UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

T E S I S

INFLUENCIA DEL MATERIAL MÁS FINO QUE EL TAMIZ N°200 PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MOQUEGUA, 2021

PRESENTADA POR

BACHILLER CARLOS FERMIN APAZA MANGO

ASESOR:

MGR. KARLA FIORELLA CORNEJO LECAROS

PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

MOQUEGUA - PERÚ

2023

CONTENIDO

Pág.

Página de jurado i

Dedicatoria ii

Agradecimientos iii

Contenido iv

CONTENIDO DE TABLAS xii

CONTENIDO DE FIGURAS xvii

CONTENIDO DE APÉNDICES xx

RESUMEN xxi

ABSTRACT xxii

INTRODUCCIÓN xxiii

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Descripción de la realidad del problema 1

1.2 Definición del problema 2

1.2.1 Problema general 2

1.2.2 Problemas específicos 2

1.3 Objetivos de la investigación 3

1.3.1 Objetivo general 3

1.3.2 Objetivos específicos 3

1.4 Justificación 3

1.5 Alcances y limitaciones 4

1.5.1 Alcances 4

1.5.2 Limitaciones 5

1.6 Variables 5

1.6.1 Variable independiente 5

1.6.2 Variable dependiente 5

1.6.3 Operacionalización de variables 5

1.6.3.1 Operacionalización de variable independiente 5

1.6.3.2 Operacionalización de variable dependiente 6

1.7 Hipótesis de la investigación 7

1.7.1 Hipótesis general 7

1.7.2 Hipótesis específicas 7

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación 8

2.1.1 En el ámbito internacional 8

2.1.2 En el ámbito nacional 9

2.2 Bases teóricas 10

2.2.1 El Concreto 10

2.2.1.1 Principales Propiedades Del Concreto En Estado Fresco 11

a. Trabajabilidad 11

b. Segregación 11

c. Exudación 11

d. Contracción 12
2.2.1.2 Principales propiedades del concreto en estado endurecido 12
a. Resistencia 12
b. Durabilidad 12
2.2.2 Los componentes del concreto 12
a. El cemento portland 13
b. El agua para el concreto 13
c. Los agregados para el concreto 15
i. Agregado grueso 15
ii. Agregado fino 16
iii. Hormigón 16
2.2.3 Estudio de las propiedades físicas de los agregados 17
a. Cantidad de material más fino que el tamiz N° 200 por lavado del material 17
b. Peso unitario compactado, suelto y porcentaje de vacíos de los agregados 17
c. Granulometría de los agregados 17
d. Módulo de fineza 17
e. Peso específico y absorción de los agregados 18
f. Contenido de humedad 18
g. Abrasión (Método los Ángeles) 18
2.2.3.1 Materiales más finos que la malla n°200 en los agregados 19
2.2.3.2 Pruebas de azul de metileno y equivalente de arena para la caracterización de finos en los materiales de construcción 21
a. Azul de metileno 21
b. Equivalente de arena 22

2.2.4 Aditivos para el concreto 22

2.2.4.1 Clasificación de los aditivos 23

a. Aditivos acelerantes 24

b. Aditivos incorporadores de aire 24

c. Aditivos reductores de agua – plastificantes 24

d. Aditivos superplastificantes 24

e. Aditivos impermeabilizantes 24

f. Aditivos retardadores 25

g. Aditivos curadores 25

2.3 Definición de términos 25

a. Influencia 25

b. Curva Granulométrica 25

c. Granulometría 25

d. Equivalente de arena 26

e. Tamiz o Malla 26

f. Huso 26

g. Concreto fresco 26

h. Concreto endurecido 26

i. Curado 26

j. Relación agua – cemento 27

k. Tamaño máximo nominal 27

l. Tamaño máximo 27

m. Módulo de fineza del agregado 27

CAPÍTULO III

MÉTODO

3.1 Tipo de la investigación 28

3.2 Diseño de la investigación 28

3.3 Población y muestra 28

3.3.1 Población 28

3.3.2 Muestra 29

3.4 Descripción de instrumentos para recolección de datos 29

3.4.1 Búsqueda y recolección de la información 29

3.4.2 Experimentación 30

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Presentación de resultados 31

4.1.1 Descripción de los agregados, material pasante de la malla N°200 utilizados y cemento 31

4.1.1.1 Agregado grueso (Huso 6) 32

4.1.1.2 Agregado fino 32

4.1.1.3 Material más fino que la malla N°200 (limo) 32

4.1.1.4 Material más fino que la malla n°200 (arcilla) 32

4.1.1.5 Cemento 32

4.1.2 Ensayos de laboratorio para los agregados 32

4.1.3 Trabajos realizados en campo 33

4.1.3.1 Extracción de agregados de cantera 33
4.1.3.2 Adquisición de cemento 33
4.1.4 Trabajos realizados en Laboratorio. 34
4.1.4.1 Lavado de la arena por la malla N°200 34
4.1.4.2 Análisis granulométrico de los agregados 36
4.1.4.3 Humedad natural de los agregados 39
4.1.4.4 Gravedad específica y absorción de los agregados 39
4.1.4.5 Peso unitario de los agregados 42
4.1.4.6 Dosificación de mezcla de concreto método ACI 42
4.1.4.7 Ensayo de equivalente de arena para las arenas con distinto contenido de material más fino que la malla n°200 en la arena 44
4.1.4.8 Ensayo de azul de metileno para el material más fino que pasa la malla N°200 (limo y arcilla). 46
4.1.4.9 Elaboración de probetas de concreto con diferentes cantidades de material más fino que pasa la malla N°200 49
a. Preparación de la mezcla de concreto en laboratorio 50
b. Ensayo de asentamiento del concreto (slump) 50
c. Peso unitario y contenido de aire del concreto 51
d. Elaboración de Probetas de Concreto 53
e. Curado de las probetas de concreto, para ensayo a compresión 54
4.1.4.10 Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas 55
4.1.5 Procesamiento de datos en gabinete 85
4.1.6 Resumen de resultados obtenidos en laboratorio 85

4.2 Contrastación de hipótesis 87
4.2.1 Hipótesis general 87
4.2.2 Hipótesis derivadas 87
4.2.2.1 Primera hipótesis especifica 87
i. Prueba de Normalidad 88
ii. Regresión lineal de material más fino (arcilla) que el tamiz N°200 88
4.2.2.2 Segunda hipótesis especifica 89
i. Prueba de Normalidad 89
ii. Regresión lineal de material más fino (limo) que el tamiz N°200 90
4.2.2.3 Tercera hipótesis especifica 91
a. Análisis a los 7 días 91
i. Prueba de Normalidad 91
ii. ANOVA de un solo factor 92
iii. Análisis por el método de Tukey y una confianza de 95% 92
b. Análisis a los 14 días 93
i. Prueba de Normalidad 93
ii. ANOVA de un solo factor 94
iii. Análisis por el método de Tukey y una confianza de 95% 94
c. Análisis a los 28 días 95
i. Prueba de Normalidad 95
ii. ANOVA de un solo factor 96
iii. Análisis por el método de Tukey y una confianza de 95% 96
4.2.2.4 Cuarta hipótesis especifica 97
a. Análisis a los 7 días 97

i. Prueba de Normalidad..... 97

ii. ANOVA de un solo factor 98

iii. Análisis por el método de Tukey y una confianza de 95%..... 99

b. Análisis a los 14 días..... 99

i. Prueba de Normalidad..... 99

ii. ANOVA de un solo factor 100

iii. Análisis por el método de Tukey y una confianza de 95%..... 101

c. Análisis a los 28 días..... 101

i. Prueba de Normalidad..... 101

ii. ANOVA de un solo factor 102

iii. Análisis por el método de Tukey y una confianza de 95%..... 103

4.3 Discusión de resultados..... 103

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones..... 106

5.2 Recomendaciones 108

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....110

APÉNDICE.....116

MATRIZ DE CONSISTENCIA.....177

CONTENIDO DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Operacionalización de variable independiente 6

Tabla 2. Operacionalización de variable dependiente..... 6

Tabla 3. Proporciones típicas en volumen absoluto de los componentes del concreto 12

Tabla 4. Límites permisibles para agua de mezcla y de curado según la norma NTP 339.088..... 14

Tabla 5. Normas NTP y ASTM que utilizaremos para poder determinar las propiedades de los agregados..... 16

Tabla 6. Diferencias entre limos y arcillas..... 20

Tabla 7. Análisis granulométrico del agregado grueso..... 37

Tabla 8. Análisis granulométrico del agregado fino 38

Tabla 9. Humedad natural de los agregados grueso y fino 39

Tabla 10. Gravedad específica y absorción del agregado grueso. 40

Tabla 11. Gravedad específica y absorción del agregado fino..... 41

Tabla 12. Peso unitario de los agregados grueso y fino..... 42

Tabla 13. Datos a tomar en cuenta para realizar el diseño de mezcla f´c=210 kg/cm² 42

Tabla 14. Consideraciones a tomar en cuenta para realizar el diseño de mezcla.. 43

Tabla 15. Materiales para 1 m3 de Concreto 43

Tabla 16. Corrección por humedad y absorción para 1 m3 de Concreto..... 43

Tabla 17. Dosificación de la mezcla de concreto para 1 bolsa de cemento..... 43

Tabla 18. Dosificación en peso para la elaboración de concreto patrón..... 43

Tabla 19. Dosificación en peso para la elaboración de concreto adicionado con limo 44
Tabla 20. Dosificación en peso para la elaboración de concreto adicionado con arcilla 44
Tabla 21. Resultados de equivalente de arena para distintos porcentajes de material más fino que la malla n°200 en la arena 45
Tabla 22. Valor de azul de metileno para el material más fino que pasa la malla N°200 (limo) 47
Tabla 23. Valor de azul de metileno para el material más fino que pasa la malla N°200 (arcilla) 47
Tabla 24. Resultados de Asentamiento del concreto para distintos porcentajes de finos 50
Tabla 25. Resumen de ensayo de peso unitario y contenido de aire, para distintos porcentajes de finos en la mezcla de concreto 51
Tabla 26. Cantidad de probetas de concreto elaboradas, para realizar ensayo a compresión 55
Tabla 27. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto patrón (0% de finos) a los 7 días 58
Tabla 28. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto patrón (0% de finos) a los 14 días 59
Tabla 29. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto patrón (0% de finos) a los 28 días 60
Tabla 30. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 3% de limos a los 7 días 61

Tabla 31. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 3% de limos a los 14 días 62
Tabla 32. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 3% de limos a los 28 días 63
Tabla 33. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 5% de limos a los 7 días 64
Tabla 34. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 5% de limos a los 14 días 65
Tabla 35. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 5% de limos a los 28 días 66
Tabla 36. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 7.5% de limos a los 7 días..... 67
Tabla 37. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 7.5% de limos a los 14 días..... 68
Tabla 38. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 7.5% de limos a los 28 días..... 69
Tabla 39. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 10% de limos a los 7 días..... 70
Tabla 40. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 10% de limos a los 14 días..... 71
Tabla 41. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 10% de limos a los 28 días..... 72
Tabla 42. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 3% de arcilla a los 7 días..... 73

Tabla 43. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 3% de arcilla a los 14 días..... 74
Tabla 44. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 3% de arcilla a los 28 días..... 75
Tabla 45. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 5% de arcilla a los 7 días..... 76
Tabla 46. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 5% de arcilla a los 14 días..... 77
Tabla 47. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 5% de arcilla a los 28 días..... 78
Tabla 48. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 7.5% de arcilla a los 7 días..... 79
Tabla 49. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 7.5% de arcilla a los 14 días..... 80
Tabla 50. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 7.5% de arcilla a los 28 días..... 81
Tabla 51. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 10% de arcilla a los 7 días..... 82
Tabla 52. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 10% de arcilla a los 14 días..... 83
Tabla 53. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 10% de arcilla a los 28 días..... 84
Tabla 54. Promedio de resistencia a la compresión del concreto con diferentes porcentajes de finos..... 85

Tabla 55. Resistencia a la compresión a los 28 días, respecto al concreto patrón 86
Tabla 56. Regresión lineal de material más fino (arcilla) que el tamiz N°200 y su influencia en la trabajabilidad del concreto 88
Tabla 57. Regresión lineal de material más finos (limo) que el tamiz N°200 y su influencia en la trabajabilidad del concreto 90
Tabla 58. Análisis de varianza de resistencia a la compresión a los 7 días (con arcilla) 92
Tabla 59. Comparación en parejas de Tukey a los 7 días (con arcilla)..... 92
Tabla 60. Análisis de varianza de resistencia a la compresión a los 14 días (con arcilla) 94
Tabla 61. Comparación en parejas de Tukey a los 14 días (con arcilla)..... 94
Tabla 62. Análisis de varianza de resistencia a la compresión a los 28 días (con arcilla) 96
Tabla 63. Comparación en parejas de Tukey a los 28 días (con arcilla)..... 96
Tabla 64. Análisis de varianza de resistencia a la compresión a los 7 días (con limo) 98
Tabla 65. Comparación en parejas de Tukey a los 7 días (con limo) 99
Tabla 66. Análisis de varianza de resistencia a la compresión a los 14 días (con limo) 100
Tabla 67. Comparación en parejas de Tukey a los 14 días (con limo) 101
Tabla 68. Análisis de varianza de resistencia a la compresión a los 28 días (con limo) 102
Tabla 69. Comparación en parejas de Tukey a los 28 días (con limo) 103

CONTENIDO DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. El concreto 10

Figura 2. Estructura interna del concreto endurecido 11

Figura 3. El cemento portland 13

Figura 4. El agua para el concreto 14

Figura 5. Agregado grueso 15

Figura 6. Agregado fino 16

Figura 7. Curva de distribución granulométrica de arena, limo y arcilla. 19

Figura 8. Diferencias entre limos y arcillas, realizadas en laboratorio. 20

Figura 9. Ensayo de azul de metileno. 21

Figura 10. Ensayo equivalente de arena. 22

Figura 11. Aditivos para el concreto 23

Figura 12. Extracción de agregados en cantera. 33

Figura 13. Cemento Yura Tipo IP 34

Figura 14. Lavado de arena, através de la malla de 0,075 mm (N°200) 35

Figura 15. Arena lavada através de la malla de 0,075 mm (N°.200) 35

Figura 16. Análisis granulométrico del agregado grueso. 36

Figura 17. Curva granulométrica del agregado grueso. 37

Figura 18. Análisis granulométrico del agregado fino. 38

Figura 19. Curva granulométrica del agregado fino. 39

Figura 20. Gravedad específica del agregado grueso. 40

Figura 21. Absorción del agregado fino. 41

Figura 22. Ensayo equivalente de arena, para distintos porcentajes de material más fino que la malla n°200 en la arena. 45
Figura 23. Lectura ensayo equivalente de arena. 46
Figura 24. Frasco de azul de metileno en polvo. 47
Figura 25. Muestra de 10 gramos, para ensayo de azul de metileno 48
Figura 26. Mezclado de la muestra y solucion, en agitador magnetico. 48
Figura 27. Prueba de la mancha. 49
Figura 28. Proceso de elaboracion de mezcla de concreto. 50
Figura 29. Prueba de asentamiento del concreto. 51
Figura 30. Ensayo de peso unitario del concreto. 52
Figura 31. Ensayo de contenido de aire del concreto. 52
Figura 32. Elaboración de probetas de concreto. 53
Figura 33. Desmolde de probetas de concreto. 53
Figura 34. Curado de probetas de concreto. 54
Figura 35. Ensayo a compresión probeta. 56
Figura 36. Probeta de concreto ensayada. 56
Figura 37. Probetas de concreto ensayadas. 57
Figura 38. Probeta de concreto fracturada. 57
Figura 39. Gráfico de promedio de resistencia a la compresión 86
Figura 40. Gráfico de la variación de la resistencia a la compresión. 87
Figura 41. Gráfico de trabajabilidad del concreto (con arcilla). 88
Figura 42. Gráfico de trabajabilidad del concreto (con limo). 89
Figura 43. Gráfico de prueba de normalidad a los 7 días (con arcilla). 91
Figura 44. Gráfico de prueba de normalidad a los 14 días (con arcilla). 93

Figura 45. Gráfico de prueba de normalidad a los 28 días (con arcilla). 95

Figura 46. Gráfico de prueba de normalidad a los 7 días (con limo).. 97

Figura 47. Gráfico de prueba de normalidad a los 14 días (con limo).. 99

Figura 48. Gráfico de prueba de normalidad a los 28 días (con limo).. 101

CONTENIDO DE APÉNDICES

Pág.

Apéndice A. Diseño de mezcla de concreto 210 kg/cm² 116

Apéndice B. Equivalente de arena para distintos porcentajes de material mas fino que la malla n°200..... 121

Apéndice C. Metodo de ensayo de azul de metileno para material mas fino que la malla n°200 131

Apendice D. Ensayos para el concreto en estado fresco..... 134

Apendice E. Resistencia a la compresion del concreto patron (0% de finos)..... 141

Apendice F. Resistencia a la compresion del concreto (3% de limos) 145

Apendice G. Resistencia a la compresion del concreto (5% de limos)..... 149

Apendice H. Resistencia a la compresion del concreto (7.5% de limos)..... 153

Apendice I. Resistencia a la compresion del concreto (10% de limos) 157

Apendice J. Resistencia a la compresion del concreto (3% de arcilla)..... 161

Apendice K. Resistencia a la compresion del concreto (5% de arcilla)..... 165

Apendice L. Resistencia a la compresion del concreto (7.5% de arcilla)..... 169

Apendice M. Resistencia a la compresion del concreto (10% de arcilla)..... 173

RESUMEN

La presente tesis tuvo por finalidad determinar la resistencia a la compresión (kg/cm²) del concreto, incorporando material más fino que la malla n°200 (arcilla y limo) en reemplazo parcial de la arena en porcentajes de (0%, 3%, 5%, 7.5% y 10%) en peso.

Se elaboraron 135 probetas de concreto, 15 probetas para cada tipo de concreto como son; patrón (0% de fino), arcilla (3%, 5%, 7.5% y 10%) y limo (3%, 5%, 7.5% y 10%) y luego de realizar el ensayo a compresión a los 7, 14 y 28 días, para el concreto elaborado con arcilla el único tratamiento positivo fue el del 3% con un 0.61% de resistencia, el cual es superior a la del concreto patrón; para el concreto elaborado con limo los tratamientos que dieron resultado positivo fueron el del 3%, 5% y 7.5% con un 3.17%, 3.89% y 4.92% de resistencia respectivamente, los cuales fueron superior a la del concreto patrón. Mientras que las probetas elaboradas con arcilla (5%, 7.5% y 10%) y limo (10%) alcanzaron resistencias de -3.59%, -6.35%, -9.29% y -4.01% respectivamente, los cuales fueron inferior a la del concreto patrón.

Se concluyo que el aumento de material fino (limo) hasta un 7.5% en peso, hace que la trabajabilidad del concreto aumente, sin que tenga un efecto negativo en la resistencia a la compresión. Mientras que el aumento de material fino (arcilla) solo se puede hacer hasta un 3% en peso, sin que tenga un efecto negativo en la resistencia a la compresión.

Palabras clave: resistencia, trabajabilidad, limo, arcilla, porcentaje.

ABSTRACT

The purpose of this thesis was to determine the compressive strength (kg/cm²) of concrete, incorporating material finer than mesh No. 200 (clay and silt) in partial replacement of sand in percentages of (0%, 3% , 5%, 7.5% and 10%) by weight.

135 concrete test tubes were made, 15 test tubes for each type of concrete such as; standard (0% fine), clay (3%, 5%, 7.5% and 10%) and silt (3%, 5%, 7.5% and 10%) and after performing the compression test at 7, 14 and 28 days, for concrete made with clay, the only positive treatment was 3% with 0.61% resistance, which is higher than that of standard concrete; For concrete made with silt, the treatments that gave positive results were 3%, 5% and 7.5% with 3.17%, 3.89% and 4.92% resistance respectively, which were higher than that of the standard concrete. While the specimens made with clay (5%, 7.5% and 10%) and silt (10%) reached resistances of -3.59%, -6.35%, -9.29% and -4.01% respectively, which were lower than that of the concrete pattern.

It was concluded that the increase in fine material (silt) up to 7.5% by weight, increases the workability of the concrete, without having a negative effect on the compressive strength. While the increase in fine material (clay) can only be done up to 3% by weight, without having a negative effect on compressive strength.

Keywords: resistance, workability, silt, clay, percentage.

INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Moquegua, como consecuencia del crecimiento que se da año tras otro, trae como resultado el incremento de obras civiles; así como son viviendas, restaurantes, hoteles, puentes, pistas, veredas, entre otros proyectos de construcción. En las cuales tienen como protagonista fundamental al concreto y a los materiales por el cual está constituido (cemento, agregados, agua y opcionalmente aditivos); y según como progresa el sector construcción, nos vemos en la necesidad de analizar cada material que compone el concreto, para así poder garantizar la calidad del concreto utilizado en las obras civiles; en esta ocasión, la presente investigación se enfocara en el material más fino que pasa por la malla n°200 y como puede influir en la resistencia a la compresión del concreto.

