CAPECO.

ENSAYOS AL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

ENSAYO DEL CONO DE ABRAMS

En la presente investigación se realizó el ensayo de Cono de Abrams con la finalidad de poder determinar el revenimiento del concreto en estado fresco y de esta manera

poder hacer una buena corrección por humedad en el diseño de mezcla y a su vez controlar que el concreto cumple con las características previstas en su diseño.

En esta investigación se usó un slump de 4" por el hecho de que es un slump con una consistencia plástica, que sea trabajable y que al tener una relación A/C adecuada, esta no afecte la resistencia misma. Adicional a eso, se tomó en consideración una estructura vertical cuadrada la cual tiene por dimensiones de 25cm x 30 cm y utilizando 4 ϕ 3/4" y 2 ϕ 1/2".

Según los resultados obtenidos en la Tabla 16 se puede apreciar que hay una ligera reducción de 0.6" en el asentamiento, esto es causado por el hecho de que la adición de aserrín absorbe humedad y evita que se mantenga en el slump de diseño de 4". Es cierto que la diferencia entre la muestra patrón y la adición de 2.5% es de 0.6" de slump y esto se dentro de lo contemplado en el ASTM C-94.

Comparado con otras investigaciones como la de Bellido Yarleque Leddy Jhoana [19] y la de Cigüeñas Cabrera, Pablo Cesar [16] los resultados son muy distintos como se puede apreciar en la siguiente Tabla 38.

Tabla 38 Cuadro comparativo de asentamiento (Cigüeñas y Bellido)

Código	Slump
CIGÜEÑAS	
Concreto Patrón	3.1"
Concreto + 0.5%	3.0"
Concreto + 1.0%	2.1"
BELLIDO	
P1	3.3"
P1+F1 (Adición 30%)	3.0"
P1+F2 (Adición 60%)	2.8"
P1+F3 (Adición 90%)	2.7"

Fuente: Cigüeñas y Bellido

Podemos apreciar que en la investigación de Cigüeñas, que es la que más se asemeja, la adición hizo que el slump pierda humedad y por tanto hace que sea mucho más consistente la mezcla de concreto por efectos de la madera que se usó.

DENSIDAD DEL CONCRETO

Se realizó de igual manera para el concreto en estado fresco el ensayo a la densidad del concreto para que de esta manera se pueda determinar su densidad y pueda ser util en algún metrado de cargas futuro.

La densidad del concreto normalmente varía entre 2240 kg/m³ y 2460 kg/m³ por lo que si es menor a estos valores, se considera como si fuese un concreto liviano.

Según la Tabla 17 podemos apreciar que el resultado de la densidad del concreto patrón es de 2297.56 kg/m³, la del concreto con reemplazo del 1.5% es de 2234.37 kg/m³, el de 2% es de 2225.79 kg/m³ y el de 2.5% es de 2139.00 kg/m³. Se aprecia que, aunque en peso no es tan significativo la variación que hay entre un concreto convencional a uno con la adición, este último puede llegar a ser más liviano con respecto a su densidad. Esto podría ser beneficioso dentro de la construcción porque hace que la vivienda sea más ligera con respecto a edificaciones convencionales.

A comparación con los resultados obtenidos de la investigación de Bellido Yarleque Leddy Jhoana [19], podemos ver con forme se vaya reemplazando o adicionando aserrín o madera, pues su densidad va a ir disminuyendo hasta el punto de considerarse un concreto liviano.

Tabla 39 Cuadro comparativo de densidad del concreto (Bellido)

Muestra	Densidad (Kg/m³)
Resultados Propios	
P-P	2297.56
P-1.50%	2234.37
P-2%	2225.79
P1-2.50%	2139.00
Resultados Bellido	
P1	2447.64
P1+F1 (Adición 30%)	2130.95
P1+F2 (Adición 60%)	1847.42
P1+F3 (Adición 90%)	1744.24

Fuente: Bellido

CONTENIDO DE AIRE

Se vino realizando el ensayo de contenido de aire para el concreto patrón y cada uno de las muestras con el reemplazo parcial con aserrín de manera de analizar sus propiedades en estado fresco y ver si este porcentaje de aire atrapado disminuía o aumentaba. Esto nos daría una mejor perspectiva de las condiciones de uso y como afectaría al concreto.

Con los resultados obtenidos en la Tabla 18 Contenido de aire en el concreto con diferentes porcentajes de aserrín que nos muestra el porcentaje contenido de aire tanto para la muestra patrón como para las muestras con los distintos porcentajes de aserrín.

El de la muestra patrón nos da un promedio de 1.73% y conforme le vayamos adicionando más aserrín, este contenido de aire disminuye discretamente. Tenemos un promedio de 1.61%, 1.51% y 1.48% de contenido de aire para el concreto con reemplazo parcial de aserrín, en porcentajes de 1.5%, 2% y 2.5% respectivamente.

Tabla 40 Cuadro de contenido de aire promedio por muestra

Probeta	Contenido de aire teórico	Contenido de aire in situ
P-P	2.00 %	1.73 %
P-1.50%	2.00 %	1.60 %
P-2.00%	2.00 %	1.51 %
P-2.50%	2.00 %	1.48 %

Fuente: Propia

En la Tabla 40 se puede apreciar la comparación del contenido de aire teórico, el cual se tomó en el diseño de mezcla que fue de un 2%, con las muestras con reemplazo de agregado por aserrín. Por tanto, vemos que están cerca de este valor de 2% y dentro del rango de $\pm 0.5\%$ a excepción de las probetas P-2.50% cuyo contenido de aire fue de 1.48%.

ENSAYOS AL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

COMPRESIÓN DEL CONCRETO

Se realizó el ensayo de resistencia a la compresión del concreto para poder calcular y analizar las propiedades mecánicas del concreto endurecido con diferentes dosificaciones de aserrín mediante la máquina de compresión.

Figura 18 Ensayo de resistencia a la compresión



Fuente: Propia

Este ensayo se realizó a los 7, 14, 21 y 28 días de curado tanto para la muestra patrón como para las muestras con los distintos porcentajes de aserrín. Se realizaron 3 probetas por muestras para los 4 tiempos de curado que establecimos, dando un total de 48 probetas.

Y como se muestra en el Gráfica 4 o a continuación en la Tabla 41 se pueden ver los promedios de los resultados obtenidos para la muestra patrón como para las muestras con los distintos porcentajes de aserrín en los distintos tiempos de curado. Cabe mencionar que los resultados en la tabla son redondeados a enteros para una mejor comprensión.

Tabla 41 Tabla resumen promedios de resistencia a la compresión

Tiempo	0% Aserrín (kg/cm ²)	1.5% Aserrín (kg/cm ²)	2.0% Aserrín (kg/cm ²)	2.5% Aserrín (kg/cm ²)
7 d	154 (73 %)	151 (72 %)	148 (70 %)	144 (69 %)
14 d	171 (82 %)	172 (82 %)	164 (78 %)	161 (77 %)
21 d	194 (92 %)	188 (89 %)	178 (85 %)	175 (83 %)
28 d	224 (107 %)	214 (102 %)	197 (94 %)	186 (89 %)

Fuente: Propia

En las tablas resumen Tabla 19 - Tabla 22, se muestran cómo ha venido obteniendo su resistencia el concreto. En ellas podemos ver que las resistencias iniciales a los 7 días de curado se encuentran entre un 65% - 70% de la resistencia requerida.

Conforme va aumentando el tiempo de curado, la resistencia final ha ido disminuyendo conforme se le ha ido adicionando más aserrín de madera. Por ello la resistencia a la compresión con reemplazo parcial al 2.5% de aserrín se vio afectada y solo llegó a un 89% de la resistencia pronosticada.

Con esto podemos apreciar que conforme vayamos aumentando el reemplazo parcial de aserrín, nuestra resistencia irá disminuyendo respecto a lo previsto, pero a pesar de la disminución de resistencia, la muestra que tiene 1.5% de aserrín de madera cumple con la resistencia requerida la cual fue de 214 kg/cm² y este está por encima de lo diseñado que fue 210 kg/cm².

Comparando con los resultados de las investigaciones de Bellido Yarleque Leddy Jhoana [19] y la de Cigüeñas Cabrera Pablo Cesar [16] podemos apreciar en la Tabla 42 que la resistencia va en aumento conforme se le adicione fibras de madera, pero también llega a un punto máximo, porque luego la resistencia va en declive cuando pasa cierto porcentaje como se muestra a continuación en la siguiente tabla.

