

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

“COMPARACIÓN DEL COSTO DE PRODUCCIÓN Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON RAPIMIX-CONCRETO SECO $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ Y CONCRETO CONVENCIONAL $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, CAJAMARCA 2022”

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
CRISTIAN BAYRON VALERA LEZAMA**

**ASESOR:
Dr. ING.MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO**

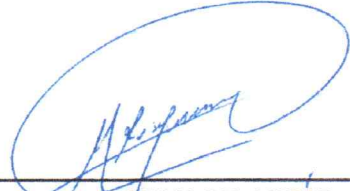

Cajamarca-Perú,2022

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

1. **Investigador:** CRISTIAN BAYRON VALERA LEZAMA
DNI: 44195893
Escuela Profesional: INGENIERÍA CIVIL
2. **Asesor:** Dr. Ing. MIGUEL MOSQUEIRA MORENO
Facultad: DE INGENIERÍA
3. **Grado académico o título profesional**
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. **Tipo de Investigación:**
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
5. **Título de Trabajo de investigación:** COMPARACIÓN DEL COSTO DE PRODUCCIÓN Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON RAPIMIX-CONCRETO SECO $f'c=210$ Kg/cm² Y CONCRETO CONVENCIONAL $f'c=210$ Kg/cm², CAJAMARCA 2022
6. **Fecha de evaluación:** 29/08/2024
7. **Software antiplagio:** TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
8. **Porcentaje de Informe de Similitud:** 25%
9. **Código Documento:** Oid: 3117:376649707
10. **Resultado de la Evaluación de Similitud:**
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 01/09/2024

		Firmado digitalmente por: FERNANDEZ LEON Yvonne Katherine FAU 20148258801 soft Motivo: Soy el autor del documento Fecha: 01/09/2024 11:04:32-0600
<hr/> <p>FIRMA DEL ASESOR Dr. Ing. MIGUEL MOSQUEIRA MORENO DNI: 26733060</p>	<hr/> <p>UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI</p>	

* En caso se realizó la evaluación hasta agosto de 2024

AGRADECIMIENTO

A Dios, sobre todo por permitirme haber sobrepasado todos los obstáculos que se me han presentado y permitirme realizar este importante proyecto en la etapa de mi vida profesional. A mis padres, que en paz descansen por su apoyo, valores y amor incondicional brindados. A mis hijas, Ivanna y Luana por ser el soporte e impulso en mi vida. A Cinthia, por el amor, fortaleza, apoyo y cada palabra de aliento. Así mismo al apoyo de mi asesor el Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DEDICATORIA

A Dios por su guía y darme la fortaleza para afrontar todo lo sucedido en los momentos difíciles y las fuerzas necesarias para seguir adelante. A mis padres que Dios los tenga en su gloria por brindarme amor, cuidado y consejos durante mi etapa académica y vida personal, a mis hijas Ivanna y Luana por la felicidad inmensa que han llenado mi vida, verlas crecer es lo más maravilloso e indescriptible que me pudo haber pasado, son mi fortaleza y esa energía que necesito para salir adelante y pasar todos los obstáculos que se presenten en mi vida cotidiana. Para finalizar, quiero agradecer a las personas que me han apoyado y confiado en mí, no solo durante mis estudios universitarios, sino también de manera personal.

INDICE

	Pág.
AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA.....	iii
INDICE	iv
ÍNDICE DE TABLAS	viii
INDICE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del Problema.....	1
1.2 Formulación del Problema.....	2
1.3 Hipótesis.....	2
1.4 Justificación de la Investigación.....	2
1.5 Alcances o Delimitación de Investigación.....	2
1.6 OBJETIVOS.....	3
1.6.1 Objetivo Principal.....	3
1.6.2 Objetivos Específicos.....	3
2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Antecedentes Teóricos de la Investigación	4
2.1.1 Antecedentes Internacionales.....	4
2.1.2 Antecedentes Nacionales	4
2.2 Bases Teóricas.....	5
2.2.1 Almacenamiento Adecuado de los Materiales.....	5
2.2.2 Concreto	6
2.2.3 Diseño de Mezcla de Concreto	6
2.2.4 Elementos del Concreto.....	6
2.2.5 Concreto Premezclado.....	19
2.2.6 Concreto Premezclado en Seco.....	20
2.2.7 Factores que Influyen en la Economía	24
2.2.8 Términos Básicos	26
3. CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS	27

	Pág.
3.1 Ubicación.....	27
3.1.1 Ubicación de la Investigación.....	27
3.1.2 Ubicación de la Cantera.....	27
3.2 Tipo y Diseño.....	28
3.2.1 Tipo de investigación	28
3.2.2 Nivel de Investigación	28
3.2.3 Método de Investigación	28
3.2.4 Diseño de investigación	28
3.3 Población y Muestra.....	28
3.3.1 Población de estudio.....	28
3.3.2 Muestra.....	29
3.3.3 Unidad de análisis.....	29
3.3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	29
3.3.5 Técnicas e instrumentos para el procesamiento de datos.....	30
3.4 Procedimiento	30
3.4.1 Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso (NTP 400.012)	30
3.4.2 Contenido de humedad de los agregados por secado (NTP 339.185)	32
3.4.3 Peso específico y absorción (NTP 400.022)	33
3.4.4 Peso Unitario (NTP 400.017)	34
3.4.5 Selección del Cemento (NTP 334.009 - NTP 339.090)	35
3.4.6 Diseño de mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ Kg/ cm}^2$	36
3.4.7 Elaboración de concreto Rapimix-concreto seco $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	38
3.4.8 Ensayo de Asentamiento (NTP 339.035)	39
3.4.9 Elaboración y curado de especímenes de concreto (NTP 339.033).....	40
3.4.10 Resistencia a la compresión de cilindros de concreto (NTP 339.034)	42
3.4.11 Comparación del costo de producción	44
3.5 Materiales.....	44
3.5.1 Especificaciones técnicas del Cemento Portland Tipo I	44
3.5.2 Especificaciones Técnicas del Concreto Seco Rapimix $f'c=210 \text{ Kg/ cm}^2$ Tipo I	45
3.6 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	46
3.6.1 Agregados-Cantera Rumicucho	46
3.6.2 Diseño de Mezcla	46
3.6.3 Producción del Concreto.....	48
3.6.4 Resistencia a la compresión del Concreto	51

	Pág.
3.6.5	Comparación de las Resistencias del Concreto Respecto al $f'c$ de Diseño58
3.6.6	Costo de Producción del Concreto.....58
4.	CAPÍTULO IV ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....66
4.1	Agregados-Cantera Rumicucho66
4.2	Diseño de Mezcla66
4.3	Producción del Concreto66
A.	Elaboración.....67
B.	Trabajabilidad67
C.	Desperdicios68
D.	Ambiente Adecuado de Trabajo.....68
4.4	Análisis de la producción del Concreto.....68
4.5	Resistencia a la Compresión del Concreto69
4.5.1	Resistencia del concreto convencional $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$69
4.5.2	Resistencia del concreto seco Rapimix $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$70
4.6	Comparación de las Resistencias del Concreto Respecto al $f'c$ de Diseño.....71
4.7	Costo de Producción del Concreto.....72
4.7.1	Costo de Producción del Concreto Convencional $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$72
4.7.2	Costo de Producción del Concreto Seco Rapimix $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ tipo I.....73
4.7.3	Análisis de Costos Unitarios del Concreto Convencional $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$73
5.	CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....75
5.1	CONCLUSIONES75
5.2	RECOMENDACIONES76
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....77
6.	CAPITULO VI ANEXOS80
6.1	Propiedades Físicas de Los Agregados80
6.1.1	Agregado grueso-Ensayos de laboratorio80
6.1.2	Agregado fino-Ensayos de laboratorio87
6.1.3	Diseño de Mezcla del Concreto93
6.2	Resistencia a la compresión del Concreto.....98
6.2.1	Resistencia a la compresión del Concreto convencional $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$98

	Pág.
6.2.2 Resistencia a la compresión del Concreto seco Rapimix $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$	104
6.3 Fichas Técnicas del Cemento Tipo I y Rapimix Concreto Seco $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$	
6.3.1 Cemento Pacasmayo Tipo I.....	110
6.4 Cotizaciones de los Insumos	119
6.5 Costo de Mano de Obra Hora Hombre	129
6.6 Fotografías.....	130

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Requisitos para cementos ASTM C-150-fisicos	8
Tabla 2. Requisitos para cementos ASTM C-150-quimicos	8
Tabla 3. Límites para el agua de mezcla y de curado permisibles.....	10
Tabla 4. Requisitos de la granulometría del agregado fino	11
Tabla 5. Granulometría del agregado grueso	13
Tabla 6. Valores máximos de partículas inconvenientes en el agregado grueso	14
Tabla 7. Tamices estándar ASTM	18
Tabla 8. Características físicas de los agregados	25
Tabla 9. Cantidad mínima de la muestra de agregado grueso o global	31
Tabla 10. Tamaño de la muestra del agregado.....	32
Tabla 11. Compresión promedio requerida	36
Tabla 12. Tabla que permite determinar el porcentaje aproximado de agregado fino con relación al volumen total de agregados	37
Tabla 13. Requisitos barra compactadora	40
Tabla 14. Método de consolidación.....	41
Tabla 15. Moldeo de especímenes por apisonado.....	41
Tabla 16. Número de especímenes por edad de ensayo.....	43
Tabla 17. Edades de ensayo y tolerancias permisibles	43
Tabla 18. Propiedades físicas agregado grueso	46
Tabla 19. Propiedades físicas agregado fino	46
Tabla 20. Pesos secos de los agregados.....	47
Tabla 21. Pesos Húmedos de los agregados	47
Tabla 22. Proporciones en peso	47
Tabla 23. Proporciones en volumen.....	47
Tabla 24. Coeficientes de aporte por m ³	47
Tabla 25. Volumen por tanda (6 especímenes)	48
Tabla 26. Pesos de los materiales de acuerdo al diseño de mezcla	48
Tabla 27. Pesos de los materiales de acuerdo al diseño de mezcla (0.0318 m ³).....	48
Tabla 28. Slump medido del Concreto Convencional	48
Tabla 29. Cantidad de bolsas de por tanda de concreto (0.0318 m ³)	49
Tabla 30. Slump medido Concreto Seco Rapimix.....	49
Tabla 31. Producción del concreto	49
Tabla 32. Cuadrilla para la producción 30 especímenes.....	49
Tabla 33. Curado de especímenes de concreto	49
Tabla 34. Codificación de los especímenes de concreto convencional.....	50
Tabla 35. Codificación de los especímenes de concreto seco Rapimix	50