En la ciudad de Moquegua, no existen trabajos de investigación concerniente al tema y debido a que la población tiene desconocimiento, sobre el impacto que tiene la cantidad de finos que pasan la malla N°200 en la calidad del concreto, no tienen la certeza de que el concreto alcance la resistencia requerida, razón por la cual el presente trabajo de investigación, tiene como objetivo evaluar la influencia negativa o positiva en el concreto, ya que los materiales provenientes de canteras a tajo abierto como son la piedra y la arena tienen un alto contenido de material más fino que el tamiz N°200, el cual es perjudicial para el concreto, tanto en estado fresco y endurecido.

Antes de la elaboración del concreto, los agregados deben cumplir ciertas especificaciones técnicas, pero muchas veces esto no ocurre, cuando ni los propios dueños de las canteras, ni los responsables de la ejecución de proyectos se

preocupan en verificar si el agregado cumple o no, con los requisitos mínimos para su uso en la elaboración de concreto.

Y por eso en varias oportunidades, luego de realizar el vaciado con agua potable, con un cemento de buena calidad y la proporción necesaria de agregados. Se obtiene un concreto que no llega a la resistencia requerida, entonces una explicación es, qué influyo el tipo y la cantidad de finos que pasan por la malla N°200, es por tal motivo, que es muy importante conocer el comportamiento del concreto, ante el exceso de finos, que pasan por la malla N°200.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Descripción de la realidad del problema

En el distrito de Moquegua debido, al crecimiento económico y poblacional, se vienen realizando construcciones civiles, en las cuales se utiliza una gran cantidad de materiales como el ladrillo, acero y concreto. De tal forma que se reduce el uso de materiales como el adobe, madera y caña en sus construcciones.

De esta forma hoy en la actualidad, se puede apreciar bastantes edificaciones, en las cuales utilizan el concreto para su construcción, el cual tiene que cumplir un rendimiento óptimo de sus propiedades, así como lo es su principal propiedad, la resistencia a la compresión.

Normalmente a la hora de realizar el diseño de mezcla de concreto, no se considera la cantidad de material más fino que pasa por la malla N°200, que pueden tener los agregados, debido a la desinformación sobre la influencia, que puede tener sobre las propiedades del concreto y que la norma exige valores máximos permisibles, para los agregados.

Todo lo mencionado anteriormente, puede ocasionar que el concreto no cumpla con la resistencia a la compresión requerida, así como también puede conllevar a un uso excesivo de cemento en la elaboración del concreto.

Respecto al tema, Pacsi (2018), afirma que "La reducción de los finos pasantes de la malla N.º 200, tienen un efecto positivo el cual es, estadísticamente significativo sobre resistencia del concreto con un 95.0% de nivel de confianza.".

Así mismo, Martínez y Torres (2013), afirma que "el límite de finos, podrá elevarse hasta el 7 %, siempre que se garantice una presencia de arcilla limitada"

Mediante investigaciones se logró establecer, que el material de tamaño menor al de la malla n°200, puede influir en las propiedades del concreto, tanto en estado fresco y endurecido.

Por lo tanto, cabe señalar, que es necesario realizar una evaluación de la influencia de los materiales más finos que el tamiz n°200, en la resistencia a compresión del concreto, para ello se tomara muestras de agregado de una cantera local de la ciudad de Moquegua.

1.2 Definición del problema

Sobre lo expuesto, se procede a arribar el siguiente problema de investigación.

1.2.1 Problema general.

¿Cuál es la influencia del material más fino que el tamiz n°200 para la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Moquegua?

1.2.2 Problemas específicos.

¿Cuál es el efecto de la presencia de material más fino (arcilla) que el tamiz n°200 para la trabajabilidad del concreto?

¿Cuál es el efecto de la presencia de material más fino (limo) que el tamiz n°200 para la trabajabilidad del concreto?

¿Cuál es el efecto de la presencia de material más fino (arcilla) que el tamiz n°200 para la resistencia a la compresión del concreto?

¿Cuál es el efecto de la presencia de material más fino (limo) que el tamiz n°200 para la resistencia a la compresión del concreto?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general.

Determinar la influencia del material más fino que el tamiz n°200 para la resistencia a la compresión del concreto en Moquegua.

1.3.2 Objetivos específicos.

Evaluar el efecto de la presencia de material más fino (arcilla) que el tamiz n°200 para la trabajabilidad del concreto.

Evaluar el efecto de la presencia de material más fino (limo) que el tamiz n°200 para la trabajabilidad del concreto

Evaluar el efecto de la presencia de material más fino (arcilla) que el tamiz n°200 para la resistencia a la compresión del concreto.

Evaluar el efecto de la presencia de material más fino (limo) que el tamiz n°200 para la resistencia a la compresión del concreto.

1.4 Justificación

La presente investigación se realizó con el fin de dar a conocer y contribuir con información, respecto a la influencia positiva o negativa, que tiene la presencia de

materiales más finos que el tamiz N°200, en la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto.

En la ciudad de Moquegua, no existe una investigación alusiva a la influencia que tienen los materiales más finos que el tamiz N°200 en la resistencia a la compresión del concreto.

En la ciudad de Moquegua diariamente se prepara una notable cantidad de concreto, ya sea en obras públicas, privadas y plantas concreteras, motivo por el cual nace la necesidad de que el concreto tenga un excelente desempeño, lo cual en algunas ocasiones no ocurre, debido al desconocimiento de los propietarios de las canteras, plantas de concreto y ejecutores de obras, sobre la influencia que puede tener los materiales finos que pasan la malla N°200 en la calidad del concreto.

1.5 Alcances y limitaciones

1.5.1 Alcances.

El presente trabajo de investigación está orientado a la colectividad moqueguana, que labora en el sector construcción, mediante el cual se pretende aportar con información, sobre cómo puede influir los materiales más finos que la malla n°200 en la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto.

El presente trabajo de investigación tiene como alcance llevar a cabo estudios experimentales a mezclas de concreto incorporando material más fino que la malla N°200 con diversos porcentajes.

La presente investigación estará basada en la norma técnica peruana (NTP), ASTM y AASHTO, se realizará el estudio de la influencia de la presencia de materiales

más finos que el tamiz N°200 para trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto.

1.5.2 Limitaciones.

La principal limitación fue, que el laboratorio de ensayo de materiales de la universidad José Carlos Mariátegui, no se encuentra en funcionamiento debido a la situación que se vive en el Perú provocada por el COVID - 19, motivo por el cual se optó por buscar un laboratorio el cual cuente con los equipos necesarios, para poder realizar la presente investigación.

Otra limitante, fue la falta de información de acceso libre relacionada a la influencia de materiales más finos que el tamiz N°200 en la ciudad de Moquegua.

1.6 Variables

1.6.1 Variable independiente.

Material más fino que el tamiz n°200.

1.6.2 Variable dependiente.

Resistencia a la compresión del concreto.

1.6.3 Operacionalización de variables.

1.6.3.1 Operacionalización de variable independiente.

En la tabla 1, se descompone la variable independiente: Material más fino que el tamiz n°200, el cual forma parte del proyecto de investigación con el fin de poder ofrecer información detallada y ordenada:

Tabla 1
Operacionalización de variable independiente

Tipo de variable	Variable	Denominación	Indicador	unidad de medida	instrumento de me medición
independiente	Cuantitativa Discreta	Los materiales más finos, que pasan el tamiz n°200, por lo general están constituidos por arcillas y limos, los cuales se presentan mezclado con la arena y adherido en la piedra.	Finos 0% en peso	kg	Balanza
			Finos 3% en peso	kg	Balanza
			Finos 5% en peso	kg	Balanza
			Finos 7.5% en peso	kg	Balanza
			Finos 10% en peso	kg	Balanza

1.6.3.2 Operacionalización de variable dependiente.

En la tabla 2, se descompone la variable dependiente: Resistencia a la compresión del concreto, el cual forma parte del proyecto de investigación con el fin de poder ofrecer información detallada y ordenada:

Tabla 2
Operacionalización de variable dependiente

Tipo de variable	Variable	Denominación	Indicador	unidad de medida	instrumento de me medición
dependiente	Cuantitativa Continua	La resistencia a la compresión, es uno de los ensayos más significativos, ya que es una referencia para poder determinar la calidad del concreto, siendo esta su más notable característica, ya que a tracción es muy débil.	Resistencia	(Kg/cm^2)	Prensa de concreto

1.7 Hipótesis de la investigación

1.7.1 Hipótesis general.

El material más fino que el tamiz n°200 influirá de forma negativa en la resistencia a la compresión del concreto en Moquegua.

1.7.2 Hipótesis específicas.

La presencia de material más fino (arcilla) que el tamiz N°200, tendrá una influencia negativa para la trabajabilidad del concreto.

La presencia de material más fino (limo) que el tamiz N°200, tendrá una influencia positiva para la trabajabilidad del concreto.

La presencia de material más fino (arcilla) que el tamiz N°200, tendrá una influencia negativa para la resistencia a la compresión del concreto.

La presencia de material más fino (limo) que el tamiz N°200, tendrá una influencia positiva para la resistencia a la compresión del concreto.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Para la realización de la presente investigación, se realizó la búsqueda y revisión, de información relacionada al tema a tratar, de las cuales se escogieron los siguientes trabajos de investigación:

2.1.1 En el ámbito internacional.

Se ha realizado una revisión de las fuentes bibliográficas, que se describen a continuación:

Pérez y Gonzales (2015), realizaron el trabajo de investigación con el nombre: "Uso de arenas con alto contenido de material más fino que el tamiz 200 en la elaboración de hormigones hidráulicos", en cual concluyen, que con respecto a la resistencia a la compresión de las probetas de concreto a los 28 días, los valores más altos se alcanzan alrededor de 3 a 5% de material pasante más fino que el tamiz n°200 en la arena y según se va incrementando el porcentaje de finos, se puede notar una caída en la resistencia a la compresión del concreto.

Ferreira, Oller, Bairán, Carrascón y Marí. (2015), realizaron el trabajo de investigación con el nombre: "Influencia del contenido de finos del

hormigón en la respuesta estructural a flexión y cortante de vigas de hormigón armado", en la cual concluyen, que los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión, tracción y módulo de elasticidad del concreto, con un alto contenido de finos, fueron levemente inferiores a los resultados del concreto convencional.

2.1.2 En el ámbito nacional.

Se ha realizado una revisión de las fuentes bibliográficas, que se describen a continuación:

Pacsi (2018), realizo el trabajo de investigación con el nombre: "Influencia en el diseño de mezcla y resistencia en concretos con la disminución del material fino pasante del tamiz nº 200 (ASTM), elaborados en la ciudad de Puno", en la cual concluye, que La reducción de los finos pasantes de la malla N.º 200, tienen un efecto positivo el cual es, estadísticamente significativo sobre resistencia del concreto con un 95.0% de nivel de confianza.

Guerrero y Hoyos (2020), realizo el trabajo de investigación con el nombre: "Influencia del material fino que pasa por el tamiz n°200 (74 μm) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto", el cual concluye que, la resistencia a la compresión del concreto, se reduce al incrementar el porcentaje de material más fino que el tamiz n°200 en la arena; encontrando un óptimo porcentaje de finos de 3%, con el cual se logra una alta resistencia a la compresión del concreto.

Mestanza (2020), realizo el trabajo de investigación con el nombre: "Influencia del material fino que pasa la malla 200 y aditivo expansivo en las propiedades del mortero para resanes, Lima 2020", en el cual concluye que, la resistencia a la compresión del mortero aumenta con un 8% hasta un 12% de finos

en la arena, consiguiendo de esta manera una alta resistencia a la compresión del mortero a los 28 días.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 El Concreto.

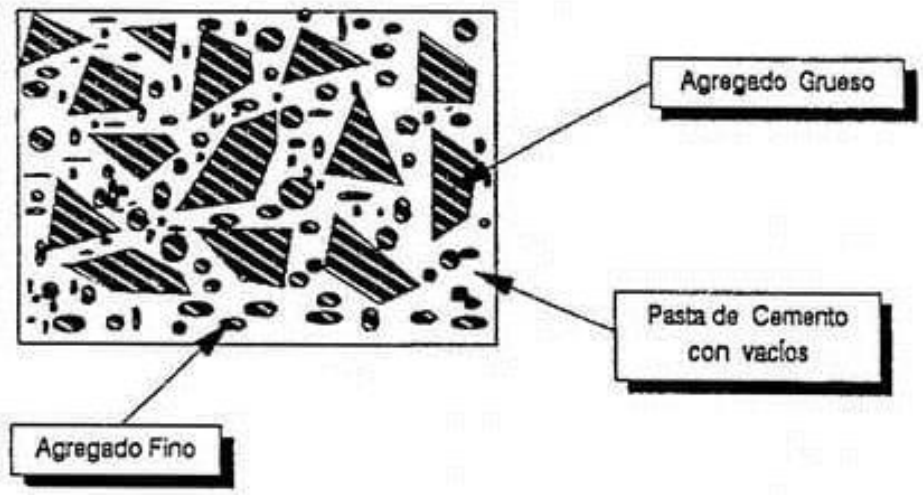
Pasquel (1998) lo define como un material, el cual está conformado por la mezcla en diferentes proporciones de agregados, agua, cemento y en ocasiones se agrega aditivos para así mejorar las propiedades del concreto (p.11).

El concreto inicialmente, muestra una consistencia plástica y trabajable, que luego de un tiempo determinado obtiene una consistencia rígida con cualidades resistentes y aislantes, lo cual hace que sea un material excelente para la construcción.

Figura 1
El concreto

Nota: Tomado de Costos Perú (2016)

Figura 2
Estructura interna del concreto endurecido



Nota: Tomado de civilgeeks (2011*)*

2.2.1.1 Principales Propiedades Del Concreto En Estado Fresco.

a. Trabajabilidad.

Pasquel (1998) nos dice que, esta propiedad está determinada por la dificultad o facilidad que se tiene a la hora de realizar el mezclado, traslado, colocación y compactación, sin perder su uniformidad (p.131).

La manera típica de evaluar la trabajabilidad, es el "slump" o ensayo de cono de Abrams, ya que nos permite estimar de forma numérica esta propiedad.

b. Segregación.

Pasquel (1998) esta propiedad consiste en la separación de los componentes del concreto, debido a la desigualdad de densidades, haciendo que las partículas más pesadas bajen al fondo de la mezcla de concreto (p.137).

c. Exudación.

Pasquel (1998) es la propiedad, que consiste en que una porción del agua, se separe de la mezcla y ascienda al exterior del concreto (p.139).

d. Contracción.

Pasquel (1998) nos dice que, es una propiedad muy importante, debido a que acarrea fisuras en el concreto, debido a la perdida de agua en el concreto (p.140).

2.2.1.2 Principales propiedades del concreto en estado endurecido.

a. Resistencia.

Pasquel (1998) nos dice que, es la propiedad que tiene el concreto de soportar esfuerzos y cargas, siendo esta su propiedad más representativa y es la que define su calidad (p.141).

b. Durabilidad.

Abanto (2017) afirma que, es una propiedad muy destacada del concreto, ya que hace que pueda tolerar ataques químicos, abrasión y otros procesos para la que ha sido diseñada, sin sufrir daños y por varios años (p.48).

2.2.2 Los componentes del concreto.

La tecnología del concreto moderna define para este material cuatro componentes: agregados, agua, cemento y opcionalmente aditivos, los cuales se muestran a continuación en la tabla 3.

Tabla 3
Proporciones típicas en volumen absoluto de los componentes del concreto

Componente	Porcentaje (%)
Aire	1 a 3
Cemento	7 a 15
Agua	14 a 18
Agregados	60 a 75

Nota: Tomado de Abanto (2017)

a. El cemento portland.

Pasquel (1998) afirma que, el cemento es un aglomerante, el cual es producto del calcinamiento de piedras calizas, arcillas y areniscas, de esta manera se puede obtener partículas muy finas, que al entrar en contacto con el agua se solidifica, y de esta manera logra conseguir propiedades adherentes y resistentes (p.17).

Figura 3
El cemento portland

Nota: Tomado de serveisxtu (2020)

b. El agua para el concreto.

Pasquel (1998) afirma que, el agua es un componente muy importante para el concreto, ya que hidrata el cemento para que así pueda desarrollar sus propiedades (p.17).

Por tal motivo este componente debe satisfacer ciertos requerimientos, para que así pueda cumplir con su función y de esta manera no dañe al concreto.

El agua en el concreto tiene un papel muy importante, las cuales son:

- ✓ Reacciona al entrar en contacto con el cemento.
- ✓ Se comporta como un lubricante, de esta manera aporta trabajabilidad al concreto.
- ✓ Proveer de vacíos a la masa, las cuales permiten el desarrollo de los productos de hidratación.

Tabla 4
Límites permisibles para agua de mezcla y de curado según la norma NTP 339.088

ITEM	Descripción	Limite permisible		
1	Sólidos en suspensión	50000	p.p.m.	maximo
2	Alcalinidad	600	p.p.m.	maximo
3	Sulfatos	3000	p.p.m.	maximo
4	Cloruros	500	p.p.m.	maximo
5	pH		5 a 8	

Nota: Instituto Nacional de Calidad (2019)

Figura 4
El agua para el concreto

Nota: Tomado de construye bien (2019)

c. Los agregados para el concreto.

Pasquel (1998) afirma que, los agregados son materiales granulares, los cuales están compuestos por partículas inertes, que son aglomerados por la masa del material cementante, para luego formar una estructura resistente (p.69).

Los agregados para el concreto se clasifican de acuerdo al tamaño de sus partículas, las cuales están establecidas en la NTP 400.011; además estos agregados se clasifican en:

i. Agregado grueso.

Es aquel material que proviene de la desintegración natural o artificial de la roca, el cual queda retenido en la malla N°04, de acuerdo a la NTP 400.011.

Figura 5
Agregado grueso

Nota: Tomado de avensa (2018)

ii. Agregado fino.

Es aquel material que proviene de la desintegración natural o artificial de la roca, el cual pasa la malla 3/8" y queda retenido en la malla N°200, de acuerdo a la NTP 400.011.

Figura 6
Agregado fino

Nota: Tomado de materiales construcción (2018)

iii. Hormigón.

Es aquel material granular, que está compuesto por roca, arena y finos, el cual es usado en elementos no estructurales.

Tabla 5
Normas NTP y ASTM que utilizaremos para poder determinar las propiedades de los agregados

Ensayos para agregados	**ASTM**		**NTP**	
	Grueso	**Fino**	**Grueso**	**Fino**
Análisis granulométrico	ASTM C 136		NTP 400,012	
Peso específico	ASTM C 127	ASTM C 128	NTP 400,021	NTP 400,022
Peso unitario suelto	ASTM C 29		NTP 400,017	
Peso unitario compactado	ASTM C 29		NTP 400,017	
Capacidad de absorción	ASTM C 127	ASTM C 128	NTP 400,021	NTP 400,022
Contenido de humedad	ASTM C 566		NTP 339,185	

2.2.3 Estudio de las propiedades físicas de los agregados.

a. Cantidad de material más fino que el tamiz N° 200 por lavado del material.

ASTM International (2017a), en su norma ASTM C 117, afirma que, este ensayo consiste en retirar por medio del lavado, las partículas más finas que el tamiz N° 200 las cuales se encuentran adheridas a la superficie de los agregados (p.1).

b. Peso unitario compactado, suelto y porcentaje de vacíos de los agregados.

ASTM International (2017b), en su norma ASTM C29/C29M-17a, afirma que, este ensayo consiste en hallar el peso unitario de los agregados en dos condiciones suelta y compactada, a su vez esto nos permite hallar el porcentaje de vacíos de los agregados (p.1).

c. Granulometría de los agregados.

ASTM International (2019a), en su norma ASTM C136/C136M-19, afirma que, este ensayo consiste en hallar la distribución de las partículas de los agregados fino y grueso, con el uso de un juego de mallas de abertura cuadrada (p.1).

Esto nos permite hallar la gradación de cada agregado.

d. Módulo de fineza.

Pasquel (1998) afirma que, consiste en sumar los porcentajes retenidos acumulados de la serie standard hasta la malla N°100 y este resultado se divide entre 100.

Este resultado final es el módulo de finura, el cual nos indica que tan fino es nuestro agregado, entre más alto sea este valor el agregado será más grueso (p.91).

e. Peso específico y absorción de los agregados.

ASTM International (2012), en su norma ASTM C 128, afirma que, este ensayo consiste en calcular la densidad promedio de las partículas de agregado grueso, la densidad relativa y la absorción de los agregados (p.1).

f. Contenido de humedad.

ASTM International (2019b), en su norma ASTM C566-19, afirma que, este ensayo consiste en determinar la cantidad de agua que tiene nuestro agregado en un momento dado.

