

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Adición de arcilla calcinada al concreto
estructural para mejorar propiedades físicas del
concreto $F'C = 280$ y 350 kg/cm^2 , en la
provincia de Puno - 2021**

Dorly Madeleine Pino Huanca
Felipe Jesús Cáceres Pineda

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Arequipa, 2021

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

ASESOR

Ing. Manuel Ismael Laurencio Luna

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento, primeramente, a Dios, nuestro Padre Celestial, por darnos la vida, guiar día a día nuestro sendero y permitirnos llegar hasta esta etapa de nuestra vida profesional.

Agradecer también a nuestro asesor, Ing. Manuel Ismael Laurencio Luna, quien nos brindó su apoyo incondicional en el proceso de la elaboración de la investigación.

A nuestras familias, amigos ingenieros, docentes y compañeros universitarios por los ánimos y el soporte moral brindado.

Dorly Madeleine Pino Huanca

Felipe Jesús Cáceres Pineda

DEDICATORIA

A mi esposo, Freddy,
por su paciencia, tiempo y apoyo brindados para lograr esta meta.

A mi amado hijo, Josías,
por ser, cada día, mi fortaleza y mi motivo de superación.

A mis padres, Rosa Elena y Samuel,
por apoyarme en todo momento.

Dorly Madeleine Pino Huanca

A Dios,
por brindarme la salud y el conocimiento necesarios para alcanzar cada meta y
objetivo que me he trazado.

A mi mamá y a mi papá,
por inculcarme siempre lo bueno.

A mi esposa y a mis hijos,
por darme su apoyo en cada momento.

Felipe Jesús Cáceres Pineda

ÍNDICE

1. CAPÍTULO I GENERALIDADES.....	1
1.1. Planteamiento y Formulación del Problema.....	1
1.1.1. Planteamiento del Problema.....	1
1.1.2. Formulación del Problema.....	2
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo General.....	2
1.2.2. Objetivos Especificos.....	2
1.3. Justificación e Importancia	3
1.3.1. Justificación Teórica	3
1.3.2. Justificación Metodológica.....	3
1.3.3. Justificación Práctica	3
1.4. Hipótesis y Descripción de Variables.....	4
1.4.1. Hipótesis.....	4
1.4.2. Descripción de Variables	4
2. CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Antecedentes del Problema	7
2.1.1. Antecedentes Internacionales	7
2.1.2. Antecedentes Nacionales	9
2.2. Bases teóricas.....	10
2.2.1. Concreto	11
2.2.2. Concreto Estructural.....	11

2.2.3.	Propiedades del Concreto	11
2.2.4.	Diseño de Mezclas	12
2.2.5.	Materiales Usados en el Diseño de Mezclas	13
2.2.6.	Arcilla.....	26
2.2.7.	Clasificación de Arcilla.....	26
2.2.8.	Propiedades de las Arcillas Calcinadas.....	28
2.2.9.	Extracción de la Arcilla	29
2.2.10.	Costo de la Arcilla Calcinada	39
2.2.11.	Dosificación de Concretos $F'c=280$ y $F'c=350$ kg/cm ²	40
2.2.12.	Diseño por el Método Comité ACI 211 paso a paso para concretos $F'c=280$ y $F'c=350$ kg/cm ²	41
2.2.13.	Método de Ensayo para la Medición del Asentamiento del Concreto de Cemento Portland	60
2.2.14.	Método de Ensayo Normalizado para la Determinación de la Resistencia a la Compresión del Concreto en Muestras Cilíndricas.....	69
2.3.	Definición de términos Básicos	80
3.	CAPÍTULO III METODOLOGÍA.....	81
3.1.	Método y Alcance de la Investigación	81
3.1.1.	Método.....	81
3.1.2.	Tipo de Investigación.....	81
3.1.3.	Alcance de la Investigación	82
3.2.	Diseño de la Investigación	82
3.3.	Población y muestra.....	82

3.3.1. Población.....	82
3.3.2. Muestra.....	83
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	85
3.4.1. Técnicas	85
3.4.2. Instrumentos de recolección de datos	85
4. CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	86
4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información (tablas y figuras)	86
4.1.1. Diseño para un concreto de 280kg/cm ² con adición de arcilla calcinada.	86
4.1.2. Diseño para un concreto de 350kg/cm ² con adición de arcilla calcinada..	91
4.1.3. Asentamiento del Concreto	96
4.2. Discusión de Resultados.....	100
4.2.1. Resultados de la resistencia a la compresión de $f'c = 280$ y $f'c = 350$ kg/cm ² a los 7,14 y 28 días	100
5. CONCLUSIONES	106
6. RECOMENDACIONES	108
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	109
8. ANEXOS	114
ANEXO 1.....	115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables.....	5
Tabla 2 Ubicación de Cantera de Agregado Fino	14
Tabla 3 Clasificación de los Silicatos propuesto por Mackenzie	27
Tabla 4 Distribución de productores de ladrillo en la ciudad de Puno	40
Tabla 5 Elección de Resistencia de la compresión promedio.....	42
Tabla 6 Asentamientos recomendados para varios tipos de consistencia	43
Tabla 7 Determinación del Contenido de Agua.....	44
Tabla 8 Relación Agua – Cemento por Resistencia a compresión del concreto	46
Tabla 9 Volumen de Agregado Grueso por Unidad de Volumen de Concreto.....	47
Tabla 10 Cuadro Resumen de Materiales $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	49
Tabla 11 Tabla final de materiales para un concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	50
Tabla 12 Elección de Resistencia de la Compresión Promedio	51
Tabla 13 Asentamientos recomendados para varios tipos de consistencia	52
Tabla 14 Determinación del contenido del Agua.....	53
Tabla 15 Relación agua – Cemento por Resistencia a compresión del concreto	55
Tabla 16 Volumen de Agregado Grueso por Unidad de Volumen de Concreto	56
Tabla 17 Cuadro Resumen de Materiales $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$	58
Tabla 18 Tabla final de materiales para un concreto $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$	59
Tabla 19 Resultado de la resistencia a la compresión de concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 7 días.....	86

Tabla 20 Resultado de resistencia a la compresión de concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 14 días.....	88
Tabla 21 Resultado de resistencia a la compresión de concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 28 días.....	89
Tabla 22 Resultado de resistencia a la compresión de concreto $f'c=350\text{kg/cm}^2$ a los 7 días.....	91
Tabla 23 Resultado de resistencia a la compresión de concreto $f'c=350\text{kg/cm}^2$ a los 14 días.....	93
Tabla 24 Resultado de resistencia a la compresión de concreto $f'c=350\text{kg/cm}^2$ a los 28 días.....	94
Tabla 25 Consistencias obtenidas para concretos $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de arcilla calcinada.....	96
Tabla 26 Consistencias obtenidas para concretos $f'c=350\text{kg/cm}^2$ con adición de arcilla calcinada.....	98
Tabla 27 Cuadro comparativo de resultados obtenidos con respecto al presente estudio	104
Tabla 28 Diferencia del costo por m^3 para un Concreto $f'c =280 \text{ kg/cm}^2$	115
Tabla 29 Diferencia del costo por m^3 para un Concreto $f'c =350 \text{ kg/cm}^2$	115
Tabla 30 Registros de temperaturas de la calcinación de la Arcilla en el horno artesanal con el equipo Palm Size Digital Multimeters PR-301 Series	137

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de Cantera Cutimbo (B) - Ciudad de Puno (A).....	14
Figura 2. Extracción y muestreo de agregado fino – Cantera Cutimbo	16
Figura 3. Vista panorámica cantera Cutimbo – Carretera Puno Moquegua Km 23+000	16
Figura 4. Muestra de agregado fino extraído de la cantera Cutimbo	17
Figura 5. Equipo para determinar peso específico de agregado fino.....	18
Figura 6. Determinación de peso específico de agregado fino	18
Figura 7. Peso unitario suelto de agregado fino	19
Figura 8. Peso unitario compactado de agregado fino	20
Figura 9. Equipos y agregado fino para su posterior análisis granulométrico	20
Figura 10. Realización de ensayo de granulometría agregado fino	21
Figura 11. Muestreo y exploración de agregado grueso	22
Figura 12. Muestras extraídas de agregado fino y agregado grueso llevadas a laboratorio.....	22
Figura 13. Vista panorámica de planta chancadora Km 44+000 carretera Puno - Moquegua.....	23
Figura 14. Muestra de agregado grueso	23
Figura 15. Equipos para determinar el peso específico del agregado grueso.....	24
Figura 16. Tamizado del agregado grueso	25
Figura 17. Cantera de arcilla - ubicado en el distrito de Salcedo Provincia de Puno	30
Figura 18. Extracción y selección de arcilla.....	30

Figura 19. Horno artesanal utilizado para la calcinación de la arcilla.....	31
Figura 20. Colocación de arcilla en horno artesanal para su correspondiente calcinación.....	32
Figura 21. Calcinación de arcilla en horno artesanal a 858 °C.....	33
Figura 22. Apertura de horno para retiro de arcilla calcinada.....	34
Figura 23. Muestra de arcilla una vez calcinada.....	34
Figura 24. Muestra de arcilla calcinada.....	35
Figura 25. Colocado de arcilla calcinada en máquina trituradora.....	35
Figura 26. Colocado de la arcilla calcinada en máquina trituradora.....	36
Figura 27. Proceso de triturado de arcilla calcinada.....	36
Figura 28. Proceso de extracción de la arcilla triturada.....	37
Figura 29. Tamizado de la arcilla calcinada con la malla N° 100.....	38
Figura 30. Proceso de tamizado de arcilla calcinada con el tamiz N.º 100.....	38
Figura 31. Tamizado de arcilla calcinada con el tamiz N.º 100.....	39
Figura 32. Producto final de arcilla calcinada triturada pasante la malla N.º 100.....	39
Figura 33. Molde para realizar prueba de asentamiento.....	62
Figura 34. Equipos usados para determinar el asentamiento.....	62
Figura 35. Colocación del molde sobre un área plana inmóvil no absorbente.....	63
Figura 36. Vaciado de concreto con el cucharón alrededor del perímetro del molde....	64
Figura 37. Aplicación de 25 golpes con la barra compactadora distribuido y aplicado de manera uniforme en toda el área de la capa.....	65
Figura 38. Medida del slump para un concreto F'c =350 Kg/Cm2 al 12 % de adición de arcilla calcinada.....	66

Figura 39. Medida del slump para un concreto $F'c = 350 \text{ Kg/Cm}^2$ al 6 % de adición de arcilla calcinada	67
Figura 40. Medida del slump para un concreto $F'c = 350 \text{ Kg/Cm}^2$ al 6 % de adición de arcilla calcinada	67
Figura 41. Medida del slump para un concreto $F'c = 350 \text{ Kg/Cm}^2$ al 12 % de adición de arcilla calcinada	68
Figura 42. Medida del Slump para un concreto $F'C = 350 \text{ Kg/Cm}^2$ al 18 % de adición de arcilla calcinada	68
Figura 43. Medida del Slump para un concreto $F'C = 350 \text{ Kg/Cm}^2$ al 18 % de adición de arcilla calcinada	69
Figura 44. Preparación de moldes para testigos de concreto	70
Figura 45. Vaciado de muestra de concreto en molde cilíndrico (briqueta)	71
Figura 46. Compactación de la primera capa, a través de 25 inserciones ("chuzeadas")	72
Figura 47. Dosificación de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con el 6 % de arcilla calcinada	72
Figura 48. Dosificación de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con el 12 % de arcilla calcinada	73
Figura 49. Dosificación de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con el 18 % de arcilla calcinada	73
Figura 50. Preparación de dosificación para su posterior mezclado de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con el 12 % de arcilla calcinada	74
Figura 51. Desmoldado de testigos de concreto con la correspondiente adición de arcilla calcinada	74
Figura 52. Curado de testigos de concreto	75
Figura 53. Proceso de identificación, medición y pesado de testigos	76

Figura 54. Proceso de identificación, medición y pesado de testigos	76
Figura 55. Esquema de los Patrones de Tipos de Fracturas.....	77
Figura 56. Ensayo de resistencia a compresión para un concreto de resistencia de $f'c=280$ kg/cm ² con el 0 % de arcilla calcinada.....	77
Figura 57. Ensayo de resistencia a compresión para un concreto de resistencia de $f'c=280$ kg/cm ² con el 6 % de arcilla calcinada.....	78
Figura 58. Resultado de Ensayo de resistencia a compresión para un concreto de resistencia de $f'c=280$ kg/cm ² con el 6 % de arcilla calcinada.....	78
Figura 59. Ensayo de resistencia a compresión para un concreto de resistencia de $f'c=280$ kg/cm ² con el 18 % de arcilla calcinada.....	79
Figura 60. Variación de la resistencia a compresión de concreto $f'c=280$ kg/cm ² a los 7 días.....	87
Figura 61. Variación de la resistencia a compresión de concreto $f'c=280$ kg/cm ² a los 14 días.....	88
Figura 62. Variación de la resistencia a compresión de concreto $f'c=280$ kg/cm ² a los 28 días.....	90
Figura 63. Variación de la resistencia a compresión de concreto $f'c=350$ kg/cm ² a los 7 días.....	92
Figura 64. Variación de la resistencia a compresión de concreto $f'c=350$ kg/cm ² a los 14 días.....	93
Figura 65. Variación de la resistencia a compresión de concreto $f'c=350$ kg/cm ² a los 28 días.....	95

Figura 66. Variación de la consistencia obtenida para concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de arcilla calcinada.....	97
Figura 67. Variación de la consistencia obtenida para concreto $f'c=350\text{kg/cm}^2$ con adición de arcilla calcinada.....	99
Figura 68. Evolución de la resistencia de un concreto $f'c= 280\text{kg/cm}^2$	101
Figura 69. Evolución de la resistencia de un concreto $f'c= 350\text{kg/cm}^2$	102
Figura 70. Registro de temperatura en la parte medio del horno artesanal	138
Figura 71. Registro de temperaturas en la parte media del horno artesanal	138
Figura 72. Registro de temperatura en la parte media del horno artesanal	139
Figura 73. Registro de temperatura en la parte superior del horno artesanal	139
Figura 74. Registro de temperatura en la parte superior del horno artesanal	140
Figura 75. Proceso de calcinación en el horno artesanal con ventilador.....	140
Figura 76. Figura referencial de los lugares donde se registró la temperatura en el horno artesanal al momento de la calcinación de la arcilla.....	141

RESUMEN

El objetivo general de la presente investigación es determinar la influencia de la arcilla calcinada en las propiedades físicas del concreto $f'c = 280$ y $f'c = 350$ kg/cm² para su uso estructural, ya que en la región de Puno los concretos de alta resistencia son de difícil obtención, además, el costo para obtener altas resistencias es muy elevado. Por estos motivos, es necesario proponer alternativas que mejoren las propiedades físicas del concreto y reduzcan la inversión económica. En ese sentido, se tiene el propósito de plantear el uso de la arcilla calcinada, siendo este un insumo de bajo costo y analizar la influencia de esta en las propiedades físicas de concretos de resistencias $f'c = 280$ y $f'c = 350$ kg/cm². El método de la investigación es Hipotético – Deductivo, ya que se manipuló la variable independiente arcilla calcinada en incrementos progresivos (6 %, 12 % y 18 %) hasta observar los cambios que se presentan en la consistencia y resistencia del concreto $f'c = 280$ y $f'c = 350$ kg/cm². Se concluyó que la arcilla calcinada sí mejora significativamente las propiedades físicas del concreto $f'c = 280$ y $f'c = 350$ kg/cm² para su uso estructural, así mismo, que el porcentaje óptimo de arcilla calcinada utilizada como adición al concreto estructural que mejora las propiedades físicas del concreto $f'c = 280$ y $f'c = 350$ kg/cm² es el 6 %.

Palabras clave: Concreto, Arcilla, Resistencia, Consistencia, Adición, Costos.

ABSTRACT

The general objective of this research is to determine the influence of Calcined Clay on the physical properties of concrete $f'c = 280$ and $f'c = 350$ kg/cm² for its structural use, since in the Puno region the concretes of high resistance are difficult to obtain, in addition, the cost to obtain high resistance is very high, therefore, it is necessary to propose alternatives that improve the physical properties of concrete and reduce economic investment; for which the purpose is to propose the use of calcined clay, this being a low-cost input and to see the influence it has on the physical properties of concrete with resistances $f'c = 280$ and $f'c = 350$ kg/cm². The research method is Hypothetical - Deductive, since the independent variable calcined clay was manipulated, in progressive increments (6%, 12 % and 18%) until observing the changes that occur in the consistency and resistance of the concrete $f'c = 280$ and $f'c = 350$ kg/cm². It was concluded that Calcined Clay does significantly improve the physical properties of concrete $f'c = 280$ and $f'c = 350$ kg/cm² for its structural use, likewise, that the most optimal percentage of calcined clay used as an addition to structural concrete that improves the physical properties of concrete $f'c = 280$ and $f'c = 350$ kg/cm² is 6%.

Keywords: Concrete, Clay, Resistance, Consistency, Addition, Costs.

INTRODUCCIÓN

El uso de distintos materiales es imperioso en esta era de la construcción, debido a que el cemento, como aglutinante, ya no es suficiente para alcanzar nuevos requerimientos en la calidad de concretos, por ejemplo $f'c = 280$ y $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ y, si se usa la cantidad de cemento en la dosificación, aumenta considerablemente y esto hace que la inversión económica también aumente a causa del costo del cemento. Por ello, actualmente, la alternativa de buscar y usar otros materiales para la preparación del concreto es un trabajo que se viene realizando y tendrá mucho apogeo en los siguientes años, el cual busca evaluar el comportamiento del concreto adicionándole diferentes tipos de materiales que ayuden a disminuir la inversión económica y optimicen la resistencia del concreto.

El propósito general de la presente investigación es determinar la influencia de la arcilla calcinada en las propiedades físicas del concreto $f'c = 280$ y $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ para su uso estructural, para lo cual, se adicionó la arcilla calcinada, sustituyendo parcialmente al cemento en diferentes porcentajes 6 %, 12 % y 18 %.

Con la implementación de este nuevo material, se mejorarán las propiedades físicas del concreto $f'c = 280$ y $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$, abriendo, así, un nuevo campo para la investigación en nuestra región de Puno y en nuestro país, en cuanto al uso de nuevos materiales de construcción como alternativas que contribuyan al concreto en lo que concierne a su manejabilidad y resistencia a un bajo costo.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. *Planteamiento del problema*

A nivel internacional, El Mostrador (2018) indica que el Concreto es el componente que más se utiliza en el rubro de la construcción porque es utilizado en edificaciones, puentes, presas, pavimento rígido, entre otros y solo el agua es el elemento que está por encima de su consumo. Por lo tanto, el cemento es un material fundamental que se usa en mayor cantidad para la elaboración de concretos.

En el Perú, Asocem (2021), relativo al cemento, refiere que: “A nivel nacional, se estima que en junio 2021 el despacho nacional creció en un 66 % respecto de junio 2020” (p.1).

Sin embargo, el cemento como argamasa ya no es suficiente para lograr las nuevas exigencias en la condición de concreto de alta resistencia, ejemplo $f'c = 280$ y $f'c = 350$ kg/cm², por eso, hoy en día en el diseño de mezcla se procede a integrar aditivos químicos entre ellos el micro sílice, nano sílice y súper plastificantes, etc. Los que inflan el precio en la producción del concreto.

A nivel local, Región Puno, los concretos de alta resistencia son de difícil producción, además el costo para obtenerlos es muy elevado. Por tanto, es necesario proponer alternativas que mejoren las propiedades físicas del concreto y reduzcan las inversiones económicas, para lo cual se tiene como fin plantear el uso de la arcilla calcinada, siendo este un insumo de bajo costo. Así mismo, ver la influencia que tiene

en las propiedades físicas de concretos $f'c = 280$ y $f'c = 350$ kg/cm², para luego decidir si son usados o no en los diseños de mezclas.

1.1.2. Formulación del problema

1.1.2.1. Problema general.

¿La arcilla calcinada, utilizada como adición al concreto estructural, mejora las propiedades físicas del concreto $f'c = 280$ y $f'c = 350$ kg/cm²?

1.1.2.2. Problemas específicos.

¿Cuál es el porcentaje óptimo de arcilla calcinada, utilizada como adición al concreto estructural, que mejora las propiedades físicas del concreto $f'c = 280$ y 350 kg/cm²?

¿Cuál es la variación de las propiedades físicas del concreto $f'c = 280$ y 350 kg/cm² con respecto de una muestra patrón y adición de arcilla calcinada?

¿En qué medida mejora la inversión económica con la adición de arcilla calcinada al concreto estructural que mejora las propiedades físicas del concreto $f'c = 280$ y 350 kg/cm²?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar la influencia de la arcilla calcinada en las propiedades físicas del concreto $f'c = 280$ y $f'c = 350$ kg/cm² para su uso estructural.

1.2.2. Objetivos específicos

Obtener el porcentaje óptimo de arcilla calcinada utilizada como adición al concreto estructural, que mejora las propiedades físicas del concreto $f'c = 280$ y $f'c = 350$ kg/cm².

Analizar la variación de las propiedades físicas del concreto $f'c = 280$ y $f'c = 350$ kg/cm² con respecto de una muestra patrón y adición de arcilla calcinada.

Determinar la influencia en la inversión económica con la adición de arcilla calcinada al concreto estructural que mejora las propiedades físicas del concreto $f'c = 280$ y 350 kg/cm².

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación teórica

Esta investigación se concretizó con la intención de contribuir en el conocimiento en la obtención de concretos de alta resistencia $f'c = 280$ kg/cm² y $f'c = 350$ kg/cm², a través de nuevos insumos de bajo costo, que le permita a la población local – Región Puno construir diferentes infraestructuras utilizando concretos de calidad, a un bajo costo.

1.3.2. Justificación metodológica

La investigación se realizó aplicando el método científico, en base a la teoría existente del concreto y las propiedades estudiadas, métodos de diseño, dosificación, etc. lo que permitirá que pueda ser entendida y demostrada, además podrá ser utilizada como referencia en posteriores estudios del concreto.

1.3.3. Justificación práctica

A la necesidad de obtener concretos de alta resistencia, específicamente en la obtención de concretos $f'c = 280$ kg/cm² y $f'c = 350$ kg/cm², es preciso investigar la incorporación de nuevos recursos y materiales para la producción del concreto, las cuales permitan mejorar sus propiedades físicas, en lugar de usar aditivos dificultosos de encontrar en la ciudad de Puno y a mayor costo.

1.4. Hipótesis y descripción de variables

1.4.1. Hipótesis

1.4.1.1. Hipótesis general.

La arcilla calcinada utilizada como adición al concreto estructural, mejora las propiedades físicas del concreto $f'c = 280$ y $f'c = 350$ kg/cm².

1.4.1.2. Hipótesis específicas.

El porcentaje óptimo de arcilla calcinada como adición al concreto estructural, que mejora las propiedades físicas del concreto $f'c = 280$ y $f'c = 350$ kg/cm² varía de 0 % a 18 %.

La adición de arcilla calcinada al concreto estructural, mejora significativamente las propiedades físicas del concreto $f'c = 280$ y $f'c = 350$ kg/cm².

La adición de arcilla calcinada al concreto estructural que mejora las propiedades físicas del concreto $f'c = 280$ y 350 kg/cm² optimiza la inversión económica.

1.4.2. Descripción de variables

1.4.2.1. Variables.

Variable Independiente: Arcilla calcinada.

Variable Dependiente: Propiedades físicas del concreto $f'c = 280$ y $f'c = 350$ kg/cm².

1.4.2.2. Operacionalización de variables.

Tabla 1*Operacionalización de variables*

Tipo de variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	indicadores	unidad de medida	escala
VARIABLE INDEPENDIENTE Arcilla calcinada	La arcilla es un componente básico que se encuentra en los suelos y depósitos, ya que en su mayoría son los productos terminados de las diferentes etapas de degradación de los aluminosilicatos. (Brown, 1961, p.1)	La acilla se adicionará al concreto f'c =280 y f'c =350 kg/cm2 en porcentajes 0 %, 6 %. 12 % y 18 % y ver si mejora o no sus propiedades físicas.	D1: Peso	I1:0 % I2:6 % I3:12 % I4: 18 %	Kilogramo (kg)	De 0 % a 18 %
			D2: Dosificación	I1:0 % I2:6 % I3:12 % I3:18 %	Porcentaje (%)	De 0 % a 18 %

<p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Propiedades físicas del concreto f'c =280 y f'c =350 kg/cm2</p>	<p>Resistencia a la compresión</p> <p>Es una propiedad del concreto, que se obtiene de la división entre una carga y el área que soporta al mismo, en MPa.</p>	<p>El método usado para el cálculo y diseño del concreto f'c =280 y f'c =350 kg/cm2 fue el método del Comité 211 del ACI y para realizar los trabajos de laboratorio se usará la NTP 339.034</p>	<p>D1: Resistencia a la compresión del concreto</p>	<p>I1: a los 7 días I2: a los 14 días I3: a los 28 días</p>	<p>kg/cm2</p>	<p>f'c =280 y f'c =350 kg/cm2</p>
	<p>La consistencia, es una propiedad física del concreto que le permite ser colocado y mezclado durante el proceso de vaciado.</p>	<p>El método usado para medir la consistencia es a través del Cono de Abrams, indicado en la NTP 339.035</p>	<p>D2: Consistencia</p>	<p>Seca (0" a 2") Plástica (3" a 4") Fluida (≥ 5")</p>	<p>pulgadas (in)</p>	<p>Seca (0" a 2") Plástica (3" a 4") Fluida (≥ 5")</p>

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

1.5. Antecedentes del Problema

1.5.1. *Antecedentes Internacionales*

Castillo Lara et al. (2011), en su estudio, resaltan la problemática económica y medioambiental a causa del uso del cemento, por ello se estudió cómo funcionan las propiedades físico-mecánicas y la durabilidad en microhormigones, haciendo uso de arcilla calcinada y molida, como elemento reemplazante en un 30 % en peso del cemento Pórtland. Se utilizó el caolín de menor grado de pureza y como resultado obtenido a los 28 días, respecto a la resistencia a la compresión, indica que la arcilla sedimentada y calcinada tiene mejor comportamiento.

García Marín et al. (2020) plantearon la problemática que el peso del concreto y su densidad tienen una contribución negativa al punto de realizar los diseños de las estructuras, por ello esta investigación tiene como fin aplicar materiales como la arcilla expandida (también conocida como arlita) y piedra pómez, para reemplazar definitivamente los agregados necesarios en la elaboración de concreto. Con este análisis se demostró que la arcilla expandida y la piedra pómez pueden ser una opción a los materiales en la elaboración de concreto.

