



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**TECNOLOGÍA DEL CONCRETO CELULAR UTILIZANDO
TOTORA (*Schoenoplectus Californicus*), COMO AISLANTE
TÉRMICO PARA ALBAÑILERÍA NO ESTRUCTURAL – PUNO**

TESIS

PRESENTADA POR:

SILVIA AYDE YUCRA SACACHIPANA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

PUNO – PERÚ

2019



DEDICATORIA

A Dios padre todo poderoso, por darme la vida y concederme salud para poder disfrutarlo día a día.

A mi padre Rodrigo Yucra, que con su sabiduría, inteligencia y fortaleza me dio el mejor ejemplo que un padre puede dar a un hijo. A ti papá, que con tu esfuerzo lograste sacar adelante a nuestra hermosa familia. No me queda más que agradecerte infinitamente lo que hiciste por mí.

A mi madre Silveria Sacachipana, que con el cariño, amor y esfuerzo siempre nos brindaste a tus hijos, hiciste de nosotros buenas personas y mantuviste unida a nuestra familia. A ti mamá, que das todo por tus hijos. Por los buenos consejos que me diste en aquellos momentos difíciles de mi vida, por cada lágrima que derramaste por mí. No me alcanzaría la vida para agradecerte todo lo que hiciste por mí, mamá te amo. Le doy gracias a Dios todo poderoso por haberte tenido como mi madre.

A mis hermanos Wilver (+) y Carlos los quiero, siempre estuvieron conmigo en los buenos y en los malos momentos. A ellos, que siempre me demostraron su cariño y amor. Los amo, gracias por ser mis hermanos.

SILVIA YUCRA



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano, a la Facultad y a la Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, por haberme dado la oportunidad de escalar un peso más, en el campo del conocimiento.

A mis jurados, Dr. Edilberto Velarde Coaquira, M.Sc. Teófilo Chirinos Ortiz, M.Sc. Alcides Héctor Calderón Montalico; por sus sabios consejos e inculcación de esfuerzo, respeto y disciplina.

A mi Director y/o Asesor de tesis, Dr. Germán Belizario Quispe, por el apoyo inmenso, incesante en la elaboración y concepción del presente trabajo.

Doy mis gratitudes al Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica (FONDECYT) Banco Mundial(BM), que mediante el Contrato N° 120-2018-FONDECYT-BM-IADT-MU celebrada con la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, se me brindó ayuda de inversión en la ejecución de trabajo de investigación a través del subproyecto **Turismo rural vivencial ecoeficiente del distrito de Atuncolla Lago Titicaca Puno** y concluir satisfactoriamente la tesis.

A los responsables del laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola por su constante apoyo y colaboración en la realización de este trabajo experimental.

SILVIA YUCRA



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 13

ABSTRACT..... 14

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 16

1.1.1 Problema general 17

1.1.2 Problemas específicos..... 17

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN..... 18

1.3 OBJETIVOS..... 19

1.3.1 Objetivo general 19

1.3.2 Objetivos específicos 19

1.4 HIPÓTESIS 19

1.4.1 Hipótesis general 19

1.4.2 Hipótesis específicas..... 19

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN..... 21



2.1.1.	Internacionales	21
2.1.2.	Nacionales	22
2.2.	MARCO TEÓRICO	24
2.2.1.	Concreto.....	24
2.2.1.1.	Características	25
2.2.2.	Concreto en estado endurecido.....	26
2.2.2.1.	Resistencia a la compresión	26
2.2.2.2.	Desarrollo de la resistencia a compresión del concreto	27
2.2.3.	Concreto celular.....	27
2.2.3.1.	Ventajas y desventajas del concreto celular	28
2.2.4.	Agente espumante (generador de aire)	31
2.2.5.	Totora.....	32
2.2.5.1.	Definición.....	32
2.2.5.2.	Propiedades físicas de la totora	32
2.2.6.	Conductividad térmica.....	33
2.2.6.1.	Cálculo de la conductividad térmica	33
2.2.7.	Resistencia térmica (R).....	35
2.2.8.	Transmitancia térmica (U).....	35
2.2.9.	Sensación térmica.	36

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO CELULAR EN ESTADO ENDURECIDO BAJO LAS DIFERENTES DOSIFICACIONES DE TOTORA.	38
3.1.1.	Cantera.....	38



3.1.2.	Peso específico y porcentaje de absorción	38
3.1.3.	Pesos unitarios	39
3.1.4.	Análisis granulométrico por tamizado.....	39
3.1.5.	Porcentaje de humedad	40
3.1.6.	Cemento.....	40
3.1.7.	Diseño de mezclas de concreto $f'c$: 280 kg/cm ² (CCT-0%).....	40
3.1.8.	Elaboración de probetas cilíndricas (briquetas testigo).....	45
3.1.9.	Elaboración de bloques rectangulares (4 x 20 x 40 cm.).....	46
3.1.10.	Desarrollo experimental	47
3.1.10.1.	Ensayo de densidad entre masa y volumen.....	47
3.1.10.2.	Ensayo de resistencia a la compresión simple	50
3.1.10.3.	Ensayo conductividad térmica	51
3.1.11.	Datos de la investigación.....	52
3.2.	DOSIFICACIÓN ÓPTIMA DE LA TOTORA PARA UN ADECUADO DESARROLLO DE CONCRETO CELULAR CON BUENAS PROPIEDADES TÉRMICAS.....	68
3.2.1.	Elaboración del concreto	68
3.2.2.	Fibra de totora utilizada.....	69
3.2.3.	Aditivo agente espumante	69

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO CELULAR EN ESTADO ENDURECIDO BAJO LAS DIFERENTES DOSIFICACIONES DE TOTORA	71
4.1.1.	Propiedades del concreto en estado endurecido	71



4.1.1.1.	Resistencia a la compresión	71
4.1.1.2.	Concreto testigo con 0% contenido de fibra de totora (CCT-0%)	72
4.1.1.3.	Concreto con 2% contenido de fibra de totora y agente espumante (CCT-2%)	73
4.1.1.4.	Concreto con 4% contenido de fibra de totora y agente espumante (CCT-4%).	74
4.1.1.5.	Concreto con 6% contenido de fibra de totora y agente espumante (CCT-6%)	75
4.1.1.6.	Concreto con 8% contenido de fibra de totora y agente espumante (CCT-8%).	76
4.1.1.7.	Resistencia a la compresión promedio obtenido	77
4.1.2.	Masa unitaria	79
4.1.3.	Conductividad térmica.....	82
4.1.3.1.	Resultados de los especímenes del concreto celular bloque rectangular (20x40x4 cm)	83
4.1.4.	Resistencia térmica	85
4.1.5.	Transmitancia térmica	87
4.1.5.1.	Resultados de los especímenes de concreto en forma bloques rectangulares (20x40x4 cm)	87
4.2.	DOSIFICACIÓN ÓPTIMA DE LA TOTORA PARA UN ADECUADO DESARROLLO DE CONCRETO CELULAR CON BUENAS PROPIEDADES TÉRMICAS.....	88
4.2.1.	Conductividad térmica del adobe	91
V.	CONCLUSIONES.....	92
VI.	RECOMENDACIONES	93



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	94
ANEXOS.....	98

Área : Ingeniería y Tecnología

Línea : Diseño de Infraestructura Rural

FECHA DE SUSTENTACION: 26 de diciembre de 2019.



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Relación entre la resistencia a la compresión del concreto en diferentes edades y la resistencia a los 28 días.	27
Tabla 2.	Conductividad térmica de los materiales.	37
Tabla 3.	Peso específico (sss) y % de absorción de los agregados.	39
Tabla 4.	Pesos unitarios (suelto y varillado).	39
Tabla 5.	Porcentaje de humedad del agregado fino.	40
Tabla 6.	Características de los agregados, mezcla tipo testigo (CCT-0%).	41
Tabla 7.	Volúmenes de la mezcla testigo (CCT-0%).	43
Tabla 8.	Dosificaciones de la mezcla testigo (CCT-0%).	45
Tabla 9.	Dosificaciones de la mezcla testigo (CCT-0%).	45
Tabla 10.	Masa y dimensiones geométricas de las probetas, mezcla tipo CCT-0%	48
Tabla 11.	Masa y dimensiones geométricas de las probetas mezcla, tipo CCT-2%	48
Tabla 12.	Masa y dimensiones geométricas de las probetas mezcla, tipo CCT-4%	49
Tabla 13.	Masa y dimensiones geométricas de las probetas mezcla, tipo CCT-6%	49
Tabla 14.	Masa y dimensiones geométricas de las probetas mezcla, tipo CCT-8%	50
Tabla 15.	Procesamiento de datos, bloque CCT-0% I – II.	53
Tabla 16.	Conductividad, resistencia y transmitancia térmica, bloque CCT-0% I–II.	54
Tabla 17.	Procesamiento de datos, bloque CCT-2% I – II.	56
Tabla 18.	Conductividad, resistencia y transmitancia térmica, bloque CCT-2% I – II.	57
Tabla 19.	Procesamiento de datos, bloque CCT-4% I – II.	59
Tabla 20.	Conductividad, resistencia y transmitancia térmica, bloque CCT-4% I - II.	60
Tabla 21.	Procesamiento de datos, bloque CCT-6% I – II.	62
Tabla 22.	Conductividad, resistencia y transmitancia térmica, bloque CCT-6% I – II.	63



Tabla 23. Procesamiento de datos, bloque CCT-8% I – II.	65
Tabla 24. Conductividad, resistencia y transmitancia térmica bloque CCT-8% I – II.	66
Tabla 25. Dosificaciones en diferentes porcentajes de totora.	68
Tabla 26. Propiedades físicas del aditivo incorporador de Aire (Sika Aer).	70
Tabla 27. Resistencia a la compresión con 0% (fibra de totora) CCT-0%	72
Tabla 28. Resistencia a la compresión con 2%(fibra de totora y agente espumante) CCT-2%	73
Tabla 29. Resistencia a la compresión con 4 %(fibra de totora y agente espumante) CCT-4%	74
Tabla 30. Resistencia a la compresión con 6%(fibra de totora y agente espumante) CCT-6%	75
Tabla 31. Resistencia a la compresión con 8%(fibra de totora y agente espumante) CCT-8%.	76
Tabla 32. Resistencia a la compresión promedio.....	77
Tabla 33. Resultados de masa unitaria (briquetas).	80
Tabla 34. Ensayo de masa unitaria (bloques 20x40x4cm).....	82
Tabla 35. Coeficiente de conductividad térmica (bloques rectangulares).	83
Tabla 36. Coeficiente de resistencia térmica (bloques rectangulares).	86
Tabla 37. Coeficiente de transmitancia térmica (bloques rectangulares).	87
Tabla 38. Resistencia promedio a compresión (briquetas).	89
Tabla 39. Promedios de conductividad, resistencia y transmitancia térmica de unidades macizas.	90



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Gráfico de transferencia de calor.	35
Figura 3.	Conductividad térmica vs tiempo, bloque CCT-0% I-II.....	55
Figura 4.	Temperatura vs tiempo, bloque CCT-2% I – II.	58
Figura 5.	Conductividad térmica vs tiempo, bloque CCT-2% I – II.	58
Figura 6.	Temperatura vs tiempo, bloque CCT-4% I – II.	61
Figura 7.	Conductividad térmica vs tiempo, bloque CCT-4% I – II.	61
Figura 8.	Temperatura vs tiempo, bloque CCT-6% I – II.	64
Figura 9.	Conductividad térmica vs tiempo, bloque CCT-6% I – II.	64
Figura 10.	Temperatura vs tiempo, bloque CCT-8% I – II.	67
Figura 11.	Conductividad térmica vs tiempo, bloque CCT-8% I – II.	67
Figura 12.	Evolución de la resistencia a compresión obtenida para diferentes porcentajes de fibra de totora con agente espumante.....	78
Figura 13.	Conductividad térmica para cada tipo de muestra (bloques rectangulares)	83
Figura 14.	Comportamiento de la conductividad térmica del concreto celular con diferentes dosificaciones.	85
Figura 15.	Comportamiento de la resistencia térmica (bloques rectangulares).....	86
Figura 16.	Comportamiento de transmitancia térmica (bloques rectangulares).....	88
Figura 17.	Comparación de resistencia a la compresión y coeficiente de conductividad térmica.....	91



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

SSS	: Peso específico y porcentaje de absorción
W%	: Contenido de humedad.
NTP	: Norma técnica peruana.
ASTM	: Siglas en inglés para la American Society of Testing Materials, que significa, Asociación Americana de Ensayo de Materiales.
ACI	: American Concrete Institute.
f_c	: Resistencia a la compresión.
a/c	: Relación agua/cemento.
°C	: Grados Centígrados.
°K	: Grados Kelvin
K	: Conductividad térmica
R	: Resistencia térmica
U	: Transmitancia térmica
CCT-0%	: Concreto celular tipo testigo.
CCT-2%	: Concreto celular con dosificación de 2% de totora.
CCT-4%	: Concreto celular con dosificación de 4% de totora.
CCT-6%	: Concreto celular con dosificación de 6% de totora.
CCT-8%	: Concreto celular con dosificación de 8% de totora.



RESUMEN

En Puno presentan fuertes oscilaciones térmicas, hacen que las habitaciones no sean confortables en periodos de junio a setiembre, por lo que, se propone evaluar la tecnología del concreto celular utilizando totora (*schoenoplectus californicus*) como aislante térmico para albañilería no estructural – Puno, determinando las propiedades físico – mecánicas del concreto celular en estado endurecido con diferentes dosificaciones de totora y así determinar la dosificación óptima de la totora con buenas propiedades térmicas; siguiendo metodologías de diseño de mezcla de concreto, asimismo, adicionando durante el preparado 300 ml de agente espumante y totora picada a diferentes dosis: 2%, 4%, 6% y 8%, para mejorar la capacidad aislante, donde los espécimen de concreto fueron vaciadas en probetas cilíndricas estándar y bloques rectangulares, los primeros a 7, 14 y 28 días de desarrollo fueron sometidos a la prueba de resistencia a la compresión en una prensa hidráulica, y la conductividad térmica se realizó con conductivímetro. Los resultados de la resistencia a la compresión de testigo son: CCT-0%: 104.90%, y con adición de totora son: CCT-2%: 87.46%, CCT-4%: 80.18%, CCT-6%: 69.12% y CCT-8%: 63.90% a los 28 días, la conductividad térmica CCT-0%: 0.1501, CCT-2%: 0.1504, CCT-4%: 0.1514, CCT-6%: 0.1517 y CCT-8%: 0.1522 (W/m[°]K). Concluyendo que a mayor porcentaje de totora picada incrementa la conductividad térmica, pero disminuye la resistencia a la compresión simple del concreto, ya que la totora es un buen aislante térmico.

Palabras clave: Aislante térmico, concreto celular, totora, vivienda.



ABSTRACT

In Puno they present strong thermal oscillations, making the rooms uncomfortable in periods from June to September, therefore, it is proposed evaluating the technology of cellular concrete using totora (*schoenoplectus californicus*) as thermal insulation for masonry. structural – Puno, determining the physical – mechanical properties of cellular concrete in hardened state with different dosages of reeds and thus determine the optimal dosage of reeds with good thermal properties; following concrete mix design methodologies, likewise, adding during the preparation 300 ml of foaming agent and chopped cattail at different doses: 2%, 4%, 6% and 8%, to improve the insulating capacity, where the concrete specimen they were cast in standard cylindrical specimens and rectangular blocks, the first ones at 7, 14 and 28 days of development were subjected to the compressive strength test in a hydraulic press, and the thermal conductivity was performed with a conductivity meter. The results of the witness compressive strength are: CCT-0%: 104.90%, and with the addition of cattail they are: CCT-2%: 87.46%, CCT-4%: 80.18%, CCT-6%: 69.12% and CCT-8%: 63.90% at 28 days, the thermal conductivity CCT-0%: 0.1501, CCT-2%: 0.1504, CCT-4%: 0.1514, CCT-6%: 0.1517 and CCT-8%: 0.1522 (W/m[°]K). Concluding that a higher percentage of chopped reeds increases the thermal conductivity, but decreases the resistance to simple compression of the concrete, since the totora is a good thermal insulator.

Keywords: Thermal insulation, cellular concrete, cat, housing.



CAPITULO I

INTRODUCCION

El concreto es tan significativo en la obra que se ingenian nuevas formas de hacer las cosas, más eficientes en cuanto a su uso, forma y/o método, otorgándonos propiedades realmente únicas a la hora de construir, como la ligereza, la trabajabilidad y las propiedades térmicas. Están particularmente adheridos a un área de concreto.

El concreto ligero con “características de peso unitario o baja densidad, inferior a 1800 kg/m^3 , en este grupo tenemos el concreto celular, incluyendo aglomerantes como cemento, agregado fino, agua y un agente expansor y agregado ligero. Los miembros de esta clase de concreto definen un material de baja densidad en relación con un gran volumen de vacío, que es función de su peso y volumen final. Su densidad varía de 300 a 1800 kg/m^3 ” (Arapa, 2016).

El presente trabajo consiste de los siguientes capítulos:

En el Capítulo I se presenta el planteamiento del problema, problema general, la justificación, los objetivos, las hipótesis de la investigación; en el Capítulo II aborda los antecedentes, el marco teórico, las bases teóricas de la investigación relacionadas al concreto celular, y el marco conceptual se simbolizan las palabras de relevancia en el presente trabajo; en el Capítulo III aborda la metodología de investigación para el análisis y diseño de mezcla de concreto celular con fibra de totora y agente espumante, la caracterización de los materiales que lo componen, y el desarrollo experimental, los ensayos a los que fue sometido el concreto celular; en el Capítulo IV se presenta el análisis de resultados de cada ensayo realizado, la interpretación de los resultados y la



discusión de los mismos sobre concreto celular óptimo; además, se considera las conclusiones y recomendaciones de este trabajo de investigación.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

“Las fuertes variaciones del clima que presentan en estos últimos años a nivel mundial”(Belizario, 2015, 2021), hacen que se “presenten variaciones ambientes, por lo que se requiere condiciones confortables para un adecuado desarrollo del habitante. Así mismo”(Canales et al., 2021), “en el altiplano peruano las temperaturas varían considerablemente en las diferentes estaciones del año”(Aroni-Quispe et al., 2021), “esta variación cada vez es más evidente”(Belizario et al., 2013a), “presentándose incrementos de las oscilaciones térmicas entre las temperaturas máximas extremas y temperaturas mínimas extremas, muchas veces con fuertes descensos”(Belizario et al., 2013b), “generando ambientes fríos que puede dañar la salud de sus habitantes; por eso, es necesario buscar alternativas que mitiguen esas consecuencias”(Belizario, 2014), permitiendo lograr ambientes confortables.

Asimismo, el desarrollo constructivo día a día representa nuevos modelos constructivos, con tecnologías nuevas que no las son apropiadas a las condiciones ambientales en las que nos encontramos, así como “el empleo de nuevos materiales que generan ambientes no adecuados y que contribuyen a perjudicar la salud de sus habitantes, por lo que se busca mejorar ambientes confortables y no solo la calidad técnica, también el aspecto social es muy importante, la ciencia y la tecnología es el objetivo de mejorar la calidad de vida. Este factor está relacionado con la satisfacción de necesidades relacionadas con el confort y la calidad de vida, y la búsqueda por descubrir los materiales disponibles para este fin, por lo que se realiza la investigación del concreto celular, un material con propiedades específicas y especializadas para



mejorar la calidad de los materiales de construcción” (Canales et al., 2021) y cómo obtenerlo, ya que este concreto tiene propiedades muy específicas relacionadas con la reacción química, y como ponerlo al servicio de la comunidad en general para que pueda aprovechar sus propiedades.

Esta investigación, se utilizó materiales disponibles localmente, como fibras de totora y agente espumante, cada dosificación con diferentes cantidades de fibra de totora, para determinar ciertas propiedades del concreto celular, “determinar cuál es mejor en cuanto a sus propiedades y su interacción con el medio ambiente, determinar su uso óptimo en albañilería no estructurales en la ciudad de Puno, como el aislamiento térmico que es una de las propiedades más representativas, para esta zona afectada por el ambiente glaciario y los flujos de hielo”(Belizario et al., 2021).

Esta investigación tiene como objetivo encontrar una manera de introducir una nueva tecnología de construcción no estructural en la ciudad de Puno, incluida la producción de concreto celular viable a partir de materiales adecuados para su diseño.

1.1.1 Problema general

¿Cómo es la tecnología de concreto celular utilizando totora como aislante térmico influirá en la resistencia y la conductividad térmica para albañilería no estructural en la ciudad de Puno?

1.1.2 Problemas específicos

¿Cuáles son los valores de las propiedades físico – mecánicas del concreto celular en estado endurecido para el uso en albañilería no estructural?



¿En qué porcentaje deberá ser adicionado la totora al concreto celular para lograr una dosificación adecuada que optimice las propiedades térmicas?

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

La región de Puno “se encuentra al sur del país, cuenta con una superficie de 71999 km² y posee un clima en la región frío y seco, cuyas temperaturas oscilan entre 5 y 13°C, la altitud promedio es de 3.827 msnm”(Belizario, 2014). La población altiplánica está expuesta a las inclemencias climatológicas propias de la zona, que ante las pocas acciones preventivas se ven afectado año tras año de afecciones a la salud y mortandad. Debido a esto, surge la necesidad de apuntar a la construcción de viviendas cuyo material sea capaz de aislar las temperaturas extremas.

Asimismo, el departamento de Puno, “hoy en día, tiene una alta comercialización, con tendencia a aumentar y, a su vez, pensando en el crecimiento poblacional, en el bienestar y resguardo de sus habitantes, se hace necesario la construcción de viviendas que permitan aislar la temperatura”(Belizario et al., 2021; Huaquisto & Belizario, 2018) y preserva su vida y salud, ya que de acuerdo a la información declarada por el MINSA en el diario Correo (2018), en el Perú en junio de 2008 se vieron afectados más de 32000 peruanos y, en el caso de Puno, las temperaturas llegaron a alcanzar 15 grados bajo cero, ocasionando la muerte de seis niños. La “población no muere precisamente por la acción directa de estos fenómenos climáticos, sino principalmente porque sus viviendas no cuentan con las condiciones térmicas adecuadas” (Aza, 2016).

La principal virtud del concreto celular “es su baja conductividad térmica, que se produce por la incorporación de micro burbujas de aire, dispuestas en concavidades alveolares dentro de la composición del mismo concreto favoreciendo su baja densidad



y baja conductividad térmica, previniendo del calor en climas calurosos y del frío en climas gélidos” (Arapa, 2016). La totora en muchos casos es quemada y resulta contaminante al medio ambiente, sin embargo, su uso proyectado en el concreto celular tendrá un impacto positivo ambientalmente.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

Evaluar la tecnología del concreto celular utilizando totora (*Schoenoplectus californicus*), como aislante térmico para albañilería no estructural – Puno.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar las propiedades físico – mecánicas del concreto celular en estado endurecido bajo las diferentes dosificaciones de totora.
- Determinar la dosificación óptima del concreto celular utilizando la totora que logren buenas propiedades térmicas.

1.4 HIPÓTESIS

1.4.1 Hipótesis general

La tecnología de concreto celular utilizando totora como aislante térmico varían sus propiedades mecánicas y térmicas para albañilería no estructural – Puno.

1.4.2 Hipótesis específicas

- Las propiedades físico – mecánicas del concreto celular en estado endurecido son apropiadas en función a una dosificación óptima de totora.



- Existe una dosificación óptima de concreto celular utilizando totora en estado endurecido para la construcción de viviendas termo-aisladas



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Internacionales

Arbito (2016) en su investigación sobre el “*concreto celular para uso estructural*”, analizó tres tipos de áridos de minas cercanas a la ciudad de Cuenca y se estudiaron dos tipos de agentes espumantes. Tuvo la finalidad de obtener resultados experimentales a través de ensayos de laboratorio, se aplicó la metodología de la investigación (inferencia estadística), de diseño experimental y se midió el grado de confiabilidad de los experimentos. Por no disponer de normas específicas para la elaboración de hormigones celulares se realizaron ensayos con diferentes materiales provenientes de la localidad, que conforman parte de la mezcla: agregados, cementante, espumantes para varias relaciones de a/c y espuma, usando como referencia las normas INEN, ASTM y ACI’.

