



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Evaluación técnico - económica de la resistencia a la compresión del  
concreto de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, adicionando cenizas de totora, Puno-  
2022”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Callata Vilca, Isaac Arnaldo ([orcid.org/0000-0002-5285-7466](https://orcid.org/0000-0002-5285-7466))

Challa Apaza, Florentino ([orcid.org/0000-0002-3483-0083](https://orcid.org/0000-0002-3483-0083))

**ASESOR:**

Mg. Benavente Leon, Christian ([orcid.org/0000-0003-2416-4301](https://orcid.org/0000-0003-2416-4301))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **DEDICATORIA**

En primer lugar, Queremos dedicar este proyecto a nuestro padre celestial por permitirnos lograr nuestras metas.

A nuestros padres por guiarnos siempre por un buen camino brindándonos en todo momento su apoyo incondicional en nuestra formación profesional.

A mi hijo Mateo Alejandro, mi mayor tesoro que siempre me dio la fortaleza para seguir adelante (Callata).

## **AGRADECIMIENTO**

De forma conjunta nuestro profundo agradecimiento a nuestro asesor por guiarnos a lo largo de todo este proceso para finalizar una de nuestras metas.

A nuestros padres, hijos y familiares puesto que sin su apoyo no hubiera sido posible encaminar nuestra carrera profesional.

A todos ellos las gracias infinitas por hacer que este trabajo de investigación se efectúe con éxito.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
RESUMEN .....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	8
III. METODOLOGIA.....	20
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	20
3.2. Variables y operacionalización.....	22
3.3. Población, muestra y muestreo.....	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	24
3.5. Procedimientos .....	25
3.6. Método de análisis de datos .....	26
3.7. Aspectos éticos.....	26
IV. RESULTADOS .....	27
V. DISCUSIÓN.....	64
VI. CONCLUSIONES.....	67
VII. RECOMENDACIONES .....	69
REFERENCIAS .....	70
ANEXOS.....	74

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N°01:</b> Principales componentes del Cemento Portland.....	15
<b>Tabla N°02:</b> Límites de gradación referente al agregado de tipo fino .....	16
<b>Tabla N°03:</b> Límites de gradación referente al agregado de tipo grueso .....	17
<b>Tabla N°04:</b> Contenido húmedo Agregado de tipo fino.....	31
<b>Tabla N°05:</b> Contenido húmedo Agregado de tipo grueso.....	31
<b>Tabla N°06:</b> Análisis granulométrico de agregado de tipo fino.....	33
<b>Tabla N°07:</b> Análisis granulométrico de agregado de tipo grueso .....	34
<b>Tabla N°08:</b> Peso Unitario Seco Varillado referente al agregado de tipo fino ..	36
<b>Tabla N°09:</b> Peso Unitario Seco Suelto referente al agregado de tipo fino .....	37
<b>Tabla N°10:</b> Peso Unitario Seco Varillado referente al agregado de tipo grueso .....	38
<b>Tabla N°11:</b> Peso Unitario Seco Suelto referente al agregado de tipo grueso.	39
<b>Tabla N°12:</b> Peso específico y absorción referente al agregado de tipo fino ...	41
<b>Tabla N°13:</b> Peso específico y absorción referente al agregado de tipo grueso .....	41
<b>Tabla N°14:</b> Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra .....	42
<b>Tabla N°15:</b> AGUA, en kg/m <sup>3</sup> de concreto, para los tamaños máximos nominales de agregado de tipo grueso y asentamientos indicados.....	43
<b>Tabla N°16:</b> La cantidad de aire que contiene atrapado .....	43
<b>Tabla N°17:</b> Relación Agua Cemento en Peso .....	44
<b>Tabla N°18:</b> Volumen de agregado de tipo grueso por Unidad de Volumen ....	45
<b>Tabla N°19:</b> Valores de diseño .....	45
<b>Tabla N°20:</b> Valores de diseño corregido por Humedad.....	46
<b>Tabla N°21:</b> Dosificación en peso y en volumen.....	46
<b>Tabla N°22:</b> Cantidad aproximada de materiales según diseño de mezclas....	47
<b>Tabla N°23:</b> Dosificación de Cantidad de materiales para el concreto patrón..	48
<b>Tabla N°24:</b> Dosificación de Cantidad de materiales para el concreto adicionando 5% de ceniza de totora .....	48

<b>Tabla N°25:</b> Dosificación de Cantidad de materiales para el concreto adicionando 10% de ceniza de totora .....	49
<b>Tabla N°26:</b> Dosificación de Cantidad de materiales para el concreto adicionando 15% de ceniza de totora .....	49
<b>Tabla N°27:</b> SLUMP obtenido de las muestras.....	51
<b>Tabla N°28:</b> Resultados de ensayo a compresión del concreto de probetas cilíndricas pasados 7 días de curado .....	53
<b>Tabla N°29:</b> Resultados de ensayo a compresión del concreto de probetas cilíndricas pasados 14 días de curado .....	55
<b>Tabla N°30:</b> Resultados de ensayo a compresión del concreto de probetas cilíndricas pasados 28 días de curado .....	57
<b>Tabla N°31:</b> Diseño favorable para conseguir una mezcla de concreto patrón y del concreto optimo con aumento del 5% de ceniza de totora proveniente del altiplano .....	59
<b>Tabla N°32:</b> Análisis de costo unitario de ceniza de totora proveniente del altiplano .....	59
<b>Tabla N°33:</b> Análisis de costo unitario por m3 del concreto patrón .....	60
<b>Tabla N°34:</b> Análisis de costo unitario por m3 adicionando 5% de ceniza de totora proveniente del altiplano .....	60
<b>Tabla N°35:</b> Análisis de costo unitario por m3 adicionando 10% de ceniza de totora proveniente del altiplano .....	61
<b>Tabla N°36:</b> Análisis de costo unitario por m3 adicionando 15% de ceniza de totora proveniente del altiplano .....	61
<b>Tabla N°37:</b> Costo/Utilidad del concreto con adiciones de ceniza de totora ....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura N°01:</b> Vegetación de totora .....	5
<b>Figura N°02:</b> Cosecha de Totorá seca .....	5
<b>Figura N°03:</b> Diagrama esquemático de los patrones típicos de fractura .....	19
<b>Figura N°04:</b> Ubicación Nacional y Departamental .....	28
<b>Figura N°05:</b> Ubicación provincial .....	28
<b>Figura N°06:</b> Ubicación distrital .....	29
<b>Figura N°07:</b> Adquisición de Muestras de AF. y AG.....	29
<b>Figura N°08:</b> Obtención de Totorá seca .....	30
<b>Figura N°09:</b> Secado de muestras de agregados.....	31
<b>Figura N°10:</b> Análisis granulométrico por tamizado.....	32
<b>Figura N°11:</b> Curva granulométrica del agregado fino.....	34
<b>Figura N°12:</b> Curva granulométrica del agregado grueso .....	35
<b>Figura N°13:</b> Ensayo para la determinación del P. unitario seco y compactado .....	36
<b>Figura N°14:</b> Peso unitario Seco Varillado del agregado fino .....	37
<b>Figura N°15:</b> Peso unitario seco suelto del agregado fino .....	38
<b>Figura N°16:</b> Peso unitario seco varillado del agregado grueso .....	39
<b>Figura N°17:</b> Peso unitario seco suelto del agregado grueso .....	40
<b>Figura N°18:</b> Ensayo de gravedad específica y absorción para el AF. ....	41
<b>Figura N°19:</b> Dosificación de materiales .....	50
<b>Figura N°20:</b> Preparado de concreto.....	50
<b>Figura N°21:</b> Moldeo de probetas cilíndricas.....	51
<b>Figura N°22:</b> Desmoldado de probetas cilíndricas .....	52
<b>Figura N°23:</b> Curado de probetas cilíndricas.....	52
<b>Figura N°24:</b> Ensayo a compresión de probetas cilíndricas .....	53
<b>Figura N°25:</b> Resistencia promedio a compresión a los 7 días de curado .....	54
<b>Figura N°26:</b> Resistencia promedio a compresión a los 14 días de curado .....	56
<b>Figura N°27:</b> Resistencia promedio a compresión a los 28 días de curado .....	58

**Figura N°28:** Costo de materiales por m3 de concreto patrón y m3 de concreto adicionando 5%, 10% y 15% de ceniza de totora proveniente del altiplano .....62



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal evaluar técnicamente y económicamente la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , adicionando cenizas de totora, puno – 2022, para lo cual se realizaron trabajos con cenizas procedentes de la materia prima denominada totora seca, este material fue cuidadosamente procesado y se tomó como adición parcial del cemento porcentajes de 5%, 10% y 15% de ceniza de totora, donde se utilizó una metodología de tipo aplicada con un diseño de investigación cuasi-experimental de nivel explicativo y enfoque cuantitativo, en donde la población está constituida por los especímenes para el diseño de concreto  $210 \text{ kg/cm}^2$  con cemento portland, con adición de 5%, 10% y 15% de ceniza de totora altioplánica, está conformado por 3 ensayos de edades en cada diseño que equivale a 36 especímenes. Los resultados demuestran que al adicionar parcialmente al cemento 5% de ceniza de totora a los 28 días de curado se obtuvo una resistencia a compresión de  $230.2 \text{ kg/cm}^2$  llegando a superar a la resistencia alcanzada por el concreto patrón en 4.1%, posteriormente se determinó el diseño óptimo en relación a un concreto patrón de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  que fue cuando se adiciona 5% de ceniza de totora, finalmente se analizó el costo de los materiales por  $1\text{m}^3$  de concreto a cada diseño obteniendo así que al adicionar mayor cantidad de ceniza de totora altioplánica disminuye el costo de materiales en S/. 8.51, S/.17.12 y 31.43 respectivamente con respecto al costo de materiales por  $\text{m}^3$  de concreto patrón por lo que se llegó a la conclusión de que al adicionar parcialmente al cemento 5% de ceniza de totora ofrece mayores ventajas técnicas y económicas que el hormigón convencional.

**Palabras Clave:** cemento, ceniza, totora, concreto, resistencia a compresión, diseño óptimo y costo del concreto

## ABSTRACT

The main objective of this research work was to technically and economically evaluate the compressive strength of concrete  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , adding totora ashes, Puno - 2022, for which work was carried out with ashes from the material raw material called dry totora, this material was carefully processed and percentages of 5%, 10% and 15% of totora ash were taken as partial addition of the cement, where an applied methodology was used with a quasi-experimental research design of explanatory level and quantitative approach, where the population is constituted by the specimens for the design of concrete  $210 \text{ kg/cm}^2$  with portland cement, with the addition of 5%, 10% and 15% of highland totora ash, it is made up of 3 tests of ages in each design that is equivalent to 36 specimens. The results show that by partially adding 5% totora ash to the cement after 28 days of curing, a compressive strength of  $230.2 \text{ kg/cm}^2$  was obtained, exceeding the strength reached by the standard concrete by 4.1%. the optimal design in relation to a standard concrete of  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , which was when 5% of totora ash was added, finally the cost of materials per  $1\text{m}^3$  of concrete was analyzed for each design, thus obtaining that by adding A greater quantity of altiplanic totora ash decreases the cost of materials in S/. 8.51, S/.17.12 and S/. 31.43 respectively with respect to the cost of materials per  $\text{m}^3$  of standard concrete, so it was concluded that partially adding 5% totora ash to the cement offers greater technical and economic advantages than concrete conventional.

**Keywords:** cement, ash, totora, concrete, compressive strength, optimal design and cost of concrete

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el interés por encontrar material posee las cualidades para ser de tipo cementantes, los cuales se caracterizan por poseer las diversas características de cohesión y adhesión, las mismas que son requeridas para conformar masas y unir a los agregados, lo que se quiere encontrar con estos materiales es que permitan optimizar algunas características de funcionalidad del concreto, lo cual a su vez tendría una finalidad de reducción de costos, en el desarrollo de la investigación realizada de investigación se pretende Examinar económica y técnicamente la resistencia a la compresión del concreto de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, adicionando con un porcentaje de 15%, 10% y 5%de ceniza de totora proveniente del altiplano.

El Instituto Nacional de Estadística e informática (INEI) determino recientemente en junio del presente año que el consumo del material de construcción (cemento), incremento un total de 2,27% en referencia al periodo del mismo mes del año anterior; Así lo publicó el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en su informe técnico Avance constante de la actividad económica. informa que, con los resultados obtenidos se puede observar que el índice que abarca la industria de la construcción ha crecido de forma considerable en referencia a los últimos 5 meses presentando un comportamiento optimo, positivo y de crecimiento.

De acuerdo a (Aliaga & Badejos, 2018) indica en su investigación insertar ceniza de cascarilla de arroz en concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>, dicha ceniza de cascarilla de arroz s rechazada sin tomar en cuenta las diferentes medidas de seguridad, ni el impacto ambiental de la misma, tales como, la contaminación de tierra, ríos y aire, por lo cual el presente estudio se ha planteado como finalidad y objetivo, reutilizar este material, reciclándolo, para así poderlo promocionar como una aplicación nueva en el concreto, esto con el objetivo de minimizar la cantidad de uso de cemento en el concreto.

Así mismo (Acuña, 2018) indica en su trabajo de investigación determinar el costo económico y el efecto de la resistencia a la compresión en un concreto en el que se ha realizado un remplazo parcial del cemento a razón de 12%, el cual fue intercambiado por ceniza de ichu, con lo cual se generaron diversas utilidades para la sociedad, puesto que realizar este reemplazo de cemento con ceniza de ichu permitió economizar los costos realizados en construcción, a su vez este material proporciona un cambio positivo en la capacidad que el concreto tiene ante la resistencia a la compresión, obteniéndose un buen efecto. Además se debe recalcar que cosechar Ichu no requiere de un elevado presupuesto económico, con lo cual la conveniencia de utilizar este material en el proceso de fabricación del concreto cumple tanto como en aportar características de resistencia a la compresión como de economizar los costos efectuados en las construcciones, además de ser una alternativa de contaminación a niveles bajos, con lo cual el impacto ambiental que genera es menor en comparación a diversos materiales, este mismo Ichu posee como ingrediente principal al óxido de silicio, en el cual recae la responsabilidad por la cual se posee una alta reactividad con el material.

En la misma medida, en la investigación de (Sucasaca & Tamayo, 2022) en la cual se trabajó con ceniza procedente de los materiales de ichu y totora se pudo realizar una verificación mediante diferentes ensayos de laboratorio en los cuales se determinó que al sustituir 6% de ceniza de ichu se logró una mayor resistencia a la compresión y tracción, superando en 10.17% y 9.62% al concreto estándar, y a flexión con 3%, superando al concreto estándar en 6.01%, En cuanto al reemplazo de ceniza de totora, se obtuvieron mayores resistencias a compresión, tracción y flexión con 4%, superando al hormigón estándar en 14.10%, 1.15% y 10.70%. Se concluyó que trabajando con dosis de 3%, 4%, 6% y 7% de los dos materiales se observó un óptimo comportamiento mecánico al sustituir con ceniza de ichu con 6% y 4% con ceniza de totora.

Este trabajo de investigación tiene por fin fijar el efecto de la resistencia a la compresión y el costo económico en un concreto en el que se reemplazó parcialmente el cemento a razón de 15%, 10% y 5% por ceniza de totora proveniente del altiplano, y a su vez encontrar una alternativa económica y ecológicamente sustentable con el fin de llevar un

utilidad a la sociedad, puesto que como se mencionó anteriormente, el impacto que tiene la ceniza de totora al ésta ser adicionada al cemento para conseguir concreto, los costos de construcción serán menores y a su vez esto nos permite obtener un positivo impacto en la capacidad que posee el concreto resultante de la preparación cuando se expone a una prueba de resistencia a la compresión.

La vegetación que se posee en la actualidad en nuestra región en referencia a la totora es de gran abundancia, la cual en la mayoría de casos termina su ciclo de vida sin aportar ningún utilidad, es por ese motivo que la investigación realizada se basa en buscar sustituir parcialmente el cemento empleado para fabricar concreto al 5%, 10% y 15% de ceniza de totora proveniente del altiplano, materia prima que se puede encontrar de manera natural, a un costo bajo y en gran abundancia en referencia a los diferentes materiales que se le adicionan al cemento, que a su vez, son más contaminantes y de costos más elevados que la totora proveniente del altiplano.

Existe un problema que relaciona la economía de las personas y el costo por calidad de vida que están dispuestas a asumir, se tiene entonces que los costos del concreto realizado con cemento muchas veces escapan a las posibilidades económicas de las personas de las diferentes comunidades de nuestro país, al analizar el contenido de la investigación se podrán apreciar los diferentes ensayos realizados mediante laboratorios, a su vez el costo en comparación del concreto producido con materiales comúnmente utilizados, y el concreto producido mediante materiales de extracción natural, a su vez se ha escogido materiales de este tipo puesto que son de fácil acceso en el medio y no son extremadamente caros o de difícil acceso económico para un sector de la población, con lo cual lo que se pretende es buscar una alternativa más ecológica con respecto a la contaminación que realizan las empresas en la fabricación de este concreto, aumentando cada año más la huella de carbono producida por las mismas, es en este contexto en el cual, actualmente diferentes empresas buscan alternativas más sustentables en el ámbito ambiental, que no dañen tanto el medio ni perjudiquen a las personas o especies que habitan diversos ecosistemas, además de que el aporte que realicen a la contaminación ambiental ser vea reducido en gran medida.

Dicho esto es necesario hacer un hincapié en la realidad peruana, si analizamos la realidad del país caeremos en cuenta de las carencias con las que viven las personas y las condiciones deplorables en las que tienen que subsistir siendo seres humanos y muchas veces no siendo ayudados por el gobierno con ningún tipo de subsidio, si bien es cierto hay sectores en los que ya se están realizando trabajos para poder mejorar la situación que existe en el país, en el sector de la construcción existen algunas ideas potenciales para poder llevar a cabo una mejora integral tanto en el costo de construcción como en la contaminación que se realiza, esto con el fin de ser más accesible a personas de baja condición socioeconómica, que muchas veces no pueden acceder a estos materiales aun teniendo la intención de poder construir viviendas de calidad y de material resistente contra el medio en el que viven, o simplemente buscar mejorar la calidad de vida.

También se le puede dar un enfoque ecológico, con el cual se busca que los materiales empleados en la investigación puedan pasar todas las pruebas de calidad establecidas en la normativa peruana de construcción con el fin de poder garantizar la calidad de esta alternativa sustentable, de manera que se pueda reducir considerablemente la contaminación relacionada a los mismos, y que muchas plantas y empresas alrededor del mundo siguen ignorando sin tomar conciencia, preocupándose más por el lucro que por la calidad de vida de las personas o hacer simplemente daño a los ecosistemas, en tal caso esta alternativa es de fácil acceso puesto que la cosecha de totora seca requiere bajo costo económico, considerando este material como una propuesta analizable debido a los componentes que posee, haciendo referencia al óxido de silicio, el cual le da la propiedad al material de ser altamente reactivo, además se puede apreciar que en la práctica de cosechar no existe contaminación significativa alguna, con lo cual no se descarta que se pueda utilizar como un buen sustituto parcial del cemento, siempre y cuando se cumplan todos los ensayos y pase los niveles de calidad mínimamente requeridos.

**Figura N°01:** *Vegetación de totora*



**Fuente:** *Elaboración propia*

La cosecha de totora seca requiere bajo costo económico, la obtención de ceniza de totora proveniente del altiplano es de baja contaminación, por lo cual el impacto ambiental que tiene la extracción de la misma es mínimo. El principal componente que posee dicha totora es el óxido de silicio, en el cual recae la responsabilidad de darle al material la propiedad de ser altamente reactivo.

**Figura N°02:** *Cosecha de Totora seca*



**Fuente:** *Elaboración propia*

Por estas razones, se preparará hormigón utilizando ceniza de totora para sustituir parcialmente el cemento en el hormigón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . En su composición, el hormigón tendrá un intercambio parcial de cemento a razón de 5%, 10% y 15% de ceniza de totora proveniente del altiplano, utilizada para comprobar los efectos de intercambio del cemento. Se espera que dicho procedimiento logre que se posea una igual o superior resistencia a la compresión a la del hormigón estándar, por lo que en este estudio se considera como **Problema general** ¿Cómo influye técnicamente y económicamente el aumento de ceniza de totora para mejorar la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , puno-2022? Teniendo como problemas específicos; **la primera** ¿Cuál será la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con el aumento de las cenizas de totora, a los 7, 14 y 28 días, puno 2022 ?; **la segunda** ¿Cuál será la mezcla óptima que mejora la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con el aumento parcial del cemento con un porcentaje de 15%, 10% y 5% de ceniza de totora, puno 2022 ?; **la tercera** ¿Cuál es el costo utilidad del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con el aumento parcial del cemento con un porcentaje de 15%, 10% y 5% de ceniza de totora, puno 2022?

En el presente trabajo de investigación se tiene como **justificación teórica** contribuir nuevos conocimientos, utilizando como aumento parcial del cemento un material novedoso, como **justificación técnica** se tiene por finalidad hallar una opción para aumentar la resistencia del concreto con la adición parcial al cemento con porcentajes de ceniza de totora, como **justificación social**, se busca llevar a cabo una mejora integral tanto en el costo de construcción como en la contaminación que se realiza, esto con el fin de ser más accesible a personas de baja condición socioeconómica, que muchas veces no pueden acceder a estos materiales aun teniendo la intención de poder construir viviendas de calidad y de material resistente contra el medio en el que viven, o simplemente buscar mejorar la calidad de vida. **justificación económica**, se indaga que la ceniza de totora al ésta ser adicionada al cemento para conseguir concreto, los costos de construcción serán menores y a su vez esto nos permite obtener un positivo impacto en la capacidad que posee el concreto resultante de la preparación cuando se expone a una prueba de resistencia a la compresión



La investigación fija como **objetivo general** Examinar técnicamente y económicamente la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , adicionando cenizas de totora, puno - 2022. Y como **Objetivos específicos; la primera** Determinar la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con el aumento de las cenizas de totora a los 7, 14 y 28 días, puno 2022, **la segunda** Determinar la cantidad favorable de ceniza para mejorar la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con el aumento parcial del cemento con un porcentaje de 15%, 10% y 5%de ceniza de totora, puno 2022; **la tercera** Determinar costo utilidad del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con el aumento parcial del cemento con un porcentaje de 15%, 10% y 5%de ceniza de totora, puno 2022.

Inmediatamente de plantear los problemas y los objetivos se plantean las **hipótesis** teniendo como **hipótesis general** la incorporación del aumento de cenizas de totora influyó significativamente en la mejora de la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  a bajo costo, puno 2022 y las **hipótesis específicas, la primera** existió una mejora en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con el aumento de las cenizas de totora a los 7, 14 y 28 días , puno 2022, **la segunda** al añadir la cantidad optima de cenizas de totora se obtuvo mejora en la resistencia a compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con el aumento parcial del cemento con un porcentaje de 15%, 10% y 5%de ceniza de totora, puno 2022, **la tercera** El costo utilidad del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con el aumento parcial del cemento con un porcentaje de 15%, 10% y 5%de ceniza de totora es satisfactorio para la construcción, puno 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

Para realizar este trabajo de investigación fueron necesarios varios estudios de los cuales ya se han realizado anteriormente tomándolos, así como referencias teniendo Como antecedente *internacional* a (Fernández, 2009) En su investigación tuvo como fin examinar el uso de la mezcla de concreto con contenido de ceniza de cascarilla de arroz como reemplazo del cemento portland en su parcialidad en las proporciones de 10%, 15% y 20%, diseñado a partir de una mezcla compuesta con una resistencia de 250 kg/cm<sup>2</sup>. El método empleado se divide en dos etapas: la primera, la extracción de cenizas, en la cual se realiza una extracción de las hojas de una plantación de maíz, para seguidamente realizarse procesos tales como combustión, trituración, análisis físico y granulometría de la ceniza; la segunda fase incluye: diseño, preparación de mezcla, densidad, asentamiento en cono de Abrams, dicho cono es de material metálico y se utiliza para determinar la consistencia en el hormigón cuando este se encuentra fresco, dureza de especímenes, densidad y ensayos de resistencia a la compresión en muestras patrón de 15 cm de diámetro a los 14 y 28 días según COVENIN 338:2002 los resultados obtenidos después de realizar los ensayos con la ceniza de cascarilla de arroz, utilizando las diversas características físicas presentadas en este trabajo puede ser empleado como un material de reemplazo del cemento portland en su parcialidad en el proceso de fabricación de concreto con fines estructurales.

Se entiende por ensayo de compresión al concreto como la capacidad que el mismo tiene para soportar cargas en relación a las unidades de área, generalmente siendo expresado en terminación de esfuerzo, con unidades de MPa, kg/cm<sup>2</sup> o psi, lo obtenido de estas pruebas es empleado en esencia para saber si es que la mezcla que se ha realizado para obtener concreto cumple con los requerimientos estipulados por la normativa peruana, para una determinada estructura, estos resultados a su vez pueden ser utilizados con fines de control de calidad, estimación de la resistencia del mismo y su aceptación, lo que permite que se puedan programar diferentes operaciones para construcción.

Según (Orrala & Gómez, 2015) en su trabajo de grado tiene como **objetivo** La producción de concreto de cemento Portland utilizando puzolana artificial obtenida por calentamiento controlado de residuos de maíz como sustituto del cemento en su parcialidad, sin afectar la resistencia que posee el material a la compresión en comparación con el diseño estándar, lo que permitió obtener ventajas tanto en lo ambiental como en lo técnico; se utilizó el **método** científico de tipo descriptivo, explicativo y experimental. Los **resultados** fueron: la resistencia a la compresión  $f_c$   $280\text{kg/cm}^2$  pasados 28 días, en probetas de hormigón y con puzolana adicionada del 5%, 10% y 15%, dichas probetas fueron incorporadas a los diferentes tipos de calcinación, los cuales son,  $700^\circ\text{C}$ ,  $600^\circ\text{C}$  y  $500^\circ\text{C}$ , posteriormente a realizar dicho procedimiento se pueden observar los siguientes resultados mencionados posteriormente. La muestra patrón arrojó en promedio la resistencia que posee el material a la compresión en de valor  $312,12\text{kg/cm}^2$ . Las resistencias a la compresión que presentan las probetas ensayadas con mezclas de adiciones puzolánicas del 15%, 10% y 5% y con ceniza calcinada a  $500^\circ\text{C}$  de temperatura van a ser de  $323,72\text{kg/cm}^2$ ,  $348,23\text{kg/cm}^2$  y  $266,06\text{kg/cm}^2$  respectivamente, la calcinada a  $600^\circ\text{C}$  de temperatura, puesto que encontramos en las adiciones del 5%, 10% y 15% resistencias a la compresión de  $338,36\text{kg/cm}^2$ ,  $378,49\text{kg/cm}^2$  y  $324,15\text{kg/cm}^2$  respectivamente, y con ceniza calcinada a  $700^\circ\text{C}$  determinan las diferentes resistencias a la compresión las cuales son  $279,44\text{kg/cm}^2$ ,  $323,88\text{kg/cm}^2$  y  $247,12\text{kg/cm}^2$  respectivamente entre las **conclusiones** se puede apreciar la comparación realizada con un concreto que tuvo en su composición un 10% de cemento, el cual compone la muestra estándar, que fue reemplazado con puzolana, dicha comparación refleja en sus resultados el aumento en un 21% en referencia a la resistencia a la compresión, en los siguientes 28 días de curado. Además, también se determinó que el hormigón resultante de realizar este reemplazo posee una ligereza mayor al hormigón convencional en 3.3%, obtenido mediante los estudios realizados mediante la densidad media de las probetas, encontrándose estas en estado seco.

Según (Rodríguez & Tibabuzo, 2019) en su proyecto de investigación fijó por **objetivo** Analizar el efecto que produciría utilizar la ceniza de cascarilla de arroz, que se cultiva en la región de llanos orientales, como un suplemento adicionado al cemento en mezclas

para conseguir concreto hidráulico; se utilizó el **método** científico de tipo experimental con herramientas cuantitativas. Los **resultados** fueron: que La resistencia a compresión en concreto convencional por 28 días alcanza 21.5 MPa, teniendo en cuenta el uso de 3% de porcentaje de reemplazo de CCA se obtiene 20.5 MPa, 5% de CCA = 20.8MPa, 10% de CCA = 23MPa y 15% de CCA = 13.7MPa. Finalmente **Concluyo** su investigación, indicando que se determinó que las muestras adicionadas con 3% y 5% de CCA mostraron menor resistencia que la muestra estándar con una diferencia de 2% y 1%, respectivamente. La mezcla no se ve afectada en el aspecto de manejabilidad, además de notar que los cilindros no poseen aire. Del contenido de cemento que está presente en la mezcla de concreto, se hizo un reemplazo de la ceniza de cascarilla de arroz por el 10% de dicho material, con lo cual se obtuvo estudiando la muestra a la edad correspondiente, utilizada para probar las muestras de concreto (7, 14 y 28 días), valores para los cuales se puede observar que la resistencia específica tuvo un aumento del 10% en comparación a la mezcla utilizada convencionalmente, se puede observar de la misma forma que las muestras no poseen porosidades y logran hacer que la nueva mezcla posea una mayor manejabilidad, a diferencia de la mezcla al 15%, la cual posee mucho aire en la muestra, y por lo tanto mayor presencia de porosidades, con lo cual la resistencia se podrá ver disminuida por la abundante presencia de vacíos en el concreto.

Según (Coyasamin, 2016) en su trabajo experimental tiene como **objetivo** Diseñar hormigón añadiendo cenizas de cáscara de arroz (CCA) y cenizas de bagazo de caña de azúcar (CBC) materiales que posean características similares a la puzolana, como alternativa al cemento Portland. La metodología utilizada fue de tipo exploratorio, descriptivo, explicativo y experimental, en donde se tiene como **resultados** que La resistencia a compresión en concreto patrón por 28 días alcanza un promedio de 24.7 MPa, teniendo en cuenta la intercambio de CCA y CBC con el 15% da un promedio de resistencia de 25.7 Mpa y 29.8 Mpa respectivamente y la intercambio de CCA y CBC con el 30% resulta en un promedio de resistencia de 24.0 Mpa y 22.9 Mpa respectivamente; Finalmente, concluyendo el trabajo experimental se determinaron óptimos índices para la intercambio de ceniza cascarilla de arroz y ceniza de bagazo de caña de azúcar, en

otras palabras 15%, llega a poseer una resistencia superior a la mostrada por el concreto patrón de 240 Kg/cm<sup>2</sup>.