Tabla 36. Resistencias del concreto convencional $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$	51
Tabla 37. Media y la desviación estándar de las resistencias obtenidas del concreto convencional $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$	51
Tabla 38. Resistencias del concreto seco-Rapimix $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$	53
Tabla 39. Media y la desviación estándar de las resistencias obtenidas del concreto Rapimix $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$	54
Tabla 40. Resumen del ensayo de compresión de los especímenes de concreto convencional $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ y concreto seco-Rapimix $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$	56
Tabla 41. Comparación de resistencias de los concretos con $f'c=294 \text{ Kg/cm}^2$ de diseño	58
Tabla 42. Costo de materiales para la producción de concreto convencional.....	58
Tabla 43. Costo de equipos para la producción de concreto convencional.....	59
Tabla 44. Costo de mano de obra para la producción de concreto convencional.....	59
Tabla 45. Costo de materiales del concreto convencional (30 especímenes).....	59
Tabla 46. Costo de producción del concreto convencional $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$	59
Tabla 47. Proporción de materiales para la producción de concreto seco Rapimix $f'c =210 \text{ kg/cm}^2$ tipo I.....	60
Tabla 48. Costo de equipos para la producción de concreto Rapimix.....	60
Tabla 49. Costo de mano de obra para la producción de concreto Rapimix.....	60
Tabla 50. Costo de materiales para la producción de concreto seco Rapimix.....	60
Tabla 51. Costo de producción de concreto Rapimix (30 especímenes).....	61
Tabla 52. Costo de producción del concreto Rapimix $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$	61
Tabla 53. Costo comparativo del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, vol.=0.159 m^3	61
Tabla 54. Análisis de precios unitarios del concreto convencional $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$	63
Tabla 55. Análisis de precios unitarios del concreto seco Rapimix $f'c =210 \text{ Kg/cm}^2$	64

INDICE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Elementos que conforman el concreto, volúmenes absolutos	7
Figura 2. Ubicación de la cantera Rumicucho	27
Figura 3. Resistencia a la compresión del Cemento Pacasmayo tipo I	45
Figura 4. Resistencias a la compresión del concreto convencional $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$	51
Figura 5. Gráfico de la media de las resistencias a la compresión del concreto convencional $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$	52
Figura 6. Resistencia a compresión del concreto convencional $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$	52
Figura 7. Gráfico de las desviaciones estándar de las resistencias a la compresión del concreto convencional $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$	53
Figura 8. Resistencias a la compresión del concreto seco-Rapimix $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	54
Figura 9. Gráfico de la media de las resistencias a la compresión del concreto seco-Rapimix $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	55
Figura 10. Gráfico de ensayo de resistencia a compresión del concreto seco Rapimix $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ tipo I	55
Figura 11. Gráfico de las desviaciones estándar de las resistencias a la compresión del concreto seco Rapimix $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$	56
Figura 12. Comparación de las resistencias obtenidas del ensayo a compresión del concreto convencional $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y concreto seco Rapimix $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	57
Figura 13. Comparación de las resistencias a compresión del concreto	57
Figura 14. Comparación de las resistencias a compresión con la resistencia de diseño	58
Figura 15. Especificaciones de la cantidad de agua en la producción del concreto seco Rapimix $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ -tipo I	60
Figura 16. Costo de producción de 30 especímenes de concreto	62
Figura 17. Costo de producción de 1 m^3 de concreto, de acuerdo a los costos unitarios	65

RESUMEN

Esta investigación tiene como propósito conocer el costo de producción y la resistencia a la compresión de los concretos elaborado con Rapimix-concreto seco $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ y concreto convencional $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ en el distrito de Cajamarca. Para esto se evaluó dichos concretos basándose en los diferentes ensayos de los agregados, resistencia, diseño de mezcla, establecidos en la Norma Técnica Peruana; mediante la comparación de la resistencia a la compresión y costo de producción de los concretos. Con el ensayo a compresión se obtuvo que el concreto Rapimix-concreto seco tipo I $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ presenta las siguientes resistencias en los diferentes días de curado: a un 1 día de 17.39 %, 3 días de 7.85 %, 7 días de 3.62 %, 14 días de 6.83 % y 28 días de 8.04 % más en comparación a las resistencias del concreto convencional $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, con respecto al costo de producción; mediante el análisis de costos unitarios el concreto Rapimix-concreto seco tipo I $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ presenta un costo menor de 6.00 % en comparación al costo de producción por m^3 del concreto convencional $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, estos resultados demuestran que el concreto Rapimix-concreto seco tipo I $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ presenta mayor resistencia y su producción es más económica que el concreto convencional $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ garantizando un concreto de buena calidad y resistencia, que puede ser utilizado en proyectos de construcción con requerimiento de concreto de $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ sin ningún problema.

Palabras clave: Concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, concreto predosificado en seco $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, concreto convencional, diseño de mezcla, resistencia a la compresión uniaxial, costo de producción.

ABSTRACT

The purpose of this research work is to know the production cost and compressive strength of concrete made with Rapimix-dry concrete $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ and conventional concrete $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ in the district of Cajamarca. For this, said concretes were evaluated based on the different tests of the aggregates, resistance, and mix design, established in the Peruvian Technical Standard; by comparing the compressive strength and production cost of concrete. With the compression test carried out, it was obtained that the Rapimix concrete-dry concrete type I $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ presents the following resistances on the different days of curing: at 1 day of 17.39%, 3 days of 7.85%. 7 days of 3.62%, 14 days of 6.83% and 28 days of 8.04% more compared to the resistance of conventional concrete $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$, with respect to the production cost; Through the analysis of unit costs, Rapimix concrete-dry concrete type I $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ presents a lower cost of 6.00% compared to the production cost per m^3 of conventional concrete $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$, these The results show that Rapimix concrete-dry concrete type I $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ has greater resistance and its production is more economical than conventional concrete $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$, guaranteeing a concrete of good quality and resistance, which It can be used in construction projects with a concrete requirement of $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ without any problem.

Keywords: Concrete $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$, dry pre-dosed concrete $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$, conventional concrete, mix design, uniaxial compressive strength, production cost.

1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del Problema

Todas las civilizaciones del mundo han estado influenciadas por la construcción en su desarrollo y progreso tecnológico. Esta industria es importante en todo lo referente a la economía, ya que genera gran movimiento de materiales, fomenta significativamente la creación de empleos y desempeña un papel significativo en la creación de capital nacional.

La calidad del concreto convencional producida in situ presenta deficiencias en su calidad, afectando directamente a la resistencia, que tendrá consecuencias que pueden generar estructuras deficientes, siendo un riesgo en la seguridad de las personas. Es por esto de que al existir el problema de la resistencia del concreto convencional, se realiza la comparación con el concreto predosificado en seco Rapimix.

Por su parte, Morillas y Plasencia (2018), en su investigación, descubrieron que después de 28 días, el concreto premezclado en seco alcanzó resistencias a la compresión de 275.12 kg/cm² a 313.50 kg/cm², lo que es más alto que el requisito de 210 kg/cm² debido a un factor de seguridad que se considera, en caso de que no se encuentre un registro de probetas ensayadas.

En las obras civiles, a menudo no se tiene un control adecuado de los materiales, lo que se suma a la falta de estos en algunas áreas de difícil acceso. Además, hay mucho desperdicio de recursos debido a que se elaboran empíricamente en lugar de utilizar materiales controlados en fábrica, lo que ahorraría tiempo y recursos (Morillas & Plasencia, 2018).

En áreas con escasez de materiales para la construcción, el traslado de materiales es costoso, lo que resulta en pérdidas económicas y, por lo tanto, aumenta el costo de producción de concreto (Morillas & Plasencia, 2018).

Actualmente en las construcciones, de gran o pequeña escala, no existe zonas y orden para almacenar de manera correcta los materiales de construcción. Cada espacio tiene características específicas para el cuidado de cada material que debe almacenarse hasta su utilización. En regiones con escasez de agregados, se transportan en gran cantidad con el fin

de reducir costos y optimizar los recursos. Como resultado, se requiere más espacio y una mejor organización de los agregados, lo que resulta en un mayor costo de lo previsto. (Morillas & Plasencia, 2018).

1.2 Formulación del Problema

¿Cuál de los concretos Rapimix-concreto seco $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ o el concreto convencional $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$ presenta menor costo de producción y mayor resistencia a la compresión?

1.3 Hipótesis

“El concreto Rapimix-concreto seco $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ presenta menor costo de producción y mayor resistencia a la compresión que el concreto convencional $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ ”.

1.4 Justificación de la Investigación

Se realizó la comparación de la resistencia a compresión de los concretos, porque proporciona datos que son importantes para determinar la calidad que presenta el concreto, así mismo determina el comportamiento y resistencia a futuro que presentan los diferentes elementos y construcciones realizadas frente al soporte de cargas, paso del tiempo y eventuales fenómenos naturales.

Se realizó esta investigación para determinar la resistencia del concreto Rapimix, para ser utilizado en aquellos proyectos en donde no se cuente con un diseño de mezcla apropiado, o no exista una cantera disponible cercana para extraer los agregados.

1.5 Alcances o Delimitación de Investigación

- La presente investigación determina el costo de producción y la resistencia a la compresión del concreto Rapimix-Concreto seco $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ y concreto convencional $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ en el distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca, departamento de Cajamarca.

- Para la resistencia promedio requerida para el diseño de mezcla del concreto convencional se ha utilizado la Norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- La mezcla del concreto convencional $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$ se elaboró con agregados de la cantera Rumicucho; ubicada en la zona de Huairapongo en el distrito de Llacanora de la provincia de Cajamarca, el cemento que se utilizó es Pacasmayo tipo I y el agua de mezcla se utilizó agua potable a $20 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Se ha realizado una mezcla patrón para los dos tipos de concreto, en base a este patrón se determinó que existe un factor de compactación de 1.35 para el concreto convencional, mientras que para el concreto Rapimix se tiene que con una bolsa se puede elaborar 0.002 m^3 de concreto.
- Los ensayos se realizaron en febrero del año 2023, con una duración de 9 semanas; en el laboratorio de ensayo de materiales de la Universidad Nacional de Cajamarca, bajo los lineamientos de la Norma Técnica Peruana.
- Mediante el análisis de costos unitarios se determinó el costo de producción de concreto.
- Para la cantidad de mano de obra en el análisis de costos unitarios se ha tomado como base las cuadrillas dadas por CAPECO.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo Principal

- Comparar el costo de producción y la resistencia del Rapimix-Concreto seco $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ y el concreto convencional $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Determinar el costo de producción del concreto Rapimix-Concreto seco $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$ y del concreto convencional $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$.
- Determinar la resistencia a la compresión del concreto Rapimix-Concreto seco $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$ y del concreto convencional $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$.

