UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"PRODUCCIÓN DE ELEMENTO ALIGERANTE CON CARACTERÍSTICAS DE AISLANTE TÉRMICO A BASE DE YESO Y CASCARA DE ARROZ"

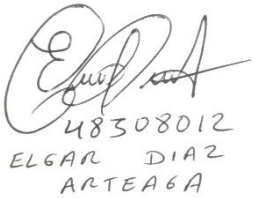
TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Autor(es): **Bach. Diaz Arteaga Elgar**

Bach. Leyva Requejo Franklin Jhonatán

Asesor: **Ing. César Jesús Díaz Coronel**







JAÉN- PERÚ, SEPTIEMBRE, 2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"PRODUCCIÓN DE ELEMENTO ALIGERANTE CON CARACTERÍSTICAS DE AISLANTE TÉRMICO A BASE DE YESO Y CASCARA DE ARROZ"

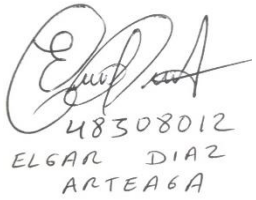
TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Autor(es): **Bach. Diaz Arteaga Elgar**

Bach. Leyva Requejo Franklin Jhonatán

Asesor: **Ing. César Jesús Díaz Coronel**







JAÉN- PERÚ, SEPTIEMBRE, 2020

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 11 de setiembre del año 2020, siendo las 14:30 horas, se reunieron de manera virtual los integrantes del Jurado:
Presidente: Mg. Zadtih Nancy Garrido Campaña
Secretario: Mg. Billy Alexis Cayatopa Calderón
Vocal: Mg. Juan Alberto Contreras Moreto, para evaluar la Sustentación de:

( ) Trabajo de Investigación
(**X**) Tesis
( ) Trabajo de Suficiencia Profesional
Titulado:
PRODUCCIÓN DE ELEMENTO ALIGERANTE CON CARACTERÍSTICAS DE AISLANTE TÉRMICO A BASE DE YESO Y CASCARA DE ARROZ,
presentado por los Bachilleres ***Diaz Arteaga Elgar y Leyva Requejo Franklin Jhonatán,***
de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.
Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:
(**X**) Aprobar ( ) Desaprobar (**X**) Unanimidad ( ) Mayoría
Con la siguiente mención:

a)	Excelente	18, 19, 20	( )
b)	Muy bueno	16, 17	( )
c)	Bueno	14, 15	(14)
d)	Regular	13	( )
e)	Desaprobado	12 ò menos	( )

Siendo las 16:05 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

.....
Mg. ZADITH NANCY GARRIDO CAMPAÑA
Presidente

.....
Mg. BILLY ALEXIS CAYATOPA CALDERÓN
Secretario

.....
Mg. JUAN ALBERTO CONTRERAS MORETO
Vocal

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL I

ÍNDICE DE TABLAS IV

ÍNDICE DE IMÁGENES VII

ÍNDICE DE ANEXOS X

RESUMEN XI

ABSTRACT XII

I. INTRODUCCIÓN 1

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 2

1.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN 2

1.2.1. Antecedentes internacionales 2

1.2.2. Antecedentes nacionales 4

1.3. MARCO TEÓRICO 5

1.3.1. Elemento aligerante 5

1.3.2. Aislante térmico 5

1.3.3. Yeso 5

1.3.4. Cascara de arroz (CA) 6

1.3.5. Arcilla 6

1.3.6. Cemento 6

1.3.7. Resistencia a la compresión 7

1.3.8. Absorción 7

1.3.9. Resistencia a la flexión 7

1.3.10. Dosificación 7

1.3.11. Molde 7

1.3.12. Temperatura 7

1.3.13. Tecnopor 8

1.3.14. Peso 8

1.3.15. Peso especifico 8

II. OBJETIVOS 9

2.1. OBJETIVO GENERAL 9

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 9

III. MATERIALES Y MÉTODOS 10

73332589
LEYVA REQUEJO FRANKLIN J.

48308012
ELGAR DIAZ ARTEAGA

CESAR JESUS DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

3.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO 10
3.2. MATERIALES UTILIZADOS 11
3.2.1. Cemento 11
3.2.2. Yeso 11
3.2.3. Agua 12
3.2.4. Cascara de arroz 12
3.2.5. Tecnopor 13
3.3. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN 13
3.3.1. Variables dependientes 13
3.3.2. Variables independientes 13
3.4. TIPO DE INVESTIGACIÓN 13
3.4.1. Según su diseño 13
3.4.2. Según su enfoque 14
3.5. Diseño de investigación 14
3.6. MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS Y PROCESAMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS. 16
3.6.1. Instrumentos de Recolección de Datos 16
3.6.2. Técnicas 16
3.6.3. Procedimientos de la Investigación 17
IV. RESULTADOS 23
4.1. ENSAYOS Y PREPARACIÓN DE LAS PROBETAS CONTENIENDO YESO Y CASCARA DE ARROZ 23
4.1.1. Determinación de la relación agua/yeso (yeso o mezcla a base de yeso) 23
4.1.2. Determinación de los tiempos de fraguado 25
4.1.3. Determinación de las propiedades mecánicas 26
4.1.4. Análisis de los resultados de las propiedades mecánicas, para continuar con la investigación y poder encontrar la dosificación 36
4.2. ENSAYOS Y PREPARACIÓN DE LAS PROBETAS CONTENIENDO YESO, CASCARA DE ARROZ Y CEMENTO. 41
4.2.1. Determinación de la relación agua/yeso (yeso o mezcla a base de yeso) 41
4.2.2. Determinación de los tiempos de fraguado 42
4.2.3. Determinación de las propiedades mecánicas 44
4.2.4. Análisis de los resultados de las propiedades mecánicas, para continuar con la investigación y poder producir el elemento aligerante planteado. 52
4.3. PRODUCCIÓN DEL ELEMENTO ALIGERANTE PLANTEADO. 55
4.3.1. Cantidad de material a utilizar para producir el elemento aligerante 55

47332589
LEYVA REQUEJO FRANKLIN.S

48308012
ELGAR DIAZ ARTEAGA

CESAR JESUS DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

4.3.2. preparación del elemento aligerante planteado 58

4.3.3. Determinación de la resistencia a compresión del elemento aligerante planteado 63

4.3.4. Determinación de la prueba de absorción rápida o succión del elemento aligerante 65

4.3.5. Determinación del peso promedio del elemento aligerante planteado 66

4.4. ANÁLISIS COMPARATIVO DE TEMPERATURA ENTRE MODULO N°01 Y MODULO N°02 67

4.4.1. Ambientes construidos para el análisis de temperatura 67

4.4.2. Resultados del análisis de temperatura de cada modulo 70

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS 74

5.1. DISCUSIÓN DE LA PRESENCIA DE CASCARA DE ARROZ EN EL ELEMENTO ALIGERANTE PLANTEADO. 74

5.2. DISCUSIÓN DE LA PRESENCIA DE CEMENTO EN EL ELEMENTO ALIGERANTE PLANTEADO. 74

5.3. DISCUSIÓN SOBRE LA PRESENCIA DE YESO EN EL ELEMENTO ALIGERANTE PLANTEADO. 74

5.4. DISCUSIÓN SOBRE EL ANÁLISIS DE MEDIDA DE TEMPERATURA DE LOS MODULO N°1 Y MODULO N°2 75

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 76

6.1. CONCLUSIONES 76

6.2. RECOMENDACIONES 77

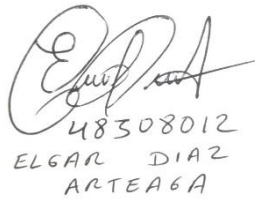
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 78

DEDICATORIA 79

AGRADECIMIENTO 80

ANEXOS 81







ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 0 1.- DISEÑO DE INVESTIGACIÓN 14
TABLA N° 0 2.- CONTINUANDO CON DISEÑO DE INVESTIGACIÓN 15
TABLA N° 0 3.- RELACIÓN DE NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS EN ESTA INVESTIGACIÓN PARA LAS PROBETAS 16
TABLA N° 0 4.- RELACIÓN DE NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS EN ESTA INVESTIGACIÓN PARA EL ELEMENTO ALIGERANTE PLANTEADO 16
TABLA N° 0 5.- RESULTADOS DE LA PRIMERA DOSIS (0% CA + 100% YESO) – RELACIÓN AGUA/YESO 23
TABLA N° 0 6.- RESULTADOS DE LA SEGUNDA DOSIS (10% CA + 90% YESO) - RELACIÓN AGUA/YESO 23
TABLA N° 0 7.- RESULTADOS DE LA TERCERA DOSIS (20% CA + 80% YESO) – RELACIÓN AGUA/YESO 24
TABLA N° 0 8.- RESULTADOS DE LA CUARTA DOSIS (30% CA + 70% YESO) – RELACIÓN AGUA/YESO 24
TABLA N° 0 9.- RESULTADOS DE LA PRIMERA DOSIS (0% CA + 100% YESO) – TIEMPO DE FRAGUADO 25
TABLA N° 0 10.- RESULTADOS DE LA SEGUNDA DOSIS (10% CA + 90% YESO)- TIEMPO DE FRAGUADO 25
TABLA N° 0 11.- RESULTADOS DE LA TERCERA DOSIS (20% CA + 80% YESO) – TIEMPO DE FRAGUADO 25
TABLA N° 0 12.- RESULTADOS DE LA CUARTA DOSIS (30% CA + 70% YESO) – TIEMPO DE FRAGUADO 26
TABLA N° 0 13.- RESULTADOS DE LA PRIMERA DOSIS (0% CA + 100% YESO) – RESISTENCIA A FLEXIÓN 28
TABLA N° 0 14.- RESULTADOS DE LA SEGUNDA DOSIS (10% CA + 90% YESO) – RESISTENCIA A FLEXIÓN 28
TABLA N° 0 15.- RESULTADOS DE LA TERCERA DOSIS (20% CA + 80% YESO) – RESISTENCIA A FLEXIÓN 29
TABLA N° 0 16.- RESULTADOS DE LA CUARTA DOSIS (30% CA + 70% YESO) – RESISTENCIA A FLEXIÓN 29
TABLA N° 0 17.- RESULTADOS DE LA PRIMERA DOSIS (0% CA + 100% YESO) – RESISTENCIA A COMPRESIÓN 30
TABLA N° 0 18.- RESULTADOS DE LA SEGUNDA DOSIS (10% CA + 90% YESO) – RESISTENCIA A COMPRESIÓN 31

73332589
LEYVA REQUEJO
FRANKLIN.J.

48308012
ELGAR DIAZ
ARTEAGA

CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

TABLA N° 0 19.- RESULTADOS DE LA TERCERA DOSIS (20% CA + 80% YESO) – RESISTENCIA A COMPRESIÓN 31
TABLA N° 0 20.- RESULTADOS DE LA CUARTA DOSIS (30% CA + 70% YESO) – RESISTENCIA A COMPRESIÓN 32
TABLA N° 0 21.- RESULTADOS DE LA PRIMERA DOSIS (0% CA + 1000% YESO) – PRUEBA DE ABSORCIÓN. 33
TABLA N° 0 22.- RESULTADOS DE LA SEGUNDA DOSIS (10% CA + 90% YESO) – PRUEBA DE ABSORCIÓN 33
TABLA N° 0 23.- RESULTADOS DE LA TERCERA DOSIS (20% CA + 80% YESO) – PRUEBA DE ABSORCIÓN 34
TABLA N° 0 24.- RESULTADOS DE LA CUARTA DOSIS (30% CA + 70% YESO) – PRUEBA DE ABSORCIÓN 34
TABLA N° 0 25.- TABLA DE RESUMEN DEL ENSAYO RESISTENCIA A FLEXIÓN (CA + YESO) 36
TABLA N° 0 26.- TABLA DE RESUMEN DEL ENSAYO RESISTENCIA A COMPRESIÓN (CA + YESO) ... 36
TABLA N° 0 27.- TABLA DE RESUMEN DEL ENSAYO PRUEBA DE ABSORCIÓN (CA + YESO 37
TABLA N° 0 28.- RESULTADO DE LA PRIMERA DOSIS (10% CA + 85% YESO + 5% CEMENTO) – RELACIÓN AGUA/YESO 41
TABLA N° 0 29.- RESULTADO DE LA SEGUNDA DOSIS (10% CA + 82.5% YESO + 7.5% CEMENTO) – RELACIÓN AGUA/YESO. 41
TABLA N° 0 30.- RESULTADO DE LA TERCERA DOSIS (10% CA + 80% YESO + 10% CEMENTO) – RELACIÓN AGUA/YESO. 42
TABLA N° 0 31.- RESULTADO DE LA PRIMERA DOSIS (10% CA + 85% YESO + 5% CEMENTO) – TIEMPO DE FRAGUADO 43
TABLA N° 0 32.- RESULTADO DE LA SEGUNDA DOSIS (10% CA + 82.5% YESO + 7.5% CEMENTO) – TIEMPO DE FRAGUADO 43
TABLA N° 0 33.- RESULTADO DE LA TERCERA DOSIS (10% CA + 80% YESO + 10% CEMENTO) – TIEMPO DE FRAGUADO 43
TABLA N° 0 34.- RESULTADO DE LA PRIMERA DOSIS (10% CA + 85% YESO + 5% CEMENTO) – RESISTENCIA A FLEXIÓN 46
TABLA N° 0 35.- RESULTADO DE LA SEGUNDA DOSIS (10% CA + 82.5% YESO + 7.5% CEMENTO) – RESISTENCIA A FLEXIÓN 46
TABLA N° 0 36.- RESULTADO DE LA TERCERA DOSIS (10% CA + 80% YESO + 10% CEMENTO) – RESISTENCIA A FLEXIÓN 47
TABLA N° 0 37.- RESULTADO DE LA PRIMERA DOSIS (10% CA + 85% YESO + 5% CEMENTO) – RESISTENCIA A COMPRESIÓN 48



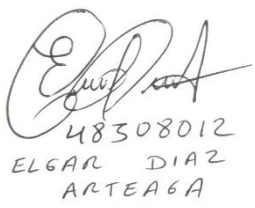
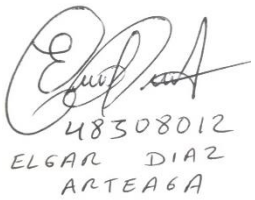




TABLA N° 0 38.- RESULTADO DE LA SEGUNDA DOSIS (10% CA + 82.5% YESO + 7.5% CEMENTO) – RESISTENCIA A COMPRESIÓN 48
TABLA N° 0 39.- RESULTADO DE LA TERCERA DOSIS (10% CA + 80% YESO + 10% CEMENTO) – RESISTENCIA A COMPRESIÓN 49
TABLA N° 0 40.- RESULTADO DE LA PRIMERA DOSIS (10% CA + 85% YESO + 5% CEMENTO) – PRUEBA DE ABSORCIÓN 50
TABLA N° 0 41.- RESULTADO DE LA SEGUNDA DOSIS (10% CA + 82.5% YESO + 7.5% CEMENTO) – PRUEBA DE ABSORCIÓN 50
TABLA N° 0 42.- RESULTADO DE LA TERCERA DOSIS (10% CA + 80% YESO + 10% CEMENTO) – PRUEBA DE ABSORCIÓN 51
TABLA N° 0 43.- TABLA DE RESUMEN DEL ENSAYO RESISTENCIA A FLEXIÓN – (CA + YESO + CEMENTO) 52
TABLA N° 0 44.- TABLA DE RESUMEN DEL ENSAYO RESISTENCIA A COMPRESIÓN – (CA + YESO + CEMENTO) 52
TABLA N° 0 45.- TABLA DE RESUMEN DEL ENSAYO PRUEBA DE ABSORCIÓN – (CA + YESO + CEMENTO) 53
TABLA N° 0 46.- TABLA DEL PESO DE LAS PROBETAS A 7 DÍAS DE SECADO A TEMPERATURA AMBIENTE, CONTENIENDO EL 10% CA + 82.5% YESO + 7.5% CEMENTO 55
TABLA N° 0 47.- TABLA DETALLANDO EL PESO ESPECÍFICO DE LA COMBINACIÓN DE MATERIALES DEL 10% CA + 82.5% YESO + 7.5% CEMENTO. 56
TABLA N° 0 48.- CUADRO DE RESULTADOS DEL ENSAYO RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LOS ELEMENTOS ALIGERANTE PLANTEADO 63
TABLA N° 0 49.- RESULTADOS DEL ENSAYO PRUEBA DE ABSORCIÓN RÁPIDA O SUCCIÓN DEL ELEMENTO ALIGERANTE PLANTEADO 66
TABLA N° 0 50.- RESULTADOS DE LOS PESOS DEL ELEMENTO ALIGERANTE A 7 DÍAS DE SECADO A TEMPERATURA AMBIENTE 67
TABLA N° 0 51.- MEDIDA DE LA TEMPERATURA DEL DÍA 9 DE FEBRERO 2020 70
TABLA N° 0 52.- MEDIDA DE LA TEMPERATURA DEL DÍA 10 DE FEBRERO 2020 71
TABLA N° 0 53.- MEDIDA DE LA TEMPERATURA DEL DÍA 11 DE FEBRERO 2020 72







ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN N° 0 1.- MAPA DE UBICACIÓN DE LA PROVINCIA DE JAÉN 10
IMAGEN N° 0 2.- CEMENTO UTILIZADO CEMENTO PORTLAND TIPO 1 11
IMAGEN N° 0 3.- SE UTILIZÓ UN YESO COMÚN SIN FICHA TÉCNICA 11
IMAGEN N° 0 4.- AGUA SUMINISTRADA POR EPS MARAÑÓN 12
IMAGEN N° 0 5.- CASCARA DE ARROZ UTILIZADA EN ESTA INVESTIGACIÓN 12
IMAGEN N° 0 6.- TECNOPOR UTILIZADO EN ESTA INVESTIGACIÓN 13
IMAGEN N° 0 7.- DISPOSITIVOS UTILIZADOS PARA DETERMINAR LA RELACIÓN AGUA/YESO (NORMA UNE-EN 13279-2) 17
IMAGEN N° 0 8.- DISPOSITIVOS PARA DETERMINAR LOS TIEMPOS DE FRAGUADO (NORMA UNE-EN 13279-2) 18
IMAGEN N° 0 9.- MOLDE UTILIZADO PARA ELABORAR LAS PROBETAS (NORMA UNE-EN 13279-2) 18
IMAGEN N° 0 10.- EQUIPO Y DISPOSITIVO PARA DETERMINAR RESISTENCIA A FLEXIÓN (NORMA UNE-EN 13279-2) 19
IMAGEN N° 0 11.- EQUIPO Y DISPOSITIVO PARA DETERMINAR RESISTENCIA A COMPRESIÓN (NORMA UNE-EN 13279-2) 19
IMAGEN N° 0 12.- EQUIPO Y DISPOSITIVOS PARA DETERMINAR LA PRUEBA DE ABSORCIÓN (NTP 399.613) 20
IMAGEN N° 0 13.- DISPOSITIVOS PARA PRODUCIR EL ELEMENTO ALIGERANTE PLANTEADO 20
IMAGEN N° 0 14.- AMBIENTE CONSTRUIDO PARA MEDIR Y COMPARAR LA TEMPERATURA 21
IMAGEN N° 0 15.- DISPOSITIVO UTILIZADO PARA MEDIR LA TEMPERATURA (DIGITAL THERMOMETER) 21
IMAGEN N° 0 16.- EQUIPO Y DISPOSITIVO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN (NTP 331.018) 22
IMAGEN N° 0 17.-EQUIPO Y DISPOSITIVO PARA DETERMINAR PRUEBA DE ABSORCIÓN (NTP 331.018) 22
IMAGEN N° 0 18.- ENSAYO DETERMINACIÓN DE RELACIÓN AGUA/YESO – (CA + YESO) 24
IMAGEN N° 0 19.- DETERMINANDO EL TIEMPO DE FRAGUADO – (CA + YESO) 26
IMAGEN N° 0 20.- PREPARANDO LAS 40 PROBETAS CON LAS 4 DIFERENTES DOSIFICACIONES – (CA + YESO) 27
IMAGEN N° 0 21.- LAS 40 PROBETAS CON LAS 4 DIFERENTES DOSIFICACIONES LISTAS PARA ENSAYAR – (CA + YESO) 27
IMAGEN N° 0 22.- DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN – (CA + YESO) 30
IMAGEN N° 0 23.- DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN – (CA + YESO) 32

73332589
LEYVA REQUEJO FRANKLIN S.
48308012
ELGAR DIAZ ARTEAGA
CESAR JESUS DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 172559

IMAGEN N° 0 24.- SUMERGIENDO LAS PROBETAS EN AGUA DURANTE 24 HORAS – PRUEBA DE ABSORCIÓN – (CA + YESO)..... 35
IMAGEN N° 0 25.- RESULTADOS DE LAS PROBETAS 24 HORAS DESPUÉS DE LA ABSORCIÓN – PRUEBA ABSORCIÓN – (CA + YESO)..... 35
IMAGEN N° 0 26.- DESCRIPCIÓN GRAFICA DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN (CA + YESO) 36
IMAGEN N° 0 27.- DESCRIPCIÓN GRAFICA DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN (CA + YESO) 37
IMAGEN N° 0 28.- PROBETAS DESPUÉS DE LAS 24 HORAS EN AGUA - PRUEBA DE ABSORCIÓN – 0 %CA + 100% YESO 38
IMAGEN N° 0 29.- PROBETAS DESPUÉS DE LAS 24 HORAS EN AGUA - PRUEBA DE ABSORCIÓN – 10 %CA + 90% YESO 38
IMAGEN N° 0 30.- PROBETAS DESPUÉS DE LAS 24 HORAS EN AGUA - PRUEBA DE ABSORCIÓN – 20 %CA + 80% YESO 39
IMAGEN N° 0 31.- PROBETAS DESPUÉS DE LAS 24 HORAS EN AGUA - PRUEBA DE ABSORCIÓN – 30 %CA + 70% YESO 39
IMAGEN N° 0 32.- ENSAYANDO LA DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/YESO – (CA + YESO + CEMENTO)..... 42
IMAGEN N° 0 33.- ENSAYANDO LA DETERMINACIÓN DE LOS TIEMPOS DE FRAGUADO – (CA + YESO + CEMENTO) 44
IMAGEN N° 0 34.- PREPARANDO LAS 21 PROBETAS CON LAS 3 DIFERENTES DOSIFICACIONES – (CA + YESO + CEMENTO)..... 45
IMAGEN N° 0 35.- LAS 21 PROBETAS CON LAS 3 DIFERENTES DOSIFICACIONES LISTAS PARA ENSAYAR – (CA + YESO + CEMENTO) 45
IMAGEN N° 0 36.- ENSAYANDO LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN – (CA + YESO + CEMENTO)..... 47
IMAGEN N° 0 37.- ENSAYANDO LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN – (CA + YESO + CEMENTO) 49
IMAGEN N° 0 38.- ENSAYANDO LA PRUEBA DE ABSORCIÓN – (CA + YESO + CEMENTO) 51
IMAGEN N° 0 39.- REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS RESULTADOS RESISTENCIA A FLEXIÓN – (CA + YESO + CEMENTO)..... 52
IMAGEN N° 0 40.- REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS RESULTADOS RESISTENCIA A COMPRESIÓN – (CA + YESO + CEMENTO)..... 53
IMAGEN N° 0 41.- PROBETAS DESPUÉS DE LAS 24 HORAS DE ABSORCIÓN – (CA + YESO + CEMENTO)..... 54
IMAGEN N° 0 42.- SECADO AL HORNO A 110 °C, RETIRANDO LAS PROBETAS DESPUÉS DE LAS 24 HORAS PUESTAS AL HORNO – PRUEBA DE ABSORCIÓN – (CA + YESO + CEMENTO)..... 54