A nivel **nacional** (Abarca & Balatazar, 2016) en su tesis de grado fijó por **objetivo** obtener cual será la resistencia a compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  si es que a este se le adicionan 3%, 5% y 7% de cenizas de Ichu (plantas nativas) pasadas por un proceso de procesamiento previo, en el cual está incluido el secado, precocido y tamizado por la malla número 200 y calcinadas a una temperatura de 600°C en el transcurso de 2 horas; para dicho estudio ha sido empleado el **método** de tipo experimental, Se preparo un total de 36 muestras de hormigón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , 9 muestras de control (patrón), 9 muestras experimentales a un valor de 3% de adición, 9 muestras experimentales a un valor de 5% de adición y 9 muestras experimentales a un valor del 7% adición. Los **resultados** obtenidos fueron óptimos y de carácter favorable puesto que la manejabilidad mantuvo un el rango de revenimiento de 3" - 4" con el aumento de 3%, 5% y 7% y la resistencia a la compresión del concreto tuvo un incremento en 104,6% a 152.72% gracias al aumento del 3% pasados 28 días, mediante el aumento del 5%, la resistencia aumentó de 152,72% a 166,24 % pasados 28 días, y mediante una adición del 7%, la resistencia se mantuvo al nivel del concreto patrón. en Conclusión. Se obtuvo como mejor resultado el proceso en el que se agregó 3% y 5%, puesto que la resistencia que posee el concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  se vio aumentada. Con el análisis de los resultados presentados en el punto anterior se recomendaría utilizar una dosis correspondiente a 5% en la cual la resistencia mediante un ensayo controlado aumento en un total de 61,64%.

Según (Pérez, 2018) en su trabajo de investigación fijó **como objetivo** determinar el efecto sobre la resistencia a compresión del hormigón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  utilizando agrega de la cantera "Medina" y reemplazando el cemento por 10% de ceniza de tusa de maíz y 5% de ceniza de cola de caballo, se utilizó la **metodología** cuasi-experimental, la investigación consistió en preparar una mezcla de concreto para resistencia a compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup>, tomando 9 muestras de probetas estándar y otras 9 con reemplazo al cemento, para luego examinarlas en resistencia a compresión del concreto

después de 7,14 y 28 días, Los **resultados** obtenidos al combinar 10% ceniza de tusa de maíz y 5% ceniza de cola de caballo en el experimento lograron una resistencia a la compresión de 246.55 kg/cm<sup>2</sup> después de 28 días de curado; Se espera lograr una resistencia muy favorable, superando las muestras de prueba construidas con el diseño estándar de resistencia a la compresión de 223,26 kg/cm<sup>2</sup>, siendo un 10.92% mayor las probetas experimentales después de 28 días. La resistencia de las probetas pasados 14 días de curado superó el 9,76%, mientras que pasados 7 días de curado de las muestras experimentales disminuyó un 1,72% en referencia a las muestras estándar, **concluyendo** que los resultados obtenidos indican que el concreto combinado reemplazando el cemento con la ceniza de 10% de tusa de maíz y 5% de cola de caballo tiene mayor resistencia que el concreto convencional ensayado a los 7, 14 y 28 días.

Según (Amasifuen & Romero, 2021) en su tesis de grado tuvo como **objetivo** determinar la resistencia que posee con respecto a la compresión del concreto reemplazando parcialmente el cemento con aplicaciones de ceniza de coco y ceniza de cascarilla de arroz en las proporciones de 1%, 6% y 9%, así como determinar el porcentaje favorable de resistencia y la evaluación de precio unitario en comparación con el concreto estándar  $f'c = 350$  kg/cm<sup>2</sup>; se utilizó el **método** de investigación cuantitativo experimental, El **resultado** obtenido con la aplicación de ceniza de coco y ceniza de cascarilla de arroz a la edad de 28 días a razón de 1% es de resistencia 93.07%, y a razón de 6% es de resistencia 86.17% y con el 9% es de resistencia 73.93%; por lo que se **Concluye**. que la proporción favorable del aumento de ceniza de coco y ceniza de cascarilla de arroz para sustituir parcialmente el cemento es del 1%, lográndose una resistencia equivalente a 93.07%, el grado de resistencia del concreto estándar es  $f'c = 350$ kg/cm<sup>2</sup>.

Según (Delgado & Tupacyupanqui, 2021) en su tesis de grado tuvo como **objetivo** examinar el efecto de ceniza de Queuña y ceniza de eucalipto en las diversas características del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, Cusco - 2022; Es por esto que se han establecido los ensayos de Slump, la cantidad de aire que contiene y resistencia a la

compresión a fin de que sean elaborados en un laboratorio. Fue empleado el **método** de investigación de un nivel de clase explicativa, similar a un enfoque de forma cuantitativa, Los obtuvieron **resultados** basados en el modelo convencional: de acuerdo con el primer objetivo específico, la resistencia a la compresión disminuyó en un 4,94 % para CQ y en un 5,43 % para CE; el segundo objetivo específico se reduce el la cantidad de aire que contiene en un 28,57% para QC y 38,10% para CE; y en el tercer objetivo específico se reduce la manejabilidad en 15,15% para CQ y en 21,21% para CE; por lo que se **Concluye**. Que sustituir parcialmente el cemento por ceniza de eucalipto (CE) y ceniza de Queuña (CQ) a razón de 8% y 4% es admisible para hormigones  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  puesto que da la posibilidad de mejorar los valores iniciales con resultados favorables.

Según (Mejia, 2020) en su tesis de grado realizó el diseño de mezcla para un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y se elaboró muestras cilíndricas con porcentajes de intercambio de 25%, 15%, 10%, 5% y 0% de espiga de cebada y ceniza de tallo, Obteniendo **favorables resultados** en cuanto a resistencia a compresión fue de  $237,73 \text{ kg/cm}^2$ , que se logró con muestras que contenían un 5 % de cenizas de tallo y espiga de cebada. El costo del material de  $1 \text{ m}^3$  de concreto común es de S/. 270.75, pero el costo del concreto con 5% de ceniza de cebada sería de S/. 262.15 por lo que **Concluye**. que el hormigón al sustituir el 5% de ceniza de tallo y espiga de cebada al peso de cemento ofrece mayores ventajas técnicas y económicas que el hormigón convencional

Según (Tuesta & Vásquez, 2021) en su tesis de grado fijó como **objetivo** descubrir si la resistencia a la compresión del hormigón simple se puede aumentar reemplazando al cemento portland con cenizas de aserrín en distintos porcentajes. se utilizó el **método** de investigación cuantitativo y experimental, resultando en que La resistencia a compresión en concreto convencional por 28 días de endurecimiento obtenemos una resistencia de  $224,2 \text{ kg/cm}^2$  y adicionando 1,5% de ceniza de aserrín, obtenemos una resistencia de  $231,8 \text{ kg/cm}^2$  pasados 28 días de endurecimiento, incrementando la propiedad de resistencia que posee en un 3,38%, con el aumento de 2,5% de ceniza de aserrín pasados 28 días de endurecimiento obtuvo  $235,5 \text{ kg/cm}^2$ , aumentando la resistencia en 5,0%, así como también al sustituir el cemento con ceniza de aserrín a

razón del 5%, la resistencia a la compresión del hormigón es de 239,5 kg/cm<sup>2</sup>, aumentando lo que resiste en un 6,82%; por lo que finalmente se **Concluye** que después de realizar todas las pruebas respectivas, resultó que con el 5% de intercambio de cemento Portland por ceniza de aserrín se optimizó la resistencia que este posee a la compresión, arrojando favorables resultados en todos los porcentajes, pero fue escogido el porcentaje más alto.

**Concreto:** (Arthur, 2001) El concreto es un material parecido a una roca que se fabrica mezclando cuidadosamente una mezcla de cemento, arena y grava u diversos agregados y agua; Luego, la mezcla se solidifica en bloques de la forma y el tamaño deseados. El cuerpo del material está compuesto por agregados finos y gruesos. El cemento y el agua se vinculan químicamente para unir las partículas de agregado y formar una masa sólida. Es necesario añadir agua, además de la cantidad de agua necesaria para la reacción que se produce químicamente, a fin de que la mezcla posea capacidad de trabajo suficiente para rellenar los encofrados y rodear la armadura embebida antes de que comience a endurecerse. El hormigón tiene una amplia variedad de características que se pueden lograr ajustando con precisión las proporciones de los materiales constituyentes. Se pueden obtener características adicionales mediante el uso de clases especiales de cementos (cemento con resistencia elevada inicial), agregados especiales (diferentes tipos de áridos ligeros o pesados), aditivos (plastificantes químicos y componentes que incorporan aire, microsilíce o restos de ceniza) y métodos de endurecimiento (endurecimiento al vapor)

**Cemento:** (Sanjuán & Chinchón, 2014) El cemento es el material más empleado como base para la construcción y la construcción civil. Su principal propiedad es formar un macizo rocoso fuerte y resistente al mezclarse con áridos y agua. La mezcla se endurece se produce transcurrido cierto tiempo desde que se forma la mezcla, lo que puede cambiar la forma que tiene (moldear) a la piedra de origen artificial. Las tres características que posee (resistente, duradero, colable) hacen que los productos a base de cemento posean grandes aplicaciones en la realización de construcciones infraestructurales y diversos elementos más de construcción.



**Cemento Portland:** (Sanjuán & Chinchón, 2014) es un polvo molido hasta reducirse a partículas finas, compuesto en su mayoría de silicato de calcio y en menor medida de calcio y aluminio, que mezclado y/o combinado con agua, fragua y se solidifica a una temperatura ambiente y también en el aire o bajo el agua.

**Tabla N°01:** Principales componentes del Cemento Portland

DENOMINACIÓN DEL COMPONENTE	COMPOSICIÓN OXIDA	ABREVIATURA
Silicato de tricalcio	$3\text{CaO}.\text{Si}_2$	$\text{C}_3\text{S}$
Silicato de bicalcio	$2\text{CaO}.\text{SiO}_2$	$\text{C}_2\text{S}$
Aluminio de tricalcio	$3\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{C}_3\text{S}$
Aluminoferrato	$4\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3.\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{C}_4\text{AF}$

Nota. Fuente: (Vergara, 2019)

En la (tabla N°01) se puede apreciar las principales componentes del cemento portland.

Según (Molina, 2006) Todo **cemento portland** empleado para concreto es necesario que cumpla con la normativa vigente ASTM C-150 “Standard Specification for Portland Cement”, que los divide de la siguiente manera: **TIPO I:** para obra general, que requiere características específicas. **TIPO II:** para construcciones expuestas a efectos moderados de sulfatos y para construcciones que requieran temperaturas de proceso de hidratado moderadas. **TIPO III:** desarrollan altas resistencias iniciales. **Tipo IV:** desarrolla bajo calor de proceso de hidratado. **Tipo V:** proporciona resistencia elevada a los efectos referentes a lo ocasionado por los sulfatos.

**Agregados:** según (Omen, 2021) deben estar limpios, duros, fuertes y duraderos, libres de absorbentes químicos, recubrimientos de arcilla u diversos materiales finos, en cantidades que puedan afectar el proceso de hidratado y la cohesión del agregado. Deben estar bien graduados cuando se controlan las proporciones de agregados de tipo alargado y plano. Los agregados afectan esencialmente la fluidez, manejabilidad, contracción, fluencia, cohesión, dureza, resistencia, peso unitario, características térmicas, demanda de agua y cemento, unión intersticial, bombeo, factibilidad, porosidad, economía, contracción, durabilidad del hormigón y uniformidad.

**Agregado de tipo fino:** “Es el agregado conocido en nuestro medio como “arena”, cuyas partículas pasan casi en su totalidad por el tamiz (de 4.75mm) y quedan retenidas en el tamiz #200 (de 75 µm).” (Silva 2014, p.21)

la distribución granulométrica referente al agregado de tipo fino es necesario que cumpla lo establecido de la normativa vigente (ASTM C-33)

**Tabla N°02:** Límites de gradación referente al agregado de tipo fino

TAMAÑO DE LA MALLA	PORCENTAJES QUE PASA EN PESO
9.5mm (3/8")	100 - 100
4.75mm (N°4)	95 - 100
2.36mm (N°2)	80 - 100
1.19mm (N°16)	50 - 85
0.60mm (N°30)	25 - 60
0.30mm (N°50)	10 - 30
0.15mm (N°100)	2 - 10

Nota. Fuente: ASTM C-33 Especificación Normalizada para agregados en el concreto

**Agregado de tipo grueso:** “Este es un material pétreo conocido localmente como "Grava" y es retenido esencialmente por el tamiz #4 (de 4.75mm).” (Silva 2014, p.21)

**Granulometría referente al agregado de tipo grueso:** según (Silva, 2014) Se recomienda que el agregado de tipo grueso en general posea alguna continuación en sus medidas de partículas, también se dice que el máximo del tamaño del agregado afecta el aspecto económico en el proceso de preparación del concreto, debido a que se necesita más agua y cemento para el agregado. con partículas más pequeñas que grandes.

Los agregados deben satisfacer con los parámetros de granulometría para agregado de tipo grueso de la normativa vigente (ASTM C-33)

**Tabla N°03: Límites de gradación referente al agregado de tipo grueso**

Número De Tamaño	Tamaño Nominal (Tamices con abertura cuadrada)	Cantidades más finas que Cada Tamiz de Laboratorio (Abertura Cuadrada),												
		Porcentaje Masa												
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3½ pulg)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2½ pulg)	50 mm (2 pulg)	37.5 mm (1½ pulg)	25 mm (1 pulg)	19 mm (¾ pulg)	12.5 mm (½ pulg)	9.5 mm (¾ pulg)	4.75 mm (No. 4)	2.36 mm (No. 8)	1.18 mm (No. 16)
1	90 a 37.5 mm	100	90 a 100	...	25 a 60	...	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...
2	63 a 37.5 mm	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...
3	50 a 25 mm	...	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...
357	50 a 4.75 mm	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	...	0 a 5	...	...
4	37.5 a 19 mm	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...
467	37.5 a 4.75 mm	...	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	0 a 5	...	...
5	25 a 12.5 mm	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...	...
56	25 a 9.5 mm	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	...	...
57	25 a 4.75 mm	...	...	...	...	...	100	95 a 100	...	25 a 60	...	0 a 10	0 a 5	...
6	19 a 9.5 mm	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	...	...
67	19 a 4.75 mm	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	...	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...
7	12.5 a 4.745 mm	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	...
8	9.5 a 2.36 mm	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 30	0 a 5	0 a 5

Nota. Fuente: ASTM C-33 Parámetros de granulometría para agregados gruesos

**Diseño de mezclas:** (Muciño & Perla, 2018) El proceso por el cual se seleccionan los agregados adecuados para el concreto, determinando cantidades y requerimientos específicos de manejabilidad, dureza y resistencia. En la actualidad, las mezclas fabricadas se usan con valores limitados para una variedad de características. Estos son la relación agua/cemento máximo, el contenido mínimo de cemento, la resistencia mínima, la maquinabilidad mínima, el máximo del tamaño de agregado y la cantidad de aire que contiene dentro de las acotaciones especificados.

**Agua:** según (Rojas, 2018) es un Líquido que se encuentra en la naturaleza en estado algo puro, formando ríos, lagos y mares, está compuesto por hidrógeno y oxígeno (H<sub>2</sub>O). El agua contenida en el hormigón tradicional tiene una proporción del 10% a 24%, esta agua debe estar libre de impurezas puesto que pueden afectar la calidad del hormigón.

**Principales características mecánicas del concreto:** se tiene concreto fresco y concreto endurecido.

**Concreto fresco:** (Silva, 2014) El concreto se denomina concreto en estado fresco, debido a su flexibilidad y capacidad para ser colado. El hormigón en estado fresco tiene una vida que comprende el momento en el que finaliza el proceso de amasado mecánica

o manual y el momento en que el cemento comienza a fraguar, este intervalo puede variar dependiendo de la clase de cemento empleado, la cantidad de agua, temperatura ambiente, combinaciones de aditivos, entre otros. Las diversas características importantes del hormigón en estado fresco son: manejabilidad, exudación, segregación, la cantidad de aire que contiene y la masa unitaria.

**Concreto endurecido:** (Silva, 2014) El hormigón tiene un proceso en el que se endurece continuamente que lo convierte de un material plástico a un material sólido a medida que se somete a un proceso fisicoquímico complejo. En esta etapa, las diversas características del hormigón se desarrollan con el tiempo, dependiendo de las diversas características y de la dosificación de los diferentes ingredientes, así como de las condiciones ambientales a las que estará expuesto el hormigón a lo largo de su vida útil.

**Permeabilidad:** según (Veléz, 2010) La permeabilidad en el concreto es la cantidad de movimiento de agua u diversos líquidos que transcurre por los múltiples poros de un material mientras transcurre un período de tiempo; y por lo tanto es el resultado de: el compuesto de los poros en la mezcla de concreto, el proceso de hidratado o la vinculación la evaporación del agua de mezcla y el libramiento de calor o calor de proceso de hidratado, la temperatura del concreto, y la formación de agujeros de retracción y grietas plásticas en el hormigón mientras transcurre el fraguado.

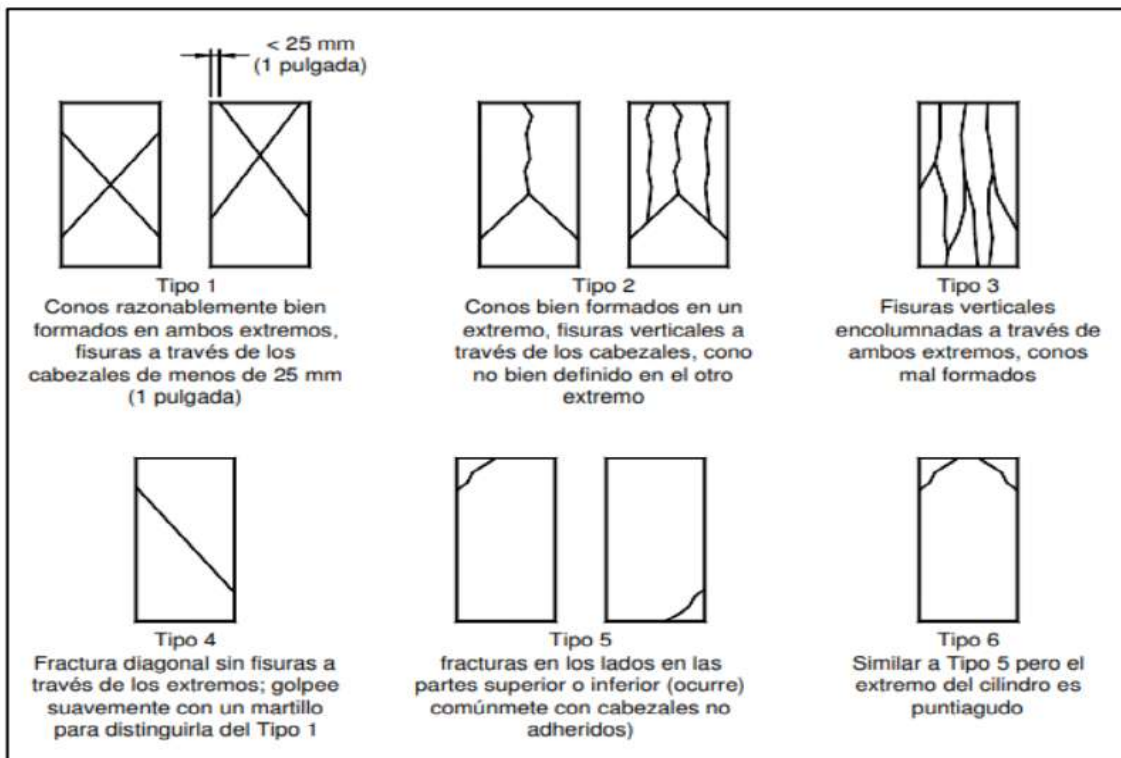
**Resistencia Mecánica del concreto: compresión:** es la máxima medida de resistencia con respecto a la carga axial que poseen los especímenes, **Tensión:** tensión máxima que un material que resiste ante una carga axial de tensión y **flexión:** propiedad que indica lo hábil que es el material para resistir el error que le podría provocar al doblarse

**Ensayo de compresión del concreto:** (Hernández & Rojas, 2021) El hormigón debe someterse a una serie de pruebas para determinar y controlar su calidad, así como para examinar la resistencia que poseen a diversas cargas, el examen de compresión incluye la aplicación de una carga de compresión axial sobre cilindros de prueba a la velocidad establecida en un rango hasta el error, la resistencia se calcula dividiendo la máxima

carga alcanzada mientras transcurre la prueba entre la sección de transversalidad de la muestra.

**Tipos de fallas en ensayos de compresión en concretos:** En la (Figura N°03) se puede visualizar el bien estructurado diagrama de esquemas de los patrones típicos de fractura en ensayos de compresión en concreto.

**Figura N°03:** Diagrama esquemático de los patrones típicos de fractura



**Fuente:** ICONTEC

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### **Tipo de investigación.**

La investigación posee las cualidades para ser de tipo **aplicada**, puesto que los resultados conseguidos se utilizarán para solucionar problemas de resistencia del concreto vinculados con la construcción, especialmente las diversas características del concreto, realizando una explicación acerca del funcionamiento cuando se reemplaza la proporción de cemento por ceniza de totora.

(Lozada, 2014) indica que La investigación aplicada tiene como objetivo generar conocimiento que posea una directa aplicación en los problemas presentes en el sector de producción y la sociedad. Está basado en logros tecnológicos de básica investigación, que recaen en el procedo re relación entre teoría y producto.

##### **Diseño de la investigación.**

Se sustenta en un esquema **cuasi-experimental**, puesto que se manipularán las variables independientes, asignándose correspondientemente la combinación de ceniza de totora para así tener antecedentes a futuro.

(Hernández, Fernández, & Bapista, 2010) menciona que en el diseño cuasi-experimental "los sujetos no se asignan aleatoriamente a agrupaciones ni se combinan, sin que estas agrupaciones ya están formados previamente a la prueba: son agrupaciones intactas (el motivo por el que aparecen y la forma en que se forman es independiente)". A diferencia del diseño experimental, que no tiene ningún tipo de aleatorización, lo que existe en el diseño cuasi-experimental es la manipulación deliberada de por lo menos una variable de tipo independiente para examinar su relación y efecto con una o más variables dependientes.

## **Nivel de investigación.**

**Explicativo** puesto que transcurre por estos resultados se pueden mejorar las diversas características mecánicas del concreto puesto que serán adicionados con materiales naturales.

(Borja, 2012) menciona que la investigación explicativa va más allá de describir fenómenos o conceptos o entablar una relación entre variables. Más bien, busca las causas que dan origen a algún fenómeno físico o social. Se ocupa de explicar cuál es la causa ocurre un fenómeno y en qué condiciones ocurre, o por qué está vinculado entre dos o más variables.

## **Método de investigación.**

**hipotético deductivo** puesto que parte por la creación de una hipótesis y se deduce consecuencias, realizando experimentos para probar las deducciones utilizando laboratorios y modelos matemáticos.

## **Enfoque de investigación**

La investigación realizada se encuentra diseñado por un planteamiento de metodología con un **enfoque cuantitativo**, dado que dicho enfoque es el más apto para realizar un correcto estudio y responde las necesidades y requerimientos de la investigación.

### 3.2. Variables y operacionalización

Como **variable de tipo independiente**, tendremos la ceniza de totora a quien conceptual y operativamente precisaremos de la siguiente manera:

**Concepto:** “ceniza de totora al quemarse a temperaturas superiores a 400°C, donde la ceniza a mayor temperatura reactiva sus características de óxido, dióxido de silicio” (Vilca 2021, p.29)

**Definición Operacional:** en el desarrollo de la investigación realizada de investigación se adicionará parcialmente el cemento con un porcentaje de ceniza de totora, variando la dosis en cada mezcla de hormigón y así comprobar la resistencia que posee el material a la compresión.

**Dimensión:** Dosificación

**Indicadores:** 5%, 10% y 15% de ceniza de totora proveniente del altiplano

**Escala de Medición:** Razón

Como **variable de tipo dependiente**, tendremos la evaluación de la mejora técnica y económica de la resistencia a la compresión del concreto de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>. Las cuales conceptual y operativamente precisaremos de la siguiente manera:

**Concepto: técnica;** “Es el conjunto de procedimientos, encaminados a lograr un determinado resultado” (Gay 2018, p.5). **Económica;** “puede definirse como un instrumento ordenado para identificar, medir y comparar los costos” (Parera 2009, p.6)

**Definición Operacional: técnica;** en el desarrollo de la investigación realizada se comprobará la mejora técnica del hormigón endurecido llevando a cabo las pruebas mecánicas de resistencia a la compresión. **Económica;** en el desarrollo de la



investigación realizada se comparará el costo utilidad por m<sup>3</sup> de concreto patron, con la dosificación adicionando cenizas de totora.

**Dimensiones:** Técnica y Económica

**Indicadores:** *técnica*; Resistencia a la Compresión Kg/cm<sup>2</sup>. *Económica*; Costo S/.

**Escala de Medición:** Razón

### 3.3. Población, muestra y muestreo

Como definición de la **población** según (Arias, 2012) La población, o más preciso la población objetivo, agrupa elementos de tipo finito o infinito de elementos que tienen características en común sobre los que se pueden extraer las conclusiones de la indagación. Esto está delineado por el problema y el objetivo del estudio.

La **población** de la investigación realizada está constituida por los especímenes para el diseño que se le realiza al concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con cemento portland, con adición de ceniza de totora proveniente del altiplano, está formado por 3 ensayos de edades en cada diseño que equivale a 36 especímenes.

Como definición de la **Muestra** según (Arias, 2012) “es un subconjunto finito y representativo sacado de la población accesible” (p.83)

En la normativa vigente Técnica Peruana 339.034 menciona la cantidad mínima de muestras cilíndricas que se emplearan para los ensayos a compresión, las cuales se efectuaran en un laboratorio. Con lo indicado anteriormente se señala que la **muestra** de este proyecto de investigación está conformada por el concreto patrón de resistencia de f'c 210, Kg/cm<sup>2</sup> y se realizará por cada diseño 9 probetas, en otras palabras, un total de 36 probetas de concreto, con aumento de 5%, 10%, 15% de cenizas de totora proveniente del altiplano.

Como definición de **Muestreo** según (Supo, 2016) Hay casos en los que, a diferencia de antes, no podemos cambiar a pruebas probabilísticas, pero no podemos hacer ninguna de las pruebas no probabilísticas que mencionamos recientemente. En este caso, utilizaremos el análisis de un examen para estar más cómodos. El presente proyecto tiene un muestreo: **no probabilístico** por conveniencia.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### Técnicas de la investigación

Según (Lopez, 2014) “las técnicas son conjuntos específicos de reglas y operaciones para el manejo de los instrumentos, están al nivel de hechos o etapas prácticas que permiten aplicar el método” (p.8)

En este proyecto de investigación se usará la técnica de **observación directa**

#### Instrumentos de investigación

Según (Lopez, 2014) “Los instrumentos son objetos específicos que facilitan la correcta aplicación de la técnica y aunque posean características propias, deben adaptarse al objeto de estudio” (p.18)

En el desarrollo de la investigación realizada de investigación se utilizarán **fichas de recolección de datos** de pruebas ensayadas.

#### Validez

Según (Pimiento, 2017) “La revisión de la legalidad del contenido se realizó que transcurre por una reunión con expertos, quienes hicieron recomendaciones para su desarrollo, pero no rechazaron su aplicación” (p.144)

Los diferentes formatos que se elaboraron para cada ensayo a realizar, serán revisados por tres especialistas que validarán su uso en este proyecto. Además, Las pruebas que se desarrollarán en el laboratorio, serán validados por los especialistas del lugar, firmándolos y otorgando certificados.

## **Confiabilidad**

Según (Monje, 2016) “se refiere a la capacidad de un instrumento para proporcionar información o una estimación relativa a hechos conocidos, en otras palabras, la precisión de lo estimado, así como la consistencia o razonabilidad de lo estimado en diferentes momentos” (p.165)

En esta prueba de laboratorio se utilizarán materiales y equipos que se encuentren en perfecto estado y conformes a normativa vigente, lo que evitará errores por la calibración de la máquina o equipo.

### **3.5. Procedimientos**

Para el presente trabajo de investigación se han extraído materiales de cantera para su caracterización y diseño de mezcla para concreto patrón diseño  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y así mismo se realizó la dosificación para especímenes de concreto con adición de 5%,10% y 15% de ceniza de totora altiplánica, posterior a ello se procedió a preparar concreto realizando así ensayos del concreto fresco (SLUMP) para los 36 especímenes de concreto para luego elaborar especímenes cilíndricos de concreto para su posterior desmoldado y curado de las mismas, todo estos ensayos fueron realizados en el laboratorio de suelos y materiales CONGEOMAT bajo estricto control de la norma del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, ASTM y Norma Técnica Peruana.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Los resultados del ensayo de compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  serán analizados, tabulados y graficados mediante estadística descriptiva

### **3.7. Aspectos éticos**

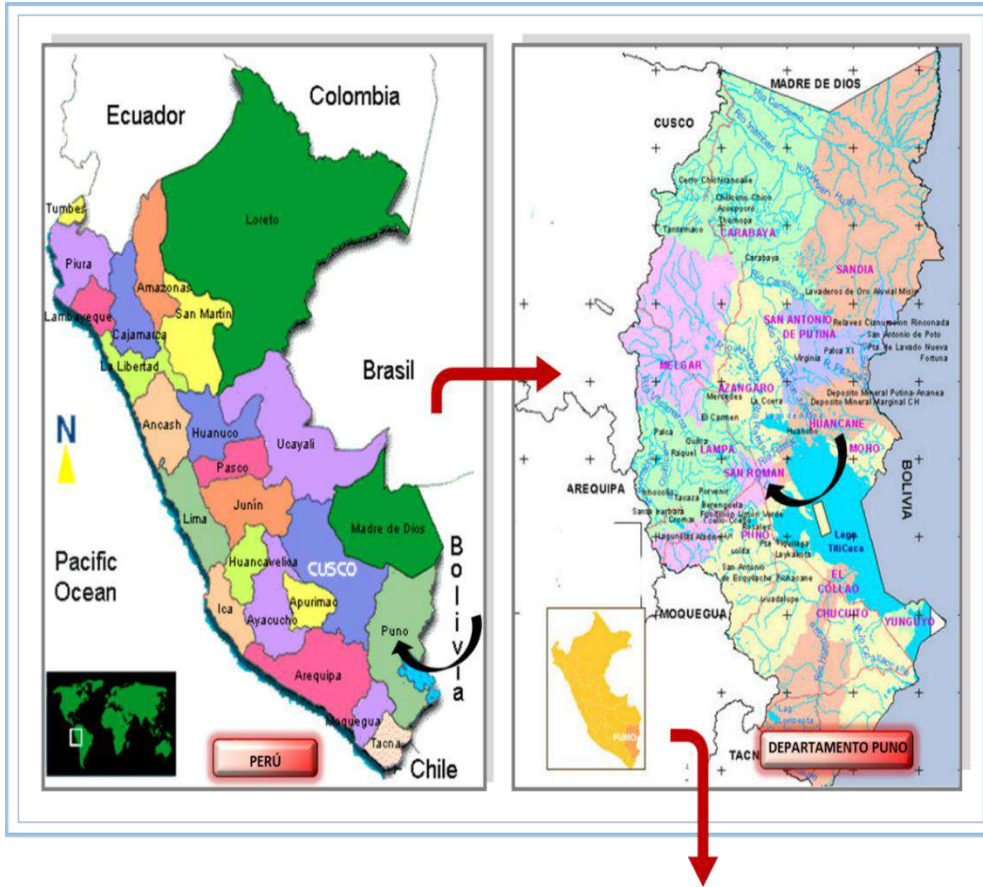
Los autores de este proyecto de investigación se comprometen respetuosamente a garantizar que la investigación sea consistente con la veracidad del contenido, citando el respeto a los derechos de autor. Por ello, han sido citados razonablemente en el marco teórico de diferentes autores. El resultado será verdadero puesto que se realiza en un laboratorio con máquinas calibradas y el trabajo está respaldado por certificados firmados por expertos conocedores del tema de la encuesta. Además, este estudio pretende beneficiar a la construcción de estructuras de hormigón.