Amirrasouli (2015) en su investigación sobre “las propiedades mecánicas del concreto celular reforzado con fibra de baja densidad y su potencial de absorción de energía contra la incorporación de aire”, tuvo el propósito de establecer pruebas exhaustivas de materiales para determinar las propiedades mecánicas del concreto celular y evaluar su potencial como material de absorción de energía contra la incorporación de aire. En el que se determinó, la diferencia de otros materiales de espuma, faltan estudios sistemáticos sobre las propiedades mecánicas del concreto celular, especialmente para densidades menores a 1000 kg/m^3 . Se encontró que el concreto celular puede mantener la mayoría de las propiedades de los materiales de



revestimiento y puede aplicarse como una nueva capa contra la incorporación de aire. Al determinar el mecanismo de deformación del concreto celular con la aplicación de un sistema de imágenes de tomografía de rayos X, se propuso un modelo analítico para determinar la resistencia del concreto celular”.

Aza (2016) en su estudio “*la totora como material de aislamiento térmico: propiedades y potencialidades* cuyo objetivo principal fue analizar las propiedades físicas de la Totora (*Schoenoplectus tatora*) y lograr el desarrollo de un aislante térmico vegetal, de esta manera impulsar su uso en la construcción. Considerando que es un material desvalorado. Trabajo concluye que, la totora se puede considerar un aislante térmico competente. Los valores obtenidos de conductividad térmica han sido entre (λ): 0.046 a 0.058 W/m[°]K, dentro del rango de valores de otros materiales comercializados como la perlita o algunas fibras de madera, aunque un poco por encima de los valores típicos de poliestireno expandido”.

2.1.2. Nacionales

Izquierda y Ortega (2017) en “desarrollo y aplicación del concreto celular a base de aditivo espumante para la elaboración de bloques macizos destinados a tabiquerías no portantes en edificaciones, tuvo el objetivo de describir y analizar las características físicas y mecánicas de bloques macizos de concreto celular con aditivo espumante MasterCell 10 destinados a ser utilizados como tabiquería no portante. Se desarrolló una investigación aplicada, explicativa y transversal. La población estuvo conformada por diversas mezclas utilizadas en ensayos de laboratorio (30 ensayos) y los bloques macizos (20 bloques)”.

Lazo (2017) en su investigación sobre “*diseño de concreto celular para diferentes densidades, análisis de sus propiedades y sus aplicaciones*, tuvo como



objetivo diseñar concretos celulares de diferentes densidades con materiales que pueden ser encontrados en la región de Arequipa. Se concluyó que sí es posible obtener concretos celulares a partir de agregados de la región de Arequipa. También se determinó del procedimiento para la fabricación del concreto celular con agente espumante que el punto de saturación del aditivo plastificantes es de 1.4% del peso del cemento, usar una dosificación mayor no aumenta la consistencia de la mezcla. Se obtuvieron mezclas con densidades entre 1300 y 1800 kg/m³, el contenido de aire del concreto celular varía desde 29% para las densidades de 1800 kg/m³ hasta 36% para las de 1300 kg/m³.

Arapa (2016) realizó el “*análisis y diseño comparativo de concreto celular usando espuma de poliestireno y agente espumante* con el objetivo de obtener las propiedades del concreto celular en sus diferentes componentes para tres tipos de mezclas de concreto celular; con agente espumante, con espuma de poliestireno y la unión de ambos, con el fin de realizar un análisis comparativo de estas respectivas mezclas y encontrar el concreto celular eficiente en relación a sus determinadas características y propiedades”.

Eduardo y Zegarra (2015) realizaron investigación sobre “*tabiquería ecológica, empleando totora con revestimiento de yeso o mortero, como técnica de bioconstrucción en la ciudad de Puno* con el objetivo de determinar las propiedades físicas de la totora para su empleo como material básico de la tabiquería ecológica. Donde concluye que la totora seca presenta propiedades (densidad, contenido de humedad y porosidad) adecuadas para utilizarla como elemento principal en la ejecución de la tabiquería ecológica propuesta, además no requiere de ningún producto químico contaminante para la producción de la tabiquería, ni proceso constructivo que



perjudique el medio ambiente, el cual es un buen punto de partida para implementar esta planta en la implementación en el concreto celular”.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Concreto

Para Álvarez (2012), “el concreto es una piedra artificial compuesto de conglomerante y materiales inertes, obteniendo mayor resistencia de trabajo con el pasar del tiempo. El conglomerante es la mezcla de cemento y agua. Los materiales inertes se agregan a la mezcla, ya que poseen resistencias similares a la piedra artificial, estos deben ser de diferente tamaño para que el volumen de la pasta a utilizar sea mínimo; generalmente en el concreto se añade algún aditivo y/o adiciones con el propósito de mejorar ciertas propiedades que por sí mismo no lo posee”.

La “resistencia para concretos normales está en el rango de 180 a 500 kg/cm², con densidades alrededor de 2400 kg/cm³, mientras que para los concretos especiales alcanzan resistencias hasta 2000 kg/cm², con densidad de más de 3200 kg/cm³” (Álvarez, 2012).

El concreto “es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas, especialmente la resistencia” (Abanto, 1994):

$$\text{Concreto} = \text{Cemento Portland} + \text{Agregados} + \text{Aire} + \text{Agua}$$

El “cemento y el agua reaccionan químicamente uniendo las partículas de los agregados, constituyendo un material heterogéneo. Algunas veces se añaden ciertas



sustancias, llamadas aditivos, que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto” (Abanto, 1994).

2.2.1.1. Características

Entre “los factores que hacen del concreto un material de construcción universal tenemos (Abanto, 1994):

- a. La facilidad con que puede colocarse dentro de los encofrados de casi cualquier forma mientras aún tiene una consistencia plástica.
- b. Su elevada resistencia a la compresión lo que le hace adecuado para elementos sometidos fundamentalmente a compresión, como columnas y arcos.
- c. Su elevada resistencia al fuego y a la penetración del agua”.

Pero “el concreto también tiene desventajas como, por ejemplo (Abanto, 1994):

- a. Con frecuencia el concreto se prepara en el sitio en condiciones en donde no hay un responsable absoluto de su producción, es decir el control de calidad no es tan bueno.
- b. El concreto es un material de escasa resistencia a la tracción. Esto hace difícil su uso en elementos estructurales que están sometidos a tracción por completo (como los tirantes) o en parte de sus secciones transversales (como vigas u otros elementos sometidos a flexión)”.

Según Abanto (1994), “para superar esta limitación se utiliza el acero, con su elevada resistencia a tracción. La combinación resultante de ambos materiales, se conoce como concreto armado, posee muchas de las mejores propiedades de cada uno”.



Además, “esta combinación es la que permite la masiva utilización del concreto armado en la construcción de edificios, puentes, pavimentos, presas, tanques, pilotes, etc. (Abanto, 1994)”.

2.2.2. Concreto en estado endurecido

2.2.2.1. Resistencia a la compresión

Según Abanto (1994), “se emplea la resistencia a compresión por la facilidad en la realización de los ensayos y el hecho de que la mayoría de propiedades del concreto mejoran incrementándose esta resistencia. La resistencia en compresión del concreto es la carga máxima para una unidad de área por una muestra, antes de fallar por compresión (agrietamiento, rotura)”.

Según Abanto (1994), “la resistencia a la compresión de la briqueta cilíndrica se calcula mediante la siguiente fórmula”:

$$f'c = \frac{P}{A} \left(\frac{kg}{cm^2} \right); \quad A = \frac{\pi\phi^2}{4}$$

Dónde:

$f'c$: Es la resistencia de rotura a la compresión del concreto.

P : Carga de rotura (kg)

ϕ : Diámetro de la briqueta cilíndrica (cm)

Los “moldes para realizar estas briquetas de concreto deben ser de material impermeable, no absorbente y no reactivo con el cemento. Los moldes normalizados se construyen de acero. Eventualmente se utilizan de material plástico duro, de hojalata y de cartón parafinado” (Abanto, 1994).

2.2.2.2. Desarrollo de la resistencia a compresión del concreto

Según Harmsen (1995), “para obtener un concreto de buena calidad, después del mezclado le sigue un curado adecuado durante las primeras etapas de su endurecimiento. Que se detallan en la tabla 1, se muestra la relación entre la resistencia del concreto a una determinada edad y su resistencia a los 28 días”.

Tabla 1. Relación entre la resistencia a la compresión del concreto en diferentes edades y la resistencia a los 28 días.

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	6 meses	1 año	2 años	5 años
$f'_c(t)/f'_c28$	0.7	0.85	1	1.17	1.23	1.27	1.31	1.35

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

2.2.3. Concreto celular

ACI 523.2R-96, “define el concreto celular como un producto ligero que consiste en cemento portland y/o limo con material fino silíceo, tal como arena, escoria o ceniza volante, mezclado con agua para formar una pasta que tiene una estructura de células vacías homogénea. La estructura celular se alcanza esencialmente por la inclusión de huecos-macroscópicos como resultado de una reacción química que libera gas o de la mecánica incorporación de aire u otros gases”.

Según lo observado hasta ahora, tanto el concreto poroso como el concreto gaseoso se consideran concreto celular. La presente investigación se enfoca únicamente en productos elaborados con aditivos espumantes, es decir, espumas prefabricadas que se incorporan a la mezcla, en un proceso que permite obtener los especímenes necesarios para las pruebas en laboratorio para recopilar información necesaria para el presente.



El concreto celular es recomendable para:

Para De Ayala (1998), “el clima cálido, ya sea húmedo o seco, con invierno templado y verano demasiado caliente. En estos lugares debe evitarse el empleo de materiales pesados que propicien la acumulación de calor hasta un nivel que imposibilite su enfriamiento. Es por ello que los habitantes de las zonas desérticas han recurrido a lo largo del tiempo a viviendas construidas con materiales ligeros, como el celular, que evita la penetración del calor”.

Además, según De Ayala (1998), “en clima frío, deben utilizarse materiales térmicos para propiciar la acumulación de calor interior evitando su enfriamiento. El concreto aireado se encuentra entre los materiales más térmicos debido a las celdas de aire que lo conforman”.

2.2.3.1. Ventajas y desventajas del concreto celular

El “concreto celular tiene muchas ventajas y bondades en comparación con concreto convencional, como emplear en la elaboración de alivianamientos ofreciendo el máximo beneficio del material, menor costo en materiales de terminación como estuco, además es un material ecológico ya que una vez cumplido su ciclo de vida puede ser demolido, triturado y vuelto a reutilizado en la fabricación de los mismos, pero así como tiene muchas ventajas y bondades también tiene desventajas y una de ellas es que es más costoso que el concreto convencional y requiero mucho más cuidado para su producción” (Zamora, 2015).

a. Ventajas

- **Resistencia al fuego:** “es extremadamente resistente al fuego y es apto para los trabajos con riesgo de incendio. Las pruebas han demostrado que,



además de la protección prolongada contra el fuego, la aplicación de un calor intenso, como una llama a alta energía mantenida cercana a la superficie, no provoca ni la rotura ni la explosión, contrariamente al comportamiento del concreto con densidad normal” (Zamora, 2015).

- **Durabilidad:** “es un material de larga duración que no está sometido al efecto del tiempo. No se descompone y es duradero como una roca. Su alta resistencia a la compresión permite que se pueda utilizar un menor peso/volumen en la construcción” (Zamora, 2015).
- **Aislamiento acústico:** “Tiene una absorción acústica alta. Los edificios construidos con concreto celular cumplen las normas en materia de aislamiento acústico” (Zamora, 2015).
- **Calor:** “Gracias a la alta variación térmica, las construcciones con concreto celular logran acumular calor, lo que permite reducir los gastos de calefacción del 20 al 30%” (Zamora, 2015).
- **Versatilidad:** “Gracias a su facilidad de elaboración, se pueden producir varias formas de ángulos, arcos y pirámides que aumentan el valor estético de los edificios” (Zamora, 2015).
- **Economía:** “La exactitud geométrica de las dimensiones de los bloques de concreto celular permite hacer más sutil el aplanado interno y externo. El concreto celular pesa del 10% al 87% menos respecto al concreto de peso normal. Esta fuerte reducción en el peso, supone un ahorro importante sobre el costo de la estructura y los cimientos” (Zamora, 2015).
- **Protección:** “el concreto celular protege de la propagación del fuego, y corresponde al primer grado de resistencia, como se ha demostrado en las



pruebas. Se puede usar, por lo tanto, para construcciones antincendios”
(Zamora, 2015).

b. Desventajas (Zamora, 2015):

- “Económicamente es más costoso.
- El encofrado necesita más cuidado para el momento en la colocación.
- El concreto celular por tener mayor porosidad es más vulnerable a los ataques químicos (agua freática, corrosiva, ambientes contaminados y escurrimiento de líquidos reactivos).
- La presencia de vacíos en el concreto ocasiona la disminución de la resistencia determinando el rango de utilidad del producto, por lo que muchas veces la resistencia no siempre es la condición predominante para el concreto ya que en otros casos es compensatorio.
- Se requiere que el curado del concreto celular sea en cámaras herméticas muy resistentes y de elevado precio, especialmente si se trata de fabricar elementos de grandes dimensiones.
- Es necesario establecer un sistema de producción (dosificación, mezclado y curado) más regularizado, ya que cualquier factor influye en las propiedades físicas y mecánicas del producto final. Por ejemplo, un mal amasado puede influir en la mezcla incompleta entre los elementos pétreos, cemento, agua y espuma, por otro lado, un exceso de amasado influye en la segregación de los componentes del hormigón.
- Se debe manejar un buen curado para evitar la retracción en el concreto, se reduce este proceso a través de un curado a vapor de presión en autoclave. El curado en el concreto celular varía según el uso que se le dé.



- Los concretos livianos producen mayores. Deformaciones que el concreto convencional, esto se debe que presentan módulos de elasticidad más bajos”.

2.2.4. Agente espumante (generador de aire)

Un agente generador de aire “es un agente tenso activo que transforma la tensión superficial al aumentar la cantidad de burbujas que se forman en la superficie de un líquido y que se adhieren entre sí, para formar espuma mejorada” (NEXTBAR, 2012).

Según Arapa J. (2016), existen “varios productos en el mercado utilizados para este propósito:

- La saponina es un tensoactivo natural que tiene excelentes propiedades detergentes.
- Surfactantes no iónicos como amidas de ácidos grasos, mono y dietanolamidas de ácidos grasos de coco, láurico, oleico y esteárico.
- El lauril sulfato de sodio es uno de los agentes espumantes más baratos y se utiliza en la fabricación de shampos, pasta de dientes, detergentes, jabones, cremas para afeitar, humectantes y pesticidas.
- Los alcoholes y proteínas sintéticas (no de origen animal) son un agente espumante de alta densidad a base de espuma preformada utilizado en la fabricación de concreto celular.
- Tensos activos no iónicos del tipo polioxietileno y/o polioxipropileno”.



2.2.5. Tatora

2.2.5.1. Definición

La tatora o t'utura “de origen etimológico quechua y aymara, y de nombre científico *Schoenoplectus californicus*, es una planta acuática emergente que vive en lugares húmedos, áreas de inundación y aguas poco profundas” (RAE - Real Academia de la Lengua Española).

2.2.5.2. Propiedades físicas de la tatora

El Arq. Juan Fernando Hidalgo expone “las propiedades físicas de la tatora en su publicación *tatora material de construcción – parte I*” (Hidalgo, 2007).

Densidad:

“Un grupo de tatora atada con presión mediana. De manera que no altere su volumen, pero mantenga estable el conjunto. Tiene un peso de 180 kg/m^3 ” (Hidalgo, 2007).

Absorción:

“La tatora sin presión, al estar saturado de agua (24 horas sumergida) aumenta en promedio cuatro veces su peso seco inicial” (Hidalgo, 2007).

Velocidad de absorción:

“La velocidad inicial de absorción a los primeros 20 minutos de inmersión es de 7% de aumento de su peso/minuto, y la velocidad de absorción general, hasta su estado de saturación, es de 0.3%/minuto” (Hidalgo, 2007).

Velocidad de pérdida de humedad:



“La velocidad inicial de pérdida de peso al sacarse a los primeros 20 minutos es de 0.3% de pérdida de su peso/minuto, y la velocidad de secado general hasta su estado seco original, es de 0.13%/minuto” (Hidalgo, 2007).

Compresión:

“Los ensayos puntualizan en la diferencia de la capacidad de absorción de agua de la totora, por efectos de la presión de amarre. La absorción disminuye según aumente la presión aplicada” (Hidalgo, 2007).

2.2.6. Conductividad térmica

“La conductividad térmica es la cantidad de calor por unidad de tiempo a través de unidad de área de una muestra homogénea de material extenso, con planos y paralelos, y por unidad de espesor en donde la unidad de diferencia de temperatura entre sus superficies. La unidad utilizada es $W/(m^{\circ}K)$ ”.

Según Diez et al. (2007), “dichos valores se determinan experimentalmente según el método denominado de la Placa caliente guardada (ISO 8302:1991), que es nos permite determinar la conductividad térmica de los materiales secos y húmedos para la construcción de alta y media resistencia térmica. Su valor depende principalmente de la densidad y la temperatura del material que se está probando”. En la presente investigación se determina empíricamente con un equipo ensamblado para dicho fin.

2.2.6.1. Cálculo de la conductividad térmica

Según Diez et al. (2007), “la conductividad se mide luego que el equipo alcanzó el estado estacionario de transferencia de calor. En ese momento, se midió la diferencia de temperatura entre ambas caras y se registró la potencia eléctrica que se está



entregando al equipo. La conductividad térmica se determinó mediante la siguiente expresión:

$$K = q \frac{L}{\Delta T}$$

Dónde:

L es el espesor de la muestra (m),

Q es el flujo de calor del ensayo, que también corresponde a la siguiente formula:

$$q = \frac{P}{A}$$

P es la potencia suministrada (watts)

A es el área de distribución de calor (m²)

ΔT_m incremento medio de la temperatura de ensayo, que es igual a la media de los incrementos de temperatura entre las caras de cada probeta”.

Según Diez et al. (2007), “el método de la placa caliente guardada, se basa en que el calor generado por la placa atraviesa dos probetas (material de ensayo) del mismo material, igual superficie y espesor, y sometidas al mismo gradiente de temperaturas. De tal forma que se garantiza que casi la totalidad del calor generado por la placa caliente atraviesa el material a caracterizar. Tal y como se puede observar en la siguiente figura”.

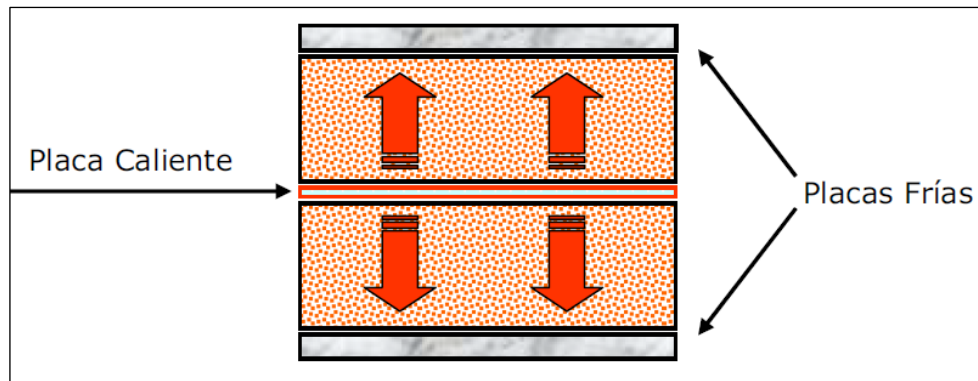


Figura 1. Gráfico de transferencia de calor.

Fuente: Adaptado de J. Diez, García, Pérez et al, (2007), “determinación experimental de la conductividad térmica de materiales de la construcción, XI Congreso internacional de ingeniería de proyectos”.

2.2.7. Resistencia térmica (R)

Según Diez et al. (2007), “la resistencia térmica de un material representa la capacidad del material de oponerse al flujo del calor. En el caso de materiales homogéneos es la razón entre el espesor y la conductividad térmica del material. Su unidad de medida es °K·m²/W. De acuerdo a esta definición, se puede obtener, por lo tanto:

$$R = \frac{L}{K}$$

Según lo indicado el valor de la resistencia térmica puede determinarse dividiendo el grosor entre la conductividad térmica del espécimen”.

2.2.8. Transmitancia térmica (U)

Según Diez et al. (2007), “la transmitancia térmica es la medida del calor que fluye por unidad de tiempo y superficie, transferido a través de un sistema constructivo,



formado por una o más capas de material, de caras al plano paralelas en $W/m^2 \cdot ^\circ K$. El valor U , por lo tanto, es el recíproco del valor R ” y puede ser expresado como:

$$U = \frac{1}{R}$$

2.2.9. Sensación térmica.

Por ejemplo, la diferencia en la conductividad térmica explica Erazo (2007) “por qué una persona que pisa una baldosa en un baño siente que esta es fría, pero sobre una alfombra de lana o similar parece cálida. La baldosa y la alfombra tienen la misma temperatura, cuando la alfombra entra en contacto con la baldosa (de lo contrario, el calor se transferirá hasta que se hicieran iguales). Dado que la conductividad térmica de una baldosa (o del cemento), es cerca de 20 veces la de la lana, en cada segundo el pie pierde un 20 veces más calor cuando pisa la baldosa que cuando pisa la alfombra. Por eso se tiene la sensación de que la baldosa está fría”.

Según Erazo (2007), mientras “mayor la conductividad térmica, mejor conductor de calor es el material en consideración. Los metales son buenos conductores de calor, con λ muy por encima de los mejores aislantes como el asbesto o la lana mineral según se precisa en la Tabla 2. El aire es un buen aislante, lo que explica la eficacia en evitar la transmisión de calor por conducción que tiene la ropa de lana y las ventanas con doble vidrio. En ambos casos el aire separa los cuerpos”.



Tabla 2. Conductividad térmica de los materiales.

Material	λ [W/(m°K)]
Plata	420
Cobre	400
Aluminio	240
Acero	79
Hielo	1.7
Vidrio, hormigón	0.8
Agua	0.59
Musculo animal, grasa	0.2
Madera, asbestos	0.08
Fieltro, lana mineral	0.04
Aire	0.024
Vello	0.019

Fuente: Adaptado de Erazo (2007).

“Los animales han desarrollado diversas técnicas para mantener el calor. Según se ve de la Tabla 2, el aire y el vello son perfectos aislantes. Por eso muchos animales están cubiertos de vellos” (Erazo, 2007).



CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO CELULAR EN ESTADO ENDURECIDO BAJO LAS DIFERENTES DOSIFICACIONES DE TOTORA.

3.1.1. Cantera

Como se muestra en la Figura 2, el agregado utilizado para preparar el concreto en los ensayos de la investigación de la cantera río Unocolla de la ciudad de Juliaca, con una característica muy importante.

Los agregados grueso y fino que se utilizaron en este trabajo han sido extraídos de esta cantera natural.

3.1.2. Peso específico y porcentaje de absorción

El peso específico es la relación peso-volumen del agregado que está completamente saturado con agua. Mientras que la absorción está relacionada con la porosidad del material, con su adherencia y resistencia, así como con su comportamiento en caso de problemas de congelación, descongelación e intemperie. La porosidad está relacionada con la capacidad del agregado para absorber agua en sus poros y su continuidad. La gravedad específica y la absorción se midieron utilizando el método del picnómetro (Tabla 3).

Tabla 3. Peso específico (sss) y % de absorción de los agregados.

Agregados	Peso específico gr/cm ³	% de absorción
Fino (Arena)	2.56	2.88
Grueso (Grava)	2.54	1.69

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

3.1.3. Pesos unitarios

- Peso unitario suelto y varillado

Es la relación entre el peso del agregado suelto o natural y el volumen que ocupa. Los resultados se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Pesos unitarios (suelto y varillado).

Agregados	Peso U. Suelto gr/cm ³	Peso U. Varillado gr/cm ³
Fino (Arena)	1.582	1.674
Grueso (Grava)	1.457	1.576

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

3.1.4. Análisis granulométrico por tamizado

La granulometría describe la forma y la textura de las partículas de fino y grueso que permiten una mejor adherencia y la producción de concreto de alta calidad (ASTM C33; Alfaro & Espinoza, 2021).

El resultado obtenido para un módulo de fineza es de 2.95 y tamaño máximo nominal de ¾”.



3.1.5. Porcentaje de humedad

Es la relación que existe del total de agua dispuesto en un agregado (Tabla 5).

Tabla 5. Porcentaje de humedad del agregado fino.

Agregados	% de humedad
Fino (Arena)	6.24
Grueso (Grava)	4.12

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

3.1.6. Cemento

Desde 2013, Yura es responsable de la producción y comercialización de toda la unidad de negocio de cemento, producción y distribución de la marca “Rumi” de su filial Cemento Sur S.A. En este trabajo se utilizó el cemento Portland Tipo I, de marca RUMI de 42.5 kg por bolsa.

