



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA Y  
ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ,  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Puno–2022”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**AUTORES:**

Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin (<https://orcid.org/0000-0003-4712-7888>)  
Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo (<https://orcid.org/0000-0001-8588-5060>)

**ASESOR:**

Dr. Vargas Chacaltana, Luis Alberto  
<https://orcid.org/0000-0002-4136-7189>

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

**LIMA — PERÚ**

**2022**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado en primer lugar a Dios, a mi familia que siempre han estado dando su apoyo incondicional y también a todas las personas que me apoyaron para lograr mis metas.

A los futuros investigadores de esta línea de investigación que espero puedan obtener motivación y fuerza para desarrollar sus trabajos.



## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar; a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo incondicional en todo momento.

Al Dr. Vargas Chacaltana Luis Alberto, quién con sus conocimientos y amplia experiencia, guio este trabajo de investigación, para lograr una meta importante en mi vida, que es la de titularme como Ingeniero Civil.

## Índice de contenidos

Caratula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vii
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA.....	22
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	22
3.2. Variables y Operacionalización.....	23
3.3. Población, muestra y muestreo.....	24
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
3.5. Procedimientos.....	28
3.6. Método de análisis de datos.....	38
3.7. Aspectos éticos.....	38
IV. RESULTADOS.....	39
V. DISCUSIÓN.....	103
VI. CONCLUSIONES.....	119
VII. RECOMENDACIONES.....	125
REFERENCIAS.....	126
ANEXOS.....	131

## Índice de tablas

Tabla 1. Tamices límites del agregado fino utilizado en concretos .....	14
Tabla 2. Módulo de finura para clasificar a los agregados .....	14
Tabla 3. Requerimientos granulométricos del agregado grueso .....	15
Tabla 4. Revenimientos sugeridos según tipo de construcción .....	17
Tabla 5. Muestras necesarias para las pruebas de compresión de concretos de 210kg/cm <sup>2</sup> .....	25
Tabla 6. Muestras necesarias para las pruebas de flexión de concretos de 210kg/cm <sup>2</sup> ..	25
Tabla 7. Muestras necesarias para las pruebas de tracción de concretos de 210kg/cm <sup>2</sup> ..	26
Tabla 8. Muestras necesarias para las pruebas de compresión de concretos de 280kg/cm <sup>2</sup> .....	26
Tabla 9. Muestras necesarias para las pruebas de flexión de concretos de 280kg/cm <sup>2</sup> ..	26
Tabla 10. Muestras necesarias para las pruebas de tracción de concretos de 280kg/cm <sup>2</sup> .....	26
Tabla 11. Resumen de distribución de ensayos para la propiedad físico-mecánicas.....	27
Tabla 12. Identificación de las dosificaciones utilizadas .....	40
Tabla 13. resultados del análisis físico-químico del relave minero secado a la intemperie .....	41
Tabla 14. resultados del análisis físico-químico del relave minero secado en horno por 24 horas a una temperatura constante.....	41
Tabla 15. Granulometría del agregado fino con 0 % de sustitución por relave minero .....	42
Tabla 16. Granulometría del agregado fino con 5 % de sustitución por relave minero .....	43
Tabla 17. Granulometría del agregado fino con 15 % de sustitución por relave minero ...	44
Tabla 18. Granulometría del agregado fino con 25 % de sustitución por relave minero ...	45
Tabla 19. Granulometría del agregado fino con 35 % de sustitución por relave minero ...	46
Tabla 20. Granulometría del agregado grueso .....	47
Tabla 21. Granulometría de la piedra chancada .....	48
Tabla 22. Contenido de humedad del agregado fino.....	50
Tabla 23. Contenido de humedad del agregado grueso.....	51
Tabla 24. Peso unitario suelto y varillado del agregado fino .....	52
Tabla 25. Peso unitario suelto y varillado del agregado fino con 5% de sustitución por relave minero.....	53
Tabla 26. Peso unitario suelto y varillado del agregado fino con 15% de sustitución por relave minero.....	53
Tabla 27. Peso unitario suelto y varillado del agregado fino con 25% de sustitución por relave minero.....	54
Tabla 28. Peso unitario suelto y varillado del agregado fino con 35 % de sustitución por relave minero.....	54
Tabla 29. Peso unitario suelto y varillado del agregado grueso .....	55
Tabla 30. Peso unitario suelto y varillado del agregado grueso – piedra chancada .....	55
Tabla 31. Peso específico y absorción del agregado fino con 0% de sustitución por relave minero.....	56
Tabla 32. Peso específico y absorción del agregado fino con 5% de sustitución por relave minero.....	57
Tabla 33. Peso específico y absorción del agregado fino con 15% de sustitución por relave minero.....	57

Tabla 34. Peso específico y absorción del agregado fino con 25% de sustitución por relave minero.....	58
Tabla 35. Peso específico y absorción del agregado fino con 35 % de sustitución por relave minero.....	58
Tabla 36. Peso específico y absorción del agregado grueso.....	59
Tabla 37. Peso específico y absorción del agregado grueso – piedra chancada.....	59
Tabla 38. Resumen de datos obtenidos para el diseño de mezclas del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> y $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> , de la muestra patrón y sustitución del 5%, 15%, 25% y 35% de relave minero por agregado fino .....	60
Tabla 39. Resumen Asentamiento del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	61
Tabla 40. Resumen del asentamiento de las mezclas de C° de 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	62
Tabla 41. Peso unitario del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	63
Tabla 42. Peso unitario del del concreto $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> .....	64
Tabla 43. Contenido de aire concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	65
Tabla 44. Contenido de aire concreto $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> .....	66
Tabla 45. <i>Exudación del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup></i> .....	66
Tabla 46. <i>Exudación del concreto <math>f'c=280</math> kg/cm<sup>2</sup></i> .....	67
Tabla 47. Resistencia en compresión a los 7 días de concretos con $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	69
Tabla 48. Resistencia en compresión a los 7 días de concretos con $f'c = 280$ kg/cm <sup>2</sup> .....	70
Tabla 49. Resistencia en compresión a los 14 días de concretos con $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> ... ..	72
Tabla 50. Resistencia en compresión a los 14 días de concretos con $f'c = 280$ kg/cm <sup>2</sup> ... ..	73
Tabla 51. Resistencia en compresión a los 28 días de concretos con $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> ... ..	74
Tabla 52. Resistencia en compresión a los 28 días de concretos con $f'c = 280$ kg/cm <sup>2</sup> ... ..	76
Tabla 53. Resumen de la resistencia en compresión del concreto a los 7, 14 y 28 días de concretos con $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	77
Tabla 54. Resumen de la resistencia en compresión del concreto a los 7, 14 y 28 días de concretos con $f'c = 280$ kg/cm <sup>2</sup> .....	78
Tabla 55. Resistencia a la tracción a los 7 días de concretos con $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	80
Tabla 56. Resistencia a la tracción a los 7 días para el diseño $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> .....	82
Tabla 57. Resistencia a la tracción a los 14 días de concretos con $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	83
Tabla 58. Resistencia en tracción a los 14 días de concretos con $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> .....	85
Tabla 59. Resistencia a la tracción a los 28 días de concretos con $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	86
Tabla 60.. Resistencia a la tracción a los 28 días de concretos con $f'c= 28$ kg/cm <sup>2</sup> .....	88
Tabla 61. Resumen de la resistencia en tracción obtenida en 7, 14 y 28 días - $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	89
Tabla 62. Resumen de la resistencia en compresión a los 7, 14 y 28 días - $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> .....	90
Tabla 63. Resistencia a la flexión a los 28 días de concretos con $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	92
Tabla 64. Resistencia a la flexión a los 28 días de concretos con $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> .....	93
Tabla 65. Influencia en el Asentamiento, Contenido de aire y Rendimiento de concretos con $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	95
Tabla 66. Influencia en el Asentamiento, Contenido de aire y Rendimiento de concretos con $f'c = 280$ kg/cm <sup>2</sup> .....	96

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Ensayos químicos de los suelos .....	12
Figura 2. Ensayo de revenimiento (Cono de Abrams) .....	17
Figura 3. Segregación en estructuras de concreto .....	18
Figura 4. "tipos de falla" .....	19
Figura 5. Ensayo de resistencia axial.....	19
Figura 6. Ensayo de resistencia a flexión.....	20
Figura 7. Ensayo de resistencia a flexión.....	20
Figura 8. Procedimiento de ejecución del proyecto de investigación .....	30
Figura 9. selección del material de las canteras (Putina, Inchupalla y Unocolla) .....	31
Figura 10. Curva granulométrica del agregado fino cantera Putina.....	31
Figura 11. <i>Curva granulométrica del agregado grueso cantera Putina</i> .....	32
Figura 12. <i>Curva granulométrica del agregado fino cantera Inchupalla</i> .....	32
Figura 13. <i>Curva granulométrica del agregado grueso cantera Inchupalla</i> .....	33
Figura 14. <i>Curva granulométrica del agregado fino cantera Unocolla</i> .....	33
Figura 15. <i>Curva granulométrica del agregado grueso cantera Unocolla</i> .....	34
Figura 16. Adquisición de los agregados.....	35
Figura 17. secado y separación de los agregados .....	35
Figura 18. Adquisición del relave minero.....	36
Figura 19. Secado del relave minero .....	36
Figura 20. Ficha tecnica del cemento RUMI IP .....	37
Figura 21. Mapa de ubicación de la Provincia de San Román .....	39
Figura 22. Tamices para análisis granulométrico.....	42
Figura 23. Curva granulométrica del agregado fino.....	43
Figura 24. Curva granulométrica del agregado fino con 5 % de sustitución por relave minero.....	44
Figura 25. Curva granulométrica del agregado fino con 15 % de sustitución por relave minero.....	45
Figura 26. Curva granulométrica del agregado fino con 25 % de sustitución por relave minero.....	46
Figura 27. Curva granulométrica del agregado fino con 35 % de sustitución por relave minero.....	47
Figura 28. Curva granulométrica del agregado grueso.....	48
Figura 29. Curva granulométrica de la piedra chancada .....	49
Figura 30. Horno de temperatura constante del laboratorio.....	49
Figura 31. Determinación de peso unitario de los agregados.....	52
Figura 32. Ensayo de gravedad específica del agregado fino .....	56
Figura 33. Ensayo de asentamiento y consistencia del concreto.....	61
Figura 34. Asentamiento del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	61
Figura 35. Asentamiento del concreto $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> .....	62
Figura 36. Olla Washington con concreto fresco.....	63
Figura 37. Contenido de aire en el concreto.....	65
Figura 38. Probetas rotas en resistencia en compresión.....	69
Figura 39. Resistencia en compresión a los 7 días de concretos con $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> ....	70
Figura 40. Resistencia en compresión a los 7 días de concretos con $f'c = 280$ kg/cm <sup>2</sup> ....	71
Figura 41. Resistencia en compresión a los 14 días de concretos con $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> .	72
Figura 42. Resistencia en compresión a los 14 días de concretos con $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> ....	74

Figura 43. Resistencia en compresión a los 28 días de concretos con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .	75
Figura 44. Resistencia en compresión a los 28 días de concretos con $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .	76
Figura 45. Resumen de resistencia en compresión del concreto con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para diferentes edades.....	77
Figura 46. Resumen de resistencia en compresión del concreto con $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ para diferentes edades.....	79
Figura 47. Especímenes ensayados en tracción.....	80
Figura 48. Resistencia en tracción a los 7 días para el diseño $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .....	81
Figura 49. Resistencia en tracción a los 7 días de concretos con $f'=280\text{kg/cm}^2$ .....	82
Figura 50. Resistencia a la tracción a los 14 días para el diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	84
Figura 51. Resistencia en tracción a los 14 días para el diseño $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .....	85
Figura 52. Resistencia en tracción a los 28 días para el diseño $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .....	87
Figura 53. resistencia en tracción a los 28 días para el diseño $f'c 280\text{kg/cm}^2$ .....	88
Figura 54. Resumen de resistencia en tracción a los 7, 14 y 28 días - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ....	89
Figura 55. Resumen de resistencia en tracción a los 7, 14 y 28 días - $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ ....	91
Figura 56. Vigas de concreto ensayadas en flexión.....	92
Figura 57. Resistencia a la flexión a los 28 días de concretos con $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .....	93
Figura 58. Resistencia a la flexión a los 28 días de concretos con $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .....	94
Figura 59. Influencia en la resistencia a compresión de concretos con $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ...	96
Figura 60. Influencia en la resistencia a compresión de concretos con $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ ...	97
Figura 61. Influencia en la resistencia a tracción de concretos con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	99
Figura 62. Influencia en la resistencia a tracción de concretos con $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	100
Figura 63. Influencia en la resistencia a flexión de concretos con $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .....	101
Figura 64. Influencia en la resistencia a flexión de concretos con $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ .....	101
Figura 65. Asentamiento del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ para la muestra patrón y sustitución del 6%, 12%, 25% y 50%.....	103
Figura 66. Asentamiento del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ para la muestra patrón y sustitución del 5%, 15%, 25% y 35%.....	103
Figura 67. Asentamiento del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ de la muestra patrón y sustitución del 5% y 15%.....	105
Figura 68. Asentamiento del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ de la muestra patrón para la sustitución de 5%, 15%, 25% y 35%.....	105
Figura 69. PUC para $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ de la muestra patrón y sustitución del 10%, 20%, y el 30% de vidrio molido reciclado por agregado fino .....	106
Figura 70. PUC para $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ de la muestra patrón y sustitución del 5%, 15%, 25% y 35% RM por AF. ....	107
Figura 71. Contenido de aire para concretos de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ de la muestra patrón y sustitución del 10%, 20%, y el 30% de vidrio molido reciclado por agregado fino .....	108
Figura 72. Contenido de aire del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ de la muestra patrón y sustitución del 5%, 15%, 25% y 35% .....	109
Figura 73. exudación para $f'c=210\text{kg/cm}^2$ del concreto patrón y sustitución del 5%, 10%, y 15% de relave minero por agregado fino .....	109
Figura 74. exudación para $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ del concreto patrón y sustitución del 5%, 15%, 25% y 35%. .....	110
Figura 75. Resistencia en compresión para $f'c=210\text{kg/cm}^2$ del concreto patrón y sustitución del 5%, 10% y 15%. .....	111

Figura 76. Resistencia en compresión para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ de la muestra patrón y sustitución del 5%, 15%, 25% y 35% de RM por AF .....	112
Figura 77. Resistencia en compresión para $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ de la muestra patrón y sustitución del 5% y 10%. .....	113
Figura 78. Resistencia en compresión de concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ .....	114
Figura 79. Resistencia en tracción de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ de la muestra patrón y sustitución del 25%, 50%, 75% y 100% de relave minero por agregado fino .....	115
Figura 80. Resistencia en tracción de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ . .....	116
Figura 81. Resistencia en flexión para concretos de $210 \text{ Kg/Cm}^2$ , con adición de relave minero al 5%, 10% y 15% .....	117
Figura 82. Resistencia a la flexión para $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	118

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo, determinar la influencia de la sustitución del relave minero por agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y  $280\text{kg/cm}^2$ , Puno-2022. La metodología es de tipo aplicada, con un nivel explicativo, diseño cuasi experimental, con enfoque cuantitativo. La población estuvo conformada por 180 probetas cilíndricas y 30 vigas de concreto. Los resultados alcanzados para el diseño  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  muestran que en relación al concreto patrón( $255.9\text{kg/cm}^2$ ), las dosificaciones de 5%( $261.83\text{kg/cm}^2$ ), y 15%( $279.97\text{kg/cm}^2$ ), incrementaron la resistencia en 2.83% y 11.46% y con la sustitución de 25%( $235.22\text{kg/cm}^2$ ) y 35%( $216.25\text{kg/cm}^2$ ) disminuyen en 9.85% y 18.88%; para el diseño  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  muestran que en relación al concreto patrón( $334.95\text{kg/cm}^2$ ), las dosificaciones de 5%( $340.21\text{kg/cm}^2$ ), y 15%( $349.77\text{kg/cm}^2$ ), incrementaron la resistencia en 1.88% y 5.29% y con la sustitución de 25%( $305.96\text{kg/cm}^2$ ) y 35%( $281.52\text{kg/cm}^2$ ) disminuyen en 10.35% y 19.08%. El asentamiento en ambas resistencias cumple con los mínimos según el Comité ACI 211.1(tabla 4), la trabajabilidad del concreto disminuye conforme la dosificación aumenta; en cuanto a las propiedades mecánicas se concluye que la sustitución de RM por el AF influye de manera positiva para ambos diseños teniendo así la dosificación óptima de 15%, sin embargo, también es factible elaborar concretos con sustitución hasta el 35%.

### **PALABRAS CLAVE:**

Relave minero, concreto, propiedades físico-mecánicas



## **ABSTRACT**

The objective of this research was to determine the influence of the substitution of mining tailings for fine aggregate on the physical-mechanical properties of concrete  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  and  $280\text{kg/cm}^2$ , Puno-2022. The methodology is of an applied type, with an explanatory level, quasi-experimental design, with a quantitative approach. The population consisted of 180 cylindrical specimens and 30 concrete beams. The results achieved for the design  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  show that in relation to the specific pattern ( $255.9\text{kg/cm}^2$ ), the dosages of 5% ( $261.83\text{kg/cm}^2$ ), and 15% ( $279.97\text{kg/cm}^2$ ), increased the resistance in 2.83% and 11.46% and with the substitution of 25% ( $235.22\text{kg/cm}^2$ ) and 35% ( $216.25\text{kg/cm}^2$ ) decreasing in 9.85% and 18.88%; for the design  $f'_c=280\text{kg/cm}^2$  shows that in relation to the concrete pattern ( $334.95\text{kg/cm}^2$ ), the dosages of 5% ( $340.21\text{kg/cm}^2$ ), and 15% ( $349.77\text{kg/cm}^2$ ), increased the resistance in 1.88% and 5.29% and with the substitution of 25% ( $305.96\text{kg/cm}^2$ ) and 35% ( $281.52\text{kg/cm}^2$ ) they decrease by 10.35% and 19.08%. The settlement in both resistances meets the minimums according to the ACI Committee 211.1 (table 4), the workability of the concrete decreases as the dosage increases; Regarding the mechanical properties, it is concluded that the substitution of RM by AF influences positively for both designs, thus having the optimal dosage of 15%, however, it is also feasible to produce concrete with substitution up to 35%.

### **KEYWORDS:**

Mining tailings, concrete, physical-mechanical properties

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, el concreto es la materia más utilizada en la construcción por el ser humano en todo el mundo, además estudios realizados a este material determinaron que en la última década se duplicó su producción, para realizar su producción se utilizan elementos primos así como áridos, rocas, agua, material cementante y aditivo, lo cual resulta en una demanda de un sinnúmero de toneladas anualmente, a pesar de la importancia de este material muchas veces el procedimiento de su elaboración, colocación o curado no son adecuados lo que afectan directamente en su calidad, los factores que influyen pueden ser la calidad de los materiales, mano de obra, metodología, maquinaria y climático<sup>1</sup>. En México, la eficacia del mortero es dependiente de la masa de productos de hidratación producidos por interacciones químicas de los compuestos del cemento y el agua; dicho volumen, es dependiente de la proporción de agua y cemento utilizada en la mezcla y cuánto tiempo permanece húmedo el material<sup>2</sup>. En Chile<sup>3</sup>, explica que si bien, la gente es consciente de que la responsabilidad ambiental minera representa grandes riesgos hacia las poblaciones y ecosistemas aledañas, estas no han abordado una regulación o no se ha hecho una búsqueda de soluciones.

A nivel nacional, en el Perú ha experimentado un crecimiento exponencial en la parte económica durante las últimas 2 décadas, lo que ha llevado al incremento del desarrollo del sector de la construcción, debido a la demanda de los sectores mineros e industriales, donde se requiere de procesos optimizados y materiales actualizados para que se adapten a las nuevas demandas, de la misma manera que sucede en la industria del concreto del país ya que en el mercado actual se requiere diversos diseños de mezcla<sup>4</sup>. La NTP E.060 especifica que el cemento es una sustancia en polvo que, mediante la incorporación de una cantidad adecuada de agua, forma un aglutinante capaz de solidificarse. También se refieren al cemento Portland como un producto obtenido por aspersion de clínker<sup>5</sup>. También

---

<sup>1</sup> Orozco M. [et al] (2018 pág. 161)

<sup>2</sup> Solís, Moreno y Arjona (2007)

<sup>3</sup> Yurisch (2016)

<sup>4</sup> Vega (2019 pág. 7)

<sup>5</sup> Farfán, Pinedo, Araujo y Orbegoso (2019)

está la problemática de los productos residuales del proceso minero, habitualmente llamados relaves en; los cuales en grandes cantidades son contaminantes y es un inconveniente en el tema de gasto y administración para la industria minera. Es por ello que el impacto ambiental de la minería, aún es objeto de debate.<sup>6</sup>

A nivel regional, en Puno la minería informal de oro en depósitos aluviales, de igual manera que la minería de cielo abierto, posee un gran impacto en el entorno paisajístico, ya que elimina completamente la flora y el suelo encima del yacimiento a explotar, lo que genera desperdicios y grandes cantidades de materiales que fueron explotados, causando daños ambientales graves y contaminando también al entorno<sup>7</sup>. Asimismo<sup>8</sup> explica que existen acciones de la minería informal en Cojata, también, en lugares pertenecientes al país colindante, Bolivia, que originan relaves mineros, donde estas no tienen ningún proceso de tratado y a la vez son acumulados en la superficie de los suelos y en estanques de agua, u otras veces solamente al río Suches, por dicho motivo, nuestra investigación está enfocada en la reutilización de dicho material que es un problema ambiental, puesto que esta se pretende utilizar en la elaboración de concretos que es el material más importante en la industria de la edificación.

En la investigación presente, se utilizará material explotado de la industria minera como agregados para la elaboración de concretos 210kg/cm<sup>2</sup>, 280kg/cm<sup>2</sup>. Ya que dicho material representaría un riesgo por el nivel de toxicidad que se pueden encontrar en sus compuestos, lo que empeora su peligro, generando impactos contaminantes<sup>9</sup>. Con lo expuesto anteriormente, cabe la necesidad de realizar un estudio en donde dicho material se pueda reutilizar y así mitigar la contaminación, por eso identificamos la pregunta del problema general: ¿Cómo es la influencia de la sustitución del relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y  $280\text{kg/cm}^2$  en el C.P. La Rinconada, Puno-2022? y los problemas específicos son ¿Cómo serán las características físicas de las mezclas de concretos  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  con la sustitución del relave minero en el agregado fino, en el C.P. La Rinconada, Puno-

---

<sup>6</sup> Romero y Salinas (2020).

<sup>7</sup> Giraldo (2017)

<sup>8</sup> Rómulo (2016)

<sup>9</sup> Menéndez y Muñoz (2021)

2022?, ¿Cómo serán las características mecánicas de las mezclas de concretos  $f'c=210kg/cm^2$  y  $f'c=280kg/cm^2$  con la sustitución del relave minero en el agregado fino, en el C.P. La Rinconada, Puno-2022?, y ¿Cómo es la influencia de la sustitución del relave minero en el agregado fino en porcentajes de 5, 15, 25, y 35 en las propiedades físico-mecánicas para concretos con  $f'c=210kg/cm^2$  y  $f'c=280kg/cm^2$ , Puno-2022?.

Como justificación teórica, en la presente investigación se definirá la dosificación óptima de concretos con un  $f'c=210kg/cm^2$  y  $f'c=280kg/cm^2$  con agregado fino procedente de los residuos de la industria minera (relave minero) que sustituirán al agregado fino que habitualmente se usa, así también este estudio aportará a investigaciones futuras aumentando información y conocimientos acerca de la reutilización del material explotado de los procesos mineros, elaborando concretos con una resistencia de  $f'c=210kg/cm^2$  y  $f'c=280kg/cm^2$ , además de incentivar también hacia el reciclaje de elementos contaminantes del ambiente como lo son los residuos o relaves mineros. Como justificación metodológica, para llegar a lograr los objetivos planteados inicialmente, se debe realizar la aplicación del método científico, esto de acuerdo a los diferentes textos de la metodología de la investigación, además se utilizarán ensayos estandarizados, teniendo datos numéricos, dándole un enfoque cuantitativo a este estudio, donde también esta investigación servirá como referencia a futuros estudios. Justificación técnica, si bien, se presenta antecedentes donde elaboran concretos con relave minero, pero en varios estudios no llegan a realizar un examen de toxicidad, donde el principal problema llega a ser los componentes químicos que están en los residuos mineros, por ese motivo, en este estudio también se realizara ensayos químicos con la finalidad de mitigar la toxicidad que estos agregados poseen, así tener la seguridad de utilizar libremente los agregados provenientes de los restos mineros en mezclas de concreto, además se tiene el propósito de elaborar concretos y estudiar su conducta cuando se le someta a las pruebas de resistencia. Así mismo la justificación social que tiene esta investigación es generar una mejor calidad de vida a la población ya que se busca reciclar el material desechado de las minas, mitigando también la contaminación que estas producen en el entorno de la región, además de incentivar en otras investigaciones al reciclaje de materiales

contaminantes y la reutilización de estas con el propósito de reincorporar la vida útil de estos componentes. porque tiene el propósito de elaborar concretos y estudiar su comportamiento mediante los ensayos de resistencia, esto servirá de base para los investigadores para la elaboración de nuevos estudios. La justificación económica es debido a que los concretos tendrán como material los agregados productos de la explotación minera, siendo estas recicladas, ahorrando así los costos de agregados en buen estado, finalmente se tiene la justificación ambiental, ya que esta investigación se motiva en reducir los desechos de material producido por las industrias mineras, así mismo se incentiva a los interesados en optar por incorporar al concreto, materiales que se consideran como desechos mineros, con la finalidad de que estas tengan propiedades similares a un concreto convencional.

En la presente investigación se plantea como objetivo general de determinar la influencia de la sustitución del relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y  $280\text{kg/cm}^2$  en el C.P. La Rinconada, Puno-2022, así mismo los objetivos específicos son: Determinar las características físicas de las mezclas de concretos  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  con la sustitución del relave minero en el agregado fino, en el C.P. La Rinconada, Puno-2022. Determinar las características mecánicas de las mezclas de concretos  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  con la sustitución del relave minero en el agregado fino, en el C.P. La Rinconada, Puno-2022, y determinar la influencia de la sustitución del relave minero en el agregado fino en porcentajes de 5, 15, 25, y 35 en las propiedades físico-mecánicas para concretos con  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Puno-2022.

Por lo que, la presente investigación formula la siguiente hipótesis, la influencia de la sustitución del relave minero en el agregado fino sobre las propiedades físico-mecánicas para concretos con  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ; son factibles sustituyendo un 15% y 25% de relave minero en árido fino. Además, se formula las hipótesis específicas las cuales son: Las características físicas de la mezcla de concretos de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  con la sustitución del relave minero en el agregado fino; no tendrán una varianza significativa, las características mecánicas de los concretos con la sustitución del relave minero en el agregado fino, serán un 10% menores a las resistencias mecánicas diseñadas, la sustitución del

relave minero en el agregado fino en porcentajes de 15 y 25 son óptimas en las propiedades físico-mecánicas para concretos con  $f'c=210kg/cm^2$  y  $f'c=280kg/cm^2$ , Puno-2022.

## II. MARCO TEÓRICO

Con la finalidad de desarrollar el presente trabajo de investigación se indago una cantidad de investigaciones similares que se publicaron años atrás, donde en el ámbito internacional se encuentra el estudio de Chavarría y otros (2021) con el objetivo de elaborar concretos utilizando arcilla cocida como agregado fino para analizar las propiedades mecánicas del hormigón, donde la metodología utilizada fue de tipo aplicada con desarrollo experimental y un enfoque cuantitativo; donde se reemplazara la arena por el arcilla cocida, en distintos porcentajes, en 0, 15, 20 y 25%, donde los resultados obtenidos fueron; para el diseño patrón fue de 423.83kg/cm<sup>2</sup> y de los concretos con un arcilla cocida al 15% fue de 438.57kg/cm<sup>2</sup>; al 20% fue de 449.47kg/cm<sup>2</sup> y al 25% fue de 460.13kg/cm<sup>2</sup>; resistencia a tracción del diseño patrón fue de 41.33kg/cm<sup>2</sup> y de los concretos con un arcilla cocida al 15% fue de 30.33kg/cm<sup>2</sup>; al 20% fue de 32.00kg/cm<sup>2</sup> y al 25% fue de 34.00kg/cm<sup>2</sup> y la resistencia a flexión para el diseño patrón fue 46.00kg/cm<sup>2</sup> y de los concretos con un arcilla cocida al 15% fue de 37.00kg/cm<sup>2</sup>; al 20% fue de 40.67kg/cm<sup>2</sup> y al 25% fue de 40.67kg/cm<sup>2</sup>. Donde concluye que es viable reemplazar la arcilla cocida por agregado fino en un 25% de mostrando que se mejora el comportamiento mecánico, pero en el asentamiento no se tiene el mismo comportamiento ya que los resultados obtenidos decaen respecto al diseño patrón.

También se encuentra el estudio de Hernández y Rojas (2021) con el objetivo de proponer la utilización de vidrio molido reciclado como sustituto del agregado fino, con porcentajes de reemplazo de 4%, 5%, y 6%, evalúan la conducta mecánica de los concretos elaborados con vidrio molido reciclado. Donde la metodología que utilizo el tesista es de tipo aplicada, en el que la población consta de 24 muestras cilíndricas; los resultados de las pruebas realizadas, los 4 diseños alternativos de mezcla exhibieron buenas propiedades mecánicas, para el diseño patrón se alcanzó una resistencia en compresión de 220.85kg/cm<sup>2</sup> y al sustituir el vidrio molido porcentajes de 4%, 5%, y 6% tenemos 216,26kg/cm<sup>2</sup>, 221.811kg/cm<sup>2</sup> y 235.22kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Se concluye que el ensayo de resistencia axial se realizó de acuerdo a la norma NTC 673, se alcanzaron mejores resultados con una sustitución del 6% de vidrio molido superando al concreto patrón siendo viable usar el vidrio molido reciclado como sustituto parcial de agregado fino.

Asimismo, Loyola y Valencia (2019), con el objetivo de, elaborar bloques con agregados de relave minero, también con residuos de construcciones, con una metodología de estudio donde el estudio se desarrolló con un enfoque mixto, diseño experimental-descriptivo. Se emplean el método deductivo e inductivo. Las técnicas utilizadas se encuentra las encuestas y entrevistas, resultados A través de ensayos de ingeniería realizados en bloques de construcción complejos, llegaron a los resultados que permitieron clasificarlos según INEN 3066, por la menor resistencia a la compresión de los bloques Clase C utilizados. y para pruebas de absorción según los resultados y consejos recibidos en el laboratorio según la norma vigente; No existe una tasa de absorción específica para bloques de clase B y C, pero para bloques de clase A, la absorción máxima debe ser del 5%; Con esta referencia, no se puede recomendar el prototipo de bloque solo porque tiene una alta tasa de absorción. Concluye que, al momento de elaborar los bloques, las materias primas se marcan de tal manera que la dosis de materiales empleados en la elaboración de los bloques se establece para cada experimento realizado con pruebas, restos de construcción y cemento Portland.

Como antecedente nacional, se tiene la investigación de Guillermo y Santiago (2021), que tiene el objetivo de precisar la influencia del reemplazo de la arena por relave minero, en la características físico-mecánicas para el diseño de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ; es tesista utilizo la metodología de tipo aplicada con un enfoque cuantitativo, el diseño de la investigación fue pre-experimental, en el cual se hicieron 27 probetas reemplazando la arena o agregado fino por 0%, 5% y 10% para realizar las pruebas de compresión, previamente el relave minero se llevó a un análisis químico donde la técnica empleada fue la fluorescencia de rayos X, teniendo resultados del ensayo en resistencia axial para el concreto patrón de 244; 272.33 y 307kg/cm<sup>2</sup>; la resistencia reemplazando 5% de relave minero es de 241, 266.67 y 296.67kg/cm<sup>2</sup>; y con un 10% de reemplazo del relave la resistencia lograda fue de 233.33; 260 y 287.67kg/cm<sup>2</sup>; concluyendo que las características físico-mecánicas del concreto a las dosificaciones experimentadas, no influye significativamente en la resistencia en relación a la muestra patrón, originando un ahorro en la cantidad de material fino que se puede reemplazar.



También, se encuentra el estudio de Aguilar y Lama (2020) que tiene por objetivo general el revelar el efecto del remplazo del árido fino por relave de mina, acerca de la resistencia uniaxial para un  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con una metodología de estudio de diseño experimental donde se realizó un total de 36 probetas reemplazando 5, 10 y 15% de relave por arena. Obteniendo resultados donde para la mezcla con el 5%, se obtuvo 173, 200 y  $249 \text{ kg/cm}^2$ ; con un reemplazo del 10% de relave se obtuvo 158, 202 y  $259 \text{ kg/cm}^2$ , y por último con un reemplazo del 15% se obtuvo 158, 206 y  $281 \text{ kg/cm}^2$ ; con una rotura a los 7, 14 y 28 días respectivamente, superando a la resistencia patrón de  $233 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días en todos los casos. Asimismo, Concluye que para la sustitución de relave por la arena es una práctica favorable para una resistencia planteada de  $f'c$  de  $210 \text{ kg/cm}^2$ , donde se puede sustituir hasta un 15%, reutilizando dicho material.

Carhaumaca y Coras (2019) tiene el objetivo de describir la atribución de los desechos mineros como áridos finos para fabricar concretos con un  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , teniendo una metodología de estudio utilizado fue el científico, tipo aplicado, nivel explicativo cuasi experimental, además, la población incluye 96 testigos, y la muestra incluye 72 controles, donde como resultado se tiene que la resistencia de la mezcla patrón de diseño fue del  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , utilizando  $9.39 \text{ kg}$  de cemento, con una resistencia de  $420.735 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días, pero cuando se le adiciona relave minero en un 25%, se emplea  $7.04 \text{ kg}$  de cemento, teniendo una resistencia de  $387.645 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días, que corresponde un 92.14% con respecto a la muestra patrón, con un 50% de relave, tiene una resistencia de  $162.775 \text{ kg/cm}^2$  que es equivalente al 38.69% de la muestra patrón. Concluye que la utilización de desechos mineros como arena, llega a mejorar las particularidades de resistencia superior a  $f'c 175 \text{ kg/cm}^2$ , donde se observa ventajas es dosificaciones de 10% y 25%, ya que las resistencias alcanzadas con dichas dosificaciones, logran asemejarse al del concreto patrón, asimismo cumpliendo con las normativas de la E.060 y la ASTM-C39, pero cuando el relave minero esta con una dosificación de 50%, este concreto no logra alcanzar los requerimientos de dichas normas.

Para una mejor comprensión del estudio, se presenta también artículos científicos como el de Benahsina, Haloui, Taha y Elomari (2022) con el objetivo de evaluar la utilización de relaves de minas de cobre para sustituir a las arenas naturales en

concretos de 250Kg/cm<sup>2</sup>, con método de estudio de carácter experimental, donde las proporciones de sustitución son del 0%; 50% y 100%. Donde se les puso a pruebas mecánicas para observar su comportamiento. El resultado demostró que la sustitución porcentual afecta a la resistencia a uniaxial, donde en el concreto de sustitución en 0%, alcanza una resistencia de 330kg/cm<sup>2</sup>; a una sustitución del 50% alcanza 327kg/cm<sup>2</sup>; y a una sustitución del 100% alcanza 325kg/cm<sup>2</sup>, a fuerzas de flexión en sustitución del 0, 50 y 100%; alcanza 50kg/cm<sup>2</sup>; 40kg/cm<sup>2</sup> y 45kg/cm<sup>2</sup> respectivamente; y a fuerzas de tracción, alcanza 30kg/cm<sup>2</sup> para todos los casos, concluye que es posible la utilización de relaves de minas de cobre para la sustitución de áridos naturales, donde esta es una alternativa innovadora que puede beneficiar ambiental y económicamente el proceso de elaboración de concretos.

También está el artículo científico de Elchalakani, Basarir, Karrich, Sadrossadat y Yang (2021) con el objetivo de elaborar una alternativa para utilizar relaves mineros de oro como un sustituto de la arena de cuarzo para crear concretos UHPC (concretos de ultra alto desempeño). Con una metodología donde el relave de la mona de oro se obtuvo en Australia; donde a través de la espectrometría de emisión óptica se determinan los elementos químicos que estas contienen; también el porcentaje de sustitución de relave por arena de cuarzo fue de 20; 40; 60; 80 y 100%, logrando los siguientes resultados: la resistencia a compresión a los 28 días, para el concreto patrón fue de 142Mpa; para un reemplazo del 20% se obtuvo 148Mpa; en 40% fue de 140Mpa; en 60% fue de 150Mpa; en 80% fue de 140Mpa; y en 100% fue de 130Mpa; para en esfuerzos en tracción en los mismos porcentajes empezando por el concreto patrón fue de 7.5Mpa; a una sustitución del 20% fue de 8Mpa; en 40% fue de 9Mpa; en 60% fue de 8Mpa; en 80% fue de 6.5Mpa; y en 100% fue de 7Mpa. Concluye que la sustitución del relave minero de oro para la producción de concretos UHPC, pueden reducir los impactos ambientales y negativos que causa el proceso para la obtención de la arena de cuarzo.

De igual forma el artículo científico de Arias, Córdova y Gómez (2021), teniendo el objetivo de presentar opciones de reutilización de materiales destituidos y relaves mineros en la industria de la construcción a través de la fabricación de morteros, teniendo una metodología de diseño experimental, donde se realizó una

caracterización física de los agregados compuestos de relaves mineros y suelos degradados, también realizando el diseño de mezclas de morteros para una resistencia de 60kg/cm<sup>2</sup>, teniendo como resultados que en el mortero elaborado con relave minero, en un curado de 28 días seguidos, se logró obtener una resistencia de 70kg/cm<sup>2</sup>, superando así a la mezcla diseñada, concluye que se pueden crear alternativas al uso de minerales y terrenos mineros degradados como usos alternativos con respecto a la cantidad de residuos que quedan del proceso minero.

Como antecedentes en otro idioma se tiene el estudio de Balegamire, Nkuba y Dable (2022), with the aim of making cobblestones with tailings material from gold mines, replacing the natural sand from the water source found in Mississippi; with an experimental methodology, where X-ray fluorescence was used to test the chemical elements of the tailings; also, cobblestones were made with the incorporation of mining tailings and natural aggregates from the river; As results, it was obtained that the breaking stress in the pavers with the incorporation of mining tailings was 260.90kg/cm<sup>2</sup>; and in those of natural sand they were 269.02kg/cm<sup>2</sup>; and concludes that the chemical composition of mining tailings is 50% silica and 21.6% chlorite, which can explain how feasible it is as a substitute for sand.

También se tiene el estudio de Gou, Zhou y Ying (2019) with the objective of carrying out a review of the use of tailings as a substitute for fine aggregate, whether in concrete or mortar. With a methodology that uses a documentary analysis, which focuses on the collection of texts; where the results obtained were that the compressive strength of the mining tailings at 0% is 45Mpa; but it increases the resistance of replaced tailings by 10 and 20% is 48Mpa; but in 50 and 60% these decrease to 40Mpa; but there are studies where they explain that, if you replace fine aggregates by 100%, they improve the bending capabilities; where at 0%, it reaches a bending of 9.5Mpa; but with substitution of tailings for sand, by 20%, it is 9.8Mpa; in 60%, it reaches 11Mpa; and in 100% it reaches 9MPa; where it is concluded that the use of tailings less than 30% substitution with sand increases the compressive strength, but if these exceed that substitution, they decrease.

Valle, Lacerda, Jacques y Souza (2021) o objetivo de realizar a análise da necessidade de reaproveitamento de resíduos da construção civil em diversas

classes como argila cerâmica e cimento; como substitutos de agregados em concreto, com uma metodologia em que os concretos são feitos com 25%, 50% e 100% de agregados reciclados, utilizando 3 tipos de restos: cimento, cerâmica e mistura de ambos, nas dosagens obtidas na usina de reciclagem . O resultado na resistência à compressão é afetado pela incorporação do agregado RCD à mistura. Os testes de compressão obtidos pelos testes de CP cilíndricos indicam o pior desempenho dos traçados ARV. Mas, aos 28 dias, com uma dose de 25% ARC, ARM e ARV, com 50% ARC e ARM e com 100% ARC apresentaram uma redução na resistência de 15%. Como conclusão, pode-se indicar que a segregação do resíduo não é necessária, pois seu comportamento é semelhante ao do concreto com agregados cimentícios e mistos. Os desempenhos mecânicos são afetados negativamente pela incorporação de restos. O desempenho de durabilidade pode ser otimizado através do uso de agregados reciclados.

Como teorías relacionadas al tema se tiene que la sustitución del relave minero por agregado fino, se puede definir como que el agregado fino son las partículas de grano pequeño que pasan el tamiz de 3/8" pero son retenidos en la malla 200; que estas son la materia prima para la elaboración de concretos; y en esta investigación se pretende sustituir este material por el material que fue desechado por las minas, también denominada relave minero; que son desechos mineros, pero con la diferencia que estas tienen un tamaño que oscila de limos asta arena; y que son de naturaleza polimetálica sulfurada, con contenido alto de metales pesados como Cu, Pb, Zn, Fe, Cd y As. Esta propiedad convierte a los relaves en un productor potencial de agua ácida en el medio ambiente alrededor de la cuenca de los distintos ríos donde esta se deposita. Cabe señalar que los relaves son fruto de la ganga, que es el residuo sólido de una planta de beneficio por flotación de minerales sulfurados, debido a que presenta metales pesados condensados<sup>10</sup>. Explicando un poco mejor acerca del relave y las diferencias que existen entre los desmontes mineros con este material; cabe resaltar que los metales pesados son definidos como los elementos que poseen una densidad superior al de 4g/cm<sup>3</sup>; y de masa atómica mayor a 20; y estas pueden llegar a ser muy tóxicos, aun cuando se

---

<sup>10</sup> Romero y Flores (2018)

presentan en bajas cantidades; son una amenaza por su característica no degradable, que perduran en el tiempo con la misma toxicidad<sup>11</sup>. Además,<sup>12</sup> indica que en la minería de plomo causa también riesgos de salud ambiental, ya que los desechos mineros tienen una cierta cantidad de plomo y que estas con el calor tienden a evaporarse y están en el aire, contaminándolo de cierta manera, también pasa cuando es desechado en las fuentes de agua, donde estas pueden ser ingeridas, siendo un riesgo para la salud.

Existen pruebas para determinar la cantidad de elementos químicos del relave minero; como la prueba de digestión multiácida; que trabaja con 2 métodos, uno que es el plasma de acoplamiento donde existe ionización, actividad conjunta con el espectrograma de emisiones ópticas; que determina el volumen de metales como plata, aluminio, boro, hierro, cobre, etc.; donde utiliza ácido fluorhídrico, ácido perclórico, ácido clorhídrico y ácido nítrico<sup>13</sup>.



**Figura 1.** Ensayos químicos de los suelos

Fuente: LABPERÚ E.I.R.L. (2020)

Del mismo modo tenemos la prueba para cloruros por digestión específica-volumetría, donde se determina la cantidad de volumen de una concentración de la muestra, la prueba de sulfatos por digestión específica-fotometría, donde se debe

---

<sup>11</sup> Pabón, Benitez, Sarria y Gallo (2021)

<sup>12</sup> Caravanas, et al (2014)

<sup>13</sup> LABPERÚ E.I.R.L. (2020)

tener una muestra mínima de 250gr, donde se pone al horno en 60°C, y se le sumerge en la solución, determinando el contenido de iones de sulfatos. También está la prueba de sales solubles por digestión específica, donde se tiene un proceso similar, pero determinando el volumen de nitratos solubles, cloruros solubles, carbonatos, hidróxidos; y sulfuros.<sup>14</sup>

Se tiene también el concepto de Concreto, que este es un material compuesto de agua grava arena y cemento, este material es mundialmente utilizado en las construcciones debido a sus características de versatilidad y bajo costo, su demanda incrementa a medida que la población lo hace. Pastrana <sup>15</sup>

Según<sup>16</sup> la densidad del hormigón está relacionada principalmente con el tipo y la densidad del agregado incorporado. La arena y la grava o la piedra triturada son los agregados más comunes en el concreto de peso normal, donde la densidad típica está en el rango de 2080 a 2400 kg/m<sup>3</sup>.

Componentes del concreto; Cemento, El Clinker es el componente principal; es un mineral artificial que se obtiene calcinando silicatos, aluminio y ferro aluminatos de calcio, arcilla y caliza a temperaturas entre 1350 y 1450 °C, luego pulverizándolo y mezclándolo con yeso y otros aditivos. Es reconocido como un material aglomerante con propiedades como adherencia y cohesión, lo que facilita la unión de minerales, otorgándoles la durabilidad y resistencia que necesitan.<sup>17</sup>

Además, se puede entender por cemento como un material inorgánico, donde su elaboración técnica se inició a mediados del siglo XIX, actualmente es un material esencial para el uso de la construcción. Además, este incumbe a la clasificación de conglomerante hidráulico ya que, al hacer contacto con el agua, se llega a producir pastas que poseen la capacidad de fortalecer con materiales rocosas y se endurece gradualmente, incluido al entrar en contacto con el aire, dando resultado bloques compactos que son resistentes al agua.<sup>18</sup>

---

<sup>14</sup> Chaiña y Paz (2015)

<sup>15</sup> Jhonny (2019 pág. 175).

<sup>16</sup> Vangeem, Holm, & Ries (2013)

<sup>17</sup> Abanto (2009)

<sup>18</sup> Yanay Rosa (2017 pág. 78)

También es necesario saber que los agregados invaden el mayor volumen de un concreto en las obras civiles, aproximadamente son el 75% al 90% en caso de pavimentos así mismo, este generalmente se divide en dos tipos de agregados, el grueso y el fino, donde el grueso es el material retenido por el malla N<sup>a</sup> 4 y el fino es el material pasante por la malla N<sup>o</sup>4 y retenido por la malla N<sup>a</sup> 200, estos además son provenientes de las rocas, la cual se obtiene por el proceso de fragmentación que pueden ser de proceso natural o mecánico.<sup>19</sup> También puede ser definida como un grupo de arenas y gravas ya sean de origen natural o sintético, que consiguen ser procesadas o modificadas y cuyo tamaño se encuentra dentro de los términos descritos por la NTP 400.037.

Donde la granulometría según la NPT 400.037 y/o ASTM C33 estará seleccionada por las mallas N<sup>o</sup> 4 hasta el N<sup>o</sup> 100, donde se especifica a continuación.

**Tabla 1.** Tamices límites del agregado fino utilizado en concretos

TAMIZ		Porcentaje que pasa
3/8"	9.500mm	100%
N <sup>o</sup> 4	4.750mm	95% al 100%
N <sup>o</sup> 8	2.360mm	80% al 100%
N <sup>o</sup> 16	1.180mm	50% al 85%
N <sup>o</sup> 30	600um	25% al 60%
N <sup>o</sup> 50	300um	10% al 30%
N <sup>o</sup> 100	150um	2% al 10%

Fuente: NTP 400.037 (2014)

**Tabla 2.** Módulo de finura para clasificar a los agregados

Tipo	Módulo de finura
Grueso	2.90gr a 3.20gr
Fino	1.50gr a 2.20gr
Muy Fino	1.50gr

Fuente: NTP 400.037 (2014)

<sup>19</sup> Muñoz, Torres y Guzmán (2019 pág. 26).

**Tabla 3. Requerimientos granulométricos del agregado grueso**

USO	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
		100 (mm)	90 (mm)	75 (mm)	63 (mm)	50 (mm)	37.60 (mm)	25 (mm)	19 (mm)	12.5 (mm)	9.5 (mm)	4.75 (mm)	2.36 (mm)	1.18 (mm)	300 (um)
1	90 mm a 37.50 mm	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
2	63 mm a 37.50 mm	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
3	50 mm a 25 mm	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
357	50 mm a 4.75 mm	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-	-
4	37.50 mm a 9 mm	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-
467	37.50 mm a 4.75 mm	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-	-
5	25 mm a 12.50 mm	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	-
56	25 mm a 9.50 mm	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-	-
57	25 mm a 4.75 mm	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-	-
6	19 mm a 9.50 mm	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-	-
67	19 mm a 4.75 mm	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-
7	12.50 mm a 4.75 mm	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-	-
8	9.50 mm a 2.56 mm	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	-
89	9.50 mm a 1.18 mm	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75 mm a 1.18 mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: ACI 211.

También, se puede decir que **el agua** es una sustancia, donde su partícula se encuentra edificada por 2 átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H<sub>2</sub>O) y Actúa como lubricante para favorecer al revenimiento de la mezcla.<sup>20</sup> Debido a que el agua utilizada en el hormigón es la misma que se utiliza para el consumo humano, debe encontrarse limpia, libre de sustancias comerciales y orgánicas, ya que puede afectar la resistencia del hormigón así como su fraguado. Teniendo esto en cuenta, el H<sub>2</sub>O debe cumplir con los requisitos de las normas ASTM C 1603 y NTP 339.088.

El **diseño de mezclas**, donde<sup>21</sup> explican que el diseño de concreto tiene varios factores como el de los agregados que se tiene, ya que estas definen el proceso de combinación de concreto; donde el hormigón es prácticamente la adición de agua, cemento y agregados; también es recurrente insertar aditivos que logran que esta tenga propiedades beneficiosas acorde a las necesidades de la obra.

En el Perú, el método que se aplica para la definición de la dosificación de materiales es el ACI del comité 211.1; donde define los procesos que se deben tener en cuenta para la correcta dosificación del concreto; teniendo en cuentas los

<sup>20</sup> Carrasco (2019 pág. 39)

<sup>21</sup> Giraldo y Ramos (2017)



datos de los agregados como es el de pesos unitarios, la absorción, humedad, y las características de aditivos a incorporarse.<sup>22</sup>

Se tiene el concepto de las características físicas del concreto, al incluir cualidades reconocibles y/o medibles a simple vista, donde estas son independientes.<sup>23</sup>

También el concepto de las características mecánicas del concreto, es decir las que están coherentes con la actuación del concreto al momento de someterlo a esfuerzos mecánicos.<sup>24</sup>

Donde además se debe conocer de manera complementaria el proceso del fraguado que comienza con pérdida de viscosidad de la lechada, momento en el que deja de ser mutable ante fuerzas comparativamente pequeñas, y aborda un proceso de endurecimiento donde la estructura de la pasta adquiere progresivamente resistencia mecánica. En el estado de fraguado final, se debe comenzar el transcurso de curado. En el fraguado, es importante estipular si se requieren aditivos que controlen la tasa de secado, ya que factores como la temperatura pueden afectar la tasa de hidratación del cemento, lo que significa retrasar el secado, el fraguado y el posteriormente el endurecimiento y desarrollo de la resistencia mecánica de la mezcla.

Donde el curado del concreto se entiende por la conservación suficiente de la humedad y calor en la mezcla a edad temprana, para que pueda desarrollar las propiedades de diseño con el método ACI. El curado inicia luego del vertido para que pueda desarrollar su durabilidad según su edad. Sin un suministro correcto de humedad, los materiales cementantes no pueden reaccionar por ende la mezcla se vuelve pobre, además se debe tener en cuenta el secado donde en esta etapa se elimina el agua de la mezcla, que es necesaria la reacción química llamada hidratación, ya que, sin la existencia de dicha reacción, el hormigón no podrá lograr sus propiedades ideales.<sup>25</sup>

---

<sup>22</sup> Cáder y Oliva (2012)

<sup>23</sup> Ruiz & Vasallo (2018)

<sup>24</sup> Ruiz & Vasallo (2018)

<sup>25</sup> Soto y Marín (2019)

La trabajabilidad del concreto es la cualidad que tiene al momento de ser manipulado, es decir si su manipulación es fácil o no; esto se aprecia cuando el concreto se encuentra fresco, su determinación se realiza mediante el ensayo de revenimiento con el cono Abrams; donde a la medida se le denomina slump; donde se realiza con un cono de dimensiones estandarizadas de 30cm de alto, de diámetro mayor de 20cm, diámetro menor de 10cm; donde se pone el concreto en 3 capas, donde cada capa es golpeada por una barra circular de acero liso, con golpes de 25 veces por cada capa; y luego se arrebatata el cono, quedando solo la mezcla, y su medida se realiza con una regla de forma vertical al nivel de la parte superior del cono.



**Figura 2.** Ensayo de revenimiento (Cono de Abrams)

Fuente: Chaiña y Paz (2015)

**Tabla 4.** Revenimientos sugeridos según tipo de construcción

Construcción de concreto	Revenimiento mm (pulg.)	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzada	75 (3)	25 (1)
Zapatas, cajones y muros de subestructuras sin refuerzo	75 (3)	25 (1)
Vigas y muros reforzados	100 (4)	25 (1)
Columnas de edificios	100 (4)	25 (1)
Pavimentos y losas	75 (3)	25 (1)
Concreto masivo	75 (3)	25 (1)

Fuente: ACI 211.1

Peso unitario: Es el peso compactado del espécimen representativo del hormigón, expresado en kilogramos/metro cúbico.

Contenido de aire: De acuerdo a las normas se dice que mientras más aire incluye el concreto, su resistencia decaerá gradualmente, por otro lado, es primordial que el hormigón tenga un considerable contenido de aire en climas con bajas temperaturas. Existen normativas con procedimientos diferentes para determinar el contenido del aire: como la ASTM C231; ASTM C173; ASTM C138.

La segregación se debe a las variadas densidades que tiene la mezcla de hormigón, es decir que las partículas de gran tamaño por acción de la gravedad van a deslizarse hacia abajo; causando una mala distribución de los tamaños de agregados, lo que origina una separación visible de los compuestos grandes, esta diferencia se le conoce como segregación



**Figura 3.** Segregación en estructuras de concreto  
Fuente: Aceros Arequipa (2018)

La exudación del concreto, es una característica que se debe al agua, es decir cuando esta escapa hacia la superficie, donde esta puede contenerse gracias a la finura de los agregados, es decir que, si existen más agregados que pasen el tamiz N°100, no habrá mucha exudación, ya que estas retienen el agua<sup>26</sup>

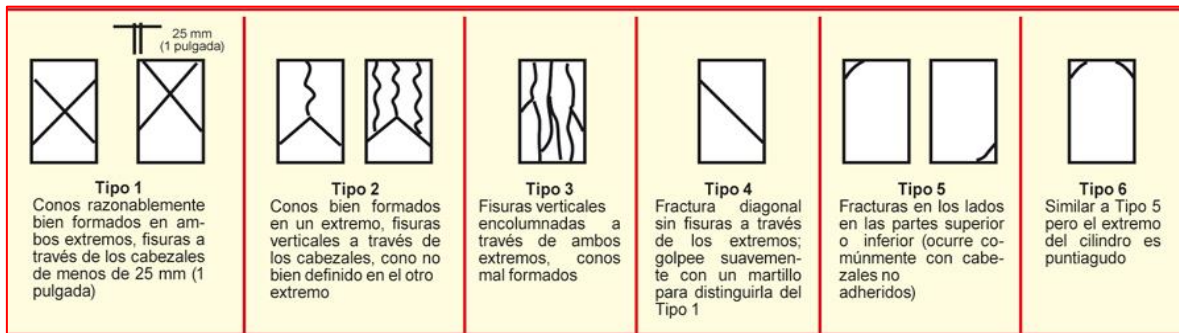
Además, otro concepto importante es la resistencia a la compresión simple que se explica como la primordial propiedad mecánica de la mezcla. Se refiere al contenido

---

<sup>26</sup> Chaiña y Paz (2015)

de carga que puede llegar a soportar por unidad de área, y se formula como presión, habitualmente en kg/cm<sup>2</sup>, MPa a veces en psi.<sup>27</sup>

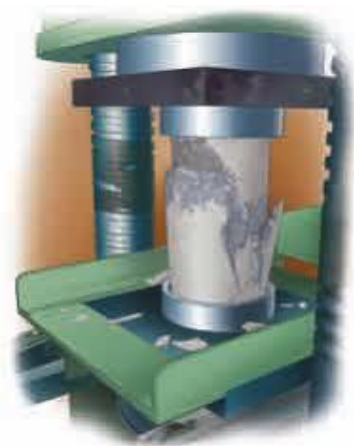
**Figura 4. "tipos de falla"**



Fuente: Chaiña y Paz (2015)

Los valores alcanzados en los ensayos de resistencia axial se usan principalmente para definir si la composición del hormigón ofrecido satisface los requisitos específicos de resistencia axial para una determinada estructura.<sup>28</sup>

Los cilindros tienen una medida estándar de 6"x12" o 4"x8" que se someten a un control de calidad donde se realiza las probetas y se curan según la normativa ASTM C31 que explica la forma estándar para el proceso del curado de estos. Luego se ponen a prueba de compresión de acuerdo a ASTM C39, que explica el proceso de la rotura de probetas a fuerzas de compresión.



**Figura 5. Ensayo de resistencia axial**

Fuente: Hernández (2006)

<sup>27</sup> Pérez (2019 pág. 18).

<sup>28</sup> Vu et al (2020)

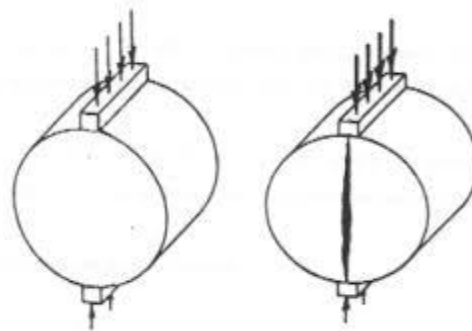
La resistencia a la flexión del concreto, es un ensayo donde primero se deben realizar primas de concreto, donde la sección transversal debe ser de 6"x6", es decir 15cm x 15cm aproximadamente, teniendo una longitud mínima de 3 veces su grosor. Donde las cargas son aplicadas en sus 2 tercios de la viga o prisma, cabe resaltar que la velocidad de la fuerza será constante,



**Figura 6.** Ensayo de resistencia a flexión

Fuente: Hernández (2006)

La resistencia a la tracción del concreto, es difícil de realizarlo, por eso se utilizan correlaciones a través de un método indirecto, también llamado habitualmente como método brasileño, donde se determina la resistencia de flexo tracción. Donde el ensayo consiste en la rotura de un espécimen cilíndrico donde se aplica las cargas para que la rotura este en la línea diametral.



**Figura 7.** Ensayo de resistencia a flexión

Fuente: Chaiña y Paz (2015)

Cabe resalta que las estructuras de concreto pueden fallar por las derivas que tiene la estructura debido a fuerzas horizontales<sup>29</sup>. De la misma manera<sup>30</sup> nos dice que la problemática también se encuentra en la durabilidad de las estructuras, que por una mala construcción y/o dosificación de la mezcla, estas pueden reducir su vida útil; por dicho motivo, se debe de garantizar la resistencia de este mediante los ensayos descritos anteriormente, con una correcta dosificación.

Del mismo modo, <sup>31</sup>explica que las estructuras de concreto deben ser duraderas, manteniendo su forma inicial, la calidad que presentaba y mantenerse con el paso del tiempo; además un concreto bien dosificado, es una barrera de los agentes químicos que afectan a las escrituras de acero que son parte de los elementos estructurales, y que el hormigón debe de ser una capa protector para estas. Como explica<sup>32</sup> que el concreto no solo debe de poseer una resistencia como del diseño, sino también debe de recubrir al acero de refuerzo tanto como la función del edificio lo demande si es que existe un problema de incendio.

---

<sup>29</sup> Gamal, Eldin y Allam (2022)

<sup>30</sup> Gaudio y Nogueira (2022)

<sup>31</sup> Maran, Favero, Coitinho y Masuero (2022)

<sup>32</sup> Pereira, Justino y Barreto (2022)

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

**Tipo de investigación: Aplicada**, “Se reconoce a este tipo de investigación porque le interesa combinar la implementación y sistematización de la teoría con la práctica basada en la investigación en la búsqueda de un mayor conocimiento. El uso del conocimiento y los resultados de la investigación conduce a una comprensión más completa, organizada y sistemática de la realidad”.<sup>33</sup> Por lo descrito anteriormente, esta investigación es de **tipo aplicada**, en el se emplearán bases teóricas y procedimientos conocidos para la aplicación de los mismos en la elaboración de nuevos conocimientos, siendo este el caso de evaluar un concretos de resistencia de 210kg/cm<sup>2</sup> y 280kg/cm<sup>2</sup>, sustituyendo varios porcentajes del material proveniente de la explotación minera (relaves mineros), por agregado fino natural, observando el comportamiento de estos concretos a esfuerzos producidos a compresión, flexión y tracción.

**Diseño de investigación: Experimental**, el diseño de investigación es un método que se efectúa para poseer información que se necesita para dar respuesta a la problemática del estudio, conociendo la veracidad de los mismos<sup>34</sup>. El diseño este trabajo de investigación es de carácter **cuasi experimental**, debido a que se manipulará solo una de las variables (elaboración de mezclas de concreto 210kg/cm<sup>2</sup> y 280kg/cm<sup>2</sup>) incorporándole material de desechos mineros es decir relaves como sustituto de áridos finos naturales, donde se realizará ensayos para caracterizar al material proveniente de la explotación minera y también se pondrá a prueba los concretos diseñados con este material.

**Enfoque de investigación: Cuantitativo**. El enfoque sobre el estudio, es de forma cuantitativa o cualitativa, donde la diferencia está en los datos y el proceso de estos, siendo datos numéricos la cuantitativa el resto

---

<sup>33</sup> Zoila Vargas, (2009 pág. 159)

<sup>34</sup> Según Córdova (2018 pág. 34)

cualitativa<sup>35</sup>. En el presente trabajo de investigación, el enfoque de estudio es cuantitativo, debido a que usaremos datos numéricos para interpretación de resultados, como es la caracterización del material procedente de la explotación minera, y la resistencia axial, flexión y tracción del hormigón elaborado con relave minero.

**Nivel de investigación:** en el presente trabajo de investigación en nivel es **explicativo**, porque se determinará la relación entre el relave minero como sustituto del agregado fino y la resistencia del hormigón.

### 3.2. Variables y Operacionalización

**Variable independiente:** Sustitución del agregado fino por relave minero

**Definición Conceptual:** El término "relaves" en el contexto ambiental se refiere a los subproductos del proceso minero que son contaminantes y un gasto significativo y un problema de gestión para las minas debido a su cantidad.<sup>36</sup>

**Definición Operacional:** Los agregados del material proveniente de la explotación minera, es decir relaves mineros, se caracterizan mediante ensayos de agregados como es la granulometría, densidad, pesos específicos, pesos aparentes, humedad, absorción, donde se clasifican, esto con el objeto de conocer las propiedades físicas de dichos agregados, y si estas se pueden utilizar en la elaboración de concretos como un sustituto del agregado fino.

**Dimensiones:** Dosificación en porcentajes para sustituir el relave minero por agregado fino.

**Indicadores:** Sustitución de relave minero por agregado fino al 5%, 15%, 25%, y 35%.

**Instrumento:** Ficha de recolección de datos o ficha de registro.

**Escala de Medición:** Razón.

---

<sup>35</sup> Vargas (2009)

<sup>36</sup> Chaiña y Paz, (2015)



**Variable dependiente:** Mezclas de hormigón de 210kg/cm<sup>2</sup> y 280kg/cm<sup>2</sup>

**Definición Conceptual:** El hormigón es un material a base de H<sub>2</sub>O, grava, arena y cemento, este material es mundialmente utilizado en las construcciones debido a sus características de versatilidad y bajo costo, su demanda incrementa a medida que la población lo hace<sup>37</sup>.

**Definición Operacional:** En las mezclas de concreto, la medición de su resistencia se realiza mediante el ensayo de compresión, flexión y tracción, elaborando testigos y primas de concreto de dimensiones estandarizadas y se somete a una prensa donde aplica una carga hasta que se efectuó una rotura.

**Dimensiones:** Características físicas, características mecánicas.

**Indicadores:** Consistencia y/o trabajabilidad, peso unitario, contenido de vacíos, exudación, segregación, temperatura, resistencia a Compresión, Flexión y Tracción.

**Instrumento:** Ficha de recolección de datos o ficha de registro.

**Escala de Medición:** Razón.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

**Población:** <sup>38</sup>explica que, la población está dado como un ámbito global y genérico de individuos con las mismas características en donde se realizará el estudio. Donde para la actual investigación, la población está constituida por 180 especímenes cilíndricos para conocer la resistencia axial, tracción y 30 vigas de hormigón para conocer la resistencia a flexión.

**Criterios de inclusión:** son normas generales y específicas de características demográficas<sup>39</sup>.

---

<sup>37</sup> Pastrana Jhonny (2019 pág. 175)

<sup>38</sup> Díaz (2018)

<sup>39</sup> (Vara-Horna, 2012)

Para la presente propuesta de investigación se consideran solo concretos con elaborados con agregados conseguidos de desechos mineros en la experimentación del concreto.

**Criterios de exclusión:** Son restricciones impuestas en las relaciones de población, en las que se excluirán los rasgos o regiones a intervenir<sup>40</sup>

Para la presente propuesta de investigación se excluirán concretos con adición de aditivos para la mejora en la resistencia de estos.

**Muestra:** Según<sup>41</sup> señala que la muestra es un fragmento de la población cuya representatividad se considera a toda la población.

La actual investigación caracteriza la muestra por los testigos y vigas de hormigón elaborados con los agregados de la cantera con mejor gradación, integrados con materiales provenientes de la explotación minera (relaves mineros) como sustitutos del agregado convencional en el C.P. La Rinconada-Ananea-Puno; donde a continuación se detallan la cantidad de muestras a elaborar.

**Tabla 5.** Muestras necesarias para las pruebas de compresión de concretos de 210kg/cm<sup>2</sup>

Edad del concreto	Probetas de Concreto f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>				
	% a sustituir				
	0%	5%	15%	25%	35%
7 días	3	3	3	3	3
14 días	3	3	3	3	3
28 días	3	3	3	3	3

*Fuente propia*

**Tabla 6.** Muestras necesarias para las pruebas de flexión de concretos de 210kg/cm<sup>2</sup>

Edad del concreto	vigas de Concreto f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>				
	% a sustituir				
	0%	5%	15%	25%	35%
28 días	3	3	3	3	3

*Fuente propia*

<sup>40</sup> (Vara-Horna, 2012)

<sup>41</sup> Gotuzzo (2018)

**Tabla 7.** Muestras necesarias para las pruebas de tracción de concretos de 210kg/cm<sup>2</sup>

Edad del concreto	Probetas de Concreto f' <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup>				
	% a sustituir				
	0%	5%	15%	25%	35%
7 días	3	3	3	3	3
14 días	3	3	3	3	3
28 días	3	3	3	3	3

Fuente propia

**Tabla 8.** Muestras necesarias para las pruebas de compresión de concretos de 280kg/cm<sup>2</sup>

Edad del concreto	Probetas de Concreto f' <sub>c</sub> =280 kg/cm <sup>2</sup>				
	% a sustituir				
	0%	5%	15%	25%	35%
7 días	3	3	3	3	3
14 días	3	3	3	3	3
28 días	3	3	3	3	3

Fuente propia

**Tabla 9.** Muestras necesarias para las pruebas de flexión de concretos de 280kg/cm<sup>2</sup>

Edad del concreto	Vigas de Concreto f' <sub>c</sub> =280 kg/cm <sup>2</sup>				
	% a sustituir				
	0%	5%	15%	25%	35%
28 días	3	3	3	3	3

Fuente propia

**Tabla 10.** Muestras necesarias para las pruebas de tracción de concretos de 280kg/cm<sup>2</sup>

Edad del concreto	Probetas de Concreto f' <sub>c</sub> =280 kg/cm <sup>2</sup>				
	% a sustituir				
	0%	5%	15%	25%	35%
7 días	3	3	3	3	3
14 días	3	3	3	3	3
28 días	3	3	3	3	3

Fuente propia

**Tabla 11.** Resumen de distribución de ensayos para la propiedad físico-mecánicas.

Ensayos	C° Patrón			Dosificaciones de relave minero para concretos con $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ .												Sub Total	Total	
				5%			15%			25%			35%					
	7d	14d	28d	7d	14d	28d	7d	14d	28d	7d	14d	28d	7d	14d	28d			
Compresión	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	90	180
Tracción	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	90	
Flexión	-	-	6	-	-	6	-	-	6	-	-	6	-	-	6	-	30	30
Asentamiento	2			2			2			2			2			10	10	
Masa Unitaria	2			2			2			2			2			10	10	
Contenido de Aire	2			2			2			2			2			10	10	
Exudación	2			2			2			2			2			10	10	
Segregación	2			2			2			2			2			10	10	

Fuente. Elaboración propia

**Muestreo:** Según<sup>42</sup> el muestreo pasa a ser un grupo más específico a investigar, lo que dependerá de la fórmula que determine si se realiza después del proceso de análisis probabilístico o del proceso de análisis no probabilístico.

El estudio actual, utilizará muestras no probabilístico, por juicio; ya que la cantidad de muestras y la técnica de muestreo está avalada por las normativas como es el de ASTM C31, que indica la cantidad de probetas cilíndricas a realizar.

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

**Técnicas de recolección de datos:**<sup>43</sup> explica que las técnicas son métodos que ayudan a cuantificar por valor de manera integral y pueden resolver el problema.

En el estudio actual, la técnica que usada fue **de observación directa**, donde se realizará briquetas que se someterán a ensayos de compresión, según las normativas en vigencia, donde se registrara todos los valores de resistencia y esfuerzo.

<sup>42</sup> Gotuzzo (2018)

<sup>43</sup> Fidias (2012)

**Instrumentos de recolección datos:**<sup>44</sup> exponen que, los instrumentos se definen como todas las herramientas que se utilizan en forma física y virtual para obtener o recopilar los datos necesarios para la investigación.

En la actual investigación; las **fichas de observación** fueron los instrumentos que se emplearon, que vienen a ser los formatos para los registros de los ensayos en laboratorio.

**Validez:** Se explica como la calidad de un instrumento para realizar mediciones a una dimensión y/o variable de estudio. La validez de los instrumentos de registro de datos, están a cargo de 3 expertos con experiencia en el tema, demostrando la confiabilidad de esta investigación.

**Confiabilidad:** De acuerdo a<sup>45</sup> la confiabilidad explica el número de veces que el instrumento ha sido utilizado en investigaciones similares y si estos resultados son equivalentes. Donde la confiabilidad de la presente investigación estará refugiada por la calibración de los aparatos de laboratorio.

### 3.5. Procedimientos

Para el presente estudio se evaluarán los agregados de tres canteras (Putina, Inchupalla y Unocolla), para conocer cuál de estas cumple de mejor manera las características para los diseños de mezclas propuestos. Los procedimientos que se efectuaran se realizaran en 2 partes:

#### **Procedimiento de gabinete:**

En el proceso de gabinete, se efectuará los cálculos del diseño de mezclas sustituyendo el relave minero en el agregado fino; esto con la finalidad de calcular la cantidad de cemento, agregados y agua que se necesitaran para los distintos porcentajes de sustitución del relave minero. También luego de realizar el ensayo a compresión, flexión y tracción, se analizarán los datos en base a la muestra patrón.

---

<sup>44</sup> Garcia, Rodriguez y Gil, (1996)

<sup>45</sup> Santos (2017)

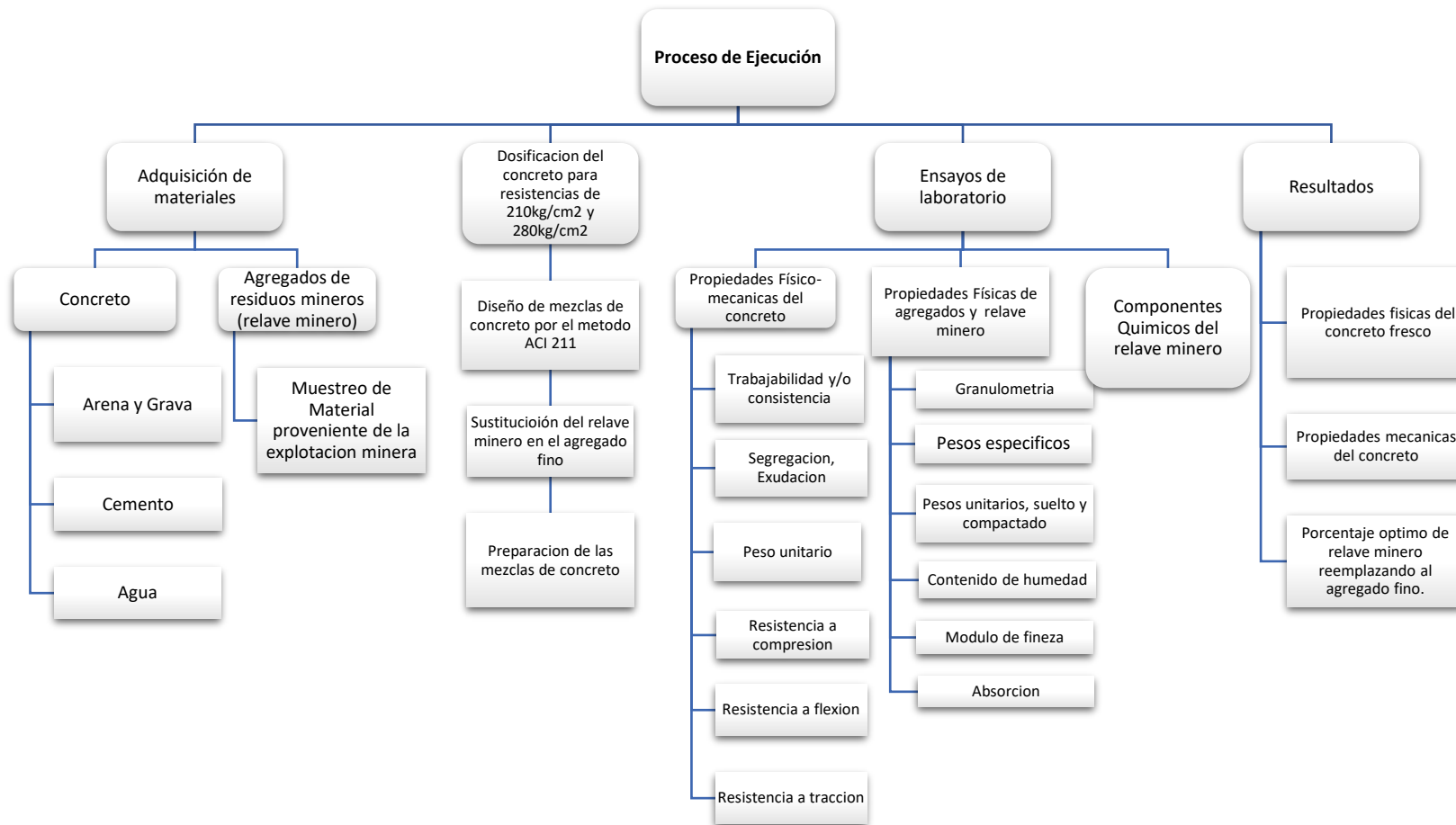
**Procedimiento de campo:**

PRIMERO. Se recopilarán los agregados del material excedente de la explotación minera (relave minero), ubicadas en el C.P. La Rinconada, las cuáles serán transportadas hacia el laboratorio donde se efectuarán los ensayos correspondientes para caracterizar las propiedades con las que cuentan, del mismo modo, también se extraerá muestras de la cantera que tenga la mejor calidad (Putina, Inchupalla y Unocolla), como también se va adquirir la piedra chancada para ser utilizada como agregado grueso en el concreto de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , para también caracterizar dichos agregados.

SEGUNDO. Se procederá a secar las muestras a la intemperie y continuar con el ensayo de granulometría de acuerdo a la NTP 400 (2018) para ver la gradación con la que cuentan los áridos finos y gruesos, así mismo se efectuaran las pruebas de peso específico seco y unitario de acuerdo a la ASTM C 29-97, entre otros.

TERCERO. Una vez que se cuenten con los datos correspondientes, se procederá con el diseño de mezclas, esto por el método de ACI 211, para cuantificar las dosificaciones optimas de cemento, agregados finos, agregados gruesos y agua, para mezclas de concreto patrón y mezclas de concretos supliendo el relave minero por agregado fino en porcentajes de 5%, 15%, 25% y 35%.

CUARTO. Se procederá a realizar las briquetas cilíndricas y vigas de concreto, para someterlas a pruebas de compresión, basada en la norma ASTM C39; flexión como base en la norma ASTM C78; y la prueba de tracción basada en la norma ASTM C496.



**Figura 8.** Procedimiento de ejecución del proyecto de investigación

Fuente: Elaboración propia

## Selección de la cantera

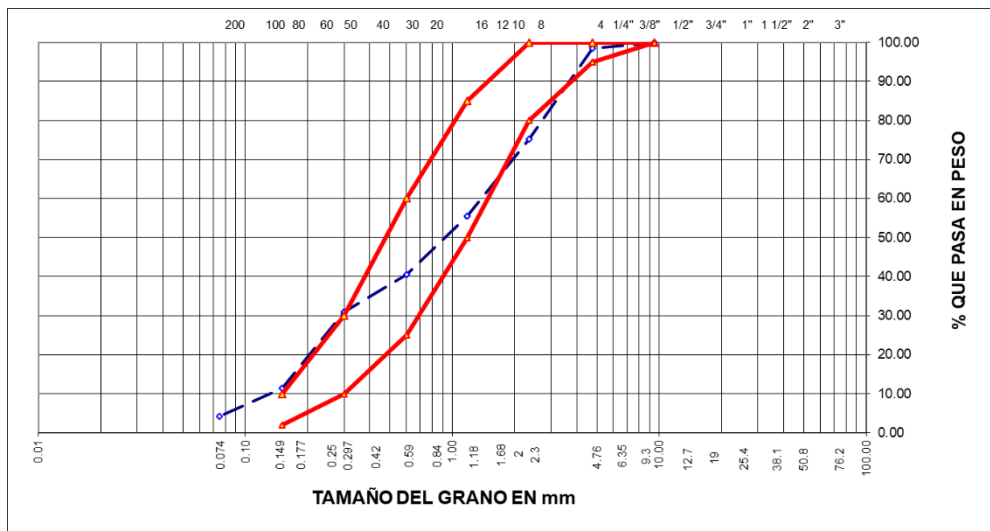
Para la selección de materiales del concreto se analizó los agregados de las canteras (Putina, Inchupalla y Unocolla), para evaluar cuál de estas tiene la mejor gradación. De estas canteras, la que cumple con las características deseadas es la cantera Unocolla ubicada en las afueras del distrito de Juliaca.