#### IV. RESULTADOS

Este trabajo de investigación tiene por fin fijar el efecto de la resistencia a la compresión y el costo económico en un concreto en el que se reemplazó parcialmente el cemento a razón de 15%, 10% y 5% por ceniza de totora proveniente del altiplano al analizar el contenido de la investigación se podrán apreciar los diferentes ensayos realizados mediante laboratorios, a su vez el costo en comparación del concreto producido con materiales comúnmente utilizados, y el concreto producido mediante materiales de extracción natural, a su vez se ha escogido materiales de este tipo puesto que son de fácil acceso en el medio y no son extremadamente caros o de difícil acceso económico para un sector de la población, con lo cual lo que se pretende es buscar una alternativa más ecológica con respecto a la contaminación

el proyecto de investigación **titulada** "Evaluación técnica - económica de la resistencia a la compresión del concreto de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, adicionando cenizas de totora, puno-2022" se realizó en El departamento de Puno, Provincia de San Román y Distrito de Juliaca, el cual está ubicada a una altitud de 3825 m.s.n.m. entre las coordenadas geográficas: Latitud Sur 15°29'27" Longitud Oeste 70°07'37" y en el siguiente ámbito geográfico: **por el sur:** con el distrito de Cabana y el distrito de Caracoto, **por el Oeste:** con el distrito de lampa y el distrito de Cabanillas, **por el Norte:** con la provincia de Azángaro, **por el Este:** con el distrito de Pusi y el distrito de samán.

**Figura N°04: Ubicación Nacional y Departamental**



**Fuente: Elaboración Propia**

**Figura N°05: Ubicación provincial**



**Fuente: Elaboración propia**

**Figura N°06: Ubicación distrital**



**Fuente:** Elaboración propia

Para realizar los ensayos de laboratorio se adquirieron muestras de agregado de tipo grueso y agregado de tipo fino de la cantera Rio Isla que Se encuentra ubicado en el Distrito de Juliaca - Provincia de San Román - Región Puno entre las coordenadas geográficas 8313270.84 N Y 407258.89 E, se localiza a 8 kilómetros alrededor del centro de la ciudad.

**Figura N°07: Adquisición de Muestras de AF. y AG.**



**Fuente:** Elaboración propia

Así mismo para conseguir la ceniza de totora se extrajo de la parte superficial el material (totora seca) del lago Titicaca del distrito de Pusi – Provincia de Huancané - Región Puno, cortando con un equipo liviano llamado moto guadaña y se procedió al quemado de totora seca mediante un hormo artesanal, luego se realizó el tamizado con la malla N°50 para separar el material que no se haya incinerado por completo

**Figura N°08:** *Obtención de Totora seca*



**Fuente:** *Elaboración propia*

Todos estos materiales se llevaron al laboratorio de suelos y materiales CONGEOMAT y se efectuaron diferentes ensayos que nos permitieron determinar las diversas características físico mecánicas de los agregados en tecnología del concreto tenemos en primer lugar el ensayo referido a:

**Contenido húmedo:** éste ensayo consistió en el sometimiento de una muestra de agregado a un proceso de secado y comparar primero su masa para luego determinar cuál es el porcentaje de humedad total, como normativa vigente que tiene el ensayo son las siguientes MTC E 108:2016 / ASTM D2216 / NTP 339.127.



**Figura N°09: Secado de muestras de agregados**



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N°04: Contenido húmedo Agregado de tipo fino**

DESCRIPCION	UNIDAD	MUESTRA 01
Peso de recipiente	g	88.6
Peso recipiente + Peso de AF Húmedo	g	295.6
Peso recipiente + Peso de AF Seco	g	286.3
Peso del agua	g	9.3
Peso de Muestra del AF Seco	g	197.7
Humedad	%	4.70

Nota. Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N°05: Contenido húmedo Agregado de tipo grueso**

DESCRIPCION	UNIDAD	MUESTRA 01
Peso de recipiente	g	86.2
Peso recipiente + Peso de AG Húmedo	g	521.4
Peso recipiente + Peso de AG Seco	g	508.7
Peso del agua	g	12.7
Peso de Muestra del AG Seco	g	422.5
Humedad	%	3.01

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Así mismo se realizó el ensayo correspondiente al **análisis granulométrico por tamizado**: ésta prueba de desarrollo mediante la separación por tamizado una muestra de agregado seco de masa que se conoce, sabiendo que los tamices se mueven gradualmente de los orificios más grandes a los más pequeños para determinar la distribución del tamaño de las partículas, las normativas vigentes correspondientes a granulometría son: MTC E 204:2016 / ASTM C136 / NTP 400.012.

**Figura N°10:** *Análisis granulométrico por tamizado*



**Fuente:** *Elaboración propia*

**Tabla N°06:** Análisis granulométrico de agregado de tipo fino

MALLA	ABERTURA DE MALLA EN (mm)	PESO RETENIDO EN (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACION
3/8"	9.500	0.00	0.0	0.0	100.0	100 - 100
#4	4.750	152.00	3.8	3.8	96.2	95 – 100
#8	2.360	559.20	15.7	19.5	80.5	80 – 100
#16	1.190	782.80	21.9	41.5	58.5	50 – 85
#30	0.600	855.00	24.0	65.4	34.6	25 – 60
#50	0.300	639.40	17.9	83.4	16.6	10 – 30
#100	0.150	414.20	11.6	95.0	5.0	2 – 10
#200	0.075	133.00	3.7	98.7	1.3	
FONDO		45.60	1.3	100.0	0.0	
TOTAL		3951.00				

**Nota. Fuente:** Elaboración Propia

De la (**tabla N°06**) Análisis granulométrico de agregado de tipo fino se determinó el módulo de fineza referente al agregado de tipo fino con la siguiente formula:

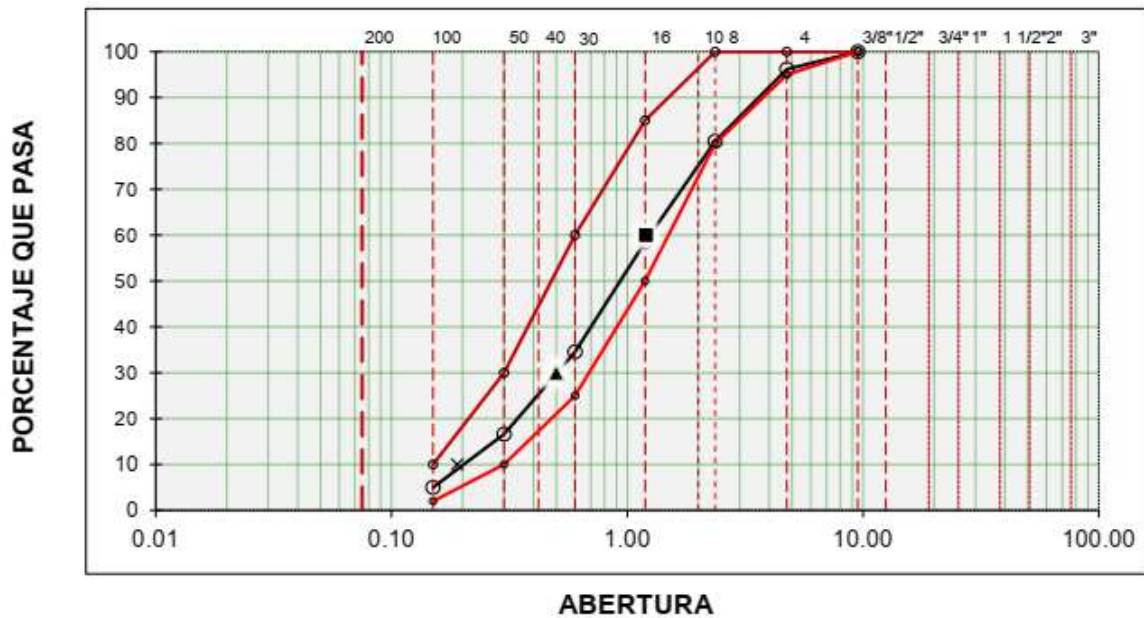
$$MFaf = \frac{\text{sumatoria \% ret. Acumulado}(N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{100}$$

$$MFaf = \frac{3.8 + 19.5 + 41.5 + 65.4 + 83.4 + 95}{100}$$

$$MFaf = 0.39$$

así mismo con la misma tabla se procedió a graficar la curva granulométrica (**Figura N°11**) referente al agregado de tipo fino en donde se observa que la curva granulométrica referente al agregado de tipo fino se enmarca dentro de las acotaciones del parámetro superior e inferior.

**Figura N°11:** Curva granulométrica del agregado fino



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N°07:** Análisis granulométrico de agregado de tipo grueso

MALLA	ABERTUR A DE MALLA EN (mm)	PESO RETENID O EN (gr)	% RETENID O	% RETENIDO ACUMULAD O	% QUE PASA	ESPECIFICACION
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.0	100 – 100
2"	50.800	0.00	0.0	0.0	100.0	100 – 100
1 1/2"	38.100	419.00	4.9	4.9	95.1	95 – 100
1"	25.400	2263.00	26.5	31.4	68.6	
3/4"	19.000	1845.00	21.6	53.0	47.0	35 – 70
1/2"	12.500	1734.00	20.3	73.3	26.7	
3/8"	9.500	1409.00	16.5	89.8	10.2	10 – 30
#4	4.750	760.00	8.9	98.7	1.3	0 – 5
FONDO	2.360	111.00	1.3	100.0	0.0	
TOTAL		8540.00				

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

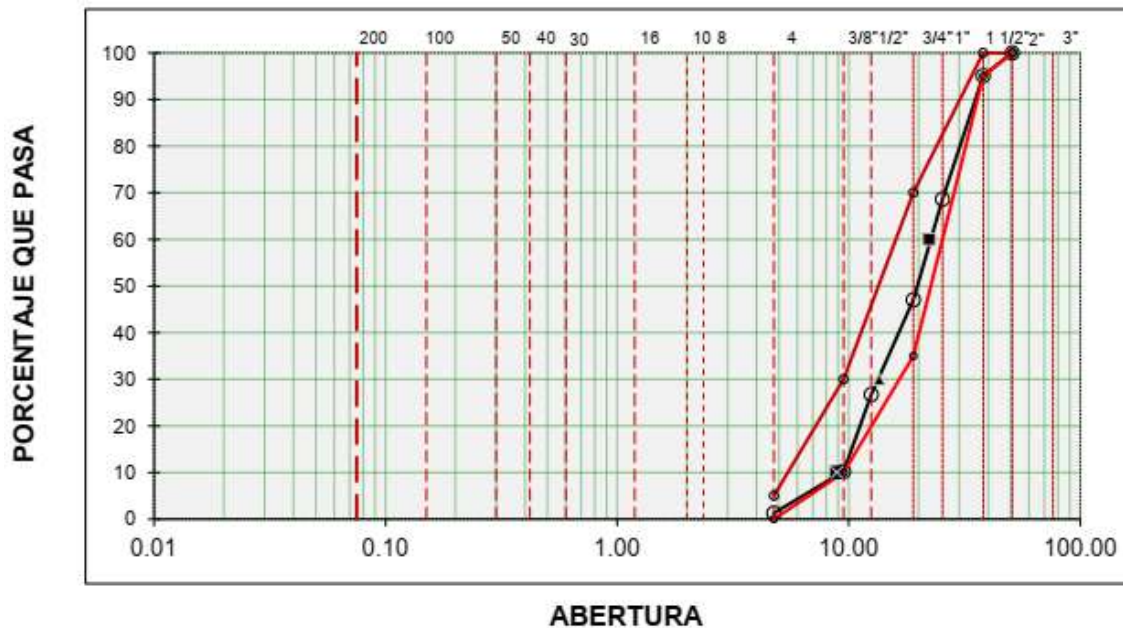
De la (tabla N°07) Análisis granulométrico de agregado de tipo grueso se determinó el máximo del tamaño y el máximo del tamaño nominal referente al agregado de tipo grueso

TAMAÑO MAXIMO: corresponde al tamiz por el que toda la muestra pasa referente al agregado de tipo grueso según la (tabla N°11) Sería igual a 2”

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL: corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el retenido entre 10% a 5% según la (tabla N°11) Sería igual a 1 1/2”.

con la misma tabla se procedió a graficar la curva granulométrica (Figura N°12) referente al agregado de tipo grueso en donde se observa que la curva granulométrica referente al agregado de tipo grueso se enmarca dentro de las acotaciones del parámetro superior e inferior.

**Figura N°12:** Curva granulométrica del agregado grueso



**Fuente:** Elaboración propia

Seguidamente se realizó el ensayo correspondiente al **peso unitario de los agregados**, este ensayo cubre la determinación del peso unitario suelto o compactado en el agregado de tipo fino o grueso este método se utiliza para determinar el valor del peso unitario empleado por algunos métodos del diseño que se realiza de mezcla del concreto las normativas vigentes que rigen este ensayo son: MTC E 203:2016 / ASTM C29 / NTP 400.017.

**Figura N°13:** Ensayo para la determinación del P. unitario seco y compactado



**Fuente:** Elaboración propia

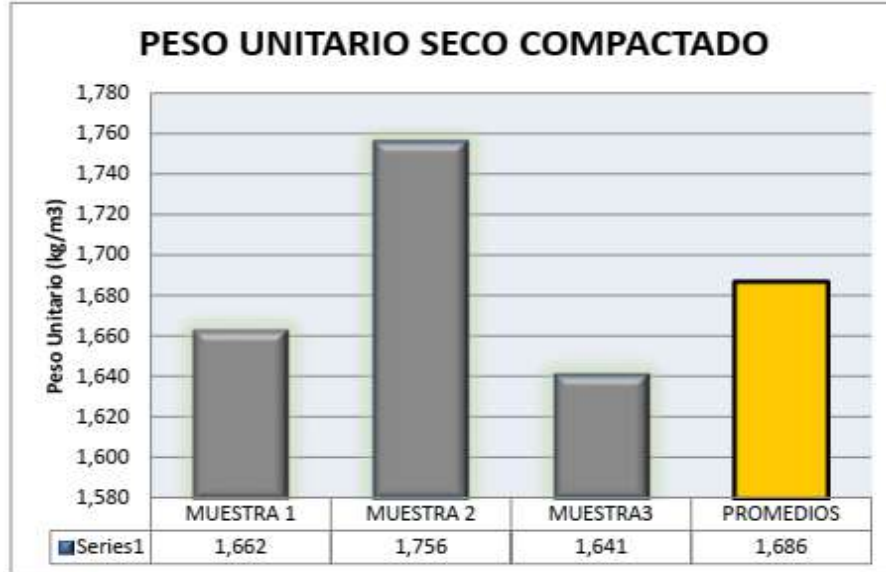
Obteniendo así los resultados del peso unitario seco varillado referente al agregado de tipo fino que se muestran en la (**Tabla N°08**) las mismas que fueron emitidas por los especialistas en laboratorio de suelos y materiales CONGEOMAT.

**Tabla N°08:** *Peso Unitario Seco Varillado referente al agregado de tipo fino*

DESCRIPCION	UND.	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROME DIO
Peso del molde + AG húmedo compactado	kg	18,022	18,559	17,896	
Peso del Molde	kg	8,395	8,395	8,395	
Peso del AG húmedo Compactado	kg	9,627	10,164	9,501	
Peso Unitario húmedo Compactado	Kg/m <sup>3</sup>	1.74	1.84	1.72	
<b>Peso Unitario Seco Varillado</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1,662</b>	<b>1,756</b>	<b>1,641</b>	<b>1,686</b>
<b>Humedad</b>	<b>%</b>	<b>4.74</b>	<b>4.68</b>	<b>4.73</b>	

Nota. Fuente: Elaboración Propio

**Figura N°14:** Peso unitario Seco Varillado del agregado fino



**Fuente:** Elaboración propia

También se obtuvo los resultados del peso unitario seco suelto referente al agregado de tipo fino que se muestran en la (**Tabla N°09**) las mismas que fueron emitidas por los especialistas en laboratorio de suelos y materiales CONGEOMAT.

**Tabla N°09:** Peso Unitario Seco Suelto referente al agregado de tipo fino

DESCRIPCION	UND.	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
Peso del molde + AG húmedo suelto	kg	17,393	17,526	17,444	
Peso del AG húmedo suelto	kg	8,998	9,131	9,049	
Peso Unitario húmedo Suelto	Kg/m <sup>3</sup>	1.63	1.65	1.64	
<b>Peso Unitario Seco Suelto</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1,554</b>	<b>1,578</b>	<b>1,563</b>	<b>1,565</b>

Nota. Fuente: Elaboración Propia

**Figura N°15:** Peso unitario seco suelto del agregado fino



**Fuente:** Elaboración propia

En la misma medida, también se obtuvieron los resultados del peso unitario seco varillado referente al agregado de tipo grueso que se muestran en la (**Tabla N°10**) las mismas que fueron emitidas por los especialistas en laboratorio de suelos y materiales CONGEOMAT.

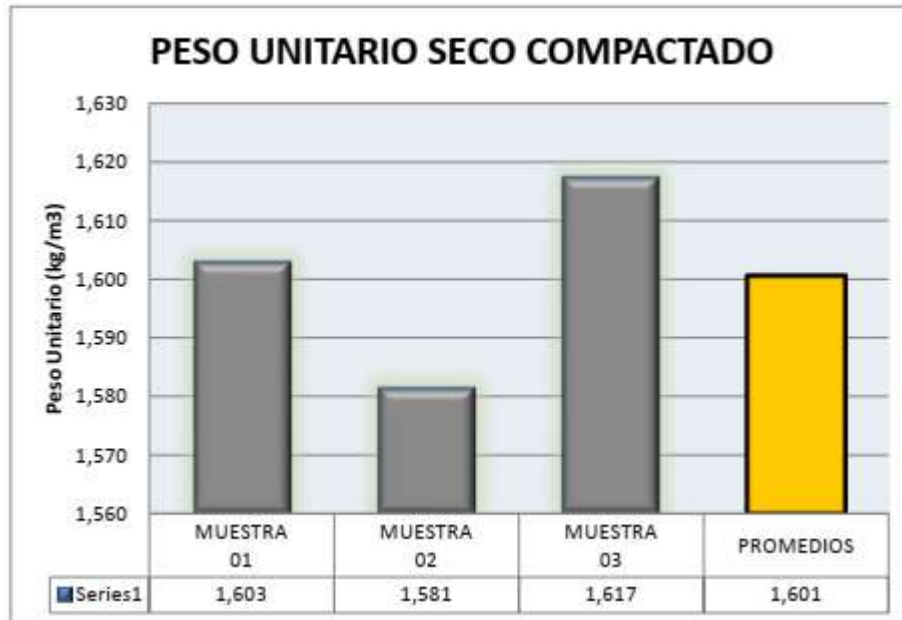
**Tabla N°10:** Peso Unitario Seco Varillado referente al agregado de tipo grueso

DESCRIPCION	UND.	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
Peso del molde + AG húmedo compactado	kg	17,518	17,394	17,604	
Peso del Molde	kg	8,394	8,394	8,394	
Peso del AG húmedo Compactado	kg	9,124	9,000	9,210	
Peso Unitario húmedo Compactado	Kg/m3	1.65	1.63	1.67	
<b>Peso Unitario Seco Varillado</b>	<b>Kg/m3</b>	<b>1,603</b>	<b>1,581</b>	<b>1,617</b>	<b>1,601</b>
<b>Humedad</b>	<b>%</b>	<b>2.96</b>	<b>2.93</b>	<b>2.99</b>	

Nota. Fuente: Elaboración Propio



**Figura N°16:** *Peso unitario seco varillado del agregado grueso*



**Fuente:** *Elaboración propia*

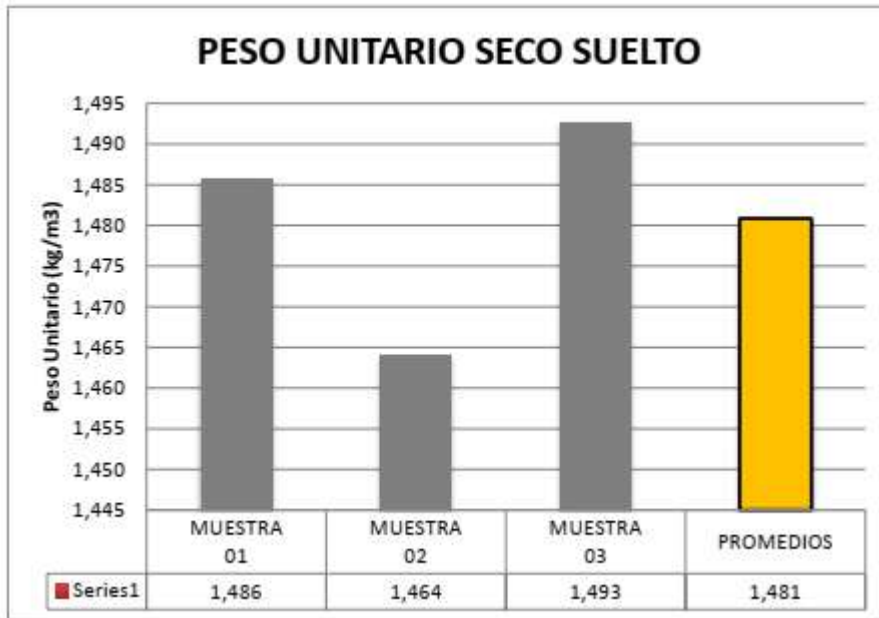
Asimismo, se obtuvo los resultados del peso unitario seco suelto referente al agregado de tipo grueso que se muestran en la (**Tabla N°11**) las mismas que fueron emitidas por los especialistas en laboratorio de suelos y materiales CONGEOMAT.

**Tabla N°11:** *Peso Unitario Seco Suelto referente al agregado de tipo grueso*

DESCRIPCION	UND.	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
Peso del molde + AG húmedo suelto	kg	16,852	16,726	16,894	
Peso del AG húmedo suelto	kg	8,458	8,332	8,500	
Peso Unitario húmedo Suelto	Kg/m <sup>3</sup>	1.53	1.51	1.54	
<b>Peso Unitario Seco Suelto</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1,486</b>	<b>1,464</b>	<b>1,493</b>	<b>1,481</b>

Nota. Fuente: *Elaboración Propio*

**Figura N°17:** *Peso unitario seco suelto del agregado grueso*



**Fuente:** *Elaboración propia*

También se realizó el **ensayo de gravedad específica y absorción para el agregado de tipo fino**, se sabe que este ensayo es realizado con la finalidad de determinar los valores del peso específico saturado con superficie seca, el peso específico seco, la absorción referente al agregado y el peso específico aparente de tipo fino a fin de usar estos valores para calcular y corregir diseños de mezclas las normativas vigentes que rigen este ensayo es la MTC E205:2016 / ASTM C128 / NTP 400.022.

**Figura N°18:** Ensayo de gravedad específica y absorción para el AF.



**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla N°12:** Peso específico y absorción referente al agregado de tipo fino

ITEM	DESCRIPCION	UND.	[M1]	[M2]	PROMEDIO
1	Peso al aire del AF SSS	g	500.00	500.00	
2	Peso: Fiola+500cc agua (aforado)	g	668.90	669.07	
3	Peso: Fiola+500cc agua + [1]	g	1,168.90	1,169.07	
4	Peso: Frasco+Agua1 + [1] (aforado a 500cc)	g	971.30	972.40	
5	Peso (Vol. Agua) del material SSS, [3]-[4]	cc	197.60	196.67	
6	Peso Seco en estufa a 105°± 5°C	g	492.00	489.00	
7	Peso/Vol. De agua en la muestra SSS	cc	8.00	11.00	
8	Volumen del AF solido (cc), [5]-[7]	cc	189.60	185.67	
9	<b>Peso específico que posee del AF, [1]/ [5]</b>	<b>g/cc</b>	<b>2.530</b>	<b>2.542</b>	<b>2.536</b>
10	<b>Absorción del AF, [1]/ [6]-1</b>	<b>%</b>	<b>1.63</b>	<b>2.542</b>	<b>1.94</b>

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Así mismo fue realizado de **peso específico y absorción para agregado de tipo grueso** las normativas vigentes que rigen este ensayo es la MTC E206:2016 / ASTM C127 / NTP 400.021.

**Tabla N°13:** Peso específico y absorción referente al agregado de tipo grueso

ITEM	DESCRIPCION	UND.	[M1]	[M2]	PROMEDIO
1	Peso al aire del AG SSS	g	845.00	865.90	
2	Peso Sumergido del AG SSS	g	514.60	526.00	
3	Diferenc. peso=Vol. Agua=Vol. del AG	cc	330.40	339.90	
6	Peso Seco AG a 105°± 5°C	g	835.50	856.90	
7	Diferenc. Peso=Vol. de agua en AG SSS	cc	9.50	9.00	
8	Volumen del AG solido (cc),	cc	320.90	330.90	
9	<b>Peso específico que posee del AG</b>	<b>g/cc</b>	<b>2.558</b>	<b>2.548</b>	<b>2.553</b>
10	<b>Absorción del AG</b>	<b>%</b>	<b>1.14</b>	<b>1.05</b>	<b>1.09</b>

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Teniendo las diversas características físico mecánicas de los agregados en tecnología del concreto fue realizado el DISEÑO DE MEZCLAS MÉTODO COMITÉ 211 DEL ACI para ello se tuvo como datos de la muestra cantera isla, características de concreto a diseñar fue para un concreto que presenta una resistencia a la compresión  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> sin incorporación de aire, sin aditivo con una consistencia plástica y como características de materiales se tuvo al cemento de tipo IP con un peso específico que posee de 2.8 gr/cm<sup>3</sup>, agregado de tipo fino (con un peso específico que posee de la arena de 2.536 gr/cm<sup>3</sup>, absorción de 1.94%, agua potable, contenido húmedo de 4.70%, módulo de fineza de 3.09, peso unitario seco varillado de 1.686 kg/m<sup>3</sup> y peso específico seco suelto de 1.565 kg/m<sup>3</sup>) y agregado de tipo grueso (si se consideró agregado redondeado, máximo del tamaño nominal de 1 1/2", peso específico que posee de la grava de 2.553 gr/cm<sup>3</sup>, absorción de 1.09%, contenido húmedo de 3.01%, peso unitario seco varillado de 1, 601 kg/cm<sup>3</sup> y peso unitario seco unitario seco suelto de 1, 481 kg/m<sup>3</sup>).

Teniendo las diversas características de concreto a diseñar y las características de los materiales se procedió a determinar la resistencia promedio ( $f'c$ ) para lo cual no se cuenta con el registro de resultados posibles determinados por los ensayos realizados, la desviación se calculó utilizando el siguiente cuadro según RNE E.060

**Tabla N°14:** Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra

RESISTENCIA ESPECIFICADA A LA COMPRESIÓN, MPa	RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA A LA COMPRESIÓN, MPa
$f'c < 21$	$f'cr = f'c + 7,0$
$21 \leq f'c \leq 35$	$f'cr = f'c + 8,5$
$f'c \geq 35$	$f'cr = 1,1 f'c + 5,0$

Nota. Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E.060

Por lo tanto, la resistencia promedio fue  **$f'c = 295\text{kg/cm}^2$**

Enseguida se procede a la selección de **asentamiento**; de acuerdo a las especificaciones y las condiciones con respecto a la colocación se requiere que la mezcla posea una consistencia plástica para lo cual se trabajara con un Slump de 3" a 4"

Teniendo el máximo del tamaño nominal de 1 1/2" y el Slump de 3"- 4", mediante la **(tabla N°15)** se determina cual será el valor del volumen unitario de agua (agua por m3) que es igual a 181 kg/m3.

**Tabla N°15:** AGUA, en kg/m3 de concreto, para los tamaños máximos nominales de agregado de tipo grueso y asentamientos indicados

ASENTAMIENTO (pulgadas)	9,5mm 3/8"	12,7mm 1/2"	19,0 mm 3/4"	25,4 mm 1"	38,0 mm 1 1/2"	50,8 mm 2"	76,0 mm 3"	152,0 mm 6"
<b>CONCRETO SIN INCORPORACIÓN DE AIRE</b>								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	220	190	178	160	---
<b>CONCRETO CON AIRE INCORPORADO</b>								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---

Nota. Fuente: Comité del ACI

mediante la **(tabla N°16)** y con el máximo del tamaño nominal de 1 1/2" se realizó la selección de la cantidad de aire que contiene atrapado teniendo, así como resultado de aire atrapado de 1%

**Tabla N°16:** La cantidad de aire que contiene atrapado

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL REFERENTE AL AGREGADO DE TIPO GRUESO	AIRE ATRAPADO (%)
3/8"	3,0
1/2"	2,5
3/4"	2,0
1"	1,5
1 1/2"	1,0
2"	0,5
3"	0,3
4"	0,2

Nota. Fuente: Comité del ACI

En referencia a la relación agua – cemento y teniendo como dato la resistencia promedio de  $f'_{cr} = 295 \text{ kg/cm}^2$ , concreto sin incorporación de aire y teniendo la (**tabla N°17**) se procede a interpolar obteniendo un resultado de relación A/C de 0.55

**Tabla N°17:** Relación Agua Cemento en Peso

F'cr (kg/cm2)	CONCRETOS SIN INCORPORACIÓN DE AIRE	CONCRETOS CON AIRE INCORPORADO
150	0,80	0,71
200	0,70	0,61
250	0,62	0,53
300	0,55	0,46
350	0,48	0,40
400	0,43	
450	0,38	

Nota. Fuente: Comité del ACI

Teniendo la relación A/C = 0.55 y el volumen unitario de agua que es igual a 181 lt/m<sup>3</sup> se procede a determinar el factor cemento resultando en 332 kg/cm<sup>3</sup> y como factor cemento – teórico se obtiene 7.8 bolsas /m<sup>3</sup>

Teniendo el máximo del tamaño nominal de 1 1/2" y módulo de fineza de 3.09 mediante la (**tabla N°18**) se obtiene (b/bo = 0.67) multiplicando por el peso unitario seco varillado 1, 601 kg/m<sup>3</sup> se obtiene el resultado de peso de agregado de tipo grueso que es de 1, 072 kg/m<sup>3</sup>.