73332589
LEYVA REQUEJO FRANKLIN.S.
48308012
ELGAR DIAZ ARTEAGA
CESAR JESUS DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

IMAGEN N° 0 43.- MATERIAL UTILIZADO PARA LA PRODUCCIÓN DEL ELEMENTO ALIGERANTE 0.075 KG DE CA 56
IMAGEN N° 0 44.- MATERIAL UTILIZADO PARA LA PRODUCCIÓN DEL ELEMENTO ALIGERANTE 5.15 KG DE YESO 57
IMAGEN N° 0 45.- MATERIAL UTILIZADO PARA LA PRODUCCIÓN DEL ELEMENTO ALIGERANTE 0.5 KG DE CEMENTO 57
IMAGEN N° 0 46.- MATERIAL UTILIZADO PARA LA PRODUCCIÓN DEL ELEMENTO ALIGERANTE 4.5 KG DE AGUA 58
IMAGEN N° 0 47.- MATERIAL UTILIZADO PARA LA PRODUCCIÓN DEL ELEMENTO ALIGERANTE 12 CM X 10 CM X 30 CM DE TECNOPOR (0.0125 KG CADA UNO) 58
IMAGEN N° 0 48.- ESQUEMA DEL ELEMENTO ALIGERANTE PLANTEADO (MEDIDAS EN CM) 59
IMAGEN N° 0 49.- ADECUANDO EL MOLDE PARA EL ELEMENTO ALIGERANTE PLANTEADO 59
IMAGEN N° 0 50.- HOMOGENIZANDO LOS MATERIALES A UTILIZAR PARA EL ELEMENTO ALIGERANTE 60
IMAGEN N° 0 51.- ESPOLVOREANDO LA MEZCLA EN AGUA 60
IMAGEN N° 0 52.-DEJANDO REPOSAR LA MEZCLA Y LUEGO REVOLVIENDO LA MEZCLA 61
IMAGEN N° 0 53.- VACIANDO LA MEZCLA AL MOLDE DE MADERA 61
IMAGEN N° 0 54.- DESMOLDANDO EL ELEMENTO ALIGERANTE 62
IMAGEN N° 0 55.- SECADO DE 25 ELEMENTOS ALIGERANTE ELABORADOS EN ESTA INVESTIGACIÓN 62
IMAGEN N° 0 56.- DETALLE DEL DISPOSITIVO A UTILIZAR PARA EL ENSAYO A COMPRESIÓN DEL ELEMENTO ALIGERANTE 63
IMAGEN N° 0 57.- EVIDENCIAS DE LOS RESULTADOS DEL ENSAYO RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ELEMENTO ALIGERANTE 64
IMAGEN N° 0 58.- DETERMINANDO EL ENSAYO RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LOS ELEMENTOS ALIGERANTE PLANTEADO 64
IMAGEN N° 0 59.- LOS 5 ELEMENTOS DESPUÉS DE SER ENSAYADAS A RESISTENCIA A COMPRESIÓN 65
IMAGEN N° 0 60.- ENSAYANDO LA PRUEBA DE ABSORCIÓN DE LOS ELEMENTOS ALIGERANTE PLANTEADO 66
IMAGEN N° 0 61.- ENSAYANDO LA PRUEBA DE ABSORCIÓN DE LOS ELEMENTOS ALIGERANTE PLANTEADO (PESOS) 67
IMAGEN N° 0 62.- PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LOS TECHOS ALIGERADOS EN ESTA INVESTIGACIÓN (ENCOFRADO Y COLOCADO DE ELEMENTOS ALIGERANTE) 68
IMAGEN N° 0 63.- PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LOS TECHOS ALIGERADOS EN ESTA INVESTIGACIÓN (VACIADO DE CONCRETO) 68

47332589
LEYVA REQUEJO
FRANKLIN J.

48308012
ELGAR DIAZ
ARTEAGA

CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

IMAGEN N° 0 64.- PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LOS TECHOS ALIGERADOS EN ESTA INVESTIGACIÓN (TERMINANDO DE VACIAR CONCRETO) 69
IMAGEN N° 0 65.- DIMENSIONES DE LOS AMBIENTES CONSTRUIDOS (MODULO N°01 Y MODULO N°02)..... 69
IMAGEN N° 0 66.- EVIDENCIA DE QUE TIPO DE LADRILLO CONTIENE PARA CADA MODULO 70
IMAGEN N° 0 67.- DESCRIPCIÓN GRAFICA DEL ANÁLISIS DE TEMPERATURA 9 DE FEBRERO 2020 71
IMAGEN N° 0 68.- DESCRIPCIÓN GRAFICA DEL ANÁLISIS DE TEMPERATURA 10 DE FEBRERO 2020 72
IMAGEN N° 0 69.- DESCRIPCIÓN GRAFICA DEL ANÁLISIS DE TEMPERATURA 11 DE FEBRERO 2020 73

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N° 0 1.- FORMATOS PARA ENSAYAR LAS PROBETAS DE INVESTIGACIÓN 82
ANEXO N° 0 2.- FORMATOS DE LOS ENSAYOS DEL ELEMENTO ALIGERANTE PLANTEADO 88
ANEXO N° 0 3.- PANEL FOTOGRÁFICO 92

74332589
LEYVA REQUEJO FRANKLIN.S.

48308012
ELGAR DIAZ ARTEAGA

CESAR JESUS DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

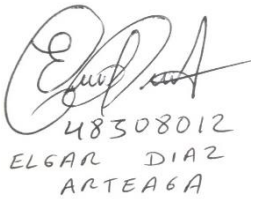
RESUMEN

En la siguiente investigación se pretende producir un nuevo tipo de elemento aligerante exclusivamente para losa aligerada de una vivienda, la finalidad del elemento aligerante a investigar debe cumplir con características de aislante térmico, para ello se hace uso de yeso teniendo por conocimiento que este elemento es un aislante térmico demostrado, también se da uso a la cascara de arroz por ser liviano y desechado en grandes cantidades para luego quemar este elemento provocando contaminación ambiental, según la investigación al dosificar estos dos elementos mencionados, no llegan a tener las suficientes características para cumplir con el objetivo, de tal modo que es necesario adicionar un nuevo material, para el nuevo material se tiene como opciones arcilla, cemento o aditivo impermeabilizante, de acuerdo al criterio personal del investigador el nuevo material que acompaña al yeso y cascara de arroz seria el cemento.

Para comparar medidas de temperatura entre el elemento aligerante planteado y otro elemento aligerante existente (más utilizados en losa aligerada: ladrillo de arcilla y tecnopor), por decisión del investigador se escoge ladrillo de arcilla, para ello se construye dos módulos comparativos haciendo uso en un MODULO N°01 ladrillo de arcilla y en un MODULO N°02 elemento aligerante planteado.

Palabra clave: elemento aligerante, bloque de yeso, aislante térmico.







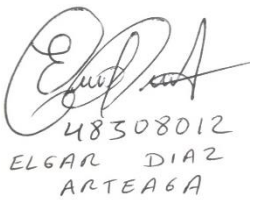
ABSTRACT

The following research aims to produce a new type of lightening element exclusively for the lightened slab of a home, the purpose of the lightening element to be investigated must comply with thermal insulating characteristics, for this, plaster is used knowing that this element is A proven thermal insulator, the rice husk is also used for being light and discarded in large quantities and then burning this element causing environmental contamination, according to the investigation when dosing these two elements mentioned, they do not have enough characteristics to comply With the objective, in such a way that it is necessary to add a new material, for the new material there are clay, cement or waterproofing additive options, according to the personal criteria of the researcher the new material that accompanies the plaster and rice husk would be the cement.

To compare temperature measurements between the proposed lightening element and another existing lightening element (more used in lightened slab: clay brick and technopor), by decision of the researcher, clay brick is chosen, for this two comparative modules are built using a MODULE N ° 01 clay brick and in a MODULE N ° 02 raised lightening element.

Keyword: lightening element, plaster block, heat insulator.



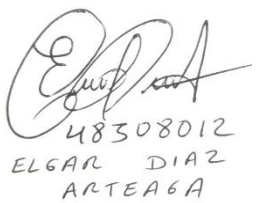




I. INTRODUCCIÓN

Los materiales de construcción en su mayoría se usan por su resistencia y generar seguridad, también por el bajo costo considerando que todo tipo de usuario los pueda obtener, pero en muchos casos no se considera que el usuario viva lo más cómodo posible, tomando por ejemplo en zonas de altas temperaturas tratar de vivir en ambiente fresco o reducir la temperatura en partes altas y generar un poco de calor al ambiente frio. Con el elemento aligerante investigado se trata de buscar justamente aislar la temperatura de un ambiente, para ello se considera como material clave al yeso, el yeso funciona como buen aislante térmico es liviano y muy económico a la vez, otro material que acompaña la investigación es la cascara de arroz un material orgánico que se desecha en grandes cantidades para luego ser quemado provocando contaminación ambiental, en esta investigación se trata de dar un buen uso a la cascara de arroz para evitar lo mencionado anteriormente, también se usa el cemento para dar dureza y finalmente tecnopor para alivianar y hacer cumplir como elemento aligerante, se usa tecnopor porque en ensayos previos se conoce que la mezcla de yeso, cemento y cascara de arroz es un poco frágil y no puede trabajar en forma hueca como el ladrillo de arcilla.







1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hoy en día nos enfrentamos a elevadas temperaturas a causa del cambio climático continuo que sufre nuestro planeta, uno de los problemas fundamentales que aqueja a nuestra población es el modo de vida que se lleva en zonas con altas temperaturas (25°C – 33°C aproximadamente), los materiales empleados para la construcción en su mayoría provocan que el calor se concentre dentro de la vivienda obteniendo temperaturas altas o en todo caso no impide que el calor ingrese al ambiente. La intención en esta investigación es controlar la temperatura dentro de un ambiente generando que el usuario viva cómodo.

Por otro lado, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), cada año el Perú produce un promedio de 3 millones 147.200 toneladas (tn), desperdiciando la cascara de arroz y en su mayoría quemando este elemento, provocando así contaminación ambiental.

El ladrillo para techo aligerado (15cm x 30cm x 30cm) elaborado en la empresa LADRILLOS GREQ, tiene un peso aproximado de 7.8 kilogramos, este peso es excesivo con respecto al tecnopor utilizado en losas aligeradas que tiene un aproximado de 0.2 kilogramos, de tal modo que con el uso del ladrillo para techo las cargas concentradas en las columnas son elevadas generando mayor dimensión en estos elementos estructurales, por ende, mayor cantidad de materiales a utilizar y mayor será el costo. La intención de la investigación es que el elemento planteado pese un poco menos que ladrillo de arcilla sin garantizar que sea más económico pero que cumpla como aislante térmico.

Mediante la dosificación del yeso, la cascara de arroz y un posible elemento adicional (arcilla, cemento o aditivo impermeabilizante) ¿se puede producir un elemento aligerante con características de aislante térmicas?

1.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Antecedentes internacionales

(EGEA, 2017) Redacta que la resistencia térmica del yeso varía en función de la densidad y la humedad de los revestimientos, ofreciendo excelentes niveles de aislamiento comparados con otros materiales de construcción. En interiores, el más utilizado es el yeso con superficies blancas y brillantes debido a que absorbe menos el calor y permite mantener una temperatura constante durante más tiempo, evitando las fugas de calor. Además de su buena

73332589
LEYVA REQUEJO
FRANKLIN.S.

48308012
ELGAR DIAZ
ARTEAGA

CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 172559

capacidad de aislamiento, el yeso ofrece un tacto agradable de su superficie gracias a su bajo coeficiente de absorción que previene la condensación.

Comentario: La ventaja de utilizar el yeso en los ambientes interiores es que permite obtener mejores acabados, brinda mejor capacidad de aislamiento térmico lo que hace que el usuario sienta comodidad y un ambiente fresco en su vivienda.

(CHUR, 2010) Concluye que, en los ensayos a compresión, tensión, y adherencia, que a mayor cantidad de cascara de arroz, las propiedades mecánicas de los morteros disminuyen, por lo que es importante establecer un nivel medio en la aplicación de este componente. También concluye que el uso de la cascara de arroz como agregado orgánico contribuye a la capacidad de aislamiento térmico de los morteros ensayados y deduce que a mayor contenido de cascara de arroz, mayor cantidad de agua.

Comentario: Respecto a la dosificación de la cascara de arroz es muy fundamental para nuestra investigación se trabajará con el 30%, 20%, 10%, 0% de cascara de arroz con relación al volumen del yeso, estos son factores que permitirá encontrar tener mayor o menor capacidad de resistencia a la compresión.

(BERNA, 2013) Afirma obtener resultados significativos de la mezcla física de mortero de sulfato de calcio deshidratado (yeso moreno con agua a una relación agua/yeso mínima) con vermiculita de diferentes granulometrías y a diferentes porcentajes de cada una de ellas; añadiendo al conjunto un aditivo que actúa como retardante del fraguado y cataliza ésta reacción química, consiguiéndose un producto final con menor cantidad de agua, y por tanto, con una mejora de sus propiedades mecánicas, y una mejor trabajabilidad del mortero final obtenido.

Comentario: La relación agua/yeso debe de ser la apropiada, porque brinda las características de ser trabajable y moldeable. Si el caso demandara mejores características de trabajabilidad, tiempo de fraguado, entonces es necesario adicionar un aditivo.

(PARDO, 2015) Afirma que las fibras de cascarilla de arroz reforzaron la matriz de yeso incrementando significativamente las propiedades de flexo-tracción de la matriz de yeso y la tenacidad de los compuestos al mismo tiempo que disminuyeron la densidad de los mismos.

43332589
LEYVA REQUEJO FRANKLIN.S

48308012
ELGAR DIAZ ARTEAGA

CESAR JESUS DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

(LEIVA & DEL RÍO MERINO, 2013) Afirma que el compuesto escayola-cáscara de arroz estudiado y ensayado en este trabajo ha resultado ser un material bastante competitivo en cuanto a reducción de peso con respecto al material original. Se consiguen reducciones de densidad significativas, con respecto a otros materiales investigados, se puede considerar un compuesto ligero, y se podría utilizar en la fabricación de materiales de construcción que necesiten poco peso.

Comentario: La finalidad de elaborar un nuevo aligerante, es que tenga mejores propiedades, entre ellas ser aislante térmico, buena adherencia, baja densidad. El peso de la estructura es fundamental ya que influye directamente en el diseño de la losa aligerada, por eso es necesario elaborar un aligerante de menor peso para techo aligerado.

1.2.2. Antecedentes nacionales

(MAMANI, 2016) Menciona que en la ciudad del Cusco no es ajena al uso de yeso en sus edificaciones. Debido a que los altos costos actuales que demanda construir una vivienda de concreto armado, obliga a optar y a emplear nuevos estilos y tecnologías que hagan frente a las demandas de edificaciones más económicas. Y es aquí donde encaja perfectamente el uso de placas de yeso, debido al abanico de ventajas que ésta presenta, puesto que es más económico, brinda mayor rapidez en su construcción o armado, funciona como aislante térmico y acústico, y cuenta con una excelencia en lo que se refiere a nivel de acabados.

Comentario: Si se analiza desde el punto económico, el uso de yeso es muy económica, además brinda propiedades muy significativas como aislante térmico, acabados muy hermosos.

(BRIONES, 2018) Deduce que el uso del yeso según sus características físico mecánicas muestra un gran desempeño frente a agentes externos o a exposiciones de temperaturas de gran magnitud. Por ende, debido a que el yeso es un material accesible y de bajo costo se toma en cuenta como material restaurador y de gran uso en métodos constructivos.

Comentario: El yeso es un material con características térmicas capaz de mantener ambientes en temperatura fresca, además con menor costo esto lo hace más interesante como material para la construcción.

43332589
LEYVA REQUEJO
FRANKLIN J.

48308012
ELGAR DIAZ
ARTEAGA

CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

1.3. MARCO TEÓRICO

1.3.1. Elemento aligerante

El elemento aligerante sirve para mermar el peso de los techos aligerados, los elementos aligerante más utilizados son el tecnopor para techo y el ladrillo para techo.

1.3.2. Aislante térmico

Se trata de los materiales que presentan una elevada resistencia térmica, es decir, que se oponen al flujo de calor. Un material térmico se erige como una pared entre distintos medios, impidiendo que pase el calor para igualar las temperaturas, como sucede de modo natural.

1.3.3. Yeso

El yeso para la construcción fue producido de modo artesanal durante miles de años, hasta que con la revolución industrial comenzaron a industrializarse los procesos para su obtención. Asimismo, en la segunda mitad del siglo XX y por razones de gestión medioambiental en las industrias, tuvo lugar un incremento significativo de la producción de yeso sintético como subproducto de ciertos procesos. Progresivamente, esta variedad de origen químico, va sustituyendo al yeso natural en sus diversas aplicaciones. (BEGLIARDO, 2015)

El yeso es un mineral constituido por sulfato de calcio, que se encuentra en muchos lugares de la superficie terrestre, formando unas veces masas compactas o rocas blandas, otras veces masas terrosas. El yeso es el producto resultante de la deshidratación parcial o total del ALJEZ o PIEDRA DE YESO. Reducido a polvo y amasado con agua recupera el agua de cristalización, endureciéndose. Es un material conglomerante que sirve para la unión de otros materiales conglomerados.

1.3.3.1. Propiedades del yeso

Material conglomerante (material noble), buena estabilidad volumétrica, excelente adherencia, fraguado rápido y modificable, tiene propiedades aislantes (térmicas y acústicas), baja transferencia de calor, bajo peso, bajo costo de producción, optima textura de la superficie endurecida, poca solubilidad en agua, elemento poroso de baja conductividad, dureza, solubilidad, densidad.

1.3.3.2. Usos del yeso

En la albañilería es utilizado como: aglomerante de morteros simple o compuestos, para fabricar hormigones de yeso, en la construcción de muros y paredes, en la construcción de

73332589
LEYVA REQUEJO FRANKLIN.S
48308012
ELGAR DIAZ ARTEAGA
CESAR JESUS DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

tabiques y paneles, para revoques, enlucidos y estucos diversos, para aislamiento térmico y acústico de paredes y cielos rasos, como defensa contra incendios.

1.3.4. Cascara de arroz (CA)

La cascara de arroz es un subproducto de la industria molinera. La mayor producción de arroz se encuentra en parte selva del Perú, de tal modo que es aquí donde se procesa grandes cantidades de este insumo, este subproducto es considerado como mal combustible hoy en día, resultando ser un desperdicio que obliga a la industria molinera quemar para disminuir su abundancia.

1.3.5. Arcilla

Por tanto, el término arcilla no sólo tiene connotaciones mineralógicas, sino también de tamaño de partícula, en este sentido se consideran arcillas todas las fracciones con un tamaño de grano inferior a 2 mm. Según esto todos los filosilicatos pueden considerarse verdaderas arcillas si se encuentran dentro de dicho rango de tamaños, incluso minerales no pertenecientes al grupo de los filosilicatos (cuarzo, feldespatos, etc.) Pueden ser considerados partículas arcillosas cuando están incluidos en un sedimento arcilloso y sus tamaños no superan las 2 mm. Las arcillas son constituyentes esenciales de gran parte de los suelos y sedimentos debido, a que son productos finales de la meteorización de los silicatos, formados a mayores presiones y temperaturas, en el medio exógeno se hidrolizan. (GARCIA & SUÁREZ).

La arcilla es una roca sedimentaria descompuesta constituida por agregados de silicatos de aluminio hidratados procedentes de la descomposición de rocas que contienen feldespato, como el granito. Presenta diversas coloraciones según las impurezas que contiene, desde el rojo anaranjado hasta el blanco cuando es pura.

1.3.6. Cemento

El cemento es uno de los componentes más importantes para la producción del concreto. En esencia, es un material aglomerante, que, con la ayuda del agua, tiene la capacidad de unir a los demás agregados del concreto y formar la pasta. Para que ello suceda, debe ocurrir un proceso conocido como hidratación, el cual se da al entrar en contacto con el agua. El cemento posee distintos compuestos, siendo los cuatro más importantes el silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico y ferroaluminato tetracálcico. (MONTALVO, 2015)

73332589
LEYVA REQUEJO
FRANKLIN.S

48308012
ELGAR DIAZ
ARTEAGA

CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

El cemento es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse después de ponerse en contacto con el agua.

1.3.7. Resistencia a la compresión

En ingeniería, el ensayo de compresión es un ensayo técnico para determinar la resistencia de un material o su deformación ante un esfuerzo de compresión medidos en kg/cm2. En la mayoría de los casos se realiza con hormigones, bloques y metales, aunque puede realizarse sobre cualquier material.

1.3.8. Absorción

Este ensayo consiste en sumergir en agua el elemento con el cual se quiere ensayar durante 24 horas aproximadamente, este ensayo se realiza con el fin de saber que tan poroso es el elemento, recordar que se trabaja a temperatura ambiente.

1.3.9. Resistencia a la flexión

Esfuerzo máximo de la fibra desarrollado en una probeta justo antes de que se agriete o se rompa en un ensayo de flexión. Se presenta la resistencia de fluencia de la flexión en lugar de la resistencia a la flexión para aquellos materiales que no se rompen en el ensayo de flexión.

1.3.10. Dosificación

La dosificación implica establecer las proporciones apropiadas de los materiales que componen el hormigón, a fin de obtener la resistencia y durabilidad requeridas, o bien, para obtener un acabado o adherencia correctos. Generalmente expresado en gramos por metro cúbico.

1.3.11. Molde

El molde es una pieza acoplada para cierto modelo que se propone realizar, pueden ser cuadradas, rectangulares, circulares, triangulares, etc. En ciertos casos se utiliza también moldes para la industria textil o simplemente para elaborar una especie de letras.

1.3.12. Temperatura

La temperatura es un grado o nivel térmico de un cuerpo o de la atmósfera. Mayormente su medida es en °C.

73332589
LEYVA REQUEJO
FRANKLIN J.

48308012
ELGAR DIAZ
ARTEAGA

CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 172559

1.3.13. Tecnopor

El tecnopor es poliestireno expandido (EPS), un derivado del petróleo, al igual que todos los plásticos. Para elaborarlo, se inyecta aire al poliestireno, por eso es muy liviano, además de ser económico.

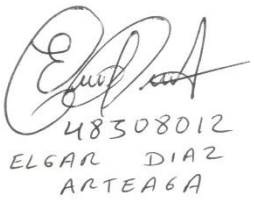
1.3.14. Peso

El peso es una medida de la fuerza gravitatoria que actúa sobre un objeto. El peso equivale a la fuerza que ejerce un cuerpo sobre un punto de apoyo, originada por la acción del campo gravitatorio local sobre la masa del cuerpo.

1.3.15. Peso especifico

Se llama peso específico a la relación entre el peso de una sustancia y su volumen.