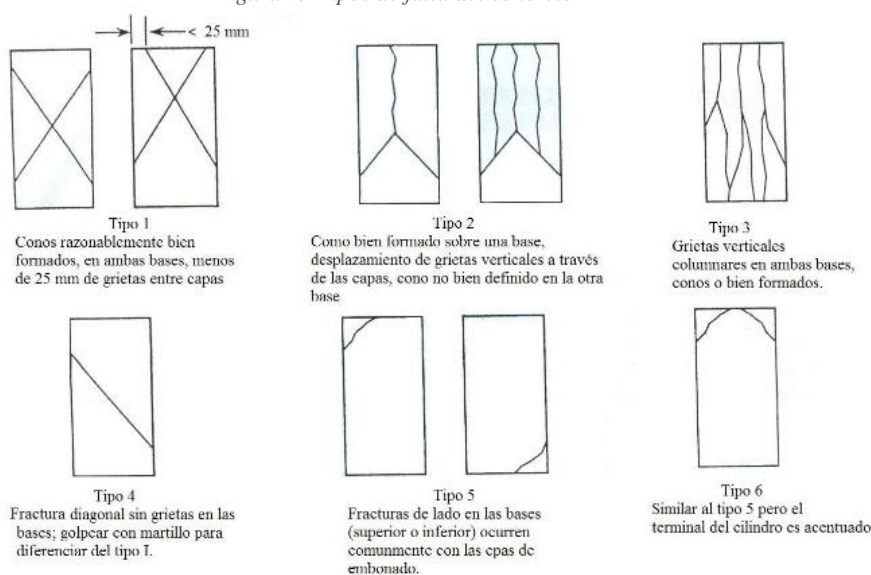
Tabla 42 Cuadro comparativo de resistencias a la compresión (Cigüeñas y Bellido)

Resistencia a la compresión	Bellido Yarlaqué Leidi				Cigüeñas Pablo		
	P1	P1+F1 (+30%)	P1+F2 (+60%)	P1+F3 (+90%)	PP	P +0.5%	P +1%
Promedio a los 28 días (Kg/cm ²)	169.25	145.62	128.97	86.16	254.46	292.03	259.34
Variación (%)	-	13.962	23.799	49.095	-	-14.76	-1.918

Fuente: Cigüeñas y Bellido

Después de determinar la resistencia a la compresión de las probetas, se identificó el tipo de fallas que estas presentaban con los esquemas de los patrones que nos muestra la NTP 339.034 en la Figura 19.

Figura 19 Tipos de falla del concreto



Fuente: NTP 339.034

He de mencionar que las fallas más favorables o recomendables son las Tipo 1 y 2, que son las cónicas o agrietadas con base cónicas; mientras que las fallas Tipo 3 y 4 son consideradas fallas sospechosas porque estas fallas no descartan el resultado y pueden ser por distintos factores. Por otro lado, las fallas tipo 5 y 6 pueden tomarse como fallas incorrectas porque o se hizo una mala rotura de la probeta o fue una compresión excéntrica por lo cual se recomienda realizar nuevamente el ensayo.

Dentro de las fallas encontradas al momento de ensayar las probetas se pueden apreciar fallas de tipo 2, tipo 3 y hasta tipo 4; las cuales se aprecian en la Figura 20 y comparar con las referencias que nos da la NTP 339.034.

Figura 20 Fallas del concreto con distintos porcentajes de aserrín



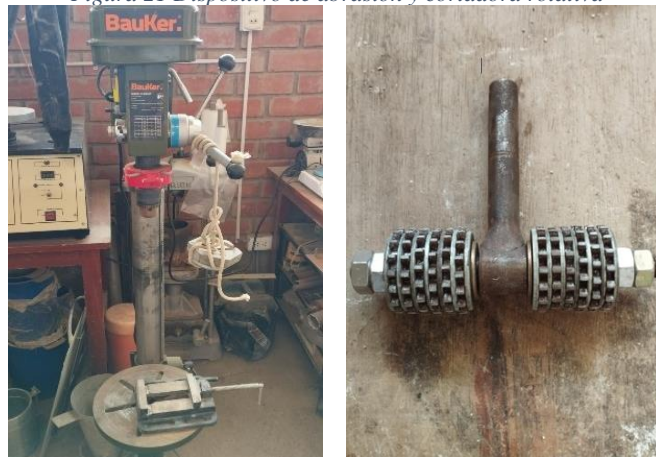
Fuente: Propia

Se pudo apreciar en las roturas de las probetas, que mientras más aserrín se le incorporó, esta mostró grietas verticales y mayor debilidad en las uniones del aserrín con el concreto. Además, influyo de igual manera que el aserrín al ser madera, esta haya absorbido humedad y eso afecte su resistencia.

DURABILIDAD POR DESGASTE DEL CONCRETO

Se realizó el ensayo de durabilidad por desgaste del concreto para poder calcular y analizar las propiedades mecánicas del concreto endurecido con diferentes dosificaciones de aserrín mediante un dispositivo de abrasión junto a una cortadora rotativa.

Figura 21 Dispositivo de abrasión y cortadora rotativa



Fuente: Propia

En este ensayo se utilizaron especímenes de manera que entraran en la placa de nivelación, por ello se tuvieron que cortar las probetas para que puedan ser analizadas. Se cortaron con un espesor aproximado de 3 cm de espesor con una sierra para concreto como se muestra a continuación en la Figura 22.

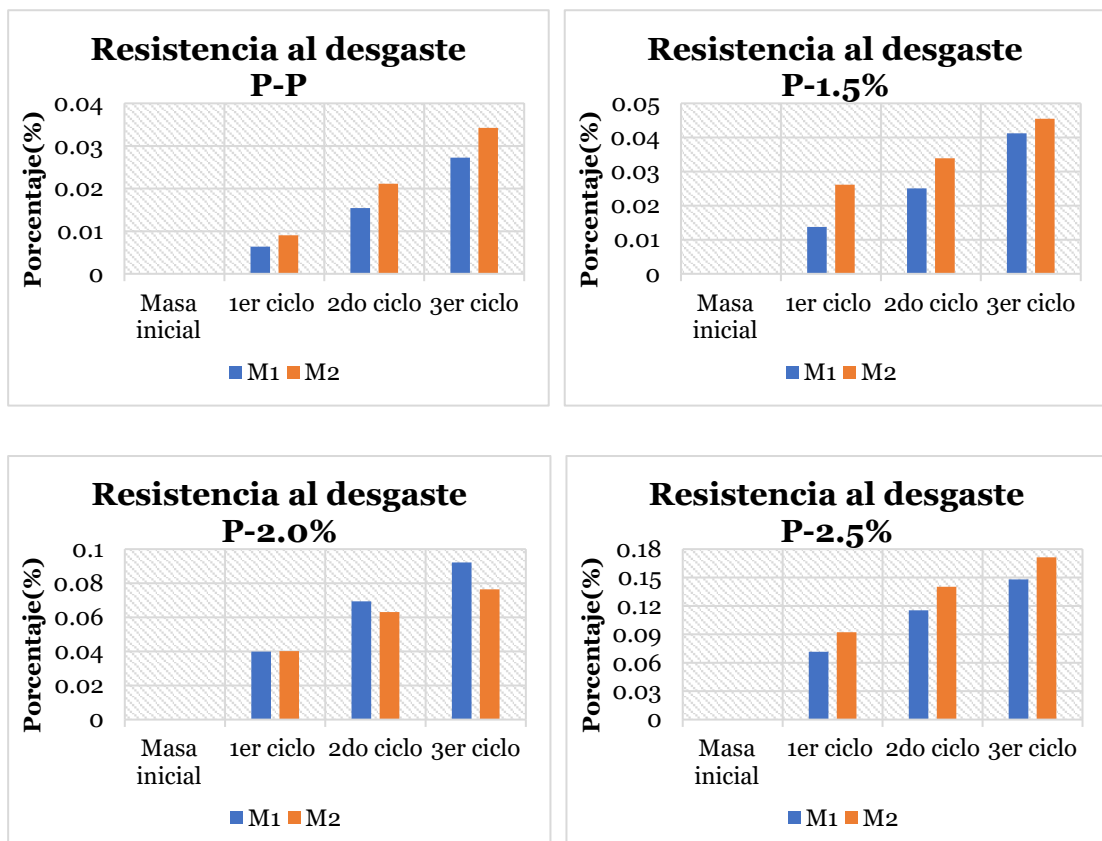
Figura 22 Cortadora de concreto



Fuente: Propia

Según las Tabla 23 - Tabla 26 se puede apreciar que la muestra patrón no sufrió mucho desgaste ya que este tuvo un desgaste de 0.03% con respecto a la masa inicial. Con forme se va reemplazando parcialmente el agregado fino con el aserrín de madera, este se ve afectado.

Gráfica 9 Resistencia al desgaste por abrasión para distintas muestras



Fuente: Propia

El porcentaje de desgaste óptimo con respecto a las otras adiciones es la que tuvo el 1.5% de reemplazo parcial, por el motivo que sufrió una pérdida de 0.05% con

respecto a la muestra inicial. Hay que mencionar que la pérdida de masa por el ensayo abrasión al concreto no fue tan notorio por el motivo que se usaron porcentajes bajos.

La menos favorable es la probeta que tiene 2.5% de reemplazo por aserrín, la cual tiene un 0.16% de pérdida de peso por causa de la abrasión. Este resultado se puede controlar realizando un tarrajeo adecuado a la estructura para que este no esté sujeto a la abrasión.

Comparando con la investigación de Chavarry Boy, Guido [20] podemos comprar el desgaste del concreto patrón. El concreto patrón de la investigación de Chavarry tuvo 0.075% de desgaste para un concreto $f'c= 350 \text{ kg/cm}^2$, mientras que en la presente investigación se obtuvo un desgaste de 0.03% para un concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$.