**Tabla N°18:** Volumen de agregado de tipo grueso por Unidad de Volumen

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL REFERENTE AL AGREGADO DE TIPO GRUESO	Volumen de agregado de tipo grueso, seco y compactado por unidad de volumen de concreto (b/bo), para diferentes módulos de fineza del agregado				
	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20
3/8"	0,50	0,48	0,46	0,44	0,42
1/2"	0,59	0,57	0,55	0,53	0,51
3/4"	0,66	0,64	0,62	0,60	0,58
1"	0,71	0,69	0,67	0,65	0,63
1 1/2"	0,76	0,74	0,72	0,70	0,68
2"	0,78	0,76	0,74	0,72	0,70
3"	0,81	0,79	0,77	0,75	0,73
6"	0,87	0,85	0,83	0,81	0,79

Nota. Fuente: Comité 211 del ACI

Enseguida se realizó los cálculos de volúmenes absolutos estos resultados se obtuvieron realizando una división con los pesos específicos de cada material teniendo, así como resultado: cemento = 0.119 m<sup>3</sup>, agua = 0.181 m<sup>3</sup>, aire = 0.010 m<sup>3</sup> y agregado de tipo grueso = 0.420 m<sup>3</sup> obteniendo una suma de volúmenes conocidos = 0.730 m<sup>3</sup>, Por lo que se tiene un volumen absoluto de agregado de tipo fino = 0.270 m<sup>3</sup> y un peso que posee el agregado de tipo fino Seco = 685 kg/m<sup>3</sup>.

Luego se tuvo los valores de diseño que se muestran seguidamente:

**Tabla N°19:** Valores de diseño

Cemento	332 kg/m <sup>3</sup>
Agua de Diseño	181 lt/m <sup>3</sup>
Agregado de tipo fino Seco	685 kg/m <sup>3</sup>
Agregado de tipo grueso Seco	1072 kg/m <sup>3</sup>

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Teniendo los valores de diseño se realizó la corrección por humedad puesto que los agregados tienen un porcentaje de humedad debido a ello se tiene lo siguiente: peso húmedo referente al agregado de tipo fino = 717.7 kg/m<sup>3</sup> y peso húmedo referente al agregado de tipo grueso = 1,104.6 kg/m<sup>3</sup>, enseguida se determina la humedad superficial del agregado (humedad natural – absorción) obteniendo lo siguiente: humedad superficial referente al agregado de tipo fino = 2.77% y humedad superficial referente al

agregado de tipo grueso = 1.91%, así mismo se calcula la contribución de agua a los agregados obteniendo lo siguiente: aporte de agua referente al agregado de tipo fino = 19 lt/m<sup>3</sup> y aporte de agua referente al agregado de tipo grueso = 21 lt/m<sup>3</sup>, teniendo un aporte de agua de los agregados de 0.39 lt/m<sup>3</sup>.

Por lo tanto, el agua efectiva se determinó haciendo una diferencia del agua inicial menos la contribución de agua proveniente de los agregados resultando en 142 lt/m<sup>3</sup>.

Teniendo así valores de diseño que se realiza corregido por humedad que se muestran seguidamente:

**Tabla N°20:** Valores de diseño corregido por Humedad

Cemento	332 kg/m <sup>3</sup>
Agua de Diseño	142 lt/m <sup>3</sup>
Agregado de tipo fino Húmedo	718 kg/m <sup>3</sup>
Agregado de tipo grueso Húmedo	1 105 kg/m <sup>3</sup>

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Se tiene como relación agua - cemento de diseño = 0.55 y la relación agua – cemento de diseño corregida es de 0.43

Finalmente se calcula las proporciones para lo dosificación ya sea en peso y en volumen obteniendo lo siguiente:

**Tabla N°21:** Dosificación en peso y en volumen

DESCRIPCION	P. SECO/M3	P. HUM. /M3	PROP. PESO EN (KG)	PROP. VOLUM. EN (P3)	CANT. MAT. PARA 1M3
Cemento	332	332	1	1	7.8 bolsas
Agregado de tipo fino Húmedo	685	718	2.16	1.98	0.44
Agregado de tipo grueso Húmedo	1072	1105	3.33	3.27	0.72
Agua Efectiva	181	142	18.1 L/b	18.1 L	0.14

Nota. Fuente: Elaboración Propia



Teniendo estos resultados se realizó el cálculo de materiales que se utilizará para elaborar las 36 probetas estándar para ello usaremos el molde cilíndrico de (150mm x 300mm) las cuales cumplen con los requisitos de acuerdo a la normativa vigente ASTM C470

$$VOLUMEN DE CONCRETO EN UN MOLDE CILINDRICO = \pi \left( \frac{0.15 \text{ m}}{2} \right)^2 * 0.30 \text{ m}$$

$$VOLUMEN DE CONCRETO EN UN MOLDE CILÍNDRICO = 0.005301 \text{ m}^3$$

Por lo consiguiente el volumen de concreto en un molde cilíndrico de (150mm x 300mm) será igual a 0.005301 m<sup>3</sup> teniendo este resultado se procedió a calcular la cantidad aproximada de materiales según diseño que se realiza de mezclas que se utilizará para la investigación realizada con un desperdicio de 5%

**Tabla N°22:** Cantidad aproximada de materiales según diseño de mezclas

DESCRIPCION	P. HUM. /M3	VOLUMEN MOLDE (M3)	PESO H. EN (KG)	PESO H. + 5% DESPERDICO	PESO H. EN (KG) PARA 36 PROBETAS
Cemento	332	0.005301	1.80	1.89	68.04
Agregado de tipo fino Húmedo	718	0.005301	3.81	4.00	144.00
Agregado de tipo grueso Húmedo	1105	0.005301	5.86	6.15	221.4
Agua Efectiva	142	0.005301	0.75 L	0.78 L	28.08 L

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Teniendo la cantidad total aproximada de materiales que se utilizará para la investigación realizada se procede a dosificar la cantidad de materiales para el concreto patrón de resistencia a la compresión de f'c= 210 kg/cm<sup>2</sup> y para el concreto adicionando cenizas se totora proveniente del altiplano en 5%, 10% y 15% considerando un desperdicio de 5%

Se tiene la dosificación de cantidad de materiales que se utilizara para elaborar 9 probetas cilíndricas de concreto patrón de resistencia a la compresión de f'c= 210 kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla N°23:** *Dosificación de Cantidad de materiales para el concreto patrón*

DESCRIPCION	P. HUM. /M3	VOLUMEN MOLDE (M3)	PESO H. EN (KG)	PESO H. + 5% DESPERDICO	PESO H. EN (KG) PARA 9 PROBETAS
Cemento	332	0.005301	1.80	1.89	17.01
Agregado de tipo fino Húmedo	718	0.005301	3.81	4.00	36.0
Agregado de tipo grueso Húmedo	1105	0.005301	5.86	6.15	55.35
Agua Efectiva	142	0.005301	0.75 L	0.78 L	7.02 L

Nota. Fuente: *Elaboración Propia*

Se tiene la dosificación de cantidad de materiales que se utilizará para elaborar 9 probetas cilíndricas de concreto con el aumento parcial del cemento con un porcentaje de 5% de ceniza de totora proveniente del altiplano.

**Tabla N°24:** *Dosificación de Cantidad de materiales para el concreto adicionando 5% de ceniza de totora*

DESCRIPCION	P. HUM. /M3	VOLUMEN MOLDE (M3)	PESO H. EN (KG)	PESO H. + 5% DESPERDICO	PESO H. EN (KG) PARA 9 PROBETAS
Cemento	315	0.005301	1.67	1.75	15.75
5% Ceniza de Totora (CT)	17	0.005301	0.09	0.09	0.81
Agregado de tipo fino Húmedo	718	0.005301	3.81	4.00	36.00
Agregado de tipo grueso Húmedo	1105	0.005301	5.86	6.15	55.35
Agua Efectiva	142	0.005301	0.75 L	0.78 L	7.02 L

Nota. Fuente: *Elaboración Propia*

Así mismo Se tiene la dosificación de cantidad de materiales que se utilizará para elaborar 9 probetas cilíndricas de concreto con el aumento parcial del cemento con un porcentaje de 10% de ceniza de totora proveniente del altiplano.

**Tabla N°25:** Dosificación de Cantidad de materiales para el concreto adicionando 10% de ceniza de totora

DESCRIPCION	P. HUM. /M3	VOLUMEN MOLDE (M3)	PESO H. EN (KG)	PESO H. + 5% DESPERDICO	PESO H. EN (KG) PARA 9 PROBETAS
Cemento	299	0.005301	1.58	1.70	15.30
10% Ceniza de Totora (CT)	33	0.005301	0.17	0.18	1.62
Agregado de tipo fino Húmedo	718	0.005301	3.81	4.00	36.00
Agregado de tipo grueso Húmedo	1105	0.005301	5.86	6.15	55.35
Agua Efectiva	142	0.005301	0.75 L	0.78 L	7.02 L

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Finalmente se tiene la dosificación de cantidad de materiales que se utilizará para elaborar 9 probetas cilíndricas de concreto con el aumento parcial del cemento con un porcentaje de 15% de ceniza de totora proveniente del altiplano.

**Tabla N°26:** Dosificación de Cantidad de materiales para el concreto adicionando 15% de ceniza de totora

DESCRIPCION	P. HUM. /M3	VOLUMEN MOLDE (M3)	PESO H. EN (KG)	PESO H. + 5% DESPERDICO	PESO H. EN (KG) PARA 9 PROBETAS
Cemento	282	0.005301	1.49	1.56	14.04
15% Ceniza de Totora (CT)	50	0.005301	0.27	0.28	2.52
Agregado de tipo fino Húmedo	718	0.005301	3.81	4.00	36.00
Agregado de tipo grueso Húmedo	1105	0.005301	5.86	6.15	55.35
Agua Efectiva	142	0.005301	0.75 L	0.78 L	7.02 L

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Teniendo estas cantidades de dosis y haciendo uso del equipo liviano denominado revoladora de cemento a gasolina 160 L, ½ saco y/o bolsa de cemento, se realizó la dosificación de acuerdo a la cantidad de materiales que se tiene anteriormente para el concreto patrón de resistencia a la compresión de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y para el concreto adicionando cenizas de totora proveniente del altiplano en 5%, 10% y 15%.

**Figura N°19:** Dosificación de materiales



**Fuente:** Elaboración propia

Luego se realizó el preparado de concreto para seguidamente realizar las pruebas de ensayo en estado fresco y endurecido del concreto patrón de resistencia a la compresión de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y para el concreto adicionando cenizas se totora proveniente del altiplano en 5%, 10% y 15%.

**Figura N°20:** Preparado de concreto



**Fuente.** Elaboración propia

Se realizó el ensayo de revenimiento y/o asentamiento del hormigón en estado fresco para el concreto patrón de resistencia a la compresión de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y para el concreto adicionando cenizas se totora proveniente del altiplano en 5%, 10% y 15%, conforme señala la normativa vigente ASTM C143 con el objetivo de registrar la manejabilidad y la plasticidad de la mezcla de hormigón.

**Tabla N°27:** *SLUMP obtenido de las muestras*

CONCRETO	SLUMP (pulg)
Patrón	3.8
Adicionando 5% de CT	3.0
Adicionando 10% de CT	3.3
Adicionando 15% de CT	3.5

Nota. Fuente: *Elaboración Propia*

Seguidamente se realizó el moldeo de 36 probetas cilíndricas de (150mm x 300mm) para el concreto patrón de resistencia a la compresión de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y para el concreto adicionando cenizas se totora proveniente del altiplano en 5%, 10% y 15% respectivamente, las misma que se moldearon conforme señala la normativa vigente ASTM C31.

**Figura N°21:** *Moldeo de probetas cilíndricas*



Fuente: *Elaboración propia*

Pasado las 24 horas de haber realizado el moldeo de las 36 probetas cilíndricas se realizó el desmoldado de las mismas.

**Figura N°22:** Desmoldado de probetas cilíndricas



**Fuente:** Elaboración propia

Luego se realizó el respectivo curado en adecuadas condiciones de humedad, cubiertas siempre por agua a una temperatura referencial entre 25 y 23°C según indica la normativa vigente ASTM C31.

**Figura N°23:** Curado de probetas cilíndricas



**Fuente:** Elaboración propia

Transcurridos 7 días de haber realizado el moldeo de probetas cilíndricas, se llevó a cabo el ensayo a compresión de 12 probetas cilíndricas normalizadas de concreto patrón y el concreto adicionando cenizas de totora proveniente del altiplano en 5%, 10% y 15%, a la edad de 7 días para lo cual nos rige la normativa vigente ASTM C39.

**Figura N°24:** Ensayo a compresión de probetas cilíndricas



**Fuente:** Elaboración propia

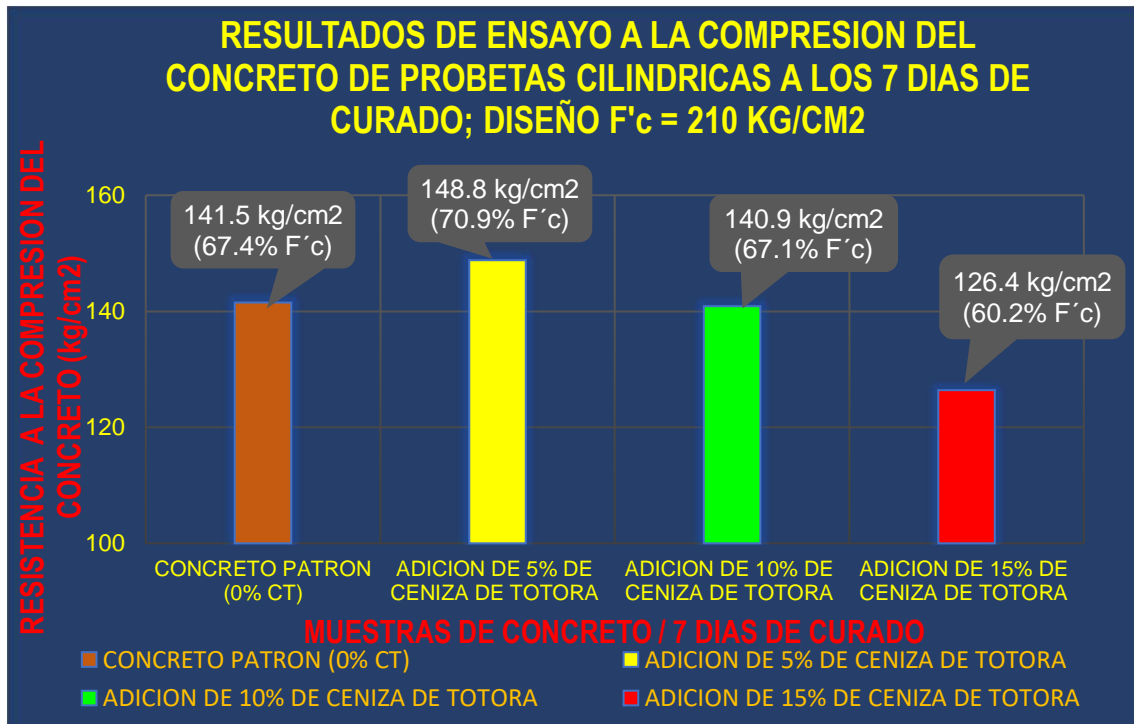
Obteniendo los siguientes resultados, las mismas que fueron emitidos por los especialistas en laboratorio de suelos y materiales CONGEOMAT.

**Tabla N°28:** Resultados de ensayo a compresión del concreto de probetas cilíndricas pasados 7 días de curado

% DE CENIZA	N° DE MUESTRAS	CARGA MÁX. (kg)	F'c OBTENIDO (kg/cm2)	F'c PROMEDIO (kg/cm2)	F'c % PROMEDIO
PATRON (0% CT)	1	24,620	138.77	141.5	67.4%
	2	25,520	142.50		
	3	25,590	143.30		
ADICIONANDO 5% DE CT	4	26,220	148.77	148.8	70.9%
	5	27,010	152.40		
	6	25,690	145.20		
ADICIONANDO 10% DE CT	7	21,470	121.50	140.9	67.1%
	8	28,250	160.30		
	9	24,980	141.00		
ADICIONANDO 15% DE CT	10	22,630	127.55	126.4	60.2%
	11	22,270	125.40		
	12	22,400	126.40		

Nota. Fuente: Elaboración Propia

**Figura N°25:** Resistencia promedio a compresión a los 7 días de curado



**Fuente:** Elaboración propia

De la (tabla N°28) se interpretó que el concreto patrón (0% CT) pasados 7 días de curado alcanzó en promedio la resistencia que posee el material a la compresión en de 141.5 kg/cm<sup>2</sup> equivalente en porcentajes a 67.4%, así mismo con aumento de 5% de ceniza de totora alcanzo en promedio la resistencia que posee el material a la compresión en de 148.8 kg/cm<sup>2</sup> equivalente en porcentajes a 70.9% en referencia al patrón de diseño, éste resultado supera en 3.5% al resultado en porcentaje a la resistencia que posee el concreto patrón , en la misma medida con aumento de 10% de ceniza de totora se obtuvo en promedio la resistencia que posee el material a la compresión en de 140.9 kg/cm<sup>2</sup> equivalente en porcentaje a 67.1% en referencia al patrón de diseño, éste resultado reduce en 0.3% al resultado en porcentaje a la resistencia que posee el concreto patrón y finalmente con aumento de 15% de ceniza de totora se obtuvo en promedio la resistencia que posee el material a la compresión en de 126.4 kg/cm<sup>2</sup> equivalente en porcentajes a 60.2%, éste resultado reduce en 7.2% al resultado en porcentaje a la resistencia que posee el concreto patrón.



Pasado los 14 días de haber realizado el moldeo de probetas cilíndricas se llevó a cabo el ensayo a compresión de 12 probetas cilíndricas normalizadas de concreto patrón y el concreto adicionando cenizas se totora proveniente del altiplano en 5%, 10% y 15%, a la edad de 14 días para lo cual nos rige la normativa vigente ASTM C39.

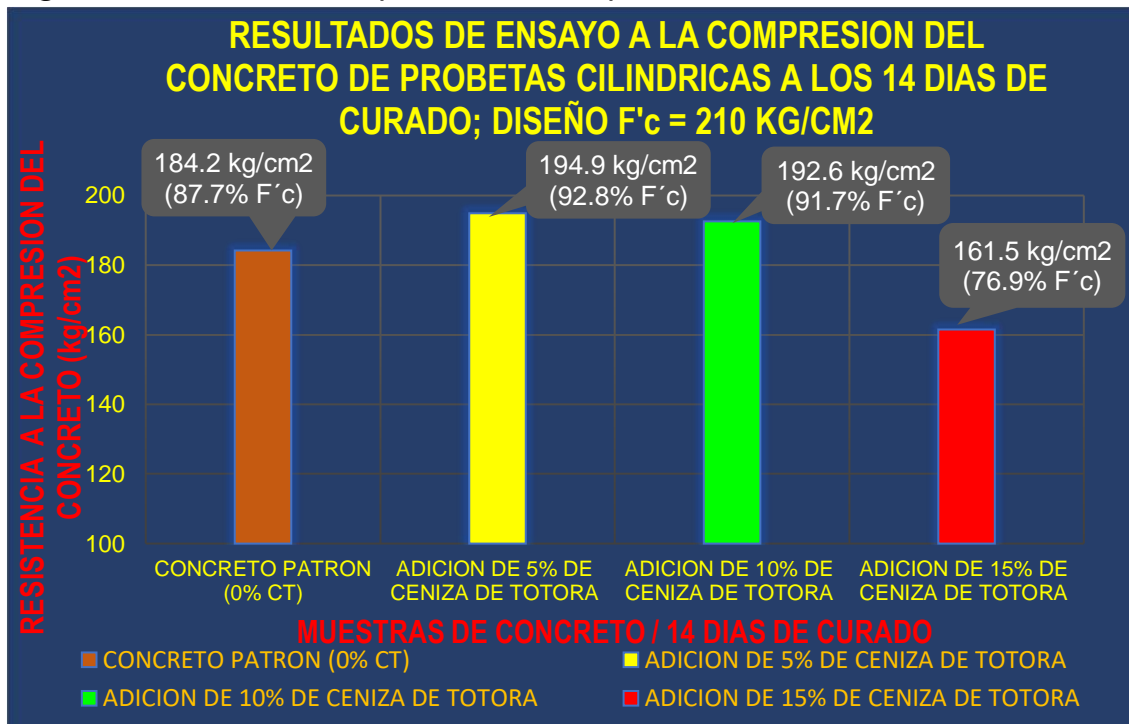
Obteniendo los siguientes resultados, las mismas que fueron emitidos por los especialistas en laboratorio de suelos y materiales CONGEOMAT

**Tabla N°29:** Resultados de ensayo a compresión del concreto de probetas cilíndricas pasados 14 días de curado

% DE CENIZA	N° DE MUESTRAS	CARGA MÁX. (kg)	F'c OBTENIDO (kg/cm2)	F'c PROMEDIO (kg/cm2)	F'c % PROMEDIO
PATRON (0% CT)	1	32,390	181.40	184.2	87.7%
	2	33,230	185.30		
	3	33,120	185.90		
ADICIONANDO 5% DE CT	4	33,950	191.40	194.9	92.8%
	5	35,140	198.60		
	6	34,440	194.90		
ADICIONANDO 10% DE CT	7	33,020	187.10	192.6	91.7%
	8	34,800	196.10		
	9	34,420	194.50		
ADICIONANDO 15% DE CT	10	29,360	165.30	161.5	76.9%
	11	28,400	160.50		
	12	28,160	158.70		

Nota. Fuente: Elaboración Propia

**Figura N°26:** Resistencia promedio a compresión a los 14 días de curado



**Fuente:** Elaboración Propia

De la (tabla N°29) se interpretó que el concreto patrón (0% CT) pasados los 14 días de curado alcanzó en promedio la resistencia que posee el material a la compresión en de 184.2 kg/cm<sup>2</sup> equivalente en porcentajes a 87.7%, así mismo con aumento de ceniza de 5% de totora alcanzo en promedio la resistencia que posee el material a la compresión en de 194.9 kg/cm<sup>2</sup> equivalente en porcentajes a 92.8% en referencia al patrón de diseño, éste resultado supera en 5.1% al resultado en porcentaje del concreto patrón en referencia a la resistencia, en la misma medida con aumento de 10% de ceniza de totora se obtuvo en promedio la resistencia que posee el material a la compresión en de 192.6 kg/cm<sup>2</sup> equivalente en porcentaje a 91.7% en referencia al patrón de diseño, éste resultado supera en 4.0% al resultado en porcentaje a la resistencia que posee el concreto patrón y finalmente se añade 15% de ceniza de totora se obtuvo en promedio la resistencia que posee el material a la compresión en de 161.5kg/cm<sup>2</sup> equivalente en porcentajes a 76.9%, éste resultado reduce en 10.8% al resultado en porcentaje del concreto patrón en referencia a la resistencia que poseen.

Finalmente se llevó a cabo el ensayo a compresión de 12 probetas cilíndricas normalizadas de concreto patrón y el concreto adicionando cenizas se totora proveniente del altiplano en 5%, 10% y 15%, a la edad de 28 días para lo cual nos rige la normativa vigente ASTM C39.

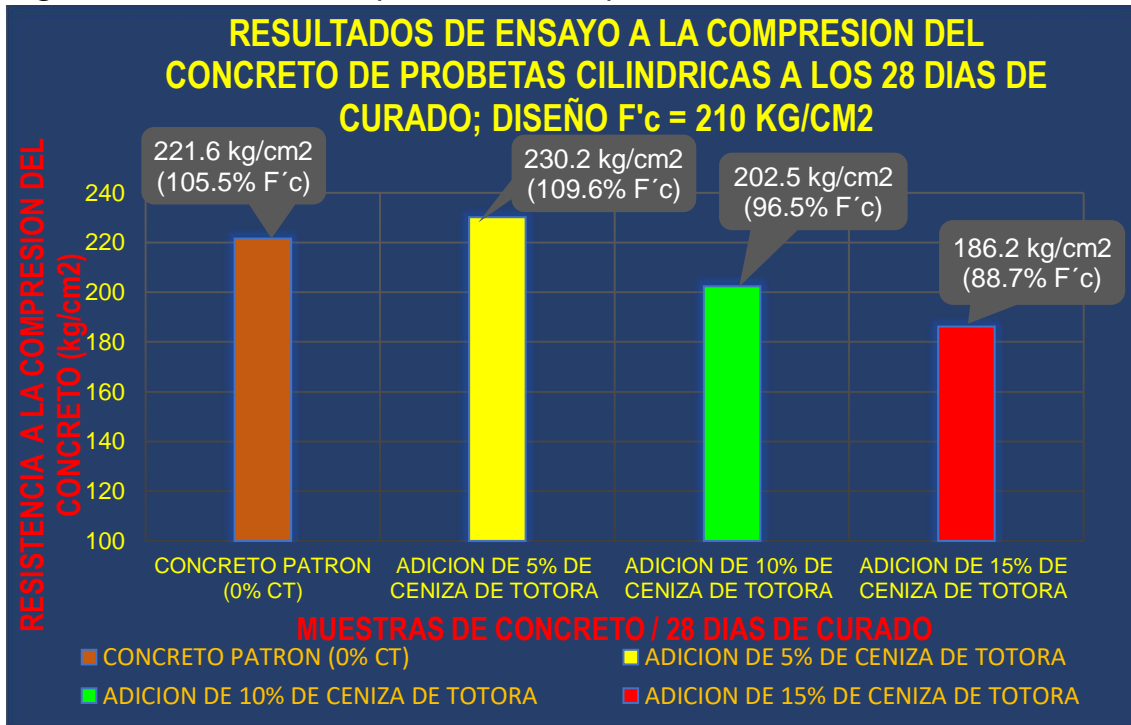
Obteniendo los siguientes resultados, las mismas que fueron emitidos por los especialistas en laboratorio de suelos y materiales CONGEOMAT.

**Tabla N°30:** Resultados de ensayo a compresión del concreto de probetas cilíndricas pasados 28 días de curado

% DE CENIZA	N° DE MUESTRAS	CARGA MÁX. (kg)	F'c OBTENIDO (kg/cm2)	F'c PROMEDIO (kg/cm2)	F'c % PROMEDIO
PATRON (0% CT)	1	38,420	218.90	221.6	105.5%
	2	39,200	222.10		
	3	39,620	223.90		
ADICIONANDO 5% DE CT	4	40,400	233.30	230.2	109.6%
	5	39,750	226.50		
	6	40,950	230.80		
ADICIONANDO 10% DE CT	7	39,620	198.70	202.5	96.5%
	8	36,510	206.60		
	9	36,040	202.30		
ADICIONANDO 15% DE CT	10	33,110	184.90	186.20	88.7%
	11	32,510	182.80		
	12	34,020	191.00		

Nota. Fuente: Elaboración Propia

**Figura N°27:** Resistencia promedio a compresión a los 28 días de curado



**Fuente:** Elaboración propia

De la (tabla N°30) se interpretó que el concreto patrón (0% CT) pasados 28 días de curado alcanzó una resistencia de compresión promedio de 221.6 kg/cm<sup>2</sup> equivalente en porcentajes a 105.5%, así mismo con aumento de ceniza del 5% de totora alcanzo en promedio la resistencia que posee el material a la compresión en de 230.2 kg/cm<sup>2</sup> equivalente en porcentajes a 109.6% referida al patrón de diseño, éste resultado supera en 4.1% al resultado en porcentaje a la resistencia que posee el concreto patrón , en la misma medida con aumento de 10% de ceniza de totora se obtuvo en promedio la resistencia que posee el material a la compresión en de 202.5 kg/cm<sup>2</sup> equivalente en porcentaje a 96.5% en referencia al patrón de diseño, éste resultado reduce en 9.0% al resultado en porcentaje a la resistencia que posee el concreto patrón y finalmente con aumento de 15% de ceniza de totora se obtuvo en promedio la resistencia que posee el material a la compresión en de 186.2kg/cm<sup>2</sup> equivalente en porcentajes a 88.7%, éste resultado reduce en 16.8% al resultado en porcentaje a la resistencia que posee el concreto patrón.

Teniendo los resultados de la rotura de probetas cilíndricas pasados 28 días de realizado el curado se pudo concluir que el favorable diseño que se encuentra en relación a un concreto patrón de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  es cuando se adiciona 5% de ceniza de totora proveniente del altiplano, se realizó el diseño favorable para conseguir una mezcla de concreto patrón y del concreto optimo con aumento de 5% de ceniza de totora proveniente del altiplano.

**Tabla N°31:** *Diseño favorable para conseguir una mezcla de concreto patrón y del concreto optimo con aumento del 5% de ceniza de totora proveniente del altiplano*

MATERIAL	UNIDAD	CONCRETO PATRON	CONCRETO OPTIMO
Cemento	kg	332.00	315.00
Agregado de tipo fino	kg	718.00	718.00
Agregado de tipo grueso	kg	1105.00	1105.00
Agua	L	142.00	142.00
Ceniza de Totora	kg	0.00	17.00

Nota. Fuente: *Elaboración Propia*

De la (**tabla N°31**) se interpretó que el favorable diseño por un metro cubico de concreto obteniendo así 315 kg de cemento, 718 kg de agregado de tipo fino, 1105 kg de agregado de tipo grueso, 142 Litros de agua y 17 kg de ceniza de totora proveniente del altiplano.

Finalmente se realizó el cálculo de análisis de precio unitario del m3 de ceniza de totora proveniente del altiplano logrando el siguiente resultado:

**Tabla N°32:** *Análisis de costo unitario de ceniza de totora proveniente del altiplano*

<b>CENIZA DE TOTORA ALTIPLANICA</b>				<b>Rend. 15.0000 M3/DIA</b>	
Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>					
Oficial	HH	1.000	0.5333	18.56	9.90
Peón	HH	2.000	1.0666	16.79	17.91
					<b>27.81</b>
<b>Materiales</b>					
Totora seca (incluye transporte)	M3		1.0000	31.05	31.05
Cilindros con tapa	UND		0.5000	55.00	27.50
					<b>58.55</b>
<b>Equipo</b>					
Herramientas Manuales	%MO		3.0000	27.81	0.83
Horno	HM	1.000	0.8000	42.50	34.00
					<b>34.83</b>

Nota. Fuente: *Elaboración Propia*

De la (**tabla N°32**) se interpretó que la sumatoria de costo parcial de mano de obra + costo parcial de materiales + costo parcial de equipo asciende a un costo unitario total de 121.19 nuevos soles por m3 de ceniza de totora proveniente del altiplano, para determinar el análisis de costo unitario para concreto patrón de resistencia a la compresión de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y para el concreto adicionando cenizas se totora proveniente del altiplano en 5%, 10% y 15%. se obtuvo los siguientes pesos en un m3 por cada porcentaje de adición 0.00kg, 17kg, 33kg y 50kg respectivamente.