II. OBJETIVOS

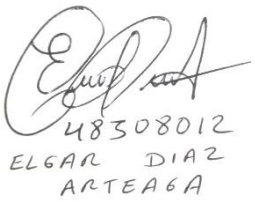
2.1. OBJETIVO GENERAL

- Producir elemento aligerante con características de aislante térmico a base de yeso y cascara de arroz.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Dosificar el yeso, la cascara de arroz y un posible elemento adicional (arcilla, cemento o aditivo impermeabilizante), para obtener un elemento aligerante con características de aislante térmico.
- Elaborar las probetas adecuadas y someter a ensayos de laboratorio (resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, absorción, relación agua/yeso, tiempos de fraguado) según la NORMA TÉCNICA PERUANA y la norma española UNE-EN 13279-2.
- Diseñar el elemento aligerante planteado y someter a ensayos de laboratorio (resistencia a la compresión y absorción) según la NORMA TÉCNICA PERUANA.
- Construir dos ambientes (dimensiones A=1.00 m, L= 2.00 m, H=1.40) que tengan las mismas condiciones a excepción del aligerante en losas (MODULO N°1 ladrillo de arcilla, y el MODULO N°2 elemento aligerante planteado).
- Comparar la temperatura de los ambientes construidos cuan menor o mayor mide.







III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto de investigación planteado se ejecutó en la Provincia de Jaén, departamento de Cajamarca. Con coordenadas geográficas X= 745625,38 y Y= 9363329,41 y altitud entre 600 a 700 msnm. Se estudió en esta ciudad porque es una zona con altas temperaturas y además cuenta con la materia prima propuesto para el elemento aligerante investigado.

IMAGEN N° 0 1.- Mapa de ubicación de la provincia de Jaén



Fuente: Plan de seguridad ciudadana de la ciudad de Jaén

3.2. MATERIALES UTILIZADOS

3.2.1. Cemento

El cemento que se utilizó para esta investigación fue cemento Portland "Pacasmayo" Tipo I, adquirido de la ferretería Uriarte DINO – calle Villanueva Pinillos cuadra 15 – Jaén-Cajamarca – Perú.

IMAGEN N° 0 2.- Cemento utilizado Cemento portland tipo 1



Fuente: Propio del investigador

3.2.2. Yeso

El yeso se compró de la ferretería Uriarte DINO calle Villanueva Pinillos cuadra 15 de la ciudad de Jaén – Cajamarca – Perú

IMAGEN N° 0 3.- Se utilizó un yeso común sin ficha técnica



Fuente: Propio del investigador

3.2.3. Agua

El agua utilizada fue agua potable suministrada por EPS Marañón – Jaén – Cajamarca - Perú

IMAGEN N° 0 4.- Agua suministrada por EPS Marañón



Fuente: Propio del investigador

3.2.4. Cascara de arroz

Se obtuvo de los desechos de la industria arrocera La empresa Molinera Valle Dorado carretera Chamaya - San Ignacio a 10 minutos de la Ciudad de Jaén – Cajamarca - Perú.

IMAGEN N° 0 5.- Cascara de arroz utilizada en esta investigación



Fuente: Propio del investigador

47332589
LEYVA REQUEJO
FRANKLIN.S

48308012
ELGAR DIAZ
ARTEAGA

CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 172559

3.2.5. Tecnopor

Se compró del centro comercial PROMART HOMECENTER – JAÉN – CAJAMARCA – PERÚ

IMAGEN N° 0 6.- Tecnopor utilizado en esta investigación



Fuente: Propio del investigador

3.3. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

3.3.1. Variables dependientes

- (Y) elemento aligerante como aislante térmico

  Indicadores: Valor de la temperatura (Grados centígrados °C).

3.3.2. Variables independientes

- (X) Dosificación de materiales a utilizar

  Indicadores: Mezcla de yeso (gr), cascara de arroz (gr), agua (gr) y posibles elementos adicional (arcilla (gr), cemento (gr), aditivo impermeabilizante (litro)).

3.4. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.4.1. Según su diseño

Para esta investigación se considera un método experimental por que partimos de una hipótesis luego hacer diferentes experimentos (ensayos de laboratorio, probar con diferentes dosificaciones, etc.), las diferentes modificaciones que realizamos para llegar al resultado es lo que hace una investigación experimental al proyecto planteado.

73332589
LEYVA REQUEJO
FRANKLIN.S.

48308012
ELGAR DIAZ
ARTEAGA

CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

La experimentación se realizó en el laboratorio de la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén, para luego recolectar los datos en formatos estándar de laboratorio y procesados estadísticamente.

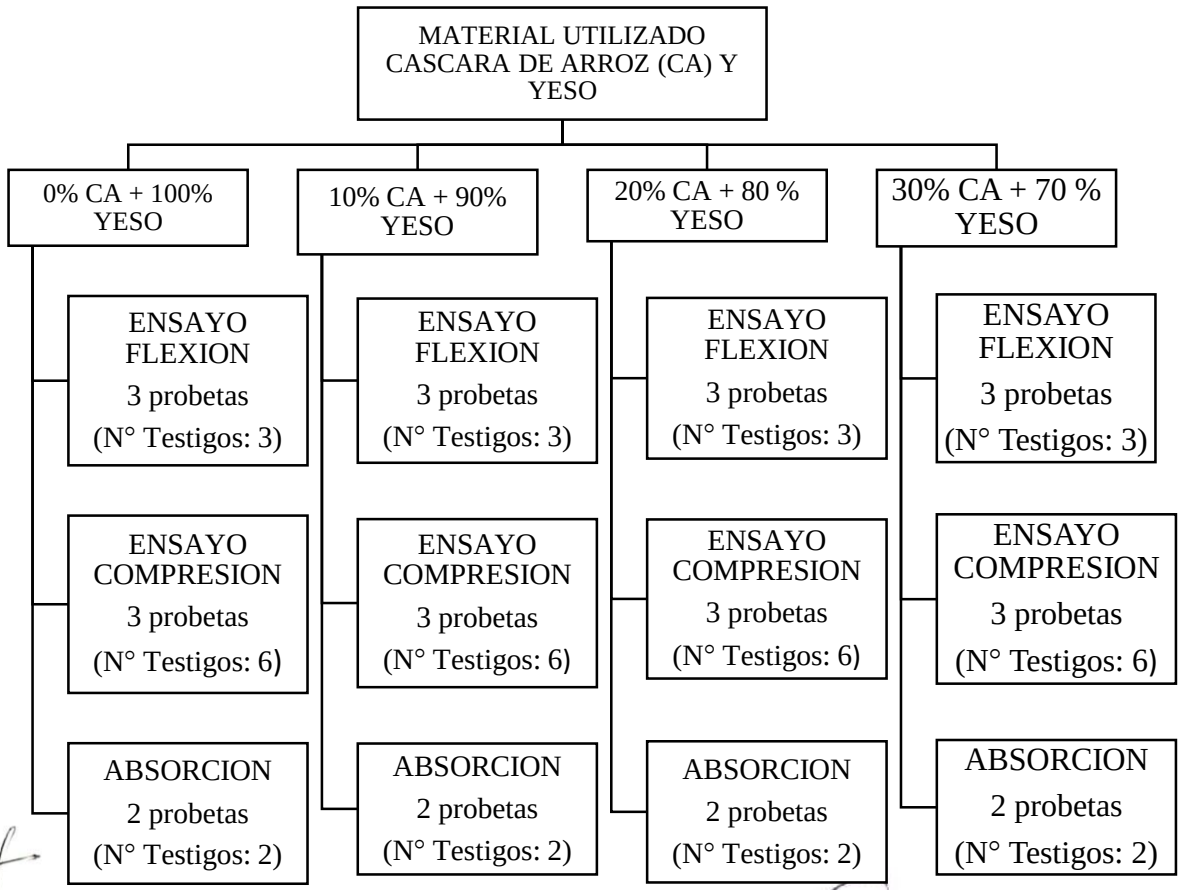
3.4.2. Según su enfoque

Para esta investigación es cuantitativa, se procesa los resultados de los ensayos de laboratorio en función a datos numéricos.

3.5. Diseño de investigación

Para encontrar la dosificación, en esta investigación se plantea 4 tipos de dosis: 10 probetas haciendo uso de 0% cascara de arroz y 100% yeso, 10 probetas 10% cascara de arroz y 90% yeso, 10 probetas 20% cascara de arroz y 80% yeso, 10 probetas 30% cascara de arroz y 70% yeso, haciendo un total de 40 probetas de las cuales se escogió al azar algunas probetas para ser ensayados en laboratorio, tener en cuenta que para ensayo a compresión de una misma probeta pueden salir dos testigos, detallado en el siguiente diagrama TABLA N° 01

TABLA N° 0 1.- Diseño de Investigación

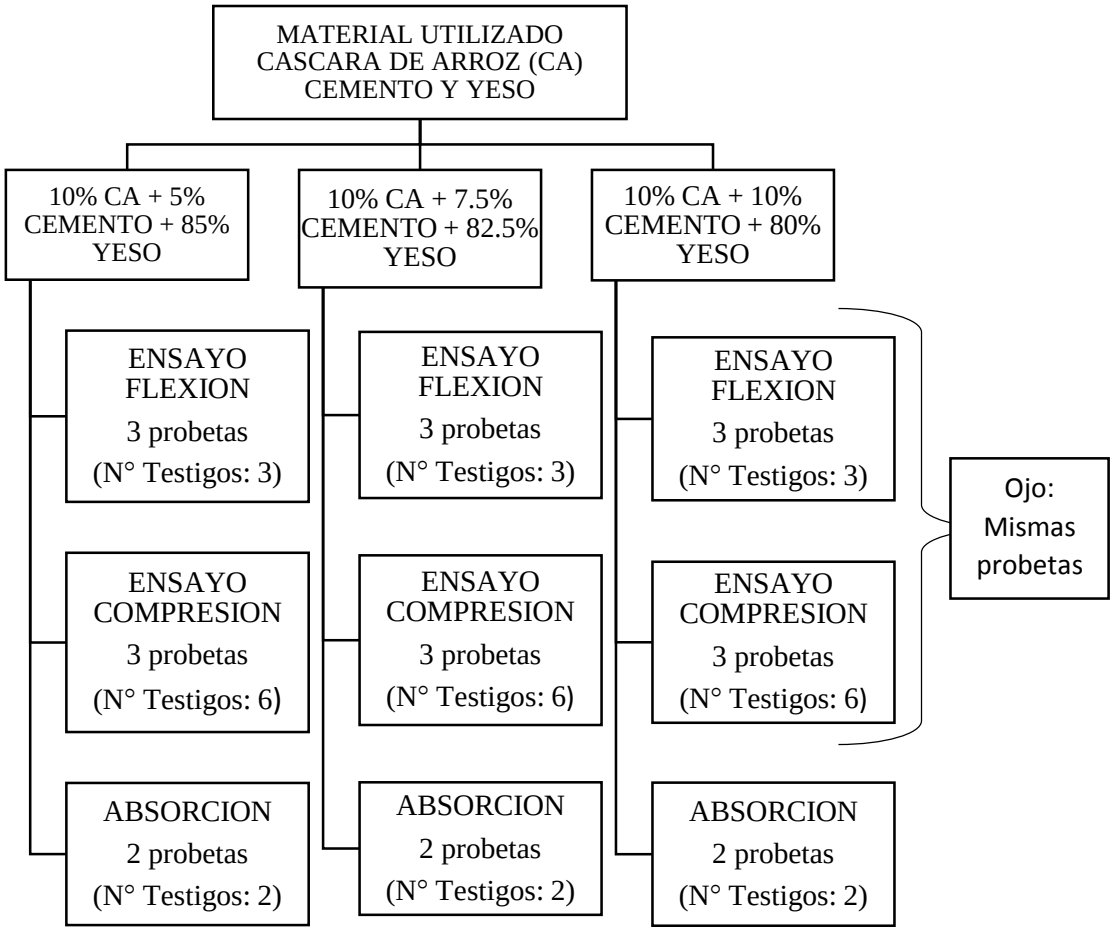


Fuente: Elaboración propia

73332589
LEYVA REQUEJO FRANKLIN.S.
48308012
ELGAR DIAZ ARTEAGA
CESAR JESUS DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

Haciendo uso del criterio por descarte y seguir con el objetivo de la investigación se considera al 10% CA para continuar la investigación y se plantea 3 nuevos tipos de dosis: 7 probetas haciendo uso de 10% cascara de arroz + 5% cemento + 85% yeso, 7 probetas 10% cascara de arroz + 7.5% cemento + 82.5% yeso, 7 probetas 10% cascara de arroz + 10% cemento + 80% yeso, de las 7 probetas de cada dosis se escogió al azar 5 probetas para ensayar en laboratorio, tener en cuenta que las 3 probetas para ensayo a flexión se reutilizaron para ensayo a compresión y también es válido, visitar el siguiente enlace (https://youtu.be/CRxuN93gnZY) para entender la idea de cómo reutilizar las mismas probetas de ensayo a flexión para el ensayo a compresión, más detallado se explica en el siguiente diagrama TABLA N° 02.

TABLA N° 0 2.- Continuando con diseño de Investigación



Fuente: Elaboración propia

Haciendo uso del criterio por descarte y considerando el análisis de sus propiedades físicas se selecciona a la siguiente dosis: 10% CA + 7.5% CEMENTO Y 82.5% YESO, con la finalidad de elaborar el elemento aligerante planteado en el objetivo general, además según resultados del análisis de sus propiedades físicas se considera al tecnopor como parte de los

73332589
LEYVA REQUEJO FRANKLIN J.
48308012
ELGAR DIAZ ARTEAGA
CESAR JESUS DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

materiales a utilizar por su ligero peso y de este modo poder cumplir con el objetivo. Y luego se construye dos ambientes comparativos usando en un ambiente ladrillo de arcilla para techo y en el otro ambiente el elemento aligerante planteado por esta investigación, para finalmente tomar la temperatura de los ambientes, 16 horas durante el día, desde las 6 am hasta 10 pm.

3.6. MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS Y PROCESAMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

3.6.1. Instrumentos de Recolección de Datos

Para la recolección de datos de los ensayos empleados en los especímenes se utiliza lo siguiente:

3.6.1.1. Normas técnicas para ensayos de laboratorio de las probetas elaboradas

TABLA N° 0 3.- Relación de normas técnicas utilizadas en esta investigación para las probetas

NOMBRE DEL ENSAYO	NORMA TÉCNICA
RELACIÓN AGUA/YESO (método medida fluidez de la pasta)	UNE-EN 13279-2
TIEMPO DE FRAGUADO (método del cuchillo)	UNE-EN 13279-2
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	UNE-EN 13279-2
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	UNE-EN 13279-2
PRUEBA DE ABSORCIÓN	NTP 399.613

Fuente: Elaboración propia

3.6.1.2. Normas técnicas de ensayos de laboratorio para el aligerante planteado en la investigación

TABLA N° 0 4.- Relación de normas técnicas utilizadas en esta investigación para el elemento aligerante planteado

NOMBRE DEL ENSAYO	NORMA TÉCNICA
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	NTP 331.018
PRUEBA DE ABSORCIÓN	NTP 399.613

Fuente: Elaboración propia

3.6.2. Técnicas

En el desarrollo de la investigación planteada se aplicó la técnica de la Observación. Se hace uso de formatos estándares y junto a ello se ejecutó el análisis en el Laboratorio de la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén considerando la Norma Española UNE – EN 13279 – 2 y la Normas Técnicas Peruana, NTP 331.018 y NTP 399.613

47332589
LEYVA REQUEJO
FRANKLIN.S.
48308012
ELGAR DIAZ
ARTEAGA
CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

3.6.3. Procedimientos de la Investigación

Los procedimientos de la investigación para la recolección de datos se realizaron de la siguiente manera.

a) Recolección de materiales para la investigación

Para la recolección de la cascara de arroz se visitó la industria arrocera MOLINERA VALLE DORADO - JAÉN, se compró el yeso de la ferretería Uriarte DINO - JAÉN, para la compra del cemento se realizó de la ferretería Uriarte DINO - JAÉN y finalmente se compró el tecnopor de PROMART HOMECENTER – Jaén. Para los dispositivos y moldes lo elaboramos de forma personal.

b) Elaboración y ensayo de las probetas.

Para elaborar las probetas y determinar sus propiedades físicas y mecánicas según las normas correspondientes se realizó en el laboratorio de la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

IMAGEN N° 0 7.- Dispositivos utilizados para determinar la relación agua/yeso (norma UNE-EN 13279-2)



Fuente: Propio del investigador

47332589
LEYVA REQUEJO
FRANKLIN.S

48308012
ELGAR DIAZ
ARTEAGA

CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 172559

IMAGEN N° 0 8.- Dispositivos para determinar los tiempos de fraguado (norma UNE-EN 13279-2)



Fuente: Propio del investigador

IMAGEN N° 0 9.- Molde utilizado para *elaborar las probetas (norma UNE-EN 13279-2)*



Fuente: Propio del investigador

73332589
LEYVA REQUEJO
FRANKLIN.J.

48308012
ELGAR DIAZ
ARTEAGA

CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

IMAGEN N° 0 10.- Equipo y dispositivo para determinar resistencia a flexión (norma UNE-EN 13279-2)



Fuente: Propio del investigador

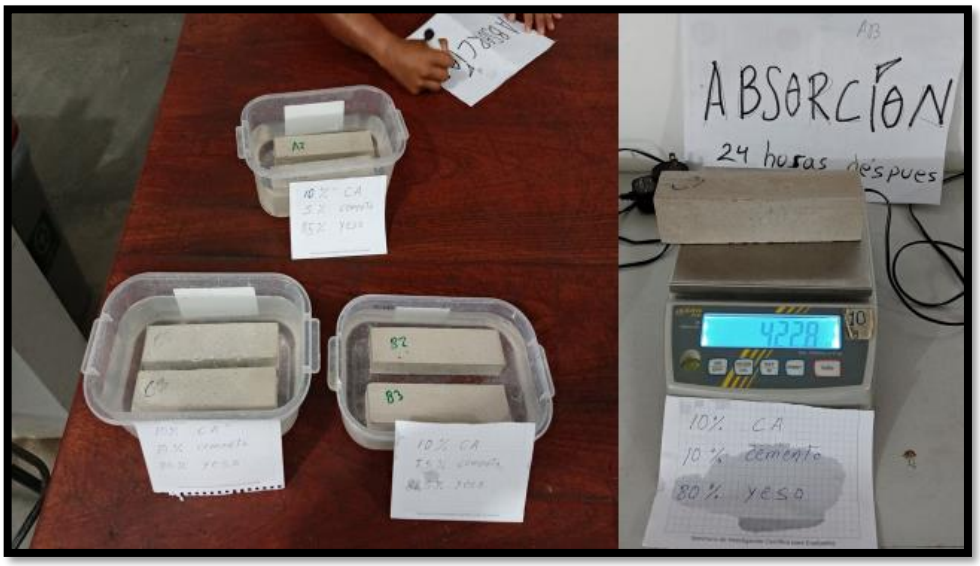
IMAGEN N° 0 11.- Equipo y dispositivo para determinar resistencia a compresión (norma UNE-EN 13279-2)



Fuente: Propio del investigador

CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

IMAGEN N° 0 12.- Equipo y dispositivos para determinar la prueba de absorción (NTP 399.613)



Fuente: Propio del investigador

c) Diseño y elaboración del elemento aligerante planteado.

Tomando en cuenta los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio y haciendo uso del criterio personal se procedió a producir el elemento aligerante planteado, cumpliendo con algunos parámetros de albañilería de la norma técnica E.0.70, El lugar de elaboración fue un ambiente disponible de uno de los tesistas.

IMAGEN N° 0 13.- Dispositivos para producir el elemento aligerante planteado



Fuente: Propio del investigador

74332589
LEYVA REQUEJO FRANKLIN S.

48308012
ELGAR DIAZ ARTEAGA

CESAR JESUS DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

d) Construcción de dos ambientes pequeños para comparar la temperatura.

Se realizaron 2 ambientes pequeños (1 m X 2m X 1.4 m de alto) construidos con las mismas características, pero al momento de realizar los techos se utilizó el ladrillo de arcilla para un ambiente MODULO N°1 y el elemento aligerante planteado para el ambiente MODULO N°2, el objetivo de esta construcción es comparar cuál de los dos ambientes genera menos temperatura durante el día.

IMAGEN N° 0 14.- Ambiente construido para medir y comparar la temperatura



Fuente: Propio del investigador

IMAGEN N° 0 15.- Dispositivo utilizado para medir la temperatura (DIGITAL THERMOMETER)



Fuente: Propio del investigador

CESAR JESUS DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

e) Ensayos del elemento aligerante planteado.

los ensayos se realizaron en el laboratorio de la Universidad Nacional de Jaén, normas a emplear para absorción rápita o succión Norma Técnica Peruana NTP 331.018 y para ensayo a la compresión Norma Técnica Peruana NTP 331.018.

IMAGEN N° 0 16.- Equipo y dispositivo para determinar la resistencia a compresión (NTP 331.018)



Fuente: Propio del investigador

IMAGEN N° 0 17.-Equipo y dispositivo para determinar prueba de absorción (NTP 331.018)



Fuente: Propio del investigador

47332589
LEYVA REQUEJO FRANKLIN S.

48308012
ELGAR DIAZ ARTEAGA

CESAR JESUS DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 172559

IV. RESULTADOS

4.1. ENSAYOS Y PREPARACIÓN DE LAS PROBETAS CONTENIENDO YESO Y CASCARA DE ARROZ

Para encontrar la dosificación y elaborar el elemento aligerante, se plantea las siguientes dosis: primera dosis 0% cascara de arroz (CA) + 100% yeso, en la segunda dosis 10% CA + 90% yeso, tercera dosis 20% CA + 80% yeso y cuarta dosis 30% CA + 70% yeso.

4.1.1. Determinación de la relación agua/yeso (yeso o mezcla a base de yeso)

Para encontrar la relación agua/yeso se utiliza el método de medida de la fluidez de la pasta: Este método se usa para los yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción de consistencia fluida, norma española aplica en este ensayo es UNE-EN 13279-2

TABLA N° 0 5.- Resultados de la primera dosis (0% CA + 100% yeso) – relación agua/yeso

R	relación agua/ yeso	
m2	cantidad de masa o yeso empleado	gramos
500	agua	gramos

$$R = \frac{500}{m_2}$$

N°	AGUA (gr)	masa o YESO (gr)	R	DIÁMETRO (mm)			RANGO (mm)
				D1	D2	PROMEDIO	
1	500	500	1.00	264.5	261.7	263.1	150 - 210
2	500	560	0.89	238	237.4	237.7	150 - 210
3	500	600	0.83	198.3	199.7	199	150 - 210
4	500	700	0.71	140.6	141.3	140.95	150 - 210

R a considerar es	R =	0.83

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 0 6.- Resultados de la segunda dosis (10% CA + 90% yeso) - relación agua/yeso

R	relación agua/(masa o yeso)	
m2	cantidad de masa o yeso empleado	gramos
500	agua	gramos

$$R = \frac{500}{m_2}$$

N°	AGUA (gr)	masa o YESO (gr)	R	DIÁMETRO (mm)			RANGO (mm)
				D1	D2	PROMEDIO	
1	500	600	0.83	183.1	181.8	182.45	150 - 210

R a considerar es	R =	0.83

Fuente: Elaboración propia

47332589
LEYVA REQUEJO FRANKLIN.S

48308012
ELGAR DIAZ ARTEAGA

CESAR JESUS DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

TABLA N° 0 7.- Resultados de la tercera dosis (20% CA + 80% yeso) – relación agua/yeso

R	relación agua/(masa o yeso)	
m2	cantidad de masa o yeso empleado	gramos
500	agua	gramos

$$R = \frac{500}{m_2}$$

N°	AGUA (gr)	masa o YESO (gr)	R	DIÁMETRO (mm)			RANGO (mm)
				D1	D2	PROMEDIO	
1	500	600	0.83	167.3	169	168.15	150 - 210

R a considerar es	R =	0.83

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 0 8.- Resultados de la cuarta dosis (30% CA + 70% yeso) – relación agua/yeso

R	relación agua/(masa o yeso)	
m2	cantidad de masa o yeso empleado	gramos
500	agua	gramos

$$R = \frac{500}{m_2}$$

N°	AGUA (gr)	masa o YESO (gr)	R	DIÁMETRO (mm)			RANGO (mm)
				D1	D2	PROMEDIO	
1	500	600	0.83	152.8	153.1	152.95	150 - 210

R a considerar es	R =	0.83

Fuente: Elaboración propia

IMAGEN N° 0 18.- Ensayo determinación de relación agua/yeso – (CA + yeso)



Fuente: Elaboración propia

74332589
LEYVA REQUEJO
FRANKLIN J.

48308012
ELGAR DIAZ
ARTEAGA

CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

4.1.2. Determinación de los tiempos de fraguado

Para encontrar el tiempo de fraguado se aplica el método del cuchillo: este método se usa para conglomerantes a base de yeso, norma aplica en este ensayo es UNE-EN 13279-2 norma española.