2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Teóricos de la Investigación

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Guerrero & Prado (2017), en su trabajo de grado titulado “Propuesta para la elaboración de una mezcla predosificada y premezclada de mortero y concreto al vacío para la utilización en obra en el municipio de Ocaña, norte de Santander”; se elaboraron diseño de mezclas; las muestras se empacaron al vacío y se elaboraron cada mes durante un período de tres meses. Se encontró que las resistencias que se obtuvieron fueron superiores a las que se habían hallado en el diseño de mezclas anteriores. Llegaron a determinar que para realizar un concreto de alta calidad, un factor muy importante es la cantidad de agua, ya que, al no considerar la cantidad exacta de agua influye negativamente en el concreto, específicamente en sus propiedades. Se determinó la resistencia de especímenes de concreto predosificado y cómo influyen en la resistencia los procesos de elaboración de la mezcla. Se concluye que, con la utilización en obra de estas mezclas predosificadas se obtienen beneficios en cuanto al costo, tiempo y calidad y, además estas mezclas al encontrarse empacadas al vacío conservan las propiedades físicas y mecánicas con las cuales fueron diseñados.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Morillas y Plasencia (2018) en su tesis de título “Características mecánicas de un concreto premezclado en seco “concreto rápido” $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y su costo comparativo”; los ensayos a compresión se realizaron de especímenes cilíndricos de 4” x 8” a los 3, 7 y 28 días de curado. Se elaboró partidas de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ para realizar el comparativo de costos de algunas obras ubicadas en la sierra liberteña. Concluyen que el concreto premezclado en seco a los 28 días de curado llega a la resistencia requerida, cuyos valores oscilan entre 275.12 kg/cm^2 a 313.50 kg/cm^2 , además el concreto embolsado disminuye su costo en un 50 %, cuando es utilizado en pequeñas cantidades.

Flores (2020) en su tesis de título “Análisis comparativo de costos y resistencia a la compresión del concreto tradicional y el concreto predosificado seco, Trujillo 2020”. Los especímenes cilíndricos de concreto fueron sometidos a compresión axial a los 7, 14 y 28 días de curado. Concluyó que, los testigos de concreto embolsado demostraron una resistencia de alrededor del 133 % de la resistencia requerida, lo que indica que el concreto predosificado seco es más conveniente que el concreto tradicional. También se puede obtener un ahorro de alrededor del 21% en comparación con el concreto tradicional, considerando el costo de los materiales y mano de obra.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Almacenamiento Adecuado de los Materiales

Según Flores N. (2020), un buen almacenamiento proporciona los siguientes beneficios:

-) Calidad e integridad de los materiales: Los materiales pueden dañarse si se almacena de forma inadecuada, lo que afecta su rendimiento y calidad. Por ejemplo, el cemento puede perder su fuerza si se moja o se expone a temperaturas extremas.
-) Evite retrasos en la ejecución: Si el almacenamiento no es adecuado, los materiales no pueden estar disponibles cuando se necesiten, lo que puede retrasar la ejecución.
-) Ayuda a tener un ambiente de trabajo seguro: El almacenamiento inadecuado de los materiales puede crear riesgos de seguridad, al tener materiales almacenados de manera inestable puede haber riesgo de accidentes por el derrumbe de materiales.
-) Económicamente: Tener un almacenamiento adecuado de los materiales evita reordenar o reemplazar materiales dañados, lo que puede ahorrar dinero a largo plazo.

En definitiva, el almacenamiento adecuado de los materiales es crucial para garantizar la calidad y eficiencia del proyecto de construcción y mantener un entorno de trabajo seguro (Flores, 2020).

2.2.2 Concreto

El concreto es un material ideal para la construcción que se compone de una mezcla en ciertas proporciones de agua, cemento, agregados y a veces aditivos. Al principio, presenta una estructura plástica y moldeable, pero luego desarrolla una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes (Ruiz, 2021).

A su vez, Ortega J. (2015), señala que, El concreto, que se asemeja a la piedra, se crea mediante un mezclado adecuado de cemento, agregados (piedra y arena), agua y aire.

2.2.3 Diseño de Mezcla de Concreto

Es el procedimiento de elegir ingredientes adecuados y determinar sus proporciones para crear una mezcla de concreto a fin de cumplir con los requisitos de resistencia, durabilidad y trabajabilidad deseados para una aplicación específica se conoce como diseño de mezcla de concreto. La mezcla de concreto se compone principalmente de cemento, agua, arena y grava (o piedra triturada). Para mejorar sus propiedades, se pueden agregar otros materiales a la mezcla, como aire y aditivos. Se debe considerar la resistencia requerida, las condiciones climáticas y de colocación, el tipo de estructura a construir y otros factores que puedan afectar su rendimiento. (Flores, 2020).

2.2.4 Elementos del Concreto

Se tiene como elementos el aire que es un elemento pasivo y cemento, agua, agregados y aditivos son elementos activos del concreto. A pesar de la definición tradicional que solía considerar a los aditivos como una opción, en los procesos actuales a nivel global estos conforman un elemento utilizado con normalidad. Por lo tanto, se ha comprobado científicamente su beneficioso uso para mejorar las propiedades de resistencia, durabilidad y trabajabilidad (Ruiz, 2021).

Figura 1. Elementos que conforman el concreto, volúmenes absolutos



Fuente: Tópicos de tecnología del concreto (p.14), por E. Pasquel - (Ruiz, 2021)

2.2.4.1 Cemento Portland

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones (2015), el cemento es un material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire (p.413).

Gracias a la adherencia y cohesión que presentan, le permiten unir sus partículas minerales entre sí, estos se forman de manera compacta generando una adecuada resistencia y durabilidad. En las estructuras hechas de concreto en construcciones, el cemento se endurece y fragua cuando se somete a reacciones químicas con agua, este proceso se llama hidratación, por lo que también se conoce como cementos hidráulicos (Flores, 2020).

A. Composición

En forma general, los silicatos tricálcicos, silicatos dicálcicos, aluminato tricálcico, aluminato ferrítico tetracálcico, óxido de magnesio, óxido de potasio óxido de sodio y óxidos de manganeso y titanio conforman el cemento Portland. Es importante destacar que los silicatos tricálcicos y dicálcicos controlan principalmente el aumento de la resistencia, ya que estos componentes en conjunto representan más del 70% de la composición de la mayoría de los tipos de cementos (Ruiz, 2021).

B. Tipos

Para propósitos particulares, se producen varios tipos de cemento Portland utilizando características físicas y químicas específicas. En las especificaciones de la

American Society for Testing and Materials (ASTM) se encuentran detalladas las características de cada uno de los tipos de cemento y los ensayos que deben realizarse.

ASTM clasifica el cemento Portland en cinco tipos: Tipo I, II, III, IV y V.

- **Tipo I.-** Es usado en forma general en estructuras que no necesitan propiedades específicas.

Tabla 1. Requisitos para cementos ASTM C-150-fisicos

DESCRIPCIÓN	TIPO I	TIPO IA
Contenido de aire en % (máximo, mínimo)	12,NA	22,16
Fineza con turbidímetro en m ² /Kg (mín.)	160	160
Fineza por permeabilidad de aire en m ² /Kg (mínimo)	280	280
Expansión en autoclave	0.8	0.8
Resistencia en compresión en Mpa		
A 3 días	12.4	10
A 7 días	19.3	15.5
Fraguado inicial Gillmore mínimo en min.	60	60
Fraguado final Gillmore mínimo en min.	600	600
Fraguado inicial Vicat mínimo en min.	45	45
Fraguado final Vicat mínimo en min.	375	375

Fuente: Norma ASTM C-150

Tabla 2. Requisitos para cementos ASTM C-150-quimicos

DESCRIPCIÓN	TIPO I	TIPO IA
SiO ₂ , % mínimo	---	---
Al ₂ O ₃ , % máximo	---	---
Fe ₂ O ₃ , % máximo	---	---
MgO, % máximo	6	6
SO ₃ , % máximo		
Cuando C ₃ A es menor o igual a 8%	3	3
Cuando C ₃ A es mayor a 8%	3.5	3.5
Pérdidas por ignición, % máximo	3	3
Residuos insolubles, % máximo	0.75	0.75
Fraguado final Vicat mínimo en min.	375	375

Fuente: Norma ASTM C 150

2.2.4.2 Agua

La Norma Técnica Peruana NTP 339.088 establece que las aguas que contengan sus propiedades, características y sustancias disueltas, y estas se encuentren dentro de los rangos permisibles, serán aceptados para producción y curado de concreto, siempre y cuando cumplan con los siguientes parámetros:

-) La cantidad máxima de materia orgánica que puede tener el agua, en oxígeno para consumir es de 3 mg/l (3 ppm).
-) Los residuos insolubles tendrán un valor máximo de 5 gr/l (5000 ppm).
-) El pH tendrá un valor entre 5.5 y 8.0.
-) Los sulfatos como ion SO_4 serán menores de 0.6 gr/l (600 ppm).
-) Los cloruros como ion Cl, serán menores de 1 gr/l (1000 ppm).
-) La alcalinidad total, los carbonatos y bicarbonatos alcalinos expresada como $NaHCO_3$ debe ser menor que 1 gr/ml (1000 ppm).

A. El Agua de Mezcla

Se detallan tres funciones principales del agua utilizada para la elaboración del concreto, que son las siguientes:

-) Hidratación del cemento.
-) Mejora la trabajabilidad del concreto ya que actúa como lubricante. Permite que los productos de hidratación se desarrollen, ya que, establece la disposición de vacíos necesarios en la pasta de cemento.
-) Se agrega una cantidad mayor de agua para hidratar el cemento, para mejorar la trabajabilidad del concreto. Las impurezas en el agua de preparación del concreto, provocan reacciones químicas que alteran el comportamiento normal de la pasta de cemento (Ruiz, 2021).

B. El Agua para Curado

El agua que se utiliza para el curado debe tener los mismos requisitos para el agua de mezcla, es común que en las obras se utilice la misma agua para la elaboración y curado del concreto. El agua que se adiciona ayuda a la hidratación del concreto, pero es una pequeña parte del agua total (una quinta parte del flujo total), por lo que existe restricciones más estrictas para el agua de curado en comparación con el agua de mezcla. En ocasiones el agua utilizada para el curado, es producto del lavado de los equipos con los que se han elaborado las mezclas, estos contienen residuos de cemento; generando costras de cemento en las superficies curadas. Por lo tanto, el agua de lavado de mezcladoras puede utilizarse sin problemas para el curado del concreto, siempre y cuando no haya muchos sólidos en suspensión. (Ruiz, 2021).