**Tabla N°33:** *Análisis de costo unitario por m3 del concreto patrón*

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (S/.)	PARCIAL S/.
Cemento	Bls	7.8000	23.80	185.64
Agregado de tipo fino	m3	0.4400	45.00	19.80
Agregado de tipo grueso	m3	0.7200	40.00	28.80
Agua	m3	0.1400	1.00	0.14
Ceniza de totora	m3	0.0000	121.19	0.00
<b>COSTO POR M3 DE CONCRETO PATRON</b>				<b>234.38</b>

Nota. Fuente: *Elaboración Propia*

De la (**tabla N°33**) se interpretó que el análisis de costo unitario por m3 del concreto patrón sin adicionar ceniza de totora asciende a un costo total de 234.38 nuevos soles.

**Tabla N°34:** *Análisis de costo unitario por m3 adicionando 5% de ceniza de totora proveniente del altiplano*

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (S/.)	PARCIAL S/.
Cemento	Bls	7.4118	23.80	176.40
Agregado de tipo fino	m3	0.4400	45.00	19.80
Agregado de tipo grueso	m3	0.7200	40.00	28.80
Agua	m3	0.1400	1.00	0.14
Ceniza de totora	m3	0.0060	121.19	0.73
<b>COSTO POR M3 DE CONCRETO ADICIONANDO 5% DE CT.</b>				<b>225.87</b>

Nota. Fuente: *Elaboración Propia*

De la (**tabla N°34**) se interpretó que el análisis de costo unitario por m3 de concreto adicionando 5% ceniza de totora proveniente del altiplano se obtuvo un costo total de

225.87 nuevos soles, disminuyendo así el costo de concreto en 8.51 nuevos soles en referencia al costo por m3 del concreto patrón.

**Tabla N°35:** *Análisis de costo unitario por m3 adicionando 10% de ceniza de totora proveniente del altiplano*

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (S/.)	PARCIAL S/.
Cemento	Bls	7.0300	23.80	167.31
Agregado de tipo fino	m3	0.4400	45.00	19.80
Agregado de tipo grueso	m3	0.7200	40.00	28.80
Agua	m3	0.1400	1.00	0.14
Ceniza de totora	m3	0.0100	121.19	1.21
<b>COSTO POR M3 DE CONCRETO ADICIONANDO 10% DE CT.</b>				<b>217.26</b>

Nota. Fuente: *Elaboración Propia*

De la (**tabla N°35**) se interpretó que el análisis de costo unitario por m3 de concreto adicionando 10% ceniza de totora proveniente del altiplano se obtuvo un costo total de 217.26 nuevos soles, disminuyendo así el costo de concreto en 17.12 nuevos soles en referencia al costo por m3 del concreto patrón.

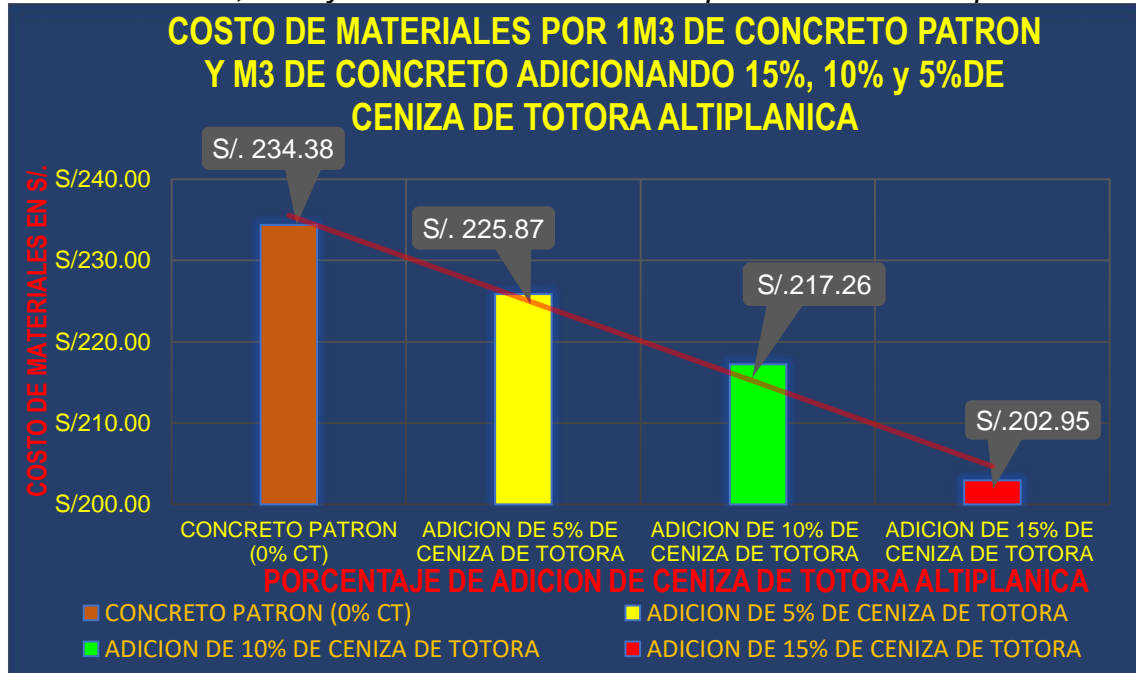
**Tabla N°36:** *Análisis de costo unitario por m3 adicionando 15% de ceniza de totora proveniente del altiplano*

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (S/.)	PARCIAL S/.
Cemento	Bls	6.6400	23.80	158.03
Agregado de tipo fino	m3	0.4400	45.00	19.80
Agregado de tipo grueso	m3	0.7200	40.00	28.80
Agua	m3	0.1400	1.00	0.14
Ceniza de totora	m3	0.0180	121.19	2.18
<b>COSTO POR M3 DE CONCRETO ADICIONANDO 15% DE CT.</b>				<b>202.95</b>

Nota. Fuente: *Elaboración Propia*

De la (**tabla N°36**) se interpretó que el análisis de costo unitario por m3 de concreto adicionando 15% ceniza de totora proveniente del altiplano se obtuvo un costo total de 202.95 nuevos soles, disminuyendo así el costo de concreto en 31.43 nuevos soles en referencia al costo por m3 del concreto patrón.

**Figura N°28:** Costo de materiales por m3 de concreto patrón y m3 de concreto adicionando 5%, 10% y 15% de ceniza de totora proveniente del altiplano



**Fuente:** Elaboración propia

De la (**Figura N°28**) se interpretó que el costo que poseen los materiales por cada m3 de concreto patrón llega a S/. 234.38 y con el aumento de 5%, 10% y 15% de ceniza de totora proveniente del altiplano llega a S/. 225.87, S/. 217.26 y S/. 202.95 respectivamente así mismo al aumentar más cantidad de ceniza de totora proveniente del altiplano disminuye el costo de m3 de concreto en S/. 8.51, S/.17.12 y 31.43 respectivamente en relación al costo que poseen los materiales por cada m3 de concreto patrón.

teniendo el costo de materiales para m3 de concreto y las resistencias obtenidas anteriormente para concreto patrón y concreto adicionando ceniza de totora proveniente del altiplano determinaremos el costo/utilidad del concreto con adiciones de ceniza de totora en intercambio parcial del peso de cemento



**Tabla N°37:** Costo/Utilidad del concreto con adiciones de ceniza de totora

% de adición de ceniza de totora	Costo que poseen los materiales por cada m <sup>3</sup> de concreto (S/.)	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Costo/Utilidad Rc
PATRON (0% CT)	234.38	221.6	1.0577
<b>ADICIONANDO (5%CT)</b>	<b>225.87</b>	<b>230.2</b>	<b>0.9812</b>
ADICIONANDO (10%CT)	217.26	202.5	1.0729
ADICIONANDO (15%CT)	202.95	186.2	1.0899

Nota. Fuente: Elaboración Propia

De la (tabla N°37) Costo / Utilidad se toma el menor valor que se obtuvo el cual representa el espécimen que tiene mayores utilidades para un concreto convencional  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , por lo que el porcentaje favorable de incremento de ceniza de totora es el de 5% puesto que supera a la resistencia a la compresión del concreto patrón en 4.1% y en costo reduce en S/. 8.51 nuevos soles.

## V. DISCUSIÓN

### Resistencia a la compresión

En el desarrollo de la investigación realizada de investigación se realizaron pruebas pasados 7 días de curado en donde el concreto patrón alcanzó un promedio de resistencia de 141.5 kg/cm<sup>2</sup> mientras con el aumento de 5% de ceniza de totora proveniente del altiplano se consiguió un promedio de resistencia de 148.8 kg/cm<sup>2</sup> esta resistencia superó en 3.5% a la resistencia que alcanzó el concreto patrón. caso inverso se consiguió con el aumento de 10% y 15% de ceniza de totora proveniente del altiplano en donde la resistencia promedio disminuyo en 0.3% y 7.2% respectivamente en relación al concreto patrón. los resultados del presente trabajo de investigación se relacionan con el proyecto de investigación de Rodríguez y Tibabuzo (2019), mencionados anteriormente en antecedentes internacionales en el cual la resistencia obtenida pasados 7 días de edad por las muestras suplementadas en 3%, 5% y 15% de CCA son inferiores a la resistencia alcanzada por los cilindros de concreto convencional en 20%, 26% y 36% respectivamente y la resistencia obtenida por la muestra suplementada en 10 % supera en 5% a la resistencia del cilindro de concreto convencional. Así mismo en su tesis de grado de Tuesta y Vásquez (2021) mencionados anteriormente en antecedentes nacionales en la cual la resistencia obtenida adicionando y/o reemplazando el cemento por ceniza de aserrín en 1.5% y 2.5% obtuvo una resistencia superior al concreto patrón en 2.5% y 3.5% y la resistencia obtenida adicionando y/o reemplazando el cemento por ceniza de aserrín en 5% disminuye en 0.1% respectivamente.

Se realizaron pruebas pasados 14 días de curado en donde el concreto patrón alcanzó un promedio de resistencia de 184.2 kg/cm<sup>2</sup> mientras con el aumento de 5% y 10 % de ceniza de totora proveniente del altiplano se consiguió un promedio de resistencia de 194.9 kg/cm<sup>2</sup> y 192.6 kg/cm<sup>2</sup> estas resistencias superaron en 5.1% y 4.0% respectivamente a la resistencia que alcanzó EL concreto patrón. caso inverso se consiguió con el aumento de 15% de ceniza de totora proveniente del altiplano en donde la resistencia promedio disminuyo en 10.8% en relación al concreto patrón. Esto concierne con el proyecto de investigación de Rodríguez y Tibabuzo (2019),

mencionados anteriormente en antecedentes internacionales en el cual la resistencia obtenida pasados 14 días de edad por las muestras suplementadas en 3%, 5% y 15% de CCA son inferiores a la resistencia alcanzada por los cilindros de concreto convencional en 15%, 12% y 19% respectivamente y la resistencia obtenida por la muestra suplementada en 10 % supera en 8% a la resistencia del cilindro de concreto convencional. Así mismo en su tesis de grado de Tuesta y Vásquez (2021) mencionados anteriormente en antecedentes nacionales en la cual la resistencia obtenida adicionando y/o reemplazando el cemento por ceniza de aserrín en 1.5% y 2.5% y 5% obtuvo una resistencia superior al concreto patrón en 0.8%, 1.6% y 1.8% respectivamente.

se realizaron pruebas pasados 28 días de curado en donde el concreto patrón alcanzó un promedio de resistencia de 221.6 kg/cm<sup>2</sup> mientras con el aumento de 5% de ceniza de totora proveniente del altiplano se consiguió un promedio de resistencia de 230.2 kg/cm<sup>2</sup> esta resistencia superó en 4.1% a la resistencia que alcanzó el concreto patrón. caso inverso se consiguió con el aumento de 10% y 15% de ceniza de totora proveniente del altiplano en donde la resistencia promedio disminuyó en 9.0% y 16.8% respectivamente en relación al concreto patrón. Esto concierne con el proyecto de investigación de Rodríguez y Tibabuzo (2019), mencionados anteriormente en antecedentes internacionales en el cual la resistencia obtenida pasados 28 días de edad por las muestras suplementadas en 3%, 5% y 15% de CCA son inferiores a la resistencia alcanzada por los cilindros de concreto convencional en 2.0%, 1.0% y 35% respectivamente y la resistencia obtenida por la muestra suplementada en 10 % supera en 10% a la resistencia del cilindro de concreto convencional. Así mismo en su tesis de grado de Tuesta y Vásquez (2021) mencionados anteriormente en antecedentes nacionales en la cual la resistencia obtenida adicionando y/o reemplazando el cemento por ceniza de aserrín en 1.5% y 2.5% y 5% obtuvo una resistencia superior al concreto patrón en 3.38%, 5.04% y 6.82% respectivamente.

## Cantidad Optima de Ceniza

Abarca y Baltazar (2016) en su tesis de grado concluye que la cantidad favorable para incrementar la resistencia a la compresión es adicionando 3% y 5% de ceniza de ichu en el que la resistencia a la compresión pasados 28 días aumenta en 104,6% a 152,72% y 152,72% a 166.24% respectivamente en base a estos resultados recomienda utilizar una dosis del 5% donde se logró un 61.64% mayor resistencia que en un ensayo controlado y en nuestro trabajo de investigación trabajamos con un concreto patrón de 210 kg/cm<sup>2</sup>, logrando favorables resultados al aumentar 5% de ceniza de totora proveniente del altiplano observando pasados 28 días un promedio de resistencia de 230.2 kg/cm<sup>2</sup> ésta superó en 4.1% a la resistencia que alcanzó el concreto patrón considerando así como cantidad optima el aumento de 5% de ceniza de totora proveniente del altiplano. En la misma medida, Tuesta y Vásquez (2021), en su tesis de grado al sustituir el cemento con ceniza de aserrín a razón de 5% pasados 28 días alcanzo una resistencia a la compresión de 239,5 kg/cm<sup>2</sup> aumentando la resistencia en un 6.82% en relación al concreto patrón **Concluyendo** que después de realizar todas las pruebas respectivas, resultó que con el 5% de intercambio del cemento Portland por ceniza de aserrín se optimizó la resistencia que posee el material a la compresión

## Costo.

Mejía (2020) en su tesis para optar el título de ingeniero civil concluye que el hormigón al sustituir el 5% de ceniza de tallo y espiga de cebada al peso del cemento ofrece mayores ventajas económicas puesto que el costo del material de 1m<sup>3</sup> de concreto común es de S/. 270.75 pero el costo del concreto con 5% de ceniza de tallo y espiga de cebada seria de S/.262.15 similar caso se obtuvo en el desarrollo de la investigación realizada de investigación puesto que el costo del material de 1m<sup>3</sup> de concreto patrón es de S/. 234.38 pero el costo del concreto con 5% de ceniza de totora proveniente del altiplano seria de S/.225.87 y el costo reduce en S/. 8.51 nuevos soles en referencia al costo del material de 1m<sup>3</sup> de concreto patrón.

## VI. CONCLUSIONES

Mediante las pruebas de laboratorio y todas las referencias conseguidas se obtuvieron las características de los agregados y de la ceniza de totora proveniente del altiplano, las mismas que nos permitieron efectuar una producción adecuada de probetas de concreto patrón y del concreto adicionando porcentajes de ceniza de totora proveniente del altiplano, para luego realizar los ensayos de rotura de probetas cilíndricas resultando en que el concreto patrón (0% CT) pasados 28 días de curado alcanzó en promedio la resistencia que posee el material a la compresión en de 221.6 kg/cm<sup>2</sup> equivalente en porcentajes a 105.5%, así mismo con aumento de 5% de ceniza de totora alcanzo en promedio la resistencia que posee el material a la compresión en de 230.2 kg/cm<sup>2</sup> equivalente en porcentajes a 109.6% en referencia al patrón de diseño, en la misma medida con aumento de 10% de ceniza de totora se obtuvo en promedio la resistencia que posee el material a la compresión en de 202.5 kg/cm<sup>2</sup> equivalente en porcentaje a 96.5% en referencia al patrón de diseño, finalmente con aumento de 15% de ceniza de totora se obtuvo en promedio la resistencia que posee el material a la compresión en de 186.2kg/cm<sup>2</sup> equivalente en porcentajes a 88.7%, concluyendo así que la muestra con aumento de 5% de ceniza de totora proveniente del altiplano mejora y aumenta la resistencia a la compresión del concreto patrón en 4.1%

Teniendo los resultados de la rotura de probetas cilíndricas pasados 28 días de realizado el curado se pudo concluir que el favorable diseño que se encuentra en relación a un concreto patrón de  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> es cuando se adiciona 5% de ceniza de totora proveniente del altiplano, se realizó el diseño favorable para conseguir una mezcla de concreto patrón y del concreto optimo con aumento de 5% de ceniza de totora proveniente del altiplano, obteniendo un promedio de resistencia de 230.2 kg/cm<sup>2</sup>, favorable diseño que se realiza que contiene 315 kg de cemento portlánd tipo I, 718 kg de agregado de tipo fino, 1105 kg de agregado de tipo grueso, 142 L de agua y 17 kg de ceniza de totora proveniente del altiplano.

el costo que poseen los materiales por cada m<sup>3</sup> de concreto patrón llega a S/. 234.38 y con el aumento de 5%, 10% y 15% de ceniza de totora proveniente del altiplano llega a

S/. 225.87, S/. 217.26 y S/. 202.95 respectivamente así mismo al aumentar más cantidad de ceniza de totora proveniente del altiplano disminuye el costo de m<sup>3</sup> de concreto en S/. 8.51, S/.17.12 y 31.43 respectivamente en relación al costo que poseen los materiales por cada m<sup>3</sup> de concreto patrón. por lo que el porcentaje favorable de adición de ceniza de totora es el de 5% puesto que supera a la resistencia a la compresión del concreto patrón en 4.1% y en costo reduce en S/. 8.51 nuevos soles.

## VII. RECOMENDACIONES

Con respecto a la adición de ceniza de totora altiplánica en un concreto para mejorar la resistencia de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Se recomienda el aumento parcial del cemento con un porcentaje de 5% de ceniza de totora proveniente del altiplano para la elaboración del concreto de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> puesto que al aumentar dicho porcentaje alcanza una resistencia superior y el costo del material por 1m<sup>3</sup> de concreto es menor al del concreto convencional.

Se recomienda realizar más investigaciones referentes a este trabajo de investigación con porcentajes menores a 5% de adición de cenizas de totora proveniente del altiplano puesto que al incrementar el aumento de ceniza de totora en más de 5% la resistencia que posee el concreto disminuye en relación al concreto patrón.

En las futuras investigaciones se recomienda dar un adecuado tratamiento al material a utilizar para la adición puesto que la ceniza tiene un comportamiento diferente ya sea física y químicamente, de acuerdo a la forma de desinfección (tiempo) y el grado de calcinación (temperatura).

se recomienda obtener totora seca altiplánica de forma gratuita de la parte superficial del lago Titicaca puesto que la materia prima que se encuentra en abundancia termina su vida sin utilidad y en grandes extensiones, por lo que al convertirse en ceniza y al aumentar el cemento con un porcentaje de 5% de ceniza de totora aumenta la resistencia que poseen y disminuye en costos en referencia al concreto convencional.

## REFERENCIAS

Abarca, L., & Balatazar, L. (2016). *resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de ceniza de ichu*. Chimbote- Peru: Tesis de Grado.

Acuña, J. (2018). *Resistencia del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con sustitución al cemento en 12% por ceniza de Ichu*.

Aliaga, J., & Badejos, B. (2018). *Adición de ceniza de cascarilla de arroz al diseño de concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ , Atalaya - Ucayali 2018*.

Amasifuen, R., & Romero, J. (2021). *diseño de concreto de alta resistencia con aplicaciones de ceniza de coco y ceniza de cascarilla de arroz, para mejorar su resistencia a la compresión, San Martín – 2020*. Tarapoto: Tesis de Grado.

Arias, F. G. (2012). *El proyecto de Investigación*.

Arthur, N. (2001). *diseño de estructuras de concreto*. bogota.

Borja. (2012). *Metodología de Investigación*.

Coyasamin, O. (2016). *análisis comparativo de la resistencia a compresión del hormigón tradicional, con hormigón adicionado con cenizas de cáscara de arroz (CCA) y hormigón adicionado con cenizas de b bagazo de caña de azúcar (CBC)*. Ambato - Ecuador.

Delgado, L., & Tupacyupanqui, W. (2021). *Evaluación de las propiedades el concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  aplicando ceniza de queuña y ceniza de eucalipto, Cusco - 2022*. Lima: Tesis de Grado.



- Fernández, S. (2009). *evaluación de concretos puzolánicos elaborados con contenido ceniza de hoja de maíz para uso estructural*. Caracas.
- Gay, A. (2018). *La ciencia, técnica y tecnología*.
- Hernández, E., & Rojas, J. (2021). *Estudio de la resistencia a la compresión del concreto, con vidrio molido como sustituto parcial del agregado fino*. Bogotá.
- Hernández, Fernández, & Bapista. (2010). *metodología y tipo de investigación*.
- Lopez, O. (2014). *metodos, tecnicas e instrumentos de recoleccion de datos*. Chiclayo.
- Lozada, J. (2014). *Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria*.
- Mejía, J. (2020). *evaluación del concreto adicionando ceniza de tallo y espiga de cebada para reducir el porcentaje de cemento*. Chota.
- Molina, K. (2006). *evaluación de morteros para la albañilería y revestimiento elaborados a base de cementos mezclados con escoria de horno*. Guatemala.
- Monje, C. (2016). *metodología de la investigación cuantitativa, guía didáctica*.
- Muciño, A., & Perla, A. (2018). *Diseño de mezclas de concreto*. México.
- Murga, S., Pujay, S., & Otros. (2016). *Determinación de Cenizas en alimentos*. Huaraz.
- Omen, J. (2021). *Influencia de los materiales cementantes suplementarios (SCMs) en concreto con agregados reciclados (RAC)*. Bogotá.
- Orrala, F., & Gómez, F. (2015). *estudio de la resistencia a la compresión del hormigón con adición de puzolana obtenida de la calcinación de residuos del cultivo de maíz producido en la provincia de Santa Elena*. La Libertad, Ecuador: tesis de grado.

Parera, M. (2009). *Evaluación Económica*.

Pérez, J. (2018). *Resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, sustituyendo el cemento por 10% de ceniza de tusa de maíz y 5% de ceniza de cola de caballo*. Chimbote: Tesis de Grado.

Pimiento, J. (2017). *metodologia de la investigacion*.

Rodriguez, A., & Tibabuzo, M. (2019). *Evaluación de la ceniza de cascarilla de arroz como suplemento al cemento en mezclas de concreto hidráulico*. Villavicencio.

Rojas, W. (2018). *Uso de distintos agregados finos, gruesos, fibras y celulosa en el concreto para el prefabricado de muros traslucidos*. Bogotá.

Sanjuán, M., & Chinchón, S. (2014). *introduccion a la fabricacion y normalización del cemento portland*. Alicante.

Silva, L. (2014). *Comportamiento del hormigon reforzado con fibras de acero y su influencia en sus propiedades mecanicas en el cantón ambato, provincia de Tungurahua*. Ambato.

Sucasaca, R., & Tamayo, G. (2022). *Influencia de la sustitución de la ceniza de ichu y totora en el concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Puno – 2022*.

Supo, J. (2016). *como elegir una muestra*.

Tuesta, J., & Vásquez, S. (2021). *Diseño de mezcla de concreto simple adicionando ceniza de aserrín para mejorar la resistencia a la compresión, Lamas 2021*. Tarapoto: Tesis de Grado.

Veléz, L. (2010). *permeabilidad y porosidad del conrcrteto*. Medillín.

Vergara, L. (2019). *Tecnologia del hormigon*.

Vilca, W. (2021). *Comportamiento estructural de muro de albañilería confinada con unidades de ladrillo artesanal incorporando cenizas de totora, Puno 2021. Lima: Tesis de Grado.*

## **ANEXOS**

## Anexo 1: Matriz de Consistencia

“Evaluación técnica - económica de la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, adicionando cenizas de totora, puno-2022”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
<b>PROBLEMA GENERAL</b> ¿Cómo influye técnicamente y económicamente la adición de ceniza de totora para mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> , puno-2022?	<b>OBJETIVO GENERAL</b> Evaluar técnicamente y económicamente la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> , adicionando cenizas de totora, puno - 2022	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b> la incorporación de la adición de cenizas de totora influyó significativamente en la mejora de la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> a bajo costo, puno 2022	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b> Adición de cenizas de totora	DOSIFICACION	5%	<b>Tipo</b> aplicada, ya que los resultados conseguidos se utilizarán para solucionar problemas de resistencia del concreto relacionados con la construcción, especialmente las propiedades del concreto, explicando Cómo funciona cuando se reemplaza la proporción de cemento
					10%	
					15%	
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b> ¿Cuál será la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> , con la adición de las cenizas de totora, a los 7, 14 y 28 días, puno 2022?	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> Determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> , con la adición de las cenizas de totora, a los 7, 14 y 28 días, puno 2022	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</b> existe una mejora en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> con la adición de las cenizas de totora a los 7, 14 y 28 días, puno 2022	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b> evaluación técnica y económica de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup>	TECNICA	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm <sup>2</sup> )	<b>Diseño</b> Se sustenta en un esquema cuasi-experimental, ya que se manipularán las variables independientes, asignándose correspondientemente la combinación de ceniza de totora para así tener antecedentes a futuro
¿Cuál será la mezcla que mejora la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> con la adición parcial del cemento con un porcentaje de 5%,10% y 15% de ceniza de totora, puno 2022?	Determinar % óptima de ceniza para mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> con la adición parcial del cemento con un porcentaje de 5%,10% y 15% de ceniza de totora, puno 2022	Al añadir las cenizas de totora en 5%, Se obtuvo una mejora en la Resistencia a Compresión del Concreto $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>				<b>Nivel</b> Explicativo porque a través de estos resultados se pueden mejorar las propiedades mecánicas del concreto ya que serán adicionados con materiales naturales
¿Cuál es el costo beneficio del concreto $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> con la adición parcial del cemento con un porcentaje de 5%,10% y 15% de ceniza de totora, puno 2022?	Determinar costo beneficio del concreto $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> con la adición parcial del cemento con un porcentaje de 5%,10% y 15% de ceniza de totora, puno 2022	El costo beneficio del concreto $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> con la adición parcial del cemento con un porcentaje de 5% de ceniza de totora es satisfactorio para la construcción, puno 2022				ECONOMICA

## Anexo 2: Operacionalización de Variables

“Evaluación técnica - económica de la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, adicionando cenizas de totora, puno-2022”

	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE	Adición de cenizas de totora	ceniza de totora al quemarse a temperaturas superiores a 400°C, donde la ceniza a mayor temperatura reactiva sus propiedades de óxido, dióxido de silicio” (Vilca 2021, p.29)	en el presente trabajo de investigación se adicionará parcialmente el cemento con un porcentaje de ceniza de totora, variando la dosis en cada mezcla de hormigón y así comprobar su resistencia a la compresión	DOSIFICACIÓN	5%	BALANZA	RAZON
					10%	BALANZA	RAZON
					15%	BALANZA	RAZON
				DISEÑO DE MEZCLA	análisis granulométrico, módulo de fineza, contenido de humedad, peso específico, % de absorción, peso volumétrico	TAMIZ	RAZÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE	Evaluación técnica y económica de la Resistencia a la Compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup>	<p><b>Técnica;</b> “Es el procedimiento o conjunto de procedimientos, encaminados a lograr un determinado resultado” (Gay 2018, p.5).</p> <p><b>Económica;</b> “puede definirse como un instrumento ordenado para identificar, medir y comparar los costos” (Parera 2009, p.6)</p>	<p><b>Técnica;</b> en el Presente trabajo de investigación se comprobará la mejora técnica del hormigón endurecido llevando a cabo las pruebas mecánicas de resistencia a la compresión.</p> <p><b>Económica;</b> en el presente trabajo de investigación se comparará el costo beneficio por m<sup>3</sup> de concreto patrón, con la dosificación adicionando cenizas de totora</p>	TECNICA	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm <sup>2</sup> )	ENSAYO A LA COMPRESION	RAZON
				ECONOMICA	COSTO (Soles)	PRESUPUESTO	RAZON



## ENSAYOS DE AGREGADOS



EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA  
DE LA RESISTENCIA A LA  
COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $F'C=210$   
KG/CM<sup>2</sup>, ADICIONANDO CENIZAS DE  
TOTORA, PUNO-2022

**2022**



EVALUACIÓN TÉCNICA –  
ECONÓMICA DE LA  
RESISTENCIA A LA  
COMPRESIÓN DEL  
CONCRETO  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>,  
ADICIONANDO CENIZAS  
DE TOTORA, PUNO-2022

**DISEÑO DE  
MEZCLAS  
 $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>**

PUNO – PERÚ  
2022



**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=210 kg/cm<sup>2</sup>, ADICIONANDO CENIZAS DE TOTORA, PUNO-2022

**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO

**SOLICITANTES:** CHALLA APAZA, FLORENTINO Y CALLATA VILCA ISAAC ARNALDO

**REGISTRO:** C - 000208-22

**FECHA:** 19/07/2022

**1- MUESTRA**

**CANTERA:** ISLA  
**MATERIAL:** AGREGADO FINO

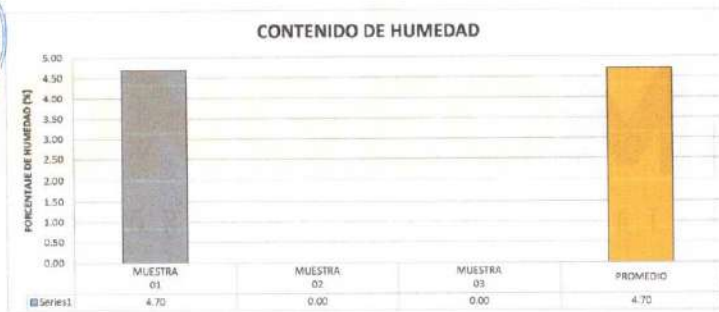
**2- HUMEDAD**

Ítem	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
1	Peso de recipiente	g	88.6			
2	Peso recipiente + muestra del suelo húmedo	g	295.6			
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g	286.3			
4	Peso del agua en la muestra del suelo húmedo, [2]-[3]	g	9.3			
5	Peso muestra del suelo seco, [3]-[1]	g	197.7			
6	Humedad, [4]*100/[5]	%	4.70			4.70

**3- OBSERVACIONES**

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante

**NOTA:** El contenido que se determino es la que se tenía el material en el momento del ensayo y es la que se uso para el presente diseño de mezclas, teniendo en cuenta que la humedad no es constante depende de la humedad ambiente



**CONGEOMAT S.R.L.**  
*John Percy Pariahua Tintayá*  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**CONGEOMAT S.R.L.**  
*Daniel Yary Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP N° 210062