Esto influye en la cantidad de agua a utilizar en el concreto (p.1).

g. Abrasión (Método los Ángeles).

ASTM International (2020), en su norma ASTM C131/C131M-20, afirma que, este ensayo consiste en determinar la resistencia que tiene el agregado grueso al desgaste producido por la máquina de los ángeles (p.1).

De esta manera poder conocer la durabilidad y resistencia que tendrá nuestro agregado para la fabricación de concreto.

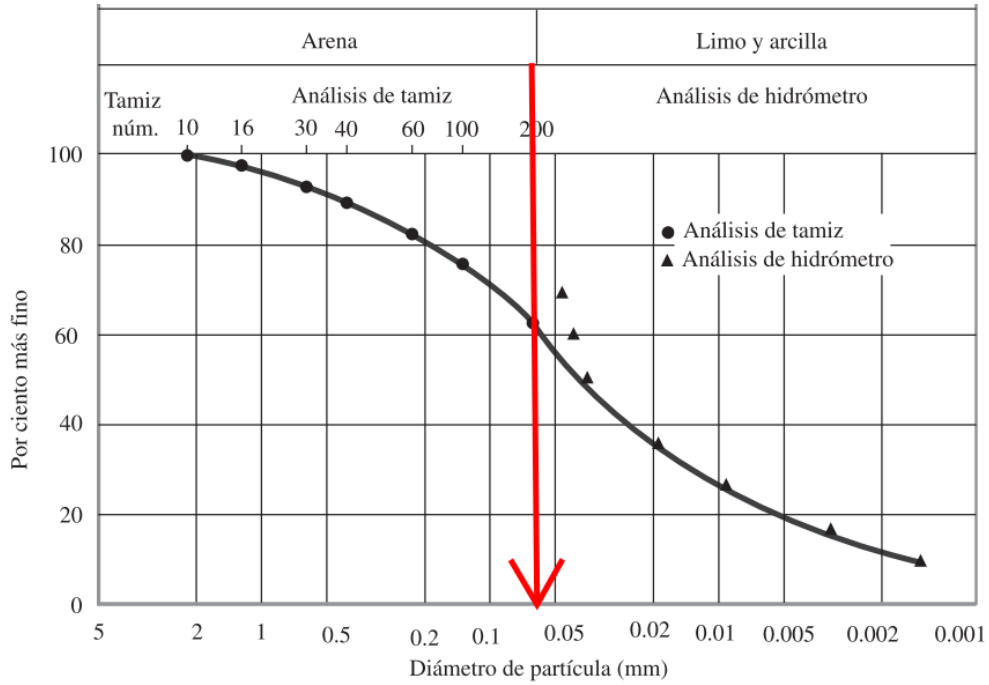
2.2.3.1 Materiales más finos que la malla n°200 en los agregados.

Se define como material más fino que la malla N°200, a aquellas partículas cuyos diámetros son menores a 0,075 mm. Las cuales están compuestas en general por limo y arcilla.

Estas partículas finas las podemos apreciar cubriendo las superficies de los agregados y combinado con la arena, la existencia de estas partículas en los agregados afecta notablemente el comportamiento del concreto, como es el incremento en la demanda de agua en la mezcla para poder obtener una trabajabilidad establecida, así mismo esto nos trae como consecuencia la reducción de la resistencia a la compresión del concreto y el incremento del volumen del concreto.

De esta manera la durabilidad y calidad del concreto se ven muy comprometidas.

Figura 7
Curva de distribución granulométrica de arena, limo y arcilla



Nota: Tomado de Das (2015).

Tabla 6
Diferencias entre limos y arcillas

Limos (entre 0.002 y 0.06 mm.)	Arcillas (<0.002mm.)
No suelen tener propiedades coloidales	Si suelen tener propiedades coloidales
A partir de 0.002 mm. y a medida que aumenta el tamaño de las partículas, se va haciendo cada vez mayor la proporción de minerales no arcillosos.	Consisten en su mayor parte en minerales arcillosos
Partículas forma redondeada	Partículas forma laminar
Es de tacto áspero	Es de tacto suave
Mayor permeabilidad	Menor permeabilidad
Se secan con relativa rapidez y no se pegan a los dedos	Se secan lentamente y se pegan a los dedos
Los terrones secos tienen una cohesión apreciable, pero se pueden reducir a polvo con los dedos	Los terrones secos se pueden partir, pero no reducir a polvo con los dedos
Pueden ser colapsables	No son colapsables
No son expansivas	Pueden ser expansivas

Nota: Jimenez y De Justo (1975).

Figura 8
Diferencias entre limos y arcillas, realizadas en laboratorio

La normativa ASTM C-33 nos recomienda, que para el agregado fino los porcentajes máximos permitidos pasante de la malla N°200 son de un 3% para la elaboración de concretos sometidos a procesos de abrasión y de un 5% para la

elaboración de otros tipos de concreto. Para el caso de los agregados gruesos los porcentajes máximos permitidos pasante de la malla N°200 son de un 1%, salvo sea el caso que sean agregados chancados en los que el material pasante de la malla N°200 es polvo de roca y es aceptada hasta un 1.5%.

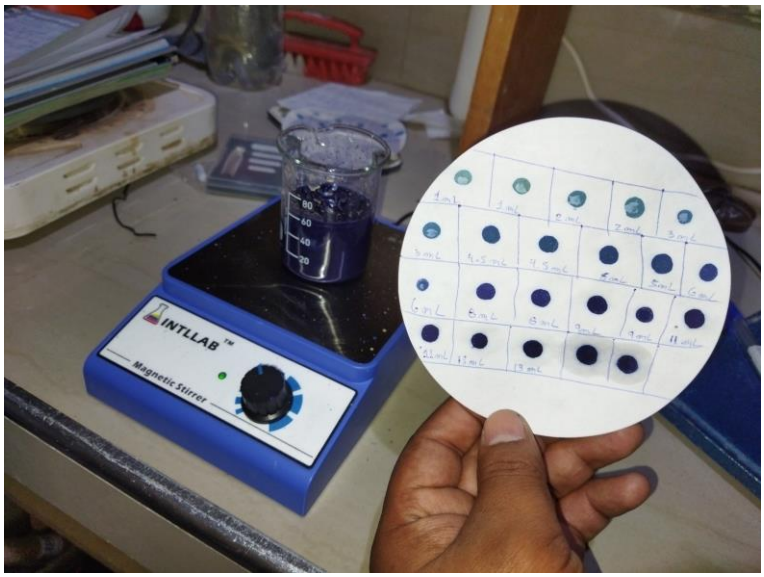
2.2.3.2 Pruebas de azul de metileno y equivalente de arena para la caracterización de finos en los materiales de construcción

a. Azul de metileno

AASHTO International (2015), en su norma AASHTO TP 57, afirma que, la finalidad de esta prueba es hallar la cantidad de material altamente perjudicial para el concreto (arcilla y material orgánico), que está presente en la fracción fina de un agregado (arena), por medio de la prueba de azul de metileno y así poder comprobar la calidad de dicho agregado, para ser usado en la elaboración de concreto (p.1).

Un valor de azul de metileno menor a 5 mg/g, tendrá un desempeño excelente para la resistencia a la compresión del concreto.

Figura 9
Ensayo de azul de metileno



b. Equivalente de arena

ASTM International (2014), en su norma ASTM D2419, afirma que, la finalidad de esta prueba es hallar la calidad que tiene el agregado fino, para poder ser empleado como un material adecuado para la construcción, esta calidad será medida desde el punto de vista, de su porcentaje de finos perjudiciales de la clase arcillosa (p.1).

Figura 10
Ensayo equivalente de arena

2.2.4 Aditivos para el concreto.

Pasquel (1998) afirma que, los aditivos, son sustancias que se agregan a la mezcla de concreto, que pueden alterar de forma intencionada algunas de las propiedades del concreto (p.113).

Los aditivos ayudan disminuir el riesgo que produce el no poder manejar algunas características propias de la mezcla, como son: el calor de hidratación, el tiempo de fraguado, etc.

En el Perú, no es usual el uso de los aditivos por la convicción, que tiene la gente de que por el costo que tiene, no es factible el uso de estos en el concreto de manera habitual.

Figura 11
Aditivos para el concreto

Nota: Tomado de capcmas (2018)

2.2.4.1 Clasificación de los aditivos

Los aditivos se clasifican de acuerdo a las propiedades que modifican en el concreto, ya que son las propiedades del concreto, las que se buscan manipular en obra, cosa que no se puede hacer en un concreto normal.

a. Aditivos acelerantes

Pasquel (1998) afirma que, son sustancias que acortan el tiempo habitual de fraguado de la mezcla y/o apresuran el tiempo habitual de incremento de la resistencia a la compresión (p.115).

b. Aditivos incorporadores de aire

Pasquel (1998) afirma que, son sustancias que producen burbujas microscópicas de aire en el concreto, las cuales nos permiten mejorar eficazmente la durabilidad de concretos expuestos a la humedad en ciclos de hielo – deshielo (p.117).

c. Aditivos reductores de agua – plastificantes

Pasquel (1998) afirma que, son sustancias, que nos permiten usar menos cantidad de agua de la que se debería usar en un concreto normal, provocando mejoras en la trabajabilidad y resistencia a la compresión, debido a que reduce la relación agua cemento (p.119).

d. Aditivos superplastificantes

Pasquel (1998) afirma que, son sustancias reductoras de agua especiales, las cuales nos permiten desarrollar alta fluidez en concretos secos sin asentamientos, también nos permite desarrollar concretos de alta resistencia debido a las importantes reducciones de la relación agua cemento (p.120).

Producen mejoras en las mezclas de concreto, reduciendo la cantidad de agua de manera muy significativa a diferencia de los aditivos reductores de agua – plastificantes, que solo reducen la cantidad de agua en un 5% a 10%.

e. Aditivos impermeabilizantes

Pasquel (1998) afirma que, son sustancias que nos permiten mejorar la estanqueidad en las obras hidráulicas (p.122).

f. Aditivos retardadores

Pasquel (1998) afirma que, son sustancias que tienen como objetivo ampliar el tiempo de fraguado normal, de esta manera el concreto tiene un tiempo de plasticidad superior al de un concreto normal (p.123).

Lo cual nos permite hacer vaciados complejos, vaciados en climas calurosos, bombeo a largos trayectos y transporte en mixers.

g. Aditivos curadores

Pasquel (1998) afirma que, son sustancias que se agregan a la superficie del concreto vaciado, para así de esta manera poder evitar que se pierda el agua del concreto y mantener la humedad del concreto (p.124).

2.3 Definición de términos

a. Influencia.

Se define como la acción y efecto de influir. Verbo que hace referencia a las consecuencias o efectos que una cosa provoca sobre otra, esto es para señalar su efecto (negativo o positivo).

b. Curva Granulométrica.

Se define como una representación gráfica de la granulometría y proporciona una visión objetiva de la distribución de tamaños del agregado (INACAL, 2018).

c. Granulometría.

Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado (INACAL, 2018).

d. Equivalente de arena.

Medida de las proporciones relativas de lodo fino o material arcilloso o ambos en los suelos o agregados finos (INACAL, 2018).

e. Tamiz o Malla.

Se define como un instrumento de laboratorio de materiales, el cual es una malla con filamentos que se entrelazan entre sí, dejando aberturas cuadradas.

f. Huso.

Se define como la región comprendida dentro de dos curvas granulométricas, las cuales estarán definidas según las especificaciones técnicas del proyecto.

g. Concreto fresco.

Se define como un concreto que posee suficiente trabajabilidad original, de modo que se puede colocar y consolidar para los métodos destinados (INACAL, 2019).

h. Concreto endurecido.

Se define como un concreto que ha desarrollado la suficiente resistencia para servir a algún propósito definido o resistir una carga exigida sin fallar (INACAL, 2019).

i. Curado.

Se define como las medidas adoptadas para mantener las condiciones de humedad y temperatura en una mezcla de cementosa recién colocada para permitir la hidratación del cemento hidráulico y (si es necesario) las reacciones puzolánicas, de modo que se puedan desarrollar las propiedades potenciales de la mezcla (INACAL, 2019).

j. Relación agua – cemento.

Se define como la relación entre la masa de agua, excluyendo la que es absorbida por los agregados, a la masa de cemento portland en el concreto, mortero o grout, expresado en forma decimal (INACAL, 2019).

k. Tamaño máximo nominal.

se define como al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido entre 5 % y 10 % (INACAL, 2018).

l. Tamaño máximo.

Se define como al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso (INACAL, 2018).

m. Módulo de fineza del agregado.

Se define como un factor obtenido mediante la suma de los porcentajes acumulados de material de una muestra de agregado en cada uno de los siguientes tamices, y dividiendo la suma entre 100: N°100, N°50, N°30, N°16, N°08, N°04, 3/8", ¾", 1 ½", 3" y 6" (INACAL, 2018).

CAPÍTULO III

MÉTODO

3.1 Tipo de la investigación

La investigación que se realizó en el presente trabajo, pertenece al tipo aplicada, ya que su finalidad es la aplicación de conocimientos prácticos y teóricos, para poder dar soluciones a los problemas planteados.

3.2 Diseño de la investigación

El diseño utilizado en el presente trabajo de investigación, es del tipo experimental, debido a que se manipulo la variable independiente, para efectuar varias pruebas al concreto, el cual se elaboró con diversos porcentajes de material pasante de la malla N°200, para luego comparar y confirmar las hipótesis planteadas.

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población.

La población de la presente investigación, estuvo conformada por el concreto de f'c=210kg/cm2, el cual fue elaborado con agregado grueso, agregado fino, cemento Tipo IP, agua y diferentes porcentajes en peso de partículas que pasan el tamiz N°200.

3.3.2 Muestra.

Se aplico el Muestreo no probabilístico, del tipo por conveniencia, el cual según Ponce y Pasco (2018), hace hincapié, en la selección de muestras en función a la facilidad, que tiene el investigador de acceder a la unidad de observación.

Las muestras fueron probetas de concreto obtenidas de la mezcla de agua, cemento, agregados y diversos porcentajes de material que pasa la malla N°200.

Las cuales fueron conformadas por 135 probetas de concreto de f'c=210 kg/cm² con adición de diversos porcentajes de material más fino que la malla N°200, el cual estará dividido en nueve grupos, cada grupo estará conformado por 15 probetas elaboradas con distinto material fino pasante de la malla N°200, de los cuales se ensayaran 5 a los 7 días, 5 a los 14 y 5 a 28 días (la norma NTP 339.034 exige la compresión de un mínimo de 3 probetas por fecha para cilindros de 100mm X 200mm).

3.4 Descripción de instrumentos para recolección de datos

3.4.1 Búsqueda y recolección de la información.

En el presente trabajo de investigación, se efectuó la búsqueda de agregados, que cumplan con lo especificado en la NTP 400.037, material producto del venteado de los agregados (limo y arcilla). Para poder efectuar los ensayos y determinar las propiedades físicas de los agregados.

Los instrumentos para la recolección de datos son:

- ✓ Herramientas y materiales de campo (sacos y lampa).
- ✓ Plumones.

- ✓ Cámara fotográfica.
- ✓ Formatos de llenado para la identificación de los agregados.

3.4.2 Experimentación.

En esta parte, la experimentación se realizó a los agregados (fino y grueso) extraídos de la cantera “El Chasqui Soy”, por medio de los ensayos de laboratorio.

Con los resultados obtenidos, se procedió a realizar el diseño de mezcla de f´c 210 kg/cm2, incorporando material que pasa la malla n°200 (limo y arcilla) con valores de 3%, 5%, 7.5% y 10% en peso, que será remplazada en la arena, para posteriormente elaborar las probetas cilíndricas de concreto.

Por ultimo las probetas de concreto, fueron sometidas al ensayo de compresión, para poder determinar los valores de f´c.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Presentación de resultados

Para hallar los resultados del presente trabajo de investigación, se llevó a cabo el siguiente procedimiento: obtención de los agregados, ensayos para poder determinar las propiedades físicas, ensayos para determinar la calidad de los agregados, ejecución del diseño de mezcla con los diferentes porcentajes de material más fino que la malla n°200 y más adelante ensayo a compresión de las probetas de concreto.

4.1.1 Descripción de los agregados, material pasante de la malla N°200 utilizados y cemento.

Los materiales empleados para elaborar la mezcla de concreto de f'c 210 kg/cm2 fueron: piedra chancada, arena gruesa, material pasante de la malla N°200 (arcilla y limo) y cemento yura tipo IP.

La piedra y la arena gruesa, que fueron utilizados para elaborar el diseño de mezcla, fueron ensayados, para verificar que cumplan con lo establecido en la norma.

4.1.1.1 Agregado grueso (Huso 6).

El agregado grueso procede de la cantera EL CHASQUI SOY que se ubica en el sector quebrada guaneros de Moquegua, provincia Mariscal Nieto, región Moquegua.

4.1.1.2 Agregado fino.

El agregado fino procede de la cantera EL CHASQUI SOY que se ubica en el sector quebrada guaneros de Moquegua, provincia Mariscal Nieto, región Moquegua.

4.1.1.3 Material más fino que la malla N°200 (limo).

El Material más fino que la malla n°200 (limo), que es producto del venteado del agregado fino procede de la cantera ANAYS que se ubica en el sector quebrada guaneros de Moquegua, provincia Mariscal Nieto, región Moquegua.

4.1.1.4 Material más fino que la malla n°200 (arcilla).

El Material más fino que la malla n°200 (arcilla), que es producto del venteado del agregado fino procede de la cantera la CHIMBA VCHC1 que se ubica en el sector quebrada Mamarosa de Samegua, provincia Mariscal Nieto, región Moquegua.

4.1.1.5 Cemento.

El cemento utilizado fue yura tipo ip

4.1.2 Ensayos de laboratorio para los agregados.

Para poder determinar las propiedades físicas de los agregados, así como también la calidad de estos, tanto gruesos, finos y material más fino que el tamiz N°200.

Así como también los ensayos al concreto en estado fresco y endurecido, se realizaron en el laboratorio ABG Building SRL.

4.1.3 Trabajos realizados en campo.

4.1.3.1 Extracción de agregados de cantera.

Para la extracción de agregados se coordinó con el personal responsable de cada Cantera, para posteriormente poder realizar la extracción de los agregados, para poder analizarlos en laboratorio y posteriormente elaborar las probetas de concreto las cantidades necesarias para el análisis del agregado y la elaboración de las probetas de concreto.

Figura 12
Extracción de agregados en cantera

4.1.3.2 Adquisición de cemento.

El cemento utilizado para esta investigación fue el cemento yura tipo IP.

Figura 13
Cemento Yura Tipo IP

Nota: Tomado de aconstruir (2021)

4.1.4 Trabajos realizados en Laboratorio.

Después de haber coordinado con el encargado del laboratorio ABG Building SRL, se procedió a ingresar los agregados y el cemento, para luego realizar los ensayos necesarios para el presente trabajo de investigación.

4.1.4.1 Lavado de la arena por la malla N°200.

La arena extraída de la cantera el chasqui soy, fue lavada a través de el tamiz N°200, para así posteriormente poder manipular la variable independiente y poder realizar las pruebas necesarias.

Figura 14
Lavado de arena, através de la malla de 0,075 mm (N°200)

Figura 15
Arena lavada através de la malla de 0,075 mm (N°.200)

4.1.4.2 Análisis granulométrico de los agregados.

El análisis granulométrico de los agregados (grueso y fino), se realizó de acuerdo a la norma ASTM C-136 y NTP 400.012, obteniéndose los resultados, que se muestran en la tabla 7 y 8.