Caamano Valdez y Güette Paternina (2018), en su estudio, resaltaron que el aumento en el uso de los materiales pétreos y su exploración están causando problemas medioambientales negativos, motivo por el cual se investigó graduar mezclas para adquirir concreto estructural, haciendo uso de arcillas calcinadas del

sector El Hatillo, Materiales pétreos del Río Algodonal, con lo que se buscó un nuevo material que contribuiría a disminuir el uso de recursos naturales. El trabajo que se realizó es experimental, pues se maneja una variable no comprobada en situaciones controladas y en conclusión, la arcilla calcinada al ser agregada a la mezcla de concreto, contribuyo a la resistencia hasta un 50 % respecto al concreto tradicional, es decir, ayuda a intensificar las características físico-mecánicas del concreto.

Troconis de Rincón et al. (2021), en su estudio, identificaron la problemática ambiental y económica debido al uso del cemento en la elaboración de concreto, motivo por el cual se evalúa la adición de arcilla (0 %, 5 % y 10%) de trastos de polioles, como sustituto del cemento en la elaboración del concreto armado, se evaluaron las propiedades físico mecánicas del concreto, así mismo, se evaluó las características electroquímicas del acero de acuerdo a lo que indica la ISO 11474 y se llegó a la conclusión que la resistencia decremento con relación al contenido de arcilla, sin embargo la absorción capilar disminuyó.

Córdoba (2021), en su estudio, identificó la problemática sobre la emisión de gases de efecto invernadero específicamente en la elaboración de cemento, por lo que se investigó el efecto de la sustitución (del cemento) con arcillas calcinadas (illíticas), comparándolo con una arcilla Caolinitica, respecto de la reacción puzolanica de las arcillas se llegó a la conclusión que, las illitas contribuyen en la resistencia a los 28 y 90 días, y las caolinitas reaccionan entre los 7 y 28 días, evidenciando, así, un aporte en la resistencia, por tanto, las arcillas calcinadas son buena alternativa para ser usadas como sustituto del cemento.

1.5.2. Antecedentes nacionales

Lozano Romero (2019), en su investigación, identificó la problemática acerca del sobrecosto en la elaboración de los morteros tradicionales, por lo que, se requiere calcular la resistencia de un mortero cuando se reemplaza el cemento, por 36 % de arcilla de Acopampa - Carhuaz y 12 % de concha de abanico, en contraste con un modelo de mortero clásico, se observa una ligera reducción de la resistencia a la compresión con el diseño presentado, teniendo en cuenta lo siguiente: 43.15 % ensayado a los 3 días, a los 7 días en 12.17 % y a los 28 días reduce en 43 % en relación de la muestra patrón.

Cueva Bustos y Villavicencio Álvarez (2019) plantearon la problemática que, en una zona del distrito de Santa, las construcciones se realizan de manera informal (con una pésima calidad del concreto), esta problemática se pretende mejorar con el uso de materiales que abundan en la zona, por lo que se investigó añadir arcilla carbonizada a 850 °C en 20 %, 15 % y 10 % (en proporción a la masa del cemento), a fin de obtener concreto de 210 y 175 kg/cm², el estudio es de tipo cuantitativa – experimental y se concluyó que hay un 99.7 % de posibilidad que la arcilla carbonizada refuerza el aguanete a la compresión del concreto.

De la Cruz López (2021), en su estudio, resalto que la humedad, superficie arenosa y la temperatura causan daño al concreto a causa del fenómeno denominado corrosión. Con el objetivo de contrarrestar dicho daño se estudió al concreto f'c =210kg/cm² sustituyendo al cemento en 6 % arcilla y 18 % concha de abanico y un 4 % de arcilla y 12 % de concha de abanico, la investigación es cuantitativo – aplicada y se

concluyó que la prueba de resistencia a la compresión aumento con respecto de la muestra patrón.

Reyes et al. (2021), en su investigación, identificaron la problemática de usar (como adición) ladrillo reciclado y triturado (como agregado grueso) con fines de mejorar el hormigón, en respuesta de ello en el estudio se reemplazó el componente fino (agregado) por arcilla cocida en las siguientes proporciones: 0 %, 15 %, 20 % y 25 %, el tipo de la investigación es explicativo – descriptivo y el resultado al que se llegó indica, que es viable usar arcilla cocida triturada como reemplazo del componente fino (agregado) en la producción de hormigones, pero, este no debe superar el 25 % con respecto al agregado fino.

Rosas Moreto (2018), en su estudio, identificó la problemática sobre el exceso de ladrillo recocido, el cual es perjudicial para el ambiente, por lo que evaluó su viable utilización como agregado grueso para la producción de concreto hidráulico. Para ello, se reemplazó el agregado natural por ladrillo molido en proporciones de 50 %, 40 %, 30 % y 20 %, obteniendo como resultado que el ladrillo recocido podría usarse como agregado grueso, siempre que la proporción de sustitución no supere el 30 % y esté saturado con su superficie seca, así mismo, la recomendación más importante que realiza es que se estudie el reemplazo del agregado fino por polvo de ladrillo.

1.6. Bases teóricas

Se desarrollan conceptos orientados a demostrar que la arcilla calcinada, utilizada como adición al concreto estructural, mejora la propiedad física de los concretos $f'c = 280$ y $f'c = 350$ kg/cm².

1.6.1. Concreto

Para una mayor comprensión del concepto de concreto, se presenta la siguiente definición hecha por:

Castillo Abanto (2009): El concreto es una mezcla de elementos (agua, agregado fino, agregado grueso, cemento, etc.), en proporciones adecuadas para lograr características específicas, dentro de las más importantes obtener resistencias óptimas. Entre las propiedades que convierten al concreto como un elemento de construcción, se mencionan los siguientes: La sencillez con la que se coloca dentro de los encofrados de prácticamente cualquier forma, en tanto, que aún tenga una firmeza plástica y una alta solidez a la compactación, que lo hace perfecto para componentes sujetos principalmente a la compresión, como las columnas y arcos, y, finalmente, a su alto aguante al fuego y a la filtración del agua.

1.6.2. Concreto estructural

Es un concreto de alta calidad que deberá cumplir con especificaciones más estrictas.

En ese sentido, según Castillo Abanto (2009), se llama al concreto simple, cuando está medido, mezclado, trasladado y situado conforme con las indicaciones exactas que aseguren una resistencia mínima preestablecida y que tenga una apropiada durabilidad.

1.6.3. Propiedades del concreto

Con fines de demostrar la hipótesis de la investigación y, también, desarrollar los objetivos propuestos, se presenta el marco teórico de las propiedades del concreto.

Los siguientes conceptos fueron desarrollados por Castillo Abanto (2009), quien indica que la trabajabilidad es la accesibilidad que expone el concreto reciente para ser mezclado y situado, compactado y acabado. No hay prueba, hasta la fecha, que faculte estimar esta propiedad, usualmente se le percibe en las pruebas de consistencia. Además, indica que la consistencia es determinada por el nivel de humedad de la mezcla, basado en la cantidad de agua. Así mismo, con respecto a la resistencia del concreto se indica que no puede medirse en estado plástico, por lo que la forma en que se realiza es recolectar muestras de concreto en moldes cilíndricos durante el proceso de mezcla, el cual será sumergido en agua (para el proceso de curado) y seguidamente ser sometido a compresión.

1.6.4. Diseño de mezclas

El concreto está conformado esencialmente por la mezcla de agregado grueso, agregado fino, agua y cemento, así mismo, para su elaboración se usan aditivos con el objeto de cambiar sus propiedades.

Como afirma Rivva Lopez (2005), los componentes que conforman el metro cubico de concreto, denominado diseño de mezcla, se define como el método de elección de los componentes más apropiados y de la mezcla más beneficiosa y económica de los mismos.

1.6.5. Materiales usados en el diseño de mezclas

1.6.5.1. Cemento.

El cemento que se utilizará en la elaboración del concreto deberá ceñirse a las restricciones de la NTP 334.009.

1.6.5.2. Los agregados.

1.6.5.2.1. Agregado fino.

El agregado fino es el que resulta del disgregado artificial o natural de la roca, pasante la malla N.º 9.5mm (3/8") y que debe ceñirse a lo requerido en la NTP 400.037.

En el presente trabajo, se consideró el uso del agregado fino proveniente de la cantera Cutimbo, debido a que es el de mayor uso para obras de construcción en la Provincia de Puno, por su calidad y su cercanía para su explotación.

Sus características son las siguientes:

Propietario	: Municipalidad de Pichacani.
Lugar	: Salida a Moquegua - Desvío Puente Cutimbo
Acceso	: a 30m del eje (L.I.)
Profundidad	: 4 m.
Material	: Arena y grava de río.
Capa Orgánico	: 5 cm.
Over	: 3 %.
Área Aprox.	: 15000 m ² .
Pot. Bruta	: 60000 m ³ .

Over : 1800 m³.
 Pot. Efectiva : 57450 m³

Tabla 2

Ubicación de Cantera de Agregado Fino

Coordenada: 19 South – UTM				
N.º.	Cantera	N	E	A
1	Cutumbo	8,226,656.00	391,755.00	3,917.00

Fuente: MTC



Figura 1. Localización de Cantera Cutimbo (B) - Ciudad de Puno (A)

Fuente: Tomada de Google Earth

1.6.5.2.2. Ensayos realizados al agregado fino.

a) Muestreo y Exploración de Agregado Fino. Para realizar la extracción del agregado fino, se realizó un plan inicial de indagación y muestreo. La exploración y muestreo se realizó en tres fases: Reconocimiento de campo, Descripción manual del agregado y Muestreo, con el fin de realizar un trabajo ordenado que nos permitirá lograr el objetivo.

El siguiente procedimiento muestra la forma en que se realizó el muestreo del agregado:

- Primero: se eligió el lugar donde ejecutar las calicatas.
- Segundo: se realizó el desbroce de la superficie vegetal (en los lugares que hubiera)
- Tercero: se ejecutaron las calicatas en una profundidad de 1.5m, seguidamente se colocó un saco en la parte inferior de la calicata.
- Cuarto: se realizó un excavado de un canal desde el inicio de la calicata hasta la parte inferior, para posterior a ello recoger y ensacar el material obtenido, en las cantidades adecuados.

Así mismo, la muestra se obtuvo de las terrazas aluviales de río, que componen plataformas intensas de sedimentos, acumulaciones del río que se depositan a los lados de la cuenca en los lugares en los que la pendiente de este se hace menor y finalmente, de la

cantera se obtuvieron entre muestras alteradas e inalteradas un total de 400 Kg. Aproximadamente.



Figura 2. Extracción y muestreo de agregado fino – Cantera Cutimbo

Fuente: Elaboración propia.



Figura 3. Vista panorámica cantera Cutimbo – Carretera Puno Moquegua Km 23+000

Fuente: Elaboración propia.



Figura 4. *Muestra de agregado fino extraído de la cantera Cutimbo*

Fuente: Elaboración propia.

- b) Contenido de humedad.** Para realizar el ensayo se tomó como referencia la EM 2000, así mismo, a la norma ASTM D2216.
- c) Peso Específico y Absorción de los Agregados Finos.** Para realizar el ensayo se tomó como referencia la EM 2000 (MTC E 205 – 2000), así mismo, la norma ASTM C128 y con este ensayo se determinó la densidad promedio del agregado en el que no se considera el volumen de vacíos.



Figura 5. Equipo para determinar peso específico de agregado fino

Fuente: Elaboración propia.



Figura 6. Determinación de peso específico de agregado fino

Fuente: Elaboración propia.

d) Peso Unitario y Porcentaje de Vacíos del Agregado. Para realizar el ensayo se tomó como referencia la EM 2000 (MTC E 203 – 2000), así mismo, la norma ASTM C 29 y con este ensayo se determina el peso unitario del agregado en condiciones compactadas y no compactadas (suelto), a fin de esta forma calcular los espacios vacíos entre cada partícula de una determinada cantidad de agregado.



Figura 7. *Peso unitario suelto de agregado fino*

Fuente: Elaboración propia.



Figura 8. *Peso unitario compactado de agregado fino*

Fuente: Elaboración propia.

- e) Análisis Granulométrico de Agregado Fino.** Para realizar el ensayo se tomó como referencia la EM 2000 (MTC E 204 – 2000), así mismo, la norma ASTM C136.



Figura 9. *Equipos y agregado fino para su posterior análisis granulométrico*

Fuente: Elaboración propia.



Figura 10. Realización de ensayo de granulometría agregado fino

Fuente: Elaboración propia.

1.6.5.2.3. Agregado grueso.

Se considera agregado grueso, al retenido en la malla 4.75mm (N.º 4) y que se ciñe a lo establecido en la NTP 400.037.

Para el estudio realizado, el agregado grueso procede de la cantera Viluyo, el mismo que paso por un proceso de chancado, la planta chancadora se encuentra en la Carretera Puno – Moquegua km 44+000.

1.6.5.2.4. Ensayos realizados al agregado grueso.

a) Muestreo y Exploración de Agregado Grueso. El agregado grueso se obtuvo directamente de la planta chancadora, ubicado en el Km. 44+000 de la carretera Puno – Moquegua, tal como se evidencia en las siguientes figuras.



Figura 11. Muestreo y exploración de agregado grueso

Fuente: Elaboración propia.



Figura 12. Muestras extraídas de agregado fino y agregado grueso llevadas a laboratorio

Fuente: Elaboración propia.



Figura 13. *Vista panorámica de planta chancadora Km 44+000 carretera Puno - Moquegua*

Fuente: Elaboración propia.



Figura 14. *Muestra de agregado grueso*

Fuente: Elaboración propia.

b) Contenido de Humedad. Para realizar el ensayo se tomó como referencia la EM 2000 (MTC E 108 – 2000), así mismo, la norma ASTM D2216.

c) Peso específico y Absorción del Agregado Grueso. Para realizar el ensayo se tomó como referencia la EM 2000 (MTC E 206 – 2000), así mismo, la norma ASTM C127.



Figura 15. Equipos para determinar el peso específico del agregado grueso

Fuente: Elaboración propia.

d) Peso Unitario y Porcentaje de Vacíos del Agregado Grueso.

Para realizar el ensayo, se tomó como referencia la EM 2000 (MTC E 203 – 2000), así mismo, la norma ASTM C29, con este ensayo se determina el peso unitario del agregado en condiciones compactadas y no compactadas (suelto), de esta forma calcular los espacios vacíos entre cada partícula de una determinada cantidad de agregado.

e) Análisis Granulométrico del Agregado Grueso. Para realizar el ensayo se tomó como referencia la EM 2000 (MTC E 204 – 2000), así mismo, la norma ASTM C136.



Figura 16. Tamizado del agregado grueso

Fuente: Elaboración propia.

1.6.5.3. Agua. Se usó agua potable de la red pública de la ciudad de Puno.

1.6.6. Arcilla

El termino arcilla procede del latín "argilla" y del vocablo griego "argos" o "argilos". Por otro lado, son arcillas todas las partículas cuyo tamaño es menor a 2 μ m, el mismo que está regado en la corteza terrestre.

Según Melgarejo (1997), las arcillas son componentes esenciales de la mayoría de suelos y sedimentos a causa de que es el compuesto final de la meteorización de silicato, obtenido a grandes presiones y a temperaturas altas.

1.6.7. Clasificación de arcilla

La siguiente tabla se desarrolla la clasificación de arcillas.

Tabla 3*Clasificación de los Silicatos propuesto por Mackenzie*

Clase General	Composición de las Capas	Población de Capa Octaédrica	Nombre del Grupo	Minerales
Tipo red de capas	Difórmicos (1:1)	Dioctaédricas	Kanditas	Nacrita
				Dickita
				Caolinita Tc Caolinita M
		Metahaloisita		
		Haloisita Anauxita Antigorita		
		Tioctaédricas	Septecloritas	Crisolito
	Amesita Cronstedita Berthierina			
	Tetrafórmicos (2:2)	Dioctaédricas, trioctaédricas o mixtas	Cloritas	Cloritas
				Micas
		Dioctaédrica	Esmectitas	Illilas Glaucionita
				Montmorillonita
Beidelita Nontronita				
Trifórmicos (2:1)	Dioctaédrica	Vermiculita	Volkonskoita	
			Vermiculita	
			Dioctaédrica	
	Trioctaédricas	Esmectitas	Ledikita Saponita Sauconita Hectorita	
			Vermiculita	
	Vermiculita	Vermiculita		

	Di, tri, tetrafórmicos o mezclados	Minerales Interestratificados		Rectorita
Tipo red de cadena	Trifórmicos	Tioctaédricas	Hormitas	Sepiolita Palygorskita

Fuente: MacKenzie (1982).

1.6.8. Propiedades de las arcillas calcinadas

La arcilla en su estado natural no presenta propiedades puzolánicas, ya que su estructura cristalina no permite la liberación de cada componente capaz de reaccionar químicamente. Por ello, las arcillas deben de pasar por un proceso que modifique su estructura para de esta forma incrementar su rendimiento, reacción y, así, ser empleada como un material puzolanico.

A este proceso, se le llama activación y se realiza a través de la calcinación de las arcillas. Al respecto, Bergaya y Lagaly (2006) indican que, en medio de los 400 °C y los 950 °C, surge la supresión de los OH- sistémicos (desoxhidrilación) sumada por el tumulto parcial de su estructura y la creación de etapas metaestables, marcadas por una alta sensibilidad química.

La temperatura influye en la composición de la arcilla lo describe Castillo et al. (2010) de la siguiente manera: La temperatura de incineración de las arcillas repercuten en los aspectos puzolánicos del resultado final, la máxima capacidad de reacción se logra durante la calcinación, que provoca la deshidroxilación, dando como resultado un mecanismo de arcilla colapsada y desordenada, la temperatura ideal de activación se basa en la pureza del material y sus minerales asociados, ciertos autores han investigado sustancialmente este criterio sobre la base de antecedentes pasados,

indicando que la temperatura de activación ideal para el caso del caolín se fija en el intervalo de 630-800 °C.

Esto también es afirmado por Scrivener y Favier (2015), quienes indican que “Las arcillas illíticas son uno de los minerales más abundantes de la corteza terrestre. Las arcillas illíticas adquieren propiedades puzolánicas cuando son activadas térmicamente a 950 °C” (p. 269).

1.6.9. Extracción de la arcilla

La selección y extracción de la arcilla en su estado natural es un procedimiento esencial, ya que de esto depende la posterior producción de la arcilla calcinada, una arcilla con impurezas, a causa de su mal manejo, pone en riesgo la calidad del producto final.

El muestreo se realizó del talud visible de la cantera, ya que se encuentra en pleno estado de exploración y la cantidad obtenida tanto de muestras alteradas e inalteradas fue una cantidad aproximada de un total 20 Kg, la misma que fue remitida al laboratorio para realizar los ensayos correspondientes. Los trabajos se pueden evidenciar en las siguientes imágenes.

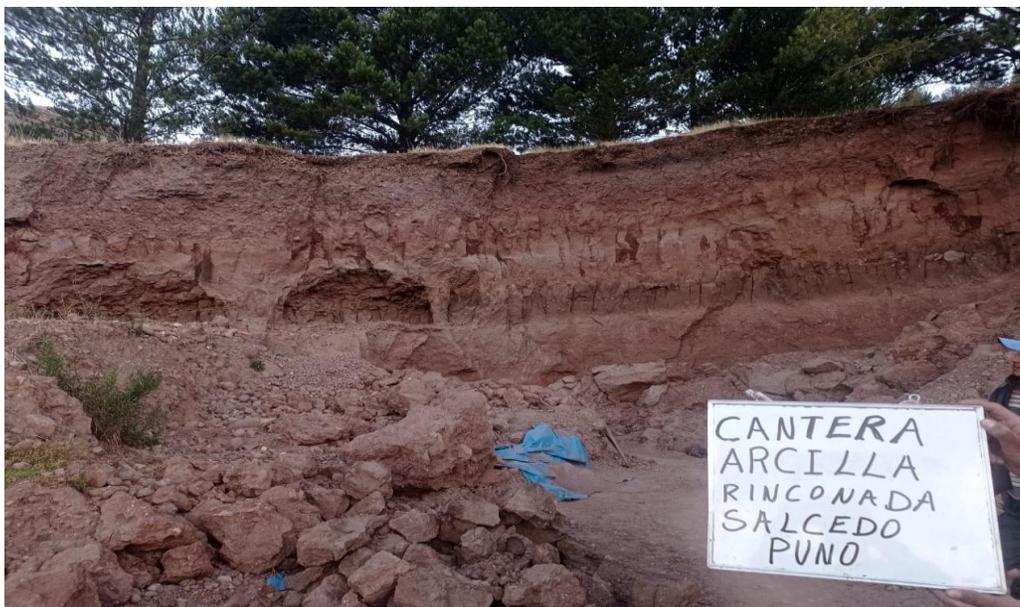


Figura 17. *Cantera de arcilla - ubicado en el distrito de Salcedo Provincia de Puno*

Fuente: Elaboración propia.



Figura 18. *Extracción y selección de arcilla*

Fuente: Elaboración propia.

Una vez extraída y seleccionada la arcilla en su estado natural, fue remitida al horno artesanal, ubicado a 100m de la cantera, esto para su correspondiente calcinación a una temperatura de 858 °C, aprox. tal como se puede evidenciar en las siguientes imágenes.



Figura 19. *Horno artesanal utilizado para la calcinación de la arcilla*

Fuente: Elaboración propia.



Figura 20. *Colocación de arcilla en horno artesanal para su correspondiente calcinación*

Fuente: Elaboración propia.



Figura 21. *Calcinación de arcilla en horno artesanal a 858 °C*

Fuente: Elaboración propia

Una vez calcinada la arcilla, se procedió a su extracción del horno y posterior trituración. Las siguientes imágenes muestran los trabajos que se realizaron:



Figura 22. *Apertura de horno para retiro de arcilla calcinada*

Fuente: Elaboración propia



Figura 23. *Muestra de arcilla una vez calcinada*

Fuente: Elaboración propia



Figura 24. Muestra de arcilla calcinada

Fuente: Elaboración propia



Figura 25. Colocado de arcilla calcinada en máquina trituradora

Fuente: Elaboración propia



Figura 26. Colocado de la arcilla calcinada en máquina trituradora

Fuente: Elaboración propia.



Figura 27. Proceso de triturado de arcilla calcinada

Fuente: Elaboración propia.



Figura 28. *Proceso de extracción de la arcilla triturada*

Fuente: Elaboración propia.

La muestra de arcilla calcinada triturada fue remitida al laboratorio para realizar los correspondientes ensayos.

Una vez llevado a laboratorio, la arcilla calcinada paso por un proceso de tamizado, para obtener la máxima cantidad posible con un diámetro estándar, después de varios intentos y pruebas se decidió que la malla N.º 100, es la más eficaz para poder tamizar la arcilla calcinada, esto con el fin de obtener mayor cantidad de arcilla calcinada triturada, como se evidencian en las siguientes imágenes los trabajos realizados.



Figura 29. Tamizado de la arcilla calcinada con la malla N° 100

Fuente: Elaboración propia.

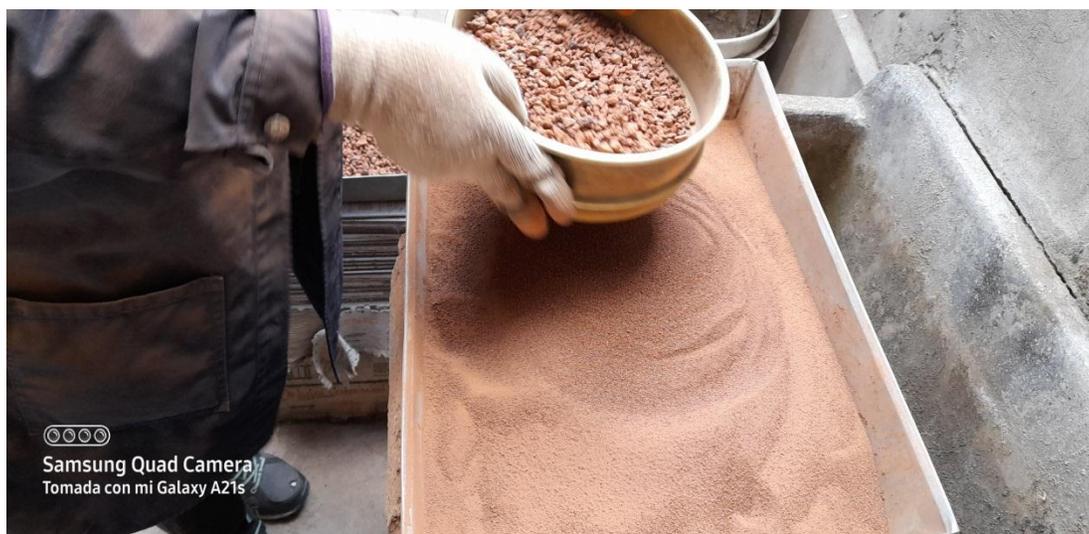


Figura 30. Proceso de tamizado de arcilla calcinada con el tamiz N.º 100

Fuente: Elaboración propia.



Figura 31. Tamizado de arcilla calcinada con el tamiz N.º 100

Fuente: Elaboración propia.



Figura 32. Producto final de arcilla calcinada triturada pasante la malla N.º 100

Fuente: Elaboración propia.

1.6.10. Costo de la arcilla calcinada

Para determinar el costo de la arcilla calcinada por bolsa, se realizaron cotizaciones a los potenciales productores y distribuidores de arcilla calcinada, teniendo

como principales proveedores de arcilla calcinada a las fábricas de ladrillo artesanal que existen en la Ciudad de Puno. La siguiente tabla muestra la cantidad de ladrilleras artesanales existentes.

Tabla 4

Distribución de productores de ladrillo en la ciudad de Puno

Departamento	Provincia	Distrito	Zonas	N.º de ladrilleras
Puno	Puno	Puno	Salida a Moquegua San Pedro 2000	5
Puno	Puno	CP Salcedo	(34%) kullahua (24%) San Juan (42%)	100
TOTAL				105

Fuente: Dirección Regional de producción – Sub Dirección de Industrias

El costo promedio obtenido según cotizaciones y encuestas es de S/ 13.00 por bolsa de 42.5 kg. de arcilla calcinada, se debe resaltar que el motivo por el cual se tomaron como referencia a las ladrilleras artesanales para la producción de arcilla calcinada es porque a través de ello se podría realizar una producción a gran escala.