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



**CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.**  
Juliana: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC: 20606413263



**DATOS GENERALES**

PROYECTO: EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO FC=210 kg/cm<sup>2</sup>, ADICIONANDO CENIZAS DE TOTORA, PUNO-2022

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 000208-22

SOLICITANTES: CHALLA APAZA, FLORENTINO Y CALLATA VILCA ISAAC ARNALDO

FECHA: 20/07/2022

**1.- MUESTRA**

CANTERA: ISLA  
MATERIAL: AGREGADO FINO

**2.- TAMIZADO**

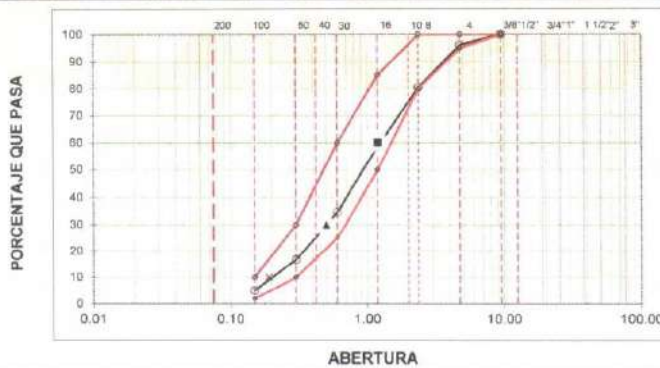
N	TAMIZ		PESO (g)		PORCENTAJE			ESPECIFICACIÓN
	(pulg)	(mm)	USADO	RETEN	PARC	ACUM	PASA	
1	3	76.200	152	0	0.0	0.0	100.0	100 - 100
2	2	50.800		0	0.0	0.0	100.0	100 - 100
3	1 1/2	38.100		0	0.0	0.0	100.0	100 - 100
4	1	25.400		0	0.0	0.0	100.0	100 - 100
5	3/4	19.000		0	0.0	0.0	100.0	100 - 100
6	1/2	12.500		0	0.0	0.0	100.0	100 - 100
7	3/8	9.500		0	0.0	0.0	100.0	100 - 100
8	# 4	4.750		152	3.8	3.8	96.2	95 - 100
9	# 8	2.360	3425.20	550.20	15.7	19.5	80.5	80 - 100
10	# 16	1.190		782.80	21.9	41.5	58.5	50 - 85
11	# 30	0.600		855.00	24.0	65.4	34.6	25 - 60
12	# 50	0.300		639.40	17.9	83.4	16.6	10 - 30
13	# 100	0.150		414.20	11.6	95.0	5.0	2 - 10
14	# 200	0.075		133.00	3.7	98.7	1.3	
				45.80	1.3	100.0	0.0	

**3.- RESUMEN**

DESCRIPCIÓN	VALOR
<b>GENERALES</b>	
Tamaño Máximo	#4
Módulo Fineza	3.09
Fraccción < #4	3,799 g
Grava	3.8%
Arena	96.2%
Finos < # 200	3.7%
<b>COEFICIENTES</b>	
Uniformidad (Cu)	6.32
Curvatura (Cc)	1.10

PESO MUESTRA SECA: **3,951 g**      PESO LAVADO & SECO: **3,772 g**      FINOS LAVADOS: **198 g**

**4.- CURVA GRANULOMÉTRICA**



D <sub>60</sub>	1.20
D <sub>30</sub>	0.50
D <sub>10</sub>	0.19
Coefficiente de Uniformidad (Cu)	6.32
Coefficiente de Curvatura (Cc)	1.10

**5.- OBSERVACIONES**

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante

  
**Juan Perce Pucacahu Tintaya**  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
**Wilfredo Yuro Jara Vilca**  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

 [congeomat@gmail.com](mailto:congeomat@gmail.com)  
 Telf.: (051) 405295  
 Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



**CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.**  
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
 RUC:20606413263



**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=210 kg/cm<sup>2</sup>, ADICIONANDO CENIZAS DE TOTORA, PUNO-2022

**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO

**SOLICITANTES:** CHALLA APAZA, FLORENTINO Y CALLATA VILCA ISAAC ARNALDO

**REGISTRO:** C - 000208-22

**FECHA:** 21/07/2022

1- MUESTRA						
CANTERA: ISLA						
MATERIAL: AGREGADO FINO						
2- AGREGADO						
Ítem	DESCRIPCIÓN	UND.	Tamaño Maximo:			PROMEDIOS
			MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA3	
1	Peso del molde + AG húmedo Varillado	Kg	18,022	18,559	17,896	
2	Peso del molde	Kg	8,395	8,395	8,395	
3	Peso del AG húmedo compactado, [1]-[2]	Kg	9,627	10,164	9,501	
4	Peso unitario húmedo compactado, [3]/Vol. del molde	Kg/m <sup>3</sup>	1,74	1,84	1,72	
5	<b>Peso Unitario Seco Varillado, [4]/(1+[15]/100)</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1,662</b>	<b>1,756</b>	<b>1,641</b>	<b>1,686</b>
6	Peso del molde + AG húmedo suelto	Kg	17,393	17,526	17,444	
7	Peso del AG húmedo suelto, [6]-[2]	Kg	8,998	9,131	9,049	
8	Peso unitario húmedo suelto, [7]/Vol. del molde	Kg/m <sup>3</sup>	1,63	1,65	1,64	
9	<b>Peso Unitario Seco Suelto, [8]/(1+[15]/100)</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1,554</b>	<b>1,578</b>	<b>1,563</b>	<b>1,565</b>
HUMEDAD						
10	Peso de recipiente	Tara	1	3	2	
11	Peso recipiente + muestra del suelo húmedo	g	90,1	83,5	87,9	
12	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g	523,6	481,7	564,2	
13	Peso del agua en la muestra del suelo húmedo, [11]-[12]	g	504,0	463,9	542,7	
14	Peso muestra del suelo seco, [12]-[10]	g	19,6	17,8	21,5	
15	Humedad, [13]/100/[14]	%	4,74	4,68	4,73	

**3.- OBSERVACIONES**

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante



CONGEOMAT S.R.L.  
*[Firma]*  
Jorge Percy Paracahua Tintaya  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
*[Firma]*  
Inés Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210062

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Tel.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC: 20606413263



**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=210 kg/cm<sup>2</sup>, ADICIONANDO CENIZAS DE TOTORA, PUNO-2022

**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO

**REGISTRO:** C - 000208-22

**SOLICITANTES:** CHALLA APAZA, FLORENTINO Y CALLATA VILCA ISAAC ARNALDO

**FECHA:** 19/07/2022

**1. MUESTRA**

**CANTERA:** ISLA  
**MATERIAL:** AGREGADO GRUESO

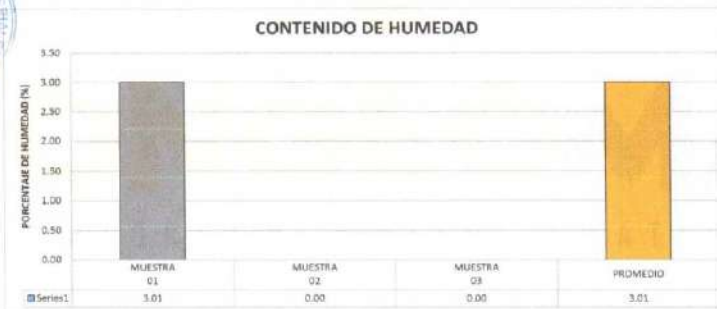
**2. HUMEDAD**

Item	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
1	Peso de recipiente	g	86.2			
2	Peso recipiente + muestra del suelo húmedo	g	521.4			
3	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g	508.7			
4	Peso del agua en la muestra del suelo húmedo, [2]-[3]	g	12.7			
5	Peso muestra del suelo seco, [3]-[1]	g	422.5			
6	Humedad, [4]*100/[5]	%	3.01			<b>3.01</b>

**3. OBSERVACIONES**

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante

**NOTA:** El contenido que se determino es la que se tenia el material en el momento del ensayo y es la que se uso para el presente diseño de mezclas, teniendo en cuenta que la humedad no es constante depende de la humedad ambiente



CONGEOMAT S.R.L.  
*Juan Percy Paracahua Tintayá*  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
*Wilkins Yury Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP N° 210062

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



**CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.**  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263



**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=210 kg/cm<sup>2</sup>, ADICIONANDO CENIZAS DE TOTORA, PUNO-2022

**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO

**REGISTRO:** C - 000208-22

**SOLICITANTES:** CHALLA APAZA, FLORENTINO Y CALLATA VILCA ISAAC ARNALDO

**FECHA:** 20/07/2022

**1.- MUESTRA**

**CANtera:** ISLA  
**MATERIAL:** AGREGADO GRUESO

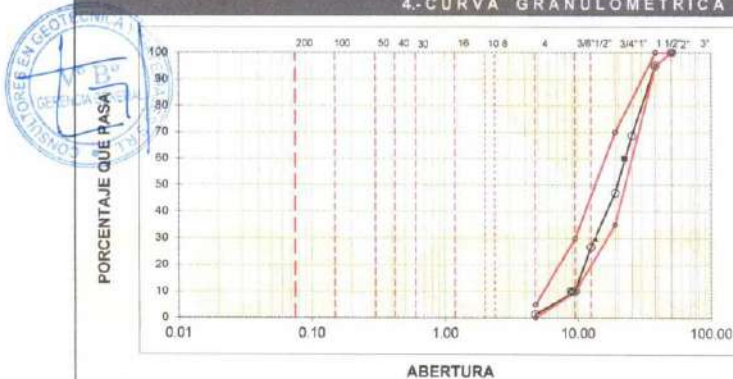
**2.- TAMIZADO**

N	TAMIZ		PESO (g)		PORCENTAJE				
	(pulg)	(mm)	USADO	RETEN	PARC	ACUM	PASA		
1	3	76.200	8.540	0	0.0	0.0	100.0	100 - 100	
2	2	50.800		0	0.0	0.0	100.0	100 - 100	
3	1 1/2	38.100		419	4.9	4.9	95.1	95 - 100	
4	1	25.400		2.263	26.5	31.4	68.6		
5	3/4	19.000		1.845	21.6	53.0	47.0	35 - 70	
6	1/2	12.500		1.734	20.3	73.3	26.7		
7	3/8	9.500		1.409	16.5	89.8	10.2	10 - 30	
8	#4	4.750		760	8.9	98.7	1.3	0 - 5	
		2.350	111.00	1.3	100.0	0.0			
<b>PESO MUESTRA SECA:</b>			<b>8,540 g</b>	<b>PESO LAVADO &amp; SECO:</b>			<b>8,429 g</b>	<b>FINOS LAVADOS:</b>	<b>111 g</b>

**3.- RESUMEN**

DESCRIPCIÓN	VALOR
<b>GENERALES</b>	
Tamaño Máximo	2"
Tamaño Máximo Nominal	1 1/2"
Fracción < #4	111 g
Grava	98.7%
Arena	1.3%
Finos < # 200	0.0%
<b>COEFICIENTES</b>	
Uniformidad (Cu)	2.51
Curvatura (Cc)	0.93

**4.- CURVA GRANULOMÉTRICA**



D <sub>60</sub>	22.30
D <sub>30</sub>	13.55
D <sub>10</sub>	8.90
Coefficiente de Uniformidad (Cu)	2.51
Coefficiente de Curvatura (Cc)	0.93




**5.- OBSERVACIONES**


- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante

  
**CONGEOMAT S.R.L.**  
John Percy Parichhua Tintaya  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
**CONGEOMAT S.R.L.**  
Damián Tury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.F. N° 210062

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

 congeomat@gmail.com  
 Telf.: (051) 405295  
 Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

 **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.**  
Jullaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
**RUC:20606413263**



**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=210 kg/cm<sup>2</sup>, ADICIONANDO CENIZAS DE TOTORA, PUNO-2022

**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO  
**SOLICITANTE:** CHALLA APAZA, FLORENTINO Y CALLATA VILCA ISAAC ARNALDO

**REGISTRO:** C - 000208-22  
**FECHA:** 21/07/2022

**1- MUESTRA**

**CANTERA:** ISLA  
**MATERIAL:** AGREGADO GRUESO

**2.- AGREGADO**

Item	DESCRIPCIÓN	UN	Tamaño Máximo:			VOL. MOLDE: 5529	PROMEDIOS
			MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03		
1	Peso del molde + AG húmedo compactado	Kg	17,518	17,394	17,604		
2	Peso del molde	Kg	8,394	8,394	8,394		
3	Peso del AG húmedo compactado, [1]-[2]	Kg	9,124	9,000	9,210		
4	Peso unitario húmedo compactado, [3]/Vol. del molde	Kg/m <sup>3</sup>	1,65	1,63	1,67		
5	<b>Peso Unitario Seco Compactado, [4]/(1+{15}/100)</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1,603</b>	<b>1,581</b>	<b>1,617</b>		<b>1,601</b>
6	Peso del molde + AG húmedo suelto	Kg	16,852	16,726	16,894		
7	Peso del AG húmedo suelto, [6]-[2]	Kg	8,458	8,332	8,500		
8	Peso unitario húmedo suelto, [7]/Vol. del molde	Kg/m <sup>3</sup>	1,53	1,51	1,54		
9	<b>Peso Unitario Seco Suelto, [8]/(1+{15}/100)</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1,486</b>	<b>1,464</b>	<b>1,493</b>		<b>1,481</b>
<b>HUMEDAD</b>		Tara	1	2	3		
10	Peso de recipiente	g	90.1	86.3	88.7		
11	Peso recipiente + muestra del suelo húmedo	g	462.3	591.7	601.8		
12	Peso recipiente + muestra del suelo seco	g	441.9	577.3	586.9		
13	Peso del agua en la muestra del suelo húmedo, [11]-[12]	g	10.4	14.4	14.9		
14	Peso muestra del suelo seco, [12]-[10]	g	351.8	491.0	498.2		
15	Humedad, [13]*100/[14]	%	2.96	2.93	2.99		



**3- OBSERVACIONES**

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante



  
 CONGEOMAT S.R.L.  
 John Perry Paricalma Tintaya  
 IEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
 CONGEOMAT S.R.L.  
 Dennis Tary Jara Vilca  
 IEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP N° 210962

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

 congeomat@gmail.com  
 Telf.: (051) 405295  
 Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



**CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.**  
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
 RUC:20606413263





**INFORME DE ENSAYO  
GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN  
DE AGREGADO FINO Y GRUESO  
MTC E 205:2016 Y MTC E 206:2016**

Código : F - 027  
Versión : 2.0  
Aprobado : ene-21

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=210 kg/cm<sup>2</sup>, ADICIONANDO CENIZAS DE TOTORA, PUNO-2022

**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO

**REGISTRO:** C - 000208-22

**SOLICITANTE:** CHALLA APAZA, FLORENTINO Y CALLATA VILCA ISAAC ARNALDO

**FECHA:** 23/07/2022

**1- MUESTRA**

**CANTERA:** ISLA

**MATERIAL:** AGREGADO FINO Y GRUESO PARA CONCRETO

**2- AGREGADO FINO**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	[M1]	[M2]	RESULTADO
1	Peso al aire del suelo SSS*	g	500.00	500.00	PROMEDIO
2	Peso: Fiola + 500 cc agua (aforado)	g	668.90	669.07	
3	Peso: Fiola + 500 cc agua + [1]	g	1,168.90	1,169.07	
4	Peso: Frasco + Agua + [1] (aforado a 500 cc)	g	971.30	972.40	
5	Peso (Vol agua) del material SSS*, [3]-[4]	cc	197.60	196.67	
6	Peso seco en estufa a 105°C ± 5°C	g	492.0	489.0	
7	Peso/vol. de agua en la muestra SSS*	cc	8.00	11.00	
8	Volumen del suelo sólido (cc). [5]-[7]	cc	189.60	185.67	2.536
9	Ge bulk, [1]/[5]	g/cc	2.530	2.542	
10	Absorción, [1]/[6] - 1	%	1.63	2.25	

**3- AGREGADO GRUESO**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	[M1]	[M2]	RESULTADO
11	Peso al aire del suelo SSS*	g	845.0	865.9	PROMEDIO
12	Peso sumergido del suelo SSS	g	514.6	526.0	
13	Diferenc. peso=Vol. agua=Vol del suelo SSS, [12]-[13]	cc	330.4	339.9	
14	Peso suelo seco a 105°C ± 5°C	g	835.5	856.9	
15	Diferenc. peso=Vol. de agua en suelo SSS*, [12]-[15]	cc	9.50	9.0	
17	Volumen del suelo sólido, [14]-[16]	cc	320.9	330.9	
18	Ge bulk, [12]/[14]	g/cc	2.558	2.548	
19	Absorción, [12]/[15] - 1	%	1.14	1.05	1.09

(\*) SSS: Saturado Superficialmente Seco

**4- OBSERVACIONES**

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
 John Perry Paricahua Tintayá  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
 Deyvis Tury Jara Vilca  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP N° 210862

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
 Telf.: (051) 405295  
 Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
 RUC: 20606413263



**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  
F'c=210 kg/cm<sup>2</sup>, ADICIONANDO CENIZAS DE TOTORA, PUNO-2022

**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 000208-22

**SOLICITANTE:** CHALLA APAZA, FLORENTINO Y CALLATA VILCA ISAAC ARNALDO **FECHA:** 23/07/2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CANTERA:** ISLA

**METODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI**

**1. PROPIEDADES DE CONCRETO A DISEÑAR**

f'c=	210 kg/cm <sup>2</sup>
Aire Incorporado	NO
Uso de Aditivo	Sin Aditivo
Consistencia	Plástica

**2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

**2.1. CEMENTO**

Tipo:	IP
Peso Específico:	2.8 gr/cm <sup>3</sup>

**2.2. AGUA**

Agua potable

**2.3. AGREGADO FINO:**



Peso Específico de la Arena:	2.536	gr/cm <sup>3</sup>
Absorción:	1.94	%
Contenido de Humedad:	4.70	%
Módulo de Fineza:	3.09	
Peso Unitario Seco Varrillado:	1,686	kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Seco Suelto:	1,565	kg/m <sup>3</sup>

**2.4 AGREGADO GRUESO:**

Agregado Redondeado:	SI
Tamaño Máximo Nominal:	11/2" Pulg.
Peso Específico de la Grava:	2.553 gr/cm <sup>3</sup>
Absorción:	1.09 %
Contenido de Humedad:	3.01 %
Peso Unitario Seco Varrillado:	1,601 kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario seco Suelto:	1,481 kg/m <sup>3</sup>

**CONGEOMAT S.R.L.**  
*Ing. Rudy Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C/P N° 210982

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.  
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.





**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  
F'c=210 kg/cm<sup>2</sup>, ADICIONANDO CENIZAS DE TOTORA, PUNO-2022

**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 000208-22

**SOLICITANTE:** CHALLA APAZA, FLORENTINO Y CALLATA VILCA ISAAC ARNALDO **FECHA:** 23/07/2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CANTERA:** ISLA

**METODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI**

**3. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO (f'cr)**

**Cálculo de la Desviación Estándar**

Como no se cuenta con un registro de resultados de ensayos posibles el cálculo de la desviación estándar se hará uso del siguiente cuadro según RNE tabla 5.3



f'c	f'cr
menor de 210	f'c + 70
210 a 350	f'c + 85
mayor a 350	1.1f'c + 50

Por lo tanto, la resistencia promedio será:

f'cr=	295 kg/cm <sup>2</sup>
-------	------------------------

**4. SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO**

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones de colocación requieren que la mezcla tenga una consistencia plástica:

Slump	3" a 4"
-------	---------

**5. VOLUMEN UNITARIO DE AGUA**

Tamaño Máximo Nominal	1 1/2"
Slump	3" a 4"
Agua por m <sup>3</sup>	181 lt/m <sup>3</sup>

**6. SELECCIÓN DE CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO**

Tamaño Máximo Nominal	1 1/2"
Aire Atrapado	1.0 %

**CONGEOMAT S.R.L.**  
*[Signature]*  
Dhevis Yara Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.



**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  
F'c=210 kg/cm<sup>2</sup>, ADICIONANDO CENIZAS DE TOTORA, PUNO-2022

**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO

**REGISTRO:** C - 000208-22

**SOLICITANTE:** CHALLA APAZA, FLORENTINO Y CALLATA VILCA ISAAC ARNALDO

**FECHA:** 23/07/2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CANTERA:** ISLA

**METODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI**

**7. RELACIÓN AGUA - CEMENTO**

f <sub>cr</sub>	295 kg/cm <sup>2</sup>
Aire Incorporado	NO
A/C	0.55

**8. FACTOR CEMENTO**

Factor Cemento	332 kg/m <sup>3</sup>
Factor Cemento - Teórico	<b>7.8 bolsa/m<sup>3</sup></b>

**9. CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO**



Tamaño Máximo Nominal	1 1/2"
Módulo de Fineza	3.09
b/bc	0.67
Peso del Agregado Grueso	1072 kg/m <sup>3</sup>

**10. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS**

Cemento	0.119 m <sup>3</sup>
Agua	0.181 m <sup>3</sup>
Aire	0.010 m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	0.420 m <sup>3</sup>
Suma de Volúmenes Conocidos	0.730 m <sup>3</sup>

**11. CONTENIDO DE AGREGADO FINO**

Volumen Absoluto de Agregado Fino	0.270 m <sup>3</sup>
Peso del Agregado Fino Seco	685 kg/m <sup>3</sup>

**12. VALORES DE DISEÑO**

Cemento	332 kg/m <sup>3</sup>
Agua de Diseño	181 l/m <sup>3</sup>
Agregado Fino Seco	685 kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso Seco	1072 kg/m <sup>3</sup>

CONGEOMAT S.R.L.  
*Isaac Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada  
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.



**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=210 kg/cm<sup>2</sup>, ADICIONANDO CENIZAS DE TOTORA, PUNO-2022

**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO

**REGISTRO:** C - 000208-22

**SOLICITANTE:** CHALLA APAZA, FLORENTINO Y CALLATA VILCA ISAAC ARNALDO

**FECHA:** 23/07/2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CANTERA:** ISLA

**METODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI**

**13. CORRECCIÓN POR HUMEDAD**

**Peso Humedo**

Agregado Fino	717.7 kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	1104.6 kg/m <sup>3</sup>



**Humedad Superficial Del Agregado (Humedad Natural - Absorción)**

Agregado Fino	2.77 %
Agregado Grueso	1.91 %

**Aporte de Agua de los Agregados**

Agregado Fino	19 lt/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	21 lt/m <sup>3</sup>
Aporte de Humedad de los Agregados	39 lt/m <sup>3</sup>

**Agua Efectiva**

Agua Inicial	181 lt/m <sup>3</sup>
Aporte de Humedad de los Agregados	39 lt/m <sup>3</sup>
Agua Efectiva	142 lt/m <sup>3</sup>

**14. VALORES DE DISEÑO CORREGIDO POR HUMEDAD**

Cemento	332 kg/m <sup>3</sup>
Agua Efectiva	142 lt/m <sup>3</sup>
Agregado Fino Húmedo	718 kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso Húmedo	1105 kg/m <sup>3</sup>

CONGEOMAT S.R.L.  
*[Firma]*  
Ing. de Suelos y Pavimentos  
CIP N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.



**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=210 kg/cm<sup>2</sup>, ADICIONANDO CENIZAS DE TOTORA, PUNO-2022

**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 000208-22

**SOLICITANTE:** CHALLA APAZA, FLORENTINO Y CALLATA VILCA ISAAC ARNALDO **FECHA:** 23/07/2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CANTERA:** ISLA

**METODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI**

**15. DOSIFICACIÓN EN PESO SIN CORRECCIÓN DE HUMEDAD**

Cemento	1.00	42.5 kg/pie <sup>3</sup>
Agregado Fino Seco	2.06	87.7 kg/pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso Seco	3.23	137.2 kg/pie <sup>3</sup>
Agua de Diseño		23.2 lt/pie <sup>3</sup>

**16. DOSIFICACIÓN EN PESO CORREGIDO**



Cemento	1.00	42.5 kg/pie <sup>3</sup>
Agregado Fino Húmedo	2.16	91.8 kg/pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso Húmedo	3.33	141.4 kg/pie <sup>3</sup>
Agua Efectiva		18.1 lt/pie <sup>3</sup>

Relación Agua - Cemento de Diseño = 0.55  
Relación Agua - Cemento Efectiva = 0.43

**17. DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN CORREGIDO**

Cemento	1.00	pie <sup>3</sup>
Agregado Fino Húmedo	1.98	pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso Húmedo	3.27	pie <sup>3</sup>
Agua Efectiva	18.1	lt.

**18. DOSIFICACIÓN PARA 1m<sup>3</sup>**

<b>CANTIDAD DE MATERIAL PARA 1 M<sup>3</sup></b>		
Cemento	7.8	bolsas
Agregado Fino Húmedo	0.44	m <sup>3</sup>
Agregado Grueso Húmedo	0.72	m <sup>3</sup>
Agua Efectiva	0.14	m <sup>3</sup>

**19. OBSERVACIONES**

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante

  
**CONGEOMAT S.R.L.**  
 Wilfredo Jara Vilca  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP N° 210062

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.





EVALUACIÓN TÉCNICA –  
ECONÓMICA DE LA  
RESISTENCIA A LA  
COMPRESIÓN DEL  
CONCRETO  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>,  
ADICIONANDO CENIZAS  
DE TOTORA, PUNO-2022

# AENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)

PUNO – PERÚ  
2022



**INFORME DE ENSAYO  
ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)  
MTC E 705:2016**

Código : F - 019  
Versión : 1.0  
Aprobado : ene-21

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=210 kg/cm2, ADICIONANDO CENIZAS DE TOTORA, PUNO-2022  
**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO  
**SOLICITANTE:** CHALLA APAZA, FLORENTINO Y CALLATA VILGA ISAAC ARNALDO

**CODIGO CLIENTE:** C - 00208- 22  
**REGISTRO:** E-000001-22  
**FECHA DE EMISIÓN:** 06-ago-22

**1.- DATOS DE MUESTRA**

**MATERIAL:** CONCRETO  
**DESCRIPCIÓN:** DISEÑO PATRÓN

**MUESTRAS:** 03  
**FECHA DE ENSAYO:** 06-ago-22  
**HORA DE ENSAYO:** 09:15 a.m.

**2.- SLUMP**

**ASENTAMIENTO DEL CONCRETO**

ITEM	FECHA DE ENSAYO	HORA DE ENSAYO	MUESTRA	DISEÑO f'c (kg/cm2)	SLUMP DE DISEÑO	ASENTAMIENTO
1	06-ago-22	10:15 a.m.	CONCRETO	210	3" a 4"	4.0"
2						4.0"
3						3.5"



**3.- OBSERVACIONES**

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
*John Percy Purichagua Tintaya*  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
*Isaac Vilga*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210962

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.  
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



**CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.**  
Juliana: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263





INFORME DE ENSAYO  
ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)  
MTC E 705:2016

Código : F-019  
Versión : 1.0  
Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F<sub>c</sub>=210 kg/cm<sup>2</sup>, ADICIONANDO CENIZAS DE TOTORA, PUNO 2022  
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: CHALLA APAZA, FLORENTINO Y CALLATA VILCA ISAAC ARNALDO

CODIGO CLIENTE: C - 00208-22  
REGISTRO: E-000002-22  
FECHA DE EMISION: 06-ago-22

1.- DATOS DE MUESTRA

MATERIAL: CONCRETO  
DESCRIPCIÓN: DISEÑO PATRÓN CON 5% DE CENIZA

MUESTRAS: 03  
FECHA DE ENSAYO : 06-ago-22  
HORA DE ENSAYO : 09:45 a.m.

2.- SLUMP

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO

ITEM	FECHA DE ENSAYO	HORA DE ENSAYO	MUESTRA	DISEÑO f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	SLUMP DE DISEÑO	ASENTAMIENTO
1						3.0"
2	06 ago-22	09:45 a.m.	CONCRETO CON 5% DE CENIZA	210	3" a 4"	3.0"
3						3.0"

3. OBSERVACIONES

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante.



CONGEOMAT S.R.L.  
*John Eric Apaza Tintayá*  
TEL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
*Isaac Yara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP N° 210682

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.  
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263





INFORME DE ENSAYO  
ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)  
MTC E 705:2016

Código : F - 019  
Versión : 1.0  
Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO Fc=210 kg/cm<sup>2</sup>, ADICIONANDO CENIZAS DE TOTORA, PUNO-2022  
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: CHALLA APAZA, FLORENTINO Y CALLATA VILCA ISAAC ARNALDO

CODIGO CLIENTE: C - 00208- 22  
REGISTRO: E-000003-22  
FECHA DE EMISIÓN: 06-ago-22

1.- DATOS DE MUESTRA

MATERIAL: CONCRETO  
DESCRIPCIÓN: DISEÑO PATRÓN CON 10% DE CENIZA

MUESTRAS: 03  
FECHA DE ENSAYO : 06-ago-22  
HORA DE ENSAYO : 10:44 a.m.