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS DEL CONCRETO

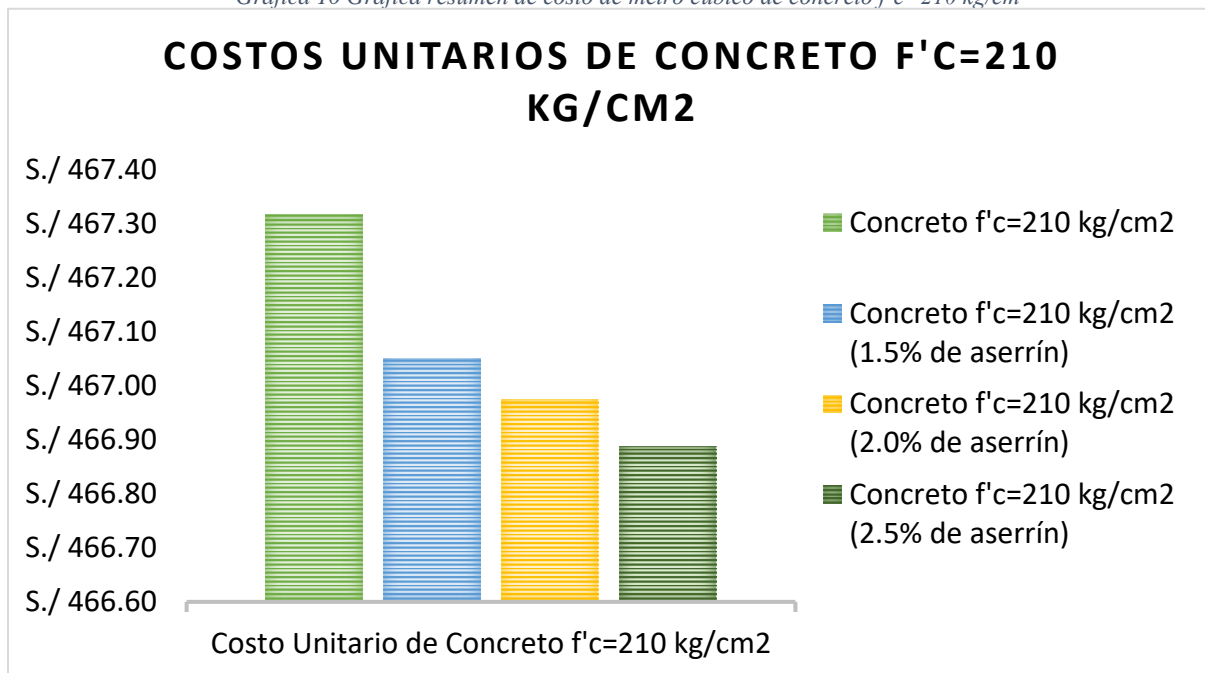
Para la presente investigación se analizó y comparó el costo que tendría la elaboración de concreto por metro cúbico con respecto a los diseños propuestos de concreto reemplazando un porcentaje del agregado fino por aserrín. Para ello se tuvo que calcular el costo de los materiales a utilizar, así como los rendimientos para la elaboración de elementos estructurales verticales los cuales fueron tomados de las tablas que proporciona CAPECO.

Tabla 43 Tabla resumen de costo de metro cúbico de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Costo Unitario de Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	
Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	S./ 467.32
Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ (1.5% de aserrín)	S./ 467.05
Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ (2.0% de aserrín)	S./ 466.97
Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ (2.5% de aserrín)	S./ 466.89

Fuente: Propia

En la Tabla 43 se muestra el resumen del costo unitario para un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, el cual nos muestra y afirma que el precio de la elaboración de concreto va disminuyendo conforme se vaya aumentando el porcentaje de aserrín utilizado. La variación no es tan notable por lo que el aserrín está reemplazando una pequeña parte del agregado fino, pero se aprecia mejor cuando se saca el precio del concreto que se usa en una vivienda unifamiliar o multifamiliar. Por los resultados obtenidos en los puntos anteriores, recomienda no usar porcentajes mayores a 1.5%.

Gráfica 10 Gráfica resumen de costo de metro cúbico de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ 

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Dentro de la evaluación de impacto ambiental se realizó por medio de la matriz de Leopold para que de esta manera se pueda definir los impactos, directos e indirectos, que genera la elaboración del concreto en obra. Para que de esta manera se puedan establecer ciertas medidas para mitigar a niveles aceptables estos impactos.

En la evaluación de impactos se analizaron distintos factores, como son, el aire, agua, suelo flora, fauna, calidad visual, factor socioeconómico y el factor humano. Siendo los factores que más influyen el factor aire como factor negativo y el factor socioeconómico como factor positivo. Dentro de la evaluación al aire, podemos apreciar que es la emisión de gases lo que tiene mucha más magnitud, pero a su vez es de gran importancia en la elaboración del concreto con reemplazo parcial del agregado fino. Como factor positivo vemos que es el comercio el que sale beneficiado con todo ello, por lo mismo de la adquisición de los equipos, materiales y transporte de estos mismos.

INFLUENCIA DEL ASERRÍN DE MADERA

Se determinó que luego de determinar los diferentes ensayos al concreto. Los resultados más favorables y los que se encontraban dentro de los parámetros dados por la norma, tenemos a las muestras que tienen un 1.5% de aserrín de madera como reemplazo parcial de la arena.

CONCLUSIONES

- En primer se concluyó que el aserrín de madera no es un agregado que afecte o perjudique al concreto de manera química, ya que se realizó la prueba colorimétrica con hidróxido de sodio al 3% y se determinó que se encuentra en un color Estándar Gardner No.11 por lo que según la normativa ASTM C40-11 no contiene impurezas orgánicas perjudiciales.
- En segundo lugar, se determinó la dosificación de la mezcla patrón y las mezclas con reemplazo de 1.5%, 2% y 2.5% según el método ACI-211; para las que se tuvo que realizar los ensayos correspondientes a los agregados para tener el óptimo diseño de mezcla. Como condiciones generales se tuvo una relación A/C de 0.56, slump de 4" y piedra de ¾". Para la muestra patrón, la dosificación fue de 1 : 2.25 : 2.53 con 23 Lts de agua. Para las muestras con reemplazo se usó 1 : 2.21 : 2.53 : 0.004 para 1.5% de aserrín, 1 : 2.20 : 2.53 : 0.005 para 2% de aserrín y 1 : 2.19 : 2.53 : 0.007 para 2.5% de aserrín con 23.37 Lts de agua para cada porcentaje.
- En tercer lugar, se determinó que el aserrín influye directamente en las propiedades mecánicas del concreto en estado fresco. En el asentamiento, se determinó que mientras más sea el porcentaje de aserrín utilizado, el concreto tendrá un asentamiento menor provocando que la mezcla sea más consistente y pierda su plasticidad, pero sin salirse de los parámetros estipulados en la norma ASTM C-94. Es por ello que tenemos un slump de 3.87", 3.63" y 3.4" para las muestras de 1.5%, 2% y 2.5% con reemplazo.

En el caso de la densidad del concreto, el aumento de aserrín hace que el concreto sea más ligero a comparación de un concreto convencional. La muestra patrón tuvo una densidad de 2297.56 kg/m³, mientras que las muestras con reemplazo de 1.5% y 2% tuvieron una densidad de 2234.37 kg/m³ y 2225.79 kg/m³ respectivamente. Solo el concreto que tiene 2.5% de aserrín se podría considerar como concreto liviano por tener una densidad de 2139.00 kg/m³.

En el contenido de aire atrapado del concreto, se concluyó que este porcentaje disminuía conforme el porcentaje de aserrín aumenta siendo 1.73% de contenido de aire del concreto patrón y 1.61%, 1.51% y 1.48% para los porcentajes de 1.5%, 2% y 2.5% de aserrín respectivamente.