1.6.11. Dosificación de concretos $F'c=280$ y $F'c=350$ kg/cm²

Cuando ya se hayan determinado las propiedades de cada componente del concreto, así mismo obtenido la arcilla calcinada triturada, estos deberán ser combinados y mezclados en cantidades que cumplan con la especificación para concretos $F'c =280$ y $F'c =350$ Kg/cm².

La dosificación de los concretos $F'c = 280$ y $F'c = 350$ Kg/cm² se realizará con el método del Comité 211 del ACI. (Ver anexo 3).

1.6.12. Diseño por el Método Comité ACI 211 paso a paso para concretos $F'c=280$ y $F'c=350$ kg/cm².

Las características de los materiales obtenidos, para realizar el diseño a través del Método ACI 211 son los siguientes

Agregados

Agregado fino: arena de rio

Peso Específico Aparente	:	2.67 Kg/cm ³
Peso Unitario Suelto Seco	:	1449 kg/m ³
Peso Unitario Seco Compactado	:	1554 kg/m ³
Humedad Natural	:	4.60 %
Absorción	:	4.46 %
Módulo de Finura	:	3.00

Agregado grueso: piedra chancada

Perfil	:	Canto Angular
Tamaño Máximo Nominal	:	1"
Peso Específico Aparente	:	2.72 g/cm ³
Peso Unitario Suelto Seco	:	1355 kg/m ³
Peso Unitario Seco Compactado	:	1487 kg/m ³
Humedad Natural	:	3.00 %
Absorción	:	1.82 %
Módulo de Finura	:	7.14

Cemento. Premium Portland NTP: 334. 009, ASTM C-150 Tipo I - Wari. Peso Específico: 3140 Kg/M3.

Agua. Potable

1.6.12.1. Elaboración del diseño de mezcla para el concreto $f'c=280$.

Se realizaron los siguientes pasos.

- a) **Determinación de la resistencia $f'cr$ en función de la Resistencia a Compresión especificada ($f'c$).** Se realizó de esta forma porque “no tenemos registro de resistencia de probetas correspondientes a datos anteriores”. Está en función al $f'c$ (resistencia a la compresión del concreto a utilizar).

Tabla 5

Elección de Resistencia de la compresión promedio

$f'c$ (kg/cm ²)	$f'cr$ (kg/cm ²)
< 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 84$
> 350	$f'c + 50$

Fuente: RNE E 0.60, p. 30.

Según la norma que para la resistencia $f'c < 280$ se le adiciona + 84 entonces: $F'cr = 280 + 84 = 364 \text{ kg/cm}^2$.

- b) Selección de la Consistencia y/o Asentamiento.** Como la Mezcla es de consistencia plastica, el asentamiento adecuado es 3" a 4", esto conforme a la siguiente tabla:

Tabla 6

Asentamientos recomendados para varios tipos de consistencia

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO
Seca	0" a 2"
Plástica	3" a 4"
Fluida	≥ 5"

Fuente: Método comité ACI 211

- c) Selección del TMN del Agregado Grueso Según el Ensayo de Granulometría realizado en laboratorio. TMN 1"**
- d) Selección del Volumen de agua de mezclado, para un concreto sin aire incorporado y Selección del Contenido de Aire, solamente aire atrapado.** Agua de mezclado = 193 litros/m³ y Contenido de aire = 1.5 %, esto de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 7*Determinación del Contenido de Agua*

Agua, en lt/m ³ , para los tamaños máximos nominales de agregados								
Asentamiento	grueso y consistencias indicadas							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154
Porcentaje (%) de aire atrapado								
% de aire atrapado	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.3	0.2

Fuente: Método comité ACI 211.

e) **Selección de la relación agua/cemento.** Dado que no se presenta problemas para utilizar el diseño por durabilidad utilizaremos solo el diseño tomando en cuenta solo la resistencia. Como no se menciona, si el diseño es con aire incorporado, consideramos que éste será un concreto sin aire incorporado. De la siguiente tabla interpolamos el valor de $f'_{cr} = 364 \text{ Kg/cm}^2$

400	-----	0.43
364	-----	X
350	-----	0.48

$$\frac{(400 - 350)}{(364 - 350)} = \frac{(0.43 - 0.48)}{(X - 0.48)}$$

$$\frac{50}{14} = \frac{-0.05}{(X - 0.48)}$$

$$X - 0.48 = \frac{14 X (-0.05)}{50}$$

$$X = 0.48 = -0.014$$

$$X = -0.014 + 0.48$$

$$\mathbf{R a/c = 0.466}$$

Tabla 8*Relación Agua – Cemento por Resistencia a compresión del concreto*

Resistencia a Compresión a los 28 Días (f'cr) (Kg/cm2)	Relación Agua /Cemento en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto 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	***

Fuente: Método comité ACI 211.

f) **Determinación del Factor Cemento.** Calculamos la cantidad de cemento estimada.

$$R_{a/c} = \frac{a}{c}$$

$$C = \frac{a}{R_{a/c}}$$

$$C = \frac{193}{0.466}$$

Así, la cantidad de cemento es 414,1631 Kg/m³ => 9.75 bolsas/m³.

g) Determinación de la Cantidad de Agregado Grueso. Con los siguientes datos: MF (Ag. Fino) = 3.00 y TMN (Ag. Grueso) = 1", Volumen del Ag. Grueso = 0.65 (obtenido de la siguiente tabla), multiplicamos el volumen del agregado grueso, con el peso unitario seco compactado del agregado grueso, con lo que se obtiene el Peso Agregado Grueso = 0.65 x 1487 cuyo resultado es el Peso Unitario Compactado Agregado Grueso = 966.55 Kg/m³.

Tabla 9

Volumen de Agregado Grueso por Unidad de Volumen de Concreto

		Volumen del agregado grueso seco, compactado (*)			
T.M.N. DEL AGREGADO GRUESO		por unidad de volumen de concreto, para diversos módulos de fineza del agregado fino (b/bo)			
		MÓDULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO			
		2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"		0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"		0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"		0.66	0.64	0.62	0.60
1"		0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"		0.76	0.74	0.72	0.70
2"		0.78	0.76	0.74	0.72
3"		0.81	0.79	0.77	0.75
6"		0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Método comité ACI 211.

h) Volúmenes absolutos de los agregados para hallar el agregado fino de los materiales por m³. Determinados de la siguiente manera:

$$\text{Volumen Absoluto} = \frac{\text{Peso Seco}}{\text{P.E.} \times 1000}$$

$$\text{V. Cemento} = \frac{414.1631}{3.14 \times 1000} = 0.1319 \text{ m}^3$$

$$\text{V. Ag. Grueso} = \frac{966.55}{2.72 \times 1000} = 0.3553 \text{ m}^3$$

$$\text{V. Agua} = \frac{193}{1000} = 0.193 \text{ m}^3$$

$$\text{V. Aire} = 1.5 \% = \frac{1.50}{100} = 0.0150 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen Parcial} \quad \Sigma 0.6952 \text{ m}^3$$

Cálculo del Peso del Agregado Fino

$$\text{Volumen del Agregado Fino} = 1 - \text{V. Parcial}$$

$$\text{Volumen de Ag. Fino} = 1 - 0.6952 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de Ag. Fino} = 0.3048 \text{ m}^3$$

Posteriormente, multiplicamos el **volumen** del agregado fino, por el **peso** unitario seco y compactado del agregado fino.

$$\text{Peso Ag. Fino} = \text{V. Ag. Fino} \times \text{P.E. Ag. Fino} \times 1000$$

$$\text{Peso Ag. Fino} = 0.3048 \times 2.67 \times 1000$$

$$\text{Peso Ag. Fino} = \mathbf{813.82 \text{ Kg/m}^3}$$

i) Resumen de materiales por m3 de concreto f'c=280 kg/cm2

Tabla 10

Cuadro Resumen de Materiales f'c=280 kg/cm2

MATERIAL	PESO
Cemento	414.16 kg/m3
Ag. Fino	813.82 kg/m3
Ag. Grueso	966.55 kg/m3
Agua	193 lt/m3

Fuente: Elaboración propia.

j) Corrección por Humedad

$$\text{Peso Agregado (H)} = P \text{ Ag (s)} \times \left[\frac{H\%}{100} + 1 \right]$$

Dónde:

P. Ag (s) = Peso del Agregado seco.

H. [%] = Contenido de humedad [%]

$$\text{Agregado Fino} = 813.82 \times \left(\frac{4.60}{100} + 1 \right) = 851.26 \text{ Kg.}$$

$$\text{Agregado Grueso} = 966.55 \times \left(\frac{3.00}{100} + 1 \right) = 995.55 \text{ Kg.}$$

k) Corrección por Absorción

$$\text{Peso Agregado (Abs.)} = P \text{ Ag (s)} \times \left[\frac{\% \text{Abs} - \% H}{100} \right]$$

Dónde:

P. Ag (s) = Peso del Agregado seco.

H. [%] = Contenido de humedad [%]

Abs. [%] = Absorción [%]

$$\text{Agregado Fino} = 813.82 \times \left(\frac{4.46-4.60}{100} \right) = -1.139$$

$$\text{Agregado Grueso} = 966.55 \times \left(\frac{1.82-3.00}{100} \right) = -11.405$$

$$\Sigma -12.54 \Rightarrow \text{Agua Libre}$$

I) Cálculo de agua efectiva

Agua Efectiva = A. Diseño – H. Agregados

$$\text{Agua Efectiva} = 193 - 12.54 \text{ [lt/m}^3\text{]}$$

Agua Efectiva = 180.46 lt/m³ => Agua efectiva

Calculamos

$$R_{a/c} = \frac{a}{c} \text{ efectiva}$$

$$R = \frac{a}{c} \text{ Diseño} = 0.466$$

$$R = \frac{a}{c} \text{ Efectiva} = \frac{180.46}{414.163} = 0.436$$

m) Resumen final de materiales para un concreto f'c=280 kg/cm²

Tabla 11

Tabla final de materiales para un concreto f'c=280 kg/cm²

MATERIAL	PESO
Cemento	414.16 kg/m ³
Ag. Fino	851.26 kg/m ³
Ag. Grueso	995.55 kg/m ³
Agua	180.46 lt/m ³

Fuente: Elaboración propia.

n) Determinación de proporciones para un concreto f'c=280 kg/cm²

$$\frac{414}{414} \quad \frac{851}{414} \quad \frac{996}{414} \quad \frac{180}{414} \times 42.5$$

DOSIFICACIÓN

$$1 \quad : \quad 2.06 \quad : \quad 2.40 \quad / \quad 18.48 \text{ (lt/bol)}$$

1.6.12.2. Elaboración del diseño de mezcla para el concreto f'c=350kg/cm².

Se realizaron los siguientes pasos.

- a) Determinación de la resistencia f'cr en función de la Resistencia a Compresión especificada (f'c).** Se realizó de esta forma ya que “no tenemos registro de resistencia de probetas correspondientes a datos anteriores”. Está en función al f'c (resistencia a la compresión del concreto a utilizar).

Tabla 12

Elección de Resistencia de la Compresión Promedio

f'c (kg/cm²)	f'cr (kg/cm²)
< 210	f'c + 70
210 a 350	f'c + 84
> 350	f'c + 50

Fuente: RNE E 0.60, p. 30.

Según la norma que para la resistencia $f'c < 350$ se le adiciona + 84 entonces: $F'cr = 350 + 84 = 434 \text{ kg/cm}^2$

- b) Selección de la Consistencia y/o Asentamiento.** Como la Mezcla es de consistencia plástica, el asentamiento adecuado es 3" a 4", esto conforme a la siguiente tabla:

Tabla 13

Asentamientos recomendados para varios tipos de consistencia

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO
Seca	0" a 2"
Plástica	3" a 4"
Fluida	≥ 5"

Fuente: Método comité ACI 211

- c) Selección del TMN del Agregado Grueso según el Ensayo de Granulometría realizado en laboratorio. TMN 1"**
- d) Selección del Volumen de agua de mezclado, para un concreto sin aire incorporado y Selección del Contenido de Aire, solamente aire atrapado.** Agua de mezclado = 193 litros/m³ y Contenido de aire = 1.5 %, esto de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla 14*Determinación del contenido del Agua*

Agua, en lt/m ³ , para los tamaños máximos nominales de agregados								
Asentamiento	grueso y consistencias indicadas							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154
Porcentaje (%) de aire atrapado								
% de aire atrapado	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.3	0.2

Fuente: Método comité ACI 211.

e) **Selección de la relación agua/cemento.** Dado que no se presenta problemas para utilizar el diseño por durabilidad emplearemos solo el diseño tomando en cuenta solo la resistencia. Como no se menciona, si el diseño es con aire incorporado, consideramos que este será un concreto sin aire incorporado. De la siguiente tabla, interpolamos el valor de $f'_{cr} = 434 \text{ Kg/cm}^2$

450	-----	0.38
434	-----	X
400	-----	0.43

$$\frac{(450 - 400)}{(434 - 400)} = \frac{(0.38 - 0.43)}{(X - 0.43)}$$

$$\frac{50}{34} = \frac{-0.05}{(X - 0.43)}$$

$$X = 0.43 = \frac{34 X (-0.05)}{50}$$

$$X = 0.43 = -0.034$$

$$X = -0.034 + 0.43$$

$$\mathbf{R \text{ a/c} = 0.396}$$

Tabla 15

Relación agua – Cemento por Resistencia a compresión del concreto

Resistencia a Compresión a los 28 Días (f'cr) (Kg/cm2)	Relación Agua /Cemento en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto 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	***

Fuente: Método comité ACI 211.

f) **Determinación del Factor Cemento.** Calculamos la cantidad de cemento estimada.

$$R_{a/c} = \frac{a}{c}$$

$$C = \frac{a}{R_{a/c}}$$

$$C = \frac{193}{0.466}$$

Así, la cantidad de cemento es 487.37 Kg/m³ => 11.47 bolsas/m³.

g) Determinación de la Cantidad de Agregado Grueso. Con los siguientes datos: MF (Ag. Fino) = 3.00 y TMN (Ag. Grueso) = 1", Volumen del Ag. Grueso = 0.65 (obtenido de la siguiente tabla), multiplicamos el volumen del agregado grueso, con el peso unitario seco compactado del agregado grueso, con lo que se obtiene el Peso Agregado Grueso = 0.65 x 1487 cuyo resultado es el Peso Unitario Compactado Agregado Grueso = 966.55 Kg/m³.

Tabla 16

Volumen de Agregado Grueso por Unidad de Volumen de Concreto

T.M.N. DEL AGREGADO GRUESO	Volumen del agregado grueso seco compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diversos módulos de fineza del agregado fino (b/bo)			
	MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Método comité ACI 211.

h) Volúmenes absolutos de los agregados para hallar el agregado fino de los materiales por m³. Determinamos de la siguiente manera:

$$\text{Volumen Absoluto} = \frac{\text{Peso Seco}}{\text{P.E.} \times 1000}$$

$$\text{V. Cemento} = \frac{487.37}{3.14 \times 1000} = 0.155 \text{ m}^3$$

$$\text{V. Ag. Grueso} = \frac{966.55}{2.72 \times 1000} = 0.3553 \text{ m}^3$$

$$\text{V. Agua} = \frac{193}{1000} = 0.193 \text{ m}^3$$

$$\text{V. Aire} = 1.5 \% \frac{1.50}{100} = 0.0150 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen Parcial} \quad \Sigma \text{ 0.7183 m}^3$$

Cálculo del Peso del Agregado Fino

Volumen del Agregado Fino = 1 – V. Parcial

Volumen de Ag. Fino = 1 - 0.7183 m³

Volumen de Ag. Fino = 0.2817 m³

Posterior, multiplicamos el **volumen** del agregado fino, por el **peso** unitario seco y compactado del agregado fino.

Peso Ag. Fino = V. Ag. Fino x P.E. Ag. Fino x 1000

Peso Ag. Fino = 0.2817 x 2.67 x 1000

Peso Ag. Fino = **752.139** Kg/m³

i) Resumen de materiales por m³ de concreto f'c=350 kg/cm²

Tabla 17

Cuadro Resumen de Materiales f'c=350 kg/cm²

MATERIAL	PESO
Cemento	487.37 kg/m ³
Ag. Fino	752.14 kg/m ³
Ag. Grueso	966.55 kg/m ³
Agua	193 lt/m ³

Fuente: Elaboración propia.

j) Corrección por Humedad

$$\text{Peso Agregado (H)} = P \text{ Ag (s)} \times \left[\frac{H\%}{100} + 1 \right]$$

Dónde:

P. Ag (s) = Peso del Agregado seco.

H. [%] = Contenido de humedad [%]

$$\text{Agregado Fino} = 752.14 \times \left(\frac{4.60}{100} + 1 \right) = 786.74 \text{ Kg.}$$

$$\text{Agregado Grueso} = 966.55 \times \left(\frac{3.00}{100} + 1 \right) = 995.55 \text{ Kg.}$$

k) Corrección por Absorción

$$\text{Peso Agregado (Abs.)} = P \text{ Ag (s)} \times \left[\frac{\% \text{Abs} - \% \text{H}}{100} \right]$$

Dónde:

P. Ag (s) = Peso del Agregado seco.

H. [%] = Contenido de humedad [%]

Abs. [%] = Absorción [%]

$$\text{Agregado Fino} = 752.19 \times \left(\frac{4.46-4.60}{100} \right) = -1.053$$

$$\text{Agregado Grueso} = 966.55 \times \left(\frac{1.82-3.00}{100} \right) = -11.405$$

$$\Sigma -12.46 \Rightarrow \text{Agua Libre}$$

I) Cálculo de agua efectiva

Agua Efectiva = A. Diseño – H. Agregados

$$\text{Agua Efectiva} = 193 - 12.46 \text{ [lt/m}^3\text{]}$$

Agua Efectiva = 180.54 lt/m³ => Agua efectiva

Calculamos

$$R_{a/c} = \frac{a}{c} \text{ efectiva}$$

$$R = \frac{a}{c} \text{ Diseño} = 0.396$$

$$R = \frac{a}{c} \text{ Efectiva} = \frac{180.46}{487.37} = 0.37$$

m) Resumen final de materiales para un concreto f'c=350 kg/cm²

Tabla 18

Tabla final de materiales para un concreto f'c=350 kg/cm²

MATERIAL	PESO
Cemento	487.37 kg/m ³
Ag. Fino	786.74 kg/m ³
Ag. Grueso	995.55 kg/m ³
Agua	180.54 lt/m ³

Fuente: Elaboración propia.

n) Determinación de proporciones para un concreto f'c=350 kg/cm²

$$\frac{487}{487} \quad \frac{787}{487} \quad \frac{996}{487} \quad \frac{180}{414} \times 42.5$$

DOSIFICACIÓN

$$1 \quad : \quad 1.61 \quad : \quad 2.05 \quad / \quad 18.48 \text{ (lt/bol)}$$

1.6.13. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.

El siguiente procedimiento lo indica la NTP 339.035 (2009)

1.6.13.1. Materiales.

El molde usado para realizar el ensayo es de forma de un tronco de cono, teniendo un diámetro inferior de 8 pulgadas (200mm), un diámetro superior de 4 pulgadas (100mm) y una altura de 12 pulgadas (300mm).

Estas medidas tendrán un margen de error de ± 3 mm, así como se visualiza en la Figura 33. La parte interna del molde debe ser lisa, libre de deformaciones y restos de materiales que se hayan utilizado con anterioridad.

Al momento de realizar el ensayo, se deberá tomar nota y registro de las medidas del molde para establecer su conformidad según las especificaciones.

Barra compactadora: la característica de la barra es que presenta una forma de un cilindro y es de acero liso, registra las siguientes dimensiones, un diámetro de 16mm y una longitud de 600mm aproximadamente, el extremo y/o extremos de la barra tienen la forma de una semiesfera.

Cinta métrica: la cinta métrica o un instrumento análogo, deberá tener una medición enmarcada de 5mm o menos.

Cucharón: el cucharón se usará para realizar la colocación (de manera correcta) de una cantidad de concreto en el molde.

Muestra: Para obtener la cantidad de muestra a utilizar en la realización de los ensayos, se tomará en cuenta la NTP 339.036.

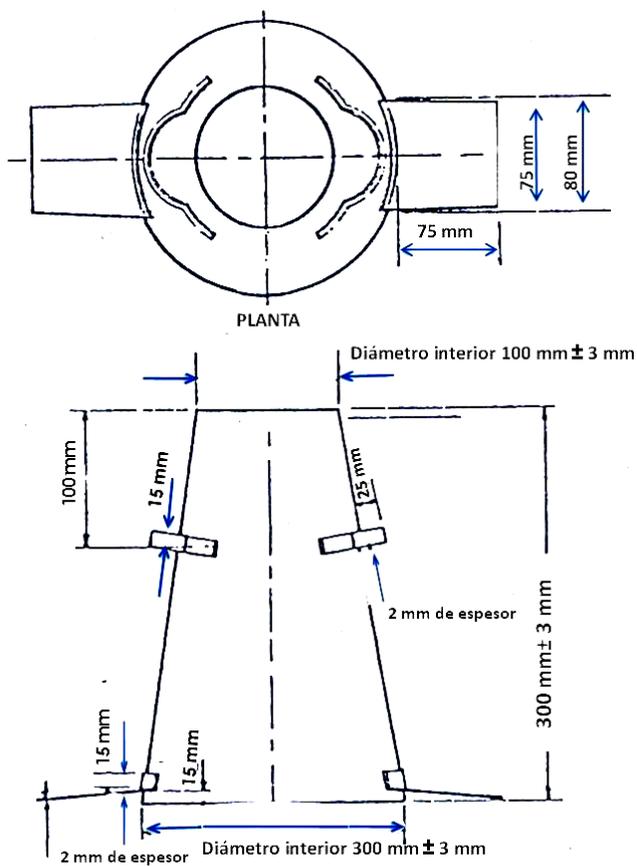


Figura 33. Molde para realizar prueba de asentamiento

Fuente: NTP 339.035.



Figura 34. Equipos usados para determinar el asentamiento

Fuente: Elaboración propia.

1.6.13.2. Procedimiento. Antes de realizar el ensayo, el molde deberá estar limpio, será colocado en un lugar seguro, fijo y en un área plana, para posterior a ello, realizar el colocado de la muestra en tres capas (cada capa es alrededor de 1/3 parte del volumen total del molde). El proceso de colocado de la muestra deberá tener uniformidad, para esto se deberá de realizar alrededor del perímetro del molde, el trabajo realizado se evidencia en las siguientes figuras.



Figura 35. Colocación del molde sobre un área plana inmóvil no absorbente

Fuente: Elaboración propia.



Figura 36. Vaciado de concreto con el cucharón alrededor del perímetro del molde

Fuente: Elaboración propia.

La compactación se realizó con la barra compactadora a través de 25 golpes (chuseado y/o varillado) por capa, esta acción se realiza de manera uniforme en toda el área de la correspondiente capa, así mismo, en la primera, segunda y tercera capa la compactación es en todo su espesor, teniendo cuidado que la barra ingrese ligeramente en la capa contigua inferior.



Figura 37. Aplicación de 25 golpes con la barra compactadora distribuido y aplicado de manera uniforme en toda el área de la capa.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez colocada y compactada la última capa, se deberá de enrasar la parte superior de este (Limpiar toda material excedente que hubiera), para luego retirar el molde con mucho cuidado hacia arriba. Esta acción se realiza con relación a 300mm en $5s \pm 2s$, conforme a la NTP 339.035, el tiempo desde que inicia el ensayo (llenado el molde) hasta el correspondiente retiro del molde, no deberá ser mayor a 2.5min



Figura 38. Medida del slump para un concreto $F'c = 350 \text{ Kg/Cm}^2$ al 12 % de adición de arcilla calcinada.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez retirado el molde, este se ubica en un lugar plano de forma invertida para, luego, medir rápidamente el asentamiento, el cual será determinado de la siguiente manera:

Asentamiento = Altura del molde - centro desplazado de la cara superior



Figura 39. Medida del slump para un concreto $F'c = 350 \text{ Kg/Cm}^2$ al 6 % de adición de arcilla calcinada

Fuente: Elaboración propia.



Figura 40. Medida del slump para un concreto $F'c = 350 \text{ Kg/Cm}^2$ al 6 % de adición de arcilla calcinada

Fuente: Elaboración propia.

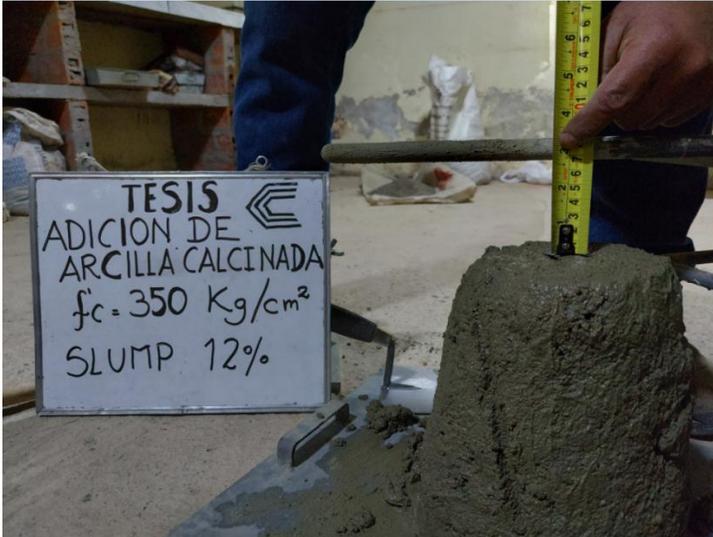


Figura 41. Medida del slump para un concreto $F'c = 350 \text{ Kg/Cm}^2$ al 12 % de adición de arcilla calcinada

Fuente: Elaboración propia.



Figura 42. Medida del Slump para un concreto $F'C = 350 \text{ Kg/Cm}^2$ al 18 % de adición de arcilla calcinada

Fuente: Elaboración propia.



Figura 43. Medida del Slump para un concreto $f'c = 350 \text{ Kg/Cm}^2$ al 18 % de adición de arcilla calcinada

Fuente: Elaboración propia.

1.6.14. Método de Ensayo Normalizado para la Determinación de la Resistencia a la Compresión del Concreto en Muestras Cilíndricas

El siguiente procedimiento lo indica la NTP 339.034 (2008).