3.1.7. Diseño de mezclas de concreto $f'c$: 280 kg/cm² (CCT-0%)

La dosificación se identificó mediante un código alfanumérico conocido como testigo (CCT-0%). Se utilizó el proceso de diseño de mezcla el método de diseño de Walker, de acuerdo con la norma ACI 211.1.74 - ACI 211.1.81.

En los puntos 3.1.2, 3.2.3, 3.2.4 y 3.2.5 se especifican las propiedades del material que forma la masa. Usando las tablas 3, 4 y 5 se desarrollaron diseño de mezclas del concreto celular.

Tabla 6. Características de los agregados, mezcla tipo testigo (CCT-0%).

Características	Agregados	
	Fino	Grueso
P.U. Varillado	1.674	1.576
P.U. Suelto	1.582	1.457
P. Especifico (gr/cm ³)	2.56	2.54
% de absorción	2.88	1.69
% de humedad	6.24	4.12
Módulo de fineza	2.95	

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

Estas características establecidas permitieron iniciar el proceso de diseño con la determinación de:

Una vez establecidas las propiedades, se inicia el proceso de diseño definiendo:

- Resistencia a la compresión $f'c$ la siguiente formula.

$$f'c = f'c \text{ de diseño} + 84 \text{ kg/cm}^2.$$

- El asentamiento (Slump)

De acuerdo a la consistencia, el tipo de asentamiento fue seleccionado por 3'' a 4'' (76.2 mm. Cada 101.6 mm).

- Tamaño máximo del agregado.

Tamaño máximo nominal de 3/4'' (19.05 mm).

- Estimación del agua de mezclado y sin contenido de aire.

Cantidad de agua respectivo 205 L/m³.



El concreto debido a sus características, tendrá un contenido de aire igual al 2%.

- Relación agua/cemento (a/c)

Contenido de agua: 0.55.

- Contenido de cemento.

El contenido de cemento con la siguiente formula.

$$\text{Contenido de cemento } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{\text{Contenido de agua mezclado } \left(\frac{\text{L}}{\text{m}^3} \right)}{\text{Relacion } \frac{a}{c} \text{ (para F'cr)}}$$

Determinando un total de 373 kg/m³

- Determinando del contenido de agregado grueso

El peso seco del agregado grueso se define por:

$$\text{Peso seco } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \text{Volumen agregado} * \text{Peso E. unitario varillado compact.}$$

Obteniendo un total de 953 kg/m³

- Determinando del contenido de agregado fino.

El contenido de agregado fino está determinado por el contenido de agua, cemento, aire y el volumen de agregado grueso.



Tabla 7. Volúmenes de la mezcla testigo (CCT-0%).

Volumen absoluta de agua	205 / 1000	= 0.205
Volumen absoluto de cemento	373 / (2.88 * 1000)	= 0.129
Volumen absoluto de agregado grueso	953 / (2.54 * 1000)	= 0.375
Volumen de aire atrapado	2.0 / 100	= 0.020
Volumen sub total		= 0.730

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

- Volumen absoluto de A. fino

Se determinó mediante la diferencia del volumen unitario y el volumen Subtotal hallado.

$$\text{Volumen de A. fino} = \text{Volumen untario (1 m}^3\text{)} - \text{Volumen subtotal m}^3$$

$$\text{Volumen absoluto del agregado fino: } 0.270 \text{ m}^3$$

- El peso seco de A. fino:

$$\text{Peso seco de A. fino} = \text{Volum. A, fino} \times \text{Peso E. del A. grueso}$$

$$\text{Peso seco del agregado fino es: } 693 \text{ kg/m}^3$$

- La humedad y absorción

Los agregados tienen un porcentaje de humedad, la cual, se tienen que tomar en consideración el peso de los mismos, los pesos corregidos son:

$$\text{Peso corregido} = \text{peso seco del agreg.} \times \left(1 + \frac{\% \text{ de humedad}}{100}\right)$$

$$\text{Peso corregido Agregado grueso} = 953 * 1.0411$$

$$\text{Peso corregido de agregado grueso húmedo: } 993 \text{ kg/m}^3.$$



$$\text{Peso corregido Agregado grueso} = 693 * 1.0624$$

Peso corregido del agregado grueso húmedo: 993 kg/m³.

- Agua efectiva

La pérdida de agua debido a la absorción de agregados está determinada

por:

$$\text{Agua en A. fino} = (\text{Peso seco A. fino.}) * \left(\frac{\% \text{Hume.} - \% \text{Absor}}{100} \right) = E$$

$$\text{Agua efectiva} = \text{Agua de diseño} - E$$

$$\text{Agua en A. grueso} = (\text{Peso seco A. grueso.}) * \left(\frac{\% \text{Hume.} - \% \text{Absor}}{100} \right) = I$$

$$\text{Agua efectiva} = \text{Agua de diseño} - I$$

Agua efectiva es: $E - I = 159 \text{ kg/m}^3$

- **Proporciones**

Dosificación en peso:

$$\frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso Agreg. Fino}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso Agreg. Grueso}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Agua}}{\text{Peso cemento}}$$

Se obtiene los siguientes resultados:

Tabla 8. Dosificaciones de la mezcla testigo (CCT-0%).

Componentes	Dosificación en peso	
	seco kg/m ³	húmedo kg/m ³
Cemento	373	373
Agua	205	159
Agregado grueso	953	993
Agregado fino	693	736
Aire %	2.0	2.0

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

- Dosificación en volumen

$$\frac{\text{Volum. cemento}}{\text{Volum. cemento}} : \frac{\text{Volum. Agreg. Fino}}{\text{Volum. cemento}} : \frac{\text{Volum. Agreg. Grueso}}{\text{Volum. cemento}} : \frac{\text{Agua}}{\text{Volum. cemento}}$$

Tabla 9. Dosificaciones de la mezcla testigo (CCT-0%).

Componente	Proporción en	
	volumen seco	volumen húmedo
Cemento	1.00	1.00
Agua	0.55	0.43
Agregado grueso	2.56	2.66
Agregado fino	1.86	1.98

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

3.1.8. Elaboración de probetas cilíndricas (briquetas testigo)

Equipos utilizados

- Mezcladora de concreto tipo trompo de 6 pie³.
- Una carretilla para el transporte de concreto fresco.
- Los moldes usados para los especímenes (probetas cilíndricas).
- Varilla apisonadora con punta redondeada de 5/8" y 60 cm de longitud.



- Mazo de goma de 0.5 kg.
- Badilejo para el muestreo y plancha de albañilería.

Los materiales se ponen en la mezcladora para homogeneizar, durante 5 a 8 minutos. Añadir la cantidad necesaria de agua según las dosificaciones.

Cuando la mezcla sea homogénea, se puede colocar en el molde previsto para tal fin, se dispone de mezcla testigo (CCT-0%).

Para caracterizar el concreto celular se colaron moldes cilíndricos de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura.

El RNE en la Norma Técnica Peruana E-060 dice: “el concreto debe curarse y mantenerse en más de 10 °C, al menos en los primeros 7 días después de su colocación; en caso de concreto con alta resistencia inicial, este tiempo se puede reducir en 3 días. Si se usa cemento IP o IPM, el curado debe mantenerse al menos 10 días”.

Las muestras de concreto se retiraron del molde 24 horas después del vaciado, según la norma ASTM C-192, y las muestras sumergen en agua con una humedad relativa del 95% y una temperatura mínima de 23 ± 2 °C. Sin embargo, nos esforzamos por mantener la temperatura del agua de curado a 13 °C, ya que las temperaturas son muy representativas en la ciudad de Puno y donde las muestras fueron introducidas a la poza de curado hasta esperar el tiempo de su rotura mediante las pruebas de compresión simple a 7, 14 y 28 días.

3.1.9. Elaboración de bloques rectangulares (4 x 20 x 40 cm.)

Los bloques rectangulares de concreto han sido elaborados a mano utilizando un contenedor de material de mezcla. La mezcla se batió manualmente con una pala hasta



que la mezcla sea uniforme agregando la cantidad de agua requerida de acuerdo a la dosificación para obtener la pasta de concreto.

Especímenes de concreto celular.

Concreto celular, bloques rectangulares de 4 x 20 x 40 cm.

Las muestras se retiraron del molde 24 h después de haber vaciado y luego se dio el proceso de curado para endurecer el concreto, por lo tanto, se hizo al 99% de humedad, y las muestras se colocaron en un cilindro de goma lleno de agua durante 28 días a partir de la fecha del desencofrado.

3.1.10. Desarrollo experimental

Por duración de días, se asigna un código de identificación a cada probeta o especímenes elaborados en este capítulo, los códigos son: CCT-0%, CCT-2%, CCT-4%, CCT-6%, CCT-8%, que representa con diferentes dosificaciones de fibra de totora.

3.1.10.1. Ensayo de densidad entre masa y volumen

La medida de la masa de cada probeta cilíndrica y sus dimensiones para determinar su volumen. Los datos se indican en la tabla a continuación:

Tabla 10. Masa y dimensiones geométricas de las probetas, mezcla tipo CCT-0%

Duración	Código	Tipo	Diámetro/ Ancho	Alto	Largo	Masa kg
	CCT-0%, 1	briqueta	0.15	0.295	-	11.836
7 días	CCT-0%, 2	briqueta	0.15	0.299	-	11.719
	CCT-0%, 3	briqueta	0.15	0.3	-	12.025
	CCT-0%, 1	briqueta	0.15	0.3	-	12.257
14 días	CCT-0%, 2	briqueta	0.148	0.3	-	11.679
	CCT-0%, 3	briqueta	0.15	0.3	-	12.449
	CCT-0%, 1	briqueta	0.15	0.3	-	11.797
28 días	CCT-0%, 2	briqueta	0.152	0.3	-	12.354
	CCT-0%, 3	briqueta	0.151	0.3	-	12.304
28 días	CCT-0%, 1	bloque rectan.	0.20	0.04	0.4	7.445
	CCT-0%, 2	bloque rectan.	0.20	0.04	0.4	7.755

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

Tabla 11. Masa y dimensiones geométricas de las probetas mezcla, tipo CCT-2%

Duración	Código	Tipo	Diámetro/ Ancho	Alto	Largo	Masa kg
	CCT-2%, 1	briqueta	0.151	0.299	-	11.319
7 días	CCT-2%, 2	briqueta	0.15	0.297	-	11.236
	CCT-2%, 3	briqueta	0.15	0.3	-	11.256
	CCT-2%,1	briqueta	0.152	0.299	-	11.868
14 días	CCT-2%, 2	briqueta	0.153	0.32	-	11.851
	CCT-2%, 3	briqueta	0.152	0.33	-	12.054
	CCT-2%, 1	briqueta	0.15	0.32	-	11.215
28 días	CCT-2%, 2	briqueta	0.153	0.31	-	11.762
	CCT-2%, 3	briqueta	0.15	0.298	-	11.311
28 días	CCT-2%, 1	bloque rectan.	0.2	0.04	0.4	6.545
	CCT-2%, 2	bloque rectan.	0.2	0.04	0.4	6.955

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

Tabla 12. Masa y dimensiones geométricas de las probetas mezcla, tipo CCT-4%

Duración	Código	Tipo	Diámetro/ ancho	Alto	Largo	Masa kg
7 días	CCT-4%, 1	briqueta	0.151	0.298	-	11.208
	CCT-4%, 2	briqueta	0.15	0.3	-	11.098
	CCT-4%, 3	briqueta	0.15	0.3	-	11.274
14 días	CCT-4%, 1	briqueta	0.15	0.3	-	11.709
	CCT-4%, 2	briqueta	0.15	0.299	-	11.193
	CCT-4%, 3	briqueta	0.148	0.3	-	11.217
28 días	CCT-4%, 1	briqueta	0.15	0.3	-	11.088
	CCT-4%, 2	briqueta	0.15	0.3	-	11.091
	CCT-4%, 3	briqueta	0.15	0.3	-	11.237
28 días	CCT-4%, 1	bloque rectan.	0.2	0.04	0.4	7.120
	CCT-4%, 2	bloque rectan.	0.2	0.04	0.4	7.230

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

Tabla 13. Masa y dimensiones geométricas de las probetas mezcla, tipo CCT-6%

Duración	Código	Tipo	Diámetro/ Ancho	Alto	Largo	Masa kg
7 días	CCT-6%, 1	briqueta	0.15	0.3	-	11.292
	CCT-6%, 2	briqueta	0.15	0.3	-	11.266
	CCT-6%, 3	briqueta	0.15	0.3	-	11.476
14 días	CCT-6%, 1	briqueta	0.15	0.299	-	11.298
	CCT-6%, 2	briqueta	0.15	0.3	-	11.147
	CCT-6%, 3	briqueta	0.15	0.3	-	11.359
28 días	CCT-6%, 1	briqueta	0.149	0.298	-	11.183
	CCT-6%, 2	briqueta	0.152	0.3	-	11.24
	CCT-6%, 3	briqueta	0.148	0.298	-	11.127
28 días	CCT-6%, 1	Bloque rectan.	0.2	0.04	0.4	7.100
	CCT-6%, 2	Bloque rectan.	0.2	0.04	0.4	7.360

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

Tabla 14. Masa y dimensiones geométricas de las probetas mezcla, tipo CCT-8%

Duración	Código	Tipo	Diámetro/ Ancho	Alto	Largo	Masa kg
7 días	CCT-8%, 1	Briqueta	0.15	0.299	-	11.212
	CCT-8%, 2	Briqueta	0.15	0.3	-	11.339
	CCT-8%, 3	Briqueta	0.15	0.3	-	11.556
14 días	CCT-8%, 1	briqueta	0.15	0.3	-	11.109
	CCT-8%, 2	briqueta	0.15	0.3	-	11.36
	CCT-8%, 3	briqueta	0.147	0.297	-	11.162
28 días	CCT-8%, 1	briqueta	0.149	0.3	-	11.237
	CCT-8%, 2	briqueta	0.153	0.33	-	11.816
	CCT-8%, 3	briqueta	0.15	0.3	-	11.073
28 días	CCT-8%, 1	bloque rectan.	0.2	0.04	0.4	6.785
	CCT-8%, 2	bloque rectan.	0.2	0.04	0.4	7.210

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

3.1.10.2. Ensayo de resistencia a la compresión simple

En este ensayo se determinó la resistencia a la compresión utilizando el concreto cilíndrico de 150 mm de diámetro y 300 mm de altura, en el que se aplica una carga axial sobre el rango de velocidad hasta que falla la muestra de prueba. El cilindro debe estar centrado en la máquina de ensayo a compresión hasta que complete su rotura.

De acuerdo a la norma ASTM C39 el ensayo se determina de la siguiente formula:

$$f'c = \frac{Q}{A}$$

Dónde:



$f'c$ = Resistencia a la compresión simple (kg/cm²).

Q = Carga axial (kg).

A = Área de sección transversal (cm²).

Calcular la resistencia a la compresión obtenida de la probeta de concreto a partir del cociente entre la carga máxima obtenida durante el ensayo y el área de la sección transversal de la probeta.

3.1.10.3. Ensayo conductividad térmica

En esta investigación se utilizó el método de placa caliente guardada para medir la conductividad térmica de materiales secos y húmedos para la construcción de alta y media a la resistencia térmica. El método de placas se basa en el calor generado cuando la placa pasa a través de dos muestras (material de ensayo) del mismo material, que tienen la misma superficie y espesor, y se someten al mismo gradiente de temperatura a los materiales de construcción, con un equipo de conductividad térmica instalado para conducir calor.

Esto asegura que prácticamente todo el calor generado por la placa caliente transmite a través del material en estudio, usando el equipo para obtener el coeficiente de conductividad térmica del concreto celular preparada cuando dos placas de aluminio, y entre ellos una resistencia proporcionada por la fuente de energía, asegurando una superficie isotérmica que será contacto en la muestra.

Es importante aislar el material de prueba como la placa caliente para garantizar una mínima pérdida de calor hacia el exterior. Los equipos están físicamente en contacto, pero al mismo tiempo aislados del exterior y de las paredes del equipo.



El equipo consta de tres termopares. Uno en una placa de aluminio, justo después de la resistencia, otra en la placa superior y tercero en la placa inferior. Los termopares están conectados a dispositivos electrónicos que han registrado diferentes cambios de temperatura obtenidos en las muestras de ensayo.

La recolección de datos para cada tipo de muestra, las medidas de temperatura previamente en cada punto anterior.

La prueba comienza una hora después de colocar la muestra de concreto. A continuación, se registran los siguientes parámetros cada 15 minutos:

- Placa fría (Temperatura fría).
- Placa caliente (Temperatura caliente)
- Espesor del espécimen

Cada dato es individual por muestra, excepto los datos de la placa caliente que son datos para ambas muestras.

3.1.11. Datos de la investigación

Ensayos de muestras de concreto celular (40x20x4cm).

- Bloque tipo CCT-0% I – II

Datos del bloque				Datos iniciales			
Forma	Bloque	Área	0.08 m ²	fría 1	13.0 °C	T° Amb.	13 °C
Muestra	I-II	Potencia Disp.	84 watts	fría 2	13.0 °C	T° Cal	15.5 °C
Espesor	0.04	Flujo de calor	1.05 k. watts/m ²				

Tabla 15. Procesamiento de datos, bloque CCT-0% I – II.

N° datos	Hora	Flujo de calor	Tfría ₁	Tfría ₂	Tcal	Tmedia ₁	Tmedia ₂	ΔT ₁	ΔT ₂
1	09:00	1.05	14.20	16.00	20.30	17.25	18.15	6.10	4.30
2	09:15	1.05	14.70	17.30	22.30	18.50	19.80	7.60	5.00
3	09:30	1.05	15.40	18.60	23.70	19.55	21.15	8.30	5.10
4	09:45	1.05	16.60	19.40	24.80	20.70	22.10	8.20	5.40
5	10:00	1.05	17.20	20.30	25.30	21.25	22.80	8.10	5.00
6	10:15	1.05	18.50	20.90	25.80	22.15	23.35	7.30	4.90
7	10:30	1.05	19.30	21.30	26.50	22.90	23.90	7.20	5.20
8	10:45	1.05	20.70	22.60	27.10	23.90	24.85	6.40	4.50
9	11:00	1.05	21.20	23.50	28.00	24.60	25.75	6.80	4.50
10	11:15	1.05	21.60	24.20	29.40	25.50	26.80	7.80	5.20
11	11:30	1.05	22.20	24.80	30.70	26.45	27.75	8.50	5.90
12	1:45	1.05	22.80	25.40	32.20	27.50	28.80	9.40	6.80
13	2:00	1.05	23.10	26.10	33.70	28.40	29.90	10.60	7.60

Nota: Unidades de medida de temperatura en °C

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

Tabla 16. Conductividad, resistencia y transmitancia térmica, bloque CCT-0% I-II

N° datos	Hora	Conductividad térmica			Resistencia térmica			Transmitancia térmica		
		λ_1	λ_2	λ	R_1	R_2	R'	U_1	U_2	U'
1	09:00	0.1504	0.1514	0.1509	0.2660	0.2642	0.2651	3.7601	3.7845	3.7723
2	09:15	0.1496	0.1510	0.1503	0.2674	0.2649	0.2661	3.7400	3.7749	3.7575
3	09:30	0.1492	0.1509	0.1501	0.2680	0.2650	0.2665	3.7307	3.7736	3.7521
4	09:45	0.1493	0.1508	0.1500	0.2680	0.2653	0.2666	3.7320	3.7695	3.7508
5	10:00	0.1493	0.1510	0.1502	0.2679	0.2649	0.2664	3.7333	3.7749	3.7541
6	10:15	0.1498	0.1511	0.1504	0.2671	0.2648	0.2660	3.7440	3.7763	3.7601
7	10:30	0.1498	0.1509	0.1504	0.2670	0.2651	0.2660	3.7453	3.7722	3.7588
8	10:45	0.1502	0.1513	0.1508	0.2662	0.2644	0.2653	3.7560	3.7817	3.7689
9	11:00	0.1500	0.1513	0.1506	0.2666	0.2644	0.2655	3.7507	3.7817	3.7662
10	11:15	0.1495	0.1509	0.1502	0.2676	0.2651	0.2663	3.7373	3.7722	3.7548
11	11:30	0.1491	0.1505	0.1498	0.2682	0.2658	0.2670	3.7280	3.7628	3.7454
12	11:45	0.1486	0.1500	0.1493	0.2691	0.2666	0.2679	3.7162	3.7507	3.7334
13	12:00	0.1480	0.1496	0.1488	0.2702	0.2674	0.2688	3.7004	3.7400	3.7202
		0.1495	0.1508	0.1501	0.2676	0.2652	0.2664	3.7365	3.7704	3.7534

Nota: Unidades de medida de λ , R y U son (W/m^oK), (m²oK/W) y (W/m²oK).

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

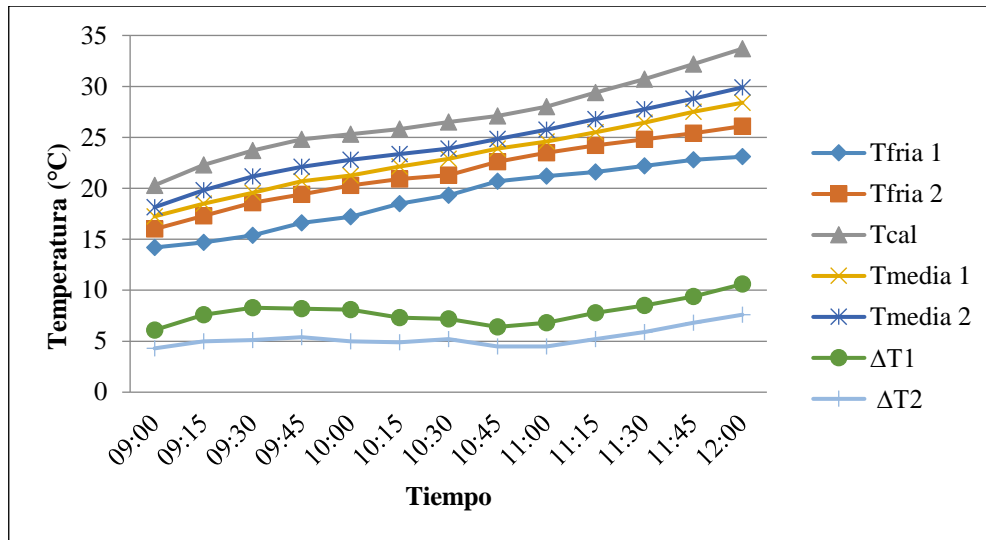


Figura 2. Temperatura vs tiempo, bloque CCT-0% I – II.

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019

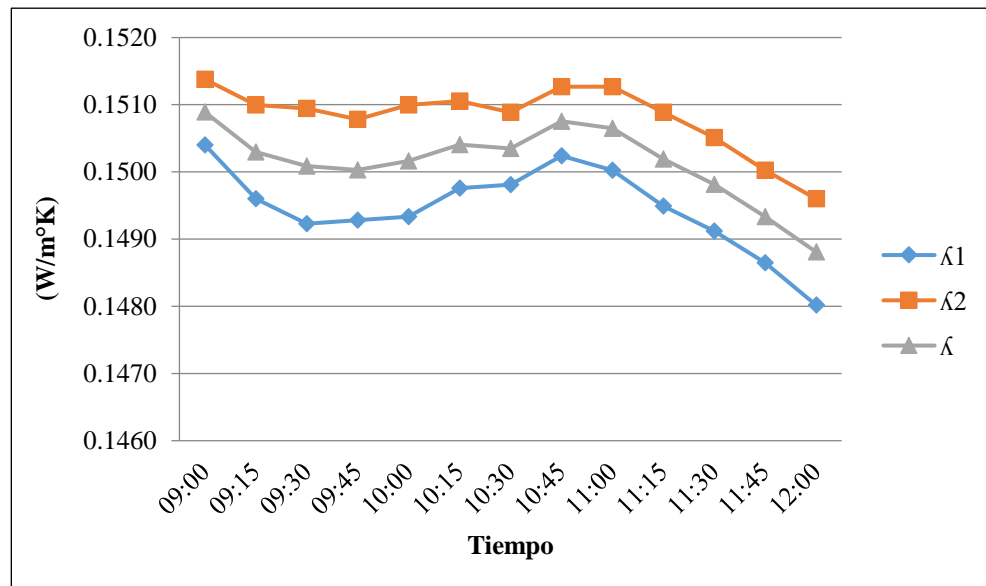


Figura 2. Conductividad térmica vs tiempo, bloque CCT-0% I-II.