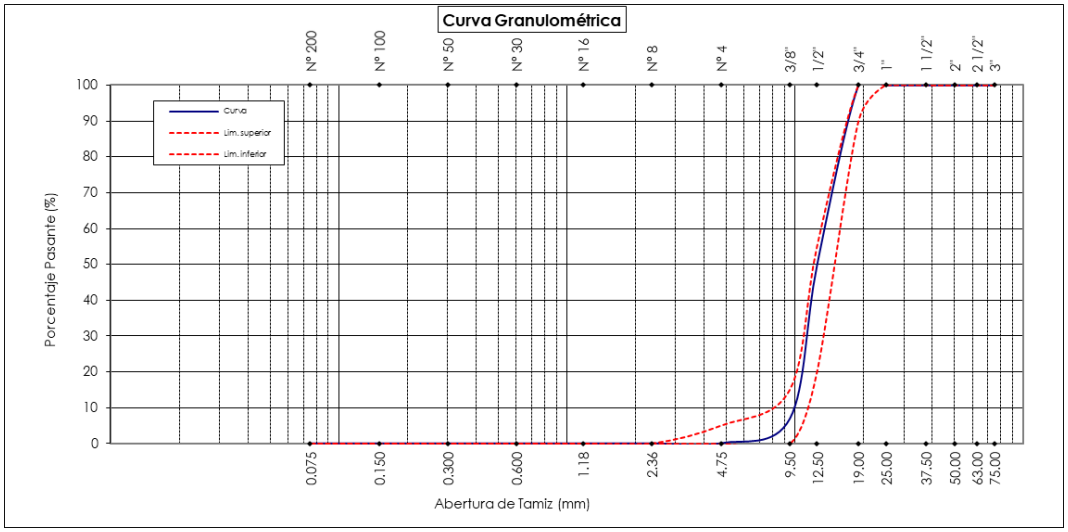
Figura 16
Análisis granulométrico del agregado grueso

Tabla 7
Análisis granulométrico del agregado grueso

TAMIZ		Retenido	%	%Retenido	%	Especificaciones	
pulgada	mm	(Gr.)	Retenido	Acumulado	Pasante	ASTM C33	
3"	75	0	0.0	0.0	100.0	100	100
2 1/2"	63	0	0.0	0.0	100.0	100	100
2"	50	0	0.0	0.0	100.0	100	100
1 1/2"	37.5	0	0.0	0.0	100.0	100	100
1"	25	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/4"	19	0	0.0	0.0	100.0	90	100
1/2"	12.5	6669.2	50.3	50.3	49.7	20	55
3/8"	9.5	5684.5	42.9	93.1	6.9	0	15
N° 4	4.75	902.4	6.8	99.9	0.1	0	5
N° 8	2.36	9.1	0.1	100.0	0.0	0	0
N° 16	1.18	0	0.0	100.0	0.0	0	0
Nº 30	0.6	0	0.0	100.0	0.0	0	0
N° 50	0.3	0	0.0	100.0	0.0	0	0
N° 100	0.15	0	0.0	100.0	0.0	0	0
N° 200	0.075	0	0.0	100.0	0.0	0	0

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Figura 17
Curva granulométrica del agregado grueso



Nota: Tomado de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

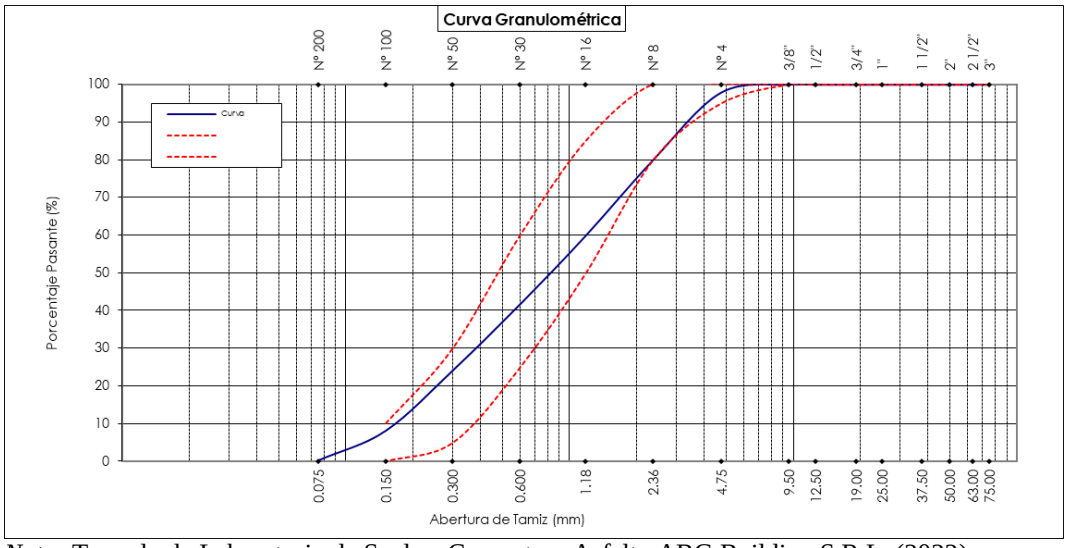
Figura 18
Análisis granulométrico del agregado fino

Tabla 8
Análisis granulométrico del agregado fino

TAMIZ		Retenido (Gr.)	% Retenido	%Retenido Acumulado	% Pasante	Especificaciones ASTM C33	
pulgada	mm						
3"	75	0	0.0	0.0	100.0	100	100
2 1/2"	63	0	0.0	0.0	100.0	100	100
2"	50	0	0.0	0.0	100.0	100	100
1 1/2"	37.5	0	0.0	0.0	100.0	100	100
1"	25	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/4"	19	0	0.0	0.0	100.0	100	100
1/2"	12.5	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.5	0	0.0	0.0	100.0	100	100
N° 4	4.75	31.91	2.1	2.1	97.9	95	100
N° 8	2.36	271.92	17.9	19.9	80.1	80	100
N° 16	1.18	305.75	20.1	40.0	60.0	50	85
Nº 30	0.6	277.81	18.2	58.3	41.7	25	60
N° 50	0.3	267.26	17.5	75.8	24.2	5	30
N° 100	0.15	244.85	16.1	91.9	8.1	0	10
N° 200	0.075	119.58	7.9	99.7	0.3		

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Figura 19
Curva granulométrica del agregado fino



Nota: Tomado de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

4.1.4.3 Humedad natural de los agregados.

El ensayo de contenido de humedad de los agregados (grueso y fino), se realizó de acuerdo a la norma ASTM C-566 y NTP 339.185, obteniéndose los resultados, que se muestran en la tabla 9.

Tabla 9
Humedad natural de los agregados grueso y fino

Descripción	Agregado grueso	Agregado fino
Nº Recipiente	1	2
Peso Recipiente	728.00	740.00
Peso Recipiente + Muestra húmeda	8803.00	10883.00
Peso Recipiente + Muestra seca	8758.00	10843.00
Humedad	**0.56%**	**0.40%**

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

4.1.4.4 Gravedad específica y absorción de los agregados.

Para el ensayo de gravedad específica y absorción del agregado grueso, se realizó de acuerdo a la norma ASTM C-127 y NTP 400.021, obteniéndose el resultado, que se muestra en la tabla 10.

Figura 20
Gravedad específica del agregado grueso

Tabla 10
Gravedad específica y absorción del agregado grueso

Descripción	Datos
Peso muestra sumergida (gr.)	2523.00
Peso muestra húmeda (Sup. Seca) (gr.)	4135.20
Peso muestra seca (gr.)	4081.90
Gravedad Específica (gr. / cm3)	**2.565**
Absorción (%)	**1.31**

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Para el ensayo de gravedad específica y absorción del agregado fino, se realizó de acuerdo a la norma ASTM C-128 y NTP 400.022, obteniéndose el resultado, que se muestra en la tabla 11.

Figura 21
Absorción del agregado fino

Tabla 11
Gravedad específica y absorción del agregado fino

Descripción	Datos
Peso muestra húmeda (Sup. Seca) (gr.)	503.60
Peso muestra seca (gr.)	495.30
Peso muestra + matraz + H2 O (gr.)	1588.00
Nº de Fiola	F1
Temperatura de H2 O en fiola ºc	25.00
Peso matraz + H2 O (gr.)	1277.80
Gravedad Específica (gr. / cm3)	**2.604**
Absorción (%)	**1.68**

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

4.1.4.5 Peso unitario de los agregados.

Para el ensayo de peso unitario de los agregados (grueso y fino), se realizaron de acuerdo a la norma ASTM C-29 y NTP 400.017, obteniéndose los resultados, que se muestran en la tabla 12.

Tabla 12
Peso unitario de los agregados grueso y fino

Descripción	AGREGADO GRUESO		AGREGADO FINO	
	suelto	varillado	suelto	varillado
Peso Molde (gr.)	8718.00	8718.00	8718.00	8718.00
Volumen Molde (cm3)	3983.94	3983.94	3983.94	3983.94
Peso Muestra + Molde (gr.)	13914.33	14610.00	15040.00	15763.33
Peso Unitario (gr. / cm3)	***1.304***	***1.479***	***1.587***	***1.768***

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

4.1.4.6 Dosificación de mezcla de concreto método ACI.

Luego de efectuar los ensayos necesarios a los agregados (grueso y fino) y con los datos obtenidos, los cuales se muestran en la tabla 13, se procedió a realizar el diseño de mezcla con f'c=210, por el método del comité ACI. El cual nos permitirá obtener las proporciones de los materiales que intervendrán en la mezcla.

Tabla 13
Datos a tomar en cuenta para realizar el diseño de mezcla f´c=210 kg/cm²

Propiedades Físicas	Agregado Grueso	Cemento	Agregado Fino	Agua
Tamaño máximo nominal	1/2"		-	
Módulo de fineza	6.93		2.88	
Peso específico (gr. / cm3)	2.565	2.85	2.604	1.00
Peso unitario (suelto) (gr. / cm3)	1.304		1.587	
Peso unitario (varillado) (gr. / cm3)	1.479		1.77	
% Humedad natural	0.56		0.40	
% Absorción	1.31		1.68	

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Tabla 14

Consideraciones a tomar en cuenta para realizar el diseño de mezcla

Consideraciones para el diseño	
Slump	3" @ 4"
Agua	216.00
Aire atrapado	2.50
Relación agua-cemento	**0.558**
Vol. Agregado grueso	0.542

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Tabla 15

Materiales para 1 m3 de Concreto

Materiales para 1 m3 de Concreto	Volumen Absoluto (m3)	Peso (kg.)
Agua	0.216	216.000
Cemento	0.136	386.819
Aire	0.025	
Agregado Grueso	0.313	801.609
Agregado Fino	0.311	809.168

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Tabla 16

Corrección por humedad y absorción para 1 m3 de Concreto

Corrección por humedad y absorción	Volumen Aparente (m3)	Peso (kg.)
Agua	0.232	232.331
Cemento	0.258	386.819
Agregado Grueso	0.618	806.101
Agregado Fino	0.512	812.372

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Tabla 17

Dosificación de la mezcla de concreto para 1 bolsa de cemento

Dosificación	Cemento	Agrego fino	Agrego grueso	Agua
En peso (kg)	1.00	2.10	2.08	0.60
En volumen (Pie3)	1.00	1.99	2.40	0.90
Peso por tanda de 1 bolsa	42.50	89.26	88.57	25.53

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Tabla 18
Dosificación en peso para la elaboración de concreto patrón

Materiales (Kg)	Concreto Patron
Agua	6.775
Cemento	11.279
Agreg Grueso	23.505
Agreg Fino	**23.688**
Finos	0.000

Tabla 19
Dosificación en peso para la elaboración de concreto adicionado con limo

Materiales (Kg)	Concreto 3% Limo	Concreto 5% Limo	Concreto 7.5% Limo	Concreto 10% Limo
Agua	6.775	6.775	6.775	6.775
Cemento	11.279	11.279	11.279	11.279
Agreg Grueso	23.505	23.505	23.505	23.505
Agreg Fino	22.977	22.504	21.911	21.319
Limo	0.711	1.149	1.688	2.191

Tabla 20
Dosificación en peso para la elaboración de concreto adicionado con limo

Materiales (Kg)	Concreto 3% Arcilla	Concreto 5% Arcilla	Concreto 7.5% Arcilla	Concreto 10% Arcilla
Agua	6.775	6.775	6.775	6.775
Cemento	11.279	11.279	11.279	11.279
Agreg Grueso	23.505	23.505	23.505	23.505
Agreg Fino	22.977	22.504	21.911	21.319
Arcilla	0.711	1.149	1.688	2.191

4.1.4.7 Ensayo de equivalente de arena para las arenas con distinto contenido de material más fino que la malla n°200 en la arena.

Para realizar el ensayo de equivalente de arena, primeramente, el agregado fino obtenido de la cantera el chasqui soy fue lavado por la malla N°200, posteriormente fue combinada con distintos porcentajes de limo y arcilla, el cual se realizó de

acuerdo a la norma ASTM D-2419 y NTP 339.146, obteniéndose resultados para cada porcentaje de finos, los cuales se muestran en la tabla 21.

Tabla 21

Resultados de equivalente de arena para distintos porcentajes de material más fino que la malla n°200 en la arena

Nº	DESCRIPCION	MATERIAL QUE PASA LA MALLA N°200 %	EQUIVALENTE DE ARENA %
1	CONCRETO PATRON	0	84.92%
2	CONCRETO CON LIMO	3	79.68%
3	CONCRETO CON LIMO	5	78.27%
4	CONCRETO CON LIMO	7.5	76.41%
5	CONCRETO CON LIMO	10	72.65%
6	CONCRETO CON ARCILLA	3	75.78%
7	CONCRETO CON ARCILLA	5	70.54%
8	CONCRETO CON ARCILLA	7.5	66.35%
9	CONCRETO CON ARCILLA	10	58.50%

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Figura 22

Ensayo equivalente de arena, para distintos porcentajes de material más fino que la malla n°200 en la arena

Figura 23
Lectura ensayo equivalente de arena

4.1.4.8 Ensayo de azul de metileno para el material más fino que pasa la malla N°200 (limo y arcilla).

El ensayo de azul de metileno se realizó de acuerdo a la norma AASHTO TP-57, obteniéndose los siguientes resultados; en la tabla 22 para el material más fino que pasa el tamiz N°200 (limo), y en la tabla 23 para el material más fino que pasa el tamiz N°200 (arcilla).

Tabla 22
Valor de azul de metileno para el material más fino que pasa la malla N°200 (limo)

INDICE DE AZUL DE METILENO	
CONCENTRACION SOLUCION AZUL DE METILENO (mg/ ml)	5.00
SOLUCION AZUL DE METILENO REQUERIDA EN TITULACION (ml)	3.00
GRAMOS DE MATERIAL SECO (gr)	10.00
VALOR AZUL DE METILENO mg/gr	**1.5**

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Tabla 23
Valor de azul de metileno para el material más fino que pasa la malla N°200 (arcilla)

INDICE DE AZUL DE METILENO	
CONCENTRACION SOLUCION AZUL DE METILENO (mg/ ml)	5.00
SOLUCION AZUL DE METILENO REQUERIDA EN TITULACION (ml)	15.00
GRAMOS DE MATERIAL SECO (gr)	10.00
VALOR AZUL DE METILENO mg/gr	**7.5**

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Figura 24
Frasco de azul de metileno en polvo

Figura 25
Muestra de 10 gramos, para ensayo de azul de metileno

Figura 26
Mezclado de la muestra y solucion, en agitador magnetico

Figura 27
Prueba de la mancha

4.1.4.9 Elaboración de probetas de concreto con diferentes cantidades de material más fino que pasa la malla N°200.

Luego de realizar el diseño de mezcla por el método del comité ACI, se procedió a pesar los materiales que intervendrán en la mezcla, los cuales son: piedra, arena, cemento, arcilla, limo y agua, para posteriormente poder realizar los vaciados de concreto de acuerdo a las proporciones en peso, que se obtuvieron en el diseño de mezcla y las cuales se muestran en las tablas 18, 19 y 20, para concreto patrón, concreto con limo y concreto con arcilla respectivamente.

a. Preparación de la mezcla de concreto en laboratorio.

Figura 28
Proceso de elaboración de mezcla de concreto

b. Ensayo de asentamiento del concreto (slump).

Luego de realizar el mezclado de los materiales, se procedió a realizar la prueba de asentamiento del concreto según la norma ASTM C – 143 y NTP 339.035, obteniéndose los resultados que se muestran en la tabla 24.

Tabla 24
Resultados de Asentamiento del concreto para distintos porcentajes de finos

Nº	Descripcion	Asentamiento del concreto	
		Pulg.	Consistencia
1	Concreto patron 0% de finos	4 1/2	plástica
2	Concreto con 3% de limo	4	plástica
3	Concreto con 5% de limo	3 7/8	plástica
4	Concreto con 7.5% de limo	3 5/8	plástica
5	Concreto con 10% de limo	4 1/2	plástica
6	Concreto con 3% de arcilla	3 1/2	plástica
7	Concreto con 5% de arcilla	2 5/8	seca
8	Concreto con 7.5% de arcilla	1 5/8	seca
9	Concreto con 10% de arcilla	5/8	seca

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Figura 29
Prueba de asentamiento del concreto

c. Peso unitario y contenido de aire del concreto.

El ensayo de peso unitario y contenido de aire del concreto, se realizó de acuerdo a la norma ASTM C – 138 y NTP 339.046, obteniéndose los resultados, para cada tipo de concreto, los cuales se muestran en la tabla 25.

Tabla 25

Resumen de ensayo de peso unitario y contenido de aire, para distintos porcentajes de finos en la mezcla de concreto

Descripción	0% finos	3% limos	5% limos	7.5% limos	10% limos	3% arcilla	5% arcilla	7.5% arcilla	10% arcilla
P. de olla W. (gr.)	3483	3483	3483	3483	3483	3483	3483	3483	3483
V. de olla W. (cm3)	7079.23	7079.23	7079.23	7079.23	7079.23	7079.23	7079.23	7079.23	7079.23
P. de olla W. + C. (gr.)	19398	19428	19399	19323	19292	19271	19311	19342	19384
P. de concreto (gr.)	15915	15945	15916	15840	15809	15788	15828	15859	15901
P.U. real (gr./cm3)	2.24813	2.25236	2.24827	2.23753	2.23315	2.23019	2.23584	2.24022	2.24615
Aire (%)	1.4	1.5	1.6	1.6	1.5	1.8	1.9	2.0	2.2

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Figura 30

Ensayo de peso unitario del concreto

Figura 31

Ensayo de contenido de aire del concreto

d. Elaboración de Probetas de Concreto.

La elaboración de probetas de concreto, se realizó de acuerdo a la norma ASTM C – 31 y NTP 339.033, el cual se realizó para cada tipo de concreto.

Figura 32
Elaboración de probetas de concreto

Figura 33
Desmolde de probetas de concreto

e. Curado de las probetas de concreto, para ensayo a compresión.

Luego de finalizar el curado inicial, se procede a desmoldar las probetas de concreto, para posteriormente curarlas en agua a una temperatura de 23°C ±2°C.

Para un período que no exceda 3 h inmediatamente antes del ensayo de resistencia, no se requiere una temperatura estándar de curado siempre que se mantenga la humedad en los cilindros y la temperatura ambiente se encuentre entre 20 °C y 30 ºC .

Figura 34
Curado de probetas de concreto

4.1.4.10 Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Para la presente investigación, el ensayo a la compresión se realizó de acuerdo a la norma ASTM C-39 y NTP 339.034, a diferentes edades y por cada tipo de concreto como muestra la tabla 26 el cual nos permitirá apreciar el desarrollo de la resistencia a compresión que alcanzan las probetas a las diferentes edades, para así poder elaborar las conclusiones de la presente investigación.