1.6.14.1. Procedimiento.

Para realizar el ensayo, primeramente se deberá de tomar en cuenta el lugar y/o ambiente y las condiciones adecuadas para evitar cualquier inconveniente, es así que, en la presente investigación, se consideró lo siguiente.

En el laboratorio, se estableció un área plana, rígida y con un área horizontal, específicamente para realizar los ensayos.



Figura 44. *Preparación de moldes para testigos de concreto*

Fuente: Elaboración propia.



Figura 45. Vaciado de muestra de concreto en molde cilíndrico (briqueta)

Fuente: Elaboración propia.

Una vez obtenidas las dosificaciones para realizar los concretos para resistencias de $F'c = 280$ y $F'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, se procedió a mezclar el concreto hasta obtener una mezcla pastosa, el mismo se colocó en un molde cilíndrico (briqueta) hasta llenarlo en tres capas. La primera capa se compacta en toda su área a través de 25 "chuzeadas" con una varilla lisa (punta redondeada); culminada la etapa de compactación, se golpea ligeramente de forma uniforme el perímetro del molde a través de 10 veces con un martillo de goma, esto para liberar los espacios vacíos y/o burbujas de aire que hubiese atrapado en el concreto.



Figura 46. Compactación de la primera capa, a través de 25 inserciones ("chuzeadas")

Fuente: Elaboración propia.



Figura 47. Dosificación de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ con el 6 % de arcilla calcinada

Fuente: Elaboración propia.



Figura 48. Dosificación de $f'c=280$ kg/cm² con el 12 % de arcilla calcinada

Fuente: Elaboración propia.



Figura 49. Dosificación de $f'c=280$ kg/cm² con el 18 % de arcilla calcinada

Fuente: Elaboración propia.



Figura 50. Preparación de dosificación para su posterior mezclado de $f'c = 280$ kg/cm² con el 12 % de arcilla calcinada

Fuente: Elaboración propia.



Figura 51. Desmoldado de testigos de concreto con la correspondiente adición de arcilla calcinada.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 52. Curado de testigos de concreto

Fuente: Elaboración propia.

Una vez curados los testigos, el siguiente procedimiento es someterlo a una carga axial, conforme lo estipula la ASTM C-39. Para calcular la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días, se determina a través de la división de la carga de ruptura entre el área de la sección que soporta dicha carga, expresado en megapascuales (Mpa) o en Kg/cm². Para calcular la resistencia (R), se usa la expresión:

$R = 4P / \pi d^2$, donde "P" es la carga máxima, "d" diámetro del testigo

Antes de que los testigos sean sometidos a carga, primero deberán ser identificados indicando su edad de curado en días, número de testigo, fecha y de ser el caso asignarle un código. Como segundo paso, se determinará y se registrará el diámetro, longitud y peso de cada testigo. Como tercer paso, se realizará el ensayo a compresión aplicando una carga continua a cada testigo, para equipos hidráulicos la velocidad de carga está en un rango de 0,14 a 0,34 MPa/s.



Figura 53. Proceso de identificación, medición y pesado de testigos

Fuente: Elaboración propia.



Figura 54. Proceso de identificación, medición y pesado de testigos

Fuente: Elaboración propia.

Una vez sometido a compresión, en cada testigo ocurre un tipo de falla que se identificara de acuerdo a la siguiente figura.

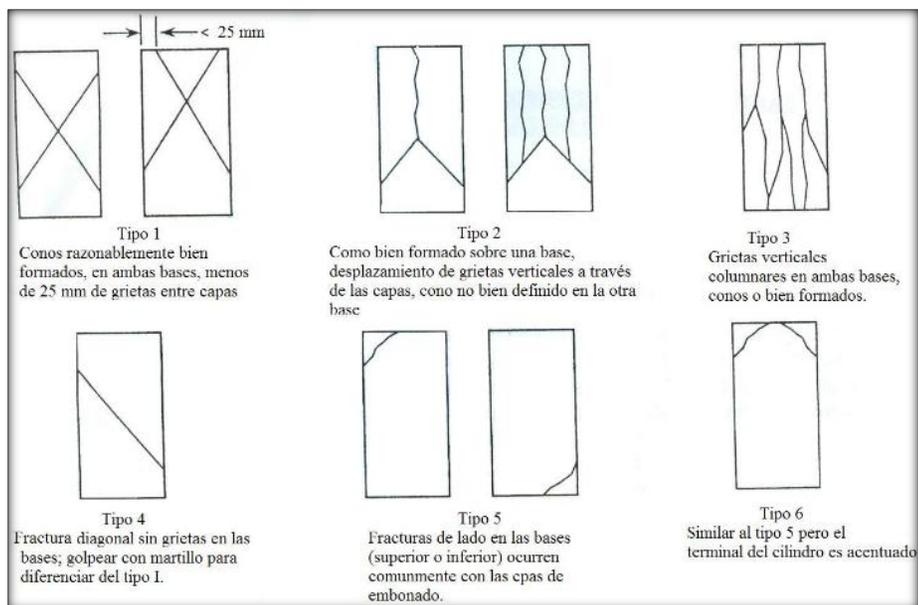


Figura 55. Esquema de los Patrones de Tipos de Fracturas

Fuente: Norma Técnica Peruana 339.034.



Figura 56. Ensayo de resistencia a compresión para un concreto de resistencia de $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con el 0 % de arcilla calcinada

Fuente: Elaboración propia.

En la anterior figura se puede visualizar que el tipo de fractura corresponde al tipo 3, es decir son fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados.



Figura 57. Ensayo de resistencia a compresión para un concreto de resistencia de $f'c=280$ kg/cm² con el 6 % de arcilla calcinada

Fuente: Elaboración propia.



Figura 58. Resultado de Ensayo de resistencia a compresión para un concreto de resistencia de $f'c=280$ kg/cm² con el 6 % de arcilla calcinada

Fuente: Elaboración propia.

En la anterior figura, se puede visualizar que el tipo de fractura corresponde al tipo 4, es decir, es una fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos.



Figura 59. *Ensayo de resistencia a compresión para un concreto de resistencia de $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con el 18 % de arcilla calcinada*

Fuente: Elaboración propia.

En la anterior figura, se puede visualizar que el tipo de fractura corresponde al tipo 3, es decir son fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados.

En conclusión, se puede decir que los tipos de fisuras predominantes tanto para un concreto $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y $f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ es del tipo 3.

Por otro lado, los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión de la muestra patrón y con la adición de la arcilla calcinada al 6 %, 12 % y 18 % se encuentra en el Anexo 4.

1.7. Definición de términos Básicos

Arcilla. Es un material natural que se encuentra en la superficie terrestre la cual se produce a través de la descomposición de silicatos de aluminio.

Concreto. Es el producto final del mezclado de materiales como cemento, aire, agua y agregado grueso en cantidades determinadas para obtener propiedades específicas.

Mezcla. Material formado por dos (2) o más unidades.

Aditivo. Es un químico que se adiciona al concreto al momento del mezclado, con el objetivo de cambiar una o varias de sus propiedades.

Hormigón. Materiales compuesto de las mezclas de diferentes materiales como: grava, cemento, agua, arena o piedra chancada.

Resistencia. Es la propiedad más importante de los concretos, este se determina a través de la siguiente expresión:

Resistencia = (Carga/área) expresados en unidades MPa, Kg/cm² o lb/pug².

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

1.8. Método y Alcance de la Investigación

1.8.1. Método

De acuerdo con Bernal Torres (2016), el método hipotético - deductivo es un proceso que inicia de afirmaciones conocidos como hipótesis, para luego aceptarla o no, derivando de ellas conclusiones.

En ese sentido, el método del presente estudio es hipotético – deductivo, ya que se planteó una hipótesis (La arcilla calcinada utilizada como adición al concreto estructural, mejora las propiedades físicas del concreto $f'c = 280$ y $f'c = 350$ kg/cm²), la que deberá ser aceptada o rechazada, según los ensayos realizados, para que en base a los resultados se emitan conclusiones.

1.8.2. Tipo de Investigación

Según Bernal Torres (2016), la investigación experimental es caracterizada porque los investigadores actúan de forma directa sobre los objetos a estudiar, a través de una serie de hechos para probar la hipótesis.

En ese sentido, el presente estudio es del tipo Experimental, ya que se realizó ensayos en laboratorio para observar los resultados de la adición arcilla calcinada en las propiedades físicas del concreto $f'c = 280$ y $f'c = 350$ kg/cm², con fines de demostrar la hipótesis planteada. En el trabajo se trató la variable independiente, arcilla calcinada en aumentos crecientes hasta visualizar los cambios que se presentan a la

consistencia, la trabajabilidad y resistencia del concreto $f'c = 280$ y $f'c = 350$ kg/cm² (variable dependiente).

1.8.3. Alcance de la Investigación

De acuerdo con Hernández-Sampieri (2018), el alcance explicativo está direccionado a revelar las causas y efectos de fenómenos (objetos de estudio), para explicar la relación que pudiera haber entre una o más variables.

En ese sentido, el alcance del presente estudio es explicativo, ya que se expresará la relación causa - efecto de la adición de arcilla calcinada en el concreto $f'c = 280$ y $f'c = 350$ kg/cm² para su uso estructural.

1.9. Diseño de la Investigación

Según Bernal Torres (2016) en un diseño experimental es requisito que se manipule directamente en una o más variables (relación entre variables conocidas y variables extrañas), además de tener un minucioso control en estos.

De acuerdo con lo descrito en el anterior párrafo, el diseño del presente estudio es experimental, ya que se realizó la experimentación y análisis de datos de la influencia de la arcilla calcinada en las propiedades físicas del concreto $f'c = 280$ y $f'c = 350$ kg/cm² para su uso estructural, con fines de demostrar la hipótesis planteada.

1.10. Población y muestra

1.10.1. Población

Según Fracica, citado por Bernal Torres (2016), la población es “el conjunto de todos los elementos a los cuales se refiere la investigación” (p. 36).

Por otro lado, para determinar la población se tomó en cuenta el método recomendado por Hernández-Sampieri (2018) el cual indica que la población es el

conjunto de casos que coinciden con diferentes especificaciones. Además, indica que para definir la población deberá de estar definido claramente el contenido del estudio, tiempo y lugar.

En ese sentido, la población del presente estudio es la arcilla, agregado grueso, agregado fino y cemento para la producción de los concretos estructurales ubicados en la Provincia de Puno, año 2021.

1.10.2. Muestra

Según Bernal Torres (2016) la muestra es la parte de la población, de las cuales verdaderamente se logrará obtener información para el proceso de estudio, así mismo, sobre la muestra seleccionada se realizarán las mediciones y observaciones de cada variable de la investigación.

Para determinar la cantidad de muestra, se usó el tipo de muestra probabilístico aleatorio simple, que se utiliza cuando una población contiene la variable o variables objeto de estudio. En ese sentido, se realizó los siguientes pasos para determinar la muestra: Primeramente, se identificó que la población en el presente estudio es infinito, es decir que no se conoce el total de la población; segundo, se define el nivel de confianza, este se da de acuerdo con los antecedentes estudiados y referencias bibliográficas, para la presente investigación se consideró un $Z_{\alpha} = 0.85$ (determinado en función a la distribución normal). Como tercer paso, se define el error de estimación "e", a este valor se le asigna un valor menor o igual a 10%, conforme al tipo de ensayo a realizar en laboratorio y trabajos de gabinete, se consideró un error de estimación de 5%. Finalmente, determinamos los valores "p" y "q", en el cual se considera la probabilidad de que ocurra el evento, para el presente estudio se consideró un 50 %

para cada uno. Finalmente, para calcular del tamaño de muestra infinita usamos la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2} \dots\dots\dots(1)$$

Dónde:

n= tamaño de muestra buscada.

Z= parámetro estadístico que dependerá del nivel de confianza

e= Error de estimación aceptable

p=Probabilidad de que ocurra el evento estudiado.

q=(1-p) = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado.

Reemplazando los datos determinados en la fórmula (1), obtenemos el número de muestras:

$$n = \frac{0.85^2 * 50\% * 50\%}{5\%^2}$$

$$n = 72.25$$

Por lo tanto, el número de muestras para el presente estudio es 72 unidades los cuales se distribuirán de la siguiente manera: se estableció en un total de 72 unidades de testigos de concreto para ensayos a compresión, determinado cómo se estimó el volumen de probetas a preparar: elaboración de 3 probetas para ensayar a los 7 días, elaboración de 3 probetas para ensayar a los 14 días y elaboración de 3 probetas para ensayar a los 28 días, por cada cantidad de cada fuerza de diseño (f'c: 280 y 350Kg/cm²) porque se debe extraer un promedio, dado que la conducta del concreto es irregular.

1.11. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

1.11.1. Técnicas

Se usó como técnica de recolección de datos a la observación, ya que de los resultados obtenidos en laboratorio se efectuó un análisis minucioso y de forma directa de la influencia de la arcilla calcinada en las propiedades físicas del concreto $f'c = 280$ y $f'c = 350$ kg/cm² para su uso estructural. Así mismo se realizó un análisis documental, porque se realizó la búsqueda previa de información selecta, esto en función de los objetivos y la hipótesis planteados. También se realizó la toma de fotografías, a fin de registrar y evidenciar los ensayos realizados.

1.11.2. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos usados son los Instrumentos documentales como fichas de laboratorio:

- Formato de análisis documental.
- Formato para medir el ensayo de resistencia de la compresión de los concretos.
- Formato para medir la consistencia de los concretos.
- Formato de informe de caracterización de cada material en la producción del concreto.
- Panel fotográfico, para registrar y evidenciar los trabajos realizados.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.12. Resultados del tratamiento y análisis de la información (tablas y figuras)

1.12.1. Diseño para un concreto de 280kg/cm² con adición de arcilla calcinada

La siguiente tabla evidencia el progreso de la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de acción de arcilla sometido a compresión en 7 días.

Tabla 19

Resultado de la resistencia a la compresión de concreto $f'_c=280\text{kg/cm}^2$ a los 7 días

Diseño 280 kg/cm² - ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días			
Porcentaje de adición de arcilla (%)	Resistencia promedio a la compresión (kg/cm²)	Resistencia a la compresión (kg/cm²) esperada (65%)	Variación (%) con respecto a muestra patrón
0	209.15	182	-
6	215.30	182	2.94%
12	215.35	182	2.96%
18	185.02	182	-11.54%

Fuente: Elaboración propia.

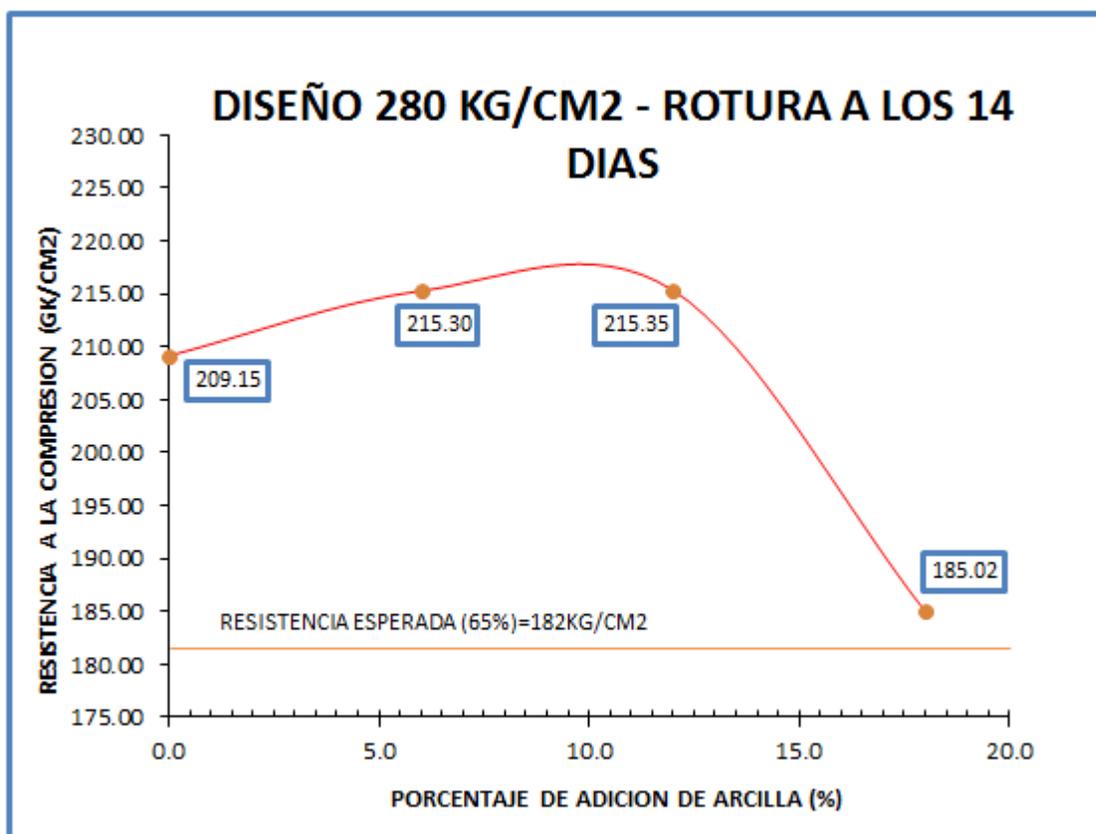


Figura 60. Variación de la resistencia a compresión de concreto $f'_c=280\text{kg/cm}^2$ a los 7 días

Fuente: Elaboración propia.

En la anterior figura, se puede notar que al 6 % de adición de arcilla la resistencia a la compresión incrementa en 2.94 %, así mismo, con la adición de arcilla calcinada al 12 % la resistencia a la compresión incrementa en 2.96 %; sin embargo, con la adición de arcilla calcinada al 18 % la resistencia a la compresión reduce en un 11.54 %

La siguiente tabla evidencia la evolución de la resistencia a la compresión con respecto a porcentaje de acción de arcilla sometido a compresión a los 14 días.

Tabla 20

Resultado de resistencia a la compresión de concreto $f'_c=280\text{kg/cm}^2$ a los 14 días

Diseño 280 kg/cm ² - ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días			
Porcentaje de adición de arcilla (%)	Resistencia promedio a la compresión (kg/cm ²)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²) esperada (90%)	Variación (%) con respecto a muestra patrón
0	249.31	252	-
6	260.09	252	4.32%
12	259.17	252	3.95%
18	232.75	252	-6.64%

Fuente: Elaboración propia.

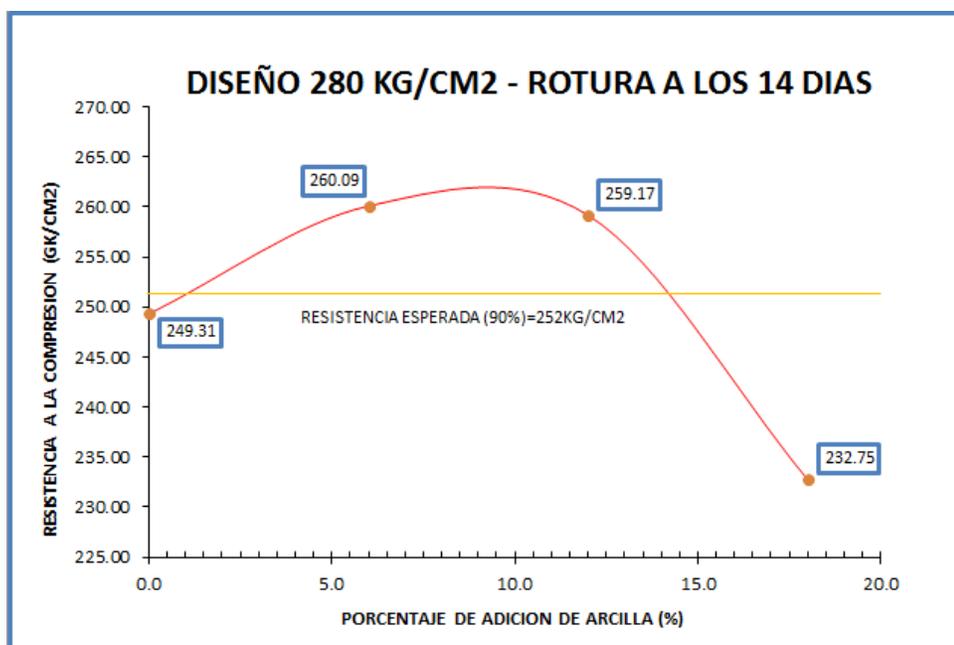


Figura 61. Variación de la resistencia a compresión de concreto $f'_c=280\text{kg/cm}^2$ a los 14 días

Fuente: Elaboración propia.

En la anterior figura, se puede notar que al 6 % de adición de arcilla la resistencia a la compresión incrementa en 4.32 %, así mismo, con la adición de arcilla calcinada al 12 % la resistencia a la compresión incrementa en 3.95 %; sin embargo, con la adición de arcilla calcinada al 18 % la resistencia a la compresión reduce en un 6.64%

La siguiente tabla evidencia el progreso de la resistencia a la compresión con respecto a porcentaje de acción de arcilla sometido a compresión a los 28 días.

Tabla 21

Resultado de resistencia a la compresión de concreto $f'_c=280\text{kg/cm}^2$ a los 28 días

Diseño 280 kg/cm² - ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días			
Porcentaje de adición de arcilla (%)	Resistencia promedio a la compresión (kg/cm²)	Resistencia a la compresión (kg/cm²) esperada (100%)	Variación (%) con respecto a muestra patrón
0	312.24	280	-
6	326.38	280	4.53%
12	316.96	280	1.51%
18	295.23	280	-5.45%

Fuente: Elaboración propia.

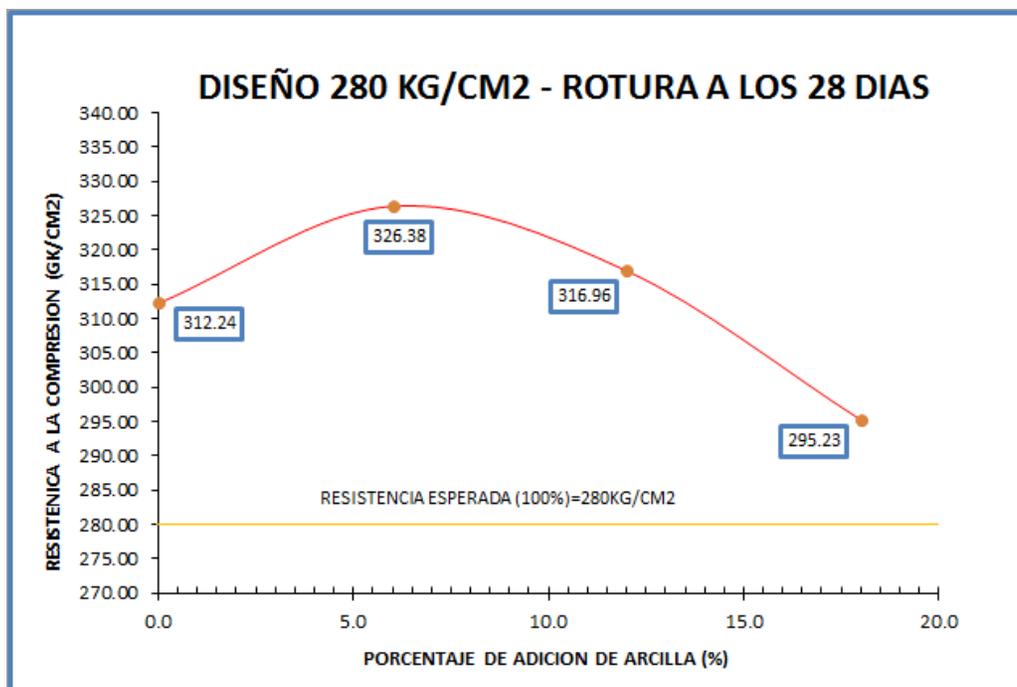


Figura 62. Variación de la resistencia a compresión de concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 28 días

Fuente: Elaboración propia.

Respecto del objetivo de Analizar la variación de las propiedades físicas del concreto $f'c =280$ y $f'c =350$ kg/cm^2 con respecto a una muestra patrón y adición de arcilla calcinada, la anterior figura muestra que al 6 % de adición de arcilla la resistencia a la compresión incrementa en 4.53 %, así mismo, con la adición de arcilla calcinada al 12 % la resistencia a la compresión incrementa en 1.51 %; sin embargo, con la adición de arcilla calcinada al 12 % la resistencia a la compresión reduce en un 5.45%. Por lo tanto, respecto del objetivo de obtener el porcentaje óptimo de arcilla calcinada utilizada como adición al concreto estructural, que mejora las propiedades físicas del concreto $f'c =280$ y $f'c =350$ kg/cm^2 , sería del 6 %. Los resultados obtenidos son corroborados con las investigaciones descritas en el Capítulo II, ítem 2.1

antecedentes del problema, específicamente en las investigaciones realizadas por Castillo Lara et al. (2011); García Marín et al. (2020); Caamano Valdez y Güette Paternina (2018); Córdoba (2021); Cueva Bustos y Villavicencio Álvarez (2019), De la Cruz López (2021), Reyes et al. (2021) y Rosas Moreto (2018) quienes, en resumen, concluyen que la adición de la arcilla en condiciones específicas si mejorará la resistencia a la compresión del concreto.

1.12.2. Diseño para un concreto de 350kg/cm² con adición de arcilla calcinada

La siguiente tabla se evidencia el progreso de la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de adición de arcilla sometido a compresión en 7 días.

Tabla 22

Resultado de resistencia a la compresión de concreto $f'_c=350\text{kg/cm}^2$ a los 7 días

Diseño 350 kg/cm² - ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días			
Porcentaje de adición de arcilla (%)	Resistencia promedio a la compresión (kg/cm²)	Resistencia a la compresión (kg/cm²) esperada (65%)	Variación (%) con respecto a muestra patrón
0	255.94	228	-
6	262.69	228	2.64%
12	260.79	228	1.89%
18	227.41	228	-11.15%

Fuente: Elaboración propia.