Tabla 3. Límites para el agua de mezcla y de curado permisibles

Descripción	Límite Permisible
Sólidos en suspensión	5,000 p.p.m máximo
Materia orgánica	3 p.p.m. máximo
Alcalinidad (NaHCO ₃)	1,000 p.p.m. máximo
Sulfato (Ion SO ₄)	600 p.p.m. máximo
Cloruros (Ion Cl ⁻)	1,000 p.p.m. máximo
pH	5 a 8

Fuente: Norma ITINTEC 339.088.

2.2.4.3 Agregados

Tanto el agregado fino como el grueso, constituyen los elementos inertes del concreto, ya que no intervienen en las reacciones químicas entre cemento y agua, (Ruiz, 2021).

Son elementos inertes que crean una estructura resistente al mezclarse con la pasta de cemento. El volumen que ocupan es aproximadamente 3/4 del total, tienen un gran impacto en el concreto, tan importante como el cemento para lograr propiedades como la resistencia, conductibilidad y durabilidad. La distribución de partículas es crucial en el concreto para obtener una estructura sólida, eficiente y

con alta trabajabilidad. Debe haber unión casi total entre las partículas, las más pequeñas deben ocupar los espacios entre las mayores y la pasta de cemento uniéndose en un solo conjunto. (Ruiz, 2021).

Debido a que los agregados representan casi el 80% del volumen total del concreto, tendrán un impacto significativo en sus propiedades y comportamiento. Tres de los factores más influyentes en la cantidad de agua necesaria para alcanzar una consistencia específica son el tamaño máximo, la forma y la granulometría del árido (Ruiz, 2021).

A. Agregado Fino

Ruiz R. (2021), El agregado fino se obtiene de la descomposición artificial de las rocas o de manera natural, que pasa por un tamiz de 9.5 mm (3/8") y de acuerdo a lo detallado en la Norma NTP 400.037. Las partículas del agregado fino tienen que ser angulares, limpias, compactas y duras.

Se recomienda por lo general que los límites de la granulometría se encuentren dentro de los límites de la siguiente tabla:

Tabla 4. Requisitos de la granulometría del agregado fino

MALLA	% QUE PASA
3/8	100
N° 4	95-100
N° 8	80-100
N° 16	50-85
N° 30	25-60
N° 50	10-30
N° 100	2-10

Fuente: Norma ASTM C-33-93.

Ruiz R. (2021), asegura que el agregado fino tiene que ser resistente, fuerte, limpio, duro y sin materia orgánica e impurezas. La materia orgánica no será más del 1.5%, las arcillas y limos no serán más del 5%. El tamaño de sus partículas será menor a 1/4" y para su gradación se tomará en cuenta los parámetros de la norma ASTM C-33-93.

B. Agregado Grueso

El agregado grueso es aquel material que es retenido en el tamiz 4.75 mm (N°4) y se encuentra dentro de los parámetros de la Norma NTP 400.037. Además, el agregado grueso puede ser grava natural o también triturada, piedra chancada, de composición metálica natural o artificial. El agregado grueso está compuesto por partículas de perfil angular o semiangular, duras, compactas, resistentes y rugosas. Las partículas deben ser químicamente estables y sin tierra, polvo, limo, humus, escamas, incrustaciones superficiales, materia orgánica, sales u otras sustancias perjudiciales. (Ruiz, 2021).

Los límites de gradación del agregado grueso deben ser de acuerdo a la Norma NTP 400.037 o la Norma ASTM C 33. Teniendo en cuenta lo siguiente:

-) Se seleccionará la granulometría continua.
-) La densidad obtenida del concreto debe ser la máxima, considerando la colocación de la mezcla, esta debe ser trabajable y consistente.
-) En la malla de 1 1/2" de la granulometría elegida, no debe tener más del 5 % de agregado retenido y el 6% del agregado que pasa la malla de 1/4" (Ruiz, 2021).

Tabla 5. Granulometría del agregado grueso

MALLA	Número de Identificación de Granulometría ASTM C-33					
	1	2	3	357	4	457
	3 1/2" a 1 1/2"	2 1/2" a 1 1/2"	2" a 1"	2" a 4#	1 1/2" a 3/4"	1 1/2" a #4
4"	100					
3 1/2"	90 a 100					
3"	----	100				
2 1/2"	25 a 60	90 a 100	100	100		
2"	----	35 a 70	90 a 100	95 a 100	100	100
1 1/2"	0-15	0 a 15	35 a 70	----	95 a 100	95 a 100
1"	----	----	0 a 15	35 a 70	20 a 55	----
3/4"	0 a 5	0 a 5	----	----	0 a 15	35 a 70
1/2"			0 a 5	10 a 30	----	----
3/8"				----	0 a 5	10 a 30
#4				0 a 5		0 a 5

Fuente: Norma ASTM C-33-93

MALLA	Número de Identificación de Granulometría ASTM C-33						
	5	56	57	6	67	7	8
	1" a 1 1/2"	1" a 3/8"	1" a # 4	3/4" a 3/8"	3/4" a # 4"	1/2" a #4	3/8" a #8
1 1/2"	100	100	100				
1"	90 a 100	90 a 100	100	100	100		
3/4"	20 a 55	40 a 85	----	90 a 100	90 a 100	100	
1/2"	0 a 10	10 a 40	25 a 60	20 a 55	----	90 a 100	100
3/8"	0 a 5	0 a 15	----	0 a 10	20 a 55	40 a 70	100
#4		0 a 5	0 a 10	0 a 5	0 a 10	0 a 15	10 a 30
#8			0 a 5		0 a 5	0 a 5	0 a 10
#16							0 a 5

Fuente: Norma ASTM C-33-93

Tabla 6. Valores máximos de partículas inconvenientes en el agregado grueso

Partícula	%
Arcilla	0.25
Partículas deleznales	5.00
Material más fino que la malla N° 200	1.00
Carbón y lignito:	
a) Cuando el acabado superficial del concreto es de importancia	0.50
b) Otros concretos	1.00

Fuente: Norma ASTM C-33-93

C. Características físicas

Se indica que las características de densidad, resistencia, porosidad y distribución volumétrica de las partículas, que se conoce comúnmente como granulometría o gradación, son fundamentales en los agregados. Para medir estas características o hacer un comparativo con valores referenciales establecidos o para utilizarlas en el diseño de mezclas, se utilizan una serie de ensayos o pruebas estándar. Para evaluar estos requisitos, es fundamental comprender los conceptos relacionados con las siguientes características físicas de los agregados (Ruiz, 2021).

i. Condiciones de saturación

En las partículas del agregado ideal las condiciones de saturación comienzan en una condición seca y continúan hasta presentar humedad superficial, los estados que pasan son los siguientes:

-) Secadas en horno.
-) Secadas al aire.
-) Parcialmente saturado superficialmente seco.
-) Saturado superficialmente seco.
-) Con humedad (Ruiz, 2021) .

ii. Peso específico

Se obtiene de dividir el peso de las partículas entre su volumen sin tener en cuenta los vacíos. Los agregados típicos tienen un valor de entre 2500 Kg/cm³ y 2750 Kg/cm³ (Ruiz, 2021).

iii. Peso unitario

Se obtiene de dividir el peso de las partículas entre el volumen total, incluidos los vacíos. Está influenciado por cómo se acomodan las partículas al incluir los espacios entre ellas. El valor que se obtiene se utiliza en los métodos de diseño de mezclas para calcular las proporciones y para convertir dosificaciones en peso en dosificaciones en volumen. (Ruiz, 2021).

iv. Porcentaje de vacíos

Es el volumen de los espacios entre las partículas de agregados en porcentaje. También depende de cómo se acomoden las partículas. La fórmula para calcularlo se establece en la misma Norma ASTM C-29, utilizando los valores de peso específico y peso unitario estándar (Ruiz, 2021).

v. Absorción

Es la capacidad que tienen los agregados de llenar con agua los vacíos dentro de las partículas. El fenómeno se produce por capilaridad, no llegándose a llenar absolutamente los poros debido a que siempre queda aire atrapado (Ruiz, 2021).

vi. Porosidad

Son los espacios que se presentan en las partículas de los agregados. Es representativa de la estructura interna de las partículas, lo que tiene una gran influencia en todas las demás propiedades de los agregados. (Ruiz, 2021).

vii. Humedad

Es la cantidad retenida de agua superficial por las partículas del agregado en un determinado tiempo. Es una característica significativa, puesto que, colabora a incrementar en el concreto la cantidad de agua de mezcla. Por lo tanto, se debe considerar junto con la absorción para realizar ajustes adecuados en la proporción de las mezclas para cumplir con las hipótesis establecidas (Ruiz, 2021).

D. Características resistentes

Las características resistentes de los agregados están constituidas por aquellas propiedades que le confieren la capacidad de soportar esfuerzos o tensiones producidos por agentes externos (Ruiz, 2021, p 42).

Las principales son:

i. Resistencia

Es la capacidad de resistir fuerzas de compresión, corte, tracción y flexión. La mayoría de las veces, se mide utilizando la resistencia a la compresión, para lo cual se necesitan ensayar testigos cúbicos o cilíndricos de tamaño adecuado para el equipo de ensayos, que se perforan o cortan de una muestra lo suficientemente grande (Ruiz, 2021).

La porosidad y la absorción están inversamente relacionadas con la resistencia en compresión y directamente con el peso específico. Las resistencias de compresión de agregados típicos oscilan entre 750 y 1200 Kg/cm². Tienen un peso específico de entre 2.5 y 2.7 Kg/cm³. Los pesos específicos entre 1.6 y 2.5 Kg/cm³ de los agregados ligeros generalmente exhiben resistencias de 200 a 750 Kg/cm². Es esencial evaluar directamente o indirectamente la resistencia del concreto para maximizar su calidad, ya que está estrechamente relacionada con la resistencia del agregado y la condiciona significativamente (Ruiz, 2021).

ii. Tenacidad

Es la resistencia al impacto, que tiene más relación con las cargas a flexión que a compresión, también dependerá de la superficie, ya sea esta de características angulares o ásperas. Su estimación es más cualitativa que cuantitativa (Ruiz, 2021).

iii. Dureza

Es la capacidad de resistir al desgaste, por la acción de partículas específicas con otras o por factores externos. La resistencia a la abrasión de los agregados que se utilizarán en la fabricación de concreto se determina utilizando la Máquina de los Ángeles según las normas ASTM C-131 y ASTM C-535. En la mayoría de los casos, los concretos que se agregan con desgaste a la abrasión superior al 50 % tienen características de resistencia insuficientes (Ruiz, 2021).