- En cuarto lugar, se determinó los cambios que sufría el concreto en estado fresco, como fueron en resistencia a la compresión y en durabilidad. En cuanto a la resistencia a la compresión se concluyó que las muestras con el porcentaje de aserrín tuvieron una resistencia inicial del 65-70% de la resistencia requerida durante 7 días de curado, la cual es adecuada para un concreto. Pero cuando el concreto llega a su edad de 28 días, el concreto presenta una decadencia en cuanto a resistencia. El único que cumple con la NTP 339.034 es el concreto con reemplazo de 1.5% de aserrín por tener una resistencia de 214 kg/cm².
En cuanto a la durabilidad por desgaste del concreto, llegamos a la conclusión que los porcentajes óptimos son los de 1.5% y 2.0% de reemplazo parcial con aserrín por lo que el desgaste fue de 0.05% y 0.09% respectivamente. Esto afirma que nuestro concreto resiste a la abrasión.
- En quinto lugar, se determinó que cada ensayo realizado cumpla con lo establecido por Norma Técnica Peruana (NTP). Luego de revisar muy bien la normativa, se determinó que la muestra óptima es el concreto con reemplazo parcial de 1.5% de aserrín de madera, por lo que en estado fresco su asentamiento es el adecuado, su densidad es la de un concreto convencional, su resistencia a la compresión cumple conforme a los requisitos de diseño y además es resistente a la abrasión.
- Dentro del análisis costo-beneficio, se puede concluir que el concreto con el reemplazo parcial de aserrín influye de manera positiva económicamente mientras que se trabaje con volúmenes considerables de concreto. Esto ayuda a que se utilice el aserrín de madera que es un desperdicio y disminuya el volumen de agregado fino que se utiliza.
- La evaluación de impacto ambiental que se realizó al concreto elaborado se determinó que el concreto con reemplazo parcial de agregado fino tiene un menor impacto ambiental a comparación del concreto convencional, por el hecho de reutilizar los desechos producidos por los aserraderos, aminorar los desperdicios de aserrín de madera y reducir la explotación ilegal de arena.
- Como conclusión final, se determinó que el aserrín de madera si tiene una influencia en el concreto. Luego de todos los ensayos realizados se determinó que esta influencia será de manera positiva siempre y cuando no nos excedamos de un reemplazo parcial de 1.5% de aserrín de madera en el agregado fino.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda no usar porcentaje mayores a 1.5% de aserrín de madera como reemplazo parcial del agregado fino, por lo que, si se agrega más porcentaje al concreto, este presentaría problemas en su resistencia a la compresión la cual es la más importante característica en estructuras verticales.
- Se recomienda efectuar diferentes pruebas al aserrín para poder determinar mejor su composición y efectuar un mejor diseño. Además, experimentar con una granulometría en el aserrín un poco más variada, de manera que tenga partículas finas como pequeños retazos de madera.
- Realizar ensayos adicionales a los realizados en la investigación, como el ensayo a flexión, impacto, álcali-sílice, entre otros; y de esta manera pueda ser utilizado para diferente tipo de estructuras y darle una mayor área de aplicación.
- Realizar un estudio comparando el aserrín en estado natural con el aserrín como en ceniza. De esta manera analizar la influencia que tiene la humedad de la fibra con la humedad del concreto y ver cómo afecta en la trabajabilidad del concreto como en sus propiedades físicas del concreto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, «Sand, Rarer Than One Thinks,» Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2014.
- [2] GreenFacts, «Extracción de arena, un recurso no renovable,» 2014.
- [3] Iberdrola, «¿QUÉ ES Y POR QUÉ EXISTE EL ROBO DE ARENA?,» 2022.
- [4] MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS, «Producción minera no metálica creció más de 150% en la última década,» 29 MARZO 2019. [En línea]. Available: http://www.minem.gob.pe/_detallenoticia.php?idSector=9&idTitular=9021.
- [5] La Autoridad Nacional del Agua (ANA), «Identifican puntos de extracción informal en cauce de río Mantaro,» Huancayo, 2019.
- [6] RPP, «Minería informal en las canteras genera pérdidas superiores a los 10 millones de soles,» Lambayeque, 2015.
- [7] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA, «RESULTADOS DEFINITIVOS, LAMBAYEQUE,» LIMA, 2018.
- [8] International Trade Center, «Trade Map,» [En línea]. Available: https://www.trademap.org/Country_SelProduct_TS.aspx?nvpm=3%7c%7c%7c%7c%7c4401%7c%7c4%7c1%7c1%7c1%7c2%7c1%7c2%7c1%7c%7c1. [Último acceso: 2022].
- [9] MINISTERIO DEL AMBIENTE, «INFORME ANUAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES Y NO MUNICIPALES EN EL PERÚ,» LIMA, 2009.
- [10] ProfesionalesHoy, «El consumo empieza a remontar,» España, 2018.
- [11] N. López Contreras, «Clausura de la mina: protegiendo un legado de valor,» España, 2022.
- [12] A. D. Ortega Sánchez y H. Gil, «Estudio del comportamiento mecánico de morteros modificados con fibras de aserrín bajo esfuerzos de compresión,» *ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MORTEROS MODIFICADOS CON FIBRAS DE ASERRÍN BAJO ESFUERZOS DE COMPRESIÓN*, vol. 37, n° 1, p. 16, 2019.
- [13] A. F. ITURRALDE VALAREZO y A. N. ROCAFUERTE BAJAÑA, «ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL MORTERO HIDRÁULICO Y PROTOTIPO CON ADICIÓN DE VIRUTA DE LA MADERA,» UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL, GUAYAQUIL, 2019.
- [14] J. Coronel y P. Rodríguez, «ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS CEMENTICIAS CON LA INCLUSIÓN DE FIBRAS DE MADERA,» UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO, Guayaquil, 2016.

- [15] J. D. Echave, «La minería ilegal,» *Crimen organizado SA Negocios (i)legales y Estados*, n° 263, 2016.
- [16] P. C. Cigüeñas Cabrera, «DETERMINACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE ASERRÍN,» UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO, TRUJILLO, 2020.
- [17] C. N. Sánchez García, «COMPORTAMIENTO DEL ASERRÍN SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y ASENTAMIENTO DEL CONCRETO PARA BLOQUES EN LA CONSTRUCCIÓN,» UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORE, TRUJILLO, 2017.
- [18] C. A. Marrufo Urteaga, «RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL Y PESO VOLUMÉTRICO DEL CONCRETO CON MADERA NATURAL E IMPERMEABILIZADA USANDO ACEITE AUTOMOTRIZ Y AGUAJE,» UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE, CAJAMARCA, 2017.
- [19] B. YARLEQUE y L. JHOANA, «PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO LIGERO CON INCORPORACIÓN DE VIRUTAS DE MADERA,» UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA, LIMA, 2018.
- [20] G. Chavarry Boy, «Elaboración de concreto de alta resistencia incorporando partículas residuales del chancado de piedra de la cantera Talambo, Chepén.,» Chiclayo, 2018.
- [21] E. Pasquel Carbajal, *Temas de Tecnología del Concreto*, Lima: CIP- Consejo Nacional., 1998-1999.
- [22] O. M. Rodríguez Godínez, «Propiedades Físicas De la Madera,» México.
- [23] E. M. Spavento, G. D. Keil y S. Monteoliva, «PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MADERA,» UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA, LA PLATA, 2008.
- [24] American Society for Testing and Materials, «Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method,» Estados Unidos, 2005.
- [25] ANDINA, «AGENCIA PERUANA DE NOTICIAS,» 21 NOVIEMBRE 2020. [En línea]. Available: <https://andina.pe/agencia/noticia-parque-las-leyendas-produce-mas-dos-toneladas-chips-madera-cada-mes-822249.aspx>.
- [26] MINISTERIO DEL AMBIENTE, «ANEXO 2,» de *TIPOS DE MADERA*, LIMA, p. 3.
- [27] IGRA Herrajes y Abrasivos, «Propiedades Físicas De la Madera,» 31 Octubre 2018. [En línea]. Available: <https://www.igraherrajes.com/a-que-no-sabias-esto/propiedades-fisicas-de-la-madera/>.

- [28] B. Edwards, «La demanda insaciable de arena,» *Publicación trimestral del Fondo Monetario Internacional y del Banco Mundial*, vol. 52, n° 4, pp. 46-47, 2015.
- [29] MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO, «NORMA E.060 CONCRETO ARMADO,» DIGIGRAF, LIMA, 2014.
- [30] INDECOPI, «NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.037,» LIMA, 2014.
- [31] INDECOPI, «NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.021,» Lima, 2018.

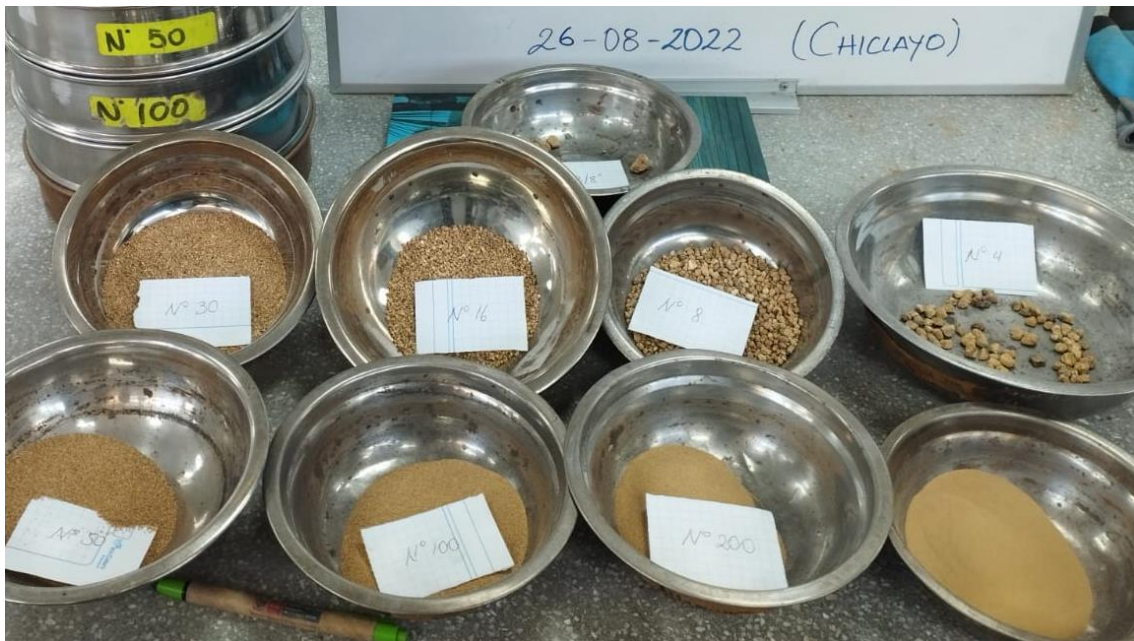
ANEXOS

Anexo 1 Residuos sólidos domésticos reportados

RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS REPORTADOS EN EL AÑO 2009	TM/AÑO
Materia orgánica	969,536.40
Plástico	375,46.80
Papel y cartón	65,108.40
Vidrio	224,077.20
Metal / lata	72,144.00
Textiles	4,861.20
Residuos de madera	9,837.60
Otros	523,464.00
TOTAL	1,906,575.60

Fuente: Dirección de Asuntos Ambientales de Industria – Ministerio de la Producción. 2009