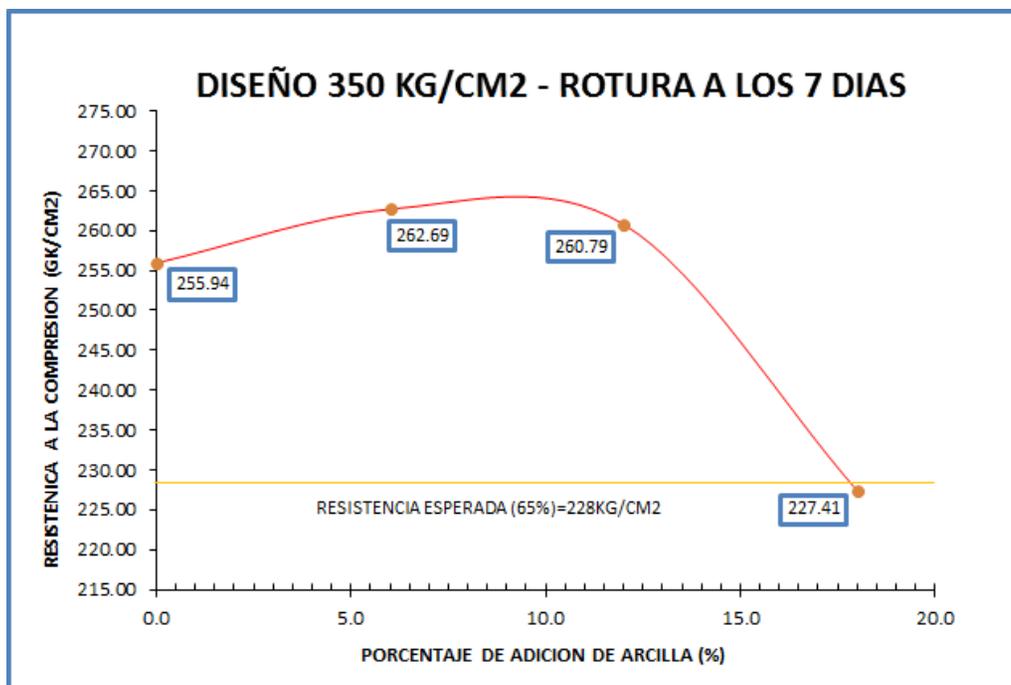


Figura 63. Variación de la resistencia a compresión de concreto $f'_c=350\text{kg/cm}^2$ a los 7 días

Fuente: Elaboración propia.

En la anterior figura, se puede notar que al 6 % de adición de arcilla la resistencia a la compresión incrementa en 2.64 %, así mismo, con la adición de arcilla calcinada al 12 % la resistencia a la compresión incrementa en 1.89 %; sin embargo, con la adición de arcilla calcinada al 18 % la resistencia a la compresión reduce en un 11.15%

En la siguiente tabla, se muestra el progreso de la resistencia a la compresión con respecto a porcentaje de acción de arcilla sometido a compresión a los 14 días.

Tabla 23

Resultado de resistencia a la compresión de concreto $f'_c=350\text{kg/cm}^2$ a los 14 días

Diseño 350 kg/cm² - ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días			
Porcentaje de adición de arcilla (%)	Resistencia promedio a la compresión (kg/cm²)	Resistencia a la compresión (kg/cm²) esperada (90%)	Variación (%) con respecto a muestra patrón
0	315.83	315	-
6	323.08	315	2.30%
12	325.52	315	3.07%
18	287.43	315	-8.99%

Fuente: Elaboración propia.

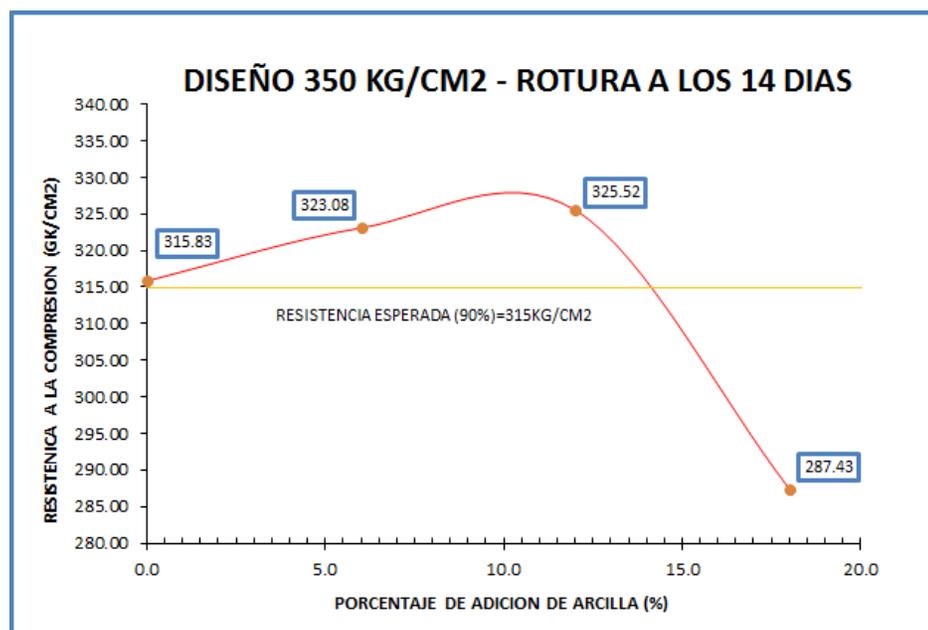


Figura 64. *Variación de la resistencia a compresión de concreto $f'_c=350\text{kg/cm}^2$ a los 14 días*

Fuente: Elaboración propia.

En la anterior figura, se puede notar que al 6 % de adición de arcilla la resistencia a la compresión incrementa en 2.30 %, así mismo, con la adición de arcilla calcinada al 12 % la resistencia a la compresión incrementa en 3.07 %; sin embargo, con la adición de arcilla calcinada al 18 % la resistencia a la compresión reduce en un 8.99%

La siguiente tabla muestra el progreso de la resistencia a la compresión con respecto a porcentaje de acción de arcilla sometido a compresión a los 28 días.

Tabla 24

Resultado de resistencia a la compresión de concreto $f'_c=350\text{kg/cm}^2$ a los 28 días

Diseño 350 kg/cm² - ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días			
Porcentaje de adición de arcilla (%)	Resistencia promedio a la compresión (kg/cm²)	Resistencia a la compresión (kg/cm²) esperada (100%)	Variación (%) con respecto a muestra patrón
0	407.92	350	-
6	431.96	350	5.89%
12	428.05	350	4.94%
18	363.75	350	-10.83%

Fuente: Elaboración propia.

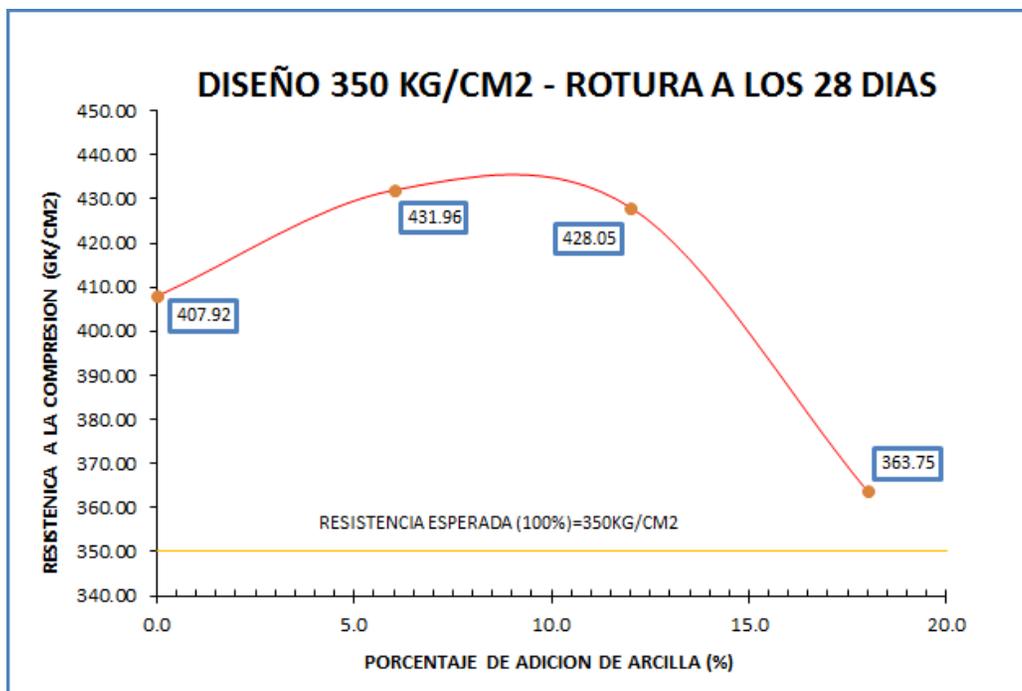


Figura 65. Variación de la resistencia a compresión de concreto $f'c=350\text{kg/cm}^2$ a los 28 días

Fuente: Elaboración propia.

Respecto del objetivo de analizar la variación de las propiedades físicas del concreto $f'c = 280$ y $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ en relación con una muestra patrón y adición de arcilla calcinada, la anterior figura muestra que al 6 % de adición de arcilla la resistencia a la compresión incrementa en 5.89%, así mismo, con la adición de arcilla calcinada al 12 % la resistencia a la compresión incrementa en 4.94 %; sin embargo, con la adición de arcilla calcinada al 12 % la resistencia a la compresión reduce en un 10.83%. Por lo tanto, respecto del objetivo de obtener el porcentaje óptimo de arcilla calcinada utilizada como adición al concreto estructural, que mejora las propiedades físicas del concreto $f'c = 280$ y $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$, sería del 6 %. Los resultados obtenidos son corroborados con las investigaciones descritos en el Capítulo II, ítem 2.1

antecedentes del problema, específicamente en las investigaciones realizadas por Castillo Lara et al. (2011); García Marín et al. (2020); Caamano Valdez y Güette Paternina (2018); Córdoba (2021); Cueva Bustos y Villavicencio Alvarez (2019); De la Cruz López (2021); Reyes et al. (2021) y Rosas Moreto (2018) quienes, en resumen, concluyen que la adición de la arcilla en condiciones específicas sí mejora la resistencia a la compresión del concreto.

1.12.3. Asentamiento del concreto

La siguiente tabla muestra los del asentamiento un concreto de 280 kg/cm² con adición de arcilla calcinada.

Tabla 25

Consistencias obtenidas para concretos $f'_c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de arcilla calcinada

Consistencia obtenida para concreto 280 kg/cm²		
Porcentaje de adición de arcilla (%)	Asentamiento en pulgadas.	Consistencia
0	2	seca
6	2.5	seca
12	3	plástica
18	3.5	plástica

Fuente: Elaboración propia.

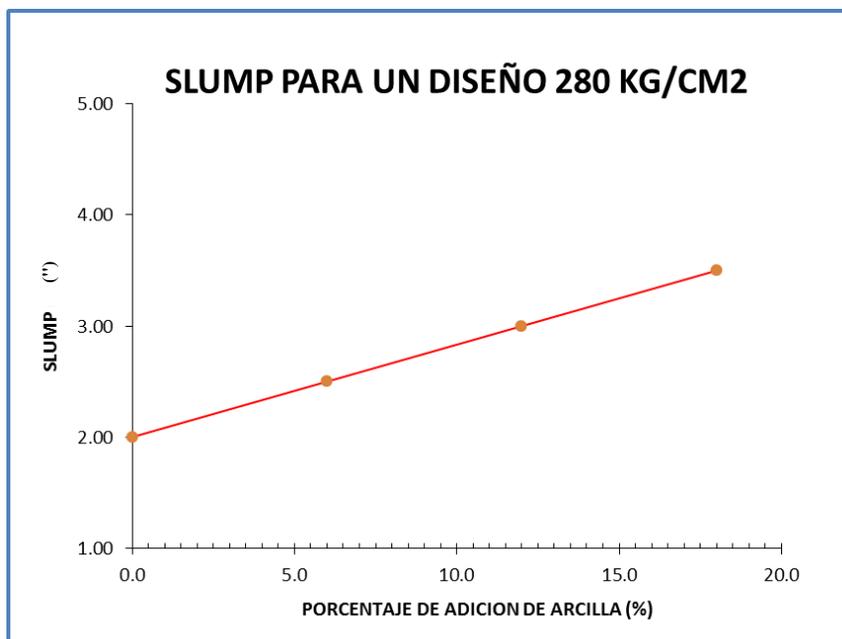


Figura 66. Variación de la consistencia obtenida para concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de arcilla calcinada

Fuente: Elaboración propia.

Respecto del objetivo de Analizar la variación de las propiedades físicas del concreto $f'c = 280$ y $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ con respecto a una muestra patrón y adición de arcilla calcinada, en la anterior figura se nota que la consistencia de la muestra patrón es 2" y con el 6 % de adicción de arcilla la consistencia es 2.5", así mismo, con la adición de arcilla calcinada al 12 % la consistencia es 3", de la misma manera con la adición de arcilla calcinada al 18 % la consistencia es 3.5". Es decir, que la tendencia es que mientras más porcentaje de arcilla se adicione al concreto más aumentara la trabajabilidad (relación directa). Por lo tanto, respecto al objetivo de Obtener el porcentaje óptimo de arcilla calcinada utilizada como adición al concreto estructural, que mejora las propiedades físicas del concreto $f'c = 280$ y $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$, serie el 6

%.

Los resultados obtenidos son corroborados con las investigaciones descritas en el Capítulo II ítem 2.1 antecedentes del problema, específicamente en las investigaciones realizadas por Castillo Lara et al. (2011); García Marín et al. (2020); Caamano Valdez y Güette Paternina (2018); Córdoba (2021); Cueva Bustos y Villavicencio Álvarez (2019); De la Cruz López (2021); Reyes et al. (2021) y Rosas Moreto (2018) quienes, en resumen, concluyen que la adición de la arcilla en condiciones específicas sí mejora las propiedades físicas del concreto.

La siguiente tabla muestra los del asentamiento un concreto de 350 kg/cm² con adición de arcilla Calcinada.

Tabla 26

Consistencias obtenidas para concretos $f'c=350\text{kg/cm}^2$ con adición de arcilla calcinada

Consistencia obtenido para concreto 350 kg/cm ²		
Porcentaje de adición de arcilla (%)	Asentamiento en pulgadas.	Consistencia
0	2.5	seca
6	3	plástica
12	3.5	plástica
18	4	plástica

Fuente: Elaboración propia.

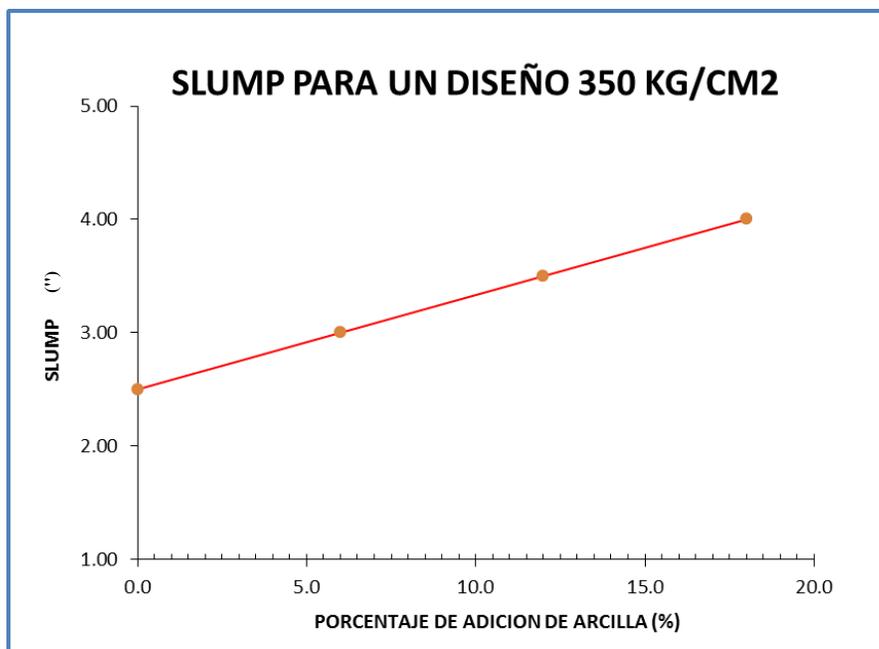


Figura 67. Variación de la consistencia obtenida para concreto $f'_c=350\text{kg/cm}^2$ con adición de arcilla calcinada

Fuente: Elaboración propia.

Respecto del objetivo de Analizar la variación de las propiedades físicas del concreto $f'_c = 280$ y $f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ con respecto a una muestra patrón y adición de arcilla calcinada, en la anterior figura se nota que la consistencia de la muestra patrón es 2.5" y con el 6 % de adicción de arcilla la consistencia es 3", así mismo, con la adición de arcilla calcinada al 12 % la consistencia es 3.5", de la misma manera con la adición de arcilla calcinada al 18 % la consistencia es 4". Es decir, que la tendencia es que mientras más porcentaje de arcilla se adicione al concreto más aumentara la trabajabilidad (relación directa). Por lo tanto, respecto del objetivo de Obtener el porcentaje óptimo de arcilla calcinada utilizada como adición al concreto estructural, que mejora las propiedades físicas del concreto $f'_c = 280$ y $f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2$, serie el 6%.

Los resultados obtenidos son corroborados con las investigaciones descritos en el Capítulo II ítem 2.1 antecedentes del problema, específicamente en las investigaciones realizadas por Castillo Lara et al. (2011); García Marín et al. (2020); Caamano Valdez y Güette Paternina (2018); Córdoba (2021); Cueva Bustos y Villavicencio Álvarez (2019); De la Cruz López (2021); Reyes et al. (2021) y Rosas Moreto (2018) quienes, en resumen, concluyen que la adición de la arcilla en condiciones específicas sí mejora las propiedades físicas del concreto.

1.13. Discusión de Resultados

1.13.1. Resultados de la resistencia a la compresión de $f'c = 280$ y $f'c = 350$ kg/cm² a los 7,14 y 28 días

Tanto para un concreto $f'c = 280$ kg/cm² y $f'c = 350$ kg/cm², con adición de Arcilla Calcinada en un 6 % la resistencia a la compresión tiene un aumento significativo, sin embargo, con la adición de arcilla calcinada en 12 % y 18 %, la resistencia tiende a disminuir con respecto a la muestra patrón.

De lo último mencionado, se resalta que, si bien con la adición de arcilla calcinada en los porcentajes 12 % y 18 % disminuye con respecto a la muestra patrón, aun así, se alcanza con la resistencia mínima requerida de acuerdo con las especificaciones para concretos $f'c = 280$ kg/cm² y $f'c = 350$ kg/cm². Tal como se evidencia en la siguiente figura.

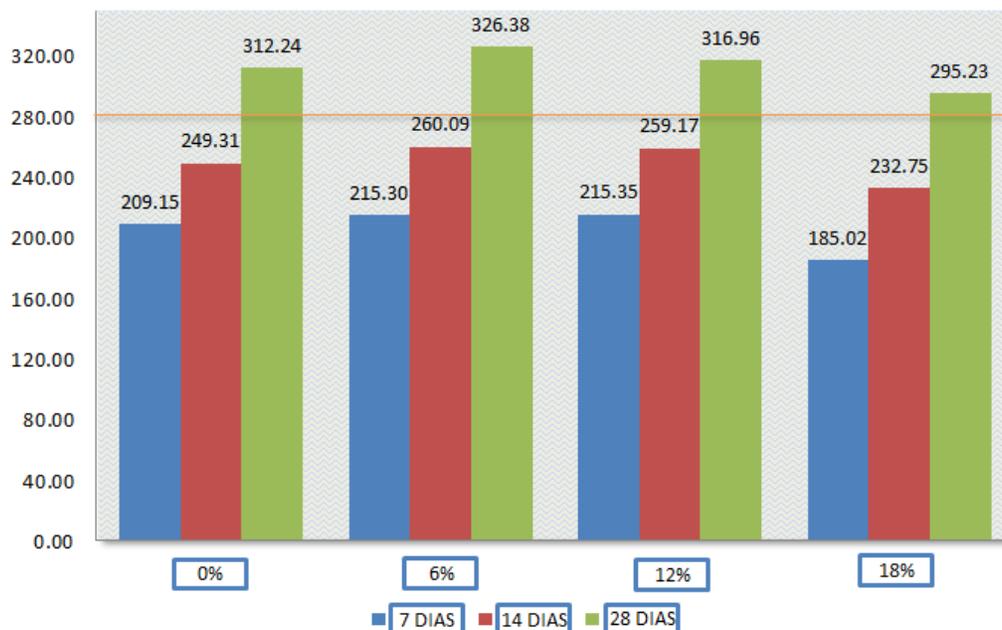


Figura 68. Evolución de la resistencia de un concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración propia.

En la anterior figura, se evidencia que la variación de la resistencia tiene una misma tendencia con la adición de 6 %, 12 % y 18 % de arcilla calcinada, es decir, la resistencia aumenta en todos los casos cuando se adiciona 6%, lo mismo ocurre cuando se adiciona 12 %; sin embargo, cuando se adiciona 18 % la resistencia reduce considerablemente respecto a la muestra patrón y esto sucede en todos los casos de adición de arcilla calcinada.

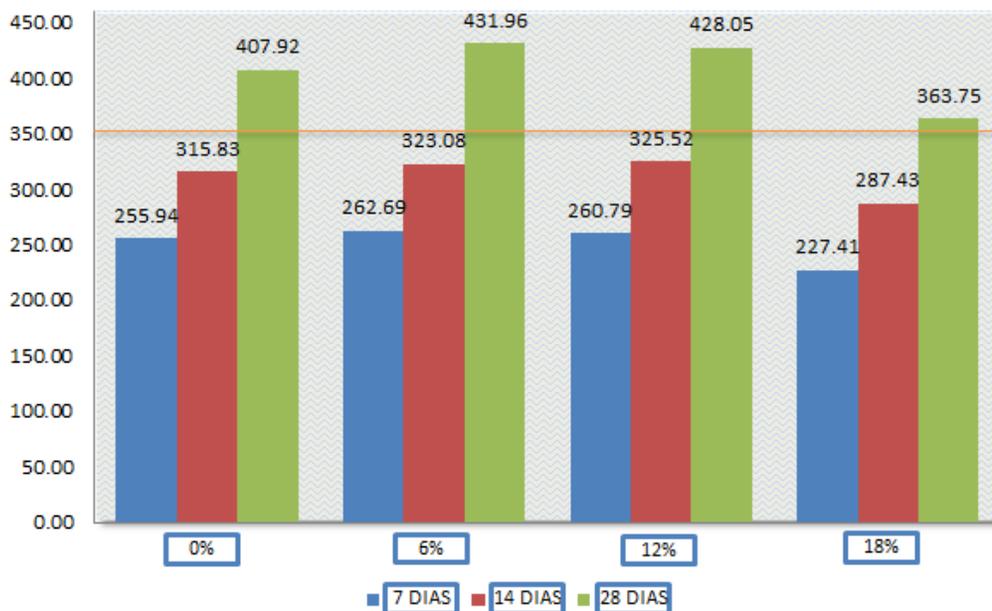


Figura 69. Evolución de la resistencia de un concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración propia.

En la anterior figura, se evidencia que la variación de la resistencia tiene una misma tendencia con la adición de 6 %, 12 % y 18 % de arcilla calcinada, es decir, la resistencia aumenta en todos los casos cuando se adiciona 6%, lo mismo ocurre cuando se adiciona 12 %; sin embargo, cuando se adiciona 18 % la resistencia disminuye considerablemente respecto a la muestra patrón y esto sucede en todos los casos de adición de arcilla calcinada.

Por otro lado, con la adición de arcilla calcinada en las proporciones 6 %, 12 % y 18 %, mejora la trabajabilidad, convirtiendo un concreto con consistencia seca a un concreto de consistencia plástica. En general, la relación es directa, es decir, mientras más porcentaje de arcilla calcinada se adicione al concreto más aumenta la trabajabilidad.

Respecto del objetivo de Analizar la variación de las propiedades físicas del concreto $f'c = 280$ y $f'c = 350$ kg/cm² con respecto a una muestra patrón y adición de arcilla calcinada y considerando que la resistencia, tanto para un concreto $f'c = 280$ kg/cm² y $f'c = 350$ kg/cm², tiene un aumento significativo con la adición del 6 % de arcilla calcina, esto respecto a una muestra patrón, así mismo, con los resultados de determinar el Slump, que hace que la muestra patrón pase de una consistencia seca a plástica. Se evidencia claramente las ventajas de la arcilla calcinada para uso estructural. Por lo tanto, respecto al objetivo de obtener el porcentaje óptimo de arcilla calcinada utilizada como adición al concreto estructural, que mejora las propiedades físicas del concreto $f'c = 280$ y $f'c = 350$ kg/cm², sería del 6 %. Por otro lado, con respecto al objetivo de determinar la influencia en la inversión económica con la adición de arcilla calcinada al concreto estructural que mejora las propiedades físicas del concreto $f'c = 280$ y 350 kg/cm², se realizó un análisis económico (ver anexo 1), con el cual se visualiza que si se optimiza la inversión económica con el reemplazo de cemento en un 6 % por arcilla calcinada.

Los resultados obtenidos son corroborados con las investigaciones descritos en el Capítulo II ítem 2.1 antecedentes del problema, específicamente en las investigaciones realizadas por Castillo Lara et al. (2011); García Marín et al. (2020); Caamano Valdez y Güette Paternina (2018); Córdoba (2021); Cueva Bustos y Villavicencio Álvarez (2019); De la Cruz López (2021); Reyes et al. (2021) y Rosas Moreto (2018) quienes, en resumen, concluyen que la adición de la arcilla en condiciones específicas sí mejoran las propiedades físicas del concreto. Se adjunta la siguiente comparación, respecto de la resistencia del concreto:

Tabla 27

Cuadro comparativo de resultados obtenidos con respecto al presente estudio

Presente estudio	Castillo Lara et al. (2011)	García Marín et al. (2020)	Troconis de Rincón et al. (2021)	Reyes et al. (2021)	Rosas Moreto (2018)	Cueva Bustos y Villavicencio Álvarez (2019)	De la Cruz López (2021)
<p>La arcilla calcinada utilizada como adición al concreto estructural, mejora las propiedades físicas del concreto $f'c = 280$ y $f'c = 350$ kg/cm² con un porcentaje óptimo de 6%.</p>	<p>En los microhormigones con 30 % de sustitución del cemento por arcilla calcinadas las resistencias son superiores respecto a una muestra patrón.</p>	<p>Con las cantidades de Artlita 40 % y Piedra Pómez del 17%, además de considerar a las muestras SSS Y seca, se llegó a la conclusión que estos materiales pueden ser considerados una alternativa con respecto a los materiales que se usa tradicionalmente (cemento)</p>	<p>Los resultados muestran que con la adición de arcilla (como sustituto del cemento) en 5 % y 10%, se visualiza un aumento de la trabajabilidad</p>	<p>Es viable usar arcilla cocida triturada como reemplazo del componente fino (agregado) en la producción de hormigones, pero, este no debe superar el 25 % con respecto al agregado fino.</p>	<p>El ladrillo recocido podría usarse como agregado grueso, siempre que la proporción de sustitución no supere el 30%.</p>	<p>De los porcentajes investigados (10%, 15 % y 20%) en la sustitución del cemento, por arcilla calcinada se llegó a la conclusión que con la adición del 10 % se obtuvo un mejor comportamiento respecto en la resistencia al concreto.</p>	<p>En el estudio se sustituyó al cemento con 4 % y 6 % de arcilla, además, 12 % y 18 % de concha de abanico, el resultado al que se llegó con respecto a la resistencia a la compresión del concreto fue que con la sustitución del cemento con 6 % de arcilla y 12 % de concha de abanico, se obtuvieron mejores resultados.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Del anterior cuadro, se puede deducir que las investigaciones, respecto de la sustitución del cemento por arcilla (en diferentes condiciones específicas), dieron resultados positivos con respecto a la resistencia del concreto, y es demostrado con los resultados de la presente investigación; sin embargo, se debe de tener cuidado la cantidad y/o porcentaje de reemplazo, dado que se ha visto que, al considerar cantidades mayores al 30 % (de acuerdo con los antecedentes), los resultados ya no son favorables.