E. Propiedades térmicas

Las propiedades térmicas influyen en el comportamiento de los agregados ante los cambios de temperatura. Es importante para el concreto por el calor de hidratación que el cemento produce. Asimismo, los agregados se ven influenciados por los cambios térmicos ambientales, lo que provoca dilatación, expansión, retención o disipación de calor. Las propiedades térmicas de los agregados están influenciadas por la condición de humedad y la porosidad, por lo que sus valores son bastante variables (Ruiz, 2021).

Los factores principales son:

i. Coeficiente de expansión

Calcula la capacidad de los agregados para aumentar de tamaño en función de la temperatura. La composición y estructura interna de las rocas determinan esta propiedad, que varía notablemente entre los diversos tipos de roca (Ruiz, 2021).

ii. Calor específico

Es la cantidad de calor que se necesita para aumentar un centígrado en la temperatura. No hay mucha variación entre los diferentes tipos de rocas, excepto en agregados ligeros y porosos (Ruiz, 2021).

iii. Conductividad térmica

Es facilidad para conducir calor. Su rango de variación es limitado por la porosidad (Ruiz, 2021).

iv. Difusividad

Representa la rapidez con la que los cambios térmicos pueden ocurrir dentro de una masa. Es el cociente de dividir la conductividad entre el producto del calor específico por la densidad (Ruiz, 2021).

2.2.4.4 Análisis granulométrico

Es la representación numérica de la distribución volumétrica de las partículas por tamaños. La serie de tamices usadas son de acuerdo al estándar ASTM.

Tabla 7. Tamices estándar ASTM

Denominación del tamiz	Abertura en pulgadas	Abertura en milímetros
3"	3.0000	75.0000
1 1/2"	1.5000	37.5000
3/4"	0.7500	19.0000
3/8"	0.3750	9.5000
Nº 4	0.1870	4.7500
Nº 8	0.0937	2.3600
Nº 16	0.0469	1.1800
Nº 30	0.0234	0.5900
Nº 50	0.0117	0.2950
Nº 100	0.0059	0.1475
Nº 200	0.0029	0.0737

Fuente: Tamices estándar ASTM

El análisis granulométrico de los agregados es esencial para todos los métodos de diseño de mezclas porque influye directamente en muchas propiedades del concreto fresco y de concreto endurecido (Ruiz, 2021).

A. Módulo de fineza

Sumatoria de los porcentajes retenidos acumulados de la serie estándar hasta el tamiz N° 100 y dividida entre 100, este resultado es el módulo de fineza. La base experimental que respalda la idea del módulo de fineza es que granulometrías con módulo de fineza idéntico, independientemente de la gradación, requieren la misma cantidad de agua para producir mezclas de concreto con plasticidad y resistencia similares. (Ruiz, 2021).

B. Superficie específica

Es el área superficial de los agregados, también conocida como peso o volumen absoluto, se conoce como superficie específica. Si las partículas son más finas, aumenta su superficie específica y se necesitará más pasta para el agregado a fin de cubrir el área total de la superficie. Si es más grueso, sucede lo contrario. (Ruiz, 2021).

2.2.5 Concreto Premezclado

Comparándolo con la elaboración de concreto en obra por el método tradicional, este concreto es muy usado y ofrece diversas ventajas. En obras congestionadas o en la construcción de vías, el concreto premezclado es muy útil para tener una planta mezcladora y almacenar los agregados. Sin embargo, la principal ventaja del concreto premezclado es que se puede fabricar bajo mejores condiciones de control (Ruiz, 2021).

En los países desarrollados, la producción de concreto premezclado se realiza principalmente en centrales de mezcla, lo que contribuye a su gran popularidad. Su campo de acción es importante en nuestro medio y ha logrado alta tecnología y calidad (Ruiz, 2021).

2.2.6 Concreto Premezclado en Seco

Es la mezcla uniforme de proporciones adecuadas de piedra, arena gruesa y cemento Portland antisalitre y aditivos, que se mezclan en fábrica y luego se agregan proporciones adecuadas de agua para crear una mezcla adecuada para la resistencia requerida. Estos productos tienen un gran potencial de ventas en el mercado por su facilidad y simplicidad de uso. (Morillas & Plasencia, 2018).

El concreto seco es un concreto industrial que se clasifica y mezcla en una fábrica y se entrega en estado seco para amasar con agua. Se produce a partir de una mezcla ponderal de componentes básicos como conglomerantes, agregados y/o aditivos que se agregan para mejorar sus propiedades y comportamientos (Morillas & Plasencia, 2018).

Vásquez, Y. (2016) define el concreto en seco como una mezcla seca y homogénea de cemento, grava y arena con una granulometría adecuada y proporciones que varían según las características que presenta el concreto. La humedad de los componentes de la mezcla está por debajo del cemento, evitando que el cemento empacado reaccione con ellos, lo que prolonga la vida útil del producto.

2.2.6.1 Componentes del Concreto Premezclado en Seco

Este producto usa los mismos componentes que se usan en las obras normales: conglomerantes (cemento, que se conoce como elementos activos) y los agregados (arena y piedra, que se conocen como elementos inertes). Además, especifica la cantidad de agua en la bolsa del producto, que ayudará a lograr que el concreto tenga la resistencia requerida, en este caso $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ (Flores, 2020).

A. Cemento Portland:

El cemento Portland es un aglomerante hidrófilo que se produce calcinando rocas calizas, areniscas y arcillas para producir un polvo muy fino que endurece en presencia de agua, lo que le da propiedades resistentes y adherentes. (Flores, 2020).

La NTP 334.001-CEMENTOS. Nomenclatura y definiciones El cemento portland se denomina cemento hidráulico elaborado por pulverización del clinker de portland, conformado principalmente por silicatos de calcio hidráulico y suele adicionarse sulfato de calcio durante la molienda.

B. Agregados:

Los agregados del concreto en seco están compuestos por el tamaño máximo del agregado grueso de 3/8", arena gruesa y aditivos minerales especificados en la ficha técnica de concreto premezclado en seco "Rapimix", este se encuentra libre de humedad (Cemento Pacasmayo, 2022).

C. Envase:

Los envases de estos productos varían de acuerdo a la cantidad de cada presentación (Concreto Rapimix 40 Kg) y está formado por dos pliegues de papel grueso. Estas bolsas tienen la capacidad de soportar las exigencias de producción, envasado y almacenamiento (Morillas & Plasencia, 2018).

2.2.6.2 Ventajas del Concreto en Seco

A. Ventajas Respecto a la Autoconstrucción

Al fabricarse industrialmente, el concreto en seco ofrece una serie de beneficios significativos en términos de logística, economía, técnica e incluso medioambiental. Los concretos envasados necesitan menos área de almacenamiento, existe menos cantidad de desperdicio de materiales, disminuyen la mano de obra, herramientas y equipos, hacen que el trabajo sea más organizado y limpio, lo que resulta en una mayor eficiencia. La autoconstrucción siempre ha existido y ha llevado a estructuras de baja calidad que no cumplen con los requerimientos mínimos de resistencias establecidos, este producto industrializado cumple con las especificaciones requeridas para garantizar una buena calidad en la estructura que se quiere construir. (Morillas & Plasencia, 2018).

Investigaciones anteriores describen los beneficios de este producto, destacando que el crecimiento de la industria mundial del concreto seco en los últimos años ha permitido implementar mejoras tecnológicas en las plantas y los productos, lo que permite obtener concretos que cumplan con las necesidades de los constructores, principalmente para ser transportados hasta la obra (Morillas & Plasencia, 2018).

Se tienen las siguientes ventajas de este producto:

- J No se requiere una planta de producción de concreto.
- J Disponibilidad en el plazo establecido.
- J Se pueden concluir las obras en menor tiempo.
- J Realizando una buena planificación es posible utilizar menos mano de obra para la colocación de mayor volumen de concreto.
- J Se utilizará menos personal en la obra para la elaboración y transporte de concreto.
- J Si existe las vías de transporte necesarias, se puede llevar a cualquier lugar donde se necesite la colocación de concreto.
- J No es necesario tener zonas extras de almacenamiento para otros insumos.
- J Se tiene mayor productividad y menor desperdicio, ya que se necesita menos mano de obra para su elaboración.
- J Las zonas de trabajo son más pulcras y ordenadas (Morillas & Plasencia, 2018).

B. Ventajas Respecto a los Concretos Premezclados

Según Morillas y Plasencia (2018), las propiedades del concreto solicitado están garantizados durante dos horas después de que el concreto llegue a la obra. Pasado este tiempo, si hubiese alguna variación en las propiedades del concreto el

proveedor no se responsabilizará. Los siguientes problemas surgen con los concretos premezclados:

) Al ser terminado el mezclado y listo para ser suministrado, este producto necesita consumirse rápidamente en un corto periodo de tiempo.

) Dado que siempre hay eventos imprevistos, se requiere el uso de concretos ya mezclados, lo que implica un gasto adicional que va más allá de lo permitido. Como resultado, esta adición carece de la calidad necesaria, lo que resulta en pérdidas financieras.

) Al no haber demanda de pedidos en una cantidad mínima para que pueda fabricarse el concreto premezclado y ser llevado en el camión (mixer) al lugar que se requiere, entonces no podrá llegar en un momento prudente en el trabajo.

) El concreto premezclado al tener que mantenerse húmedo y ser llevado en un camión mixer, demanda de elevados consumos de combustible porque que no puede dejar de ser mezclado hasta su empleo.

) Si hubiera un error al momento de su elaboración generaría pérdidas económicas irreversibles; ya que, al producir gran cantidad de concreto, todo este volumen de concreto sería deficiente (como se cita en Morillas & Plasencia, 2018).

2.2.6.3 Economía del Concreto

La mejor manera de ahorrar dinero en la elaboración del concreto es encontrar la combinación ideal de agregados, agua, cemento y, cuando sea necesario aditivos, también cuando se utiliza por cada unidad de concreto con la menor cantidad de pasta. Esta mezcla tiene que cumplir con los requisitos de trabajabilidad, resistencia y durabilidad de una estructura (Flores, 2020).

Ajustando las proporciones de mezcla y seleccionando los materiales adecuados, es posible encontrar la opción más económica que cumpla con los requisitos de manejabilidad, resistencia y durabilidad requeridos para el tipo de trabajo en el que se utiliza (Ruiz, 2021).

2.2.6.4 Resistencia del Concreto

Es la capacidad del concreto para soportar fuerzas de compresión, corte, tracción y flexión. La mayoría de las veces, se mide mediante la resistencia a la compresión, para lo cual se utilizan especímenes cilíndricos adecuados. La porosidad y la absorción están inversamente relacionadas con la resistencia en compresión, mientras que el peso específico está directamente relacionado con la resistencia en compresión (Ruiz, 2021).