Tabla 26
Cantidad de probetas de concreto elaboradas, para realizar ensayo a compresión

Nº	Descripción	% De finos en la mezcla	Diseño F`c (kg/cm2)	Edad de probetas 7 Días	14 Días	28 Días	Cantidad de probetas
1	Concreto patrón	0.00%	210	5	5	5	15
2	Concreto con limo	3.00%	210	5	5	5	15
3	Concreto con limo	5.00%	210	5	5	5	15
4	Concreto con limo	7.50%	210	5	5	5	15
5	Concreto con limo	10.00%	210	5	5	5	15
6	Concreto con arcilla	3.00%	210	5	5	5	15
7	Concreto con arcilla	5.00%	210	5	5	5	15
8	Concreto con arcilla	7.50%	210	5	5	5	15
9	Concreto con arcilla	10.00%	210	5	5	5	15
Cantidad total de probetas de concreto a ensayar							135

Figura 35
Ensayo a compresión probeta

Figura 36
Probeta de concreto ensayada

Figura 37
Probetas de concreto ensayadas

Figura 38
Probeta de concreto fracturada

Tabla 27

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto patrón (0% de finos) a los 7 días

Nº	Descripción	Código Probeta	Diseño F`c (kg/cm2)	Fecha Fecha de vaciado	Fecha Fecha de rotura	Dato Edad (días)	Dato Carga (kg)	Dato Diámetro (cm)	Resistencia F`c (kg/cm2)	%	Tipo de falla	Promedio %	Promedio Probeta
1	Concreto con 0% de finos	1	210	04/04/2022	11/04/2022	7	10985	10.12	136.57	65.03%	2		
2	Concreto con 0% de finos	2	210	04/04/2022	11/04/2022	7	11148	10.08	139.70	66.52%	2		
3	Concreto con 0% de finos	8	210	04/04/2022	11/04/2022	7	10980	10.08	137.59	65.52%	2	66.28%	139.19
4	Concreto con 0% de finos	13	210	04/04/2022	11/04/2022	7	11236	10.10	140.24	66.78%	3		
5	Concreto con 0% de finos	9	210	04/04/2022	11/04/2022	7	11344	10.09	141.87	67.56%	5		

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Tabla 28

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto patrón (0% de finos) a los 14 días

Nº	Descripción	Código Probeta	Diseño F`c (kg/cm2)	Fecha Fecha de vaciado	Fecha Fecha de rotura	Dato Edad (días)	Dato Carga (kg)	Dato Diámetro (cm)	Resistencia F`c (kg/cm2)	%	Tipo de falla	Promedio %	Promedio Probeta
1	Concreto con 0% de finos	3	210	04/04/2022	18/04/2022	14	12844	10.08	160.95	76.64%	4		
2	Concreto con 0% de finos	4	210	04/04/2022	18/04/2022	14	12968	10.09	162.18	77.23%	2		
3	Concreto con 0% de finos	10	210	04/04/2022	18/04/2022	14	12856	10.12	159.83	76.11%	3	76.88%	161.46
4	Concreto con 0% de finos	14	210	04/04/2022	18/04/2022	14	12963	10.09	162.12	77.20%	5		
5	Concreto con 0% de finos	11	210	04/04/2022	18/04/2022	14	13022	10.11	162.21	77.24%	2		

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Tabla 29

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto patrón (0% de finos) a los 28 días

Nº	Descripción	Código Probeta	Diseño F`c (kg/cm2)	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	Dato Carga (kg)	Diámetro (cm)	Resistencia F`c (kg/cm2)	%	Tipo de falla	Promedio %	Promedio Probeta
1	Concreto con 0% de finos	5	210	04/04/2022	02/05/2022	28	16173	10.10	201.86	96.13%	4		
2	Concreto con 0% de finos	6	210	04/04/2022	02/05/2022	28	16416	10.10	204.90	97.57%	5		
3	Concreto con 0% de finos	7	210	04/04/2022	02/05/2022	28	16385	10.12	203.70	97.00%	2	96.99%	203.69
4	Concreto con 0% de finos	15	210	04/04/2022	02/05/2022	28	16423	10.09	205.39	97.80%	2		
5	Concreto con 0% de finos	12	210	04/04/2022	02/05/2022	28	16166	10.08	202.58	96.47%	2		

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Tabla 30

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 3% de limos a los 7 días

Nº	Descripción	Código Probeta	Diseño F`c (kg/cm2)	Fecha Fecha de vaciado	Fecha Fecha de rotura	Edad (días)	Dato Carga (kg)	Diámetro (cm)	Resistencia F`c (kg/cm2)	%	Tipo de falla	Promedio %	Promedio Probeta
1	Concreto con 3% de limo	1	210	04/04/2022	11/04/2022	7	11821	10.09	147.84	70.40%	2		
2	Concreto con 3% de limo	2	210	04/04/2022	11/04/2022	7	11804	10.12	146.75	69.88%	6		
3	Concreto con 3% de limo	8	210	04/04/2022	11/04/2022	7	11895	10.11	148.17	70.56%	2	70.19%	147.39
4	Concreto con 3% de limo	13	210	04/04/2022	11/04/2022	7	11712	10.09	146.47	69.75%	3		
5	Concreto con 3% de limo	9	210	04/04/2022	11/04/2022	7	11860	10.11	147.74	70.35%	2		

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Tabla 31

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 3% de limos a los 14 días

Nº	Descripción	Código Probeta	Diseño F`c (kg/cm2)	Fecha Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Dato Edad (días)	Carga (kg)	Diámetro (cm)	Resistencia F`c (kg/cm2)	%	Tipo de falla	Promedio %	Promedio Probeta
1	Concreto con 3% de limo	3	210	04/04/2022	18/04/2022	14	13584	10.12	168.88	80.42%	3		
2	Concreto con 3% de limo	4	210	04/04/2022	18/04/2022	14	13697	10.09	171.30	81.57%	2		
3	Concreto con 3% de limo	10	210	04/04/2022	18/04/2022	14	13464	10.10	168.05	80.02%	5	80.74%	169.56
4	Concreto con 3% de limo	14	210	04/04/2022	18/04/2022	14	13785	10.08	172.74	82.26%	2		
5	Concreto con 3% de limo	11	210	04/04/2022	18/04/2022	14	13418	10.12	166.82	79.44%	4		

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Tabla 32

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 3% de limos a los 28 días

Nº	Descripción	Código Probeta	Diseño F`c (kg/cm2)	Fecha		Dato			Resistencia F`c (kg/cm2)	%	Tipo de falla	Promedio %	Promedio Probeta
				Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	Carga (kg)	Diámetro (cm)					
1	Concreto con 3% de limo	5	210	04/04/2022	02/05/2022	28	16992	10.09	212.51	101.19%	2		
2	Concreto con 3% de limo	6	210	04/04/2022	02/05/2022	28	16546	10.10	206.52	98.34%	2		
3	Concreto con 3% de limo	7	210	04/04/2022	02/05/2022	28	16638	10.10	207.67	98.89%	3	100.07%	210.15
4	Concreto con 3% de limo	15	210	04/04/2022	02/05/2022	28	17128	10.12	212.94	101.40%	3		
5	Concreto con 3% de limo	12	210	04/04/2022	02/05/2022	28	16879	10.09	211.09	100.52%	3		

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Tabla 33

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 5% de limos a los 7 días

Nº	Descripción	Código Probeta	Diseño F`c (kg/cm2)	Fecha Fecha de vaciado	Fecha Fecha de rotura	Edad (días)	Dato Carga (kg)	Diámetro (cm)	Resistencia F`c (kg/cm2)	%	Tipo de falla	Promedio %	Promedio Probeta
1	Concreto con 5% de limo	1	210	04/04/2022	11/04/2022	7	11718	10.11	145.97	69.51%	3		
2	Concreto con 5% de limo	2	210	04/04/2022	11/04/2022	7	11969	10.08	149.98	71.42%	2		
3	Concreto con 5% de limo	8	210	04/04/2022	11/04/2022	7	11807	10.11	147.08	70.04%	2	70.59%	148.23
4	Concreto con 5% de limo	13	210	04/04/2022	11/04/2022	7	12163	10.07	152.72	72.72%	2		
5	Concreto con 5% de limo	9	210	04/04/2022	11/04/2022	7	11604	10.08	145.41	69.24%	5		

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Tabla 34

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 5% de limos a los 14 días

Nº	Descripción	Código Probeta	Diseño F`c (kg/cm2)	Fecha Fecha de vaciado	Fecha Fecha de rotura	Dato Edad (días)	Dato Carga (kg)	Dato Diámetro (cm)	Resistencia F`c (kg/cm2)	%	Tipo de falla	Promedio %	Promedio Probeta
1	Concreto con 5% de limo	4	210	04/04/2022	18/04/2022	14	13794	10.10	172.17	81.99%	3		
2	Concreto con 5% de limo	5	210	04/04/2022	18/04/2022	14	14158	10.10	176.71	84.15%	3		
3	Concreto con 5% de limo	10	210	04/04/2022	18/04/2022	14	13722	10.12	170.60	81.24%	6	82.23%	172.69
4	Concreto con 5% de limo	14	210	04/04/2022	18/04/2022	14	13618	10.10	169.97	80.94%	2		
5	Concreto con 5% de limo	11	210	04/04/2022	18/04/2022	14	13941	10.10	174.00	82.86%	2		

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Tabla 35

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 5% de limos a los 28 días

Nº	Descripción	Código Probeta	Diseño F`c (kg/cm2)	Fecha Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Dato Edad (días)	Carga (kg)	Diámetro (cm)	Resistencia F`c (kg/cm2)	%	Tipo de falla	Promedio %	Promedio Probeta
1	Concreto con 5% de limo	3	210	04/04/2022	02/05/2022	28	17186	10.12	213.66	101.74%	3		
2	Concreto con 5% de limo	6	210	04/04/2022	02/05/2022	28	17162	10.08	215.06	102.41%	2		
3	Concreto con 5% de limo	7	210	04/04/2022	02/05/2022	28	16558	10.09	207.08	98.61%	3	100.76%	211.60
4	Concreto con 5% de limo	15	210	04/04/2022	02/05/2022	28	17325	10.10	216.24	102.97%	2		
5	Concreto con 5% de limo	12	210	04/04/2022	02/05/2022	28	16567	10.12	205.96	98.08%	4		

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Tabla 36

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 7.5% de limos a los 7 días

Nº	Descripción	Código Probeta	Diseño F`c (kg/cm2)	Fecha Fecha de vaciado	Fecha Fecha de rotura	Edad (días)	Dato Carga (kg)	Diámetro (cm)	Resistencia F`c (kg/cm2)	%	Tipo de falla	Promedio %	Promedio Probeta
1	Concreto con 7.5% de limo	1	210	05/04/2022	12/04/2022	7	11625	10.08	145.67	69.37%	2		
2	Concreto con 7.5% de limo	2	210	05/04/2022	12/04/2022	7	12303	10.10	153.56	73.12%	4		
3	Concreto con 7.5% de limo	8	210	05/04/2022	12/04/2022	7	12489	10.12	155.27	73.94%	4	71.25%	149.62
4	Concreto con 7.5% de limo	13	210	05/04/2022	12/04/2022	7	11683	10.09	146.11	69.58%	2		
5	Concreto con 7.5% de limo	9	210	05/04/2022	12/04/2022	7	11842	10.11	147.51	70.24%	2		

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Tabla 37

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 7.5% de limos a los 14 días

Nº	Descripción	Código Probeta	Diseño F`c (kg/cm2)	Fecha Fecha de vaciado	Fecha Fecha de rotura	Dato Edad (días)	Dato Carga (kg)	Dato Diámetro (cm)	Resistencia F`c (kg/cm2)	%	Tipo de falla	Promedio %	Promedio Probeta
1	Concreto con 7.5% de limo	3	210	05/04/2022	19/04/2022	14	13888	10.10	173.34	82.54%	5		
2	Concreto con 7.5% de limo	4	210	05/04/2022	19/04/2022	14	13918	10.08	174.41	83.05%	3		
3	Concreto con 7.5% de limo	10	210	05/04/2022	19/04/2022	14	14330	10.09	179.21	85.34%	3	83.27%	174.86
4	Concreto con 7.5% de limo	14	210	05/04/2022	19/04/2022	14	13552	10.11	168.82	80.39%	2		
5	Concreto con 7.5% de limo	11	210	05/04/2022	19/04/2022	14	14248	10.08	178.54	85.02%	4		

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Tabla 38

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 7.5% de limos a los 28 días

Nº	Descripción	Código Probeta	Diseño F`c (kg/cm2)	Fecha Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Dato Edad (días)	Carga (kg)	Diámetro (cm)	Resistencia F`c (kg/cm2)	%	Tipo de falla	Promedio %	Promedio Probeta
1	Concreto con 7.5% de limo	5	210	05/04/2022	03/05/2022	28	16658	10.08	208.74	99.40%	2		
2	Concreto con 7.5% de limo	6	210	05/04/2022	03/05/2022	28	17092	10.12	212.49	101.19%	2		
3	Concreto con 7.5% de limo	7	210	05/04/2022	03/05/2022	28	17449	10.13	216.50	103.10%	4	101.77%	213.71
4	Concreto con 7.5% de limo	15	210	05/04/2022	03/05/2022	28	17666	10.09	220.94	105.21%	6		
5	Concreto con 7.5% de limo	12	210	05/04/2022	03/05/2022	28	16915	10.13	209.88	99.94%	2		

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Tabla 39

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 10% de limos a los 7 días

Nº	Descripción	Código Probeta	Diseño F`c (kg/cm2)	Fecha Fecha de vaciado	Fecha Fecha de rotura	Edad (días)	Dato Carga (kg)	Diámetro (cm)	Resistencia F`c (kg/cm2)	%	Tipo de falla	Promedio %	Promedio Probeta
1	Concreto con 10% de limo	1	210	05/04/2022	12/04/2022	7	10693	10.11	133.20	63.43%	4		
2	Concreto con 10% de limo	2	210	05/04/2022	12/04/2022	7	10747	10.08	134.67	64.13%	4		
3	Concreto con 10% de limo	8	210	05/04/2022	12/04/2022	7	10353	10.09	129.48	61.66%	3	62.91%	132.11
4	Concreto con 10% de limo	13	210	05/04/2022	12/04/2022	7	10186	10.10	127.14	60.54%	5		
5	Concreto con 10% de limo	9	210	05/04/2022	12/04/2022	7	10924	10.11	136.08	64.80%	2		

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Tabla 40

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 10% de limos a los 14 días

Nº	Descripción	Código Probeta	Diseño F`c (kg/cm2)	Fecha Fecha de vaciado	Fecha Fecha de rotura	Dato Edad (días)	Dato Carga (kg)	Dato Diámetro (cm)	Resistencia F`c (kg/cm2)	%	Tipo de falla	Promedio %	Promedio Probeta
1	Concreto con 10% de limo	3	210	05/04/2022	19/04/2022	14	12708	10.08	159.25	75.83%	2		
2	Concreto con 10% de limo	4	210	05/04/2022	19/04/2022	14	12097	10.13	150.10	71.47%	6		
3	Concreto con 10% de limo	10	210	05/04/2022	19/04/2022	14	12813	10.08	160.56	76.46%	4	74.76%	156.99
4	Concreto con 10% de limo	14	210	05/04/2022	19/04/2022	14	12383	10.09	154.87	73.75%	2		
5	Concreto con 10% de limo	11	210	05/04/2022	19/04/2022	14	12833	10.10	160.18	76.27%	3		

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Tabla 41

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 10% de limos a los 28 días

Nº	Descripción	Código Probeta	Diseño F`c (kg/cm2)	Fecha		Dato			Resistencia F`c (kg/cm2)	%	Tipo de falla	Promedio %	Promedio Probeta
				Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	Carga (kg)	Diámetro (cm)					
1	Concreto con 10% de limo	5	210	05/04/2022	03/05/2022	28	15726	10.09	196.67	93.65%	4		
2	Concreto con 10% de limo	6	210	05/04/2022	03/05/2022	28	15289	10.11	190.45	90.69%	2		
3	Concreto con 10% de limo	7	210	05/04/2022	03/05/2022	28	15840	10.10	197.71	94.15%	6	93.10%	195.52
4	Concreto con 10% de limo	15	210	05/04/2022	03/05/2022	28	15778	10.08	197.72	94.15%	4		
5	Concreto con 10% de limo	12	210	05/04/2022	03/05/2022	28	15596	10.09	195.05	92.88%	5		

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Tabla 42

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 3% de arcilla a los 7 días

Nº	Descripción	Código Probeta	Diseño F`c (kg/cm2)	Fecha Fecha de vaciado	Fecha Fecha de rotura	Edad (días)	Dato Carga (kg)	Diámetro (cm)	Resistencia F`c (kg/cm2)	%	Tipo de falla	Promedio %	Promedio Probeta
1	Concreto con 3% de arcilla	1	210	05/04/2022	12/04/2022	7	11153	10.08	139.76	66.55%	3		
2	Concreto con 3% de arcilla	2	210	05/04/2022	12/04/2022	7	11677	10.09	146.04	69.54%	5		
3	Concreto con 3% de arcilla	8	210	05/04/2022	12/04/2022	7	10993	10.10	137.21	65.34%	3	66.67%	140.00
4	Concreto con 3% de arcilla	13	210	05/04/2022	12/04/2022	7	11358	10.09	142.05	67.64%	3		
5	Concreto con 3% de arcilla	9	210	05/04/2022	12/04/2022	7	10769	10.08	134.95	64.26%	5		

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Tabla 43

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 3% de arcilla a los 14 días

Nº	Descripción	Código Probeta	Diseño F`c (kg/cm2)	Fecha		Dato			Resistencia F`c (kg/cm2)	%	Tipo de falla	Promedio %	Promedio Probeta
				Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	Carga (kg)	Diámetro (cm)					
1	Concreto con 3% de arcilla	3	210	05/04/2022	19/04/2022	14	13338	10.12	165.82	78.96%	3		
2	Concreto con 3% de arcilla	4	210	05/04/2022	19/04/2022	14	13472	10.11	167.82	79.91%	2		
3	Concreto con 3% de arcilla	10	210	05/04/2022	19/04/2022	14	12710	10.10	158.64	75.54%	5	78.31%	164.45
4	Concreto con 3% de arcilla	14	210	05/04/2022	19/04/2022	14	12967	10.10	161.85	77.07%	4		
5	Concreto con 3% de arcilla	11	210	05/04/2022	19/04/2022	14	13443	10.09	168.12	80.06%	6		

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Tabla 44

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 3% de arcilla a los 28 días

Nº	Descripción	Código Probeta	Diseño F`c (kg/cm2)	Fecha Fecha de vaciado	Fecha Fecha de rotura	Dato Edad (días)	Dato Carga (kg)	Dato Diámetro (cm)	Resistencia F`c (kg/cm2)	%	Tipo de falla	Promedio %	Promedio Probeta
1	Concreto con 3% de arcilla	5	210	05/04/2022	03/05/2022	28	15984	10.10	199.50	95.00%	2		
2	Concreto con 3% de arcilla	6	210	05/04/2022	03/05/2022	28	16179	10.10	201.94	96.16%	4		
3	Concreto con 3% de arcilla	7	210	05/04/2022	03/05/2022	28	16590	10.08	207.89	99.00%	6	97.58%	204.93
4	Concreto con 3% de arcilla	15	210	05/04/2022	03/05/2022	28	16785	10.11	209.09	99.57%	3		
5	Concreto con 3% de arcilla	12	210	05/04/2022	03/05/2022	28	16522	10.10	206.22	98.20%	4		

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Tabla 45

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 5% de arcilla a los 7 días

Nº	Descripción	Código Probeta	Diseño F`c (kg/cm2)	Fecha Fecha de vaciado	Fecha Fecha de rotura	Edad (días)	Dato Carga (kg)	Dato Diámetro (cm)	Resistencia F`c (kg/cm2)	%	Tipo de falla	Promedio %	Promedio Probeta
1	Concreto con 5% de arcilla	1	210	06/04/2022	13/04/2022	7	10689	10.11	133.15	63.41%	4		
2	Concreto con 5% de arcilla	2	210	06/04/2022	13/04/2022	7	10714	10.09	133.99	63.81%	3		
3	Concreto con 5% de arcilla	8	210	06/04/2022	13/04/2022	7	10580	10.11	131.79	62.76%	2	63.23%	132.77
4	Concreto con 5% de arcilla	13	210	06/04/2022	13/04/2022	7	10296	10.09	128.76	61.32%	3		
5	Concreto con 5% de arcilla	9	210	06/04/2022	13/04/2022	7	10931	10.11	136.17	64.84%	3		

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Tabla 46

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 5% de arcilla a los 14 días

Nº	Descripción	Código Probeta	Diseño F`c (kg/cm2)	Fecha Fecha de vaciado	Fecha Fecha de rotura	Dato Edad (días)	Dato Carga (kg)	Dato Diámetro (cm)	Resistencia F`c (kg/cm2)	%	Tipo de falla	Promedio %	Promedio Probeta
1	Concreto con 5% de arcilla	3	210	06/04/2022	20/04/2022	14	12330	10.13	152.99	72.85%	2		
2	Concreto con 5% de arcilla	4	210	06/04/2022	20/04/2022	14	12964	10.09	162.13	77.21%	3		
3	Concreto con 5% de arcilla	10	210	06/04/2022	20/04/2022	14	12769	10.12	158.75	75.59%	2	74.58%	156.62
4	Concreto con 5% de arcilla	14	210	06/04/2022	20/04/2022	14	12288	10.00	156.46	74.50%	3		
5	Concreto con 5% de arcilla	11	210	06/04/2022	20/04/2022	14	12240	10.10	152.77	72.75%	4		

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Tabla 47

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 5% de arcilla a los 28 días

Nº	Descripción	Código Probeta	Diseño F`c (kg/cm2)	Fecha Fecha de vaciado	Fecha Fecha de rotura	Dato Edad (días)	Dato Carga (kg)	Dato Diámetro (cm)	Resistencia F`c (kg/cm2)	%	Tipo de falla	Promedio %	Promedio Probeta
1	Concreto con 5% de arcilla	5	210	06/04/2022	04/05/2022	28	15190	10.09	189.97	90.46%	4		
2	Concreto con 5% de arcilla	6	210	06/04/2022	04/05/2022	28	15994	10.13	198.45	94.50%	3		
3	Concreto con 5% de arcilla	7	210	06/04/2022	04/05/2022	28	16137	10.11	201.02	95.72%	4	93.51%	196.38
4	Concreto con 5% de arcilla	15	210	06/04/2022	04/05/2022	28	15258	10.09	190.82	90.87%	3		
5	Concreto con 5% de arcilla	12	210	06/04/2022	04/05/2022	28	16186	10.11	201.63	96.01%	5		

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Tabla 48

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 7.5% de arcilla a los 7 días