TABLA N° 0 9.- Resultados de la primera dosis (0% CA + 100% yeso) – tiempo de fraguado

Ti	tiempo de principio de fraguado	minutos
t0	momento que se pone la masa o yeso en contacto con el agua	minutos
t1	tiempo en el que los labios de la hendidura realizada sobre la masa o yeso con el cuchillo dejan de acercarse	minutos

$$T_i = t_1 - t_0$$

N°	t0	t1	Ti
1	0	4.57	4.57

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 0 10.- Resultados de la segunda dosis (10% CA + 90% yeso)- tiempo de fraguado

Ti	tiempo de principio de fraguado	minutos
t0	momento que se pone la masa o yeso en contacto con el agua	minutos
t1	tiempo en el que los labios de la hendidura realizada sobre la masa o yeso con el cuchillo dejan de acercarse	minutos

$$T_i = t_1 - t_0$$

N°	t0	t1	Ti
1	0	4.48	4.48

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 0 11.- Resultados de la tercera dosis (20% CA + 80% yeso) – tiempo de fraguado

Ti	tiempo de principio de fraguado	minutos
t0	momento que se pone la masa o yeso en contacto con el agua	minutos
t1	tiempo en el que los labios de la hendidura realizada sobre la masa o yeso con el cuchillo dejan de acercarse	minutos

$$T_i = t_1 - t_0$$

N°	t0	t1	Ti
1	0	4.57	4.57

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 0 12.- Resultados de la cuarta dosis (30% CA + 70% yeso) – tiempo de fraguado

Ti	tiempo de principio de fraguado	minutos
t0	momento que se pone la masa o yeso en contacto con el agua	minutos
t1	tiempo en el que los labios de la hendidura realizada sobre la masa o yeso con el cuchillo dejan de acercarse	minutos

$$T_i = t_1 - t_0$$

N°	t0	t1	Ti
1	0	5.02	5.02

Fuente: Elaboración propia

IMAGEN N° 0 19.- Determinando el tiempo de fraguado – (CA + yeso)



Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Determinación de las propiedades mecánicas

4.1.3.1. Preparación de la probeta de ensayo

Para la preparación de las probetas se toma en cuenta la relación agua/yeso determinada en previo ensayo, las probetas de ensayo miden 40mm*40mm*160mm según NORMA ASTM C – 348, se considera la norma UNE-EN 13279-2 norma española.

Se realizaron 40 probetas, 10 probetas con el 0% CA + 100% yeso con el fin de conocer sus propiedades del yeso, 10 probetas con el 10% CA + 90% yeso, 10 probetas con el 20%CA + 80% yeso y 10 probetas con el 30%CA + 70% yeso.

73332589
LEYVA REQUEJO
FRANKLIN.J.
48308012
ELGAR DIAZ
ARTEAGA
CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

IMAGEN N° 0 20.- Preparando las 40 probetas con las 4 diferentes dosificaciones – (CA + yeso)



Fuente: Elaboración propia

IMAGEN N° 0 21.- las 40 probetas con las 4 diferentes dosificaciones listas para ensayar – (CA + yeso)



Fuente: Elaboración propia

74332589
LEYVA REQUEJO
FRANKLIN S.

48308012
ELGAR DIAZ
ARTEAGA

CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

4.1.3.2. Determinación de la resistencia a flexión

Para determinar la resistencia a flexión consiste en romper una probeta prismática de 160 mm X 40 mm X 40 mm apoya sobre rodillos cuyos centros estén separados 100 mm, para este ensayo se empleó la norma UNE - EN 13279 – 2 norma española.

TABLA N° 0 13.- Resultados de la primera dosis (0% CA + 100% yeso) – resistencia a flexión

1 kgf = 9.8 N o 10 N			$P_F = 0,002\,34 \times P$
NORMA ASTM C-348 - Probeta =	40mm*40mm*160mm		
Pf	Resistencia a flexión	N/mm^2	
P	carga media de rotura	N	
F	Equipo Accuteck	kgf	

N°	PROBETA	F	P	Pf
1	A1	40	400	0.936
2	A2	40	400	0.936
3	A3	40	400	0.936

Pf promedio =	0.936	N/mm^2

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 0 14.- Resultados de la segunda dosis (10% CA + 90% yeso) – resistencia a flexión

1 kgf = 9.8 N o 10 N			$P_F = 0,002\,34 \times P$
NORMA ASTM C-348 - Probeta =	40mm*40mm*160mm		
Pf	Resistencia a flexión	N/mm^2	
P	carga media de rotura	N	
F	Equipo Accuteck	kgf	

N°	PROBETA	F	P	Pf
1	B1	30	300	0.702
2	B2	30	300	0.702
3	B3	30	300	0.702

Pf promedio =	0.702	N/mm^2

Fuente: Elaboración propia



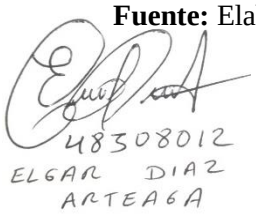




TABLA N° 0 15.- Resultados de la tercera dosis (20% CA + 80% yeso) – resistencia a flexión

1 kgf = 9.8 N o 10 N			$P_F = 0,002\,34 \times P$
NORMA ASTM C-348 - Probeta =	40mm*40mm*160mm		
Pf	Resistencia a flexión	N/mm^2	
P	carga media de rotura	N	
F	Equipo Accuteck	kgf	

N°	PROBETA	F	P	Pf
1	C1	30	300	0.702
2	C2	30	300	0.702
3	C3	30	300	0.702

Pf promedio =	0.702	N/mm^2

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 0 16.- Resultados de la cuarta dosis (30% CA + 70% yeso) – resistencia a flexión

1 kgf = 9.8 N o 10 N			$P_F = 0,002\,34 \times P$
NORMA ASTM C-348 - Probeta =	40mm*40mm*160mm		
Pf	Resistencia a flexión	N/mm^2	
P	carga media de rotura	N	
F	Equipo Accuteck	kgf	

N°	PROBETA	F	P	Pf
1	D1	20	200	0.468
2	D2	20	200	0.468
3	D3	20	200	0.468

Pf promedio =	0.468	N/mm^2

Fuente: Elaboración propia

LEYVA REQUEJO FRANKLIN J. 73332589

48308012 ELGAR DIAZ ARTEAGA

CESAR JESUS DIAZ CORONEL INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 172559

IMAGEN N° 0 22.- Determinación de la resistencia a flexión – (CA + yeso)



Fuente: Elaboración propia

4.1.3.3. Determinación de la resistencia a compresión

La determinación de la resistencia a compresión consiste en comprimir la probeta hasta su ruptura, la probeta a ensayar debe medir 40 mm X 40 mm X 40 mm o comprimir con una sección de 40 mm X 40 mm, para este ensayo se empleó la norma UNE – EN 13279 – 2 norma española.

TABLA N° 0 17.- Resultados de la primera dosis (0% CA + 100% yeso) – resistencia a compresión

1 kgf = 9.8 N o 10 N		
NORMA ASTM C-348 - Probeta =	40mm*40mm*160mm	
Rc	Resistencia a compresión	N/mm^2
Fc	máxima carga en la rotura	N
1600	40mm*40mm área de la probeta	mm^2
P	fuerza del equipo universal de ensayo de materiales	Kgf

$$R_c = \frac{F_c}{1\,600}$$

N°	PROBETA		P	Fc	Fc promedio	Rc
1	A1	A1.1	460	4600	4700	2.94
		A1.2	480	4800		
2	A2	A2.1	480	4800	4750	2.97
		A2.2	470	4700		
3	A3	A3.1	490	4900	4750	2.97
		A3.2	460	4600		

Rc promedio =	2.96	N/mm^2

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 0 18.- Resultados de la segunda dosis (10% CA + 90% yeso) – resistencia a compresión

1 kgf = 9.8 N o 10 N		
NORMA ASTM C-348 - Probeta =	40mm*40mm*160mm	
Rc	Resistencia a compresión	N/mm^2
Fc	máxima carga en la rotura	N
1600	40mm*40mm área de la probeta	mm^2
P	fuerza del equipo universal de ensayo de materiales	Kgf

$$R_c = \frac{F_c}{1\,600}$$

N°	PROBETA		P	Fc	Fc promedio	Rc
1	B1	B1.1	340	3400	3450	2.16
		B1.2	350	3500		
2	B2	B2.1	340	3400	3350	2.09
		B2.2	330	3300		
3	B3	B3.1	290	2900	2850	1.78
		B3.2	280	2800		

Rc promedio =	2.01	N/mm^2

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 0 19.- Resultados de la tercera dosis (20% CA + 80% yeso) – resistencia a compresión

1 kgf = 9.8 N o 10 N		
NORMA ASTM C-348 - Probeta =	40mm*40mm*160mm	
Rc	Resistencia a compresión	N/mm^2
Fc	máxima carga en la rotura	N
1600	40mm*40mm área de la probeta	mm^2
P	fuerza del equipo universal de ensayo de materiales	Kgf

$$R_c = \frac{F_c}{1\,600}$$

N°	PROBETA		P	Fc	Fc promedio	Rc
1	C1	C1.1	260	2600	2600	1.63
		C1.2	260	2600		
2	C2	C2.1	220	2200	2450	1.53
		C2.2	270	2700		
3	C3	C3.1	250	2500	2400	1.50
		C3.2	*230*	*2300*		

Rc promedio =	*1.55*	*N/mm^2*

Fuente: *Elaboración propia*

73332589
LEYVA REQUEJO
FRANKLIN.J.

48308012
ELGAR DIAZ
ARTEAGA

CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

TABLA N° 0 20.- Resultados de la cuarta dosis (30% CA + 70% yeso) – resistencia a compresión

1 kgf = 9.8 N o 10 N			
NORMA ASTM C-348 - Probeta =		40mm*40mm*160mm	
Rc	Resistencia a compresión		N/mm^2
Fc	máxima carga en la rotura		N
1600	40mm*40mm área de la probeta		mm^2
P	fuerza del equipo universal de ensayo de materiales		Kgf

$$R_c = \frac{F_c}{1\,600}$$

N°	PROBETA		P	Fc	Fc promedio	Rc
1	D1	D1.1	150	1500	1450	0.91
		D1.2	140	1400		
2	D2	D2.1	110	1100	1150	0.72
		D2.2	120	1200		
3	D3	D3.1	140	1400	1400	0.88
		D3.2	140	1400		

Rc promedio =	0.83	N/mm^2

Fuente: Elaboración propia

IMAGEN N° 0 23.- Determinación de la resistencia a compresión – (CA + yeso)



Fuente: Elaboración propia

74332589
LEYVA REQUEJO FRANKLIN.S

48308012
ELGAR DIAZ ARTEAGA

CESAR JESUS DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

4.1.3.4. Prueba de absorción

La prueba de absorción consiste en conocer la capacidad de absorción de las muestras a ser ensayadas, inmersión en agua durante 24 horas, para este ensayo se empleó la Norma Técnica Peruana NTP 399.613

TABLA N° 0 21.- Resultados de la primera dosis (0% CA + 1000% yeso) – prueba de absorción.

1 kgf = 9.8 N o 10 N			
NORMA ASTM C-348 - Probeta =		40mm*40mm*160mm	
Wd	peso seco del espécimen		gramos
Ws	peso saturado del espécimen		gramos
aproximación	40		%

$$Absorción\% = 100\frac{(W_s - W_d)}{W_d}$$

N°	ESPÉCIMEN	PESO		ABSORCIÓN
		SECO	SATURADO	
1	A9	296.41	397.43	34.081
2	A10	294.03	402.89	37.023

Absorción promedio =	35.552	%

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 0 22.- Resultados de la segunda dosis (10% CA + 90% yeso) – prueba de absorción

1 kgf = 9.8 N o 10 N			
NORMA ASTM C-348 - Probeta =		40mm*40mm*160mm	
Wd	peso seco del espécimen		gramos
Ws	peso saturado del espécimen		gramos
aproximación	40		%

$$Absorción\% = 100\frac{(W_s - W_d)}{W_d}$$

N°	ESPÉCIMEN	PESO		ABSORCIÓN
		SECO	SATURADO	
1	B8	255.15	386.88	51.628
2	B9	246.86	377.97	53.111

Absorción promedio =	52.370	%

Fuente: Elaboración propia

LEYVA REQUEJO FRANKLIN S. 73332589

48308012 ELGAR DIAZ ARTEAGA

CESAR JESUS DIAZ CORONEL INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 172559

TABLA N° 0 23.- Resultados de la tercera dosis (20% CA + 80% yeso) – prueba de absorción

1 kgf = 9.8 N o 10 N		
NORMA ASTM C-348 - Probeta =	40mm*40mm*160mm	
Wd	peso seco del espécimen	gramos
Ws	peso saturado del espécimen	gramos
aproximación	40	%

$$Absorción\% = 100\frac{(W_s - W_d)}{W_d}$$

N°	ESPÉCIMEN	PESO		ABSORCIÓN
		SECO	SATURADO	
1	C9	260.81	398.89	52.943
2	C10	254.64	395.05	55.141

Absorción promedio =	54.042	%

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 0 24.- Resultados de la cuarta dosis (30% CA + 70% yeso) – prueba de absorción

1 kgf = 9.8 N o 10 N		
NORMA ASTM C-348 - Probeta =	40mm*40mm*160mm	
Wd	peso seco del espécimen	gramos
Ws	peso saturado del espécimen	gramos
aproximación	40	%

$$Absorción\% = 100\frac{(W_s - W_d)}{W_d}$$

N°	ESPÉCIMEN	PESO		ABSORCIÓN
		SECO	SATURADO	
1	D6	241.7	339.23	40.352
2	D10	254.67	388.75	52.649

Absorción promedio =	46.500	%

Fuente: Elaboración propia

73332589
LEYVA REQUEJO
FRANKLIN.J.

48308012
ELGAR DIAZ
ARTEAGA

CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

IMAGEN N° 0 24.- Sumergiendo las probetas en agua durante 24 horas – prueba de absorción – (CA + yeso)



Fuente: Elaboración propia

IMAGEN N° 0 25.- Resultados de las probetas 24 horas después de la absorción – prueba absorción – (CA + yeso)



Fuente: Elaboración propia

74332589
LEYVA REQUEJO
FRANKLIN J.

48308012
ELGAR DIAZ
ARTEAGA

CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

4.1.4. Análisis de los resultados de las propiedades mecánicas, para continuar con la investigación y poder encontrar la dosificación

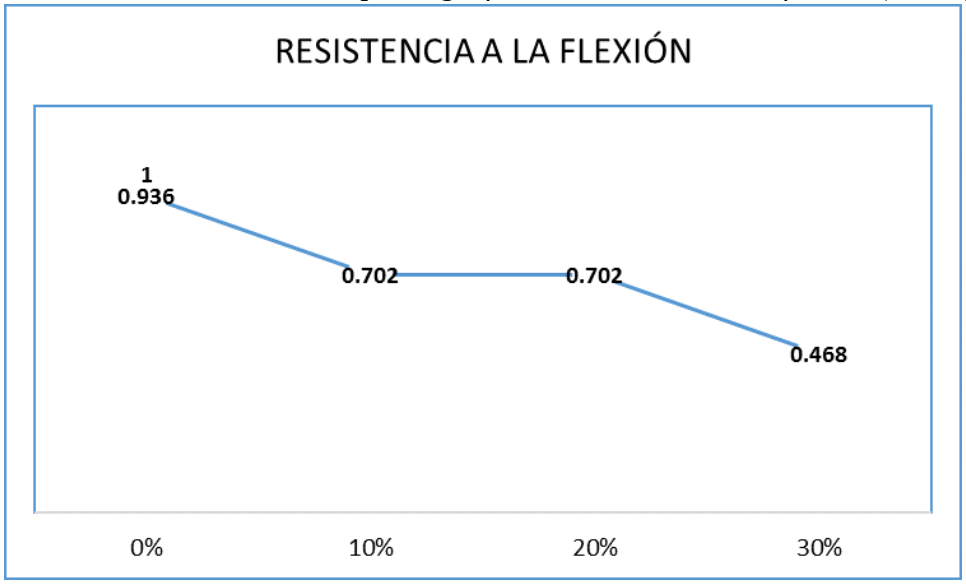
4.1.4.1. resumen del ensayo resistencia a flexión

TABLA N° 0 25.- tabla de resumen del ensayo resistencia a flexión (CA + yeso)

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN		
DOSIS EMPLEADA	% de CA	Pf (N/mm^2)
0% CA + 100% yeso	0%	0.936
10% CA + 90% yeso	10%	0.702
20% CA + 80% yeso	20%	0.702
30% CA + 70% yeso	30%	0.468

Fuente: Elaboración propia

IMAGEN N° 0 26.- Descripción grafica de la resistencia a flexión (CA + yeso)



Fuente: Elaboración propia

En la IMAGEN N° 026 se puede notar que a mayor porcentaje de cascara de arroz, la resistencia a la flexión es menor, motivo para intentar trabajar con menos porcentaje de arroz

4.1.4.2. resumen del ensayo resistencia a la compresión

TABLA N° 0 26.- tabla de resumen del ensayo resistencia a compresión (CA + yeso)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
DOSIS EMPLEADA	% de CA	Rc (N/mm^2)
0% CA + 100% yeso	0%	2.96
10% CA + 90% yeso	10%	2.01
20% CA + 80% yeso	20%	1.55
30% CA + 70% yeso	30%	0.83

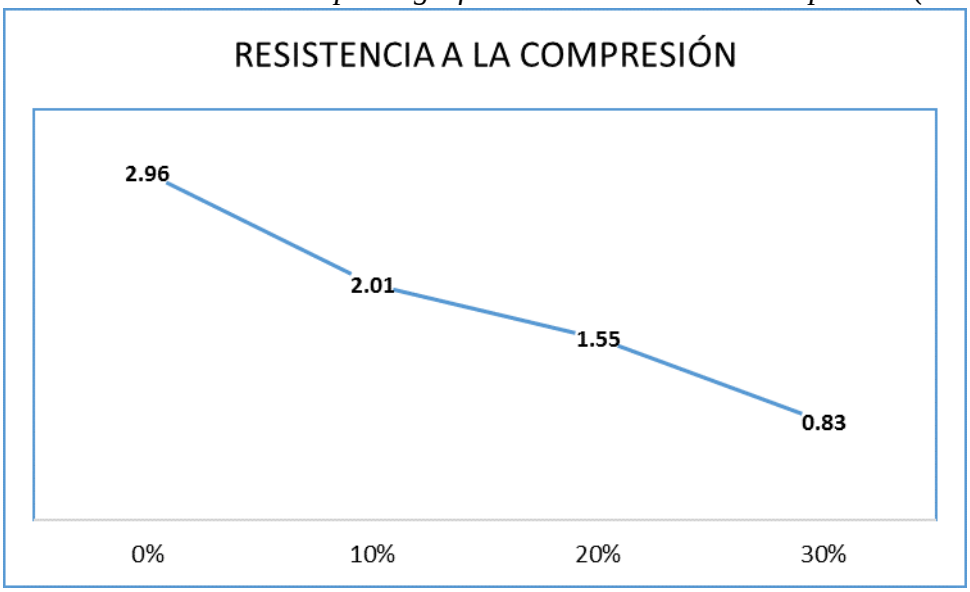
Fuente: Elaboración propia

73332589
LEYVA REQUEJO
FRANKLIN.S.

48308012
ELGAR DIAZ
ARTEAGA

CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

IMAGEN N° 0 27.- Descripción grafica de la resistencia a compresión (CA + yeso)



Fuente: Elaboración propia

En la IMAGEN N° 027 se puede notar que a mayor porcentaje de cascara de arroz, la resistencia a la compresión es menor, del mismo modo que la resistencia a flexión es motivo para intentar trabajar con menos porcentaje de arroz.