**Figura 9.** selección del material de las canteras (Putina, Inchupalla y Unocolla)



Fuente propia

**Figura 10.** Curva granulométrica del agregado fino cantera Putina

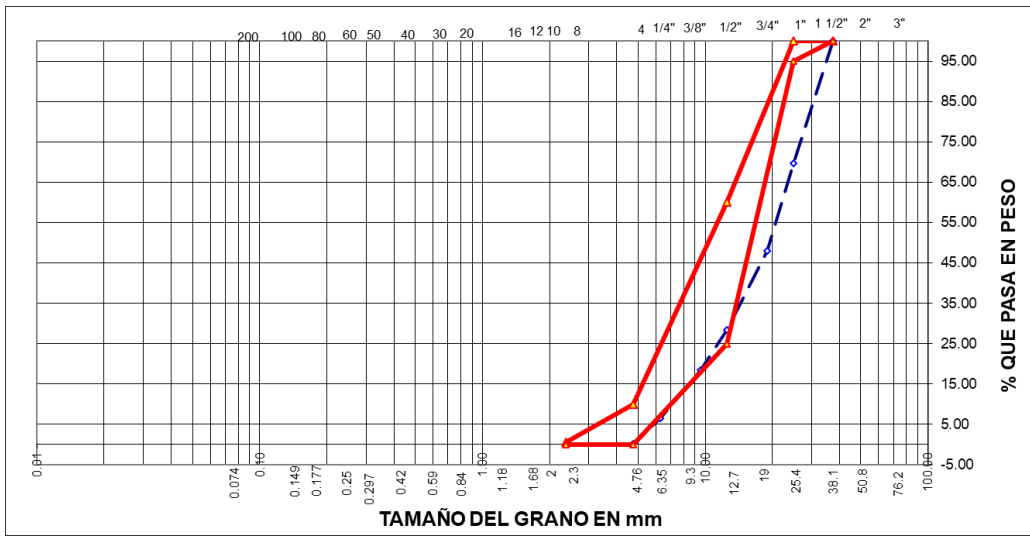


Fuente propia



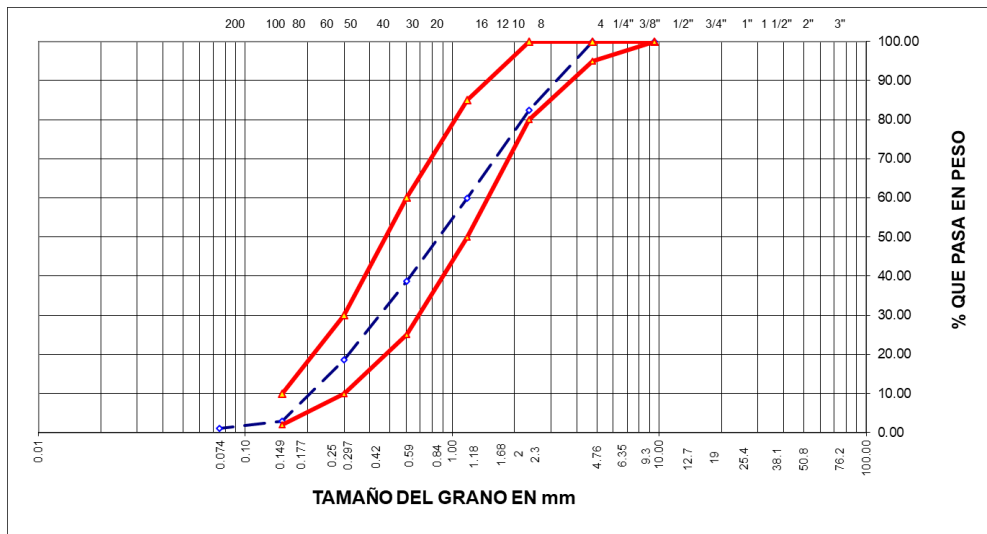


**Figura 13.** Curva granulométrica del agregado grueso cantera Inchupalla



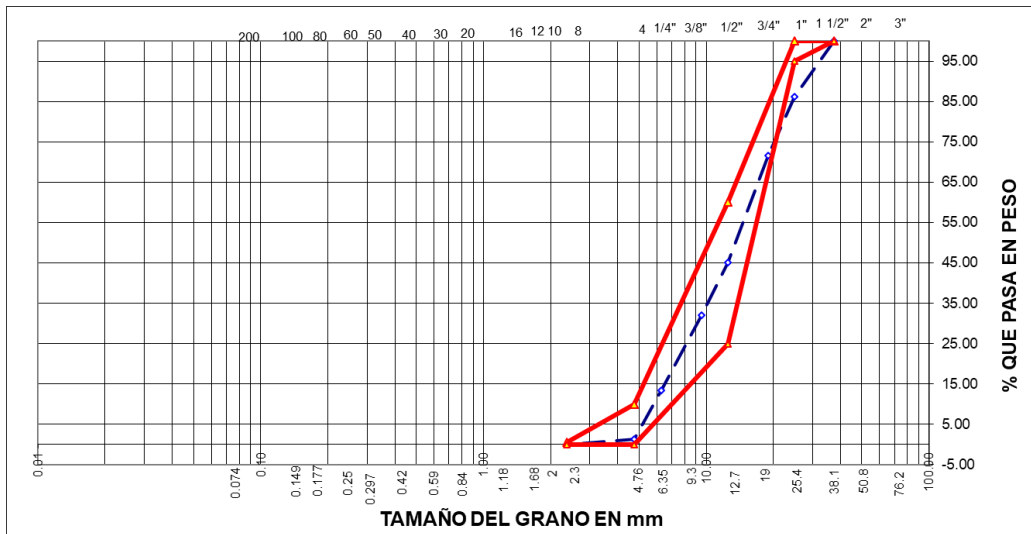
Fuente propia

**Figura 14.** Curva granulométrica del agregado fino cantera Unocolla



Fuente propia

**Figura 15.** Curva granulométrica del agregado grueso cantera Unocolla



*Fuente propia*

### Adquisición de los agregados

Se adquirió los agregados de la cantera Unocolla, como también se adquirió la piedra chancada de la Chancadora Sinchi Roca, todo esto de acuerdo a la norma NTP 339.89 que indica el proceso del recojo de muestras que son representativas a través del método del cuarteo; los agregados adquiridos de la cantera Unocolla y la piedra chancada, fueron transportados hacia el laboratorio donde se efectuaron los ensayos correspondientes para caracterizar las propiedades con las que cuentan. Donde para el diseño de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  se utilizó el agregado grueso y fino de la cantera Unocolla, mientras que para el diseño de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  se utilizó como agregado grueso la piedra chancada y el agregado fino de la cantera Unocolla.

**Figura 16.** Adquisición de los agregados



Fuente propia

Posteriormente se procede a secar las muestras a la intemperie, para luego separar el agregado fino del grueso utilizando la malla N°4.

**Figura 17.** secado y separación de los agregados



Fuente propia

### **Adquisición del relave minero**

La adquisición del relave minero se realizó del depósito llamado Antahuila ubicado en el C.P. La Rinconada, de donde fueron transportados hacia el laboratorio donde se efectuaron los ensayos correspondientes, el transporte se realizó con la ayuda de personal obrero. El tratamiento que se le dio al relave minero fue el secado a la intemperie y en horno a altas temperaturas, esto con el fin de disminuir en contenido de arsénico en el relave, como se ve en la figura 13.

**Figura 18. Adquisición del relave minero**



Fuente propia

**Figura 19. Secado del relave minero**



Fuente propia

### **Adquisición del cemento empleado**

La adquisición del cemento, se realizó con la compra de un proveedor, el cual tiene las siguientes características.

**Figura 20. Ficha técnica del cemento RUMI IP**

<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b>						
REQUISITOS	CEMENTO RUMI TIPO IP		REQUISITOS NORMA NTP 334.090 ASTM C-595			
<b>REQUISITOS QUÍMICOS</b>						
MgO (%)			6.00 Máx.			
SO <sub>3</sub> (%)	1,5 a 3,0		4.00 Máx.			
Pérdida por ignición (%)	1,5 a 4,0		5.00 Máx.			
<b>REQUISITOS FÍSICOS</b>						
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	2,75 a 2,85		-			
Expansión en autoclave (%)	0,07 a 0,03		-0,20 a 0,80			
Fraguado Vicat inicial (minutos)	170 a 270		45 a 420			
Contenido de aire	2,5 a 8,0		12 Máx.			
<b>REQUISITOS NORMA NTP 334.009 ASTM C-150 (CEMENTO TIPO I)</b>						
<b>Resistencia a la compresión</b>						
	<b>Kgf/cm<sup>2</sup></b>	<b>MPa</b>	<b>Kgf/cm<sup>2</sup></b>	<b>MPa</b>	<b>Kgf/cm<sup>2</sup></b>	<b>MPa</b>
3 días	175 a 200	17,1 a 19,6	133 Min	13	122 Min	12 Min
7 días	225 a 255	22 a 25	204 Min	20	194 Min	19 Min
28 días	306 a 340	30 a 33,3	255 Min	25	-	-
<b>Resistencia a los sulfatos</b>						
	<b>%</b>		<b>%</b>			
% Expansión a los 6 meses	< 0,04		0,05 Máx			
% Expansión a 1 año	< 0,05		0,10 Máx			

Fuente: Cemento YURA

### **Dosificación del concreto para resistencias de 210kg/cm<sup>2</sup> y 280kg/cm<sup>2</sup>**

Para la dosificación del concreto a resistencias de 210kg/cm<sup>2</sup> y 280kg/cm<sup>2</sup> se utilizó el método del ACI del comité 211.1, donde se realizó el diseño patrón para ambas resistencias (es decir, diseño sin la presencia del relave minero), luego se realizó concretos donde los agregados finos habituales (es decir los agregados finos obtenidos de la cantera Unocola) son reemplazados por el relave minero, en un 5%, 15%, 25% y por último un 35%.

### **Ensayos preliminares de los agregados**

Se realizaron los ensayos físicos para los agregados de la cantera Unocola, la piedra chancada y el relave minero del depósito de Antahuila), para su caracterización como son los ensayos de granulometría, donde la finalidad es clasificar cada tamaño de partícula del material, esto de acuerdo a la normativa ASTM D422; también la prueba de pesos específicos, donde determina la relación de la masa entre su volumen, mediante herramientas de precisión; pesos unitarios, tanto el suelto y el compactado; de acuerdo a la normativa ASTM C29; contenido de humedad, que define a la cantidad de agua almacenada en los agregados, esto mediante la NTP 339.185; módulo de fineza, donde se calcula a través



de la suma de las cantidades acumuladas retenidas (en porcentaje) del tamiz, 3/8", N°4, N°8; N°16, N°30, N°50 y N°100; y esto dividido entre 100; la prueba de absorción, que sale de la prueba de pesos unitarios en la norma del Perú NTP 400.21; donde la finalidad es determinar el aumento del peso del agregado que se debe al agua que se encuentra en sus poros; que se expresa en porcentaje.

Además, se realizó los ensayos de componentes químicos de las muestras extraídas del relave minero; donde se describirá los elementos químicos que presenta el relave minero.

Cabe destacar que los ensayos de agregados como la granulometría, pesos unitarios, humedad, absorción, módulo de fineza; son necesarios para el correcto diseño de mezclas para concretos de acuerdo al ACI 211; además de realizar unos ensayos alternativos al relave minero que es el ensayo de componentes químicos; luego se encuentra los ensayos que se realizaron después de diseño de mezclas, es decir los ensayos de revenimiento de acuerdo a la norma ASTM C143 y rotura a compresión del concreto de acuerdo a la norma ASTM C39; prueba de resistencia a flexión, de acuerdo a la norma ASTM C78; y el ensayo de resistencia a tracción de a esto acuerdo a la norma ASTM C496.

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

En la presente investigación, realizaremos la prueba de normalidad y las pruebas paramétricas y no paramétricas, para variables relacionadas. ya que nuestras variables y el enfoque del estudio son cuantitativo, para ello nos apoyaremos con el software SPSS stadistics,

### **3.7. Aspectos éticos**

Todo lo escrito en este texto de estudio prioriza el respeto a la veracidad y originalidad de los contenidos expuestos en todos los capítulos, citando fuentes de acuerdo a la información brindada, y el trabajo de campo realizado solo es válido para esta investigación.<sup>46</sup>

---

<sup>46</sup> (UCV, s.f)

## IV. RESULTADOS

### UBICACIÓN DEL PROYECTO

**Nombre del proyecto:** “Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ,  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Puno–2022”



**Figura 21.** Mapa de ubicación de la Provincia de San Román

#### **Ubicación política:**

Departamento : Puno

Provincia : San Román

Distrito : Juliaca

#### **Límites:**

Norte : Provincia de Azángaro

Sur : Dist. de Cabana y Dist. de Caracoto

Este : Dist. de Pusi y Dist. de Samán

Oeste : Dist. de Lampa y Dist. de Cabanilla



### **Ubicación geográfica:**

Las coordenadas geodésicas para la provincia de San Román son las siguientes: Latitud Sur 15°29'27" y Longitud Este 70°07'59". Esta provincia ocupa el 3,20 por ciento de la superficie del departamento de Puno, tiene una superficie de 2277,63 km<sup>2</sup>, está ubicada en la ribera nororiental del lago Titicaca y tiene una elevación de 3825 msnm.

### **Clima:**

El clima en Juliaca es errático; puede tener un fuerte sol de mediodía y llover contundentemente por la noche, incluso cambiando en cuestión de minutos. También hay vientos frecuentes y bajos niveles de humedad. Granizo, nevadas y tormentas eléctricas pueden llegar durante la temporada de lluvias.

### **Procedencia del relave minero:**

El relave minero fue extraído de los botaderos ubicados en el centro poblado La Rinconada, del distrito de Ananea, provincia de San Antonio de Putina.

## **RESULTADOS DE ENSAYOS PRELIMINARES**

Para identificar probetas y vigas elaboradas se utilizó las siguientes denominaciones.

**Tabla 12.** Identificación de las dosificaciones utilizadas

<b>SIGNIFICADO</b>	<b>TIIFICACIÓN</b>
C° Patrón	C°P con 0 % RM
C° con 5% de sustitución de relave minero en el agregado fino.	C° con 5 % RM
C° con 15% de sustitución de relave minero en el agregado fino.	C° con 15 % RM
C° con 25% de sustitución de relave minero en el agregado fino.	C° con 25 % RM
C° con 35% de sustitución de relave minero en el agregado fino.	C° con 35 % RM

*Fuente: Elaboración propia*

## **ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL RELAVE MINERO**

Los resultados del análisis físico-químico se muestran en las tablas 13 y 14, del relave minero antes y después del secado en horno por 24 horas a una temperatura constate.

**Tabla 13.** resultados del análisis físico-químico del relave minero secado a la intemperie

**CARACTERISTICAS FISICAS**

Ph		7.13
C.E	mS/cm	1.57

**CARACTERISTICAS QUIMICOS**

Dureza Total (como CaCl)	ppm	342.00
Cloruros (como Cl-)	ppm	34.04
Sulfatos (como SO=4)	ppm	360.00
Solidos Disueltos Totale:	g/l	0.79

**METALES**

**RESULTADO DEL ENSAYO**

N°	Código de cliente	Pb	As	Hg	Al
		ppm	ppm	ppm	ppm
1	Muestra	50,000	5,230,000	100,000	254,000

Fuente: RHLAB S.A.C.

**Tabla 14.** resultados del análisis físico-químico del relave minero secado en horno por 24 horas a una temperatura constante

**CARACTERISTICAS FISICAS**

Ph		2.87
C.E	mS/cm	4.14

**CARACTERISTICAS QUIMICOS**

Dureza Total (como CaCl)	ppm	520.60
Cloruros (como Cl-)	ppm	56.74
Sulfatos (como SO=4)	ppm	360.00
Solidos Disueltos Totale:	g/l	2.07

**METALES**

**RESULTADO DEL ENSAYO**

N°	Código de cliente	Pb	As	Hg	Al
		ppm	ppm	ppm	ppm
1	Muestra	90,000	520,000	250,000	320,500

Fuente: RHLAB S.A.C

**Interpretación:** Los componentes químicos hallados en el relave minero, no son perjudiciales. El relave minero presenta mayor cantidad de arsénico sin ningún tratamiento, sin embargo, al ser secado a temperaturas altas el arsénico disminuye significativamente.

## ENSAYOS EN AGREGADOS

Se realizó el ensayo de granulometría de 03 canteras, para adquirir el agregado de calidad superior para el diseño de mezclas. Éstas eran: cantera Putina, Inchupalla y Unocolla. Satisfaciendo con la mejor gradación, el agregado de la cantera Unocolla, conociendo la mejor cantera se llevaron a cabo los siguientes estudios:

### Análisis granulométrico de los agregados

*Figura 22. Tamices para análisis granulométrico*



*Fuente propia*

### Granulometría del agregado fino

Se ejecutó con el empleo de las mallas N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y N°200. Teniendo en cuenta el contenido de cada uno de los tamices, con el fin de obtener la información necesaria para completar las siguientes tablas.

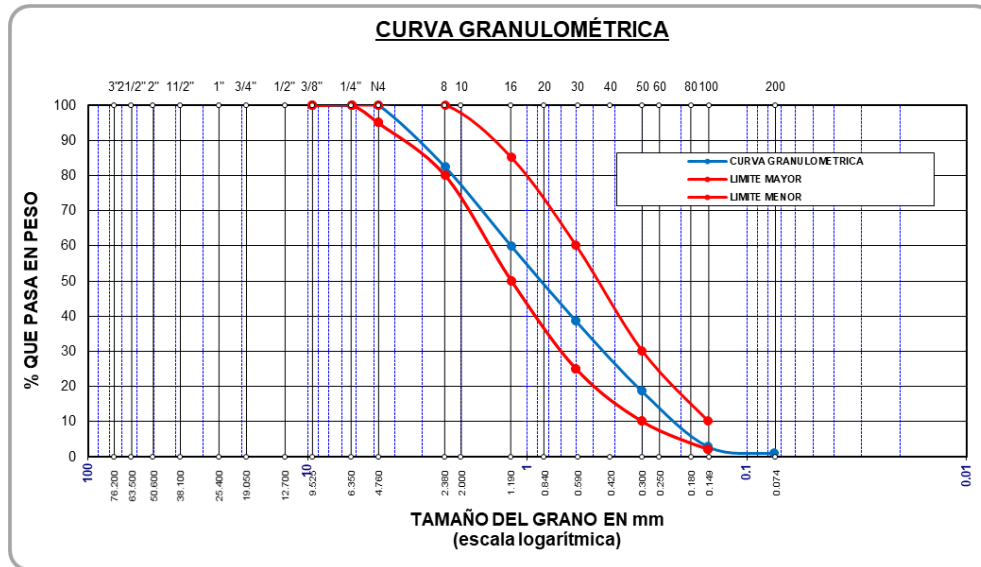
**Tabla 15.** *Granulometría del agregado fino con 0 % de sustitución por relave minero*

AGREGADO FINO ASTM-C33/C33M-18-ARENA GRUESA							
HENDIDURA DE TAMICES		Peso Ret.gr	%Parcial Ret.	% Acumulado Ret.	%Acum. que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
Nombre	Ø					Mín.	Máx.
No. 4	4.75 mm				100.00	95.00	100.00
No. 8	2.36 mm	88.07	17.61	17.61	82.39	80.00	100.00
No. 16	1.18 mm	112.44	22.49	40.10	59.90	50.00	85.00
No. 30	600 µm	106.42	21.28	61.39	38.61	25.00	60.00
No. 50	300 µm	99.85	19.97	81.36	18.64	10.00	30.00
No. 100	150 µm	78.62	15.72	97.08	2.92	2.00	10.00
No. 200	75 µm	9.78	1.96	99.04	0.96	-	-
BASE	-	4.82	0.96	100.00	0.00	-	-
						<b>MF</b>	<b>2.98</b>

Fuente. Propia

Para determinar si el agregado fino cumple con el rango especificado por la norma ASTM C33, se tiene el siguiente gráfico de la curva granulométrica.

**Figura 23.** Curva granulométrica del agregado fino



Fuente Propia

**Interpretación:** La curva granulométrica del AF de la cantera Unocolla se encuentra dentro del rango permitido por la norma ASTM C33, con un valor de MF de 2.98, que se encuentra entre 2.8 y 3.1, lo cual es más apropiado para concretos de alta resistencia.

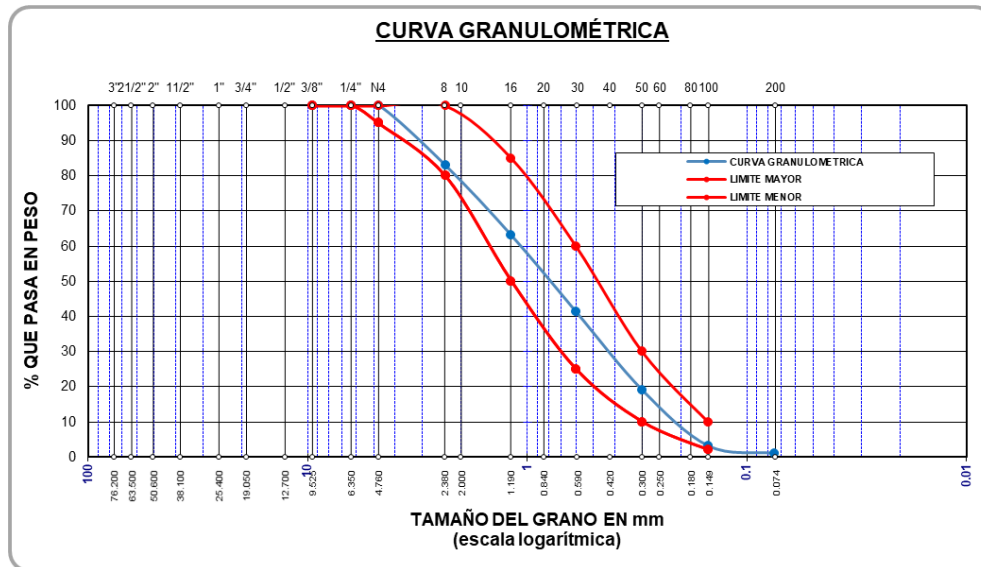
**Tabla 16.** Granulometría del agregado fino con 5 % de sustitución por relave minero

AGREGADO FINO ASTM-C33/C33M-18-ARENA GRUESA							
HENDIDURA DE TAMICES		Peso Ret.gr	%Parcial Ret.	% Acumulado Ret.	% Acum. que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
Nombre	Ø					Mín.	Máx.
No. 4	4.75 mm				100.00	95.00	100.00
No. 8	2.36 mm	85.07	17.01	17.01	82.99	80.00	100.00
No. 16	1.18 mm	99.81	19.96	36.98	63.02	50.00	85.00
No. 30	600 µm	108.42	21.68	58.66	41.34	25.00	60.00
No. 50	300 µm	111.08	22.22	80.88	19.12	10.00	30.00
No. 100	150 µm	79.19	15.84	96.71	3.29	2.00	10.00
No. 200	75 µm	10.70	2.14	98.85	1.15	-	-
BASE	-	5.73	1.15	100.00	0.00	-	-
						<b>MF</b>	<b>2.90</b>

Fuente. Propia

Para determinar si el agregado fino cumple con el rango especificado por la norma ASTM C33, se tiene el siguiente gráfico de la curva granulométrica.

**Figura 24.** Curva granulométrica del agregado fino con 5 % de sustitución por relave minero



*Fuente Propia*

**Interpretación:** La curva granulométrica obtenida para el agregado fino con 5% de sustitución por relave minero se encuentra dentro del rango permitido por la norma ASTM C33, con un valor de MF de 2.90, que se encuentra entre 2.8 y 3.1, lo cual es más apropiado para concretos de alta resistencia

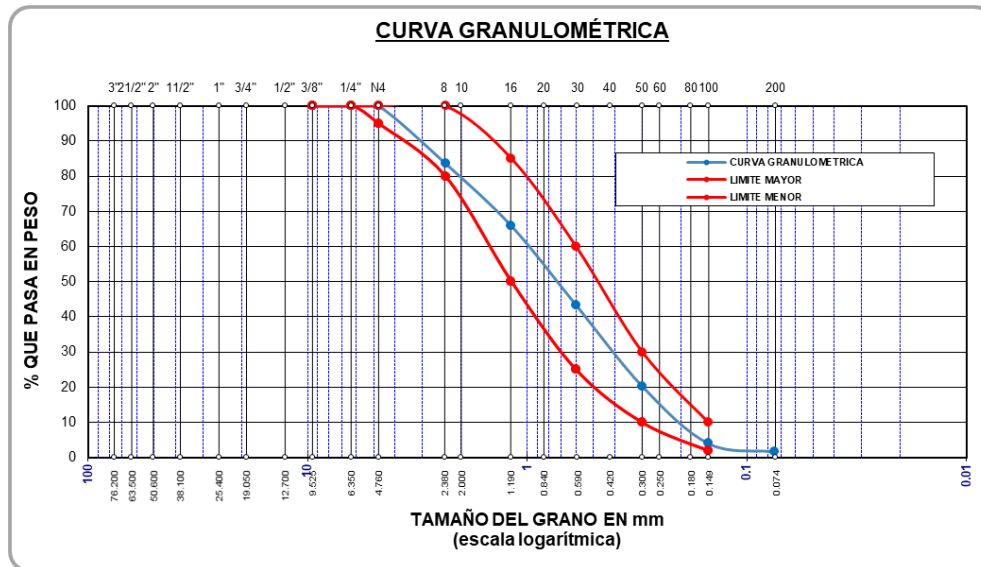
**Tabla 17.** Granulometría del agregado fino con 15 % de sustitución por relave minero

AGREGADO FINO ASTM-C33/C33M-18-ARENA GRUESA							
HENDIDURA DE TAMICES		Peso Ret.gr	%Parcial Ret.	% Acumulado Ret.	% Acum. que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
Nombre	Ø					Mín.	Máx.
No. 4	4.75 mm				100.00	95.00	100.00
No. 8	2.36 mm	81.67	16.33	16.33	83.67	80.00	100.00
No. 16	1.18 mm	89.26	17.85	34.19	65.81	50.00	85.00
No. 30	600 µm	112.50	22.50	56.69	43.31	25.00	60.00
No. 50	300 µm	115.48	23.10	79.78	20.22	10.00	30.00
No. 100	150 µm	81.36	16.27	96.05	3.95	2.00	10.00
No. 200	75 µm	11.88	2.38	98.43	1.57	-	-
BASE	-	7.85	1.57	100.00	0.00	-	-
						<b>MF</b>	<b>2.83</b>

*Fuente Propia*

Para determinar si el agregado fino cumple con el rango especificado por la norma ASTM C33, se tiene el siguiente gráfico de la curva granulométrica.

**Figura 25.** Curva granulométrica del agregado fino con 15 % de sustitución por relave minero



Fuente Propia

**Interpretación:** La curva granulométrica obtenida para el agregado fino con 15% de sustitución por relave minero se encuentra dentro del rango permitido por la norma ASTM C33, con un valor de MF de 2.83, que se encuentra entre 2.8 y 3.1, lo cual es más apropiado para concretos de alta resistencia

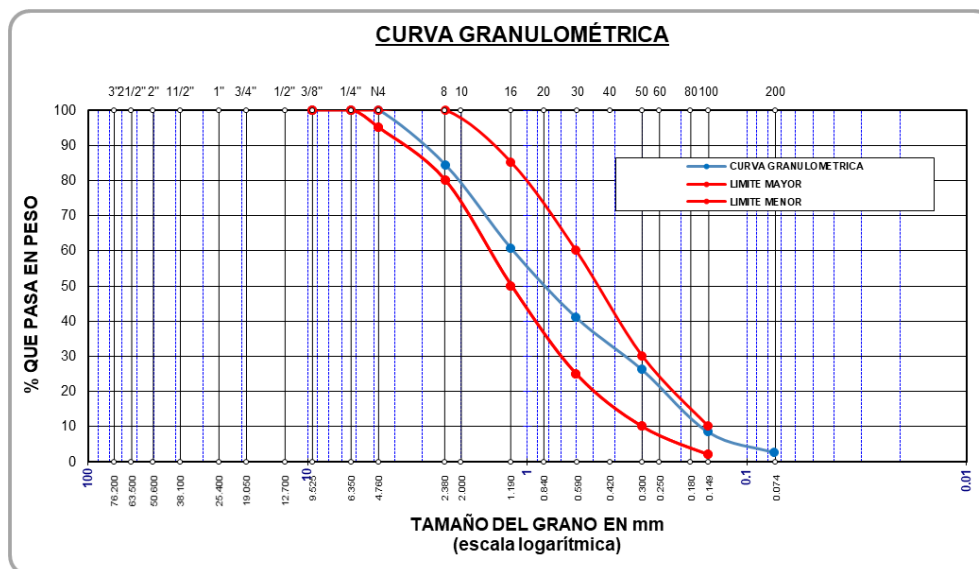
**Tabla 18.** Granulometría del agregado fino con 25 % de sustitución por relave minero

AGREGADO FINO ASTM-C33/C33M-18-ARENA GRUESA							
HENDIDURA DE TAMICES		Peso Ret.gr	%Parcial Ret.	% Acumulado Ret.	% Acum. que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
Nombre	Ø					Mín.	Máx.
No. 4	4.75 mm				100.00	95.00	100.00
No. 8	2.36 mm	77.89	15.58	15.58	84.42	80.00	100.00
No. 16	1.18 mm	119.55	23.91	39.49	60.51	50.00	85.00
No. 30	600 µm	97.30	19.46	58.95	41.05	25.00	60.00
No. 50	300 µm	74.37	14.87	73.82	26.18	10.00	30.00
No. 100	150 µm	88.52	17.70	91.53	8.47	2.00	10.00
No. 200	75 µm	29.10	5.82	97.35	2.65	-	-
BASE	-	13.27	2.65	100.00	0.00	-	-
						<b>MF</b>	<b>2.79</b>

Fuente Propia

Para determinar si el agregado fino cumple con el rango especificado por la norma ASTM C33, se tiene el siguiente gráfico de la curva granulométrica.

**Figura 26.** Curva granulométrica del agregado fino con 25 % de sustitución por relave minero



Fuente Propia

**Interpretación:** La curva granulométrica obtenida para el agregado fino con 25% de sustitución por relave minero se encuentra dentro del rango permitido por la norma ASTM C33, se obtuvo un MF=2.79.

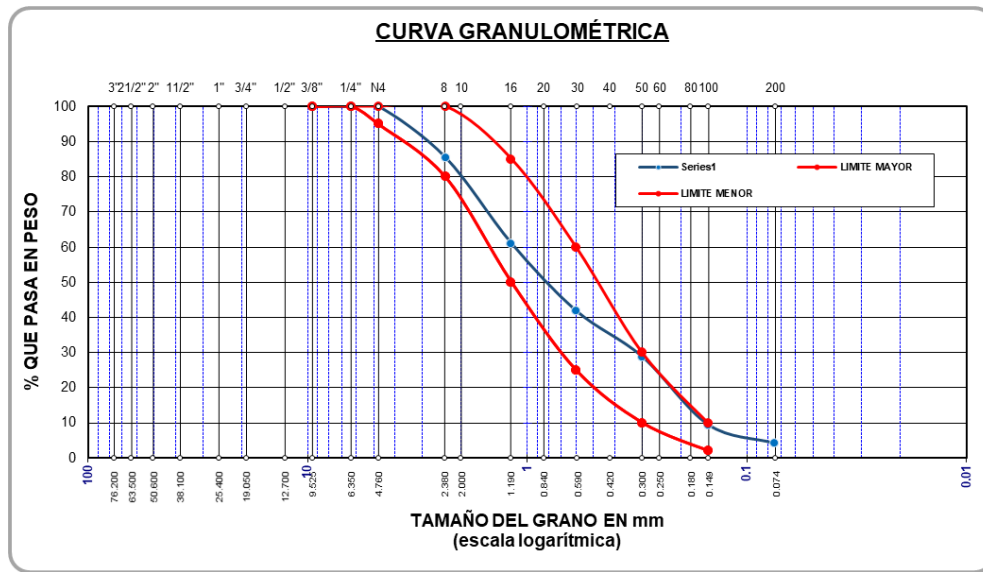
**Tabla 19.** Granulometría del agregado fino con 35 % de sustitución por relave minero

AGREGADO FINO ASTM-C33/C33M-18-ARENA GRUESA							
HENDIDURA DE TAMICES		Peso Ret.gr	%Parcial Ret.	% Acumulado Ret.	% Acum. que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
Nombre	Ø					Mín.	Máx.
No. 4	4.75 mm				100.00	95.00	100.00
No. 8	2.36 mm	72.31	14.46	14.46	85.54	80.00	100.00
No. 16	1.18 mm	122.66	24.53	38.99	61.01	50.00	85.00
No. 30	600 µm	95.64	19.13	58.12	41.88	25.00	60.00
No. 50	300 µm	65.48	13.10	71.22	28.78	10.00	30.00
No. 100	150 µm	96.97	19.39	90.61	9.39	2.00	10.00
No. 200	75 µm	26.40	5.28	95.89	4.11	-	-
BASE	-	20.54	4.11	100.00	0.00	-	-
						<b>MF</b>	<b>2.73</b>

Fuente Propia

Para determinar si el agregado fino cumple con el rango especificado por la norma ASTM C33, se tiene el siguiente gráfico de la curva granulométrica.

**Figura 27.** Curva granulométrica del agregado fino con 35 % de sustitución por relave minero



Fuente Propia

**Interpretación:** La curva granulométrica obtenida para el agregado fino con 35% de sustitución por relave minero se encuentra dentro del rango permitido por la norma ASTM C33, se obtuvo un MF=2.73

### Granulometría del agregado grueso

Se ejecutó con el empleo de las mallas 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8" y N°4, obteniendo los siguientes datos.

**Tabla 20.** Granulometría del agregado grueso

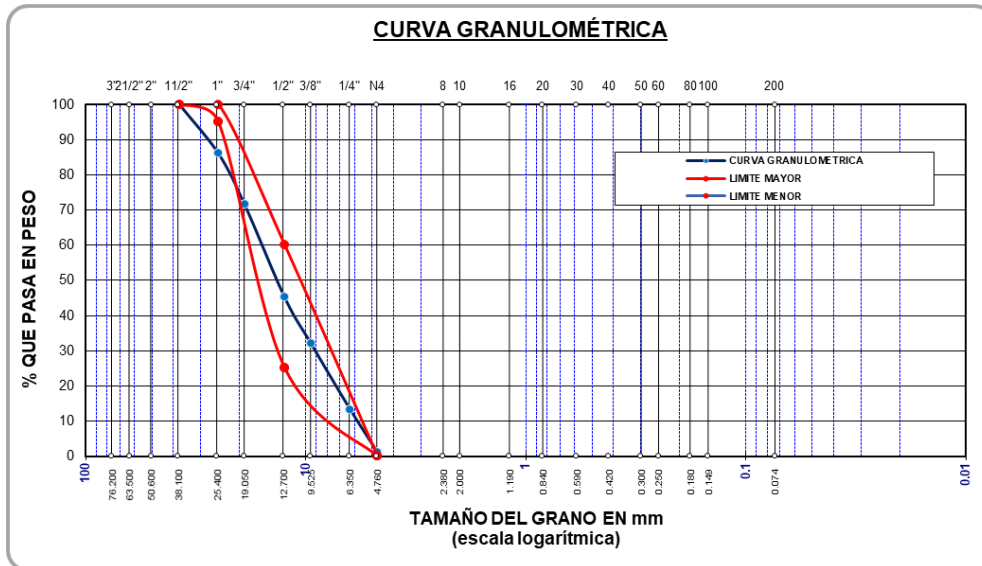
AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M- 8							
HENDIDURA DE TAMICES		Peso Ret.gr	%Parcial Ret.	% Acumulado Ret.	% Acum. que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
Nombre	∅					Mínimo	Máximo
2 in	50.00 mm				100.00	100.00	100.00
1 1/2 in	37.50 mm	1,387.40	13.87	13.87	86.13	100.00	100.00
1 in	25.00 mm	1,459.20	14.59	28.47	71.53	95.00	100.00
3/4 in	19.00 mm	2,639.60	26.40	54.86	45.14	-	-
1/2 in	12.50 mm	1,307.00	13.07	67.93	32.07	25.00	60.00
3/8 in	9.50 mm	1,877.00	18.77	86.70	13.30	-	-
No. 4	4.75 mm	1,206.20	12.06	98.76	1.24	-	10.00
BASE	-	123.60	1.24	100.00	0.00	-	-
						<b>TMN</b>	<b>1 in</b>

Fuente Propia



El siguiente gráfico ilustra si el AG cumple con el rango en la curva granulométrica según norma.

**Figura 28.** Curva granulométrica del agregado grueso



Fuente Propia

**Interpretación:** La curva granulométrica del AG se encuentra entre los límites admisibles; se obtuvo un TMN= 1"

**Granulometría del agregado grueso (piedra chancada)**

Se ejecutó con el empleo de las mallas 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8" y N°4, obteniendo los siguientes datos.

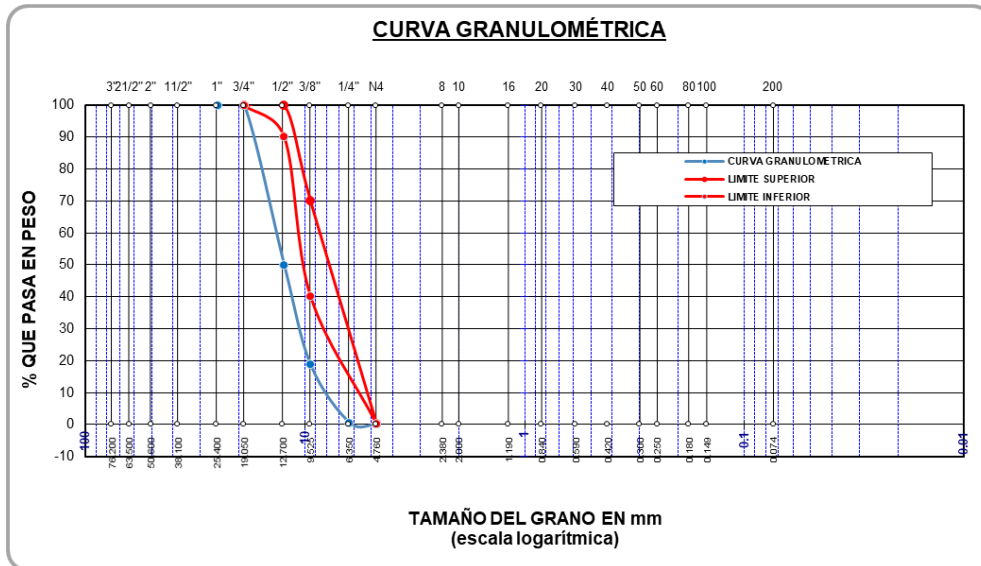
**Tabla 21.** Granulometría de la piedra chancada

AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M- 8							
HENDIDURA DE TAMICES		Peso Ret.gr	%Parcial Ret.	% Acumulado Ret.	%Acum. que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
Nombre	Ø					Mínimo	Máximo
2 in	50.00 mm				100.00	100.00	100.00
1 1/2 in	37.50 mm				100.00	100.00	100.00
1 in	25.00 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	95.00	100.00
3/4 in	19.00 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
1/2 in	12.50 mm	1,001.10	50.06	50.06	49.95	25.00	60.00
3/8 in	9.50 mm	624.70	31.24	81.29	18.71	-	-
No. 4	4.75 mm	365.10	18.26	99.55	0.45	-	10.00
BASE	-	9.10	0.46	100.00	0.00	-	-
						TMN	1/2 in

Fuente Propia

El siguiente gráfico ilustra si el AG (piedra chancada) cumple con el rango en la curva granulométrica según norma.

**Figura 29.** Curva granulométrica de la piedra chancada



## Contenido de humedad del agregado fino

Se utilizó una porción del árido ya tamizado y separado para pesarlo en su estado natural, posteriormente dejarlo en el horno por 24h

**Tabla 22.** Contenido de humedad del agregado fino

CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO FINO CON 0% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO		
N° DE TARRO	1	2
PESO MUESTRA HUMED+TARA(gr.)	280.76	299.05
PESO MUESTRA SECA+TARA(gr.)	268.17	284.92
PESO TARA(gr.)	66.39	65.02
PESO MUESTRA HUMED(gr.)	<b>214.37</b>	<b>234.03</b>
PESOMUESTRA SECA(gr.)	<b>201.78</b>	<b>219.90</b>
PESO DEL AGUA(gr.)	<b>12.59</b>	<b>14.13</b>
% HUMEDAD	<b>6.24</b>	<b>6.43</b>
<b>% DE HUMEDAD PROMEDIO</b>	<b>6.33</b>	
CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO FINO CON 5% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO		
N° DE TARRO	1	2
PESO MUESTRA HUMED+TARA(gr.)	208.70	216.26
PESO MUESTRA SECA+TARA(gr.)	200.18	207.17
PESO TARA(gr.)	68.05	67.94
PESO MUESTRA HUMED(gr.)	<b>140.65</b>	<b>148.32</b>
PESOMUESTRA SECA(gr.)	<b>132.13</b>	<b>139.23</b>
PESO DEL AGUA(gr.)	<b>8.52</b>	<b>9.09</b>
% HUMEDAD	<b>6.45</b>	<b>6.53</b>
<b>% DE HUMEDAD PROMEDIO</b>	<b>6.49</b>	
CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO FINO CON 15% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO		
N° DE TARRO	1	2
PESO MUESTRA HUMED+TARA(gr.)	210.82	203.80
PESO MUESTRA SECA+TARA(gr.)	201.18	194.60
PESO TARA(gr.)	65.59	65.02
PESO MUESTRA HUMED(gr.)	<b>145.23</b>	<b>138.78</b>
PESOMUESTRA SECA(gr.)	<b>135.59</b>	<b>129.58</b>
PESO DEL AGUA(gr.)	<b>9.64</b>	<b>9.20</b>
% HUMEDAD	<b>7.11</b>	<b>7.10</b>
<b>% DE HUMEDAD PROMEDIO</b>	<b>7.10</b>	
CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO FINO CON 25% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO		
N° DE TARRO	1	2
PESO MUESTRA HUMED+TARA(gr.)	219.36	219.33
PESO MUESTRA SECA+TARA(gr.)	206.40	208.28
PESO TARA(gr.)	39.43	65.17
PESO MUESTRA HUMED(gr.)	<b>179.93</b>	<b>154.16</b>
PESOMUESTRA SECA(gr.)	<b>166.97</b>	<b>143.11</b>
PESO DEL AGUA(gr.)	<b>12.96</b>	<b>11.05</b>
% HUMEDAD	<b>7.76</b>	<b>7.72</b>
<b>% DE HUMEDAD PROMEDIO</b>	<b>7.74</b>	
CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO FINO CON 35% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO		
N° DE TARRO	1	2
PESO MUESTRA HUMED+TARA(gr.)	224.04	216.65
PESO MUESTRA SECA+TARA(gr.)	212.04	205.16
PESO TARA(gr.)	68.31	60.12
PESO MUESTRA HUMED(gr.)	<b>155.73</b>	<b>156.53</b>
PESOMUESTRA SECA(gr.)	<b>143.73</b>	<b>145.04</b>
PESO DEL AGUA(gr.)	<b>12.00</b>	<b>11.49</b>
% HUMEDAD	<b>8.35</b>	<b>7.92</b>
<b>% DE HUMEDAD PROMEDIO</b>	<b>8.14</b>	

Fuente Propia

**Interpretación:** El W% del AF de la cantera Unocolla fue de 6.33% y al sustituir el relave minero en 5%, 15%, 25% y 35% obtenido fue de 6.49%, 7.10%, 7.74% y 8.14% respectivamente, lo que nos indica que cuando aumenta la proporción de AF reemplazada por RM, aumenta la cantidad de agua en el árido.

### Contenido de humedad del agregado grueso

Fue el mismo procedimiento que se llevó a cabo con el agregado fino. Los datos obtenidos se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 23.** Contenido de humedad del agregado grueso

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DE AG</b>		
<b>N° DE TARRO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
PESO MUESTRA HUMED+TARA(gr.)	374.40	401.60
PESO MUESTRA SECA+TARA(gr.)	364.10	389.50
PESO TARA(gr.)	70.10	67.60
PESO MUESTRA HUMED(gr.)	<b>304.30</b>	<b>334.00</b>
PESOMUESTRA SECA(gr.)	<b>294.00</b>	<b>321.90</b>
PESO DEL AGUA(gr.)	<b>10.30</b>	<b>12.10</b>
% HUMEDAD	<b>3.50</b>	<b>3.76</b>
<b>% DE HUMEDAD PROMEDIO</b>	<b>3.63</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DE PIEDRA CHANCADA</b>		
<b>N° DE TARRO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
PESO MUESTRA HUMED+TARA(gr.)	194.84	200.54
PESO MUESTRA SECA+TARA(gr.)	193.50	199.10
PESO TARA(gr.)	28.35	29.13
PESO MUESTRA HUMED(gr.)	<b>166.49</b>	<b>171.41</b>
PESOMUESTRA SECA(gr.)	<b>165.15</b>	<b>169.97</b>
PESO DEL AGUA(gr.)	<b>1.34</b>	<b>1.44</b>
% HUMEDAD	<b>0.81</b>	<b>0.85</b>
<b>% DE HUMEDAD PROMEDIO</b>	<b>0.83</b>	

*Fuente Propia*

**Interpretación:** El W% obtenido para el agregado grueso fue de 3.63% y el W% obtenido para la piedra chancada es de 0.83% entendiéndose que la piedra chancada se encuentra casi seca a diferencia del AG.

## Peso unitario suelto y compactado de los agregados

**Figura 31.** Determinación de peso unitario de los agregados



Fuente: Propia

### Peso unitario suelto y varillado del agregado fino

Después de registrar los datos del molde y llenarlo con los áridos en caída por gravedad, se pesaron y completaron los cálculos.

**Tabla 24.** Peso unitario suelto y varillado del agregado fino

PESO UNITARIO SUELTO				
Número de muestras		1	2	3
A. Peso de material + mol	g	14,875.0	14,868.0	14,873.0
B. Peso del molde	g	3548.0	3548.0	3548.0
C. Peso del material	g	11327.0	11320.0	11325.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	7,036.0	7,036.0	7,036.0
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.610	1.609	1.610
<b>F. Promedio</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>	<b>1.609</b>		
PESO UNITARIO VARILLADO				
Número de muestras		1	2	3
A. Peso de material + mol	g	15,422.0	15,430.0	15,445.0
B. Peso del molde	g	3548.0	3548.0	3548.0
C. Peso del material	g	11874.0	11882.0	11897.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	7,036.0	7,036.0	7,036.0
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.688	1.689	1.691
<b>F. Promedio</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>	<b>1.689</b>		

Fuente Propia

**Interpretación:** El peso unitario suelto del AF obtenido fue de 1609 kg/cm<sup>3</sup> y el peso unitario varillado obtenido fue de 1689 kg/cm<sup>3</sup>, estos resultados nos permiten conocer el grado de acoplamiento de las partículas que conforman el A.F.

**Tabla 25.** Peso unitario suelto y varillado del agregado fino con 5% de sustitución por relave minero

PESO UNITARIO SUELTO				
Número de muestras		1	2	3
A. Peso de material + mol	g	14,851.0	14,809.0	14,861.0
B. Peso del molde	g	3548.0	3548.0	3548.0
C. Peso del material	g	11303.0	11261.0	11313.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	7,036.0	7,036.0	7,036.0
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.606	1.600	1.608
<b>F. Promedio</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>		<b>1.605</b>	
PESO UNITARIO VARILLADO				
Número de muestras		1	2	3
A. Peso de material + mol	g	15,429.0	15,477.0	15,458.0
B. Peso del molde	g	3548.0	3548.0	3548.0
C. Peso del material	g	11881.0	11929.0	11910.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	7,036.0	7,036.0	7,036.0
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.689	1.695	1.693
<b>F. Promedio</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>		<b>1.692</b>	

Fuente Propia

**Interpretación:** El peso unitario suelto del AF con sustitución del 5% de relave minero obtenido fue de 1605 kg/cm<sup>3</sup> y el peso unitario varillado obtenido fue de 1692 kg/cm<sup>3</sup>, estos resultados nos permiten conocer el grado de acoplamiento de las partículas que conforman el A.F.

**Tabla 26.** Peso unitario suelto y varillado del agregado fino con 15% de sustitución por relave minero

PESO UNITARIO SUELTO				
Número de muestras		1	2	3
A. Peso de material + mol	g	20,609.0	20,597.0	20,623.0
B. Peso del molde	g	3866.0	3866.0	3866.0
C. Peso del material	g	16743.0	16731.0	16757.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	10,315.5	10,315.5	10,315.5
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.623	1.622	1.624
<b>F. Promedio</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>		<b>1.623</b>	
PESO UNITARIO VARILLADO				
Número de muestras		1	2	3
A. Peso de material + mol	g	21,383.0	21,333.0	21,359.0
B. Peso del molde	g	3866.0	3866.0	3866.0
C. Peso del material	g	17517.0	17467.0	17493.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	10,315.5	10,315.5	10,315.5
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.698	1.693	1.696
<b>F. Promedio</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>		<b>1.696</b>	

Fuente Propia

**Interpretación:** El peso unitario suelto del AF con sustitución del 15% de relave minero obtenido fue de 1623 kg/cm<sup>3</sup> y el peso unitario varillado obtenido fue de 1696 kg/cm<sup>3</sup>, estos resultados nos permiten conocer el grado de acoplamiento de las partículas que conforman el A.F.

**Tabla 27.** Peso unitario suelto y varillado del agregado fino con 25% de sustitución por relave minero

PESO UNITARIO SUELTO				
Número de muestras		1	2	3
A. Peso de material + mol	g	20,610.0	20,605.0	20,589.0
B. Peso del molde	g	3866.0	3866.0	3866.0
C. Peso del material	g	16744.0	16739.0	16723.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	10,315.5	10,315.5	10,315.5
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.623	1.623	1.621
<b>F. Promedio</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>		<b>1.622</b>	
PESO UNITARIO VARILLADO				
Número de muestras		1	2	3
A. Peso de material + mol	g	21,664.0	21,686.0	21,678.0
B. Peso del molde	g	3866.0	3866.0	3866.0
C. Peso del material	g	17798.0	17820.0	17812.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	10,315.5	10,315.5	10,315.5
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.725	1.727	1.727
<b>F. Promedio</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>		<b>1.727</b>	

*Fuente Propia*

**Interpretación:** El peso unitario suelto del AF con sustitución del 25% de relave minero obtenido fue de 1622 kg/cm<sup>3</sup> y el peso unitario varillado obtenido fue de 1727 kg/cm<sup>3</sup>, estos resultados nos permiten conocer el grado de acoplamiento de las partículas que conforman el A.F.

**Tabla 28.** Peso unitario suelto y varillado del agregado fino con 35 % de sustitución por relave minero

PESO UNITARIO SUELTO				
Número de muestras		1	2	3
A. Peso de material + mol	g	20,561.0	20,496.0	20,514.0
B. Peso del molde	g	3866.0	3866.0	3866.0
C. Peso del material	g	16695.0	16630.0	16648.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	10,315.5	10,315.5	10,315.5
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.618	1.612	1.614
<b>F. Promedio</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>		<b>1.615</b>	
PESO UNITARIO VARILLADO				
Número de muestras		1	2	3
A. Peso de material + mol	g	21,646.0	21,657.0	21,697.0
B. Peso del molde	g	3866.0	3866.0	3866.0
C. Peso del material	g	17780.0	17791.0	17831.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	10,315.5	10,315.5	10,315.5
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.724	1.725	1.729
<b>F. Promedio</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>		<b>1.726</b>	

*Fuente Propia*

**Interpretación:** El peso unitario suelto del AF con sustitución del 35% de relave minero obtenido fue de 1615 kg/cm<sup>3</sup> y el peso unitario varillado obtenido fue de 1726 kg/cm<sup>3</sup>, estos resultados nos permiten conocer el grado de acoplamiento de las partículas que conforman el A.F.

## Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso

Fue el mismo procedimiento que se llevó a cabo con el agregado fino. Los datos obtenidos se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 29.** *Peso unitario suelto y varillado del agregado grueso*

PESO UNITARIO SUELTO				
Número de muestras		1	2	3
A. Peso de material + mol	g	14,571.0	14,564.0	14,569.0
B. Peso del molde	g	3548.0	3548.0	3548.0
C. Peso del material	g	11023.0	11016.0	11021.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	7,036.0	7,036.0	7,036.0
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.567	1.566	1.566
<b>F. Promedio</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>		<b>1.566</b>	
PESO UNITARIO VARILLADO				
Número de muestras		1	2	3
A. Peso de material + mol	g	15,254.0	15,310.0	15,282.0
B. Peso del molde	g	3548.0	3548.0	3548.0
C. Peso del material	g	11706.0	11762.0	11734.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	7,036.0	7,036.0	7,036.0
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.664	1.672	1.668
<b>F. Promedio</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>		<b>1.668</b>	

*Fuente Propia*

**Interpretación:** El peso unitario suelto del AG obtenido fue de 1566 kg/cm<sup>3</sup> y el peso unitario varillado fue de 1668 kg/cm<sup>3</sup>, estos resultados nos permiten conocer el grado de acoplamiento de las partículas que conforman el A.G.

**Tabla 30.** *Peso unitario suelto y varillado del agregado grueso – piedra chancada*

PESO UNITARIO SUELTO				
Número de muestras		1	2	3
A. Peso de material + mol	g	13,536.0	13,502.0	13,517.0
B. Peso del molde	g	3548.0	3548.0	3548.0
C. Peso del material	g	9988.0	9954.0	9969.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	7,036.0	7,036.0	7,036.0
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.420	1.415	1.417
<b>F. Promedio</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>		<b>1.417</b>	
PESO UNITARIO VARILLADO				
Número de muestras		1	2	3
A. Peso de material + mol	g	14,453.0	14,446.0	14,462.0
B. Peso del molde	g	3548.0	3548.0	3548.0
C. Peso del material	g	10905.0	10898.0	10914.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	7,036.0	7,036.0	7,036.0
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.550	1.549	1.551
<b>F. Promedio</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>		<b>1.550</b>	

*Fuente Propia*

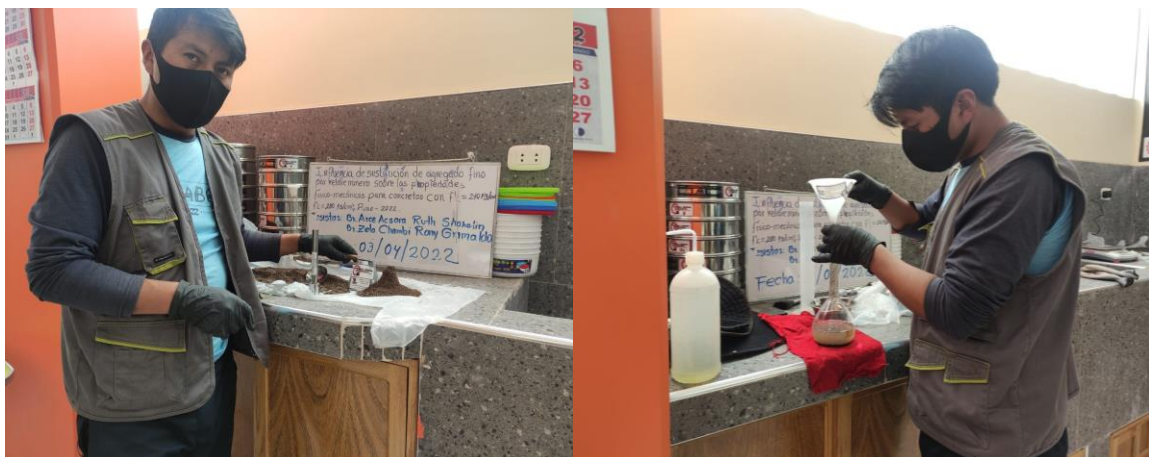
**Interpretación:** El peso unitario suelto de la piedra chancada obtenido fue de 1417 kg/cm<sup>3</sup> y el peso unitario varillado fue de 1550 kg/cm<sup>3</sup>, estos resultados nos permiten conocer el grado de acoplamiento de las partículas que conforman la piedra chancada.



## Densidad relativa de los agregados Peso específico y absorción del agregado fino

Se obtuvieron los resultados del experimento realizado de acuerdo con la norma ASTM C128. Se tiene las siguientes tablas.

**Figura 32.** Ensayo de gravedad específica del agregado fino



Fuente Propia

**Tabla 31.** Peso específico y absorción del agregado fino con 0% de sustitución por relave minero

DESCRIPCION	UND	N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A. PESO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO DE LA ARENA (AIRE).	gr.	300.50	300.30	300.40
B. PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA	gr.	656.00	656.00	656.00
C. PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + MUESTRA sss	gr.	838.10	838.20	838.20
D. VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACIOS (BRUTO) = (A+B)-C	cm3	<b>118.40</b>	<b>118.10</b>	<b>118.20</b>
E. PESO MATERIAL SECO EN HORNO	gr.	292.20	292.50	292.60
F. VOLUMEN DE MASA (NETO) = D-(A-E)	cm3	<b>110.10</b>	<b>110.30</b>	<b>110.40</b>
P.E. MASA SECA = E/D	gr/cm3	<b>2.468</b>	<b>2.477</b>	<b>2.475</b>
P.E. MASA SECA - PROMEDIO	gr/cm3	<b>2.473</b>		
P.E. MASA sss = A/D	gr/cm3	<b>2.538</b>	<b>2.543</b>	<b>2.541</b>
P.E. MASA sss - PROMEDIO	gr/cm3	<b>2.541</b>		
P.E. APARENTE = E/F	gr/cm3	<b>2.654</b>	<b>2.652</b>	<b>2.650</b>
P.E. APARENTE - PROMEDIO	gr/cm3	<b>2.652</b>		
ABSORCIÓN = ((A-E)/E)*100	%	<b>2.84</b>	<b>2.67</b>	<b>2.67</b>
<b>PESO ESPECIFICO (gr/cm3)</b>	<b>2.541</b>	<b>% DE ABSORCION</b>		
		<b>2.72</b>		

Fuente Propia

**Interpretación:** El peso específico del AF con 0% de sustitución por relave minero obtenido fue de 2.54 gr/cm<sup>3</sup> y absorción de 2.72%, la densidad es importante en la construcción porque el peso específico es un indicador de calidad y el porcentaje de absorción nos indica el incremento de masa del agregado debido al agua en los poros del material.

**Tabla 32.** Peso específico y absorción del agregado fino con 5% de sustitución por relave minero

DESCRIPCION	UND	N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A. PESO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO DE LA ARENA (AIRE).	gr.	300.20	300.30	300.20
B. PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA	gr.	656.00	656.00	656.00
C. PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + MUESTRA sss	gr.	839.70	839.30	839.60
D. VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACIOS (BRUTO) = (A+B)-C	cm3	<b>116.50</b>	<b>117.00</b>	<b>116.60</b>
E. PESO MATERIAL SECO EN HORNO	gr.	293.90	293.60	293.90
F. VOLUMEN DE MASA (NETO) = D-(A-E)	cm3	<b>110.20</b>	<b>110.30</b>	<b>110.30</b>
P.E. MASA SECA = E/D	gr/cm3	<b>2.523</b>	<b>2.509</b>	<b>2.521</b>
P.E. MASA SECA - PROMEDIO	gr/cm3	<b>2.518</b>		
P.E. MASA sss = A/D	gr/cm3	<b>2.577</b>	<b>2.567</b>	<b>2.575</b>
P.E. MASA sss - PROMEDIO	gr/cm3	<b>2.573</b>		
P.E. APARENTE = E/F	gr/cm3	<b>2.667</b>	<b>2.662</b>	<b>2.665</b>
P.E. APARENTE - PROMEDIO	gr/cm3	<b>2.664</b>		
ABSORCIÓN = ((A-E)/E)*100	%	<b>2.14</b>	<b>2.28</b>	<b>2.14</b>
<b>PESO ESPECIFICO (gr/cm3)</b>	<b>2.573</b>	<b>% DE ABSORCION</b>		<b>2.19</b>

Fuente Propia

**Interpretación:** El peso específico del AF con 5% de relave minero obtenido fue de 2.57 gr/cm<sup>3</sup> y absorción de 2.19%, la densidad es importante en la construcción porque el peso específico es un indicador de calidad y el % de absorción nos indica el incremento de masa del agregado debido al agua en los poros del material.

**Tabla 33.** Peso específico y absorción del agregado fino con 15% de sustitución por relave minero

DESCRIPCION	UND	N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A. PESO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO DE LA ARENA (AIRE).	gr.	300.30	300.40	300.40
B. PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA	gr.	656.00	656.00	656.00
C. PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + MUESTRA sss	gr.	840.00	839.80	839.70
D. VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACIOS (BRUTO) = (A+B)-C	cm3	<b>116.30</b>	<b>116.60</b>	<b>116.70</b>
E. PESO MATERIAL SECO EN HORNO	gr.	294.80	293.90	293.90
F. VOLUMEN DE MASA (NETO) = D-(A-E)	cm3	<b>110.80</b>	<b>110.10</b>	<b>110.20</b>
P.E. MASA SECA = E/D	gr/cm3	<b>2.535</b>	<b>2.521</b>	<b>2.518</b>
P.E. MASA SECA - PROMEDIO	gr/cm3	<b>2.525</b>		
P.E. MASA sss = A/D	gr/cm3	<b>2.582</b>	<b>2.576</b>	<b>2.574</b>
P.E. MASA sss - PROMEDIO	gr/cm3	<b>2.578</b>		
P.E. APARENTE = E/F	gr/cm3	<b>2.661</b>	<b>2.669</b>	<b>2.667</b>
P.E. APARENTE - PROMEDIO	gr/cm3	<b>2.666</b>		
ABSORCIÓN = ((A-E)/E)*100	%	<b>1.87</b>	<b>2.21</b>	<b>2.21</b>
<b>PESO ESPECIFICO (gr/cm3)</b>	<b>2.578</b>	<b>% DE ABSORCION</b>		<b>2.10</b>

Fuente Propia

**Interpretación:** El peso específico del AF con 15% de relave minero obtenido fue de 2.58 gr/cm<sup>3</sup> y absorción de 2.10%, la densidad es importante en la construcción porque el peso específico es un indicador de calidad y el % de absorción nos indica el incremento de masa del agregado debido al agua en los poros del material.

**Tabla 34.** Peso específico y absorción del agregado fino con 25% de sustitución por relave minero

DESCRIPCION	UND	N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A. PESO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO DE LA ARENA (AIRE).	gr.	300.40	300.50	300.40
B. PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA	gr.	656.00	656.00	656.00
C. PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + MUESTRA sss	gr.	840.80	840.50	840.50
D. VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACIOS (BRUTO) = (A+B)-C	cm3	<b>115.60</b>	<b>116.00</b>	<b>115.90</b>
E. PESO MATERIAL SECO EN HORNO	gr.	293.80	294.20	294.30
F. VOLUMEN DE MASA (NETO) = D-(A-E)	cm3	<b>109.00</b>	<b>109.70</b>	<b>109.80</b>
P.E. MASA SECA = E/D	gr/cm3	<b>2.542</b>	<b>2.536</b>	<b>2.539</b>
P.E. MASA SECA - PROMEDIO	gr/cm3	<b>2.539</b>		
P.E. MASA sss = A/D	gr/cm3	<b>2.599</b>	<b>2.591</b>	<b>2.592</b>
P.E. MASA sss - PROMEDIO	gr/cm3	<b>2.594</b>		
P.E. APARENTE = E/F	gr/cm3	<b>2.695</b>	<b>2.682</b>	<b>2.680</b>
P.E. APARENTE - PROMEDIO	gr/cm3	<b>2.686</b>		
ABSORCIÓN = ((A-E)/E)*100	%	<b>2.25</b>	<b>2.14</b>	<b>2.07</b>
<b>PESO ESPECIFICO (gr/cm3)</b>	<b>2.594</b>	<b>% DE ABSORCION</b>		<b>2.15</b>

Fuente. Propia

**Interpretación:** El peso específico del AF con 25% de relave minero obtenido fue de 2.59gr/cm<sup>3</sup> y absorción de 2.15%, la densidad es importante en la construcción porque el peso específico es un indicador de calidad y el % de absorción nos indica el incremento de masa del agregado debido al agua en los poros del material.

**Tabla 35.** Peso específico y absorción del agregado fino con 35 % de sustitución por relave minero

DESCRIPCION	UND	N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A. PESO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO DE LA ARENA (AIRE).	gr.	300.00	300.60	300.50
B. PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA	gr.	656.00	656.00	656.00
C. PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + MUESTRA sss	gr.	841.80	842.00	841.90
D. VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACIOS (BRUTO) = (A+B)-C	cm3	<b>114.20</b>	<b>114.60</b>	<b>114.60</b>
E. PESO MATERIAL SECO EN HORNO	gr.	295.60	295.30	295.40
F. VOLUMEN DE MASA (NETO) = D-(A-E)	cm3	<b>109.80</b>	<b>109.30</b>	<b>109.50</b>
P.E. MASA SECA = E/D	gr/cm3	<b>2.588</b>	<b>2.577</b>	<b>2.578</b>
P.E. MASA SECA - PROMEDIO	gr/cm3	<b>2.581</b>		
P.E. MASA sss = A/D	gr/cm3	<b>2.627</b>	<b>2.623</b>	<b>2.622</b>
P.E. MASA sss - PROMEDIO	gr/cm3	<b>2.624</b>		
P.E. APARENTE = E/F	gr/cm3	<b>2.692</b>	<b>2.702</b>	<b>2.698</b>
P.E. APARENTE - PROMEDIO	gr/cm3	<b>2.697</b>		
ABSORCIÓN = ((A-E)/E)*100	%	<b>1.49</b>	<b>1.79</b>	<b>1.73</b>
<b>PESO ESPECIFICO (gr/cm3)</b>	<b>2.624</b>	<b>% DE ABSORCION</b>		<b>1.67</b>

Fuente Propia

**Interpretación:** El peso específico del AF con 35% de relave minero obtenido fue de 2.62 gr/cm<sup>3</sup> y absorción de 1.67%, la densidad es importante en la construcción porque el peso específico es un indicador de calidad y el % de absorción nos indica el incremento de masa del agregado debido al agua en los poros del material.

## Peso específico y absorción del agregado grueso

La evaluación se llevó a cabo de acuerdo con el procedimiento ASTM C-127.

**Tabla 36.** *Peso específico y absorción del agregado grueso*

DESCRIPCION	UND	N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A. PESO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO DE LA GRAVA (AIRE).	gr.	600.00	500.00	500.10
B. PESO DEL FRASCO + AGUA	gr.	1446.93	1446.93	1446.93
C. PESO DEL FRASCO + AGUA + MUESTRA sss	gr.	1810.50	1750.80	1751.00
D. VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACIOS (BRUTO) = (A+B)-C	cm3	<b>236.43</b>	<b>196.13</b>	<b>196.03</b>
E. PESO MATERIAL SECO EN HORNO	gr.	590.70	490.90	491.00
F. VOLUMEN DE MASA (NETO) = D-(A-E)	cm3	<b>227.13</b>	<b>187.03</b>	<b>186.93</b>
P.E. MASA SECA = E/D	gr/cm3	<b>2.498</b>	<b>2.503</b>	<b>2.505</b>
P.E. MASA SECA - PROMEDIO	gr/cm3	<b>2.502</b>		
P.E. MASA sss = A/D	gr/cm3	<b>2.538</b>	<b>2.549</b>	<b>2.551</b>
P.E. MASA sss - PROMEDIO	gr/cm3	<b>2.546</b>		
P.E. APARENTE = E/F	gr/cm3	<b>2.601</b>	<b>2.625</b>	<b>2.627</b>
P.E. APARENTE - PROMEDIO	gr/cm3	<b>2.617</b>		
ABSORCIÓN = ((A-E)/E)*100	%	<b>1.57</b>	<b>1.85</b>	<b>1.85</b>
<b>PESO ESPECIFICO (gr/cm3)</b>	<b>2.546</b>	<b>% DE ABSORCION</b>		<b>1.76</b>

*Fuente Propia*

**Interpretación:** El peso específico del AG obtenido fue de 2.55 gr/cm<sup>3</sup> y absorción de 1.76%, la densidad es importante en la construcción porque el peso específico es un indicador de calidad y el % de absorción nos indica el incremento de masa del agregado debido al agua en los poros del material.

**Tabla 37.** *Peso específico y absorción del agregado grueso – piedra chancada*

DESCRIPCION	UND	N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A. PESO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO DE LA GRAVA (AIRE).	gr.	500.00	500.10	500.02
B. PESO DEL FRASCO + AGUA	gr.	1446.93	1446.93	1446.93
C. PESO DEL FRASCO + AGUA + MUESTRA sss	gr.	1753.70	1754.00	1754.10
D. VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACIOS (BRUTO) = (A+B)-C	cm3	<b>193.23</b>	<b>193.03</b>	<b>192.85</b>
E. PESO MATERIAL SECO EN HORNO	gr.	493.60	492.20	492.85
F. VOLUMEN DE MASA (NETO) = D-(A-E)	cm3	<b>186.83</b>	<b>185.13</b>	<b>185.68</b>
P.E. MASA SECA = E/D	gr/cm3	<b>2.554</b>	<b>2.550</b>	<b>2.556</b>
P.E. MASA SECA - PROMEDIO	gr/cm3	<b>2.553</b>		
P.E. MASA sss = A/D	gr/cm3	<b>2.588</b>	<b>2.591</b>	<b>2.593</b>
P.E. MASA sss - PROMEDIO	gr/cm3	<b>2.590</b>		
P.E. APARENTE = E/F	gr/cm3	<b>2.642</b>	<b>2.659</b>	<b>2.654</b>
P.E. APARENTE - PROMEDIO	gr/cm3	<b>2.652</b>		
ABSORCIÓN = ((A-E)/E)*100	%	<b>1.30</b>	<b>1.61</b>	<b>1.45</b>
<b>PESO ESPECIFICO (gr/cm3)</b>	<b>2.590</b>	<b>% DE ABSORCION</b>		<b>1.45</b>

*Fuente Propia*

**Interpretación:** El peso específico de la piedra chancada obtenido fue de 2.59 gr/cm<sup>3</sup> y absorción de 1.45%, la densidad es importante en la construcción porque el peso específico es un indicador de calidad y el % de absorción nos indica el incremento de masa del agregado debido al agua en los poros del material.

## Diseño de mezcla de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y $f'c=280\text{kg/cm}^2$ (ACI 211.1)

Siguiendo el proceso de diseño ACI 211.1, se produjo un hormigón con una resistencia de  $210\text{ kg/cm}^2$  y  $280\text{kg/cm}^2$ , utilizando los datos de los áridos obtenidos durante los ensayos. Teniendo una lista de estas propiedades en la Tabla 38.

**Tabla 38.** Resumen de datos obtenidos para el diseño de mezclas del concreto  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , de la muestra patrón y sustitución del 5%, 15%, 25% y 35% de relave minero por agregado fino

Diseño de mezcla de concreto, $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y $f'c=280\text{kg/cm}^2$							
ENSAYO	Árido Fino	Árido Fino con 5%RM	Árido Fino con 15%RM	Árido Fino con 25%RM	Árido Fino con 35%RM	Árido Grueso	Piedra chancada
Módulo de finura.	2.98	2.9	2.83	2.79	2.73	-	-
Tamaño máximo nominal. (in)	-	-	-	-	-	1	1/2
Peso unitario suelto. (kg/m <sup>3</sup> )	1609	1605	1623	1622	1615	1566	1417
Peso unitario varillado. (kg/m <sup>3</sup> )	1689	1692	1696	1727	1726	1668	1550
Peso específico. (gr/cm <sup>3</sup> )	2.541	2.573	2.578	2.594	2.624	2.546	2.59
Contenido de humedad. (%)	6.33%	6.49%	7.10%	7.74%	8.14%	3.63%	0.83%
Absorción. (%)	2.72%	2.19%	2.10%	2.15%	1.67%	1.76%	1.45%
Peso específico del cemento.	2850 kg/m <sup>3</sup>						

*Fuente Propia*

**OE N°1:** Determinar las características físicas de las mezclas de concretos  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  con la sustitución del relave minero en el agregado fino, en el C.P. La Rinconada, Puno-2022.

### PROPIEDADES FÍSICAS.

#### Determinación de la consistencia, trabajabilidad y asentamiento (ASTM C143)

Luego de llenar el molde con el cucharón en tres capas y compactar 25 varilladas en cada capa, se completó el proceso. Luego se retiró el molde para medir el asentamiento de la mezcla.

**Figura 33.** Ensayo de asentamiento y consistencia del concreto



Fuente Propia

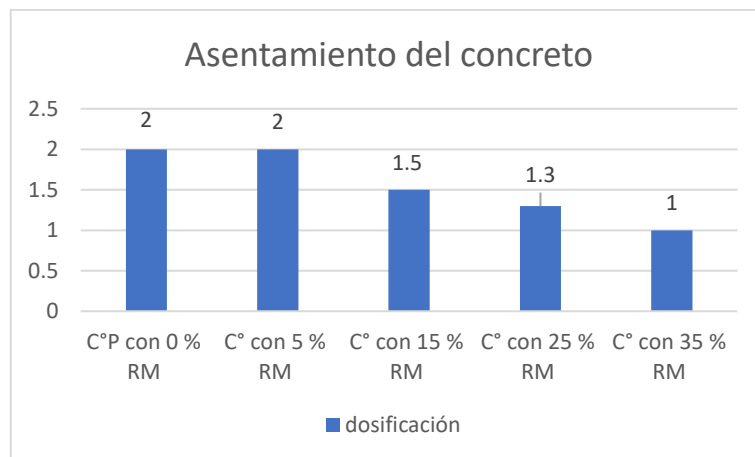
**Tabla 39.** Resumen Asentamiento del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

RESUMEN DEL ASENTAMIENTO DE LAS MEZCLAS DE CONCRETO				
DOSIFICACION	ASENTAMIENTO		CONSISTENCIA	TRABAJABILIDAD
	in	cm		
C°P con 0 % RM	2	5.08	Seca	Trabajable
C° con 5 % RM	2	5.08	Seca	Trabajable
C° con 15 % RM	1.5	3.81	Seca	Trabajable
C° con 25 % RM	1.3	3.30	Seca	Trabajable
C° con 35 % RM	1	2.54	Seca	Trabajable

Fuente Propia

Se tiene el siguiente grafico para evaluar las diferencias de asentamiento de las distintas dosificaciones de concretos elaborados con relave minero.

**Figura 34.** Asentamiento del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$



Fuente propia

**Interpretación:** el asentamiento obtenido para el concreto patrón fue de 5.08cm y al remplazar el agregado fino por relave minero en 5%, 15% 25% y 35%, el asentamiento fue de 5.08cm, 3.81cm, 3.30cm y 2.54cm respectivamente, los valores obtenidos para las mezclas de concreto nos indican que la consistencia es seca, los valores de asentamiento obtenidos están dentro del mínimo (1”) que exigen las normas de diseño ACI-211 (tabla 4). También podemos deducir que a mayor porcentaje de remplazo de agregado fino por relave minero el asentamiento disminuye en hasta 2.54 cm a partir del 15% de sustitución.

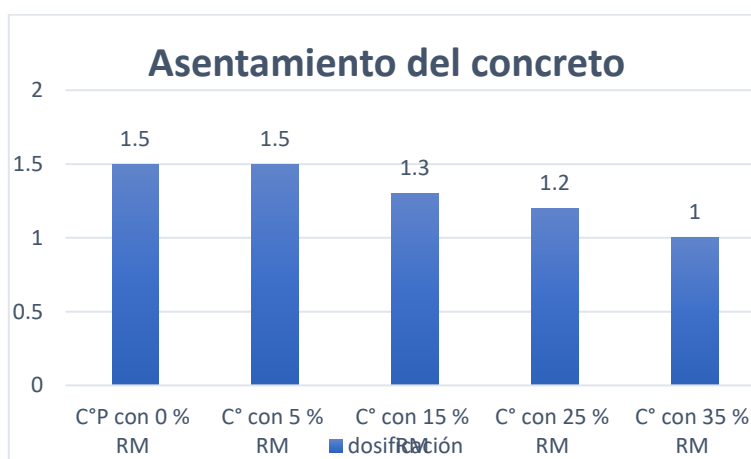
**Tabla 40.** Resumen del asentamiento de las mezclas de C° de 280 kg/cm<sup>2</sup>

RESUMEN DEL ASENTAMIENTO DE LAS MEZCLAS DE CONCRETO				
TIPIFICACIÓN	ASENTAMIENTO		CONSISTENCIA	TRABAJABILIDAD
	in	cm		
C°P con 0 % RM	1.5	3.81	Seca	Trabajable
C° con 5 % RM	1.5	3.81	Seca	Trabajable
C° con 15 % RM	1.3	3.30	Seca	Trabajable
C° con 25 % RM	1.2	3.048	Seca	Trabajable
C° con 35 % RM	1	2.54	Seca	Trabajable

*Fuente Propia*

Se tiene el siguiente grafico para evaluar las diferencias de asentamiento de las distintas dosificaciones de concretos elaborados con relave minero.

**Figura 35.** Asentamiento del concreto  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>



*Fuente Propia*

**Interpretación:** el asentamiento obtenido para el concreto patrón fue de 3.81cm y al remplazar el agregado fino por relave minero en 5%, 15% 25% y 35%, el asentamiento fue de 3.81cm, 3.30cm, 3.048cm y 2.54cm respectivamente, los

valores obtenidos para las mezclas de concreto nos indican que la consistencia es seca, los valores de asentamiento obtenidos están dentro del mínimo (1") que exigen las normas de diseño ACI-211 (tabla 4). También podemos deducir que a mayor porcentaje de remplazo de agregado fino por relave minero el asentamiento disminuye en hasta 1.27cm a partir del 15% de sustitución.

### **Determinación del peso unitario del concreto (ASTM C138)**

Se ejecutó con el empleo del molde denominado Olla de Washington, se procedió a rellenar este con el concreto con diferentes dosificaciones en 03 capas y compactar 25 varilladas en cada capa

**Figura 36.** Olla Washington con concreto fresco



*Fuente Propia*

Las siguientes tablas muestran el peso unitario y el rendimiento del concreto logrado para la muestra patrón y las muestras elaboradas con el 5%, 15% 25% y 35% de sustitución de relave minero por agregado fino.

**Tabla 41.** Peso unitario del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



PUC Y RENDIMIENTO DEL CONCRETO						
DESCRIPCION	UND	C°P con 0% RM	C° con 5% RM	C° con 15% RM	C° con 25% RM	C° con 35% RM
Peso del molde	kg	3.548	3.548	3.548	3.548	3.548
Volumen del molde	m3	0.007036	0.007036	0.007036	0.007036	0.007036
Peso del molde + Concreto compactado	kg	19.763	19.658	19.615	19.591	19.403
Peso del concreto	kg	16.215	16.11	16.067	16.043	15.855
<b>Peso unitario del concreto PUC</b>	<b>kg/m3</b>	<b>2304.58</b>	<b>2289.65</b>	<b>2283.54</b>	<b>2280.13</b>	<b>2253.41</b>
Peso unitario teórico PUT	kg/m3	2246.43	2253.67	2255.92	2258.16	2264.85
<b>Rendimiento del concreto</b>	<b>m3</b>	<b>0.0069</b>	<b>0.0069</b>	<b>0.0070</b>	<b>0.0070</b>	<b>0.0071</b>
<b>Rendimiento relativo</b>		<b>1.0</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>
		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

*Fuente Propia*

**Interpretación:** El PUC obtenido para el concreto patrón fue de 2304.58kg/m3 y al remplazar el agregado fino por relave minero en 5%, 15% 25% y 35%, el PUC fue de 2289.65kg/m3, 2283.54kg/m3, 2280.13kg/m3 y 2253.41kg/m3 respectivamente, también se observa el rendimiento del concreto patrón igual a 0.0069m3, y con la sustitución de 5%, 15% 25% y 35% se tiene 0.0069m3, 0.0070m3, 0.0070m3, y 0.0071m3 respectivamente; por lo que se obtuvo un rendimiento relativo de 1.0 en todas las dosificaciones propuestas cumpliendo así con el rendimiento según la norma ASTM C138.

**Tabla 42.** *Peso unitario del concreto  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>*

PUC Y RENDIMIENTO DEL CONCRETO						
DESCRIPCION	UND	C°P con 0 % RM	C° con 5% RM	C° con 15% RM	C° con 25% RM	C° con 35% RM
Peso del molde	kg	3.548	3.548	3.548	3.548	3.548
Volumen del molde	m3	0.007036	0.007036	0.007036	0.007036	0.007036
Peso del molde + Concreto compactado	kg	19.731	19.612	19.418	19.392	19.318
Peso del concreto	kg	16.183	16.064	15.87	15.844	15.77
<b>Peso unitario del concreto PUC</b>	<b>kg/m3</b>	<b>2300.03</b>	<b>2283.12</b>	<b>2255.54</b>	<b>2251.85</b>	<b>2241.33</b>
Peso unitario teórico PUT	kg/m3	2209.77	2218.24	2221.03	2223.74	2231.67
<b>Rendimiento del concreto</b>	<b>m3</b>	<b>0.0068</b>	<b>0.0068</b>	<b>0.0069</b>	<b>0.0069</b>	<b>0.0070</b>
<b>Rendimiento relativo</b>		<b>1.0</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>
		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

*Fuente Propia*

**Interpretación:** El PUC obtenido para el concreto patrón fue de 2300.03kg/m<sup>3</sup> y al remplazar el agregado fino por relave minero en 5%, 15% 25% y 35%, el PUC fue de 2283.12kg/m<sup>3</sup>, 2255.54kg/m<sup>3</sup>, 2251.85kg/m<sup>3</sup> y 2241.33kg/m<sup>3</sup> respectivamente, también se observa el rendimiento del concreto patrón igual a 0.0068m<sup>3</sup>, y con la sustitución de 5%, 15% 25% y 35% se tiene 0.0068m<sup>3</sup>, 0.0069m<sup>3</sup>, 0.0069m<sup>3</sup>, y 0.0070m<sup>3</sup> respectivamente; por lo que se obtuvo un rendimiento relativo de 1.0 en todas las dosificaciones propuestas cumpliendo así con el rendimiento según la norma ASTM C138.

### Determinación del contenido de aire del concreto (ASTM C231)

Conseguido PUC, se empleó este mismo molde que se había llenado con hormigón. A continuación, se procedió a tapar la olla Washington y a rellenar los vacíos con una probeta de agua, al final se procedió a tomar los datos.

**Figura 37.** Contenido de aire en el concreto



*Fuente Propia*

Se tienen las siguientes tablas para explicar los datos recopilados.

**Tabla 43.** Contenido de aire concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

RESUMEN DEL CONTENIDO DE AIRE DE LAS MEZCLAS DE CONCRETO			
DOSIFICACION	CONTENIDO DE AIRE DE DISEÑO (%)	CONTENIDO DE AIRE OLLA WASHINTONG (%)	
C°P con 0 % RM	1.50	1.70	
C° con 5 % RM	1.50	1.70	
C° con 15 % RM	1.50	1.60	
C° con 25 % RM	1.50	1.40	
C° con 35 % RM	1.50	1.90	

*Fuente Propia*

**Interpretación:** El resultado obtenido la muestra patrón fue de 1.70% y con la sustitución de agregado fino con relave minero en 5%, 15%, 25% y 35 los resultados fueron de 1.70%, 1.60%, 1.40% y 1.90%; los valores obtenidos cumplen con el diseño según el ACI.211.

**Tabla 44.** Contenido de aire concreto  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>

RESUMEN DEL CONTENIDO DE AIRE DE LAS MEZCLAS DE CONCRETO			
DOSIFICACION	CONTENIDO DE AIRE DE DISEÑO (%)	CONTENIDO DE AIRE OLLA WASHINTONG (%)	
C°P con 0 % RM	2.50	1.90	
C° con 5 % RM	2.50	2.00	
C° con 15 % RM	2.50	1.90	
C° con 25 % RM	2.50	3.10	
C° con 35 % RM	2.50	3.40	

*Fuente Propia*

**Interpretación:** El resultado obtenido para la muestra patrón fue de 1.90% y con la sustitución de agregado fino con relave minero en 5%, 15%, 25% y 35 los resultados fueron de 2.00%, 1.90%, 3.10% y 3.40%; los valores obtenidos cumplen con el diseño según el ACI.211.

#### **Determinación de la exudación**

Una vez preparada la mezcla, se tomó una muestra y se realizó un control en cinco intervalos de 10 minutos.