Nº	Descripción	Código Probeta	Diseño F`c (kg/cm2)	Fecha Fecha de vaciado	Fecha Fecha de rotura	Dato Edad (días)	Dato Carga (kg)	Dato Diámetro (cm)	Resistencia F`c (kg/cm2)	%	Tipo de falla	Promedio %	Promedio Probeta
1	Concreto con 7.5% de arcilla	1	210	06/04/2022	13/04/2022	7	9969	10.12	123.94	59.02%	3		
2	Concreto con 7.5% de arcilla	2	210	06/04/2022	13/04/2022	7	10015	10.08	125.50	59.76%	2		
3	Concreto con 7.5% de arcilla	8	210	06/04/2022	13/04/2022	7	10600	10.13	131.52	62.63%	6	61.73%	129.63
4	Concreto con 7.5% de arcilla	13	210	06/04/2022	13/04/2022	7	10474	10.11	130.47	62.13%	2		
5	Concreto con 7.5% de arcilla	9	210	06/04/2022	13/04/2022	7	10952	10.10	136.70	65.09%	2		

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Tabla 49

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 7.5% de arcilla a los 14 días

Nº	Descripción	Código Probeta	Diseño F`c (kg/cm2)	Fecha Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	Dato Carga (kg)	Diámetro (cm)	Resistencia F`c (kg/cm2)	%	Tipo de falla	Promedio %	Promedio Probeta
1	Concreto con 7.5% de arcilla	3	210	06/04/2022	20/04/2022	14	11741	10.11	146.26	69.65%	2		
2	Concreto con 7.5% de arcilla	4	210	06/04/2022	20/04/2022	14	12364	10.12	153.71	73.20%	3		
3	Concreto con 7.5% de arcilla	10	210	06/04/2022	20/04/2022	14	12604	10.09	157.63	75.06%	3	72.60%	152.47
4	Concreto con 7.5% de arcilla	14	210	06/04/2022	20/04/2022	14	11986	10.12	149.01	70.96%	6		
5	Concreto con 7.5% de arcilla	11	210	06/04/2022	20/04/2022	14	12526	10.12	155.73	74.16%	2		

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Tabla 50

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 7.5% de arcilla a los 28 días

Nº	Descripción	Código Probeta	Diseño F`c (kg/cm2)	Fecha Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	Dato Carga (kg)	Diámetro (cm)	Resistencia F`c (kg/cm2)	%	Tipo de falla	Promedio %	Promedio Probeta
1	Concreto con 7.5% de arcilla	5	210	06/04/2022	04/05/2022	28	15536	10.08	194.68	92.71%	3		
2	Concreto con 7.5% de arcilla	6	210	06/04/2022	04/05/2022	28	14967	10.10	186.81	88.96%	2		
3	Concreto con 7.5% de arcilla	7	210	06/04/2022	04/05/2022	28	15537	10.11	193.54	92.16%	3	90.83%	190.75
4	Concreto con 7.5% de arcilla	15	210	06/04/2022	04/05/2022	28	14689	10.09	183.70	87.48%	2		
5	Concreto con 7.5% de arcilla	12	210	06/04/2022	04/05/2022	28	15718	10.13	195.02	92.87%	5		

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Tabla 51

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 10% de arcilla a los 7 días

Nº	Descripción	Código Probeta	Diseño F`c (kg/cm2)	Fecha Fecha de vaciado	Fecha Fecha de rotura	Dato Edad (días)	Dato Carga (kg)	Dato Diámetro (cm)	Resistencia F`c (kg/cm2)	%	Tipo de falla	Promedio %	Promedio Probeta
1	Concreto con 10% de arcilla	1	210	06/04/2022	13/04/2022	7	10137	10.09	126.78	60.37%	3		
2	Concreto con 10% de arcilla	2	210	06/04/2022	13/04/2022	7	9931	10.11	123.71	58.91%	2		
3	Concreto con 10% de arcilla	8	210	06/04/2022	13/04/2022	7	10157	10.10	126.77	60.37%	5	59.68%	125.32
4	Concreto con 10% de arcilla	13	210	06/04/2022	13/04/2022	7	9865	10.09	123.37	58.75%	4		
5	Concreto con 10% de arcilla	9	210	06/04/2022	13/04/2022	7	10154	10.13	125.99	59.99%	3		

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Tabla 52

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 10% de arcilla a los 14 días

Nº	Descripción	Código Probeta	Diseño F`c (kg/cm2)	Fecha Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Dato Edad (días)	Carga (kg)	Diámetro (cm)	Resistencia F`c (kg/cm2)	%	Tipo de falla	Promedio %	Promedio Probeta
1	Concreto con 10% de arcilla	3	210	06/04/2022	20/04/2022	14	11997	10.08	150.34	71.59%	2		
2	Concreto con 10% de arcilla	4	210	06/04/2022	20/04/2022	14	11849	10.08	148.48	70.71%	4		
3	Concreto con 10% de arcilla	10	210	06/04/2022	20/04/2022	14	11470	10.09	143.45	68.31%	6	69.89%	146.77
4	Concreto con 10% de arcilla	14	210	06/04/2022	20/04/2022	14	11574	10.10	144.46	68.79%	3		
5	Concreto con 10% de arcilla	11	210	06/04/2022	20/04/2022	14	11787	10.10	147.12	70.06%	5		

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

Tabla 53

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 10% de arcilla a los 28 días

Nº	Descripción	Código Probeta	Diseño F`c (kg/cm2)	Fecha		Dato			Resistencia F`c (kg/cm2)	%	Tipo de falla	Promedio %	Promedio F`c (kg/cm2)
				Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	Carga (kg)	Diámetro (cm)					
1	Concreto con 10% de arcilla	5	210	06/04/2022	04/05/2022	28	14424	10.12	179.32	85.39%	2		
2	Concreto con 10% de arcilla	6	210	06/04/2022	04/05/2022	28	14961	10.11	186.37	88.75%	2		
3	Concreto con 10% de arcilla	7	210	06/04/2022	04/05/2022	28	15094	10.10	188.40	89.71%	2	87.98%	184.76
4	Concreto con 10% de arcilla	15	210	06/04/2022	04/05/2022	28	14578	10.09	182.32	86.82%	5		
5	Concreto con 10% de arcilla	12	210	06/04/2022	04/05/2022	28	14985	10.09	187.41	89.24%	3		

Nota: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG Building S.R.L. (2022)

4.1.5 Procesamiento de datos en gabinete.

En esta sección se procederá a la recolección de datos obtenidos en laboratorio y en campo, para luego trabajarlos en gabinete y poder desarrollar la contrastación de hipótesis del presente trabajo de investigación.

4.1.6 Resumen de resultados obtenidos en laboratorio.

Luego de realizar el ensayo a compresión según la norma ASTM C – 39 y NTP 339.034, de las probetas de concreto elaboradas con distintos porcentajes de material que pasa por la malla N°200, se procedió a calcular la resistencia promedio para cada tipo de concreto como son: patrón, con arcilla y limo, para luego agruparlas por edades, así como se muestra en la tabla 54.

Tabla 54

Promedio de resistencia a la compresión del concreto con diferentes porcentajes de finos

Nº	DESCRIPCION	DISEÑO	PROMEDIO RESISTENCIA DEL CONCRETO (kg/cm²)		
		f`c (kg/cm²)	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
1	Concreto patrón 0% de finos	210	139.19	161.46	203.69
2	Concreto con 3% de limo	210	147.39	169.56	210.15
3	Concreto con 5% de limo	210	148.23	172.69	211.60
4	Concreto con 7.5% de limo	210	149.62	174.86	213.71
5	Concreto con 10% de limo	210	132.11	156.99	195.52
6	Concreto con 3% de arcilla	210	140.00	164.45	204.93
7	Concreto con 5% de arcilla	210	132.77	158.40	196.38
8	Concreto con 7.5% de arcilla	210	129.63	152.47	190.75
9	Concreto con 10% de arcilla	210	125.32	146.77	184.76

Figura 39
Gráfico de promedio de resistencia a la compresión

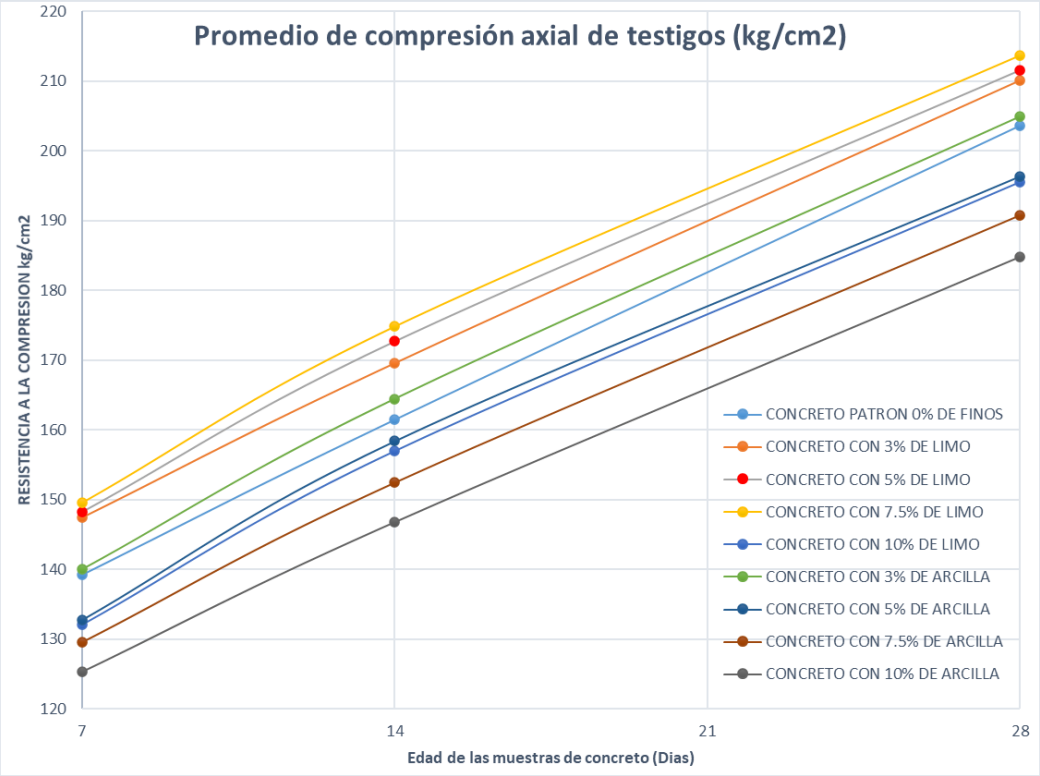
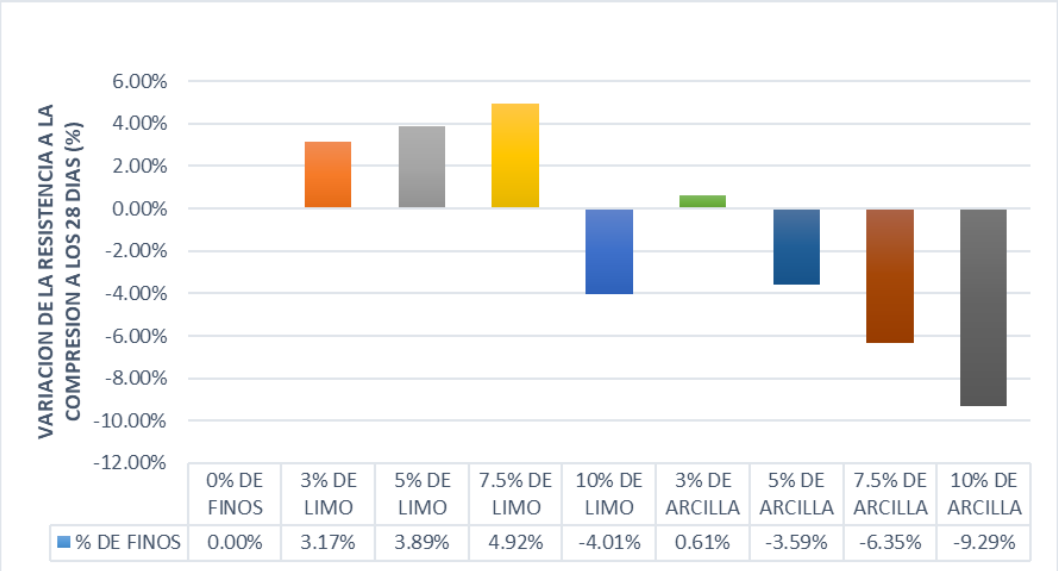


Tabla 55
Resistencia a la compresión a los 28 días, respecto al concreto patrón

Nº	DESCRIPCION	DISEÑO f`c (kg/cm2)	% COMPARACION DE RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS
1	Concreto con 0% de finos	210	0.00%
2	Concreto con 3% de limo	210	3.17%
3	Concreto con 5% de limo	210	3.89%
4	Concreto con 7.5% de limo	210	4.92%
5	Concreto con 10% de limo	210	-4.01%
6	Concreto con 3% de arcilla	210	0.61%
7	Concreto con 5% de arcilla	210	-3.59%
8	Concreto con 7.5% de arcilla	210	-6.35%
9	Concreto con 10% de arcilla	210	-9.29%

Figura 40
Gráfico de la variación de la resistencia a la compresión



4.2 Contrastación de hipótesis

4.2.1 Hipótesis general.

➢ **Hipótesis Nula:** El material más fino que el tamiz n°200, no influirá de forma negativa en la resistencia a la compresión del concreto en Moquegua.

➢ **Hipótesis Alterna:** El material más fino que el tamiz n°200, influirá de forma negativa en la resistencia a la compresión del concreto en Moquegua.

Para poder demostrar nuestra hipótesis general necesitamos de manera preliminar comprobar nuestras hipótesis específicas.

4.2.2 Hipótesis derivadas.

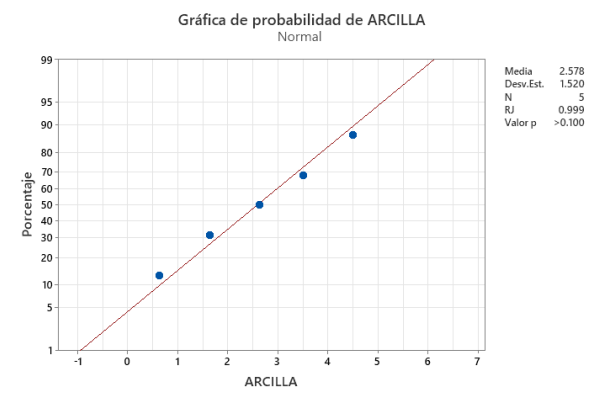
4.2.2.1 Primera hipótesis especifica.

Como primera hipótesis especifica se ha planteado lo siguiente:

"La presencia de material más fino (arcilla) que el tamiz N°200, tendrá una influencia negativa para la trabajabilidad del concreto"

i. Prueba de Normalidad.

Figura 41
Gráfico de trabajabilidad del concreto (con arcilla)



Formulación de hipótesis nula (H0) e hipótesis alterna (H1)

H0: La trabajabilidad del concreto sigue una distribución normal.

H1: La trabajabilidad del concreto no sigue una distribución normal.

Resultado: De acuerdo con la prueba de normalidad el valor P es mayor a 0.1, el cual es mayor a 0.05 (P>0.05), por lo tanto, se admite la Hipótesis nula, en resumen, se concluye que los valores de trabajabilidad del concreto adicionado con arcilla, tienden a ajustarse a una distribución normal, a un nivel de significancia del 5%.

ii. Regresión lineal de material más fino (arcilla) que el tamiz N°200.

Tabla 56

Regresión lineal de material más fino (arcilla) que el tamiz N°200 y su influencia en la trabajabilidad del concreto

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Desv. Error	Beta		
(Constante)	4,574	0,059		77,216	0,000
Arcilla (%)	-0,391	0,010	-0,999	-40,758	0,000

Formulación de hipótesis estadística al 5%:

- **Hipótesis Nula:** La presencia de material más fino (arcilla) que el tamiz N°200, no tendrá una influencia negativa para la trabajabilidad del concreto.

- **Hipótesis Alterna:** La presencia de material más fino (arcilla) que el tamiz N°200, tendrá una influencia negativa para la trabajabilidad del concreto.

Según la tabla 56, muestra un valor sig. de 0,000, lo cual es menor al 5% o de 0,05, por tanto, rechazo la hipótesis nula y la hipótesis alterna queda confirmada, es decir que la presencia de material más fino (arcilla) que el tamiz N°200, tendrá una influencia negativa para la trabajabilidad del concreto.

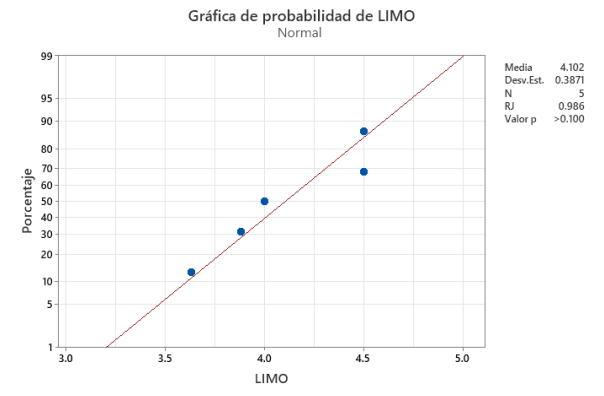
4.2.2.2 Segunda hipótesis especifica.

Como segunda hipótesis especifica se ha planteado lo siguiente:

"La presencia de material más fino (limo) que el tamiz N°200, tendrá una influencia positiva para la trabajabilidad del concreto"

i. Prueba de Normalidad.

Figura 42
Gráfico de trabajabilidad del concreto (con limo)



Formulación de hipótesis nula (H0) e hipótesis alterna (H1)

H0: La trabajabilidad del concreto sigue una distribución normal.

H1: La trabajabilidad del concreto no sigue una distribución normal.

Resultado: De acuerdo con la prueba de normalidad el valor P es mayor a 0.1, el cual es mayor a 0.05 (P>0.05), por lo tanto, se admite la Hipótesis nula, en resumen, se concluye que los valores de trabajabilidad del concreto adicionado con limo, tienden a ajustarse a una distribución normal, a un nivel de significancia del 5%.

ii. Regresión lineal de material más fino (limo) que el tamiz N°200.

Tabla 57

Regresión lineal de material más fino (limo) que el tamiz N°200 y su influencia en la trabajabilidad del concreto

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		
Modelo	**B**	**Desv. Error**	**Beta**	**t**	**Sig.**
(Constante)	4,185	0,351		11,935	0,001
Limo (%)	0,216	0,057	-0,162	-0,285	0,034

Formulación de hipótesis estadística al 5%:

- **Hipótesis Nula:** La presencia de material más fino (limo) que el tamiz N°200, no tendrá una influencia positiva para la trabajabilidad del concreto.
- **Hipótesis Alterna:** La presencia de material más fino (limo) que el tamiz N°200, tendrá una influencia positiva para la trabajabilidad del concreto.

Según la tabla 57, muestra un valor sig. de 0,034, lo cual es menor al 5% o de 0,05, por tanto, rechazo la hipótesis nula y la hipótesis alterna queda confirmada, es decir que la presencia de material más fino (limo) que el tamiz N°200, tendrá una influencia positiva para la trabajabilidad del concreto.

4.2.2.3 Tercera hipótesis especifica.

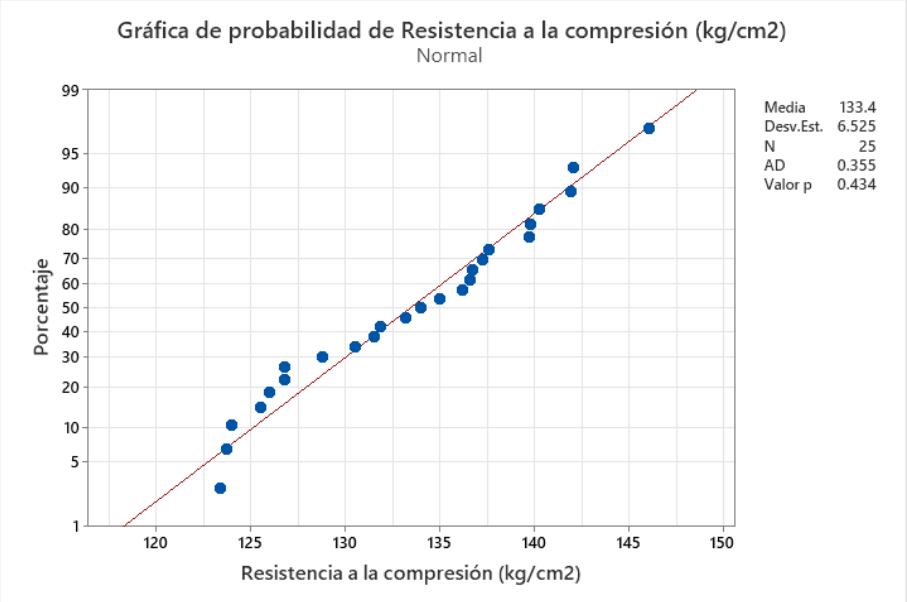
Como tercera hipótesis especifica se ha planteado lo siguiente:

"La presencia de material más fino (arcilla) que el tamiz N°200, tendrá una influencia negativa para la resistencia a la compresión del concreto"

a. Análisis a los 7 días.

i. Prueba de Normalidad.