Anexo 2 Ensayo de análisis granulométrico por tamizado del agregado fino



Anexo 3 Ensayo de análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

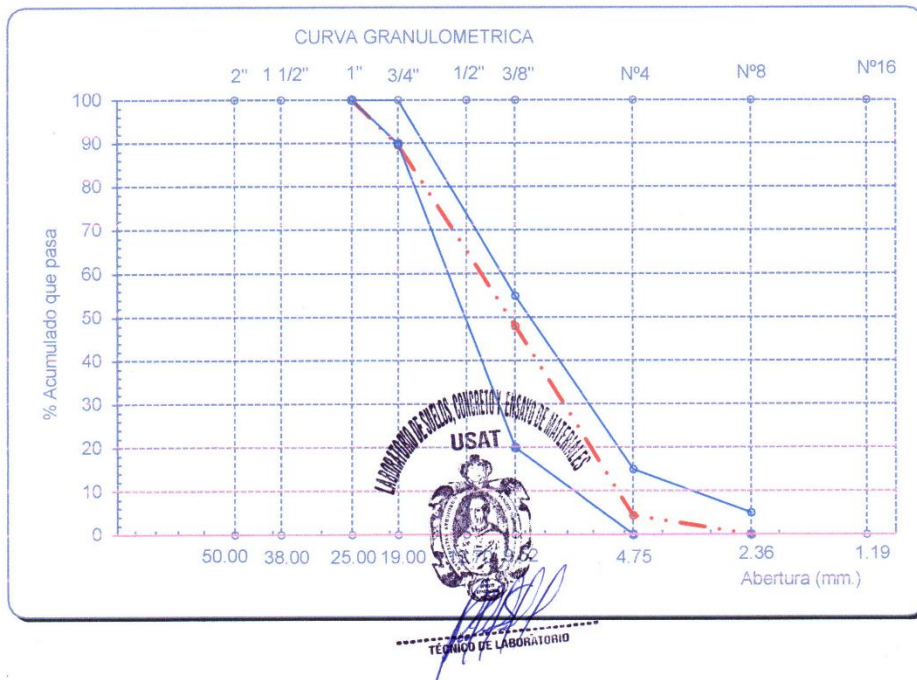


Tesista : Quiroz Suárez Hugo Alonso
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia del aserrín de madera como reemplazo parcial del agregado fino para un concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ – Chiclayo 2021
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 31 de Agosto del 2022

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : Piedra Chancada-Tres Tomas-Ferreñafe. **P. Inicial H.** 15068.4 **% de Humedad =** 0.59
P. Inicial S. 14980

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones USO 56	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	90.0	100.0
3/4"	19.00	1562.0	10.4	10.4	89.6	40.0	85.0
1/2"	12.70	0.0	0.0	10.4	89.6	10.0	40.0
3/8"	9.52	6235.0	41.6	52.0	48.0	0.0	15.0
Nº 04	4.75	6532.0	43.6	95.7	4.3	0.0	5.0
Nº 08	2.36	651.0	4.3	100.0	0.0	0.0	0.0
Nº 16	1.19	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
Fondo		0.0	0.0	100.0	0.0		
Tamaño Maximo			1"	38.00			
Tamaño Maximo Nominal			3/4"	25.00			



Anexo 4 Ensayo de peso unitario y contenido de humedad del agregado fino





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Quiroz Suárez Hugo Alonso
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia del aserrín de madera como reemplazo parcial del agregado fino para un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ - Chiclayo 2021
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 1 de Septiembre del 2022

Ensayo : Peso unitario del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Canetra : Cantera La Victoria-Pátapo.

1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8763	8793
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8763	8793
4.- Constante ó Volumen	(m^3)	0.00575	0.00575
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m^3)	1524	1530
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m^3)	1503	

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	9738	9713
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		9738	9713
4.- Constante ó Volumen	(m^3)	0.00575	0.00575
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m^3)	1694	1690
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m^3)	1665	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	508.05	508.05
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	500	500
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	1.6	1.6
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	1.61	



Anexo 5 Ensayo de peso unitario y contenido de humedad del agregado grueso





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Quiroz Suárez Hugo Alonso
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia del aserrín de madera como reemplazo parcial del agregado fino para un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ - Chiclayo 2021
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 1 de Septiembre del 2022

Ensayo : Peso unitario del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Cantera : Piedra Chancada-Tres Tomas-Ferreñafe.

A.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7961	7923
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		7961	7923
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00575	0.00575
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1385	1378
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1373	

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8683	8663
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8683.0	8663.0
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00575	0.00575
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1510	1507
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1500	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso

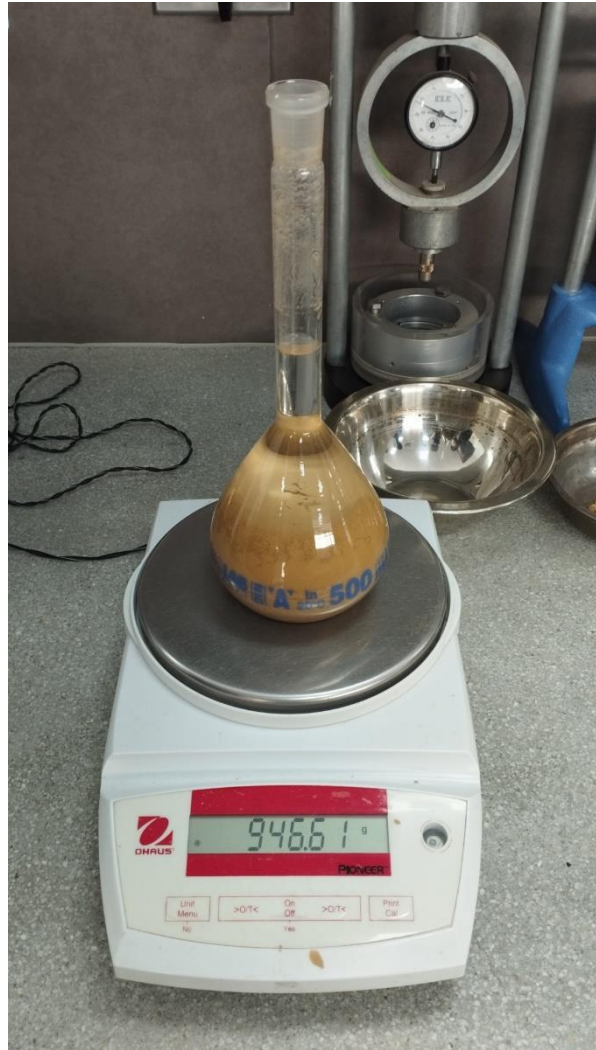
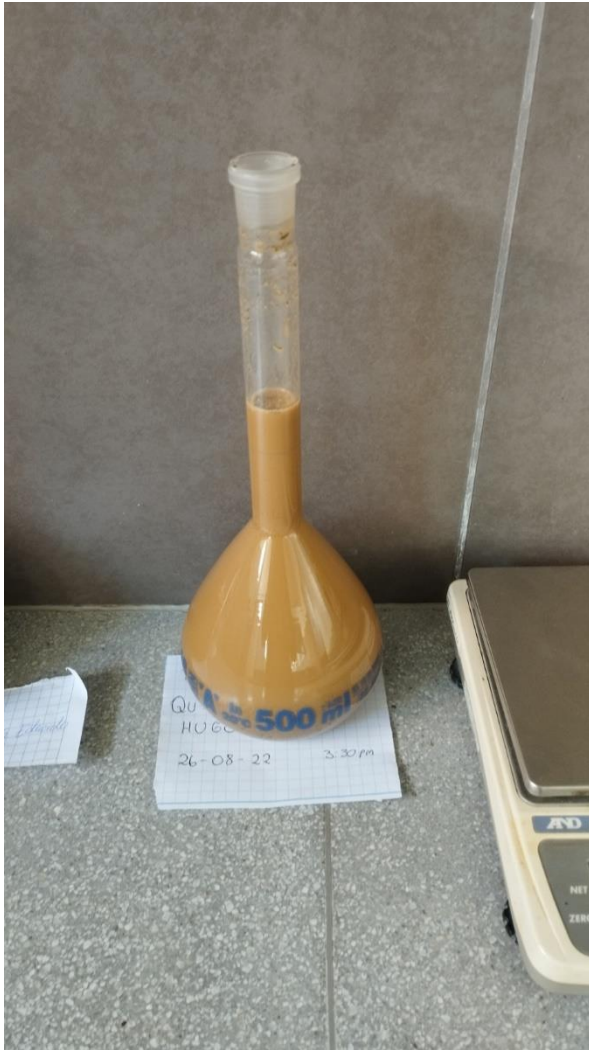
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	15068.4	15068.4
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	14980	14980
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.6	0.6
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.59	



Anexo 6 Ensayo de Peso específico y absorción del agregado fino





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Quiroz Suárez Hugo Alonso
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia del aserrín de madera como reemplazo parcial del agregado fino para un concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ - Chiclayo 2021
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 2 de Septiembre del 2022

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos.

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso c	(g)	950.1	950.1
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	641.14	641.14
3.- Peso del Agua	(g)	308.96	308.96
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	634.51	634.53
5.- Peso del Frasco	(g)	141.14	141.14
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	493	493
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.583
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.617
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.675
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	1.34

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

Cantera : Piedra Chancada-Tres Tomas-Ferreñafe.

I.- Datos.