**Tabla 45.** Exudación del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>

Identificación	$\Delta T$ (min)	$\Delta T$ Acum (min)	$\Delta vol.$ (ml)	$\Delta vol.$ Acum.(ml)	Exudación (ml/cm <sup>2</sup> )
C°P con 0 % RM	10.0	10.0	11.00	11.00	0.077
	10.0	20.0	8.00	19.00	
	10.0	30.0	4.00	23.00	
	10.0	40.0	2.00	25.00	
	30.0	70.0	0.00	25.00	
C° con 5 % RM	10.0	10.0	6.00	6.00	0.040
	10.0	20.0	4.00	10.00	
	10.0	30.0	2.00	12.00	
	10.0	40.0	1.00	13.00	
	30.0	70.0	0.00	13.00	
C° con 15 % RM	10.0	10.0	0.00	0.00	0.000
	10.0	20.0	0.00	0.00	
	10.0	30.0	0.00	0.00	
	10.0	40.0	0.00	0.00	
	30.0	70.0	0.00	0.00	
C° con 25 % RM	10.0	10.0	0.00	0.00	0.000
	10.0	20.0	0.00	0.00	
	10.0	30.0	0.00	0.00	
	10.0	40.0	0.00	0.00	
	30.0	70.0	0.00	0.00	
C° con 35 % RM	10.0	10.0	0.00	0.00	0.000
	10.0	20.0	0.00	0.00	
	10.0	30.0	0.00	0.00	
	10.0	40.0	0.00	0.00	
	30.0	70.0	0.00	0.00	

*Fuente Propia*

**Interpretación:** La exudación para la muestra patrón fue de 0.077 ml/cm<sup>2</sup> y con la sustitución de agregado fino con relave minero en 5%, 15%, 25% y 35% los resultados fueron de 0.040ml/cm<sup>2</sup>, 0.00 ml/cm<sup>2</sup>, 0.00 ml/cm<sup>2</sup>, y 0.00 ml/cm<sup>2</sup>; los valores obtenidos nos indican que a mayor porcentaje de remplazo de relave minero por agregado fino no existe exudación.

**Tabla 46.** Exudación del concreto  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>

Identificación	$\Delta T$ (min)	$\Delta T$ Acum (min)	$\Delta vol.$ (ml)	$\Delta vol.$ Acum.(ml)	Exudación (ml/cm <sup>2</sup> )
C°P con 0 % RM	10.0	10.0	9.00	9.00	0.065
	10.0	20.0	6.00	15.00	
	10.0	30.0	4.00	19.00	
	10.0	40.0	2.00	21.00	
	30.0	70.0	0.00	21.00	
C° con 5 % RM	10.0	10.0	7.00	7.00	0.037
	10.0	20.0	4.00	11.00	
	10.0	30.0	1.00	12.00	
	10.0	40.0	0.00	12.00	
	30.0	70.0	0.00	12.00	
C° con 15 % RM	10.0	10.0	0.00	0.00	0.000
	10.0	20.0	0.00	0.00	
	10.0	30.0	0.00	0.00	
	10.0	40.0	0.00	0.00	
	30.0	70.0	0.00	0.00	
C° con 25 % RM	10.0	10.0	0.00	0.00	0.000
	10.0	20.0	0.00	0.00	
	10.0	30.0	0.00	0.00	
	10.0	40.0	0.00	0.00	
	30.0	70.0	0.00	0.00	
C° con 35 % RM	10.0	10.0	0.00	0.00	0.000
	10.0	20.0	0.00	0.00	
	10.0	30.0	0.00	0.00	
	10.0	40.0	0.00	0.00	
	30.0	70.0	0.00	0.00	

*Fuente Propia*

**Interpretación:** La exudación en el concreto patrón fue de 0.065 ml/cm<sup>2</sup> y con la suplencia del agregado fino con relave minero en 5%, 15%, 25% y 35% los resultados fueron de 0.037 ml/cm<sup>2</sup>, 0.00 ml/cm<sup>2</sup>, 0.00 ml/cm<sup>2</sup>, y 0.00 ml/cm<sup>2</sup>; los valores obtenidos nos indican que a mayor porcentaje de remplazo de relave minero por agregado fino no existe exudación.

### **Determinación de la segregación**

Para el diseño de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , el concreto patrón y el producido con la sustitución de agregado fino con relave minero en 5%, 15%, 25% y 35% no presentan segregación.

**OE N°2:** Determinar las características mecánicas de las mezclas de concretos  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  con la sustitución del relave minero en el agregado fino, en el C.P. La Rinconada, Puno-2022.

## **PROPIEDADES MECÁNICAS**

### **Resistencia en compresión (ASTM C39)**

Se realizó la prueba a los especímenes de concreto en el equipo, que sometió estas a esfuerzos a los 7, 14 y 28 días respectivamente, para cada dosificación como se ve en la figura 38.

**Figura 38. Probetas rotas en resistencia en compresión**



Fuente Propia

**Resistencia en compresión a los 7 días de concretos con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .**

Se muestran las tablas 47 y 48 con los resultados adquiridos de resistencia en compresión de las distintas dosificaciones, a los 7 días de edad.

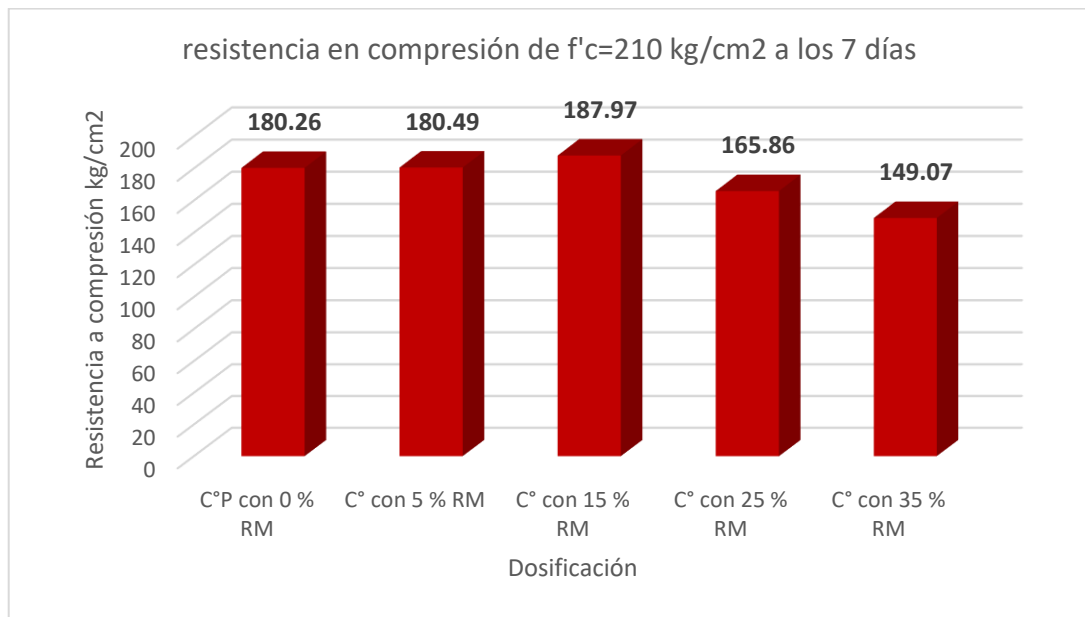
**Tabla 47. Resistencia en compresión a los 7 días de concretos con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$**

IDENTIFICACIÓN	DIÁMETRO (cm)	ÁREA(cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	PORCENTAJE	PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
C° con 0 % RM	14.70	169.72	3	299.78	180.12	85.77%	180.26
	14.80	172.03	3	303.44	179.86	85.65%	
	14.80	172.03	3	305.01	180.79	86.09%	
C° con 5 % RM	14.80	172.03	3	304.19	180.31	85.86%	180.49
	14.80	172.03	3	307.67	182.37	86.84%	
	14.80	172.03	3	301.63	178.79	85.14%	
C° con 15 % RM	14.80	172.03	3	313.07	185.57	88.37%	187.97
	14.80	172.03	3	317.18	188.01	89.53%	
	14.80	172.03	3	321.09	190.32	90.63%	
C° con 25 % RM	14.75	170.87	3	274.9	164.05	78.12%	165.86
	14.75	170.87	3	279.45	166.77	79.41%	
	14.80	172.03	3	281.34	166.76	79.41%	
C° con 35 % RM	14.80	172.03	3	257.15	152.42	72.58%	149.07
	14.75	170.87	3	244.62	145.98	69.51%	
	14.80	172.03	3	251.07	148.82	70.87%	

Fuente Propia

Disponemos del siguiente gráfico para explicar la resistencia conseguida a los siete días para las distintas dosificaciones de hormigón elaborado con relave minero.

**Figura 39.** Resistencia en compresión a los 7 días de concretos con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



*Fuente Propia*

**Interpretación:** la resistencia obtenida del concreto patrón fue de  $180.26 \text{ kg/cm}^2$  y al suplir el AF por RM en dosificaciones de 5%, 15%, 25% y 35% se alcanzó las resistencias en compresión de  $180.49 \text{ kg/cm}^2$ ,  $187.97 \text{ kg/cm}^2$ ,  $165.86 \text{ kg/cm}^2$  y  $149.07 \text{ kg/cm}^2$ , se puede observar que la resistencia incrementa para las dos primeras sustituciones en 0.11% y 3.67% respecto al concreto patrón, y para las dosificaciones de 25% y 35% las resistencias disminuyen en 6.86% y 14.85% respecto a la muestra patrón. Las resistencias obtenidas para el concreto patrón y las sustituciones planteadas cumplen con los parámetros establecidos según la norma ASTM C39 (7 días de rotura: 70-85%). Se alcanza una mejor resistencia en compresión con el 15% de sustitución siendo esta la dosificación más óptima.

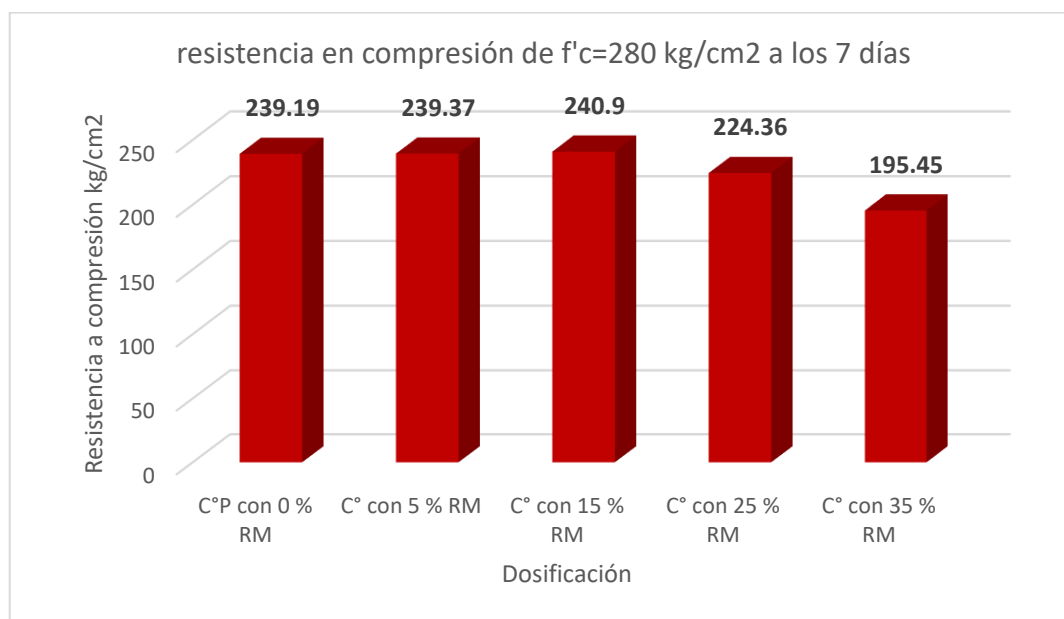
**Tabla 48.** Resistencia en compresión a los 7 días de concretos con  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

IDENTIFICACIÓN	DIÁMETRO (cm)	ÁREA(cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	PORCENTAJE	PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
C°P con 0 % RM	9.80	75.43	5	177.15	239.49	85.53%	239.19
	9.80	75.43	3	179.023	242.02	86.43%	
	9.80	75.43	3	174.622	236.07	84.31%	
C° con 5 % RM	9.80	75.43	3	176.43	238.51	85.18%	239.37
	9.80	75.43	3	176.67	238.84	85.30%	
	9.80	75.43	3	178.09	240.76	85.98%	
C° con 15 % RM	9.80	75.43	3	178.32	241.07	86.10%	240.90
	9.80	75.43	3	177.15	239.49	85.53%	
	9.80	75.43	3	179.11	242.13	86.48%	
C° con 25 % RM	9.80	75.43	3	165.53	223.78	79.92%	224.36
	9.80	75.43	3	163.04	220.41	78.72%	
	9.80	75.43	3	169.31	228.89	81.75%	
C° con 35 % RM	9.80	75.43	3	140.33	189.71	67.75%	195.45
	9.80	75.43	3	148.2	200.35	71.55%	
	9.80	75.43	3	145.2	196.29	70.10%	

Fuente Propia

Disponemos del siguiente gráfico para explicar la resistencia conseguida a los siete días para las distintas dosificaciones de hormigón elaborado con relave minero.

**Figura 40.** Resistencia en compresión a los 7 días de concretos con  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$



Fuente Propia

**Interpretación:** la resistencia obtenida del concreto patrón fue de 239.19 kg/cm<sup>2</sup> y al suplir el AF por RM en dosificaciones de 5%, 15%, 25% y 35% se alcanzó resistencias en compresión de 239.37 kg/cm<sup>2</sup>, 240.90 kg/cm<sup>2</sup>, 224.36 kg/cm<sup>2</sup> y 195.45 kg/cm<sup>2</sup>, se puede observar que la resistencia incrementa para las dos primeras sustituciones en 0.06% y 0.61% respecto al espécimen patrón, y para las



dosificaciones de 25% y 35% las resistencias disminuyen en 5.31% y 15.62% respecto a la muestra patrón. Las resistencias obtenidas para el concreto patrón y las sustituciones planteadas cumplen con los parámetros establecidos por la norma ASTM C39 (7 días de rotura: 70-85%). Con una sustitución del 15%, que es la dosificación ideal, se alcanzó una mejor resistencia a la compresión.

### Resistencia en compresión a los 14 días.

Se muestran las tablas 49 y 50 con los resultados adquiridos de resistencia en compresión de las distintas dosificaciones, a los 14 días de edad.

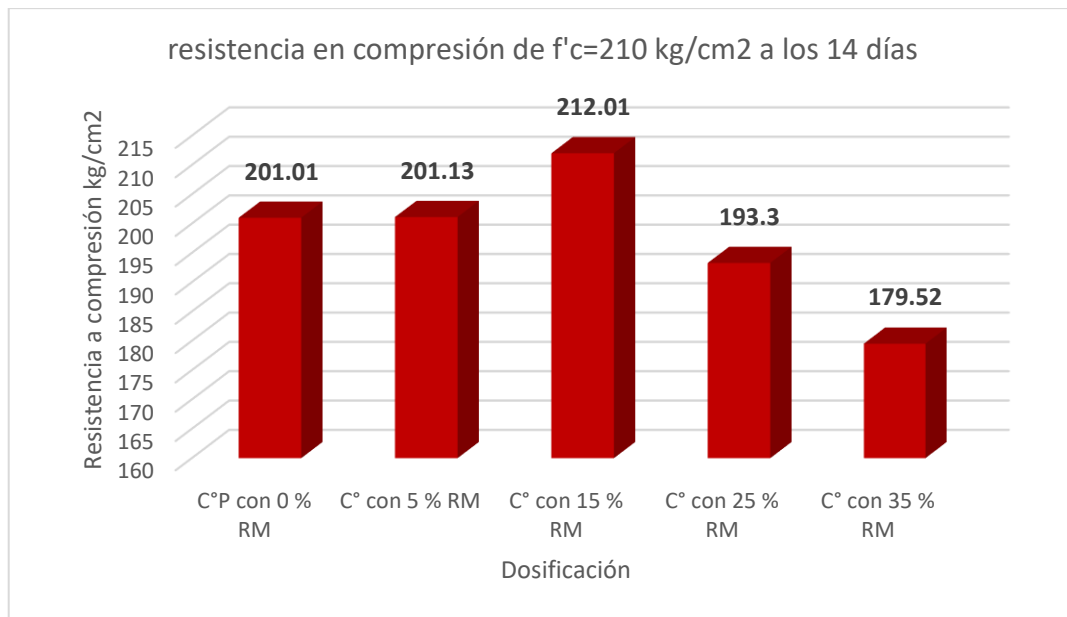
**Tabla 49.** Resistencia en compresión a los 14 días de concretos con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

IDENTIFICACIÓN	DIÁMETRO (cm)	ÁREA(cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	PORCENTAJE	PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
C°P con 0 % RM	14.80	172.03	3	339.48	201.22	95.82%	201.01
	15.00	176.71	3	351.26	202.69	96.52%	
	15.00	176.71	3	345.04	199.10	94.81%	
C° con 5 % RM	14.90	174.37	3	343.39	200.82	95.63%	202.13
	14.90	174.37	3	347.32	203.12	96.72%	
	14.90	174.37	3	346.2	202.46	96.41%	
C° con 15 % RM	15.00	176.71	3	362.33	209.08	99.56%	212.01
	15.00	176.71	2	370.17	213.60	101.72%	
	15.00	176.71	3	369.74	213.36	101.60%	
C° con 25 % RM	15.00	176.71	5	331.95	191.55	91.21%	193.30
	14.90	174.37	3	338.02	197.68	94.13%	
	14.90	174.37	3	326.02	190.66	90.79%	
C° con 35 % RM	14.80	172.03	3	301.3	178.59	85.04%	179.52
	14.90	174.37	3	300.01	175.45	83.55%	
	14.80	172.03	3	311.3	184.52	87.87%	

*Fuente Propia*

Se dispone del siguiente gráfico para entender la resistencia alcanzada a los 14 días para las distintas dosificaciones de hormigón elaborado con relave minero.

**Figura 41.** Resistencia en compresión a los 14 días de concretos con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



*Fuente Propia*

**Interpretación:** la resistencia obtenida del concreto patrón fue de  $201.01 \text{ kg/cm}^2$  y al suplir el AF por RM en dosificaciones de 5%, 15%, 25% y 35% se adquirieron las resistencias de  $201.13 \text{ kg/cm}^2$ ,  $212.01 \text{ kg/cm}^2$ ,  $193.3 \text{ kg/cm}^2$  y  $179.52 \text{ kg/cm}^2$ , se puede observar que la resistencia incrementa para las dos primeras sustituciones en 0.54% y 5.24%, y para las dosificaciones de 25% y 35% las resistencias disminuyen en 3.67% y 10.23%, todo esto respecto a la muestra patrón. Las resistencias de las sustituciones propuestas y la del concreto patrón cumplen con la norma ASTM C39 (14 días de rotura: 85-95%). Se alcanza una mejor resistencia en compresión con el 15% de sustitución siendo esta la dosificación más óptima.

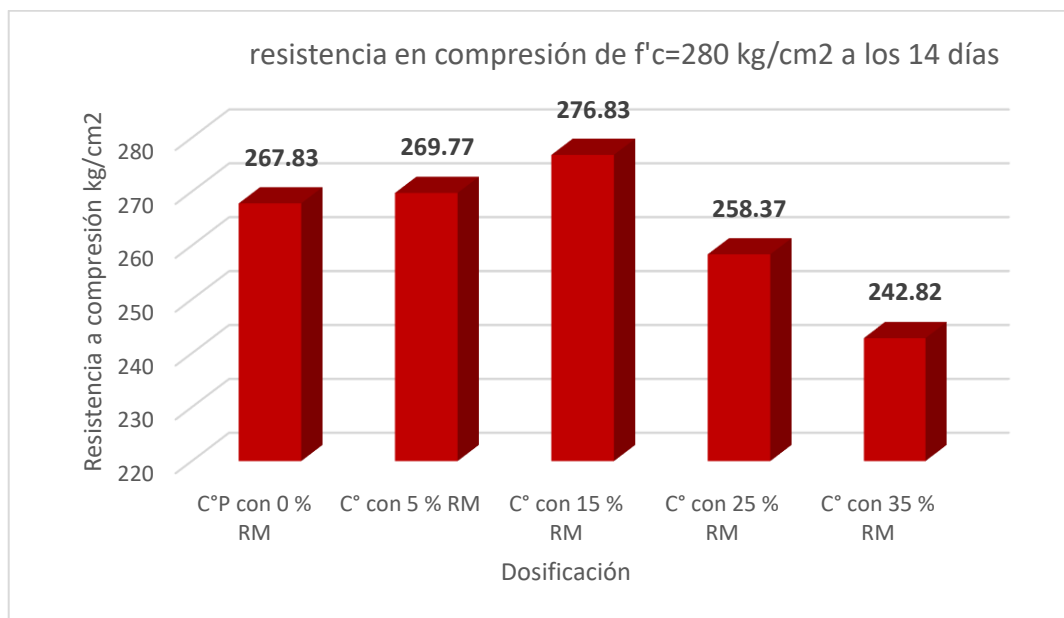
**Tabla 50.** Resistencia en compresión a los 14 días de concretos con  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

IDENTIFICACIÓN	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	PORCENTAJE	PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
C°P con 0 % RM	9.80	75.43	5	195	263.62	94.15%	267.83
	9.80	75.43	3	198.77	268.71	95.97%	
	9.80	75.43	3	200.59	271.17	96.85%	
C° con 5 % RM	9.80	75.43	3	199.02	269.05	96.09%	269.77
	9.80	75.43	3	198.36	268.16	95.77%	
	9.80	75.43	3	201.27	272.09	97.18%	
C° con 15 % RM	9.80	75.43	5	203.7	275.38	98.35%	276.83
	9.80	75.43	3	200.59	271.17	96.85%	
	9.80	75.43	3	210.03	283.93	101.41%	
C° con 25 % RM	9.80	75.43	3	189.09	255.63	91.30%	258.37
	9.80	75.43	3	194.1	262.40	93.71%	
	9.80	75.43	3	190.17	257.09	91.82%	
C° con 35 % RM	9.80	75.43	3	179.23	242.30	86.53%	242.82
	9.80	75.43	3	181.04	244.74	87.41%	
	9.80	75.43	3	178.58	241.42	86.22%	

Fuente propia

Se tienen los siguientes gráficos de resistencia en compresión para las diferentes edades de la muestra patrón y sustitución del 5%, 15%, 25% y 35% de RM por AF.

**Figura 42.** Resistencia en compresión a los 14 días de concretos con  $f'c=280\text{kg/cm}^2$



Fuente propia

**Interpretación:** la resistencia obtenida del concreto patrón fue de  $267.83\text{kg/cm}^2$  y al suplir el AF por RM en dosificaciones de 5%, 15%, 25% y 35% se adquirieron las resistencias en compresión de  $269.77\text{kg/cm}^2$ ,  $276.83\text{kg/cm}^2$ ,  $258.37\text{kg/cm}^2$  y  $242.82\text{kg/cm}^2$ , se puede observar que la resistencia incrementa para las dos primeras sustituciones en 0.69% y 3.21%, y para las dosificaciones de 25% y 35% las resistencias disminuyen en 3.38% y 8.93% todo esto con respecto a la muestra patrón. Las resistencias de las sustituciones propuestas y la del concreto patrón cumplen con la norma ASTM C39 (14 días de rotura: 85-95%). La dosificación más óptima en la resistencia en compresión se alcanza con el 15% de sustitución.

### Resistencia en compresión a los 28 días.

Tenemos las tablas 51 y 52, donde se aprecia las resistencias alcanzadas en el ensayo a compresión.

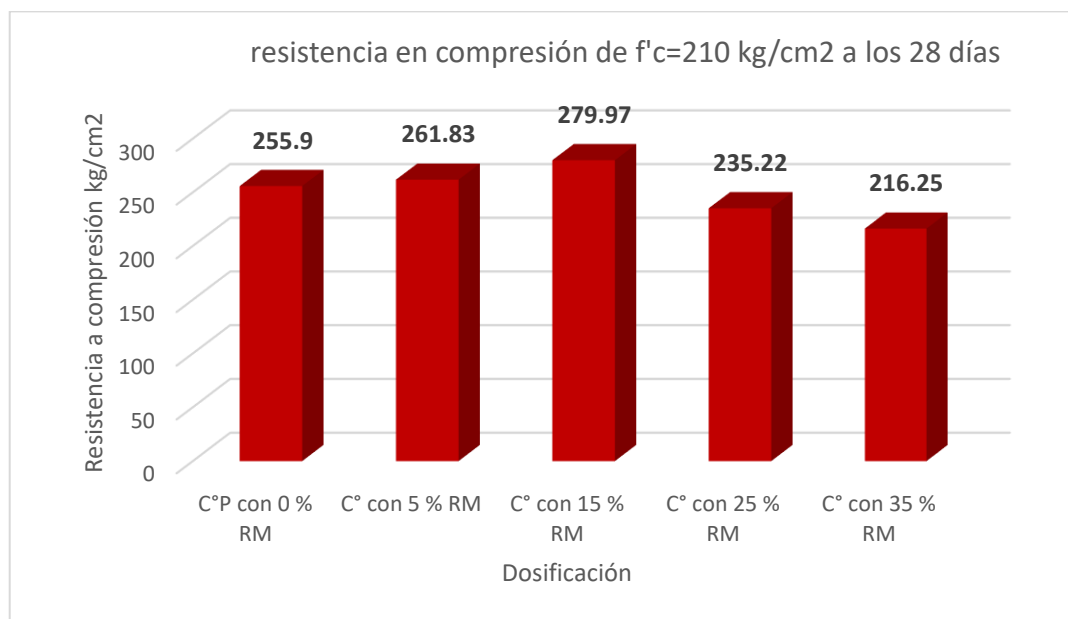
**Tabla 51.** Resistencia en compresión a los 28 días de concretos con  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$

IDENTIFICACIÓN	DIÁMETRO (cm)	ÁREA(cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	PORCENTAJE	PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
C°P con 0 % RM	15.00	176.71	3	451.95	260.79	124.19%	255.90
	14.90	174.37	3	439.33	256.93	122.35%	
	14.90	174.37	3	427.43	249.97	119.03%	
C° con 5 % RM	14.90	174.37	3	449.24	262.72	125.11%	261.83
	15.00	176.71	3	456.95	263.68	125.56%	
	14.90	174.37	3	443.03	259.09	123.38%	
C° con 15 % RM	14.90	174.37	3	490.63	286.93	136.63%	279.97
	15.00	176.71	3	468.16	270.15	128.64%	
	14.80	172.03	3	477.14	282.82	134.68%	
C° con 25 % RM	14.80	172.03	3	403.99	239.46	114.03%	235.22
	14.80	172.03	3	397.95	235.88	112.32%	
	14.90	174.37	3	393.83	230.32	109.67%	
C° con 35 % RM	14.80	172.03	3	382.11	226.49	107.85%	216.25
	14.80	172.03	3	352.46	208.92	99.48%	
	14.80	172.03	3	359.92	213.34	101.59%	

Fuente propia

Se dispone del siguiente gráfico para entender la resistencia alcanzada a los 28 días para las distintas dosificaciones de hormigón elaborado con relave minero.

**Figura 43.** Resistencia en compresión a los 28 días de concretos con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



Fuente propia

**Interpretación:** la resistencia obtenida del concreto patrón fue de  $255.9 \text{ kg/cm}^2$  y al suplir el AF por RM en dosificaciones de 5%, 15%, 25% y 35% se adquirieron las resistencias en compresión de  $261.83 \text{ kg/cm}^2$ ,  $279.97 \text{ kg/cm}^2$ ,  $235.22 \text{ kg/cm}^2$  y  $216.25 \text{ kg/cm}^2$ , se puede observar que la resistencia incrementa para las dos primeras sustituciones en 2.83% y 11.46%, y para las dosificaciones de 25% y 35%

las resistencias disminuyen en 9.85% y 18.88% todo esto con respecto a la muestra patrón. Las resistencias de las sustituciones propuestas y la del concreto patrón cumplen con la norma ASTM C39 (28 días de rotura: 100-120%). La dosificación más óptima en la resistencia en compresión se alcanza con el 15% de sustitución.

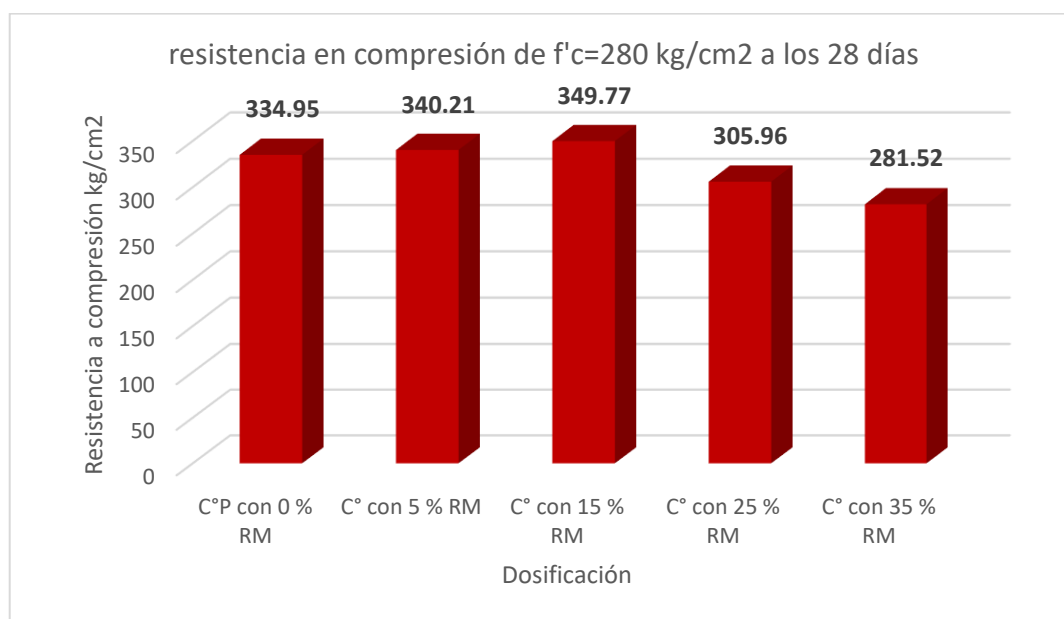
**Tabla 52.** Resistencia en compresión a los 28 días de concretos con  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

IDENTIFICACIÓN	DIÁMETRO (cm)	ÁREA( $\text{cm}^2$ )	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO ( $\text{kg/cm}^2$ )	PORCENTAJE	PROMEDIO ( $\text{kg/cm}^2$ )
C°P con 0.00% RM	9.80	75.43	5	249.19	336.87	120.31%	334.95
	9.80	75.43	3	250.95	339.25	121.16%	
	9.80	75.43	3	243.15	328.71	117.40%	
C° con 5.00% RM	9.80	75.43	3	255.95	346.01	123.58%	340.21
	9.80	75.43	3	247.99	335.25	119.73%	
	9.80	75.43	3	251.03	339.36	121.20%	
C° con 15.00% RM	9.80	75.43	5	254.79	344.44	123.02%	349.77
	9.80	75.43	3	262.17	354.42	126.58%	
	9.80	75.43	3	259.23	350.45	125.16%	
C° con 25.00% RM	9.80	75.43	3	225.16	304.39	108.71%	305.96
	9.80	75.43	3	234.75	317.35	113.34%	
	9.80	75.43	3	219.06	296.14	105.77%	
C° con 35.00% RM	9.80	75.43	3	207.39	280.37	100.13%	281.52
	9.80	75.43	3	206.22	278.78	99.57%	
	9.80	75.43	3	211.13	285.42	101.94%	

Fuente propia

Se dispone del siguiente gráfico para entender la resistencia alcanzada a los 28 días para las distintas dosificaciones de hormigón elaborado con relave minero.

**Figura 44.** Resistencia en compresión a los 28 días de concretos con  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$



Fuente propia

**Interpretación:** la resistencia obtenida del concreto patrón fue de 334.95kg/cm<sup>2</sup> y al suplir el AF por RM en dosificaciones de 5%, 15%, 25% y 35% se adquirieron las resistencias en compresión de 340.21kg/cm<sup>2</sup>, 349.77kg/cm<sup>2</sup>, 305.96kg/cm<sup>2</sup> y 281.52kg/cm<sup>2</sup>, se puede observar que la resistencia incrementa para las dos primeras sustituciones en 1.88% y 5.29%, y para las dosificaciones de 25% y 35% las resistencias disminuyen en 10.35% y 19.08% todo esto con respecto a la muestra patrón. Las resistencias de las sustituciones propuestas y la del concreto patrón cumplen con la norma ASTM C39 (28 días de rotura: 100-120%). La dosificación más óptima en la resistencia en compresión se alcanza con el 15% de sustitución.

**Resumen de la resistencia en compresión del concreto a los 7, 14 y 28 días de concretos con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .**

**Tabla 53.** Resumen de la resistencia en compresión del concreto a los 7, 14 y 28 días de concretos con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

TIPIFICACION	RESISTENCIA 7 D	RESISTENCIA 14 D	RESISTENCIA 28 D
C° P con 0% RM	180.26	201.01	255.90
C° con 5% RM	180.49	202.13	261.83
C° con 15% RM	187.97	212.01	279.97
C° con 25% RM	165.86	193.30	235.22
C° con 35% RM	149.07	179.52	216.25

*Fuente. Elaboración propia*

**Figura 45.** Resumen de resistencia en compresión del concreto con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para diferentes edades.



*Fuente propia*

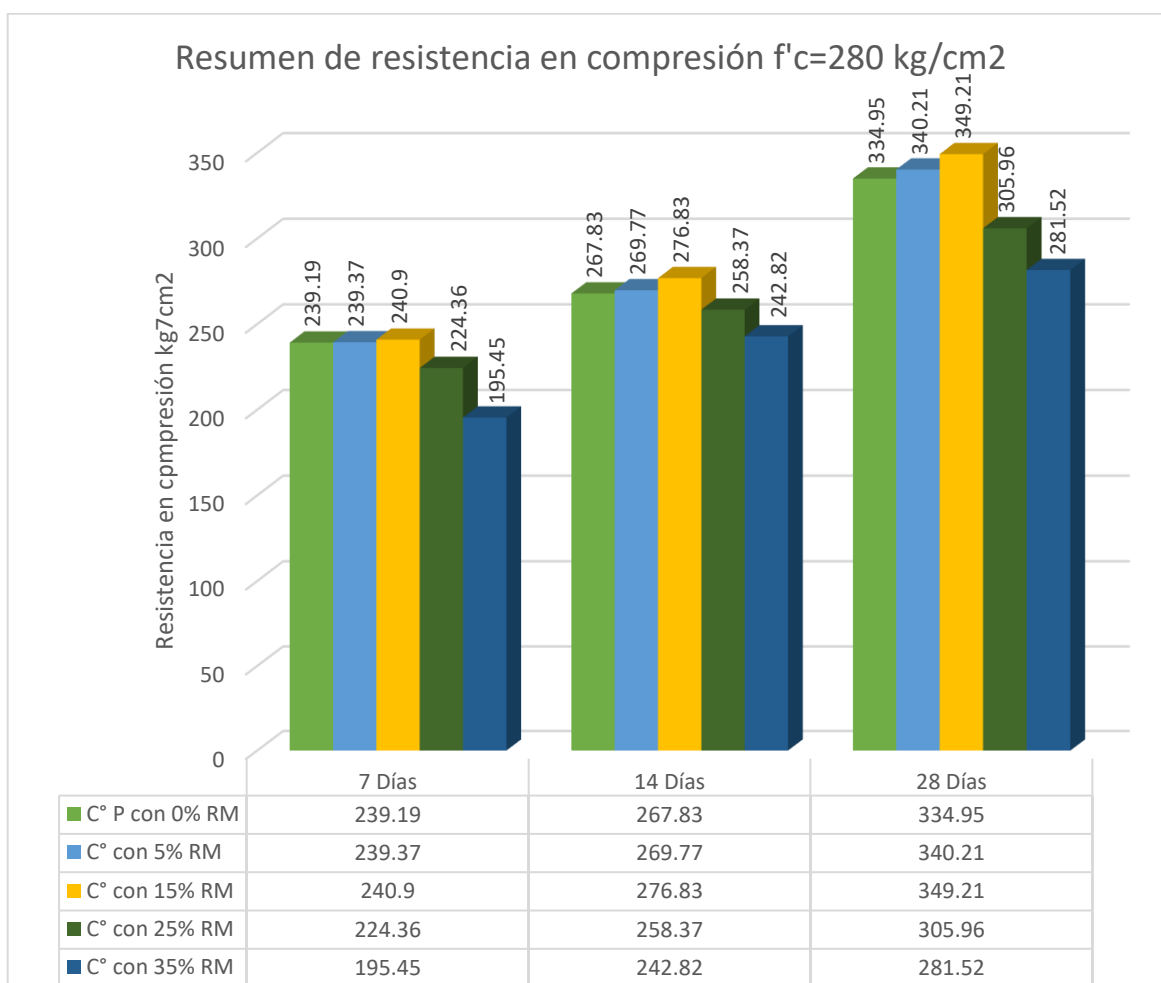
**Interpretación:** De acuerdo a la figura los resultados promedio de la resistencia en compresión del concreto patrón y dosificaciones de 5%, 15%, 25% y 35%, se puede apreciar que la resistencia en compresión se eleva en 2.83% y 11.46% para las dosificaciones de 5 y 15%, y disminuye la resistencia para la sustitución de 25 y 35% en 9.85% y 18.88% todo esto con respecto a la muestra patrón. Todos los resultados obtenidos en las diferentes edades para el concreto patrón y las sustituciones planteadas cumplen con los parámetros establecidos según la norma ASTM C39. Se tiene así que la dosificación más óptima es concretos elaborados con un 15% de remplazo de RM por AF ya que se obtiene la mayor resistencia en las diferentes edades.

**Tabla 54.** Resumen de la resistencia en compresión del concreto a los 7, 14 y 28 días de concretos con  $f'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>

TIPIFICACION	RESISTENCIA 7 D	RESISTENCIA 14 D	RESISTENCIA 28 D
C° P con 0% RM	239.19	267.83	334.95
C° con 5% RM	239.37	269.77	340.21
C° con 15% RM	240.90	276.83	349.21
C° con 25% RM	224.36	258.37	305.96
C° con 35% RM	195.45	242.82	281.52

Fuente propia

**Figura 46.** Resumen de resistencia en compresión del concreto con  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  para diferentes edades



Fuente propia

**Interpretación:** De acuerdo a la figura los resultados promedio de la resistencia en compresión del concreto patrón y dosificaciones de 5%, 15%, 25% y 35%, se puede apreciar que la resistencia en compresión se eleva en 1.88% y 5.29% para las dosificaciones de 5 y 15%, y disminuye la resistencia para la sustitución de 25 y 35% en 10.35% y 19.08% todo esto con respecto a la muestra patrón. Todos los resultados obtenidos en las diferentes edades para el concreto patrón y las



sustituciones planteadas cumplen con los parámetros establecidos según la norma ASTM C39. Se tiene así que la dosificación más óptima es concretos elaborados con un 15% de remplazo de RM por AF ya que se obtiene la mayor resistencia en las diferentes edades.

### Esfuerzo a la tracción por compresión diametral (ASTM C496)

**Figura 47. Especímenes ensayados en tracción**



*Fuente propia*

### Resistencia a la tracción - 7 D.

Tenemos las tablas 55 y 56, donde se aprecia las resistencias alcanzadas en el ensayo a tracción.

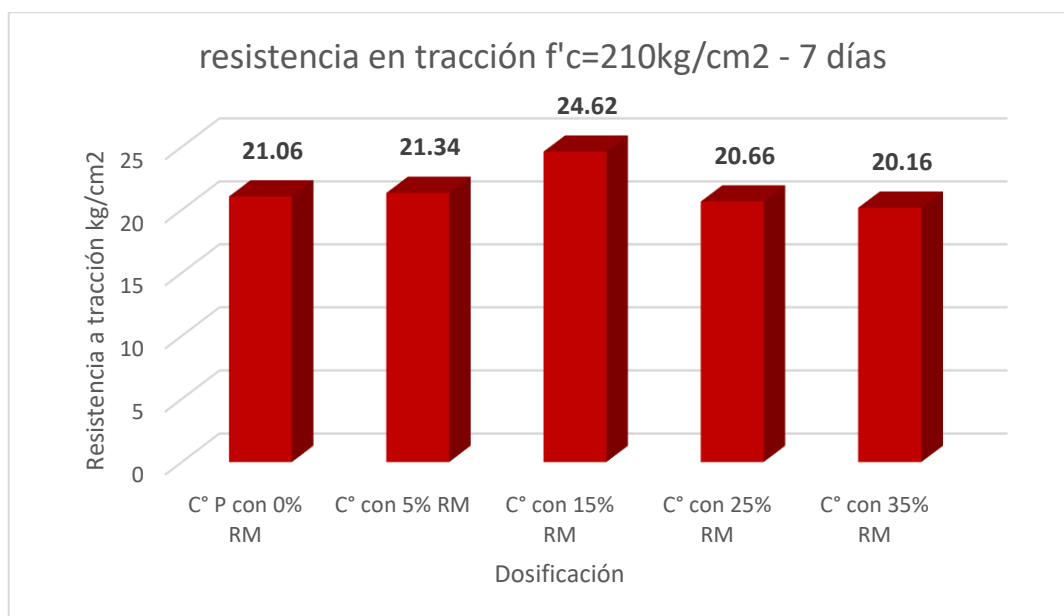
**Tabla 55. Resistencia a la tracción a los 7 días de concretos con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .**

IDENTIFICACIÓN	DIÁMETRO (cm)	LONGITUD (cm)	FUERZA MÁXIMA(KG)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
C°P con 0 % RM	14.80	30.00	9904.50	22.31	21.06
	14.80	30.00	8365.75	18.84	
	14.75	30.00	9742.37	22.02	
C° con 5 % RM	14.75	29.90	9959.57	22.58	21.34
	14.75	30.00	8829.72	19.95	
	14.80	29.90	9504.77	21.48	
C° con 15 % RM	14.80	29.90	13485.74	30.47	24.62
	14.75	29.90	9452.77	21.43	
	14.80	30.00	9752.56	21.97	
C° con 25 % RM	14.75	30.00	8635.97	19.52	20.66
	14.80	29.90	9611.84	21.72	
	14.75	29.90	9150.93	20.75	
C° con 35 % RM	14.75	30.00	10129.86	22.89	20.16
	14.75	30.00	8916.40	20.15	
	14.80	29.90	7711.09	17.43	

Fuente propia

Según los resultados obtenidos al realizar en ensayo de la resistencia en tracción tenemos la siguiente figura:

**Figura 48.** Resistencia en tracción a los 7 días para el diseño  $f'c=210\text{kg/cm}^2$



Fuente propia

**Interpretación:** la resistencia obtenida del concreto patrón fue de  $21.06\text{kg/cm}^2$  y para dosificaciones de 5%, 15%, 25% y 35% se obtuvo  $21.34\text{kg/cm}^2$ ,  $24.62\text{kg/cm}^2$ ,

20.6kg/cm<sup>2</sup> y 20.16kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, se puede observar que la resistencia incrementa para las dos primeras sustituciones en 0.28kg/cm<sup>2</sup> y 3.57kg/cm<sup>2</sup> y para las dosificaciones de 25% y 35% las resistencias disminuyen en 0.39kg/cm<sup>2</sup> y 0.90kg/cm<sup>2</sup> todo con respecto a la muestra patrón. Los valores obtenidos para el concreto patrón y las sustituciones planteadas cumplen con la resistencia según la norma ASTM C496. Se alcanza una mejor resistencia en tracción con el 15% de sustitución siendo esta la dosificación más óptima.

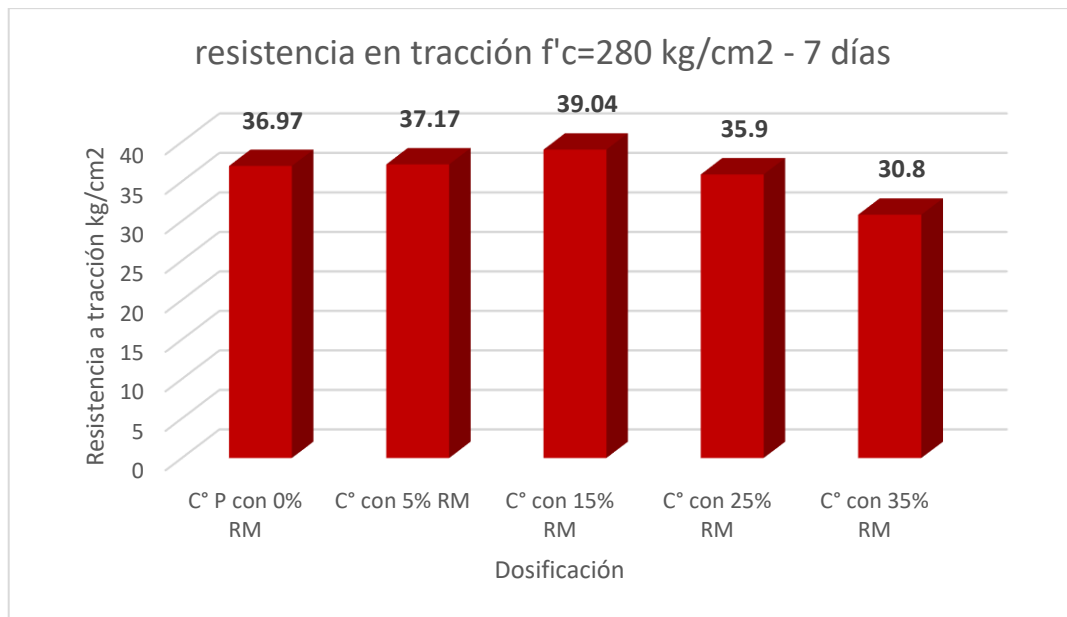
**Tabla 56.** Resistencia a la tracción a los 7 días para el diseño  $f'c=280\text{kg/cm}^2$

IDENTIFICACIÓN	DIÁMETRO(cm)	LONGITUD(cm)	FUERZA MÁXIMA(KG)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
C°P con 0 % RM	9.80	20.40	7849.77	39.26	36.97
	9.80	20.40	7394.98	36.99	
	9.80	20.40	6927.95	34.65	
C° con 5 % RM	9.80	20.40	7123.74	35.63	37.17
	9.80	20.40	7903.82	39.53	
	9.80	20.40	7264.46	36.34	
C° con 15 % RM	9.80	20.40	7235.90	36.19	39.04
	9.80	20.40	8462.62	42.33	
	9.80	20.40	7713.13	38.58	
C° con 25 % RM	9.80	20.40	7453.10	37.28	35.90
	9.80	20.40	7253.24	36.28	
	9.80	20.40	6827.00	34.15	
C° con 35 % RM	9.80	20.40	4328.69	21.65	30.80
	9.80	20.40	7189.00	35.96	
	9.80	20.40	6957.52	34.80	

*Fuente propia*

Según los resultados obtenidos al realizar en ensayo de la resistencia en tracción tenemos la siguiente figura:

**Figura 49.** Resistencia en tracción a los 7 días de concretos con  $f'c=280\text{kg/cm}^2$



*Fuente propia*

**Interpretación:** la resistencia obtenida del concreto patrón fue de  $36.97 \text{ kg/cm}^2$  y para dosificaciones de 5%, 15%, 25% y 35% se obtuvo  $37.17 \text{ kg/cm}^2$ ,  $39.04 \text{ kg/cm}^2$ ,  $35.90 \text{ kg/cm}^2$  y  $30.80 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente, se puede observar que la resistencia incrementa para las dos primeras sustituciones en  $0.20 \text{ kg/cm}^2$  y  $2.07 \text{ kg/cm}^2$ , y para las dosificaciones de 25% y 35% las resistencias disminuyen en  $1.07 \text{ kg/cm}^2$  y  $6.16 \text{ kg/cm}^2$  todo con respecto a la muestra patrón. Los valores obtenidos para el concreto patrón y las sustituciones planteadas cumplen con la resistencia según la norma ASTM C496. Se alcanza una mejor resistencia en tracción con el 15% de sustitución siendo esta la proporción de remplazo más óptima.

#### **Resistencia a la tracción - 14 D.**

Tenemos las tablas 57 y 58, donde se aprecia las resistencias alcanzadas en el ensayo a tracción.

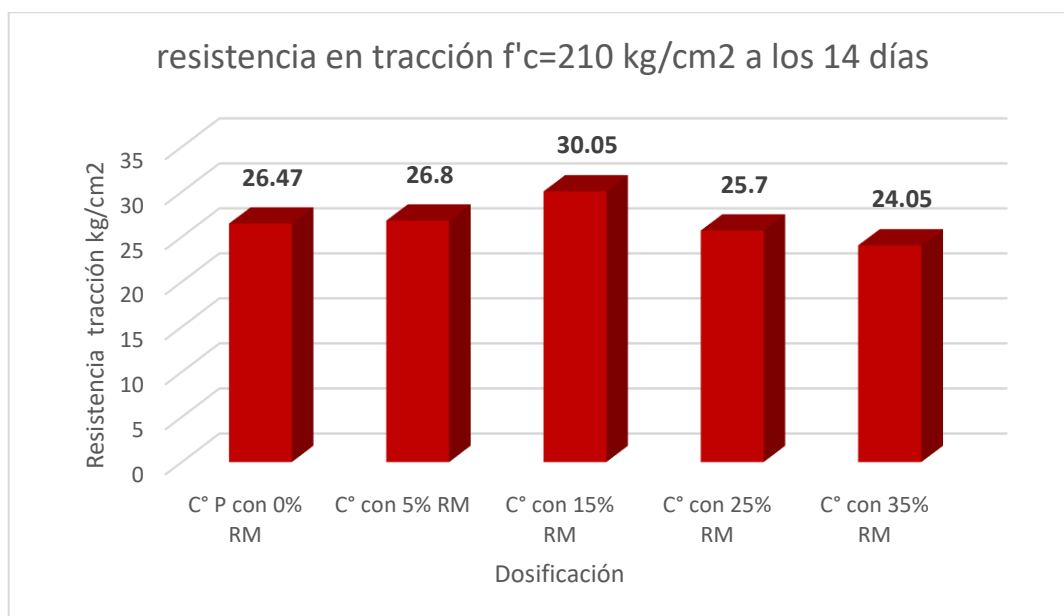
**Tabla 57.** Resistencia a la tracción a los 14 días de concretos con  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

IDENTIFICACIÓN	DIÁMETRO (cm)	LONGITUD (cm)	FUERZA MÁXIMA(KG)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
C°P con 0 % RM	14.90	30.00	11926.60	26.68	26.47
	15.00	29.80	12481.32	27.92	
	14.95	29.90	11083.29	24.79	
C° con 5 % RM	14.90	30.00	12387.51	27.71	26.80
	14.90	29.90	11405.52	25.60	
	14.85	29.90	12024.49	27.08	
C° con 15 % RM	15.00	30.00	13971.13	31.05	30.05
	15.00	30.00	13104.37	29.12	
	14.95	29.95	13423.54	29.98	
C° con 25 % RM	14.80	29.90	11600.29	26.21	25.70
	14.90	29.90	12382.41	27.79	
	14.90	30.00	10322.59	23.09	
C° con 35 % RM	14.80	29.90	10843.66	24.50	24.05
	14.90	30.00	11045.56	24.71	
	14.80	29.90	10154.33	22.95	

Fuente propia

Según los resultados obtenidos al realizar en ensayo de la resistencia en tracción tenemos la siguiente figura:

**Figura 50.** Resistencia a la tracción a los 14 días para el diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



Fuente propia

**Interpretación:** la resistencia obtenida del concreto patrón fue de  $26.47 \text{ kg/cm}^2$  y para las dosificaciones de 5%, 15%, 25% y 35% se obtuvo  $26.80 \text{ kg/cm}^2$ ,

30.05kg/cm<sup>2</sup>, 25.7kg/cm<sup>2</sup> y 24.05kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, se puede observar que la resistencia incrementa para las dos primeras sustituciones en 0.33kg/cm<sup>2</sup> y 3.58kg/cm<sup>2</sup>, y para las dosificaciones de 25% y 35% las resistencias disminuyen en 0.77kg/cm<sup>2</sup> y 2.41kg/cm<sup>2</sup> todo con respecto a la muestra patrón. Los valores obtenidos para el concreto patrón y las sustituciones planteadas cumplen con la resistencia según la norma ASTM C496. Se alcanza una mejor resistencia en tracción con el 15% de sustitución siendo esta la proporción de remplazo más óptima.

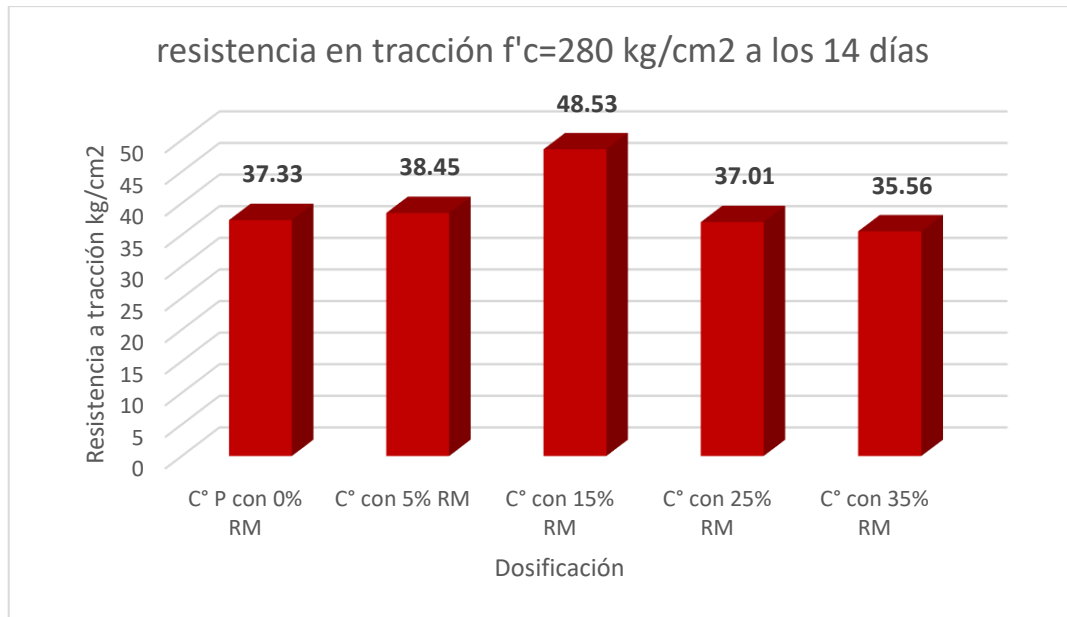
**Tabla 58.** Resistencia en tracción a los 14 días de concretos con  $f'c=280\text{kg/cm}^2$

IDENTIFICACIÓN	DIÁMETRO(cm)	LONGITUD(cm)	FUERZA MÁXIMA(KG)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
C°P con 0 % RM	9.80	20.50	7456.16	37.11	37.33
	9.80	20.40	7675.40	38.39	
	9.80	20.40	7294.03	36.48	
C° con 5 % RM	9.80	20.40	7341.96	36.72	38.45
	9.80	20.40	8012.93	40.08	
	9.80	20.50	7740.66	38.53	
C° con 15 % RM	9.80	20.40	10689.68	53.47	48.53
	9.80	20.40	8473.84	42.39	
	9.80	20.40	9944.27	49.74	
C° con 25 % RM	9.80	20.50	7771.26	38.68	37.01
	9.80	20.50	7401.10	36.84	
	9.80	20.50	7134.95	35.51	
C° con 35 % RM	9.80	20.40	6689.34	33.46	35.56
	9.80	20.40	7518.37	37.61	
	9.80	20.40	7121.70	35.62	

*Fuente propia*

Según los resultados obtenidos al realizar en ensayo de la resistencia en tracción tenemos la siguiente figura:

**Figura 51.** Resistencia en tracción a los 14 días para el diseño  $f'c=280\text{kg/cm}^2$



*Fuente propia*

**Interpretación:** la resistencia obtenida del concreto patrón fue de  $37.33 \text{ kg/cm}^2$  y para las dosificaciones de 5%, 15%, 25% y 35% se obtuvieron las resistencias en compresión de  $38.45 \text{ kg/cm}^2$ ,  $48.53 \text{ kg/cm}^2$ ,  $37.01 \text{ kg/cm}^2$  y  $35.56 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente, se puede observar que la resistencia incrementa para las dos primeras sustituciones en  $1.11 \text{ kg/cm}^2$  y  $11.20 \text{ kg/cm}^2$ , y para la dosificación de 25% y 35% las resistencias disminuyen en  $0.32 \text{ kg/cm}^2$  y  $1.77 \text{ kg/cm}^2$  todo con respecto a la muestra patrón. Los valores obtenidos para el concreto patrón y las sustituciones planteadas cumplen con la resistencia según la norma ASTM C496. Se alcanza una mejor resistencia en tracción con el 15% de sustitución siendo esta la proporción de remplazo más óptima.

### **Resistencia en tracción - 28 D.**

Tenemos las tablas 59 y 60, donde se aprecia las resistencias alcanzadas en el ensayo a tracción.

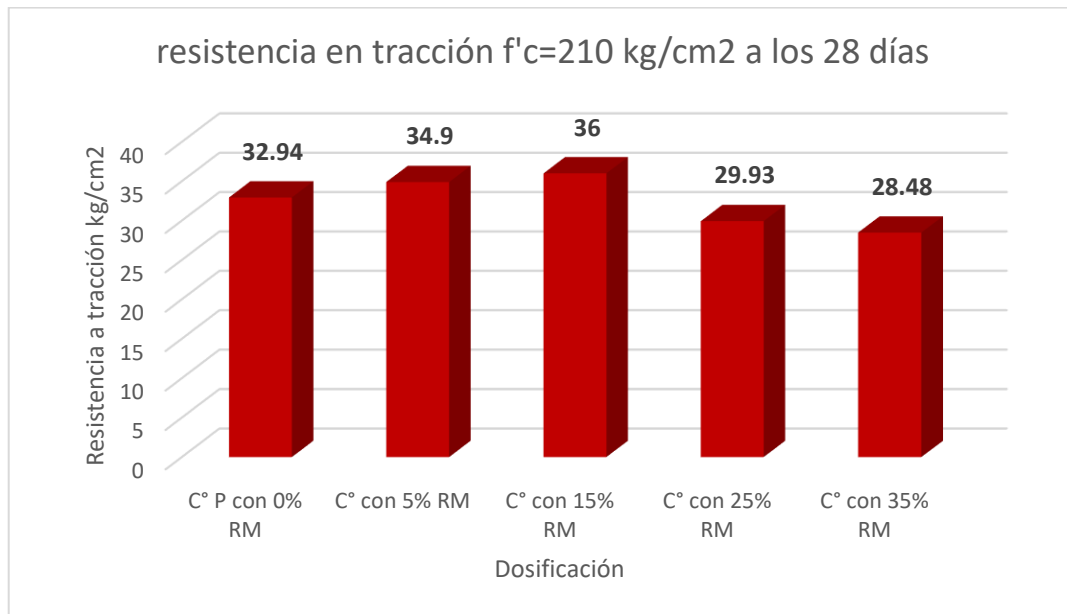
**Tabla 59.** Resistencia a la tracción a los 28 días de concretos con  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

IDENTIFICACIÓN	DIÁMETRO (cm)	LONGITUD (cm)	FUERZA MÁXIMA(KG)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
C°P con 0 % RM	15.00	30.00	18589.42	41.31	32.94
	14.80	29.90	12637.34	28.56	
	14.80	29.90	12817.83	28.97	
C° con 5 % RM	14.90	30.00	19916.07	44.55	34.90
	14.90	29.90	13622.39	30.58	
	14.95	30.00	13262.43	29.57	
C° con 15 % RM	14.80	29.90	16426.61	37.12	36.00
	14.95	29.90	16163.52	36.16	
	14.90	29.95	15496.62	34.73	
C° con 25 % RM	14.90	29.90	13319.53	29.90	29.93
	14.90	29.90	13636.66	30.61	
	14.90	29.85	13027.89	29.29	
C° con 35 % RM	14.80	29.90	12728.10	28.76	28.48
	14.80	30.00	12992.20	29.26	
	14.85	29.85	12151.96	27.41	

Fuente propia

Según los resultados obtenidos al realizar en ensayo de la resistencia en tracción tenemos la siguiente figura:

**Figura 52.** Resistencia en tracción a los 28 días para el diseño  $f'c=210\text{kg/cm}^2$



Fuente propia



**Interpretación:** la resistencia obtenida del concreto patrón fue de 32.94kg/cm<sup>2</sup> y para las dosificaciones de 5%, 15%, 25% y 35% se obtuvo 34.90kg/cm<sup>2</sup>, 36.00kg/cm<sup>2</sup>, 29.93kg/cm<sup>2</sup> y 28.48kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, se puede observar que la resistencia incrementa para las dos primeras sustituciones en 1.96 kg/cm<sup>2</sup> y 3.06kg/cm<sup>2</sup>, y para las dosificaciones de 25% y 35% las resistencias disminuyen en 3.01kg/cm<sup>2</sup> y 4.46kg/cm<sup>2</sup> todo con respecto a la muestra patrón. Los valores obtenidos para el concreto patrón y las sustituciones planteadas cumplen con la resistencia según la norma ASTM C496. Se alcanza una mejor resistencia en tracción con el 15% de sustitución siendo esta la dosificación más óptima.

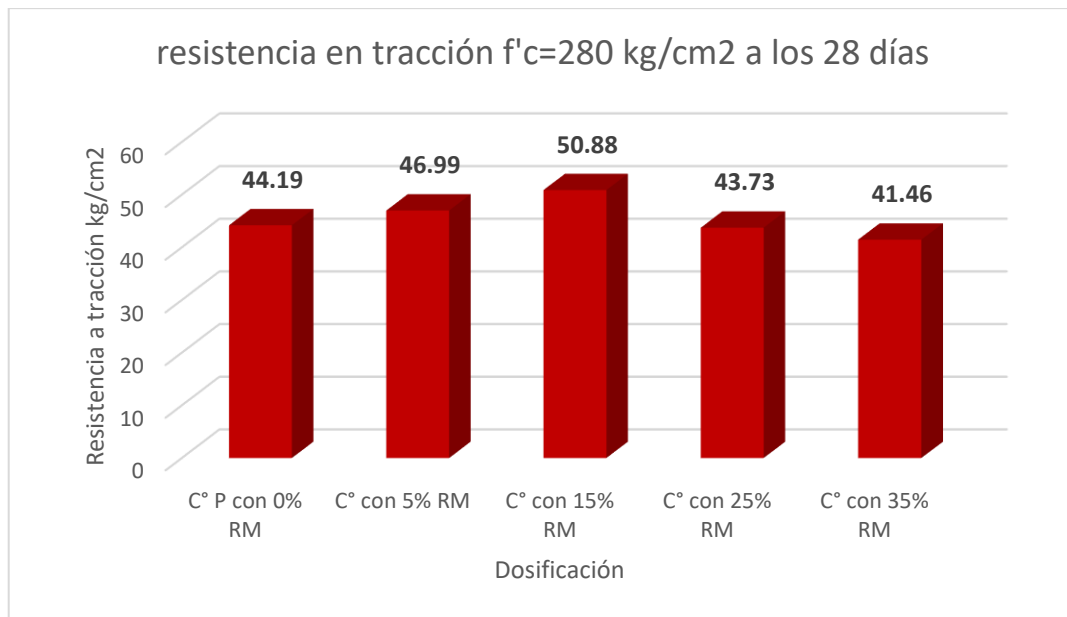
**Tabla 60.** Resistencia a la tracción a los 28 días de concretos con  $f'c = 28\text{kg/cm}^2$

IDENTIFICACIÓN	DIÁMETRO(cm)	LONGITUD(cm)	FUERZA MÁXIMA(KG)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
C°P con 0 % RM	9.80	20.40	8474.86	42.39	44.19
	9.80	20.50	9790.29	48.73	
	9.80	20.40	8283.15	41.43	
C° con 5 % RM	9.80	20.50	9999.34	49.77	46.99
	9.80	20.40	8508.51	42.56	
	9.80	20.40	9721.97	48.63	
C° con 15 % RM	9.80	20.40	10200.22	51.02	50.88
	9.80	20.40	10001.37	50.03	
	9.80	20.40	10315.45	51.60	
C° con 25 % RM	9.80	20.40	8761.40	43.82	43.72
	9.80	20.40	8894.98	44.49	
	9.80	20.40	8563.58	42.84	
C° con 35 % RM	9.80	20.40	8619.66	43.12	41.46
	9.80	20.40	8289.27	41.46	
	9.80	20.40	7959.90	39.82	

*Fuente propia*

Según los resultados obtenidos al realizar en ensayo de la resistencia en tracción tenemos la siguiente figura:

**Figura 53.** resistencia en tracción a los 28 días para el diseño  $f'c = 280\text{kg/cm}^2$



*Fuente propia*

**Interpretación:** la resistencia obtenida del concreto patrón fue de  $44.19 \text{ kg/cm}^2$  y para dosificaciones de 5%, 15%, 25% y 35% se obtuvo  $46.99 \text{ kg/cm}^2$ ,  $50.88 \text{ kg/cm}^2$ ,  $43.73 \text{ kg/cm}^2$  y  $41.46 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente, se puede observar que la resistencia incrementa para las dos primeras sustituciones en  $2.80 \text{ kg/cm}^2$  y  $6.70 \text{ kg/cm}^2$ , y para las dosificaciones de 25% y 35% las resistencias disminuyen en  $0.74 \text{ kg/cm}^2$  y  $2.72 \text{ kg/cm}^2$  todo con respecto a la muestra patrón. Los valores obtenidos para el concreto patrón y las sustituciones planteadas cumplen con la resistencia según la norma ASTM C496. Se alcanza una mejor resistencia en tracción con el 15% de sustitución siendo esta la dosificación más óptima

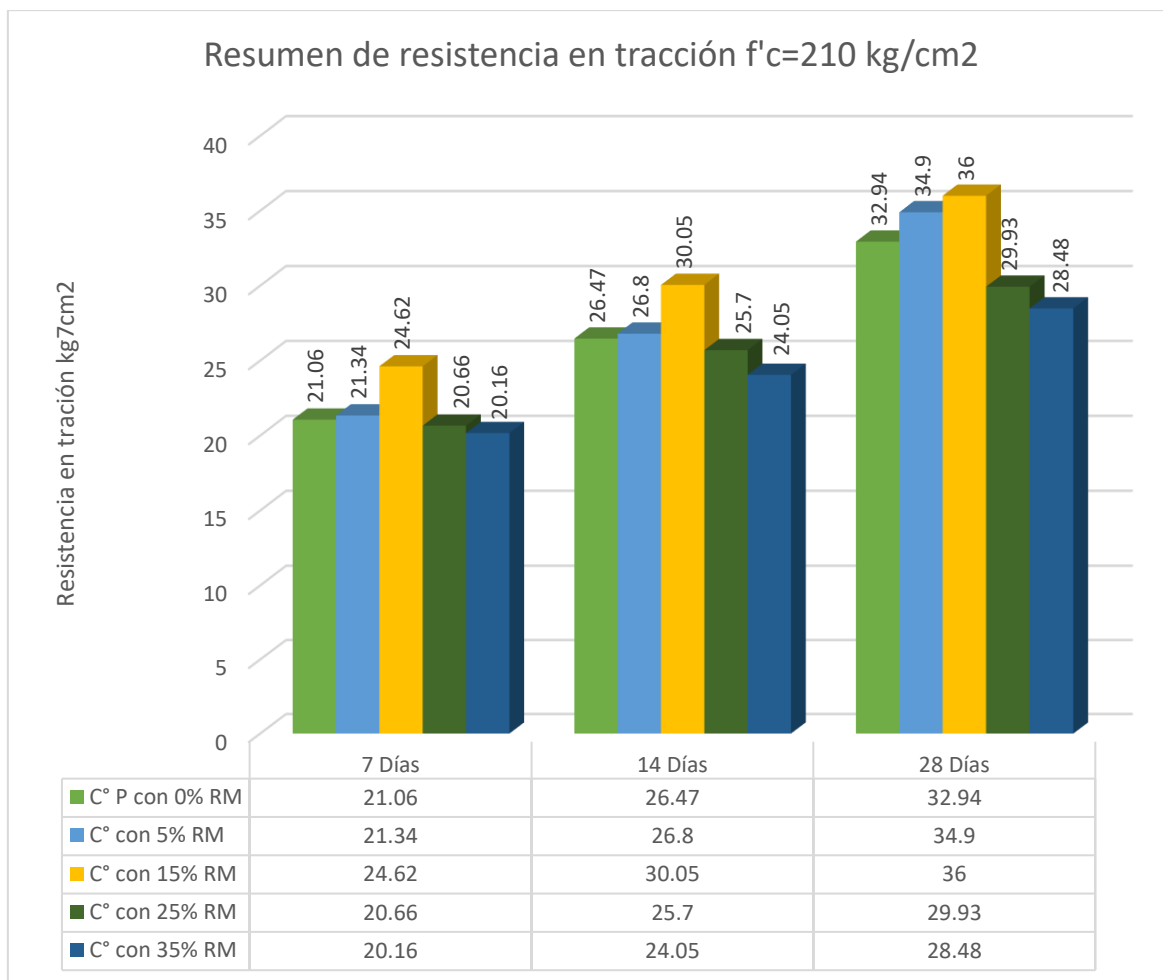
#### Resumen de la resistencia en tracción en diferentes edades.

**Tabla 61.** Resumen de la resistencia en tracción obtenida en 7, 14 y 28 días -  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

TIPIFICACION	RESISTENCIA 7 D	RESISTENCIA 14 D	RESISTENCIA 28 D
C° P con 0% RM	21.06	26.47	32.94
C° con 5% RM	21.34	26.80	34.90
C° con 15% RM	24.62	30.05	36.00
C° con 25% RM	20.66	25.70	29.93
C° con 35% RM	20.16	24.05	28.48

*Fuente propia*

**Figura 54.** Resumen de resistencia en tracción a los 7, 14 y 28 días -  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$



*Fuente propia*

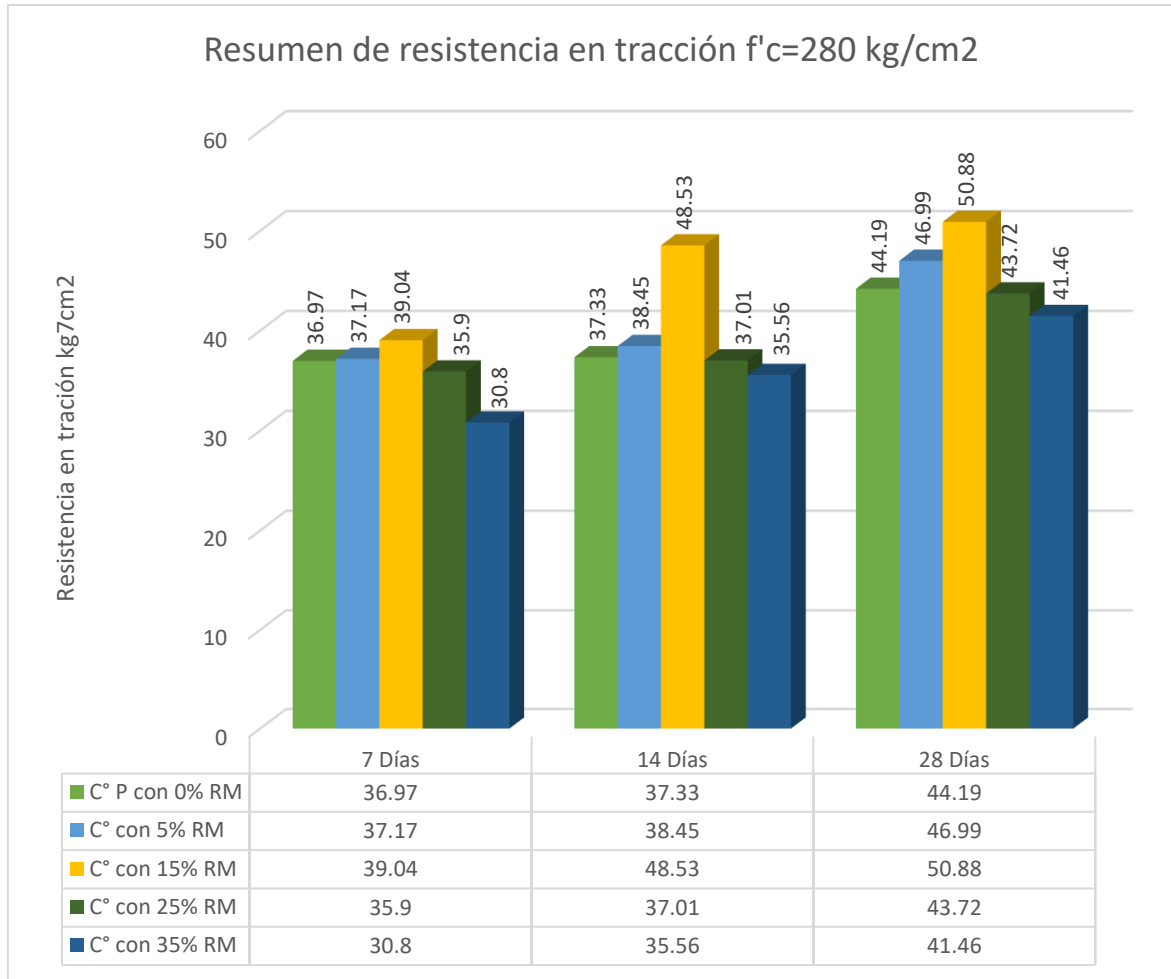
**Interpretación:** De acuerdo a la figura los resultados promedio de la resistencia en tracción del concreto patrón y dosificaciones de 5%, 15%, 25% y 35%, se puede apreciar que la resistencia en tracción incrementa en  $1.96 \text{ kg/cm}^2$  y  $3.06 \text{ kg/cm}^2$  para las dosificaciones de 5 y 15%, y disminuye la resistencia para la sustitución de 25 y 35% en  $3.01 \text{ kg/cm}^2$  y  $4.46 \text{ kg/cm}^2$  todo esto con respecto a la muestra patrón. Todos los resultados obtenidos en las diferentes edades para el concreto patrón y las sustituciones planteadas cumplen con los parámetros establecidos según la norma ASTM C496 (10 a 15% del  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , resistencia de diseño). Se tiene así que la dosificación más óptima es concretos elaborados con un 15% de remplazo de RM por AF ya que se obtiene la mayor resistencia en las diferentes edades

**Tabla 62.** Resumen de la resistencia en compresión a los 7, 14 y 28 días -  $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$

TIPIFICACION	RESISTENCIA 7 D	RESISTENCIA 14 D	RESISTENCIA 28 D
C° P con 0% RM	36.97	37.33	44.19
C° con 5% RM	37.17	38.45	46.99
C° con 15% RM	39.04	48.53	50.88
C° con 25% RM	35.90	37.01	43.72
C° con 35% RM	30.80	35.56	41.46

Fuente propia

**Figura 55.** Resumen de resistencia en tracción a los 7, 14 y 28 días -  $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$



Fuente propia

**Interpretación:** De acuerdo a la figura los resultados promedio de la resistencia en tracción del concreto patrón y dosificaciones de 5%, 15%, 25% y 35%, se puede apreciar que la resistencia en tracción incrementa en  $2.80 \text{ kg/cm}^2$  y  $6.70 \text{ kg/cm}^2$  para las dosificaciones de 5 y 15%, y disminuye la resistencia para la sustitución de 25 y 35% en  $0.47 \text{ kg/cm}^2$  y  $2.72 \text{ kg/cm}^2$  todo esto con respecto a la muestra patrón. Todos los resultados obtenidos en las diferentes edades para el concreto patrón y

las sustituciones planteadas cumplen con los parámetros establecidos según la norma ASTM C496 (10 a 15% del  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , resistencia de diseño). Se tiene así que la dosificación más óptima es concretos elaborados con un 15% de remplazo de RM por AF ya que se obtiene la mayor resistencia en las diferentes edades

### Resistencia en flexión (ASTM C78)

Una vez elaboradas y curadas las vigas se realizó el ensayo del esfuerzo a flexión.

**Figura 56.** Vigas de concreto ensayadas en flexión



Fuente propia

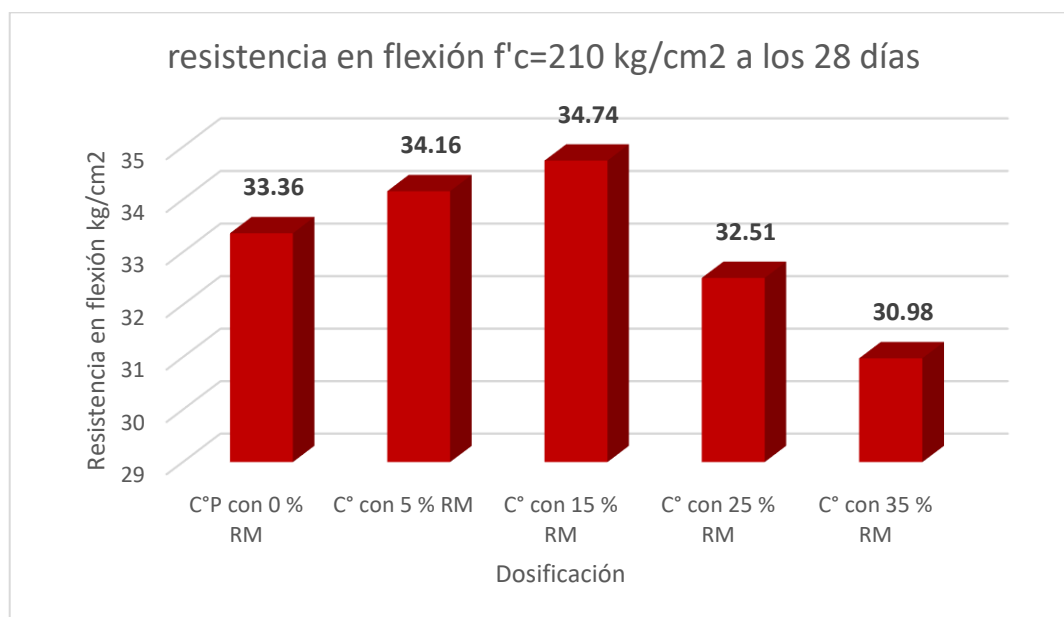
**Tabla 63.** Resistencia a la flexión a los 28 días de concretos con  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

IDENTIFICACIÓN	FALLA	ANCHO(cm)	ALTURA(cm)	LONGITUD (cm)	FUERZA MÁXIMA (KN)	M. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
C°P con 0 % RM	Tercio central	15.00	15.00	45.00	25.87	35.17	33.36
	Tercio central	15.00	15.00	45.00	23.67	32.18	
	Tercio central	15.00	15.00	45.00	24.06	32.71	
C° con 5 % RM	Tercio central	15.00	15.00	45.00	24.43	33.22	34.16
	Tercio central	15.00	15.00	45.00	25.07	34.09	
	Tercio central	15.00	15.00	45.00	25.88	35.19	
C° con 15 % RM	Tercio central	15.00	15.00	45.00	26.72	36.33	34.73
	Tercio central	15.00	15.00	45.00	22.77	30.96	
	Tercio central	15.00	15.00	45.00	27.14	36.90	
C° con 25 % RM	Tercio central	15.00	15.00	45.00	25.40	34.53	32.51
	Tercio central	15.00	15.00	45.00	22.80	31.00	
	Tercio central	15.00	15.00	45.00	23.53	31.99	
C° con 35 % RM	Tercio central	15.00	15.00	45.00	22.79	30.99	30.98
	Tercio central	15.00	15.00	45.00	24.23	32.94	
	Tercio central	15.00	15.00	45.00	21.34	29.01	

Fuente propia

Según los resultados obtenidos al realizar en ensayo de la resistencia en flexión tenemos la siguiente figura:

**Figura 57.** Resistencia a la flexión a los 28 días de concretos con  $f'c=210\text{kg/cm}^2$



*Fuente propia*

**Interpretación:** la resistencia obtenida del concreto patrón fue de  $33.36\text{kg/cm}^2$  y para las dosificaciones de 5%, 15%, 25% y 35% se obtuvo  $34.16\text{kg/cm}^2$ ,  $34.74\text{kg/cm}^2$ ,  $32.51\text{kg/cm}^2$  y  $30.98\text{kg/cm}^2$  respectivamente, se puede observar que la resistencia incrementa para las dos primeras sustituciones en  $0.81\text{kg/cm}^2$  y  $1.37\text{kg/cm}^2$ , y para las dosificaciones de 25% y 35% las resistencias disminuyen en  $0.85\text{kg/cm}^2$  y  $2.37\text{kg/cm}^2$  todo esto con respecto a la muestra patrón. Los valores obtenidos para el concreto patrón y las sustituciones planteadas cumplen con la resistencia según la norma ASTM C78. Se alcanza una mejor resistencia en flexión con el 15% de sustitución siendo esta la dosificación más óptima.