CONCLUSIONES

CONCLUSIÓN GENERAL

La arcilla calcinada, sí mejora las propiedades físicas del concreto $f'c = 280$ y $f'c = 350$ kg/cm² para su uso estructural.

CONCLUSIONES ESPECÍFICAS

Considerando los resultados obtenidos de realizar los ensayos de resistencia a la compresión y ensayo del Cono de Abrams, entre una muestra patrón y adición de arcilla calcinada, se llega a la conclusión de que, el porcentaje óptimo de arcilla calcinada utilizada como adición al concreto estructural, que mejora las propiedades físicas del concreto $f'c = 280$ y $f'c = 350$ kg/cm² es del 6%.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el concreto $f'c = 280$ kg/cm² con respecto a la resistencia a la compresión a los 28 días, se tiene un aumento del 4.53 % (326.38 kg/cm²) con la adición de arcilla calcinada en un 6%, esto respecto a la muestra patrón (312.24 kg/cm²) (ver pág. 89). De acuerdo con los resultados obtenidos en el concreto $f'c = 350$ kg/cm² con respecto a la resistencia a la compresión a los 28 días, se tiene un aumento del 5.89 % (431.96 kg/cm²) con la adición de arcilla calcinada en un 6 %, esto respecto a la muestra patrón (407.92 kg/cm²) (ver pág. 94). De los resultados obtenidos con relación a la consistencia de la concreto $f'c = 280$ kg/cm² y $f'c = 350$ kg/cm², la tendencia es que mientras más porcentaje de arcilla se adicione al concreto más aumentara la trabajabilidad (relación directa)¹.

Del análisis económico realizado (ver anexo 1), una vez obtenido el porcentaje óptimo de arcilla calcinada utilizada como adición al concreto estructural, que mejora

¹ Ver pp. 96 – 99 de la presente investigación.

las propiedades físicas del concreto $f'c = 280$ y $f'c = 350$ kg/cm² que es el 6%, se concluye, que si se optimiza la inversión económica, en S/ 4.97 y S/ 5.85 respectivamente, logrando obtener concretos más resistentes a un menor costo.

RECOMENDACIONES

Conforme con los resultados obtenidos, se recomienda investigar su aplicación en concretos premezclados debido a que se obtuvo una mejora en cuanto a la consistencia, ya que para el vaciado del concreto premezclado se utiliza un sistema de tuberías que requiere que el concreto tenga una consistencia específica para evitar taponeos, de la misma forma, cuando se usa el llamado “pluma telescópico”. Esto en vista de que, en los últimos tiempos, se ha notado un creciente uso de estos servicios, para la construcción de obras públicas, además de viviendas particulares.

De acuerdo con la evolución de la resistencia adicionando arcilla calcinada, se recomienda investigar la reacción a temperaturas menores a 400 °C de calcinación, esto en vista de que la energía para llegar a temperaturas superiores a 800 °C, es mucha y en ocasiones no se cumple esta especificación, por ello es importante saber si es conveniente y/o favorable adicionar arcilla calcinada a temperaturas menores de 400 °C.

Para obtener resultados correctos, se recomienda obtener una muestra de arcilla calcinada libre de impurezas, ya que durante el proceso de muestreo y la obtención de la muestra calcinada existe el riesgo de contaminación, lo cual claramente haría variar los resultados y cálculos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASOCEM (s.f.). Reporte Estadístico Mensual Junio 2021 - Asocem. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 18 julio 2021]. <http://www.asocem.org.pe/estadisticas-nacionales/reporte-estadistico-mensual-junio-2021>.
2. BERGAYA, F. Y LAGALY, G., (2006). General Introduction: Clays, Clay Minerals, Andclay Science. In *Handbook of Clay Science* (F. Bergaya, B. G. K. Theng and G. Lagaly). , vol. 1, N.º 05.
3. BERNAL TORRES, C.A., 2016. Metodología de la investigación. Administración, economía, humanidades y ciencias sociales. 9789586993098, Librería Ochoa. *Pearson Editorial, S.A. DE C.V.* [en línea], p. 384. [Consulta: 14 febrero 2022]. https://drive.google.com/file/d/19qU5K9hfft34oer1jNB4hJLHOOpiUTqd/view?fbclid=IwAR197QDL6_etkWaBu8ofqd1HCaUjnBRbOr9bOW3_298ty7GqHfpNnsoWnW8&usp=embed_facebook.
4. CAAMANO VALDEZ, N. y GÜETTE PATERNINA, K.L., (2018). Dosificaciones de mezclas para obtener concreto estructural empleando arcillas calcinadas del sector el hatillo, materiales petreos del río algodonal y de la E.A.T. Provías en Ocaña, norte de Santander. [en línea], [Consulta: 15 julio 2021]. <http://repositorio.ufpso.edu.co/jspui/handle/123456789/1096>.
5. CASTILLO ABANTO, F., (2009). *Tecnología del Concreto* [en línea]. s.n. <https://www.udocz.com/read/tecnologia-del-concreto-teoria-y-problemas-ing-flavio-abanto-castillo>.

6. CASTILLO LARA, R., ANTONI, M., ALUJAS DÍAZ, A., SCRIVENER, K. y MARTIRENA HERNÁNDEZ, J.F., (2011). Estudio de la adición de arcillas calcinadas en la durabilidad de hormigones. *Revista ingeniería de construcción* [en línea], vol. 26, N.º 1, pp. 25-40. [Consulta: 10 julio 2021]. ISSN 0718-5073. DOI 10.4067/S0718-50732011000100002. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732011000100002&lng=es&nrm=iso&tlng=es.
7. CASTILLO, R., FERNÁNDEZ, R., ANTONI, M., SCRIVENER, K., ALUJAS, A. y MARTIRENA, J.F., (2010). Activación de arcillas de bajo grado a altas temperaturas. *Revista ingeniería de construcción* [en línea], vol. 25, N.º. 3, pp. 329-352. [Consulta: 18 julio 2021]. ISSN 0718-5073. DOI 10.4067/S0718-50732010000300001. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732010000300001&lng=es&nrm=iso&tlng=es.
8. CÓRDOBA, G.P., (2021). Durabilidad de hormigones elaborados con cementos compuestos con arcillas calcinadas. [en línea], [Consulta: 12 febrero 2022]. <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/handle/123456789/2795>.
9. CUEVA BUSTOS, B.P. y VILLAVICENCIO ALVAREZ, L.F., (2019). Adición de arcilla calcinada del Distrito de Santa en concreto estructural para mejora de sus propiedades físicas. *Repositorio Institucional - UNS* [en línea], [Consulta: 15 julio 2021]. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3399>.

10. DE LA CRUZ LÓPEZ, J.E., (2021). Resistencia del concreto f'c: 210kg/cm² sustituyendo al cemento por kaolinite y *Argopecten purpuratus*, Chimbote - Ancash - 2021. *Repositorio Institucional - UCV* [en línea], [Consulta: 15 julio 2021]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/63774>.
11. GARCÍA MARÍN, F.M., GÜIZA GALEANO, R.A. y BAQUERO SANABRIA, B.A., (2020). Exploratory study of expanded clay and pumice stone as added in the production of light concretes. *Ingeniería y Desarrollo*, vol. 37, N.º 2, pp. 233-255. DOI 10.14482/INDE.37.2.1624.
12. HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R., (2018). *Metodología de la investigación*. [en línea]. McGraw-Hill Interamericana,. [Consulta: 14 febrero 2022]. ISBN 9781456261986.
https://discovery.uoc.edu/iii/encore/record/C__Rb1067293?lang=cat.
13. LOZANO ROMERO, C.A., (2019). Resistencia a la compresión y absorción de un mortero sustituyendo el cemento por 36 % de arcilla activada de Acopampa-Carhuaz y 12 % de concha de abanico. *Universidad San Pedro* [en línea], [Consulta: 15 julio 2021].
<http://repositorio.usanpedro.edu.pe//handle/USANPEDRO/10399>.
14. NTP 339.035, (2009). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de Cemento Portland. *NTP 339.035 Instituto Nacional de Calidad* [en línea], vol. Tercera edición, p. 13.
https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/modulos/TIE/TIE_DetallarProducto.aspx?PRO=4303.

15. REYES, L.J.C., VALLEJOS, C.C., GUTIÉRREZ, A.V., SALARDI, E.P. y IGLESIAS, C.H., (2021). Arcilla cocida como agregado fino para mejorar las propiedades mecánicas del hormigón estructural. *Aporte Santiaguino* [en línea], pp. 147-158. [Consulta: 13 febrero 2022]. ISSN 2616-9541. DOI 10.32911/AS.2021.V14.N2.759.http://revistas.unasam.edu.pe/index.php/Aporte_Santiaguino/article/view/759/985.
16. RIVVA LOPEZ, E., (2005). *Diseño de Mezclas*. 2. S.I.: s.n.
17. ROSAS MORETO, H.A., (2018). Uso de ladrillo de arcilla con exceso de cocción como agregado grueso en concretos hidráulicos. *Universidad de Piura* [en línea], [Consulta: 13 febrero 2022]. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/3512>.
18. SCRIVENER, K. y FAVIER, A., (2015). Calcined Clays for Sustainable Concrete. *RILEM Bookseries*, DOI 10.1007/978-94-017-9939-3.
19. TROCONIS DE RINCÓN, O., MILLANO, V., SUAREZ, W., NAVARRO, L., DE TURRIS, A. y AMESTY, R., (2021). Evaluación del efecto de la arcilla de desecho de un proceso de producción de polioles como sustituto parcial del cemento en concreto armado. *Revista ALCONPAT*, vol. 11, N.º 3. ISSN 2007-6835. DOI 10.21041/RA.V11I3.552.
20. UNIVERSIDAD DE BARCELONA (s.f.). Atlas de asociaciones minerales en lámina delgada. Joan Carles Melgarejo i Draper (ed.). Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 18 julio 2021]. <http://www.edicions.ub.edu/ficha.aspx?cod=04526>.

- 21.(2001). N.T.P.N. 339. 034., (2008). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. *Inacal* [en línea], https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/modulos/TIE/TIE_DetallarProducto.aspx?PRO=4303.
- 22.(s.f.) El poderoso emisor de CO₂ que está por todas partes y cuyo impacto quizás no conozcas - El Mostrador. [en línea]. [Consulta: 18 julio 2021]. <https://www.elmostrador.cl/agenda-pais/2018/12/17/el-poderoso-emisor-de-co2-que-esta-por-todas-partes-y-cuyo-impacto-quizas-no-conozcaS/>.

ANEXOS

ANEXO 1. Comparación de Partida de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con 0 % de adición de arcilla calcinada y 6 % de adición de arcilla calcinada.

Tabla 28

Diferencia del costo por m3 para un Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO 280 KG/CM2 – COSTO POR METRO CUBICO		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE ARCILLA (0 %) S/	PORCENTAJE DE ADICIÓN DE ARCILLA (6 %) S/	DIFERENCIA S/
319.65	314.68	4.97

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29

Diferencia del costo por m3 para un Concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO 350 KG/CM2 – COSTO POR METRO CUBICO		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE ARCILLA (0 %) S/	PORCENTAJE DE ADICIÓN DE ARCILLA (6 %) S/	DIFERENCIA S/
353.93	348.08	5.85

Fuente: Elaboración propia.

S10

Página: 2

Análisis de precios unitariosPresupuesto **0304001** ADICIÓN DE ARCILLA CALCINADA AL CONCRETO ESTRUCTURAL PARA MEJORAR PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO F

Partida	03	(901155010150-0304001-01)	CONCRETO F'C=350KG/CM2	Costo unitario directo por:		m3	353.93
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ		hh	0.0044	28.08	0.12	
0147010002	OPERARIO		hh	0.0889	23.40	2.08	
0147010003	OFICIAL		hh	0.0889	18.50	1.64	
0147010004	PEON		hh	0.3556	16.73	5.95	
						9.79	
Materiales							
0204000000	ARENA FINA		m3	0.5190	62.89	32.64	
0205000022	PIEDRA CHANCADA		m3	0.7130	89.02	63.47	
0221000009	CEMENTO WARI TIPO I (42.5KG)		BOL	11.4700	21.50	246.61	
0230990006	AGUA		m3	0.1810	1.92	0.35	
						343.07	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.29	0.29	
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11P3		hm	0.0444	13.13	0.58	
0349070052	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"		hm	0.0222	9.13	0.20	
						1.07	
Partida	04	(901155010152-0304001-01)	CONCRETO F'C=350KG/CM2 + ARCILLA CALCINADA	Costo unitario directo por:		m3	348.08
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ		hh	0.0044	28.08	0.12	
0147010002	OPERARIO		hh	0.0889	23.40	2.08	
0147010003	OFICIAL		hh	0.0889	18.50	1.64	
0147010004	PEON		hh	0.3556	16.73	5.95	
						9.79	
Materiales							
0204000000	ARENA FINA		m3	0.5190	62.89	32.64	
0205000022	PIEDRA CHANCADA		m3	0.7130	89.02	63.47	
0221000009	CEMENTO WARI TIPO I (42.5KG)		BOL	10.7818	21.50	231.81	
0229530018	ARCILLA CALCINADA		BOL	0.6882	13.00	8.95	
0230990006	AGUA		m3	0.1810	1.92	0.35	
						337.22	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.29	0.29	
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11P3		hm	0.0444	13.13	0.58	
0349070052	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"		hm	0.0222	9.13	0.20	
						1.07	

ANEXO 2. Matriz de consistencia de la investigación.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL				MÉTODO:
¿La arcilla calcinada utilizada como adición al concreto estructural, mejora las propiedades físicas del concreto f'c =280 y f'c =350 kg/cm2?	Determinar la influencia de la arcilla calcinada en las propiedades físicas del concreto f'c =280 y f'c =350 kg/cm2 para su uso estructural.	La arcilla calcinada utilizada como adición al concreto estructural, mejora las propiedades físicas del concreto f'c =280 y f'c = 350 kg/cm2	V1: Variable Independiente	D1: Peso D2: Dosificación	I1: 0 % I2: 6 % I3: 12 % I4: 18 % I1: 0 % I2: 6 % I3: 12 % I4: 18 %	Hipotético - Deductivo TIPO: Experimental ALCANCE: Explicativo DISEÑO: Experimental POBLACIÓN: Arcilla, agregado grueso, agregado fino, cemento para la producción de los concretos estructurales ubicados en la provincia - distrito de Puno 2021
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS				MUESTRA:
1.- ¿Cuál es el porcentaje óptimo de arcilla calcinada utilizada como adición al concreto estructural, que mejora las propiedades físicas del concreto f'c =280 y 350 kg/cm2?	1.- Obtener el porcentaje óptimo de arcilla calcinada utilizada como adición al concreto estructural, que mejora las propiedades físicas del concreto f'c =280	1.- El porcentaje óptimo de arcilla calcinada como adición al concreto estructural, que mejora las propiedades físicas del concreto f'c =280 y f'c = 350 kg/cm2 varía de 0 % a 18 %.	V2: Variable dependiente	D1: Resistencia a la compresión del concreto D2: consistencia	I1: a los 7 días I2: a los 14 días I3: a los 28 días Seca (0 a 2) Plástica (3 a 5) Blanda (6 a 9) Fluida (10 a 15) Líquida (≥ 16)	Se usó el método probabilístico aleatorio simple, con el que se obtuvo una muestra de 72 unidades de testigos de concreto para ensayos a compresión TÉCNICA E INSTRUMENTO:

<p>2.- ¿Cuál es la variación de las propiedades físicas del concreto f'c =280 y 350 kg/cm2 con respecto a una muestra patrón y adición de arcilla calcinada?</p>	<p>y f'c =350 kg/cm2</p> <p>2.- Analizar la variación de las propiedades físicas del concreto f'c =280 y f'c =350 kg/cm2 con respecto a una muestra patrón y adición de arcilla calcinada.</p>	<p>2.- La adición de arcilla calcinada al concreto estructural, mejora significativamente las propiedades físicas del concreto f'c =280 y f'c =350 kg/cm2.</p>	<p>Observación, análisis documental, fotografías</p> <p>Fichas de recopilación de información</p>
<p>3.- Cuál es la variación de las propiedades físicas del concreto f'c =280 y 350 kg/cm2 con respecto a una muestra patrón y adición de arcilla calcinada?</p>	<p>3.- Determinar la influencia en la inversión económica con la adición de arcilla calcinada al concreto estructural que mejora las propiedades físicas del concreto f'c =280 y 350 kg/cm2</p>	<p>3.- La adición de arcilla calcinada al concreto estructural que mejora las propiedades físicas del concreto f'c =280 y 350 kg/cm2 optimiza la inversión económica.</p>	

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 3. Dosificación de los concretos $f'c = 280$ y $f'c = 350$ kg/cm².



TRIPLE GEO E.I.R.L. **LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**
Geología - Geofísica - Geotecnia

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

$f'c = 280$ Kg./cm² (A.C.I. 211.1)

TESIS	: ADICIÓN DE ARCILLA CALCINADA AL CONCRETO ESTRUCTURAL PARA MEJORAR PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO $f'c = 280$ Y 350 Kg./cm ² , EN LA PROVINCIA DE PUNO - 2021
UBICACIÓN	: DIST. PUNO, PROV. PUNO, REGION PUNO
SOLICITANTE	: BACHILLER FELIPE JESUS CACERES PINEDA, DORLY MADELINE PINO HUANCA
FECHA	: 28 DE MAYO DEL 2021

I. MATERIALES

a.- CEMENTO

CEMENTO	TIPO	PESO ESPECIFICO	SUPERFICIE ESPECIFICADA
WARI	I	3.14	0

b.- AGREGADOS

AGREGADO	FORMA	TAMAÑO MAX. MON.	CANTERA	DISTRITO
FINO	REDONDEADO	3/16	CANTERA - RIO CUTIMBO	PICHACANI
GRUESO	ANGULAR	1"	PLANTA CHANCADORA KM. 44 PUNO-MOQ.	PICHACANI

II. CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS MATERIALES

N°	DESCRIPCION	UNIDAD	AGREGADOS	
			FINO	GRUESO
1	PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m ³	1449	1355
2	PESO UNITARIO COMPACTO	Kg/m ³	1554	1487
3	PESO ESPECIFICO	gr./cc	2.67	2.72
4	ABSORCION	%	4.46	1.82
5	MUDULO DE FINEZA		3.00	7.14
6	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	4.60	3.00

III. CONDICIONES DE OBRA

TIPO DE OBRA	TAMAÑO DE AGREGADO	CONSISTENCIA	EXPOSICION DE OBRA
COLUMNAS, VIGAS, LOSAS	1"	PLASTICA	NORMAL

IV. DOSIFICACION

PARAMETROS DE DISEÑO		SLUMP	CONTENIDO DE AGUA	RELACION A/C	AIRE (%)	VOLUMEN A. Grueso	FACTOR CEMENTO		CONTENIDO A.GRUESO
$f'c$ (kg/cm ²)	$f'cr$ (kg/cm ²)	Pulg.					Kg./m ³	Bolsas	
280	364	3"- 4"	193	0.47	1.5	0.65	414	9.75	966

V. DOSIFICACION EN PESO

DESCRIPCION	VOLUMEN ABSOLUTO	PESO ESTIMADO SECO Kg./m ³	CORREC./ HUMEDAD	PESO CORREGIDO Kg./m ³	PROPORCION
CEMENTO	0.1319	414		414.16	1
AGREGADO FINO	0.3046	814	1.14	851.42	2.06
AGREGADO GRUESO	0.3555	966	11.38	995.40	2.40
AGUA	0.1930	193	12.52	180.48	0.44
AIRE	0.0150				

VI. DOSIFICACION EN VOLUMEN

DESCRIPCION	EN PIES CUB.	PROPORCION EN (m ³)	PROPORCION (1 p3)
CEMENTO	9.75	0.276	1
AGREGADO FINO	19.84	0.562	2.04
AGREGADO GRUESO	25.19	0.713	2.58
AGUA	6.373	0.180	18.52

OBSERVACIONES : Agregado muestreado, etiquetado y puesto en Laboratorio por el Solicitante.



Elizabeth Copa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
P. 121350



TRIPLE GEO
Calidad y Experiencia

E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Geología - Geofísica - Geotecnia

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

$f'c = 350 \text{ Kg./cm}^2$ (A.C.I. 211.1)

TESIS	: ADICIÓN DE ARCILLA CALCINADA AL CONCRETO ESTRUCTURAL PARA MEJORAR PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO $f'c = 280$ Y 350 Kg./cm^2 , EN LA PROVINCIA DE PUNO - 2021
UBICACIÓN	: DIST. PUNO, PROV. PUNO, REGION PUNO
SOLICITANTE	: BACHILLER FELIPE JESUS CACERES PINEDA, DORLY MADELINE PINO HUANCA
FECHA	: 28 DE MAYO DEL 2021

I. MATERIALES

a.- CEMENTO

CEMENTO	TIPO	PESO ESPECIFICO	SUPERFICIE ESPECIFICADA
WARI	I	3.14	0

b.- AGREGADOS

AGREGADO	FORMA	TAMAÑO MAX. MON.	CANTERA	DISTRITO
FINO	REDONDEADO	3/16	CANTERA - RIO CUTIMBO	PICHACANI
GRUESO	ANGULAR	1"	CANTERA - RIO CUTIMBO	PICHACANI

II. CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS MATERIALES

N°	DESCRIPCION	UNIDAD	AGREGADOS	
			FINO	GRUESO
1	PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m ³	1449	1355
2	PESO UNITARIO COMPACTO	Kg/m ³	1554	1487
3	PESO ESPECIFICO	gr./cc	2.67	2.72
4	ABSORCION	%	4.46	1.82
5	MODULO DE FINEZA		3.00	7.14
6	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	4.60	3.00

III. CONDICIONES DE OBRA

TIPO DE OBRA	TAMAÑO DE AGREGADO	CONSISTENCIA	EXPOSICION DE OBRA
COLUMNAS, VIGAS, LOSAS	1"	PLASTICA	NORMAL

IV. DOSIFICACION

PARAMETROS DE DISEÑO		SLUMP	CONTENIDO	RELACION	AIRE	VOLUMEN	FACTOR CEMENTO		CONTENIDO
$f'c$ (kg/cm ²)	$f'cr$ (kg/cm ²)	Pulg.	DE AGUA	A/C	(%)	A. Grueso	Kg./m ³	Bolsas	A.GRUESO
350	434	3"- 4"	193	0.40	1.5	0.65	487	11.47	966

V. DOSIFICACION EN PESO

DESCRIPCION	VOLUMEN ABSOLUTO	PESO ESTIMADO SECO Kg./m ³	CORREC./ HUMEDAD	PESO CORREGIDO Kg./m ³	PROPORCION
CEMENTO	0.1552	487		487.37	1
AGREGADO FINO	0.2813	752	1.05	786.24	1.61
AGREGADO GRUESO	0.3555	966	11.38	995.40	2.04
AGUA	0.1930	193	12.43	180.57	0.37
AIRE	0.0150				

VI. DOSIFICACION EN VOLUMEN

DESCRIPCION	EN PIES CUB.	PROPORCION EN (m ³)	PROPORCION (1 p3)
CEMENTO	11.47	0.325	1
AGREGADO FINO	18.32	0.519	1.60
AGREGADO GRUESO	25.19	0.713	2.20
AGUA	6.376	0.181	15.75

OBSERVACIONES : Agregado muestreado, etiquetado y puesto en Laboratorio por el Solicitante.



Elizabeth Ccopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121350



TRIPLE GEO E.I.R.L.
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
Geología - Geofísica - Geotecnia

INFORME DE ENSAYO

TESIS : ADICIÓN DE ARCILLA CALCINADA AL CONCRETO ESTRUCTURAL PARA MEJORAR PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO F'c = 280 Y 350 Kg./Cm², EN LA PROVINCIA DE PUNO - 2021

SOLICITA : BACHILLER FELIPE JESUS CACERES PINEDA, DORLY MADELEINE PINO HUANCA

FECHA RECEP. : 25 DE MAYO DEL 2021 **REALIZADO POR** : H. M. M.

FECHA ENSAYO : 26 DE MAYO DEL 2021 **ING°. RESP.** : E. CC. G.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(Método ASTM D - 422)

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

MUESTRA : Agregado Grueso - Piedra Chancada T.M. 1"

DESCRIPCIÓN : Gravas de cantos Angular de color Gris

USO : Elaboración de Concreto

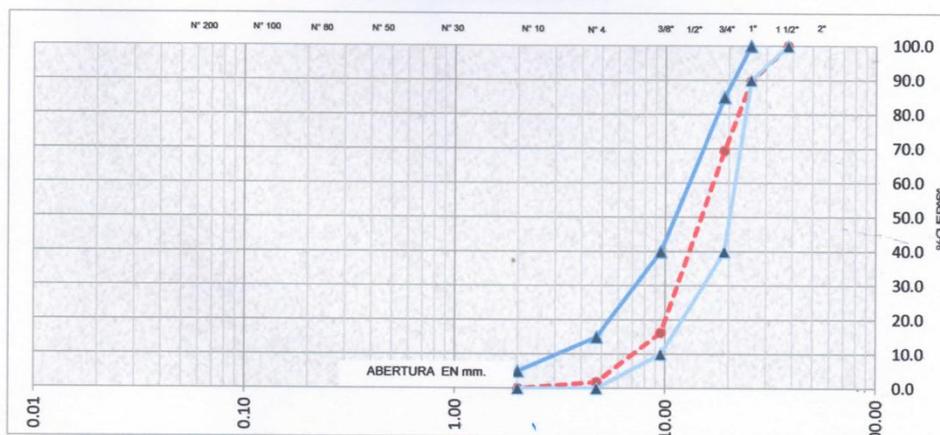
PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

CANTIDAD : 20 Kg.