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

- Bloque tipo CCT-2% I – II

Datos del bloque				Datos iniciales			
Forma	Bloque	Área	0.08 m ²	Tfria 1	13.0 °C	T° Amb.	10°C
Muestra	I-II	Potencia Disp.	84 watts	Tfria 2	13.0 °C	T° Cal	15.5 °C
Espesor	0.04	Flujo de calor	1.05 k. watts/m ²				

Tabla 17. Procesamiento de datos, bloque CCT-2% I – II

N° datos	Hora	Flujo de calor	Tfria ₁	Tfria ₂	Tcal	Tmedia ₁	Tmedia ₂	ΔT ₁	ΔT ₂
1	14:00	1.05	17.5	17.8	23.8	20.65	20.80	6.3	6
2	14:15	1.05	18.4	18.5	24.5	21.45	21.50	6.1	6
3	14:30	1.05	19.6	19.2	25.9	22.75	22.55	6.3	6.7
4	14:45	1.05	20.8	20.5	27.1	23.95	23.80	6.3	6.6
5	15:00	1.05	21.4	21.4	27.9	24.65	24.65	6.5	6.5
6	15:15	1.05	22.7	22.8	28.5	25.60	25.65	5.8	5.7
7	15:30	1.05	23.5	23.7	29.3	26.40	26.50	5.8	5.6
8	15:45	1.05	24.9	25.0	29.8	27.35	27.40	4.9	4.8
9	16:00	1.05	25.4	25.0	30.2	27.80	27.60	4.8	5.2
10	16:15	1.05	25.9	25.4	31.6	28.75	28.50	5.7	6.2
11	16:30	1.05	26.4	26.0	32.9	29.65	29.45	6.5	6.9
12	16:45	1.05	27.0	28.3	34.4	30.70	31.35	7.4	6.1
13	17:00	1.05	27.3	30.1	35.9	31.60	33.00	8.6	5.8

Nota: Unidades de medida de temperatura en °C

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

Tabla 18. Conductividad, resistencia y transmitancia térmica, bloque CCT-2% I – II

N° datos	Hora	Conductividad térmica			Resistencia térmica			Transmitancia térmica		
		λ_1	λ_2	λ	R_1	R_2	R'	U_1	U_2	U'
1	14:00	0.1503	0.1505	0.1504	0.2661	0.2659	0.266	3.7574	3.7614	3.7594
2	14:15	0.1504	0.1505	0.1504	0.266	0.2659	0.2659	3.7601	3.7614	3.7607
3	14:30	0.1503	0.1501	0.1502	0.2661	0.2665	0.2663	3.7574	3.752	3.7547
4	14:45	0.1503	0.1501	0.1502	0.2661	0.2664	0.2663	3.7574	3.7534	3.7554
5	15:00	0.1502	0.1502	0.1502	0.2663	0.2663	0.2663	3.7547	3.7547	3.7547
6	15:15	0.1506	0.1506	0.1506	0.2657	0.2656	0.2656	3.7641	3.7655	3.7648
7	15:30	0.1506	0.1507	0.1506	0.2657	0.2655	0.2656	3.7641	3.7668	3.7655
8	15:45	0.1511	0.1511	0.1511	0.2648	0.2647	0.2648	3.7763	3.7777	3.777
9	16:00	0.1511	0.1509	0.151	0.2647	0.2651	0.2649	3.7777	3.7722	3.7749
10	16:15	0.1506	0.1503	0.1505	0.2656	0.266	0.2658	3.7655	3.7587	3.7621
11	16:30	0.1502	0.15	0.1501	0.2663	0.2667	0.2665	3.7547	3.7493	3.752
12	16:45	0.1497	0.1504	0.1501	0.2672	0.266	0.2666	3.7426	3.7601	3.7514
13	17:00	0.1491	0.1506	0.1498	0.2683	0.2657	0.267	3.7267	3.7641	3.7454
		0.1503	0.1505	0.1504	0.2661	0.2659	0.266	3.7584	3.7613	3.7598

Nota: Unidades de medida de λ , R y U son ($W/m^{\circ}K$), (m^2K/W) y (W/m^2K).

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

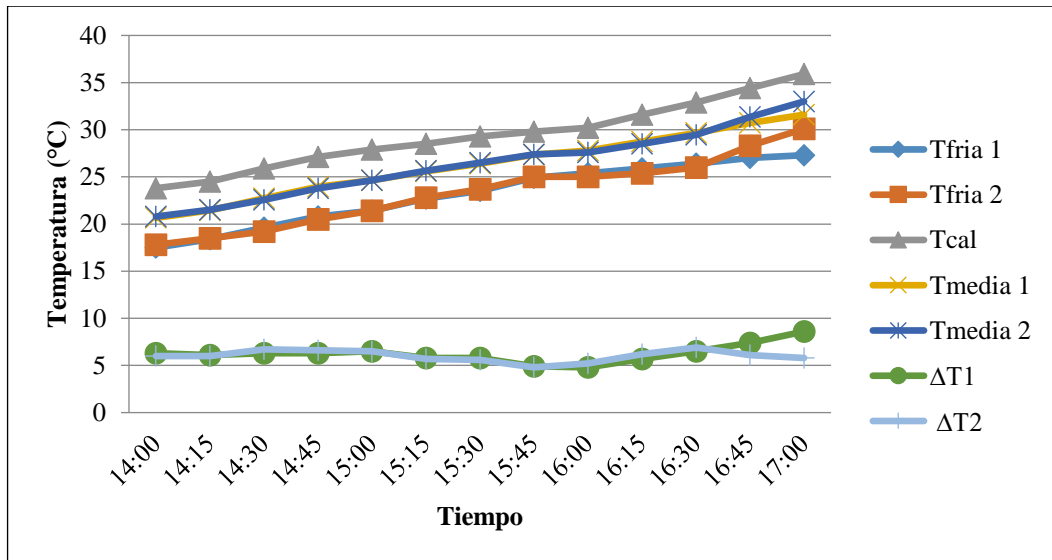


Figura 3. Temperatura vs tiempo, bloque CCT-2% I – II.

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

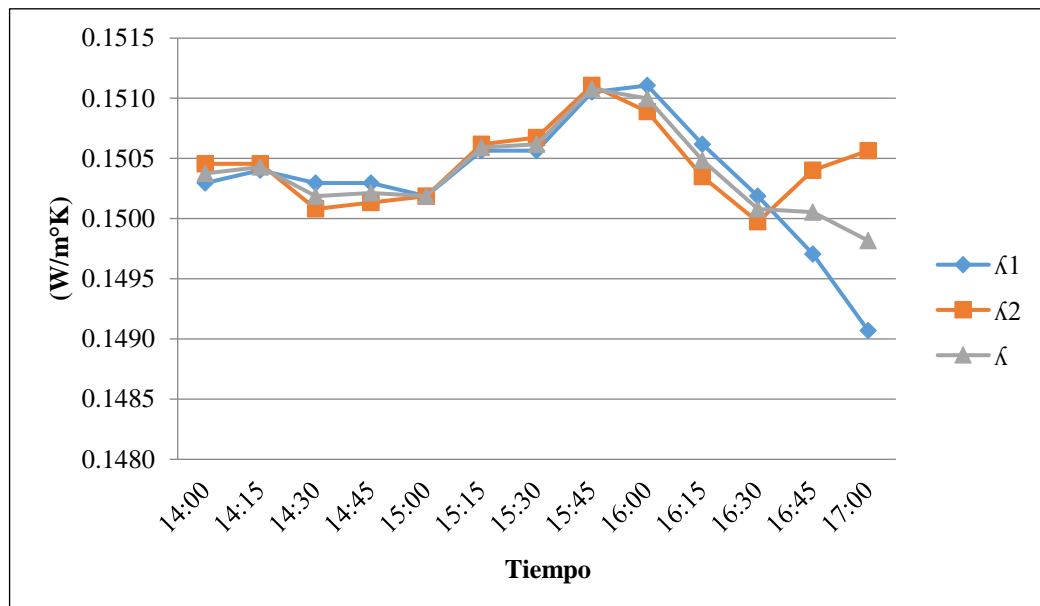


Figura 4. Conductividad térmica vs tiempo, bloque CCT-2% I – II.

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

- Bloque tipo CCT-4% I – II

Datos del bloque				Datos iniciales			
Forma	Bloque	Área	0.08 m ²	Tfria 1	13.0 °C	T° Amb.	13 °C
Muestra	I-II	Potencia Disp.	84 watts	Tfria 2	13.0 °C	T° Cal	15.5 °C
Espesor	0.04	Flujo de calor	1.05 k. watts/m ²				

Tabla 19. Procesamiento de datos, bloque CCT-4% I – II.

N° datos	Hora	Flujo de calor	Tfria ₁	Tfria ₂	Tcal	Tmedia ₁	Tmedia ₂	ΔT ₁	ΔT ₂
1	09:00	1.05	14.7	14.9	18.5	16.6	16.7	3.8	3.6
2	09:15	1.05	15.7	15.8	19.7	17.7	17.75	4	3.9
3	09:30	1.05	16.8	17.1	21.2	19	19.15	4.4	4.1
4	09:45	1.05	17.8	18	21.9	19.85	19.95	4.1	3.9
5	10:00	1.05	19.1	19.2	23.0	21.05	21.1	3.9	3.8
6	10:15	1.05	19.7	20.1	23.7	21.7	21.9	4.0	3.6
7	10:30	1.05	20.2	20.5	24	22.1	22.25	3.8	3.5
8	10:45	1.05	21.5	21.9	25.4	23.45	23.65	3.9	3.5
9	11:00	1.05	21.9	22.3	25.9	23.9	24.1	4	3.6
10	11:15	1.05	22.5	22.7	27.3	24.9	25	4.8	4.6
11	11:30	1.05	23	23.3	27.9	25.45	25.6	4.9	4.6
12	11:45	1.05	23.7	23.9	28.9	26.3	26.4	5.2	5

Nota: Unidades de medida de temperatura en °C

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

Tabla 20. Conductividad, resistencia y transmitancia térmica, bloque CCT-4% I - II.

N° datos	Hora	Conductividad térmica			Resistencia térmica			Transmitancia térmica		
		λ_1	λ_2	λ'	R_1	R_2	R'	U_1	U_2	U'
1	09:00	0.1517	0.1518	0.1517	0.2638	0.2636	0.2637	3.7913	3.7940	3.7927
2	09:15	0.1515	0.1516	0.1516	0.2640	0.2639	0.2639	3.7886	3.7899	3.7892
3	09:30	0.1513	0.1515	0.1514	0.2643	0.2640	0.2642	3.7831	3.7872	3.7851
4	09:45	0.1515	0.1516	0.1515	0.2640	0.2639	0.264	3.7872	3.7899	3.7886
5	10:00	0.1516	0.1517	0.1516	0.2639	0.2638	0.2638	3.7899	3.7913	3.7906
6	10:15	0.1515	0.1518	0.1517	0.2640	0.2636	0.2638	3.7886	3.7940	3.7913
7	10:30	0.1517	0.1518	0.1517	0.2638	0.2635	0.2636	3.7913	3.7954	3.7934
8	10:45	0.1516	0.1518	0.1517	0.2639	0.2635	0.2637	3.7899	3.7954	3.7927
9	11:00	0.1515	0.1518	0.1517	0.2640	0.2636	0.2638	3.7886	3.7940	3.7913
10	11:15	0.1511	0.1512	0.1512	0.2647	0.2645	0.2646	3.7777	3.7804	3.7790
11	11:30	0.1511	0.1512	0.1511	0.2648	0.2645	0.2647	3.7763	3.7804	3.7783
12	11:45	0.1509	0.1510	0.1509	0.2651	0.2649	0.2650	3.7722	3.7749	3.7736
13	12:00	0.1509	0.1511	0.1510	0.2651	0.2648	0.2650	3.7722	3.7763	3.7743
		0.1514	0.1515	0.1514	0.2642	0.264	0.2641	3.7844	3.7879	3.7862

Nota: Unidades de medida de λ , R y U son ($W/m^{\circ}K$), (m^2K/W) y (W/m^2K).

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

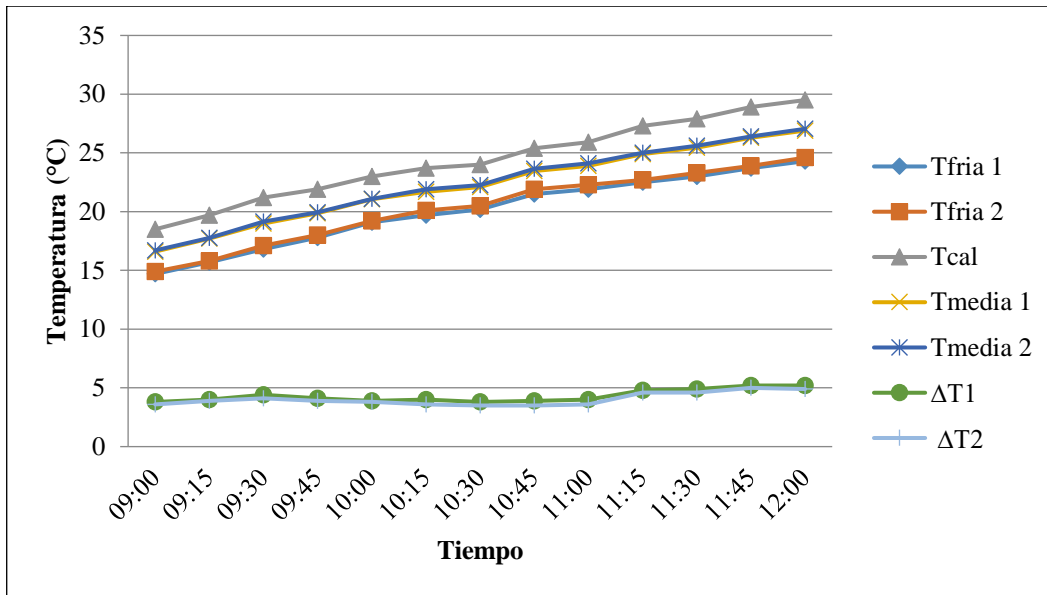


Figura 5. Temperatura vs tiempo, bloque CCT-4% I – II.

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

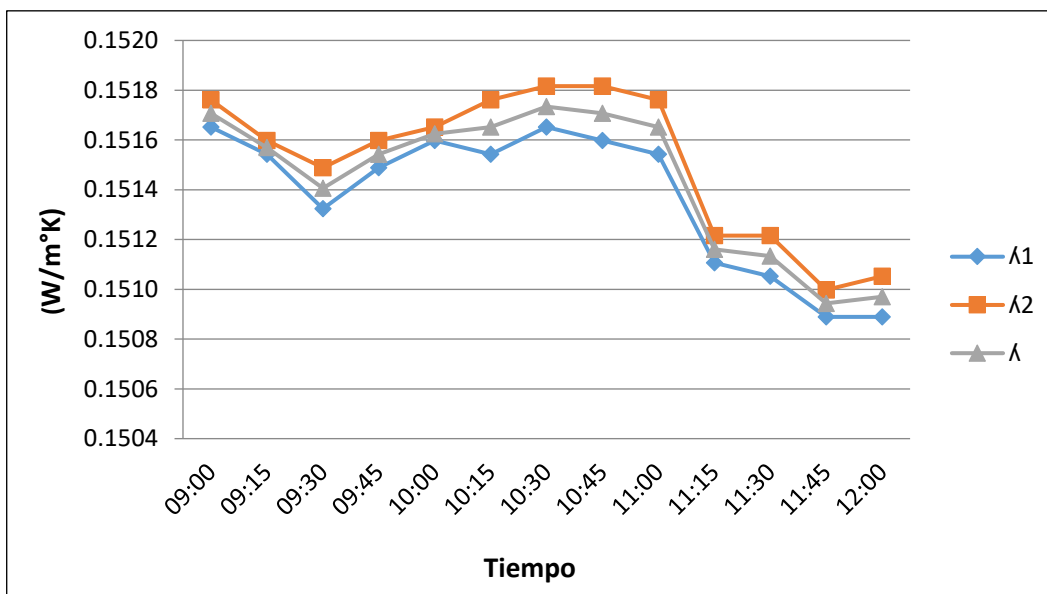


Figura 6. Conductividad térmica vs tiempo, bloque CCT-4% I – II.

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

- Bloque tipo CCT-6% I – II

Datos del bloque				Datos iniciales			
Forma	Bloque	Área	0.08 m ²	Tfria 1	13.0 °C	T° Amb.	10 °C
Muestra	I-II	Potencia Disp.	84 watts	Tfria 2	13.0 °C	T° Cal	15.5 °C
Espesor	0.04	Flujo de calor	1.05 k. watts/m ²				

Tabla 21. Procesamiento de datos, bloque CCT-6% I – II.

N° datos	Hora	Flujo de calor	Tfria ₁	Tfria ₂	Tcal	Tmedia ₁	Tmedia ₂	ΔT ₁	ΔT ₂
1	14:00	1.05	15.00	15.10	18.00	16.50	16.55	3.00	2.90
2	14:15	1.05	16.30	16.60	19.80	18.05	18.20	3.50	3.20
3	14:30	1.05	17.50	17.90	21.20	19.35	19.55	3.70	3.30
4	14:45	1.05	18.10	19.10	22.30	20.20	20.70	4.20	3.20
5	15:00	1.05	18.70	19.60	22.80	20.75	21.20	4.10	3.20
6	15:15	1.05	19.80	20.50	23.70	21.75	22.10	3.90	3.20
7	15:30	1.05	20.50	21.00	24.00	22.25	22.50	3.50	3.00
8	15:45	1.05	21.20	21.90	24.60	22.90	23.25	3.40	2.70
9	16:00	1.05	22.30	22.80	25.50	23.90	24.15	3.20	2.70
10	16:15	1.05	23.10	23.50	26.90	25.00	25.20	3.80	3.40
11	16:30	1.05	23.70	24.10	28.20	25.95	26.15	4.50	4.10
12	16:45	1.05	24.30	24.70	29.70	27.00	27.20	5.40	5.00
13	17:00	1.05	25.10	25.40	30.50	27.80	27.95	5.40	5.10

Nota: Unidades de medida de temperatura en °C.

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

Tabla 22. Conductividad, resistencia y transmitancia térmica, bloque CCT-6% I – II

N° datos	Hora	Conductividad Térmica			Resistencia Térmica			Transmitancia Térmica		
		λ_1	λ_2	λ	R_1	R_2	R'	U_1	U_2	U'
1	14:00	0.1521	0.1521	0.1521	0.263	0.2629	0.2630	3.8023	3.8037	3.803
2	14:15	0.1518	0.1520	0.1519	0.2635	0.2632	0.2633	3.7954	3.7995	3.7975
3	14:30	0.1517	0.1519	0.1518	0.2637	0.2633	0.2635	3.7927	3.7982	3.7954
4	14:45	0.1514	0.1520	0.1517	0.2641	0.2632	0.2637	3.7858	3.7995	3.7927
5	15:00	0.1515	0.1520	0.1517	0.264	0.2632	0.2636	3.7872	3.7995	3.7934
6	15:15	0.1516	0.1520	0.1518	0.2639	0.2632	0.2635	3.7899	3.7995	3.7947
7	15:30	0.1518	0.1521	0.1520	0.2635	0.2630	0.2632	3.7954	3.8023	3.7988
8	15:45	0.1519	0.1523	0.1521	0.2634	0.2627	0.2630	3.7968	3.8064	3.8016
9	16:00	0.1520	0.1523	0.1521	0.2632	0.2627	0.2630	3.7995	3.8064	3.803
10	16:15	0.1517	0.1519	0.1518	0.2638	0.2634	0.2636	3.7913	3.7968	3.794
11	16:30	0.1513	0.1515	0.1514	0.2644	0.2640	0.2642	3.7817	3.7872	3.7845
12	16:45	0.1508	0.1510	0.1509	0.2653	0.2649	0.2651	3.7695	3.7749	3.7722
13	17:00	0.1508	0.1509	0.1509	0.2653	0.2650	0.2651	3.7695	3.7736	3.7716
		0.1516	0.1518	0.1517	0.2639	0.2634	0.2637	3.789	3.796	3.7925

Nota: Unidades de medida de λ , R y U son ($\mathbf{W/m^{\circ}K}$), ($\mathbf{m^2^{\circ}K/W}$) y ($\mathbf{W/m^2^{\circ}K}$)

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

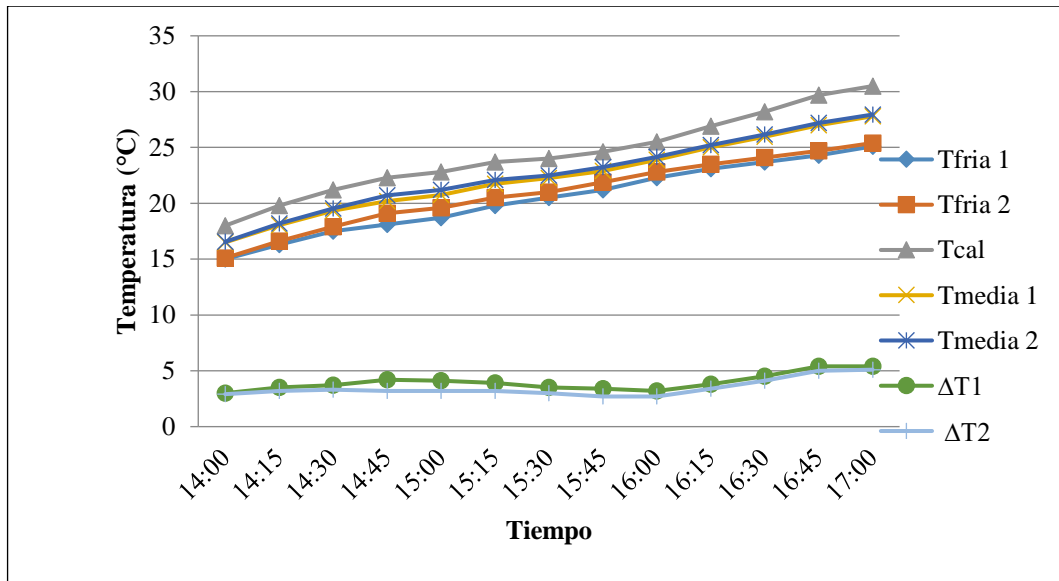


Figura 7. Temperatura vs tiempo, bloque CCT-6% I – II.

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

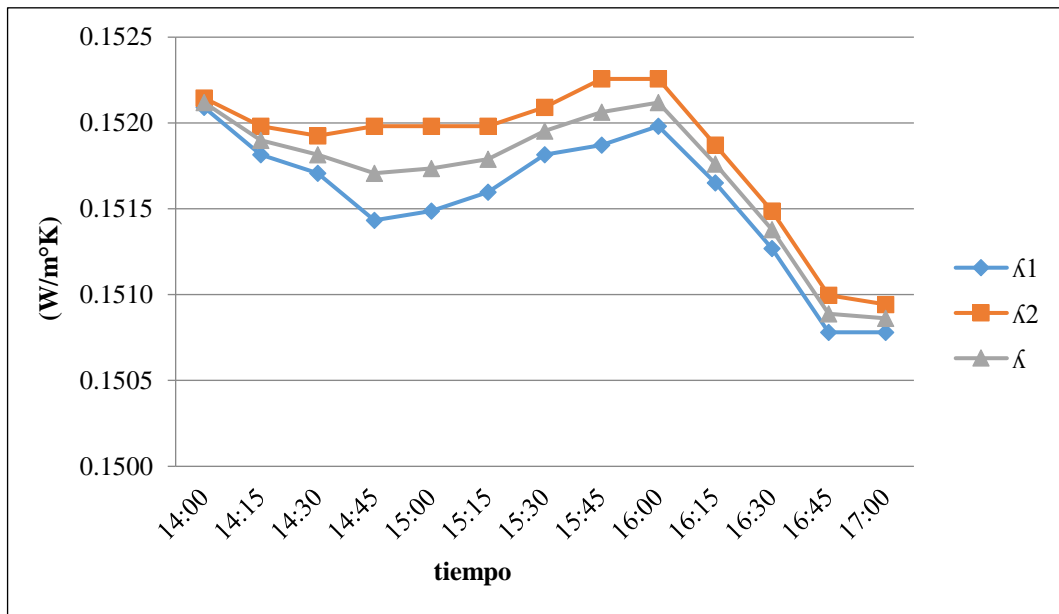


Figura 8. Conductividad térmica vs tiempo, bloque CCT-6% I – II.