2.- SLUMP

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO

ITEM	FECHA DE ENSAYO	HORA DE ENSAYO	MUESTRA	DISEÑO Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	SLUMP DE DISEÑO	ASENTAMIENTO
1	06-ago-22	10:44 a.m.	CONCRETO CON 10% DE CENIZA	210	3" a 4"	3.5"
						3.0"
						3.5"

3.- OBSERVACIONES

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
John Percy Purcuhua Tintaya  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
Dionis Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada  
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliacá: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC: 20606413263







**INFORME DE ENSAYO**  
**ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)**  
 MTC E 705:2016

Código : F - 019  
 Versión : 1.0  
 Aprobado : ene-21

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=210 kg/cm<sup>2</sup>, ADICIONANDO CENIZAS DE TOTORA, PUNO-2022  
**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO  
**SOLICITANTE:** CHALLA APAZA, FLORENTINO Y CALLATA VILGA ISAAC ARNALDO

**CODIGO CLIENTE:** C - 00208- 22  
**REGISTRO:** E-000004-22  
**FECHA DE EMISIÓN:** 06-ago-22

**1.- DATOS DE MUESTRA**

**MATERIAL:** CONCRETO  
**DESCRIPCIÓN:** DISEÑO PATRÓN CON 15% DE CENIZA

**MUESTRAS:** 03  
**FECHA DE ENSAYO :** 06-ago-22  
**HORA DE ENSAYO :** 11:30 a.m.

**2.- SLUMP**

**ASENTAMIENTO DEL CONCRETO**

ITEM	FECHA DE ENSAYO	HORA DE ENSAYO	MUESTRA	DISEÑO Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	SLUMP DE DISEÑO	ASENTAMIENTO
1						3.5"
2	06-ago-22	11:30 a.m.	CONCRETO CON 15% DE CENIZA	210	3" a 4"	3.0"
3						4.0"



**3.- OBSERVACIONES**

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
  
 John Percy Parichagua Tintay  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
  
 Dheisis Vilga Jara Vilca  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP N° 210562

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
 Telf.: (051) 405295  
 Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
 Jullaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
 RUC:20606413263





**EVALUACIÓN TÉCNICA –  
ECONÓMICA DE LA  
RESISTENCIA A LA  
COMPRESIÓN DEL  
CONCRETO  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>,  
ADICIONANDO CENIZAS  
DE TOTORA, PUNO-2022**

# **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO**

**PUNO – PERÚ  
2022**



INFORME DE ENSAYO  
**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL  
 CONCRETO**  
 MTC E 704:2016

Código : F - 001  
 Versión : 3.0  
 Aprobado : ene-21

**DATOS GENERALES**

PROYECTO: EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, ADICIONANDO CENIZAS DE TOTORA, PUNO-2022

CÓDIGO CLIENTE: C - 0208-22

REGISTRO: E-0001-22

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

FECHA DE ROTURA: 13-ago-22

SOLICITANTE: CHALLA APAZA, FLORENTINO Y CALLATA VILCA ISAAC ARNALDO

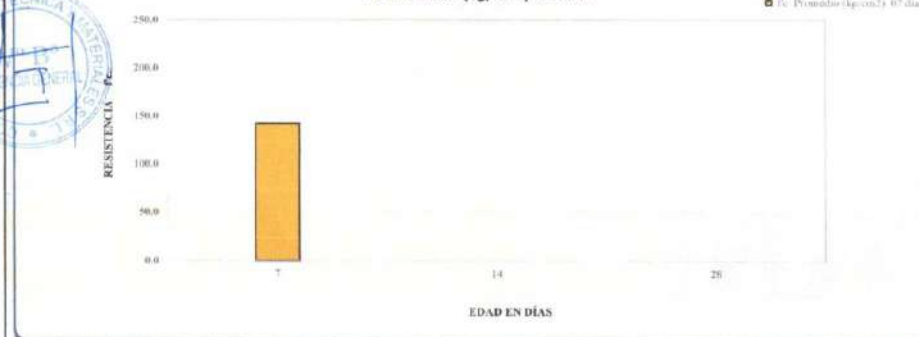
**DATOS DE LA MUESTRA**

MATERIAL: CONCRETO

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO**

Prob. Nro	Descripción	Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad días	Peso (g)	d prom (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máx. (KN.)	Carga Máx. (Kg.)	Fc Obtenido (Kg/cm <sup>2</sup> )	Fc Promed. (Kg/cm <sup>2</sup> )	% prom Fc	Tipo falla
001 - A	DISEÑO PATRON	210	06-ago-22	13-ago-22	7	11.853	15.03	177.4	242.0	24.620	138.77	141.5	67.4%	5
001 - B						11.890	15.10	178.1	250.0	25.520	142.50			5
001 - C						11.921	15.06	178.8	251.0	25.560	143.30			5

**f'c Promedio (kg/cm<sup>2</sup>) 07 días**



Prob. Nro	Tipo de Falla
001 - A	5
001 - B	5
001 - C	5
001 - D	-
001 - E	-
001 - F	-
001 - G	-
001 - H	-
001 - I	-

1. CONICA

2. CONICA VERTICAL

3. COLUMNAR

4. CORTE

5. LARGOS FRACTURADOS

6. EXTREMOS PUNTIFORMES

**OBSERVACIONES:**

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
  
 Juan Pérez Barriosma Tintayá  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
  
 Isaac Arnaldo Callata Vilca  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP N° 210562

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
 Telf.: (051) 405295  
 Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
 RUC:20606413263





**INFORME DE ENSAYO**  
**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL**  
**CONCRETO**  
**MTC E 704:2016**

Código : F - 001  
 Versión : 3.0  
 Aprobado : ena-21

**DATOS GENERALES**

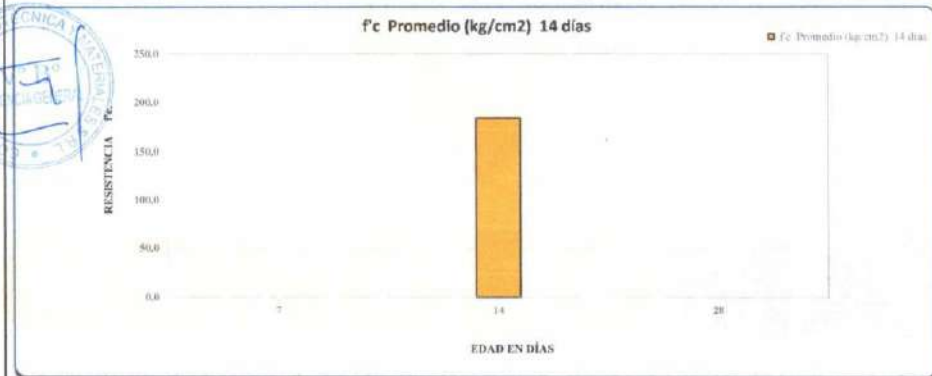
**PROYECTO:** EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=210 kg/cm<sup>2</sup>, ADICIONANDO CENIZAS DE TOTORA. PUNO-2022 **CÓDIGO CLIENTE:** C - 0208- 22  
**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** E-0002-22  
**SOLICITANTE:** CHALLA APAZA, FLORENTINO Y CALLATA VILCA ISAAC ARNALDO **FECHA DE ROTURA:** 20-ago-22

**DATOS DE LA MUESTRA**

**MATERIAL:** CONCRETO

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO**

Prob. Nro.	Descripción	Graño (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha Mideo	Fecha Rotura	Edad días	Peso (g)	díprom (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máx. (KN.)	Carga Máx. (Kg.)	f'c Obtenido (Kg/cm <sup>2</sup> )	f'c Promod. (Kg/cm <sup>2</sup> )	% prom f'c	Tipo falla
002 - D	DISEÑO PATRÓN	210	06-ago-22	20-ago-22	14	11,932	15.08	178.6	318.0	32,260	181.40	184.2	87.7%	5
002 - E						11,895	15.11	179.3	326.0	33,230	185.30			3
002 - F						11,865	15.06	178.2	325.0	33,120	185.90			5



Prob. Nro.	Tipo de Falla
002 - A	-
002 - B	-
002 - C	-
002 - D	5
002 - E	3
002 - F	5
002 - G	-
002 - H	-
002 - I	-

**OBSERVACIONES:**

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

**CONGEOMAT S.R.L.**  
 John Percy Porcubano Tintaya  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**CONGEOMAT S.R.L.**  
 Ubina Yara Vilca  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP N° 210162

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
 Telf.: (051) 405295  
 Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

**CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.**  
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
**RUC:20606413263**





**INFORME DE ENSAYO**  
**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL**  
**CONCRETO**  
**MTC E 704:2016**

Código : F - 001  
 Versión : 3.0  
 Aprobado : ene-21

**DATOS GENERALES**

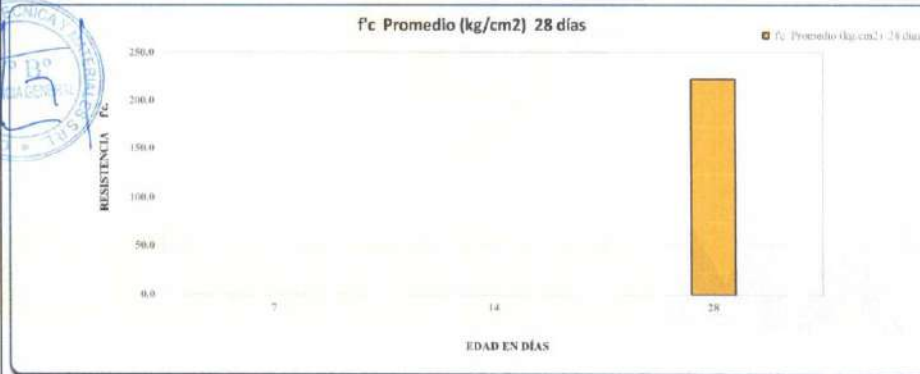
**PROYECTO:** EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F<sub>c</sub>=210 kg/cm<sup>2</sup>, ADICIONANDO CENIZAS DE TOTORA, PUNO-2022 **CÓDIGO CLIENTE:** C - 0208- 22  
**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** E-0003-22  
**SOLICITANTE:** CHALLA APAZA, FLORENTINO Y CALLATA VILCA ISAAC ARNALDO **FECHA DE ROTURA:** 03-sep-22

**DATOS DE LA MUESTRA**

**MATERIAL:** CONCRETO

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO**

Prob. Nro	Descripción	Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad días	Peso (g)	d <sub>prom</sub> (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máx. (KN.)	Carga Máx. (Kg.)	F <sub>c</sub> Obtenido (Kg/cm <sup>2</sup> )	F <sub>c</sub> Promed. (Kg/cm <sup>2</sup> )	% prom F <sub>c</sub>	Tipo falla
003 - G	DISEÑO PATRÓN	210	06-ago-22	03-sep-22	28	11.080	14,95	175,0	377,0	36,420	218,9	221,6	105,5%	6
003 - H						11.916	14,90	176,5	385,0	39,200	222,1			5
003 - I						11.892	15,01	177,0	388,0	39,620	223,9			5



Prob. Nro	Tipo de Falla
003 - A	-
003 - B	-
003 - C	-
003 - D	-
003 - E	-
003 - F	-
003 - G	6
003 - H	5
003 - I	5

1. CONICA

2. CONICA Y VERICAL

3. COLUMNAR

4. CORTEZ

5. LADOS FRACTURADOS

6. EXTREM. PUNTAJUEGOS

**OBSERVACIONES:**

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

**CONGEOMAT S.R.L.**  
 Juan Percy Pascualina Tintaya  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**CONGEOMAT S.R.L.**  
 Francisco Yara Jara Vilca  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP N° 210862

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
 Telf.: (051) 405295  
 Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

**CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.**  
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
**RUC: 20606413263**



**DATOS GENERALES**

PROYECTO: EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=210 kg/cm<sup>2</sup>, ADICIONANDO CENIZAS DE TOTORA. PUNO-2022

CÓDIGO CLIENTE: C - 0208-22

REGISTRO: E-0004-22

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

FECHA DE ROTURA: 13-ago-22

SOLICITANTE: CHALLA APAZA, FLORENTINO Y CALLATA VILCA ISAAC ARNALDO

**DATOS DE LA MUESTRA**

MATERIAL: CONCRETO

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO**

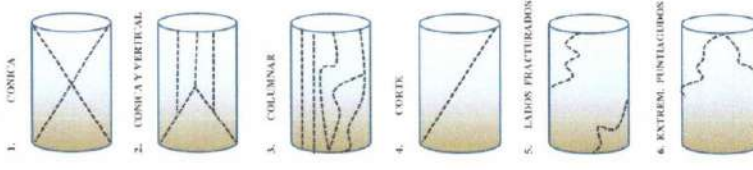
Prob. Nro	Descripción	Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad (días)	Peso (g)	d <sub>prom</sub> (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg.)	F <sub>c</sub> Obtenido (Kg./cm <sup>2</sup> )	F <sub>c</sub> Promed. (Kg./cm <sup>2</sup> )	% prom F <sub>c</sub>	Tipo falla
004 - A	DISEÑO PATRÓN CON 5% DE CENIZA	210	06-ago-22	13-ago-22	7	12,139	14.98	178.2	257.0	26,220	148.77	148.8	70.8%	3
004 - B						12,040	15.02	177.2	265.0	27,010	152.40			5
004 - C						12,098	15.01	178.9	252.0	25,600	145.20			5



f'c Promedio (kg/cm<sup>2</sup>) 07 días



Prob. Nro	Tipo de Falla
004 - A	3
004 - B	5
004 - C	5
004 - D	-
004 - E	-
004 - F	-
004 - G	-
004 - H	-
004 - I	-



**OBSERVACIONES:**

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEMAT S.R.L.  
*John Percy Parahua Tintayá*  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.  
*Dhcinis Jara Vilca*  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP N° 210862

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.





**INFORME DE ENSAYO**  
**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO**  
**MTC E 704:2016**

Código : F-001  
 Versión : 3.0  
 Aprobado : ene-21

**DATOS GENERALES**

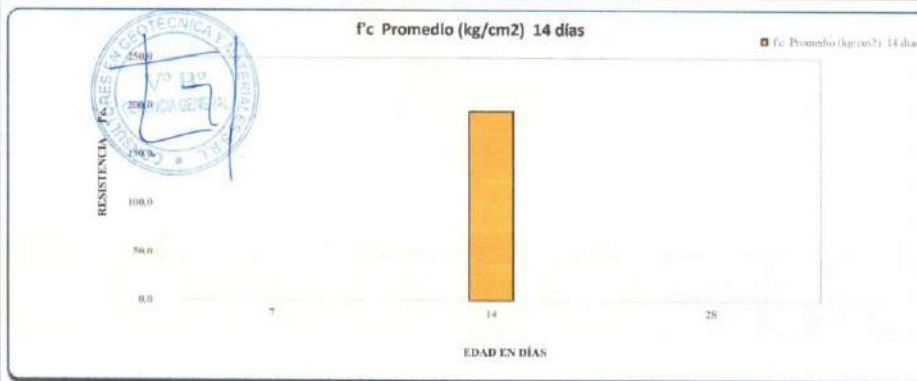
**PROYECTO:** EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C=210 kg/cm<sup>2</sup>. ADICIONANDO CENIZAS DE TOTORA. PUNO-2022 **CÓDIGO CLIENTE:** C-0208-22  
**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** E-0005-22  
**SOLICITANTE:** CHALLA APAZA, FLORENTINO Y CALLATA VILCA ISAAC ARNALDO **FECHA DE ROTURA:** 20-ago-22

**DATOS DE LA MUESTRA**

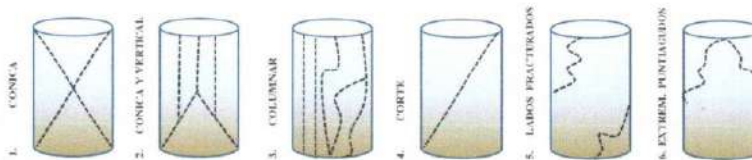
**MATERIAL:** CONCRETO

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO**

Prob. Nro.	Descripción	Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad días	Peso (g)	d.prom (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Fc Obtenido (Kg/cm <sup>2</sup> )	Fc Promed. (Kg/cm <sup>2</sup> )	% prom Fc	Tipo falla
005 - D	DISEÑO PATRÓN CON 5% DE CENIZA	210	06-ago-22	20-ago-22	14	12,070	15,03	177,4	333,0	33,950	191,40	195,0	92,8%	3
005 - E						12,095	15,01	176,9	345,0	35,140	198,60			3
005 - F						12,124	15,00	176,7	338,0	34,440	194,90			5



Prob. Nro.	Tipo de Falla
005 - A	0
005 - B	0
005 - C	0
005 - D	3
005 - E	3
005 - F	5
005 - G	-
005 - H	-
005 - I	-



**OBSERVACIONES:**

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

**CONGEOMAT S.R.L.**  
 John Terry Pizarro Tintay  
 TEC. EN SOLOS Y PAVIMENTOS

**CONGEOMAT S.R.L.**  
 Dhevis Yara Vilca  
 ING. DE SOLOS Y PAVIMENTOS  
 C.P. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
 Telf.: (051) 405295  
 Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

**CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.**  
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
**RUC:20606413263**





**INFORME DE ENSAYO**  
**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO**  
**MTC E 704:2016**

Código : F - 001  
 Versión : 3.0  
 Aprobado : ene-21

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=210 kg/cm<sup>2</sup>, ADICIONANDO CENIZAS DE TOTORA. PUNO-2022

**CÓDIGO CLIENTE:** C - 0208-22

**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO

**REGISTRO:** E-0006-22

**SOLICITANTE:** CHALLA APAZA, FLORENTINO Y CALLATA VILCA ISAAC ARNALDO

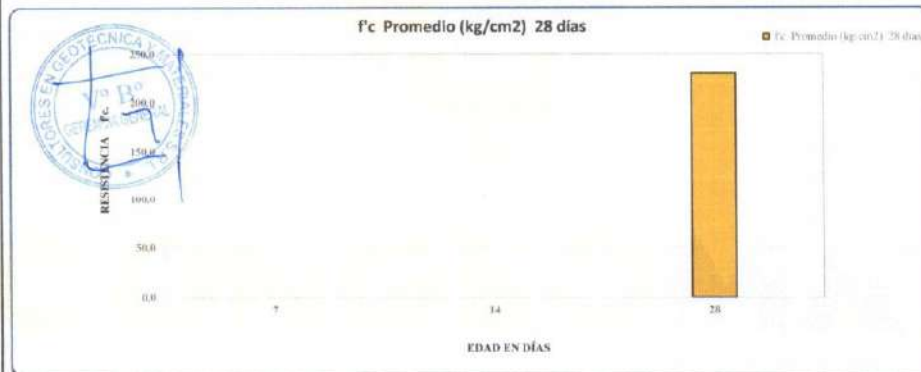
**FECHA DE ROTURA:** 03-sep-22

**DATOS DE LA MUESTRA**

**MATERIAL:** CONCRETO

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO**

Prob. Nro	Descripción	Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad días	Peso (g)	d prom (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máx. (KN.)	Carga Máx. (Kg.)	f'c Obtenido (Kg/cm <sup>2</sup> )	f'c Promed. (Kg/cm <sup>2</sup> )	% prom f'c	Tipo falla
006 - G	DISEÑO PATRÓN CON 5% DE CENIZA	210	06-ago-22	03-sep-22	28	12.228	14.85	173.2	390.0	40.400	233.3	230.2	109.6%	5
006 - H						12.101	14.95	175.5	380.0	39.750	226.5			5
006 - I						12.074	15.03	177.4	402.0	40.050	230.8			5



Prob. Nro	Tipo de Falla
006 - A	0
006 - B	0
006 - C	0
006 - D	0
006 - E	0
006 - F	0
006 - G	5
006 - H	5
006 - I	5

**OBSERVACIONES:**

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
  
 John Heray Puricshua Tintaya  
 TEL. DE SUAVES Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
  
 Dircis Yura Vilca  
 ING. DE SUAVES Y PAVIMENTOS  
 CIP N° 210652

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

✉ congeomat@gmail.com  
 Telf.: (051) 405295  
 Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

📍 **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.**  
 Juliaca, Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
 RUC:20606413263







**INFORME DE ENSAYO**  
**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO**  
**MTC E 704:2016**

Código : F - 001  
 Versión : 3.0  
 Aprobado : one-21

**DATOS GENERALES**

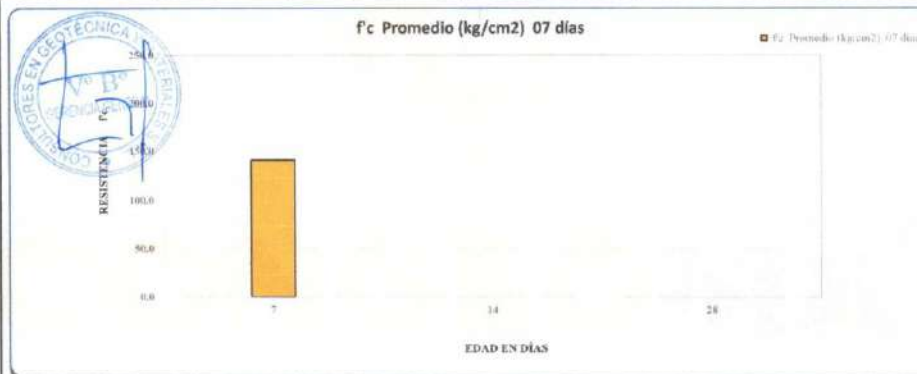
**PROYECTO:** EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=210 kg/cm<sup>2</sup>, ADICIONANDO CENIZAS DE TOTORA, PUNO-2022 **CÓDIGO CLIENTE:** C - 0208- 22  
**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** E-0007-22  
**SOLICITANTE:** CHALLA APAZA, FLORENTINO Y CALLATA VILCA ISAAC ARNALDO **FECHA DE ROTURA:** 13-ago-22

**DATOS DE LA MUESTRA**

**MATERIAL:** CONCRETO

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO**

Prob. Nro	Descripción	Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha Mideo	Fecha Rotura	Edad días	Peso (g)	d prom (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máx. (KN)	Carga Max. (Kg.)	f'c Obtenido (Kg./cm <sup>2</sup> )	f'c Promed. (Kg/cm <sup>2</sup> )	% prom f'c	Tipo falla
007 - A	DISEÑO PATRÓN CON 10% DE CENIZA	210	06-ago-22	13-ago-22	7	12,090	15,00	176,7	211,0	21,470	121,50	140,9	87,1%	6
007 - B						12,050	14,98	176,2	277,0	28,250	160,29			4
007 - C						12,002	15,02	177,2	245,0	24,980	140,98			5



Prob. Nro	Tipo de Falla
007 - A	5
007 - B	4
007 - C	5
007 - D	-
007 - E	-
007 - F	-
007 - G	-
007 - H	-
007 - I	-

**OBSERVACIONES:**

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
 John Percy Barrios Tintavá  
 TEL. CONSULTAS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
 Dávalos Yuray Vilca  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIF N° 210852

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
 Telf.: (051) 405295  
 Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
 RUC:20606413263





**INFORME DE ENSAYO**  
**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL**  
**CONCRETO**  
**MTC E 704:2016**

Código : F - 001  
 Versión : 3.0  
 Aprobado : ene-21

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=210 kg/cm<sup>2</sup>, ADICIONANDO CENIZAS DE TOTORA, PUNO-2022

**CÓDIGO CLIENTE:** C - 0208- 22

**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO

**REGISTRO:** E-0008-22

**SOLICITANTE:** CHALLA APAZA, FLORENTINO Y CALLATA VILCA ISAAC ARNALDO

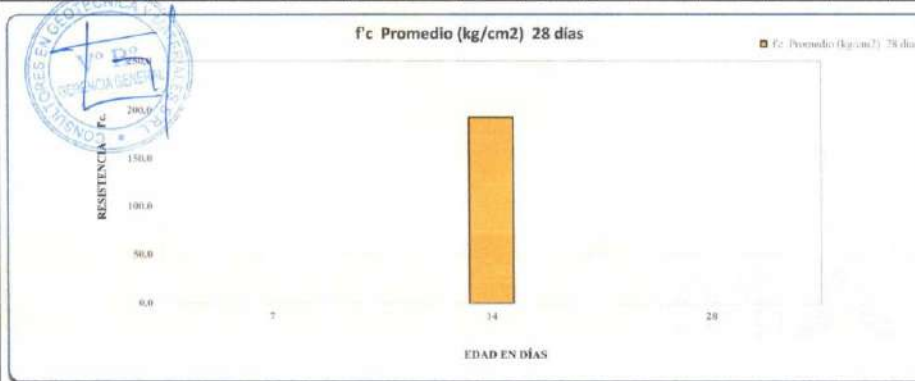
**FECHA DE ROTURA:** 20-ago-22

**DATOS DE LA MUESTRA**

**MATERIAL:** CONCRETO

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO**

Prob. Nro	Descripción	Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad días	Peso (g)	d.prom (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg.)	f'c. Otenido (Kg./cm <sup>2</sup> )	f'c. Promed. (Kg/cm <sup>2</sup> )	% prom f'c	Tipo falla
008 - D	DISEÑO PATRÓN CON 10% DE CENIZA	210	06-ago-22	20-ago-22	14	12,077	14.09	176.5	324.0	33,020	167.10	192.6	91.7%	5
008 - E						12,103	15.03	177.4	342.0	34,800	196.14			5
008 - F						12,115	15.01	177.0	338.0	34,420	194.52			3



Prob. Nro	Tipo de Falla
008 - A	-
008 - B	-
008 - C	-
008 - D	5
008 - E	5
008 - F	3
008 - G	-
008 - H	-
008 - I	-

**OBSERVACIONES:**

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
 John Percy Patichua Tintaya  
 TECN. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
 Dhevis Yuripara Vilca  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP N° 210682

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
 Telf.: (051) 405295  
 Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
 RUC:20606413263



**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=210 kg/cm<sup>2</sup>, ADICIONANDO CENIZAS DE TOTORA, PUNO-2022  
**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO  
**SOLICITANTE:** CHALLA APAZA, FLORENTINO Y CALLATA VILCA ISAAC ARNALDO

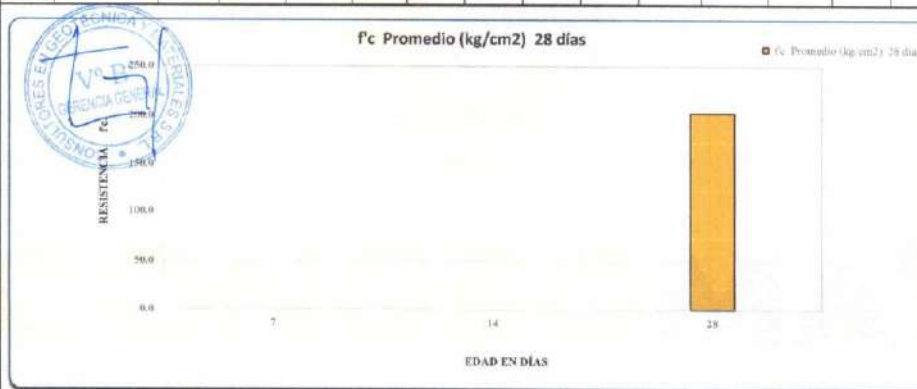
**CÓDIGO CLIENTE:** C - 0208-22  
**REGISTRO:** E-0009-22  
**FECHA DE ROTURA:** 03-sep-22

**DATOS DE LA MUESTRA**

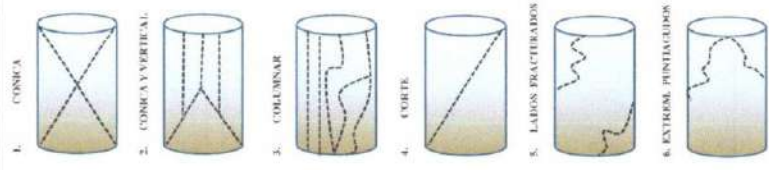
**MATERIAL:** CONCRETO

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO**

Prob. Nro	Descripción	Diámetro (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad días	Peso (g)	d <sub>prom</sub> (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg.)	f <sub>c</sub> Obtenido (Kg./cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> Promed. (Kg/cm <sup>2</sup> )	% prom f <sub>c</sub>	Tipo falla
009 - G	DISEÑO PATRÓN CON 10% DE CENIZA	210	06-ago-22	03-sep-22	28	12,092	14.99	178.5	344.0	35,070	198.7	202.5	96.9%	5
009 - H						12,119	15.00	178.7	358.0	36,510	206.8			3
009 - I						12,108	15.00	178.1	354.0	36,040	202.3			3



Prob. Nro	Tipo de Falla
009 - A	-
009 - B	-
009 - C	-
009 - D	-
009 - E	-
009 - F	-
009 - G	5
009 - H	3
009 - I	3



**OBSERVACIONES:**

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
Juan Carlos Escalante Tintayá  
TEL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
Diana Angara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
GIP N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Tel.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Julica: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263





**INFORME DE ENSAYO**  
**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL**  
**CONCRETO**  
 MTC E 704:2016

Código : F-001  
 Versión : 3.0  
 Aprobado : ene-21

**DATOS GENERALES**

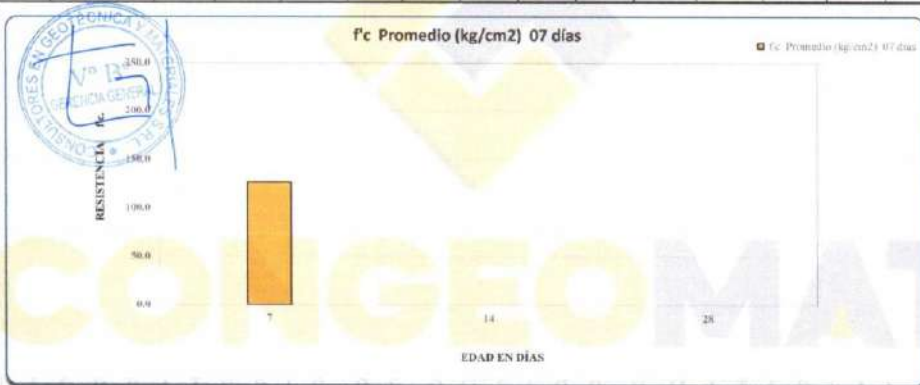
**PROYECTO:** EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C=210 kg/cm<sup>2</sup>. ADICIONANDO CENIZAS DE TOTORA, PUNO-2022 **CÓDIGO CLIENTE:** C-0208-22  
**UBICACIÓN:** SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** E-0010-22  
**SOLICITANTE:** CHALLA APAZA, FLORENTINO Y CALLATA VILCA ISAAC ARNALDO **FECHA DE ROTURA:** 13-ago-22

**DATOS DE LA MUESTRA**

**MATERIAL:** CONCRETO

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO**

Prob. Nro	Descripción	Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad días	Peso (g)	d <sub>prom</sub> (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kg)	F <sub>c</sub> Obtenido (Kg/cm <sup>2</sup> )	F <sub>c</sub> Promed. (Kg/cm <sup>2</sup> )	% prom F <sub>c</sub>	Tipo falla
010 - A	DISEÑO PATRÓN CON 15% DE CENIZA	310	06-ago-22	13-ago-22	7	11,792	15.03	177.4	222.0	22,630	127.55	126.4	80.2%	5
010 - B						11,889	15.04	177.7	210.0	22,270	126.35			5
010 - C						11,894	15.02	177.2	220.0	22,400	126.42			3



Prob. Nro	Tipo de Falla
010 - A	5
010 - B	5
010 - C	3
010 - D	-
010 - E	-
010 - F	-
010 - G	-
010 - H	-
010 - I	-

**OBSERVACIONES:**

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
 John Ferys Paracalma Tintaya  
 TEL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
 Director Wilca  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP N° 210062

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
 Telf.: (051) 405295  
 Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

**CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.**  
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
**RUC:20608413263**





**INFORME DE ENSAYO**  
**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL**  
**CONCRETO**  
**MTC E 704:2016**

Código : F - 001  
 Versión : 3.0  
 Aprobado : ene-21

**DATOS GENERALES**

PROYECTO: EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=210 kg/cm<sup>2</sup>, ADICIONANDO CENIZAS DE TOTORA, PUNO-2022