PROCEDENTE : Planta Chancadora Km. 44 Puno - Moq.

TAMICES ASTM	Abertura m.m.	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA
3"	76,200						
2"	50,800						
1 1/2"	38,100				100.0	100	
1"	25,400	1022.0	10.4	10.4	89.6	90-100	Peso Inicial : 9853.0 Gr.
3/4"	19,050	1993.0	20.2	30.6	69.4	40-85	Peso Lavado : 9677.0 Gr.
1/2"	12,700	3932.0	39.9	70.5	29.5	10-40	Peso Perdido : 176.0 Gr.
3/8"	9,525	1309.0	13.3	83.8	16.2	0-15	Humedad Natural : 3.00 %
1/4"	6,350	1146.0	11.6	95.4	4.6		TAMAÑO MAXIMO : 1"
Nº 4	4,750	275.0	2.8	98.2	1.8	0-5	NOMINAL
Nº 8	2,360						PROPIEDADES
Nº 16	1,180						> 2" : 0.00 %
Nº 30	0,600						GRAVA : 98.21 %
Nº 50	0,300						ARENA : 1.79 %
Nº 100	0,150						FINOS : 0.00 %
Nº 200	0,075						MODULO DE FINEZA : 7.14
Fondo		176.0	1.8	1.8			OBSERVACIONES :
TOTAL		9853.0	100.0				

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES : Agregado muestreado, etiquetado y puesto en Laboratorio por el Solicitante.

Elizabeth Ccopa Gordillo
Elizabeth Ccopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121350



TRIPLE GEO E. I. R. L.
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
Geología - Geofísica - Geotecnia

INFORME DE ENSAYO

TESIS : ADICIÓN DE ARCILLA CALCINADA AL CONCRETO ESTRUCTURAL PARA MEJORAR PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO F_C = 280 Y. 350 Kg./Cm², EN LA PROVINCIA DE PUNO – 2021

SOLICITA : BACHILLER FELIPE JESUS CACERES PINEDA, DORLY MADELEINE PINO HUANCA

FECHA RECEP. : 25 DE MAYO DEL 2021 **REALIZADO POR** : H. M. M.

FECHA ENSAYO : 26 DE MAYO DEL 2021 **ING°. RESP.** : E. CC. G.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(Método ASTM D - 422)

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

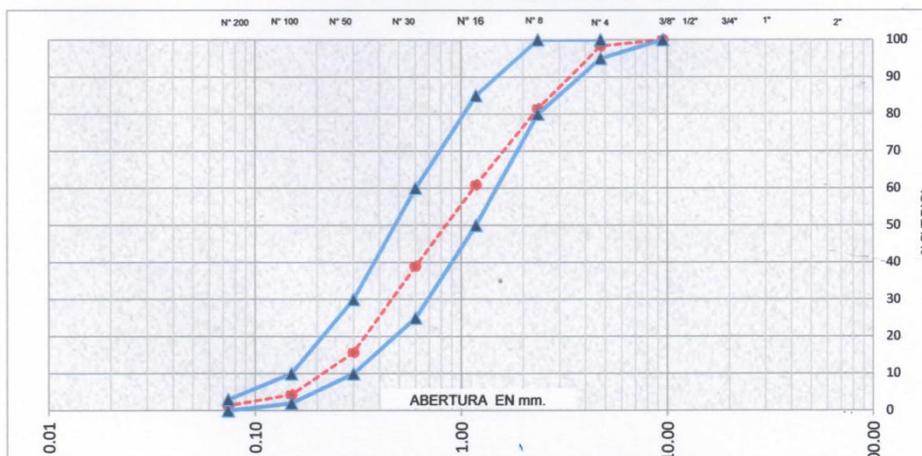
MUESTRA : Agregado Fino **PRESENTACIÓN** : Bolsa de Polietileno

DESCRIPCIÓN : Arena Natural de Canto Rodado de Color Gris **CANTIDAD** : 10 Kg.

USO : Elaboración de Concreto **PROCEDENTE** : CANTERA - RIO CUTIMBO

TAMICES ASTM	Abertura m.m.	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA
2"	50,800						Peso Inicial : 2705.00 Gr. Peso Lavado : 2668.00 Gr. Peso Perdido : 37.00 Gr. Humedad Natural : 4.60 %
1 1/2"	38,100						
1"	25,400						
3/4"	19,050						
1/2"	12,700						
3/8"	9,525				100.0	100	
1/4"	6,350						
Nº 4	4,750	46.0	1.7	1.7	98.3	95-100	
Nº 8	2,360	456.0	16.9	18.6	81.4	80-100	
Nº 16	1,180	556.0	20.6	39.1	60.9	50-85	
Nº 30	0,600	593.0	21.9	61.0	39.0	25-60	
Nº 50	0,300	630.0	23.3	84.3	15.7	10-30	
Nº 100	0,150	308.0	11.4	95.7	4.3	02-10	
Nº 200	0,075	79.0	2.9	98.6	1.4	00-03	
Fondo		37.0	1.4	100.0			MODULO DE FINEZA : 3.00 OBSERVACIONES :
TOTAL		2705.0	100.0				

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES : Agregado muestreado, etiquetado y puesto en Laboratorio por el Solicitante.


Elizabeth Copca Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP 121350


TRIPLE GEO

E. I. R. L.

Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
Geología - Geofísica - Geotecnia
INFORME DE ENSAYO

TESIS : ADICIÓN DE ARCILLA CALCINADA AL CONCRETO ESTRUCTURAL PARA MEJORAR PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO F'C =280 Y 350 Kg./Cm², EN LA PROVINCIA DE PUNO – 2021
SOLICITA : BACHILLER FELIPE JESUS CACERES PINEDA, DORLY MADELEINE PINO HUANCA
FECHA RECEP. : 25 DE MAYO DEL 2021 **REALIZADO POR** : H. M. M.
FECHA ENSAYO : 26 DE MAYO DEL 2021 **ING°. RESP.** : E. CC. G.

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL
 (ASTM 2216 - 84)

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

MUESTRA	: Grava y Arena	PRESENTACIÓN	: Bolsa de Polietileno
DESCRIPCION	: Gravas y arena, color Gris	CANTIDAD	: 10 Kg.
USO	: Elaboracion de Concreto	PROCEDENCIA	
		A. GRUESO	: Planta Chancadora Km. 44 Puno - Moq.
		A. FINO	: CANTERA - RIO CUTIMBO

Descripcion de la Muestra	A. GRUESO		A. FINO	
	16	10	11	09
Tarro N°				
Peso del Tarro	22.69	24.75	22.32	22.67
Peso del tarro + Suelo Húmedo	300.62	293.22	286.32	289.11
Peso del tarro + Suelo Seco	291.12	284.32	273.21	276.36
Peso del Agua	9.50	8.90	13.11	12.75
Peso del suelo seco	268.43	259.57	250.89	253.69
Contenido de Humedad	3.54	3.43	5.23	5.03
Promedio de Humedad	3.00		4.60	

OBSERV. : Agregado muestreado, etiquetado y puesto en Laboratorio por el Solicitante.




Elizabeth Ccopá Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP 121350



INFORME DE ENSAYO

TESIS : ADICIÓN DE ARCILLA CALCINADA AL CONCRETO ESTRUCTURAL PARA MEJORAR PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO F^c = 280 Y 350 Kg./Cm², EN LA PROVINCIA DE PUNO - 2021

SOLICITA : BACHILLER FELIPE JESUS CACERES PINEDA, DORLY MADELEINE PINO HUANCA

FECHA RECEP. : 25 DE MAYO DEL 2021

REALIZADO POR : H. M. M.

FECHA ENSAYO : 27 DE MAYO DEL 2021

ING^o. RESP. : E. CC. G.

GRAVEDAD ESPECIFICA, ABSORCION DE LOS AGREGADOS Y POROSIDAD (METODO ASTM C - 127 Y C - 128)

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

MUESTRA	: Grava y Arena	PRESENTACIÓN	: Bolsa de Polietileno
DESCRIPCION	: Gravas arena, color Gris	CANTIDAD	: 20 Kg.
USO	: Elaboracion de Concreto	PROCEDENTE	
		A. GRUESO	: Planta Chancadora Km. 44 Puno - Moq.
		A. FINO	: CANTERA - RIO CUTIMBO

MUESTRA AGREGADO FINO

MUESTRAS	1	2	PROMEDIO	
A	PESO MAT. SAT. SUP. SECA (AL AIRE)	500.00	500.00	
B	PESO DEL FRASCO + H2O	658.80	657.90	
C	PESO DEL FRASCO + H2O + A (A+B)	1158.80	1157.90	
D	PESO DE MATERIAL + H2O EN EL FRASCO	958.80	957.00	
E	VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACIOS (C-D)	200.00	200.90	
F	PESO DEL MATERIA SECO EN HORNO	478.50	478.80	
G	VOLUMEN DE MASA (A-F)-E	178.50	179.70	
	P.E. BULK (base seca) F/E	2.39	2.38	
	P.E. BULK (base saturada) A/E	2.50	2.49	2.49
	P.E. APARENTE (base seca) F/G	2.68	2.66	2.67
	% DE ABSORCION ((A-F) /F) *100	4.49	4.43	4.46

MUESTRA AGREGADO GRUESO

MUESTRAS	1	2	PROMEDIO	
A	PESO MAT. SAT. SUP. SECA (EN AIRE)	1642.80	1452.50	
B	PESO MAT. SAT. SUP. SECA (EN AGUA)	1021.90	899.90	
C	VOL. DE MASA + VOL. DE VACIOS = A-B	620.90	552.60	
D	PESO DE MAT. EN ESTUFA (105° c)	1615.90	1424.30	
E	VOLUMEN DE MASA =C-(A-D)	594.00	524.40	
	P.E. BULK (Base seca) = D/C	2.60	2.58	
	P.E. BULK (Base saturada) = A/C	2.65	2.63	2.64
	P.E. APARENTE (Base seca) =D/E	2.72	2.72	2.72
	% DE ABSORCION = ((A-D) /D)*100	1.66	1.98	1.82
	% DE POROSIDAD = ((A-D)/E) *100	4.53	5.38	4.95

Observ. : Agregado muestreado, etiquetado y puesto en Laboratorio por el Solicitante.


Elizabeth Ccopá Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIV/121353


TRIPLE GEO

Calidad y Experiencia

E. I. R. L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
Geología - Geofísica - Geotecnia
INFORME DE ENSAYO

TESIS : ADICIÓN DE ARCILLA CALCINADA AL CONCRETO ESTRUCTURAL PARA MEJORAR PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO F'C =280 Y 350 Kg./Cm², EN LA PROVINCIA DE PUNO – 2021
SOLICITA : BACHILLER FELIPE JESUS CACERES PINEDA, DORLY MADELEINE PINO HUANCA
FECHA RECEP. : 25 DE MAYO DEL 2021 **REALIZADO POR** : H. M. M.
FECHA ENSAYO : 27 DE MAYO DEL 2021 **ING°. RESP.** : E. CC. G.

PESO UNITARIO DEL AGREGADO

(METODO ASTM C - 29)

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

MUESTRA : Grava y Arena	PRESENTACIÓN : Bolsa de Polietileno
DESCRIPCION : Gravas arena, color Gris	CANTIDAD : 20 Kg.
USO : Elaboracion de Concreto	PROCEDENTE
	A. GRUESO : Planta Chancadora Km. 44 Puno - Moq.
	A. FINO : CANTERA - RIO CUTIMBO

MUESTRA AGREGADO FINO
PESO UNITARIO SUELTO

NUMERO DE ENSAYOS		TEST - O1	TEST - O2	TEST - O3
PESO DE MATERIAL + MOLDE	GRS.	9074	9080	9070
PESO DE MOLDE	GRS.	5990	5990	5990
PESO DEL MATERIAL	GRS.	3084	3090	3080
VOLUMEN DEL MOLDE	CC	2129	2129	2129
PESO UNITARIO	GRS/CC.	1.449	1.451	1.447
PROMEDIO	GRS./CC.		1.449	

PESO UNITARIO VARILLADO

NUMERO DE ENSAYOS		TEST - O1	TEST - O2	TEST - O3
PESO DE MATERIAL + MOLDE	GRS.	9295	9289	9310
PESO DE MOLDE	GRS.	5990	5990	5990
PESO DEL MATERIAL	GRS.	3305	3299	3320
VOLUMEN DEL MOLDE	CC	2129	2129	2129
PESO UNITARIO	GRS/CC.	1.552	1.550	1.559
PROMEDIO	GRS./CC.		1.554	

MUESTRA AGREGADO GRUESO
PESO UNITARIO SUELTO

NUMERO DE ENSAYOS		TEST - O1	TEST - O2	TEST - O3
PESO DE MATERIAL + MOLDE	GRS.	11492	11512	11487
PESO DE MOLDE	GRS.	4216	4216	4216
PESO DEL MATERIAL	GRS.	7276	7296	7271
VOLUMEN DEL MOLDE	CC	5374	5374	5374
PESO UNITARIO	GRS/CC.	1.354	1.358	1.353
PROMEDIO	GRS./CC.		1.355	

PESO UNITARIO VARILLADO

NUMERO DE ENSAYOS		TEST - O1	TEST - O2	TEST - O3
PESO DE MATERIAL + MOLDE	GRS.	12203	12221	12194
PESO DE MOLDE	GRS.	4216	4216	4216
PESO DEL MATERIAL	GRS.	7987	8005	7978
VOLUMEN DEL MOLDE	CC	5374	5374	5374
PESO UNITARIO	GRS/CC.	1.486	1.490	1.485
PROMEDIO	GRS./CC.		1.487	

Observ. : Agregado muestreado, etiquetado y puesto en Laboratorio por el Solicitante.



Elizabeth C. Copa Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP 121350

ANEXO 4. Resultados de los ensayos de laboratorio.



TRIPIE GEO
Calidad y Experiencia

E. I. R. L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
Geología - Geofísica - Geotecnia

PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESION

(NTP 339.034 - 2008) (ASTM C - 39 - 96)

TESIS : ADICIÓN DE ARCILLA CALCINADA AL CONCRETO ESTRUCTURAL PARA MEJORAR PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO F'c = 280 Y 350 Kg./Cm2, EN LA PROVINCIA DE PUNO - 2021
SOLICITA : BACHILLER FELIPE JESUS CACERES PINEDA
 : BACHILLER DORLY MADELEINE PINO HUANCA
F'c : 280 Kg/ cm²

FECHA : 11 DE JUNIO DEL 2021
 OPERADOR : H. M. M.
 ING. RESPONSABLE : E. CC. G.

M. N°	PROCEDENCIA	DIAMETRO (Cm.2)	AREA cm ²	ALTURA (cm)	PESO PR. (Kg)	FECHA DE MOLDEO	EDAD Dias	FECHA DE ROTURA	LECTURA del DIAL IN. /KV	RESISTENCIA f'c=Kg./ cm ²	DISEÑO f'c=Kg./ cm ²	CORF. A LA RESISTENCIA (%)
1	0 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.02	177.07	30.40	12.204	04/06/2021	7	11/06/2021	362.4	208.70	280	74.54
2	0 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.01	176.83	30.10	11.888	04/06/2021	7	11/06/2021	361.0	208.17	280	74.35
3	0 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.02	177.19	30.00	11.912	04/06/2021	7	11/06/2021	365.9	210.58	280	75.21
4	06 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.03	177.42	30.90	11.834	04/06/2021	7	11/06/2021	370.4	212.88	280	76.03
5	06 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.02	177.07	30.40	11.782	04/06/2021	7	11/06/2021	375.4	216.19	280	77.21
6	06 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.10	179.08	30.60	11.788	04/06/2021	7	11/06/2021	380.8	216.84	280	77.44
7	12 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.01	176.95	30.50	12.160	04/06/2021	7	11/06/2021	374.8	215.99	280	77.14
8	12 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.10	178.49	30.50	12.082	04/06/2021	7	11/06/2021	377.8	215.84	280	77.09
9	12 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.06	178.13	30.40	12.087	04/06/2021	7	11/06/2021	374.2	214.21	280	76.50
10	18 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.03	177.30	30.50	12.160	04/06/2021	7	11/06/2021	320.8	184.50	280	65.89
11	18 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.02	177.19	30.50	12.089	04/06/2021	7	11/06/2021	319.9	184.10	280	65.75
12	18 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.03	177.30	30.40	12.087	04/06/2021	7	11/06/2021	324.2	186.46	280	66.59

OBSERVACIONES : Los respectivos especimenes arriba prescritos son ejecutados con la nivelación de Equipo ECONOCAP y con Almohadillas de Neopreno en ambas bases de la probeta.
 : Las Probetas Fueron Elaboradas, Etiquetadas y Curadas en Laboratorio por el Solicitante.

Elizabeth Ccoba Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 (IP 121.350)



TRIPLE GEO

Calidad y Experiencia

E. I. R. L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Geología - Geofísica - Geotecnia

PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESION

(NTP 339.034 - 2008) (ASTM C - 39 - 96)

TESIS : ADICION DE ARCILLA CALCINADA AL CONCRETO ESTRUCTURAL PARA MEJORAR PROPIEDADES FISICAS DEL CONCRETO F'c =280 Y 350 Kg./Cm2, EN LA PROVINCIA DE PUNO - 2021

SOLICITA : BACHILLER FELIPE JESUS CACERES PINEDA

F c : 280 Kg./ cm²

FECHA : 18 DE JUNIO DEL 2021

OPERADOR : H. M. M.

ING. RESPONSABLE : E. CC. G.

M. N°	PROCEDECIA	DIAMETRO (Cm.2)	AREA cm ²	ALTURA (cm)	PESO Pcb (kg)	FECHA DE MOLDEO	EDAD Dias	FECHA DE ROTURA	LECTURA del DIAL EN . KV	RESISTENCIA f'c=Kg./ cm ²	DISEÑO f'c=Kg./ cm ²	COEF. A LA RESISTENCIA (%)
1	0 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.03	177.30	30.20	12,224	04/06/2021	14	18/06/2021	432.4	248.68	280	88.82
2	0 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.02	177.07	30.10	11,982	04/06/2021	14	18/06/2021	431.6	248.55	280	88.77
3	0 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.03	177.42	30.50	11,978	04/06/2021	14	18/06/2021	436.2	250.70	280	89.54
4	06 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.01	176.95	30.00	11,978	04/06/2021	14	18/06/2021	453.6	261.40	280	93.36
5	06 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.03	177.30	30.10	11,812	04/06/2021	14	18/06/2021	449.9	258.75	280	92.41
6	06 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.11	179.20	30.00	11,832	04/06/2021	14	18/06/2021	457.1	260.11	280	92.90
7	12 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.02	177.07	30.00	12,102	04/06/2021	14	18/06/2021	452.2	260.42	280	93.01
8	12 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.01	177.42	30.10	12,122	04/06/2021	14	18/06/2021	448.9	258.00	280	92.14
9	12 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.03	177.42	30.20	12,101	04/06/2021	14	18/06/2021	450.8	259.09	280	92.53
10	18 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.03	177.42	30.30	12,121	04/06/2021	14	18/06/2021	400.8	230.36	280	82.27
11	18 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.03	177.30	30.40	12,034	04/06/2021	14	18/06/2021	409.9	235.74	280	84.19
12	18 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.04	177.54	30.20	12,052	04/06/2021	14	18/06/2021	404.2	232.16	280	82.81

OBSERVACIONES : Los respectivos especimenes arriba prescritos son ejecutados con la nivelacion de Equipo ECONOCAP y con Almohadillas de Neopreno en ambas bases de la probeta.

: Las Probetas Fueron Elaboradas, Etiquetadas y Curadas en Laboratorio por el Solicitante.


Elizabeth Ccopa Gordillo
 INGENIERO GEOLOGO
 CIP-121350



TRIPLE GEO

Calidad y Experiencia

E. I. R. L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
Geología - Geofísica - Geotecnia

PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESION
(NTP 339.034 - 2008) (ASTM C - 39 - 96)

TESIS : ADICION DE ARCILLA CALCINADA AL CONCRETO ESTRUCTURAL PARA MEJORAR PROPIEDADES FISICAS DEL CONCRETO F'c =280 Y 350 Kg./Cm2, EN LA PROVINCIA DE PUNO - 2021
SOLICITA : BACHILLER FELIPE JESUS CACERES PINEDA
: BACHILLER DORLY MADELEINE PINO HUANCA
F c : 280 Kg./ cm²
FECHA : 02 DE JULIO DEL 2021
OPERADOR : H. M. M.
ING. RESPONSABLE : E. C. G.

M. N°	PROCEDECENCIA	DIAMETRO (Cm.2)	AREA cm ²	ALTURA (cm)	PESO Pcb. (Kg)	FECHA DE MOLDEO	EDAD Dias	FECHA DE ROTURA	LECTURA del DIAL EN . KV	RESISTENCIA f'c=Kg./ cm ²	DISEÑO f'c=Kg./ cm ²	COEF. A LA RESISTENCIA (%)
1	0 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.02	177.07	30.10	12,684	04/06/2021	28	02/07/2021	547.7	315.41	280	112.65
2	0 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.05	177.78	30.00	12,775	04/06/2021	28	02/07/2021	543.6	311.81	280	111.36
3	0 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.05	177.78	30.20	12,688	04/06/2021	28	02/07/2021	539.6	309.51	280	110.54
4	06 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.08	178.49	30.00	12,702	04/06/2021	28	02/07/2021	569.3	325.25	280	116.16
5	06 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.03	177.30	30.20	12,644	04/06/2021	28	02/07/2021	564.8	324.83	280	116.01
6	06 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.07	178.25	30.10	12,588	04/06/2021	28	02/07/2021	575.2	329.06	280	117.52
7	12 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.04	177.54	30.00	12,674	04/06/2021	28	02/07/2021	553.4	317.83	280	113.51
8	12 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.04	178.13	30.10	12,640	04/06/2021	28	02/07/2021	556.3	318.46	280	113.73
9	12 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.06	178.01	30.20	12,701	04/06/2021	28	02/07/2021	549.2	314.60	280	112.36
10	18 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.05	177.90	30.20	12,624	04/06/2021	28	02/07/2021	517.6	296.70	280	105.96
11	18 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.04	177.54	30.20	12,734	04/06/2021	28	02/07/2021	510.3	293.10	280	104.68
12	18 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.03	177.42	30.20	12,812	04/06/2021	28	02/07/2021	514.8	295.88	280	105.67

OBSERVACIONES : Los respectivos especimenes arriba prescritos son ejecutados con la nivelación de Equipo ECONOCAP y con Almohadillas de Neopreno en ambas bases de la probeta.
: Las Probetas Fueron Elaboradas, Etiquetadas y Curadas en Laboratorio por el Solicitante.

Elizabeth Copa Gordillo
INGENIERO GEOLOGO
CIP/121330



TRIPLE GEO

Calidad y Experiencia

E. I. R. L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
Geología - Geofísica - Geotecnia

PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESION (NTP 339.034 - 2008) (ASTM C - 39 - 96)

TESIS : ADICIÓN DE ARCILLA CALCINADA AL CONCRETO ESTRUCTURAL PARA MEJORAR PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO F'c =280 Y 350 Kg./Cm2, EN LA PROVINCIA DE PUNO - 2021

SOLICITA : BACHILLER FELIPE JESUS CACERES PINEDA

F'c : 350 Kg./ cm²

FECHA : 12 DE JUNIO DEL 2021

OPERADOR : H. M. M.

ING. RESPONSABLE : E. CC. G.

M. N°	PROCEDENCIA	DIAMETRO (Cm.2)	AREA cm ²	ALTURA (cm)	PESO Pb. (Kg)	FECHA DE MOLDEO	EDAD Dias	FECHA DE ROTURA	LECTURA del DIAL EN. KV	RESISTENCIA f'c=Kg./ cm ²	DISEÑO f'c=Kg./ cm ²	COEF. A LA RESISTENCIA (%)
1	0 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.05	177.90	30.40	12,204	05/06/2021	7	12/06/2021	447.9	256.74	350	73.36
2	0 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.04	177.66	30.10	11,888	05/06/2021	7	12/06/2021	445.5	255.71	350	73.06
3	0 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.05	177.78	30.00	11,912	05/06/2021	7	12/06/2021	445.2	255.36	350	72.96
4	06 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.04	177.66	30.90	11,834	05/06/2021	7	12/06/2021	453.0	260.01	350	74.29
5	06 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.03	177.42	30.40	11,782	05/06/2021	7	12/06/2021	457.9	263.17	350	75.19
6	06 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.05	177.90	30.60	11,788	05/06/2021	7	12/06/2021	462.1	264.88	350	75.68
7	12 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.03	177.30	30.50	12,160	05/06/2021	7	12/06/2021	449.0	258.23	350	73.78
8	12 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.07	177.54	30.50	12,089	05/06/2021	7	12/06/2021	456.8	262.37	350	74.96
9	12 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.08	178.49	30.40	12,087	05/06/2021	7	12/06/2021	458.2	261.78	350	74.79
10	18 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.01	176.95	30.50	12,160	05/06/2021	7	12/06/2021	400.2	230.62	350	65.89
11	18 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.04	177.54	30.50	12,089	05/06/2021	7	12/06/2021	387.0	222.28	350	63.51
12	18 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.05	177.78	30.40	12,087	05/06/2021	7	12/06/2021	399.8	229.32	350	65.52

OBSERVACIONES : Los respectivos especimenes arriba prescritos son ejecutados con la nivelación de Equipo ECONOCAP y con Almohadillas de Neopreno en ambas bases de la probeta.
: Las Probetas Fueron Elaboradas, Etiquetadas y Curadas en Laboratorio por el Solicitante.


Elizabeth Ccopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP: 121350



TRIPLE GEO

Calidad y Experiencia

E. I. R. L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
Geología - Geofísica - Geotecnia

PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESION (NTP 339.034 - 2008) (ASTM C - 39 - 96)

TESIS : ADICIÓN DE ARCILLA CALCINADA AL CONCRETO ESTRUCTURAL PARA MEJORAR PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO F'c =280 Y 350 Kg./Cm2, EN LA PROVINCIA DE PUNO - 2021

SOLICITA : BACHILLER FELIPE JESUS CACERES PINEDA

F c : 350 Kg./ cm²

FECHA : 19 DE JUNIO DEL 2021

OPERADOR : H. M. M.