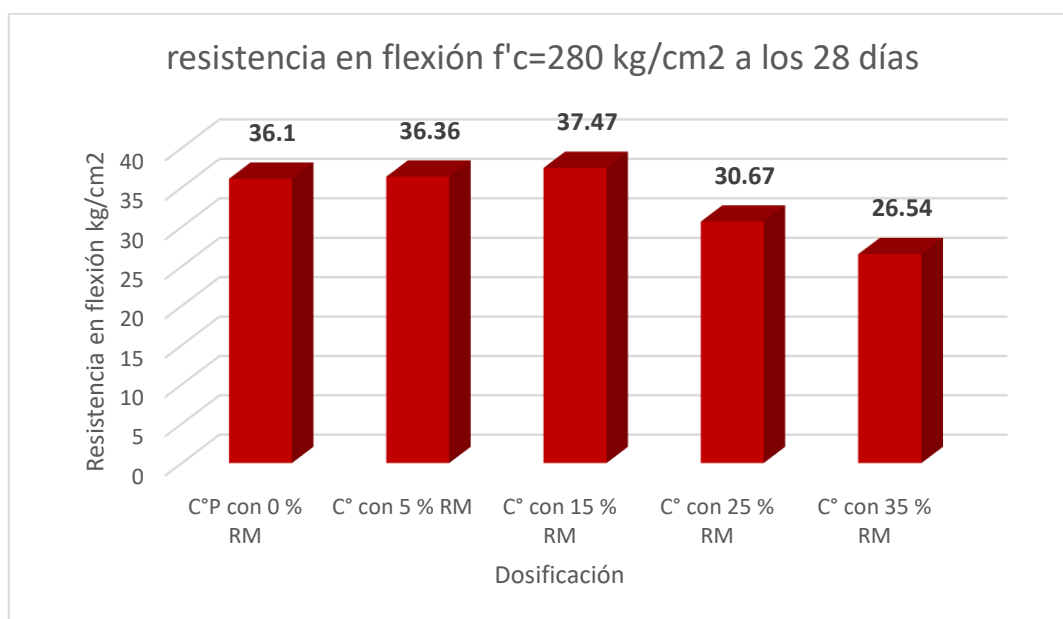
**Tabla 64.** Resistencia a la flexión a los 28 días de concretos con  $f'c=280\text{kg/cm}^2$

IDENTIFICACIÓN	FALLA	ANCHO(cm)	ALTURA(cm)	LONGITUD (cm)	FUERZA MÁXIMA (KN)	M. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
C°P con 0 % RM	Tercio central	15.00	15.00	45.00	26.34	35.81	36.10
	Tercio central	15.00	15.00	45.00	27.22	37.01	
	Tercio central	15.00	15.00	45.00	26.09	35.47	
C° con 5 % RM	Tercio central	15.00	15.00	45.00	26.53	36.07	36.36
	Tercio central	15.00	15.00	45.00	26.37	35.85	
	Tercio central	15.00	15.00	45.00	27.32	37.14	
C° con 15 % RM	Tercio central	15.00	15.00	45.00	27.89	37.92	37.47
	Tercio central	15.00	15.00	45.00	26.78	36.41	
	Tercio central	15.00	15.00	45.00	28.01	38.08	
C° con 25 % RM	Tercio central	15.00	15.00	45.00	22.74	30.92	30.67
	Tercio central	15.00	15.00	45.00	23.18	31.52	
	Tercio central	15.00	15.00	45.00	21.76	29.59	
C° con 35 % RM	Tercio central	15.00	15.00	45.00	17.15	23.32	26.54
	Tercio central	15.00	15.00	45.00	21.30	28.96	
	Tercio central	15.00	15.00	45.00	20.11	27.34	

Fuente propia

Según los resultados obtenidos al realizar en ensayo de la resistencia en flexión tenemos la siguiente figura:

**Figura 58.** Resistencia a la flexión a los 28 días de concretos con  $f'c=280\text{kg/cm}^2$



Fuente propia

**Interpretación:** la resistencia obtenida del concreto patrón fue de  $36.10\text{kg/cm}^2$  y para las dosificaciones de 5%, 15%, 25% y 35% se obtuvo  $36.36\text{kg/cm}^2$ ,  $37.47\text{kg/cm}^2$ ,  $30.67\text{kg/cm}^2$  y  $26.54\text{kg/cm}^2$  respectivamente, se puede observar que la resistencia incrementa para las dos primeras sustituciones en  $0.26\text{kg/cm}^2$  y

1.37kg/cm<sup>2</sup>, y para las dosificaciones de 25% y 35% las resistencias disminuyen en 5.42kg/cm<sup>2</sup> y 9.56kg/cm<sup>2</sup> todo esto con respecto a la muestra patrón. Los valores obtenidos para el concreto patrón y las sustituciones planteadas cumplen con la resistencia según la norma ASTM C78. Se alcanza una mejor resistencia en flexión con el 15% de sustitución siendo esta la dosificación más óptima.

**OE N°3:** Determinar la influencia de la sustitución del relave minero en el agregado fino en porcentajes de 5, 15, 25, y 35 en las propiedades físico-mecánicas para concretos con  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Puno-2022.

**Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físicas del concreto: Asentamiento, PUC y contenido de aire del concreto**

Se tienen las siguientes tablas 65 y 66 con un resumen en las propiedades físicas del concreto.

**Tabla 65.** Influencia en el Asentamiento, Contenido de aire y Rendimiento de concretos con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

% DE SUSTITUCIÓN	ASENTAMIENTO (cm)	CONTENIDO DE AIRE OLLA DE WASHINTONG (%)	RENDIMIENTO
C° P con 0 % RM	5.08	1.70	1
C° con 5 % RM	5.08	1.70	1
C° con 15 % RM	3.81	1.60	1
C° con 25 % RM	3.30	1.40	1
C° con 35 % RM	2.54	1.90	1

*Fuente propia*

**Interpretación:** Según la tabla 65 se observa que el asentamiento que se adquirió para el concreto patrón fue de 5.08cm y al sustituir el AF por RM en 5%, 15% 25% y 35%, el asentamiento fue de 5.08cm, 3.81cm, 3.30cm y 2.54cm respectivamente, los valores obtenidos para las mezclas de concreto nos indican que la consistencia es seca, y que a mayor porcentaje de sustitución el asentamiento disminuye en hasta 1” la sustitución influye negativamente en la trabajabilidad de las muestras. El contenido de aire alcanzado es de 1.70%, 1.70%, 1.60%, 1.40% y 1.90% para cada una de las dosificaciones estos resultados no influyen negativamente en las resistencias. Finalmente se aprecia que el rendimiento es igual a 1 en todas las dosificaciones propuestas para sustituir relave minero en el AF cumpliendo así con la norma y que cumple con las propiedades de diseño.



**Tabla 66.** Influencia en el Asentamiento, Contenido de aire y Rendimiento de concretos con  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

% DE SUSTITUCIÓN	ASENTAMIENTO (cm)	CONTENIDO DE AIRE OLLA DE WASHINTONG (%)	RENDIMIENTO
C° P con 0 % RM	3.81	1.90	1
C° con 5 % RM	3.81	2.00	1
C° con 15 % RM	3.30	1.90	1
C° con 25 % RM	3.048	3.10	1
C° con 35 % RM	2.54	3.40	1

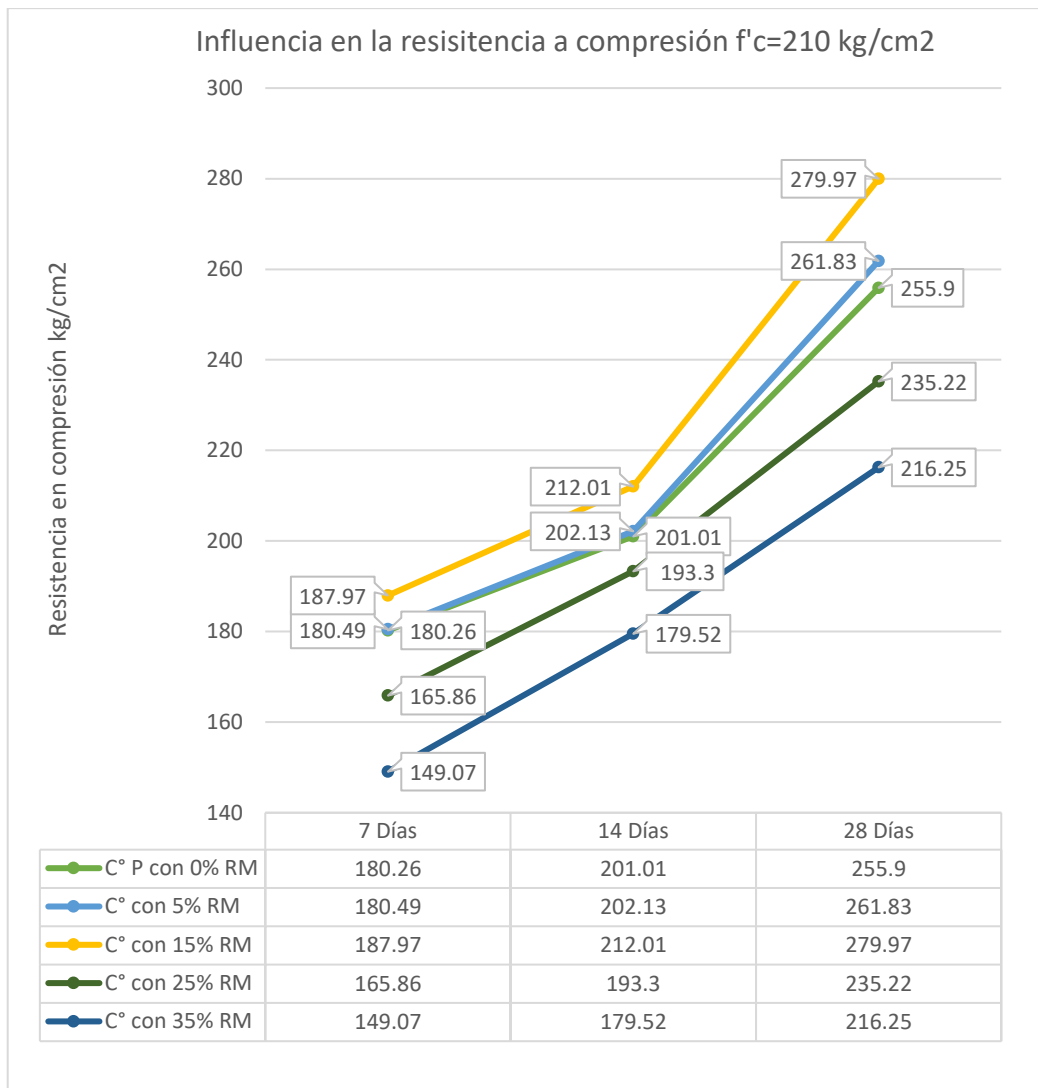
*Fuente propia*

**Interpretación:** Según la tabla 66 se observa que el asentamiento que se adquirió para el concreto patrón fue de 3.81cm y al sustituir el agregado fino por relave minero en 5%, 15% 25% y 35%, el asentamiento fue de 3.81cm, 3.30cm, 3.048cm y 2.54cm respectivamente, los valores obtenidos para las mezclas de concreto nos indican que la consistencia es seca, y que a mayor porcentaje de sustitución el asentamiento disminuye en hasta 0.5" la sustitución influye negativamente en la trabajabilidad de las muestras. El contenido de aire alcanzado es de 1.90%, 2.00%, 1.90%, 3.10% y 3.40% para cada una de las dosificaciones estos resultados no influyen negativamente en las resistencias. Finalmente se aprecia que el rendimiento es igual a 1 en todas las dosificaciones propuestas para sustituir relave minero en el AF cumpliendo así con la norma y que cumple con las propiedades de diseño.

**Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en la resistencia a compresión en concretos con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$**

Se tienen los siguientes gráficos de resistencia en compresión para las diferentes edades de la muestra patrón y sustitución del 5%, 15%, 25% y 35% de RM por AF.

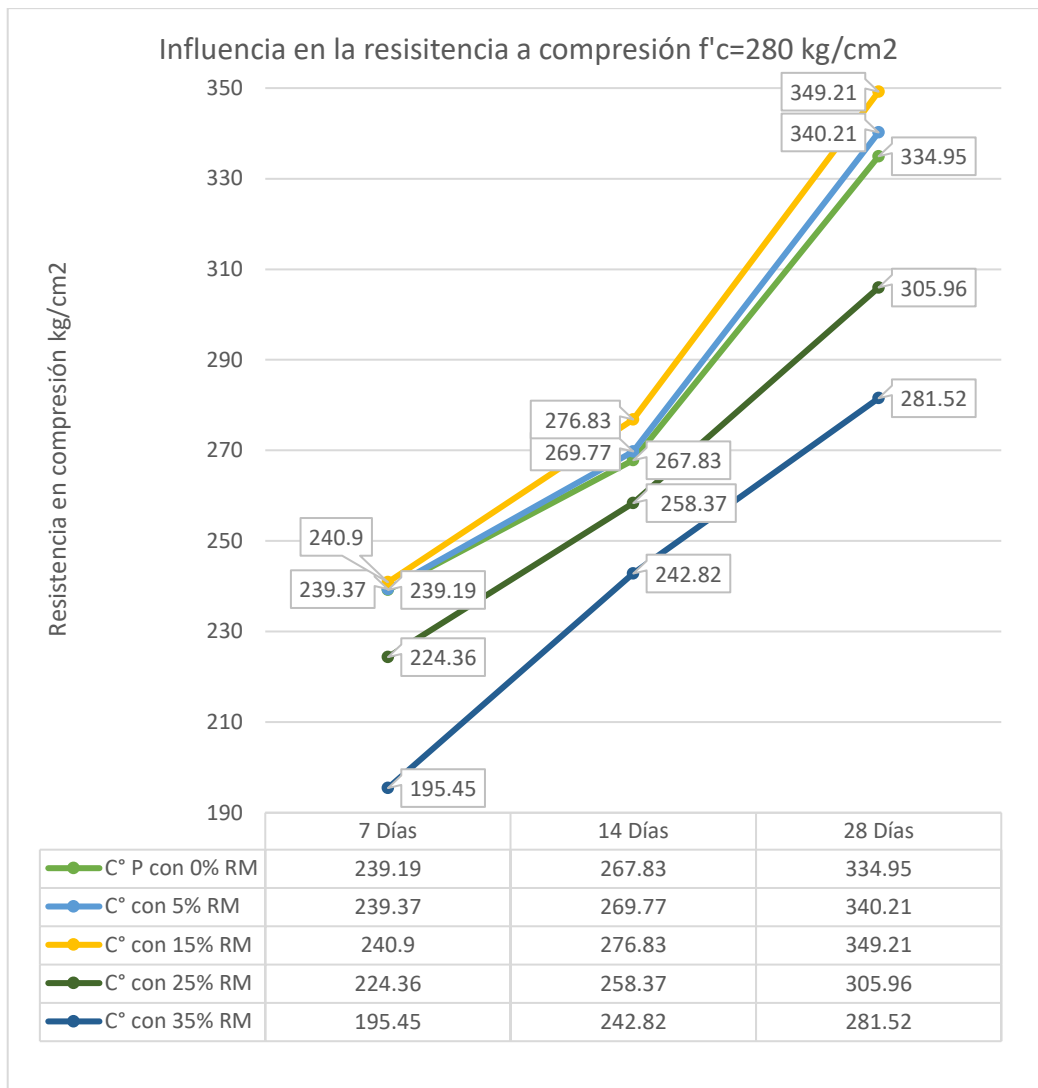
**Figura 59.** Influencia en la resistencia a compresión de concretos con  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$



*Fuente propia*

**Interpretación:** De acuerdo a la figura se aprecia el desarrollo de la resistencia en compresión del concreto patrón y dosificaciones de sustitución de 5%, 15%, 25% y 35%, el remplazo en 5% y 15% de RM por AF tienen las resistencias mayores con respecto a la muestra patrón en todas las edades de rotura, también se puede observar que en las dosificaciones de 25% y 35% la resistencia disminuye con respecto al concreto patrón. Las dosificaciones propuestas en esta investigación influyen de manera positiva para la elaboración de concretos con RM con hasta un 35% de sustitución ya que las resistencias obtenidas en compresión a los 28 días son superiores a la resistencia de diseño.

**Figura 60.** Influencia en la resistencia a compresión de concretos con  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>



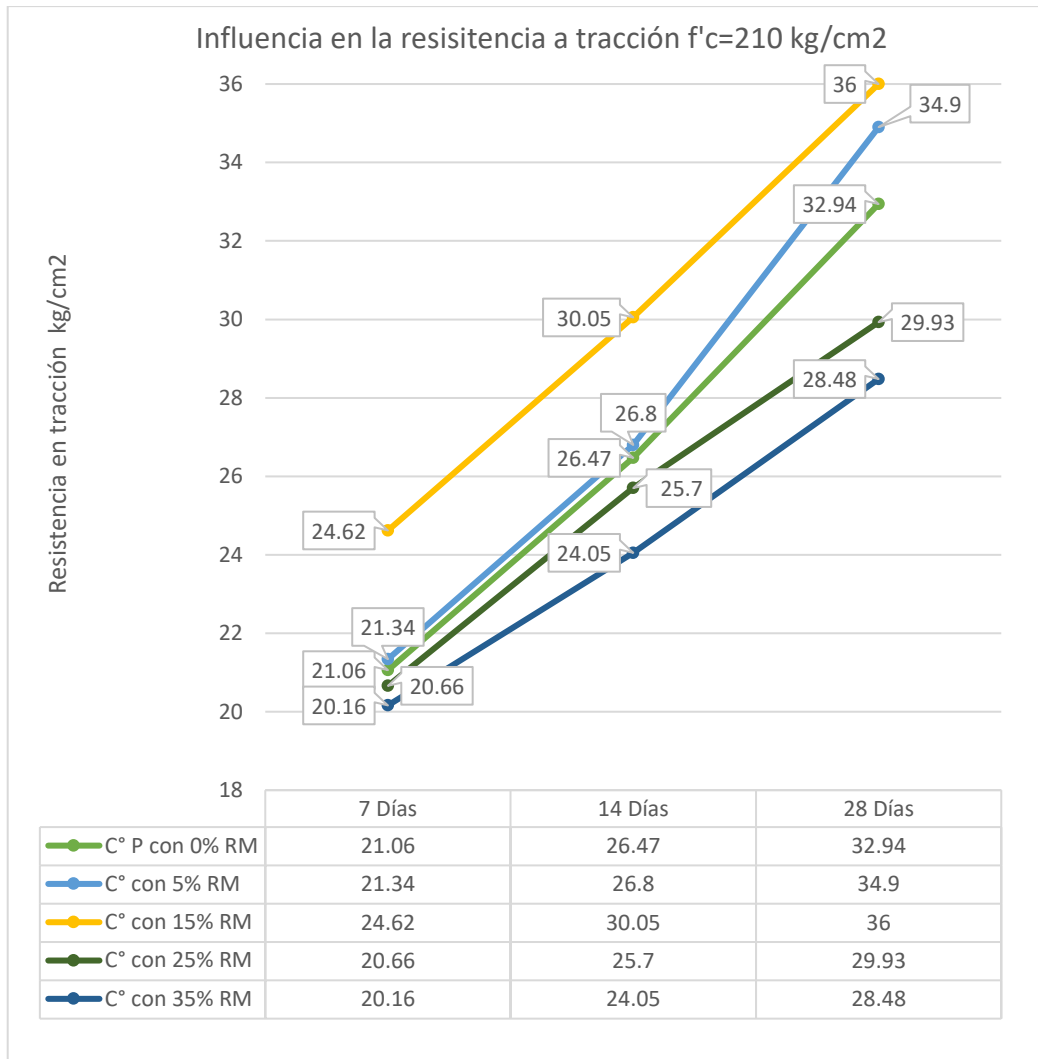
*Fuente propia*

**Interpretación:** De acuerdo a la figura se aprecia el desarrollo de la resistencia en compresión del concreto patrón y dosificaciones de sustitución de 5%, 15%, 25% y 35%, el remplazo en 5% y 15% de RM por AF tienen las resistencias mayores con respecto a la muestra patrón en todas las edades de rotura, también se puede observar que en las dosificaciones de 25% y 35% la resistencia disminuye con respecto al concreto patrón. Las dosificaciones propuestas en esta investigación influyen de manera positiva para la elaboración de concretos con RM con hasta un 35% de sustitución ya que las resistencias obtenidas en compresión a los 28 días son superiores a la resistencia de diseño.

**Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en la resistencia a tracción en concretos con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$**

Se tienen los siguientes gráficos de resistencia en tracción para las diferentes edades de la muestra patrón y sustitución del 5%, 15%, 25% y 35% de RM por AF.

**Figura 61.** Influencia en la resistencia a tracción de concretos con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

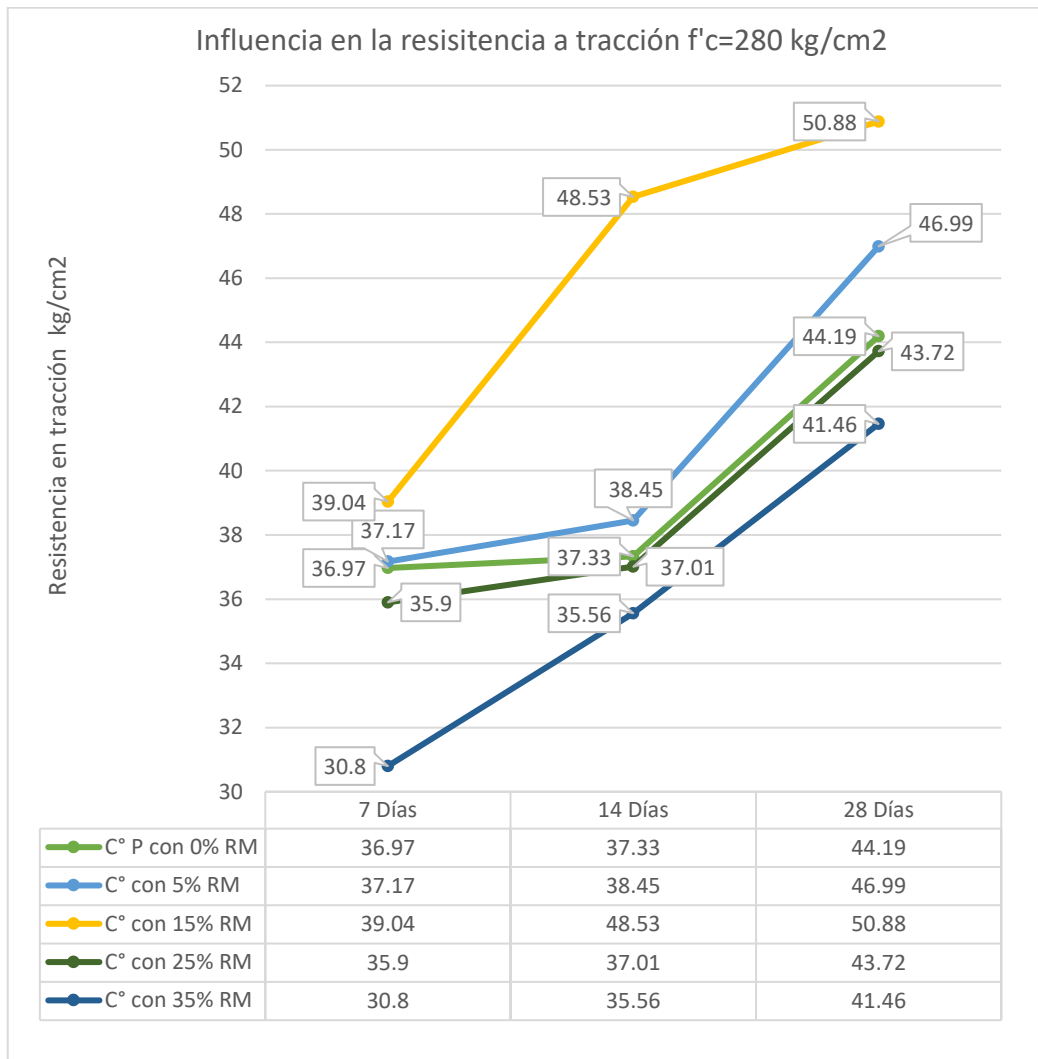


*Fuente propia*

**Interpretación:** De acuerdo a la figura se aprecia el desarrollo de la resistencia en tracción del concreto patrón y dosificaciones de sustitución de 5%, 15%, 25% y 35%, el remplazo en 5% y 15% de RM por AF tienen las resistencias mayores con respecto a la muestra patrón en todas las edades de rotura, también se puede observar que en las dosificaciones de 25% y 35% la resistencia disminuye con respecto al concreto patrón. Las dosificaciones propuestas en esta investigación

influyen de manera positiva para la elaboración de concretos con RM con hasta un 35% de sustitución.

**Figura 62.** Influencia en la resistencia a tracción de concretos con  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$



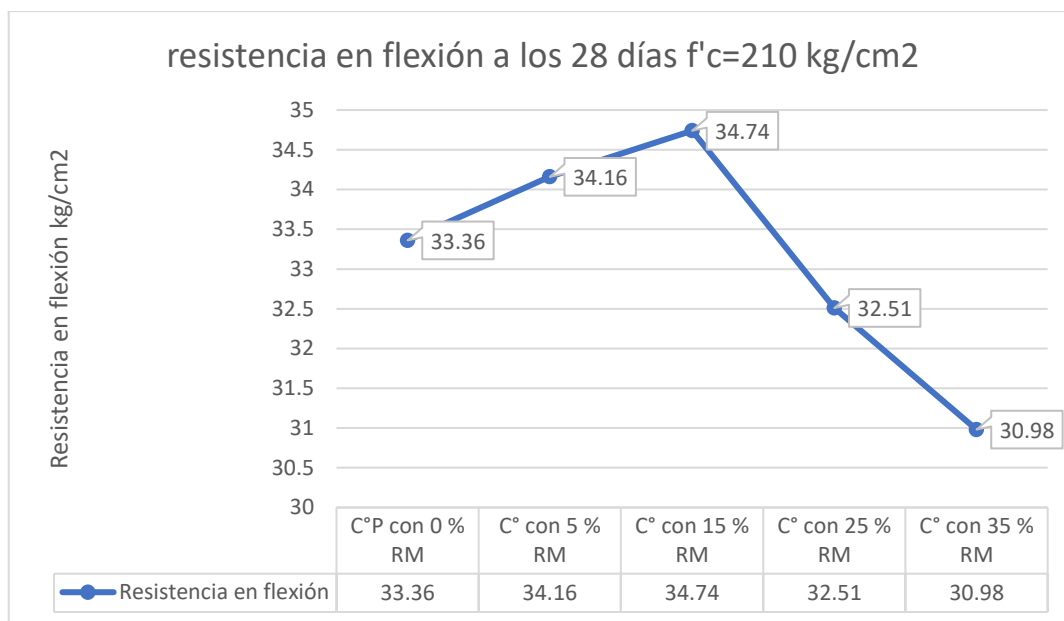
*Fuente propia*

**Interpretación:** De acuerdo a la figura se aprecia el desarrollo de la resistencia en tracción del concreto patrón y dosificaciones de sustitución de 5%, 15%, 25% y 35%, el remplazo en 5% y 15% de RM por AF tienen las resistencias mayores con respecto a la muestra patrón en todas las edades de rotura, también se puede observar que en las dosificaciones de 25% y 35% la resistencia disminuye con respecto al concreto patrón. Las dosificaciones propuestas en esta investigación influyen de manera positiva para la elaboración de concretos con RM con hasta un 35% de sustitución.

## Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en la resistencia a flexión en concretos con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Se tienen los siguientes gráficos de resistencia en flexión para las diferentes edades de la muestra patrón y sustitución del 5%, 15%, 25% y 35% de RM por AF.

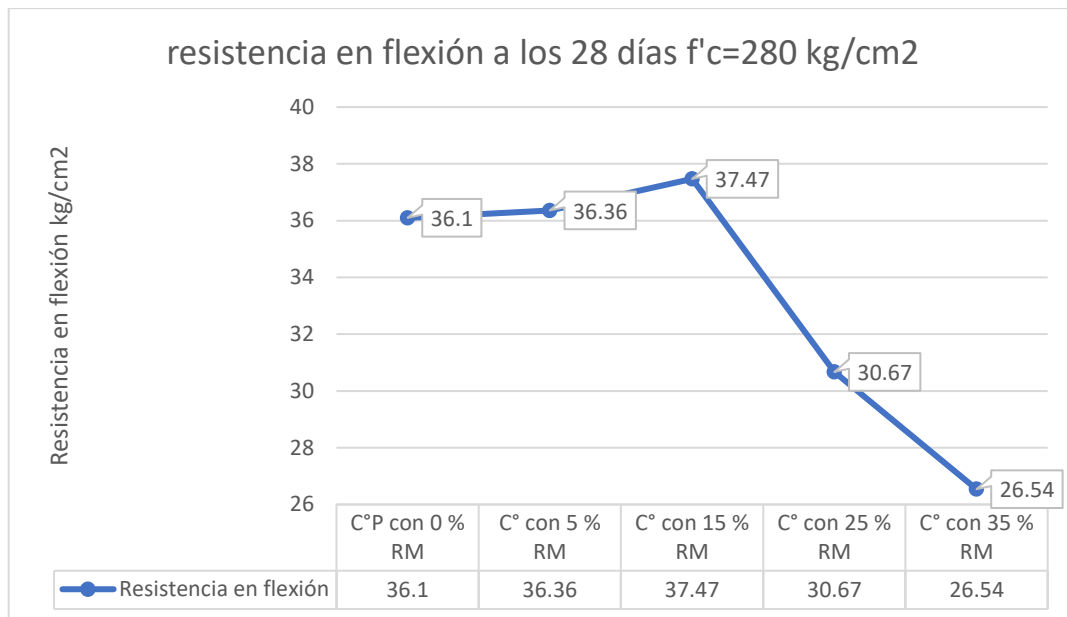
**Figura 63.** Influencia en la resistencia a flexión de concretos con  $f'c=210\text{kg/cm}^2$



*Fuente propia*

**Interpretación:** según la figura se observa el progreso de la resistencia en flexión del concreto a los 28 días para el concreto patrón y dosificaciones de sustitución de 5%, 15%, 25% y 35%, la sustitución en 5% y 15% de relave minero por AF tienen las resistencias mayores con respecto a la muestra patrón, también se puede observar que en las dosificaciones de 25% y 35% la resistencia disminuye con respecto al concreto patrón. Las dosificaciones propuestas en esta investigación influyen de manera positiva para la elaboración de concretos con RM con hasta un 35% de sustitución.

**Figura 64.** Influencia en la resistencia a flexión de concretos con  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$



*Fuente propia*

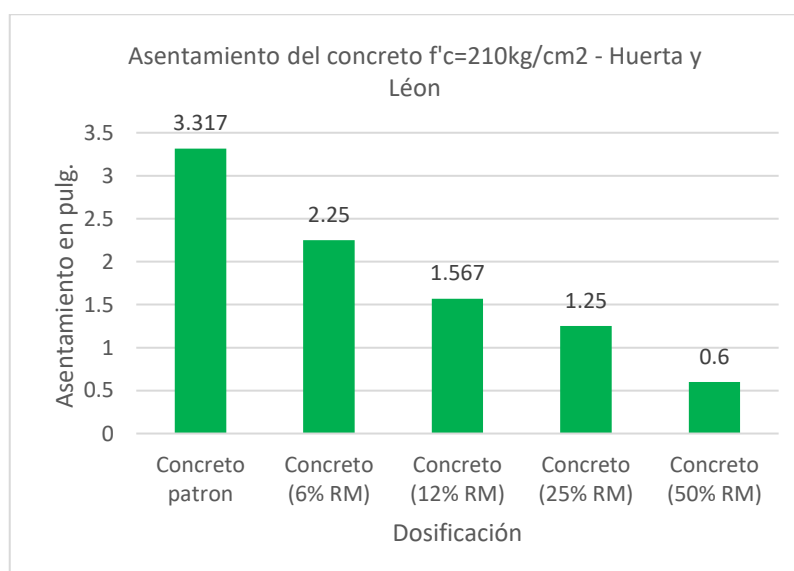
**Interpretación** según la figura se observa el progreso de la resistencia en flexión del concreto a los 28 días para el concreto patrón y dosificaciones de sustitución de 5%, 15%, 25% y 35%, la sustitución en 5% y 15% de relave minero por AF tienen las resistencias mayores con respecto a la muestra patrón, también se puede observar que en las dosificaciones de 25% y 35% la resistencia disminuye con respecto al concreto patrón. Las dosificaciones propuestas en esta investigación influyen de manera positiva para la elaboración de concretos con RM con hasta un 35% de sustitución.

## V. DISCUSIÓN

**OE N°1:** determinar las características físicas de la mezcla de concretos de 210kg/cm<sup>2</sup> y 280kg/cm<sup>2</sup> con la sustitución del agregado fino por el relave minero producto de la explotación minera, del C.P. La Rinconada, Puno, 2022.

Del asentamiento: Para Huerta y León (2021) en su tesis el asentamiento que se obtuvo para el concreto patrón de 3.317" y al sustituir el 6%, 12%, 25% y el 50% de agregado fino por relave minero fue de 2.250", 1.567", 1.250", y 0.6", disminuyendo significativamente el asentamiento con respecto a la muestra del concreto patrón en 2.717" respectivamente para ello se muestra el siguiente gráfico:

**Figura 65.** Asentamiento del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> para la muestra patrón y sustitución del 6%, 12%, 25% y 50%.

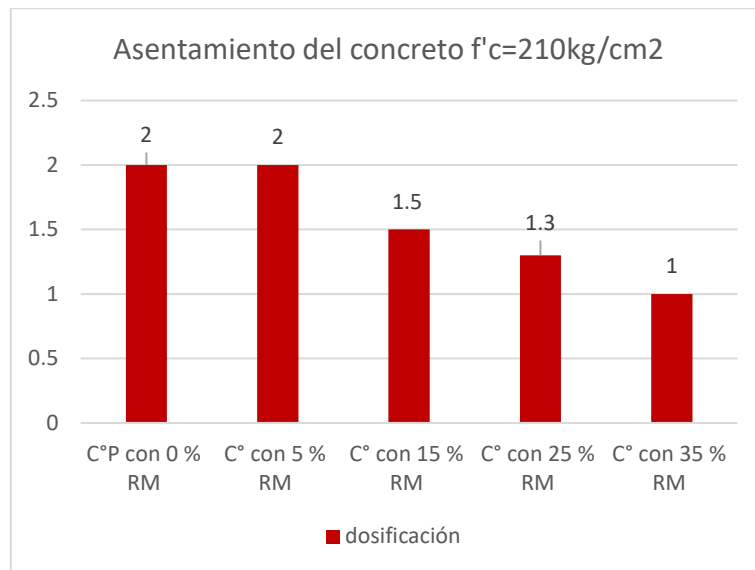


*Fuente propia*

En la presente investigación el asentamiento de la muestra patrón fue de 2" y al sustituir el 5, 15, 25 y 35% los asentamientos fueron de 2" 1.5" 1.3" y 1" respectivamente; reduciéndose el asentamiento en relación a la muestra patrón en 0.5", 0.7" y 1", para ello se muestra el siguiente gráfico.

**Figura 66.** Asentamiento del concreto  $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup> para la muestra patrón y sustitución del 5%, 15%, 25% y 35%.



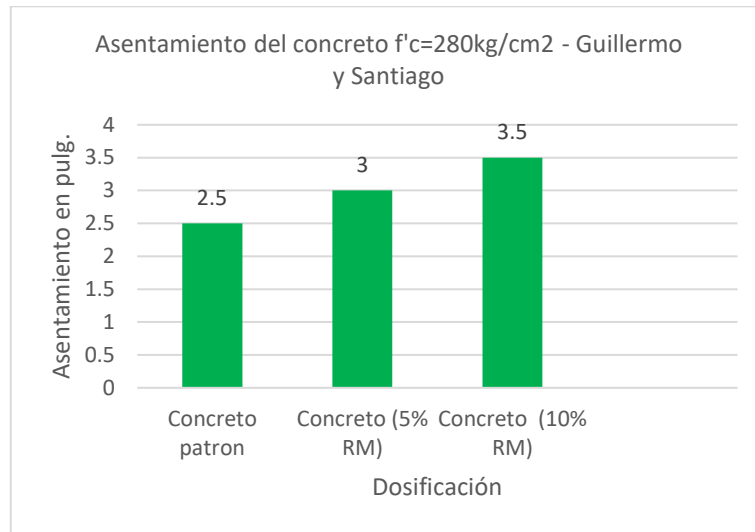


Fuente propia

Para (Huerta Marquez, y otros, 2021) los resultados obtenidos en el asentamiento disminuyeron significativamente en hasta 2.717”, dando a entender que a medida que se sustituye el relave por el AF la consistencia de la mezcla es seca y que es poco trabajable; y para la presente investigación se puede ver que al sustituir el RM en el AF en porcentajes de 5, 15, 25 y 35% el asentamiento disminuye en 0.5”, 0.7” y 1” con respecto a la muestra patrón deduciéndose así que la consistencia de los concretos elaborados con ciertos porcentajes de sustitución de RM por AF es seca y que afecta a la trabajabilidad de las mismas. Los resultados alcanzados en esta investigación son similares a la de los tesis. De los resultados obtenidos por Huerta y León (2021) solo el concreto patrón cumple el asentamiento de diseño, la sustitución de 50% no cumple con el asentamiento mínimo exigido según la norma ACI 211.1; en nuestra investigación ninguna de las dosificaciones cumple con el asentamiento de diseño, sin embargo, los asentamientos obtenidos están dentro del mínimo exigido según la norma ACI 211.1 (tabla 4)

Para (Guillermo, y otros, 2021) en su tesis “Influencia de sustitución del agregado fino por relave mina Contonga sobre las propiedades físico mecánicas de un concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ – 2021”, el asentamiento del concreto patrón fue de 2.5” y al sustituir el 5% y el 10% fue de 3” y 3.5”, incrementándose el asentamiento con respecto a la muestra patrón en 0.5” respectivamente para ello se tiene el siguiente gráfico:

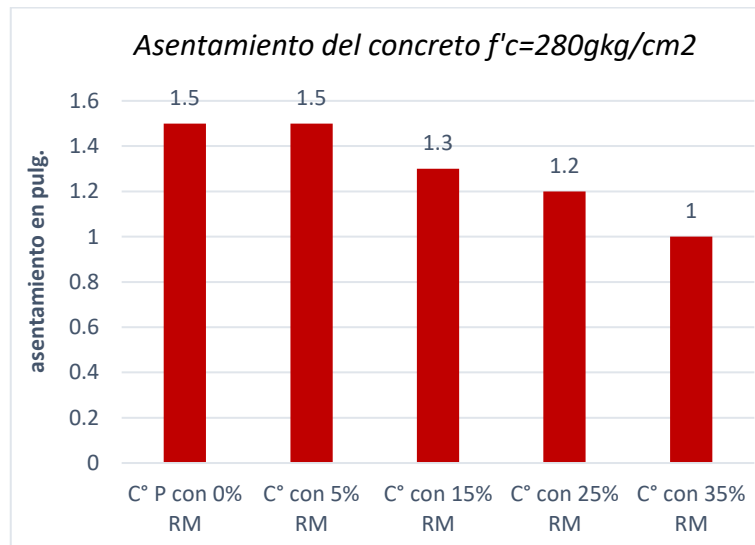
**Figura 67.** Asentamiento del concreto  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  de la muestra patrón y sustitución del 5% y 15%.



Fuente propia

Para el presente trabajo de investigación el asentamiento de la muestra patrón fue de 1.5" y al sustituir el 5, 15, 25 y 35% los asentamientos fueron de 1.5" 1.3" 1.2" y 1" respectivamente; decayendo el asentamiento respecto al concreto base en 0.2", 0.3" y 0.5", para ello se muestra el siguiente gráfico.

**Figura 68.** Asentamiento del concreto  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  de la muestra patrón para la sustitución de 5%, 15%, 25% y 35%.



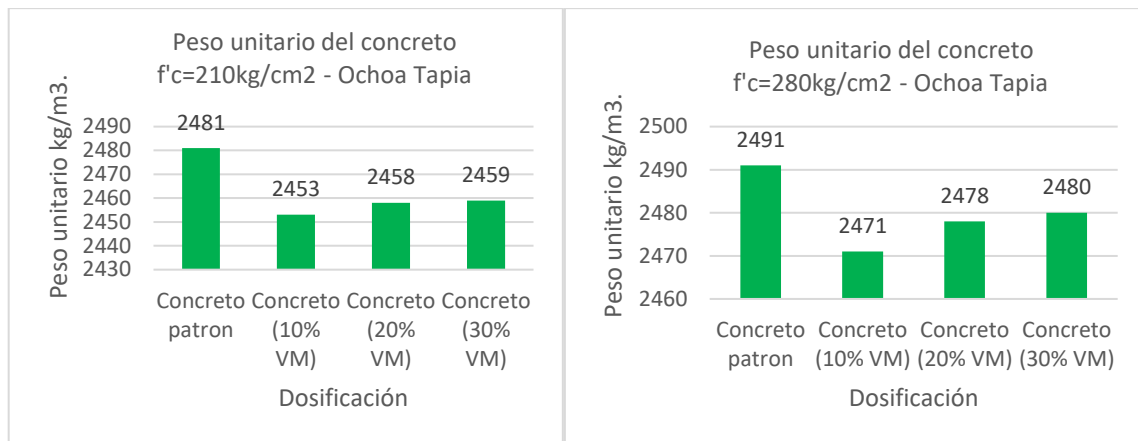
Fuente propia

Para (Guillermo, y otros, 2021) los resultados obtenidos en el asentamiento se incrementan significativamente en 0.5" por cada dosificación, dando a entender que

a medida que se sustituye el relave por el AF la consistencia de la mezcla es plástica y que es trabajable; y para este trabajo de investigación se observa que a al sustituir el RM en el AF en porcentajes de 5, 15, 25 y 35% el asentamiento disminuye en 0.2", 0.3" y 0.5" con respecto a la muestra patrón deduciéndose así que la consistencia de los concretos elaborados con ciertos porcentajes de sustitución de RM por AF es seca y que afecta a la trabajabilidad de las mismas. Los resultados alcanzados en este trabajo de investigación son completamente opuestos a la de los tesis. De los resultados obtenidos por Guillermo y Santiago en el 2021 solo las dosificaciones del 5% y 10% cumplen el asentamiento de diseño, en nuestra investigación ninguna de las dosificaciones cumple con el asentamiento de diseño, sin embargo, los asentamientos obtenidos en ambas investigaciones están dentro del mínimo exigido según la norma ACI 211.1 (tabla 4)

Del PUC: Para (Ochoa Tapia , 2018) en su tesis "Evaluación de la influencia del vidrio reciclado molido como reductor de agregado fino para el diseño de mezclas de concreto en pavimentos urbanos", el PUC patrón de  $f'c=210$  fue de 2481kg/m<sup>3</sup> y al sustituir el 10%, 20%, y el 30% de agregado fino vidrio molido reciclado fue de 2453kg/m<sup>3</sup>, 2458kg/m<sup>3</sup>, y 2459kg/m<sup>3</sup> respectivamente; y para el concreto patrón de  $f'c=280$  el PUC fue de 2491 kg/m<sup>3</sup> y al sustituir el 10%, 20%, y el 30% de agregado fino vidrio molido reciclado fue de 2471kg/m<sup>3</sup>, 2478kg/m<sup>3</sup>, y 2480kg/m<sup>3</sup>; de los datos obtenidos se aprecia que para el diseño de las dos resistencias que en el 10% de reemplazo de vidrio molido por arena el peso unitario de este concreto baja a diferencia del reemplazo del 20% y 30% que también tienen pesos unitarios bajos con respecto al concreto patrón para ello se muestra el siguiente gráfico:

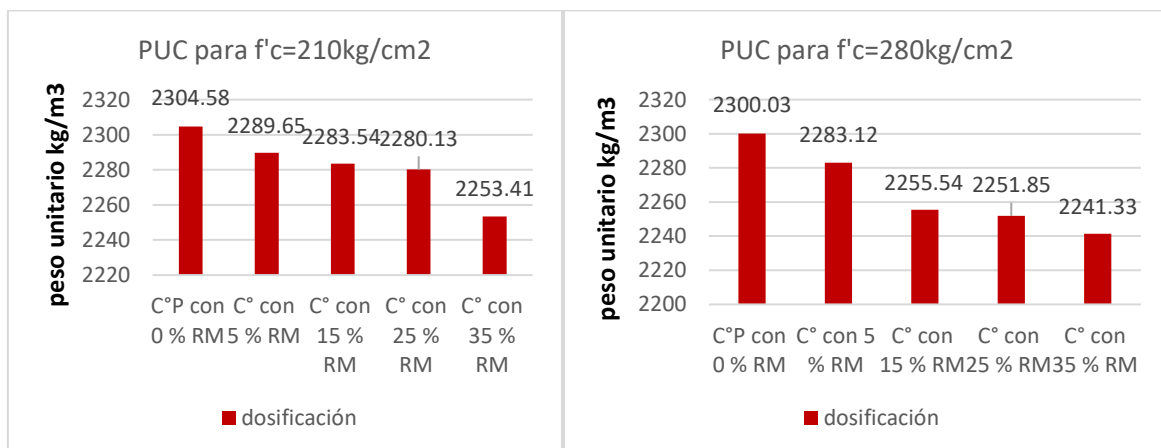
**Figura 69.** PUC para  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> de la muestra patrón y sustitución del 10%, 20%, y el 30% de vidrio molido reciclado por agregado fino



Fuente propia

En la presente investigación el PUC obtenido para la muestra patrón de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  fue de  $2304.58\text{kg/m}^3$  y al sustituir AF por RM en 5%, 15% 25% y 35%, el PUC fue de  $2289.65\text{kg/m}^3$ ,  $2283.54\text{kg/m}^3$ ,  $2280.13\text{kg/m}^3$  y  $2253.41\text{kg/m}^3$  respectivamente, como también para el concreto patrón de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  fue de  $2300.03\text{kg/m}^3$  y al sustituir AF por RM en 5%, 15% 25% y 35%, el PUC fue de  $2283.12\text{kg/m}^3$ ,  $2255.54\text{kg/m}^3$ ,  $2251.85\text{kg/m}^3$  y  $2241.33\text{kg/m}^3$  respectivamente, se puede observar para ambos diseños que el PUC desciende con respecto a la muestra patrón en las 4 proporciones planteadas como se observa en la siguiente figura.

**Figura 70.** PUC para  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=280\text{ kg/cm}^2$  de la muestra patrón y sustitución del 5%, 15%, 25% y 35% RM por AF.



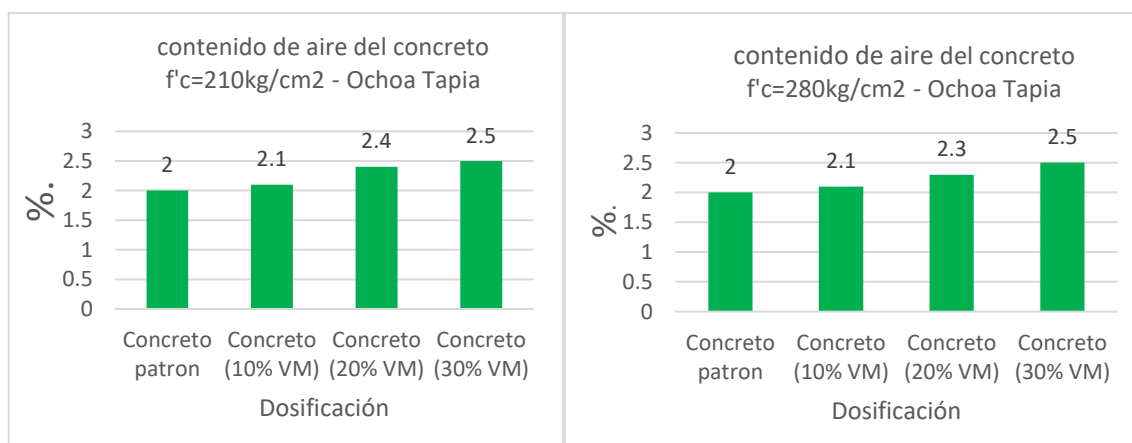
Fuente propia

Para (Ochoa Tapia , 2018) los pesos unitarios obtenidos para ambos diseños elaborados con sustitución de vidrio molido se aprecia que en los diferentes porcentajes de reemplazo el peso unitario baja en relación al concreto patrón; y

para este trabajo de investigación el PUC obtenido para ambos diseños también desciende a medida que se va incrementado la sustitución en relación al concreto patrón. Los resultados alcanzados en esta investigación son similares a la del tesista Ochoa.

Del contenido de aire: Para (Ochoa Tapia , 2018) en su tesis “Evaluación de la influencia del vidrio reciclado molido como reductor de agregado fino para el diseño de mezclas de concreto en pavimentos urbanos”, el contenido de aire para concreto base de  $f'c=210$  fue de 2% y al sustituir el 10%, 20%, y el 30% de agregado fino por vidrio molido reciclado fue de 2.1%, 2.4% y 2.5% respectivamente; y para el concreto patrón de  $f'c=280$  el contenido de aire fue de 2% y al sustituir el 10%, 20%, y el 30% de agregado fino por vidrio molido reciclado fue de 2.1%, 2.3% y 2.5% respectivamente; de los datos obtenidos se aprecia que para los dos diseños se incrementa el contenido de aire entendiéndose así que es proporcional al porcentaje de sustitución, para ello se aprecia el siguiente gráfico:

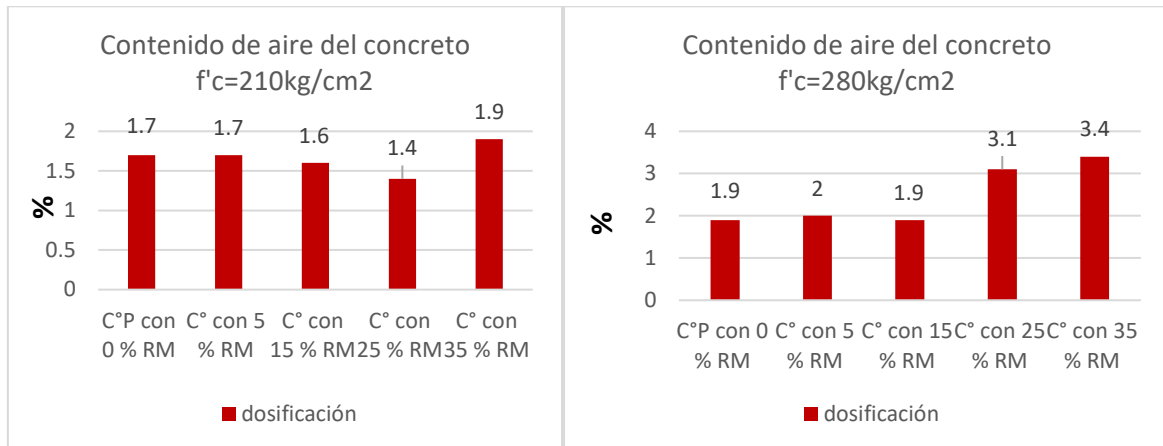
**Figura 71.** Contenido de aire para concretos de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> de la muestra patrón y sustitución del 10%, 20%, y el 30% de vidrio molido reciclado por agregado fino



Fuente propia

En este trabajo de investigación el contenido de aire obtenido para el concreto patrón de  $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup> fue de 1.7% y al sustituir RM por AF en 5%, 15% 25% y 35%, el contenido de aire fue de 1.7%, 1.6%, 1.4% y 1.9% respectivamente, como también para el concreto base de  $f'c=280$ kg/cm<sup>2</sup> fue de 1.9% y al sustituir en 5%, 15% 25% y 35%, el contenido de aire fue de 1.9%, 2%, 3.1% y 3.4% respectivamente, para ello se aprecia la siguiente figura.

**Figura 72.** Contenido de aire del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  de la muestra patrón y sustitución del 5%, 15%, 25% y 35%

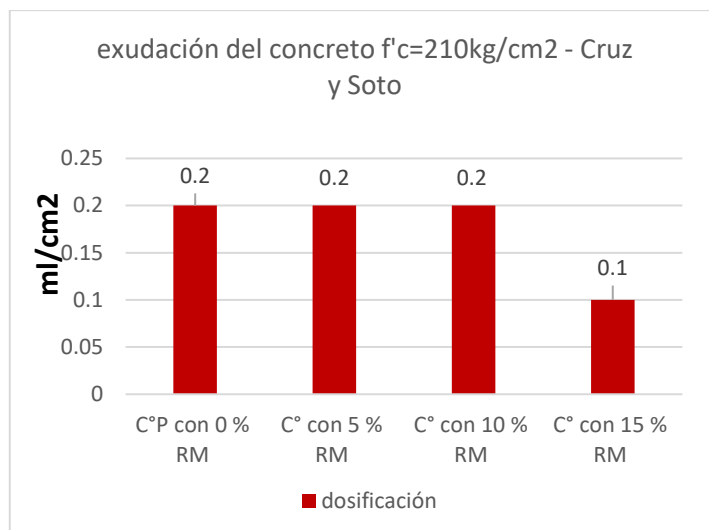


Fuente propia

Para (Ochoa Tapia , 2018) los contenidos de aire obtenidos para concretos elaborados con sustitución de vidrio molido en ambos diseños se aprecia que en las diferentes proporciones de reemplazo el contenido de aire se incrementa en relación al muestra patrón; y en la presente investigación el contenido de aire alcanzado en para los dos diseños se incrementa al sustituir el 35% en relación a la muestra patrón. Los resultados alcanzados para esta investigación son similares a la del tesista Ochoa.

De la exudación del concreto: para Cruz y Supo (2021) en su tesis “Adición del relave minero para mejorar las propiedades del concreto  $f'c=210$ ,  $f'c=175$  para edificaciones en la Rinconada –Puno – 2021” la exudación del concreto patrón fue de  $0.2 \text{ ml/cm}^2$  y para los concretos elaborados con el 5, 10 y 15% de remplazo de relave minero por agregado fino fue de  $0.2 \text{ ml/cm}^2$ ,  $0.2 \text{ ml/cm}^2$  y  $0.1 \text{ ml/cm}^2$  cómo se puede ver en la siguiente figura.

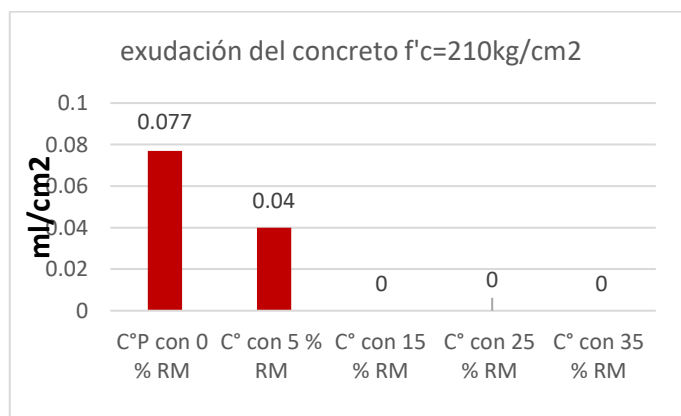
**Figura 73.** exudación para  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  del concreto patrón y sustitución del 5%, 10%, y 15% de relave minero por agregado fino



Fuente propia

En este trabajo de investigación la exudación obtenida para el concreto patrón fue de 0.077ml/cm<sup>2</sup> y al sustituir el RM por AF en 5%, 15%, 25% y 35%, la exudación fue de 0.040ml/cm<sup>2</sup>, 0.000ml/cm<sup>2</sup>, 0.000ml/cm<sup>2</sup> y 0.000ml/cm<sup>2</sup> respectivamente, tal y como observa en la siguiente figura.

**Figura 74.** exudación para  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> del concreto patrón y sustitución del 5%, 15%, 25% y 35%.



Fuente propia

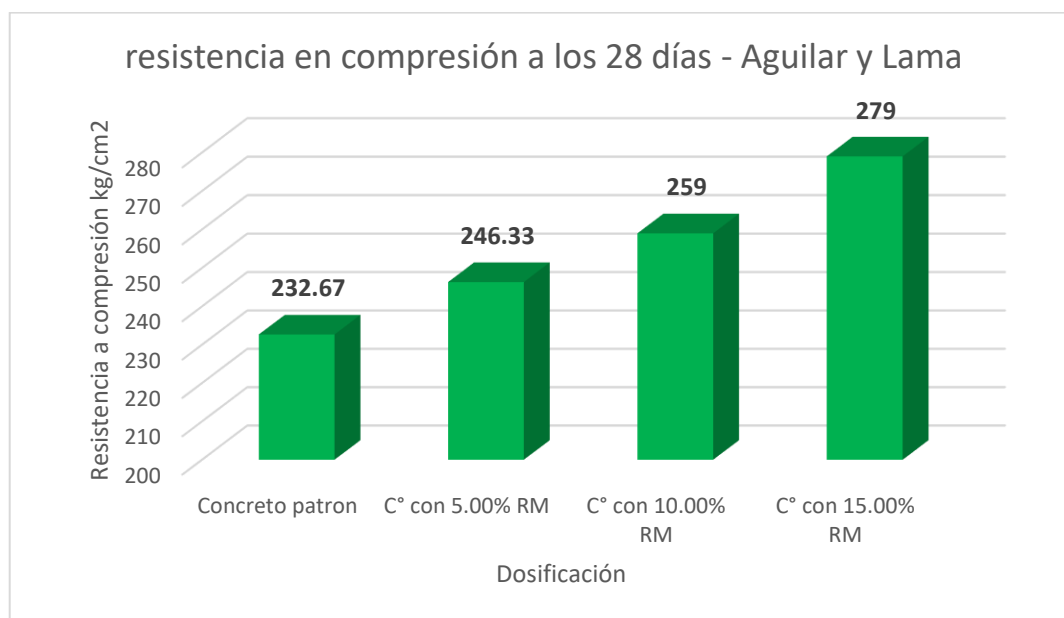
Para Cruz y Supo (2021) la exudación con las dosificaciones planteadas no varía significativamente en relación al concreto patrón, y en este trabajo de investigación con las sustituciones planteadas no varían significativamente respecto al concreto patrón. Los resultados alcanzados en esta investigación son similares a la de los tesis Cruz y Supo.

**OE N°2:** determinar las características mecánicas de los concretos con la sustitución del agregado fino por el relave minero producto de la explotación minera, del C.P. La Rinconada, Puno, 2022.

### Resistencia en compresión a los 28 días.

Para (Aguilar, y otros, 2020) en su tesis "Influencia de sustitución del agregado fino por relave, Mina Santa Luisa, sobre la resistencia a compresión del concreto -2020" la resistencia a compresión para  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> alcanzado a los 28 días para el concreto patrón y concretos elaborados con sustitución de agregado fino por relave minero en 5%, 10% y 15% fueron los siguientes; el concreto patrón alcanzo una resistencia de 232.67kg/cm<sup>2</sup> y para y concretos elaborados con sustitución RM por AF fueron 246.33 kg/cm<sup>2</sup>, 259.00 kg/cm<sup>2</sup> y 279.00 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Alcanzando la mayor resistencia a los 28 días de edad el concreto con 15% de sustitución; superando al concreto patrón en un 22.07% siendo esta la dosificación más óptima debido a que los resultados son ascendentes tal y como se puede ver en la figura:

**Figura 75.** Resistencia en compresión para  $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup> del concreto patrón y sustitución del 5%, 10% y 15%.



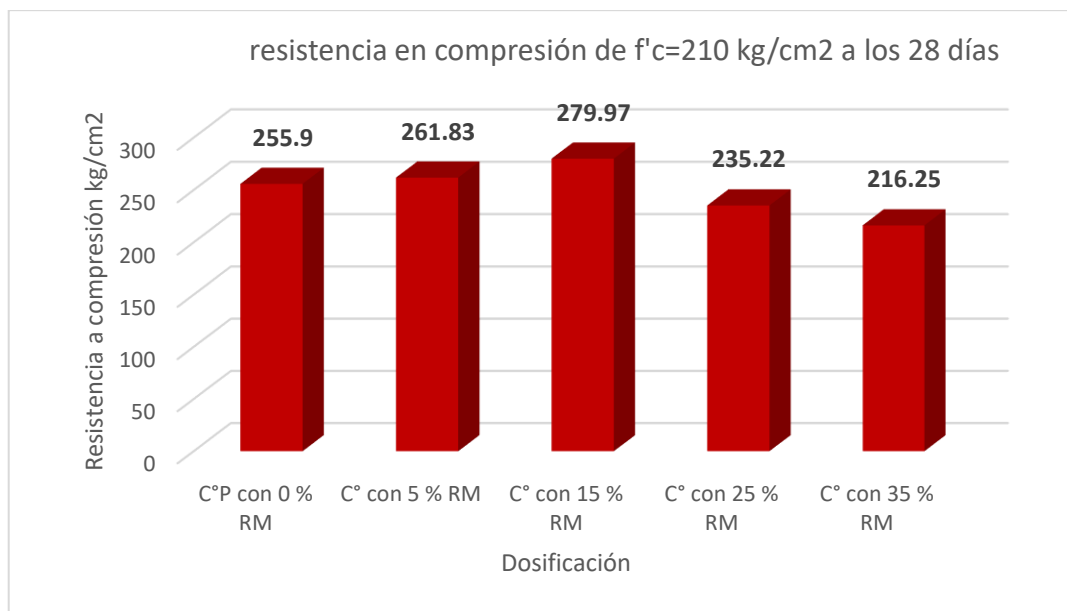
Fuente propia

En este trabajo de investigación las resistencias obtenidas a compresión para el concreto patrón fue de 255.9kg/cm<sup>2</sup> y al sustituir el AF por RM en dosificaciones



de 5%, 15%, 25% y 35% se alcanzaron resistencias en compresión de 261.83kg/cm<sup>2</sup>, 279.97kg/cm<sup>2</sup>, 235.22kg/cm<sup>2</sup> y 216.25kg/cm<sup>2</sup>, se puede observar que la resistencia incrementa para las dos primeras sustituciones en 2.83% y 11.46%, y para las dosificaciones de 25% y 35% las resistencias disminuyen en 9.85% y 18.88% todo esto en relación al concreto patrón. Se alcanza una mejor resistencia en compresión con el 15% de sustitución siendo esta la dosificación más óptima, para ello se muestra la siguiente figura:

**Figura 76.** Resistencia en compresión para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  de la muestra patrón y sustitución del 5%, 15%, 25% y 35% de RM por AF



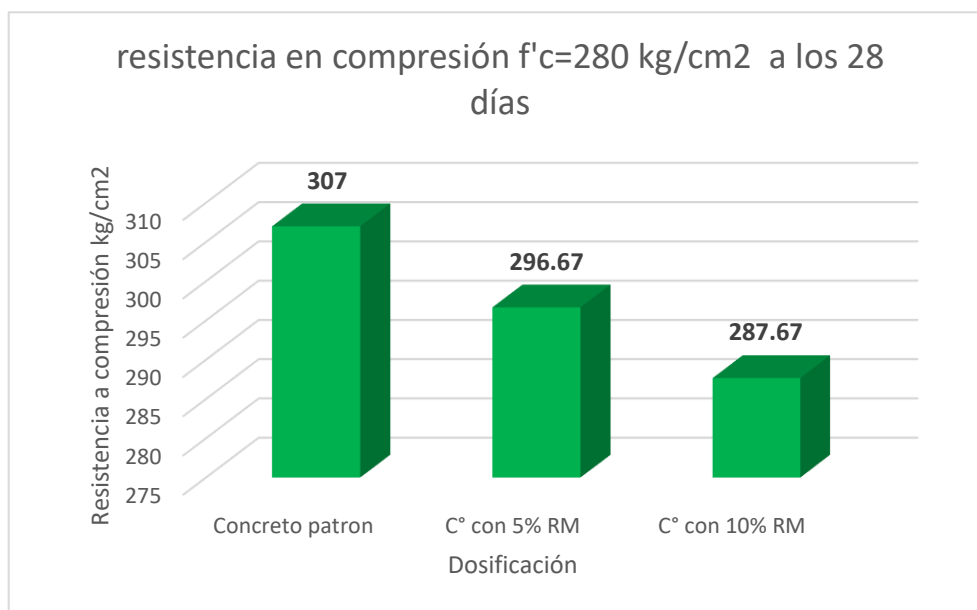
*Fuente propia*

Para (Aguilar, y otros, 2020) al sustituir el 15% de relave minero por AF se obtuvo una mejor resistencia respecto al concreto patrón superando este resultado en un 22.07% y al sustituir el relave minero por AF en 5 y 10% las resistencias también fueron mayores en relación al concreto patrón; y en este trabajo de investigación al sustituir el relave minero en el agregado fino en 5 y 15% se lograron alcanzar mayores resistencias en relación al concreto patrón, obteniendo así que la dosificación óptima es de un 15% con un  $f'c=279.97\text{kg/cm}^2$  aventajando a la muestra patrón en un 11.46% y al sustituir 25 y 35% las resistencias obtenidas disminuyeron en hasta un 18.88%; los resultados obtenidos en este trabajo de investigación son similares a las de los tesis. Las resistencias en compresión obtenidas por Aguilar y Lama en 2020 cumplen con la norma y superan la

resistencia de diseño, en nuestra investigación todas las dosificaciones propuestas cumplen con la norma y también superan la resistencia de diseño existiendo similitud en ambas investigaciones.

Para (Guillermo, y otros, 2021) en su tesis “Influencia de sustitución del agregado fino por relave mina Contonga sobre las propiedades físico mecánicas de un concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ – 2021”, la resistencia a compresión alcanzada para el concreto patrón y concretos elaborados con sustitución de AF por RM en 5% y 10% fueron los siguientes; para la muestra patrón alcanzo una resistencia de 307.00  $\text{kg/cm}^2$  y los concretos elaborados con sustitución obtuvieron 296.67  $\text{kg/cm}^2$ , y 287.67  $\text{kg/cm}^2$  respectivamente. Obteniendo mayor resistencia el concreto patrón, mientras que la resistencia de los concretos elaborados con sustitución de 5 y 10% disminuyen en un 3.69% y 6.9%; sin embargo, todos los especímenes ensayados superan la resistencia de diseño requerida ( $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ), demostrando así que es factible utilizar el relave minero hasta en un 10% como sustituto del AF, esto se observa en la figura:

**Figura 77.** Resistencia en compresión para  $f'c=280\text{ kg/cm}^2$  de la muestra patrón y sustitución del 5% y 10%.

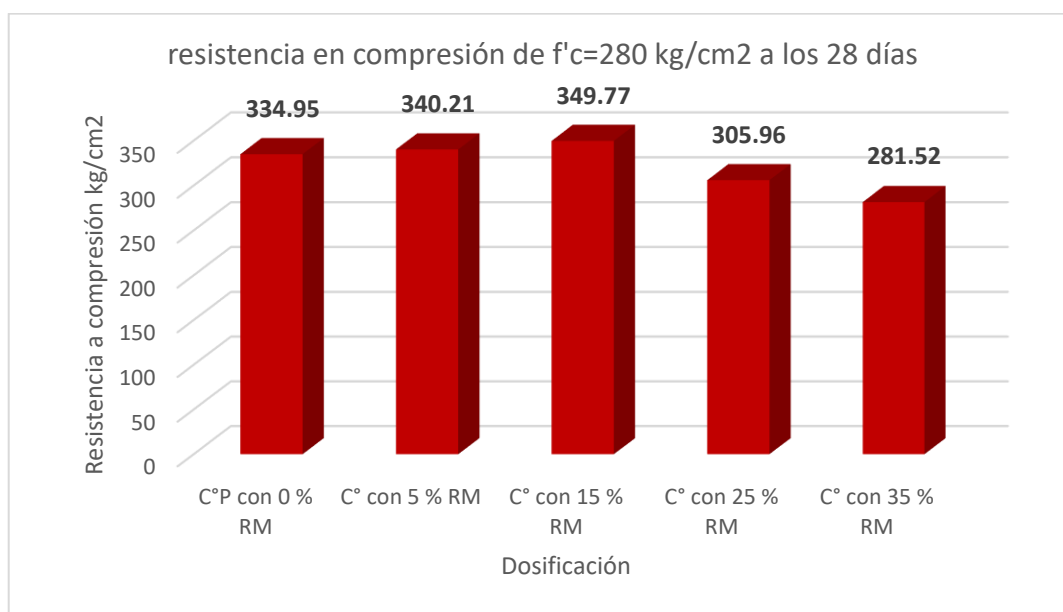


*Fuente propia*

En este trabajo de investigación la resistencia obtenida del concreto patrón fue de 334.95 $\text{kg/cm}^2$  y al sustituir el RM por AF en dosificaciones de 5%, 15%, 25% y 35% se obtuvieron las resistencias en compresión de 340.21 $\text{kg/cm}^2$ , 349.77 $\text{kg/cm}^2$ , 305.96 $\text{kg/cm}^2$  y 281.52 $\text{kg/cm}^2$ , se puede observar que la

resistencia incrementa para las dos primeras sustituciones en 1.88% y 5.29% en relación al concreto patrón, al reemplazar el 25% y 35% las resistencias disminuyen en 10.35% y 19.08% respecto a la muestra patrón. Se alcanza una mejor resistencia en compresión con el 15% de sustitución siendo esta la dosificación más óptima como podemos ver en el siguiente gráfico:

**Figura 78.** Resistencia en compresión de concreto  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>



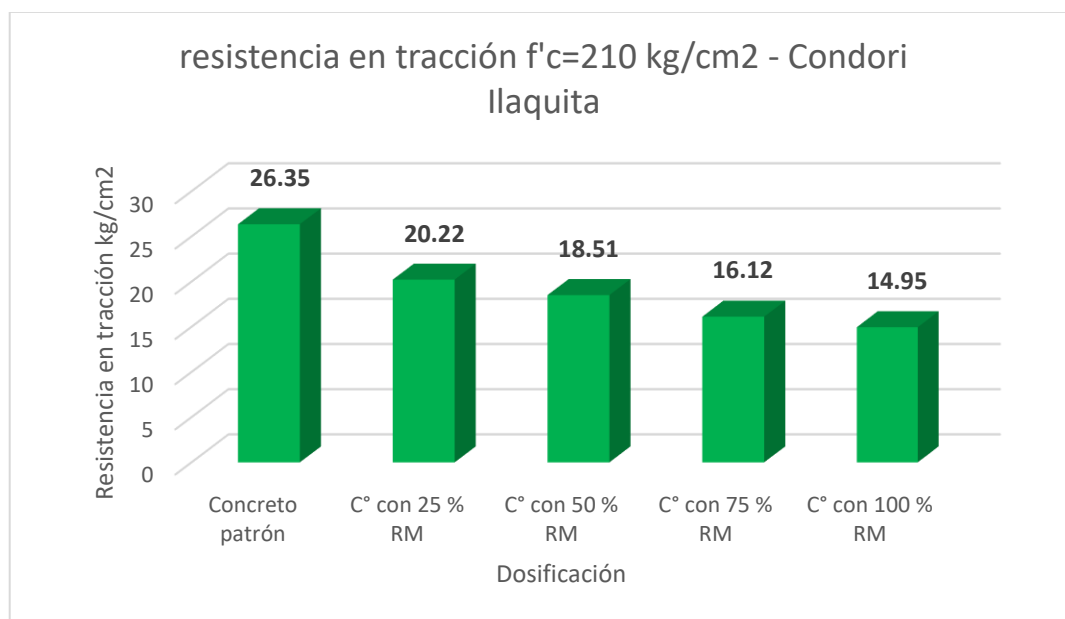
*Fuente propia*

Para (Guillermo, y otros, 2021) al sustituir el 5 y 10% de relave mineral por AF las resistencias obtenidas respecto al concreto patrón disminuyen en un 3.69% y 6.9% sin embargo, las resistencias obtenidas son superiores a la del diseño requerida ( $f'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>); y este trabajo de investigación al sustituir el relave mineral en el agregado fino en 5 y 15% se alcanzaron mayores resultados en relación a la muestra patrón obteniendo así que la dosificación óptima es de un 15% con un  $f'c=349.77$ kg/cm<sup>2</sup> superando a la muestra patrón en un 5.29% y al sustituir 25 y 35% las resistencias obtenidas disminuyeron en hasta un 19.08%; los valores obtenidos en este trabajo investigación son opuestos a las de los tesis. Las resistencias en compresión obtenidas por Guillermo y Santiago en 2021 cumplen con la norma y superan la resistencia de diseño requerida, en nuestra investigación todas las dosificaciones propuestas cumplen con la norma y también superan la resistencia de diseño requerida.

### Resistencia en tracción a los 28 días.

para (Condori Ilaquita, 2018) en su tesis “evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto con el uso de material de desechos de procesos mineros, procedentes de la mina la rinconada en reemplazo del agregado fino”, la resistencia en tracción obtenida para el concreto patrón y concretos elaborados con sustitución de AF por RM en 25%, 50%, 75%, y 100% fueron los siguientes; para la muestra patrón se obtuvo una resistencia de 26.35 kg/cm<sup>2</sup> y para y concretos elaborados con sustitución de agregado fino por relave fueron 20.22kg/cm<sup>2</sup>, 18.51kg/cm<sup>2</sup>, 16.12kg/cm<sup>2</sup>, y 14.95 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Obteniendo la mejor resistencia el concreto patrón, mientras que la resistencia de los concretos con sustitución de 25%, 50%, 75%, y 100% disminuyen en un 6.13kg/cm<sup>2</sup>, 7.84kg/cm<sup>2</sup>, 10.23kg/cm<sup>2</sup>, y 11.40kg/cm<sup>2</sup> como se ve en la figura.

**Figura 79.** Resistencia en tracción de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> de la muestra patrón y sustitución del 25%, 50%, 75% y 100% de relave minero por agregado fino

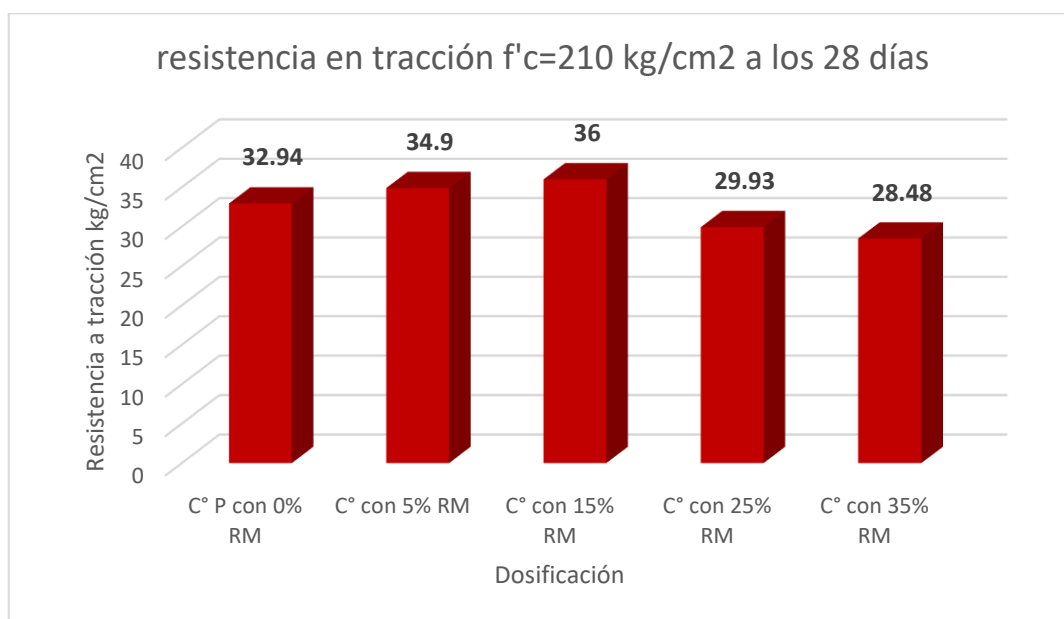


*Fuente propia*

En la presente investigación la resistencia en tracción obtenida del concreto patrón fue de 32.94kg/cm<sup>2</sup> y al sustituir RM por AF en dosificaciones de 5%, 15%, 25% y 35% se obtuvieron las siguientes resistencias 34.90kg/cm<sup>2</sup>, 36.00kg/cm<sup>2</sup>, 29.93kg/cm<sup>2</sup> y 28.48kg/cm<sup>2</sup>, se puede observar que la resistencia incrementa para las dos primeras sustituciones en 1.96 kg/cm<sup>2</sup> y 3.06kg/cm<sup>2</sup>, y para las

dosificaciones de 25% y 35% las resistencias disminuyen en 3.01kg/cm<sup>2</sup> y 4.46kg/cm<sup>2</sup> todo esto con respecto a la muestra patrón. Los valores obtenidos para el concreto patrón y las sustituciones planteadas cumplen con la resistencia según la norma ASTM C496. La dosificación más óptima se alcanza con el 15% de sustitución.

**Figura 80.** Resistencia en tracción de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.



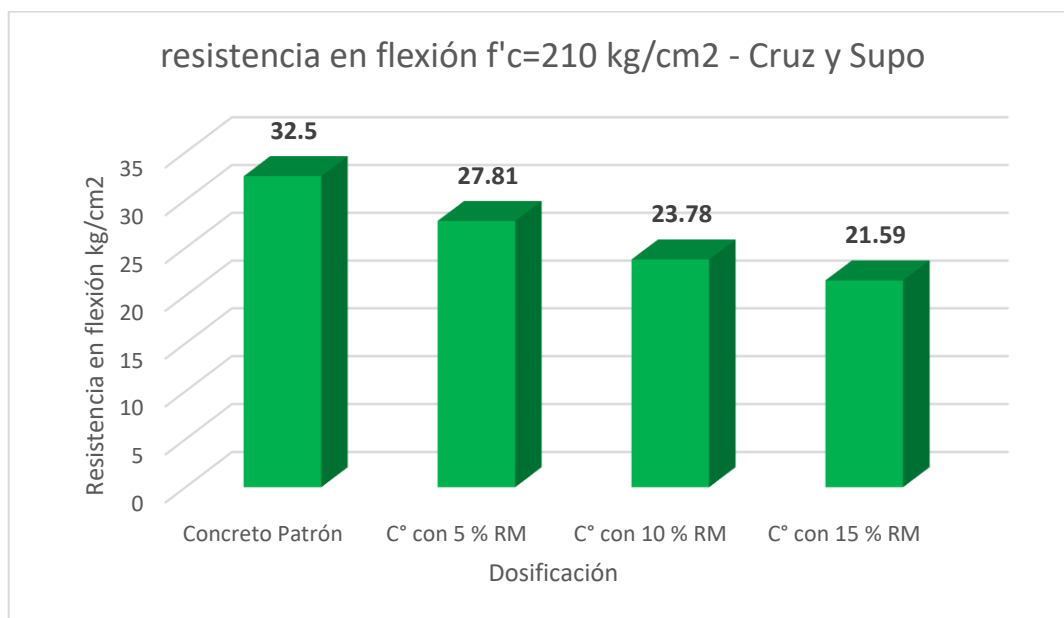
*Fuente propia*

Para (Condori Ilaquita, 2018) al sustituir el 25%, 50%, 75%, y 100% de relave minero por AF las resistencia en tracción alcanzadas en relación al concreto patrón disminuyen en 6.13kg/cm<sup>2</sup>, 7.84kg/cm<sup>2</sup>, 10.23kg/cm<sup>2</sup>, y 11.40kg/cm<sup>2</sup> respectivamente entendiéndose así que la resistencia en tracción disminuye a partir del 25%; y en la presente investigación al sustituir el relave minero en el agregado fino en 5 y 15% se alcanzaron las resistencias más altas deduciéndose así que la dosificación óptima es de un 15% con un  $f'c=36.00$ kg/cm<sup>2</sup> superando a la muestra patrón en 3.06kg/cm<sup>2</sup> y al sustituir 25 y 35% las resistencias obtenidas disminuyeron en hasta 4.46kg/cm<sup>2</sup>; los resultados de investigación son similares al del tesista. Las resistencias en tracción obtenidas por Condori Ilaquita en 2018 son desfavorables a partir del 25% y no cumplen con la norma, en nuestra investigación todas las dosificaciones propuestas cumplen con la norma ASTM C496.