4.1.4.3. Resumen del ensayo prueba de absorción

TABLA N° 0 27.- tabla de resumen del ensayo prueba de absorción (CA + yeso

PRUEBA DE ABSORCIÓN	
DOSIS EMPLEADA	ABSORCIÓN%
0% CA + 100% yeso	35.55
10% CA + 90% yeso	52.37
20% CA + 80% yeso	52.37
30% CA + 70% yeso	54.04

Fuente: Elaboración propia



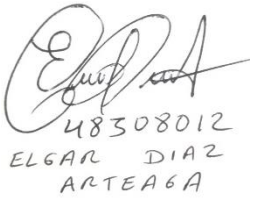
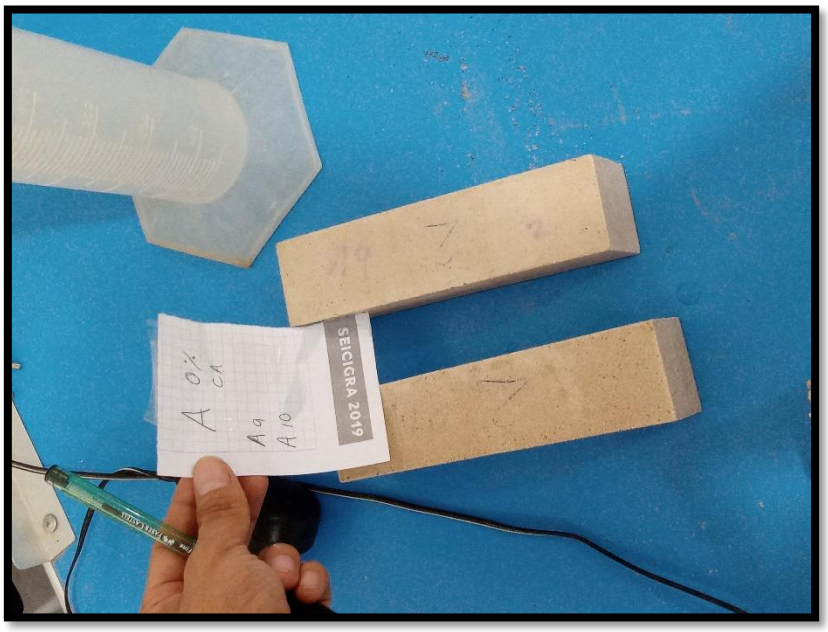




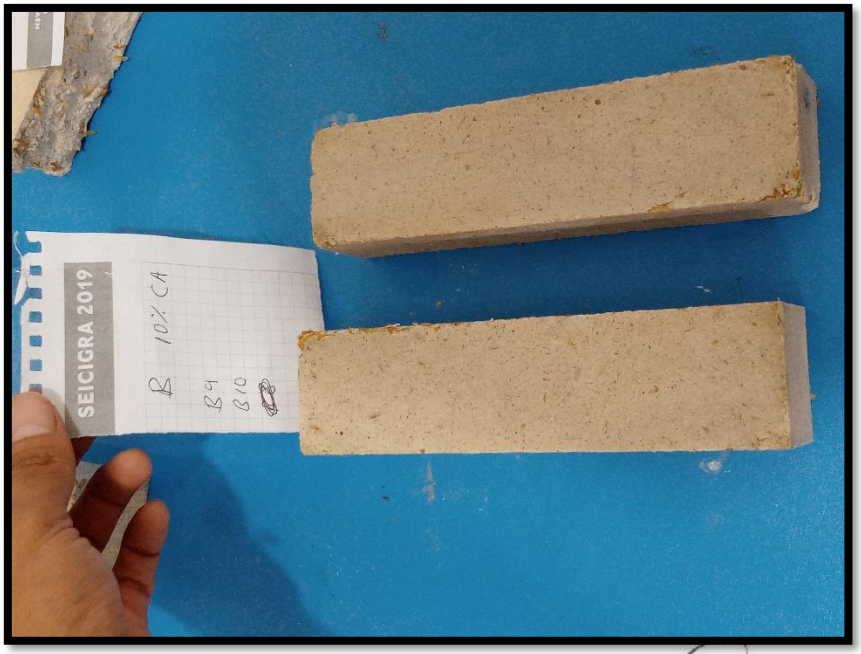
IMAGEN N° 0 28.- Probetas después de las 24 horas en agua - prueba de absorción – 0 %CA + 100% yeso



Fuente: Elaboración propia

En la IMAGEN N° 028 se puede observar que las probetas conteniendo 0% CA + 100% yeso quedaron sin ninguna deformación, resistió al agua 24 horas, pero sin embargo queda muy frágil, fácil de deformarse con una pequeña presión.

IMAGEN N° 0 29.- Probetas después de las 24 horas en agua - prueba de absorción – 10 %CA + 90% yeso

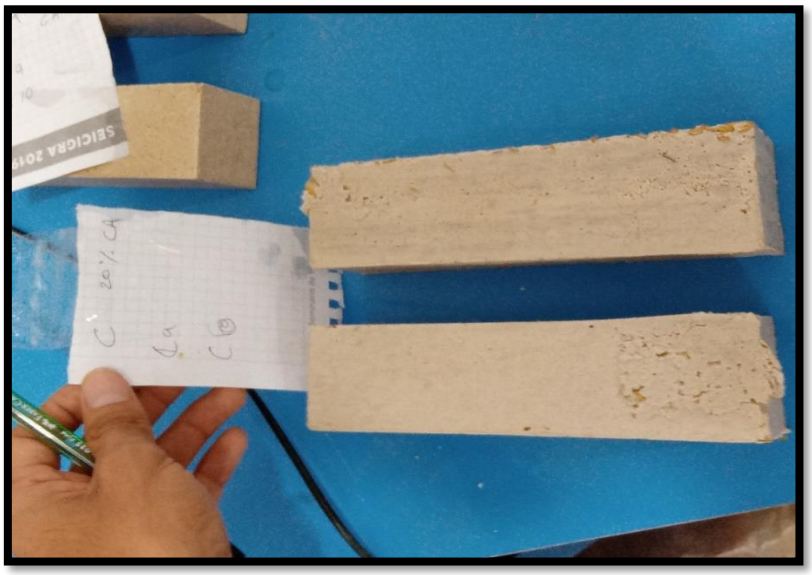


Fuente: Elaboración propia

43332589
LEYVA REQUEJO FRANKLIN.S.
48308012
ELGAR DIAZ ARTEAGA
CESAR JESUS DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

En la IMAGEN N° 029 se puede notar que las probetas conteniendo el 10% CA + 90% yeso resiste las 24 horas de absorción resistiendo al agua sin deformarse, pero queda muy frágil para cualquier mínima presión.

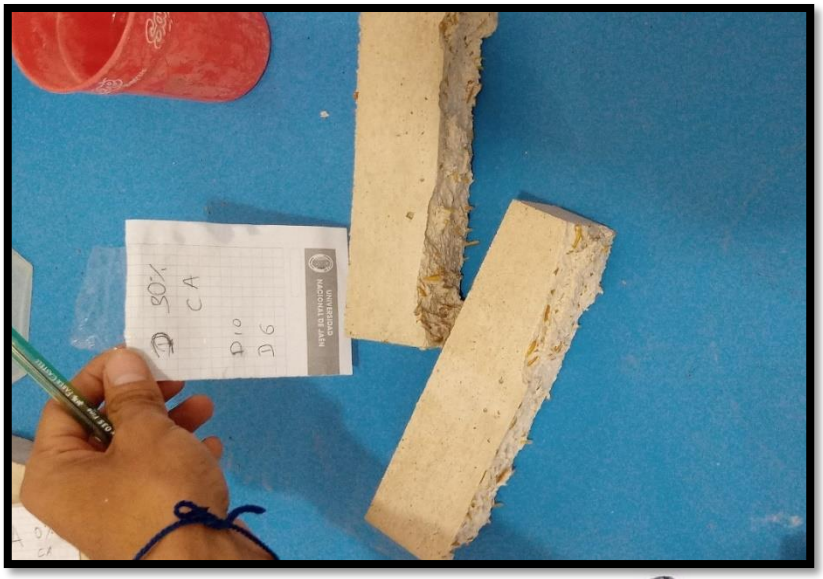
IMAGEN N° 0 30.- Probetas después de las 24 horas en agua - prueba de absorción – 20 %CA + 80% yeso



Fuente: Elaboración propia

En la IMAGEN N° 030 las probetas conteniendo el 20% CA + 80% yeso se deforma ante las 24 horas de absorción, motivo para descartar este porcentaje de cascara de arroz y continuar la investigación con el 10% de CA.

IMAGEN N° 0 31.- Probetas después de las 24 horas en agua - prueba de absorción – 30 %CA + 70% yeso

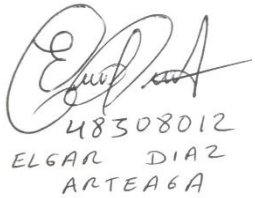


Fuente: Elaboración propia

En la IMAGEN N°031 las probetas conteniendo 30% CA + 70% yeso se deforman mucho más que las probetas contiendo el 20% CA demostrado en la IMAGEN N°030, motivo para descartar de la investigación el 20% CA y el 30% CA, continuando la investigación con 10% CA.

Se continua la investigación con el 10% CA, por la razón que aguanta la prueba de absorción 24 horas sin deformarse, y además a mayor porcentaje de CA se obtiene menos resistencia a la flexión y compresión, y la razón más importante para continuar la investigación con el 10% CA y no con el 0% CA es que 0% CA solo se analizó para determinar sus propiedades mecánicas y físicas del yeso, otro motivo para descartar 0% CA es porque la idea de la investigación es producir un elemento aligerante a base de yeso y cascara de arroz, y el 10% CA tiene mejores condiciones para trabajar que el 20% CA y 30% CA.







4.2. ENSAYOS Y PREPARACIÓN DE LAS PROBETAS CONTENIENDO YESO, CASCARA DE ARROZ Y CEMENTO.

Después del análisis de los resultados previos se toma al 10% CA para continuar con la investigación y para las nuevas dosificaciones se emplea el cemento, un elemento resistente tanto al agua y muy dúctil, de tal modo que genera dureza al ser mezclado con cualquier elemento de la construcción, se plantea las siguientes dosis: primera dosis 10% cascara de arroz (CA) + 85% yeso + 5% cemento, en la segunda dosis 10% CA + 82.5% yeso + 7.5% cemento y como tercera dosis 10% CA + 80% yeso + 10% cemento.

4.2.1. Determinación de la relación agua/yeso (yeso o mezcla a base de yeso)

Para determinar la relación agua/yeso se empleó el método de la medida de la fluidez según la norma UNE – EN 13279 - 2

TABLA N° 0 28.- Resultado de la primera dosis (10% CA + 85% yeso + 5% cemento) – relación agua/yeso

R	relación agua/(masa o yeso)	
m2	cantidad de masa o yeso empleado	gramos
500	agua	gramos

$$R = \frac{500}{m_2}$$

N°	AGUA (gr)	masa o YESO (gr)	R	DIÁMETRO (mm)			RANGO (mm)
				D1	D2	PROMEDIO	
1	500	600	0.83	188.88	186.85	187.865	150 - 210
2	500	650	0.77	143.7	141.15	142.425	150 - 210
3	500	700	0.71	158.37	159.83	159.1	150 - 210

R a considerar es	R =	0.83

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 0 29.- Resultado de la segunda dosis (10% CA + 82.5% yeso + 7.5% cemento) – relación agua/yeso.

R	relación agua/(masa o yeso)	
m2	cantidad de masa o yeso empleado	gramos
500	agua	gramos

$$R = \frac{500}{m_2}$$

N°	AGUA (gr)	masa o YESO (gr)	R	DIÁMETRO (mm)			RANGO (mm)
				D1	D2	PROMEDIO	
1	500	700	0.71	161.63	160.89	161.26	150 - 210

R a considerar es	R =	0.71

Fuente: Elaboración propia

LEYVA REQUEJO FRANKLIN S. 43332589
48308012 ELGAR DIAZ ARTEAGA
CESAR JESUS DIAZ CORONEL INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 172559

TABLA N° 0 30.- Resultado de la tercera dosis (10% CA + 80% yeso + 10% cemento) – relación agua/yeso.

R	relación agua/(masa o yeso)	
m2	cantidad de masa o yeso empleado	gramos
500	agua	gramos

$$R = \frac{500}{m_2}$$

N°	AGUA (gr)	masa o YESO (gr)	R	DIÁMETRO (mm)			RANGO (mm)
				D1	D2	PROMEDIO	
1	500	750	0.67	187.13	185.9	186.515	150 - 210

R a considerar es	R =	0.67

Fuente: Elaboración propia

IMAGEN N° 0 32.- Ensayando la determinación de la relación agua/yeso – (CA + yeso + cemento)



Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Determinación de los tiempos de fraguado

Para determinar los tiempos de fraguado se empleó el método del cuchillo según la norma UNE-EN 13279-2 norma española.



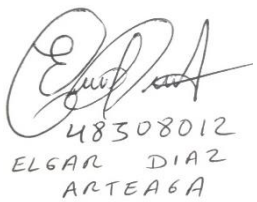




TABLA N° 0 31.- Resultado de la primera dosis (10% CA + 85% yeso + 5% cemento) – tiempo de fraguado

Ti	tiempo de principio de fraguado	minutos
t0	momento que se pone la masa o yeso en contacto con el agua	minutos
t1	tiempo en el que los labios de la hendidura realizada sobre la masa o yeso con el cuchillo dejan de acercarse	minutos

$$T_i = t_1 - t_0$$

N°	t0	t1	Ti
1	0	5.01	5.01

tiempo de fraguado es	5.01

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 0 32.- Resultado de la segunda dosis (10% CA + 82.5% yeso + 7.5% cemento) – tiempo de fraguado

Ti	tiempo de principio de fraguado	minutos
t0	momento que se pone la masa o yeso en contacto con el agua	minutos
t1	tiempo en el que los labios de la hendidura realizada sobre la masa o yeso con el cuchillo dejan de acercarse	minutos

$$T_i = t_1 - t_0$$

N°	t0	t1	Ti
1	0	5.15	5.15

tiempo de fraguado es	5.15

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 0 33.- Resultado de la tercera dosis (10% CA + 80% yeso + 10% cemento) – tiempo de fraguado

Ti	tiempo de principio de fraguado	minutos
t0	momento que se pone la masa o yeso en contacto con el agua	minutos
t1	tiempo en el que los labios de la hendidura realizada sobre la masa o yeso con el cuchillo dejan de acercarse	minutos

$$T_i = t_1 - t_0$$

N°	t0	t1	Ti
1	0	5.27	5.27

tiempo de fraguado es	5.27

Fuente: Elaboración propia

73332589
LEYVA REQUEJO
FRANKLIN.S.

48308012
ELGAR DIAZ
ARTEAGA

CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

IMAGEN N° 0 33.- Ensayando la determinación de los tiempos de fraguado – (CA + yeso + cemento)



Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Determinación de las propiedades mecánicas

4.2.3.1. Preparación de la probeta de ensayo

Para la preparación de las probetas se toma en cuenta la relación agua/yeso determinada en previo ensayo, las probetas de ensayo miden 40mm*40mm*160mm según NORMA ASTM C – 348, se considera la norma UNE-EN 13279-2 norma española.

Se realizaron 21 probetas, 7 probetas con el 10% CA + 85% yeso + 5%cemento, 7 probetas con el 10% CA + 82.5% yeso + 7.5% cemento y 7 probetas con el 10%CA + 80% yeso + 10% cemento.

74332589
LEYVA REQUEJO
FRANKLIN J.

48308012
ELGAR DIAZ
ARTEAGA

CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

IMAGEN N° 0 34.- Preparando las 21 probetas con las 3 diferentes dosificaciones – (CA + yeso + cemento)



Fuente: Elaboración propia

IMAGEN N° 0 35.- las 21 probetas con las 3 diferentes dosificaciones listas para ensayar – (CA + yeso + cemento)



Fuente: Elaboración propia

74332589
LEYVA REQUEJO
FRANKLIN.S

48308012
ELGAR DIAZ
ARTEAGA

CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

4.2.3.2. Determinación de la resistencia a flexión

Para la determinación de la resistencia a flexión se empleó la norma UNE-EN 13279-2

TABLA N° 0 34.- Resultado de la primera dosis (10% CA + 85% yeso + 5% cemento) – resistencia a flexión

1 kgf = 9.8 N o 10 N			
NORMA ASTM C-348 - Probeta =	40mm*40mm*160mm		
Pf	Resistencia a flexión		N/mm^2
P	carga media de rotura		N
F	Equipo Accuteck		kgf

$$P_F = 0,002\,34 \times P$$

N°	PROBETA	F	P	Pf
1	A1	40	400	0.936
2	A4	40	400	0.936
3	A6	40	400	0.936

Pf promedio =	0.936	N/mm^2

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 0 35.- Resultado de la segunda dosis (10% CA + 82.5% yeso + 7.5% cemento) – resistencia a flexión

1 kgf = 9.8 N o 10 N			
NORMA ASTM C-348 - Probeta =	40mm*40mm*160mm		
Pf	Resistencia a flexión		N/mm^2
P	carga media de rotura		N
F	Equipo Accuteck		kgf

$$P_F = 0,002\,34 \times P$$

N°	PROBETA	F	P	Pf
1	B1	70	700	1.638
2	B4	70	700	1.638
3	B6	70	700	1.638

Pf promedio =	1.638	N/mm^2

Fuente: Elaboración propia



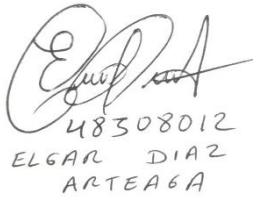




TABLA N° 0 36.- Resultado de la tercera dosis (10% CA + 80% yeso + 10% cemento) – resistencia a flexión

1 kgf = 9.8 N o 10 N			
NORMA ASTM C-348 - Probeta =		40mm*40mm*160mm	
Pf	Resistencia a flexión		N/mm^2
P	carga media de rotura		N
F	Equipo Accuteck		kgf

$$P_F = 0,002\,34 \times P$$

N°	PROBETA	F	P	Pf
1	C1	80	800	1.872
2	C4	80	800	1.872
3	C6	80	800	1.872

Pf promedio =	1.872	N/mm^2

Fuente: Elaboración propia

IMAGEN N° 0 36.- Ensayando la determinación de la resistencia a flexión – (CA + yeso + cemento)



Fuente: Elaboración propia

LEYVA REQUEJO FRANKLIN J. 73332589

ELGAR DIAZ ARTEAGA 48308012

CESAR JESUS DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

4.2.3.3. Determinación de la resistencia a compresión

Para la determinación de la resistencia a compresión se empleó la norma UNE-EN 13279-2

TABLA N° 0 37.- Resultado de la primera dosis (10% CA + 85% yeso + 5% cemento) – resistencia a compresión

1 kgf = 9.8 N o 10 N		
NORMA ASTM C-348 - Probeta =	40mm*40mm*160mm	
Rc	Resistencia a compresión	N/mm^2
Fc	máxima carga en la rotura	N
1600	40mm*40mm área de la probeta	mm^2
P	fuerza del equipo universal de ensayo de materiales	Kgf

$$R_c = \frac{F_c}{1\,600}$$

N°	PROBETA		P	Fc	Fc promedio	Rc
1	A1	A1.1	410	4100	4150	2.59
		A1.2	420	4200		
2	A4	A4.1	430	4300	4300	2.69
		A4.2	430	4300		
3	A6	A6.1	460	4600	4550	2.84
		A6.2	450	4500		

Rc promedio =	2.71	N/mm^2

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 0 38.- Resultado de la segunda dosis (10% CA + 82.5% yeso + 7.5% cemento) – resistencia a compresión

1 kgf = 9.8 N o 10 N		
NORMA ASTM C-348 - Probeta =	40mm*40mm*160mm	
Rc	Resistencia a compresión	N/mm^2
Fc	máxima carga en la rotura	N
1600	40mm*40mm área de la probeta	mm^2
P	fuerza del equipo universal de ensayo de materiales	Kgf

$$R_c = \frac{F_c}{1\,600}$$

N°	PROBETA		P	Fc	Fc promedio	Rc
1	B1	B1.1	590	5900	6000	3.75
		B1.2	610	6100		
2	B4	B4.1	650	6500	6450	4.03
		B4.2	640	6400		
3	B6	B6.1	620	6200	6250	3.91
		B6.2	630	6300		

Rc promedio =	3.90	N/mm^2

Fuente: Elaboración propia

73332589
LEYVA REQUEJO
FRANKLIN.J.

48308012
ELGAR DIAZ
ARTEAGA

CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

TABLA N° 0 39.- Resultado de la tercera dosis (10% CA + 80% yeso + 10% cemento) – resistencia a compresión

1 kgf = 9.8 N o 10 N		
NORMA ASTM C-348 - Probeta =	40mm*40mm*160mm	
Rc	Resistencia a compresión	N/mm^2
Fc	máxima carga en la rotura	N
1600	40mm*40mm área de la probeta	mm^2
P	fuerza del equipo universal de ensayo de materiales	kgf

$$R_c = \frac{F_c}{1\,600}$$

N°	PROBETA		P	Fc	Fc promedio	Rc
1	C1	C1.1	800	8000	8050	5.03
		C1.2	810	8100		
2	C4	C4.1	870	8700	8650	5.41
		C4.2	860	8600		
3	C6	C6.1	850	8500	8450	5.28
		C6.2	840	8400		

Rc promedio =	5.24	N/mm^2

Fuente: Elaboración propia

IMAGEN N° 0 37.- Ensayando la determinación de la resistencia a compresión – (CA + yeso + cemento)



Fuente: Elaboración propia

73332589
LEYVA REQUEJO
FRANKLIN.J.

48308012
ELGAR DIAZ
ARTEAGA

CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 172559

4.2.3.4. Prueba de absorción

La prueba de absorción consiste en conocer la capacidad de absorción de las muestras a ser ensayadas, inmersión en agua durante 24 horas, para este ensayo se empleó la Norma Técnica Peruana NTP 399.613

TABLA N° 0 40.- Resultado de la primera dosis (10% CA + 85% yeso + 5% cemento) – Prueba de absorción

1 kgf =	9.8	N o	10	N
NORMA ASTM C-348 - Probeta =			40mm*40mm*160mm	
Wd	peso seco del espécimen			gramos
Ws	peso saturado del espécimen			gramos
aproximación	40			%

$$Absorción\% = 100\frac{(W_s - W_d)}{W_d}$$

N°	ESPÉCIMEN	PESO		ABSORCIÓN
		SECO	SATURADO	
1	A2	239.97	390.5	62.729
2	A3	239.7	388.9	62.244

Absorción promedio =	62.487	%

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 0 41.- Resultado de la segunda dosis (10% CA + 82.5% yeso + 7.5% cemento) – Prueba de absorción

1 kgf =	9.8	N o	10	N
NORMA ASTM C-348 - Probeta =			40mm*40mm*160mm	
Wd	peso seco del espécimen			gramos
Ws	peso saturado del espécimen			gramos
aproximación	40			%

$$Absorción\% = 100\frac{(W_s - W_d)}{W_d}$$

N°	ESPÉCIMEN	PESO		ABSORCIÓN
		SECO	SATURADO	
1	B2	278.1	399.9	43.797
2	B3	278.26	406	45.907

Absorción promedio =	44.852	%

Fuente: Elaboración propia

74333589
LEYVA REQUEJO
FRANKLIN.S

48308012
ELGAR DIAZ
ARTEAGA

CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

TABLA N° 0 42.- Resultado de la tercera dosis (10% CA + 80% yeso + 10% cemento) – Prueba de absorción

1 kgf =	9.8	N o	10	N	
NORMA ASTM C-348 - Probeta =			40mm*40mm*160mm		
Wd		peso seco del espécimen			gramos
Ws		peso saturado del espécimen			gramos
aproximación		40			%

$$Absorción\% = 100\frac{(W_s - W_d)}{W_d}$$

N°	ESPÉCIMEN	PESO		ABSORCIÓN
		SECO	SATURADO	
1	C2	286.89	412.2	43.679
2	C3	297.67	422.8	42.036

Absorción promedio =	42.858	%

Fuente: Elaboración propia

IMAGEN N° 0 38.- Ensayando la prueba de absorción – (CA + yeso + cemento)



Fuente: Elaboración propia

LEYVA REQUEJO FRANKLIN J.

ELGAR DIAZ ARTEAGA

CESAR JESUS DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

4.2.4. Análisis de los resultados de las propiedades mecánicas, para continuar con la investigación y poder producir el elemento aligerante planteado.