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

- Bloque tipo CCT-8% I – II

Datos de la muestra				Datos iniciales			
Forma	Bloque	Área	0.08 m ²	Tfria 1	13.0 °C	T° Amb.	13 °C
Muestra	I-II	Potencia Disp.	84 watts	Tfria 2	13.0 °C	T° Cal	15.5 °C
Espesor	0.04	Flujo de calor	1.05 k. watts/m ²				

Tabla 23. Procesamiento de datos, bloque CCT-8% I – II.

N° datos	Hora	Flujo de calor	Tfria ₁	Tfria ₂	Tcal	Tmedia ₁	Tmedia ₂	ΔT ₁	ΔT ₂
1	09:00	1.05	16.0	15.6	17.9	17.0	16.8	1.9	2.3
2	09:15	1.05	16.7	16.6	19.6	18.2	18.1	2.9	3.0
3	09:30	1.05	17.1	17.4	20.3	18.7	18.9	3.2	2.9
4	09:45	1.05	18.3	18.8	21.6	20.0	20.2	3.3	2.8
5	10:00	1.05	19.6	19.5	22.1	20.9	20.8	2.5	2.6
6	10:15	1.05	20.2	20.4	22.5	21.4	21.5	2.3	2.1
7	10:30	1.05	21.6	21.3	23.2	22.4	22.3	1.6	1.9
8	10:45	1.05	22.4	22.9	24.3	23.4	23.6	1.9	1.4
9	11:00	1.05	22.9	23.8	25.7	24.3	24.8	2.8	1.9
10	11:15	1.05	23.3	24.3	26.1	24.7	25.2	2.8	1.8
11	11:30	1.05	23.9	24.9	27.4	25.7	26.2	3.5	2.5
12	11:45	1.05	24.5	25.1	28.9	26.7	27.0	4.4	3.8
13	12:00	1.05	25.5	25.5	30.4	28.0	28.0	4.9	4.9

Nota: Unidades de medida de temperatura en °C.

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

Tabla 24. Conductividad, resistencia y transmitancia térmica bloque CCT-8% I – II.

N° datos	Hora	Conductividad térmica			Resistencia térmica			Transmitancia térmica		
		λ_1	λ_2	λ	R_1	R_2	R'	U_1	U_2	U'
1	09:00	0.1527	0.1525	0.1526	0.2620	0.2623	0.2621	3.8175	3.8119	3.8147
2	09:15	0.1521	0.1521	0.1521	0.2629	0.2630	0.2630	3.8037	3.8023	3.8030
3	09:30	0.1520	0.1521	0.1521	0.2632	0.2629	0.2630	3.7995	3.8037	3.8016
4	09:45	0.1519	0.1522	0.1521	0.2633	0.2628	0.2630	3.7982	3.8050	3.8016
5	10:00	0.1524	0.1523	0.1523	0.2625	0.2626	0.2626	3.8092	3.8078	3.8085
6	10:15	0.1525	0.1526	0.1525	0.2623	0.2621	0.2622	3.8119	3.8147	3.8133
7	10:30	0.1529	0.1527	0.1528	0.2617	0.2620	0.2618	3.8217	3.8175	3.8196
8	10:45	0.1527	0.1530	0.1528	0.2620	0.2615	0.2617	3.8175	3.8244	3.8210
9	11:00	0.1522	0.1527	0.1525	0.2628	0.2620	0.2624	3.8050	3.8175	3.8113
10	11:15	0.1522	0.1528	0.1525	0.2628	0.2619	0.2623	3.8050	3.8189	3.8120
11	11:30	0.1518	0.1524	0.1521	0.2635	0.2625	0.2630	3.7954	3.8092	3.8023
12	11:45	0.1513	0.1517	0.1515	0.2643	0.2638	0.2640	3.7831	3.7913	3.7872
13	12:00	0.1511	0.1511	0.1511	0.2648	0.2648	0.2648	3.7763	3.7763	3.7763
		0.1521	0.1523	0.1522	0.2629	0.2626	0.2628	3.8034	3.8077	3.8056

Nota: Unidades de medida de λ , R y U son ($\text{W/m}^\circ\text{K}$), ($\text{m}^2\text{K/W}$) y ($\text{W/m}^2\text{K}$).

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

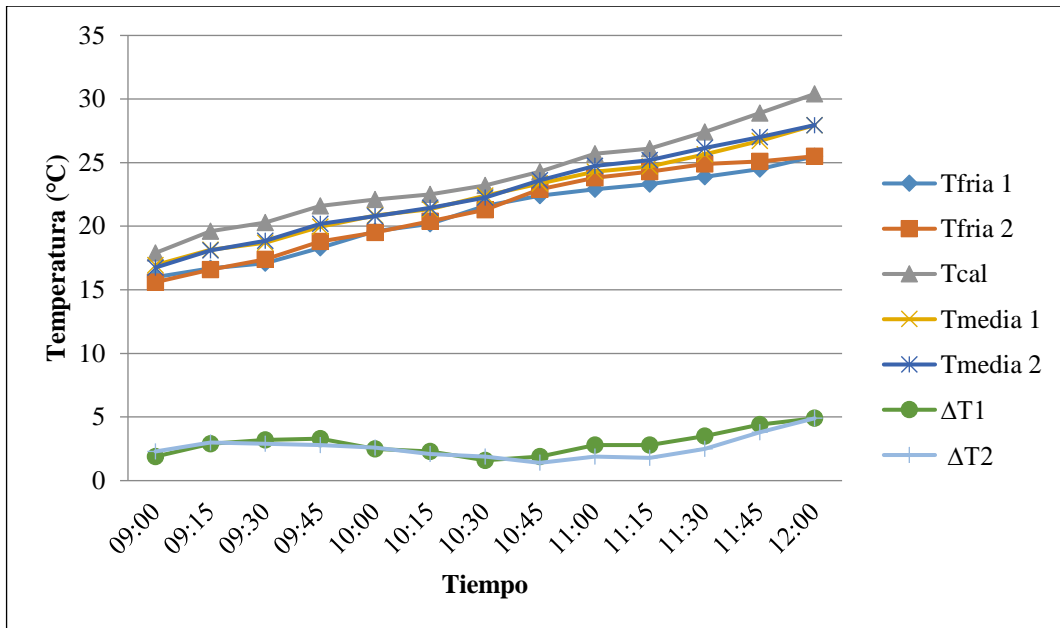


Figura 9. Temperatura vs tiempo, bloque CCT-8% I – II.

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

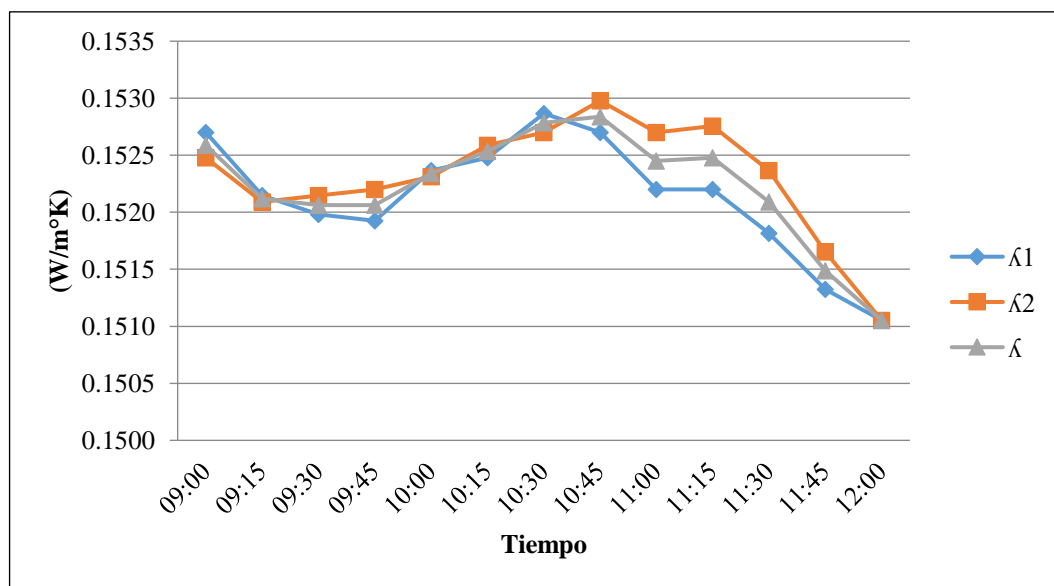


Figura 10. Conductividad térmica vs tiempo, bloque CCT-8% I – II.

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

3.2. DOSIFICACIÓN ÓPTIMA DE LA TOTORA PARA UN ADECUADO DESARROLLO DE CONCRETO CELULAR CON BUENAS PROPIEDADES TÉRMICAS.

Culminado el diseño de mezcla paso a paso, de acuerdo con su dosificación para todos los materiales necesarios para el concreto celular, se elaboran muestras cilíndricas (briqueta) de 15 x 30 cm, para ser sometidos para el análisis y ensayo a compresión.

La dosificación de fibras de totora y aditivo agente espumante se realizó en 2%, 4%, 6% y 8% respecto al peso se consideró según su densidad de la totora de 180 kg/m³. La dosificación en diferentes porcentajes de fibra de totora conforme a la siguiente tabla:

Tabla 25. Dosificaciones en diferentes porcentajes de totora.

Descripción	Peso kg/m ³				
densidad de la totora	0	180	180	180	180
% fibra de totora	0%	2%	4%	6%	8%
Cemento	373	373	373	373	373
Fibra de totora	0	3.6	7.2	10.8	14.4
Agregado grueso	953	953	953	953	953
Agregado fino	693	693	693	693	693
Agua	205	205	205	205	205
Aditivo agente espumante	0	6.240	6.240	6.240	6.240

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

3.2.1. Elaboración del concreto

Para cumplir con los propósitos de la investigación realizaron los ensayos contemplados siguiendo el procedimiento se describe a continuación:



- Con la dosificación obtenida de los materiales se procedió la elaboración del concreto para tomar muestras.
- Se mide el agente aditivo espumante en (ml).
- Se prepara moldes cilíndricos considerados para el vaciado.

3.2.2. Fibra de totora utilizada

El material denominado fibras de totora se obtuvo realizando cortes en forma de cubo la totora madura seca de color amarilla por la propia tesista, extraída de la comunidad de Chimu de la ciudad de Puno.

Densidad: Un grupo de totora atada con presión mediana. De manera que no altere su volumen, pero mantenga estable el conjunto. Tiene un peso de 180 kg/m^3 (Fernando J. Parte I). Tamaño entre 4mm a 10mm.

3.2.3. Aditivo agente espumante

El aditivo incorporador de aire Sika Aer y/o agente espumante (Figura 40), utilizada en esta investigación para generar micro burbujas en el concreto, del proveedor Sika adquirido en recipientes de 1 galón.

El aditivo “es elaborado a base de agentes tensoactivos que adicionado al concreto genera micro burbujas que se reparten uniformemente en la masa del concreto; no contiene cloruros. Las características físicas de este aditivo se muestran en la siguiente tabla 26” (Sika, 2012).



Tabla 26. Propiedades físicas del aditivo incorporador de Aire (Sika Aer).

Aspecto	Líquido
Color	Ámbar translucido
PH	12.0 aprox
Densidad	1.01 - 1.02 kg/L
Solubilidad	Completamente soluble en agua
Caducidad	Indefinido en contenedores sellados

Fuente: Adaptado de hoja técnica, Sika Aer, 19.11.14, Edición 11.



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO CELULAR EN ESTADO ENDURECIDO BAJO LAS DIFERENTES DOSIFICACIONES DE TOTORA

4.1.1. Propiedades del concreto en estado endurecido

4.1.1.1. Resistencia a la compresión

ASTM C39; NTP 339.034; Método para ensayar la resistencia a la compresión de muestras cilíndricas.

Los agregados (fino y grueso) fueron ensayados para determinar sus propiedades físicas. Las propiedades físicas de la totora fueron realizados sus ensayos por el arquitecto Juan Fernando Hidalgo para verificar si cumplen con los requisitos de la Norma ASTM C618-3 para ser utilizado en el concreto.

Para la preparación del concreto se utilizó un solo tipo de diseño de mezcla, cabe indicar que tiene la misma relación agua/cemento para todas las muestras del concreto (concreto testigo y concreto con diferentes proporciones de fibra de totora y aditivo agente espumante).

Las condiciones de tratamiento de curado se realizan a una temperatura de aproximadamente 13°C. (Teniendo en cuenta que esta temperatura representa la temperatura del agua y del medio ambiente en la ciudad de Puno).

Los resultados obtenidos de las muestras de ensayo son los siguientes:

4.1.1.2. Concreto testigo con 0% contenido de fibra de totora (CCT-0%)

Tabla 27. Resistencia a la compresión con 0% (fibra de totora) CCT-0%

Edad (días)	Radio (cm)	Diámetro (cm)	Área de sección (cm ²)	Resistenc		Resistenc ia (kg/cm ²)	% de resisten cia	% de resistenci a que debe alcanzar	% promed io de resisten cia
				ia de diseño a 28 días (kg/cm ²)	Fuerz a (kg)				
7	7.5	15	176.72	210	24490	138.58	65.99	70.00%	
7	7.5	15	176.72	210	24380	137.96	65.7	70.00%	66.40
7	7.5	15	176.72	210	25050	141.75	67.5	70.00%	
14	7.5	15	176.72	210	31120	176.1	83.86	80.00%	
14	7.4	14.8	172.03	210	30380	176.59	84.09	80.00%	83.66
14	7.5	15	176.72	210	30810	174.35	83.02	80.00%	
28	7.5	15	176.72	210	37210	210.57	100.27	100.00%	
28	7.6	15.2	181.46	210	41130	226.66	107.93	100.00%	104.90
28	7.55	15.1	179.08	210	40050	223.64	106.5	100.00%	

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

Durante el proceso de análisis determinado, el diseño de mezcla del concreto testigo se observa que la resistencia a la compresión es de forma favorable con un ligero aumento de 4.90% a la resistencia deseada, se comprueba el correcto diseño de mezclas por el método diseño Walker.

4.1.1.3. Concreto con 2% contenido de fibra de totora y agente espumante (CCT-2%)

Tabla 28. Resistencia a la compresión con 2% (fibra de totora y agente espumante)

CCT-2%

Edad (días)	Radio (cm)	Diám etro (cm)	Área de sección (cm ²)	Resistenc		Resistenc ia (kg/cm ²)	% de resisten cia	% de resistenci a que debe alcanzar	% promedio de resistenci a
				ia de diseño a 28 días (kg/cm ²)	Fuerz a (kg)				
7	7.5	15.0	176.72	210	21600	122.23	58.21	70.00%	
7	7.5	15.0	176.72	210	22400	126.76	60.36	70.00%	60.69
7	7.55	15.1	179.08	210	23880	133.35	63.50	70.00%	
14	7.6	15.2	181.46	210	30990	170.78	81.33	80.00%	
14	7.15	14.3	160.61	210	29560	184.05	87.64	80.00%	82.2
14	7.6	15.2	181.46	210	29580	163.01	77.62	80.00%	
28	7.5	15.0	176.72	210	30450	172.31	82.05	100.00%	
28	7.65	15.3	183.85	210	34380	187.00	89.05	100.00%	87.46
28	7.5	15.0	176.72	210	33880	191.72	91.30	100.00%	

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

Al realizar un análisis de resistencia a la compresión de las muestras de concreto celular con adición del 2% de fibra de totora y agente espumante como incremento al diseño de mezcla, se observa la resistencia a los 28 días, determinando valores no muy favorables con respecto el material utilizado en la presente investigación.

4.1.1.4. Concreto con 4% contenido de fibra de totora y agente espumante (CCT-4%).

Tabla 29. Resistencia a la compresión con 4 % (fibra de totora y agente espumante) CCT-4%

Edad (días)	Radio (cm)	Diámetro (cm)	Área de sección (cm ²)	Resistencia		Resistencia (kg/cm ²)	% de resistencia	% de resistencia a que debe alcanzar	% promedio de resistencia
				de diseño a 28 días (kg/cm ²)	Fuerza (kg)				
7	7.55	15.1	179.08	210	19670	109.84	52.3	70.00%	
7	7.5	15	176.72	210	22470	127.15	60.55	70.00%	56.50
7	7.5	15	176.72	210	21020	118.95	56.64	70.00%	
14	7.5	15	176.72	210	25240	142.83	68.01	80.00%	
14	7.5	15	176.72	210	25820	146.11	69.58	80.00%	68.40
14	7.4	14.8	172.03	210	24430	142.01	67.62	80.00%	
28	7.5	15	176.72	210	30520	172.71	82.24	100.00%	
28	7.5	15	176.72	210	29870	169.03	80.49	100.00%	80.18
28	7.5	15	176.72	210	28880	163.43	77.82	100.00%	

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

Se realiza el análisis de resistencia a la compresión de las muestras de concreto celular incorporando el 4% de fibra de totora y agente espumante como incremento al diseño de mezcla, se aprecia un ligero descenso en el % promedio de resistencia a los 28 días.

4.1.1.5. Concreto con 6% contenido de fibra de totora y agente espumante (CCT-6%)

Tabla 30. Resistencia a la compresión con 6%(fibra de totora y agente espumante) CCT-6%

Edad (días)	Radio (cm)	Diámetro (cm)	Área de sección (cm ²)	Resistencia		% de resistencia		% promedio de resistencia	
				de diseño a 28 días (kg/cm ²)	Fuerza (kg)	Resistencia (kg/cm ²)	de resistencia a que debe alcanzar		
7	7.55	15.1	179.08	210	18200	101.63	48.4	70.00%	
7	7.5	15	176.72	210	21220	120.08	57.18	70.00%	51.5
7	7.5	15	176.72	210	18160	102.76	48.94	70.00%	
14	7.5	15	176.72	210	23950	135.53	64.54	80.00%	
14	7.5	15	176.72	210	25120	142.15	67.69	80.00%	66.72
14	7.4	14.8	172.03	210	24540	142.65	67.93	80.00%	
28	7.5	15	176.72	210	26630	150.69	71.76	100.00%	
28	7.6	15.2	181.46	210	27120	149.46	71.17	100.00%	69.12
28	7.55	15.1	179.08	210	24230	135.3	64.43	100.00%	

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

Se evalúa el análisis de la resistencia a la compresión en las muestras de concreto celular incorporando el 6 % de fibra de totora y agente espumante como incremento al diseño de mezcla, se determina en esta investigación un descenso notable al % promedio de resistencia a los 28 días, se concluye que ya no es un porcentaje favorable para el diseño de mezclas.

4.1.1.6. Concreto con 8% contenido de fibra de totora y agente espumante (CCT-8%).

Tabla 31. Resistencia a la compresión con 8%(fibra de totora y agente espumante) CCT-8%.

Edad (días)	Radio (cm)	Diámetro (cm)	Área de sección (cm ²)	Resistencia de		Resistencia (kg/cm ²)	% de resistencia	% de resistencia a que debe alcanzar	% promedio de resistencia
				diseño a 28 días (kg/cm ²)	Fuerza (kg)				
7	7.55	15.1	179.08	210	19100	106.66	50.79	70.00%	
7	7.5	15	176.72	210	19820	112.16	53.41	70.00%	51.92
7	7.5	15	176.72	210	19140	108.31	51.58	70.00%	
14	7.5	15	176.72	210	23880	135.13	64.35	80.00%	
14	7.5	15	176.72	210	23660	133.89	63.76	80.00%	64.74
14	7.35	14.7	169.72	210	23560	138.82	66.1	80.00%	
28	7.45	14.9	174.37	210	23840	136.72	65.11	100.00%	
28	7.65	15.3	183.85	210	25640	139.46	66.41	100.00%	63.9
28	7.5	15	176.72	210	22330	126.36	60.17	100.00%	

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

Se evalúa los resultados de la resistencia a la compresión de las muestras de concreto celular incorporando el 8% de fibra de totora y agente espumante como incremento al diseño de mezcla, se concluye que la resistencia a la compresión es muy inferior al resultado de diseño de mezcla, ya no tenemos resultados favorables para esta investigación.

4.1.1.7. Resistencia a la compresión promedio obtenido

Los resultados de resistencia promedio obtenidos de los ensayos a la compresión del concreto celular con diferentes proporciones de fibra de totora y agente espumante a los 7, 14 y 28 días se presentan en la Tabla 32.

Tabla 32. Resistencia a la compresión promedio

Concreto con:			Resistencia a la compresión con respecto a 210 kg/cm ²					
Tipo	Fibra de totora	Agente espumante	7 días		14 días		28 días	
			kg/cm ²	%	kg/cm ²	%	kg/cm ²	%
		resistencia teórica	147.00	70.00%	180.00	85.00%	210.00	100%
CCT-0%	0%	0 ml.	139.43	66.40	175.68	83.66	220.29	104.90
CCT-2%	2%	300ml.	127.45	60.69	172.62	82.20	183.68	87.46
CCT-4%	4%	300 ml.	118.65	56.50	143.65	68.40	168.39	80.18
CCT-6%	6%	300 ml.	108.16	51.50	140.11	66.72	145.15	69.12
CCT-8%	8%	300 ml.	109.04	51.92	135.95	64.74	134.18	63.90

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

Se presenta en la figura 41, los resultados del concreto celular con mayor resistencia a la compresión es el de tipo testigo CCT-0% superior al concreto celular tipo CCT-2% y seguido por el concreto celular tipo CCT-4%.

En esta investigación, se observó que la resistencia a la compresión de las muestras de concreto celular con aditivo agente espumante y un máximo de 4% de fibra de totora, en otras dosificaciones es notable el descenso de resistencia a la compresión en un periodo de 28 días, se concluye que las otras dosificaciones ya no son porcentajes favorables para el diseño de mezcla de la presente investigación.

Según el RNE “en la norma E.070 de Albañilería Estructural, se tiene que tener en cuenta con un mínimo de 20 kg/cm^2 , para que pueda ser usado como unidad de albañilería para muros.

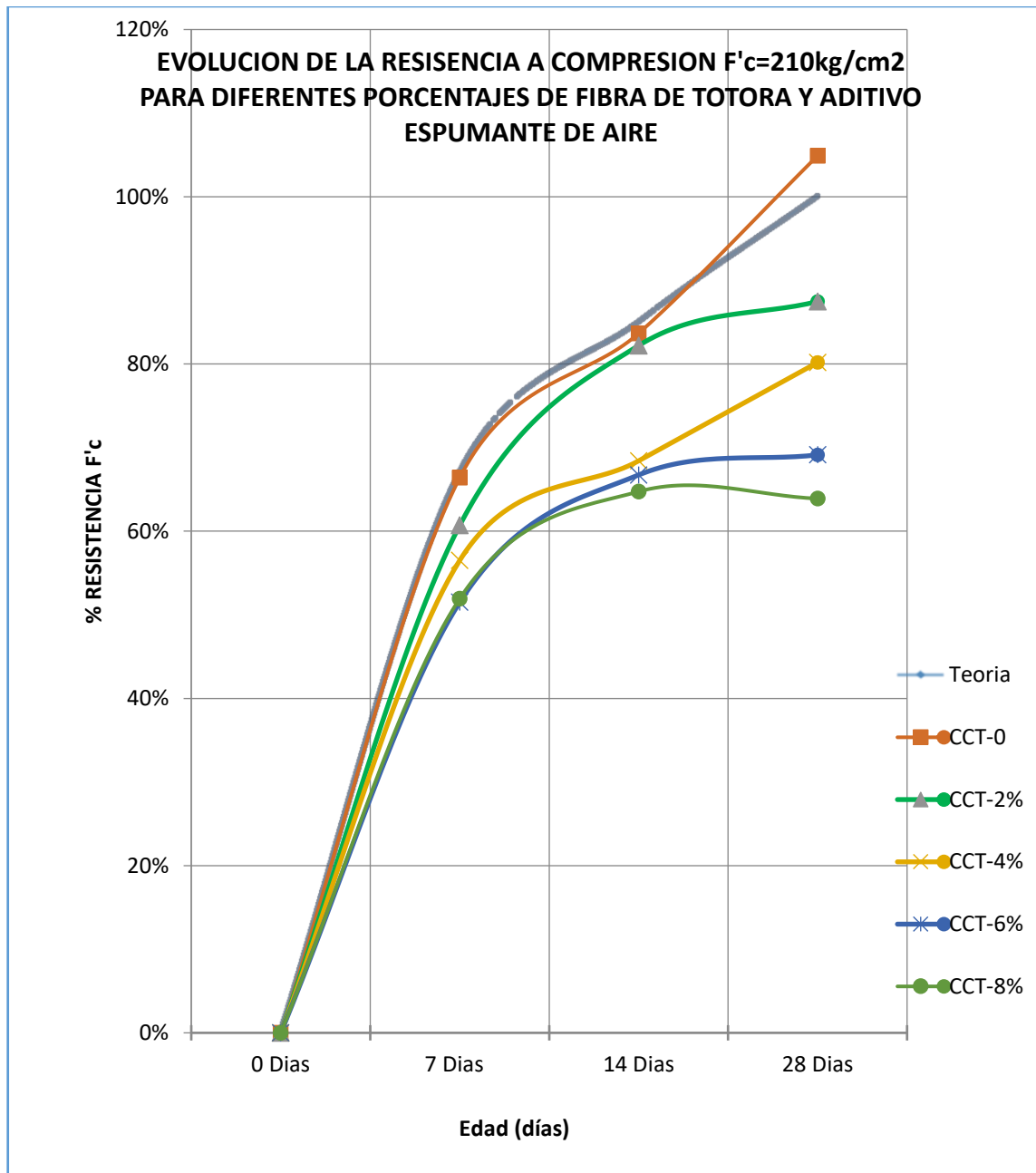


Figura 11. Evolución de la resistencia a compresión obtenida para diferentes porcentajes de fibra de totora con agente espumante.