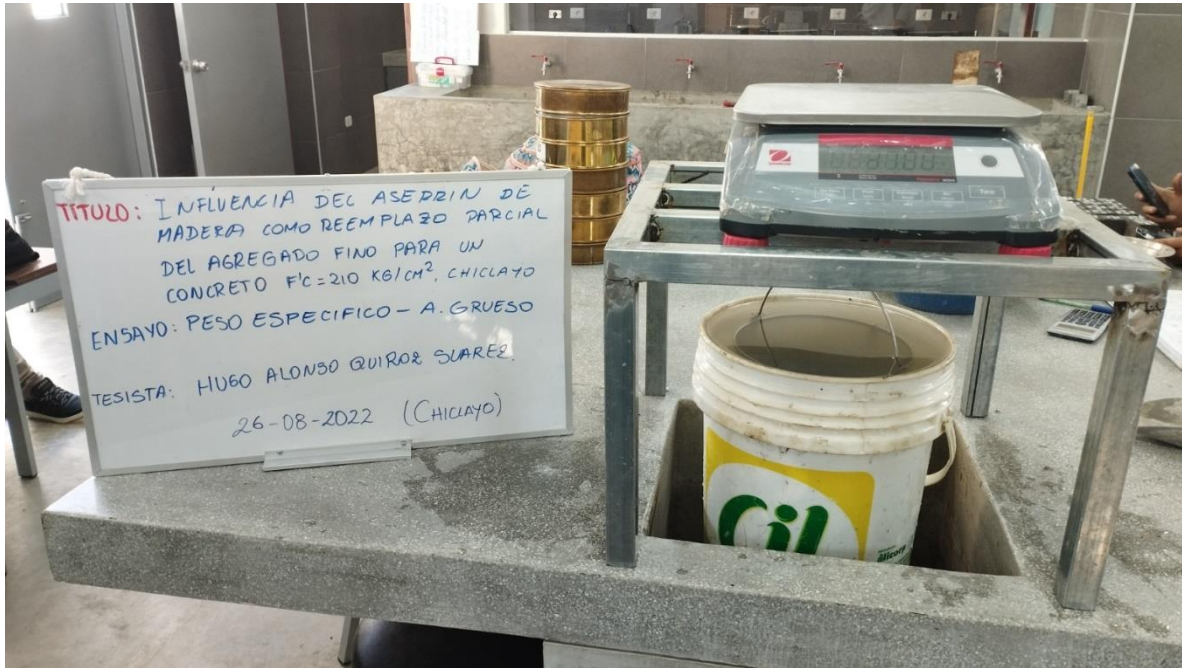
1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	4657	4686
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	4680	4710
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canast	(g)	3825	3845
4.- Peso de la canastilla	(g)	880	880
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	2945	2965

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.685
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.698
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.722
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.50



Anexo 7 Ensayo de Peso específico y absorción del agregado grueso





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Quiroz Suárez Hugo Alonso
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia del aserrín de madera como reemplazo parcial del agregado fino para un concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ - Chiclayo 2021
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 2 de Septiembre del 2022

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1200	1200
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	1181	1181
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	1.61	1.61
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	1.61	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Piedra Chancada-Tres Tomas-Ferreñafe.

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	5500	5500
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	5468	5468
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.6	0.6
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.59	

Observaciones :



Anexo 8 Formato de diseño de mezcla patrón



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Pag. 1 de 2

Tesista : Quiroz Suárez Hugo Alonso
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia del aserrín de madera como reemplazo parcial del agregado fino para un concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ - Chiclayo 2021
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 5 de Septiembre del 2022

DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA PLACAS $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO:

- 1.- Tipo de cemento : Cemento Pórtland
- 2.- Peso específico : 3150 Kg/m^3

AGREGADOS :

Agregado fino :

- Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.
- 1.- Peso específico de masa 2.583 gr/cm^3
 - 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.6173 gr/cm^3
 - 3.- Peso unitario suelto 1503 Kg/m^3
 - 4.- Peso unitario compactado 1665 Kg/m^3
 - 5.- % de absorción 1.3%
 - 6.- Contenido de humedad 1.6%
 - 7.- Módulo de fineza 2.860

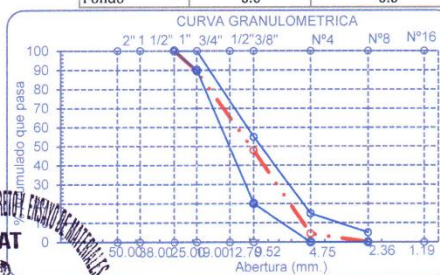
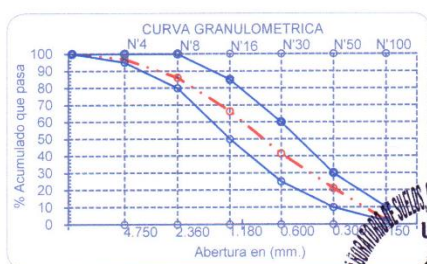
Agregado grueso :

- Cantera : Piedra Chancada-Tres Tomas-Ferreñafe.
- 1.- Peso específico de masa 2.685 gr/cm^3
 - 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.698 gr/cm^3
 - 3.- Peso unitario suelto 1373 Kg/m^3
 - 4.- Peso unitario compactado 1500 Kg/m^3
 - 5.- % de absorción 0.5%
 - 6.- Contenido de humedad 0.6%
 - 7.- Tamaño máximo $1" \text{ Pulg.}$
 - 8.- Tamaño máximo nominal $3/4" \text{ Pulg.}$

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	3.1	96.9
Nº 08	10.9	86.0
Nº 16	19.7	66.3
Nº 30	24.9	41.4
Nº 50	20.4	21.0
Nº 100	18.8	2.2
Fondo	2.2	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	10.4	89.6
1/2"	0.0	89.6
3/8"	41.6	48.0
Nº 04	43.6	4.3
Nº 08	4.3	0.0
Nº 16	0.0	0.0
Fondo	0.0	0.0



USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Pag. 2 de 2

Tesista : Quiroz Suárez Hugo Alonso
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia del aserrín de madera como reemplazo parcial del agregado fino para un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ - Chiclayo 2021
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 5 de Septiembre del 2022

DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA PLACAS $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	8 Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2362 Kg/m ³
Resistencia promedio a los 3 días	:	85 Kg/cm ²
Porcentaje promedio a los 3 días	:	40 %
Resistencia promedio a los 7 días	:	162 Kg/cm ²
Porcentaje promedio a los 7 días	:	77 %
Factor cemento por M ³ de concreto	:	12.2 bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño	:	0.558

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	517 Kg/m ³	:	Cemento Pórtland
Agua	289 L	:	Agua Potable de la Zona.
Agregado fino	587 Kg/m ³	:	Cantera La Victoria-Pátapo.
Agregado grueso	970 Kg/m ³	:	Piedra Chancada-Tres Tomas-Ferreñafe.

	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
Proporción en peso :	1.00	1.19	1.82	23.7	Lts/pe ³
Proporción en volumen :	1.00	1.19	1.99	23.7	Lts/pe ³



Anexo 9 Cálculo de diseño de mezcla patrón

DISEÑO DE MEZCLA

Tesista : Quiroz Suárez Hugo Alonso
 Ensayo : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (Sin aire incorporado)
 Referencia : RECOMENDACIÓN ACI 211

Resistencia del Diseño : $f'c =$ **210** kg/cm²

I.) DATOS DEL AGREGADOS:

GRUESO : **Piedra Chancada-Tres Tomas-Ferreñafe**FINO : **Cantera La Victoria-Pátapo.**

01.- Tamaño máximo nominal	3/4"	-----	pulg.
02.- Peso Unitario suelto seco	1373	1503	kg/cm ³
03.- Peso Unitario compactado seco	1500	1665	kg/cm ³
04.- Peso específico de masa seco	2685	2583	kg/cm ³
05.- Contenido de humedad	0.59	1.61	%
06.- Contenido de absorción	0.50	1.34	%
11.- Módulo de fineza (adimensional)	-----	2.860	

II.) DATOS DE LA MEZCLA Y OTROS

12.- Resistencia especificada a los 28 días	84	f'_{cr}	294	kg/cm ³
13.- Contenido de aire atrapado			2	%
14.- Relación agua cemento		$R^{a/c}$	0.558	
15.- Asentamiento			4	Pulg.
16.- Volumen unitario del agua	: Agua Potable de la Zona.		205	L/m ³
17.- Volumen del agregado grueso			0.614	m ³
18.- Peso específico del cemento	: Cemento Pórtland		3150	kg/cm ³ 3150
19.- Aditivo			0.0	% 0.0
20.- Densidad aparente del aditivo			0.0	kg/cm ³ 1.190

III.) Cálculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua

a) Cemento	367	Kg/m ³	0.117	m ³		
b) Agua	205	Lt/m ³	0.205	m ³	Corrección por humedad	
c) Aire	2	%	0.020	m ³		Agua Efectiva
d) Arena	815	Kg/m ³	0.315	m ³	828	2.2
e) Grava	921	Kg/m ³	0.343	m ³	926	0.8
	2310		1.000	m ³		3.0

IV.) Resultado final de diseño (húmedo)

a) Cemento	367	Kg/m ³	2.329	kg
b) Agua	202	Lt/m ³	1.282	Lt
c) Arena	828	Kg/m ³	47	kg
d) Grava	926	Kg/m ³	53	kg
e) Aditivo	0.00	Lt/m ³	0.00	Lt
	2323		14.738	kg

V.) Tanda de ensayo

	0.0063	m ³	0.00552	m ³
$F/cemento$	8.6	Bolsas		
$R^{a/c}$	0.558	Diseño		
$R^{a/c}$	0.550	Obra		
Aditivo	0.000	Kg/m ³		

VI.) Dosificación en volumen (materiales con humedad natural)

Proporción en peso :	1.00	2.25	2.52	23.4	0.000	Lts/Pie ³
Proporción en volumen :	1.00	2.25	2.76	23.4	0.000	Lts/Pie ³

AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :				f'c =	210	kg/cm²		
Peso Tanda de Ensayo	14.738	Kg		Peso volumetrico	2362			
Peso Unit. de la Mezcla Teorica	2362	Kg		Peso Especifico de la mezcla	2361			
Rendimiento	0.0062	Kg		% de vacios	-0.06			
Rendimiento	13.1	113 %	Tanda	0.0062	m ³			
			Diseño N°1	Diseño N°2		F./ ^{Cemento}	12.2	Bolsas
a) Cemento	517	Kg/m ³	3.225 kg	3.225 kg		R ^{a/c}	0.558	Diseño
b) Agua	289	Lt/m ³	1.801 Lt	1.775 Lt		R ^{a/c}	0.550	Obra
c) Arena	615	Kg/m ³	3.836 kg	3.846 kg		Arena	39 %	
d) Grava	942	Kg/m ³	5.876 kg	5.892 kg		Grava	61 %	
e) Aditivo	0.00	Lt/m ³	0.000 Lt	0.000 Lt		Aditivo	0.000	Kg/m ³
Aditivo	0.00	0	0.000 Lt	0.000 Lt				
	2362		14.738 kg	14.738 kg				
Ajuste por slump	5.08							
Ajuste % de Grava	0							
Peso unitario teorico final de la mezcla			2362	kg/m ³				
Peso unitario de la mezcla corregida			2362	kg/m ³				
Dosificación del Diseño :	Cemento	Arena	Piedra	Agua	Aditivo			
Proporción en peso :	1.00	1.19	1.82	23.7	0.000	Lts/Pie ³		
Proporción en volumen :	1.00	1.19	1.99	23.7	0.000	Lts/Pie ³		

Anexo 10 Cálculo de diseño de mezcla con adición de 1.5%

DISEÑO DE MEZCLA ADICIÓN DE 1.5%												
CONCRETO		$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$F'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$								
CARACTERISTICAS DEL AGREGADO												
		Peso unitario suelto (kg/m ³)	Peso unitario compactado (kg/m ³)	Peso específico (kg/m ³)	Módulo de finiza	TMN	%abs	%w				
	Agregado fino	1503	1665	2583	2.86		1.340	1.610				
	Agregado grueso	1373	1500	2685	-	3/4"	0.500	0.590				
	Aserrín	172	-	314.14	-	-	-	1.1				
VALORES DE DISEÑO												
	1) Pe=	3.15 gr/cm ³		5) aire=	2 %							
	2) Slump=	4 "		6) Agua=	205 Lt/m ³							
	3) Vol. a.g.=	0.615		7) Pe agua=	1000 Kg/m ³							
	4) A/C=	0.558										
	Factor Cemento=	367.384 Kg/m ³		Cantidad de ase.=	1.5707 Kg/m ³							
	Factor C=	8.644										
	Cantidad de a.g.=	922.5 Kg/m ³										
	Cantidad de a.f.=	800.200 Kg/m ³										
VOLUMENES ABSOLUTOS				CORRECCION POR HUMEDAD								
	1) Cemento	0.117 m ³		Agregado fino	813.083 Kg							
	2) Agua	0.205 m ³		agregado grueso	927.943 Kg							
	3) Aire	0.020 m ³										
	4) Ag. grueso	0.344 m ³										
	SUMATORIA	0.685 m³		APORTE DE AGUA								
	Restante	0.315 m ³		Agregado fino	2.16 Lt							
	5) Aserrin	0.005 m ³		agregado grueso	0.83 Lt							
	6) Ag. Fino	0.310 m ³		SUMATORIA	2.99 Lt							
				AGUA EFECTIVA	202.01 Lt							
Condiciones humedas				Dosificación en volumen								
	Cemento =	367.38 kg		a) Materiales por tanda	c) Peso unitario por pie³							
	A.f =	813.08 kg/m ³	0.3148	Cemento =	42.500 kg		PUH (A.f) =	43.24 pie ³				
	Aserrin =	1.57 kg/m ³	0.005	A.f =	94.060 kg		PUH (A.g) =	39.10 pie ³				
	A.g =	927.94 kg/m ³	0.3456	Aserrin =	0.182 kg		PUH (Aser) =	4.92 pie ³				
	Agua =	202.01 Lts		A.g =	107.347 kg							
				Agua =	23.370 kg							
				SUMA =	267.459							
				b) Peso unitario humedos	d) Conversión por volúmen							
C	A.F	Aserrín	A.G	AGUA	PH (A.f) =	1527.2 kg		C	A.F	Aserrín	A.G	AGUA
1	2.21	0.004	2.53	23.37	PH (A.g) =	1381.1 kg		1	2.18	0.037	2.75	23.37
					PUH (Aser) =	173.604 kg						

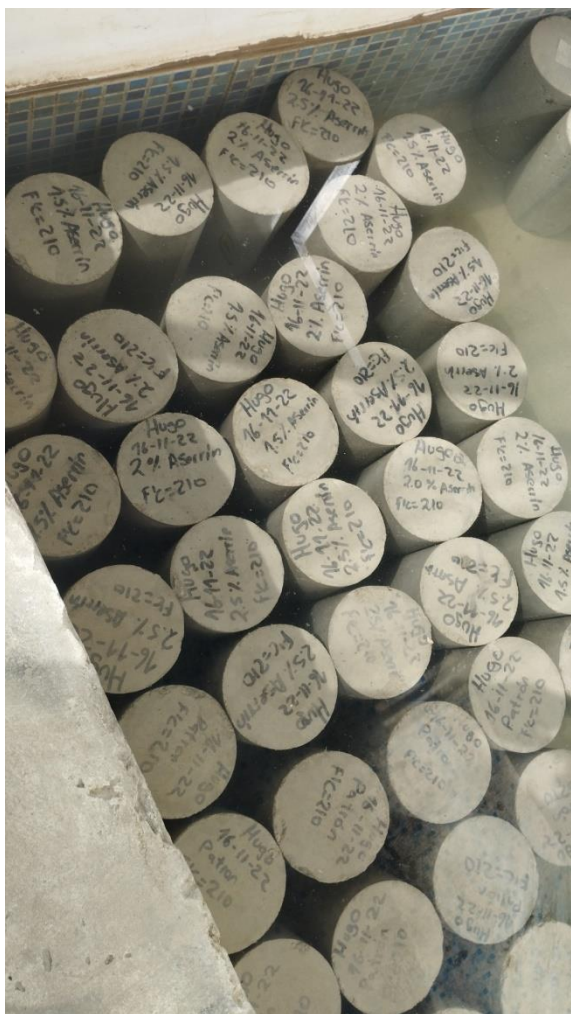
Anexo 11 Cálculo de diseño de mezcla con adición de 2.0%

DISEÑO DE MEZCLA ADICIÓN DE 2%							
CONCRETO	F'c = 210 kg/cm²			F'cr = 294 kg/cm²			
CARACTERISTICAS DEL AGREGADO							
	Peso unitario suelto (kg/m ³)	Peso unitario compactado (kg/m ³)	Peso específico (kg/m ³)	Módulo de fineza	TMN	%abs	%w
Agregado fino	1503	1665	2583	2.86		1.340	1.610
Agregado grueso	1373	1500	2685	-	3/4"	0.500	0.590
Aserrín	172	-	314.14	-	-	-	1.1
VALORES DE DISEÑO							
1) Pe=	3.15 gr/cm ³	5) aire=	2 %				
2) Slump=	4 "	6) Agua=	205 Lt/m ³				
3) Vol. a.g.=	0.615	7) Pe agua=	1000 Kg/m ³				
4) A/C=	0.558						
Factor Cemento=	367.384 Kg/m ³	Cantidad de ase.=	1.9778 Kg/m ³				
Factor C=	8.644						
Cantidad de a.g.=	922.5 Kg/m ³						
Cantidad de a.f.=	796.853 Kg/m ³						
VOLUMENES ABSOLUTOS				CORRECCION POR HUMEDAD			
1) Cemento	0.117 m ³			Agregado fino	809.682 Kg		
2) Agua	0.205 m ³			agregado grueso	927.943 Kg		
3) Aire	0.020 m ³						
4) Ag. grueso	0.344 m ³			APORTE DE AGUA			
SUMATORIA	0.685 m³			Agregado fino	2.15 Lt		
Restante	0.315 m ³			agregado grueso	0.83 Lt		
5) Aserrín	0.006 m ³			SUMATORIA	2.98 Lt		
6) Ag. Fino	0.308 m ³			AGUA EFECTIVA	202.02 Lt		
Condiciones húmedas				Dosificación en volúmen			
Cemento =	367.38 kg			a) Materiales por tanda		c) Peso unitario por pie3	
A.f =	809.68 kg/m ³	0.3135		Cemento =	42.500 kg	PUH (A.f) =	43.24 pie3
Aserrín =	1.98 kg/m ³	0.0063		A.f =	93.666 kg	PUH (A.g) =	39.10 pie3
A.g =	927.94 kg/m ³	0.3456		Aserrín =	0.229 kg	PUH (Aser) =	4.92 pie3
Agua =	202.02 Lts			A.g =	107.347 kg		
				Agua =	23.370 kg		
				SUMA =	267.112		
Dosificación en peso				b) Peso unitario húmedos		d) Conversión por volúmen	
C	A.F	Aserrín	A.G	AGUA	PH (A.f) =	1527.2 kg	C
1	2.20	0.005	2.53	23.37	PH (A.g) =	1381.1 kg	A.F
					PUH (Aser) =	173.604 kg	Aserrín
							A.G
							AGUA
							1
							2.17
							0.047
							2.75
							23.37