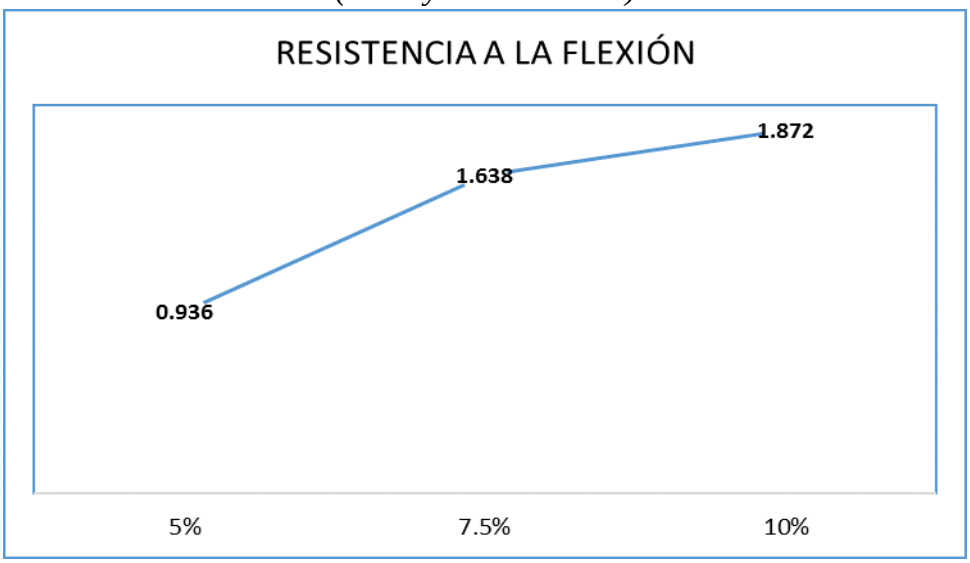
4.2.4.1. resumen del ensayo resistencia a flexión

TABLA N° 0 43.- tabla de resumen del ensayo resistencia a flexión – (CA + yeso + cemento)

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN		
DOSIS EMPLEADA	% de cemento	Pf (N/mm^2)
10% CA + 85% yeso + 5%cemento	5%	0.936
10% CA + 82.5% yeso + 7.5%cemento	7.5%	1.638
10% CA + 80% yeso + 10%cemento	10%	1.872

Fuente: Elaboración propia

IMAGEN N° 0 39.- representación gráfica de los resultados resistencia a flexión – (CA + yeso + cemento)



Fuente: Elaboración propia

En la IMAGEN N° 039 se puede observar que a mayor porcentaje de cemento mayor resistencia a la flexión se obtiene de las probetas ensayadas.

4.2.4.2. resumen del ensayo resistencia a compresión

TABLA N° 0 44.- tabla de resumen del ensayo resistencia a compresión – (CA + yeso + cemento)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
DOSIS EMPLEADA	% de cemento	Rc (N/mm^2)
10% CA + 85% yeso + 5%cemento	5%	2.71
10% CA + 82.5% yeso + 7.5%cemento	7.5%	3.90
10% CA + 80% yeso + 10%cemento	10%	5.24

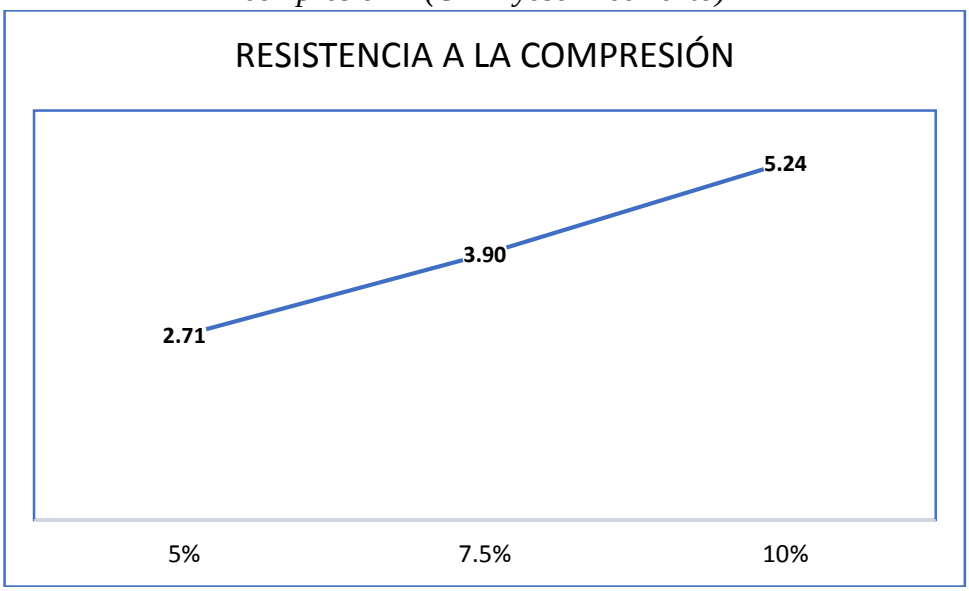
Fuente: Elaboración propia

73332589
LEYVA REQUEJO
FRANKLIN.S.

48308012
ELGAR DIAZ
ARTEAGA

CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

IMAGEN N° 0 40.- representación gráfica de los resultados resistencia a compresión – (CA + yeso + cemento)



Fuente: Elaboración propia

En la IMAGEN N° 040 se puede observar que a mayor porcentaje de cemento mayor resistencia a la compresión se obtiene en las probetas ensayadas.

4.2.4.3. resumen del ensayo prueba de absorción

TABLA N° 0 45.- tabla de resumen del ensayo prueba de absorción – (CA + yeso + cemento)

PRUEBA DE ABSORCIÓN	
DOSIS EMPLEADA	ABSORCIÓN%
10% CA + 85% yeso + 5% cemento	62.49
10% CA + 82.5% yeso + 7.5% cemento	44.85
10% CA + 80% yeso + 10% cemento	42.86

Fuente: Elaboración propia



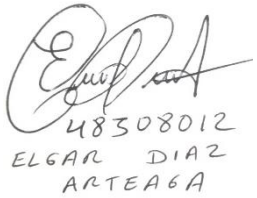
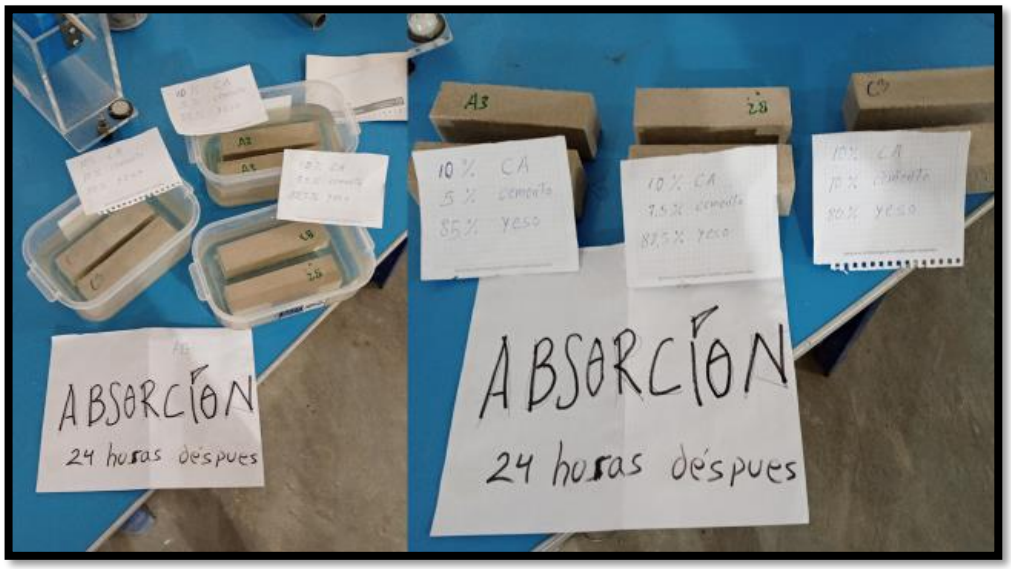




IMAGEN N° 0 41.- Probetas después de las 24 horas de absorción – (CA + yeso + cemento)



Fuente: Elaboración propia

En la IMAGEN N° 041 se puede notar que las 3 dosis aplicadas para el ensayo de absorción, no tienen ninguna deformación, resistieron al agua sin ningún problema y además las probetas mantienen su dureza

IMAGEN N° 0 42.- Secado al horno a 110 °C, retirando las probetas después de las 24 horas puestas al horno – prueba de absorción – (CA + yeso + cemento)



Fuente: Elaboración propia

73332589
LEYVA REQUEJO
FRANKLIN.S.

48308012
ELGAR DIAZ
ARTEAGA

CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 172559

Para elaborar el elemento aligerante planteado se utiliza el 7.5% de cemento para continuar con la investigación, la razón es que con este porcentaje tiene la suficiente resistencia a flexión y compresión sin necesidad de emplear más porcentaje de cemento, y la razón más importante es que al momento de sacar del horno las probetas del 10% de cemento demoraron mucho en enfriar, motivo por el cual se descarta este porcentaje, y con respecto al 5% no llega a la resistencia necesaria y además queda un poco frágil después de las 24 horas de absorción.

4.3. PRODUCCIÓN DEL ELEMENTO ALIGERANTE PLANTEADO.

Después de hacer todos los análisis necesarios se considera al 10% de cascara de arroz + 82.5% yeso + 7.5% de cemento para la producción del elemento aligerante y poder continuar con la investigación.

4.3.1. Cantidad de material a utilizar para producir el elemento aligerante

Para producir el elemento aligerante se toma como referencia el ladrillo para techo de arcilla donde PROMART.COM.PE indica que el peso promedio de este ladrillo es de 7.6 kg y con esta referencia para promediar un peso para el elemento aligerante planteado se considera el peso específico de la combinación de materiales a trabajar y continuar la investigación (10% CA + 82.5% yeso + 7.5% cemento), para ello se hace uso de los datos de peso y volumen de las probetas ensayadas del porcentaje mencionado.

TABLA N° 0 46.- Tabla del peso de las probetas a 7 días de secado a temperatura ambiente, conteniendo el 10% CA + 82.5% yeso + 7.5% cemento

PESO DE LAS PROBETAS A 7 DÍAS DE SECADO A TEMPERATURA AMBIENTE	
PROBETA	PESO (gramos)
B1	311.9
B2	303.8
B3	305.4
B4	319.7
B5	305.9
B6	311.5
promedio	**309.7**
peso en kg	**0.31**

Fuente: Elaboración propia



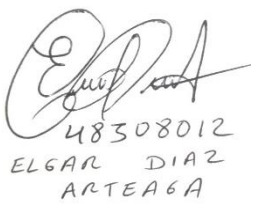




TABLA N° 0 47.- Tabla detallando el peso específico de la combinación de materiales del 10% CA + 82.5% yeso + 7.5% cemento.

DATOS DE LAS PROBETAS (10% CA + 82.5% yeso + 7.5% cemento)			
peso promedio	=	0.31	kg
dimensiones	=	0.16 m x 0.04 m x 0.04 m	
volumen	=	0.000256	m^3

DATOS ADICIONALES		
1 kg	=	10 N
Pe	=	peso específico (N/m^3)
W	=	peso (N)
V	=	volumen (m^3)

formula
pe = W/V

W	V	pe
3.10	0.000256	12097.7
Pe (kg/m^3) =		1209.8

Fuente: Elaboración propia

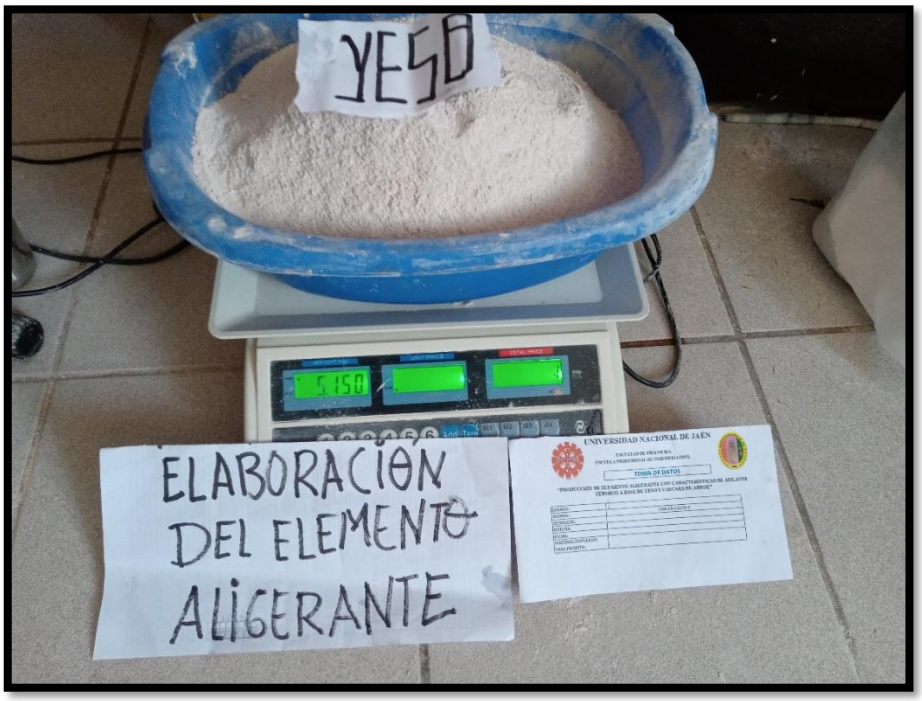
En la TABLA N° 047 se detalla el peso específico del cual se hace uso para sacar la cantidad de material a utilizar y poder producir el elemento aligerante planteado, tomando en consideración que el peso debe ser igual o menor que el peso promedio del ladrillo de arcilla para techo. Para elaborar el elemento aligerante planteado en esta investigación se considera los porcentajes planteados y la relación agua/yeso ensayada, de tal manera que los pesos a utilizar son: 0.075 kg de CA, 5.15 kg de yeso, 0.5 kg de cemento, 4.5 kg de agua y para adecuar el molde y ayudar aligerar el elemento se utiliza dos piezas de tecnopor dimensionado en 12 cm X 10 cm X 30 cm.

IMAGEN N° 0 43.- Material utilizado para la producción del elemento aligerante 0.075 kg de CA



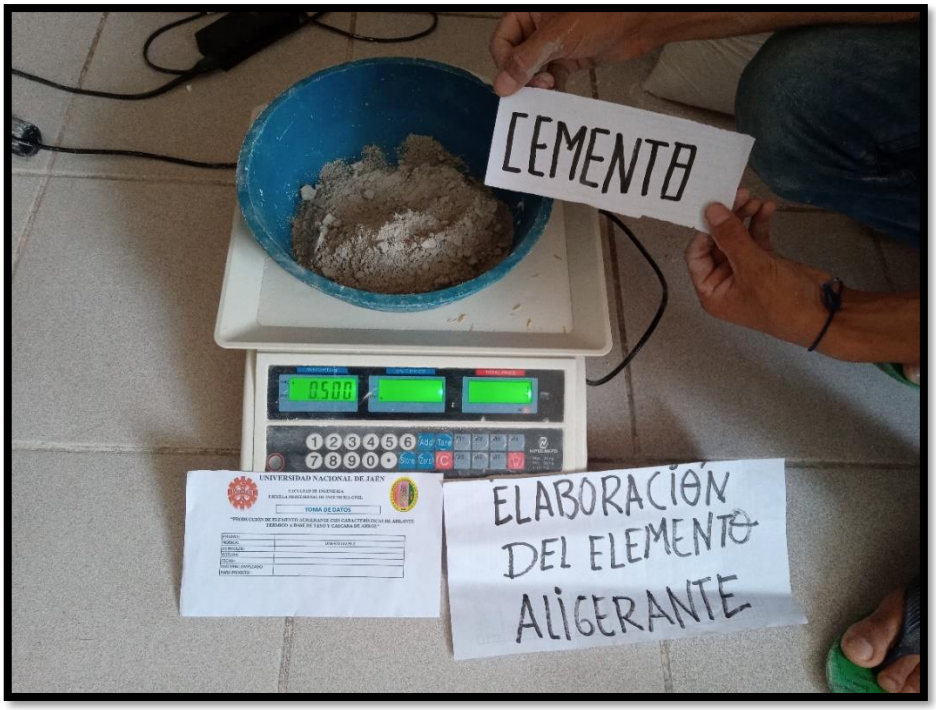
Fuente: Elaboración propia

IMAGEN N° 0 44.- Material utilizado para la producción del elemento aligerante 5.15 kg de yeso



Fuente: Elaboración propia

IMAGEN N° 0 45.- Material utilizado para la producción del elemento aligerante 0.5 kg de cemento



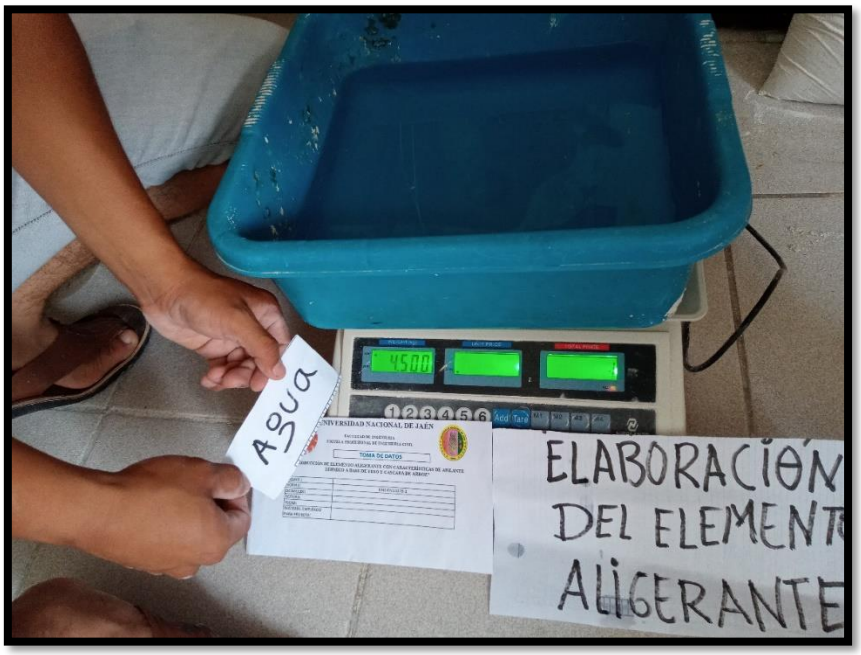
Fuente: Elaboración propia

73332589
LEYVA REQUEJO FRANKLIN.S.

48308012
ELGAR DIAZ ARTEAGA

CESAR JESUS DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

IMAGEN N° 0 46.- Material utilizado para la producción del elemento aligerante 4.5 kg de agua



Fuente: Elaboración propia

IMAGEN N° 0 47.- Material utilizado para la producción del elemento aligerante 12 cm X 10 cm X 30 cm de tecnopor (0.0125 kg cada uno)



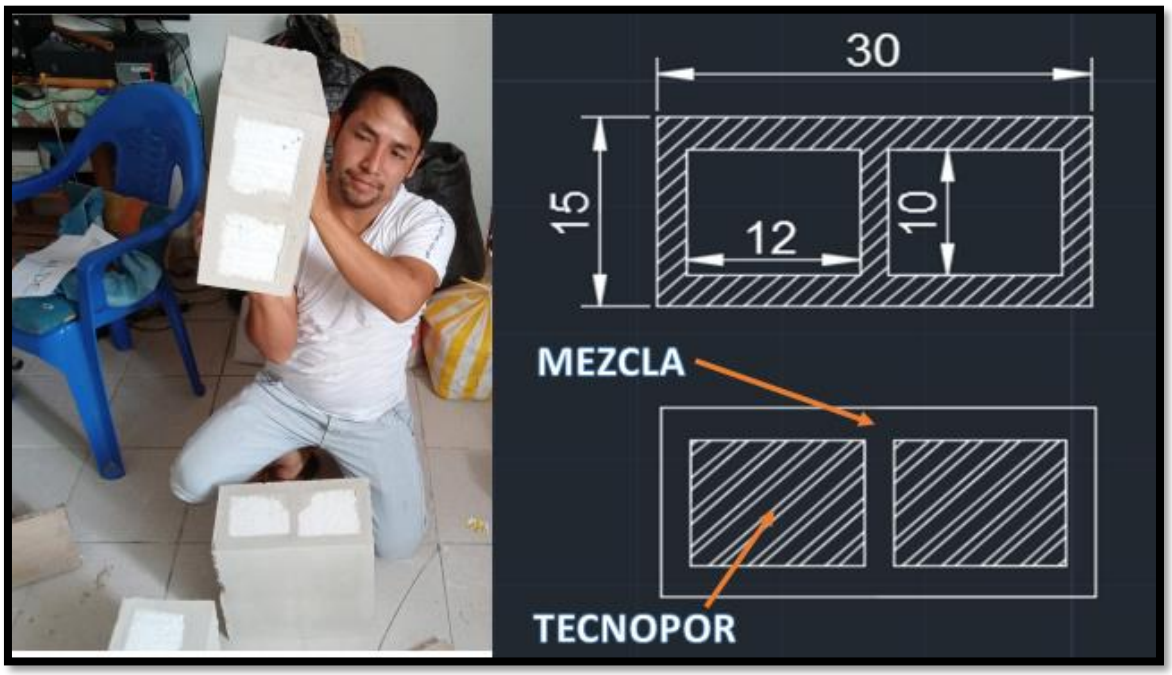
Fuente: Elaboración propia

4.3.2. preparación del elemento aligerante planteado

Para elaborar el elemento aligerante se utilizó moldes de 30 cm X 30 cm X 15 cm adecuando con el tecnopor, de tal manera que quede resistente ante las pisadas, manipulación, traslado y sobre todo al vaciado de concreto en el techo aligerado, se elaboró a criterio personal.

47332589
LEYVA REQUEJO FRANKLIN S.
48308012
ELGAR DIAZ ARTEAGA
CESAR JESUS DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

IMAGEN N° 0 48.- Esquema del elemento aligerante planteado (medidas en cm)



Fuente: Elaboración propia

4.3.2.1. Adecuar molde

Para adecuar el molde en esta investigación se hace uso de madera teniendo como medidas internas 30 cm X 30 cm X 15 cm, con ayuda de tornillos y un taladro se arma el molde, además se usa tecnopor de 10 cm X 12 cm X 30 cm centrada en el molde interno.

IMAGEN N° 0 49.- Adecuando el molde para el elemento aligerante planteado



Fuente: Elaboración propia

43332589
LEYVA REQUEJO FRANKLIN.S

48308012
ELGAR DIAZ ARTEAGA

CESAR JESUS DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

4.3.2.2. Preparación del elemento aligerante

Siguiendo el procedimiento de la norma UNE – EN 13279-2, relación agua/yeso (método de medida de la fluidez de la pasta) se prepara la mezcla para elaborar el elemento aligerante.

IMAGEN N° 0 50.- Homogenizando los materiales a utilizar para el elemento aligerante



Fuente: Elaboración propia

IMAGEN N° 0 51.- Espolvoreando la mezcla en agua



Fuente: Elaboración propia

73332589
LEYVA REQUEJO FRANKLIN.S
48308012
ELGAR DIAZ ARTEAGA
CESAR JESUS DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

IMAGEN N° 0 52.-Dejando reposar la mezcla y luego revolviendo la mezcla



Fuente: Elaboración propia

IMAGEN N° 0 53.- Vaciando la mezcla al molde de madera



Fuente: Elaboración propia

En la IMAGEN N° 053 se puede notar que los pesos de CA, yeso, cemento y agua son exactos para el elemento aligerante, no hay mucho desperdicio de material, la cantidad de mezcla es exacta.

74332589
LEYVA REQUEJO
FRANKLIN J.

48308012
ELGAR DIAZ
ARTEAGA

CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

4.3.2.3. Desmolde del elemento aligerante

El desmolde se hace como mínimo a 45 minutos del fraguado del elemento, para esta investigación se desmolda pasado las 3 horas del fraguado por temor a que el elemento sufra deformaciones.

IMAGEN N° 0 54.- Desmoldando el elemento aligerante



Fuente: Elaboración propia

4.3.2.4. Secado de los elementos aligerante

El secado se hace a temperatura ambiente durante 7 días para luego analizar sus propiedades mecánicas, de preferencia secar a cielo abierto haciendo contacto directo con el sol, y de este modo homogenizar su peso para todos los bloques.