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.



Se puede apreciar en la figura de la resistencia a compresión obtenida para diferentes porcentajes de fibra de totora con agente espumante a la edad de 28 días llega a conservar la resistencia a la compresión frente al concreto testigo en un máximo de 4% de fibra de tora para esta investigación.

4.1.2. Masa unitaria

Muestras de concreto en forma cilíndrica (briquetas)

Se determina según los procedimientos sus dimensiones medias de los especímenes, y los resultados obtenidos al ensayo del material en estado seco, su densidad, a continuación, se muestran los resultados obtenidos en esta investigación.

Tabla 33. Resultados de masa unitaria (briquetas).

Código	Tipo	Diámetro m.	Alto m.	Largo m.	Volumen m ³	Masa kg	Masa unitaria kg/m ³
CCT-0%, 1	Briqueta	0.15	0.3	-	0.0053	11.86	2237.74
CCT-0%, 2	Briqueta	0.15	0.3	-	0.0053	12.13	2288.68
CCT-0%, 3	Briqueta	0.15	0.3	-	0.0053	12.15	2292.45
Promedio							2272.96
CCT-2%, 1	Briqueta	0.15	0.3	-	0.0053	11.27	2126.42
CCT-2%, 2	Briqueta	0.15	0.3	-	0.0053	11.92	2249.06
CCT-2%, 3	Briqueta	0.15	0.3	-	0.0053	11.43	2156.6
Promedio							2177.36
CCT-4%, 1	Briqueta	0.15	0.3	-	0.0053	11.19	2111.32
CCT-4%, 2	Briqueta	0.15	0.3	-	0.0053	11.37	2145.28
CCT-4%, 3	Briqueta	0.15	0.3	-	0.0053	11.14	2101.89
Promedio							2119.5
CCT-6%, 1	Briqueta	0.15	0.3	-	0.0053	11.34	2139.62
CCT-6%, 2	Briqueta	0.15	0.3	-	0.0053	11.27	2126.42
CCT-6%, 3	Briqueta	0.15	0.3	-	0.0053	11.18	2109.43
Promedio							2125.16
CCT-8%, 1	Briqueta	0.15	0.3	-	0.0053	11.37	2145.28
CCT-8%, 2	Briqueta	0.15	0.3	-	0.0053	11.21	2115.09
CCT-8%, 3	Briqueta	0.15	0.3	-	0.0053	11.38	2147.17
Promedio							2135.85

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

En la tabla 33 muestra, que la masa unitaria de la mezcla tipo testigo CCT-0%, es más densa a comparación con las mezclas tipo CCT-2%, CCT-4%, CCT-6% y CCT-8% respectivamente de acuerdo a su dosificación de la fibra de totora y aditivo agente incorporador de aire que genera espacios vacíos en la mezcla Tipo CCT-2%, CCT-4%,



CCT-6% y CCT-8%, lo que proyecta una estructura abierta con una densidad baja respectivamente.

Según la tabla 33. Se muestra la masa unitaria del concreto celular tipo testigo CCT-0% su densidad promedio es de 2272.96 kg/m^3 , del tipo CCT-2% la densidad promedio es de 2177.36 kg/m^3 , del tipo CCT-4% la densidad promedio es de 2119.50 kg/m^3 , del tipo CCT-6% la densidad promedio es de 2125.16 kg/m^3 y finalmente el tipo CCT-8% su densidad promedio es de 2135.85 kg/m^3 .

Según su masa unitaria y resistencia a la compresión los más apropiados son hasta el concreto celular CCT-0%, CCT-2% y CCT-4% con 2119.50 kg/m^3 y % promedio de resistencia es de 80.80% comparado con el concreto tipo testigo CCT-0% es de 2272.96 kg/m^3 con % promedio de resistencia es de 104.90%

El Concreto Celular pesa del 10% al 87% menos respecto al concreto de peso normal. Esta reducción en el peso, supone un ahorro importante sobre el costo de la estructura y los cimientos (Zamora, 2015).

Resultados para las muestras de concreto bloque rectangular (20x40x4) Se muestran las siguientes tablas:

Tabla 34. Ensayo de masa unitaria (bloques 20x40x4cm).

código	Tipo	Ancho m.	Alto m.	Largo m.	Volumen m ³	Masa kg	Masa unitaria kg/m ³
CCT-0%, 1	Bloq. rect.	0.2	0.04	0.4	0.0032	7.445	2326.56
CCT-0%, 2	Bloq. rect.	0.2	0.04	0.4	0.0032	7.755	2423.44
Promedio							2375.00
CCT-2%, 1	Bloq. rect.	0.2	0.04	0.4	0.0032	6.545	2045.31
CCT-2%, 2	Bloq. rect.	0.2	0.04	0.4	0.0032	6.955	2173.44
Promedio							2109.38
CCT-4%, 1	Bloq. rect.	0.2	0.04	0.4	0.0032	7.12	2225
CCT-4%, 2	Bloq. rect.	0.2	0.04	0.4	0.0032	7.23	2259.38
Promedio							2242.19
CCT-6%, 1	Bloq. rect.	0.2	0.04	0.4	0.0032	7.1	2218.75
CCT-6%, 2	Bloq. rect.	0.2	0.04	0.4	0.0032	7.36	2300
Promedio							2259.38
CCT-8%, 1	Bloq. rect.	0.2	0.04	0.4	0.0032	6.785	2120.31
CCT-8%, 2	Bloq. rect.	0.2	0.04	0.4	0.0032	7.21	2253.13
Promedio							2186.72

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

4.1.3. Conductividad térmica

Para la elaboración del ensayo de conductividad térmica se trabajó con dos especímenes por cada dosificación de mezcla. se realizaron de cada uno de los especímenes de ensayo sus características, se realizado anteriormente apreciada en la tabla 16.

Se elaboraron especímenes de muestras de forma definida de consistencia maciza rectangular con un tamaño de 20x40x4 cm.

4.1.3.1. Resultados de los especímenes del concreto celular bloque rectangular (20x40x4 cm)

Se debe tener las características de los especímenes de cada tipo de muestra, se toma las dimensiones promedio del espesor lo cual es 0.04 m y su área de la cara del bloque es de 0.08 m² y es expuesta al ensayo para dicha investigación.

Después de determinar las dimensiones deseadas, se realizaron cálculos de conductividad térmica y gradiente de temperatura (ΔT), para cada ensayo realizado. Los resultados obtenidos de cada ensayo son los siguientes:

Tabla 35. Coeficiente de conductividad térmica (bloques rectangulares).

Especímen	Conductividad térmica W/m °K				
	CCT-0%	CCT-2%	CCT-4%	CCT-6%	CCT-8%
I	0.1495	0.1503	0.1514	0.1516	0.1521
II	0.1508	0.1505	0.1515	0.1518	0.1523
Promedio	0.1501	0.1504	0.1514	0.1517	0.1522

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

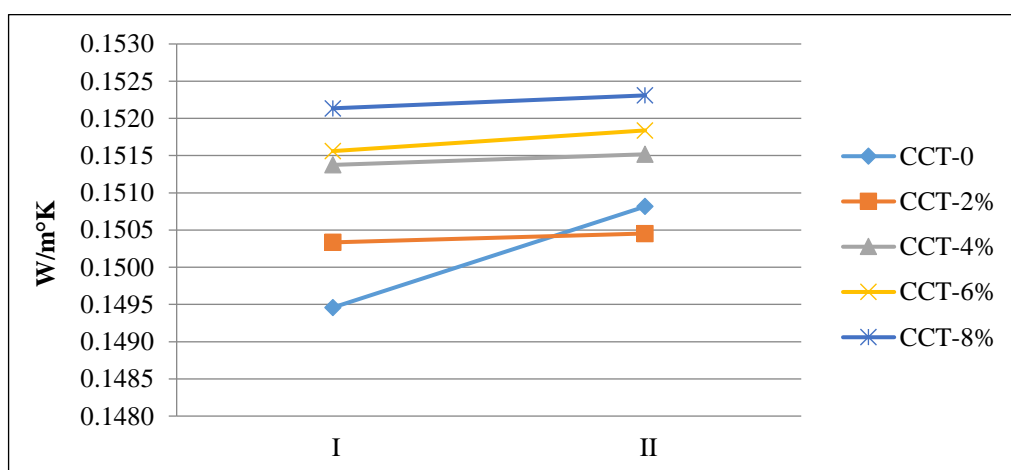


Figura 12. Conductividad térmica para cada tipo de muestra (bloques rectangulares)



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

Debido a que las pruebas de conductividad térmica se realizan con dos muestras de cada tipo de mezcla. Se han realizado cinco pruebas con 10 unidades de muestras, de todas las mezclas (CCT-0%, CCT-2%, CCT-4%, CCT -6% y CCT-8%).

En esta investigación se tiene los resultados para la concreto tipo testigo CCT-0% el coeficiente de conductividad térmica es de $0.1501 \text{ W/m}^\circ\text{K}$, y el concreto celular tipo CCT-2% es de $0.1504 \text{ W/m}^\circ\text{K}$, para concreto celular tipo CCT-4% es de $0.1514 \text{ W/m}^\circ\text{K}$, para el tipo CCT-6% es de $0.1517 \text{ W/m}^\circ\text{K}$ y para concreto celular tipo CCT-8% es de $0.1522 \text{ W/m}^\circ\text{K}$.

Se muestra en la figura 42, como resultado el concreto celular tipo CCT-8% es mayor al respecto de la conductividad térmica que las otras mezclas tipo CCT-6%, CCT-4%, CCT-2% y CCT-0% respectivamente va descendiendo su conductividad térmica, esto debido a su composición interna.

Como resultado en esta investigación, el concreto celular tipo CCT-4% según su densidad, resistencia a la compresión simple y conductividad térmica es lo más óptimo de acuerdo a sus resultados obtenidos.

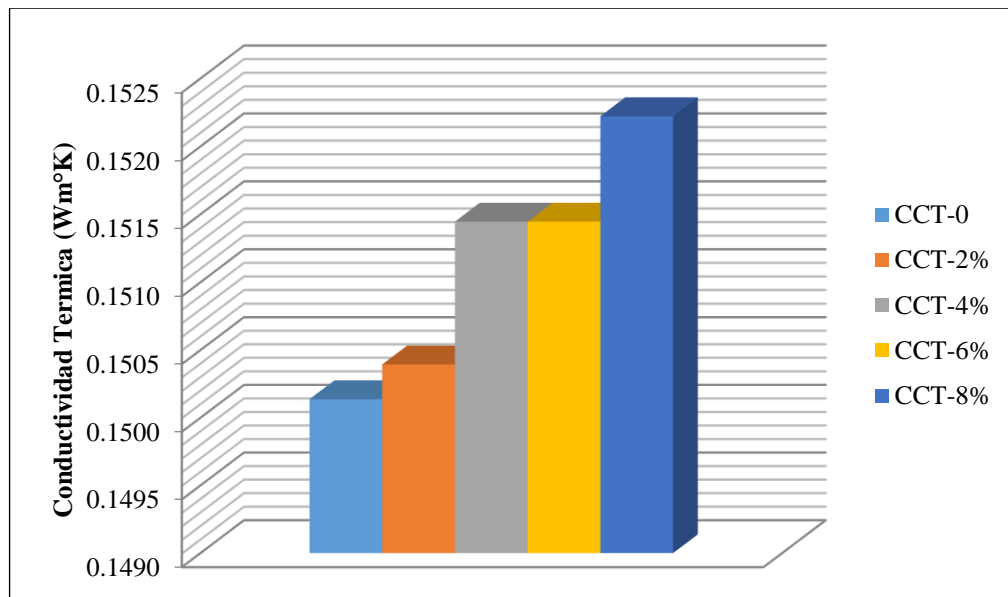


Figura 13. Comportamiento de la conductividad térmica del concreto celular con diferentes dosificaciones.

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

4.1.4. Resistencia térmica

El coeficiente de conductividad térmica determinada anteriormente nos permite determinar la resistencia térmica R (m^2K/W) de cada tipo de mezcla (CCT-0%, CCT-2%, CCT-4%, CCT-6% y CCT-8%) en relación con el flujo de calor.

4.1.4.1. Resultados de especímenes de concreto en forma de bloque rectangulares (20x40x4 cm).

Para obtener el valor de R , el valor del espesor entre el coeficiente de conductividad térmica (k). Los resultados de cada tipo de concreto celular CCT-0%, CCT-2%, CCT-4%, CCT-6% y CCT-8% se encuentran en la tabla 36.

Tabla 36. Coeficiente de resistencia térmica (bloques rectangulares).

Espécimen	Resistencia térmica $m^2 \text{ } ^\circ K/W$				
	CCT-0%	CCT-2%	CCT-4%	CCT-6%	CCT-8%
I	0.2676	0.2661	0.2642	0.2639	0.2629
II	0.2652	0.2659	0.264	0.2634	0.2626
Promedio	0.2664	0.266	0.2641	0.2637	0.2628

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

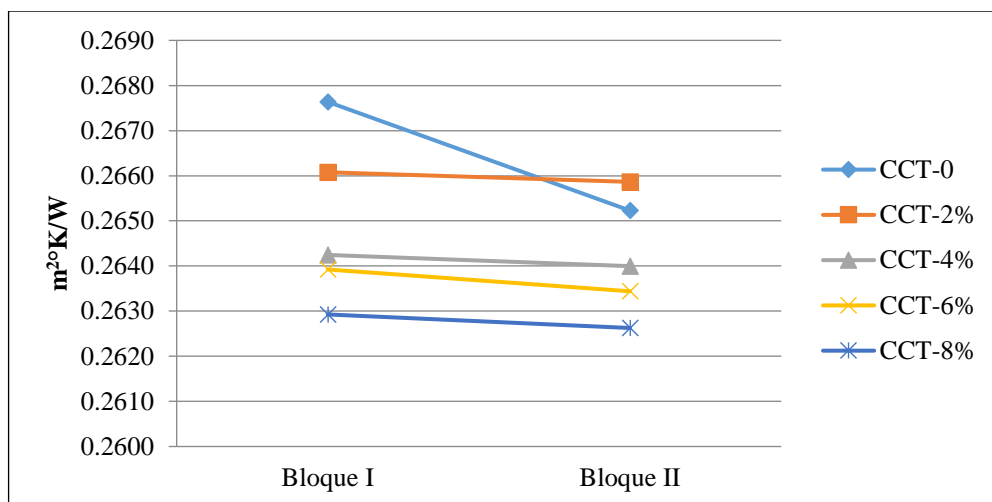


Figura 14. Comportamiento de la resistencia térmica (bloques rectangulares)

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

La tabla 36 muestra que el coeficiente de resistencia térmica para el concreto testigo tipo CCT-0% es de $0.2664 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ K/W$, y el concreto celular tipo CCT-2% como resultado es de $0.2660 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ K/W$, concreto celular tipo CCT-4% el resultado es de $0.2641 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ K/W$, el concreto celular tipo CCT-6% resultado es de $0.3637 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ K/W$ y finalmente el concreto celular tipo CCT-8% es de $0.27330.2628 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ K/W$.

El concreto testigo CCT-0% y CCT-2% tienen un coeficiente superior en la resistencia térmica, que las otras muestras de concreto celular tipo CCT-4%, CCT-6% y CCT-8%, esto debido a su composición interna.

4.1.5. Transmitancia térmica

Una forma de comprobar si el material es térmicamente adecuado, también por el método de coeficiente de transmisión de calor U ($W/m^2\text{°K}$).

4.1.5.1. Resultados de los especímenes de concreto en forma bloques rectangulares (20x40x4 cm)

Con las mismas características de las muestras se determina el coeficiente de resistencia térmica, el valor del coeficiente de conductividad térmica (k) entre el espesor de la muestra ensayada. Los resultados para los diferentes tipos de concreto celular CCT-0%, CCT-2%, CCT-4%, CCT-6% y CCT-8% se muestran en la tabla 37.

Tabla 37. Coeficiente de transmitancia térmica (bloques rectangulares).

Especímen	Transmitancia térmica $W/m^2\text{°K}$				
	CCT-0%	CCT-2%	CCT-4%	CCT-6%	CCT-8%
I	3.7365	3.7584	3.7844	3.789	3.8034
II	3.7704	3.7613	3.7879	3.796	3.8077
Promedio	3.7534	3.7598	3.7862	3.7925	3.8056

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

Se ensayaron dos muestras de cada tipo de concreto celular, se obtuvieron datos de las dos muestras en cada ensayo, lo cual, se obtuvo un promedio de las dos muestras en cada tipo de concreto celular (CCT-0%, CCT-2%, CCT-4%, CCT-6% y CCT-8%).

En la tabla 37 se muestra el coeficiente de transmisión de calor, para el concreto testigo CCT-0% es de $3.7534 W/m^2\text{°K}$, el concreto celular tipo CCT-2% es de 3.7598 , el concreto celular tipo CCT-4% es de 3.7862 , de concreto celular tipo CCT-6% es de 3.7925 y finalmente de concreto celular tipo CCT-8% es de 3.8056 .

En la figura 45 se observa como es el comportamiento del coeficiente de transmisión de calor con cada uno de las muestras ensayadas.

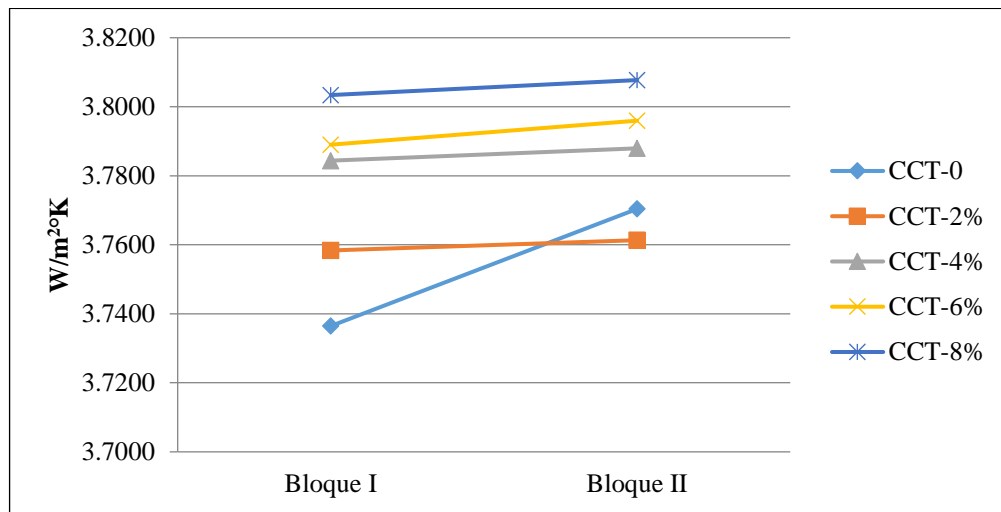


Figura 15. Comportamiento de transmitancia térmica (bloques rectangulares).

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

En la figura 46, se distingue como el concreto celular CCT-0% y CCT-2% tiene un coeficiente inferior su resistencia térmica, que las otras mezclas tipo CCT-4%, CCT-6% Y CCT-8%, esto debido a su composición interna.

4.2. DOSIFICACIÓN ÓPTIMA DE LA TOTORA PARA UN ADECUADO DESARROLLO DE CONCRETO CELULAR CON BUENAS PROPIEDADES TÉRMICAS.

Los resultados han sido demostrados y analizados comparando preliminarmente con diferentes dosificaciones de fibra de totora (CCT-0%, CCT-2%, CCT-4%, CCT-6% y CCT-8%), esto es el propósito de esta investigación. Se tomaron en cuenta su densidad, resistencia a la compresión, coeficiente de conductividad, resistencia y transmitancia térmica.

Masa unitaria conocida también como densidad, se determinó que, de los cinco tipos de concreto celular, la muestra tipo testigo CCT-0% su densidad es de 2272.96 kg/m³ y las muestras tipo CCT-2%, CCT-4%, CCT-6% y CCT-8% todos ellos tienen una densidad baja en comparación con los concretos testigos las cuales están entre los rangos de 2250 kg/m³ a 2400 kg/m³ (Neville, 1980).

Se tiene un promedio de la densidad de las unidades macizas:

- Para el concreto celular tipo CCT-0% su valor es de 2272.96 kg/m³
- Para el concreto celular tipo CCT-2% su valor es de 2177.36 kg/m³
- Para el concreto celular tipo CCT-4% su valor es de 2119.50 kg/m³
- Para el concreto celular tipo CCT-6% su valor es de 2125.16 kg/m³
- Para el concreto celular tipo CCT-8% su valor es de 2135.85 kg/m³

La resistencia a la compresión de cada mezcla de concreto celular según los resultados con una dosificación de fibra totora de 4% corresponde a concretos estructurales ya que llegan a una $f'c$ apropiado en esta investigación, su uso principal según su clasificación es de concreto para aislante térmico.

Tabla 38. Resistencia promedio a compresión (briquetas).

Descripción	Espécimen	f_c kg/cm ²
Briqueta	CCT-0%	104.9
Briqueta	CCT-2%	87.46
Briqueta	CCT-4%	80.18
Briqueta	CCT-6%	69.12
Briqueta	CCT-8%	63.9

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

Especialmente para el concreto celular, la conductividad térmica es una propiedad muy básica, como se mencionó anteriormente, estos son materiales utilizados con fines térmicos, los resultados presentados anteriormente determinan el concreto celular en sus diferentes dosificaciones como CCT-0%, CCT-2%, CCT-4%, CCT - 6% y CCT-8%. Se comentan muestras realizadas para el ensayo de la presente investigación, donde los valores promedio de conductividad, resistencia y coeficiente de transferencia térmica por unidad maciza, se pueden visualizar en la Tabla 39.

Tabla 39. Promedios de conductividad, resistencia y transmitancia térmica de unidades macizas.

Tipos de mezclas	Coeficiente térmicos		
	Conductividad k W/m [°] K	Resistencia R m ² °K/W	Transmitancia U W/m ² °K
CCT-0%	0.1501	0.2664	3.7534
CCT-2%	0.1504	0.266	3.7598
CCT-4%	0.1514	0.2641	3.7862
CCT-6%	0.1517	0.2637	3.7925
CCT-8%	0.1522	0.2628	3.8056

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

Cabe señalar que la resistencia a la compresión de la mezcla elaboradas, tienen baja resistencia, pero está relacionada con su densidad. Se observa un aumento en la resistencia a densidades más altas, pero a una menor densidad la resistencia disminuye.

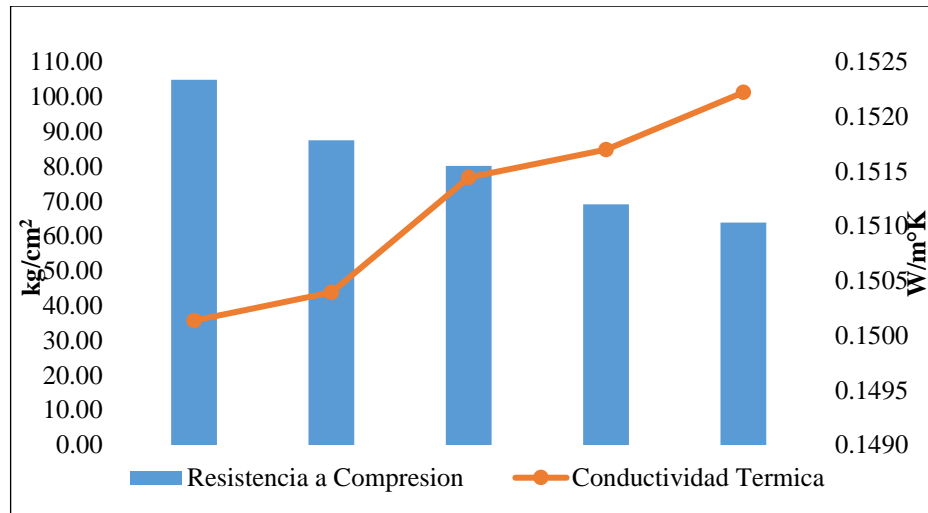


Figura 16. Comparación de resistencia a la compresión y coeficiente de conductividad térmica.