CÓDIGO CLIENTE: C - 0208-22

REGISTRO: E-0011-22

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

FECHA DE ROTURA: 20-ago-22

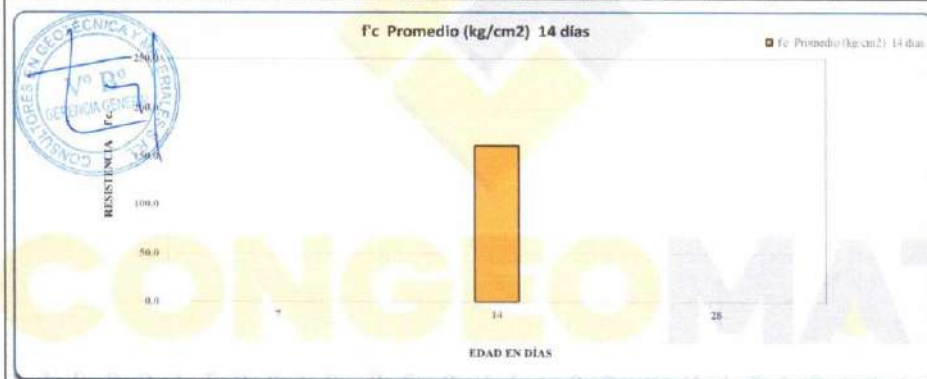
SOLICITANTE: CHALLA APAZA, FLORENTINO Y CALLATA VILCA ISAAC ARNALDO

**DATOS DE LA MUESTRA**

MATERIAL: CONCRETO

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO**

Prob. Nro	Descripción	Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha Muestreo	Fecha Rotura	Edad días	Peso (g)	diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg.)	F <sub>c</sub> Obtenido (Kg./cm <sup>2</sup> )	F <sub>c</sub> Promed. (Kg/cm <sup>2</sup> )	% prom F <sub>c</sub>	Tipo falla
011 - D	DISEÑO PATRÓN CON 15% DE CENIZA	210	06-ago-22	20-ago-22	14	11,965	15.04	177.7	288.0	29,360	165.20	161.5	76.9%	3
11,823						15.01	177.0	279.0	28,400	160.50	3			
11,899						15.03	177.4	278.0	28,160	158.72	5			



Prob. Nro	Tipo de Falla
011 - A	--
011 - B	--
011 - C	--
011 - D	3
011 - E	3
011 - F	5
011 - G	--
011 - H	--
011 - I	--

**OBSERVACIONES:**

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
 Juan Pérez Purocalma Tintaya  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
 Dncivis Yuri Jara Vilca  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 C.I.P. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
 Telf.: (051) 405295  
 Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salda Huancané  
**RUC:20606413263**



**DATOS GENERALES**

PROYECTO: EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C=210 kg/cm<sup>2</sup>. ADICIONANDO CENIZAS DE TOTORA, PUNO-2022  
CÓDIGO CLIENTE: C - 0208- 22  
REGISTRO: E-0012-22  
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO  
FECHA DE ROTURA: 03-sep-22  
SOLICITANTE: CHALLA APAZA, FLORENTINO Y CALLATA VILCA ISAAC ARNALDO

**DATOS DE LA MUESTRA**

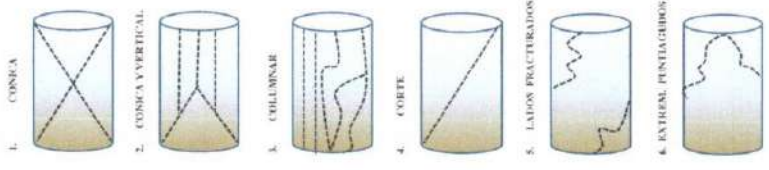
MATERIAL: CONCRETO

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO**

Prob. Nro	Descripción	Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha Muestreo	Fecha Rotura	Edad días	Peso (g)	díprom (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg.)	f'c. Obtenido (Kg./cm <sup>2</sup> )	f'c. Promod. (Kg/cm <sup>2</sup> )	% prom f'c	Tipo falla
012 - G	DISEÑO PATRÓN CON 15% DE CENIZA	210	06-ago-22	03-sep-22	28	11,821	15.10	179.1	325.0	33,110	184.9	186.2	86.7%	5
11,729						15.05	177.9	319.0	32,510	182.9	3			
11,803						15.06	178.1	334.0	34,020	191.0	5			



Prob. Nro	Tipo de Falla
012 - A	-
012 - B	-
012 - C	-
012 - D	-
012 - E	-
012 - F	-
012 - G	5
012 - H	3
012 - I	5



**OBSERVACIONES:**

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEMAT S.R.L.  
John Percy Parichas Tintayá  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.  
Dhiana Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Julluca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC: 20606413283





**EVALUACIÓN TÉCNICA –  
ECONÓMICA DE LA  
RESISTENCIA A LA  
COMPRESIÓN DEL  
CONCRETO  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>,  
ADICIONANDO CENIZAS  
DE TOTORA, PUNO-2022**

# **CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**PUNO – PERÚ  
2022**



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 0746-0046-2021

**Arsou Group**

Laboratorio de Metrología

**Fecha de emisión** 2021/11/13

**Solicitante** **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES  
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD  
LIMITADA**

**Dirección** JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN  
ROMAN - JULIACA

**Instrumento de medición** **BALANZA**

Identificación 0746-046-2021

Intervalo de indicación 30000 g

División de escala 1 g  
Resolución

División de verificación 1 g  
(e)

Tipo de indicación Digital

Marca / Fabricante OHAUS

Modelo R21PE30

N° de serie 8340110203

Procedencia USA

**Lugar de calibración** LABORATORIO DE CONSULTORES EN GEOTECNIA Y  
MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE  
RESPONSABILIDAD LIMITADA

**Fecha de calibración** 2021/11/13

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

**Método/Procedimiento de calibración**

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SINM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrología Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP-003-2009)



**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. Vía Las Flores de San Diego MZ C Lote 01 San Martín de Porres, Lima, Perú.  
Telf: +51 301 1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cor: +51 925 151 483  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

**ARSOU GROUP S.A.C.**  
**Ing. Hugo Luis Arevalo Carmona**  
**METROLOGÍA**





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 0746-0046-2021

Página 2 de 3

**Arsou Group**

Laboratorio de Metrología

**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	0575-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1g a 1kg	0576-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa Patrón	0688-LM-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa Patrón	0689-LM-2021

**Condiciones ambientales durante la calibración**

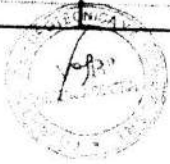
Temperatura Ambiental	Inicial: 21,5 °C	Final: 21,9 °C
Humedad Relativa	Inicial: 68 %hr	Final: 69 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

**Resultados**

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Carga L1= 15000 g			Carga L1= 30000 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	15000.0	0.07	0.12	30000	0.05	-0.1
2	15000.0	0.07	0.15	30000	0.04	-0.12
3	15000.0	0.08	0.12	30000	0.05	-0.13
4	15000.0	0.06	-0.11	30000	0.04	0.1
5	15000.0	0.07	0.12	30000	0.03	-0.11
6	15000.0	0.07	0.15	30000	0.05	-0.12
7	15000.0	0.06	-0.11	30000	0.04	-0.13
8	15000.0	0.07	-0.12	30000	0.05	-0.1
9	15000.0	0.09	-0.1	30000	0.04	0.11
10	15000.0	0.08	-0.1	30000	0.05	-0.12
Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)			Error Máximo Permitido (g)		
15000	0			1		
30000	0			5		

CONGREGACIÓN



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Vía Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú.  
Telf: +51 301 1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cor: +51 925 351 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGIA



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 0746-0046-2021

Página 3 de 3

**Arso Group**

Laboratorio de Metrología

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación de E <sub>0</sub>				
	Carga Min <sup>(1)</sup> (g)	I (kg)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	1	1	0.04	-0.09	500	500	0.07	-0.02	0.07
2		1	0.07	-0.02		500	0.07	0.02	0
3		1	0.05	0		500	0.08	-0.01	0.03
4		1	0.02	0.03		500	0.07	0.08	0.05
5		1	0.07	-0.02		500	0.06	0.19	0.21

<sup>(1)</sup> Valor entre 0 y 10 e

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP <sup>(2)</sup> (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>r</sub> (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>r</sub> (g)	
1	1	0.07	-0.02	0.01	1	0.07	-0.02	0.01	1
5	5	0.06	0.01	0.01	5	0.06	0.01	0.03	1
10	10	0.06	-0.01	0.01	10	0.06	-0.07	-0.05	1
50	50	0.05	0	0	50	0.02	-0.07	-0.05	1
100	100	0.04	0	0	100	0.06	-0.01	0.01	1
500	500	0.07	0.01	0.01	500	0.06	-0.01	0.01	1
1000	1000	0.06	-0.02	0.02	1000	0.05	0	0.02	1
5000	4998	0.07	-0.05	0.03	4998	0.06	0.1	-0.09	1
10000	9998	0.04	0.01	0.01	9998	0.06	-0.21	-0.09	5
15000	14997	0.05	0.09	0.03	14997	0.07	0.12	0.02	5
30000	30000	0.09	0.1	0.09	30000	0.09	0.21	-0.21	5

**Legenda**

I: Indicación de la balanza  
E<sub>0</sub>: Error en cero

ΔL: Carga Incrementada  
E<sub>r</sub>: Error en rango

E: Error encontrado  
EMP: Error máximo permitido

**INCERTIDUMBRE ESTADÍSTICA Y LECTURA CORREGIDA**

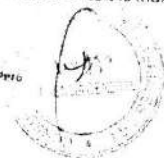
El presente certificado de medición se emite en conformidad con el Reglamento de Metrología de la Ley N° 27122, Ley de Metrología, y el Decreto Supremo N° 001-2001-UR, Ley de Metrología, y el Decreto Supremo N° 001-2001-UR, Ley de Metrología, y el Decreto Supremo N° 001-2001-UR, Ley de Metrología.

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrología Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Aloc: Vía Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Tel: +51 801 1680 / Cel: +51 928 196 793 / Tel: +51 975 151 447  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Ing. Hugo Luis Atavalo Carnica  
METROLOGIA



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 0750-046-2021

**Arso Group**

Laboratorio de Metrología

**Fecha de emisión** 2021/11/13

**Solicitante** **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA**

**Dirección** JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN ROMAN JULIACA

**Instrumento de medición** **BALANZA**

**Identificación** 0750-046-2021

**Intervalo de indicación** 3100 g

**División de escala** 0.01 g

**Resolución**

**División de verificación (e)** 0.01 g

**Tipo de indicación** Digital

**Marca / Fabricante** OHAUS

**Modelo** PAJ3102

**N° de serie** BADI55

**Procedencia** USA

**Lugar de calibración** LABORATORIO DE CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

**Fecha de calibración** 2021/11/13

**Método/Procedimiento de calibración**  
"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INACOP, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrología Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003 2009"

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos en intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a legislaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

COPIA AUTENTICADA



**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz.C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 847  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

**ARSOU GROUP S.A.C**

**Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica**  
**METROLOGÍA**



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 0750-046-2021

**Arso Group**

Laboratorio de Metrología

**Patrones e instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1g a 2kg	0575-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 5 kg	0575-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 10 kg	0688-LM-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 25 kg	0689-LM-2021

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,5 °C	Final: 21,9 °C
Humedad Relativa	Inicial: 68 %hr	Final: 69 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

**Resultados**

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Carga L1= 500 g			Carga L1= 1000 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	500.0	0.001	-0.001	1000	0.005	-0.002
2	500.0	0.002	-0.004	1000	0.004	0.004
3	500.0	0.004	-0.005	1000	0.006	0.004
4	500.0	0.003	0.007	1000	0.003	0.009
5	500.0	0.003	-0.009	1000	0.005	0.012
6	500.0	0.004	-0.007	1000	0.007	0.014
7	500.0	0.004	-0.007	1000	0.003	-0.01
8	500.0	0.007	-0.008	1000	0.005	-0.009
9	500.0	0.006	-0.004	1000	0.004	0.007
10	500.0	0.005	-0.003	1000	0.004	-0.008
Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)			Error Máximo Permitido (g)		
500	0			0.05		
1000	0			0.3		

CONGRUO



ARSOU GROUP S.A.C.  
 Avda. Vía Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Fax: +51 915 151 417  
 ventas@arsougroup.com  
 www.arsougroup.com

**ARSOU GROUP**  
 Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
 METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 0750-046-2021

Página 3 de 3

**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación de E <sub>0</sub>				
	Carga Min <sup>(1)</sup> (g)	I (kg)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	1	1	0.004	-0.001	100	100	0.006	0.001	0.001
2		1	0.006	-0.004		100	0.003	0.001	0.004
3		1	0.005	0.004		100	0.004	0.002	0.005
4		1	0.007	0.001		100	0.001	0.004	0.003
5		1	0.009	-0.002		100	0.004	0.004	0.002

<sup>(1)</sup> Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP <sup>(2)</sup> (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
5.00	5.00	0.004	-0.001						0.1
10.00	10.00	0.006	0.004	0.004	10.00	0.006	0.001	0.004	0.1
50.00	50.00	0.002	-0.005	0.003	50.00	0.005	0.004	-0.003	0.1
100.00	100.00	0.002	0.004	0.005	100.00	0.009	-0.003	-0.003	0.1
500.00	500.00	0.009	0.004	0.008	500.00	0.005	0.005	0.001	0.1
800.00	800.00	0.004	0.008	0.002	800.00	0.004	0.004	0.003	0.1
1000.00	1000.00	0.005	0.008	0.003	1000.00	0.007	0.004	0.004	0.1
1500.00	1500.00	0.004	0.004	0.005	1500.00	0.005	0.003	-0.002	0.1
3000.00	3000.00	0.009	0.004	0.004	3000.00	0.003	0.008	0.001	0.5
3100.00	3100.00	0.015	0.008	0.001	3100.00	0.014	0.014	0.01	0.5

Leyenda

I: Indicación de la balanza  
E<sub>0</sub>: Error en cero

ΔL: Carga incrementada  
E<sub>c</sub>: Error corregido

E: Error encontrado  
EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de mediciones:  $U = 2 \cdot \sqrt{0.00002^2 + 0.00001^2} = 0.00003$  g

Lectura Corregida:  $L_c = L - E_c$

R: Indicación de lectura de la balanza

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrología Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSO GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mr C lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-3680 / Cel: +51 928 216 791 / Tel: +51 925 251 437  
ventas@arsogroup.com  
www.arsogroup.com

ARSO GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Carasco  
METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 0751-046-2021

Página 1 de 5

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**Fecha de emisión:** 2021/11/13  
**Solicitante:** CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA  
**Dirección:** JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO SAN ROMAN JULIACA  
**Instrumento de medición:** HORNO DE LABORATORIO  
**Identificación:** 0751-046-2021  
**Marca:** ARSOU  
**Modelo:** HR701  
**Serie:** 1201  
**Cámara:** 80 Litros  
**Ventilación:** NATURAL  
**Pirómetro:** DIGITAL  
**Procedencia:** PERU  
**Ubicación:** LABORATORIO DE CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA  
**Fecha de calibración:** 2021/11/13

**Método/Procedimiento de calibración:**  
SNM - PC-018 2da Ed. 2009 - Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático INACAL  
- ASTM D 2216, MTC E 108 - Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a Patrones Nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde tener en su momento recalibrar los instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

CONGREGOMAT



**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 0751-046-2021

Página 2 de 5

**Arsou Group**

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	TERMOMETRO CON SENSORES MARCA: LUTRON	0015-11-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20.1 °C	Final: 20.5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

**TEMPERATURA**

Tiempo (Min:m)	Parámetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA °C										T° Prom. °C	T° MAX °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110	110.4	110.3	110.1	110.5	111.0	110.8	110.2	110.0	110.5	110.5	110.4	1.0
00:02	110	110.4	110.5	110.9	110.1	110.5	110.7	110.8	111.0	110.3	110.9	110.6	0.9
00:04	110	110.1	110.1	110.1	111.0	110.0	110.4	110.6	110.0	110.9	110.1	110.3	1.0
00:06	110	110.2	110.5	110.3	110.7	110.9	110.1	110.8	110.5	110.4	111.2	110.5	0.9
00:08	110	110.3	110.4	110.5	110.9	110.3	110.2	110.6	110.9	110.4	110.8	110.8	0.7
00:10	110	110.9	110.1	110.9	110.7	110.8	110.5	110.9	110.7	110.5	110.0	110.9	0.9
00:12	110	110.9	110.1	110.4	110.5	110.1	110.7	110.7	110.9	110.7	110.1	110.5	0.8
00:14	110	110.2	110.1	110.4	110.1	110.7	110.8	110.4	110.9	110.1	110.8	110.5	0.8
00:16	110	110.2	110.9	110.4	110.6	110.6	110.9	110.3	110.5	110.4	110.7	110.5	0.7
00:18	110	110.2	110.4	110.1	110.3	110.4	110.0	110.7	110.2	110.2	110.0	110.3	0.9
00:20	110	110.8	110.6	110.2	110.1	110.4	110.6	110.4	110.5	110.5	110.2	110.4	0.7
00:22	110	110.8	110.1	110.9	110.4	110.2	111.0	110.4	110.9	110.7	110.5	110.6	0.8
00:24	110	110.3	110.1	110.2	110.6	110.6	110.7	110.5	110.8	110.2	110.2	110.5	0.7
00:26	110	110.8	110.0	110.0	110.1	110.1	110.0	110.1	110.4	110.6	110.5	110.1	0.8
00:28	110	110.9	110.6	110.5	110.0	110.8	110.3	110.4	110.2	110.0	110.8	110.4	0.9
00:30	110	110.5	110.4	110.0	110.8	110.1	110.1	110.2	110.2	110.5	110.4	110.4	0.9
00:32	110	111.0	111.0	110.0	111.0	110.6	110.3	110.3	111.0	110.2	110.7	110.6	1.0
00:34	110	110.5	110.3	110.4	110.9	110.0	110.1	110.6	110.8	111.0	110.3	110.5	1.0
00:36	110	110.9	110.6	110.2	110.4	110.4	110.3	110.4	110.1	110.1	110.3	110.4	0.8
00:38	110	110.7	111.0	110.6	110.7	110.8	110.2	110.3	110.3	110.3	110.3	110.3	0.5
00:40	110	110.2	110.5	110.1	110.0	110.1	110.6	110.3	110.3	110.3	110.3	110.3	0.5
00:42	110	110.2	110.9	110.5	110.6	110.5	110.8	110.5	110.0	110.3	110.3	110.5	0.9
00:44	110	110.6	110.1	110.5	110.4	111.0	110.5	110.3	110.8	110.7	111.0	110.5	0.9
00:46	110	110.9	110.8	110.6	110.5	110.7	110.7	110.1	110.8	110.5	110.7	110.7	0.9
00:48	110	111.0	110.7	110.9	110.8	111.0	110.3	110.5	110.5	110.3	110.7	110.6	0.8
00:50	110	110.7	110.3	110.5	111.6	110.0	110.2	110.1	110.7	110.1	110.4	110.4	1.0
T. PROM	110	110.5	110.4	110.4	110.5	110.5	110.4	110.5	110.4	110.5	110.5	110.5	
T. MAX	110	111.0	111.0	110.9	111.0	111.0	111.0	110.9	111.0	111.0	111.0	111.0	
T. MIN	110	110.1	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	

Nomenclatura:

- T: P Promedio de indicaciones corregidas de los temporales para un instante de tiempo
- Im: Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T: P Promedio de indicaciones corregidas para cada termocupla durante el tiempo total
- T: S La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total
- T: S La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total

**ARSOU GROUP S.A.C.**

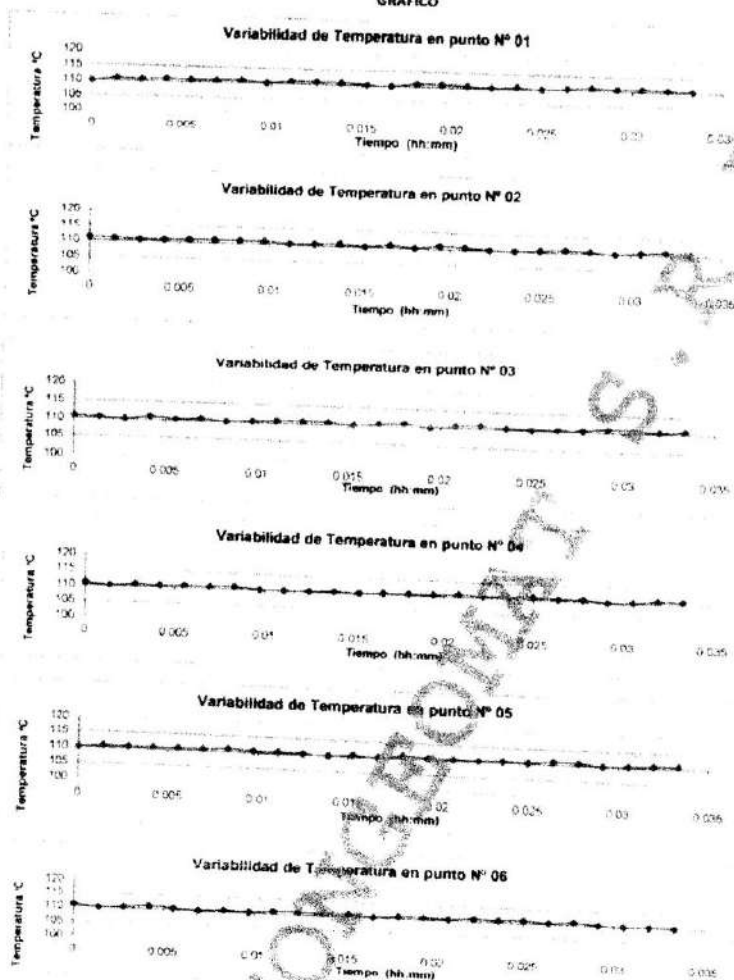
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
 Telf: +51 496-8887 / +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
 ventas@arsougroup.com  
 www.arsougroup.com



**ARSOU GROUP S.A.C.**  
 Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
 METROLOGÍA

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

GRÁFICO



**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496-8887 / +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrico  
METROLOGÍA

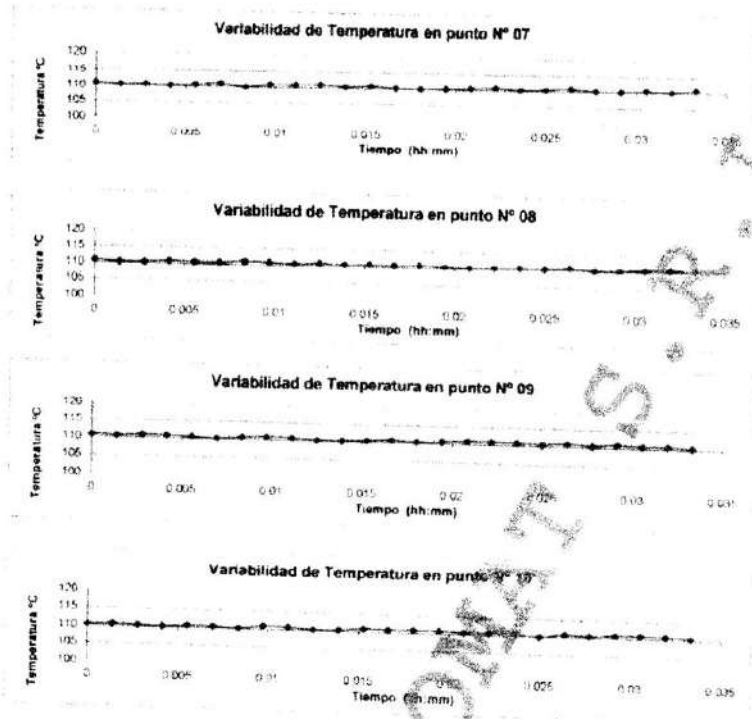




CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 0751-046-2021

Página 4 de 5

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología



DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO



CONCESSIONARI S. P. S. A.

**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lnte 03, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496-8887 / +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**ARSOU GROUP**  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA**



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95% con un factor de cobertura  $k=2$ .
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

CONGEMAT S.R.L



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496-8887 / +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Carmona  
METROLOGÍA



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 0748-046-2021

Página 1 de 3

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**Fecha de emisión** 2021/11/13

**Solicitante** **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA**

**Dirección** JR. 16 DE DICIEMBRE M2 A LOTE 30 PUÑO - SAN ROMAN ILLIACA

**Instrumento de medición** **PRESA HIDRAULICA PARA CONCRETO**

**Identificación** 0748 046 2021

**Marca** ARSOU

**Modelo** PC2V

**Serie** 2073

**Capacidad** 120.000 KGF

**Indicador** HIGHT WEIGHT

**Serie** NO INDICA

**Bomba** MANUAL

**Procedencia** PERÚ

**Lugar de calibración** Laboratorio de CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

**Fecha de calibración** 2021/11/13

**Método/Procedimiento de calibración**

El procedimiento toma como referencia la Norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines". Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asor. Viv. Las Flores de San Diego M2 C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301 1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
**Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica**  
Metrología



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 0748-046-2021

Página 2 de 3

**Arsoú Group**  
Laboratorio de Metrología

**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga de 100 TN	INF-LE N° 175-21

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental	Inicial: 18,3 °C	Final: 18,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 87 %hr	Final: 87 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

**Resultados**

**TABLA N° 01**

**CALIBRACION DE PRENSA HIDRAULICA PARA CONCRETO**

SISTEMA DIGITAL "A" kg	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON ( Kg )				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) kg	SERIE (2) kg	ERROR %	ERROR (2) %			
10000	10000,0	9998	0,00	0,02	9999,0	-0,01	0,01
20000	20039,4	20041,1	0,20	0,20	20040,3	0,20	0,01
30000	30001	29998	0	0,01	29999,5	0,00	0,01
40000	40078	40090	0,2	0,03	40084,0	0,21	0,02
50000	50998	49999	2,00	0	50498,5	1,00	1,40
60000	59998	60015	0,03	0,03	60006,5	0,01	0,02
70000	70045	70010	0,06	0,01	70027,5	0,04	0,04
80000	80045	79999	0,06	0,00	80022,0	0,03	0,04

**NOTAS SOBRE CALIBRACION**

- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  
 $Ep = ((A - B) / B) * 100$        $Rp = (Error (2) / Error (1))$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1,0 %.



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Vía Las Flores de San Diego Mz C Lote 01 - San Martín de Porres, Lima, Perú  
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
 ventas@arsougroup.com  
 www.arsougroup.com

**ARSOU GROUP S.A.C.**

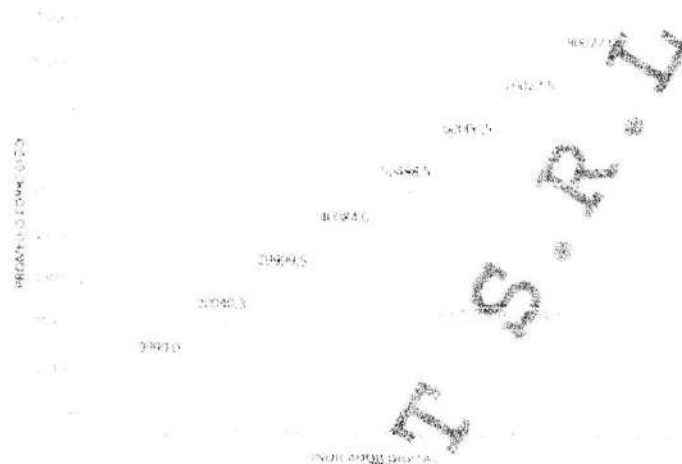
Ing. Hugo Luis Arevalo Cernica  
 METROLOGIA



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde:  $y = 1,0006x + 56,116$

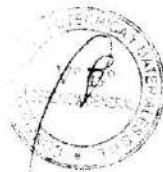
Coeficiente Correlación  $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kg)

Y : fuerza promedio (kg)

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura  $k=2$ .
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adhesiva al instrumento
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Peru  
Telf: +51 301 1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica  
METROLOGIA



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 0749-046-2021

Página 1 de 2

**Arso Group**

Laboratorio de Metrología

**Fecha de emisión** 2021/11/13

**Solicitante** CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES  
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD  
LIMITADA

**Dirección** JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN  
ROMAN - JULIACA

**Instrumento de medición** TERMÓMETRO

**Identificación** 0749-046-2021

**Marca** BOECO

**Modelo** NO INDICA

**Serie** NO INDICA

**Indicador** DIGITAL

**Alcance** -50 °C a 200°C

**Resolución** 0.1 °C

**Sensor** VASTAGO - 12 cm

**Procedencia** CHINA

**Lugar de calibración** LABORATORIO DE CONSULTORES EN GEOTECNIA Y  
MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE  
RESPONSABILIDAD LIMITADA

**Fecha de calibración** 2021/11/13

**Método/Procedimiento de calibración**  
Calibración efectuada según procedimiento PC-017 2da. Ed. 2012,  
"Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales", del Instituto  
Nacional de la Calidad - INACAL

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 0749-046-2021

Página 2 de 2

**Arsoú Group**  
Patrones e Instrumentos auxiliares  
Laboratorio de Metrología

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Termómetro con sonda MARCA: LTIutron	0015-LT-2021

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

**Resultados**

**TEMPERATURA**

	Indicación del Termómetro °C	Temperatura Convencionalmente Verdadera	Corrección °C
N° 01	100.1	100.6	0.5
N° 02	101.3	101.4	0.1
N° 03	101.8	101.9	0.1
N° 04	102.4	102.3	-0.1
N° 05	102.9	102.7	-0.2

Corrección en la Lectura (°C)

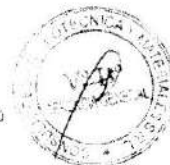
La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación:  
TCV = Indicación del termómetro + corrección

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C. Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf. +51 301 1680 / Cel. +51 928 196 793 / Cel. +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Ing. Hugo Luis Arévalo Cárnic  
METROLOGÍA

## Anexo 4: Panel fotográfico

Foto N° 01



**Descripción:** En la imagen se aprecia la vegetación de totora seca

Foto N° 02



**Descripción:** En la imagen se aprecia la obtención y recolección de totora seca



Foto N° 03



**Descripción:** En la imagen se aprecia la obtención de agregado fino y agregado grueso

Foto N° 04



**Descripción:** En la imagen se aprecia el secado de muestra de agregados

Foto N° 05



**Descripción:** En la imagen se aprecia el ensayo de análisis granulométrico del agregado fino y agregado grueso

Foto N° 06



**Descripción:** En la imagen se aprecia el ensayo para determinar el peso unitario seco y compactado del agregado

Foto N° 07



**Descripción:** En la imagen se aprecia el ensayo de gravedad específica y absorción para el agregado fino

Foto N° 08



**Descripción:** En la imagen se aprecia la dosificación y elaboración de especímenes de concreto

Foto N° 09



**Descripción:** En la imagen se aprecia el desmoldado y curado de especímenes de concreto

Foto N° 10



**Descripción:** En la imagen se aprecia el ensayo a compresión de especímenes de concreto



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, BENAVENTE LEON CHRISTHIAN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Evaluación técnico - económica de la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, adicionando cenizas de totora, puno-2022.", cuyos autores son CALLATA VILCA ISAAC ARNALDO, CHALLA APAZA FLORENTINO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 24.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 17 de Noviembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
BENAVENTE LEON CHRISTHIAN <b>DNI:</b> 72228127 <b>ORCID:</b> 0000-0003-2416-4301	Firmado electrónicamente por: CBLEON el 21-11- 2022 11:36:22

Código documento Trilce: TRI - 0443364