IMAGEN N° 0 55.- Secado de 25 elementos aligerante elaborados en esta investigación



Fuente: Elaboración propia

47333589
LEYVA REQUEJO
FRANKLIN J.

48308012
ELGAR DIAZ
ARTEAGA

CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

4.3.3. Determinación de la resistencia a compresión del elemento aligerante planteado

Para determinar la resistencia a compresión, en esta investigación se empleó la norma técnica peruana NTP 331.018.

IMAGEN N° 0 56.- Detalle del dispositivo a utilizar para el ensayo a compresión del elemento aligerante



Fuente: Elaboración propia

En la IMAGEN N° 056 se detalla el dispositivo para ensayar la resistencia a compresión, en esta ocasión se hace uso de una madera muy consistente de medidas 30 cm X 15 cm colocados en ambos lados del elemento aligerante, este detalle es criterio personal ya que la norma menciona otro tipo de dispositivo.

TABLA N° 0 48.- Cuadro de resultados del ensayo resistencia a compresión de los elementos aligerante planteado

1 kgf = 9.8 N o 10 N		
ÁREA DE ELEMENTO A ROMPER ES 15cm * 30cm		
P	carga de rotura aplicada por la maquina	N
A	Área del espécimen	cm^2
F´b	resistencia a la compresión del elemento	N/cm^2

$$f'b = \frac{P}{A}$$

N°	PROBETA	P en Kgf	P en N	A	F´b
1	N° 1	1050	10500	450	23.33
2	N° 2	1140	11400	450	25.33
3	N° 3	1210	12100	450	26.89
4	N° 4	1790	17900	450	39.78
5	N° 5	1240	12400	450	27.56

F´b promedio =	28.578	N/cm^2

Fuente: Elaboración propia

73332589 LEYVA REQUEJO FRANKLIN.S
48308012 ELGAR DIAZ ARTEAGA
CESAR JESUS DIAZ CORONEL INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 172559

IMAGEN N° 0 57.- Evidencias de los resultados del ensayo resistencia a compresión del elemento aligerante



Fuente: Elaboración propia

IMAGEN N° 0 58.- Determinando el ensayo resistencia a compresión de los elementos aligerante planteado



Fuente: Elaboración propia

74332589
LEYVA REQUEJO
FRANKLIN.J.

48308012
ELGAR DIAZ
ARTEAGA

CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 172559

IMAGEN N° 0 59.- Los 5 elementos después de ser ensayadas a resistencia a compresión



Fuente: Elaboración propia

En la IMAGEN N° 059 podemos notar que casi todos los elementos quedan completos, con fisuras mínimas demostrando poder resistir cargas mayores a la lectura de resistencia ensayada, dato que, al momento del vaciado del concreto, si uno de los elementos aligerante es fisurado puede seguir sirviendo como parte de la losa aligerada sin ningún problema, porque resiste muy bien.

4.3.4. Determinación de la prueba de absorción rápida o succión del elemento aligerante

En esta investigación para determinar la prueba de absorción se considera la norma técnica peruana NTP 399.613, pero utilizando el criterio personal, no se coloca en agua los elementos por 24 horas como la norma lo específica, se coloca por un tiempo de 30 minutos para asumir cuánto absorbería este elemento al momento del vaciado del concreto, teniendo en cuenta que el fraguado del concreto es muy rápido y eleva su contenido de agua a la superficie muy rápidamente.



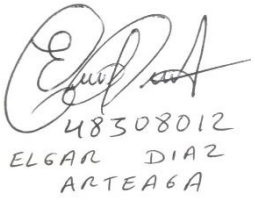




TABLA N° 0 49.- Resultados del ensayo prueba de absorción rápida o succión del elemento aligerante planteado

Wd	peso seco del espécimen	gramos
Ws	peso saturado del espécimen	gramos
aproximación	25	%

$$Absorción\% = 100\frac{(W_s - W_d)}{W_d}$$

N°	ESPÉCIMEN	PESO		ABSORCIÓN
		SECO	SATURADO	
1	N° 6	6048.2	8132.9	34.468
2	N° 7	6483.1	8226.4	26.890
3	N° 8	6585.5	8235.4	25.054

Absorción promedio =	28.804	%

Fuente: Elaboración propia

IMAGEN N° 0 60.- Ensayando la prueba de absorción de los elementos aligerante planteado



Fuente: Elaboración propia

4.3.5. Determinación del peso promedio del elemento aligerante planteado

Para determinar el peso de los elementos aligerante se toma 8 elementos aligerante y se pesa



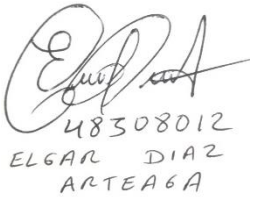




TABLA N° 0 50.- Resultados de los pesos del elemento aligerante a 7 días de secado a temperatura ambiente

PESO DE LOS ELEMENTO ALIGERANTE A 7 DÍAS DE SECADO A TEMPERATURA AMBIENTE

PROBETA	PESO (gramos)
N°1	6535
N°2	6734.2
N°3	6522.6
N°4	6177.8
N°5	6243.7
N°6	6048.2
N°7	6483.1
N°8	6585.5
promedio	**6416.2625**
peso en kg	**6.42**

Fuente: Elaboración propia

IMAGEN N° 0 61.- Ensayando la prueba de absorción de los elementos aligerante planteado (pesos)



Fuente: Elaboración propia

4.4. ANÁLISIS COMPARATIVO DE TEMPERATURA ENTRE MODULO N°01 Y MODULO N°02

4.4.1. Ambientes construidos para el análisis de temperatura

Para analizar la temperatura se construyó dos ambientes pequeños de 1.00 m ancho, 2.00 m largo, 1.40 m de alto, para el MODULO N°01 en su techo aligerado se empleó ladrillo de arcilla y para el MODULO N°02 se utilizó el elemento aligerante planteado.

73332589
LEYVA REQUEJO FRANKLIN J.
48308012
ELGAR DIAZ ARTEAGA
CESAR JESUS DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

IMAGEN N° 0 62.- Proceso de construcción de los techos aligerados en esta investigación (encofrado y colocado de elementos aligerante)



Fuente: Elaboración propia

IMAGEN N° 0 63.- Proceso de construcción de los techos aligerados en esta investigación (vaciado de concreto)



Fuente: Elaboración propia

74332589
LEYVA REQUEJO
FRANKLIN J.

48308012
ELGAR DIAZ
ARTEAGA

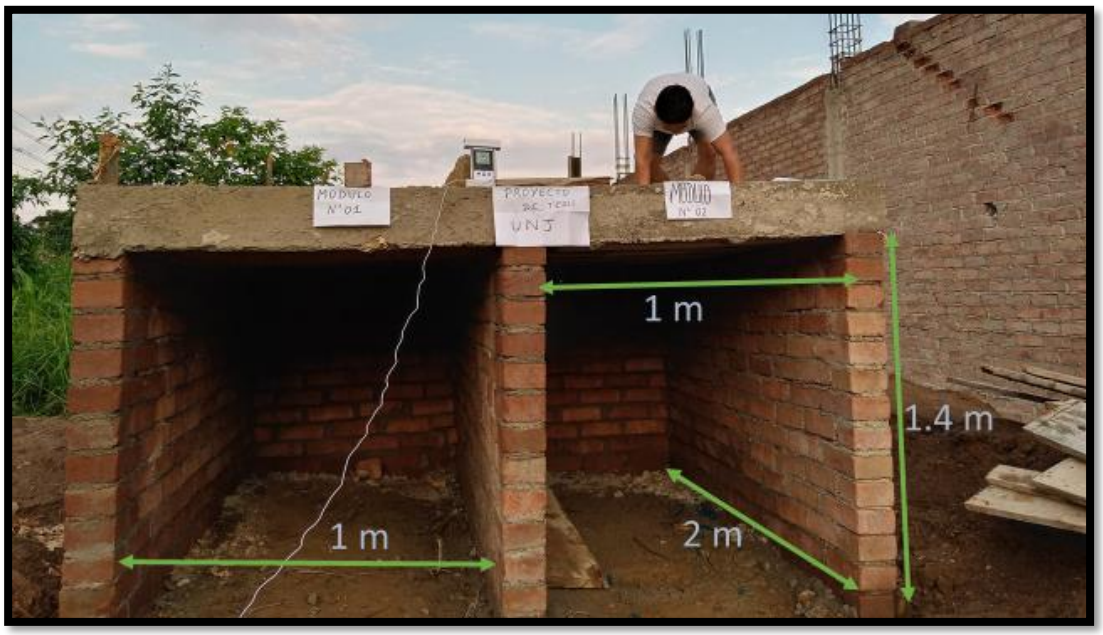
CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

IMAGEN N° 0 64.- Proceso de construcción de los techos aligerados en esta investigación (terminando de vaciar concreto)



Fuente: Elaboración propia

IMAGEN N° 0 65.- Dimensiones de los ambientes construidos (MODULO N°01 y MODULO N°02)



Fuente: Elaboración propia

47332589
LEYVA REQUEJO FRANKLIN J.

48308012
ELGAR DIAZ ARTEAGA

CESAR JESUS DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

IMAGEN N° 0 66.- evidencia de que tipo de ladrillo contiene para cada modulo



Fuente: Elaboración propia

En la IMAGEN N° 066 se puede observar que para el MODULO N°01 se empleó el ladrillo de arcilla y para el MODULO N°02 se empleó el elemento aligerante planteado en esta investigación.

4.4.2. Resultados del análisis de temperatura de cada modulo

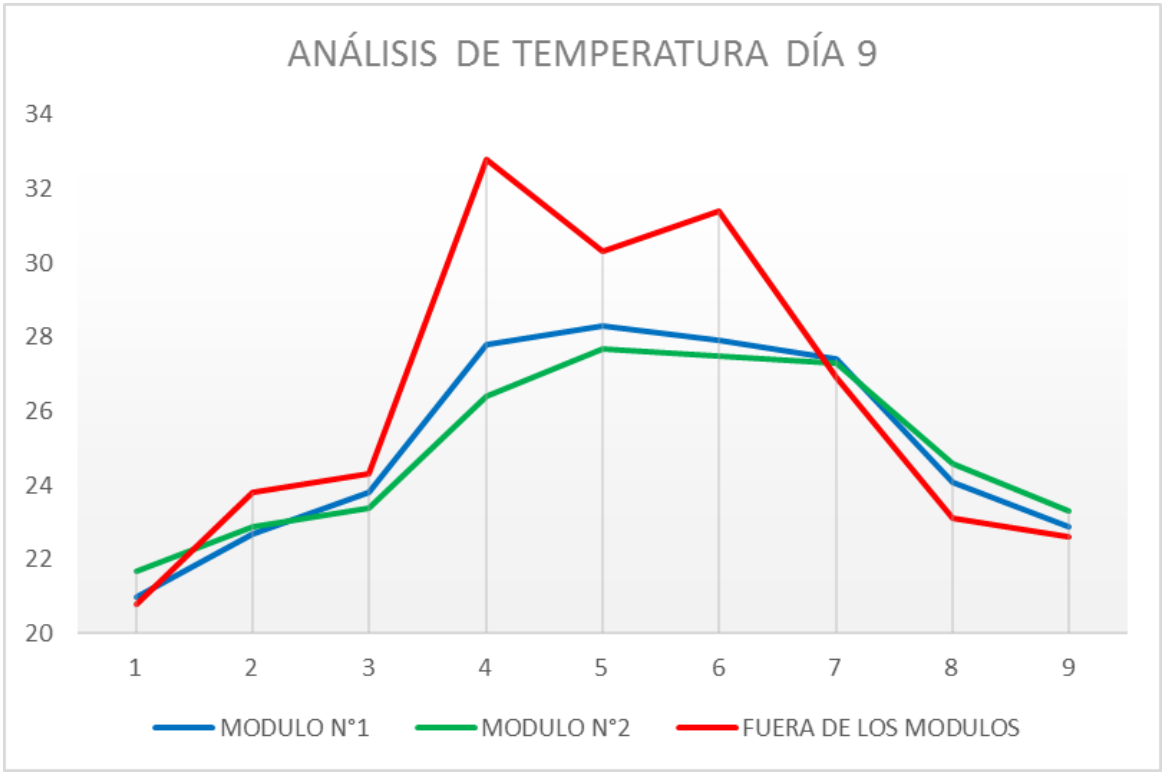
TABLA N° 0 51.- Medida de la temperatura del día 9 de febrero 2020

FECHA:		DOMINGO 9 DE FEBRERO DEL 2020		
N°	HORA	TEMPERATURA MODULO N°01 (°C)	TEMPERATURA MODULO N°02 (°C)	TEMPERATURA FUERA DE LOS MÓDULOS (°C)
1	6.38 AM	21	21.7	20.8
2	8.27 AM	22.7	22.9	23.8
3	10.25 AM	23.8	23.4	24.3
4	12.50 PM	27.8	26.4	32.8
5	2.17 PM	28.3	27.7	30.3
6	4.08 PM	27.9	27.5	31.4
7	6.29 PM	27.4	27.3	26.9
8	8.12 PM	24.1	24.6	23.1
9	10.14 PM	22.9	23.3	22.6

Fuente: Elaboración propia

73332589
LEYVA REQUEJO
FRANKLIN J.
48308012
ELGAR DIAZ
ARTEAGA
CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

IMAGEN N° 0 67.- Descripción grafica del análisis de temperatura 9 de febrero 2020



Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 0 52.- Medida de la temperatura del día 10 de febrero 2020

FECHA:		LUNES 10 DE FEBRERO DEL 2020		
N°	HORA	TEMPERATURA MODULO N°01 (°C)	TEMPERATURA MODULO N°02 (°C)	TEMPERATURA FUERA DE LOS MÓDULOS (°C)
1	6.15 AM	21.3	21.5	20.6
2	8.43 AM	22.9	23.1	23.9
3	10.10 AM	23.5	23	23.9
4	11.00 AM	22.6	22	23.1
5	1.00 PM	23.7	23.2	24.2
6	4.12 PM	27.5	27.1	29.8
7	6.27 PM	23.9	23.6	22.6
8	8.30 PM	22.8	23.6	22
9	10.10 PM	22.7	22.9	22.4

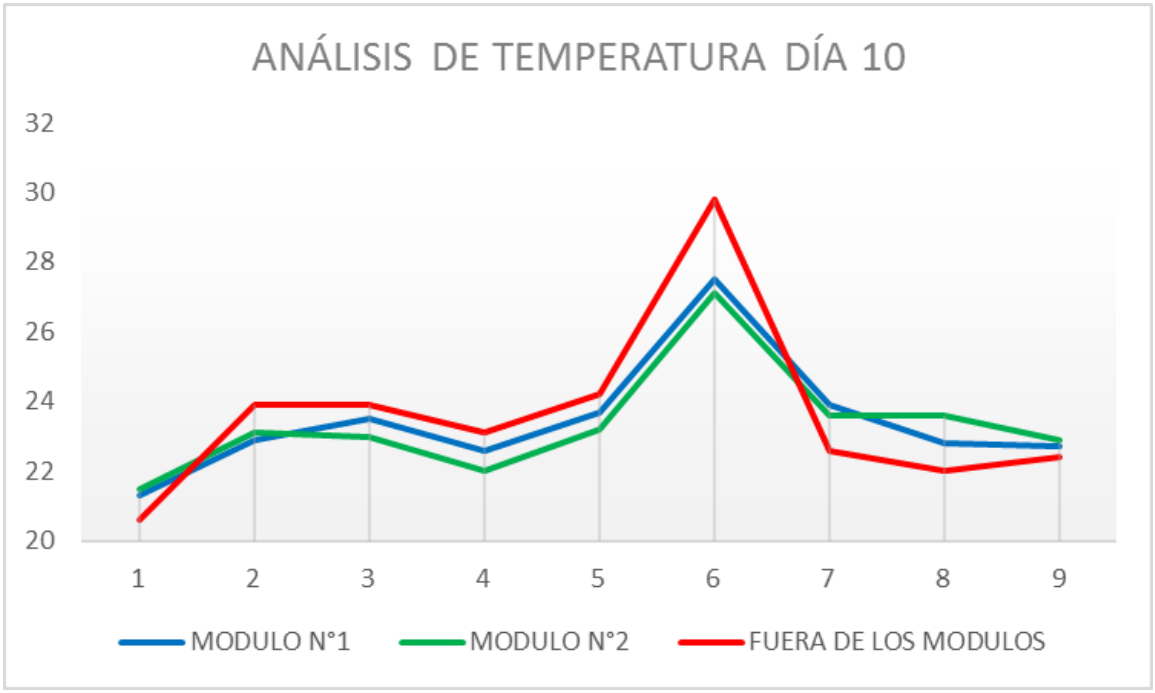
Fuente: Elaboración propia

74332589
LEYVA REQUEJO FRANKLIN.S.

48308012
ELGAR DIAZ ARTEAGA

CESAR JESUS DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

IMAGEN N° 0 68.- Descripción grafica del análisis de temperatura 10 de febrero 2020



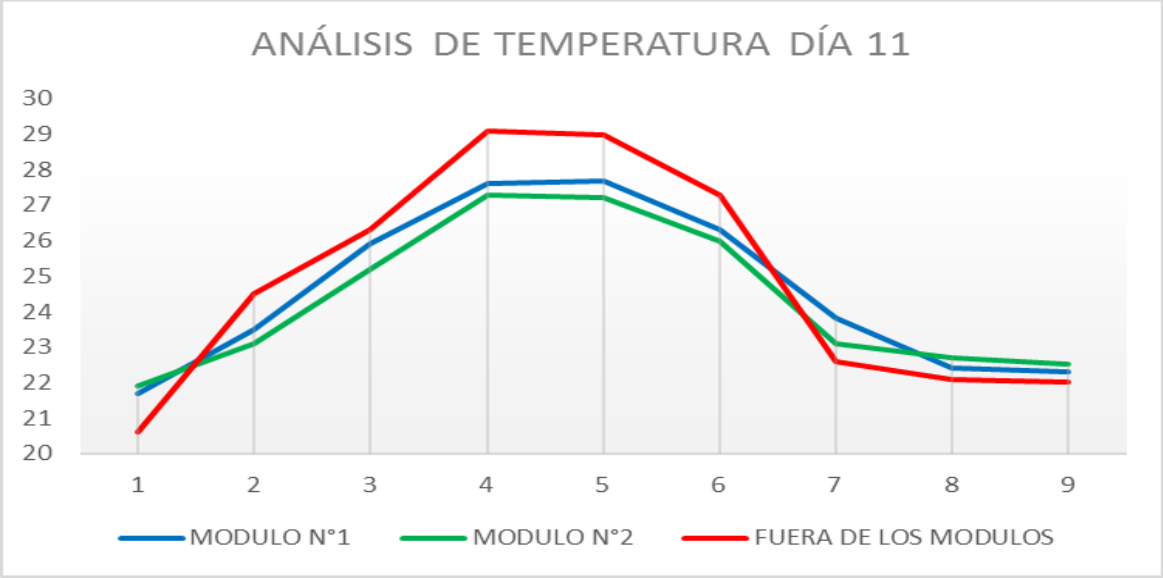
Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 0 53.- Medida de la temperatura del día 11 de febrero 2020

FECHA:		MARTES 11 DE FEBRERO DEL 2020		
N°	HORA	TEMPERATURA MODULO N°01 (°C)	TEMPERATURA MODULO N°02 (°C)	TEMPERATURA FUERA DE LOS MÓDULOS (°C)
1	6.41 AM	21.7	21.9	20.6
2	9.45 AM	23.5	23.1	24.5
3	10.20 AM	25.9	25.2	26.3
4	12.28 PM	27.6	27.3	29.1
5	2.16 PM	27.7	27.2	29
6	4.00 PM	26.3	26	27.3
7	5.40 PM	23.8	23.1	22.6
8	8.00 PM	22.4	22.7	22.1
9	10.45 PM	22.3	22.5	22

Fuente: Elaboración propia

IMAGEN N° 0 69.- Descripción grafica del análisis de temperatura 11 de febrero 2020



Fuente: Elaboración propia

Si notamos en la descripción grafica de la IMÁGENES N° 067, IMAGEN N° 068, IMAGEN N° 069 se puede observar que la medida de temperatura del MODULO N°01 empieza el día haciendo lectura de temperatura menor con respecto del MODULO N°02 y a cómo va avanzando el día con la presencia del sol el MODULO N°01 empieza a tener la lectura de temperatura mayor con respecto del MODULO N°02 y al atardecer con la ausencia del sol nuevamente el MODULO N°01 la lectura de temperatura es menor con respecto al MODULO N°02, de tal manera que analizando, con la presencia del sol el MODULO N°02 retiene todo el calor, para luego con la ausencia del sol hacer su descarga retenida de calor, cumpliendo con el objetivo principal de ser un aislante térmico.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. DISCUSIÓN DE LA PRESENCIA DE CASCARA DE ARROZ EN EL ELEMENTO ALIGERANTE PLANTEADO.

La presencia de cascara de arroz en esta investigación indica que a mayor porcentaje de cascara de arroz, los resultados de los ensayos a compresión y flexión va disminuyendo en resistencia. Con respecto a la absorción el bloque o probeta elaborada en la investigación se hace más frágil.

Con respecto al peso la cascara de arroz lo hace más ligero al elemento, pero sin embargo considerar no hacer el uso de cascara de arroz para algo que es frágil ante cualquier tipo de ensayo en resistencias. Sería muy bueno mezclar con concreto si la finalidad es aligerar debido a que el concreto es muy resistente.

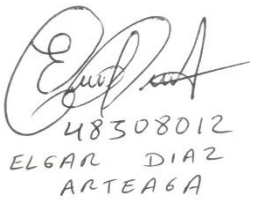
5.2. DISCUSIÓN DE LA PRESENCIA DE CEMENTO EN EL ELEMENTO ALIGERANTE PLANTEADO.

Con respecto a la presencia de cemento, favorece a la investigación, a mayor porcentaje de cemento le da el toque de dureza para enfrentar la prueba de absorción, y lo hace más resistente ante el ensayo a compresión y flexión, pero con respecto al contacto de temperaturas altas el tiempo de enfriar es más largo, por eso se debe agregar cemento lo suficiente parar tener una resistencia moderada y enfriar rápido.

5.3. DISCUSIÓN SOBRE LA PRESENCIA DE YESO EN EL ELEMENTO ALIGERANTE PLANTEADO.

La presencia de yeso en esta investigación es la más sobresaliente, el yeso sin duda es uno de los elementos que verdaderamente cumple como aislante térmico, por eso no debe faltar en esta investigación, es fácil de enfriar, liviano y sobre todo económico y fácil de conseguir por su abundancia.







5.4. DISCUSIÓN SOBRE EL ANÁLISIS DE MEDIDA DE TEMPERATURA DE LOS MODULO N°1 Y MODULO N°2

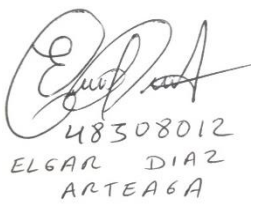
Para recordar MODULO N°01 es el que contiende el ladrillo de arcilla en su techo y MODULO N°02 es el elemento aligerante planteado en esta investigación.