### **Resistencia en Flexión a los 28 días.**

Para (Cruz Cutipa, y otros, 2021) en su tesis “Adición del relave minero para mejorar las propiedades del concreto  $f'c=210$ ,  $f'c=175$  para edificaciones en la Rinconada – Puno – 2021”, la resistencia en flexión alcanzada del concreto patrón y concretos elaborados con adición de AF por RM en 5%, 10%, y 15% fueron los siguientes; para el concreto patrón 32.5kg/cm<sup>2</sup> y para y concretos elaborados con sustitución de AF por RM fueron 27.81kg/cm<sup>2</sup>, 23.78kg/cm<sup>2</sup> y 21.59kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Teniendo una mejor resistencia el concreto patrón, mientras que la resistencia de los concretos elaborados con sustitución de 5%, 10% y 15%, disminuyen en un 4.69kg/cm<sup>2</sup>, 8.72kg/cm<sup>2</sup> y 10.91kg/cm<sup>2</sup> como se puede ver en el gráfico:

**Figura 81.** Resistencia en flexión para concretos de 210Kg/Cm<sup>2</sup>, con adición de relave minero al 5%, 10% y 15%

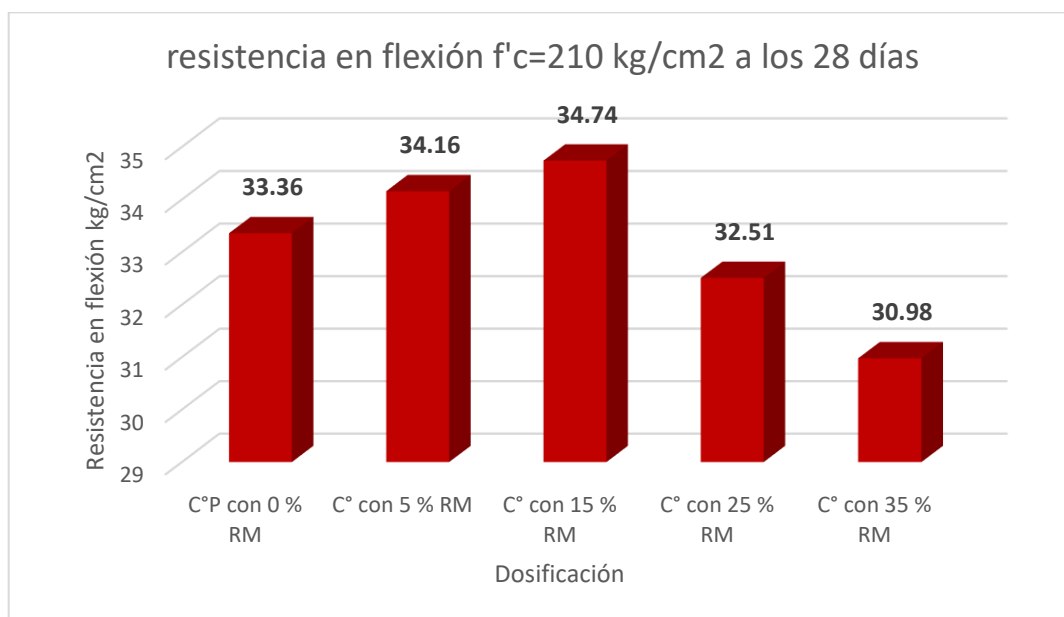


*Fuente propia*

En la presente investigación en la resistencia en flexión obtenida del concreto patrón fue de 33.36kg/cm<sup>2</sup> y al sustituir el agregado fino por relave minero en dosificaciones de 5%, 15%, 25% y 35% se obtuvieron las resistencias en compresión de 34.16kg/cm<sup>2</sup>, 34.74kg/cm<sup>2</sup>, 32.51kg/cm<sup>2</sup> y 30.98kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, se puede observar que la resistencia incrementa para las dos primeras sustituciones en 0.81kg/cm<sup>2</sup> y 1.37kg/cm<sup>2</sup>, y para las dosificaciones de 25% y 35% las resistencias disminuyen en 0.85kg/cm<sup>2</sup> y 2.37kg/cm<sup>2</sup> respecto a la muestra patrón. Los valores obtenidos para el concreto patrón y las sustituciones planteadas cumplen con la resistencia según la norma ASTM C496. Se logra una

mejor resistencia en flexión con el 15% de sustitución siendo esta la dosificación más óptima como se puede ver en la figura:

**Figura 82.** Resistencia a la flexión para  $f'c=210\text{kg/cm}^2$



*Fuente propia*

Para (Cruz Cutipa, y otros, 2021) al adicionar el 5%, 10%, y 15% de relave minero por AF las resistencia en flexión obtenidas respecto al concreto patrón disminuyen en  $4.69\text{kg/cm}^2$ ,  $8.72\text{kg/cm}^2$  y  $10.91\text{kg/cm}^2$  respectivamente; y en la presente investigación al sustituir el relave minero en el agregado fino en 5 y 15% se lograron mayores resultados en relación a la muestra patrón obteniendo así que la dosificación óptima es de un 15% con un  $f'c=34.76\text{kg/cm}^2$  superando a la muestra patrón en  $1.37\text{kg/cm}^2$  y al sustituir 25 y 35% las resistencias obtenidas disminuyeron en hasta  $2.37\text{kg/cm}^2$ ; los resultados de esta investigación son completamente opuestos a la de los tesis. Las resistencias en flexión obtenidas por Cruz y Supo en 2021 cumplen con la norma, en nuestra investigación todas las dosificaciones propuestas cumplen con la norma ASTM C78.

## VI. CONCLUSIONES

### A. De las propiedades físicas tenemos:

#### Consistencia:

- ✓ Respecto al ensayo de consistencia del concreto para un  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  se tiene por resultado que el asentamiento obtenido para el concreto patrón fue de 5.08cm y al sustituir el AF por RM en 5%, 15% 25% y 35%, el asentamiento fue de 5.08cm, 3.81cm, 3.30cm y 2.54cm respectivamente, los valores obtenidos para las mezclas de concreto nos indican que la consistencia es seca, podemos concluir que a mayor porcentaje de sustitución de AF por RM el asentamiento disminuye en hasta 2.54 cm a partir del 15% de sustitución.
- ✓ Respecto al ensayo de consistencia del concreto para  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  se tiene por resultado que el asentamiento del concreto patrón fue de 3.81cm y al sustituir el AF por RM en 5%, 15% 25% y 35%, el asentamiento fue de 3.81cm, 3.30cm, 3.048cm y 2.54cm respectivamente, los valores obtenidos para las mezclas de concreto nos indican que la consistencia es seca, podemos deducir que a mayor porcentaje de sustitución de AF por RM el asentamiento disminuye en hasta 1.27cm a partir del 15% de sustitución.

En ambas resistencias se cumplen con los asentamientos mínimos exigidos según el Comité ACI 211.1(tabla 4), concluyendo que a medida que se incrementa el % de dosificación, el asentamiento disminuye y por ende se tiene una menor trabajabilidad.

#### Peso unitario:

- ✓ En cuanto al PUC y rendimiento para un  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  de este, el concreto patrón resulto con 2304.58 kg/m<sup>3</sup> y al sustituir el relave minero en el agregado fino en 5%, 15%, 25% y 35%, el resultado fue 2289.65kg/m<sup>3</sup>, 2283.54 kg/m<sup>3</sup>, 2280.13kg/m<sup>3</sup>, y 2253.41kg/m<sup>3</sup> respectivamente, obteniéndose como rendimiento del concreto patrón 0.0069m<sup>3</sup>, y como rendimiento del concreto para las demás dosificaciones se tiene 0.0069m<sup>3</sup>, 0.0069m<sup>3</sup>, 0.0069m<sup>3</sup>, y 0.0069m<sup>3</sup> respectivamente.



- ✓ también tenemos el PUC y rendimiento para un  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  de este, la muestra patrón resulto con  $2300.03\text{kg/m}^3$  y al sustituir el RM en el AF en 5%, 15%, 25% y 35%, el resultado fue  $2283.12\text{kg/m}^3$ ,  $2255.54\text{kg/m}^3$ ,  $2251.85\text{ kg/m}^3$ , y  $2241.33\text{kg/m}^3$  respectivamente, obteniéndose como rendimiento del concreto patrón  $0.0068\text{m}^3$ , y como rendimiento del concreto para las demás dosificaciones se tiene  $0.0068\text{m}^3$ ,  $0.0069\text{m}^3$ ,  $0.0069\text{m}^3$ , y  $0.0070\text{m}^3$  respectivamente.

por lo que se concluye que para ambas resistencias se obtuvo un rendimiento relativo de 1.0 en todas las dosificaciones propuestas cumpliendo así con el rendimiento de acuerdo al diseño, también se puede ver que la sustitución del RM en el AF disminuye levemente la densidad de la mezcla.

#### **Contenido de aire:**

- ✓ los resultados del contenido de aire del concreto para un  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , para el concreto patrón se tiene un contenido de aire de 1.7% y al sustituir el RM en el AF en 5%, 15%, 25% y 35%, el resultado fue 1.7%, 1.6%, 1.4%, 1.9% respectivamente. Se concluye que los valores obtenidos cumplen con el diseño según el ACI.211.
- ✓ para el concreto con un  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , se tiene un contenido de aire de 1.9% para el concreto patrón y al sustituir el RM en el AF en 5%, 15%, 25% y 35%, el resultado fue 2.0%, 1.9%, 3.1%, 3.4% respectivamente. Se concluye que los valores obtenidos cumplen con el diseño según el ACI.211.

#### **Exudación:**

- ✓ Para el concreto con un  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , se tiene para el concreto patrón una exudación de  $0.077\text{ ml/cm}^2$  y para la sustitución de 5% se tiene una exudación de  $0.040\text{ ml/cm}^2$ , y para las dosificaciones de 15%, 25% y 35% no presenta exudación, se concluye que la exudación del concreto es mínima para el concreto patrón y la sustitución del 5%.
- ✓ Para el concreto con un  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , se tiene para el concreto patrón una exudación de  $0.065\text{ ml/cm}^2$  y para la sustitución de 5% se

tiene una exudación de 0.037 ml/cm<sup>2</sup>, y para las dosificaciones de 15%, 25% y 35% no presenta exudación, se concluye que la exudación del concreto es mínima para el concreto patrón y la sustitución del 5%.

### **Segregación:**

En la presente investigación el concreto patrón y los concretos elaborados con 5%, 15%, 25% y 35% de sustitución de relave minero por agregado fino no presentan segregación para ambas resistencias de diseño.

## **B. De las propiedades mecánicas del concreto se tiene:**

### **Resistencia en compresión:**

- ✓ Para concretos con  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  se tiene la resistencia del concreto patrón ( $255.9\text{kg/cm}^2$ ) y al sustituir el RM en el AF en diferentes porcentajes se tiene; 5%( $261.83\text{kg/cm}^2$ ), 15%( $279.97\text{kg/cm}^2$ ), 25% ( $235.22\text{kg/cm}^2$ ) y 35%( $216.25\text{kg/cm}^2$ ) respectivamente; la sustitución en 5 y 15% incrementan su resistencia en 2.83% ( $5.93\text{kg/cm}^2$ ), 11.46% ( $24.07\text{kg/cm}^2$ ), y disminuyen la resistencia a partir del 25% de sustitución de RM por AF en 9.85% ( $20.68\text{kg/cm}^2$ ) y 18.88% ( $39.65\text{kg/cm}^2$ ) respectivamente.
- ✓ Para concretos con  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  se tiene la resistencia del concreto patrón ( $334.95\text{kg/cm}^2$ ) y al sustituir el RM en el AF en diferentes porcentajes se tiene; 5%( $340.21\text{kg/cm}^2$ ), 15%( $349.77\text{kg/cm}^2$ ), 25%( $305.96\text{kg/cm}^2$ ) y 35%( $281.52\text{kg/cm}^2$ ) respectivamente; la sustitución en 5 y 15% incrementan su resistencia en 1.88% ( $5.26\text{kg/cm}^2$ ), 5.29% ( $14.83\text{kg/cm}^2$ ), y disminuyen la resistencia a partir del 25% de sustitución de RM por AF en 10.35% ( $28.98\text{kg/cm}^2$ ) y 19.08% ( $53.42\text{kg/cm}^2$ ) respectivamente.

se concluye que la sustitución de RM por el AF influye de manera positiva en la resistencia en compresión para ambos diseños de concreto teniendo así la dosificación óptima que es de 15%, y que la resistencia decayó a partir el 25% de sustitución en ambas resistencias, sin embargo, las resistencias obtenidas para las diferentes dosificaciones superan la resistencia de diseño

requerida de 210 y 280kg/cm<sup>2</sup>, por lo tanto es factible elaborar concretos con sustitución del 35% relave minero por agregado fino.

#### **Resistencia en tracción:**

- ✓ En cuanto a los resultados de resistencia en tracción con  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  tenemos para el concreto patrón (32.94kg/cm<sup>2</sup>) y al sustituir el RM en el AF en diferentes porcentajes se tiene; 5%(34.90kg/cm<sup>2</sup>), 15%(36.00kg/cm<sup>2</sup>), 25% (29.93kg/cm<sup>2</sup>) y 35%(28.48kg/cm<sup>2</sup>) respectivamente; la sustitución en 5 y 15% incrementan su resistencia en 1.96kg/cm<sup>2</sup> y 3.06kg/cm<sup>2</sup>, y disminuyen la resistencia en 25% y 35% de sustitución en 3.01kg/cm<sup>2</sup> y 4.46kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.
- ✓ Los resultados obtenidos para la resistencia a tracción de concretos con un  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  se tiene: para el concreto patrón (44.19kg/cm<sup>2</sup>) y al sustituir el RM en el AF en diferentes porcentajes se tiene; 5%(46.99kg/cm<sup>2</sup>), 15%(50.88kg/cm<sup>2</sup>), 25%(43.42kg/cm<sup>2</sup>) y 35%(41.46kg/cm<sup>2</sup>) respectivamente; la sustitución en 5 y 15% incrementan su resistencia en 2.8kg/cm<sup>2</sup> y 6.70kg/cm<sup>2</sup>, y disminuyen la resistencia en 25% y 35% de sustitución 0.47kg/cm<sup>2</sup> y 2.72kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

Por lo tanto, se concluye que la sustitución del relave minero por agregado fino influye de manera positiva en la resistencia en tracción para ambos diseños teniendo así la dosificación optima que es de 15%, y que la resistencia decayó a partir el 25% de sustitución en ambas resistencias.

#### **Resistencia en Flexión:**

- ✓ Los resultados de resistencia en flexión de las vigas de concreto con  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  tenemos para el concreto patrón (33.36kg/cm<sup>2</sup>) y al sustituir el RM en el AF en diferentes porcentajes se tiene; 5%(34.16kg/cm<sup>2</sup>), 15%(34.73kg/cm<sup>2</sup>), 25%(32.51kg/cm<sup>2</sup>) y 35%(30.98kg/cm<sup>2</sup>) respectivamente; la sustitución en 5 y 15% incrementan su resistencia en 0.81kg/cm<sup>2</sup> y 1.37kg/cm<sup>2</sup>, y

disminuyen la resistencia en 25% y 35% de sustitución en 0.85kg/cm<sup>2</sup> y 2.37kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

- ✓ Los resultados obtenidos para la resistencia a flexión de las vigas de concreto con un  $f'_c=280\text{kg/cm}^2$  se tiene: para el concreto patrón (36.10kg/cm<sup>2</sup>) y al sustituir el RM en el AF en diferentes porcentajes se tiene; 5% (36.36 kg/cm<sup>2</sup>), 15% (37.47 kg/cm<sup>2</sup>), 25% (30.67kg/cm<sup>2</sup>) y 35%(26.54kg/cm<sup>2</sup>) respectivamente; la sustitución en 5 y 15% incrementan su resistencia en 0.26kg/cm<sup>2</sup> y 1.37kg/cm<sup>2</sup>, y disminuyen la resistencia en 25% y 35% de sustitución en 5.42kg/cm<sup>2</sup> y 9.56kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

se concluye que la sustitución de RM por el AF influye de manera positiva en la resistencia en flexión para ambos diseños de concreto teniendo así la dosificación optima que es de 15%, incrementando su resistencia directamente y decayendo la resistencia a partir el 25% de sustitución en ambas resistencias.

### **C. De la influencia de la dosificación de la fibra en las propiedades del concreto se tiene:**

- ✓ Respecto a las propiedades físicas del concreto para ambas resistencias de diseño se concluye que la sustitución del relave minero por agregado fino influye de manera negativa en el asentamiento afectando ligeramente a la trabajabilidad de las mezclas de concreto elaborados con sustitución de relave minero por agregado fino.
- ✓ Respecto a las propiedades mecánicas del concreto para ambas resistencias de diseño  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  y  $f'_c=280\text{kg/cm}^2$ , se concluye que la sustitución del relave minero en el agregado fino en diferentes porcentajes influye de manera positiva en el concreto, obteniéndose la mejor resistencia en compresión para la primera resistencia de diseño en la dosificación de 15% igual a 279.97kg/cm<sup>2</sup>, también se obtiene la mejor resistencia en compresión para la segunda resistencia de diseño en la dosificación de 15% igual a 349.77kg/cm<sup>2</sup>, mejorando en un 11.46% y 5.29% respectivamente. En cuanto a la

resistencia en tracción los mejores comportamientos también se dan en las dosificaciones de 15%. En referencia a la resistencia en flexión los mejores comportamientos también se dan en las dosificaciones de 15%.

## VII. RECOMENDACIONES

- ✓ Los futuros tesisistas deberán caracterizar químicamente el material o insumo que interviene en la elaboración del hormigón, ya que los materiales tienen composiciones diferentes según el lugar de extracción.
- ✓ Se recomienda secar el relave minero a una temperatura constante ya sea en horno o estufa antes de remplazarlo por agregado fino, esto para reducir el PH del relave minero y los componentes químicos que contienen como ejemplo el arsénico.
- ✓ Se recomienda utilizar el concreto elaborado con relave minero sustituyendo en 15% al agregado fino ya que esta es la dosificación más óptima para zapatas, columnas, losas, pisos de almacenes, en zonas donde se emplee cargas en resistencia a compresión y flexión esto para incrementar la resistencia en compresión y flexión del concreto.
- ✓ Se recomienda utilizar el concreto elaborado con relave minero sustituyendo al agregado fino en hasta un 35% ya que las resistencias obtenidas a compresión fueron favorables, como también en los costos ya que el análisis de costos unitarios nos indica que se puede ahorrar S/ 7.51 por m<sup>3</sup> para diseños  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y para el diseño  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  se ahorra S/ 8.71 por m<sup>3</sup> (ver anexo 9).
- ✓ Se recomienda seguir los estudios de la sustitución de RM por AF con dosificaciones mayores al 35% para resistencias de diseño menores a 175 kg/cm<sup>2</sup> para obtener más datos sobre su empleo en el concreto.
- ✓ Se recomienda a los futuros tesisistas estudiar la durabilidad de los concretos elaborados con sustitución de relave minero por agregado fino para diferentes resistencias.
- ✓ Se recomienda a los futuros tesisistas estudiar las propiedades físicas y mecánicas de los concretos elaborados al sustituir el relave minero del centro poblado La Rinconada por cemento para diferentes resistencias.

## REFERENCIAS

*A importância da segregação do agregado reciclado na resistência e na durabilidade do concreto estrutural.* **Valle, P., y otros. 2021.** 3, s.l. : ARTIGOS, 2021, Vol. 21. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212021000300545>.

**ABANTO, Flavio. 2009.** *Tecnología del concreto.* Lima : San Marcos, 2009.

**Aceros Arequipa. 2018.** Construyendo seguro. [En línea] 2018. [Citado el: 19 de 02 de 2022.] <https://www.construyendoseguro.com/como-disminuir-la-segregacion-de-concreto/>.

**Aguilar, J. y Lama, J. 2020.** *Influencia de sustitución del agregado fino por relave, Mina Santa Luisa, sobre la resistencia a compresión del concreto - 2020.* Huaraz : Universidad Cesar Vallejo, 2020.

*Alternativas de aprovechamiento de residuos de la industria minera de El Bajo Cauca Antioqueño en el sector de la construcción.* **Arias, S. Córdova, J. Gómez, M. 2021.** 36, Antioquia : Revista EIA, 2021, Vol. 18. ISSN 1794-1237 .

*Análisis de ecoeficiencia de la producción de cementos de bajo carbono mediante la sustitución de clinker.* **YANAY, Rosa, y otros. 2017.** 2, Mexico : Revista Centro Azucar, 2017, Vol. 44. ISSN: 2223-4861.

*Blood Lead Levels in Mexico and its Implication for the Pediatric Burden of Disease.* **Caravanos, Jack., y otros. 2014.** 4, s.l. : Annals of Global Health, 2014, Vol. 80. DOI: [org/10.1016/j.aogh.2014.10.005](https://doi.org/10.1016/j.aogh.2014.10.005).

**Cader, G. y Oliva, C. 2012.** *Adaptación del método de diseño de mezclas de concreto según aci 211.1 utilizando los tipos de cemento ASTM C-1157 tipo GU Y ASTM c-1157 tipo he.* El Salvador : Universidad de El Salvador, 2012.

**Calderón, J. 2020.** *Desarrollo de adoquines, a partir de los relaves de mina de la empresa minera "Agro-Industrial el Corazón".* Quito - Ecuador : Universidad Central del Ecuador, 2020.

*Caracterización de la pasta de relave para uso como relleno en labores mineras.* **Romero, A. y Flores, S. 2018.** 1, Lima : Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2018, Vol. 1.

**Carhuamaca, D. y Coras, R. 2019.** *Relave minero como componente del agregado fino para elaborar concreto mayor a  $f'c=175\text{kg/cm}^2$  ambientales.* Huancayo : Universidad Peruana Los Andes, 2019.

**Carrasco Díaz, Sergio. 2018.** *"Metodología de la investigación científica".* Lima : San Marcos de Anibal Jesús Paredes Galván, 2018. pág. 427.

**CARRASCO, Robert. 2019.** *Para optar el Grado Académico en Maestro en Ingeniería vial con Mención en carreteras, puentes y túneles.* Lima : Universidad Ricardo Palma, 2019.

**Cerón, A. y Gutierrez, C. 2019.** *Elaboración de unidades de mampostería perforada de concreto utilizando relaves provenientes de la minería de agregados.* Villavicencio - Colombia : Universidad Santo Tomás, 2019.

**Chaiña, A. y Paz, S. 2015.** *Utilización de material estéril de la mina cerro verde, para la elaboración de concreto con resistencias de 175 kgf/cm<sup>2</sup> 210 kgf/cm<sup>2</sup> y 280 kgf/cm<sup>2</sup> en la ciudad de Arequipa.* Arequipa : Universidad Católica de Santa María, 2015.

**Chavarría Reyes, Liliana, y otros. 2021.** *Arcilla cocida como agregado fino para mejorar las propiedades mecánicas del hormigón estructural.* 2021.

**Condori Ilaquita, Oliver Fernando. 2018.** *"Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto con el uso de material de desechos de procesos mineros, procedentes de la mina la riconada en reemplazo del agregado fino".* Juliaca : s.n., 2018.

*Conector Crestbond para transferencia de carga en pilares mixtos rellenos de hormigón en situación de incendio.* **Pereira, L., Justino, L. y Barreto, R. 2022.** 3, s.l. : IBRACON - Instituto Brasileño del Concreto, 2022, Vol. 15. <https://doi.org/10.1590/S1983-41952022000300010>.

*Contaminación del agua y suelo por los relaves mineros.* **Menéndez, J. y Muñoz, S. 2021.** 1, Huancayo : PAIDEIA XXI, 2021, Vol. 11. ISSN: 2519-5700.

**Córdova Baldeón, Isaac. 2018.** *"Instrumentos de investigación".* Lima : San Marcos de Aníbal Jesús Paredes Galván, 2018. pág. 253.

**Cruz Cutipa, Raul y Supo Flores, Pedro Alex. 2021.** *Adición del relave minero para mejorar las propiedades del concreto  $f'c=210$ ,  $f'c=175$  para edificaciones en la Rinconada – Puno – 2021.* puno : s.n., 2021.

*Development of ECO-UHPC using gold mine tailings as an alternative to quartz sand.* **Elchalakani, M., y otros. 2021.** 1, s.l. : Cleaner Engineering and Technology, 2021, Vol. 4. ISSN: 2666-7908.

*Diseño de mezcla y caracterización físico-mecánico de un concreto de alta resistencia fabricado con cemento.* **Giraldo, L. y Ramos, Y. 2017.** 1, Cali - Colombia : Pontificia Universidad Javeriana, 2017, Vol. 1.

*Efeito da rigidez do feixe de conexão no limite de preparação para colunas esbeltas de concreto armado em quadros únicos e multi-andares.* **Gamal, Moamed, Eldin, Mohie y Allam, Mohamed. 2022.** 2, s.l. : IBRACON - Instituto Brasileiro do Concreto, 2022, Vol. 15. <https://doi.org/10.1590/S1983-41952022000200009> .

*El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y.* **Dávila, G. 2006.** Ext, Caracas, Venezuela : Laurus, 2006, Vol. 12. 1315-883X.

*Evaluación de un mortero preparado con agregados reciclados de un concreto mejorado por carbonatación:Una mirada a la construcción sustentable.* **MUÑOZ, A., TORRES, N. y GUZMAN, A. 2019.** 01, Santiago : Revista ingeniería de construcción, 2019, Vol. 34. ISSN 0718-5073.

*Factores influyentes en la calidad del concreto: una encuesta a los actores relevantes de la industria del hormigón.* **OROZCO, M., y otros. 2018.** 2, Santiago : Revista ingeniería de construcción, 2018, Vol. 33. ISSN 0718-5073.

*Fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto.* **Farfán, M., y otros. 2019.** 2, Barquisimetro - Venezuela : Gaceta Técnica, 2019, Vol. 20. ISSN: 2477-9539.

**Fidias, G. 2012.** *El proyecto de investigación.* Caracas - Venezuela : EDITORIAL EPISTEME, C.A., 2012. ISBN: 980-07-8529-9.



- García, E., Rodríguez, G. y Gil, J. 1996.** *Metodología de la investigación cualitativa*. Sevilla - España : Editorial Aljibe, 1996.
- Giraldo, U. 2017.** *Minería Informal en la Cuenca Alta Del Ramis*. Lima : Pontifica Universidad Católica del Peru, 2017.
- Gou, M., Zhou, L. y Ying, N. 2019.** *Utilization of tailings in cement and concrete: A review*. s.l. : Sci Eng Compos Mater, 2019. <https://doi.org/10.1515/secm-2019-0029>.
- Guillermo, E. y Santiago, Y. 2021.** *Influencia de sustitución del agregado fino por relave mina Contonga, sobre las propiedades físico mecánicas de un concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  - 2021*. Huaraz : Universidad Cesar Vallejo, 2021.
- Hernández Doria, Ezequiel y Rojas Montañez, Juan Pablo. 2021.** *Estudio de la resistencia a la compresión del concreto, con vidrio molido reciclado como sustituto parcial del agregado fino*. Bogotá : s.n., 2021.
- Huerta Marquez, Ricardo Miguel y León Roldan, Sergio Denis. 2021.** *Análisis de la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  aplicando relave minero*. Huaraz : s.n., 2021.
- . **2021.** *Análisis de la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  aplicando relave minero Huaraz 2021*. Huaraz : s.n., 2021.
- La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica.* **Vargas , Zoila Rosa. 2009.** 1, Montes de Oca - Costa Rica : Revista Educacion, 2009, Vol. 33. 0379-7082.
- LABPERU E.I.R.L. 2020.** LABPERU . [En línea] 2020. [Citado el: 18 de 02 de 2022.] <https://www.labperu.com/>.
- Loyola, M. y Valencia, J. 2019.** *Elaboración de bloques de construcción en base de relave minero, desechos de obras y cemento portland, para viviendas de interés social*. Guayaquil-Ecuador : Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, 2019.
- NTP 339.89. 1998.** *Suelos. Obtencion en laboratorio de muestras representativas (cuarteo)*. Lima : INDECOPI, 1998. I.C.S.: 93.020.
- NTP 400. 2018.** *Agregados. Analisis granulometrico del agregado fino, grueso y global*. Lima : INACAL, 2018. ICS: 91.100.30.
- NTP 400.037. 2014.** *Agregados. Epecificaciones normalizadas para agregados en concreto*. Lima : INDECOPI, 2014. I.C.S.: 91.100.30.
- Ochoa Tapia , Luis Miguel. 2018.** *“EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL VIDRIO RECICLADO MOLIDO COMO REDUCTOR DE AGREGADO FINO PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS”*. Pimentel : s.n., 2018.
- OPTIMAL THERMAL MASS AND R-VALUE IN CONCRETE* . **Vangeem, Martha, Holm, Thomas y Ries, John. 2013.** 2013, First International Conference on Concrete Sustainability, págs. 411-418.
- PEREZ, Angel. 2019.** *Optimizacion de la permeabilidad del concreto ecologico con adiccion de nanosilice y fibra de polipropileno para pavimento rigidos, utilizando agregados de concreto reciclado*. Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca, 2019.
- Pino Gotuzzo, Raúl. 2018.** *"Metodología de la investigación"*. Lima : San Marcos, 2018. pág. 461.

*Production of gold mine tailings based concrete pavers by substitution of natural river sand in Misisi, Eastern Congo*. **Balegamire, Clarisse, Nkuba, Bossissi y Dable, Pierre. 2022.** 1, s.l. : Cleaner Engineering and Technology, 2022, Vol. 7. ISBN: 2666-7908.

*Propiedades físico-mecánicas de concretos autocompactantes producidos con polvo de residuo de concreto*. **PASTRANA, Jhonny, y otros. 2019.** 2, Colombia : Revista Informador Técnico, 2019, Vol. 83. e-ISSN 2256-5035.

*Pruebas de resistencia del concreto*. **Hernandez, Felipe. 2006.** 5, s.l. : Instituto mexicano del cemento y del concreto, 2006, Vol. 1.

*Reforço de estruturas de concreto armado com CFRP (ACI x FIB) - Recomendações para dimensionamento à flexão*. **Gaudio, I. y Nogueira, T. 2022.** 2, s.l. : IBRACON - Instituto Brasileiro do Concreto, 2022, Vol. 15. <https://doi.org/10.1590/S1983-41952022000200004>.

*Resistencia de concreto con agregado de alta absorción y baja relación a/c*. **Solis, R., Moreno, E. y Arjona, E. 2007.** 1, Mérida - México : Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción, A. C., 2007, Vol. 2. ISSN: 2007-6835.

*Revisiting the concept of characteristic compressive strength of concrete*. **Vu, Chi-Cong, y otros. 2020.** 2020, Construction and Building Materials, págs. 1-55.

**Romero, M. y Salinas, M. 2020.** *Estudio experimental del concreto para adoquines tipo II, adicionando relaves mineros*. Arequipa : Universidad Nacional de San Agustín, 2020.

**Rómulo, h. 2016.** *Determinación del contenido de mercurio en agua y sedimentos del rio Suches-zona bajo paria Cojata - Puno*. Puno : Universidad Nacional del Altiplano, 2016.

**Ruiz, R. y Vasallo, W. 2018.** *Estudio de las propiedades físicas y mecánicas de los concretos elaborados con cementos ICO, MS y UG, Trujillo 2018*. Trujillo : Universidad Privada de Norte, 2018.

**Santos, G. 2017.** *Validez y confiabilidad del cuestionario de calidad de vida SF-36 en mujeres con LUPUS, Puebla*. Puebla : Benemerita Universidad Autonoma de Puebla, 2017.

*Simulação computacional e experimental para análise de perdas no cobrimento de concreto por deformação da armadura em lajes maciças*. **Maran, A., y otros. 2022.** 2, IBRACON - Instituto Brasileiro do Concreto : 15, 2022, Vol. 15. <https://doi.org/10.1590/S1983-41952022000200003>.

*Situación de los pasivos ambientales mineros en Chile. El caso de los depósitos de relaves*. **Yurisch, T. 2016.** 61, Santiago - Chile : Fundación Terram, 2016, Vol. 1.

**Soto, M. y Marin, J. 2019.** *Análisis del concreto con caucho como aditivo para aligerar elementos estructurales*. PEREIRA, RISARALDA : Universidad Libre Seccional, 2019.

*Substitution of natural sand by copper mine dismantling for concrete*. **Benahsina, A., y otros. 2022.** 1, s.l. : Journal of Building Engineering, 2022, Vol. 47. ISBN: 2352-7102.

**UCV. s.f.** *Referencias estilo ISO 690 y 690-2, Adaptación de la norma International Organization for Standardization (ISO)*. Lima : Fonfdo Editorial Universidad Cesar Vallejo, s.f.

**Vara-Horna, A. 2012.** *Desde La Idea hasta la sustentación: Siete pasos para una tesis exitosa. Un método efectivo para las ciencias empresariales*. Lima : Universidad de San Martín de Porres, 2012.

**VEGA, Eric. 2019.** *Evaluación experimental del uso de microsilíce para la elaboración de concreto de alta resistencia.* Piura : Universidad de Piura, 2019.

*Water contamination by heavy metals, analysis methods and removal technologies. A review.*

**Pabón, S., y otros. 2021.** 27, s.l. : Science and Engineering, 2021, Vol. 14. ISSN: 1909-8367.

## **ANEXOS**

- Anexo N° 01:** Matriz de consistencia
- Anexo N° 02:** Operacionalización de variables
- Anexo N° 03:** Análisis estadístico de resultados
- Anexo N° 04:** Análisis físico-químico del relave minero
- Anexo N° 05:** Ensayos
- Anexo N° 06:** Confiabilidad
- Anexo N° 07:** Certificado de uso de laboratorio
- Anexo N° 08:** Cuadro de dosificación y resultados de antecedentes
- Anexo N° 09:** Análisis de costos unitarios
- Anexo N° 10:** Captura turnitin
- Anexo N° 11:** Normativa
- Anexo N° 12:** Mapas y planos
- Anexo N° 12:** Panel fotográfico

**Anexo N° 01: Matriz de consistencia**

**TÍTULO:** “Influencia de sustitución del agregado fino por relave minero sobre las propiedades físico-mecánicas para concretos con  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ,  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Puno-2022”

**AUTOR:** Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin

Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<p><b>Problema General:</b></p> <p>¿Cómo es la influencia de la sustitución del relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> y <math>280\text{kg/cm}^2</math> en el C.P. La Rinconada, Puno-2022?</p>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Determinar la influencia de la sustitución del relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> y <math>280\text{kg/cm}^2</math> en el C.P. La Rinconada, Puno-2022</p>	<p><b>Hipótesis General:</b></p> <p>La influencia de la sustitución del relave minero en el agregado fino sobre las propiedades físico-mecánicas para concretos con <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> y <math>f'c=280\text{kg/cm}^2</math>; son factibles sustituyendo un 15% y 25% de relave minero en árido fino.</p>	<p><b>INDEPENDIENTE</b></p>	<p>Sustitución del relave minero en el agregado fino</p>	<p>Porcentaje de sustitución del relave minero</p>	5% de sustitución del relave minero en el agregado fino	<p>Ficha de recolección de datos de la balanza digital de medición</p>
						15% de sustitución del relave minero en el agregado fino	
						25% de sustitución del relave minero en el agregado fino	
						35% de sustitución del relave minero en el agregado fino	
<p><b>Problemas Específicos:</b></p> <p>¿Cómo serán las características físicas de las mezclas de concretos <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> y <math>f'c=280\text{kg/cm}^2</math> con la sustitución del relave minero en el agregado fino, en el C.P. La Rinconada, Puno-2022?</p>	<p><b>Objetivos Específicos:</b></p> <p>Determinar las características físicas de las mezclas de concretos <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> y <math>f'c=280\text{kg/cm}^2</math> con la sustitución del relave minero en el agregado fino, en el C.P. La Rinconada, Puno-2022.</p>	<p><b>Hipótesis Específicos:</b></p> <p>Las características físicas de la mezcla de concretos de <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> y <math>f'c=280\text{kg/cm}^2</math> con la sustitución del relave minero en el agregado fino; no tendrán una varianza significativa</p>	<p><b>DEPENDIENTE</b></p>	<p>Mezclas de concretos de <math>210\text{kg/cm}^2</math> y <math>280\text{kg/cm}^2</math></p>	<p>Características Físicas</p>	Consistencia y/o trabajabilidad (cm)	Ficha de recolección de datos del ensayo de Cono de Abrams según Norma ASTM C143
						Peso Unitario ( $\text{kg/cm}^3$ )	Ficha de recolección de datos del ensayo de Peso unitario según Norma ASTM C138M
						Contenido de vacíos (%)	Ficha de recolección de datos del ensayo de Contenido de aire según Norma ASTM C231
						Exudación (%)	Ficha de recolección de datos del ensayo de Exudación según Norma ASTM C232
						Segregación (vsi)	Ficha de recolección de datos del ensayo de Segregación según Norma ASTM C1610
						Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Ficha de recolección de datos del ensayo de la temperatura según Norma ASTM C1064
<p>¿Cómo es la influencia de la sustitución del relave minero en el agregado fino en porcentajes de 5, 15, 25, y 35 en las propiedades físico-mecánicas para concretos con <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> y <math>f'c=280\text{kg/cm}^2</math>, Puno – 2022?</p>	<p>Determinar la influencia de la sustitución del relave minero en el agregado fino en porcentajes de 5, 15, 25, y 35 en las propiedades físico-mecánicas para concretos con <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> y <math>f'c=280\text{kg/cm}^2</math>, Puno-2022.</p>	<p>la sustitución del relave minero en el agregado fino en porcentajes de 15 y 25 son óptimas en las propiedades físico-mecánicas para concretos con <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> y <math>f'c=280\text{kg/cm}^2</math>, Puno-2022.</p>	<p><b>DEPENDIENTE</b></p>	<p>Mezclas de concretos de <math>210\text{kg/cm}^2</math> y <math>280\text{kg/cm}^2</math></p>	<p>Características Mecánicas</p>	Resistencia a Compresión ( $\text{kg/cm}^2$ )	Ficha de recolección de datos del ensayo de Compresión según Norma ASTM C39
						Resistencia a Flexión ( $\text{kg/cm}^2$ )	Ficha de recolección de datos del ensayo de Flexión según Norma ASTM C78
						Resistencia a Tracción ( $\text{kg/cm}^2$ )	Ficha de recolección de datos del ensayo de Tracción según Norma ASTM C496

Fuente: elaboración propia

Anexo N° 02: Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
Variable independiente: Sustitución del relave minero en el agregado fino	Los subproductos residuales generados por los procesos mineros comúnmente denominados relaves en el ámbito ambiental; los cuales son contaminantes y la gran cantidad de este material de desecho es un problema en costo y gestión para las minas. Salinas (2020)	Los agregados del material proveniente de la explotación minera, se caracterizan mediante ensayos de agregados como es la granulometría, densidad, pesos específicos, pesos aparentes, humedad, absorción, donde se clasifican, esto con la finalidad de conocer las características físicas de dichos agregados, y si estas se pueden utilizar en la elaboración de concretos como un sustituto del agregado fino.	Porcentaje de sustitución del relave minero	5% de sustitución del relave minero en el agregado fino 15% de sustitución del relave minero en el agregado fino 25% de sustitución del relave minero en el agregado fino 35% de sustitución del relave minero en el agregado fino	Razón	<b>Tipo de Investigación:</b> Aplicada. <b>Nivel de Investigación:</b> Aplicado. <b>Diseño de Investigación:</b> Experimental: Cuasi – Experimental. <b>Enfoque:</b> Cuantitativo. <b>Población:</b> Concretos con agregados de los materiales provenientes de la explotación minera de en el C.P. La Rinconada, Puno. <b>Muestra:</b> 144 probetas y 72 prismas de concreto. <b>Muestreo:</b> No Probabilístico - se ensayará en todas las probetas y vigas por juicio. <b>Técnica:</b> Observación directa. <b>Instrumento de recolección de datos:</b> - Fichas de recolección de datos - Equipos y herramientas de laboratorio. - Software de análisis de datos. (Excel, SPSS)
Variable dependiente: Mezclas de concretos de 210kg/cm <sup>2</sup> y 280kg/cm <sup>2</sup>	El concreto es un material compuesto de agua grava arena y cemento, este material es mundialmente utilizado en las construcciones debido a sus características de versatilidad y bajo costo, su demanda incrementa a medida que la población lo hace. Pastrana Jhonny (2019 pág. 175).	En las mezclas de concreto, la medición de su resistencia se realiza mediante el ensayo de compresión, elaborando testigos de concreto de dimensiones estandarizadas y se somete a una prensa donde aplica una carga hasta que se efectuó una rotura.	Características Físicas	Consistencia y/o trabajabilidad (cm) Peso Unitario (kg/cm <sup>3</sup> ) Contenido de vacíos (%) Exudación (%) Segregación (vsi) Temperatura (C°)	Razón	
			Características Mecánicas	Resistencia a Compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) Resistencia a Flexión (kg/cm <sup>2</sup> ) Resistencia a Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )		

Fuente: Elaboración propia

### Anexo N° 03: Análisis estadístico de resultados

<b>ANALISIS ESTADISTICO</b>						
<b>RESISTENCIA EN COMPRESION PARA CONCRETOS CON F'C=210KG/CM2</b>						
<b>A. PRUEBA DE NORMALIDAD</b>						
<b>PASO 1: PLANTEAMIENTO DE NORMALIDAD</b>						
Ho: Hipótesis nula: Datos de la variable Resistencia en Compresión Si tienen normalidad.						
H1: Hipótesis alterna: Datos de la variable Resistencia en Compresión No tienen normalidad.						
<b>PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA:</b> $\alpha=5\%$ (0.05)						
<b>PASO 3. PRUEBA ESTADÍSTICA:</b>						
Para muestras mayores a 50 datos se utiliza Kolmogorov-Smirnova ( $n>50$ , K – S). Para muestras menores a 50 datos se utiliza Shapiro-Wilk ( $n\leq 50$ , S – W).						
<b>Pruebas de normalidad</b>						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia en compresión	,152	15	,200*	,962	15	,732
Sustitución de relave minero	,197	15	,123	,881	15	,049
* . Este es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de la significación de Lilliefors						
Se tienen 15 muestras, entonces se utilizará Shapiro-Wilk con p-valor=0.732						
<b>PASO 4. REGLA DE DECISIÓN</b>						
Si $p\text{-valor}\leq 0.05$ - Se rechaza la hipótesis nula. $P\text{valor}=0.732$						
Comparación: $0.732>0.05$						
Entonces se acepta la hipótesis nula.						
Ho: Hipótesis nula: Datos de la variable Resistencia en Compresión Si tienen normalidad.						
<b>PASO 5. CONCLUSIÓN</b>						
Los datos de la variable resistencia en compresión Si tiene normalidad con un nivel de significancia de 5%						
<b>B. CORRELACION DE PEARSON</b>						
<b>PASO 1: PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS</b>						
Ho: Hipótesis nula: El incremento de resistencia en compresión del concreto No está relacionado con la sustitución de relave minero por agregado fino						
H1: Hipótesis alterna: El incremento de resistencia en compresión del concreto Si está relacionado con la sustitución de relave minero por agregado fino						
<b>PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA</b> $\alpha=5\%$ (0.05)						

**PASO 3. PRUEBA ESTADÍSTICA: COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON**

**Correlaciones**

		Resistencia en compresión	Sustitución de relave minero
Resistencia en compresión	Correlación de Pearson	1	-,708**
	Sig. (bilateral)		,003
	N	15	15
Sustitución de relave minero	Correlación de Pearson	-,708**	1
	Sig. (bilateral)	,003	
	N	15	15

\*\* . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Se tiene un p-valor=0.003 y coeficiente de correlación r de Pearson de -0.708 (-70.8%).

**PASO 4. REGLA DE DECISIÓN**

Si p-valor<=0.05 - Se rechaza la hipótesis

nula. p-valor=0,0031

Comparación: 0.0031<0.05

Entonces se acepta la hipótesis alterna.

**PASO 5. CONCLUSIÓN**

Existe una correlación **negativa alta**, entre la variable **Resistencia en Compresión** y la variable **sustitución de Relave minero** con un **coeficiente de correlación de Pearson de -0.708**



## ANALISIS ESTADISTICO

### RESISTENCIA EN COMPRESION PARA CONCRETOS CON F'C=280KG/CM2

#### A. PRUEBA DE NORMALIDAD

##### PASO 1: PLANTEAMIENTO DE NORMALIDAD

Ho: Hipótesis nula: Datos de la variable Resistencia en Compresión Si tienen normalidad.

H1: Hipótesis alterna: Datos de la variable Resistencia en Compresión No tienen normalidad.

##### PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA: $\alpha=5\%$ (0.05)

##### PASO 3. PRUEBA ESTADÍSTICA:

Para muestras mayores a 50 datos se utiliza Kolmogorov-Smirnova ( $n>50$ , K – S). Para muestras menores a 50 datos se utiliza Shapiro-Wilk ( $n\leq 50$ , S – W).

##### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia en compresión	,218	15	,054	,878	15	,045
Sustitución de relave minero	,197	15	,123	,881	15	,049

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Se tienen 15 muestras, entonces se utilizará Shapiro-Wilk con p-valor=0.045

##### PASO 4. REGLA DE DECISIÓN

Si p-valor $\leq$ 0.05 - Se rechaza la hipótesis nula. Pvalor=0.045

Comparación: 0.045 $<$ 0.05

Entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

H1: Hipótesis alterna: Datos de la variable Resistencia en Compresión No tienen normalidad.

##### PASO 5. CONCLUSIÓN

Los datos de la variable resistencia en compresión no tiene normalidad con un nivel de significancia de 5%

#### B. CORRELACION DE SPEARMAN

##### PASO 1: PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

Ho: Hipótesis nula: El incremento de resistencia en compresión del concreto No está relacionado con la sustitución de relave minero por agregado fino

H1: Hipótesis alterna: El incremento de resistencia en compresión del concreto Si está relacionado con la sustitución de relave minero por agregado fino

##### PASO 2. NIVEL DE

**SIGNIFICANCIA**  $\alpha=5\%$

(0.05)

**PASO 3. PRUEBA ESTADÍSTICA: COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE SPEARMAN****Correlaciones**

			Resistencia en compresión	Sustitución de relave minero
Rho de Spearman	Resistencia en compresión	Coeficiente de correlación	1,000	-,622*
		Sig. (bilateral)	.	,013
		N	15	15
	Sustitución de relave minero	Coeficiente de correlación	-,622*	1,000
		Sig. (bilateral)	,013	.
		N	15	15

\*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Se tiene un p-valor=0.013 y coeficiente de correlación r de Spearman de -0.622 (-62.2%).

**PASO 4. REGLA DE DECISIÓN**

Si  $p\text{-valor} \leq 0.05$  - Se rechaza la hipótesis

nula.  $p\text{-valor} = 0,013$

Comparación:  $0.013 < 0.05$

Entonces se acepta la hipótesis alterna.

**PASO 5. CONCLUSIÓN**

Existe una correlación **negativa alta**, entre la variable **Resistencia en Compresión** y la variable **sustitución Relave minero** con un **coeficiente de correlación de Spearman de -0.622**

## ANALISIS ESTADISTICO

### RESISTENCIA EN TRACCIÓN PARA CONCRETOS CON F'C=210KG/CM2

#### A. PRUEBA DE NORMALIDAD

##### PASO 1: PLANTEAMIENTO DE NORMALIDAD

Ho: Hipótesis nula: Datos de la variable Resistencia en Tracción Si tienen normalidad.

H1: Hipótesis alterna: Datos de la variable Resistencia en Tracción No tienen normalidad.

##### PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA: $\alpha=5\%$ (0.05)

##### PASO 3. PRUEBA ESTADÍSTICA:

Para muestras mayores a 50 datos se utiliza Kolmogorov-Smirnova ( $n>50$ , K – S). Para muestras menores a 50 datos se utiliza Shapiro-Wilk ( $n\leq 50$ , S – W).

##### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia en tracción	,306	15	,001	,808	15	,005
Sustitución de relave minero	,197	15	,123	,881	15	,049

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Se tienen 15 muestras, entonces se utilizará Shapiro-Wilk con p-valor=0.005

##### PASO 4. REGLA DE DECISIÓN

Si p-valor $\leq 0.05$  - Se rechaza la hipótesis

nula. p-valor=0.005

Comparación:  $0.005 < 0.05$

Entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis altera.

H1: Hipótesis alterna: Datos de la variable Resistencia en Tracción No tienen normalidad.

##### PASO 5. CONCLUSIÓN

Los datos de la variable resistencia en tracción No tiene normalidad con un nivel de significancia de 5%

#### B. CORRELACION DE SPEARMAN

##### PASO 1: PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

Ho: Hipótesis nula: El incremento de resistencia en tracción del concreto No está relacionado con la sustitución de relave minero por agregado fino

H1: hipótesis alterna: El incremento de resistencia en tracción del concreto Si está relacionado con la sustitución de relave minero por agregado fino

##### PASO 2. NIVEL DE

**SIGNIFICANCIA**  $\alpha=5\%$

(0.05)

**PASO 3. PRUEBA ESTADÍSTICA: COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE SPEARMAN**

**Correlaciones**

		Resistencia en tracción	Sustitución de relave minero
Rho de Spearman	Coeficiente de correlación	1,000	<b>-,316</b>
	Resistencia en tracción		<b>,251</b>
	Sig. (bilateral)	.	
	N	15	15
	Coeficiente de correlación	-,316	1,000
	Sustitución de relave minero		
	Sig. (bilateral)	,251	.
	N	15	15

Se tiene un p-valor=0.251 y coeficiente de correlación r de Spearman de -0.316 (-31.6%).

**PASO 4. REGLA DE DECISIÓN**

Si  $p\text{-valor} \leq 0.05$  - Se rechaza la hipótesis nula.

$p\text{-valor} = 0,251$

Comparación:  $0.251 > 0.05$

Entonces se acepta la hipótesis nula.

**PASO 5. CONCLUSIÓN**

No Existe una correlación **negativa baja**, entre la variable **Resistencia en Tracción** y la variable **sustitución Relave minero** con un **coeficiente de correlación de Spearman de -0.316**

## ANALISIS ESTADISTICO

### RESISTENCIA EN TRACCIÓN PARA CONCRETOS CON F'C=280KG/CM2

#### A. PRUEBA DE NORMALIDAD

##### PASO 1: PLANTEAMIENTO DE NORMALIDAD

Ho: Hipótesis nula: Datos de la variable Resistencia en Tracción Si tienen normalidad.

H1: Hipótesis alterna: Datos de la variable Resistencia en Tracción No tienen normalidad.

##### PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA: $\alpha=5\%$ (0.05)

##### PASO 3. PRUEBA ESTADÍSTICA:

Para muestras mayores a 50 datos se utiliza Kolmogorov-Smirnova ( $n>50$ , K – S). Para muestras menores a 50 datos se utiliza Shapiro-Wilk ( $n\leq 50$ , S – W).

##### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia en tracción	,194	15	,134	,885	15	,057
Sustitución de relave minero	,197	15	,123	,881	15	,049

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Se tienen 15 muestras, entonces se utilizará Shapiro-Wilk con p-valor=0.057

##### PASO 4. REGLA DE DECISIÓN

Si p-valor $\leq$ 0.05 - Se rechaza la hipótesis nula. p-valor=0.057

Comparación: 0.057 $>$ 0.05

Entonces se acepta la hipótesis nula.

Ho: Hipótesis nula: Datos de la variable Resistencia en Tracción Si tienen normalidad.

##### PASO 5. CONCLUSIÓN

Los datos de la variable resistencia en tracción No tiene normalidad con un nivel de significancia de 5%

#### B. CORRELACION DE PEARSON

##### PASO 1: PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

Ho: Hipótesis nula: El incremento de resistencia en tracción del concreto No está relacionado con la sustitución de relave minero por agregado fino

H1: hipótesis alterna: El incremento de resistencia en tracción del concreto Si está relacionado con la sustitución de relave minero por agregado fino

##### PASO 2. NIVEL DE

**SIGNIFICANCIA**  $\alpha=5\%$   
(0.05)

### PASO 3. PRUEBA ESTADÍSTICA: COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON

#### Correlaciones

		Resistencia en tracción	Sustitución de relave minero
Resistencia en tracción	Correlación de Pearson	1	-,375
	Sig. (bilateral)		,168
	N	15	15
Sustitución de relave minero	Correlación de Pearson	-,375	1
	Sig. (bilateral)	,168	
	N	15	15

Se tiene un p-valor=0.168 y coeficiente de correlación r de Spearman de -0.375 (-37.5%).

#### PASO 4. REGLA DE DECISIÓN

Si  $p\text{-valor} \leq 0.05$  - Se rechaza la hipótesis nula.

$p\text{-valor} = 0,168$

Comparación:  $0.168 > 0.05$

Entonces se acepta la hipótesis nula.

#### PASO 5. CONCLUSIÓN

No Existe una correlación **negativa baja**, entre la variable **Resistencia en Tracción** y la variable **sustitución Relave minero** con un **coeficiente de correlación de Pearson de -0.375**

## ANALISIS ESTADISTICO

### RESISTENCIA EN FLEXIÓN PARA CONCRETOS CON F'C=210KG/CM2

#### A. PRUEBA DE NORMALIDAD

##### PASO 1: PLANTEAMIENTO DE NORMALIDAD

Ho: Hipótesis nula: Datos de la variable Resistencia en Flexión Si tienen normalidad.

H1: Hipótesis alterna: Datos de la variable Resistencia en Flexión No tienen normalidad.

##### PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA: $\alpha=5\%$ (0.05)

##### PASO 3. PRUEBA ESTADÍSTICA:

Para muestras mayores a 50 datos se utiliza Kolmogorov-Smirnova ( $n>50$ , K – S). Para muestras menores a 50 datos se utiliza Shapiro-Wilk ( $n\leq 50$ , S – W).

##### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia en flexión	,100	15	,200*	,976	15	,935
Sustitución de relave minero	,197	15	,123	,881	15	,049

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Se tienen 15 muestras, entonces se utilizará Shapiro-Wilk con p-valor=0.935

##### PASO 4. REGLA DE DECISIÓN

Si  $p\text{-valor}\leq 0.05$  - Se rechaza la hipótesis

nula.  $p\text{-valor}=0.935$

Comparación:  $0.935>0.05$

Entonces se acepta la hipótesis nula.

Ho: Hipótesis nula: Datos de la variable Resistencia en Flexión Si tienen normalidad.

##### PASO 5. CONCLUSIÓN

Los datos de la variable resistencia en Flexión Si tiene normalidad con un nivel de significancia de 5%

#### B. CORRELACION DE PEARSON

##### PASO 1: PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

Ho: Hipótesis nula: El incremento de resistencia en Flexión del concreto No está relacionado con la sustitución de relave minero por agregado fino

H1: hipótesis alterna: El incremento de resistencia en Flexión del concreto Si está relacionado con la sustitución de relave minero por agregado fino

##### PASO 2. NIVEL DE

**SIGNIFICANCIA**  $\alpha=5\%$

(0.05)

### PASO 3. PRUEBA ESTADÍSTICA: COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON

#### Correlaciones

		Resistencia en flexión	Sustitución de relave minero
Resistencia en flexión	Correlación de Pearson	1	-,459
	Sig. (bilateral)		,085
	N	15	15
Sustitución de relave minero	Correlación de Pearson	-,459	1
	Sig. (bilateral)	,085	
	N	15	15

Se tiene un p-valor=0.85 y coeficiente de correlación r de Pearson de -0.459 (-45.9%).

#### PASO 4. REGLA DE DECISIÓN

Si  $p\text{-valor} \leq 0.05$  - Se rechaza la hipótesis nula.

$p\text{-valor} = 0,085$

Comparación:  $0.085 > 0.05$

Entonces se acepta la hipótesis nula.

#### PASO 5. CONCLUSIÓN

No Existe una correlación **negativa moderada**, entre la variable **Resistencia en Flexión** y la variable **sustitución Relave minero** con un **coeficiente de correlación de Pearson de -0.459**



## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

### RESISTENCIA EN FLEXIÓN PARA CONCRETOS CON F'C=280KG/CM2

#### A. PRUEBA DE NORMALIDAD

##### PASO 1: PLANTEAMIENTO DE NORMALIDAD

Ho: Hipótesis nula: Datos de la variable Resistencia en Flexión Si tienen normalidad.

H1: Hipótesis alterna: Datos de la variable Resistencia en Flexión No tienen normalidad.

##### PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA: $\alpha=5\%$ (0.05)

##### PASO 3. PRUEBA ESTADÍSTICA:

Para muestras mayores a 50 datos se utiliza Kolmogorov-Smirnova ( $n>50$ , K – S). Para muestras menores a 50 datos se utiliza Shapiro-Wilk ( $n\leq 50$ , S – W).

##### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia en flexión	,275	15	,003	,868	15	,031
Sustitución de relave minero	,197	15	,123	,881	15	,049

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Se tienen 15 muestras, entonces se utilizará Shapiro-Wilk con p-valor=0.031

##### PASO 4. REGLA DE DECISIÓN

Si p-valor $\leq$ 0.05 - Se rechaza la hipótesis

nula. p-valor=0.031

Comparación: 0.031<0.05

Entonces se rechaza la hipótesis nula.

Ho: Hipótesis nula: Datos de la variable Resistencia en Flexión Si tienen normalidad.

##### PASO 5. CONCLUSIÓN

Los datos de la variable resistencia en Flexión No tiene normalidad con un nivel de significancia de 5%

#### B. CORRELACION DE SPEARMAN

##### PASO 1: PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

Ho: Hipótesis nula: El incremento de resistencia en Flexión del concreto No está relacionado con la sustitución de relave minero por agregado fino

H1: hipótesis alterna: El incremento de resistencia en Flexión del concreto Si está relacionado con la sustitución de relave minero por agregado fino

##### PASO 2. NIVEL DE

**SIGNIFICANCIA**  $\alpha=5\%$

(0.05)

**PASO 3. PRUEBA ESTADÍSTICA: COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE SPEARMAN****Correlaciones**

			Resistencia en flexión	Sustitución de relave minero
Rho de Spearman	Resistencia en flexión	Coeficiente de correlación	1,000	<b>-,644**</b>
		Sig. (bilateral)	.	<b>,010</b>
	Sustitución de relave minero	N	15	15
		Coeficiente de correlación	-,644**	1,000
		Sig. (bilateral)	,010	.
		N	15	15

\*\* . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Se tiene un p-valor=0.10 y coeficiente de correlación r de Spearman de -0.644 (-64.4%).

**PASO 4. REGLA DE DECISIÓN**

Si  $p\text{-valor} \leq 0.05$  - Se rechaza la hipótesis nula.

$p\text{-valor} = 0,010$

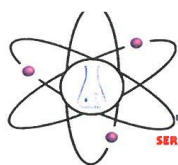
Comparación:  $0.010 < 0.05$

Entonces se acepta la hipótesis alterna.

**PASO 5. CONCLUSIÓN**

Existe una correlación **negativa alta**, entre la variable **Resistencia en Flexión** y la variable **sustitución Relave minero** con un **coeficiente de correlación de Pearson de -0.644**

## ANEXO N° 04: Análisis físico-químico del relave minero



**RHLAB S.A.C.**  
SERVICIOS ANALÍTICOS QUÍMICO - METALÚRGICO

Comprometidos con la Calidad, Medio

Ambiente y la Región Puno

### RESULTADO DE ANÁLISIS

ASUNTO: ANALISIS FISICO-QUÍMICO DE MUESTRA DE RELAVE MINERO

PROCEDENCIA : MINA LA RINCONADA  
PROYECTO : INFLUENCIA DE SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO DE RELAVE MINERO  
SOBRE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS PARA CONCRETOS CON  
f'c=210kg/cm2, f'c=280kg/cm2, Puno - 2022  
INTERESADO : Br. ARCE ACSARA RUTH SHAKELIN, Br. ZELA CHAMBI RONY GRIMALDO  
MOTIVO : ANALISIS FISICO-QUIMICO  
FECHA DE MUESTREO : 14/03/2022 (por los interesados)  
FECHA DE ANALISIS : 15/03/2022  
TOTAL DE MUESTRAS : 01 MUESTRA.

#### CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS:

Aspecto : Sólido  
Color : Gris

MUESTRA 01:

#### CARACTERISTICAS FISICOS:

pH 7.13  
C.E mS/cm 1.57

#### CARACTERISTICAS QUIMICOS:

Dureza Total (como CaCO<sub>3</sub>) ppm 342.00  
Cloruros (como Cl<sup>-</sup>) ppm 34.04  
Sulfatos (como SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) ppm 360.00  
Solidos Disueltos Totales g/l 0.79

#### METALES.

### RESULTADO DE ENSAYO

N°	Código de Cliente	Pb	As	Hg	Al
		ppm	ppm	ppm	ppm
1	Muestra	50,000	5230,000	100,000	254,000


RHLAB S.A.C.  
*[Firma]*  
Ing. [Nombre] [Apellido] [Apellido]  
GERENTE GENERAL

Av. Mártires del 4 de Noviembre N° 2414 Salida Puno – Frente a Covisur  
Celular 978645480 – 935008140






# ANEXO N° 05: Ensayos



## TERRA EMSA

SERVICIO DE CONTROL DE CALIDAD

laboratorio de suelos, concreto y asfalto



000769

---

**PROYECTO** : "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ ,  $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , Puno-2022"

**SOLICITA** : Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo

**CANTERA** : AGREGADO FINO: Inchupalla - AGREGADO GRUESO: Inchupalla


**MUESTRA** : AGREGADO FINO


**FECHA** : Jueves, 31 de Marzo de 2022

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**(ASTM D-422)**

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENID O PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						Peso inicial : 600.00 gr
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						<b>CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA</b>
1"	25.000						Módulo de fineza : 2.83
3/4"	19.000						Peso específico : - g/cm <sup>3</sup>
1/2"	12.500						Peso Unit. Suelto : - tn/m <sup>3</sup>
3/8"	9.500				100.00	100.00	Peso Unit. Vanillado : - tn/m <sup>3</sup>
1/4"	6.300					100.00	Humedad Natural : - %
No.04	4.750	7.50	1.25	1.25	98.75	95 - 100	Absorción : - %
No.08	2.360	161.07	26.85	28.10	71.91	80 - 100	
No.16	1.180	69.60	11.60	39.70	60.31	50 - 85	
No.30	0.600	78.43	13.07	52.77	47.23	25 - 60	
No.50	0.300	98.30	16.38	69.15	30.85	10 - 30.	
No.100	0.150	143.70	23.95	93.10	6.90	2 - 10.	
No.200	0.075	27.30	4.55	97.65	2.35		
<No.200		14.10	2.35	100.00	0.00		
<b>TOTAL</b>		<b>600.00</b>					


**REPRESENTACION GRAFICA**  
**TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**





**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Orlando Ponce Perez  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA



**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Edayar Arlemio Pari Palli  
CIP: N° 90510  
INGENIERO CIVIL

NÚMERO: 951952657 - 935947957 - 912647647

DIRECCIÓN: Jr. Atahualpa esq c/n Jr. San Agustín  
CORREO: terraemsa@gmail.com





<b>PROYECTO</b>	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f'c=210kg/cm2, f'c=280kg/cm2, Puno-2022"
<b>SOLICITA</b>	: Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
<b>CANTERA</b>	: AGREGADO FINO: Inchupalla - AGREGADO GRUESO: Inchupalla
<b>MUESTRA</b>	: AGREGADO GRUESO
<b>FECHA</b>	: jueves, 31 de Marzo de 2022

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
(ASTM D-422)

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						Peso inicial : 2,000.00 gr
2"	50.000	0.00			100.00	100	
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA
1"	25.000	604.60	30.23	30.23	69.77	95 - 100	Módulo de fineza : 7.339
3/4"	19.000	435.20	21.76	51.99	48.01		Peso específico : - g/cm3
1/2"	12.500	391.20	19.56	71.55	28.45	25 - 60	Peso Unit. Suelto : - tn/m3
3/8"	9.500	200.30	10.02	81.57	18.43	-	Peso Unit. Varillado : - tn/m3
1/4"	6.300	237.30	11.87	93.44	6.56	-	Humedad Natural : - %
No.04	4.750	130.00	6.50	99.94	0.06	0.1	Absorción : - %
No.08	2.360	2.50	0.13	100.07	-0.07	0.5	Tamaño Maximo : 1"
No.16	1.180	0.00	0.00	100.1			
No.30	0.600	0.00	0.00	100.1			
No.50	0.300	0.00	0.00	100.1			
No.100	0.150	0.00	0.00	100.1			
No.200	0.075						
<No.200							
TOTAL							ASTM C 33 - USO 57

**REPRESENTACION GRAFICA**  
**TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**



**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Orlando Ponce Perez  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA



**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Eduardo Artemio Pari Palli  
CIP: N° 60510  
INGENIERO CIVIL



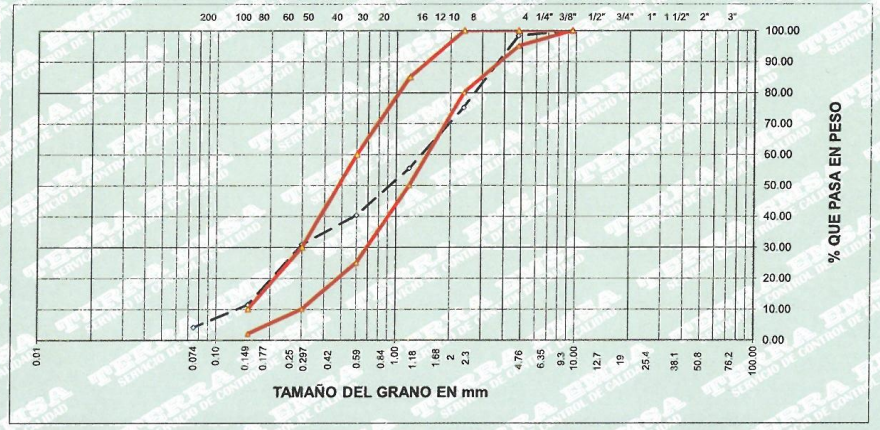


<b>PROYECTO</b>	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , Puno-2022"
<b>SOLICITA</b>	: Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
<b>CANTERA</b>	: AGREGADO FINO, Putina - AGREGADO GRUESO, Putina
<b>MUESTRA</b>	: AGREGADO FINO
<b>FECHA</b>	: jueves, 31 de Marzo de 2022

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
(ASTM D-422)

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO O PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						Peso inicial : 500.00 gr
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						<b>CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA</b>
1"	25.000						Módulo de fineza : 2.86
3/4"	19.000						Peso específico : - g/cm <sup>3</sup>
1/2"	12.500						Peso Unit. Suelto : - tn/m <sup>3</sup>
3/8"	9.500				100.00	100.00	Peso Unit. Vanillado : - tn/m <sup>3</sup>
1/4"	6.300					100.00	Humedad Natural : - %
No.04	4.750	8.00	1.60	1.60	98.40	95 - 100	Absorción : - %
No.08	2.360	116.00	23.20	24.80	75.20	80 - 100	
No.16	1.180	98.30	19.66	44.46	55.54	50 - 85	
No.30	0.600	75.48	15.10	59.56	40.44	25 - 60	
No.50	0.300	47.50	9.50	69.06	30.94	10 - 30.	
No.100	0.150	97.61	19.52	88.58	11.42	2 - 10.	
No.200	0.075	36.27	7.25	95.83	4.17		
<No.200		20.84	4.17	100.00	0.00		
<b>TOTAL</b>		<b>500.00</b>					

**REPRESENTACION GRAFICA**  
**TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Orlando Ponce Perez  
DNI: 70123132  
TECNICO LABORATORISTA



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Eduardo Arístido Párraga  
CIP: N° 80510  
INGENIERO CIVIL





**PROYECTO** : "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ ,  $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , Puno-2022"  
**SOLICITA** : Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo  
**CANTERA** : AGREGADO FINO Putina - AGREGADO GRUESO Putina  
**MUESTRA** : AGREGADO GRUESO  
**FECHA** : Jueves, 31 de Marzo de 2022

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
(ASTM D-422)

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						Peso inicial : 2,000.00 gr
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	100	
1 1/2"	37.500	356.00	17.80	17.80	82.20	100.00	CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA
1"	25.000	343.60	17.18	34.98	65.02	95 - 100	Módulo de fineza : 7.683
3/4"	19.000	530.50	26.53	61.51	38.49		Peso específico : - g/cm3
1/2"	12.500	407.50	20.38	81.89	18.11	25 - 60	Peso Unit. Suelto : - tn/m3
3/8"	9.500	155.20	7.76	89.65	10.35	-	Peso Unit. Varillado : - tn/m3
1/4"	6.300	139.80	6.99	96.64	3.36	-	Humedad Natural : - %
No.04	4.750	63.80	3.19	99.83	0.17	0.1	Absorción : - %
No.08	2.360	1.40	0.07	99.90	0.10	0.5	Tamaño Maximo : 1"
No.16	1.180	0.00	0.00	99.9			
No.30	0.600	0.00	0.00	99.9			
No.50	0.300	0.00	0.00	99.9			
No.100	0.150	0.00	0.00	99.9			
No.200	0.075						
<No.200							
TOTAL							ASTM C 33 - USO 57

**REPRESENTACION GRAFICA**  
**TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**



**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Orlando Ponce Perez  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA

**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Eduardo Artemio Pari Palte  
C.P. N° 90510  
INGENIERO CIVIL



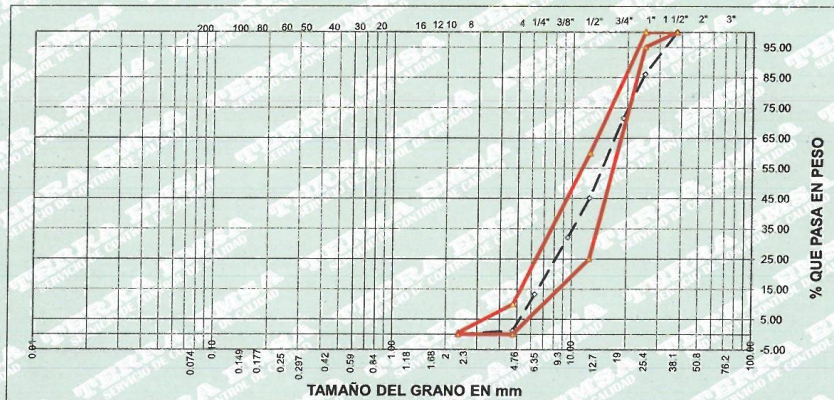


**PROYECTO** : Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ ,  $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , Puno-2022'  
**SOLICITA** : Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo  
**CANTERA** : AGREGADO FINO - Unucolla - AGREGADO GRUESO - Unucolla  
**MUESTRA** : AGREGADO GRUESO - CANTERA UNUCOLLA  
**FECHA** : jueves, 31 de Marzo de 2022

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
(ASTM D-422)

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						Peso inicial : 10,000.00 gr
2"	50.000				100.00	100	
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA
1"	25.000	1,387.40	13.87	13.87	86.13	95 - 100	
3/4"	19.000	1,459.20	14.59	28.46	71.54		Modulo de fineza : 6.952
1/2"	12.500	2,639.60	26.40	54.86	45.14	25 - 60	Peso específico : 2.55 g/cm3
3/8"	9.500	1,307.00	13.07	67.93	32.07	-	Peso Unit. Suelto : 1.566 tn/m3
1/4"	6.300	1,877.00	18.77	86.70	13.30	-	Peso Unit. Varillado : 1.668 tn/m3
No.04	4.750	1,206.20	12.06	98.76	1.24	0.1	Humedad Natural : 3.63 %
No.08	2.360	123.60	1.24	100.00	0.00	0.5	Absorción : 1.76 %
No.16	1.180	0.00	0.00	100.0			Tamaño Maximo : 1"
No.30	0.600	0.00	0.00	100.0			
No.50	0.300	0.00	0.00	100.0			
No.100	0.150	0.00	0.00	100.0			
No.200	0.075						
<No.200							
TOTAL							ASTM C 33 - USO 57

**REPRESENTACION GRAFICA**  
**TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**



**Orlando Ponce Perez**  
DNI 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA



**Eduardo Pari Palli**  
CIP 143 30510  
INGENIERO CIVIL



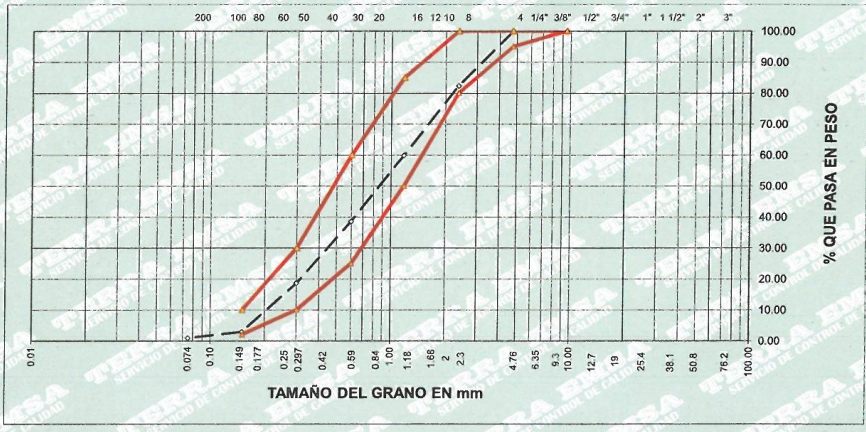


<b>PROYECTO</b>	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , $f_c=280\text{kg/cm}^2$ Puno-2022"
<b>SOLICITA</b>	: Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
<b>CANTERA</b>	: AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO: Unucolla
<b>MUESTRA</b>	: AGREGADO FINO CON 0% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO
<b>FECHA</b>	: jueves, 31 de Marzo de 2022

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
(ASTM D-422)

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENID O PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						Peso inicial : 500.00 gr
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA
1"	25.000						
3/4"	19.000						Módulo de fineza : 2.98
1/2"	12.500						Peso específico : 2.54 g/cm <sup>3</sup>
3/8"	9.500				100.00	100.00	Peso Unit. Suelto : 1.609 tn/m <sup>3</sup>
1/4"	6.300					100.00	Peso Unit. Varillado : 1.689 tn/m <sup>3</sup>
No.04	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100	Humedad Natural : 6.33 %
No.08	2.360	88.07	17.61	17.61	82.39	80 - 100	Absorción : 2.72 %
No.16	1.180	112.44	22.49	40.10	59.90	50 - 85	
No.30	0.600	106.42	21.28	61.39	38.61	25 - 60	
No.50	0.300	99.85	19.97	81.36	18.64	10 - 30.	
No.100	0.150	78.62	15.72	97.06	2.92	2 - 10.	
No.200	0.075	9.78	1.96	99.04	0.96		
<No.200		4.82	0.96	100.00	0.00		
TOTAL		500.00					

**REPRESENTACION GRAFICA**  
**TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*[Signature]*  
Orlando Ponce Perez  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA

TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*[Signature]*  
Eduardo Alberto Pari Palli  
CIP: N° 60810  
INGENIERO CIVIL



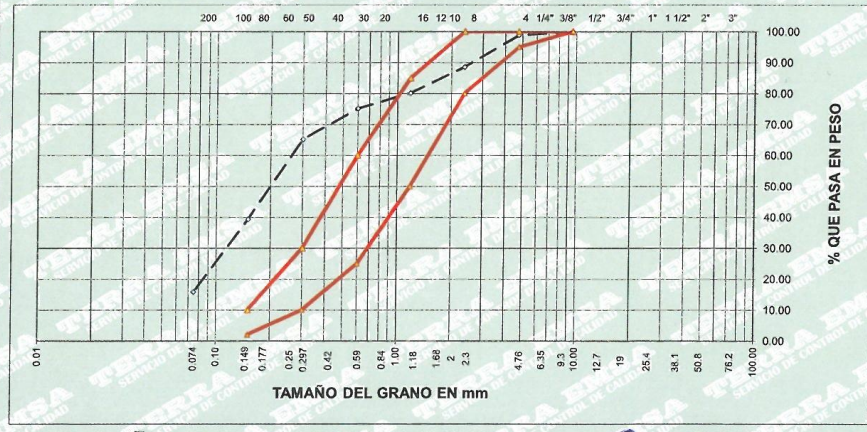


PROYECTO	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f'c=210kg/cm2, f'c=280kg/cm2, Puno-2022"
SOLICITA	: Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
CANTERA	: RELAVE MINERO C. P. LA RINCONADA
MUESTRA	: RELAVE MINERO
FECHA	: jueves, 31 de Marzo de 2022

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
(ASTM D-422)

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENID O PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso inicial : 400.10 gr
2 1/2"	63.000						
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA
1"	25.000						Módulo de fineza : 1.51
3/4"	19.000						Peso específico : - g/cm3
1/2"	12.500						Peso Unit. Suelto : - tn/m3
3/8"	9.500				100.00	100.00	Peso Unit. Vanillado : - tn/m3
1/4"	6.300					100.00	Humedad Natural : - %
No.04	4.750	4.50	1.12	1.12	98.88	95 - 100	Absorción : - %
No.08	2.360	41.20	10.30	11.42	88.58	80 - 100	
No.16	1.180	33.70	8.42	19.84	80.16	50 - 85	
No.30	0.600	20.00	5.00	24.84	75.16	25 - 60	
No.50	0.300	39.60	9.90	34.74	65.26	10 - 30.	
No.100	0.150	103.60	25.89	60.63	39.37	2 - 10.	
No.200	0.075	93.90	23.47	84.10	15.90		
<No.200		63.60	15.90	100.00	0.00		
TOTAL		400.10					

**REPRESENTACION GRAFICA**  
**TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Orlando Ponce Perez  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA

TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Eduardo Armento Parí Palli  
CIP: N° 90510  
INGENIERO CIVIL



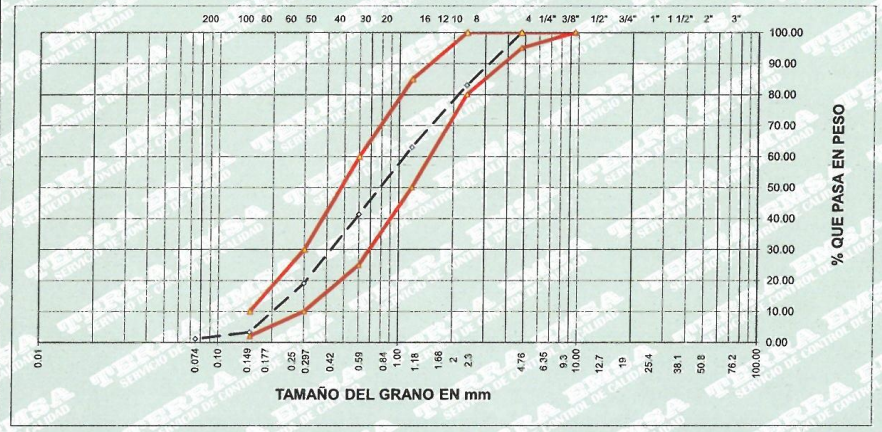


<b>PROYECTO</b>	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , Puno-2022"
<b>SOLICITA</b>	: Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
<b>CANTERA</b>	: AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO: Unucolla
<b>MUESTRA</b>	: AGREGADO FINO CON 5% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO
<b>FECHA</b>	: jueves, 31 de Marzo de 2022

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
(ASTM D-422)

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENID O PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						Peso inicial : 500.00 gr
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA
1"	25.000						Módulo de fineza : 2.90
3/4"	19.000						Peso específico : 2.573 g/cm <sup>3</sup>
1/2"	12.500						Peso Unit. Suelto : 1.605 tn/m <sup>3</sup>
3/8"	9.500				100.00	100.00	Peso Unit. Variado : 1.692 tn/m <sup>3</sup>
1/4"	6.300				100.00	100.00	Humedad Natural : 6.49 %
No.04	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100	Absorción : 2.19 %
No.08	2.360	85.07	17.01	17.01	82.99	80 - 100	
No.16	1.180	99.81	19.96	36.98	63.02	50 - 85	
No.30	0.600	108.42	21.68	58.66	41.34	25 - 60	
No.50	0.300	111.08	22.22	80.88	19.12	10 - 30	
No.100	0.150	79.19	15.84	96.71	3.29	2 - 10	
No.200	0.075	10.70	2.14	98.85	1.15		
<No.200		5.73	1.15	100.00	0.00		
TOTAL		500.00					

**REPRESENTACION GRAFICA**  
**TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**



Orlando Ponce Perez  
DNI: 70123132  
TECNICO LABORATORISTA



Eduardo Alberto Pari Palla  
CIP: N° 20510  
INGENIERO CIVIL





<b>PROYECTO</b>	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , Puno-2022"
<b>SOLICITA</b>	: Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
<b>CANTERA</b>	: AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO: Unucolla
<b>MUESTRA</b>	: AGREGADO FINO CON 15% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO
<b>FECHA</b>	: jueves, 31 de Marzo de 2022

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
(ASTM D-422)

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENID O PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						Peso inicial : 500.00 gr
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						<b>CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA</b>
1"	25.000						Módulo de fineza : 2.83
3/4"	19.000						Peso específico : 2.58 g/cm <sup>3</sup>
1/2"	12.500						Peso Unit. Suelto : 1.623 tn/m <sup>3</sup>
3/8"	9.500				100.00	100.00	Peso Unit. Vanillado : 1.696 tn/m <sup>3</sup>
1/4"	6.300					100.00	Humedad Natural : 7.10 %
No.04	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100	Absorción : 2.10 %
No.08	2.360	81.67	16.33	16.33	83.67	80 - 100	
No.16	1.180	89.26	17.85	34.19	65.81	50 - 85	
No.30	0.600	112.50	22.50	56.69	43.31	25 - 60	
No.50	0.300	115.48	23.10	79.78	20.22	10 - 30.	
No.100	0.150	81.36	16.27	96.05	3.95	2 - 10.	
No.200	0.075	11.88	2.38	98.43	1.57		
<No.200		7.85	1.57	100.00	0.00		
TOTAL		500.00					

**REPRESENTACION GRAFICA**  
**TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**



**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*Orlando Ponce Perez*  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA

**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*Eduardo Pantoja Pari Palli*  
CIP: N° 26410  
INGENIERO CIVIL





<b>PROYECTO</b>	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , Puno-2022"
<b>SOLICITA</b>	: Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
<b>CANTERA</b>	: AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO: Unucolla
<b>MUESTRA</b>	: AGREGADO FINO CON 25% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO
<b>FECHA</b>	: jueves, 31 de Marzo de 2022

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
(ASTM D-422)

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO O PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso inicial : 500.00 gr
2 1/2"	63.000						
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						<b>CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA</b>
1"	25.000						Módulo de fineza : 2.79
3/4"	19.000						Peso específico : 2.59 g/cm <sup>3</sup>
1/2"	12.500						Peso Unit. Suelto : 1.622 tn/m <sup>3</sup>
3/8"	9.500				100.00	100.00	Peso Unit. Vanillado : 1.727 tn/m <sup>3</sup>
1/4"	6.300					100.00	Humedad Natural : 7.74 %
No.04	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100	Absorción : 2.15 %
No.08	2.360	77.89	15.58	15.58	84.42	80 - 100	
No.16	1.180	119.55	23.91	39.49	60.51	50 - 85	
No.30	0.600	97.30	19.46	58.95	41.05	25 - 60	
No.50	0.300	74.37	14.87	73.82	26.18	10 - 30.	
No.100	0.150	88.52	17.70	91.53	8.47	2 - 10.	
No.200	0.075	29.10	5.82	97.35	2.65		
<No.200		13.27	2.65	100.00	0.00		
TOTAL		500.00					

**REPRESENTACION GRAFICA**  
**TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**



**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*Orlando Ponce Perez*  
DNI 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA



**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*Eduardo Argenio Pari Palli*  
CIP N° 06510  
INGENIERO CIVIL



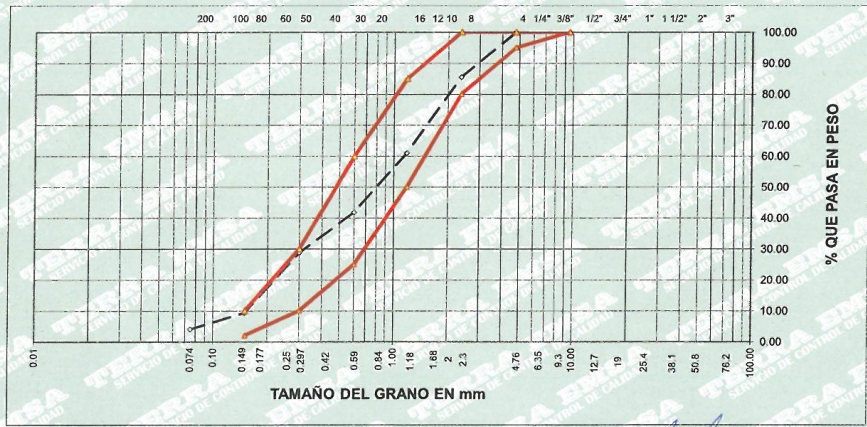


**PROYECTO** : "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ ,  $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , Puno-2022"  
**SOLICITA** : Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo  
**CANTERA** : AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO: Unucolla  
**MUESTRA** : AGREGADO FINO CON 35% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO  
**FECHA** : jueves, 31 de Marzo de 2022

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
(ASTM D-422)

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO O PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						Peso inicial : 500.00 gr
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA
1"	25.000						Módulo de fineza : 2.73
3/4"	19.000						Peso específico : 2.62 g/cm <sup>3</sup>
1/2"	12.500						Peso Unit. Suelto : 1.615 tn/m <sup>3</sup>
3/8"	9.500				100.00	100.00	Peso Unit. Vanillado : 1.726 tn/m <sup>3</sup>
1/4"	6.300					100.00	Humedad Natural : 8.14 %
No.04	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100	Absorción : 1.67 %
No.08	2.360	72.31	14.46	14.46	85.54	80 - 100	
No.16	1.180	122.66	24.53	38.99	61.01	50 - 85	
No.30	0.600	95.64	19.13	58.12	41.88	25 - 60	
No.50	0.300	65.48	13.10	71.22	28.78	10 - 30.	
No.100	0.150	96.97	19.39	90.61	9.39	2 - 10.	
No.200	0.075	26.40	5.28	95.89	4.11		
<No.200		20.54	4.11	100.00	0.00		
TOTAL		500.00					

**REPRESENTACION GRAFICA**  
**TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**



**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Orlando Ponce Perez  
DMI 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA



**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Eduardo Arce Pari Palli  
CIP: N° 60510  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO	: Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> , f <sub>c</sub> =280kg/cm <sup>2</sup> , Puno-2022"
SOLICITA	: Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
CANTERA	: AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO: Unucolla
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO - AGREGADO FINO CON 0% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO
FECHA	: Lunes, 4 de Abril de 2022

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**  
(ASTM C-128)

AGREGADO FINO				
DESCRIPCION	UND.	N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A) Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr	300.50	300.30	300.40
B) Peso frasco + H2O gr.	gr	656.00	656.00	656.00
C) Peso frasco + H2O + A gr.	gr	838.10	838.20	838.20
D) Peso material + H2O en el frasco gr.	gr	956.50	956.30	956.40
E) Volumen de masa + volumen de vacíos =D-C	cm <sup>3</sup>	118.40	118.10	118.20
F) Peso material seco gr.	gr	292.20	292.50	292.60
G) Volumen de masa = E-(A-F)	cm <sup>3</sup>	110.10	110.30	110.40
P.E. Bulk (base seca) = F/E	g/cm <sup>3</sup>	2.47	2.48	2.48
P.E. Bulk (base saturada) = A/E	g/cm <sup>3</sup>	2.54	2.54	2.54
P.E. Aparente (base seca) = F/G	g/cm <sup>3</sup>	2.65	2.65	2.65
% de Absorción = ((A-F)/F)X100		2.84	2.67	2.67
<b>PESO ESPECIFICO gr/cm<sup>3</sup></b>		<b>2.541</b>	<b>% DE ABSORCION</b>	<b>2.72</b>

AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCION	UND.	N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr	600.00	500.00	500.10
B) Peso frasco + H2O gr.	gr	1446.93	1446.93	1446.93
C) Peso frasco + H2O + A gr.	gr	1810.50	1750.80	1751.00
D) Peso material + H2O en el frasco gr.	gr	2046.93	1946.93	1947.03
E) Volumen de masa + volumen de vacíos =D-C	gr	236.43	196.13	196.03
F) Peso material seco gr.	cm <sup>3</sup>	590.70	490.90	491.00
G) Volumen de masa = E-(A-F)	gr	227.13	187.03	186.93
P.E. Bulk (base seca) = F/E	cm <sup>3</sup>	2.50	2.50	2.50
P.E. Bulk (base saturada) = A/E	g/cm <sup>3</sup>	2.54	2.55	2.55
P.E. Aparente (base seca) = F/G	g/cm <sup>3</sup>	2.60	2.62	2.63
% de Absorción = ((A-F)/F)X100	g/cm <sup>3</sup>	1.57	1.85	1.85
<b>PESO ESPECIFICO gr/cm<sup>3</sup></b>		<b>2.546</b>	<b>% DE ABSORCION</b>	<b>1.76</b>

Observación:

**Orlando Ponce Perez**  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA

**Eduardo Arzento Pari Palla**  
CIP: N° 3510  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> , f <sub>c</sub> =280kg/cm <sup>2</sup> , Puno-2022"
SOLICITA	: Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
CANTERA	: AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO: Unucolla
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO - AGREGADO FINO CON 5% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO
FECHA	: Lunes, 4 de Abril de 2022

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**  
(ASTM C-128)

AGREGADO FINO				
DESCRIPCION	UND.	N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A) Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr	300.20	300.30	300.20
B) Peso frasco + H2O gr.	gr.	656.00	656.00	656.00
C) Peso frasco + H2O + A gr.	gr	839.70	839.30	839.60
D) Peso material + H2O en el frasco gr.	gr	956.20	956.30	956.20
E) Volumen de masa + volumen de vacíos =D-C	cm <sup>3</sup>	116.50	117.00	116.60
F) Peso material seco gr.	gr	293.90	293.60	293.90
G) Volumen de masa = E-(A-F)	cm <sup>3</sup>	110.20	110.30	110.30
P. E. Bulk (base seca) = F/E	g/cm <sup>3</sup>	2.52	2.51	2.52
P. E. Bulk (base saturada) = A/E	g/cm <sup>3</sup>	2.58	2.57	2.57
P. E. Aparente (base seca) = F/G	g/cm <sup>3</sup>	2.67	2.66	2.66
% de Absorción = ((A-F)/F)X100		2.14	2.28	2.14
<b>PESO ESPECIFICO gr/cm<sup>3</sup></b>		<b>2.573</b>	<b>% DE ABSORCION</b>	<b>2.19</b>

AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCION	UND.	N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr	600.00	500.00	500.10
B) Peso frasco + H2O gr.	gr	1446.93	1446.93	1446.93
C) Peso frasco + H2O + A gr.	gr	1810.50	1750.80	1751.00
D) Peso material + H2O en el frasco gr.		2046.93	1946.93	1947.03
E) Volumen de masa + volumen de vacíos =D-C	gr	236.43	196.13	196.03
F) Peso material seco gr.	cm <sup>3</sup>	590.70	490.90	491.00
G) Volumen de masa = E-(A-F)	gr	227.13	187.03	186.93
P. E. Bulk (base seca) = F/E	cm <sup>3</sup>	2.50	2.50	2.50
P. E. Bulk (base saturada) = A/E	g/cm <sup>3</sup>	2.54	2.55	2.55
P. E. Aparente (base seca) = F/G	g/cm <sup>3</sup>	2.60	2.62	2.63
% de Absorción = ((A-F)/F)X100	g/cm <sup>3</sup>	1.57	1.85	1.85
<b>PESO ESPECIFICO gr/cm<sup>3</sup></b>		<b>2.546</b>	<b>% DE ABSORCION</b>	<b>1.76</b>

Observación:

**Orlando Ponce Perez**  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA

**Eduardo Arrieta Pari Palki**  
CIP: 1400610  
INGENIERO CIVIL





<b>PROYECTO</b>	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> , f <sub>c</sub> =280kg/cm <sup>2</sup> , Puno-2022"
<b>SOLICITA</b>	: Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
<b>CANTERA</b>	: AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO: Unucolla
<b>MUESTRA</b>	: AGREGADO GRUESO - AGREGADO FINO CON 15% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO
<b>FECHA</b>	: Lunes, 4 de Abril de 2022

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**  
(ASTM C-128)

AGREGADO FINO				
DESCRIPCION	UND	N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A) Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr	300.30	300.40	300.40
B) Peso frasco + H2O gr.	gr	656.00	656.00	656.00
C) Peso frasco + H2O + A gr.	gr	840.00	839.80	839.70
D) Peso material + H2O en el frasco gr.	gr	956.30	956.40	956.40
E) Volumen de masa + volumen de vacios =D-C	cm <sup>3</sup>	116.30	116.60	116.70
F) Peso material seco gr.	gr	294.80	293.90	293.90
G) Volumen de masa = E-(A-F)	cm <sup>3</sup>	110.80	110.10	110.20
P.E. Bulk (base seca) = F/E	g/cm <sup>3</sup>	2.53	2.52	2.52
P.E. Bulk (base saturada) = A/E	g/cm <sup>3</sup>	2.58	2.58	2.57
P.E. Aparente (base seca) = F/G	g/cm <sup>3</sup>	2.66	2.67	2.67
% de Absorción = ((A-F)/F)X100		1.87	2.21	2.21
<b>PESO ESPECIFICO gr/cm<sup>3</sup></b>		<b>2.578</b>	<b>% DE ABSORCION</b>	<b>2.10</b>

AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCION	UND	N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr	600.00	500.00	500.10
B) Peso frasco + H2O gr.	gr	1446.93	1446.93	1446.93
C) Peso frasco + H2O + A gr.	gr	1810.50	1750.80	1751.00
D) Peso material + H2O en el frasco gr.		2046.93	1946.93	1947.03
E) Volumen de masa + volumen de vacios =D-C	gr	236.43	196.13	196.03
F) Peso material seco gr.	cm <sup>3</sup>	590.70	490.90	491.00
G) Volumen de masa = E-(A-F)	gr	227.13	187.03	186.93
P.E. Bulk (base seca) = F/E	cm <sup>3</sup>	2.50	2.50	2.50
P.E. Bulk (base saturada) = A/E	g/cm <sup>3</sup>	2.54	2.55	2.55
P.E. Aparente (base seca) = F/G	g/cm <sup>3</sup>	2.60	2.62	2.63
% de Absorción = ((A-F)/F)X100	g/cm <sup>3</sup>	1.57	1.85	1.85
<b>PESO ESPECIFICO gr/cm<sup>3</sup></b>		<b>2.546</b>	<b>% DE ABSORCION</b>	<b>1.76</b>

Observación:



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Orlando Ponce Perez  
DNI 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Eduardo Antonio Pari Palti  
CIP: 1200510  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto fc=210kg/cm <sup>2</sup> , fc=280kg/cm <sup>2</sup> , Puno-2022"
SOLICITA	: Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambal, Rony Grimaldo
CANTERA	: AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO: Unucolla
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO - AGREGADO FINO CON 25% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO
FECHA	: Lunes, 4 de Abril de 2022

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**  
(ASTM C-128)

AGREGADO FINO				
DESCRIPCION	UND.	N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A) Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr	300.40	300.50	300.40
B) Peso frasco + H2O gr.	gr.	656.00	656.00	656.00
C) Peso frasco + H2O + A gr.	gr	840.80	840.50	840.50
D) Peso material + H2O en el frasco gr.	gr	956.40	956.50	956.40
E) Volumen de masa + volumen de vacíos =D-C	cm <sup>3</sup>	115.60	116.00	115.90
F) Peso material seco gr.	gr	293.80	294.20	294.30
G) Volumen de masa = E-(A-F)	cm <sup>3</sup>	109.00	109.70	109.80
P.E. Bulk (base seca) = F/E	g/cm <sup>3</sup>	2.54	2.54	2.54
P.E. Bulk (base saturada) = A/E	g/cm <sup>3</sup>	2.60	2.59	2.59
P.E. Aparente (base seca) = F/G	g/cm <sup>3</sup>	2.70	2.68	2.68
% de Absorción = ((A-F)/F)X100		2.25	2.14	2.07
<b>PESO ESPECIFICO gr/cm<sup>3</sup></b>		<b>2.594</b>	<b>% DE ABSORCION</b>	<b>2.15</b>

AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCION	UND.	N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr	600.00	500.00	500.10
B) Peso frasco + H2O gr.	gr	1446.93	1446.93	1446.93
C) Peso frasco + H2O + A gr.	gr	1810.50	1750.80	1751.00
D) Peso material + H2O en el frasco gr.		2046.93	1946.93	1947.03
E) Volumen de masa + volumen de vacíos =D-C	gr	236.43	196.13	196.03
F) Peso material seco gr.	cm <sup>3</sup>	590.70	490.90	491.00
G) Volumen de masa = E-(A-F)	gr	227.13	187.03	186.93
P.E. Bulk (base seca) = F/E	cm <sup>3</sup>	2.50	2.50	2.50
P.E. Bulk (base saturada) = A/E	g/cm <sup>3</sup>	2.54	2.55	2.55
P.E. Aparente (base seca) = F/G	g/cm <sup>3</sup>	2.60	2.62	2.63
% de Absorción = ((A-F)/F)X100	g/cm <sup>3</sup>	1.57	1.85	1.85
<b>PESO ESPECIFICO gr/cm<sup>3</sup></b>		<b>2.546</b>	<b>% DE ABSORCION</b>	<b>1.76</b>

Observación:

  
**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Oriando Ponce Perez  
DNI 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA

  
**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Ewaldy Armenta Pantoja  
CIP/N° 00310  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO	"Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto fc=210kg/cm <sup>2</sup> , fe=280kg/cm <sup>2</sup> , Puno-2022"
SOLICITA	Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambl, Rony Grimaldo
CANTERA	AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO: Unucolla
MUESTRA	AGREGADO GRUESO - AGREGADO FINO CON 35% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO
FECHA	Lunes, 4 de Abril de 2022

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**  
(ASTM C-128)

AGREGADO FINO				
DESCRIPCION	UND	N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A) Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr	300.00	300.60	300.50
B) Peso frasco + H2O gr.	gr	656.00	656.00	656.00
C) Peso frasco + H2O + A gr.	gr	841.80	842.00	841.90
D) Peso material + H2O en el frasco gr.	gr	956.00	956.60	956.50
E) Volumen de masa + volumen de vacios =D-C	cm <sup>3</sup>	114.20	114.60	114.60
F) Peso material seco gr.	gr	295.60	295.30	295.40
G) Volumen de masa = E-(A-F)	cm <sup>3</sup>	109.80	109.30	109.50
P.E. Bulk (base seca) = F/E	g/cm <sup>3</sup>	2.59	2.58	2.58
P.E. Bulk (base saturada) = A/E	g/cm <sup>3</sup>	2.63	2.62	2.62
P.E. Aparente (base seca) = F/G	g/cm <sup>3</sup>	2.69	2.70	2.70
% de Absorción = ((A-F)/F)X100		1.49	1.79	1.73
<b>PESO ESPECIFICO gr/cm<sup>3</sup></b>		<b>2.624</b>	<b>% DE ABSORCION</b>	<b>1.67</b>

AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCION	UND	N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr	600.00	500.00	500.10
B) Peso frasco + H2O gr.	gr	1446.93	1446.93	1446.93
C) Peso frasco + H2O + A gr.	gr	1810.50	1750.80	1751.00
D) Peso material + H2O en el frasco gr.	gr	2046.93	1946.93	1947.03
E) Volumen de masa + volumen de vacios =D-C	gr	236.43	196.13	196.03
F) Peso material seco gr.	cm <sup>3</sup>	590.70	490.90	491.00
G) Volumen de masa = E-(A-F)	gr	227.13	187.03	186.93
P.E. Bulk (base seca) = F/E	cm <sup>3</sup>	2.50	2.50	2.50
P.E. Bulk (base saturada) = A/E	g/cm <sup>3</sup>	2.54	2.55	2.55
P.E. Aparente (base seca) = F/G	g/cm <sup>3</sup>	2.60	2.62	2.63
% de Absorción = ((A-F)/F)X100	g/cm <sup>3</sup>	1.57	1.85	1.85
<b>PESO ESPECIFICO gr/cm<sup>3</sup></b>		<b>2.546</b>	<b>% DE ABSORCION</b>	<b>1.76</b>

Observación:

Orlando Ponce Perez  
DNI 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA

Eduardo Arroyo Pari Patti  
CIP/N° 99610  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> , f <sub>c</sub> =280kg/cm <sup>2</sup> , Puno-2022"
SOLICITA	: Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
CANTERA	: AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO: Unucolla
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO - AGREGADO FINO CON 0% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO
FECHA	: Jueves, 7 de Abril de 2022

PESOS UNITARIOS (ASTM C-128)				
AGREGADO GRUESO				
PESO UNITARIO SUELTO				
Número de muestras	UND	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	14,571.0	14,564.0	14,569.0
B. Peso del molde	gr	3548.0	3548.0	3548.0
C. Peso del material	gr	11023.0	11016.0	11021.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	7,036.0	7,036.0	7,036.0
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.567	1.566	1.566
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.566		
PESO UNITARIO VARILLADO				
Número de muestras	UND	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	15,254.0	15,310.0	15,282.0
B. Peso del molde	gr	3548.0	3548.0	3548.0
C. Peso del material	gr	11706.0	11762.0	11734.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	7,036.0	7,036.0	7,036.0
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.664	1.672	1.668
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.668		
AGREGADO FINO				
PESO UNITARIO SUELTO				
Número de muestras	UND	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	14,875.0	14,868.0	14,873.0
B. Peso del molde	gr	3548.0	3548.0	3548.0
C. Peso del material	gr	11327.0	11320.0	11325.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	7,036.0	7,036.0	7,036.0
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.610	1.609	1.610
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.609		
PESO UNITARIO VARILLADO				
Número de muestras	UND	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	15,422.0	15,430.0	15,445.0
B. Peso del molde	gr	3548.0	3548.0	3548.0
C. Peso del material	gr	11874.0	11882.0	11897.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	7,036.0	7,036.0	7,036.0
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.688	1.689	1.691
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.689		

**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*[Firma]*  
**Orlando Ponce Perez**  
DNI: 70123132  
TECNICO LABORATORISTA

**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*[Firma]*  
**Eduardo Arsenio Pari Palli**  
CIP: N° 00810  
INGENIERO CIVIL





<b>PROYECTO</b>	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto fc=210kg/cm2, f'c=280kg/cm2, Puno-2022"
<b>SOLICITA</b>	: Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
<b>CANTERA</b>	: AGREGADO FINO - Unucolla - AGREGADO GRUESO - Unucolla
<b>MUESTRA</b>	: AGREGADO GRUESO - AGREGADO FINO CON 5% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO
<b>FECHA</b>	: jueves, 7 de Abril de 2022

PESOS UNITARIOS (ASTM C-128)				
AGREGADO GRUESO				
PESO UNITARIO SUELTO				
Número de muestras	UND.	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	14.571.0	14.564.0	14.569.0
B. Peso del molde	gr	3548.0	3548.0	3548.0
C. Peso del material	gr	11023.0	11016.0	11021.0
D. Volumen del molde	cm3	7.036.0	7.036.0	7.036.0
E. Peso unitario	g/cm3	1.567	1.566	1.566
F. Promedio	g/cm3	1.566		
PESO UNITARIO VARILLADO				
Número de muestras	UND.	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	15.254.0	15.310.0	15.282.0
B. Peso del molde	gr	3548.0	3548.0	3548.0
C. Peso del material	gr	11706.0	11762.0	11734.0
D. Volumen del molde	cm3	7.036.0	7.036.0	7.036.0
E. Peso unitario	g/cm3	1.664	1.672	1.668
F. Promedio	g/cm3	1.668		
AGREGADO FINO				
PESO UNITARIO SUELTO				
Número de muestras	UND.	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	14.851.0	14.809.0	14.861.0
B. Peso del molde	gr	3548.0	3548.0	3548.0
C. Peso del material	gr	11303.0	11261.0	11313.0
D. Volumen del molde	cm3	7.036.0	7.036.0	7.036.0
E. Peso unitario	g/cm3	1.606	1.600	1.608
F. Promedio	g/cm3	1.605		
PESO UNITARIO VARILLADO				
Número de muestras	UND.	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	15.429.0	15.477.0	15.458.0
B. Peso del molde	gr	3548.0	3548.0	3548.0
C. Peso del material	gr	11881.0	11929.0	11910.0
D. Volumen del molde	cm3	7.036.0	7.036.0	7.036.0
E. Peso unitario	g/cm3	1.689	1.695	1.693
F. Promedio	g/cm3	1.692		



Orlando Ponce Perez  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA

Eduardo Artemio Pari Palli  
CIP: N° 90510  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto fc=210kg/cm2, fc=280kg/cm2, Puno-2022"
SOLICITA	: Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
CANTERA	: AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO: Unucolla
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO - AGREGADO FINO CON 15% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO
FECHA	: jueves, 7 de Abril de 2022

PESOS UNITARIOS (ASTM C-128)				
AGREGADO GRUESO				
PESO UNITARIO SUELTO				
Número de muestras	UND.	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	14,571.0	14,564.0	14,569.0
B. Peso del molde	gr	3548.0	3548.0	3548.0
C. Peso del material	gr	11023.0	11016.0	11021.0
D. Volumen del molde	cm3	7,036.0	7,036.0	7,036.0
E. Peso unitario	g/cm3	1,567	1,566	1,566
F. Promedio	g/cm3	1,566		
PESO UNITARIO VARILLADO				
Número de muestras	UND.	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	15,254.0	15,310.0	15,282.0
B. Peso del molde	gr	3548.0	3548.0	3548.0
C. Peso del material	gr	11706.0	11762.0	11734.0
D. Volumen del molde	cm3	7,036.0	7,036.0	7,036.0
E. Peso unitario	g/cm3	1,664	1,672	1,668
F. Promedio	g/cm3	1,668		
AGREGADO FINO				
PESO UNITARIO SUELTO				
Número de muestras	UND.	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	20,609.0	20,597.0	20,623.0
B. Peso del molde	gr	3866.0	3866.0	3866.0
C. Peso del material	gr	16743.0	16731.0	16757.0
D. Volumen del molde	cm3	10,315.5	10,315.5	10,315.5
E. Peso unitario	g/cm3	1,623	1,622	1,624
F. Promedio	g/cm3	1,623		
PESO UNITARIO VARILLADO				
Número de muestras	UND.	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	21,383.0	21,333.0	21,359.0
B. Peso del molde	gr	3866.0	3866.0	3866.0
C. Peso del material	gr	17517.0	17467.0	17493.0
D. Volumen del molde	cm3	10,315.5	10,315.5	10,315.5
E. Peso unitario	g/cm3	1,698	1,693	1,696
F. Promedio	g/cm3	1,696		



Orlando Ponce Perez  
DNI 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA



Eduardo Astemio Pari Palli  
CIP: N° 90810  
INGENIERO CIVIL





<b>PROYECTO</b>	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> , f <sub>c</sub> '=280kg/cm <sup>2</sup> , Puno-2022"
<b>SOLICITA</b>	: Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
<b>CANTERA</b>	: AGREGADO FINO - Unucolla - AGREGADO GRUESO: Unucolla
<b>MUESTRA</b>	: AGREGADO GRUESO - AGREGADO FINO CON 25% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO
<b>FECHA</b>	: Jueves, 7 de Abril de 2022

PESOS UNITARIOS (ASTM C-128)				
AGREGADO GRUESO				
PESO UNITARIO SUELTO				
Número de muestras	UND	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	14,571.0	14,564.0	14,569.0
B. Peso del molde	gr	3548.0	3548.0	3548.0
C. Peso del material	gr	11023.0	11016.0	11021.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	7,036.0	7,036.0	7,036.0
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.567	1.566	1.566
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.566		
PESO UNITARIO VARILLADO				
Número de muestras	UND	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	15,254.0	15,310.0	15,282.0
B. Peso del molde	gr	3548.0	3548.0	3548.0
C. Peso del material	gr	11706.0	11762.0	11734.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	7,036.0	7,036.0	7,036.0
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.664	1.672	1.668
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.668		
AGREGADO FINO				
PESO UNITARIO SUELTO				
Número de muestras	UND	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	20,610.0	20,605.0	20,589.0
B. Peso del molde	gr	3866.0	3866.0	3866.0
C. Peso del material	gr	16744.0	16739.0	16723.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	10,315.5	10,315.5	10,315.5
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.623	1.623	1.621
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.622		
PESO UNITARIO VARILLADO				
Número de muestras	UND	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	21,664.0	21,686.0	21,678.0
B. Peso del molde	gr	3866.0	3866.0	3866.0
C. Peso del material	gr	17798.0	17820.0	17812.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	10,315.5	10,315.5	10,315.5
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.725	1.727	1.727
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.727		

**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*Orlando Ponce Perez*  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA

**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*Eduardo Artzuno Pari Palli*  
CIP: N° 60610  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> , f <sub>c</sub> =280kg/cm <sup>2</sup> , Puno-2022"
SOLICITA	: Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambí, Rony Grimaldo
CANTERA	: AGREGADO FINO - Unucolla - AGREGADO GRUESO - Unucolla
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO - AGREGADO FINO CON 35% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO
FECHA	: jueves, 7 de Abril de 2022

PESOS UNITARIOS (ASTM C-128)				
AGREGADO GRUESO				
PESO UNITARIO SUELTO				
Número de muestras	UND.	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	14,571.0	14,564.0	14,569.0
B. Peso del molde	gr	3548.0	3548.0	3548.0
C. Peso del material	gr	11023.0	11016.0	11021.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	7,036.0	7,036.0	7,036.0
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.567	1.566	1.566
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.566		
PESO UNITARIO VARILLADO				
Número de muestras	UND.	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	15,254.0	15,310.0	15,282.0
B. Peso del molde	gr	3548.0	3548.0	3548.0
C. Peso del material	gr	11706.0	11762.0	11734.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	7,036.0	7,036.0	7,036.0
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.664	1.672	1.668
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.668		
AGREGADO FINO				
PESO UNITARIO SUELTO				
Número de muestras	UND.	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	20,561.0	20,496.0	20,514.0
B. Peso del molde	gr	3866.0	3866.0	3866.0
C. Peso del material	gr	16695.0	16630.0	16648.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	10,315.5	10,315.5	10,315.5
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.618	1.612	1.614
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.615		
PESO UNITARIO VARILLADO				
Número de muestras	UND.	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	21,646.0	21,657.0	21,697.0
B. Peso del molde	gr	3866.0	3866.0	3866.0
C. Peso del material	gr	17780.0	17791.0	17831.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	10,315.5	10,315.5	10,315.5
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.724	1.725	1.729
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.726		

TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Orlando Ponce Perez  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA

TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Ed. Arleno Pari Palli  
CIP: N° 90510  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto fc=210kg/cm2, fc=280kg/cm2, Puño-2022"
SOLICITA	: Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambí, Rony Grimaldo
CANTERA	: AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO: Unucolla
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO - AGREGADO FINO CON 0% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO
FECHA	: jueves, 31 de Marzo de 2022

**CONTENIDO DE HUMEDAD %**  
(ASTM D - 2216)

DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS	
		1	2
1 PESO DEL SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	gr.	374.40	401.60
2 PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	gr.	364.10	389.50
3 PESO DEL AGUA	gr.	10.30	12.10
4 PESO DEL RECIPIENTE	gr.	70.10	67.60
5 PESO DEL SUELO SECO	gr.	294.00	321.90
6 % DE HUMEDAD	%	3.50	3.76
7 % DE HUMEDAD PROMEDIO	%	3.63	

DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS	
		1	2
1 PESO DEL SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	gr.	280.76	299.05
2 PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	gr.	268.17	284.92
3 PESO DEL AGUA	gr.	12.59	14.13
4 PESO DEL RECIPIENTE	gr.	66.39	65.02
5 PESO DEL SUELO SECO	gr.	201.78	219.90
6 % DE HUMEDAD	%	6.24	6.43
7 % DE HUMEDAD PROMEDIO	%	6.33	



**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Orlando Ponce Perez  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA

**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Eduardo Arjento/Pari Palli  
CIP N° 93510  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto fc=210kg/cm2, fc=280kg/cm2, Puno-2022"
SOLICITA	: Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zele Chambí, Rony Grimaldo
CANTERA	: AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO: Unucolla
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO - AGREGADO FINO CON 5% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO
FECHA	: Jueves, 31 de Marzo de 2022

**CONTENIDO DE HUMEDAD %**  
(ASTM D - 2216)

AGREGADO GRUESO			
DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS	
		1	2
1 PESO DEL SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	gr	374.40	401.60
2 PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	gr	364.10	389.50
3 PESO DEL AGUA	gr	10.30	12.10
4 PESO DEL RECIPIENTE	gr	70.10	67.60
5 PESO DEL SUELO SECO	gr	294.00	321.90
6 % DE HUMEDAD	%	3.50	3.76
7 % DE HUMEDAD PROMEDIO	%	3.63	

AGREGADO FINO			
DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS	
		1	2
1 PESO DEL SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	gr	208.70	216.26
2 PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	gr	200.18	207.17
3 PESO DEL AGUA	gr	8.52	9.09
4 PESO DEL RECIPIENTE	gr	68.05	67.94
5 PESO DEL SUELO SECO	gr	132.13	139.23
6 % DE HUMEDAD	%	6.45	6.53
7 % DE HUMEDAD PROMEDIO	%	6.49	



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Orlando Ponce Perez  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Eduardo Artemio Pari Palli  
CIP: N° 60510  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto fc=210kg/cm <sup>2</sup> , fc=280kg/cm <sup>2</sup> , Puno-2022"
SOLICITA	: Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
CANTERA	: AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO: Unucolla
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO - AGREGADO FINO CON 15% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO
FECHA	: Jueves, 31 de Marzo de 2022

**CONTENIDO DE HUMEDAD %**  
(ASTM D - 2216)

**AGREGADO GRUESO**

DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS	
		1	2
1 PESO DEL SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	gr	374.40	401.60
2 PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	gr	364.10	389.50
3 PESO DEL AGUA	gr	10.30	12.10
4 PESO DEL RECIPIENTE	gr	70.10	67.60
5 PESO DEL SUELO SECO	gr	294.00	321.90
6 % DE HUMEDAD	%	3.50	3.76
7 % DE HUMEDAD PROMEDIO	%	3.63	

**AGREGADO FINO**

DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS	
		1	2
1 PESO DEL SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	gr	210.82	203.80
2 PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	gr	201.18	194.60
3 PESO DEL AGUA	gr	9.64	9.20
4 PESO DEL RECIPIENTE	gr	65.59	65.02
5 PESO DEL SUELO SECO	gr	135.59	129.58
6 % DE HUMEDAD	%	7.11	7.10
7 % DE HUMEDAD PROMEDIO	%	7.10	



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Orlando Ponce Perez  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Eduardo Memo Pari Patti  
CIP: N° 00510  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto fc=210kg/cm2, fc=280kg/cm2, Puno-2022"
SOLICITA	: Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambí, Rony Grimaldo
CANTERA	: AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO: Unucolla
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO - AGREGADO FINO CON 25% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO
FECHA	: Jueves, 31 de Marzo de 2022

**CONTENIDO DE HUMEDAD %**  
(ASTM D - 2216)

AGREGADO GRUESO			
DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS	
		1	2
1 PESO DEL SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	gr	374.40	401.60
2 PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	gr	364.10	389.50
3 PESO DEL AGUA	gr	10.30	12.10
4 PESO DEL RECIPIENTE	gr	70.10	67.60
5 PESO DEL SUELO SECO	gr	294.00	321.90
6 % DE HUMEDAD	%	3.50	3.76
7 % DE HUMEDAD PROMEDIO	%	3.63	

AGREGADO FINO			
DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS	
		1	2
1 PESO DEL SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	gr	219.36	219.33
2 PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	gr	206.40	208.28
3 PESO DEL AGUA	gr	12.96	11.05
4 PESO DEL RECIPIENTE	gr	39.43	65.17
5 PESO DEL SUELO SECO	gr	166.97	143.11
6 % DE HUMEDAD	%	7.76	7.72
7 % DE HUMEDAD PROMEDIO	%	7.74	

  
TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Orlando Ponce Perez  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA

  
TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Eduardo Prieto Pari Pati  
CIP: N° 60810  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto fc=210kg/cm2, fc=280kg/cm2, Puno-2022"
SOLICITA	: Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
CANTERA	: AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO: Unucolla
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO - AGREGADO FINO CON 35% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO
FECHA	: jueves, 31 de Marzo de 2022

**CONTENIDO DE HUMEDAD %**  
(ASTM D - 2216)

AGREGADO GRUESO			
DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS	
		1	2
1 PESO DEL SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	gr	374.40	401.60
2 PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	gr	364.10	389.50
3 PESO DEL AGUA	gr	10.30	12.10
4 PESO DEL RECIPIENTE	gr	70.10	67.60
5 PESO DEL SUELO SECO	gr	294.00	321.90
6 % DE HUMEDAD	%	3.50	3.76
7 % DE HUMEDAD PROMEDIO	%	3.63	

AGREGADO FINO			
DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS	
		1	2
1 PESO DEL SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	gr	224.04	216.65
2 PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	gr	212.04	205.16
3 PESO DEL AGUA	gr	12.00	11.49
4 PESO DEL RECIPIENTE	gr	68.31	60.12
5 PESO DEL SUELO SECO	gr	143.73	145.04
6 % DE HUMEDAD	%	8.35	7.92
7 % DE HUMEDAD PROMEDIO	%	8.14	

  
**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Orlando Ponce Perez  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA

  
**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Eduardo Arroyo Pari Palli  
CIP: N° 40510  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO:	"Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> , f <sub>c</sub> =280kg/cm <sup>2</sup> , Puno-2022"
SOLICITA	Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
CANTERA	AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO: Unucolla
MUESTRA	CONCRETO PATRON
FECHA	lunes, 11 de Abril de 2022

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO**

**f<sub>c</sub> = 210 kg/cm<sup>2</sup>**

**CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO:**

**CEMENTO RUMI TIPO IP**

Peso Especifico : 2.85 Tn/m<sup>3</sup>

Resistencia Requerida

f<sub>c</sub> = 294 kg/cm<sup>2</sup>

**CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS:**

	Und.	A. Fino	A. Grueso
Peso Unif. Seco Compactado	Kg/m <sup>3</sup>	1.689	1.668
Peso Unitario Seco Suelto	Kg/m <sup>3</sup>	1.609	1.566
Peso Especifico de la masa	gr/cc	2.54	2.55
Contenido de Humedad	%	6.33	3.63
Porcentaje de Absorción	%	2.72	1.76
Módulo de Fineza		2.98	6.95
Tamaño Máximo	pulg.	—	1"

**DATOS DE DISEÑO**

Clima : frio  
Slump : 3" a 4"  
Agua /m<sup>3</sup> : 193.00  
Contenido de Aire : 1.50%  
Con Aditivos : NO AIR MIX 200 = 5%  
Relación agua - cemento : 0.560  
Volumen de agregado grueso : 0.652

Factor de Cemento : 345 Kg/m<sup>3</sup> **8.11 Bis/M3**

Peso del Agregado Grueso : 1088 kg  
Volumen del Agregado Fino : 0.245 m<sup>3</sup>  
% Agregado Grueso : 75.54% 0.76  
% Agregado Fino : 24.46% 0.24

**1. VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS MATERIALES POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO:**

Cemento	: 344.64	/	2.85	=	0.121
Agua	: 193.00	/	1.000	=	0.193
Aire	: 1.50	/	100	=	0.015
Agregado Grueso	: 1088	/	2.55	=	0.426
Agregado Fino	:			=	0.245
					<u>1.000</u>

**2. PESO SECO DE LOS MATERIALES POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO:**

Cemento		=	345	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	0.4265 x 2.550	=	1088	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	0.2446 x 2.540	=	621	kg/m <sup>3</sup>
Agua Diseño		=	193	Lts/m <sup>3</sup>
			<u>2246</u>	<u>Kg/m<sup>3</sup></u>

**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*Orlando Ponce Perez*  
DNI: 70123132  
TECNICO LABORATORISTA

**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*Eduardo Artemio Pari Palli*  
CIP: N° 90510  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO:	"Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> , f <sub>c</sub> =280kg/cm <sup>2</sup> , Puno-2022"
SOLICITA	Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
CANTERA	AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO: Unucolla
MUESTRA	CONCRETO PATRON
FECHA	lunes, 11 de Abril de 2022

### DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

f<sub>c</sub> = 210 kg/cm<sup>2</sup>

#### 3. CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN:

Agregado Grueso	3.63	1.76	x	1088	=	20.34	Lts.	
Agregado Fino	6.33	2.72	x	621	=	22.43	Lts.	
Agua Efectiva	193.0	-		22.43	20.34	=	150	Lts.

#### 4. PESO DE MATERIALES CORREGIDOS POR M3 DE CONCRETO:

Cemento					=	345	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	1088	*		1.0363	=	1127	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	621	*		1.0633	=	661	kg/m <sup>3</sup>
Agua					=	150	Lts/m <sup>3</sup>
						2282	Kg/m <sup>3</sup>

#### 5. LAS PROPORCIONES EN PESO SECO SERAN:

Cemento	:	345	/	345	=	1
Agregado Grueso	:	1088	/	345	=	3.16
Agregado Fino	:	621	/	345	=	1.80
Agua	:	193	/	345	=	0.56

#### 6. PESO DE MATERIALES POR BOLSA:

Cemento	:	1	x	42.5	=	42.50	kg/bolsa
Agregado Grueso	:	3.16	x	42.5	=	134.11	kg/bolsa
Agregado Fino	:	1.80	x	42.5	=	76.62	kg/bolsa
Agua	:	0.56	x	42.5	=	23.80	Lts/bolsa

#### 7. LAS PROPORCIONES EN VOLUMEN EN PIE 3:

Cemento	:	42.50	/	42.50	=	1.00	pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	134.11	/	1,566	=	3.03	pie <sup>3</sup>
Agregado Fino	:	76.62	/	1,609	=	1.68	pie <sup>3</sup>
Agua efectiva	:	23.80	/	1.00	=	23.80	Lts

Componentes	Cemento	Agregado grueso	Agregado fino	Agua
Proporción	1.00	3.03	1.68	23.80

TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Orlando Ponce Perez  
DMI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA

TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Eduardo Artemio Pari Palli  
CIP: N° 80510  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO:	"Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> , f <sub>c</sub> =280kg/cm <sup>2</sup> , Puno-2022"
SOLICITA	Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
CANTERA	AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO: Unucolla
MUESTRA	CONCRETO CON 5% DE SUSTITUCIÓN DE RELAVE MINERO POR AGREGADO FINO
FECHA	lunes, 11 de Abril de 2022

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO**

f<sub>c</sub> = 210 kg/cm<sup>2</sup>

**CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO:**

**CEMENTO RUMI TIPO IP**

Peso Especifico : 2.85 Tn/m<sup>3</sup> Resistencia Requerida f<sub>c</sub> = 294 kg/cm<sup>2</sup>

**CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS:**

	Und.	A. Fino	A. Grueso
Peso Unit. Seco Compactado	Kg/m <sup>3</sup>	1.692	1.668
Peso Unitario Seco Suelto	Kg/m <sup>3</sup>	1.605	1.566
Peso Especifico de la masa	gr/cc	2.57	2.55
Contenido de Humedad	%	6.49	3.63
Porcentaje de Absorción	%	2.19	1.76
Módulo de Fineza		2.90	6.95
Tamaño Máximo	pulg.	-	1"

**DATOS DE DISEÑO**

Clima : frío  
Slump : 3" a 4"  
Agua /m<sup>3</sup> : 193.00  
Contenido de Aire : 1.50%  
Con Aditivos : NO AIR MIX 200 = 5%  
Relación agua - cemento : 0.560  
Volumen de agregado grueso : 0.660

Factor de Cemento : 345 Kg/m<sup>3</sup> **8.11 Bls/M<sup>3</sup>**

Peso del Agregado Grueso : 1101 kg  
Volumen del Agregado Fino : 0.239 m<sup>3</sup>  
% Agregado Grueso : 76.06% 0.76  
% Agregado Fino : 23.94% 0.24

**1. VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS MATERIALES POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO:**

Cemento	: 344.64	/	2.85	=	0.121
Agua	: 193.00	/	1,000	=	0.193
Aire	: 1.50	/	100	=	0.015
Agregado Grueso	: 1101	/	2.55	=	0.432
Agregado Fino	:			=	0.239
					<u>1.000</u>

**2. PESO SECO DE LOS MATERIALES POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO:**

Cemento		=	345	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	0.4317 x 2.550	=	1101	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	0.2394 x 2.570	=	615	kg/m <sup>3</sup>
Agua Diseño		=	193	Lts/m <sup>3</sup>
			<u>2254</u>	<u>Kg/m<sup>3</sup></u>



**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

*Orlando Ponce Perez*  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA



**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

*Eduardo Artemio Pari Palli*  
CIP: N° 90510  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO:	"Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> , f <sub>c</sub> =280kg/cm <sup>2</sup> , Puno-2022"
SOLICITA	Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
CANTERA	AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO: Unucolla
MUESTRA	CONCRETO CON 5% DE SUSTITUCIÓN DE RELAVE MINERO POR AGREGADO FINO
FECHA	lunes, 11 de Abril de 2022

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO**

**f<sub>c</sub> = 210 kg/cm<sup>2</sup>**

**3. CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN:**

Agregado Grueso	3.63	1.76	x	1101	=	20.59	Lts.	
Agregado Fino	6.49	2.19	x	615	=	26.45	Lts.	
Agua Efectiva	193.0	-		26.45	20.59	=	146	Lts.

**4. PESO DE MATERIALES CORREGIDOS POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO:**

Cemento					=	345	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	1101	*	1.0363		=	1141	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	615	*	1.0649		=	655	kg/m <sup>3</sup>
Agua					=	146	Lts/m <sup>3</sup>
						2287	Kg/m <sup>3</sup>

**5. LAS PROPORCIONES EN PESO SECO SERAN:**

Cemento	:	345	/	345	=	1
Agregado Grueso	:	1101	/	345	=	3.19
Agregado Fino	:	615	/	345	=	1.79
Agua	:	193	/	345	=	0.56

**6. PESO DE MATERIALES POR BOLSA:**

Cemento	:	1	x	42.5	=	42.50	kg/bolsa
Agregado Grueso	:	3.19	x	42.5	=	135.76	kg/bolsa
Agregado Fino	:	1.79	x	42.5	=	75.86	kg/bolsa
Agua	:	0.56	x	42.5	=	23.80	Lts/bolsa

**7. LAS PROPORCIONES EN VOLUMEN EN PIE<sup>3</sup>:**

Cemento	:	42.50	/	42.50	=	1.00	pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	135.76	/	1,566	=	3.06	pie <sup>3</sup>
Agregado Fino	:	75.86	/	1,605	=	1.67	pie <sup>3</sup>
Agua efectiva	:	23.80	/	1.00	=	23.80	Lts

Componentes	Cemento	Agregado grueso	Agregado fino	Agua
Proporcion	1.00	3.06	1.67	23.80



**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

*Orlando Ponce Perez*  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA



**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

*Eduardo Artemio Pari Palk*  
CIP: N° 90510  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO:	"Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> , f <sub>c</sub> =280kg/cm <sup>2</sup> , Puno-2022"
SOLICITA	Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
CANTERA	AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO: Unucolla
MUESTRA	CONCRETO CON 15% DE SUSTITUCION DE RELAVE MINERO POR AGREGADO FINO
FECHA	lunes, 11 de Abril de 2022

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO**  
f<sub>c</sub> = 210 kg/cm<sup>2</sup>

**CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO:**

CEMENTO RUMI TIPO IP	Resistencia Requerida
Peso Especifico : 2.85 Tn/m <sup>3</sup>	f <sub>c</sub> = 294 kg/cm <sup>2</sup>

**CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS:**

	Und.	A. Fino	A. Grueso
Peso Unit. Seco Compactado	Kg/m <sup>3</sup>	1.696	1.668
Peso Unitario Seco Suelto	Kg/m <sup>3</sup>	1.623	1.566
Peso Especifico de la masa	gr/cc	2.58	2.55
Contenido de Humedad	%	7.10	3.63
Porcentaje de Absorción	%	2.10	1.76
Módulo de Fineza		2.83	6.95
Tamaño Máximo	pulg.	--	1"

**DATOS DE DISEÑO**

Clima	: frío	
Slump	: 3" a 4"	
Agua /m <sup>3</sup>	: 193.00	
Contenido de Aire	: 1.50%	
Con Aditivos	: NO	AIR MIX 200 = 5%
Relación agua - cemento	: 0.560	
Volumen de agregado grueso	: 0.667	

Factor de Cemento : 345 Kg/m<sup>3</sup> **8.11 Bis/M<sup>3</sup>**

Peso del Agregado Grueso	: 1113	kg
Volumen del Agregado Fino	: 0.235	m <sup>3</sup>
% Agregado Grueso	: 76.52%	0.77
% Agregado Fino	: 23.48%	0.23

**1. VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS MATERIALES POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO:**

Cemento	: 344.64	/	2.85	=	0.121
Agua	: 193.00	/	1.000	=	0.193
Aire	: 1.50	/	100	=	0.015
Agregado Grueso	: 1113	/	2.55	=	0.436
Agregado Fino				=	0.235
					1.000

**2. PESO SECO DE LOS MATERIALES POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO:**

Cemento			=	345	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	0.4363	x	2.550	=	1113
Agregado Fino	0.2348	x	2.580	=	606
Agua Diseño				=	193
					2256
					Kg/m <sup>3</sup>



**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Orlando Ponce Perez  
CNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA



**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Edgardo Arsenio Pari Palu  
CIP: N° 20810  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO:	Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> , f <sub>c</sub> =280kg/cm <sup>2</sup> , Puno-2022
SOLICITA	Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
CANTERA	AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO: Unucolla
MUESTRA	CONCRETO CON 15% DE SUSTITUCIÓN DE RELAVE MINERO POR AGREGADO FINO
FECHA	lunes, 11 de Abril de 2022

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO**

f<sub>c</sub> = 210 kg/cm<sup>2</sup>

**3. CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN:**

Agregado Grueso	3.63	1.76	x	1113	=	20.81	Lts	
Agregado Fino	7.10	2.10	x	606	=	30.29	Lts	
Agua Efectiva	193.0	-		30.29	20.81	=	142	Lts

**4. PESO DE MATERIALES CORREGIDOS POR M3 DE CONCRETO:**

Cemento					=	345	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	1113	*	1.0363		=	1153	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	606	*	1.0710		=	649	kg/m <sup>3</sup>
Agua					=	142	Lts/m <sup>3</sup>
						2288	Kg/m <sup>3</sup>

**5. LAS PROPORCIONES EN PESO SECO SERAN:**

Cemento	:	345	/	345	=	1
Agregado Grueso	:	1113	/	345	=	3.23
Agregado Fino	:	606	/	345	=	1.76
Agua	:	193	/	345	=	0.56

**6. PESO DE MATERIALES POR BOLSA:**

Cemento	:	1	x	42.5	=	42.50	kg/bolsa
Agregado Grueso	:	3.23	x	42.5	=	137.20	kg/bolsa
Agregado Fino	:	1.76	x	42.5	=	74.70	kg/bolsa
Agua	:	0.56	x	42.5	=	23.80	Lts/bolsa

**7. LAS PROPORCIONES EN VOLUMEN EN PIE 3:**

Cemento	:	42.50	/	42.50	=	1.00	pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	137.20	/	1,566	=	3.10	pie <sup>3</sup>
Agregado Fino	:	74.70	/	1,623	=	1.63	pie <sup>3</sup>
Agua efectiva	:	23.80	/	1.00	=	23.80	Lts

Componentes	Cemento	Agregado grueso	Agregado fino	Agua
Proporción	1.00	3.10	1.63	23.80



Orlandó Ponce Perez  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA



Eduardo Atemio Pari Pallo  
CIP: N° 40810  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO:	"Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> , f <sub>c</sub> =280kg/cm <sup>2</sup> , Puno-2022"
SOLICITA	Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambl, Rony Grimaldo
CANTERA	AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO: Unucolla
MUESTRA	CONCRETO CON 25% DE SUSTITUCIÓN DE RELAVE MINERO POR AGREGADO FINO
FECHA	lunes, 11 de Abril de 2022

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO**  
f<sub>c</sub> = 210 kg/cm<sup>2</sup>

**CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO:**

CEMENTO RUMI TIPO IP	Resistencia Requerida
Peso Especifico : 2.85 Tn/m <sup>3</sup>	f <sub>c</sub> = 294 kg/cm <sup>2</sup>

**CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS:**

	Und.	A. Fino	A. Grueso
Peso Unit. Seco Compactado	Kg/m <sup>3</sup>	1.727	1.668
Peso Unitario Seco Suelto	Kg/m <sup>3</sup>	1.622	1.566
Peso Especifico de la masa	gr/cc	2.59	2.55
Contenido de Humedad	%	7.74	3.63
Porcentaje de Absorción	%	2.15	1.76
Módulo de Fineza		2.79	6.95
Tamaño Máximo	pulg.	-	1"

**DATOS DE DISEÑO**

Clima	: frío
Slump	: 3" a 4"
Agua /m <sup>3</sup>	: 193.00
Contenido de Aire	: 1.50%
Con Aditivos	: NO
Relación agua - cemento	: 0.560
Volumen de agregado grueso	: 0.671
AIR MIX 200 =	5%

Factor de Cemento : 345 Kg/m<sup>3</sup> **8.11 Bis/M3**

Peso del Agregado Grueso	: 1119	kg
Volumen del Agregado Fino	: 0.232	m <sup>3</sup>
% Agregado Grueso	: 76.78%	0.77
% Agregado Fino	: 23.22%	0.23

**1. VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS MATERIALES POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO:**

Cemento	: 344.64	/	2.85	=	0.121
Agua	: 193.00	/	1,000	=	0.193
Aire	: 1.50	/	100	=	0.015
Agregado Grueso	: 1119	/	2.55	=	0.439
Agregado Fino	:			=	0.232
					1.000

**2. PESO SECO DE LOS MATERIALES POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO:**

Cemento		=	345	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	0.4389	x	2.550	= 1119 kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	0.2322	x	2.590	= 601 kg/m <sup>3</sup>
Agua Diseño		=	193	Lts/m <sup>3</sup>
			2258	Kg/m <sup>3</sup>



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Orlando Ponce Perez  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Eduardo Aylemig Pari Palli  
CIP: N° 90510  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO:	Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> , f <sub>c</sub> =280kg/cm <sup>2</sup> , Puno-2022
SOLICITA	Br. Arce Acsara, Rulh Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
CANTERA	AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO: Unucolla
MUESTRA	CONCRETO CON 25% DE SUSTITUCIÓN DE RELAVE MINERO POR AGREGADO FINO
FECHA	lunes, 11 de Abril de 2022.

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO**

f<sub>c</sub> = 210 kg/cm<sup>2</sup>

**3. CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN:**

Agregado Grueso	3.63	1.76	x	1119	=	20.93	Lts.	
Agregado Fino	7.74	2.15	x	601	=	33.62	Lts.	
Agua Efectiva	193.0	-		33.62	20.93	=	138	Lts.

**4. PESO DE MATERIALES CORREGIDOS POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO:**

Cemento					=	345	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	1119	*	1.0363		=	1160	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	601	*	1.0774		=	648	kg/m <sup>3</sup>
Agua					=	138	Lts/m <sup>3</sup>
					=	2291	Kg/m <sup>3</sup>

**5. LAS PROPORCIONES EN PESO SECO SERAN:**

Cemento	:	345	/	345	=	1
Agregado Grueso	:	1119	/	345	=	3.25
Agregado Fino	:	601	/	345	=	1.74
Agua	:	193	/	345	=	0.56

**6. PESO DE MATERIALES POR BOLSA:**

Cemento	:	1	x	42.5	=	42.50	kg/bolsa
Agregado Grueso	:	3.25	x	42.5	=	138.02	kg/bolsa
Agregado Fino	:	1.74	x	42.5	=	74.16	kg/bolsa
Agua	:	0.56	x	42.5	=	23.80	Lts/bolsa

**7. LAS PROPORCIONES EN VOLUMEN EN PIE<sup>3</sup>:**

Cemento	:	42.50	/	42.50	=	1.00	pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	138.02	/	1,566	=	3.11	pie <sup>3</sup>
Agregado Fino	:	74.16	/	1,622	=	1.62	pie <sup>3</sup>
Agua efectiva	:	23.80	/	1.00	=	23.80	Lts

Componentes	Cemento	Agregado grueso	Agregado fino	Agua
Proporción	1.00	3.11	1.62	23.80



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

*Orlando Ponce Perez*  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

*Eduardo Artemio Pari Palte*  
CIP: N° 90510  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO:	Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , Puno-2022
SOLICITA	Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
CANTERA	AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO: Unucolla
MUESTRA	CONCRETO CON 35% DE SUSTITUCIÓN DE RELAVE MINERO POR AGREGADO FINO
FECHA	lunes, 11 de Abril de 2022

### DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

#### CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO:

##### CEMENTO RUMI TIPO IP

Peso Especifico : 2.85 Tn/m<sup>3</sup> Resistencia Requerida  $f_c = 294 \text{ kg/cm}^2$

#### CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS:

	Und.	A. Fino	A. Grueso
Peso Unif. Seco Compactado	Kg/m <sup>3</sup>	1.726	1.668
Peso Unitario Seco Suelto	Kg/m <sup>3</sup>	1.615	1.566
Peso Especifico de la masa	gr/cc	2.62	2.55
Contenido de Humedad	%	8.14	3.63
Porcentaje de Absorción	%	1.67	1.76
Módulo de Fineza		2.73	6.95
Tamaño Máximo	pulg.	--	1"

#### DATOS DE DISEÑO

Clima : frio  
Slump : 3" a 4"  
Agua /m<sup>3</sup> : 193.00  
Contenido de Aire : 1.50%  
Con Aditivos : NO AIR MIX 200 = 5%  
Relación agua - cemento : 0.560  
Volumen de agregado grueso : 0.677

Factor de Cemento : 345 Kg/m<sup>3</sup> **8.11 Bis/M3**

Peso del Agregado Grueso : 1129 kg  
Volumen del Agregado Fino : 0.228 m<sup>3</sup>  
% Agregado Grueso : 77.17% 0.77  
% Agregado Fino : 22.83% 0.23

#### 1. VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS MATERIALES POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO:

Cemento	344.64	/	2.85	=	0.121
Agua	193.00	/	1.000	=	0.193
Aire	1.50	/	100	=	0.015
Agregado Grueso	1129	/	2.55	=	0.443
Agregado Fino				=	0.228
					1.000

#### 2. PESO SECO DE LOS MATERIALES POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO:

Cemento				=	345	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	0.4428	x	2.550	=	1129	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	0.2283	x	2.620	=	598	kg/m <sup>3</sup>
Agua Diseño				=	193	Lts/m <sup>3</sup>
					2265	Kg/m <sup>3</sup>

**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Orlando Ponce Perez  
DNI 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA

**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Eduardo Artemio Pari Pañ  
CIP: N° 90510  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO:	"Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> , f <sub>c</sub> =280kg/cm <sup>2</sup> , Puño-2022"
SOLICITA	Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambí, Rony Grimaldo
CANTERA	AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO: Unucolla
MUESTRA	CONCRETO CON 35% DE SUSTITUCIÓN DE RELAVE MINERO POR AGREGADO FINO
FECHA	lunes, 11 de Abril de 2022

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO**  
f<sub>c</sub> = 210 kg/cm<sup>2</sup>

**3. CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN:**

Agregado Grueso	3.63	1.76	x	1129	=	21.12	Lts.	
Agregado Fino	8.14	1.67	x	598	=	38.69	Lts.	
Agua Efectiva	193.0	-		38.69	21.12	=	133	Lts.

**4. PESO DE MATERIALES CORREGIDOS POR M3 DE CONCRETO:**

Cemento					=	345	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	1129	*	1.0363		=	1170	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	598	*	1.0814		=	647	kg/m <sup>3</sup>
Agua					=	133	Lts/m <sup>3</sup>
					=	2295	Kg/m <sup>3</sup>

**5. LAS PROPORCIONES EN PESO SECO SERAN:**

Cemento	:	345	/	345	=	1
Agregado Grueso	:	1129	/	345	=	3.28
Agregado Fino	:	598	/	345	=	1.74
Agua	:	193	/	345	=	0.56

**6. PESO DE MATERIALES POR BOLSA:**

Cemento	:	1	x	42.5	=	42.50	kg/bolsa
Agregado Grueso	:	3.28	x	42.5	=	139.25	kg/bolsa
Agregado Fino	:	1.74	x	42.5	=	73.74	kg/bolsa
Agua	:	0.56	x	42.5	=	23.80	Lts/bolsa

**7. LAS PROPORCIONES EN VOLUMEN EN PIE 3:**

Cemento	:	42.50	/	42.50	=	1.00	pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	139.25	/	1.566	=	3.14	pie <sup>3</sup>
Agregado Fino	:	73.74	/	1.615	=	1.61	pie <sup>3</sup>
Agua efectiva	:	23.80	/	1.00	=	23.80	Lts

Componentes	Cemento	Agregado grueso	Agregado fino	Agua
Proporción	1.00	3.14	1.61	23.80



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Orlando Ponce Perez  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Edgardo Arzobispo Pari Pallo  
CIP: N° 60510  
INGENIERO CIVIL





<b>PROYECTO</b>	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , Puno-2022"
<b>SOLICITA</b>	: Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambí, Rony Grimaldo
<b>CANTERA</b>	: AGREGADO FINO: Inchupalla - AGREGADO GRUESO: Inchupalla
<b>MUESTRA</b>	: AGREGADO FINO
<b>FECHA</b>	: jueves, 31 de Marzo de 2022

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
(ASTM D-422)

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO O PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						Peso inicial : 600.00 gr
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						<b>CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA</b>
1"	25.000						Módulo de fineza : 2.83
3/4"	19.000						Peso específico : - g/cm <sup>3</sup>
1/2"	12.500						Peso Unit. Suello : - tn/m <sup>3</sup>
3/8"	9.500				100.00	100.00	Peso Unit. Vanillado : - tn/m <sup>3</sup>
1/4"	6.300					100.00	Humedad Natural : - %
No.04	4.750	7.50	1.25	1.25	98.75	95 - 100	Absorción : - %
No.08	2.360	161.07	26.85	28.10	71.91	80 - 100	
No.16	1.180	69.60	11.60	39.70	60.31	50 - 85	
No.30	0.600	78.43	13.07	52.77	47.23	25 - 60	
No.50	0.300	98.30	16.38	69.15	30.85	10 - 30.	
No.100	0.150	143.70	23.95	93.10	6.90	2 - 10.	
No.200	0.075	27.30	4.55	97.65	2.35		
<No.200		14.10	2.35	100.00	0.00		
TOTAL		600.00					

**REPRESENTACION GRAFICA**  
**TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**



**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Orlando Ponce Perez  
DNI 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA



**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Edyardo Artemio Pari Palh  
CIP N° 80510  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , Puno-2022"
SOLICITA	: Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
CANTERA	: AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA): SINCHI ROCA
MUESTRA	: PIEDRA CHANCADA - CANTERA SINCHI ROCA
FECHA	: Jueves, 31 de Marzo de 2022

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
(ASTM D-422)

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						Peso Inicial : 2,000.00 gr
2"	50.000				100.00	100	
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	Modulo de fineza : 6.813
1/2"	12.500	1,001.10	50.06	50.06	49.95	90 - 100	Peso especifico : 2.590 g/cm3
3/8"	9.500	624.70	31.24	81.29	18.71	40 - 70	Peso Unit. Suelto : 0.000 tn/m3
1/4"	6.300	365.10	18.26	99.55	0.45		Peso Unit. Varillado : 0.000 tn/m3
No. 04	4.750	9.10	0.46	100.00	0.00	0.15	Humedad Natural : 0.83 %
No. 08	2.360	0.00	0.00	100.00	0.00	0.5	Absorción : 1.452 %
No. 16	1.180	0.00	0.00	100.0			Tamaño Maximo : 1/2"
No. 30	0.600	0.00	0.00	100.0			
No. 50	0.300	0.00	0.00	100.0			
No. 100	0.150	0.00	0.00	100.0			
No. 200	0.075						
<No. 200							
TOTAL							ASTM C 33 - USO 7

REPRESENTACION GRAFICA  
TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Orlando Ponce Perez  
DNI 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA

TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Eduardo Pantoja Pari Palti  
CIP N° 80510  
INGENIERO CIVIL





**PROYECTO** : "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ ,  $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , Puno-2022"  
**SOLICITA** : Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo  
**CANTERA** : AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA): SINCHI ROCA  
**MUESTRA** : AGREGADO FINO CON 0% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO  
**FECHA** : jueves, 31 de Marzo de 2022

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
(ASTM D-422)

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO O PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						Peso inicial : 500.00 gr
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						<b>CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA</b>
1"	25.000						Módulo de fineza : 2.98
3/4"	19.000						Peso específico : 2.54 g/cm <sup>3</sup>
1/2"	12.500						Peso Unit. Suelto : 1.609 tn/m <sup>3</sup>
3/8"	9.500				100.00	100.00	Peso Unit. Vanillado : 1.689 tn/m <sup>3</sup>
1/4"	6.300					100.00	Humedad Natural : 6.33 %
No.04	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100	Absorción : 2.72 %
No.08	2.360	88.07	17.61	17.61	82.39	80 - 100	
No.16	1.180	112.44	22.49	40.10	59.90	50 - 85	
No.30	0.600	106.42	21.28	61.39	38.61	25 - 60	
No.50	0.300	99.85	19.97	81.36	18.64	10 - 30.	
No.100	0.150	78.62	15.72	97.08	2.92	2 - 10.	
No.200	0.075	9.78	1.96	99.04	0.96		
<No.200		4.82	0.96	100.00	0.00		
TOTAL		500.00					

**REPRESENTACION GRAFICA**  
**TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**





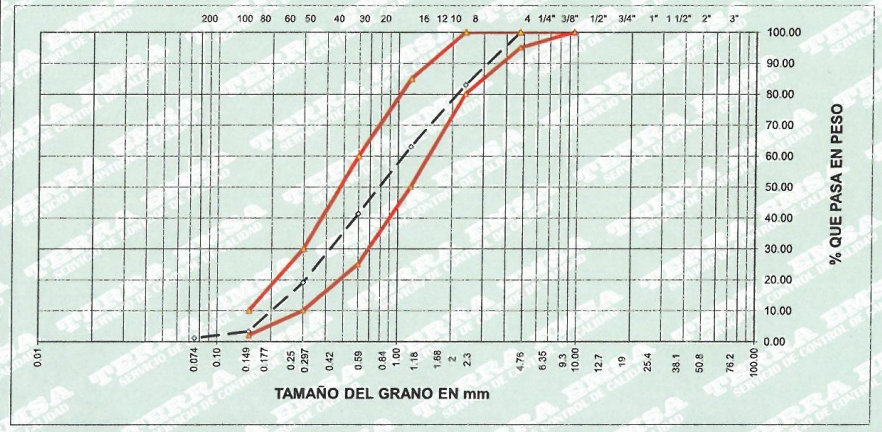


<b>PROYECTO</b>	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , Puno-2022"
<b>SOLICITA</b>	: Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
<b>CANTERA</b>	: AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA): SINCHI ROCA
<b>MUESTRA</b>	: AGREGADO FINO CON 5% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO
<b>FECHA</b>	: jueves, 31 de Marzo de 2022

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
(ASTM D-422)

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENID O PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						Peso inicial : 500.00 gr
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA
1"	25.000						Módulo de fineza : 2.90
3/4"	19.000						Peso específico : 2.573 g/cm3
1/2"	12.500						Peso Unit. Suelto : 1.605 tn/m3
3/8"	9.500				100.00	100.00	Peso Unit. Vanillado : 1.692 tn/m3
1/4"	6.300					100.00	Humedad Natural : 6.49 %
No.04	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100	Absorción : 2.19 %
No.08	2.360	85.07	17.01	17.01	82.99	80 - 100	
No.16	1.180	99.81	19.96	36.98	63.02	50 - 85	
No.30	0.600	108.42	21.68	58.66	41.34	25 - 60	
No.50	0.300	111.08	22.22	80.88	19.12	10 - 30	
No.100	0.150	79.19	15.84	96.71	3.29	2 - 10	
No.200	0.075	10.70	2.14	98.85	1.15		
<No.200		5.73	1.15	100.00	0.00		
TOTAL		500.00					

**REPRESENTACION GRAFICA**  
**TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**



**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Orlando Ponce Perez  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA

**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Eduardo Arriaza Pari Palli  
CIP: N°50510  
INGENIERO CIVIL



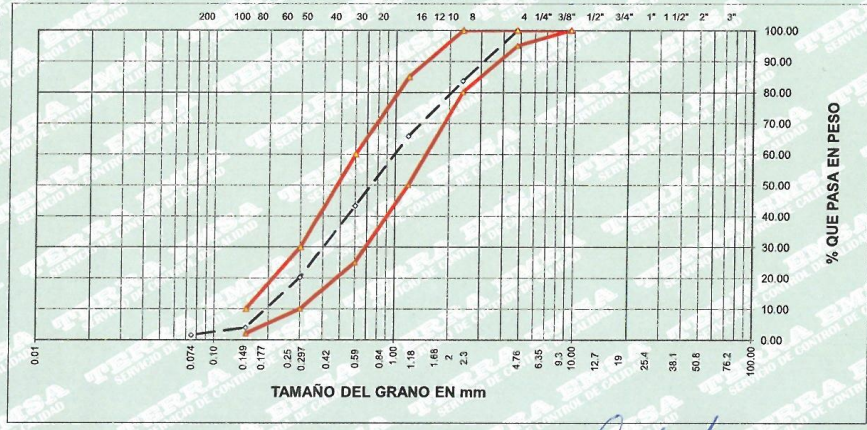


<b>PROYECTO</b>	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , Puno-2022"
<b>SOLICITA</b>	: Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
<b>CANTERA</b>	: AGREGADO FINO Unucolla - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA): SINCHI ROCA
<b>MUESTRA</b>	: AGREGADO FINO CON 15% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO
<b>FECHA</b>	: jueves, 31 de Marzo de 2022

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
(ASTM D-422)

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO O PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						Peso inicial : 500.00 gr
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA
1"	25.000						Modulo de fineza : 2.83
3/4"	19.000						Peso especifico : 2.58 g/cm3
1/2"	12.500						Peso Unit. Suelto : 1.623 tn/m3
3/8"	9.500				100.00	100.00	Peso Unit. Vanillado : 1.696 tn/m3
1/4"	6.300				100.00	100.00	Humedad Natural : 7.10 %
No.04	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100	Absorción : 2.10 %
No.08	2.360	81.67	16.33	16.33	83.67	80 - 100	
No.16	1.180	89.26	17.85	34.19	65.81	50 - 85	
No.30	0.600	112.50	22.50	56.69	43.31	25 - 60	
No.50	0.300	115.48	23.10	79.78	20.22	10 - 30	
No.100	0.150	81.36	16.27	96.05	3.95	2 - 10	
No.200	0.075	11.88	2.38	98.43	1.57		
<No.200		7.85	1.57	100.00	0.00		
TOTAL		500.00					

**REPRESENTACION GRAFICA**  
**TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**



**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*Orlando Ponce Perez*  
DNI 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA

**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*Eduardo Antonio Pani Palli*  
CIP. N° 99510  
INGENIERO CIVIL



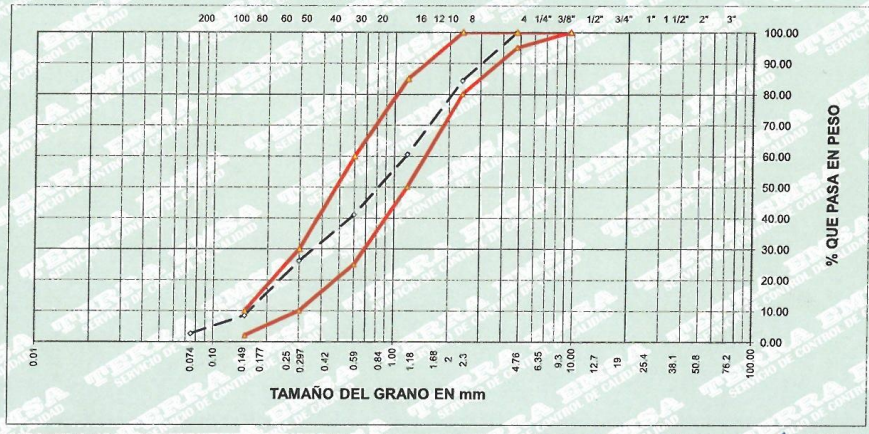


<b>PROYECTO</b>	: Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , Puno-2022
<b>SOLICITA</b>	: Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
<b>CANTERA</b>	: AGREGADO FINO. Unucolla - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA). SINCHI ROCA
<b>MUESTRA</b>	: AGREGADO FINO CON 25% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO
<b>FECHA</b>	: jueves, 31 de Marzo de 2022

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
(ASTM D-422)

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENID O PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						Peso inicial : 500.00 gr
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA
1"	25.000						
3/4"	19.000						Modulo de fineza : 2.79
1/2"	12.500						Peso especifico : 2.59 g/cm3
3/8"	9.500				100.00	100.00	Peso Unit. Suelto : 1.622 tn/m3
1/4"	6.300					100.00	Peso Unit. Vanillado : 1.727 tn/m3
No.04	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100	Humedad Natural : 7.74 %
No.08	2.360	77.89	15.58	15.58	84.42	80 - 100	Absorción : 2.15 %
No.16	1.180	119.55	23.91	39.49	60.51	50 - 85	
No.30	0.600	97.30	19.46	58.95	41.05	25 - 60	
No.50	0.300	74.37	14.87	73.82	26.18	10 - 30	
No.100	0.150	88.52	17.70	91.53	8.47	2 - 10	
No.200	0.075	29.10	5.82	97.35	2.65		
<No.200		13.27	2.65	100.00	0.00		
TOTAL		500.00					

**REPRESENTACION GRAFICA**  
**TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**



**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*Orlando Ponce Perez*  
DNI: 70123132  
TECNICO LABORATORISTA

**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*Edwardo Aymerico Pari Palli*  
CIP: N° 20510  
INGENIERO CIVIL





**PROYECTO** : "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ ,  $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , Puno-2022"  
**SOLICITA** : Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambí, Rony Grimaldo  
**CANTERA** : AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA) SINCHI ROCA  
**MUESTRA** : AGREGADO FINO CON 35% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO  
**FECHA** : jueves, 31 de Marzo de 2022

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
(ASTM D-422)

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO O PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						Peso inicial : 500.00 gr
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA
1"	25.000						
3/4"	19.000						Módulo de fineza : 2.73
1/2"	12.500						Peso específico : 2.62 g/cm <sup>3</sup>
3/8"	9.500				100.00	100.00	Peso Unit. Suelto : 1.615 tn/m <sup>3</sup>
1/4"	6.300					100.00	Peso Unit. Vanillado : 1.726 tn/m <sup>3</sup>
No.04	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100	Humedad Natural : 8.14 %
No.08	2.360	72.31	14.46	14.46	85.54	80 - 100	Absorción : 1.67 %
No.16	1.180	122.66	24.53	38.99	61.01	50 - 85	
No.30	0.600	95.64	19.13	58.12	41.88	25 - 60	
No.50	0.300	65.48	13.10	71.22	28.78	10 - 30.	
No.100	0.150	96.97	19.39	90.61	9.39	2 - 10.	
No.200	0.075	26.40	5.28	95.89	4.11		
<No.200		20.54	4.11	100.00	0.00		
TOTAL		500.00					

**REPRESENTACION GRAFICA**  
**TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**



**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Orlando Ponce Perez  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA

**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Eduardo Artemio Pari Palli  
OIP: N° 60510  
INGENIERO CIVIL





<b>PROYECTO</b>	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> , f <sub>c</sub> =280kg/cm <sup>2</sup> , Puno-2022"
<b>SOLICITA</b>	: Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambri, Rony Grimaldo
<b>CANTERA</b>	: AGREGADO FINO - Unucolla - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA) - SINCHI ROCA
<b>MUESTRA</b>	: AGREGADO GRUESO - AGREGADO FINO CON 0% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO
<b>FECHA</b>	: lunes, 4 de Abril de 2022

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**  
(ASTM C-128)

AGREGADO FINO				
DESCRIPCION	UND.	N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A) Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr	300.50	300.30	300.40
B) Peso frasco + H <sub>2</sub> O gr.	gr	656.00	656.00	656.00
C) Peso frasco + H <sub>2</sub> O + A gr.	gr	838.10	838.20	838.20
D) Peso material + H <sub>2</sub> O en el frasco gr.	gr	956.50	956.30	956.40
E) Volumen de masa + volumen de vacíos =D-C	cm <sup>3</sup>	118.40	118.10	118.20
F) Peso material seco gr.	gr	292.20	292.50	292.60
G) Volumen de masa = E-(A-F)	cm <sup>3</sup>	110.10	110.30	110.40
P.E. Bulk (base seca) = F/E	g/cm <sup>3</sup>	2.47	2.48	2.48
P.E. Bulk (base saturada) = A/E	g/cm <sup>3</sup>	2.54	2.54	2.54
P.E. Aparente (base seca) = F/G	g/cm <sup>3</sup>	2.65	2.65	2.65
% de Absorción = ((A-F)/F)X100		2.84	2.67	2.67
<b>PESO ESPECIFICO gr/cm<sup>3</sup></b>		<b>2.541</b>	<b>% DE ABSORCION</b>	<b>2.72</b>

AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA)				
DESCRIPCION	UND.	N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr	500.00	500.10	500.02
B) Peso frasco + H <sub>2</sub> O gr.	gr	1446.93	1446.93	1446.93
C) Peso frasco + H <sub>2</sub> O + A gr.	gr	1753.70	1754.00	1754.10
D) Peso material + H <sub>2</sub> O en el frasco gr.	gr	1946.93	1947.03	1946.95
E) Volumen de masa + volumen de vacíos =D-C	gr	193.23	193.03	192.85
F) Peso material seco gr.	cm <sup>3</sup>	493.60	492.20	492.85
G) Volumen de masa = E-(A-F)	gr	186.83	185.13	185.68
P.E. Bulk (base seca) = F/E	cm <sup>3</sup>	2.55	2.55	2.56
P.E. Bulk (base saturada) = A/E	g/cm <sup>3</sup>	2.59	2.59	2.59
P.E. Aparente (base seca) = F/G	g/cm <sup>3</sup>	2.64	2.66	2.65
% de Absorción = ((A-F)/F)X100	g/cm <sup>3</sup>	1.30	1.61	1.45
<b>PESO ESPECIFICO gr/cm<sup>3</sup></b>		<b>2.590</b>	<b>% DE ABSORCION</b>	<b>1.45</b>

Observación:

TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Orlando Ponce Perez  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA

TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Edgardo Artemio Pari Palli  
CIP: N° 00510  
INGENIERO CIVIL





<b>PROYECTO</b>	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto fc=210kg/cm2, fc=280kg/cm2, Puno-2022"
<b>SOLICITA</b>	: Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambí, Rony Grimaldo
<b>CANTERA</b>	: AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA): SINCHI ROCA
<b>MUESTRA</b>	: AGREGADO GRUESO - AGREGADO FINO CON 5% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO
<b>FECHA</b>	: Lunes, 4 de Abril de 2022

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**  
(ASTM C-128)

AGREGADO FINO				
DESCRIPCION	UND.	N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A) Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr	300.20	300.30	300.20
B) Peso frasco + H2O gr.	gr.	656.00	656.00	656.00
C) Peso frasco + H2O + A gr.	gr	839.70	839.30	839.60
D) Peso material + H2O en el frasco gr.	gr	956.20	956.30	956.20
E) Volumen de masa + volumen de vacíos =D-C	cm3	116.50	117.00	116.60
F) Peso material seco gr.	gr	293.90	293.60	293.90
G) Volumen de masa = E-(A-F)	cm3	110.20	110.30	110.30
P E. Bulk (base seca) = F/E	g/cm3	2.52	2.51	2.52
P E. Bulk (base saturada) = A/E	g/cm3	2.58	2.57	2.57
P E. Aparente (base seca) = F/G	g/cm3	2.67	2.66	2.66
% de Absorción = ((A-F)/F)X100		2.14	2.28	2.14
<b>PESO ESPECIFICO gr/cm3</b>		<b>2.573</b>	<b>% DE ABSORCION</b>	<b>2.19</b>

AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA)				
DESCRIPCION	UND.	N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr	500.00	500.10	500.02
B) Peso frasco + H2O gr.	gr	1446.93	1446.93	1446.93
C) Peso frasco + H2O + A gr.	gr	1753.70	1754.00	1754.10
D) Peso material + H2O en el frasco gr.	gr	1946.93	1947.03	1946.95
E) Volumen de masa + volumen de vacíos =D-C	gr	193.23	193.03	192.85
F) Peso material seco gr.	cm3	493.60	492.20	492.85
G) Volumen de masa = E-(A-F)	gr	186.83	185.13	185.68
P E. Bulk (base seca) = F/E	cm3	2.55	2.55	2.56
P E. Bulk (base saturada) = A/E	g/cm3	2.59	2.59	2.59
P E. Aparente (base seca) = F/G	g/cm3	2.64	2.66	2.65
% de Absorción = ((A-F)/F)X100	g/cm3	1.30	1.61	1.45
<b>PESO ESPECIFICO gr/cm3</b>		<b>2.590</b>	<b>% DE ABSORCION</b>	<b>1.45</b>

Observación:

TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Orlando Ponce Perez  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA

TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Eduardo Arrieno Pari Palu  
CIP: N° 90510  
INGENIERO CIVIL





<b>PROYECTO</b>	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto fc=210kg/cm2, fc=280kg/cm2, Puno-2022"
<b>SOLICITA</b>	: Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
<b>CANTERA</b>	: AGREGADO FINO. Unucolla - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA): SINCHI ROCA
<b>MUESTRA</b>	: AGREGADO GRUESO - AGREGADO FINO CON 15% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO
<b>FECHA</b>	: Lunes, 4 de Abril de 2022

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**  
(ASTM C-128)

AGREGADO FINO				
DESCRIPCION	UND.	N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A) Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr	300.30	300.40	300.40
B) Peso frasco + H2O gr.	gr.	656.00	656.00	656.00
C) Peso frasco + H2O + A gr.	gr	840.00	839.80	839.70
D) Peso material + H2O en el frasco gr.	gr	956.30	956.40	956.40
E) Volumen de masa + volumen de vacíos =D-C	cm3	116.30	116.60	116.70
F) Peso material seco gr.	gr	294.80	293.90	293.90
G) Volumen de masa = E-(A-F)	cm3	110.80	110.10	110.20
P E. Bulk (base seca) = F/E	g/cm3	2.53	2.52	2.52
P E. Bulk (base saturada) = A/E	g/cm3	2.58	2.58	2.57
P E. Aparente (base seca) = F/G	g/cm3	2.66	2.67	2.67
% de Absorción = ((A-F)/F)X100		1.87	2.21	2.21
<b>PESO ESPECIFICO gr/cm3</b>		<b>2.578</b>	<b>% DE ABSORCION</b>	<b>2.10</b>

AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA)				
DESCRIPCION	UND.	N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr	500.00	500.10	500.02
B) Peso frasco + H2O gr.	gr	1446.93	1446.93	1446.93
C) Peso frasco + H2O + A gr.	gr	1753.70	1754.00	1754.10
D) Peso material + H2O en el frasco gr.	gr	1946.93	1947.03	1946.95
E) Volumen de masa + volumen de vacíos =D-C	gr	193.23	193.03	192.85
F) Peso material seco gr.	cm3	493.60	492.20	492.85
G) Volumen de masa = E-(A-F)	gr	186.83	185.13	185.68
P E. Bulk (base seca) = F/E	cm3	2.55	2.55	2.56
P E. Bulk (base saturada) = A/E	g/cm3	2.59	2.59	2.59
P E. Aparente (base seca) = F/G	g/cm3	2.64	2.66	2.65
% de Absorción = ((A-F)/F)X100	g/cm3	1.30	1.61	1.45
<b>PESO ESPECIFICO gr/cm3</b>		<b>2.590</b>	<b>% DE ABSORCION</b>	<b>1.45</b>

Observación:



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

*Orlando Ponce Perez*  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

*Edna Arzeno Pari Palli*  
CIP. N° 90510  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> , f <sub>c</sub> =280kg/cm <sup>2</sup> , Puno-2022"
SOLICITA	: Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambí, Rony Grimaldo
CANTERA	: AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA): SINCHI ROCA
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO - AGREGADO FINO CON 25% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO
FECHA	: lunes, 4 de Abril de 2022

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**  
(ASTM C-128)