2.2.7 Factores que Influyen en la Economía

2.2.7.1 Análisis de Costos Unitarios

Los análisis de costos unitarios, según CAPECO 2015, son una herramienta para la gestión de proyectos que permite estimar el costo total de una obra a partir del costo de cada unidad, que mide los materiales, mano de obra y equipo que son necesarios para que se completen las tareas. Los presupuestos de obra suelen incluir análisis de costos unitarios para asegurarse de que se haya considerado todo el costo de los insumos y para facilitar la comparación de diferentes diseños y métodos de construcción. Esto sirve para evaluar la viabilidad económica de un proyecto y encontrar posibles ahorros significativos en el costo de la obra.

2.2.7.2 Coeficientes para la Cantidad de Mano de Obra (h-h)

Para CAPECO 2015, la cantidad de mano de obra para completar las tareas en una obra, existen varios factores por los que se ven afectados; estos incluyen el tipo de tarea, el nivel de habilidades y experiencia requeridos, la disponibilidad de personal calificado y la productividad específica. Para calcular la mano de obra para realizar una tarea en específico, es necesario analizarla en detalle y estimar el tiempo que se necesitará para completarla. Luego, teniendo en cuenta la productividad esperada, se debe determinar la cantidad

de trabajadores necesarios para completar la tarea en el tiempo estimado. Por lo tanto, es fundamental llevar a cabo un seguimiento y control adecuado de la mano de obra, para garantizar el cumplimiento de los plazos y el cumplimiento de los costos.

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$h. h = (H \times 8) / R$$

Donde:

H = N° de hombres

R =Rendimiento

2.2.7.3 Coeficientes para el aporte de materiales

Como explica (Morillas & Plasencia, 2018) se puede realizar mediante dos métodos: Por las tablas establecidas por CAPECO con un alto factor de seguridad y por medio de diseño de mezclas cuyos resultados son más precisos. Por ejemplo, un de diseño de mezclas elaborado mediante las tablas de CAPECO para un concreto de 210 Kg/cm² de $a/c = 0.45$, se tiene las siguientes proporciones de 1:2:2, considerando los pesos específicos y pesos volumétricos de cada material.

Tabla 8. Características físicas de los agregados

Material	Peso Específico	Peso volumétrico
Hormigón	2700	1800
Piedra	2700	1700
Arena	2700	1600
Grava	2700	1700
Cemento	3150	1500

Fuente: Tópicos del Concreto/CAPECO

2.2.7.4 Coeficientes para el aporte de maquinaria (h-m) y combustible

CAPECO 2015, detalla que este coeficiente se utiliza para estimar el costo de la maquinaria y el combustible para una tarea en una obra. Este costo total se divide por el tiempo de uso de la maquinaria para obtener el aporte de maquinaria y combustible. En los presupuestos de obra, este coeficiente se utiliza para estimar el costo total de una tarea, con base en el rendimiento, para una jornada de trabajo de 8 horas.

Se puede calcular utilizando la fórmula siguiente:

Figura 2. Coeficientes de rendimiento

$$H.M. = (N^{\circ} \text{Maquinarias} \times 8) / \text{Rendimiento}$$

$$\text{Gasolina} = (0.04 \times \text{HP} \times 8) / \text{Rendimiento}$$

$$\text{Aceite} = (0.0006 \times \text{HP} \times 8) / \text{Rendimiento}$$

Fuente: Costos y presupuestos en la construcción, J. Salazar, 2015-CAPECO

H.M.=Hora máquina

2.2.8 Términos Básicos

-) **Concreto Convencional:** El concreto es una mezcla de cemento, grava, arena, aditivos y agua, cuyas proporciones de los materiales son obtenidos a través de un diseño de mezcla, el cual en su estado sólido es resistente a la compresión.
-) **Concreto Seco:** Producto premezclado de cemento, grava y arena listo para usarse que brinda gran comodidad y conveniencia porque reduce los espacios de almacenamiento al utilizar un solo producto.
-) **Costo de Producción del Concreto:** Son todos los costos que se han realizado en la adquisición de los materiales, mano de obra, equipos y herramientas para la elaboración del concreto.
-) **F'c:** Resistencia a la compresión del concreto.
-) **Ensayo a Compresión:** Capacidad del concreto a resistir fuerzas de aplastamiento.

3. CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación

3.1.1 Ubicación de la Investigación

La investigación se desarrolló en el laboratorio de ensayos de materiales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca, ubicada en el:

-) Distrito: Cajamarca
-) Provincia: Cajamarca
-) Departamento: Cajamarca

En esta investigación, los ensayos se realizaron a partir del mes de febrero del año 2023, con una duración de 9 semanas.

3.1.2 Ubicación de la Cantera

Ubicación Geográfica de la Cantera Rumicucho

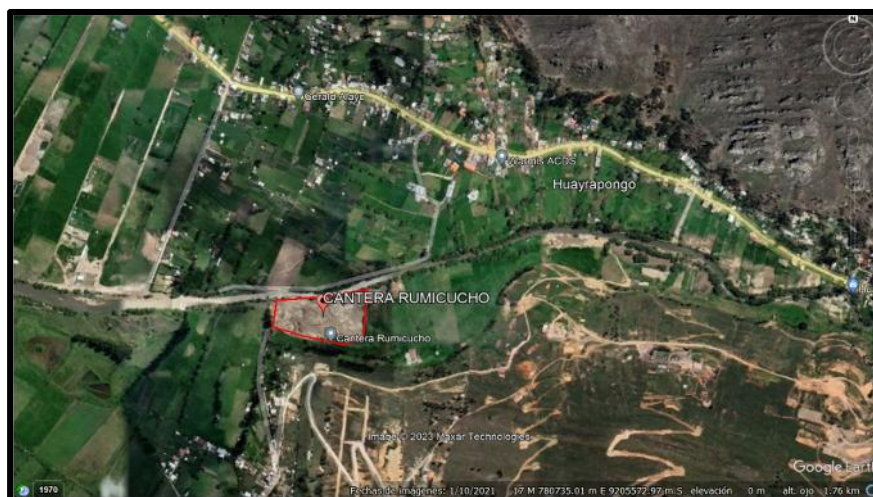
Coordenadas UTM WGS 84:

Norte : 9204838.00

Este : 781434.00

Altura : 2620.00 m.s.n.m.

Figura 2. Ubicación de la cantera Rumicucho



Fuente: Google Earth

En la imagen se observa la ubicación de la cantera Rumicucho de donde se han extraído los agregados que han sido utilizados para la elaboración del concreto convencional,

esta se encuentra ubicada en el sector Huairapongo del distrito de Llacanora, provincia de Cajamarca, departamento de Cajamarca.

3.2 Tipo y Diseño

3.2.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada, porque es la aplicación de teorías para la solución de problemas prácticos.

3.2.2 Nivel de Investigación

El nivel de investigación es descriptivo, ya que busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno.

3.2.3 Método de Investigación

-) Hipotética deductiva, porque mediante la hipótesis se infiere que el concreto seco Rapimix tiene mayor resistencia y menor costo de producción.
-) Se ha utilizado la medición, porque se han medido la resistencia del concreto a un 1, 3, 7, 14 y 28 días de curado.

3.2.4 Diseño de investigación

El diseño de la investigación es no experimental transversal, debido a que no se han manipulado variables.

Para obtener la resistencia del concreto se ha realizado el ensayo a la compresión de los especímenes de concreto Rapimix concreto seco $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ y convencional $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$; estos han sido ensayados de acuerdo a la Norma Técnica Peruana 339.034 en distintos días de curado (1 día, 3 días, 7 días, 14 días, y 28 días), así mismo se comparó el costo de producción de los concretos, para esto se ha considerado el costo de los materiales, mano de obra, equipos y herramientas; a fin de determinar el concreto más económico.

3.3 Población y Muestra

3.3.1 Población de estudio

La población estará compuesta por los concretos elaborados con Rapimix-Concreto seco $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ y concreto convencional $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

3.3.2 Muestra

La muestra ha sido tomada por conveniencia, tomando en cuenta a la cantidad mínima de especímenes de acuerdo a la norma NTP 339.034- ASTM C 39, que indica lo siguiente:

En el ensayo estándar se utilizaron especímenes de concreto cilíndricos de 150 mm * 300 mm o 100 mm * 200 mm. Si existiese diferencia en el diámetro de los especímenes, estos no deben ser mayores al 2 %. En cuanto al número de especímenes mínimo se tiene que son 2 para un diámetro de 150 mm y 3 para diámetros de 100 mm.

Tomando en cuenta la norma, se obtuvo 6 especímenes para cada día de curado (1, 3, 7, 14 y 28 días), ya que se ha realizado tres repeticiones por cada día de curado. Por lo tanto, se tiene 30 especímenes de concreto de Rapimix-Concreto seco $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ y 30 especímenes de concreto convencional $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$; los especímenes serán cilíndricos de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura conforme a la norma.

Tipo Concreto	N° Especímenes	Diámetro(m)	Altura(m)	Volumen(m3)
Convencional $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	30	0.15	0.30	0.0053
Rapimix $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	30	0.15	0.30	0.0053

3.3.3 Unidad de análisis

La unidad de análisis es el costo de producción y la resistencia a la compresión del concreto.

3.3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas utilizadas fueron la observación y la medición, las que permiten obtener datos cuantitativos, así como los ensayos según NTP (Norma Técnica Peruana) y ASTM (American Society for Testing and Materials), que proporcionan el procedimiento de acuerdo al tipo de parámetro analizado.

En cuanto a los instrumentos de recolección se hicieron mediante fichas de registro de ensayos, donde se anotaron los valores de acuerdo al tipo de ensayo realizado en el laboratorio de materiales de la Universidad Nacional de Cajamarca.

3.3.5 Técnicas e instrumentos para el procesamiento de datos

Para el procesamiento de datos se han utilizado las tabulaciones de los resultados obtenidos de los ensayos, cálculos y análisis de costos unitarios, así como estadística descriptiva.

Los instrumentos que se han utilizado son el software Microsoft Excel para la tabulación de datos, cálculos de resistencia y procesamiento estadístico, así como para elaboración de los gráficos. En el caso del análisis de costos unitarios se ha realizado mediante el software S10 presupuestos.

3.4 Procedimiento

3.4.1 Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso (NTP 400.012)

Según la norma NTP 400.012 nos indica:

i. Muestreo

) Se tomó una muestra según la NTP 400.010. La muestra de campo debe ser cuatro veces la cantidad requerida para el agregado grueso, o la cantidad especificada en la NTP 400.010.