Figura 43
Gráfico de prueba de normalidad a los 7 días (con arcilla)



Formulación de hipótesis nula (H0) e hipótesis alterna (H1)

H0: La resistencia a la compresión del concreto sigue una distribución normal.

H1: La resistencia a la compresión del concreto no sigue una distribución normal.

Resultado: De acuerdo con la prueba de normalidad el valor P es igual a 0.434, el cual es mayor a 0.05 (P>0.05), por lo tanto, se admite la Hipótesis nula, en resumen, se concluye que los valores de resistencia a la compresión del concreto adicionado con arcilla, tienden a ajustarse a una distribución normal, a un nivel de significancia del 5%.

ii. ANOVA de un solo factor.

Resistencia a la compresión (kg/cm²) a los 7 días con Material Fino (arcilla).

Tabla 58
Análisis de varianza de resistencia a la compresión a los 7 días (con arcilla)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Arcilla	4	784.9	196.22	16.56	0
Error	20	236.9	11.85		
Total	24	1021.8			

Formulación de hipótesis nula (H0) e hipótesis alterna (H1)

- **H0:** La presencia de material más fino (arcilla) que el tamiz N°200, no tendrá una influencia negativa para la resistencia a la compresión del concreto.
- **H1:** La presencia de material más fino (arcilla) que el tamiz N°200, tendrá una influencia negativa para la resistencia a la compresión del concreto.
- **Nivel de significancia (alfa): α** = 0.05

Resultado: de acuerdo a la tabla 58, el valor p es igual a 0, el cual es menor a 0.05 (P<0.05), por lo tanto, se admite la Hipótesis alterna, en resumen, se puede concluir que, no todas las medias son iguales, a un nivel de significancia del 5%.

iii. Análisis por el método de Tukey y una confianza de 95%.

Tabla 59
Comparación en parejas de Tukey a los 7 días (con arcilla)

Arcilla (%)	N	Media	Agrupación			
3	5	140.00	A			
0	5	139.19	A	B		
5	5	132.77		B	C	
7.5	5	129.63			C	D
10	5	125.32				D

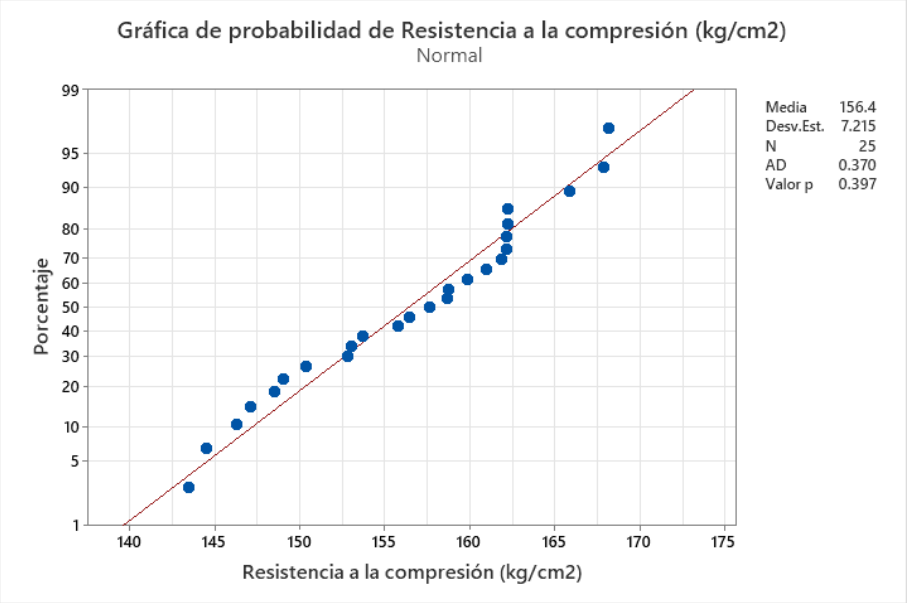
Resultado: De acuerdo a la prueba realizada (método de Tukey), se puede concluir que el tratamiento más eficiente es el denominado 3% de arcilla, en resumen, se

concluye que, los tratamientos con porcentajes mayores a 3% de arcilla no se deberían usar, ya que se obtendrán resultados, que estarán por debajo de la media del concreto patrón (0% de arcilla), a un nivel de significancia del 5%.

b. Análisis a los 14 días.

i. Prueba de Normalidad.

Figura 44
Gráfico de prueba de normalidad a los 14 días (con arcilla)



Formulación de hipótesis nula (H0) e hipótesis alterna (H1)

H0: La resistencia a la compresión del concreto sigue una distribución normal.

H1: La resistencia a la compresión del concreto no sigue una distribución normal.

Resultado: De acuerdo con la prueba de normalidad el valor P es igual a 0.397, el cual es mayor a 0.05 (P>0.05), por lo tanto, se admite la Hipótesis nula, en resumen, se concluye que los valores de resistencia a la compresión del concreto adicionado con arcilla, tienden a ajustarse a una distribución normal, a un nivel de significancia del 5%.

ii. ANOVA de un solo factor.

Resistencia a la compresión (kg/cm²) a los 14 días con Material Fino (arcilla).

Tabla 60
Análisis de varianza de resistencia a la compresión a los 14 días (con arcilla)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	4	993.2	248.31	19.39	0
Error	20	256.1	12.8		
Total	24	1249.3			

Formulación de hipótesis nula (H0) e hipótesis alterna (H1)

- **H0:** La presencia de material más fino (arcilla) que el tamiz N°200, no tendrá una influencia negativa para la resistencia a la compresión del concreto.
- **H1:** La presencia de material más fino (arcilla) que el tamiz N°200, tendrá una influencia negativa para la resistencia a la compresión del concreto.
- **Nivel de significancia (alfa): α** = 0.05

Resultado: De acuerdo a la tabla 60, el valor p es igual a 0, el cual es menor a 0.05 (P<0.05), por lo tanto, se admite la Hipótesis alterna, en resumen, se puede concluir que, no todas las medias son iguales, a un nivel de significancia del 5%.

iii. Análisis por el método de Tukey y una confianza de 95%.

Tabla 61
Comparación en parejas de Tukey a los 14 días (con arcilla)

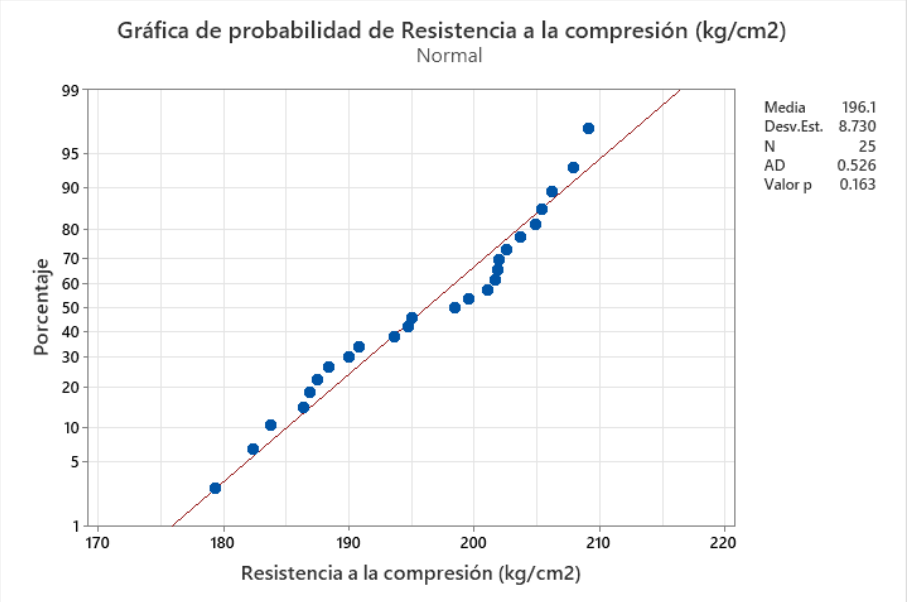
Arcilla (%)	N	Media	Agrupación			
3	5	164.45	A			
0	5	161.46	A	B		
5	5	156.62		B	C	
7.5	5	152.47			C	D
10	5	146.77				D

Resultado: De acuerdo a la prueba realizada (método de Tukey), se puede concluir que el tratamiento más eficiente es el denominado 3% de arcilla, en resumen, se concluye que, los tratamientos con porcentajes mayores a 3% de arcilla no se deberían usar, ya que se obtendrán resultados, que estarán por debajo de la media del concreto patrón (0% de arcilla), a un nivel de significancia del 5%.

c. Análisis a los 28 días.

i. Prueba de Normalidad.

Figura 45
Gráfico de prueba de normalidad a los 28 días (con arcilla)



Formulación de hipótesis nula (H0) e hipótesis alterna (H1)

H0: La resistencia a la compresión del concreto sigue una distribución normal.

H1: La resistencia a la compresión del concreto no sigue una distribución normal.

Resultado: De acuerdo con la prueba de normalidad el valor P es igual a 0.163, el cual es mayor a 0.05 (P>0.05), por lo tanto, se admite la Hipótesis nula, en resumen, se concluye que los valores de resistencia a la compresión del concreto adicionado

con arcilla, tienden a ajustarse a una distribución normal, a un nivel de significancia del 5%.

ii. ANOVA de un solo factor.

Resistencia a la compresión (kg/cm²) a los 28 días con Material Fino (arcilla).

Tabla 62
Análisis de varianza de resistencia a la compresión a los 28 días (con arcilla)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Arcilla	4	1463.6	365.89	20.03	0
Error	20	365.3	18.27		
Total	24	1828.9			

Formulación de hipótesis nula (H0) e hipótesis alterna (H1)

- **H0:** La presencia de material más fino (arcilla) que el tamiz N°200, no tendrá una influencia negativa para la resistencia a la compresión del concreto.
- **H1:** La presencia de material más fino (arcilla) que el tamiz N°200, tendrá una influencia negativa para la resistencia a la compresión del concreto.
- **Nivel de significancia (alfa): α** = 0.05

Resultado: De acuerdo a la tabla 62, el valor p es igual a 0, el cual es menor a 0.05 (P<0.05), por lo tanto, se admite la Hipótesis alterna, en resumen, se puede concluir que, no todas las medias son iguales, a un nivel de significancia del 5%.

iii. Análisis por el método de Tukey y una confianza de 95%.

Tabla 63
Comparación en parejas de Tukey a los 28 días (con arcilla)

Arcilla (%)	N	Media	Agrupación			
3	5	204.93	A			
0	5	203.69	A	B		
5	5	196.38		B	C	
7.5	5	190.75			C	D
10	5	184.76				D

Resultado: De acuerdo a la prueba realizada (método de Tukey), se puede concluir que el tratamiento más eficiente es el denominado 3% de arcilla, en resumen, se concluye que, los tratamientos con porcentajes mayores a 3% de arcilla no se deberían usar, ya que se obtendrán resultados, que estarán por debajo de la media del concreto patrón (0% de arcilla), a un nivel de significancia del 5%.

4.2.2.4 Cuarta hipótesis especifica.

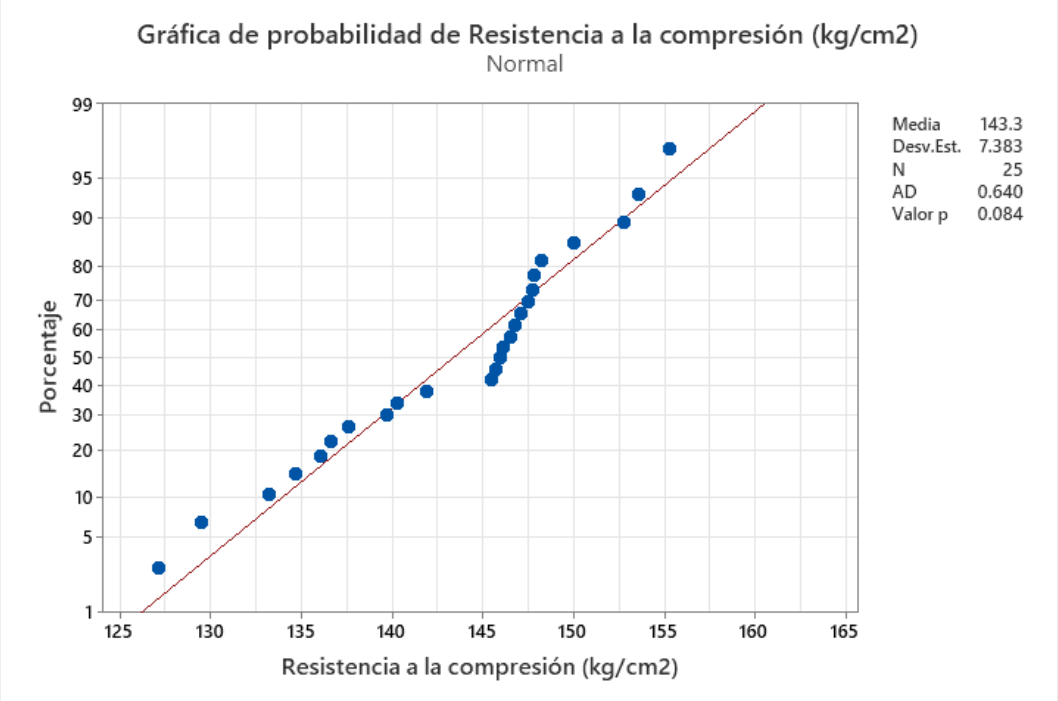
Como cuarta hipótesis especifica se ha planteado lo siguiente:

"La presencia de material más fino (limo) que el tamiz N°200, tendrá una influencia positiva para la resistencia a la compresión del concreto"

a. Análisis a los 7 días.

i. Prueba de Normalidad.

Figura 46
Gráfico de prueba de normalidad a los 7 días (con limo)



Formulación de hipótesis nula (H0) e hipótesis alterna (H1)

H0: La resistencia a la compresión del concreto sigue una distribución normal.

H1: La resistencia a la compresión del concreto no sigue una distribución normal.

Resultado: De acuerdo con la prueba de normalidad el valor P es igual a 0.084, el cual es mayor a 0.05 (P>0.05), por lo tanto, se admite la Hipótesis nula, en resumen, se concluye que los valores de resistencia a la compresión del concreto adicionado con arcilla, tienden a ajustarse a una distribución normal, a un nivel de significancia del 5%.

ii. ANOVA de un solo factor.

Resistencia a la compresión (kg/cm²) a los 7 días con Material Fino (limo).

Tabla 64
Análisis de varianza de resistencia a la compresión a los 7 días (con limo)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Limo	4	1115.5	278.88	28.95	0
Error	20	192.7	9.633		
Total	24	1308.2			

Formulación de hipótesis nula (H0) e hipótesis alterna (H1)

- **H0:** La presencia de material más fino (limo) que el tamiz N°200, no tendrá una influencia positiva para la resistencia a la compresión del concreto.
- **H1:** La presencia de material más fino (limo) que el tamiz N°200, tendrá una influencia positiva para la resistencia a la compresión del concreto.
- **Nivel de significancia (alfa):** $\alpha = 0.05$

Resultado: De acuerdo a la tabla 64, el valor p es igual a 0, el cual es menor a 0.05 (P<0.05), por lo tanto, se admite la Hipótesis alterna, en resumen, se puede concluir que, no todas las medias son iguales, a un nivel de significancia del 5%.

iii. Análisis por el método de Tukey y una confianza de 95%.

Tabla 65
Comparación en parejas de Tukey a los 7 días (con limo)

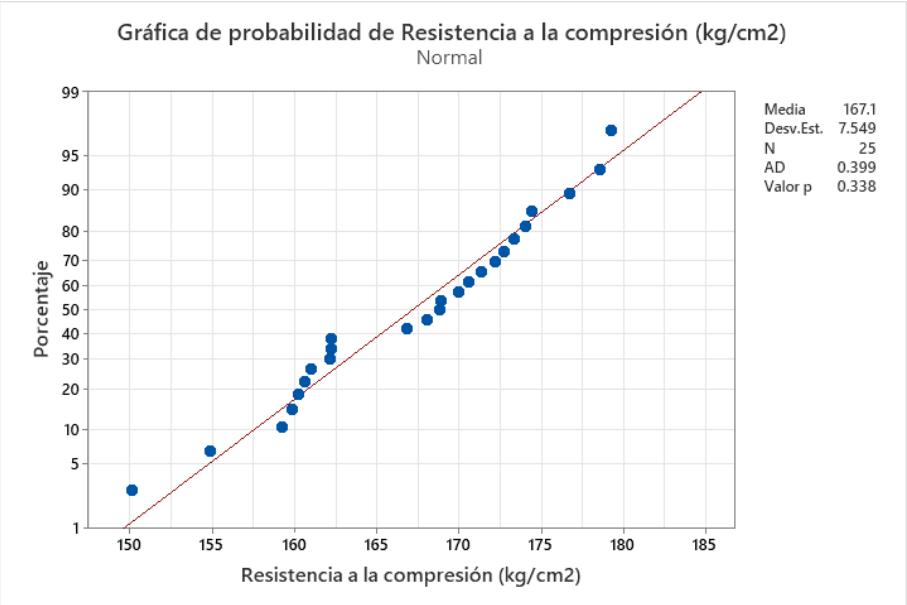
Limo (%)	N	Media	Agrupación		
7.5	5	149.62	A		
5	5	148.23	A		
3	5	147.39	A		
0	5	139.19		B	
10	5	132.11			C

Resultado: De acuerdo a la prueba realizada (método de Tukey), se puede concluir que el tratamiento más eficiente es el denominado 7.5%, 5% y 3% de limo, en resumen, se concluye que, los tratamientos con porcentajes mayores a 7.5% de limo no se deberían usar, ya que se obtendrán resultados, que estarán por debajo de la media del concreto patrón (0% de limo), a un nivel de significancia del 5%.

b. Análisis a los 14 días.

i. Prueba de Normalidad.

Figura 47
Gráfico de prueba de normalidad a los 14 días (con limo)



Formulación de hipótesis nula (H0) e hipótesis alterna (H1)

H0: La resistencia a la compresión del concreto sigue una distribución normal.

H1: La resistencia a la compresión del concreto no sigue una distribución normal.

Resultado: De acuerdo con la prueba de normalidad el valor P es igual a 0.084, el cual es mayor a 0.05 (P>0.05), por lo tanto, se admite la Hipótesis nula, en resumen, se concluye que los valores de resistencia a la compresión del concreto adicionado con arcilla, tienden a ajustarse a una distribución normal, a un nivel de significancia del 5%.

ii. ANOVA de un solo factor.

Resistencia a la compresión (kg/cm²) a los 14 días con Material Fino (limo).

Tabla 66
Análisis de varianza de resistencia a la compresión a los 14 días (con limo)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Limo	4	1158.3	289.58	27.66	0
Error	20	209.4	10.47		
Total	24	1367.7			

Formulación de hipótesis nula (H0) e hipótesis alterna (H1)

- **H0:** La presencia de material más fino (limo) que el tamiz N°200, no tendrá una influencia positiva para la resistencia a la compresión del concreto.
- **H1:** La presencia de material más fino (limo) que el tamiz N°200, tendrá una influencia positiva para la resistencia a la compresión del concreto.
- **Nivel de significancia (alfa):** $\alpha = 0.05$

Resultado: De acuerdo a la tabla 66, el valor p es igual a 0, el cual es menor a 0.05 (P<0.05), por lo tanto, se admite la Hipótesis alterna, en resumen, se puede concluir que, no todas las medias son iguales, a un nivel de significancia del 5%.

iii. Análisis por el método de Tukey y una confianza de 95%.