AGREGADO FINO				
DESCRIPCION	UND.	N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A) Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr	300.40	300.50	300.40
B) Peso frasco + H2O gr.	gr.	656.00	656.00	656.00
C) Peso frasco + H2O + A gr.	gr	840.80	840.50	840.50
D) Peso material + H2O en el frasco gr.	gr	956.40	956.50	956.40
E) Volumen de masa + volumen de vacíos =D-C	cm <sup>3</sup>	115.60	116.00	115.90
F) Peso material seco gr.	gr	293.80	294.20	294.30
G) Volumen de masa = E-(A-F)	cm <sup>3</sup>	109.00	109.70	109.80
P E. Bulk (base seca) = F/E	g/cm <sup>3</sup>	2.54	2.54	2.54
P E. Bulk (base saturada) = A/E	g/cm <sup>3</sup>	2.60	2.59	2.59
P E. Aparente (base seca) = F/G	g/cm <sup>3</sup>	2.70	2.68	2.68
% de Absorción = ((A-F)/F)X100		2.25	2.14	2.07
<b>PESO ESPECIFICO gr/cm<sup>3</sup></b>		<b>2.594</b>	<b>% DE ABSORCION</b>	<b>2.15</b>

AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA)				
DESCRIPCION	UND.	N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr	500.00	500.10	500.02
B) Peso frasco + H2O gr.	gr	1446.93	1446.93	1446.93
C) Peso frasco + H2O + A gr.	gr	1753.70	1754.00	1754.10
D) Peso material + H2O en el frasco gr.	gr	1946.93	1947.03	1946.95
E) Volumen de masa + volumen de vacíos =D-C	gr	193.23	193.03	192.85
F) Peso material seco gr.	cm <sup>3</sup>	493.60	492.20	492.85
G) Volumen de masa = E-(A-F)	gr	186.83	185.13	185.68
P E. Bulk (base seca) = F/E	cm <sup>3</sup>	2.55	2.55	2.56
P E. Bulk (base saturada) = A/E	g/cm <sup>3</sup>	2.59	2.59	2.59
P E. Aparente (base seca) = F/G	g/cm <sup>3</sup>	2.64	2.66	2.65
% de Absorción = ((A-F)/F)X100	g/cm <sup>3</sup>	1.30	1.61	1.45
<b>PESO ESPECIFICO gr/cm<sup>3</sup></b>		<b>2.590</b>	<b>% DE ABSORCION</b>	<b>1.45</b>

Observación:



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Orlando Ponce Perez  
DNI: 70123132  
TECNICO LABORATORISTA



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Eduardo Artemio Pari Palú  
CIP: N° 90510  
INGENIERO CIVIL





<b>PROYECTO</b>	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto Fc=210kg/cm2, Fc=280kg/cm2, Puno-2022"
<b>SOLICITA</b>	: Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambí, Rony Grimaldo
<b>CANTERA</b>	: AGREGADO FINO. Unucolla - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA). SINCHI ROCA
<b>MUESTRA</b>	: AGREGADO GRUESO - AGREGADO FINO CON 35% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO
<b>FECHA</b>	: lunes, 4 de Abril de 2022

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**  
(ASTM C-128)

AGREGADO FINO				
DESCRIPCION	UND	N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A) Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr	300.00	300.60	300.50
B) Peso frasco + H2O gr.	gr.	656.00	656.00	656.00
C) Peso frasco + H2O + A gr.	gr	841.80	842.00	841.90
D) Peso material + H2O en el frasco gr.	gr	956.00	956.60	956.50
E) Volumen de masa + volumen de vacíos =D-C	cm3	114.20	114.60	114.60
F) Peso material seco gr.	gr	295.60	295.30	295.40
G) Volumen de masa = E-(A-F)	cm3	109.80	109.30	109.50
P E. Bulk (base seca) = F/E	g/cm3	2.59	2.58	2.58
P E. Bulk (base saturada) = A/E	g/cm3	2.63	2.62	2.62
P E. Aparente (base seca) = F/G	g/cm3	2.69	2.70	2.70
% de Absorción = ((A-F)/F)X100		1.49	1.79	1.73
<b>PESO ESPECIFICO gr/cm3</b>		<b>2.624</b>	<b>% DE ABSORCION</b>	<b>1.67</b>

AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA)				
DESCRIPCION	UND	N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr	500.00	500.10	500.02
B) Peso frasco + H2O gr.	gr	1446.93	1446.93	1446.93
C) Peso frasco + H2O + A gr.	gr	1753.70	1754.00	1754.10
D) Peso material + H2O en el frasco gr.	gr	1946.93	1947.03	1946.95
E) Volumen de masa + volumen de vacíos =D-C	gr	193.23	193.03	192.85
F) Peso material seco gr.	cm3	493.60	492.20	492.85
G) Volumen de masa = E-(A-F)	gr	186.83	185.13	185.68
P E. Bulk (base seca) = F/E	cm3	2.55	2.55	2.56
P E. Bulk (base saturada) = A/E	g/cm3	2.59	2.59	2.59
P E. Aparente (base seca) = F/G	g/cm3	2.64	2.66	2.65
% de Absorción = ((A-F)/F)X100	g/cm3	1.30	1.61	1.45
<b>PESO ESPECIFICO gr/cm3</b>		<b>2.590</b>	<b>% DE ABSORCION</b>	<b>1.45</b>

Observación:



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Orlando Ponce Perez  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Eduardo Artemio Párra Párra  
CIP: N° 20510  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> , f <sub>c</sub> =280kg/cm <sup>2</sup> , Puno-2022"
SOLICITA	: Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
CANTERA	: AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA): SINCHI ROCA
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO - AGREGADO FINO CON 0% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO
FECHA	: jueves, 7 de Abril de 2022

PESOS UNITARIOS (ASTM C-128)				
AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA)				
PESO UNITARIO SUELTO				
Número de muestras	UND.	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	13,536.0	13,502.0	13,517.0
B. Peso del molde	gr	3548.0	3548.0	3548.0
C. Peso del material	gr	9988.0	9954.0	9969.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	7,036.0	7,036.0	7,036.0
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.420	1.415	1.417
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.417		
PESO UNITARIO VARILLADO				
Número de muestras	UND.	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	14,453.0	14,446.0	14,462.0
B. Peso del molde	gr	3548.0	3548.0	3548.0
C. Peso del material	gr	10905.0	10898.0	10914.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	7,036.0	7,036.0	7,036.0
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.550	1.549	1.551
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.550		
AGREGADO FINO				
PESO UNITARIO SUELTO				
Número de muestras	UND.	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	14,875.0	14,868.0	14,873.0
B. Peso del molde	gr	3548.0	3548.0	3548.0
C. Peso del material	gr	11327.0	11320.0	11325.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	7,036.0	7,036.0	7,036.0
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.610	1.609	1.610
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.609		
PESO UNITARIO VARILLADO				
Número de muestras	UND.	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	15,422.0	15,430.0	15,445.0
B. Peso del molde	gr	3548.0	3548.0	3548.0
C. Peso del material	gr	11874.0	11882.0	11897.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	7,036.0	7,036.0	7,036.0
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.688	1.689	1.691
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.689		

**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*Orlando Ponce Perez*  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA

**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*Eduardo Artemio Pari Palá*  
C.P. Nº 90510  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> , f <sub>c</sub> '=280kg/cm <sup>2</sup> , Puno-2022"
SOLICITA	: Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
CANTERA	: AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA): SINCHI ROCA
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO - AGREGADO FINO CON 5% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO
FECHA	: Jueves, 7 de Abril de 2022

PESOS UNITARIOS (ASTM C-128)				
AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA)				
PESO UNITARIO SUELTO				
Número de muestras	UND.	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	13.536.0	13.502.0	13.517.0
B. Peso del molde	gr	3548.0	3548.0	3548.0
C. Peso del material	gr	9988.0	9954.0	9969.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	7.036.0	7.036.0	7.036.0
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.420	1.415	1.417
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.417		
PESO UNITARIO VARILLADO				
Número de muestras	UND.	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	14.453.0	14.446.0	14.462.0
B. Peso del molde	gr	3548.0	3548.0	3548.0
C. Peso del material	gr	10905.0	10898.0	10914.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	7.036.0	7.036.0	7.036.0
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.550	1.549	1.551
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.550		
AGREGADO FINO				
PESO UNITARIO SUELTO				
Número de muestras	UND.	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	14.851.0	14.809.0	14.861.0
B. Peso del molde	gr	3548.0	3548.0	3548.0
C. Peso del material	gr	11303.0	11261.0	11313.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	7.036.0	7.036.0	7.036.0
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.606	1.600	1.608
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.605		
PESO UNITARIO VARILLADO				
Número de muestras	UND.	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	15.429.0	15.477.0	15.458.0
B. Peso del molde	gr	3548.0	3548.0	3548.0
C. Peso del material	gr	11881.0	11929.0	11910.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	7.036.0	7.036.0	7.036.0
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.689	1.695	1.693
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.692		

TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*Orlando Ponce Perez*  
DNI 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA

TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*Eduardo Arriaga Pari Palli*  
CIP N° 90510  
INGENIERO CIVIL





<b>PROYECTO</b>	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto fc=210kg/cm2, fc=280kg/cm2, Puno-2022"
<b>SOLICITA</b>	: Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
<b>CANTERA</b>	: AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA): SINCHI ROCA
<b>MUESTRA</b>	: AGREGADO GRUESO - AGREGADO FINO CON 15% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO
<b>FECHA</b>	: jueves, 7 de Abril de 2022

PESOS UNITARIOS (ASTM C-128)				
AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA)				
PESO UNITARIO SUELTO				
Número de muestras	UND	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	13,536.0	13,502.0	13,517.0
B. Peso del molde	gr	3548.0	3548.0	3548.0
C. Peso del material	gr	9988.0	9954.0	9969.0
D. Volumen del molde	cm3	7,036.0	7,036.0	7,036.0
E. Peso unitario	g/cm3	1.420	1.415	1.417
F. Promedio	g/cm3	1.417		
PESO UNITARIO VARILLADO				
Número de muestras	UND	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	14,453.0	14,446.0	14,462.0
B. Peso del molde	gr	3548.0	3548.0	3548.0
C. Peso del material	gr	10905.0	10898.0	10914.0
D. Volumen del molde	cm3	7,036.0	7,036.0	7,036.0
E. Peso unitario	g/cm3	1.550	1.549	1.551
F. Promedio	g/cm3	1.550		
AGREGADO FINO				
PESO UNITARIO SUELTO				
Número de muestras	UND	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	20,609.0	20,597.0	20,623.0
B. Peso del molde	gr	3866.0	3866.0	3866.0
C. Peso del material	gr	16743.0	16731.0	16757.0
D. Volumen del molde	cm3	10,315.5	10,315.5	10,315.5
E. Peso unitario	g/cm3	1.623	1.622	1.624
F. Promedio	g/cm3	1.623		
PESO UNITARIO VARILLADO				
Número de muestras	UND	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	21,383.0	21,333.0	21,359.0
B. Peso del molde	gr	3866.0	3866.0	3866.0
C. Peso del material	gr	17517.0	17467.0	17493.0
D. Volumen del molde	cm3	10,315.5	10,315.5	10,315.5
E. Peso unitario	g/cm3	1.698	1.693	1.696
F. Promedio	g/cm3	1.696		

**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*Orlando Ponce Perez*  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA

**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*Eduardo Artemio Pari Palta*  
CIP: N° 69510  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> , f <sub>c</sub> =280kg/cm <sup>2</sup> , Puno-2022"
SOLICITA	: Br. Arce Acsara, Ruth Shkelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
CANTERA	: AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA): SINCHI ROCA
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO - AGREGADO FINO CON 25% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO
FECHA	: jueves, 7 de Abril de 2022

PESOS UNITARIOS (ASTM C-128)				
AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA)				
PESO UNITARIO SUELTO				
Número de muestras	UND.	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	13.536.0	13.502.0	13.517.0
B. Peso del molde	gr	3548.0	3548.0	3548.0
C. Peso del material	gr	9988.0	9954.0	9969.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	7.036.0	7.036.0	7.036.0
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.420	1.415	1.417
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.417		
PESO UNITARIO VARILLADO				
Número de muestras	UND.	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	14.453.0	14.446.0	14.462.0
B. Peso del molde	gr	3548.0	3548.0	3548.0
C. Peso del material	gr	10905.0	10898.0	10914.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	7.036.0	7.036.0	7.036.0
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.550	1.549	1.551
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.550		
AGREGADO FINO				
PESO UNITARIO SUELTO				
Número de muestras	UND.	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	20.610.0	20.605.0	20.589.0
B. Peso del molde	gr	3866.0	3866.0	3866.0
C. Peso del material	gr	16744.0	16739.0	16723.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	10.315.5	10.315.5	10.315.5
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.623	1.623	1.621
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.622		
PESO UNITARIO VARILLADO				
Número de muestras	UND.	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	21.664.0	21.686.0	21.678.0
B. Peso del molde	gr	3866.0	3866.0	3866.0
C. Peso del material	gr	17798.0	17820.0	17812.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	10.315.5	10.315.5	10.315.5
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.725	1.727	1.727
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.727		

TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Orlando Ponce Perez  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA

TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Eduardo Artemio Pari Palli  
CIP: N° 50510  
INGENIERO





<b>PROYECTO</b>	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto fc=210kg/cm2, fc=280kg/cm2, Puno-2022"
<b>SOLICITA</b>	: Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambl, Rony Grimaldo
<b>CANTERA</b>	: AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA): SINCHI ROCA
<b>MUESTRA</b>	: AGREGADO GRUESO - AGREGADO FINO CON 35% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO
<b>FECHA</b>	: jueves, 7 de Abril de 2022

PESOS UNITARIOS (ASTM C-128)				
AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA)				
PESO UNITARIO SUELTO				
Número de muestras	UND.	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	13,536.0	13,502.0	13,517.0
B. Peso del molde	gr	3548.0	3548.0	3548.0
C. Peso del material	gr	9988.0	9954.0	9969.0
D. Volumen del molde	cm3	7,036.0	7,036.0	7,036.0
E. Peso unitario	g/cm3	1,420	1,415	1,417
F. Promedio	g/cm3	1,417		
PESO UNITARIO VARILLADO				
Número de muestras	UND.	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	14,453.0	14,446.0	14,462.0
B. Peso del molde	gr	3548.0	3548.0	3548.0
C. Peso del material	gr	10905.0	10898.0	10914.0
D. Volumen del molde	cm3	7,036.0	7,036.0	7,036.0
E. Peso unitario	g/cm3	1,550	1,549	1,551
F. Promedio	g/cm3	1,550		
AGREGADO FINO				
PESO UNITARIO SUELTO				
Número de muestras	UND.	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	20,561.0	20,496.0	20,514.0
B. Peso del molde	gr	3866.0	3866.0	3866.0
C. Peso del material	gr	16695.0	16630.0	16648.0
D. Volumen del molde	cm3	10,315.5	10,315.5	10,315.5
E. Peso unitario	g/cm3	1,618	1,612	1,614
F. Promedio	g/cm3	1,615		
PESO UNITARIO VARILLADO				
Número de muestras	UND.	1	2	3
A. Peso de material + molde	gr	21,646.0	21,657.0	21,697.0
B. Peso del molde	gr	3866.0	3866.0	3866.0
C. Peso del material	gr	17780.0	17791.0	17831.0
D. Volumen del molde	cm3	10,315.5	10,315.5	10,315.5
E. Peso unitario	g/cm3	1,724	1,725	1,729
F. Promedio	g/cm3	1,726		



Orlando Ponce Perez  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA



Eduardo Artemio Pari Palli  
CIP: N° 90510  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO	: Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f'c=210kg/cm2, f'c=280kg/cm2, Puno-2022
SOLICITA	: Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambr, Rony Grimaldo
CANTERA	: AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA): SINCHI ROCA
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO - AGREGADO FINO CON 0% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO
FECHA	: jueves, 31 de Marzo de 2022

**CONTENIDO DE HUMEDAD %**  
(ASTM D - 2216)

AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA)			
DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS	
		1	2
1 PESO DEL SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	gr	194.84	200.54
2 PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	gr	193.50	199.10
3 PESO DEL AGUA	gr	1.34	1.44
4 PESO DEL RECIPIENTE	gr	28.35	29.13
5 PESO DEL SUELO SECO	gr	165.15	169.97
6 % DE HUMEDAD	%	0.81	0.85
7 % DE HUMEDAD PROMEDIO	%	0.83	

AGREGADO FINO			
DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS	
		1	2
1 PESO DEL SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	gr	280.76	299.05
2 PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	gr	268.17	284.92
3 PESO DEL AGUA	gr	12.59	14.13
4 PESO DEL RECIPIENTE	gr	66.39	65.02
5 PESO DEL SUELO SECO	gr	201.78	219.90
6 % DE HUMEDAD	%	6.24	6.43
7 % DE HUMEDAD PROMEDIO	%	6.33	



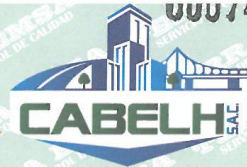
TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

*Orlando Ponce Perez*  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*Eduardo Artemio Pari Pajá*  
CIP: N° 90510  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto fc=210kg/cm2, fcs=280kg/cm2, Puno-2022"
SOLICITA	: Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
CANTERA	: AGREGADO FINO: Unucella - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA): SINCHI ROCA
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO - AGREGADO FINO CON 5% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO
FECHA	: jueves, 31 de Marzo de 2022

**CONTENIDO DE HUMEDAD %**  
(ASTM D - 2216)

DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS	
		1	2
1 PESO DEL SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	gr	194.84	200.54
2 PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	gr	193.50	199.10
3 PESO DEL AGUA	gr	1.34	1.44
4 PESO DEL RECIPIENTE	gr	28.35	29.13
5 PESO DEL SUELO SECO.	gr	165.15	169.97
6 % DE HUMEDAD	%	0.81	0.85
7 % DE HUMEDAD PROMEDIO	%	0.83	

DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS	
		1	2
1 PESO DEL SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	gr	208.70	216.26
2 PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	gr	200.18	207.17
3 PESO DEL AGUA	gr	8.52	9.09
4 PESO DEL RECIPIENTE	gr	68.05	67.94
5 PESO DEL SUELO SECO.	gr	132.13	139.23
6 % DE HUMEDAD	%	6.45	6.53
7 % DE HUMEDAD PROMEDIO	%	6.49	

**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*Orlando Ponce Perez*  
DNI 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA

**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*Eduardo Artemio Fari Palli*  
CIP N° 60010  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> , f <sub>c</sub> '=280kg/cm <sup>2</sup> , Puno-2022"
SOLICITA	: Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
CANTERA	: AGREGADO FINO - Unucolla - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA), SINCHI ROCA
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO - AGREGADO FINO CON 15% DE SUSTITUCION POR RELAVE MINERO
FECHA	: jueves, 31 de Marzo de 2022

**CONTENIDO DE HUMEDAD %**  
(ASTM D - 2216)

AGREGADO GRUESO ( PIEDRA CHANCADA)			
DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS	
		1	2
1 PESO DEL SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	gr	194.84	200.54
2 PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	gr	193.50	199.10
3 PESO DEL AGUA	gr	1.34	1.44
4 PESO DEL RECIPIENTE	gr	28.35	29.13
5 PESO DEL SUELO SECO	gr	165.15	169.97
6 % DE HUMEDAD	%	0.81	0.85
7 % DE HUMEDAD PROMEDIO	%	0.83	

AGREGADO FINO			
DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS	
		1	2
1 PESO DEL SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	gr	210.82	203.80
2 PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	gr	201.18	194.60
3 PESO DEL AGUA	gr	9.64	9.20
4 PESO DEL RECIPIENTE	gr	65.59	65.02
5 PESO DEL SUELO SECO	gr	135.59	129.58
6 % DE HUMEDAD	%	7.11	7.10
7 % DE HUMEDAD PROMEDIO	%	7.10	

**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*Orlando Ponce Perez*  
DNI 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA

**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*Eduardo Artemio Pari Pati*  
CIP: Nº 66210  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> , f <sub>c</sub> '=280kg/cm <sup>2</sup> , Puno-2022"
SOLICITA	: Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambí, Rony Grimaldo
CANTERA	: AGREGADO FINO - Unuqolla - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA): SINCHI ROCA
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO - AGREGADO FINO CON 25% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO
FECHA	: jueves, 31 de Marzo de 2022

**CONTENIDO DE HUMEDAD %**  
(ASTM D - 2216)

DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS	
		1	2
1 PESO DEL SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	gr	194.84	200.54
2 PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	gr	193.50	199.10
3 PESO DEL AGUA	gr	1.34	1.44
4 PESO DEL RECIPIENTE	gr	28.35	29.13
5 PESO DEL SUELO SECO	gr	165.15	169.97
6 % DE HUMEDAD	%	0.81	0.85
7 % DE HUMEDAD PROMEDIO	%	0.83	

DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS	
		1	2
1 PESO DEL SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	gr	219.36	219.33
2 PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	gr	206.40	208.28
3 PESO DEL AGUA	gr	12.96	11.05
4 PESO DEL RECIPIENTE	gr	39.43	65.17
5 PESO DEL SUELO SECO	gr	166.97	143.11
6 % DE HUMEDAD	%	7.76	7.72
7 % DE HUMEDAD PROMEDIO	%	7.74	

**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS / MATERIALES  
*Orlando Ponce Perez*  
DNI 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA

**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS / MATERIALES  
*Edoardo Artemio Párriz Palli*  
CIP: N° 20510  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO	: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto fc=210kg/cm2, fcs=280kg/cm2, Puno-2022"
SOLICITA	: Br. Arca Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
CANTERA	: AGREGADO FINO. Unucolla - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA). SINCHI ROCA
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO - AGREGADO FINO CON 35% DE SUSTITUCIÓN POR RELAVE MINERO
FECHA	: jueves, 31 de Marzo de 2022

**CONTENIDO DE HUMEDAD %**  
(ASTM D - 2216)

DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS	
		1	2
		AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA)	
1 PESO DEL SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	gr	194.84	200.54
2 PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	gr.	193.50	199.10
3 PESO DEL AGUA	gr	1.34	1.44
4 PESO DEL RECIPIENTE	gr.	28.35	29.13
5 PESO DEL SUELO SECO.	gr	165.15	169.97
6 % DE HUMEDAD	%	0.81	0.85
7 % DE HUMEDAD PROMEDIO	%	0.83	

DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS	
		1	2
		AGREGADO FINO	
1 PESO DEL SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	gr	224.04	216.65
2 PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	gr.	212.04	205.16
3 PESO DEL AGUA	gr	12.00	11.49
4 PESO DEL RECIPIENTE	gr	68.31	60.12
5 PESO DEL SUELO SECO.	gr	143.73	145.04
6 % DE HUMEDAD	%	8.35	7.92
7 % DE HUMEDAD PROMEDIO	%	8.14	

 **TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*Orlando Ponce Perez*  
DMI 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA

 **TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*Eduardo Antonio Puri Palla*  
CIP N° 80510  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO:	"Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> , f <sub>c</sub> =280kg/cm <sup>2</sup> , Puno-2022"
SOLICITA	Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
CANTERA	AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA): SINCHI ROCA
MUESTRA	CONCRETO PATRON
FECHA	lunes, 11 de Abril de 2022

### DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

f<sub>c</sub> = 280 kg/cm<sup>2</sup>

#### CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO:

##### CEMENTO RUMI TIPO IP

Peso Especifico 2.85 Tn/m<sup>3</sup> Resistencia Requerida f<sub>c</sub> = 364 kg/cm<sup>2</sup>

#### CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS:

	Und.	A. Fino	A. Grueso
Peso Unit. Seco Compactado	Kg/m <sup>3</sup>	1,689	1,550
Peso Unitario Seco Suelto	Kg/m <sup>3</sup>	1,609	1,417
Peso Especifico de la masa	gr/cc	2.54	2.59
Contenido de Humedad	%	6.33	0.83
Porcentaje de Absorción	%	2.72	1.45
Módulo de Fineza		2.98	6.81
Tamaño Máximo	pulg.	-	1/2"

#### DATOS DE DISEÑO

Clima : frío  
Slump : 3" a 4"  
Agua /m<sup>3</sup> : 216.00  
Contenido de Aire : 2.50%  
Con Aditivos : NO AIR MIX 200 = 5%  
Relación agua - cemento : 0.470  
Volumen de agregado grueso : 0.532

Factor de Cemento : 460 Kg/m<sup>3</sup> **10.81 Bis/M3**

Peso del Agregado Grueso : 825 kg  
Volumen del Agregado Fino : 0.279 m<sup>3</sup>  
% Agregado Grueso : 72.07%  
% Agregado Fino : 27.93%

#### 1. VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS MATERIALES POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO:

Cemento	459.57	/	2.85	=	0.161
Agua	216.00	/	1,000	=	0.216
Aire	2.50	/	100	=	0.025
Agregado Grueso	825	/	2.59	=	0.318
Agregado Fino				=	0.279
					1.000

#### 2. PESO SECO DE LOS MATERIALES POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO:

Cemento				=	460	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	0.3184	x	2.590	=	825	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	0.2793	x	2.540	=	710	kg/m <sup>3</sup>
Agua Diseño				=	216	Lts/m <sup>3</sup>
					2210	Kg/m <sup>3</sup>



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Orlando Ponce Perez  
DNI 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Eduardo Arias Pari/Pañi  
CIP. N° 510  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO:	"Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> , f <sub>c</sub> =280kg/cm <sup>2</sup> , Puno-2022"
SOLICITA	Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
CANTERA	AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA): SINCHI ROCA
MUESTRA	CONCRETO PATRON
FECHA	lunes, 11 de Abril de 2022

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO**

f<sub>c</sub> = 280 kg/cm<sup>2</sup>

**3. CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN:**

Agregado Grueso	0.83	1.45	x	825	=	-5.11	Lts.
Agregado Fino	6.33	2.72	x	710	=	25.61	Lts.
Agua Efectiva	216.0	-	25.61	-5.11	=	196	Lts.

**4. PESO DE MATERIALES CORREGIDOS POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO:**

Cemento					=	460	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	825	*	1.0083		=	831	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	710	*	1.0633		=	754	kg/m <sup>3</sup>
Agua					=	196	Lts/m <sup>3</sup>
						2241	Kg/m <sup>3</sup>

**5. LAS PROPORCIONES EN PESO SECO SERAN:**

Cemento	:	460	/	460	=	1
Agregado Grueso	:	825	/	460	=	1.79
Agregado Fino	:	710	/	460	=	1.54
Agua	:	216	/	460	=	0.47

**6. PESO DE MATERIALES POR BOLSA:**

Cemento	:	1	x	42.5	=	42.50	kg/bolsa
Agregado Grueso	:	1.79	x	42.5	=	76.26	kg/bolsa
Agregado Fino	:	1.54	x	42.5	=	65.61	kg/bolsa
Agua	:	0.47	x	42.5	=	19.97	Lts/bolsa

**7. LAS PROPORCIONES EN VOLUMEN EN PIE 3:**

Cemento	:	42.50	/	42.50	=	1.00	pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	76.26	/	1,417	=	1.90	pie <sup>3</sup>
Agregado Fino	:	65.61	/	1,609	=	1.44	pie <sup>3</sup>
Agua efectiva	:	19.97	/	1.00	=	19.97	Lts

Componentes	Cemento	Agregado grueso	Agregado fino	Agua
Proporcion	1.00	1.90	1.44	19.97

**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*Orlando Ponce Perez*  
DMI: 70123132  
TECNICO LABORATORISTA

**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*Eduardo Arce Acsara*  
CIP: N° 90310  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO:	"Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> , f <sub>c</sub> =280kg/cm <sup>2</sup> , Puno-2022"
SOLICITA	Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
CANTERA	AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA): SINCHI ROCA
MUESTRA	CONCRETO CON 5% DE SUSTITUCIÓN DE RELAVE MINERO POR AGREGADO FINO
FECHA	lunes, 11 de Abril de 2022

### DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

f<sub>c</sub> = 280 kg/cm<sup>2</sup>

#### CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO:

##### CEMENTO RUMI TIPO IP

Peso Específico 2.85 Tn/m<sup>3</sup> Resistencia Requerida f<sub>c</sub> = 364 kg/cm<sup>2</sup>

#### CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS:

	Und.	A. Fino	A. Grueso
Peso Unit. Seco Compactado	Kg/m <sup>3</sup>	1.692	1.550
Peso Unitario Seco Suelto	Kg/m <sup>3</sup>	1.605	1.417
Peso Específico de la masa	gr/cc	2.57	2.59
Contenido de Humedad	%	6.49	0.83
Porcentaje de Absorción	%	2.19	1.45
Módulo de Fineza		2.90	6.81
Tamaño Máximo	pulg.	-	1/2"

#### DATOS DE DISEÑO

Clima : frío  
Slump : 3" a 4"  
Agua /m<sup>3</sup> : 216.00  
Contenido de Aire : 2.50%  
Con Aditivos : NO AIR MIX 200 = 5%  
Relación agua - cemento : 0.470  
Volumen de agregado grueso : 0.540

Factor de Cemento : 460 Kg/m<sup>3</sup> **10.81 Bls/M<sup>3</sup>**

Peso del Agregado Grueso : 837 kg  
Volumen del Agregado Fino : 0.275 m<sup>3</sup>  
% Agregado Grueso : 72.55% 0.73  
% Agregado Fino : 27.45% 0.27

#### 1. VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS MATERIALES POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO:

Cemento	459.57	/	2.85	=	0.161
Agua	216.00	/	1.000	=	0.216
Aire	2.50	/	100	=	0.025
Agregado Grueso	837	/	2.59	=	0.323
Agregado Fino				=	0.275
					1.000

#### 2. PESO SECO DE LOS MATERIALES POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO:

Cemento				=	460	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	0.3232	x	2.590	=	837	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	0.2745	x	2.570	=	706	kg/m <sup>3</sup>
Agua Diseño				=	216	Lts/m <sup>3</sup>
					2218	Kg/m <sup>3</sup>



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Orlando Ponce Perez  
DMI: 70123132  
TECNICO LABORATORISTA



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Eduardo Antonio Pari Palta  
CIP: N° 90810  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO:	"Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> , f <sub>c</sub> =280kg/cm <sup>2</sup> , Puno-2022"
SOLICITA	Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
CANTERA	AGREGADO FINO- Unucolla - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA); SINCHI ROCA
MUESTRA	CONCRETO CON 5% DE SUSTITUCIÓN DE RELAVE MINERO POR AGREGADO FINO
FECHA	lunes, 11 de Abril de 2022

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO**

f<sub>c</sub> = 280 kg/cm<sup>2</sup>

**3. CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN:**

Agregado Grueso	0.83	1.45	x	837	=	-5.19	Lts.
Agregado Fino	6.49	2.19	x	706	=	30.34	Lts.
Agua Efectiva	216.0	-	30.34	-5.19	=	191	Lts.

**4. PESO DE MATERIALES CORREGIDOS POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO:**

Cemento					=	460	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	837	*	1.0083		=	844	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	706	*	1.0649		=	751	kg/m <sup>3</sup>
Agua					=	191	Lts/m <sup>3</sup>
					=	2246	Kg/m <sup>3</sup>

**5. LAS PROPORCIONES EN PESO SECO SERAN:**

Cemento	:	460	/	460	=	1
Agregado Grueso	:	837	/	460	=	1.82
Agregado Fino	:	706	/	460	=	1.54
Agua	:	216	/	460	=	0.47

**6. PESO DE MATERIALES POR BOLSA:**

Cemento	:	1	x	42.5	=	42.50	kg/bolsa
Agregado Grueso	:	1.82	x	42.5	=	77.40	kg/bolsa
Agregado Fino	:	1.54	x	42.5	=	65.25	kg/bolsa
Agua	:	0.47	x	42.5	=	19.97	Lts/bolsa

**7. LAS PROPORCIONES EN VOLUMEN EN PIE<sup>3</sup>:**

Cemento	:	42.50	/	42.50	=	1.00	pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	77.40	/	1.417	=	1.93	pie <sup>3</sup>
Agregado Fino	:	65.25	/	1.605	=	1.44	pie <sup>3</sup>
Agua efectiva	:	19.97	/	1.00	=	19.97	Lts

Componentes	Cemento	Agregado grueso	Agregado fino	Agua
Proporcion	1.00	1.93	1.44	19.97

  
**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Orlanillo Ponce Perez  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA

  
**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Eduardo Antonio Párriz Palli  
CIP: N° 90810  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO:	"Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f'c=210kg/cm2, f'c=280kg/cm2, Puno-2022"
SOLICITA	Br. Arca Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
CANTERA	AGREGADO FINO: Unucalla - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA): SINCHI ROCA
MUESTRA	CONCRETO CON 15% DE SUSTITUCIÓN DE RELAVE MINERO POR AGREGADO FINO
FECHA	lunes, 11 de Abril de 2022

### DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

f'c = 280 kg/cm2

#### CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO:

CEMENTO RUMI TIPO IP	Resistencia Requerida
Peso Especifico 2.85 Tn/m3	f'c = 364 kg/cm2

#### CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS:

	Und.	A. Fino	A. Grueso
Peso Unit. Seco Compactado	Kg/m3	1.696	1.550
Peso Unitario Seco Suelto	Kg/m3	1.623	1.417
Peso Especifico de la masa	gr/cc	2.58	2.59
Contenido de Humedad	%	7.10	0.83
Porcentaje de Absorción	%	2.10	1.45
Módulo de Fineza		2.83	6.81
Tamaño Máximo	pulg.	-	1/2"

#### DATOS DE DISEÑO

Clima	:	frio	
Slump	:	3" a 4"	
Agua /m3	:	216.00	
Contenido de Aire	:	2.50%	
Con Aditivos	:	NO	AIR MIX 200 = 5%
Relación agua - cemento	:	0.470	
Volumen de agregado grueso	:	0.547	

Factor de Cemento : 460 Kg/m3 **10.81 Bls/M3**

Peso del Agregado Grueso	:	848	kg
Volumen del Agregado Fino	:	0.270	m3
% Agregado Grueso	:	72.97%	0.73
% Agregado Fino	:	27.03%	0.27

#### 1. VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS MATERIALES POR m3 DE CONCRETO:

Cemento	:	459.57	/	2.85	=	0.161
Agua	:	216.00	/	1,000	=	0.216
Aire	:	2.50	/	100	=	0.025
Agregado Grueso	:	848	/	2.59	=	0.327
Agregado Fino	:				=	0.270
						1.000

#### 2. PESO SECO DE LOS MATERIALES POR m3 DE CONCRETO:

Cemento			=	460	kg/m3
Agregado Grueso	0.3274	x	2.590	=	848
Agregado Fino	0.2703	x	2.580	=	698
Agua Diseño			=	216	Lts/m3
				2221	Kg/m3



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Orlando Ponce Perez  
DNI: 70123132  
TECNICO LABORATORISTA



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Eduardo Artemio Pari Palli  
CIP: N° 50510  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO:	"Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> , f <sub>c</sub> =280kg/cm <sup>2</sup> , Puno-2022"
SOLICITA	Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
CANTERA	AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA), SINCHI ROCA
MUESTRA	CONCRETO CON 15% DE SUSTITUCIÓN DE RELAVE MINERO POR AGREGADO FINO
FECHA	lunes, 11 de Abril de 2022

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO**

f<sub>c</sub> = 280 kg/cm<sup>2</sup>

**3. CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN:**

Agregado Grueso	0.83	1.45	x	848	=	-5.26	Lts.
Agregado Fino	7.10	2.10	x	698	=	34.88	Lts.
Agua Efectiva	216.0	-	34.88	-5.26	=	186	Lts.

**4. PESO DE MATERIALES CORREGIDOS POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO:**

Cemento					=	460	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	848	*	1.0083		=	855	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	698	*	1.0710		=	747	kg/m <sup>3</sup>
Agua					=	186	Lts/m <sup>3</sup>
					=	2248	Kg/m <sup>3</sup>

**5. LAS PROPORCIONES EN PESO SECO SERAN:**

Cemento	:	460	/	460	=	1
Agregado Grueso	:	848	/	460	=	1.84
Agregado Fino	:	698	/	460	=	1.52
Agua	:	216	/	460	=	0.47

**6. PESO DE MATERIALES POR BOLSA:**

Cemento	:	1	x	42.5	=	42.50	kg/bolsa
Agregado Grueso	:	1.84	x	42.5	=	78.40	kg/bolsa
Agregado Fino	:	1.52	x	42.5	=	64.50	kg/bolsa
Agua	:	0.47	x	42.5	=	19.97	Lts/bolsa

**7. LAS PROPORCIONES EN VOLUMEN EN PIE<sup>3</sup>:**

Cemento	:	42.50	/	42.50	=	1.00	pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	78.40	/	1,417	=	1.96	pie <sup>3</sup>
Agregado Fino	:	64.50	/	1,623	=	1.40	pie <sup>3</sup>
Agua efectiva	:	19.97	/	1.00	=	19.97	Lts

Componentes	Cemento	Agregado grueso	Agregado fino	Agua
Proporción	1.00	1.96	1.40	19.97



**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

*Orlando Ponce Perez*  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA



**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

*Eduardo Arriaga Pari Palla*  
CIP: N° 60510  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO:	"Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> , f <sub>c</sub> =280kg/cm <sup>2</sup> , Puno-2022"
SOLICITA	Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
CANTERA	AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA): SINCHI ROCA
MUESTRA	CONCRETO CON 25% DE SUSTITUCIÓN DE RELAVE MINERO POR AGREGADO FINO
FECHA	Lunes, 11 de Abril de 2022

### DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

f<sub>c</sub> = 280 kg/cm<sup>2</sup>

#### CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO:

##### CEMENTO RUMI TIPO IP

Peso Específico : 2.85 Tn/m<sup>3</sup> Resistencia Requerida f<sub>c</sub> = 364 kg/cm<sup>2</sup>

#### CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS:

	Und.	A. Fino	A. Grueso
Peso Unit. Seco Compactado	Kg/m <sup>3</sup>	1,727	1,550
Peso Unitario Seco Suelto	Kg/m <sup>3</sup>	1,622	1,417
Peso Específico de la masa	gr/cc	2.59	2.59
Contenido de Humedad	%	7.74	0.83
Porcentaje de Absorción	%	2.15	1.45
Módulo de Fineza		2.79	6.81
Tamaño Máximo	pulg.	-	1/2"

#### DATOS DE DISEÑO

Clima : frío  
Slump : 3" a 4"  
Agua /m<sup>3</sup> : 216.00  
Contenido de Aire : 2.50%  
Con Aditivos : NO AIR MIX 200 = 5%  
Relación agua - cemento : 0.470  
Volumen de agregado grueso : 0.551

Factor de Cemento : 460 Kg/m<sup>3</sup> **10.81 Bls/M<sup>3</sup>**

Peso del Agregado Grueso : 854 kg  
Volumen del Agregado Fino : 0.268 m<sup>3</sup>  
% Agregado Grueso : 73.20% 0.73  
% Agregado Fino : 26.80% 0.27

#### 1. VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS MATERIALES POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO:

Cemento	: 459.57	/	2.85	=	0.161
Agua	: 216.00	/	1,000	=	0.216
Aire	: 2.50	/	100	=	0.025
Agregado Grueso	: 854	/	2.59	=	0.330
Agregado Fino				=	0.268
					1.000

#### 2. PESO SECO DE LOS MATERIALES POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO:

Cemento		=	460	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	0.3297 x 2.590	=	854	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	0.2680 x 2.590	=	694	kg/m <sup>3</sup>
Agua Diseño		=	216	Lts/m <sup>3</sup>
			2224	Kg/m <sup>3</sup>



Orlando Ponce Perez  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA



Eduardo Artemio Pari Páez  
CIP: N° 90810  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO:	"Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> , f <sub>c</sub> =280kg/cm <sup>2</sup> , Puno-2022"
SOLICITA	Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambl, Rony Grimaldo
CANTERA	AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANGADA): SINCHI ROCA
MUESTRA	CONCRETO CON 25% DE SUSTITUCIÓN DE RELAVE MINERO POR AGREGADO FINO
FECHA	lunes, 11 de Abril de 2022

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO**

f<sub>c</sub> = 280 kg/cm<sup>2</sup>

**3. CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN:**

Agregado Grueso	0.83	1.45	x	854	=	-5.30	Lts.	
Agregado Fino	7.74	2.15	x	694	=	38.80	Lts.	
Agua Efectiva	216.0	-		38.80	-5.30	=	183	Lts.

**4. PESO DE MATERIALES CORREGIDOS POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO:**

Cemento					=	460	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	854	*	1.0083		=	861	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	694	*	1.0774		=	748	kg/m <sup>3</sup>
Agua					=	183	Lts/m <sup>3</sup>
						2251	Kg/m <sup>3</sup>

**5. LAS PROPORCIONES EN PESO SECO SERAN:**

Cemento	:	460	/	460	=	1
Agregado Grueso	:	854	/	460	=	1.86
Agregado Fino	:	694	/	460	=	1.51
Agua	:	216	/	460	=	0.47

**6. PESO DE MATERIALES POR BOLSA:**

Cemento	:	1	x	42.5	=	42.50	kg/bolsa
Agregado Grueso	:	1.86	x	42.5	=	78.98	kg/bolsa
Agregado Fino	:	1.51	x	42.5	=	64.18	kg/bolsa
Agua	:	0.47	x	42.5	=	19.97	Lts/bolsa

**7. LAS PROPORCIONES EN VOLUMEN EN PIE<sup>3</sup>:**

Cemento	:	42.50	/	42.50	=	1.00	pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	78.98	/	1,417	=	1.97	pie <sup>3</sup>
Agregado Fino	:	64.18	/	1,622	=	1.40	pie <sup>3</sup>
Agua efectiva	:	19.97	/	1.00	=	19.97	Lts

Componentes	Cemento	Agregado grueso	Agregado fino	Agua
Proporción	1.00	1.97	1.40	19.97



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Orlando Yonce Perez  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Eduardo Artemio Pari Palli  
CIP: N° 93510  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO:	"Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> , f <sub>c</sub> =280kg/cm <sup>2</sup> , Puno-2022"
SOLICITA	Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
CANTERA	AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA): SINCHI ROCA
MUESTRA	CONCRETO CON 35% DE SUSTITUCIÓN DE RELAVE MINERO POR AGREGADO FINO
FECHA	lunes, 11 de Abril de 2022

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO**

f<sub>c</sub> = 280 kg/cm<sup>2</sup>

**CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO:**

**CEMENTO RUMI TIPO IP**

Peso Específico : 2.85 Tn/m<sup>3</sup> Resistencia Requerida f<sub>c</sub> = 364 kg/cm<sup>2</sup>

**CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS:**

	Und.	A. Fino	A. Grueso
Peso Unit. Seco Compactado	Kg/m <sup>3</sup>	1,726	1,550
Peso Unitario Seco Suelto	Kg/m <sup>3</sup>	1,615	1,417
Peso Específico de la masa	gr/cc	2,62	2,59
Contenido de Humedad	%	8,14	0,83
Porcentaje de Absorción	%	1,67	1,45
Módulo de Fineza		2,73	6,81
Tamaño Máximo	pulg.	--	1/2"

**DATOS DE DISEÑO**

Clima : **frio**  
Slump : **3" a 4"**  
Agua /m<sup>3</sup> : **216.00**  
Contenido de Aire : **2.50%**  
Con Aditivos : **NO** AIR MIX 200 = 5%  
Relación agua - cemento : **0.470**  
Volumen de agregado grueso : **0.557**

Factor de Cemento : 460 Kg/m<sup>3</sup> **10.81 Bls/M<sup>3</sup>**

Peso del Agregado Grueso : 863 kg  
Volumen del Agregado Fino : 0.264 m<sup>3</sup>  
% Agregado Grueso : 73.56% 0.74  
% Agregado Fino : 26.44% 0.26

**1. VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS MATERIALES POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO:**

Cemento	459.57	/	2.85	=	0.161
Agua	216.00	/	1,000	=	0.216
Aire	2.50	/	100	=	0.025
Agregado Grueso	863	/	2.59	=	0.333
Agregado Fino				=	0.264
				=	1.000

**2. PESO SECO DE LOS MATERIALES POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO:**

Cemento				=	460	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	0.3333	x	2.590	=	863	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	0.2644	x	2.620	=	693	kg/m <sup>3</sup>
Agua Diseño				=	216	Lts/m <sup>3</sup>
				=	2232	Kg/m <sup>3</sup>

**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*Orlando Ponce Perez*  
DNI: 70123132  
TECNICO LABORATORISTA

**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*Eduardo Artemio Pari Palli*  
CIP: N° 90010  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO:	"Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f'c=210kg/cm2, f'c=280kg/cm2, Puno-2022"
SOLICITA	Br. Arce Acasara, Ruth Shaketin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
CANTERA	AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA): SINCHI ROCA
MUESTRA	CONCRETO CON 35% DE SUSTITUCIÓN DE RELAVE MINERO POR AGREGADO FINO
FECHA	lunes, 11 de Abril de 2022

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO**

f'c = 280 kg/cm2

**3. CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN:**

Agregado Grueso	0.83	1.45	x	863	=	-5.35	Lts.
Agregado Fino	8.14	1.67	x	693	=	44.81	Lts.
Agua Electiva	216.0	-	44.81	-5.35	=	177	Lts.

**4. PESO DE MATERIALES CORREGIDOS POR m3 DE CONCRETO:**

Cemento					=	460	kg/m3
Agregado Grueso	863	*	1.0083		=	871	kg/m3
Agregado Fino	693	*	1.0814		=	749	kg/m3
Agua					=	177	Lts/m3
						2256	Kg/m3

**5. LAS PROPORCIONES EN PESO SECO SERAN:**

Cemento	:	460	/	460	=	1
Agregado Grueso	:	863	/	460	=	1.88
Agregado Fino	:	693	/	460	=	1.51
Agua	:	216	/	460	=	0.47

**6. PESO DE MATERIALES POR BOLSA:**

Cemento	:	1	x	42.5	=	42.50	kg/bolsa
Agregado Grueso	:	1.88	x	42.5	=	79.84	kg/bolsa
Agregado Fino	:	1.51	x	42.5	=	64.05	kg/bolsa
Agua	:	0.47	x	42.5	=	19.97	Lts/bolsa

**7. LAS PROPORCIONES EN VOLUMEN EN PIE 3:**

Cemento	:	42.50	/	42.50	=	1.00	pie3
Agregado Grueso	:	79.84	/	1.417	=	1.99	pie3
Agregado Fino	:	64.05	/	1.615	=	1.40	pie3
Agua efectiva	:	19.97	/	1.00	=	19.97	Lts

Componentes	Cemento	Agregado grueso	Agregado fino	Agua
Proporción	1.00	1.99	1.40	19.97

**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*Oriando Ponce Perez*  
DNI 70123132  
TECNICO LABORATORISTA

**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*Eduardo Artemio Pati Pati*  
CIP. N° 60510  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO: "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ ,  $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , Puno-2022"

SOLICITA: Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo

CANTERA: AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO: Unucolla

MUESTRA: CONCRETO PATRON

FECHA: jueves, 14 de Abril de 2022

**ENSAYOS DE CONTROL DEL CONCRETO FRESCO**  
**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO**  
 $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

1. MEDICIÓN DE TEMPERATURA

ASTM C1064 / C1064M - 17

Según ACI 211.1

Temperatura del concreto ( $^{\circ}\text{C}$ ) : 15.8  $^{\circ}\text{C}$

Temperatura del concreto =  $0^{\circ}\text{C}$  a  $50^{\circ}\text{C}$

cumple

2. MEDICIÓN DE CONSISTENCIA

ASTM C143 / C143M - 20

Asentamiento

Slump o reventamiento : 2 Pulg

cumple

3. MEDICIÓN DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO

ASTM C138 / C138M - 17a

Peso del molde : 3.548 Kg.  
Volumen del molde : 0.007036  $\text{m}^3$   
Peso del molde + concreto compactado : 19.763 Kg.  
Peso del concreto : 16.215 Kg.  
Peso unitario del concreto (PUC) : 2304.58  $\text{Kg/m}^3$

4. MEDICIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CONCRETO

ASTM C138 / C138M - 17a

Masa total de los materiales : 15.81 Kg.  
Peso unitario del concreto (PUC) : 2304.58  $\text{Kg/m}^3$   
Peso unitario teórico (PUT) : 2246.43  $\text{Kg/m}^3$   
Rendimiento del concreto : 0.007  $\text{m}^3$   
Rendimiento relativo : 1.0

cumple

5. MEDICIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE

ASTM C231 / C231M - 17a

Contenido de aire atrapado de diseño : 1.5 %  
Contenido de aire (Olla Whashington) : 1.7 %

Según ACI 211.1

cumple

6. MEDICIÓN DE SEGREGACIÓN DEL CONCRETO

ASTM C1610 / C1610M - 21

Segregación del concreto : Sin segregación

7. MEDICIÓN DE EXUDACIÓN DEL CONCRETO

ASTM C232 / C232M - 21

Identificación	$\Delta T$ (min)	$\Delta T$ Acum (min)	$\Delta \text{vol.}$ (ml)	$\Delta \text{vol.}$ Acum. (ml)
Concreto patrón.	10.0	10.0	11.00	11.00
	10.0	20.0	8.00	19.00
	10.0	30.0	4.00	23.00
	10.0	40.0	2.00	25.00
	30.0	70.0	0.00	25.00
Exudación (ml/cm <sup>2</sup> )				0.077

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Los valores presentados en el presente informe son tal cual se obtuvieron en el Laboratorio



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Orlando Ponce Perez  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Eduardo Arsenio Pari Palli  
CIP: N° 50510  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO: Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ ,  $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , Puno-2022"

SOLICITA : Br. Arce Acasara Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo

CANTERA : AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO: Unucolla

MUESTRA : CONCRETO CON 5% DE SUSTITUCIÓN DE RELAVE MINERO POR AGREGADO FINO

FECHA : Jueves, 14 de Abril de 2022

**ENSAYOS DE CONTROL DEL CONCRETO FRESCO**  
**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO**  
 **$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$**

1. MEDICIÓN DE TEMPERATURA

ASTM C1064 / C1064M - 17

Según ACI 211.1

Temperatura del concreto ( $^{\circ}\text{C}$ ) : 15.4  $^{\circ}\text{C}$

Temperatura del concreto =  $0^{\circ}\text{C}$  a  $50^{\circ}\text{C}$   
cumple

2. MEDICIÓN DE CONSISTENCIA

ASTM C143 / C143M - 20

Asentamiento

Slump o revenimiento : 2 Pulg

cumple

3. MEDICIÓN DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO

ASTM C138 / C138M - 17a

Peso del molde : 3.548 Kg.  
Volumen del molde : 0.007036  $\text{m}^3$   
Peso del molde + concreto compactado : 19.658 Kg.  
Peso del concreto : 16.110 Kg.  
Peso unitario del concreto (PUC) : 2289.65  $\text{Kg/m}^3$

4. MEDICIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CONCRETO

ASTM C138 / C138M - 17a

Masa total de los materiales : 15.86 Kg.  
Peso unitario del concreto (PUC) : 2289.65  $\text{Kg/m}^3$   
Peso unitario teórico (PUT) : 2253.67  $\text{Kg/m}^3$   
Rendimiento del concreto : 0.007  $\text{m}^3$   
Rendimiento relativo : 1.0

cumple

5. MEDICIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE

ASTM C231 / C231M - 17a

Contenido de aire atrapado de diseño : 1.5 %  
Contenido de aire ( Olla Whashington) : 1.7 %

Según ACI 211.1

cumple

6. MEDICIÓN DE SEGREGACIÓN DEL CONCRETO

ASTM C1610 / C1610M - 21

Segregación del concreto : Sin segregación

7. MEDICIÓN DE EXUDACIÓN DEL CONCRETO

ASTM C232 / C232M - 21

Identificación	$\Delta T$ (min)	$\Delta T$ Acum (min)	$\Delta vol.$ (ml)	$\Delta vol.$ Acum.(ml)
concreto con 5% de sustitución de relave minero por agregado fino	10.0	10.0	6.00	6.00
	10.0	20.0	4.00	10.00
	10.0	30.0	2.00	12.00
	10.0	40.0	1.00	13.00
	30.0	70.0	0.00	13.00
Exudación (ml/cm <sup>2</sup> )			0.040	

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Los valores presentados en el presente informe son los que se obtuvieron en el Laboratorio

TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Orlando Ponce Perez  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA

TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Eduardo Artemio Pari Palli  
CIP: N° 60510  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO: Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ ,  
 $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , Puno-2022  
SOLICITA: Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo  
CANTERA: AGREGADO FINO. Unucolla - AGREGADO GRUESO. Unucolla  
MUESTRA: CONCRETO CON 15% DE SUSTITUCIÓN DE RELAVE MINERO POR AGREGADO FINO  
FECHA: jueves, 14 de Abril de 2022

**ENSAYOS DE CONTROL DEL CONCRETO FRESCO**  
**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO**  
 **$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$**

1. MEDICIÓN DE TEMPERATURA

ASTM C1064 / C1064M - 17

Según ACI 211.1

Temperatura del concreto ( $^{\circ}\text{C}$ ) : 19.2  $^{\circ}\text{C}$

Temperatura del concreto =  $0^{\circ}\text{C}$  a  $50^{\circ}\text{C}$   
cumple

2. MEDICIÓN DE CONSISTENCIA

ASTM C143 / C143M - 20

Asentamiento

Slump o reventamiento : 1.5 Pulg

cumple

3. MEDICIÓN DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO

ASTM C138 / C138M - 17a

Peso del molde : 3.548 Kg.  
Volumen del molde : 0.007036  $\text{m}^3$   
Peso del molde + concreto compactado : 19.615 Kg.  
Peso del concreto : 16.067 Kg.  
Peso unitario del concreto (PUC) : 2283.54  $\text{Kg/m}^3$

4. MEDICIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CONCRETO

ASTM C138 / C138M - 17a

Masa total de los materiales : 15.87 Kg.  
Peso unitario del concreto (PUC) : 2283.54  $\text{Kg/m}^3$   
Peso unitario teórico (PUT) : 2255.92  $\text{Kg/m}^3$   
Rendimiento del concreto : 0.007  $\text{m}^3$   
Rendimiento relativo : 1.0

cumple

5. MEDICIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE

ASTM C231 / C231M - 17a

Contenido de aire atrapado de diseño : 1.5 %  
Contenido de aire (Olla Whashington) : 1.6 %

Según ACI 211.1  
cumple

6. MEDICIÓN DE SEGREGACIÓN DEL CONCRETO

ASTM C1610 / C1610M - 21

Segregación del concreto : Sin segregación

7. MEDICIÓN DE EXUDACIÓN DEL CONCRETO

ASTM C232 / C232M - 21

Identificación	$\Delta T$ (min)	$\Delta T$ Acum (min)	$\Delta \text{vol.}$ (ml)	$\Delta \text{vol.}$ Acum.(ml)
concreto con 15% de sustitución de relave minero por agregado fino	10.0	10.0	0.00	0.00
	10.0	20.0	0.00	0.00
	10.0	30.0	0.00	0.00
	10.0	40.0	0.00	0.00
	30.0	70.0	0.00	0.00
Exudación (ml/cm <sup>2</sup> )				0.000

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Los valores presentados en el presente informe son tal cual se obtuvieron en el Laboratorio

TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Orlando Ponce Perez  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA

TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Eduardo Artemio Pari Palli  
CIF: N° 90510  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO: Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ ,  
 $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , Puno-2022  
SOLICITA: Br. Arce Ancara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo  
CANTERA: AGREGADO FINO. Unucolla - AGREGADO GRUESO. Unucolla  
MUESTRA: CONCRETO CON 25% DE SUSTITUCIÓN DE RELAVE MINERO POR AGREGADO FINO  
FECHA: jueves, 14 de Abril de 2022

**ENSAYOS DE CONTROL DEL CONCRETO FRESCO**  
**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO**  
 $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

1. MEDICIÓN DE TEMPERATURA

ASTM C1064 / C1064M - 17

Según ACI 211.1

Temperatura del concreto (°C) : 18.9 °C

Temperatura del concreto = 0°C a 50°C  
cumple

2. MEDICIÓN DE CONSISTENCIA

ASTM C143 / C143M - 20

Asentamiento

Slump o revenimiento : 1.3 Pulg

cumple

3. MEDICIÓN DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO

ASTM C138 / C138M - 17a

Peso del molde : 3.548 Kg.  
Volumen del molde : 0.007036 m<sup>3</sup>  
Peso del molde + concreto compactado : 19.591 Kg.  
Peso del concreto : 16.043 Kg.  
Peso unitario del concreto (PUC) : 2280.13 Kg/m<sup>3</sup>

4. MEDICIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CONCRETO

ASTM C138 / C138M - 17a

Masa total de los materiales : 15.89 Kg.  
Peso unitario del concreto (PUC) : 2280.13 Kg/m<sup>3</sup>  
Peso unitario teórico (PUT) : 2258.16 Kg/m<sup>3</sup>  
Rendimiento del concreto : 0.007 m<sup>3</sup>  
Rendimiento relativo : 1.0

cumple

5. MEDICIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE

ASTM C231 / C231M - 17a

Contenido de aire atrapado de diseño : 1.5 %  
Contenido de aire ( Olla Whashington) : 1.4 %

Según ACI 211.1

cumple

6. MEDICIÓN DE SEGREGACIÓN DEL CONCRETO

ASTM C1610 / C1610M - 21

Segregación del concreto : Sin segregación

7. MEDICIÓN DE EXUDACIÓN DEL CONCRETO

ASTM C232 / C232M - 21

Identificación	$\Delta T$ (min)	$\Delta T$ Acum (min)	$\Delta vol.$ (ml)	$\Delta vol.$ Acum.(ml)
concreto con 25% de sustitución de relave minero por agregado fino	10.0	10.0	0.00	0.00
	10.0	20.0	0.00	0.00
	10.0	30.0	0.00	0.00
	10.0	40.0	0.00	0.00
	30.0	70.0	0.00	0.00
Exudación (ml/cm <sup>2</sup> )			0.000	

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Los valores presentados en el presente informe son tal cual se obtuvieron en el Laboratorio

  
**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Orlando Ponce Perez  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA

  
**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Edwardo Artemio Pari Palli  
CIP: N° 20510  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO: Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ ,  
 $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , Puno-2022

SOLICITA: Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo

CANTERA: AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO: Unucolla

MUESTRA: CONCRETO CON 35% DE SUSTITUCIÓN DE RELAVE MINERO POR AGREGADO FINO

FECHA: jueves, 14 de Abril de 2022

**ENSAYOS DE CONTROL DEL CONCRETO FRESCO**  
**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO**  
 **$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$**

1. MEDICIÓN DE TEMPERATURA

ASTM C1064 / C1064M - 17

Según ACI 211.1

Temperatura del concreto ( $^{\circ}\text{C}$ ) : 19.2  $^{\circ}\text{C}$

Temperatura del concreto =  $0^{\circ}\text{C}$  a  $50^{\circ}\text{C}$   
cumple

2. MEDICIÓN DE CONSISTENCIA

ASTM C143 / C143M - 20

Asentamiento

Slump o reventamiento : 1 Pulg

cumple

3. MEDICIÓN DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO

ASTM C138 / C138M - 17a

Peso del molde : 3.548 Kg.  
Volumen del molde : 0.007036  $\text{m}^3$ .  
Peso del molde + concreto compactado : 19.403 Kg.  
Peso del concreto : 15.855 Kg.  
Peso unitario del concreto (PUC) : 2253.41  $\text{Kg/m}^3$

4. MEDICIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CONCRETO

ASTM C138 / C138M - 17a

Masa total de los materiales : 15.94 Kg.  
Peso unitario del concreto (PUC) : 2253.41  $\text{Kg/m}^3$   
Peso unitario teórico (PUT) : 2264.85  $\text{Kg/m}^3$   
Rendimiento del concreto : 0.007  $\text{m}^3$   
Rendimiento relativo : 1.0

cumple

5. MEDICIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE

ASTM C231 / C231M - 17a

Contenido de aire atrapado de diseño : 1.5 %  
Contenido de aire (Olla Whashington) : 1.9 %

Según ACI 211.1  
cumple

6. MEDICIÓN DE SEGREGACIÓN DEL CONCRETO

ASTM C1610 / C1610M - 21

Segregación del concreto : Sin segregación

7. MEDICIÓN DE EXUDACIÓN DEL CONCRETO

ASTM C232 / C232M - 21

Identificación	$\Delta T$ (min)	$\Delta T$ Acum (min)	$\Delta \text{vol.}$ (ml)	$\Delta \text{vol.}$ Acum. (ml)
concreto con 35% de sustitución de relave minero por agregado fino	10.0	10.0	0.00	0.00
	10.0	20.0	0.00	0.00
	10.0	30.0	0.00	0.00
	10.0	40.0	0.00	0.00
	30.0	70.0	0.00	0.00
Exudación (ml/cm <sup>2</sup> )				0.000

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Los valores presentados en el presente informe son tal cual se obtuvieron en el Laboratorio

**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Orlando Ponce Perez  
DNI 70123132  
TECNICO LABORATORISTA

**TERRA EMSA**  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Eduardo Artemio Parí Palli  
CIP N° 90810  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO: Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ ,  
 $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , Puno-2022"  
SOLICITA: Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo  
CANTERA: AGREGADO FINO. Unucolla - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA). Sinchi Roca  
MUESTRA: CONCRETO PATRON  
FECHA: Jueves, 14 de Abril de 2022

**ENSAYOS DE CONTROL DEL CONCRETO FRESCO**  
**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO**  
 **$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$**

1. MEDICIÓN DE TEMPERATURA

ASTM C1064 / C1064M - 17

Según ACI 211.1

Temperatura del concreto =  $0^\circ\text{C}$  a  $50^\circ\text{C}$   
cumple

Temperatura del concreto ( $^\circ\text{C}$ ) : 19.7  $^\circ\text{C}$

2. MEDICIÓN DE CONSISTENCIA

ASTM C143 / C143M - 20

Asentamiento

cumple

Slump o revenimiento : 1.5 Pulg

3. MEDICIÓN DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO

ASTM C138 / C138M - 17a

Peso del molde : 3.548 Kg.  
Volumen del molde : 0.007036 m<sup>3</sup>.  
Peso del molde + concreto compactado : 19.731 Kg.  
Peso del concreto : 16.183 Kg.  
Peso unitario del concreto (PUC) : 2300.03 Kg/m<sup>3</sup>

4. MEDICIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CONCRETO

ASTM C138 / C138M - 17a

Masa total de los materiales : 15.55 Kg.  
Peso unitario del concreto (PUC) : 2300.03 Kg/m<sup>3</sup>  
Peso unitario teórico (PUT) : 2209.77 Kg/m<sup>3</sup>  
Rendimiento del concreto : 0.007 m<sup>3</sup>  
Rendimiento relativo : 1.0

cumple

5. MEDICIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE

ASTM C231 / C231M - 17a

Contenido de aire atrapado de diseño : 2.5 %  
Contenido de aire ( Olla Whashington) : 1.9 %

Según ACI 211.1

cumple

6. MEDICIÓN DE SEGREGACIÓN DEL CONCRETO

ASTM C1610 / C1610M - 21

Segregación del concreto : Sin segregación

7. MEDICIÓN DE EXUDACIÓN DEL CONCRETO

ASTM C232 / C232M - 21

Identificación	$\Delta T$ (min)	$\Delta T$ Acum (min)	$\Delta vol.$ (ml)	$\Delta vol.$ Acum.(ml)
Concreto patrón.	10.0	10.0	9.00	9.00
	10.0	20.0	6.00	15.00
	10.0	30.0	4.00	19.00
	10.0	40.0	2.00	21.00
	30.0	70.0	0.00	21.00
	Exudación (ml/cm <sup>2</sup> )			0.065

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Los valores presentados en el presente informe son tal cual se obtuvieron en el Laboratorio



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Orlando Ponce Perez  
DNI 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Eduardo Artemio Pahi Palli  
CIP: N° 90810  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO: Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$   
 $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Puno-2022\*

SOLICITA: Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo

CANTERA: AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA): Sinchi Roca

MUESTRA: CONCRETO CON 5% DE SUSTITUCIÓN DE RELAVE MINERO POR AGREGADO FINO

FECHA: Jueves, 14 de Abril de 2022

**ENSAYOS DE CONTROL DEL CONCRETO FRESCO**  
**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO**  
 **$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$**

1. MEDICIÓN DE TEMPERATURA

ASTM C1064 / C1064M - 17

Según ACI 211.1

Temperatura del concreto =  $0^\circ\text{C}$  a  $50^\circ\text{C}$

cumple

Temperatura del concreto ( $^\circ\text{C}$ ) : 18.2  $^\circ\text{C}$

2. MEDICIÓN DE CONSISTENCIA

ASTM C143 / C143M - 20

Asentamiento

cumple

Slump o revenimiento : 1.5 Pulg

3. MEDICIÓN DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO

ASTM C138 / C138M - 17a

Peso del molde : 3.548 Kg  
Volumen del molde : 0.007036  $\text{m}^3$   
Peso del molde + concreto compactado : 19.612 Kg  
Peso del concreto : 16.064 Kg  
Peso unitario del concreto (PUC) : 2283.12  $\text{Kg/m}^3$

4. MEDICIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CONCRETO

ASTM C138 / C138M - 17a

Masa total de los materiales : 15.61 Kg.  
Peso unitario del concreto (PUC) : 2283.12  $\text{Kg/m}^3$   
Peso unitario teórico (PUT) : 2218.24  $\text{Kg/m}^3$   
Rendimiento del concreto : 0.007  $\text{m}^3$   
Rendimiento relativo : 1.0

cumple

5. MEDICIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE

ASTM C231 / C231M - 17a

Según ACI 211.1

cumple

Contenido de aire atrapado de diseño : 2.5 %  
Contenido de aire ( Olla Whashington) : 2 %

6. MEDICIÓN DE SEGREGACIÓN DEL CONCRETO

ASTM C1610 / C1610M - 21

Segregación del concreto : Sin segregación

7. MEDICIÓN DE EXUDACIÓN DEL CONCRETO

ASTM C232 / C232M - 21

Identificación	$\Delta T$ (min)	$\Delta T$ Acum (min)	$\Delta vol.$ (ml)	$\Delta vol.$ Acum.(ml)
concreto con 5% de sustitución de relave minero por agregado fino	10.0	10.0	7.00	7.00
	10.0	20.0	4.00	11.00
	10.0	30.0	1.00	12.00
	10.0	40.0	0.00	12.00
	30.0	70.0	0.00	12.00
Exudación (ml/cm <sup>2</sup> )				0.037

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Los valores presentados en el presente informe son tal cual se obtuvieron en el Laboratorio



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Orlando Ponce Perez  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Eduardo Armento Párriz Párriz  
CIP: N° 80510  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO:	Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , Puno-2022
SOLICITA:	Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo
CANTERA:	AGREGADO FINO: Unucolla - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA): Sinchi Roca
MUESTRA:	CONCRETO CON 15% DE SUSTITUCIÓN DE RELAVE MINERO POR AGREGADO FINO
FECHA:	Jueves, 14 de Abril de 2022

**ENSAYOS DE CONTROL DEL CONCRETO FRESCO**  
**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO**  
 **$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$**

1. MEDICIÓN DE TEMPERATURA

ASTM C1064 / C1064M - 17

Según ACI 211.1

Temperatura del concreto =  $0^\circ\text{C}$  a  $50^\circ\text{C}$

Temperatura del concreto ( $^\circ\text{C}$ ) : 17.9  $^\circ\text{C}$

cumple

2. MEDICIÓN DE CONSISTENCIA

ASTM C143 / C143M - 20

Asentamiento

Slump o reversionamiento : 1.3 Pulg

cumple

3. MEDICIÓN DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO

ASTM C138 / C138M - 17a

Peso del molde	: 3.548 Kg.
Volumen del molde	: 0.007036 m <sup>3</sup> .
Peso del molde + concreto compactado	: 19.418 Kg.
Peso del concreto	: 15.870 Kg.
Peso unitario del concreto (PUC)	: 2255.54 Kg/m <sup>3</sup>

4. MEDICIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CONCRETO

ASTM C138 / C138M - 17a

Masa total de los materiales	: 15.63 Kg.
Peso unitario del concreto (PUC)	: 2255.54 Kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario teórico (PUT)	: 2221.03 Kg/m <sup>3</sup>
Rendimiento del concreto	: 0.007 m <sup>3</sup>
Rendimiento relativo	: 1.0

cumple

5. MEDICIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE

ASTM C231 / C231M - 17a

Contenido de aire atrapado de diseño	: 2.5 %
Contenido de aire (Olla Whashington)	: 1.9 %

Según ACI 211.1

cumple

6. MEDICIÓN DE SEGREGACIÓN DEL CONCRETO

ASTM C1610 / C1610M - 21

Segregación del concreto : Sin segregación

7. MEDICIÓN DE EXUDACIÓN DEL CONCRETO

ASTM C232 / C232M - 21

Identificación	$\Delta T$ (min)	$\Delta T$ Acum (min)	$\Delta vol.$ (ml)	$\Delta vol.$ Acum.(ml)
concreto con 15% de sustitución de relave minero por agregado fino	10.0	10.0	0.00	0.00
	10.0	20.0	0.00	0.00
	10.0	30.0	0.00	0.00
	10.0	40.0	0.00	0.00
	30.0	70.0	0.00	0.00
Exudación (ml/cm <sup>2</sup> )				0.000

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Los valores presentados en el presente informe son los que se obtuvieron en el Laboratorio



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*Orlando Pando Perez*  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
*Eduardo Artemio Pari Palta*  
CIP: N° 90510  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO: Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$   
 $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Puno-2022\*  
 SOLICITA: Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo  
 CANTERA: AGREGADO FINO - Unucolla - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA): Sinchi Roca  
 MUESTRA: CONCRETO CON 25% DE SUSTITUCIÓN DE RELAVE MINERO POR AGREGADO FINO  
 FECHA: Jueves, 14 de Abril de 2022

**ENSAYOS DE CONTROL DEL CONCRETO FRESCO**  
**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO**  
 **$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$**

1. MEDICIÓN DE TEMPERATURA

ASTM C1064 / C1064M - 17

Según ACI 211.1

Temperatura del concreto ( $^{\circ}\text{C}$ ) : 17.8  $^{\circ}\text{C}$

Temperatura del concreto =  $0^{\circ}\text{C}$  a  $50^{\circ}\text{C}$

cumple

2. MEDICIÓN DE CONSISTENCIA

ASTM C143 / C143M - 20

Asentamiento

Slump o revenimiento : 1.2 Pulg

cumple

3. MEDICIÓN DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO

ASTM C138 / C138M - 17a

Peso del molde : 3.548 Kg  
 Volumen del molde : 0.007036  $\text{m}^3$   
 Peso del molde + concreto compactado : 19.392 Kg  
 Peso del concreto : 15.844 Kg  
 Peso unitario del concreto (PUC) : 2251.85  $\text{Kg/m}^3$

4. MEDICIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CONCRETO

ASTM C138 / C138M - 17a

Masa total de los materiales : 15.65 Kg  
 Peso unitario del concreto (PUC) : 2251.85  $\text{Kg/m}^3$   
 Peso unitario teórico (PUT) : 2223.74  $\text{Kg/m}^3$   
 Rendimiento del concreto : 0.007  $\text{m}^3$   
 Rendimiento relativo : 1.0

cumple

5. MEDICIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE

ASTM C231 / C231M - 17a

Contenido de aire atrapado de diseño : 2.5 %  
 Contenido de aire ( Olla Whashington) : 3.1 %

Según ACI 211.1

cumple

6. MEDICIÓN DE SEGREGACIÓN DEL CONCRETO

ASTM C1610 / C1610M - 21

Segregación del concreto : Sin segregación

7. MEDICIÓN DE EXUDACIÓN DEL CONCRETO

ASTM C232 / C232M - 21

Identificación	$\Delta T$ (min)	$\Delta T$ Acum (min)	$\Delta vol.$ (ml)	$\Delta vol.$ Acum.(ml)
concreto con 25% de sustitución de relave minero por agregado fino	10.0	10.0	0.00	0.00
	10.0	20.0	0.00	0.00
	10.0	30.0	0.00	0.00
	10.0	40.0	0.00	0.00
	30.0	70.0	0.00	0.00
Exudación (ml/cm <sup>2</sup> )				0.000

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Los valores presentados en el presente informe son tal cual se obtuvieron en el Laboratorio



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Orlando Ponce Perez  
DNI: 70123132  
TÉCNICO LABORATORISTA



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
Eduardo Artemio Pari Palli  
CIP: N° 60810  
INGENIERO CIVIL





PROYECTO: Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .  
 $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Puno-2022

SOLICITA: Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo

CANTERA: AGREGADO FINO. Unucolla - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANGADA). Sinchi Roca

MUESTRA: CONCRETO CON 35% DE SUSTITUCIÓN DE RELAVE MINERO POR AGREGADO FINO

FECHA: Jueves, 14 de Abril de 2022

**ENSAYOS DE CONTROL DEL CONCRETO FRESCO**  
**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO**  
 **$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$**

1. MEDICIÓN DE TEMPERATURA

ASTM C1064 / C1064M - 17

Según ACI 211.1

Temperatura del concreto ( $^{\circ}\text{C}$ ) : 19.1  $^{\circ}\text{C}$

Temperatura del concreto =  $0^{\circ}\text{C}$  a  $50^{\circ}\text{C}$   
cumple

2. MEDICIÓN DE CONSISTENCIA

ASTM C143 / C143M - 20

Asentamiento

Slump o reventamiento : 1 Pulg

cumple

3. MEDICIÓN DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO

ASTM C138 / C138M - 17a

Peso del molde : 3.548 Kg.  
Volumen del molde : 0.007036  $\text{m}^3$ .  
Peso del molde + concreto compactado : 19.318 Kg.  
Peso del concreto : 15.770 Kg.  
Peso unitario del concreto (PUC) : 2241.33  $\text{Kg/m}^3$

4. MEDICIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CONCRETO

ASTM C138 / C138M - 17a

Masa total de los materiales : 15.70 Kg.  
Peso unitario del concreto (PUC) : 2241.33  $\text{Kg/m}^3$   
Peso unitario teórico (PUT) : 2231.67  $\text{Kg/m}^3$   
Rendimiento del concreto : 0.007  $\text{m}^3$   
Rendimiento relativo : 1.0

cumple

5. MEDICIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE

ASTM C231 / C231M - 17a

Contenido de aire atrapado de diseño : 2.5 %  
Contenido de aire (Olla Whashington) : 3.4 %

Según ACI 211.1  
cumple

6. MEDICIÓN DE SEGREGACIÓN DEL CONCRETO

ASTM C1610 / C1610M - 21

Segregación del concreto : Sin segregación

7. MEDICIÓN DE EXUDACIÓN DEL CONCRETO

ASTM C232 / C232M - 21

Identificación	$\Delta T$ (min)	$\Delta T$ Acum (min)	$\Delta vol.$ (ml)	$\Delta vol.$ Acum.(ml)
concreto con 35% de sustitución de relave minero por agregado fino	10.0	10.0	0.00	0.00
	10.0	20.0	0.00	0.00
	10.0	30.0	0.00	0.00
	10.0	40.0	0.00	0.00
	30.0	70.0	0.00	0.00
Exudación (ml/cm <sup>2</sup> )				0.000

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Los valores presentados en el presente informe son tal cual se obtuvieron en el Laboratorio



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Orlando Force Perez  
DNI: 70123132  
TECNICO LABORATORISTA



TERRA EMSA  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Eduardo Artemio Pari Palli  
CIP: N° 90510  
INGENIERO CIVIL





# TERRA EMSA

## SERVICIO DE CONTROL DE CALIDAD

laboratorio de suelos, concreto y asfalto



### CONTROL DE LABORATORIO

### PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

PROYECTO : "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f'c=210kg/cm2, f'c=280kg/cm2, Puno-2022"

SOLICITA : Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo  
 MUESTRA : Especímenes cilíndricos, f'c=210 kg/cm2  
 FECHA : miércoles, 20 de Abril de 2022

Nº ENSAYO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CONCRETO EN	DISEÑO KG/CM2	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN DIAS	TIPO DE FALLA	DIAMETRO CM	AREA CM2	CARGA APLIC. KG	ESPESEF. DE ROTURA KG/CM2	%
1	Concreto patrón.	M-01	210	13-04-22	20-04-22	7	3	14.70	169.72	30569.05	180.12	85.77%
2		M-02	210	13-04-22	20-04-22	7	3	14.80	172.03	30942.26	179.86	85.65%
3		M-03	210	210	13-04-22	20-04-22	7	3	14.80	172.03	31102.36	180.79
4	Concreto con 5% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	210	13-04-22	20-04-22	7	3	14.80	172.03	31018.74	180.31	85.86%
5		M-02	210	13-04-22	20-04-22	7	3	14.80	172.03	31373.60	182.37	86.84%
6		M-03	210	210	13-04-22	20-04-22	7	3	14.80	172.03	30757.69	178.79
7	Concreto con 15% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	210	13-04-22	20-04-22	7	3	14.80	172.03	31924.25	185.57	88.37%
8		M-02	210	13-04-22	20-04-22	7	3	14.80	172.03	32343.35	188.01	89.53%
9		M-03	210	210	13-04-22	20-04-22	7	3	14.80	172.03	32742.06	190.32
10	Concreto con 25% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	210	13-04-22	20-04-22	7	3	14.75	170.87	28031.99	164.05	78.12%
11		M-02	210	13-04-22	20-04-22	7	3	14.80	172.03	28495.96	166.77	79.41%
12		M-03	210	210	13-04-22	20-04-22	7	3	14.80	172.03	28688.69	166.76
13	Concreto con 35% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	210	13-04-22	20-04-22	7	3	14.80	172.03	26222.00	152.42	72.58%
14		M-02	210	13-04-22	20-04-22	7	3	14.75	170.87	24944.29	145.98	69.51%
15		M-03	210	210	13-04-22	20-04-22	7	3	14.80	172.03	25602.01	148.82

**OBSERVACIONES:**

Las muestras fueron elaboradas y curadas por los solicitantes.  
 Las muestras cumplen con la relación (altura/diámetro), por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo.  
 Ensayos realizados bajo la NORMA ASTM C39.

**PARAMETROS**  
 7 días 70-85%  
 14 días 85-95%  
 28 días 100 - 120 %



NÚMERO: 951952657 - 935947957 - 912647647

DIRECCIÓN: Jr. Atahualpa esq c/n Jr. San Agustín  
 CORREO: terramsa@gmail.com





# TERRA EMSA

## SERVICIO DE CONTROL DE CALIDAD

laboratorio de suelos, concreto y asfalto



### CONTROL DE LABORATORIO

### PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

PROYECTO : "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f<sub>c</sub>=210kg/cm<sup>2</sup>, f<sub>c</sub>=280kg/cm<sup>2</sup>, Puno-2022"

SOLICITA : Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo  
 MUESTRA : Especímenes cilíndricos, f<sub>c</sub>=280 kg/cm<sup>2</sup>  
 FECHA : miércoles, 20 de Abril de 2022

Nº ENSAYO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	CONCRETO EN	DISEÑO KG/CM <sup>2</sup>	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN DIAS	TIPO DE FALLA	DIAMETRO CM	AREA CM <sup>2</sup>	CARGA APIC. KG	ESPESES DE ROTURA KG/CM <sup>2</sup>	%
1	Concreto patrón.	M-01	280	13-04-22	20-04-22	7	5	9.80	75.43	18064.27	239.49	85.53%
2		M-02	280	13-04-22	20-04-22	7	3	9.80	75.43	18255.26	242.02	86.43%
3		M-03	280	13-04-22	20-04-22	7	3	9.80	75.43	17806.48	236.07	84.31%
4	Concreto con 5% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	280	13-04-22	20-04-22	7	3	9.80	75.43	17990.85	238.51	85.18%
5		M-02	280	13-04-22	20-04-22	7	3	9.80	75.43	18015.32	238.84	85.30%
6		M-03	280	13-04-22	20-04-22	7	3	9.80	75.43	18160.12	240.76	85.98%
7	Concreto con 15% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	280	13-04-22	20-04-22	7	3	9.80	75.43	18183.58	241.07	86.10%
8		M-02	280	13-04-22	20-04-22	7	3	9.80	75.43	18064.27	239.49	85.53%
9		M-03	280	13-04-22	20-04-22	7	3	9.80	75.43	18264.13	242.13	86.48%
10	Concreto con 25% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	280	13-04-22	20-04-22	7	3	9.80	75.43	16879.36	223.78	79.92%
11		M-02	280	13-04-22	20-04-22	7	3	9.80	75.43	16625.45	220.41	78.72%
12		M-03	280	13-04-22	20-04-22	7	3	9.80	75.43	17264.81	228.89	81.75%
13	Concreto con 35% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	280	13-04-22	20-04-22	7	3	9.80	75.43	14309.67	189.71	67.75%
14		M-02	280	13-04-22	20-04-22	7	3	9.80	75.43	15112.19	200.35	71.55%
15		M-03	280	13-04-22	20-04-22	7	3	9.80	75.43	14806.28	196.29	70.10%

**OBSERVACIONES:**

Las muestras fueron elaboradas y curadas por los solicitantes.  
 Las muestras cumplen con la relación (altura/diámetro), por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo.  
 Ensayos realizados bajo la NORMA ASTM C39.