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo, 2019.

Por lo tanto, el concreto que contiene fibras de totora y aditivo agente espumante, tiene una resistencia proporcional a su densidad.

4.2.1. Conductividad térmica del adobe

Según Arapa (2016), determino la conductividad térmica, resistencia y demás, sus resultados promedios son los siguientes.

Los coeficientes térmicos de adobe común son:

Conductividad térmica: $0.3016 \text{ W/m}^\circ\text{K}$, resistencia térmica: $0.3317 \text{ m}^2\text{K/W}$.

Se tomará como dato de referencia la resistencia del adobe, definida como mínimo 12 kg/cm^2 según norma Adobe E.080.



V. CONCLUSIONES

Las propiedades físico-mecánicas del concreto celular en estado endurecido son apropiadas para la construcción de viviendas termo-aisladas, en donde al incrementar las fibras de totora incrementa la conductividad térmica, sin embargo, disminuye la resistencia a la compresión simple del concreto y la densidad, siendo los valores óptimos en la resistencia a la compresión simple y conductividad térmica el de concreto (concreto celular testigo) tipo CCT-2% y CCT-4%, una resistencia a la compresión de 87.46 y 80.18 kg/cm², conductividad térmica promedio de 0.1504 y 0.1514 W/m^{°K}, la resistencia térmica es de 0.2660 y 0.2641 m²°K/W y su transmitancia térmica es de 3.7598 y 3.7862 W/m²°K.

La dosificación óptima de un concreto celular adicionando fibras de totora para que tenga adecuada propiedad térmica teniendo en cuenta las propiedades mecánicas del concreto es de 4% de adición de fibras de totora, sin embargo, disminuye a resistencia a la compresión simple del concreto con las dosificaciones de 6 y 8 % de adición de fibra de totora.



VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda fabricar las briquetas o bloques deben fabricarse y almacenarse, cerca del lugar donde se realizarán los ensayos correspondientes para evitar la manipulación innecesaria que provoque diversas alteraciones en los resultados.

La aplicación de curado es clave para concretos celulares para verificar si se mejora la resistencia a la compresión, así como también su conductividad y su tiempo total del curado.

En cuanto a la dosificación de la totora se recomienda realizar una investigación con diferentes tamaños de fibra de totora para poder mejorar la resistencia a la compresión simple.

Finalmente, las futuras investigaciones también deberían abordar temas relacionadas con los impactos económicos, ambientales y sociales de una posible implementación de una vivienda basada con en la totora en la región Puno.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abanto Castillo, F. (1994). *Tecnología del concreto*. Lima-Perú: San Marcos.
- ACI 523.2R. (1996). Guide for Precast Cellular Concrete Floor, Roof, and Wall Units.
American Concrete Institute. Detroit, USA.
- ACI 523.3R. (2014). Guide for Cellular Concretes above 50 lb/ft³ (800 kg/m³),
American Concrete Institute. Detroit, USA.
- Acosta, L., & González, T. (2003). *Evaluación de las propiedades del concreto celular*.
Universidad de Sonora, Sonora, México.
- Alfaro, R., & Espinoza, A. (2021). *Caracterización geotécnica de suelos mediante ensayos de laboratorio*. UNA Puno.
- Álvarez, G. (2012). *Hormigón ligero. Aspectos técnicos y estéticos*. Cemex.
- Amirrasouli, B. (2015). *Propiedades mecánicas del concreto celular reforzado con fibra de baja densidad y su potencial de absorción de energía contra la incorporación de aire*. (Tesis de doctorado). Universidad de Manchester, Manchester.
- Arapa, J. (2016). *Análisis y diseño comparativo de concreto celular usando espuma de poliestireno y agente espumante*. (Tesis de licenciatura). Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez”, Juliaca.
- Arbitó, G. (2016). *Concreto celular para uso estructural*. (Tesis de maestría). Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Aroni-Quispe, D. X., Alfaro-Alejo, R., Huaman-Gutierrez, H. A., & Belizario-Quispe,



- G. (2021). Comparative analysis of evapotranspiration using the SEBAL model and the evaporimeter pan method in the Huancane basin of Puno, Peru. *Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology XXIII*, 11856, 74–84. <https://doi.org/10.1117/12.2600821>
- ASTM, C. (2003). *Standard specification for concrete aggregates*. Philadelphia, PA: American Society for Testing and Materials.
- Belizario, G. (2014). *Impactos del cambio climático en la agricultura de la cuenca Ramis, Puno-Perú* [Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/256>
- Belizario, G. (2015). Efectos del cambio climático en la agricultura de la cuenca Ramis, Puno-Perú. *Rev. Investig. Altoandin.*, 17(1), 47–52. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18271/ria.2015.77>
- Belizario, G. (2021). *Epistemología ambiental aplicada al cambio climático y su impacto en la agricultura* (ILAE (ed.); Primera Ed). Instituto Latinoamericano de Altos Estudios. https://www.ilae.edu.co/web/Ilae_Files/Libros/202109231427551445415815.pdf
- Belizario, G., Chui, H. N., & Cotrina, G. G. (2021). *Comportamiento de la resistencia del concreto a diferentes altitudes: Un estudio de caso en las zonas altoandinas del Perú* (Primera). Editorial Académica Española. <https://www.morebooks.shop/store/es/book/comportamiento-de-la-resistencia-del-concreto-a-diferentes-altitudes/isbn/978-620-3-03477-6>
- Belizario, G., Huaquisto, E., & Chirinos, T. (2013a). Efectos del cambio climático en la temperatura y precipitación - Capachica, Perú. *Revista de Investigaciones*



- Altoandinas*, 15(4), 15–24.
- Belizario, G., Huaquisto, E., & Chirinos, T. (2013b). Influencia del cambio climático en los elementos climáticos de la cuenca del río Coata-Puno. *Revista Investigaciones Altoandinas*, 15(1), 35–54.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5607224>
- Canales, Á., Belizario, G., Calatayud, A. P., Chui, H. N., & Huaquisto, E. (2021). Thermal comfort and the risk of respiratory infections in older adults in the Peruvian highlands. *Revista Espanola de Geriatria y Gerontologia*, 56(1), 24–28.
<https://doi.org/10.1016/j.regg.2020.07.007>
- Huaquisto, S., & Belizario, G. (2018). Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 20(2), 225–234. <https://doi.org/10.18271/ria.2018.366>
- Izquierdo, M., y Ortega, O. (2017). *Desarrollo y aplicación del concreto celular a base de aditivo espumante para la elaboración de bloques macizos destinados a tabiquerías no portantes en edificaciones*. (Tesis de licenciatura). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima.
- Lazo, J. (2017). *Diseño de concreto celular para diferentes densidades, análisis de sus propiedades y sus aplicaciones*. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, Arequipa.
- Levieli, D. (s.f.). *Importancia socioeconómica de las macrófitas*.
- Neville, A. (1992). *Tecnología del Concreto*. México, D.F.: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, México.




- Ninaquispe, Y. (2007). *Uso del Concreto Celular en Unidades de Albañilería no Estructural*. Universidad Nacional de Ingenierías, Lima, Perú.
- Oficina de Gestión de la Información y Estadística, Dirección General Parlamentaria (2019). *Carpeta Georeferencial Región Puno Perú*.
- PELT-ADESU. (2000). *Evaluación de la Totorá*. Puno.
- Rengifo, M., Yupangui, R. (2013). *Estudio del Hormigón Celular*. Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- Zamora, L. (2015). *Diseño de un bloque de concreto celular y su aplicación como unidad de albañilería no estructural*. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca.


ANEXOS

Anexo A:

Anexo A-1: Peso específico y absorción de agregados



UNIVERSIDAD ANDINA "MESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS PUNAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



TEMA : TESIS "EVALUAR LA TECNOLOGÍA DE CONCRETO CELULAR UTILIZANDO TOTORA COMO AISLANTE TÉRMICO ECOLÓGICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS RURALES EN ZONAS ALTOANDINAS DEL DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACHILLER SILVIA AYDE YUCRA SACACHIPANA
CANTERA : UNOCOLLA
LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO - LIANCY - JULIACA
FECHA : 19 DE JUNIO DEL 2019

ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS


ARENA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno = 485.95
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 500.00
N° 8	117.47	23.49	23.49	76.51	Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1307.20
N° 16	68.86	13.77	37.27	62.73	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1612.20
N° 30	79.35	15.87	53.14	46.86	PESO ESPECÍFICO	
N° 50	158.41	31.68	84.82	15.18	Wc+B =	$\frac{1807}{195}$
N° 100	57.78	11.56	96.37	3.63	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{500}{2.58}$ g/cm ³
N° 200	12.85	2.57	98.94	1.06	ABSORCIÓN	
FONDO	5.28	1.06	100.00	0.00	B =	$\frac{500.00}{14.01}$
SUMA	500.00	100.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{14.01}{2.58} \%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						
MI = MÓDULO DE FINEZA					2.95	

GRAVA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno = 786.74
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 800.00
1"	56	1.60	1.60	98.40	Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1307.20
3/4"	436	12.45	14.05	85.94	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1792.33
1/2"	1113	31.80	45.85	54.14	PESO ESPECÍFICO	
3/8"	824	17.83	63.69	36.31	Wc+B =	$\frac{2187}{315}$
1/4"					Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{800}{2.54}$ g/cm ³
N° 4	1271	36.31	100.00	0.00	ABSORCIÓN	
FONDO	0.00	0.00	100.00	0.00	B =	$\frac{800.00}{13.26}$
SUMA	3500.00	100.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{13.26}{2.54} \%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						

OBSERVACIONES:
*LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL BACHILLER




LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
 JULIACA - PUNO
 E.N° 5-156839



Anexo A-2: Peso unitario de agregado grueso.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

TEMA : TESIS "EVALUAR LA TECNOLOGÍA DE CONCRETO CELULAR UTILIZANDO TOTORA COMO AISLANTE TÉRMICO ECOLÓGICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS RURALES EN ZONAS ALTOANDINAS DEL DEPARTAMENTO DE PUNO"

SOLICITANTE : BACHILLER SILVIA AYDE YUCRA SACACHIPANA

CANTERA : UNOCOLLA

LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO - UANCV - JULIACA

FECHA : 19 DE JUNIO DEL 2019



DENSIDAD MINIMA AGREGADO (GRAVA)

PESO DEL MOLDE	7105 gr	7105 gr	7105 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3241 cm ³	3241 cm ³	3241 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	11810.00 gr	11830.00 gr	11840.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4705.00 gr	4725.00 gr	4735.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.452 gr/cm ³	1.458 gr/cm ³	1.461 gr/cm ³
PROMEDIO	1.457 gr/cm ³		

DENSIDAD MAXIMA AGREGADO (GRAVA)

PESO DEL MOLDE	7105 gr	7105 gr	7105 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3241 cm ³	3241 cm ³	3241 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	12230.00 gr	12185.00 gr	12225.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	5125.00 gr	5080.00 gr	5120.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.581 gr/cm ³	1.567 gr/cm ³	1.580 gr/cm ³
PROMEDIO	1.576 gr/cm ³		



OBSERVACIONES:
* EL ENSAYO FUE REALIZADO POR EL BACHILLER.

UANCV - ECP
 CARR. VIAL VALLE CIVIL
 Mr. Rocío Barrancho Guzmán
 CIR. 138700

B.N° 5-159839

Anexo A-3: Peso unitario de agregado fino.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PUÑAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

TEMA : TESIS "EVALUAR LA TECNOLOGÍA DE CONCRETO CELULAR UTILIZANDO TOTORA COMO AISLANTE TÉRMICO ECOLÓGICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS RURALES EN ZONAS ALTOANDINAS DEL DEPARTAMENTO DE PUÑO"

SOLICITANTE : BACHILLER SILVIA AYDE YUCRA SACACHIPANA

CANTERA : UNOCOLLA

LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO - UANCV - JULIACA

FECHA : 19 DE JUNIO DEL 2019


DENSIDAD MINIMA AGREGADO (ARENA)

PESO DEL MOLDE	5920 gr	5920 gr	5920 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2128 cm ³	2128 cm ³	2128 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9280.00 gr	9295.00 gr	9285.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3360.00 gr	3375.00 gr	3365.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.579 gr/cm ³	1.586 gr/cm ³	1.581 gr/cm ³
PROMEDIO	1.582 gr/cm ³		

DENSIDAD MAXIMA AGREGADO (ARENA)

PESO DEL MOLDE	5920 gr	5920 gr	5920 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2128 cm ³	2128 cm ³	2128 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9480.00 gr	9485.00 gr	9480.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3560.00 gr	3565.00 gr	3560.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.673 gr/cm ³	1.675 gr/cm ³	1.673 gr/cm ³
PROMEDIO	1.674 gr/cm ³		

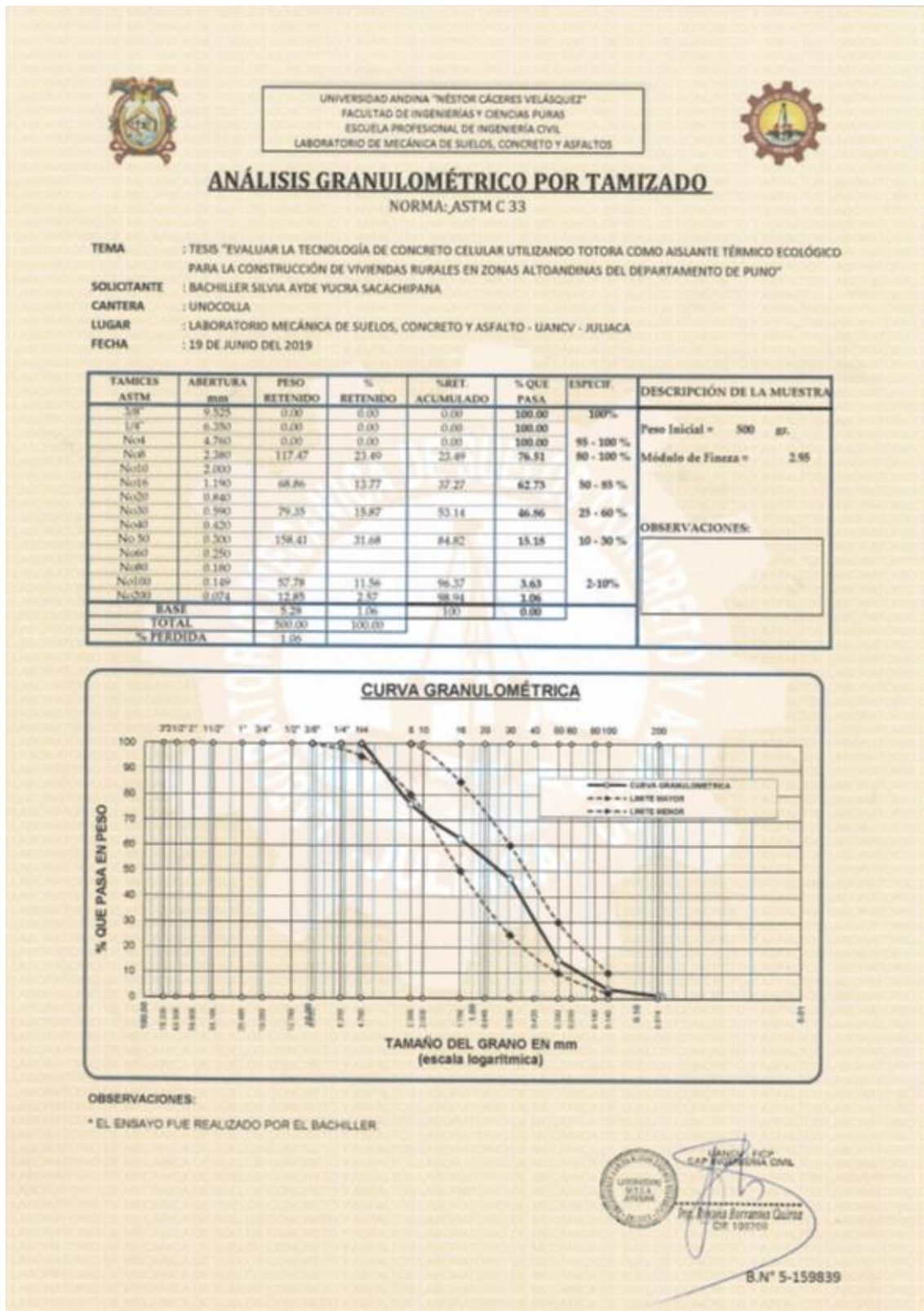
OBSERVACIONES:
* EL ENSAYO FUE REALIZADO POR EL BACHILLER.



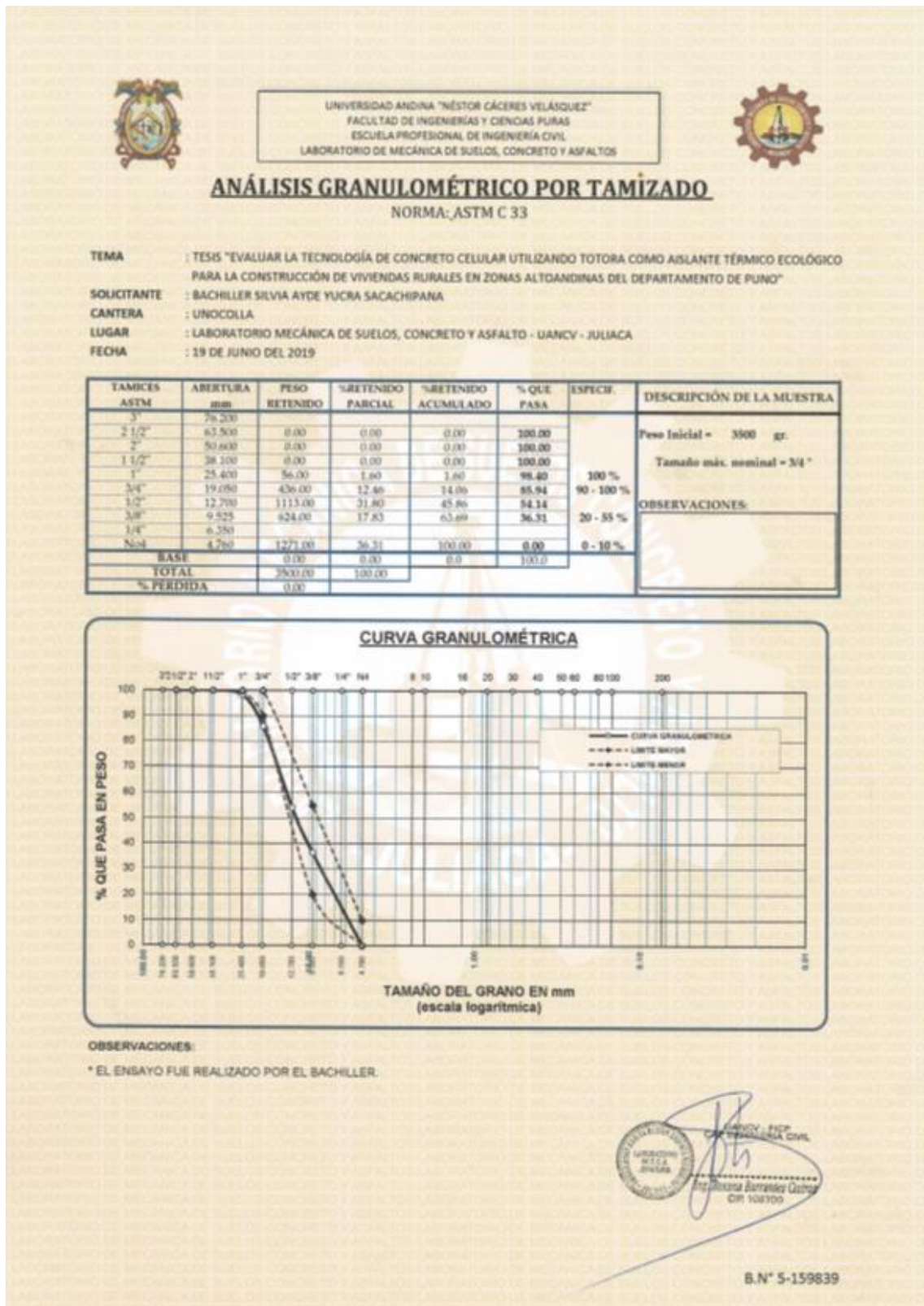
UANCV - EPOP
LABORATORIO DE MECÁNICA CIVIL
Ing. Gisela Barraltes Quispe
DIR 106700

B.N° 5-159839


Anexo A-4: Granulometría del agregado fino.




Anexo A-5: Granulometría del agregado grueso.



Anexo A-6: Diseño de mezcla.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



DISEÑO DE MEZCLA $F'c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$

TEMA : TESIS "EVALUAR LA TECNOLOGÍA DE CONCRETO CELULAR UTILIZANDO TOTORA COMO AISLANTE TÉRMICO ECOLÓGICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS RURALES EN ZONAS ALTOANDINAS DEL DEPARTAMENTO DE PUNO"

SOLICITANTE : BACHILLER SILVIA AYDE YUCRA SACACHIPANA

CANTERA : UNOCOLLA

UBICACIÓN : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO - UANCV - JULIACA

FECHA : 19 DE JUNIO DEL 2019

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74
ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión $F_c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$ a los 28 días entonces la resistencia promedio $F'_{cr} = 204 \text{ Kg./cm.}^2$

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de $3''$ a $4''$ (76.2 mm. A 101.6 mm.).

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de $3/4''$ (19.05mm)


Además se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizadas previamente:

RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO GRAVA	AGREGADO FINO ARENA
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.54	2.56
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1576	1674
P.U. Suelto	1457	1582
% de Absorción	1.89	2.88
% de Humedad Natural	4.12	6.24
Modulo de Fineza	-	2.95

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- El asentamiento dado es de $3''$ a $4''$ (76.2 mm. A 101.6 mm.)
- Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nom $3/4''$ (19.05mm)
- Puesto que no se utilizará incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: 205 Lt/m³
- Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: 2.0 %
- Como se prevé que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: 0.55
- De acuerdo a la información obtenida en los items 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:
 $(205 \text{ Lt/m}^3) / (0.55) = 373 \text{ Kg/m}^3$



B.N° 5-159839



7. De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 2.95 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1576 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de 0.605 m³ de agregado grueso por m³ de concreto.
Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.6049) * (1576) = 953 \text{ Kg/m}^3$$

8. Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m³ de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

Volumen absoluto de agua	= (205) / (1000)	= 0.205
Volumen absoluto de cemento	= (373) / (2.88 * 1000)	= 0.129
Volumen absoluto de agregado grueso	= (953) / (2.54 * 1000)	= 0.375
Volumen de aire atrapado	= (2.0) / (100)	= 0.020
Volumen sub total	=	0.730

Volumen absoluto de arena

Por tanto el peso requerido de arena seca será de: = (1.000 - 0.730) = 0.270 m³

$$(0.270) * (2.56) * 1000 = 693 \text{ Kg/m}^3$$

9. De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidas los pesos de los agregados:

Agregado grueso húmedo (953) * (1.04117) = 993 Kg.
Agregado Fino húmedo (693) * (1.0624) = 736 Kg.

10. El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:

$$205 - 953 * \left(\frac{4.12 - 1.69}{100} \right) - 693 \left(\frac{6.24 - 2.88}{100} \right) = 159$$

DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO	PROPORCIÓN EN VOLUMEN	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO	PROPORCIÓN EN VOLUMEN
	(Kg/m ³)	PESO SECO	(Kg/m ³)	PESO HÚMEDO
Cemento	373	1.00	373	1.00
Agua	205	0.55	159	0.43
Agreg. Grueso	953	2.56	993	2.66
Agreg. Fino	693	1.86	736	1.98
Aire	2.0 %		2.0 %	

8.77 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	:	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	:	83.96 Kg.
Agregado grueso húmedo	:	113.20 Kg.
Agua efectiva	:	18.08 Kg.