) Se mezcló la muestra por completo y se redujo hasta obtener la cantidad necesaria para el ensayo siguiendo las instrucciones de la práctica normalizada ASTM C 702.

Agregado fino: Luego de secarse la muestra, la cantidad será mínimo de 300 gr.

Agregado grueso: La muestra de ensayo de agregado grueso será de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 9. Cantidad mínima de la muestra de agregado grueso o global

Tamaño Máximo Nominal Aberturas Cuadradas mm(plg)	Cantidad de la Muestra de Ensayo, Mínimo kg(lb)
9.5(3/8)	1(2)
12.5(1/2)	2(4)
19.0(3/4)	5(11)
25(1)	10(22)
37.5(1 1/2)	15(33)
50(2)	20(44)
63(2 1/2)	35(77)
75(3)	60(130)
90(3 1/2)	100(220)
100(4)	150(330)
125(5)	300(660)

Fuente: NTP 400.012

ii.Procedimiento

-) Se ha secado la muestra a una temperatura constante de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
-) Los tamaños de los tamices han sido seleccionados adecuadamente para proporcionar la información del material ensayado. Se agito los tamices manualmente.
-) Se continuo con el tamizado por un período suficiente, de tal manera que al final no más del 1 % de residuo sobre en uno de los tamices pase a través de él durante 1 min de tamizado manual.
-) Se utilizó una balanza para calcular la masa de cada aumento de medida de acuerdo con los requisitos establecidos, aproximadamente al 0.1 % más cercano a la masa original de la muestra seca.

iii.Cálculo

-) Se calculó el porcentaje que pasa, los porcentajes totales retenidos y los porcentajes sobre cada tamiz, aproximando al 0,1% más cercano a la masa seca inicial de la muestra.

) El módulo de fineza se calculó sumando el porcentaje total de material retenido de cada uno de los siguientes tamices. (porcentaje acumulado retenido) y dividir la suma entre 100: 150 μm (Nº 100); 300 μm (Nº 50); 600 μm (Nº 30); 1,18 mm (Nº 16); 2,36 mm (Nº 8); 4,75 mm (Nº 4); 9,5 mm (3/8 de pulgada); 19,0 mm (3/4 de pulgada); 37,5 mm (1 1/2 pulgada) y mayores; incrementando en la relación 2 a 1.

3.4.2 Contenido de humedad de los agregados por secado (NTP 339.185)

Según la norma NTP 339.185:

i. Muestreo

) La muestra ha sido tomada de acuerdo con la NTP 400.010.

) Para el contenido de humedad se tomó una muestra representativa, la masa de la muestra será de acuerdo a la Tabla 10. Antes de determinar su masa, la muestra debe protegerse contra la pérdida de humedad.

Tabla 10. Tamaño de la muestra del agregado

Tamaño Máximo Nominal Aberturas Cuadradas mm(plg)	Cantidad de la Muestra de Ensayo, Mínimo kg(lb)
9.5(3/8)	1(2)
12.5(1/2)	2(4)
19.0(3/4)	5(11)
25(1)	10(22)
37.5(1 1/2)	15(33)
50(2)	20(44)
63(2 1/2)	35(77)
75(3)	60(130)
90(3 1/2)	100(220)
100(4)	150(330)
125(5)	300(660)

Fuente: NTP 400.012

ii. Procedimiento

-) La masa de la muestra se determinó con una precisión del 0,1 %.
-) El secado de la muestra se realizó en un recipiente, no se perdieron partículas.
-) Cálculos

El contenido de humedad total evaporable es de la siguiente manera:

$$P = 100 (W-D) / D$$

Donde:

P = Contenido total de humedad evaporable de la muestra en porcentaje.

W=Masa de la muestra húmeda original en gramos.

D= Masa de la muestra seca en gramos.

3.4.3 Peso específico y absorción (NTP 400.022)

La NTP. 400.022 nos indica lo siguiente:

i. Muestreo

-) La muestra de agregado se tomó de acuerdo a la NTP 400.010.
-) La muestra de agregado se mezcló y se realizó los procedimientos de acuerdo a la NTP 400.043. El material que pasa un tamiz de 4,75 mm (N° 4) ha sido descartado.
-) Si la muestra se ensaya en dos o más fracciones, determinar la clasificación de la muestra de acuerdo con la NTP 400.012, incluyendo los tamices utilizados para separar las fracciones por tamaño para las determinaciones realizadas por este método.

ii. Procedimiento

-) La muestra de prueba se secó en una estufa a masa constante a 110 °C (± 5 °C) y luego se enfrió a temperatura ambiente, hasta que pudo manipular. El agregado se sumergió en agua durante 24 h \pm 4 h a temperatura ambiente.
-) Se determinó la masa de la muestra en aire, la muestra saturada superficialmente seca se colocó en un recipiente y se obtuvo su masa aparente en agua a 23 °C (± 2 °C). Antes de calcular la masa, se agito el recipiente sumergido para eliminar el aire.

-) Se secó la muestra en la estufa a 110 °C (± 5 °C).
-) Luego, se enfrió en el aire a temperatura ambiente hasta que el agregado llegó a una temperatura adecuada para la manipulación y determinación de la masa.

iii. Cálculos

-) Densidad Relativa (Gravedad Específica) (OD): Se calculó la densidad relativa en base al agregado secado al horno de la manera siguiente:

$$\text{Densidad Relativa (gravedad específica) (OD)} = A / (B - C)$$

En donde:

A = masa de la muestra secada al horno en aire, g

B = masa de la muestra de ensayo de superficie saturada seca en aire, g
gramos

C = masa aparente de la muestra de ensayo saturada en agua, g

-) Densidad relativa (gravedad específica) (SSD): Se calculó la densidad relativa (gravedad específica) en base a la superficie seca saturada, de la siguiente manera:

$$\text{Densidad Relativa (gravedad específica) (SSD)} = B / (B - C)$$

-) Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente): Se calculó la densidad relativa aparente (gravedad específica aparente), de la siguiente manera:

$$\text{Densidad Relativa aparente (gravedad específica aparente)} = A / (A - C)$$

-) Absorción: Se calculó el porcentaje de absorción, de la siguiente manera:

$$\text{Absorción, \%} = [(B - A) / A] \times 100$$

3.4.4 Peso Unitario (NTP 400.017)

Proceso desarrollado de acuerdo a la NTP 400.017 que indica:

Para los propósitos de esta Norma Técnica Peruana se aplican las siguientes definiciones y las contenidas en la NTP 339.047:

-) **Densidad de masa del agregado:** Masa del material del agregado por una unidad de volumen, el volumen incluye los vacíos entre partículas, expresado en kg/m³.
-) **Peso unitario:** Es preferible usar el término densidad de masa.

) **Vacíos:** Espacio entre partículas sólidas del agregado.

i. Procedimiento de Apisonado

El recipiente se llenó hasta un tercio del total y se niveló con los dedos la parte superior. Con la varilla se apisono uniformemente la capa de agregado con 25 golpes sobre toda la superficie. El recipiente se llenó hasta los 2 tercios del total y se niveló y apisono nuevamente. Para culminar, se llenó el recipiente en exceso y se apisono de la forma anteriormente señalada y con la espátula, y utilizando los dedos se niveló la superficie.

ii. CÁLCULO

) Se tomó la masa del contenido más el recipiente, así como la masa del recipiente vacío, con exactitud de 0,05 Kg.

) **Densidad de masa:** Para determinar la densidad de masa se utilizó los procedimientos de apisonado, peso suelto o percusión, de la siguiente manera:

$$G = (M - T) / V$$

$$G = (M - T) \times F$$

Donde:

G = Densidad de masa del agregado, Kg/m³

M = Masa del recipiente, Kg

T = Masa del recipiente, Kg

V = Volumen del recipiente, m³

F = Factor para el recipiente, 1/m³

3.4.5 Selección del Cemento (NTP 334.009 - NTP 339.090)

Según la norma NTP 339.090 nos indica:

Los cementos que se comercializan buscan cumplir con las normas técnicas peruanas. Por lo tanto, existen varios tipos de cemento que buscan satisfacer las necesidades de diferentes tipos de construcción. Sin embargo, es importante mencionar que, en el mercado de la construcción, los cementos tipo I y II son los más comunes, según la norma NTP 334.009/NTP 334.090, el cemento que se utilizó en esta investigación es el tipo I Pacasmayo.

3.4.6 Diseño de mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Tenemos que tener en cuenta que los materiales serán afectados por un factor de 5, ya que la producción del concreto será en 5 tandas, teniendo en cuenta el rendimiento del trompo utilizado. Con respecto al costo de producción del concreto, este depende principalmente de los materiales que se han utilizado, entre estos materiales tenemos los siguientes:

Para la elección de la resistencia requerida de diseño, se ha considerado en cuenta la siguiente tabla:

Tabla 11. Compresión promedio requerida

$f'c$	$f'cr$
menos de 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 84$
sobre 350	$f'c + 98$

Nota: La tabla representa la resistencia a la compresión promedio requerida (Kg/cm^2), para diferentes tipos de resistencia de diseño, Tabla 4.3.2b del Reglamento Nacional de Edificaciones, norma E060, 2006, p.256.

De acuerdo a la tabla 11, la resistencia requerida promedio es 294 Kg/cm^2 ; esta se utilizó para la elaboración del diseño de mezcla del concreto convencional.

El diseño de mezcla se ha realizado mediante el siguiente método:

) **MÉTODO WALKER**

En función del módulo de fineza del agregado fino, el tamaño máximo nominal del agregado grueso, el perfil del agregado grueso y el contenido de cemento por unidad cúbica de concreto, Walker creó la Tabla 12 para calcular el porcentaje aproximado de agregado fino en relación con el volumen total de los agregados.