En la descripción grafica de la IMAGEN N° 067, IMAGEN N° 068, IMAGEN N° 069 las líneas de referencia que indican la variación de las medidas de temperatura durante el día, se puede notar que el MODULO N °02 inicia el día con lectura de temperatura mayor con respecto del MODULO N°01 y a cómo avanza el día con la presencia del sol el MODULO N°02 empieza a medir su temperatura menor con respecto del MODULO N°01 y al atardecer con la ausencia del sol nuevamente el MODULO N°02 mide su temperatura mayor con respecto del MODULO N°01.

Definiendo aislante térmico se indica que aislante térmico por su misma palabra es un aislante, y térmico de la palabra temperatura, se sabe que temperatura puede medir desde bajo 0°C (frio) o sobre 0°C (calor)), la idea de aclarar esta definición es para entender mejor la reacción que tiene el elemento aligerante durante el día en presencia y ausencia del sol, cuando hay presencia de sol (calor) el elemento aligerante investigado tiende a retener todo el calor generando menos medida de temperatura que el modulo que contiene ladrillo de arcilla, y cuando hay ausencia de sol (frio) el elemento aligerante tiende a soltar su descarga de calor que recargo durante el día a presencia del sol, es por eso que la medida de temperatura es mayor que el modulo que contiene ladrillo de arcilla y si notamos las descripciones gráficas, la medida de temperatura es mayor hasta el siguiente día que se tiene nuevamente la presencia del sol, quiere decir que descarga muy lento el calor durante la noche.

Según el análisis del párrafo anterior hace que el elemento aligerante planteado en la investigación si cumpla como aislante térmico por que mantiene una temperatura controlada tanto en el día como la noche.







VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- Se ha producido un elemento aligerante con características de aislante térmico a base de yeso y cascara de arroz, para cumplir con el objetivo se tenía que adicionar un porcentaje de cemento.
- Se encontró la dosis correcta de yeso, cascara de arroz y un posible elemento adicional (arcilla, cemento o aditivo impermeabilizante), para esta investigación el posible elemento fue el cemento, los porcentajes son 10%CA + 82.5% yeso + 7.5% cemento.
- Se elaboraron las probetas adecuadas y también se realizó todo los a ensayos de laboratorio planteados (resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, absorción, relación agua/yeso, tiempos de fraguado) según la NORMA TÉCNICA PERUANA y la norma española UNE-EN 13279-2, se puede notar en los resultados que a mayor porcentaje de cascara de arroz menos resiste a compresión y flexión y es más frágil a la prueba de absorción y con mayor porcentaje de cemento es todo lo contrario a la cascara de arroz.
- Se diseñó la elaboración de un elemento aligerante planteado y también se sometió a los ensayos de laboratorio mencionados (resistencia a la compresión y absorción) según la NORMA TÉCNICA PERUANA, la idea de improvisar era que el elemento aligerante elaborado sea de menos peso que el ladrillo de arcilla.
- Se construyeron dos ambientes (dimensiones A=1.00 m, L= 2.00 m, H=1.40) estas tienen las mismas condiciones a excepción del aligerante en losas (MODULO N°01 ladrillo de arcilla, y el MODULO N°02 elemento aligerante planteado). Para ello se buscó un área libre y que este expuesto a contacto con el sol.
- Se comparó la temperatura de los ambientes construidos cuan menor o mayor mide, hubo muchas sorpresas con los resultados, el MODULO N°02 a presencia del sol mide menos la temperatura que el MODULO N°01 y todo lo contrario en ausencia del sol

74332589
LEYVA REQUEJO
FRANKLIN J.

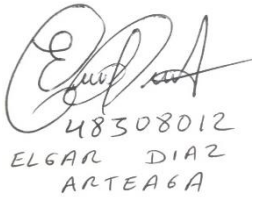
48308012
ELGAR DIAZ
ARTEAGA

CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

6.2. RECOMENDACIONES

- Sobre el elemento aligerante planteado en esta investigación, se recomienda utilizar en zonas altas donde en ausencia del sol la temperatura es demasiado bajo, la razón es que el elemento aligerante planteado en presencia del sol recarga de calor sus partículas para luego en ausencia del sol descargar el calor lentamente, algo que es necesario para un lugar frio mantener cálido el lugar.
- Para zonas calurosas o de temperaturas elevadas se recomienda a futuros tesistas elaborar una comparación de ambientes con dimensiones mayores a los ambientes de esta investigación, la idea es diferenciar la medida de temperatura en ambientes más grandes y como en realidad se comporta el elemento aligerante planteado.
- La cascara de arroz se recomienda ser utilizada en procesos constructivos, pero si su finalidad es alivianar y para uso donde no se necesita mucha resistencia a compresión o flexión, por ejemplo en un concreto donde su resistencia es alta y adicionar cascara de arroz no afectara, para el caso de combinar con elementos frágiles como el yeso no se recomienda utilizar, con más razón si es para obtener una resistencia grande, visto que la cascara de arroz a mayor porcentaje menos resistencia tiene.
- Se recomienda a futuros tesistas continuar investigando sobre los aislantes térmicos, sobre todo para beneficiar zonas de calor o temperaturas muy elevadas (selva peruana, por ejemplo), el yeso es un elemento muy útil para el caso de características de aislante térmico, usar este elemento para investigaciones de aislantes térmicos. Considerar las investigaciones en especial para viviendas con techo liviano de calamina.







VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEGLIARDO, H. F. (2015). *REUTILIZACIÓN Y VALORIZACION DEL YESO RESIDUAL DE CONSTRUCCIONES.* SANTA FE: EDITORIAL DE LA UNIVERSIDAD TECNÓLOGICA NACIONAL - edUTecNE.

BERNA, S. J. (2013). *EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MORTEROS ADITIVADOS DE YESO CON VERMICULITA.* Tesis de pregado, España.

BRIONES, G. E. (2018). *INFLUENCIA DEL TIPO DE RELACION AGUA /CEMENTO SOBRE LA COMPRESIÓN, POROSODAD, DENSIDAD, FRAGUADO Y EXPANSIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE EDIFICACIONES, TRUJILLO 2018.* Tesis de pregrado, Universidad Peruana del Norte, Trujillo.

CHUR, P. G. (2010). *EVALUACIÓN DEL USO DE LA CASCARRILLA DE ARROZ COMO AGREGADO ORGÁNICO EN MORTEROS DE MAMPOSTERÍA.* Tesis de pregado, Universidas de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

EGEA, C. (2017). *VENTAJAS DEL YESO Y SUS USOS EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN.*

GARCIA, R. E., & SUÁREZ, B. M. (s.f.). *LAS ARCILLAS: PROPIEDADES Y USOS.* MADRID.

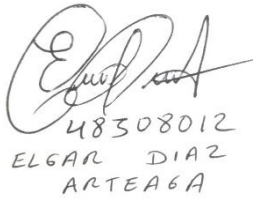
LEIVA, A. M., & DEL RÍO MERINO, M. (2013). *ESCAYOLA ADITIVADA CON RESIDUOS AGRÍCOLAS: CÁSCARA DE ARROZ Y CÁSCARA TRITURADA.* MADRID: PUBLICADO: Congreso Internacional de Construcción Sostenible y Soluciones Ecoeficientes (1º. 2013. Sevilla).

MAMANI, D. D. (2016). *EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS ENTRE EL YESO Y EL YESO ADICIONADOCON MATERIALES RECICLADOS SEGÚN LA NORMA UNE-EN 13279-2 PARA SU USO EN LA FABRICACIÓN DE PLACAS DE YESO.* Tesis de pregrado, Universidad Andina del Cusco, Cusco, Perú.

MONTALVO, G. M. (2015). *PAVIMENTOS RIGIDOS REFORZADOS CON FIBRAS DE ACERO VERSUS PAVIMENTOS TRADICIONALES.* Tesis de pregrado, Universidad Catolica del Perú, Lima, Perú.

PARDO, J. D. (2015). MATERIALES COMPUESTOS LIGEROS BASADOS EN YESO CON REFUERZO DE FIBRA DE CASCARRILLA DE ARROZ Y POLIESTIRENO. *MLA 8th Edition*, 26.







DEDICATORIA

DIOS siempre es la clave de todo triunfo, por eso principalmente dedico a él todo lo que se logró durante la investigación.

MIS PADRES, todo lo que soy hasta el momento es gracias al esfuerzo que ellos hicieron para que los resultados de cada logro sean positivos, con mucho cariño dedico a ellos esta investigación.

HERMANOS Y MARILIN AGUILAR dedico a ellos este proyecto, por que en muchas ocasiones me brindaron una mano sincera para no truncar con el desarrollo del proyecto.

ELGAR DIAZ ARTEAGA

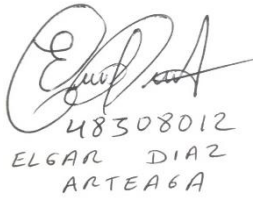
A JEHOVA dueño de mi vida y del sendero a seguir, quien me brinda el aliento inquebrantable en esta meta propuesta.

MI FAMILIA (DOÑA MARITZA, MI HERMANO DEIVIS); son los mejores por confiar en mí y por darme ánimo a seguir en esta lucha de verme ser un gran profesional.

MI ABUELITA NÉLIDA, la persona que siempre me brindo un gran apoyo y bienestar.

LEYVA REQUEJO FRANKLIN J.







AGRADECIMIENTO

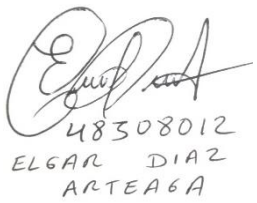
Al ingeniero CÉSAR JESÚS DÍAZ CORONEL por su asesoría, por el tiempo dedicado a cada consulta e interpretación, por su confianza y amistad que nos brindó para la realización de nuestra tesis.

A nuestra alma mater la Universidad Nacional de Jaén, por contribuir en nuestra formación académica y profesional, y a cada docente por cada enseñanza y cada lección la cual fortalecio nuestros conocimientos adquiridos.

A todos nuestros familiares y amigos por los ánimos brindados ayuda económica y algunos consejos y opiniones acerca del avance del proyecto

A DIOS siempre agradecidos por lo que fuimos, somos y seremos, estamos convencidos de que el no permitirá que vayamos por mal camino, siempre por el buen camino para ayudar al prójimo como profesionales.

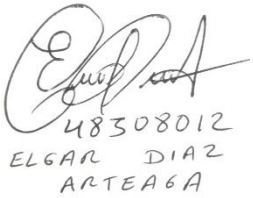






ANEXOS

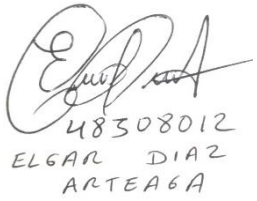

73332589
LEYVA REQUEJO
FRANKLIN.S.


48308012
ELGAR DIAZ
ARTEAGA


CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

ANEXO N° 0 1.- Formatos para ensayar las probetas de investigación







UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNJ

TOMA DE DATOS

"PRODUCCIÓN DE ELEMENTO ALIGERANTE CON CARACTERÍSTICAS DE AISLANTE TÉRMICO A BASE DE YESO Y CASCARA DE ARROZ"

ENSAYO :	RELACIÓN AGUA/YESO (método de medida de fluidez de la pasta)
NORMA:	UNE-EN 13279-2
FECHA:	
MATERIAL	

DATOS		
R	relación agua/(masa o yeso)	
m2	cantidad de masa o yeso empleado	gramos
500	agua	gramos

FORMULA

$$R = \frac{500}{m_2}$$

N°	AGUA (gr)	masa o YESO (gr)	R	DIÁMETRO (mm)			RANGO (mm)
				D1	D2	PROMEDIO	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

R a considerar es	R =	

observaciones:

CESAR JESUS DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 172559

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNJ

TOMA DE DATOS

"PRODUCCIÓN DE ELEMENTO ALIGERANTE CON CARACTERÍSTICAS DE AISLANTE TÉRMICO A BASE DE YESO Y CASCARA DE ARROZ"

ENSAYO :	TIEMPO DE FRAGUADO (método del cuchillo)
NORMA:	UNE-EN 13279-2
FECHA:	
MATERIAL EMPLEADO:	

DATOS

Ti	tiempo de principio de fraguado	minutos
t0	momento que se pone la masa o yeso en contacto con el agua	minutos
t1	tiempo en el que los labios de la hendidura realizada sobre la masa o yeso con el cuchillo dejan de acercarse	minutos

FORMULA

$$T_i = t_1 - t_0$$

N°	t0	t1	Ti
1			
2			
3			
4			
5			
6			
Ti promedio			

tiempo de fraguado es	

observaciones:

43332589
LEYVA REQUEJO FRANKLIN.S.

48308012
ELGAR DIAZ ARTEAGA

CESAR JESUS DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNJ

TOMA DE DATOS

"PRODUCCIÓN DE ELEMENTO ALIGERANTE CON CARACTERÍSTICAS DE AISLANTE TÉRMICO A BASE DE YESO Y CASCARA DE ARROZ"

ENSAYO :	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN
NORMA:	UNE-EN 13279-2
DESMOLDE:	mínimo 45 minutos después del fraguado
ROTURA:	a los 7 días de endurecido
FECHA:	
MATERIAL EMPLEADO PARA PROBETA:	

DATOS

FORMULA

$$P_F = 0,002\,34 \times P$$

1 kgf =	9.8	N o	10	N
NORMA ASTM C-348 - Probeta =			40mm*40mm*160mm	
Pf		Resistencia a flexión		N/mm^2
P		carga media de rotura		N
F		Equipo Accuteck		kgf

N°	PROBETA	F	P	Pf
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
	Pf promedio =			N/mm^2

observaciones:

73332589
LEYVA REQUEJO FRANKLIN J.

48308012
ELGAR DIAZ ARTEAGA

CESAR JESUS DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNJ

TOMA DE DATOS

"PRODUCCIÓN DE ELEMENTO ALIGERANTE CON CARACTERÍSTICAS DE AISLANTE TÉRMICO A BASE DE YESO Y CASCARA DE ARROZ"

ENSAYO :	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
NORMA:	UNE-EN 13279-2
DESMOLDE:	mínimo 45 minutos después del fraguado
ROTURA:	a los 7 días de endurecido
FECHA:	
MATERIAL EMPLEADO	

DATOS

1 kgf =	9.8	N o	10	N	
NORMA ASTM C-348 - Probeta =			40mm*40mm*160mm		
Rc		Resistencia a compresión			N/mm^2
Fc		máxima carga en la rotura			N
1600		40mm*40mm área de la probeta			mm^2
P		fuerza del equipo universal de ensayo de materiales			Kgf

FORMULA

$$R_c = \frac{F_c}{1\,600}$$

N°	PROBETA		P	Fc	Fc promedio	Rc
1	A1					
2	A2					
3	A3					
4						
5						
6						

Rc promedio =		N/mm^2

observaciones:

74332589
LEYVA REQUEJO FRANKLIN.J

48308012
ELGAR DIAZ ARTEAGA

CESAR JESUS DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNJ

TOMA DE DATOS

"PRODUCCIÓN DE ELEMENTO ALIGERANTE CON CARACTERÍSTICAS DE AISLANTE TÉRMICO A BASE DE YESO Y CASCARA DE ARROZ"

ENSAYO :	PRUEBA DE ABSORCIÓN
NORMA:	NTP 399.613
TEMPERATURA DE SECADO	24 horas de secado a 110° C
INMERSIÓN EN AGUA:	24 horas
TEMPERATURA DEL AGUA:	15.5°C - 30°C
MATERIAL EMPLEADO	

DATOS

1 kgf =	9.8	N o	10	N	
NORMA ASTM C-348 - Probeta =			40mm*40mm*160mm		
Wd		peso seco del espécimen			gramos
Ws		peso saturado del espécimen			gramos
aproximación		0.001			%

FORMULA

$$Absorción\% = 100\frac{(W_s - W_d)}{W_d}$$

N°	ESPÉCIMEN	PESO		ABSORCIÓN
		SECO	SATURADO	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Absorción promedio =		%

observaciones:

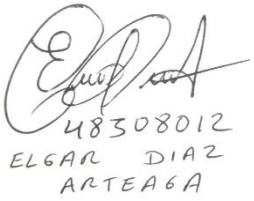
74332589
LEYVA REQUEJO FRANKLIN J.

48308012
ELGAR DIAZ ARTEAGA

CESAR JESUS DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

ANEXO N° 0 2.- Formatos de los ensayos del elemento aligerante planteado







UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNJ

TOMA DE DATOS

"PRODUCCIÓN DE ELEMENTO ALIGERANTE CON CARACTERÍSTICAS DE AISLANTE TÉRMICO A BASE DE YESO Y CASCARA DE ARROZ"

ENSAYO :	PRUEBA DE ABSORCIÓN RÁPIDA O SUCCIÓN
NORMA:	NTP 399.613
TEMPERATURA DE SECADO:	7 días de secado a 25° C - 35°C
INMERSIÓN EN AGUA:	15 minutos
TEMPERATURA DEL AGUA:	15.5°C - 30°C
OBJETO A ENSAYAR:	

DATOS			FORMULA
Wd	peso seco del espécimen	gramos	$Absorción\% = 100\frac{(W_s - W_d)}{W_d}$
Ws	peso saturado del espécimen	gramos	
aproximación	0.001	%	

N°	ESPÉCIMEN	PESO		ABSORCIÓN
		SECO	SATURADO	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Absorción promedio =		%

observaciones:

73332589
LEYVA REQUEJO FRANKLIN J.

48308012
ELGAR DIAZ ARTEAGA

CESAR JESUS DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNJ

TOMA DE DATOS

"PRODUCCIÓN DE ELEMENTO ALIGERANTE CON CARACTERÍSTICAS DE AISLANTE TÉRMICO A BASE DE YESO Y CASCARA DE ARROZ"

ENSAYO :	ENSAYO A LA COMPRESIÓN
NORMA:	NTP 331.018
DESMOLDE:	mínimo 45 minutos después del fraguado
ROTURA:	A los 7 días de endurecido
FECHA	
OBJETO A ENSAYAR:	

DATOS

1 kgf =	9.8	N o	10	N	
ÁREA DE ELEMENTO A ROMPER ES 15cm * 30cm					
P	carga de rotura aplicada por la maquina				N
A	Área del espécimen				cm^2
F´b	esistencia a la compresión del element				N/cm^2

FORMULA

$$f'b = \frac{P}{A}$$

N°	PROBETA	P en Kgf	P en N	A	F´b
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

F´b promedio =		N/cm^2

observaciones:

74332589
LEYVA REQUEJO FRANKLIN.S

48308012
ELGAR DIAZ ARTEAGA

CESAR JESUS DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNJ

TOMA DE DATOS

"PRODUCCIÓN DE ELEMENTO ALIGERANTE CON CARACTERÍSTICAS DE AISLANTE TÉRMICO A BASE DE YESO Y CASCARA DE ARROZ"

ENSAYO :	MEDIDA DE LA TEMPERATURA AMBIENTE
DISPOSITIVO A USAR:	DIGITAL TERMÓMETRO
OBJETO A ENSAYAR:	

FECHA:				
N°	HORA	TEMPERATURA MODULO N°1 (°C)	TEMPERATURA MODULO N°2 (°C)	TEMPERATURA FUERA DE LOS MÓDULOS (°C)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

FECHA:				
N°	HORA	TEMPERATURA MODULO N°1 (°C)	TEMPERATURA MODULO N°2 (°C)	TEMPERATURA FUERA DE LOS MÓDULOS (°C)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

observaciones:

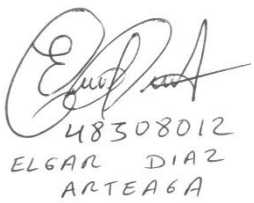
73332589
LEYVA REQUEJO FRANKLIN.S

48308012
ELGAR DIAZ ARTEAGA

CESAR JESUS DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

ANEXO N° 0 3.- Panel fotográfico







TESISTAS Y ASESOR EN EL DESARROLLO DE PROBETAS A ENSAYAR



INGENIERO ENCARGADO DE LABORATORIO Y TESISTAS, HACIENDO ENSAYO DE PROBETAS (RESISTENCIA A LA FLEXIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN)



73332589
LEYVA REQUEJO
FRANKLIN.S.

48308012
ELGAR DIAZ
ARTEAGA

CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 172559

PROBETAS DE INVESTIGACIÓN PUESTOS AL HORNO A 110 °C



TESISTAS ENCOFRANDO LOS MÓDULOS PARA ELABORAR EL TECHO ALIGERADO



73332589
LEYVA REQUEJO
FRANKLIN S.

48308012
ELGAR DIAZ
ARTEAGA

CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

TRASLADANDO EL ELEMENTO ALIGERANTE PLANTEADO, SIN NINGÚN PROBLEMA



VACIADO DE CONCRETO PARA LOSA ALIGERA (MODULO N°01 Y MODULO N°02)

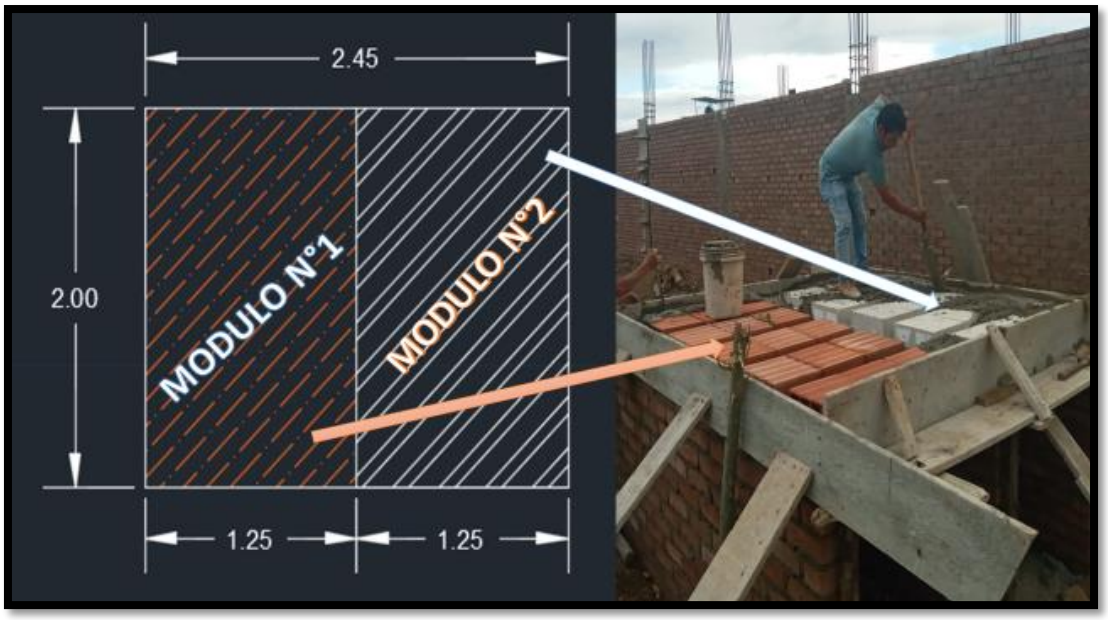


74332589
LEYVA REQUEJO
FRANKLIN.S.

48308012
ELGAR DIAZ
ARTEAGA

CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559

DIMENSIONES DE LA LOSA, DESCRIPCIÓN DE LOS MÓDULOS (EN METROS)



VACIADO COMPLETO DE CONCRETO SIN NINGÚN PROBLEMA



.

74332589
LEYVA REQUEJO
FRANKLIN.S.

48308012
ELGAR DIAZ
ARTEAGA

CESAR JESUS
DIAZ CORONEL
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172559