B.N° 5-159839

DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

1.0 Bolsa de Cemento:	Redondeo
- 1.88 p3 de Arena	1.9 p3 de Arena
- 2.75 p3 de Grava	2.7 p3 de Grava
- 18 Lt de Agua	18 Lt de Agua

RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION POR TANDAS.
* Se deberá de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

OBSERVACIONES:

*LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL BACHILLER



B.N° S-159839



Anexo B:

Anexo B-1: Ensayos de resistencia a la compresión.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO		FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA					
ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS									
TEMA	EVALUAR LA TECNOLOGÍA DE CONCRETO CELULAR UTILIZANDO TOTORA COMO AISLANTE TÉRMICO ECOLÓGICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS RURALES EN ZONAS ALTO ANDINAS DEL DEPARTAMENTO DE PUNO*								
SOLICITANTE	BACHILLER YUCRA SACACHIPANA, SILVIA AYDE								
LUGAR	UNA - PUNO (TESTIGO 7 DIAS)								
FECHA	: 30 - agosto - 2019								
Nº	PROBETAS (testigos y/o briquetas)	AREA (cm ²)	FC (kg/cm ²)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ACTURA	EDAD (días)	LECTURA DEL DIA	RESISTENCIA (kg/cm ²)	%
1	MUESTRA 01	176,71	210	02/08/2019	09/08/2019	7	24490	138,59	65,99
2	MUESTRA 02	176,71	210	02/08/2019	09/08/2019	7	24380	137,96	65,70
3	MUESTRA 03	176,71	210	02/08/2019	09/08/2019	7	25050	141,75	67,50
OBSERVACION: Se ha procedido a efectuar los ensayos de resistencia a la compresión de probetas de concreto de acuerdo a la solicitud del interesado, las muestras e información de logueo fueron tomados por el solicitante (personal tecnico de obra).									
 SOLICITANTE					  Ing. Alcides H. Calderón Montalico C.P. N° 122022 JEFE DE LABORATORIOS ETA - UNA - PUNO RESPONSABLE DE LABORATORIO				



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA									
ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS									
TEMA	EVALUAR LA TECNOLOGÍA DE CONCRETO CELULAR UTILIZANDO TOTORA COMO AISLANTE TÉRMICO ECOLÓGICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS RURALES EN ZONAS ALTO ANDINAS DEL DEPARTAMENTO DE PUNO*								
SOLICITANTE	BACHILLER YUCRA SACACHIPANA, SILVIA AYDE								
LUGAR	UNA - PUNO (TESTIGO 14 DIAS)								
FECHA	: 30 - agosto - 2019								
Nº	PROBETAS (testigos y/o briquetas)	AREA (cm²)	FC (kg/cm²)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	LECTURA DEL DIA	RESISTENCIA (kg/cm²)	%
1	MUESTRA 01	176,71	210	02/08/2019	16/08/2019	14	31120	176,10	83,86
2	MUESTRA 02	172,03	210	02/08/2019	16/08/2019	14	30380	176,59	84,09
3	MUESTRA 03	176,71	210	02/08/2019	16/08/2019	14	30810	174,35	83,02
<p>OBSERVACION: Se ha procedido a efectuar los ensayos de resistencia a la compresión de probetas de concreto de acuerdo a la solicitud del interesado, las muestras e información de logueo fueron tomados por el solicitante (personal tecnico de obra).</p>									
 SOLICITANTE					  Ing. Alcides H. Calderón Montalico CIP. Nº 122022 JEFE DE LABORATORIOS FIA - UNA- PUNO RESPONSABLE DE LABORATORIO				



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA									
ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS									
TEMA	EVALUAR LA TECNOLOGÍA DE CONCRETO CELULAR UTILIZANDO TOTORA COMO AISLANTE TÉRMICO ECOLÓGICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS RURALES EN ZONAS ALTO ANDINAS DEL DEPARTAMENTO DE PUNO*								
SOLICITANTE	BACHILLER YUCRA SACACHIPANA, SILVIA AYDE								
LUGAR	UNA - PUNO (TESTIGO 28 DIAS)								
FECHA	: 30 - agosto - 2019								
Nº	PROBETAS (testigos y/o briquetas)	AREA (cm ²)	F'c (kg/cm ²)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	LECTURA DEL DIA	RESISTENCIA (kg/cm ²)	%
1	MUESTRA 01	176,71	210	02/08/2019	30/08/2019	28	37210	210,57	100,27
2	MUESTRA 02	181,46	210	02/08/2019	30/08/2019	28	41130	226,66	107,94
3	MUESTRA 03	179,08	210	02/08/2019	30/08/2019	28	40050	223,64	106,50
<p>OBSERVACION: Se ha procedido a efectuar los ensayos de resistencia a la compresión de probetas de concreto de acuerdo a la solicitud del interesado, las muestras e información de logueo fueron tomados por el solicitante (personal tecnico de obra).</p>									
 SOLICITANTE					  Ing. Alcides H. Calderon Montalico CIP. N° 122022 JEFE DE LABORATORIOS FIA - UNA - PUNO RESPONSABLE DE LABORATORIO				



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA									
ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS									
TEMA	EVALUAR LA TECNOLOGÍA DE CONCRETO CELULAR UTILIZANDO TOTORA COMO AISLANTE TÉRMICO ECOLÓGICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS RURALES EN ZONAS ALTO ANDINAS DEL DEPARTAMENTO DE PUNO"								
SOLICITANTE	BACHILLER YUCRA SACACHIPANA, SILVIA AYDE								
LUGAR	UNA - PUNO (2% FIBRA DE TOTORA 7 DIAS)								
FECHA	: 30 - agosto - 2019								
Nº	PROBETAS (testigos y/o briquetas)	AREA (cm²)	FC (kg/cm²)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	LECTURA DEL DIA	RESISTENCIA (kg/cm²)	%
1	MUESTRA 01	176,71	210	02/08/2019	09/08/2019	7	21600	122,23	58,21
2	MUESTRA 02	176,71	210	02/08/2019	09/08/2019	7	22400	126,76	60,36
3	MUESTRA 03	179,08	210	02/08/2019	09/08/2019	7	23880	133,35	63,50
OBSERVACION: Se ha procedido a efectuar los ensayos de resistencia a la compresión de probetas de concreto de acuerdo a la solicitud del interesado, las muestras e información de logueo fueron tomados por el solicitante (personal tecnico de obra).									
 SOLICITANTE					  Ing. Alcides H. Calderón Montalico CIP. Nº 122022 JEFE DE LABORATORIOS FIA - UNA - PUNO RESPONSABLE DE LABORATORIO				



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA									
ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS									
TEMA	EVALUAR LA TECNOLOGÍA DE CONCRETO CELULAR UTILIZANDO TOTORA COMO AISLANTE TÉRMICO ECOLÓGICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS RURALES EN ZONAS ALTO ANDINAS DEL DEPARTAMENTO DE PUNO"								
SOLICITANTE	BACHILLER YUCRA SACACHIPANA, SILVIA AYDE								
LUGAR	UNA - PUNO (2% FIBRA DE TOTORA 14 DIAS)								
FECHA	: 30 - agosto - 2019								
Nº	PROBETAS (testigos y/o briquetas)	AREA (cm ²)	FC (kg/cm ²)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (dias)	LECTURA DEL DIA	RESISTENCIA (kg/cm ²)	%
1	MUESTRA 01	181,46	210	02/08/2019	16/08/2019	14	30990	170,76	81,33
2	MUESTRA 02	183,85	210	02/08/2019	16/08/2019	14	29560	160,76	76,56
3	MUESTRA 03	181,46	210	02/08/2019	16/08/2019	14	29580	163,01	77,63
OBSERVACION: Se ha procedido a efectuar los ensayos de resistencia a la compresión de probetas de concreto de acuerdo a la solicitud del interesado, las muestras e informacion de logueo fueron tomados por el solicitante (personal tecnico de obra).									
 SOLICITANTE					  Ing. Alcides H. Calderón Montalico CIP. N° 122822 JEFE DE LABORATORIOS EIA - UNA - PUNO RESPONSABLE DE LABORATORIO				



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA									
ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS									
TEMA	EVALUAR LA TECNOLOGÍA DE CONCRETO CELULAR UTILIZANDO TOTORA COMO AISLANTE TÉRMICO ECOLÓGICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS RURALES EN ZONAS ALTO ANDINAS DEL DEPARTAMENTO DE PUNO"								
SOLICITANTE	BACHILLER YUCRA SACACHIPANA, SILVIA AYDE								
LUGAR	UNA - PUNO (2% FIBRA DE TOTORA 28 DIAS)								
FECHA	: 30 - agosto - 2019								
Nº	PROBETAS (testigos y/o briquetas)	AREA (cm²)	FC (kg/cm²)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	LECTURA DEL DIA	RESISTENCIA (kg/cm²)	%
1	MUESTRA 01	176,71	210	02/08/2019	30/08/2019	28	30450	172,31	82,05
2	MUESTRA 02	183,85	210	02/08/2019	30/08/2019	28	34380	187,00	89,05
3	MUESTRA 03	176,71	210	02/08/2019	30/08/2019	28	33680	191,72	91,30
OBSERVACION: Se ha procedido a efectuar los ensayos de resistencia a la compresión de probetas de concreto de acuerdo a la solicitud del interesado, las muestras e información de loguao fueron tomados por el solicitante (personal tecnico de obra).									
 SOLICITANTE					  Ing. Alcides H. Calderón Montalico CIP. N° 122022 JEFE DE LABORATORIOS EIA - UNA - PUNO RESPONSABLE DEL LABORATORIO				



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA									
ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS									
TEMA	EVALUAR LA TECNOLOGÍA DE CONCRETO CELULAR UTILIZANDO TOTORA COMO AISLANTE TÉRMICO ECOLÓGICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS RURALES EN ZONAS ALTO ANDINAS DEL DEPARTAMENTO DE PUNO"								
SOLICITANTE	BACHILLER YUCRA SACACHIPANA, SILVIA AYDE								
LUGAR	UNA - PUNO (4% FIBRA DE TOTORA 7 DIAS)								
FECHA	: 30 - agosto - 2019								
Nº	PROBETAS (testigos y/o briquetas)	AREA (cm ²)	FC (kg/cm ²)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE CURTURA	EDAD (días)	LECTURA DEL DIA	RESISTENCIA (kg/cm ²)	%
1	MUESTRA 01	179,08	210	02/08/2019	09/08/2019	7	19670	109,84	52,30
2	MUESTRA 02	176,71	210	02/08/2019	09/08/2019	7	22470	127,15	60,55
3	MUESTRA 03	176,71	210	02/08/2019	09/08/2019	7	21020	118,95	56,64
OBSERVACION: Se ha procedido a efectuar los ensayos de resistencia a la compresión de probetas de concreto de acuerdo a la solicitud del interesado, las muestras e información de logueo fueron tomados por el solicitante (personal tecnico de obra).									
									
SOLICITANTE					 Ing. Alcides H. Calderón Montalico CIP. N° 122022 JEFE DE LABORATORIOS SIA - UNA - PUNO RESPONSABLE DE LABORATORIO				



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA									
ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS									
TEMA	EVALUAR LA TECNOLOGÍA DE CONCRETO CELULAR UTILIZANDO TOTORA COMO AISLANTE TÉRMICO ECOLÓGICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS RURALES EN ZONAS ALTO ANDINAS DEL DEPARTAMENTO DE PUNO*								
SOLICITANTE	BACHILLER YUCRA SACACHIPANA, SILVIA AYDE								
LUGAR	UNA - PUNO (4% FIBRA DE TOTORA 14 DIAS)								
FECHA	: 30 - agosto - 2019								
Nº	PROBETAS (testigos y/o briquetas)	AREA (cm²)	P.C (kg/cm²)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (dias)	LECTURA DEL DIA	RESISTENCIA (kg/cm²)	%
1	MUESTRA 01	176,71	210	02/08/2019	16/08/2019	14	25240	142,83	68,01
2	MUESTRA 02	176,71	210	02/08/2019	16/08/2019	14	25820	146,11	69,58
3	MUESTRA 03	172,03	210	02/08/2019	16/08/2019	14	24430	142,01	67,82
OBSERVACION: Se ha procedido a efectuar los ensayos de resistencia a la compresión de probetas de concreto de acuerdo a la solicitud del interesado, las muestras e información de logueo fueron tomados por el solicitante (personal tecnico de obra).									
 SOLICITANTE					  Ing. Alcides H. Calderón Montalico CIP. N° 122022 JEFE DE LABORATORIOS FIA - UNA - PUNO				



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA									
ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS									
TEMA	EVALUAR LA TECNOLOGÍA DE CONCRETO CELULAR UTILIZANDO TOTORA COMO AISLANTE TÉRMICO ECOLÓGICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS RURALES EN ZONAS ALTO ANDINAS DEL DEPARTAMENTO DE PUNO"								
SOLICITANTE	BACHILLER YUCRA SACACHIPANA, SILVIA AYDE								
LUGAR	UNA - PUNO (4% FIBRA DE TOTORA 28 DIAS)								
FECHA	: 30 - agosto - 2019								
Nº	PROBETAS (testigos y/o briquetas)	AREA (cm ²)	F'c (kg/cm ²)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (dias)	LECTURA DEL DIA	RESISTENCIA (kg/cm ²)	%
1	MUESTRA 01	176,71	210	02/08/2019	30/08/2019	28	30520	172,71	82,24
2	MUESTRA 02	176,71	210	02/08/2019	30/08/2019	28	29670	169,03	80,49
3	MUESTRA 03	176,71	210	02/08/2019	30/08/2019	28	28880	163,43	77,82
OBSERVACION: Se ha procedido a efectuar los ensayos de resistencia a la compresión de probetas de concreto de acuerdo a la solicitud del interesado, las muestras e informacion de logueo fueron tomados por el solicitante (personal tecnico de obra).									
 SOLICITANTE					  Ing. Alcides H. Calderón Montalico CIP. N° 122022 JEFE DE LABORATORIOS FIA - UNA - PUNO RESPONSABLE DE LABORATORIO				



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA									
ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS									
TEMA	EVALUAR LA TECNOLOGÍA DE CONCRETO CELULAR UTILIZANDO TOTORA COMO AISLANTE TÉRMICO ECOLÓGICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS RURALES EN ZONAS ALTO ANDINAS DEL DEPARTAMENTO DE PUNO"								
SOLICITANTE	BACHILLER YUCRA SACACHIPANA, SILVIA AYDE								
LUGAR	UNA - PUNO (6% FIBRA DE TOTORA 7 DIAS)								
FECHA	: 30 - agosto - 2019								
Nº	PROBETAS (testigos y/o briquetas)	AREA (cm ²)	F'c (kg/cm ²)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	LECTURA DEL DIA	RESISTENCIA (kg/cm ²)	%
1	MUESTRA 01	176,71	210	02/08/2019	09/08/2019	7	18200	102,99	49,04
2	MUESTRA 02	176,71	210	02/08/2019	09/08/2019	7	21220	120,08	57,18
3	MUESTRA 03	176,71	210	02/08/2019	09/08/2019	7	18160	102,76	48,94
OBSERVACION: Se ha procedido a efectuar los ensayos de resistencia a la compresión de probetas de concreto de acuerdo a la solicitud del interesado, las muestras e informacion de logueo fueron tomados por el solicitante (personal tecnico de obra).									
									
SOLICITANTE					 Ing. Alcides H. Calderón Montalico CIP. N° 122022 JEFE DE LABORATORIOS FIA - UNA - PUNO RESPONSABLE DE LABORATORIO				





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA									
ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS									
TEMA	EVALUAR LA TECNOLOGÍA DE CONCRETO CELULAR UTILIZANDO TOTORA COMO AISLANTE TÉRMICO ECOLÓGICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS RURALES EN ZONAS ALTO ANDINAS DEL DEPARTAMENTO DE PUNO"								
SOLICITANTE	BACHILLER YUCRA SACACHIPANA, SILVIA AYDE								
LUGAR	UNA - PUNO (6% FIBRA DE TOTORA 14 DIAS)								
FECHA	: 30 - agosto - 2019								
Nº	PROBETAS (testigos y/o briquetas)	AREA (cm ²)	FC (kg/cm ²)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (dias)	LECTURA DEL DIA	RESISTENCIA (kg/cm ²)	%
1	MUESTRA 01	176,71	210	02/08/2019	16/08/2019	14	23950	135,53	64,54
2	MUESTRA 02	176,71	210	02/08/2019	16/08/2019	14	25120	142,15	67,69
3	MUESTRA 03	176,71	210	02/08/2019	16/08/2019	14	24540	138,87	66,13
<p>OBSERVACION: Se ha procedido a efectuar los ensayos de resistencia a la compresión de probetas de concreto de acuerdo a la solicitud del interesado, las muestras e informacion de logueo fueron tomados por el solicitante (personal tecnico de obra).</p>									
 SOLICITANTE					  Ing. Alcides H. Calderón Montalico CIP. N° 122022 JEFE DE LABORATORIOS FIA - UNA - PUNO RESPONSABLE DE LABORATORIO				



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA									
ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS									
TEMA	EVALUAR LA TECNOLOGÍA DE CONCRETO CELULAR UTILIZANDO TOTORA COMO AISLANTE TÉRMICO ECOLÓGICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS RURALES EN ZONAS ALTO ANDINAS DEL DEPARTAMENTO DE PUNO								
SOLICITANTE	BACHILLER YUCRA SACACHIPANA, SILVIA AYDE								
LUGAR	UNA - PUNO (6% FIBRA DE TOTORA 28 DIAS)								
FECHA	: 30 - agosto - 2019								
Nº	PROBETAS (testigos y/o briquetas)	AREA (cm ²)	FC (kg/cm ²)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE CURTURA	EDAD (días)	LECTURA DEL DIA	RESISTENCIA (kg/cm ²)	%
1	MUESTRA 01	176,71	210	02/08/2019	20/08/2019	18	28630	150,65	71,76
2	MUESTRA 02	181,46	210	02/08/2019	16/08/2019	14	27120	149,46	71,17
3	MUESTRA 03	179,08	210	02/08/2019	16/08/2019	14	24230	135,30	64,43
OBSERVACION: Se ha procedido a efectuar los ensayos de resistencia a la compresión de probetas de concreto de acuerdo a la solicitud del interesado, las muestras e información de logueo fueron tomados por el solicitante (personal técnico de obra).									
									
SOLICITANTE					 Ing. Alcides H. Calderón Montalico CIP. N° 122022 JEFE DE LABORATORIOS SIA - UNA - PUNO RESPONSABLE DE LABORATORIO				



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA									
ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS									
TEMA	EVALUAR LA TECNOLOGÍA DE CONCRETO CELULAR UTILIZANDO TOTORA COMO AISLANTE TÉRMICO ECOLÓGICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS RURALES EN ZONAS ALTO ANDINAS DEL DEPARTAMENTO DE PUNO								
SOLICITANTE	BACHILLER YUCRA SACACHIPANA, SILVIA AYDE								
LUGAR	UNA - PUNO (8% FIBRA DE TOTORA 7 DIAS)								
FECHA	: 30 - agosto - 2019								
Nº	PROBETAS (testigos y/o briquetas)	AREA (cm²)	FC (kg/cm²)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	LECTURA DEL DIA	RESISTENCIA (kg/cm²)	%
1	MUESTRA 01	176,71	210	02/08/2019	09/08/2019	7	19100	108,06	51,47
2	MUESTRA 02	176,71	210	02/08/2019	09/08/2019	7	19820	112,16	53,41
3	MUESTRA 03	176,71	210	02/08/2019	09/08/2019	7	19140	108,31	51,58
OBSERVACION: Se ha procedido a efectuar los ensayos de resistencia a la compresión de probetas de concreto de acuerdo a la solicitud del interesado, las muestras e informacion de logueo fueron tomados por el solicitante (personal tecnico de obra).									
 SOLICITANTE					 Ing. Alcides H. Calderon Montalico CIP. N° 122022 JEFE DE LABORATORIOS RES. PUNO - PUNO				



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA									
ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS									
TEMA	EVALUAR LA TECNOLOGÍA DE CONCRETO CELULAR UTILIZANDO TOTORA COMO AISLANTE TÉRMICO ECOLÓGICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS RURALES EN ZONAS ALTO ANDINAS DEL DEPARTAMENTO DE PUNO*								
SOLICITANTE	BACHILLER YUCRA SACACHIPANA, SILVIA AYDE								
LUGAR	UNA - PUNO (8% FIBRA DE TOTORA 14 DIAS)								
FECHA	: 30 - agosto - 2019								
Nº	PROBETAS (testigos y/o briquetas)	AREA (cm ²)	FC (kg/cm ²)	FECHA DE MOLDED	FECHA DE ROTURA	EDAD (dias)	LECTURA DEL DIA	RESISTENCIA (kg/cm ²)	%
1	MUESTRA 01	176,71	210	02/08/2019	16/08/2019	14	23880	135,13	64,35
2	MUESTRA 02	176,71	210	02/08/2019	16/08/2019	14	23660	133,89	63,76
3	MUESTRA 03	169,72	210	02/08/2019	16/08/2019	14	23560	138,62	66,10
OBSERVACION: Se ha procedido a efectuar los ensayos de resistencia a la compresión de probetas de concreto de acuerdo a la solicitud del interesado, las muestras e informacion de logueo fueron tomados por el solicitante (personal tecnico de obra).									
									
SOLICITANTE					 Ing. Alcides H. Calderón Montalico CIP. N° 122022 JEFE DE LABORATORIOS FIA - UNA- PUNO RESPONSABLE DE LABORATORIO				



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA									
ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS									
TEMA	EVALUAR LA TECNOLOGÍA DE CONCRETO CELULAR UTILIZANDO TOTORA COMO AISLANTE TÉRMICO ECOLÓGICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS RURALES EN ZONAS ALTO ANDINAS DEL DEPARTAMENTO DE PUNO"								
SOLICITANTE	BACHILLER YUCRA SACACHIPANA, SILVIA AYDE								
LUGAR	UNA - PUNO (8% FIBRA DE TOTORA 28 DIAS)								
FECHA	: 30 - agosto - 2019								
Nº	PROBETAS (testigos y/o briquetas)	AREA (cm ²)	f'c (kg/cm ²)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE CURTURA	EDAD (días)	LICTURA DEL DIA	RESISTENCIA (kg/cm ²)	%
1	MUESTRA 01	174,37	210	02/08/2019	30/08/2019	28	23840	136,72	65,11
2	MUESTRA 02	183,65	210	02/08/2019	30/08/2019	28	25640	139,46	66,41
3	MUESTRA 03	176,71	210	02/08/2019	30/08/2019	28	22330	126,36	60,17
OBSERVACION: Se ha procedido a efectuar los ensayos de resistencia a la compresión de probetas de concreto de acuerdo a la solicitud del interesado, las muestras e información de logueo fueron tomados por el solicitante (personal tecnico de obra).									
									
SOLICITANTE					RESPONSABLE DE LABORATORIO				

Anexo C:

Anexo C-1: Panel fotográfico



C1. Cantera Unocola (agregado grueso y fino)



C2. Picnómetro con material incluido.



C3. Muestra para el cálculo del peso unitario.



C4. Tamizado de los agregados extraídas de la cantera.



C5. Materiales para la elaboración de probetas.



C6. Preparación de materiales con aditivo incorporador de aire y fibra de totora.



C7. Homogenizando materiales en la mezcladora.



C8. Mezcla de concreto testigo (CCT-0%).



C9. Mezcla de concreto celular con fibra de totora y aditivo incorporador de aire.



C10. Moldes cilíndricos de concreto testigo (CCT-0%).



C11. Especímenes colados de concreto testigo (CCT-0%).



C12. Briquetas vaciadas con concreto, luego desencofrar de 24 horas después del vaciado.



C13. Proceso de curado de concreto celular.



C14. Pasta de concreto celular.



C15. Concreto celular después de haber sido desmoldados.



C16. Dimensiones de las muestras de concreto.



C17. Prueba de compresión de una probeta cilíndrica.



C18. Agrietamiento de la muestra cilíndrico.



C19. Caja de prueba de conductividad térmica.



C20. Aislamiento de la caja de prueba interior.



C21. Ubicación intermedia del sensor termopar.



C22. Ubicación de los sensores termopares extremos.



C23. Equipo para registro de datos N°01.



C24. Equipo para registro de datos N°02.



C25. Prueba de conductividad térmica.



C26. Totora proveniente de la comunidad de Chimu.



C27. Fibra de totora picada y seca en forma de cubo.



C28. Incorporador de aire de 1 galón (4 Litros).