Tabla 67
Comparación en parejas de Tukey a los 14 días (con limo)

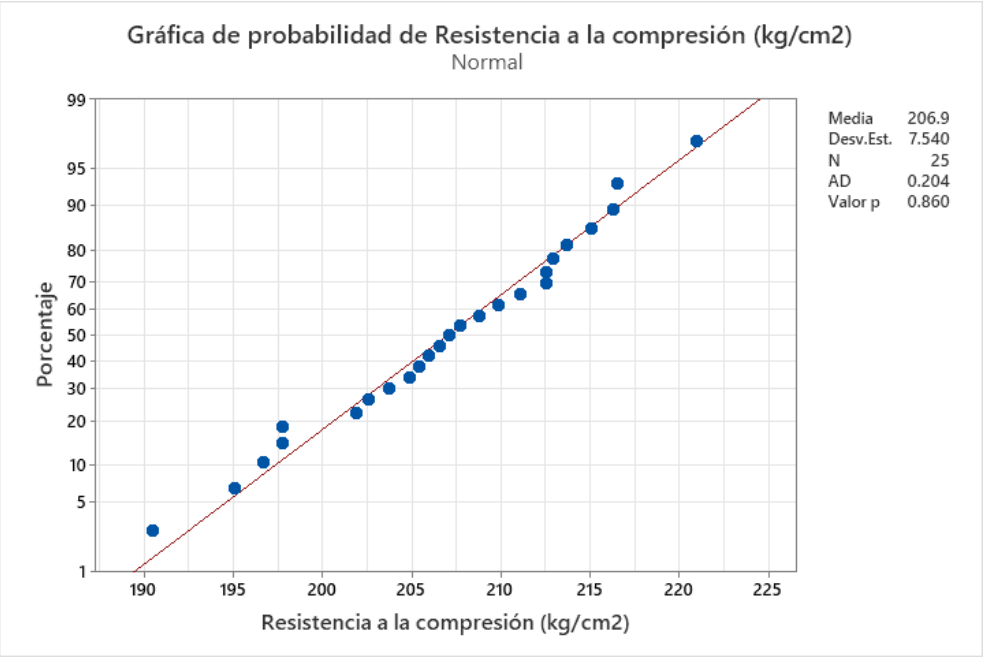
Limo (%)	N	Media	Agrupación	
7.5	5	174.86	A	
5	5	172.69	A	
3	5	169.56	A	
0	5	161.46		B
10	5	156.99		B

Resultado: De acuerdo a la prueba realizada (método de Tukey), se puede concluir que el tratamiento más eficiente es el denominado 7.5%, 5% y 3% de limo, en resumen, se concluye que, los tratamientos con porcentajes mayores a 7.5% de limo no se deberían usar, ya que se obtendrán resultados, que estarán por debajo de la media del concreto patrón (0% de limo), a un nivel de significancia del 5%.

c. Análisis a los 28 días.

i. Prueba de Normalidad.

Figura 48
Gráfico de prueba de normalidad a los 28 días (con limo)



Formulación de hipótesis nula (H0) e hipótesis alterna (H1)

H0: La resistencia a la compresión del concreto sigue una distribución normal.

H1: La resistencia a la compresión del concreto no sigue una distribución normal.

Resultado: De acuerdo con la prueba de normalidad el valor P es igual a 0.860, el cual es mayor a 0.05 (P>0.05), por lo tanto, se admite la Hipótesis nula, en resumen, se concluye que los valores de resistencia a la compresión del concreto adicionado con arcilla, tienden a ajustarse a una distribución normal, a un nivel de significancia del 5%.

ii. ANOVA de un solo factor.

Resistencia a la compresión (kg/cm²) a los 28 días con Material Fino (limo).

Tabla 68
Análisis de varianza de resistencia a la compresión a los 28 días (con limo)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Limo	4	1094.2	273.56	20.25	0
Error	20	270.1	13.51		
Total	24	1364.4			

Formulación de hipótesis nula (H0) e hipótesis alterna (H1)

- **H0:** La presencia de material más fino (limo) que el tamiz N°200, no tendrá una influencia positiva para la resistencia a la compresión del concreto.
- **H1:** La presencia de material más fino (limo) que el tamiz N°200, tendrá una influencia positiva para la resistencia a la compresión del concreto.
- **Nivel de significancia (alfa):** $\alpha = 0.05$

Resultado: De acuerdo a la tabla 68, el valor p es igual a 0, el cual es menor a 0.05 (P<0.05), por lo tanto, se admite la Hipótesis alterna, en resumen, se puede concluir que, no todas las medias son iguales, a un nivel de significancia del 5%.

iii. Análisis por el método de Tukey y una confianza de 95%.

Tabla 69
Comparación en parejas de Tukey a los 14 días (con limo)

Limo (%)	N	Media	Agrupación		
7.5	5	213.71	A		
5	5	211.60	A		
3	5	210.15	A	B	
0	5	203.69		B	
10	5	195.52			C

Resultado: De acuerdo a la prueba realizada (método de Tukey), se puede concluir que el tratamiento más eficiente es el denominado 7.5%, 5% y 3% de limo, en resumen, se concluye que, los tratamientos con porcentajes mayores a 7.5% de limo no se deberían usar, ya que se obtendrán resultados, que estarán por debajo de la media del concreto patrón (0% de limo), a un nivel de significancia del 5%.

4.3 Discusión de resultados

Pérez y Gonzales (2015), realizaron el trabajo de investigación con el nombre: "Uso de arenas con alto contenido de material más fino que el tamiz 200 en la elaboración de hormigones hidráulicos", en cual concluyen, que con respecto a la resistencia a la compresión de las probetas de concreto a los 28 días, los valores más altos se alcanzan alrededor de 3 a 5% de material pasante más fino que el tamiz n°200 en la arena y según se va incrementando el porcentaje de finos, se puede notar una caída en la resistencia a la compresión del concreto. El presente trabajo de investigación concuerda con los autores debido a que, el valor de resistencia a la compresión obtenido para 3% de arcilla aumenta en un 0.61%, respecto al concreto patrón, sin embargo, los tratamientos de 5%, 7.5% y 10%, tienden a disminuir la resistencia a la compresión del concreto.

Ferreira, Oller, Bairán, Carrascón y Marí (2015), realizaron el trabajo de investigación con el nombre: “Influencia del contenido de finos del hormigón en la respuesta estructural a flexión y cortante de vigas de hormigón armado”, en la cual concluyen, que los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión, tracción y módulo de elasticidad del concreto, con un alto contenido de finos, fueron levemente inferiores a los resultados del concreto convencional. El presente trabajo de investigación concuerda con los autores debido a que, el valor de resistencia a la compresión obtenido a los 28 días para 10% de arcilla disminuye en un -9.29%, el cual se aproxima a -10% valor obtenido en el trabajo de investigación citado, respecto al concreto patrón.

Pacsi (2018), realizo el trabajo de investigación con el nombre: “Influencia en el diseño de mezcla y resistencia en concretos con la disminución del material fino pasante del tamiz nº 200 (ASTM), elaborados en la ciudad de Puno”, en la cual concluye, que La reducción de los finos pasantes de la malla N.º 200, tienen un efecto positivo el cual es, estadísticamente significativo sobre resistencia del concreto con un 95.0% de nivel de confianza. El presente trabajo de investigación concuerda con el autor debido a que, el valor de resistencia a la compresión obtenido a los 28 días para 0% y 3% de arcilla son 0% y 0.61%, los cuales son estadísticamente diferentes a 5%, 7.5% y 10% de arcilla, debido a que se obtienen los siguientes resultados -3.59%, -6.35% y -9.29% respectivamente para cada tratamiento, respecto al concreto patrón.

Guerrero y Hoyos (2020), realizo el trabajo de investigación con el nombre: “Influencia del material fino que pasa por el tamiz n°200 (74 µm) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto”, el cual concluye que, la resistencia a la

compresión del concreto, se reduce al incrementar el porcentaje de material más fino que el tamiz n°200 en la arena; encontrando un óptimo porcentaje de finos de 3%, con el cual se logra una alta resistencia a la compresión del concreto. El presente trabajo de investigación concuerda con el autor debido a que, el mayor valor de resistencia a la compresión obtenido corresponde al el 3% de arcilla el cual aumenta en un 0.61%, respecto al concreto patrón, sin embargo, los tratamientos de 5%, 7.5% y 10%, tienden a disminuir la resistencia a la compresión del concreto.

Mestanza (2020), realizo el trabajo de investigación con el nombre: "Influencia del material fino que pasa la malla 200 y aditivo expansivo en las propiedades del mortero para resanes, Lima 2020", en el cual concluye que, la resistencia a la compresión del mortero aumenta con un 8% hasta un 12% de finos en la arena, consiguiendo de esta manera una alta resistencia a la compresión del mortero a los 28 días. El presente trabajo de investigación concuerda parcialmente con el autor debido a que, el mayor valor de resistencia a la compresión (limo) obtenido corresponde al el 7.5% de limo el cual aumenta en un 4.92%, respecto al concreto patrón.

Cabe mencionar también que, para los tratamientos de 5%, 7.5% y 10% de arcilla las muestras fueron moldeadas, solamente con el agua de diseño, en el hipotético caso de que se hubiera aumentado agua para mejorar la trabajabilidad esto hubiera provocado una mayor caída de la resistencia a la compresión del concreto. Sin embargo, para el tratamiento de 10% de limo, también fue moldeada con el agua de diseño, el cual parecía demasiada agua para la mezcla, en el hipotético caso de que se hubiera reducido el agua de la mezcla esto hubiera provocado un aumento de la resistencia a la compresión.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Primera. En el presente trabajo de investigación se determinó la influencia negativa del material más fino que el tamiz n°200 para la resistencia a la compresión del concreto en Moquegua, para la arcilla a partir del 5%, 7.5% y 10%, obtenemos variaciones negativas de -3.59%, -6.35% y -9.29% respectivamente, respecto al concreto patrón (0% de finos). Sin embargo, para el limo a partir del 10%, obtenemos variaciones negativas de -4.01%, respecto al concreto patrón (0% de finos).

Segunda. En el presente trabajo de investigación se determinó el efecto negativo de la presencia de material más fino (arcilla) que el tamiz n°200 para la trabajabilidad del concreto, cuando se agrega 5%, 7.5% y 10% en peso, para la elaboración de concreto, obteniendo los siguientes valores de slump, 2.63, 1.63 y 0.63 pulgadas, respectivamente para cada porcentaje de arcilla agregado, los cuales son inferiores a 3pulgadas, lo cual hace que el concreto sea cada vez menos trabajable a partir de 5% de arcilla.

Sin embargo, agregando un 3% de arcilla en peso para la elaboración de concreto, se logra obtener un valor de slump de 3.5 pulgadas, el cual es mayor a 3 pulgadas, lo cual hace que el concreto se mantenga trabajable con 3% de arcilla.

Tercera. En el presente trabajo de investigación se determinó el efecto positivo de la presencia de material más fino (limo) que el tamiz n°200 para la trabajabilidad del concreto, cuando se agrega 3%, 5%, 7.5% y 10% en peso, para la elaboración de concreto, obteniendo los siguientes valores de slump, 4.0, 3.88, 3.63 y 4.5 pulgadas, respectivamente para cada porcentaje de limo agregado, los cuales son superiores a 3 pulgadas, lo cual hace que el concreto se mantenga trabajable con todos los porcentajes de limo.

Cuarta. En el presente trabajo de investigación se determinó el efecto negativo de la presencia de material más fino (arcilla) que el tamiz n°200 para la resistencia a la compresión del concreto, cuando se agrega 5%, 7.5% y 10% en peso, para la elaboración de concreto, obteniendo los siguientes resultados a los 28 días 196.38 kg/cm², 190.75 kg/cm² y 184.76 kg/cm² respectivamente para cada porcentaje de arcilla agregado, los cuales son inferiores a el resultado promedio del concreto patrón (0% de finos), que tiene un valor de 203.69 kg/cm².

Sin embargo, agregando un 3% de arcilla en peso para la elaboración de concreto, se logra obtener un valor de resistencia a la compresión promedio a los 28 días de 204.93 kg/cm², el cual es mayor al concreto

patrón (0% de finos) que tiene resistencia a la compresión promedio de 203.69 kg/cm² a los 28 días, teniendo un efecto positivo.

Quinta. En el presente trabajo de investigación se determinó el efecto positivo de la presencia de material más fino (limo) que el tamiz n°200 para la resistencia a la compresión del concreto, cuando se agrega 3%, 5% y 7.5% en peso, para la elaboración de concreto, obteniendo los siguientes resultados a los 28 días 210.15 kg/cm², 211.60 kg/cm² y 213.71 kg/cm² respectivamente para cada porcentaje de limo agregado, los cuales son superiores a el resultado promedio del concreto patrón (0% de finos), que tiene un valor de 203.69 kg/cm².

Sin embargo, agregando un 10% de arcilla en peso para la elaboración de concreto, se logra obtener un valor de resistencia a la compresión promedio a los 28 días de 195.52 kg/cm², el cual es menor al concreto patrón (0% de finos) que tiene resistencia a la compresión promedio de 203.69 kg/cm² a los 28 días, teniendo un efecto negativo.

5.2 Recomendaciones

Primera. Conforme a las pruebas realizadas a las probetas de concreto y a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se sugiere ser muy rigurosos con el control de calidad de los agregados a usarse en la producción de concreto y evitar el recibimiento de agregados que superen el porcentaje máximo permitido en el tamiz N°200 según la NTP 400.037, para así evitar resultados de resistencias a la compresión (kg/cm²) por debajo del f´c de diseño.

Segunda. Se sugiere realizar un análisis de costo de producción de concreto con porcentajes de 5%, 7.5% y 10% de arcilla, para un mismo f´c de diseño, ya que estos porcentajes de material fino afectan la trabajabilidad y la resistencia del concreto negativamente, ya que el trabajar con estos porcentajes de arcilla implica mayor demanda de agua y por ende mayor consumo de cemento, y sería bueno tener una idea de que tan rentable es producir concreto de buena calidad con estos porcentajes de material fino (arcilla).

Tercera. Se recomienda realizar un estudio de canteras, mediante el cual se pueda identificar cuales producen arena, con limo o arcilla, para así posteriormente poder sugerir a los propietarios de estas, sobre la cantidad recomendable de material que pasa la malla n°200, que debe tener su agregado fino para la elaboración de concreto, según sea el caso, hasta un 3% para canteras con arcilla y hasta un 7.5% para canteras con limo, con el fin de garantizar la trabajabilidad y la resistencia a la compresión del concreto.

Cuarta. Se sugiere realizar ensayos de cantidad material fino que pasa la malla n°200, equivalente de arena y azul de metileno, para así poder garantizar la trabajabilidad y la resistencia a la compresión del concreto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AASHTO International (2015). *AASHTO TP 57: Valor de Azul de Metileno En Agregados Finos.*

Abanto, F. (2017). *Tecnología del concreto.* Lima, Perú: San Marcos.

Aconstruir (2021). *Cemento Yura Tipo IP* [fotografía]. Aconstruir: www.aconstruir.com.pe

ASTM International (2012). *ASTM C128: Método de prueba estándar para Densidad, Densidad Relativa (Gravedad Específica), y Absorción del agregado fino.*

ASTM International (2014). *ASTM D2419: Método Para Determinar El Equivalente de Arena.*

ASTM International (2017a). *ASTM C117-17: Método de Ensayo Estándar para Materiales más Finos que la Malla de 75-μm (No. 200) en Agregados Minerales por Lavado.*

ASTM International (2017b). *ASTM C29/C29M-17a: Método de Prueba Estándar Para Densidad Aparente ("Peso Unitario") y Vacíos En El Agregado.*

ASTM International (2019a). *ASTM C136/C136M-19: Método de prueba estándar para el análisis por tamizado de agregados finos y gruesos.*

ASTM International (2019b). *ASTM C566-19: Contenido total de humedad por secado en agregados.*

ASTM International (2020). *ASTM C131/C131M-20: Determinación de la resistencia al desgaste del agregado grueso pequeño, utilizando la máquina de Los Ángeles.*

Avensa (2018). *Agregado grueso* [fotografía]. Avensa: www.avensa.co

Capcmas (2018). *Aditivos para el concreto* [fotografía]. Capcmas: www.capcmas.com.mx

Civilgeeks (2011). *Estructura interna del concreto endurecido* [fotografía]. Civilgeeks: www.civilgeeks.com

Construye bien (2019). *El agua para el concreto* [fotografía]. Construye bien: www.construyebien.com

Costos Perú (2016). *El concreto* [fotografía]. Costos Perú: www.noticias.costosperu.com

Das, B. (2015). *Fundamentos de ingeniería geotécnica.* Ciudad de México, México: Cengage Learning Editores.

Ferreira, D., Oller, E., Bairán, J., Carrascón, S. y Marí, A. (2015). Influencia del contenido de finos del hormigón en la respuesta estructural a flexión y cortante de vigas de hormigón armado. *Informes de la Construcción,* 67(539), 1-12. Recuperado de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/77096/4413-7572-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Guerrero, A. y Hoyos, L. (2020). *Influencia del material fino que pasa por el tamiz n°200 (74 µm) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto (Tesis*

de pregrado). Universidad Nacional de Jaén, Jaén, Perú. Recuperado de https://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/274/1/Guerrero_SA_Hoyos_MLJ.pdf

Instituto Nacional de Calidad. (2008). *Agregados. Definición y clasificación de agregados. Recuperado de* https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-agraria-la-molina/resistencia-de-materiales/ntp-400011-agregados-definicion-y-clasificacion/8804956

Instituto Nacional de Calidad. (2015). *Concreto. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.* Recuperado de https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-de-ingenieria/resistencia-de-materiales/ntp-339034-2015-ensayos-de-concreto/18182863

Instituto Nacional de Calidad. (2018). *Agregados. Agregados para concreto. Requisitos.* Recuperado de https://www.studocu.com/pe/document/universidad-tecnologica-del-peru/tecnologia-del-concreto/ntp-400-037-2018-agregados-para-concreto/26361656

Instituto Nacional de Calidad. (2019). *Concreto. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento pórtland. Requisitos*. Recuperado de https://pdfcoffee.com/ntp-339088-aguas-5-pdf-free.html

Instituto Nacional de Calidad. (2019). *Concreto. Definiciones y terminología relativas al concreto y agregados*. Recuperado de https://es.scribd.com/document/546155995/NTP-339-047-2014-2019

Jimenez, J. y De Justo, J. (1975). *Geotecnia y Cimientos I.* Madrid, España: Rueda

Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto ABG BUILDING S.R.L. (2022). *Informe de ensayo (*Expediente Nº 361-2022-ABG, Expediente Nº 362-2022-ABG, Expediente Nº 363-2022-ABG, Expediente Nº 364-2022-ABG, Expediente Nº 365-2022-ABG, Expediente Nº 366-2022-ABG, Expediente Nº 367-2022-ABG, Expediente Nº 368-2022-ABG, Expediente Nº 369-2022-ABG, Expediente Nº 370-2022-ABG, Expediente Nº 371-2022-ABG, Expediente Nº 406-1-2022-ABG, Expediente Nº 406-2-2022-ABG, Expediente Nº 406-3-2022-ABG, Expediente Nº 406-4-2022-ABG, Expediente Nº 562-2022-ABG, Expediente Nº 563-2022-ABG, Expediente Nº 564-2022-ABG, Expediente Nº 565-2022-ABG, Expediente Nº 566-2022-ABG, Expediente Nº 567-2022-ABG, Expediente Nº 568-2022-ABG, Expediente Nº 569-2022-ABG, Expediente Nº 570-2022-ABG, Expediente Nº 571-2022-ABG, Expediente Nº 572-2022-ABG, Expediente Nº 573-2022-ABG, Expediente Nº 574-2022-ABG, Expediente Nº 575-2022-ABG, Expediente Nº 576-2022-ABG, Expediente Nº 577-2022-ABG, Expediente Nº 578-2022-ABG, Expediente Nº 579-2022-ABG, Expediente Nº 580-2022-ABG, Expediente Nº 581-2022-ABG, Expediente Nº 582-2022-ABG, Expediente Nº 583-2022-ABG, Expediente Nº 584-2022-ABG, Expediente Nº 585-2022-ABG, Expediente Nº 586-2022-ABG, Expediente Nº 587-2022-ABG, Expediente Nº 588-2022-ABG). Moquegua, Perú

Martínez, L. y Torres, M. (2013). Límites de conformidad de finos pasados por el tamiz 200. Influencia reológico-mecánica en la matriz del hormigón. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 7(3), 1-2. Recuperado de https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4728446.pdf

Materiales construcción (2018). *Agregado fino* [fotografía]. Materiales construcción: www.materialesconstruccion.mx

Mestanza, M. (2020). *Influencia del material fino que pasa la malla 200 y aditivo expansivo en las propiedades del mortero para resanes, Lima 2020 (Tesis de pregrado).* Universidad César Vallejo, Lima, Perú. Recuperado de https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/56238

Pacsi, R. (2018). *Influencia en el diseño de mezcla y resistencia en Concretos con la disminución del material fino Pasante del tamiz Nº 200 (ASTM), elaborados en la Ciudad de puno (Tesis de pregrado).* Universidad nacional del altiplano, Puno, Perú. Recuperado de https://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/6896/Pacsi_Catacora_Rub%c3%a9n_Alexander.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pasquel, E. (1998). *Tópicos de tecnología del concreto.* Lima, Perú: colegio de ingenieros del Perú.

Pérez, E. y Gonzáles, J. (2015). *Uso de arenas con alto contenido de material más fino que el tamiz 200 en la elaboración de hormigones hidráulicos.* Recuperado de https://docplayer.es/66915091-Uso-de-arenas-con-alto-contenido-de-material-mas-fino-que-el-tamiz-200-en-la-elaboracion-de-hormigones-hidraulic.html

Ponce, M. y Pasco, M. (2018). *Guía de investigación en gestión*. Recuperado de https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/172009

Serveisxtu (2020). *El cemento portland* [fotografía]. Serveisxtu: www.serveisxtu.com