ING. RESPONSABLE : E. CC. G.

M. N°	PROCEDENCIA	DIAMETRO (Cm.2)	AREA cm ²	ALTURA (cm)	PESO PRB. (Kg)	FECHA DE MOLDEO	EDAD Dias	FECHA DE ROTURA	LECTURA del DIAL IN. KV	RESISTENCIA f'c=Kg./ cm ²	DISEÑO f'c=Kg./ cm ²	COEF. A LA RESISTENCIA (%)
1	0 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.03	177.42	30.30	12,188	05/06/2021	14	19/06/2021	549.9	316.05	350	90.30
2	0 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.04	177.54	30.40	11,918	05/06/2021	14	19/06/2021	552.2	317.16	350	90.62
3	0 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.03	177.42	30.50	11,944	05/06/2021	14	19/06/2021	546.8	314.27	350	89.79
4	06 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.02	177.19	30.30	11,902	05/06/2021	14	19/06/2021	559.8	322.17	350	92.05
5	06 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.01	176.95	30.20	11,832	05/06/2021	14	19/06/2021	564.2	325.13	350	92.90
6	06 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.06	178.13	30.00	11,782	05/06/2021	14	19/06/2021	562.4	321.95	350	91.99
7	12 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.04	177.54	30.10	12,098	05/06/2021	14	19/06/2021	566.8	325.55	350	93.01
8	12 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.02	177.30	30.00	12,062	05/06/2021	14	19/06/2021	568.0	326.67	350	93.33
9	12 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.02	177.07	30.40	12,087	05/06/2021	14	19/06/2021	563.2	324.34	350	92.67
10	18 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.03	177.30	30.40	12,102	05/06/2021	14	19/06/2021	500.0	287.56	350	82.16
11	18 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.02	177.19	30.20	12,041	05/06/2021	14	19/06/2021	497.0	286.03	350	81.72
12	18 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.03	177.42	30.20	12,012	05/06/2021	14	19/06/2021	502.3	288.69	350	82.48

OBSERVACIONES : Los respectivos especimenes arriba prescritos son ejecutados con la nivelación de Equipo ECONOCAP y con Almohadillas de Neopreno en ambas bases de la probeta.
: Las Probetas Fueron Elaboradas, Etiquetadas y Curadas en Laboratorio por el Solicitante.


Elizabeth Gopca Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121350



TRIPLE GEO

Calidad y Experiencia

E. I. R. L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Geología - Geofísica - Geotecnia

PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESION

(NTP 339.034 - 2008) (ASTM C - 39 - 96)

TESIS : ADICION DE ARCILLA CALCINADA AL CONCRETO ESTRUCTURAL PARA MEJORAR PROPIEDADES FISICAS DEL CONCRETO F'c =280 Y 350 Kg./Cm2, EN LA PROVINCIA DE PUNO - 2021

SOLICITA : BACHILLER FELIPE JESUS SACERES PINEDA

: BACHILLER DORLY MADELEINE PINO HUANCA

F c : 350 Kg./ cm²

FECHA : 03 DE JULIO DEL 2021

OPERADOR : H. M. M.

ING. RESPONSABLE : E. CC. G.

M. N°	PROCEDENCIA	DIAMETRO (Cm.2)	AREA cm ²	ALTURA (cm)	PESO Pcb. (Kg.)	FECHA DE MOLDEO	EDAD Dias	FECHA DE NOTURIA	LECTURA del DIAL EN . KV	RESISTENCIA f'c=Kg./cm ²	DISEÑO f'c=Kg./cm ²	COEF. A LA RESISTENCIA (%)
1	0 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.08	178.60	30.30	12,345	05/06/2021	28	03/07/2021	716.4	409.02	350	116.86
2	0 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.05	177.78	30.40	12,288	05/06/2021	28	03/07/2021	709.4	406.91	350	116.26
3	0 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.06	178.13	30.50	12,210	05/06/2021	28	03/07/2021	712.4	407.82	350	116.52
4	06 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.05	177.78	30.30	12,402	05/06/2021	28	03/07/2021	752.3	431.52	350	123.29
5	06 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.02	177.19	30.20	12,241	05/06/2021	28	03/07/2021	750.2	431.74	350	123.36
6	06 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.04	177.54	30.00	12,334	05/06/2021	28	03/07/2021	753.2	432.61	350	123.60
7	12 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.06	178.13	30.10	12,189	05/06/2021	28	03/07/2021	748.9	428.71	350	122.49
8	12 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.06	177.78	30.00	12,188	05/06/2021	28	03/07/2021	744.3	426.92	350	121.98
9	12 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.04	177.54	30.40	12,342	05/06/2021	28	03/07/2021	746.1	428.53	350	122.44
10	18 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.05	177.90	30.40	12,304	05/06/2021	28	03/07/2021	629.6	360.90	350	103.11
11	18 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.03	177.30	30.20	12,244	05/06/2021	28	03/07/2021	639.4	367.73	350	105.07
12	18 % ADICION DE ARCILLA CALCINADA	15.05	177.90	30.20	12,378	05/06/2021	28	03/07/2021	632.6	362.62	350	103.60

OBSERVACIONES : Los respectivos especimenes arriba prescritos son ejecutados con la nivelación de Equipo ECONOCAP y con Almohadillas de Neopreno en ambas bases de la probeta.
: Las Probetas Fueron Elaboradas, Etiquetadas y Curadas en Laboratorio por el Solicitante.


Elizabeth Cessa Gordillo
 INGENIERO GEOLOGO
 C.R. 121326

ANEXO 5. Certificado de calibración.



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LF - 006 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	0145-2021	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	TRIPLE GEO EIRL	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
3. Dirección	LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - PUNO PUNO PUNO	
4. Equipo	PRESNA DE CONCRETO	
Capacidad	120000 kgf	
Marca	PERUTEST	
Modelo	PC-120	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Número de Serie	1080	
Procedencia	PERÚ	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	HIGH WEIGHT	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Modelo	315-X5P	
Número de Serie	1080	
Resolución	10 kgf	
Ubicación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2021-01-23	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2021-01-23	 MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES	

☎ 913028621 - 913028622
913028623 - 913028624

✉ ventas@perutest.com.pe

🌐 www.perutest.com.pe

📍 Jr. La Madrid S/N Mz D lote 25 urb Los Olivos
San Martín de Porres - Lima

SUCURSAL: Sinchi Roca 1320-la Victoria - Chiclayo



PERUTEST S.A.C
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LF - 006 - 2021

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Fuerza de PERUTEST S.A.C.

Jr. La Madrid Mz. D Lt. 25 Urb. Los Olivos - San Martín De Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.9 °C	21.6 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-001 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE 002 - 20

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



☎ 913028621 - 913028622
913028623 - 913028624
✉ ventas@perutest.com.pe
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Jr. La Madrid S/N Mz D lote 25 urb Los Olivos
San Martín de Porres - Lima
SUCURSAL: Sinchi Roca 1320 - la Victoria - Chiclayo



PERUTEST S.A.C
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LF - 006 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo	Indicación de Fuerza (Ascenso)				
	Patrón de Referencia				
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	12000	12068	12068	12068	12068
20	24000	24117	24107	24082	24102
30	36000	36137	36127	36127	36131
40	48000	48183	48188	48183	48184
50	60000	60243	60238	60243	60242
60	72000	72279	72284	72294	72286
70	84000	84351	84356	84361	84356
80	96000	96387	96493	96478	96453
90	108000	108520	108515	108525	108520
100	120000	120577	120572	120577	120576
Retorno a Cero		100.0	100.0	120.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa α (%)	
12000	-0.55	0.00	0.04	0.08	0.34
24000	-0.31	0.15	0.50	0.04	0.42
36000	-0.25	0.03	0.44	0.03	0.41
48000	-0.27	0.01	0.45	0.02	0.41
60000	-0.29	0.01	0.45	0.02	0.41
72000	-0.28	0.02	0.48	0.01	0.42
84000	-0.29	0.01	0.51	0.01	0.43
96000	-0.34	0.11	0.54	0.01	0.43
108000	-0.33	0.01	0.58	0.01	0.45
120000	-0.33	0.00	0.61	0.01	0.46

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0) 0.10 %



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

☎ 913028621 - 913028622
913028623 - 913028624
✉ ventas@perutest.com.pe
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Jr. La Madrid S/N Mz D lote 25 urb Los Olivos
San Martín de Porres - Lima
SUCURSAL: Sinchi Roca 1320 - la Victoria - Chiclayo

ANEXO 6. Registro de temperatura de la calcinación de la arcilla en el horno artesanal.

Tabla 30

Registros de temperaturas de la calcinación de la Arcilla en el horno artesanal con el equipo Palm Size Digital Multimeters PR-301 Series

Registro de temperaturas en grados centígrados (°C)		
Temperatura en °C	Lugar de Registro en horno	Altura del horno (m)
858	Media	1.70
769	Superior	3.00
813.5	Promedio	

Fuente: Elaboración propia.

La tabla muestra las temperaturas registradas en la parte inferior, media y superior del horno artesanal, cabe indicar que la muestra de arcilla para su calcinación fue ubicada en la parte media de horno a una altura de 1.70m del nivel +-0.00.



Figura 70. Registro de temperatura en la parte medio del horno artesanal

Fuente: Elaboración propia.



Figura 71. Registro de temperaturas en la parte media del horno artesanal

Fuente: Elaboración propia.



Figura 72. Registro de temperatura en la parte media del horno artesanal

Fuente: Elaboración propia.



Figura 73. Registro de temperatura en la parte superior del horno artesanal

Fuente: Elaboración propia.



Figura 74. Registro de temperatura en la parte superior del horno artesanal

Fuente: Elaboración propia.



Figura 75. Proceso de calcinación en el horno artesanal con ventilador

Fuente: Elaboración propia.

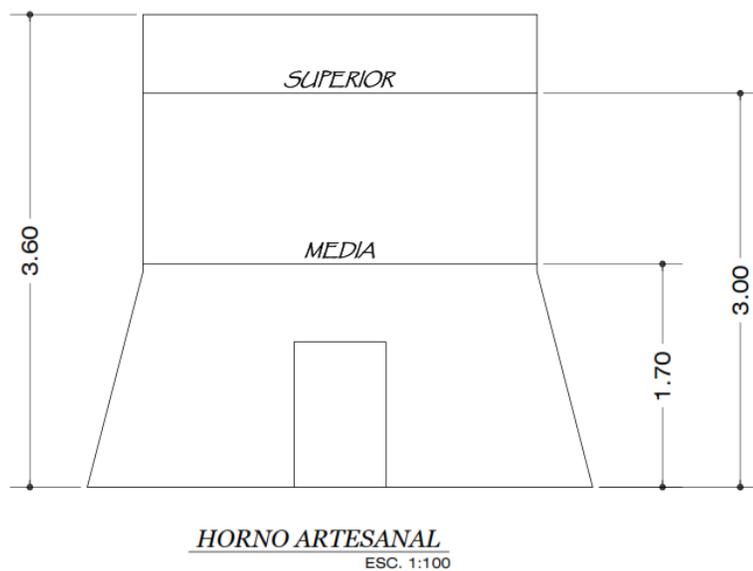


Figura 76. *Figura referencial de los lugares donde se registró la temperatura en el horno artesanal al momento de la calcinación de la arcilla*

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 7

Clasificación de arcilla obtenida de cantera Salcedo – Puno – Puno.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-091



LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

RCF.INEF.1.01
Ed.01. rev.02
06-11-2021

INFORME DE ENSAYO
GRANULOMETRIA POR TAMIZADO

CODIGO DE INFORME
AM 161.1.1
Página: 1 de 1
F.Emisión: 2022/08/08

NTP 339.128-1999 - (Revisada el 2019); SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.

PROYECTO(*): ADICIÓN DE ARCILLA CALCINADA AL CONCRETO ESTRUCTURAL PARA MEJORAR PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO F'c= 280 Y 350 Kg/cm2 EN LA PROVINCIA DE PUNO - 2021

UBICACIÓN(*): PUNO

SOLICITANTE(*): DORLY MADELEINE PINO HUANCA ; FELIPE JESUS CACERES PINEDA

DIRECCIÓN(*): PUNO

F. RECEPCIÓN: 2022/08/01

F. EJECUCIÓN: 2022/08/03

CANTERA(*): SALCEDO - DISTRITO PUNO - PROVINCIA PUNO - DEPARTAMENTO PUNO

Datos Adicionales(*): MUESTRA TALUD

Datos de Muestreo: Muestra proporcionada por el Cliente

Variación de Ensayo: Ninguno

ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

MUESTRA(*): SUELO

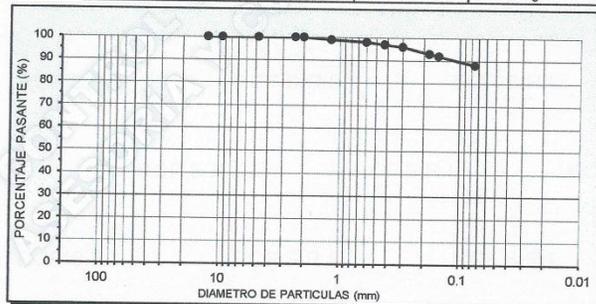
CODIGO - M: AM 161 M1

CONDICIÓN: Muestra Alterada

TAMIZ	Abertura (mm)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Total Pasante
5 in.	125.0			
4 in.	100.0			
3 1/2 in.	90.0			
3 in.	75.00			
2 1/2 in.	53.00			
2 in.	50.00			
1 1/2 in.	37.50			
1 in.	25.00			
3/4 in.	19.00			
1/2 in.	12.50			
3/8 in.	9.50	0	0	100
No. 4	4.75	0	0	100
No. 8	2.36	0	0	100
No. 10	2.00	0	0	100
No. 16	1.18	0	1	99
No. 30	0.60	1	2	98
No. 40	0.425	1	3	97
No. 50	0.300	1	4	96
No. 80	0.180	2	7	93
No. 100	0.150	1	8	92
No. 200	0.075	4	12	88
(1)Fondo		88.0	100	0

FRACCIONES	
GRAVA	0%
ARENA	12%
FINOS	88%

Datos Adicionales	
TM	No. 10
(*)Información brindada por el Solicitante	
TAMIZ DE SEPARACIÓN	N°4



Observaciones: _____


ROBERTO B. CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP. 59876
Lg-13614 - 00321

ISO/IEC 17025

N° 031523

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-091



LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

RCF.INE.F3.01
Ed.01. rev.02
20-11-2020

INFORME DE ENSAYO
LIMITES DE ATTERBERG

CODIGO DE INFORME
AM 161.2.1

Página: 1 de 1

F. Emisión: 2022/08/08

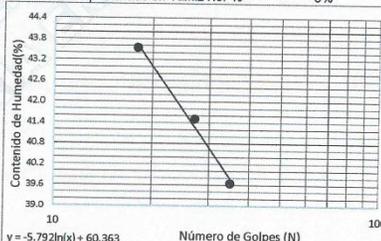
NTP 339.129:1999(revisión 2019): Método de ensayo estándar para determinar el Límite Líquido, Límite plástico e índice de Plasticidad de suelos.

PROYECTO(*):	ADICIÓN DE ARCILLA CALCINADA AL CONCRETO ESTRUCTURAL PARA MEJORAR PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO F'c= 280 Y 350 Kg/cm ² EN LA PROVINCIA DE PUNO - 2021	F. RECEPCIÓN:	2022/08/01
UBICACIÓN(*):	PUNO	F. EJECUCIÓN:	2022/08/08
SOLICITANTE(*):	DORLY MADELEINE PINO HUANCA ; FELIPE JESUS CACERES PINEDA	ENSAYADO EN :	Laboratorio RCF S.R.L.
DIRECCIÓN(*):	PUNO	MUESTRA(*):	SUELO
Procedencia (*):	SALCEDO - DISTRITO PUNO - PROVINCIA PUNO - DEPARTAMENTO PUNO	CODIGO - M:	AM 161 M1
Datos Adicionales(*):	MUESTRA TALUD	CONDICIÓN:	Muestra Alterada
Datos de Muestreo:	Muestra proporcionada por el Cliente	Método de Ensayo:	M. Multipunto
Variación de Ensayo:	Ninguna	Preparación Muestra:	P. Húmeda
Proceso de selección:	Pasante N°40		
Proceso de Secado:	Horno		
Descripción visual(**):	Marrón oscuro		

LIMITE LIQUIDO

DESCRIPCION	B-1	B-2	B-3
Masa del suelo húmedo + cápsula g	38.48	37.38	38.90
Masa del suelo seco + cápsula g	29.07	27.89	28.66
Masa de la cápsula g	5.33	5.02	5.14
Masa del suelo seco g	23.74	22.87	23.52
Masa del agua g	9.41	9.49	10.24
Contenido de humedad %	39.6	41.5	43.5
Número de golpes, N	35	27	18

Retenido Aproximado en Tamiz No. 40 3%



Límite líquido (LL)	42
Límite plástico (LP)	25
Índice de plasticidad (IP)	17
Línea A	16
NP: No pudo determinarse	
Clasificación según cuadro de plasticidad(**)	CL

LIMITE PLASTICO

DESCRIPCION	B-4	B-5
Masa del suelo húmedo + cápsula g	19.15	17.24
Masa del suelo seco + cápsula g	16.68	14.90
Masa de la cápsula g	6.78	5.38
Masa del suelo seco g	9.90	9.52
Masa del agua g	2.47	2.34
Contenido de humedad %	24.95	24.58
Número de golpes, N		

(*) Información brindada por el Solicitante

(**) El proceso seleccionado no forma parte del alcance de la norma.

Observaciones: -

ISO/IEC 17025

ROBERTO A. CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP. 59876
LI-12914 - 3301

N° 031528

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-091



LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

RCF.INE.F14.01
Ed.00. rev 02
01-12-2020

**INFORME DE ENSAYO
CLASIFICACION DE SUELOS**

CODIGO DE INFORME	AM 161.3.1
Página :	1 de 1
F.Emisión:	2022/08/08

PROYECTO(*):	ADICIÓN DE ARCILLA CALCINADA AL CONCRETO ESTRUCTURAL PARA MEJORAR PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO F'c= 280 Y 350 Kg/cm2 EN LA PROVINCIA DE PUNO - 2021	F. RECEPCIÓN:	2022/08/01
UBICACIÓN(*):	PUNO	F. EJECUCIÓN:	2022/08/08
SOLICITANTE(*):	DORLY MADELEINE PINO HUANCA ; FELIPE JESUS CACERES PINEDA	ENSAYADO EN :	Laboratorio RCF S.R.L.
DIRECCIÓN(*):	PUNO	MUESTRA(*):	SUELO
Camlera /Sondeo(*):	SALCEDO - DISTRITO PUNO - PROVINCIA PUNO - DEPARTAMENTO PUNO	CODIGO - M:	AM 161 M1
Dato Adicional(*):	MUESTRA TALUD	CONDICIÓN:	Muestra Alterada
Variación de Ensayo:	Ninguno		
Dato de Muestreo:	Muestra proporcionada por el Cliente		
NTP 339.128:1999 (Revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico			Acreditado
NTP 339.150:2001(Rev.2015) Suelos. Descripción e identificación de suelos.Procedimiento visual-manual			(*)
NTP 339.134:1999 (Revisada el 2019) Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)			Acreditado
NTP 339.135:1999 SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte			(*)
NTP 339.129:1999 (Revisada el 2019) SUELOS. Determinación de Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad			Acreditado

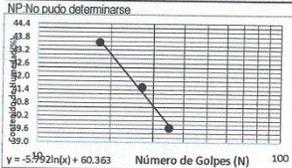
(*)Información brindada por el Solicitante, (**) Fuera del Alcance de la Acreditación

Análisis Granulométrico (NTP 339.128)

TAMIZ	Abertura (mm)	% Total Pasante	% Bolones (2)	TM (mm)
5 in.	125.0	100		
4 in.	100.0	100		
3 1/2 in.	90.0	100		
3 in.	75.0	100		
2 1/2 in.	53.00	100		
2 in.	50.00	100		
1 1/2 in.	37.50	100		
1 in.	25.00	100		
3/4 in.	19.00	100		
1/2 in.	12.50	100		
3/8 in.	9.50	100		
No. 4	4.75	100		
No. 8	2.36	100		
No. 10	2.00	100		
No. 16	1.18	99		
No. 30	0.60	98		
No. 40	0.425	97		
No. 50	0.300	96		
No. 80	0.180	93		
No. 100	0.150	92		
No. 200	0.075	88		
(1)Fondo		0		

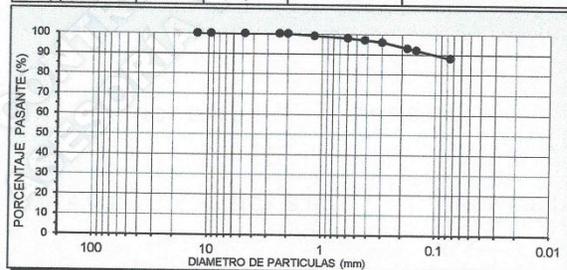
Límites de Consistencia (NTP 339.129)

Método de Ensayo:	M. Multipunto
Preparación de Muestra:	M. Húmedo
Límite Líquido (LL)	42
Límite Plástico (LP)	25
Índice de Plasticidad (IP)	17



(1) Pasante del tamiz N°200 - NTP 400.018
(2) Porcentaje Aproximado.

Clasificación (AASHTO) (NTP 339.135)	
CLASIFICACION	--
INDICE DE GRUPO	--
CLASIFICACION AASHTO	-- --
TIPO DE MATERIAL	--



Observaciones: -

ROBERTO E. CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP. 59876

CS13519 - 0312

ISO/IEC 17025

N° 031527

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm



ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

INFORME DE ENSAYO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
POR SEDIMENTACIÓN

NORMA ASTM D422/NTP 339.128

CODIGO DE INFORME

AM 161.4.1

Página: 1 de 1
F. Emisión: 8/08/2022

PROYECTO(*): ADICIÓN DE ARCILLA CALCINADA AL CONCRETO ESTRUCTURAL PARA MEJORAR PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO F'c= 280 Y 350 Kg/cm2 EN LA PROVINCIA DE PUNO - 2021
UBICACIÓN(*): PUNO
SOLICITA(*): DORLY MADELEINE PINO HUANCA ; FELIPE JESUS CACERES PINEDA
DIRECCIÓN(*): PUNO
CANTERA(*): SALCEDO - DISTRITO PUNO - PROVINCIA PUNO - DEPARTAMENTO PUNO
Datos adicionales(*): MUESTRA TALUD

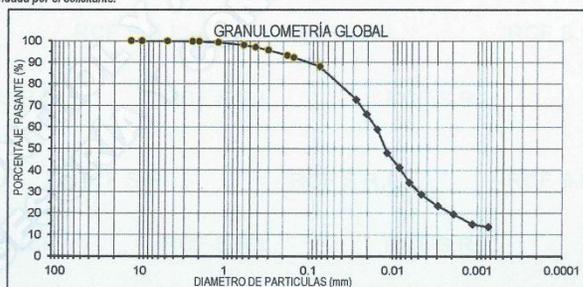
F. SOLICITUD: 1/08/2022
F. EJECUCIÓN: 5/08/2022
MUESTRA(*): SUELO
ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

Hidrómetro: 152H
Agente Dispersivo: NaPO3
Peso muestra seca(g): 65
P. Específico (Gs): 2.59

Corrección por Defloculante: 6.00
Corrección por peso específico(a): 1.01
Corrección por menisco: 0.50

Tiempo (min)	Temperatura °C	Corrección por temperatura	Viscosidad	Lectura Real del Hidrómetro Ra	Lectura Corregida del Hidrómetro Rc	Pi (%)	Hidrómetro corregido por menisco R	L (cm)	Lf (cm/min)	K	Diámetro (mm)	Gradación Global
0.0						100.00					0.0750	88.00
1.0	15.30	-1.04	0.01430	60.00	52.96	82.64	60.50	6.50	6.50	0.0109	0.0277	72.72
2.0	15.30	-1.04	0.01430	55.00	47.96	74.84	55.50	7.30	3.85	0.0109	0.0208	65.86
4.0	15.30	-1.04	0.01430	50.00	42.96	67.03	50.50	8.10	2.03	0.0109	0.0155	58.99
8.0	15.30	-1.04	0.01430	42.00	34.96	54.55	42.50	9.40	1.18	0.0109	0.0118	48.00
16.0	15.40	-1.02	0.01385	37.00	29.98	46.78	37.50	10.20	0.64	0.0105	0.0084	41.17
30.0	15.40	-1.02	0.01385	32.00	24.98	38.98	32.50	11.10	0.37	0.0105	0.0064	34.30
60.0	15.40	-1.02	0.01385	28.00	20.98	32.74	28.50	11.70	0.20	0.0105	0.0046	28.81
120.0	15.80	-0.94	0.01202	24.00	17.06	26.62	24.50	12.40	0.10	0.0091	0.0029	23.43
240.0	16.80	-0.74	0.01089	21.00	14.26	22.25	21.50	12.90	0.05	0.0083	0.0019	19.58
1440.0	15.00	-1.10	0.01567	18.00	10.90	17.01	18.50	13.30	0.01	0.0119	0.0011	14.97
2880.0	15.30	-1.04	0.01430	17.00	9.96	15.54	17.50	13.50	0.00	0.0109	0.0007	13.68

(*) Información brindada por el solicitante.



OBSERVACIONES: -

ROBERTO CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP. 59876

Nº 049711

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar Nº 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

Certificado



La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

ROBERTO CÁCERES FLORES S.R.L.

Laboratorio de Ensayo

En su sede ubicada en: Calle el Palomar N° 107, Lote B – 3B, distrito de Arequipa, provincia de Arequipa y departamento de Arequipa .

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración*

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 20 de octubre de 2018

Fecha de Vencimiento: 19 de octubre de 2022



ESTELA CONTRERAS JUGO
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N° : 694-2018-INACAL/DA
Contrato N° : 016-2015/INACAL-DA / Adenda de fecha: 19 de octubre de 2018
Registro N° : LE-091

Fecha de emisión: 17 de junio de 2020

*La acreditación con la NTP-ISO/IEC 17025:2017 inicia a partir del 29 de mayo de 2020 según Cédula de Notificación N° 209-2020-INACAL/DA

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) de Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).