Anexo 12 Cálculo de diseño de mezcla con adición de 2.5%

DISEÑO DE MEZCLA ADICIÓN DE 2.5%											
CONCRETO	F'c = 210 kg/cm ²			F'cr = 294 kg/cm ²							
CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO											
	Peso unitario suelto (kg/m ³)	Peso unitario compactado (kg/m ³)	Peso específico (kg/m ³)	Módulo de fineza	TMN	%abs	%w				
Agregado fino	1503	1665	2583	2.86		1.340	1.610				
Agregado grueso	1373	1500	2685	-	3/4"	0.500	0.590				
Aserrín	172	-	314.14	-	-	-	1.1				
VALORES DE DISEÑO											
1) Pe=	3.15 gr/cm ³	5) aire=	2 %								
2) Slump=	4 "	6) Agua=	205 Lt/m ³								
3) Vol. a.g.=	0.615	7) Pe agua=	1000 Kg/m ³								
4) A/C=	0.558										
Factor Cemento=	367.384 Kg/m ³		Cantidad de ase.= 2.4722 Kg/m ³								
Factor C=	8.644										
Cantidad de a.g.=	922.5 Kg/m ³										
Cantidad de a.f.=	792.787 Kg/m ³										
VOLUMENES ABSOLUTOS				CORRECCION POR HUMEDAD							
1) Cemento	0.117 m ³			Agregado fino	805.551 Kg						
2) Agua	0.205 m ³			agregado grueso	927.943 Kg						
3) Aire	0.020 m ³										
4) Ag. grueso	0.344 m ³			APORTE DE AGUA							
SUMATORIA	0.685 m³			Agregado fino	2.14 Lt						
Restante	0.315 m ³			agregado grueso	0.83 Lt						
5) Aserrín	0.008 m ³			SUMATORIA	2.97 Lt						
6) Ag. Fino	0.307 m ³			AGUA EFECTIVA	202.03 Lt						
Condiciones húmedas				Dosificación en volúmen							
Cemento =	367.38 kg			a) Materiales por tanda		c) Peso unitario por pie³					
A.f =	805.55 kg/m ³	0.31187		Cemento =	42.500 kg	PUH (A.f) =	43.24 pie ³				
Aserrín =	2.47 kg/m ³	0.00787		A.f =	93.189 kg	PUH (A.g) =	39.10 pie ³				
A.g =	927.94 kg/m ³	0.3456		Aserrín =	0.286 kg	PUH (Aser) =	4.92 pie ³				
Agua =	202.03 Lts			A.g =	107.347 kg						
Dosificación en peso				Agua =	23.370 kg						
				SUMA =	266.692						
C	A.F	Aserrín	A.G	AGUA	b) Peso unitario húmedos			d) Conversión por volúmen			
1	2.19	0.007	2.53	23.37	PH (A.f) =	1527.2 kg	C	A.F	Aserrín	A.G	AGUA
					PH (A.g) =	1381.1 kg	1	2.16	0.058	2.75	23.37
					PUH (Aser) =	173.604 kg					

Anexo 13 Ensayo de resistencia a la compresión de concreto patrón



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Quiroz Suárez Hugo Alonso
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Influencia del aserrín de madera como reemplazo parcial del agregado fino para un concreto
fc=210kg/cm² – Chiclayo 2021"
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Octubre del 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	fc kg/cm ²
01	CONCRETO 210 kg/cm ² + 0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	22/09/2022	7	153
02	CONCRETO 210 kg/cm ² + 0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	22/09/2022	7	157
03	CONCRETO 210 kg/cm ² + 0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	22/09/2022	7	152
04	CONCRETO 210 kg/cm ² + 0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	29/09/2022	14	172
05	CONCRETO 210 kg/cm ² + 0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	29/09/2022	14	173
06	CONCRETO 210 kg/cm ² + 0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	29/09/2022	14	169
07	CONCRETO 210 kg/cm ² + 0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	06/10/2022	21	196
08	CONCRETO 210 kg/cm ² + 0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	06/10/2022	21	198
09	CONCRETO 210 kg/cm ² + 0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	06/10/2022	21	188
10	CONCRETO 210 kg/cm ² + 0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	13/10/2022	28	220
11	CONCRETO 210 kg/cm ² + 0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	13/10/2022	28	230
12	CONCRETO 210 kg/cm ² + 0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	13/10/2022	28	221

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Anexo 14 Ensayo de resistencia a la compresión de concreto +1.5% Aserrín de madera



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Quiroz Suárez Hugo Alonso
 Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : "Influencia del aserrín de madera como reemplazo parcial del agregado fino para un concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ – Chiclayo 2021"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Octubre del 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
 Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f_c kg/cm ²
01	CONCRETO 210 kg/cm ² + 1.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	22/09/2022	7	152
02	CONCRETO 210 kg/cm ² + 1.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	22/09/2022	7	153
03	CONCRETO 210 kg/cm ² + 1.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	22/09/2022	7	147
04	CONCRETO 210 kg/cm ² + 1.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	29/09/2022	14	174
05	CONCRETO 210 kg/cm ² + 1.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	29/09/2022	14	175
06	CONCRETO 210 kg/cm ² + 1.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	29/09/2022	14	168
07	CONCRETO 210 kg/cm ² + 1.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	06/10/2022	21	187
08	CONCRETO 210 kg/cm ² + 1.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	06/10/2022	21	189
09	CONCRETO 210 kg/cm ² + 1.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	06/10/2022	21	187
10	CONCRETO 210 kg/cm ² + 1.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	13/10/2022	28	214
11	CONCRETO 210 kg/cm ² + 1.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	13/10/2022	28	212
12	CONCRETO 210 kg/cm ² + 1.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	13/10/2022	28	216

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Anexo 15 Formato de ensayo de resistencia a la compresión de concreto +2.0% Aserrín de madera

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Quiroz Suárez Hugo Alonso
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Influencia del aserrín de madera como reemplazo parcial del agregado fino para un concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ – Chiclayo 2021"
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo. 20 de Octubre del 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra Nº	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	f_c kg/cm ²
01	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	22/09/2022	7	149
02	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	22/09/2022	7	150
03	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	22/09/2022	7	144
04	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	29/09/2022	14	165
05	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	29/09/2022	14	167
06	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	29/09/2022	14	160
07	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	06/10/2022	21	180
08	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	06/10/2022	21	181
09	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	06/10/2022	21	174
10	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	13/10/2022	28	198
11	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	13/10/2022	28	199
12	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.0% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	13/10/2022	28	193

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Anexo 16 Formato de ensayo de resistencia a la compresión de concreto +2.5% Aserrín de madera

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Quiroz Suárez Hugo Alonso
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Influencia del aserrín de madera como reemplazo parcial del agregado fino para un concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ – Chiclayo 2021"
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Octubre del 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	f_c kg/cm ²
01	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	22/09/2022	7	145
02	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	22/09/2022	7	147
03	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	22/09/2022	7	141
04	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	29/09/2022	14	161
05	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	29/09/2022	14	163
06	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	29/09/2022	14	158
07	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	06/10/2022	21	175
08	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	06/10/2022	21	176
09	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	06/10/2022	21	173
10	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	13/10/2022	28	186
11	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	13/10/2022	28	188
12	CONCRETO 210 kg/cm ² + 2.5% DE ASERRIN DE MADERA	15/09/2022	13/10/2022	28	185

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Anexo 17 Preparación de probetas de concreto



Anexo 18 Rotura de Probetas de concreto



Anexo 19 Tipos de Fallas del concreto



Anexo 20 Ensayo de durabilidad del concreto





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Quiroz Suárez Hugo Alonso
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Influencia del aserrín de madera como reemplazo parcial del agregado fino para un concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ – Chiclayo 2021"
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Mayo del 2023

ENSAYO : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).

NORMA : ASTM C944 / C944M - 12

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
M-1	Probetas Patrón sin reemplazo	12-Abr	10-May	28	2	3	98	1100	1100	0	0.03
M-2		12-Abr	10-May	28	2	3	98	993	993	0	0.03

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Quiroz Suárez Hugo Alonso
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Influencia del aserrín de madera como reemplazo parcial del agregado fino para un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ – Chiclayo 2021"
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Mayo del 2023

ENSAYO : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).

NORMA : ASTM C944 / C944M - 12

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
M-1	Probetas con reemplazo del 1.5% de agregado	12-Abr	10-May	28	2	3	98	1238	1237	1	0.04
M-2		12-Abr	10-May	28	2	3	98	1033	1032	0	0.05

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Quiroz Suárez Hugo Alonso
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Influencia del aserrín de madera como reemplazo parcial del agregado fino para un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ – Chiclayo 2021"
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Mayo del 2023

ENSAYO : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).

NORMA : ASTM C944 / C944M - 12

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
M-1	Probetas con reemplazo del 1.5% de agregado	12-Abr	10-May	28	2	3	98	1238	1237	1	0.04
M-2		12-Abr	10-May	28	2	3	98	1033	1032	0	0.05

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Quiroz Suárez Hugo Alonso
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Influencia del aserrín de madera como reemplazo parcial del agregado fino para un concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ – Chiclayo 2021"
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Mayo del 2023

ENSAYO : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).

NORMA : ASTM C944 / C944M - 12

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
M-1	Probetas con reemplazo del 2.5% de agregado	12-Abr	10-May	28	2	3	98	1075	1073	2	0.15
M-2		12-Abr	10-May	28	2	3	98	1063	1061	2	0.17

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.