**PARAMETROS**  
 7 días 70-85%  
 14 días 85-95%  
 28 días 100 - 120 %



NÚMERO: 951952657 - 9355947957 - 912647647

DIRECCION: Jr. Atahualpa esq c/n Jr. Sim Aguirón  
 CORREO: terramsa@gmail.com





**CONTROL DE LABORATORIO**  
**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

PROYECTO : "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f'c=210kg/cm2, f'c=280kg/cm2, Puno-2022"

SOLICITA : Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo  
 MUESTRA : Especímenes cilíndricos, f'c=210 kg/cm2  
 FECHA : Jueves, 28 de Abril de 2022

Nº ENSAYO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	CONCRETO EN	DISEÑO	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN DIAS	TIPO DE FALLA	DIAMETRO CM	AREA CM2	CARGA APLIC. KG	ESPESES. DE ROTURA KG/CM2	%
1	Concreto patrón.	M-01	210	14-04-22	28-04-22	14	3	14.80	172.03	34617.32	201.22	95.82%
2		M-02	210	14-04-22	28-04-22	14	3	15.00	176.71	35818.54	202.69	96.52%
3		M-03	210	210	14-04-22	28-04-22	14	3	15.00	176.71	35184.28	199.10
4	Concreto con 5% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	210	14-04-22	28-04-22	14	3	14.90	174.37	35016.03	200.82	95.63%
5		M-02	210	14-04-22	28-04-22	14	3	14.90	174.37	35416.78	203.12	96.72%
6		M-03	210	210	14-04-22	28-04-22	14	3	14.90	174.37	35302.57	202.46
7	Concreto con 15% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	210	14-04-22	28-04-22	14	3	15.00	176.71	36947.37	209.08	99.56%
8		M-02	210	14-04-22	28-04-22	14	2	15.00	176.71	37746.83	213.60	101.72%
9		M-03	210	210	14-04-22	28-04-22	14	3	15.00	176.71	37702.98	213.36
10	Concreto con 25% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	210	14-04-22	28-04-22	14	5	15.00	176.71	33849.47	191.55	91.21%
11		M-02	210	14-04-22	28-04-22	14	3	14.90	174.37	34468.44	197.68	94.13%
12		M-03	210	210	14-04-22	28-04-22	14	3	14.90	174.37	33244.78	190.66
13	Concreto con 35% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	210	14-04-22	28-04-22	14	3	14.80	172.03	30724.04	178.59	85.04%
14		M-02	210	14-04-22	28-04-22	14	3	14.90	174.37	30592.50	175.45	83.55%
15		M-03	210	210	14-04-22	28-04-22	14	3	14.80	172.03	31743.76	184.52

**OBSERVACIONES:**

Las muestras fueron elaboradas y curadas por los solicitantes.  
 Las muestras cumplen con la relación (altura/diámetro), por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo.  
 Ensayos realizados bajo la NORMA ASTM C39.

**PARAMETROS**  
 7 días 70-85%  
 14 días 85-95%  
 28 días 100 - 120 %







# TERRA EMSA

## SERVICIO DE CONTROL DE CALIDAD

laboratorio de suelos, concreto y asfalto



### CONTROL DE LABORATORIO

### PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

PROYECTO : "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f'c=210kg/cm2, f'c=280kg/cm2, Puno-2022"

SOLICITA : Br. Atce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo  
 MUESTRA : Especímenes cilíndricos, f'c=280 kg/cm2  
 FECHA : jueves, 28 de Abril de 2022

Nº ENSAYO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	CONCRETO EN	DISEÑO KG/CM2	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN DIAS	TIPO DE FALLA	DIAMETRO CM	AREA CM2	CARGA APIC. KG	ESPESES DE ROTURA KG/CM2	%
1	Concreto patrón.	M-01	280	14-04-22	28-04-22	14	5	9.80	75.43	19884.46	263.62	94.15%
2		M-02	280	14-04-22	28-04-22	14	3	9.80	75.43	20268.90	268.71	95.97%
3		M-03	280	14-04-22	28-04-22	14	3	9.80	75.43	20454.48	271.17	96.85%
4	Concreto con 5% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	280	14-04-22	28-04-22	14	3	9.80	75.43	20294.39	269.05	96.09%
5		M-02	280	14-04-22	28-04-22	14	3	9.80	75.43	20227.09	268.16	95.77%
6		M-03	280	14-04-22	28-04-22	14	3	9.80	75.43	20523.82	272.09	97.18%
7	Concreto con 15% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	280	14-04-22	28-04-22	14	5	9.80	75.43	20771.62	275.38	98.35%
8		M-02	280	14-04-22	28-04-22	14	3	9.80	75.43	20454.48	271.17	96.85%
9		M-03	280	14-04-22	28-04-22	14	3	9.80	75.43	21417.10	283.93	101.41%
10	Concreto con 25% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	280	14-04-22	28-04-22	14	3	9.80	75.43	19281.81	255.63	91.30%
11		M-02	280	14-04-22	28-04-22	14	3	9.80	75.43	19792.69	262.40	93.71%
12		M-03	280	14-04-22	28-04-22	14	3	9.80	75.43	19391.94	257.09	91.82%
13	Concreto con 35% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	280	14-04-22	28-04-22	14	3	9.80	75.43	18276.37	242.30	86.53%
14		M-02	280	14-04-22	28-04-22	14	3	9.80	75.43	18460.94	244.74	87.43%
15		M-03	280	14-04-22	28-04-22	14	3	9.80	75.43	18210.09	241.42	86.22%

#### OBSERVACIONES:

Las muestras fueron elaboradas y curadas por los solicitantes.  
 Las muestras cumplen con la relación (alturadiámetro), por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo.  
 Ensayos realizados bajo la NORMA ASTM C39.

#### PARAMETROS

7 días 70-85%  
 14 días 85-95%  
 28 días 100 - 120 %



NÚMERO: 951952657 - 935947957 - 912647647

DIRECCION: Jr. Abanadpa esq c/n Jr. San Agustín  
 CORREO: terraeinsa@gmail.com





**TERRA EMSA**  
**SERVICIO DE CONTROL DE CALIDAD**  
 laboratorio de suelos, concreto y asfalto



**CONTROL DE LABORATORIO**  
**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

PROYECTO : "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f'c=210kg/cm2, f'c=280kg/cm2, Puno-2022"

SOLICITA : Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo  
 MUESTRA : Especímenes cilíndricos, f'c=210 kg/cm2  
 FECHA : viernes, 13 de Mayo de 2022

Nº ENSAYO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CONCRETO EN	DISEÑO KG/CM2	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN DIAS	TIPO DE FALLA	DIAMETRO CM	AREA CM2	CARGA APIC. KG	ESPESES DE ROTURA KG/CM2	%
1	Concreto patrón.	M-01	210	15-04-22	13-05-22	28	3	15.00	176.71	46086.06	260.79	124.19%
2		M-02	210	15-04-22	13-05-22	28	3	14.90	174.37	44795.18	256.93	122.35%
3		M-03	210	210	15-04-22	13-05-22	28	3	14.90	174.37	43585.72	249.97
4	Concreto con 5% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	210	15-04-22	13-05-22	28	3	14.90	174.37	45809.72	262.72	125.11%
5		M-02	210	15-04-22	13-05-22	28	3	15.00	176.71	46595.92	265.68	125.56%
6		M-03	210	210	15-04-22	13-05-22	28	3	14.90	174.37	45176.48	259.09
7	Concreto con 15% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	210	15-04-22	13-05-22	28	3	14.90	174.37	50030.33	286.93	136.63%
8		M-02	210	15-04-22	13-05-22	28	3	15.00	176.71	47739.02	270.15	128.64%
9		M-03	210	210	15-04-22	13-05-22	28	3	14.80	172.03	48654.73	282.82
10	Concreto con 25% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	210	15-04-22	13-05-22	28	3	14.80	172.03	41195.51	239.46	114.03%
11		M-02	210	15-04-22	13-05-22	28	3	14.80	172.03	40579.60	235.88	112.32%
12		M-03	210	210	15-04-22	13-05-22	28	3	14.90	174.37	40159.48	230.32
13	Concreto con 35% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	210	15-04-22	13-05-22	28	3	14.80	172.03	38964.37	226.49	107.85%
14		M-02	210	15-04-22	13-05-22	28	3	14.80	172.03	35940.91	208.92	99.48%
15		M-03	210	210	15-04-22	13-05-22	28	3	14.80	172.03	36701.62	213.34

**OBSERVACIONES:**

Las muestras fueron elaboradas y curadas por los solicitantes.  
 Las muestras cumplen con la relación (altura/diámetro), por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo.  
 Ensayos realizados bajo la NORMA ASTM C39.



NÚMERO: 951952657 - 935947957 - 912647647

DIRECCION: Jr. Abanipalra esq c/rn Jr. San Agustín  
 COBREO: terraemsa@gmail.com





**TERRA EMSA**  
**SERVICIO DE CONTROL DE CALIDAD**  
 Laboratorio de suelos, concreto y asfalto



**CONTROL DE LABORATORIO**  
**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

PROYECTO : "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f'c=210kg/cm2, f'c=280kg/cm2, Puno-2022"

SOLICITA : Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo  
 MUESTRA : Especímenes cilíndricos, f'c=280 kg/cm2  
 FECHA : viernes, 13 de Mayo de 2022

Nº ENSAYO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	CONCRETO EN	DISEÑO KG/CM2	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN DIAS	TIPO DE FALLA	DIAMETRO CM	AREA CM2	CARGA APIC. KG	ESPESES DE ROTURA KG/CM2	%
1	Concreto patrón.	M-01	280	15-04-22	13-05-22	28	3	9.80	75.43	19884.46	263.62	94.15%
2		M-02	280	15-04-22	13-05-22	28	3	9.80	75.43	20268.90	268.71	95.97%
3		M-03	280	15-04-22	13-05-22	28	3	9.80	75.43	20454.48	271.17	96.85%
4	Concreto con 5% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	280	15-04-22	13-05-22	28	3	9.80	75.43	20294.39	269.05	96.09%
5		M-02	280	15-04-22	13-05-22	28	3	9.80	75.43	20227.09	268.16	95.77%
6		M-03	280	15-04-22	13-05-22	28	3	9.80	75.43	20523.82	272.09	97.18%
7	Concreto con 15% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	280	15-04-22	13-05-22	28	3	9.80	75.43	20771.62	275.38	96.35%
8		M-02	280	15-04-22	13-05-22	28	3	9.80	75.43	20454.48	271.17	96.85%
9		M-03	280	15-04-22	13-05-22	28	3	9.80	75.43	21417.10	283.93	101.41%
10	Concreto con 25% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	280	15-04-22	13-05-22	28	3	9.80	75.43	19281.81	255.63	91.30%
11		M-02	280	15-04-22	13-05-22	28	3	9.80	75.43	19792.69	262.40	93.71%
12		M-03	280	15-04-22	13-05-22	28	3	9.80	75.43	19991.94	257.09	91.82%
13	Concreto con 35% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	280	15-04-22	13-05-22	28	3	9.80	75.43	18276.37	242.30	86.53%
14		M-02	280	15-04-22	13-05-22	28	3	9.80	75.43	18460.94	244.74	87.41%
15		M-03	280	15-04-22	13-05-22	28	3	9.80	75.43	18210.09	241.42	86.22%

**OBSERVACIONES:**

Las muestras fueron elaboradas y curadas por los solicitantes.  
 Las muestras cumplen con la relación (altura/diámetro), por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo.  
 Ensayos realizados bajo la NORMA ASTM C39.

**PARAMETROS**  
 7 días 70-85%  
 14 días 85-95%  
 28 días 100 - 120 %



NÚMERO: 951952657 - 9355947957 - 912647647

DIRECCION: Jr. Abanmalpa esq c/n Jr. San Agustín  
 CORREO: terraemsa@gmail.com





**TERRA EMSA**  
**SERVICIO DE CONTROL DE CALIDAD**  
 Laboratorio de suelos, concreto y asfalto



**CONTROL DE LABORATORIO**  
**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA**  
 (MÉTODO BRASILEIRO)

PROYECTO : "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ ,  $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , Puno-2022"  
 SOLICITA : Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambí, Rony Grimaldo  
 MUESTRA : Especímenes cilíndricos,  $f_c=210\text{ kg/cm}^2$   
 FECHA : miércoles, 20 de Abril de 2022

Nº ENSAYO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CONCRETO EN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN DIAS	DIAMETRO CM	LONGITUD CM	CARGA APLIC. KG	R. A LA TRACCIÓN KG/CM2
1	Concreto patrón.	M-01	13-04-22	20-04-22	7	14.80	30.00	9904.50	22.31
2		M-02	13-04-22	20-04-22	7	14.80	30.00	8365.75	18.84
3		M-03	13-04-22	20-04-22	7	14.75	30.00	9742.37	22.02
4	Concreto con 5% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	13-04-22	20-04-22	7	14.75	29.90	9959.57	22.58
5		M-02	13-04-22	20-04-22	7	14.75	30.00	8829.72	19.95
6		M-03	13-04-22	20-04-22	7	14.80	29.90	9504.77	21.48
7	Concreto con 15% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	13-04-22	20-04-22	7	14.80	29.90	13485.74	30.47
8		M-02	13-04-22	20-04-22	7	14.75	29.90	9452.77	21.43
9		M-03	13-04-22	20-04-22	7	14.80	30.00	9752.56	21.97
10	Concreto con 25% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	13-04-22	20-04-22	7	14.75	30.00	8635.97	19.52
11		M-02	13-04-22	20-04-22	7	14.80	29.90	9611.84	21.72
12		M-03	13-04-22	20-04-22	7	14.75	29.90	9150.93	20.75
13	Concreto con 35% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	13-04-22	20-04-22	7	14.75	30.00	10129.86	22.89
14		M-02	13-04-22	20-04-22	7	14.75	30.00	8916.40	20.15
15		M-03	13-04-22	20-04-22	7	14.80	29.90	7711.09	17.43

**OBSERVACIONES:**

Las muestras fueron elaboradas y curadas por los solicitantes.  
 Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.  
 Ensayos realizados bajo la NORMA ASTM C496.

TERRA EMSA  
 LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
 OTIMILIO PONCE PEREZ  
 DNI: 70123132  
 TECNICO LABORATORISTA

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
 EDUARDO ARTEMIO PARI PALLI  
 CIP: 153810  
 INGENIERO CIVIL





**TERRA EMSA**  
**SERVICIO DE CONTROL DE CALIDAD**  
 laboratorio de suelos, concreto y asfalto



**CONTROL DE LABORATORIO**  
**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA**  
 (MÉTODO BRASILEIRO)

PROYECTO : "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ ,  $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , Puno-2022"

SOLICITA : Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo

MUESTRA : Especímenes cilíndricos,  $f_c=280\text{kg/cm}^2$

FECHA : miércoles, 20 de Abril de 2022

Nº ENSAYO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CONCRETO EN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN DIAS	DIAMETRO CM	LONGITUD CM	CARGA APLIC. KG	R. A LA TRACCIÓN KG/CM2
1	Concreto patrón.	M-01	13-04-22	20-04-22	7	9.80	20.40	7849.77	39.26
2		M-02	13-04-22	20-04-22	7	9.80	20.40	7394.98	36.99
3		M-03	13-04-22	20-04-22	7	9.80	20.40	6927.95	34.65
4	Concreto con 5% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	13-04-22	20-04-22	7	9.80	20.40	7123.74	35.63
5		M-02	13-04-22	20-04-22	7	9.80	20.40	7903.82	39.53
6		M-03	13-04-22	20-04-22	7	9.80	20.40	7264.46	36.34
7	Concreto con 15% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	13-04-22	20-04-22	7	9.80	20.40	7235.90	36.19
8		M-02	13-04-22	20-04-22	7	9.80	20.40	8462.62	42.33
9		M-03	13-04-22	20-04-22	7	9.80	20.40	7713.13	38.58
10	Concreto con 25% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	13-04-22	20-04-22	7	9.80	20.40	7453.10	37.28
11		M-02	13-04-22	20-04-22	7	9.80	20.40	7253.24	36.28
12		M-03	13-04-22	20-04-22	7	9.80	20.40	6827.00	34.15
13	Concreto con 35% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	13-04-22	20-04-22	7	9.80	20.40	4328.69	21.65
14		M-02	13-04-22	20-04-22	7	9.80	20.40	7189.00	35.96
15		M-03	13-04-22	20-04-22	7	9.80	20.40	6957.52	34.80

**OBSERVACIONES:**  
 Las muestras fueron elaboradas y curadas por los solicitantes.  
 Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo  
 Ensayos realizados bajo la NORMA ASTM C496.



Orlando Ponce Pérez  
 DNI: 70123132  
 TÉCNICO LABORATORISTA

INGENIERO CIVIL  
 CIP: N° 80510





**TERRA EMSA**  
**SERVICIO DE CONTROL DE CALIDAD**  
 laboratorio de suelos, concreto y asfalto



**CONTROL DE LABORATORIO**  
**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA**  
 (MÉTODO BRASILEIRO)

PROYECTO : "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ ,  $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , Puno-2022"  
 SOLICITA : Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo  
 MUESTRA : Especímenes cilíndricos,  $f_c=210\text{ kg/cm}^2$   
 FECHA : jueves, 28 de Abril de 2022

Nº ENSAYO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CONCRETO EN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN DIAS	DIAMETRO CM	LONGTUD CM	CARGA APLIC. KG	R. A LA TRACCIÓN KG/CM2
1	Concreto patrón.	M-01	14-04-22	28-04-22	14	14.90	30.00	11926.60	26.68
2		M-02	14-04-22	28-04-22	14	15.00	29.80	12481.32	27.92
3		M-03	14-04-22	28-04-22	14	14.95	29.90	11083.29	24.79
4	Concreto con 5% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	14-04-22	28-04-22	14	14.90	30.00	12387.51	27.71
5		M-02	14-04-22	28-04-22	14	14.90	29.90	11405.52	25.60
6		M-03	14-04-22	28-04-22	14	14.85	29.90	12024.49	27.08
7	Concreto con 15% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	14-04-22	28-04-22	14	15.00	30.00	13971.13	31.05
8		M-02	14-04-22	28-04-22	14	15.00	30.00	13104.37	29.12
9		M-03	14-04-22	28-04-22	14	14.95	29.95	13423.54	29.98
10	Concreto con 25% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	14-04-22	28-04-22	14	14.80	29.90	11600.29	26.21
11		M-02	14-04-22	28-04-22	14	14.90	29.90	12382.41	27.79
12		M-03	14-04-22	28-04-22	14	14.90	30.00	10322.59	23.09
13	Concreto con 35% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	14-04-22	28-04-22	14	14.80	29.90	10843.66	24.50
14		M-02	14-04-22	28-04-22	14	14.90	30.00	11045.56	24.71
15		M-03	14-04-22	28-04-22	14	14.80	29.90	10154.33	22.95

**OBSERVACIONES:**

Las muestras fueron elaboradas y curadas por los solicitantes.  
 Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo  
 Ensayos realizados bajo la NORMA ASTM C496.

TERRA EMSA  
 LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
 ORLANDO PONCE PEREZ  
 TECNICO LABORATORISTA  
 CIP N° 90010

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
 ORLANDO PONCE PEREZ  
 CIP N° 90010  
 INGENIERO CIVIL





**TERRA EMISA**  
**SERVICIO DE CONTROL DE CALIDAD**  
 Laboratorio de suelos, concreto y asfalto



**CONTROL DE LABORATORIO**  
**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA**  
 (MÉTODO BRASILEIRO)

PROYECTO : "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ ,  $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , Puno-2022"  
 SOLICITA : Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zeia Chambi, Rony Grimaldo  
 MUESTRA : Especímenes cilíndricos,  $f_c=280\text{ kg/cm}^2$   
 FECHA : Jueves, 28 de Abril de 2022

Nº ENSAYO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CONCRETO EN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN DIAS	DIAMETRO CM	LONGITUD CM	CARGA APLIC. KG	R. A LA TRACCIÓN KG/CM2
1	Concreto patrón.	M-01	14-04-22	28-04-22	14	9.80	20.50	7456.16	37.11
2		M-02	14-04-22	28-04-22	14	9.80	20.40	7675.40	38.39
3		M-03	14-04-22	28-04-22	14	9.80	20.40	7294.03	36.48
4	Concreto con 5% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	14-04-22	28-04-22	14	9.80	20.40	7341.96	36.72
5		M-02	14-04-22	28-04-22	14	9.80	20.40	8012.93	40.08
6		M-03	14-04-22	28-04-22	14	9.80	20.50	7740.66	38.53
7	Concreto con 15% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	14-04-22	28-04-22	14	9.80	20.40	10689.68	53.47
8		M-02	14-04-22	28-04-22	14	9.80	20.40	8473.84	42.39
9		M-03	14-04-22	28-04-22	14	9.80	20.40	9944.27	49.74
10	Concreto con 25% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	14-04-22	28-04-22	14	9.80	20.50	7771.26	38.68
11		M-02	14-04-22	28-04-22	14	9.80	20.50	7401.10	36.84
12		M-03	14-04-22	28-04-22	14	9.80	20.50	7134.95	35.51
13	Concreto con 35% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	14-04-22	28-04-22	14	9.80	20.40	6689.34	33.46
14		M-02	14-04-22	28-04-22	14	9.80	20.40	7518.37	37.61
15		M-03	14-04-22	28-04-22	14	9.80	20.40	7121.70	35.62

**OBSERVACIONES:**

Las muestras fueron elaboradas y curadas por los solicitantes.  
 Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.  
 Ensayos realizados bajo la NORMA ASTM C496.

TERRA EMISA  
 LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

INGENIERO CIVIL  
 R. A. Zevallos  
 R. A. Zevallos  
 R. A. Zevallos

TECNICO LABORATORISTA  
 ENI 70123132

NÚMERO: 951952657 - 935947957 - 912647647

DIRECCION: Jr. Anahuapla esq c/r Jr. Sim Agustin  
 COBREDO: terraemisa@gmail.com





**TERRA EMSA**  
**SERVICIO DE CONTROL DE CALIDAD**  
 laboratorio de suelos, concreto y asfalto



**CONTROL DE LABORATORIO**  
**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA**  
 (MÉTODO BRASILEIRO)

PROYECTO : "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ ,  $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , Puno-2022"  
 SOLICITA : Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambí, Rony Grimaldo  
 MUESTRA : Especímenes cilíndricos,  $f_c=210\text{ kg/cm}^2$   
 FECHA viernes, 13 de Mayo de 2022

Nº ENSAYO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CONCRETO EN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN DIAS	DIAMETRO CM	LONGITUD CM	CARGA APLIC. KG	R. A LA TRACCIÓN KG/CM2
1	Concreto patrón.	M-01	15-04-22	13-05-22	28	15.00	30.00	18589.42	41.31
2		M-02	15-04-22	13-05-22	28	14.80	29.90	12637.34	28.56
3		M-03	15-04-22	13-05-22	28	14.80	29.90	12817.83	28.97
4	Concreto con 5% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	15-04-22	13-05-22	28	14.90	30.00	19916.07	44.55
5		M-02	15-04-22	13-05-22	28	14.90	29.90	13622.39	30.58
6		M-03	15-04-22	13-05-22	28	14.95	30.00	13262.43	29.57
7	Concreto con 15% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	15-04-22	13-05-22	28	14.80	29.90	16426.61	37.12
8		M-02	15-04-22	13-05-22	28	14.95	29.90	16163.52	36.16
9		M-03	15-04-22	13-05-22	28	14.90	29.95	15496.62	34.73
10	Concreto con 25% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	15-04-22	13-05-22	28	14.90	29.90	13319.53	29.90
11		M-02	15-04-22	13-05-22	28	14.90	29.90	13636.66	30.61
12		M-03	15-04-22	13-05-22	28	14.90	29.85	13027.89	29.29
13	Concreto con 35% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	15-04-22	13-05-22	28	14.80	29.90	12728.10	28.76
14		M-02	15-04-22	13-05-22	28	14.80	30.00	12992.20	29.26
15		M-03	15-04-22	13-05-22	28	14.85	29.85	12151.96	27.41

**OBSERVACIONES:**

Las muestras fueron elaboradas y curadas por los solicitantes.  
 Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.  
 Ensayos realizados bajo la NORMA ASTM C496.







**TERRA EMSA**  
**SERVICIO DE CONTROL DE CALIDAD**  
 Laboratorio de suelos, concreto y asfalto



**CONTROL DE LABORATORIO**  
**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA**  
 (MÉTODO BRASILEIRO)

PROYECTO : "Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ ,  $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , Puno-2022"  
 SOLICITA : Br. Arce Acsara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo  
 MUESTRA : Especímenes cilíndricos,  $f_c=280\text{ kg/cm}^2$   
 FECHA : viernes, 13 de Mayo de 2022

Nº ENSAYO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CONCRETO EN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN DIAS	DIAMETRO CM	LONGITUD CM	CARGA APLIC. KG	R. A LA TRACCIÓN KG/CM2
1	Concreto patrón.	M-01	15-04-22	13-05-22	28	9.80	20.40	8474.86	42.39
2		M-02	15-04-22	13-05-22	28	9.80	20.50	9790.29	48.73
3		M-03	15-04-22	13-05-22	28	9.80	20.40	8283.15	41.43
4	Concreto con 5% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	15-04-22	13-05-22	28	9.80	20.50	9999.34	49.77
5		M-02	15-04-22	13-05-22	28	9.80	20.40	8508.51	42.56
6		M-03	15-04-22	13-05-22	28	9.80	20.40	9721.97	48.63
7	Concreto con 15% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	15-04-22	13-05-22	28	9.80	20.40	10200.22	51.02
8		M-02	15-04-22	13-05-22	28	9.80	20.40	10001.37	50.03
9		M-03	15-04-22	13-05-22	28	9.80	20.40	10315.45	51.60
10	Concreto con 25% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	15-04-22	13-05-22	28	9.80	20.40	8761.40	43.82
11		M-02	15-04-22	13-05-22	28	9.80	20.40	8894.98	44.49
12		M-03	15-04-22	13-05-22	28	9.80	20.40	8563.58	42.84
13	Concreto con 35% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	15-04-22	13-05-22	28	9.80	20.40	8619.66	43.12
14		M-02	15-04-22	13-05-22	28	9.80	20.40	8289.27	41.46
15		M-03	15-04-22	13-05-22	28	9.80	20.40	7959.90	39.82

**OBSERVACIONES:**

Las muestras fueron elaboradas y curadas por los solicitantes.  
 Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.  
 Ensayos realizados bajo la NORMA ASTM C496.

TERRA EMSA  
 LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIAS  
  
 Orlando Ponce Perez  
 DNI 70123132  
 TÉCNICO LABORATORISTA

UNIVERSIDAD DE AYACUCHO  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
  
 Eduardo Artemio Piri Pelli  
 INGENIERO CIVIL

NÚMERO: 951952657 - 935947957 - 912647647

DIRECCION: Jr. Atahualpa esq c/n Jr. Sim Agustin  
 CORREO: terrasemsa@gmail.com





**TERRA E.M.S.A.**  
**SERVICIO DE CONTROL DE CALIDAD**  
 laboratorio de suelos, concreto y asfalto



**CONTROL DE LABORATORIO**  
**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

Nº ENSAYO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CONCRETO EN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN DIAS	UBICACIÓN DE FALLA	ANCHO CM	ALTURA CM	LONGITUD CM	CARGA APLIC. KG	MODULO DE ROTURA KG/CM2
1	Concreto patrón.	M-01	20-04-22	18-05-22	28	Tercio central	15.00	15.00	45.00	2638.01	35.17
2		M-02	20-04-22	18-05-22	28	Tercio central	15.00	15.00	45.00	2413.67	32.18
3		M-03	20-04-22	18-05-22	28	Tercio central	15.00	15.00	45.00	2453.44	32.71
4	Concreto con 5% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	20-04-22	18-05-22	28	Tercio central	15.00	15.00	45.00	2491.17	33.22
5		M-02	20-04-22	18-05-22	28	Tercio central	15.00	15.00	45.00	2556.43	34.09
6		M-03	20-04-22	18-05-22	28	Tercio central	15.00	15.00	45.00	2639.03	35.19
7	Concreto con 15% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	20-04-22	18-05-22	28	Tercio central	15.00	15.00	45.00	2724.68	36.33
8		M-02	20-04-22	18-05-22	28	Tercio central	15.00	15.00	45.00	2321.89	30.96
9		M-03	20-04-22	18-05-22	28	Tercio central	15.00	15.00	45.00	2767.51	36.90
10	Concreto con 25% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	20-04-22	18-05-22	28	Tercio central	15.00	15.00	45.00	2590.08	34.53
11		M-02	20-04-22	18-05-22	28	Tercio central	15.00	15.00	45.00	2324.95	31.00
12		M-03	20-04-22	18-05-22	28	Tercio central	15.00	15.00	45.00	2399.39	31.99
13	Concreto con 35% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	20-04-22	18-05-22	28	Tercio central	15.00	15.00	45.00	2323.93	30.99
14		M-02	20-04-22	18-05-22	28	Tercio central	15.00	15.00	45.00	2470.77	32.94
15		M-03	20-04-22	18-05-22	28	Tercio central	15.00	15.00	45.00	2176.07	29.01

**OBSERVACIONES:**

Las muestras fueron elaboradas y curadas por los solicitantes.  
 Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.  
 Ensayos realizados bajo la NORMA ASTM C 78.

TERRA E.M.S.A.  
 LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
 Edgardo Ariendo Pati Fusti  
 C.P. N° 0510  
 INGENIERO CIVIL

TERRA E.M.S.A.  
 LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
 Cristian Ponce Perez  
 DNI 70123132  
 TECNICO LABORATORISTA





**TERRA EMSA**  
**SERVICIO DE CONTROL DE CALIDAD**  
 laboratorio de suelos, concreto y asfalto



**CONTROL DE LABORATORIO**  
**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

**PROYECTO**

:"Influencia de la sustitución de relave minero en el agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del concreto f<sub>c</sub>=210kg/cm<sup>2</sup>, f<sub>c</sub>=280kg/cm<sup>2</sup>, Puno-2022"  
 : Br. Arce Acasara, Ruth Shakelin - Br. Zela Chambi, Rony Grimaldo  
 : Viga de concreto, f<sub>c</sub>=280 kg/cm<sup>2</sup>  
 miércoles, 18 de Mayo de 2022

Nº ENSAYO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CONCRETO EN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN DIAS	UBICACIÓN DE FALLA	ANCHO CM	ALTURA CM	LONGITUD CM	CARGA APLIC. KG	MODULO DE ROTURA KG/CM <sup>2</sup>
1	Concreto patrón.	M-01	20-04-22	18-05-22	28	Tercio central	15.00	15.00	45.00	2685.93	35.81
2		M-02	20-04-22	18-05-22	28	Tercio central	15.00	15.00	45.00	2775.67	37.01
3		M-03	20-04-22	18-05-22	28	Tercio central	15.00	15.00	45.00	2660.44	35.47
4	Concreto con 5% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	20-04-22	18-05-22	28	Tercio central	15.00	15.00	45.00	2705.31	36.07
5		M-02	20-04-22	18-05-22	28	Tercio central	15.00	15.00	45.00	2688.99	35.85
6		M-03	20-04-22	18-05-22	28	Tercio central	15.00	15.00	45.00	2785.86	37.14
7	Concreto con 15% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	20-04-22	18-05-22	28	Tercio central	15.00	15.00	45.00	2843.99	37.92
8		M-02	20-04-22	18-05-22	28	Tercio central	15.00	15.00	45.00	2856.22	38.08
9		M-03	20-04-22	18-05-22	28	Tercio central	15.00	15.00	45.00	2730.80	36.41
10	Concreto con 25% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	20-04-22	18-05-22	28	Tercio central	15.00	15.00	45.00	2318.83	30.92
11		M-02	20-04-22	18-05-22	28	Tercio central	15.00	15.00	45.00	2363.70	31.52
12		M-03	20-04-22	18-05-22	28	Tercio central	15.00	15.00	45.00	2218.90	29.59
13	Concreto con 35% de sustitución de agregado fino por relave minero.	M-01	20-04-22	18-05-22	28	Tercio central	15.00	15.00	45.00	1748.81	23.32
14		M-02	20-04-22	18-05-22	28	Tercio central	15.00	15.00	45.00	2172.00	28.96
15		M-03	20-04-22	18-05-22	28	Tercio central	15.00	15.00	45.00	2050.65	27.34

**OBSERVACIONES:**

Las muestras fueron elaboradas y curadas por los solicitantes.  
 Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.  
 Ensayos realizados bajo la NORMA ASTM C 78.

**TERRA EMSA**  
 LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
 Orlando Gomez Perez  
 DNI 70123192  
 TECNICO LABORATORISTA

**TERRA EMSA**  
 LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
 Eduardo Aramij Pari Palli  
 CIP N° 90510  
 INGENIERO CIVIL

# ANEXO N° 06: Confiabilidad



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LFP-016-2022

Página 1 de 3

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2022/02/24
Solicitante	<b>TERRA EMSA EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA</b>
Dirección	URB MIGUEL RAMOS ZELA
Instrumento de medición	<b>PRENSA HIDRAULICA PARA CONCRETO</b>
Identificación	NO INDICA
Marca	PYS EQUIPOS
Modelo	STYE-2000
Serie	200702
Capacidad	1000 kN
Indicador	NO INDICA
Serie	NO INDICA
Bomba	ELECTRICA
Procedencia	PERÚ
Ubicación	URB MIGUEL RAMOS ZELA
Lugar de calibración	LABORATORIO DE CONCRETO DE TERRA EMSA
Fecha de calibración	2022/02/24

**Método/Procedimiento de calibración**

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

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

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

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

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



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

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





Patrones e Instrumentos auxiliares

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

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 16,2 °C Final: 14,8 °C

Resultados

**TABLA N° 01**  
**CALIBRACION DE PRENSA HIDRAULICA PARA CONCRETO**

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) kN	SERIE (2) kN	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
100	99,9	99,8	-0,10	-0,2	99,9	-0,15	0,07
200	199,6	198,6	-0,20	-0,7	199,1	-0,45	0,36
300	299,8	298,3	-0,07	-0,57	299,1	-0,32	0,35
400	397,1	396,9	-0,72	-0,78	397,0	-0,75	0,04
500	498,6	499,1	-0,28	-0,18	498,9	-0,23	0,07
600	599,6	599,1	-0,07	-0,15	599,4	-0,11	0,06
700	695,4	696,2	-0,66	-0,54	695,8	-0,60	0,08
800	797,2	796,9	-0,35	-0,39	797,1	-0,37	0,03

NOTAS SOBRE CALIBRACION

- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$        $Rp = Error(2) - Error(1)$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %

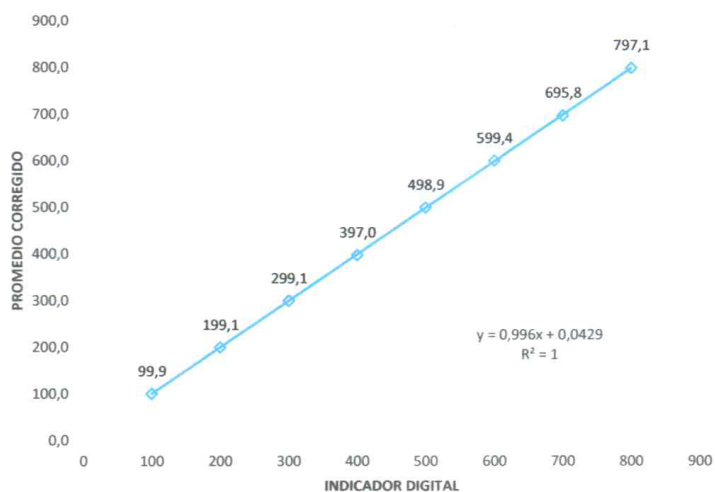






Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde:  $y = 0,996x + 0,0429$

Coefficiente Correlación:  $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kN)

Y : fuerza promedio (kN)



Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

Información de Contacto:

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

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

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TESTSIEVE CERTIFICATED**



Manufactured by



**TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ**  
AT THE SERVICE OF ENGINEERING

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

**ASTM E 11-17**

**ABERTURA PROMEDIO :**  
AVERAGE APERTURE

**ABERTURA MAXIMA :**  
MAXIMUM APERTURE

**DIAMETRO PROMEDIO :**  
AVERAGE DIAMETER

**MALLA N° :** 2"  
MESH N°

**SERIE N° :** LS-010254  
SERIAL N°

**INCERTIDUMBRE DE MEDICION :** 50 ± 1.5 mm  
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

**FECHA :** 1/08/2020  
DATE

ALTA TECNOLOGIA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**TERRASERVICE LABORATORIO PERU SRL** : (+51) 938 385 323  
CALL 2 ASOC. VIRGEN DEL CARMEN MZ D LT 24 S.M.P.  
LIMA - PERU



**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TESTSIEVE CERTIFICATED**



Manufactured by



**TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ**  
AT THE SERVICE OF ENGINEERING

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

**ASTM E 11-17**

**ABERTURA PROMEDIO :** 76,32  $\mu\text{m}$   
AVERAGE APERTURE

**ABERTURA MAXIMA :** 78,15  $\mu\text{m}$   
MAXIMUM APERTURE

**DIAMETRO PROMEDIO :** 52,06  $\mu\text{m}$   
AVERAGE DIAMETER

**MALLA N° :** 11/2  
MESH N°

**SERIE N° :** LS-010447  
SERIAL N°

**INCERTIDUMBRE DE MEDICION :** 37,5  $\pm$  1.1 mm  
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

**FECHA :** 1/08/2020  
DATE

ALTA TECNOLOGIA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

TERRASERVICE LABORATORIO PERU SRL : (+51) 938 385 323  
CALL 2 ASOC. VIRGEN DEL CARMEN MZ D LT 24 S.M.P.  
LIMA - PERU





**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TESTSIEVE CERTIFICATED**



Manufactured by



**TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ**  
AT THE SERVICE OF ENGINEERING

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

**ASTM E 11-17**

**ABERTURA PROMEDIO :**  
AVERAGE APERTURE

**ABERTURA MAXIMA :**  
MAXIMUM APERTURE

**DIAMETRO PROMEDIO :**  
AVERAGE DIAMETER

**MALLA N° : 1"**  
MESH N°

**SERIE N° : LS-010493**  
SERIAL N°

**INCERTIDUMBRE DE MEDICION : 25.0 ± 0.8 mm**  
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

**FECHA : 1/08/2020**  
DATE

ALTA TECNOLOGIA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**TERRASERVICE LABORATORIO PERU SRL** : (+51) 938 385 323  
CALL 2 ASOC. VIRGEN DEL CARMEN MZ D LT 24 S.M.P.  
LIMA - PERU



# TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO TESTSIEVE CERTIFICATED



Manufactured by



**TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ**  
AT THE SERVICE OF ENGINEERING

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

## ASTM E 11

<b>ABERTURA PROMEDIO :</b> AVERAGE APERTURE	19,41 $\mu\text{m}$
<b>ABERTURA MAXIMA :</b> MAXIMUM APERTURE	19,76 $\mu\text{m}$
<b>DIAMETRO PROMEDIO :</b> AVERAGE DIAMETER	2,99 $\mu\text{m}$
<b>MALLA N° :</b> MESH N°	3/4"
<b>SERIE N° :</b> SERIAL N°	LS-010177
<b>INCERTIDUMBRE DE MEDICION :</b> UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	$\pm 10,55 \mu\text{m}$
<b>FECHA :</b> DATE	1/08/2020

ALTA TECNOLOGIA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

TERRASERVICE LABORATORIO PERU SRL : (+51) 938 385 323  
CALL 2 ASOC. VIRGEN DEL CARMEN MZ D LT 24 S.M.P.  
LIMA - PERU



# TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO TESTSIEVE CERTIFICATED



Manufactured by



**TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ**  
AT THE SERVICE OF ENGINEERING

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

## ASTM E 11

**ABERTURA PROMEDIO :** 19,41  $\mu\text{m}$   
AVERAGE APERTURE

**ABERTURA MAXIMA :** 19,76  $\mu\text{m}$   
MAXIMUM APERTURE

**DIAMETRO PROMEDIO :** 2,99  $\mu\text{m}$   
AVERAGE DIAMETER

**MALLA N° :** 3/4"  
MESH N°

**SERIE N° :** LS-010177  
SERIAL N°

**INCERTIDUMBRE DE MEDICION :**  $\pm 10,55 \mu\text{m}$   
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

**FECHA :** 1/08/2020  
DATE

ALTA TECNOLOGIA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**TERRASERVICE LABORATORIO PERU SRL** : (+51) 938 385 323  
CALL 2 ASOC. VIRGEN DEL CARMEN MZ D LT 24 S.M.P.  
LIMA - PERU





# TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO TESTSIEVE CERTIFICATED



**RUMISTONE**

Manufactured by



**TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ**  
AT THE SERVICE OF ENGINEERING

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

## ASTM E 11-17

**ABERTURA PROMEDIO :**  
AVERAGE APERTURE

**ABERTURA MAXIMA :**  
MAXIMUN APERTURE

**DIAMETRO PROMEDIO :**  
AVERAGE DIAMETER

**MALLA N° :** 1/2"  
MESH N°

**SERIE N° :** LS-010473  
SERIAL N°

**INCERTIDUMBRE DE MEDICION :** 12.5 ± 0.39 mm  
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

**FECHA :** 1/08/2020  
DATE

ALTA TECNOLOGIA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**TERRASERVICE LABORATORIO PERU SRL** : (+51) 938 385 323  
CALL 2 ASOC. VIRGEN DEL CARMEN MZ D LT 24 S.M.P.  
LIMA - PERU



**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TESTSIEVE CERTIFICATED**



Manufactured by



**TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ**  
AT THE SERVICE OF ENGINEERING

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

**ASTM E 11-17**

**ABERTURA PROMEDIO :**  
AVERAGE APERTURE

**ABERTURA MAXIMA :**  
MAXIMUM APERTURE

**DIAMETRO PROMEDIO :**  
AVERAGE DIAMETER

**MALLA N° :** 3/8  
MESH N°

**SERIE N° :** LS-010343  
SERIAL N°

**INCERTIDUMBRE DE MEDICION :** 9.5 ± 0.30 mm  
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

**FECHA :** 1/08/2020  
DATE

ALTA TECNOLOGIA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

TERRASERVICE LABORATORIO PERU SRL : (+51) 938 385 323  
CALL 2 ASOC. VIRGEN DEL CARMEN MZ D LT 24 S.M.P.  
LIMA - PERU



# TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO TESTSIEVE CERTIFICATED



Manufactured by



**TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ**  
AT THE SERVICE OF ENGINEERING

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

## ASTM E 11-17

**ABERTURA PROMEDIO :**  
AVERAGE APERTURE

**ABERTURA MAXIMA :**  
MAXIMUM APERTURE

**DIAMETRO PROMEDIO :**  
AVERAGE DIAMETER

**MALLA N° :** 1/4  
MESH N°

**SERIE N° :** LS-010210  
SERIAL N°

**INCERTIDUMBRE DE MEDICION :** 6.3 ± 0.20 mm  
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

**FECHA :** 1/08/2020  
DATE

ALTA TECNOLOGIA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

TERRASERVICE LABORATORIO PERU SRL : (+51) 938 385 323  
CALL 2 ASOC. VIRGEN DEL CARMEN MZ D LT 24 S.M.P.  
LIMA - PERU





# TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO TESTSIEVE CERTIFICATED



**RUMISTONE**

Manufactured by



**TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ**  
AT THE SERVICE OF ENGINEERING

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

## ASTM E 11-17

<b>ABERTURA PROMEDIO :</b> AVERAGE APERTURE	4,86 mm
<b>ABERTURA MAXIMA :</b> MAXIMUN APERTURE	4,90 mm
<b>DIAMETRO PROMEDIO :</b> AVERAGE DIAMETER	1,83 mm
<b>MALLA N° :</b> MESH N°	4
<b>SERIE N° :</b> SERIAL N°	LS-010213
<b>INCERTIDUMBRE DE MEDICION :</b> UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,55 μm
<b>FECHA :</b> DATE	1/08/2020

ALTA TECNOLOGIA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

TERRASERVICE LABORATORIO PERU SRL : (+51) 938 385 323  
CALL 2 ASOC. VIRGEN DEL CARMEN MZ D LT 24 S.M.P.  
LIMA - PERU



**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TESTSIEVE CERTIFICATED**



Manufactured by



**TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ**  
AT THE SERVICE OF ENGINEERING

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

**ASTM E 11-17**

**ABERTURA PROMEDIO :**  
AVERAGE APERTURE

**ABERTURA MAXIMA :**  
MAXIMUM APERTURE

**DIAMETRO PROMEDIO :**  
AVERAGE DIAMETER

**MALLA N° :** 8  
MESH N°

**SERIE N° :** LS-010132  
SERIAL N°

**INCERTIDUMBRE DE MEDICION :** 2.36 ± 0.080 mm  
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

**FECHA :** 1/08/2020  
DATE

ALTA TECNOLOGIA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

TERRASERVICE LABORATORIO PERU SRL : (+51) 938 385 323  
CALL 2 ASOC. VIRGEN DEL CARMEN MZ D LT 24 S.M.P.  
LIMA - PERU



# TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO TESTSIEVE CERTIFICATED



**RUMISTONE**

Manufactured by



**TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ**  
AT THE SERVICE OF ENGINEERING

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

## ASTM E 11-17

**ABERTURA PROMEDIO :** 1984,51  $\mu\text{m}$   
AVERAGE APERTURE

**ABERTURA MAXIMA :** 2064,47  $\mu\text{m}$   
MAXIMUN APERTURE

**DIAMETRO PROMEDIO :** 910,36  $\mu\text{m}$   
AVERAGE DIAMETER

**MALLA N° :** 10  
MESH N°

**SERIE N° :** LS-010483  
SERIAL N°

**INCERTIDUMBRE DE MEDICION :**  $\pm 18,04 \mu\text{m}$   
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

**FECHA :** 1/08/2020  
DATE

ALTA TECNOLOGIA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**TERRASERVICE LABORATORIO PERU SRL** : (+51) 938 385 323  
CALL 2 ASOC. VIRGEN DEL CARMEN MZ D LT 24 S.M.P.  
LIMA - PERU





# TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO TESTSIEVE CERTIFICATED



Manufactured by



**TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ**  
AT THE SERVICE OF ENGINEERING

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

## ASTM E 11-17

**ABERTURA PROMEDIO :** 1199,13  $\mu\text{m}$   
AVERAGE APERTURE

**ABERTURA MAXIMA :** 1218,07  $\mu\text{m}$   
MAXIMUM APERTURE

**DIAMETRO PROMEDIO :** 600,89  $\mu\text{m}$   
AVERAGE DIAMETER

**MALLA N° :** 16  
MESH N°

**SERIE N° :** LS-010517  
SERIAL N°

**INCERTIDUMBRE DE MEDICION :**  $\pm 12,69 \mu\text{m}$   
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

**FECHA :** 1/08/2020  
DATE

ALTA TECNOLOGIA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

TERRASERVICE LABORATORIO PERU SRL : (+51) 938 385 323  
CALL 2 ASOC. VIRGEN DEL CARMEN MZ D LT 24 S.M.P.  
LIMA - PERU



# TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO TESTSIEVE CERTIFICATED



Manufactured by



**TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ**  
AT THE SERVICE OF ENGINEERING

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

## ASTM E 11-17

**ABERTURA PROMEDIO :** 606,71  $\mu\text{m}$   
AVERAGE APERTURE

**ABERTURA MAXIMA :** 614,81  $\mu\text{m}$   
MAXIMUM APERTURE

**DIAMETRO PROMEDIO :** 405,95  $\mu\text{m}$   
AVERAGE DIAMETER

**MALLA N° :** 30  
MESH N°

**SERIE N° :** LS-010324  
SERIAL N°

**INCERTIDUMBRE DE MEDICION :**  $\pm 5,44 \mu\text{m}$   
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

**FECHA :** 1/08/2020  
DATE

ALTA TECNOLOGIA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

TERRASERVICE LABORATORIO PERU SRL : (+51) 938 385 323  
CALL 2 ASOC. VIRGEN DEL CARMEN MZ D LT 24 S.M.P.  
LIMA - PERU



# TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO TESTSIEVE CERTIFICATED



Manufactured by



**TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ**  
AT THE SERVICE OF ENGINEERING

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

## ASTM E 11-17

**ABERTURA PROMEDIO :** 298,16  $\mu\text{m}$   
AVERAGE APERTURE

**ABERTURA MAXIMA :** 307,09  $\mu\text{m}$   
MAXIMUM APERTURE

**DIAMETRO PROMEDIO :** 200,87  $\mu\text{m}$   
AVERAGE DIAMETER

**MALLA N° :** 50  
MESH N°

**SERIE N° :** LS-010018  
SERIAL N°

**INCERTIDUMBRE DE MEDICION :**  $\pm 4,08 \mu\text{m}$   
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

**FECHA :** 1/08/2020  
DATE

ALTA TECNOLOGIA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

TERRASERVICE LABORATORIO PERU SRL : (+51) 938 385 323  
CALL 2 ASOC. VIRGEN DEL CARMEN MZ D LT 24 S.M.P.  
LIMA - PERU





# TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO TESTSIEVE CERTIFICATED



Manufactured by



**TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ**  
AT THE SERVICE OF ENGINEERING

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

## ASTM E 11-17

**ABERTURA PROMEDIO :** 149,29  $\mu\text{m}$   
AVERAGE APERTURE

**ABERTURA MAXIMA :** 149,20  $\mu\text{m}$   
MAXIMUM APERTURE

**DIAMETRO PROMEDIO :** 102,79  $\mu\text{m}$   
AVERAGE DIAMETER

**MALLA N° :** 100  
MESH N°

**SERIE N° :** LS-010283  
SERIAL N°

**INCERTIDUMBRE DE MEDICION :**  $\pm 2,52 \mu\text{m}$   
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

**FECHA :** 1/08/2020  
DATE

ALTA TECNOLOGIA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

TERRASERVICE LABORATORIO PERU SRL : (+51) 938 385 323  
CALL 2 ASOC. VIRGEN DEL CARMEN MZ D LT 24 S.M.P.  
LIMA - PERU



# TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO TESTSIEVE CERTIFICATED



**RUMISTONE**

Manufactured by



**TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ**  
AT THE SERVICE OF ENGINEERING

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

## ASTM E 11-17

<b>ABERTURA PROMEDIO :</b> AVERAGE APERTURE	76,32 $\mu\text{m}$
<b>ABERTURA MAXIMA :</b> MAXIMUN APERTURE	78,15 $\mu\text{m}$
<b>DIAMETRO PROMEDIO :</b> AVERAGE DIAMETER	52,06 $\mu\text{m}$
<b>MALLA N° :</b> MESH N°	200
<b>SERIE N° :</b> SERIAL N°	LS-010077
<b>INCERTIDUMBRE DE MEDICION :</b> UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	$\pm 1,70 \mu\text{m}$
<b>FECHA :</b> DATE	1/08/2020

ALTA TECNOLOGIA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

TERRASERVICE LABORATORIO PERU SRL : (+51) 938 385 323  
CALL 2 ASOC. VIRGEN DEL CARMEN MZ D LT 24 S.M.P.  
LIMA - PERU





Arsou Group

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LBC-013-2022

Página 1 de 2

Fecha de emisión 2022/02/24

Solicitante **TERRA EMSA EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA**

Dirección URB MIGUEL RAMOS ZELA

Instrumento de medición **MOLDES 6 X 12**

Marca NO INDICA

Código de Identificación 1043,

Tipo FIERRO

Procedencia PERÚ

Acabado TROPICALIZADO

Cantidad 1

Ubicación LABORATORIO DE CONCRETO

Lugar de calibración Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C

Fecha de calibración 2022/02/24

Método/Procedimiento de calibración

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta Ed. 2012., "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma ASTM C 192, AASHTO T 128 y MTC E 702 Elaboración y Curado en Laboratorio de muestra de concreto para ensayos de Laboratorio.

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

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

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

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

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGIA



**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental	Inicial: 17,8 °	Final: 18,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 87 %h	Final: 87 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 h	Final: 1015 mbar

**Resultados**

**DIÁMETRO DE MOLDES**

IDENTIFICACIÓN	TOLERANCIA	PROMEDIO	DIAM. 1	DIAM. 2	DIAM. 3	DIAM. 4	RESULTADO
1043	150 ± 2 mm	150,65	149,3	150,1	151,1	152,1	OK

**ALTURA DE MOLDES**

IDENTIFICACIÓN	TOLERANCIA	PROMEDIO	ALT. 1	ALT. 2	ALT. 3	ALT. 4	RESULTADO
1043	304,8 ± 6 mm	304,8	302,6	303,2	303,1	302,4	OK

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**N° LBC-014-2022**

Página 1 de 2

Fecha de emisión 2022/02/24  
Solicitante **TERRA EMSA EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA**  
Dirección URB MIGUEL RAMOS ZELA  
Instrumento de medición **ASENTAMIENTO DE CONCRETO FRESCO**  
Identificación NO INDICA  
Marca ARSOU  
Modelo NO INDICA  
Serie 532  
Estructura METALICA  
Acabado ZINCADO  
Procedencia PERÚ

Ubicación LABORATORIO DE CONCRETO  
Lugar de calibración Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración 2022/02/24

**Método/Procedimiento de calibración**

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta Ed. 2012., "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma del MTC 117 – Ensayo para determinar la densidad de los suelos en el campo por el método de cono de arena.

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

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

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

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



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

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



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021

Temperatura Ambiental Inicial: 21,8 °C Final: 22,8 °C  
Humedad Relativa Inicial: 65 %hr Final: 65 %hr  
Presión Atmosférica Inicial: 1015 mbar Final: 1015 mbar

Resultados

**TABLA N° 01**  
**MOLDE CÓNICO**

	PROMEDIO (mm)	Normado (mm)	Resultado
Espesor	1,16	$\geq 1.14$	OK
∅ Interior Base Menor	103,1	101.6 + 3.2	OK
∅ Interior Base Mayor	204,1	203.2 + 3.2	OK
Altura	304,1	304.8 + 3.2	OK

**TABLA N° 01**  
**VARILLA COMPACTADORA**

	PROMEDIO (mm)	Normado (mm)	Resultado
Diámetro	16,1	15,8	OK
Longitud	600	600,1	OK

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"





## ANEXO N° 07: Certificado de uso de laboratorio



# TERRA EMSA

SERVICIO DE CONTROL DE CALIDAD  
laboratorio de suelos, concreto y asfalto



000350

---

### CERTIFICADO

El que suscribe ingeniero Eduardo Artemio Pari Palli con CIP 90510, Gerente General del laboratorio de suelos, concreto y asfalto - TERRA EMSA EIRL, del distrito de Juliaca.

Certifica:

Que los señores(as): **ARCE ACSARA RUTH SHAKELIN Y ZELA CHAMBI RONY GRIMALDO**, Bachilleres de la escuela profesional de ingeniería civil, han realizado los ensayos de laboratorio para la investigación de tesis titulada **"INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN DE RELAVE MINERO EN EL AGREGADO FINO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO  $F'c=210\text{KG}/\text{CM}^2$ ,  $F'c=280\text{KG}/\text{CM}^2$ , PUNO-2022"**, del cual doy fe:

Dichos ensayos son los siguientes:

Ensayos a los agregados:

- 07 ensayos de Análisis granulométrico en agregado fino.
- 04 ensayos de análisis granulométrico en agregado grueso.
- 05 ensayos de gravedad específica y absorción de agregados finos.
- 02 ensayos de gravedad específica y absorción de agregados gruesos.
- 05 ensayos de contenido de humedad en agregados finos.
- 02 ensayos de contenido de humedad en agregados gruesos.
- 05 ensayos de pesos unitarios en agregados finos.
- 02 ensayos de pesos unitarios en agregados gruesos.

Ensayos en concreto fresco:

- 05 ensayos de consistencia del concreto (Slump).
- 05 ensayos de medición de temperatura del concreto.
- 05 ensayos de peso unitario del concreto.
- 05 ensayos de contenido de aire.
- 05 ensayos de exudación del concreto
- 05 ensayos de segregación del concreto.

Ensayos en concreto Endurecido:

- 90 ensayos de rotura de briquetas en compresión.
- 90 ensayos de rotura de briquetas en tracción.
- 30 ensayos de rotura de vigas en flexión.

Se expide el siguiente certificado a solicitud de los interesados.

Juliaca, 23 de mayo del 2022.



**TERRA EMSA EIRL.**  
RUC 20008995184  
**Eduardo Artemio Pari Palli**  
DNI 40281109  
GERENTE

---

NÚMERO: 951952657 - 935947957 - 912647647

DIRECCIÓN: Jr. Atahualpa esq c/n Jr. San Agustín  
CORREO: terraemsa@gmail.com

**ANEXO N° 08: Cuadro de dosificación y resultados de antecedentes**

	AUTOR	TITULO	Año	f'c de C° Patron (kg/cm2)	Elemento sustituido por agregado fino	Porcentajes de sustitución (%)	Resistencia a la compresión (kg/cm2)	Resistencia a la tracción (kg/cm2)	Resistencia a la flexión (kg/cm2)	Absorción (%)
							28 días	28 días	28 días	28 días
Tesis Internacionales	Chavarria y otros (2021)	Arcilla cocida como agregado fino para mejorar las propiedades mecánicas del hormigón estructural	2021	210	Arcilla cocida	0	423.83	41.33	46.00	
						15	438.57	30.33	37.00	
						20	449.47	32.00	40.67	
						25	460.13	34.00	46.67	
	Hernandez y Rojas (2021)	Estudio de la resistencia a la compresión del concreto, con vidrio molido reciclado como sustituto parcial del agregado fino	2021	210	Vidrio molido reciclado	100	24.88			
						100	24.93			
100						23.80				
Loyola y Valencia (2019)	Elaboración de bloques de construcción en base de relave minero, desechos de obras y cemento portland, para viviendas de interés social (Ecuador)	2019	140	relave minero	100	24.88			20.83	
					100	24.93			19.67	
					100	23.80			19.75	
Tesis Nacionales	Guillermo y Santiago (2021)	Influencia de sustitución del agregado fino por relave mina Contonga, sobre las propiedades físico mecánicas de un concreto f'c=280kg/cm2 - 2021	2021	280	relave minero	0	307.00			
						5	296.67			
						10	287.67			
	Aguilar y Lama (2020)	Influencia de sustitución del agregado fino por relave, Mina Santa Luisa, sobre la resistencia a compresión del concreto - 2020	2020	210	relave minero	0	233.00			
						5	249.00			
						10	259.00			
						15	281.00			
						20	281.00			
	Carhaumaca y Coras (2019)	Relave minero como componente del agregado fino para elaborar concreto mayor a f'c=175kg/cm2 ambientales	2019	175	relave minero	0	301.30			
						10	263.63			
						25	250.12			
						50	112.06			
						100	112.06			
				280		0	358.36			
						10	339.07			
25						283.05				
50						148.87				
100						148.87				
Artículos Científicos	Arias, Córdova y Gómez (2021)	Alternativas de aprovechamiento de residuos de la industria minera de El Bajo Cauca Antioqueño en el sector de la construcción	2021	60	relave minero	100	70.00			
				210		100	200.00			
	Elchalakani, Basarir, Karrich, Sadrossadat y Yang (2021)	Desarrollo de ECO-UHPC utilizando relaves de minas de oro como alternativa a la arena de cuarzo	2021	140MPa	Relave minero de oro	0	142Mpa			1.10
						20	148Mpa			1.10
						40	140Mpa			1.00
						60	150Mpa			1.00
80						140Mpa			1.00	
Benahsina, Haloui, Taha y Elomari (2022)	Sustitución de arena natural por desmonte de mina de cobre para la fabricación de hormigón	2022	250	relave minero	0	330.00			3.50	
					50	327.00			3.75	
					100	325.00			4.50	
Artículos en otros idiomas	Balegamire, Nkuba y Dable (2022)	Production of gold mine tailings based concrete pavers by substitution of natural river sand in Misisi, Eastern Congo	2022	280	relave minero	0	260.90			
						100	269.02			
	Gou, Zhou y Ying (2019)	Utilization of tailings in cement and concrete: A review	2019	450	relave minero	0	450.00			
						10	480.00			
						20	480.00			
						50	400.00			
						60	400.00			
						100	380.00			
	Valle, Lacerda, Jacques y Souza (2021)	A importância da segregação do agregado reciclado na resistência e na durabilidade do concreto estrutural	2021	320	Relave minero de oro	25	278.00			
						50	275.00			
						100	270.00			

## ANEXO N° 09: Análisis de costos unitarios

La evaluación del análisis de los costos unitarios, se calculó con costos al mes mayo del año 2022 para el concreto patrón, como para las diferentes sustituciones de relave minero por agregado fino de esta manera se tiene un presupuesto estimado por m3 de concreto de cada una de las sustituciones, para diseños de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , que se presenta a continuación:

### ✓ Análisis de costos unitarios del concreto patrón, para el diseño de $f'c=210\text{kg/cm}^2$

CONCRETO PATRON, $f'c=210\text{ kg/cm}^2$				CU	475.21
Rendimiento	20.00	m3/día	Jornada	8.00	horas /día
Descripción de recurso	Und.	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de obra</b>					<b>166.50</b>
Operario	hh	1.0000	0.4000	74.30	29.72
Oficial	hh	1.0000	0.4000	58.45	23.38
Peón	hh	5.0000	2.0000	52.50	105.00
Operador de equipo liviano	hh	0.4000	0.1600	52.50	8.40
<b>Materiales</b>					<b>293.72</b>
Cemento Portland tipo IP (42.5 kg)	bol		8.1100	28.50	231.14
Agregado grueso	m3		0.4260	90.00	38.34
Agregado fino	m3		0.2450	95.00	23.28
Agua	m3		0.1930	5.00	0.97
<b>Equipos</b>					<b>15.00</b>
Herramientas manuales	%mo		3.0000	166.50	5.00
Mezcladora de concreto de 9-11 P3	hm		0.3200	17.50	5.60
Vibrador de concreto 4 HP 2.40"	hm		0.3200	13.75	4.40

Resultando en un costo unitario directo por m3 de concreto, para la muestra patrón es de: S/.475.21



- ✓ **Análisis de costos unitarios del 5% de sustitución de relave minero por agregado fino, para el diseño de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$**

CONCRETO CON 5% DE SUSTITUCIÓN DE RELAVE MINERO POR AGREGADO FINO, $f'c=210\text{ kg/cm}^2$				CU	474.07
<b>Rendimiento</b>	20.00	m3/día	<b>Jornada</b>	8.00	horas /día
<b>Descripción de recurso</b>	<b>Und.</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Mano de obra</b>					<b>166.50</b>
Operario	hh	1.0000	0.4000	74.30	29.72
Oficial	hh	1.0000	0.4000	58.45	23.38
Peón	hh	5.0000	2.0000	52.50	105.00
Operador de equipo liviano	hh	0.4000	0.1600	52.50	8.40
<b>Materiales</b>					<b>292.57</b>
Cemento Portland tipo IP (42.5 kg)	bol		8.1100	28.50	231.14
Agregado grueso	m3		0.4320	90.00	38.88
Agregado fino	m3		0.2271	95.00	21.57
Relave minero	m3		0.0120	2.00	0.02
Agua	m3		0.1930	5.00	0.97
<b>Equipos</b>					<b>15.00</b>
Herramientas manuales	%mo		3.0000	166.50	5.00
Mezcladora de concreto de 9-11 P3	hm		0.3200	17.50	5.60
Vibrador de concreto 4 HP 2.40"	hm		0.3200	13.75	4.40

Resultando en un costo unitario directo por m3 de concreto, es de: S/.474.07

- ✓ **Análisis de costos unitarios del 15% de sustitución de relave minero por agregado fino, para el diseño de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$**

CONCRETO CON 15% DE SUSTITUCIÓN DE RELAVE MINERO POR AGREGADO FINO, $f'c=210\text{ kg/cm}^2$				CU	471.88
<b>Rendimiento</b>	20.00	m3/día	<b>Jornada</b>	8.00	horas /día
<b>Descripción de recurso</b>	<b>Und.</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Mano de obra</b>					<b>166.50</b>
Operario	hh	1.0000	0.4000	74.30	29.72
Oficial	hh	1.0000	0.4000	58.45	23.38
Peón	hh	5.0000	2.0000	52.50	105.00
Operador de equipo liviano	hh	0.4000	0.1600	52.50	8.40
<b>Materiales</b>					<b>290.39</b>
Cemento Portland tipo IP (42.5 kg)	bol		8.1100	28.50	231.14
Agregado grueso	m3		0.4360	90.00	39.24
Agregado fino	m3		0.1998	95.00	18.98
Relave minero	m3		0.0353	2.00	0.07
Agua	m3		0.1930	5.00	0.97
<b>Equipos</b>					<b>15.00</b>
Herramientas manuales	%mo		3.0000	166.50	5.00
Mezcladora de concreto de 9-11 P3	hm		0.3200	17.50	5.60
Vibrador de concreto 4 HP 2.40"	hm		0.3200	13.75	4.40

Resultando en un costo unitario directo por m3 de concreto, es de: S/.471.88

- ✓ **Análisis de costos unitarios del 25% de sustitución de relave minero por agregado fino, para el diseño de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$**

<b>CONCRETO CON 25% DE SUSTITUCIÓN DE RELAVE MINERO POR AGREGADO FINO, <math>f'c=210\text{ kg/cm}^2</math></b>				<b>CU</b>	<b>469.75</b>
<b>Rendimiento</b>	20.00	m3/día	<b>Jornada</b>	8.00	horas /día
<b>Descripción de recurso</b>	<b>Und.</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Mano de obra</b>					<b>166.50</b>
Operario	hh	1.0000	0.4000	74.30	29.72
Oficial	hh	1.0000	0.4000	58.45	23.38
Peón	hh	5.0000	2.0000	52.50	105.00
Operador de equipo liviano	hh	0.4000	0.1600	52.50	8.40
<b>Materiales</b>					<b>288.26</b>
Cemento Portland tipo IP (42.5 kg)	bol		8.1100	28.50	231.14
Agregado grueso	m3		0.4390	90.00	39.51
Agregado fino	m3		0.1740	95.00	16.53
Relave minero	m3		0.0580	2.00	0.12
Agua	m3		0.1930	5.00	0.97
<b>Equipos</b>					<b>15.00</b>
Herramientas manuales	%mo		3.0000	166.50	5.00
Mezcladora de concreto de 9-11 P3	hm		0.3200	17.50	5.60
Vibrador de concreto 4 HP 2.40"	hm		0.3200	13.75	4.40

Resultando en un costo unitario directo por m3 de concreto, es de: S/.469.75

- ✓ **Análisis de costos unitarios del 35% de sustitución de relave minero por agregado fino, para el diseño de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$**

<b>CONCRETO CON 35% DE SUSTITUCIÓN DE RELAVE MINERO POR AGREGADO FINO, <math>f'c=210\text{ kg/cm}^2</math></b>				<b>CU</b>	<b>467.70</b>
<b>Rendimiento</b>	20.00	m3/día	<b>Jornada</b>	8.00	horas /día
<b>Descripción de recurso</b>	<b>Und.</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Mano de obra</b>					<b>166.50</b>
Operario	hh	1.0000	0.4000	74.30	29.72
Oficial	hh	1.0000	0.4000	58.45	23.38
Peón	hh	5.0000	2.0000	52.50	105.00
Operador de equipo liviano	hh	0.4000	0.1600	52.50	8.40
<b>Materiales</b>					<b>286.21</b>
Cemento Portland tipo IP (42.5 kg)	bol		8.1100	28.50	231.14
Agregado grueso	m3		0.4430	90.00	39.87
Agregado fino	m3		0.1482	95.00	14.08
Relave minero	m3		0.0798	2.00	0.16
Agua	m3		0.1930	5.00	0.97
<b>Equipos</b>					<b>15.00</b>
Herramientas manuales	%mo		3.0000	166.50	5.00
Mezcladora de concreto de 9-11 P3	hm		0.3200	17.50	5.60
Vibrador de concreto 4 HP 2.40"	hm		0.3200	13.75	4.40

Resultando en un costo unitario directo por m3 de concreto, es de: S/.467.70

- ✓ **Análisis de costos unitarios del concreto patrón, para el diseño de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$**

CONCRETO PATRON, $f'c=280\text{ kg/cm}^2$				CU	547.38
Rendimiento	20.00	m3/día	Jornada	8.00	horas /día
Descripción de recurso	Und.	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de obra</b>					<b>166.50</b>
Operario	hh	1.0000	0.4000	74.30	29.72
Oficial	hh	1.0000	0.4000	58.45	23.38
Peón	hh	5.0000	2.0000	52.50	105.00
Operador de equipo liviano	hh	0.4000	0.1600	52.50	8.40
<b>Materiales</b>					<b>365.88</b>
Cemento Portland tipo IP (42.5 kg)	bol		10.8100	28.50	308.09
Piedra chancada	m3		0.3180	95.00	30.21
Agregado fino	m3		0.2790	95.00	26.51
Agua	m3		0.2160	5.00	1.08
<b>Equipos</b>					<b>15.00</b>
Herramientas manuales	%mo		3.0000	166.50	5.00
Mezcladora de concreto de 9-11 P3	hm		0.3200	17.50	5.60
Vibrador de concreto 4 HP 2.40"	hm		0.3200	13.75	4.40

Resultando en un costo unitario directo por m3 de concreto, es de: S/.547.38

- ✓ **Análisis de costos unitarios del 5% de sustitución de relave minero por agregado fino, para el diseño de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$**

CONCRETO CON 5% DE SUSTITUCIÓN DE RELAVE MINERO POR AGREGADO FINO, $f'c=280\text{ kg/cm}^2$				CU	546.19
Rendimiento	20.00	m3/día	Jornada	8.00	horas /día
Descripción de recurso	Und.	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de obra</b>					<b>166.50</b>
Operario	hh	1.0000	0.4000	74.30	29.72
Oficial	hh	1.0000	0.4000	58.45	23.38
Peón	hh	5.0000	2.0000	52.50	105.00
Operador de equipo liviano	hh	0.4000	0.1600	52.50	8.40
<b>Materiales</b>					<b>364.70</b>
Cemento Portland tipo IP (42.5 kg)	bol		10.8100	28.50	308.09
Agregado grueso	m3		0.3230	95.00	30.69
Agregado fino	m3		0.2613	95.00	24.82
Relave minero	m3		0.0138	2.00	0.03
Agua	m3		0.2160	5.00	1.08
<b>Equipos</b>					<b>15.00</b>
Herramientas manuales	%mo		3.0000	166.50	5.00
Mezcladora de concreto de 9-11 P3	hm		0.3200	17.50	5.60
Vibrador de concreto 4 HP 2.40"	hm		0.3200	13.75	4.40

Resultando en un costo unitario directo por m3 de concreto, es de: S/.546.19



- ✓ **Análisis de costos unitarios del 15% de sustitución de relave minero por agregado fino, para el diseño de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$**

CONCRETO CON 15% DE SUSTITUCIÓN DE RELAVE MINERO POR AGREGADO FINO, $f'c=280\text{ kg/cm}^2$				CU	543.61
Rendimiento	20.00	m3/día	Jornada	8.00	horas /día
Descripción de recurso	Und.	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de obra</b>					<b>166.50</b>
Operario	hh	1.0000	0.4000	74.30	29.72
Oficial	hh	1.0000	0.4000	58.45	23.38
Peón	hh	5.0000	2.0000	52.50	105.00
Operador de equipo liviano	hh	0.4000	0.1600	52.50	8.40
<b>Materiales</b>					<b>362.11</b>
Cemento Portland tipo IP (42.5 kg)	bol		10.8100	28.50	308.09
Agregado grueso	m3		0.3270	95.00	31.07
Agregado fino	m3		0.2295	95.00	21.80
Relave minero	m3		0.0405	2.00	0.08
Agua	m3		0.2160	5.00	1.08
<b>Equipos</b>					<b>15.00</b>
Herramientas manuales	%mo		3.0000	166.50	5.00
Mezcladora de concreto de 9-11 P3	hm		0.3200	17.50	5.60
Vibrador de concreto 4 HP 2.40"	hm		0.3200	13.75	4.40

Resultando en un costo unitario directo por m3 de concreto, es de: S/.543.61

- ✓ **Análisis de costos unitarios del 25% de sustitución de relave minero por agregado fino, para el diseño de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$**

CONCRETO CON 25% DE SUSTITUCIÓN DE RELAVE MINERO POR AGREGADO FINO, $f'c=280\text{ kg/cm}^2$				CU	541.12
Rendimiento	20.00	m3/día	Jornada	8.00	horas /día
Descripción de recurso	Und.	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de obra</b>					<b>166.50</b>
Operario	hh	1.0000	0.4000	74.30	29.72
Oficial	hh	1.0000	0.4000	58.45	23.38
Peón	hh	5.0000	2.0000	52.50	105.00
Operador de equipo liviano	hh	0.4000	0.1600	52.50	8.40
<b>Materiales</b>					<b>359.63</b>
Cemento Portland tipo IP (42.5 kg)	bol		10.8100	28.50	308.09
Agregado grueso	m3		0.3300	95.00	31.35
Agregado fino	m3		0.2010	95.00	19.10
Relave minero	m3		0.0670	2.00	0.13
Agua	m3		0.1930	5.00	0.97
<b>Equipos</b>					<b>15.00</b>
Herramientas manuales	%mo		3.0000	166.50	5.00
Mezcladora de concreto de 9-11 P3	hm		0.3200	17.50	5.60
Vibrador de concreto 4 HP 2.40"	hm		0.3200	13.75	4.40

Resultando en un costo unitario directo por m3 de concreto, es de: S/.541.12

- ✓ **Análisis de costos unitarios del 35% de sustitución de relave minero por agregado fino, para el diseño de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$**

<b>CONCRETO CON 35% DE SUSTITUCIÓN DE RELAVE MINERO POR AGREGADO FINO, <math>f'c=280\text{ kg/cm}^2</math></b>				<b>CU</b>	<b>538.67</b>
<b>Rendimiento</b>	20.00	m3/día	<b>Jornada</b>	8.00	horas /día
<b>Descripción de recurso</b>	<b>Und.</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Mano de obra</b>					<b>166.50</b>
Operario	hh	1.0000	0.4000	74.30	29.72
Oficial	hh	1.0000	0.4000	58.45	23.38
Peón	hh	5.0000	2.0000	52.50	105.00
Operador de equipo liviano	hh	0.4000	0.1600	52.50	8.40
<b>Materiales</b>					<b>357.17</b>
Cemento Portland tipo IP (42.5 kg)	bol		10.8100	28.50	308.09
Agregado grueso	m3		0.3330	95.00	31.64
Agregado fino	m3		0.1716	95.00	16.30
Relave minero	m3		0.0924	2.00	0.18
Agua	m3		0.1930	5.00	0.97
<b>Equipos</b>					<b>15.00</b>
Herramientas manuales	%mo		3.0000	166.50	5.00
Mezcladora de concreto de 9-11 P3	hm		0.3200	17.50	5.60
Vibrador de concreto 4 HP 2.40"	hm		0.3200	13.75	4.40

Resultando en un costo unitario directo por m3 de concreto, es de: S/.538.67

## ANEXO N° 10: Captura de turnitin

### ARCE-ZELA-DPI-TURNITIN FINAL.docx

#### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>21</b> %	<b>21</b> %	<b>0</b> %	<b>7</b> %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

#### FUENTES PRIMARIAS

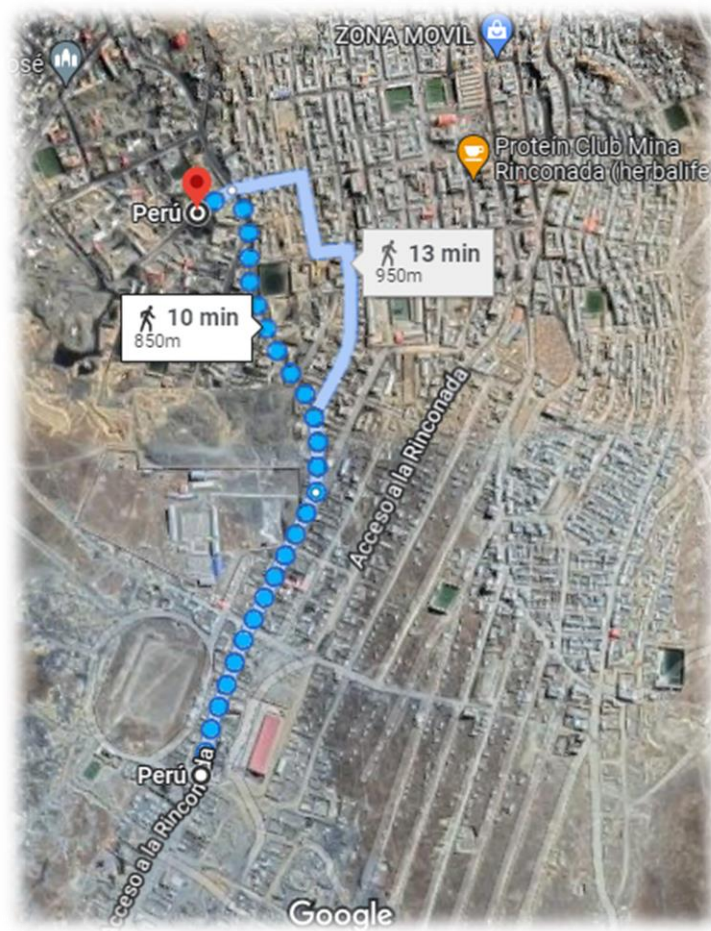
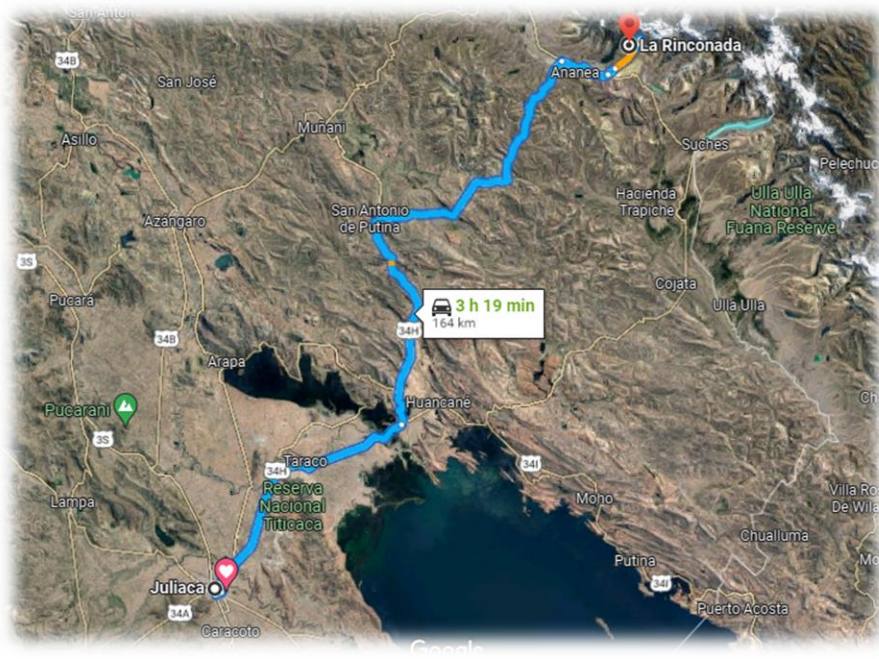
<b>1</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>9</b> %
<b>2</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>3</b> %
<b>3</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>2</b> %
<b>4</b>	<b>repositorio.unap.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>5</b>	<b>repositorio.uss.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>6</b>	<b>repositorio.usanpedro.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>7</b>	<b>Submitted to Universidad Ricardo Palma</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1</b> %
<b>8</b>	<b>repositorio.unj.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %
<b>9</b>	<b>Submitted to Universidad Católica de Santa María</b>	<b>&lt;1</b> %





## ANEXO N° 11: Normatividad

N°	Descripción	Norma
01	Norma Técnica de Edificación - Concreto Armado	E 060
02	Análisis granulométrico del agregado fino y grueso	ASTM C136
03	Ensayo de contenido de humedad de los agregados	ASTM C566
04	Peso específico y absorción de agregados finos	ASTM C128
05	Peso específico y absorción de agregados gruesos	ASTM C127
06	Peso unitario y vacíos de los agregados	ASTM C29
07	Asentamiento del concreto	ASTM C143
08	Peso unitario de producción del concreto	ASTM C138
09	Contenido de aire	ASTM C231
10	Ensayo de resistencia a la compresión de testigos cilíndricos	ASTM C39
11	Ensayo de tracción indirecta de cilindros estándares de concreto	ASTM C496
12	Ensayo de resistencia a la flexión del concreto, método de la viga simple cargada en el punto central	ASTM C78

## ANEXO N° 12: Plano de ubicación y acceso al C.P La Rinconada – Puno.



## ANEXO N° 13: Panel fotográfico

			
<p><b>Foto 1.</b></p>	<p>Adquisición de muestras de la Cantera Putina (agregado grueso y agregado fino)</p>	<p><b>Foto 2.</b></p>	<p>Adquisición de muestras de la Cantera Inchupalla (agregado grueso y agregado fino)</p>
			
<p><b>Foto 3.</b></p>	<p>Adquisición de muestras de la Cantera Unocolla (agregado grueso y agregado fino)</p>	<p><b>Foto 4.</b></p>	<p>Adquisición de la piedra chamcada (Chancadora Sinchi Roca)</p>
			
<p><b>Foto 5.</b></p>	<p>Adquisición del relave minero del C.P. La Rinconada</p>	<p><b>Foto 6.</b></p>	<p>Secado de los materiales adquiridos a la intemperie (agregados y el relave minero).</p>





**Foto 7.** Cuarteo de los agregados para tomar muestras.



**Foto 8.** Sustitucion del relave minero por el agregado fino.



**Foto 9.** Pesado de los material, antes de dar innicio con el mezclado.



**Foto 10.** Elavoracion de las briquetas cilíndricas.



**Foto 11.** Desmoldado de las vigas de concreto, para ser curadas.



**Foto 12.** Curado de las muestras de concreto, surmergido en agua.

2 cuarteos de la sustitucion de agregado fino  
 con relave minero sobre los granulados fino  
 (0.075 mm) y (0.425 mm) con  $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$   
 Muestras: De Arca Acosta, Ruth Shakelin,  
 De Zela Chambi, Romy Grimaldo  
 Fecha: 20/04/2022



**Foto 13.** Rotura de las muestras cilíndricas (resistencia en compresión)



**Foto 14.** Rotura de las muestras cilíndricas (resistencia en tracción)



**Foto 15.** Rotura de vigas de concreto (resistencia en flexión)



**Foto 16.** Rotura de vigas de concreto (resistencia en flexión)