Tabla 12. Tabla que permite determinar el porcentaje aproximado de agregado fino con relación al volumen total de agregados

Tamaño Máximo del Agregado grueso		Agregado Redondeado				Agregado Angular			
		Factor cemento expresado en sacos por metro cúbico				Factor cemento expresado en sacos por metro cúbico			
mm	plg	5	6	7	8	5	6	7	8
Agregado fino-Módulo de Fineza de 2.3 a 2.4									
10	3/8	60	57	54	51	69	65	61	58
12.5	1/2	49	46	43	40	57	54	51	48
20	3/4	41	38	35	33	48	45	43	41
25	1	40	37	34	32	47	44	42	40
40	1 1/2	37	34	32	30	44	41	39	37
50	2	36	33	31	29	43	40	38	36
70	3	34	32	30	28	41	38	36	34
Agregado fino-Módulo de Fineza de 2.6 a 2.7									
10	3/8	66	62	59	56	75	71	67	64
12.5	1/2	53	50	47	44	61	58	55	53
20	3/4	44	41	38	36	51	48	46	44
25	1	42	39	37	35	49	46	44	42
40	1 1/2	40	37	35	33	47	44	42	40
50	2	37	35	33	32	45	42	40	38
70	3	35	33	31	30	43	40	38	36
Agregado fino-Módulo de Fineza de 3.0 a 3.1									
10	3/8	74	70	66	62	84	80	76	73
12.5	1/2	59	56	53	50	70	66	62	59
20	3/4	49	46	43	40	57	54	51	48
25	1	47	44	41	38	55	52	49	46
40	1 1/2	44	41	38	36	52	49	46	44
50	2	42	38	36	34	49	46	44	42
70	3	39	36	34	32	46	43	41	39

Nota. Tabla 12, permite calcular el porcentaje de agregado fino con relación al volumen total de agregados, tomada del resumen Diseño de Mezclas de Concreto de Samuel Laura Huanca, 2006.

De la Tabla 12 se obtuvo el valor de α (porcentaje de agregado fino), con este valor se calcula los volúmenes:

$$\text{Vol. Total de agregados} = 1 - (\text{Vol. agua} + \text{Vol. aire} + \text{Vol. Cemento})$$

$$\text{Vol. Agregado fino (m}^3\text{)} = \frac{\alpha}{1} \times (\text{Vol. Total de agregados})$$

$$\text{Vol. Agregado grueso (m}^3\text{)} = \text{Vol. Total de agregados} - \text{Vol. Agregado fino}$$

Se tiene, el peso del agregado fino y grueso para un metro cúbico de concreto:

$$\text{Peso de agregado fino (kg/m}^3\text{)} = (\text{Vol. Agregado fino}) (\text{Peso específico agregado fino})$$

Peso de agregado grueso (kg/m³) = (Vol. Agregado grueso) (Peso específico agregado fino)

) Peso de Materiales por Tanda

En un primer momento, se diseñó para elaborar 6 especímenes de concreto convencional, pero después de realizar las mezclas patrón o de prueba del concreto, se determinó que las proporciones del diseño solo alcanzaban para elaborar 5 especímenes de concreto; ya que al llenar los moldes y realizar el apisonado con la varilla este produjo una reducción del volumen de mezcla de concreto inicial calculado, de esta manera se determinó un factor de compactación del 35%, dicho factor afecto directamente a las proporciones de los materiales del diseño.

Por lo tanto, en la elaboración de la mezcla del concreto convencional, se ha utilizado un factor de compactación de 1.35.

3.4.7 Elaboración de concreto Rapimix-concreto seco f'c=210 kg/cm²

Para producir el concreto seco Rapimix f'c=210 Kg/cm²-tipo I solo se tomaron en cuenta la unidad de concreto seco Rapimix-tipo I con la cantidad de agua detallada en las especificaciones del mismo. Así tenemos:

Se agregó entre el 80 y 90 % del agua que se recomienda. La cantidad de bolsas para la elaboración de los especímenes se calcularon en base a una muestra patrón, con un rendimiento por bolsa de 0.02 m³.

Se ha tenido en cuenta las siguientes consideraciones

i. Almacenaje

Es necesario cubrir las bolsas de concreto seco con una capa impermeable en un lugar techado y colocarlas sobre una cama con parihuelas u otro material que las proteja de la humedad del suelo.

ii. Equipos y herramientas

Deben estar limpios y no presentar sustancias o materiales que estén adheridos que puedan contaminar el concreto.

iii. Dosificación

Se agregó solo la cantidad de agua especificada en el empaque; agregar más agua podría afectar la resistencia y otras propiedades del producto.

iv. Curado

El curado se inició antes de que empiece a perder el brillo la superficie del concreto, se debe tener en todo momento húmeda la superficie del concreto, y el curado tiene que ser mínimo 7 días.

v. Desencofrado

A las 24 horas, los elementos verticales se desencofran, mientras que los elementos horizontales (losas, vigas, etc.) se desencofran cuando se ha alcanzado un mínimo del 70 % de resistencia a la compresión.

3.4.8 Ensayo de Asentamiento (NTP 339.035)

Según la norma NTP 339.035 indica:

i. Alcance

Esta Norma Técnica Peruana se aplica para determinar el asentamiento del concreto plástico de cemento hidráulico.

ii. Muestra

Las pruebas se realizaron de muestras representativas de la tanda de concreto y se tomaron siguiendo los pasos detallados en la NTP 339.036.

iii. Procedimiento

-) El molde se humedeció antes de colocarlo sobre una superficie sólida y plana. Durante el llenado, para fijar el molde se pisó las aletas y se limpió todo el perímetro alrededor de la zona del ensayo. El molde se llenó con tres capas de concreto, cada una representando aproximadamente la tercera parte de la capacidad total del molde.
-) Con la barra se aplicó 25 golpes para compactar cada capa. Se compacto en todo su espesor, la capa superior y la segunda capa, intentando que en la capa inferior inmediata la barra penetre ligeramente.

-) Se llenó la última capa por exceso antes de compactarla. Luego, rodando la barra compactadora, se enrasó. Se retiró el concreto sobrante y se procedió a retirar el molde, en dirección vertical para evitar movimientos torsionales o laterales. La duración total de la operación desde que se llena el molde hasta retirarlo, es de no más de 2.5 min.
-) Se llevó a cabo la medición del asentamiento, esta es la diferencia de altura que existe entre el molde y el centro desplazado de la parte superior de la mezcla.

NOTA: Si la falla por corte ocurre dos veces consecutivas en una mezcla de concreto, probablemente el concreto carece de la plasticidad y cohesión necesaria para que el ensayo de asentamiento sea aplicado (NTP 339.005).

3.4.9 Elaboración y curado de especímenes de concreto (NTP 339.033)

i. Alcance

Esta Norma Técnica Peruana establece los procedimientos para preparar y curar especímenes de forma cilíndrica y de viga, además de muestras representativas de concreto fresco para un proyecto de construcción.

Tabla 13. Requisitos barra compactadora

Diámetro del cilindro o ancho de la viga, mm	Dimensiones de la varilla ^A	
	Diámetro, mm	longitud de la varilla
< 150	10	300
150	16	500
225	16	650

^A Tolerancia en la longitud, +/- 100 mm. Tolerancia en el diámetro +/- 2 mm

Fuente: NTP 339.033

ii. Moldeo de especímenes

Vaciado de los cilindros: Se seleccionó la barra compactadora apropiada, según la Tabla 13 o el vibrador apropiado. Se determinó el método de consolidación de la Tabla 14. Si el método de consolidación es por apisonado, determinar los requisitos para el moldeo de la Tabla 15.

Mientras se colocó el concreto en el molde, se movió la cuchara alrededor del perímetro del molde para asegurar la mínima segregación.

Cada capa de concreto se consolidado conforme se requiere en las Tabla 15.

Al colocar la capa final, se adiciono una cantidad de concreto de manera de enrasar a tope con el borde superior del molde después de la consolidación.

Tabla 14. Método de consolidación

Asentamiento, mm	Método de consolidación
25	Apisonado o vibración
< 25	Vibración

Fuente: NTP 339.033

Tabla 15. Moldeo de especímenes por apisonado

Tipo de espécimen y tamaño	Número de capas de igual altura	Número de golpes por capa
Cilindros:		
Diámetro, mm		
100	2	25
150	3	25
225	4	50
Vigas: ancho, mm		
150 a 200	2	Véase 10.3
> 200	3 o más de igual altura, sin exceder 150 mm	Véase 10.3

Fuente: NTP 339.033

iii. Curado de especímenes

Curado inicial: Se almacenaron los especímenes hasta 48 horas a temperaturas entre 16 y 27 °C, en un ambiente que evito que la humedad se pierda.

Todos los especímenes son protegidos de la luz directa del sol.

Curado final: Completado el curado inicial y 30 minutos después de retirar los moldes, se curaron los especímenes teniendo agua alrededor de toda su superficie a una temperatura de 23 °C (± 2 °C). En un tiempo que no exceda las 3 h antes del ensayo de resistencia, si la humedad se garantiza en los cilindros de concreto no es necesario tener una temperatura de curado, si la temperatura se encuentra entre 20 y 30 °C.

Luego de elaborar los especímenes de concreto se prosiguió con el desmolde y codificación de cada uno de los especímenes para continuar con el curado correspondiente de acuerdo a lo estipulado en la NTP 339. 088. El curado se realizó en la poza de curación del laboratorio de ensayo de materiales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca.

Los especímenes de concreto han sido codificados de acuerdo a la elaboración, tomando en cuenta los días de curado; esto es de gran ayuda para la identificación de los especímenes de acuerdo al tipo de concreto y para el adecuado registro de las cargas últimas y las resistencias obtenidas de los respectivos especímenes.

3.4.10 Resistencia a la compresión de cilindros de concreto (NTP 339.034)

Según la norma NTP 339.034 nos indica:

i. Alcance

El ensayo de resistencia a la compresión puede medir la resistencia de especímenes de concreto en laboratorio o en el campo, que tienen un peso unitario superior a 800 Kg/cm^3 .

ii. Importancia y aplicación

Dado que la resistencia no es una propiedad inherente del concreto, se debe tomar cierta precaución al obtener los resultados del ensayo de compresión. Los valores obtenidos pueden variar debido a variaciones en el tamaño, la forma del espécimen, el tipo de mezcla y el tipo de curado utilizado.

iii. Especímenes de concreto

Los ensayos de concreto se realizaron de acuerdo con los estándares establecidos en la norma NTP 339.034-ASTM C-39, como se muestra a continuación:

Los especímenes serán de 150 mm x 300 mm.

Para el caso de la investigación se realizaron los siguientes especímenes de concreto:

Tabla 16. Número de especímenes por edad de ensayo

Edad de ensayo	N° de especímenes de concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	
	Rapimix-Concreto seco	Concreto convencio- nal
1d	6	6
3d	6	6
7d	6	6
14d	6	6
28d	6	6

iv. Procedimiento

-) Después de retirarlos del almacenaje húmedo, los ensayos de compresión se realizaron tan pronto como sea posible.
-) En el periodo entre el retiro de la poza donde se han curado los cilindros y el ensayo, estos se han protegido de la pérdida de humedad mediante cualquier método apropiado. Los cilindros se ensayaron en húmedos.
-) El ensayo de los cilindros para una determinada edad, se fracturaron en el tiempo permisible según la siguiente tabla.

Tabla 17. Edades de ensayo y tolerancias permisibles

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 h	+0.5 h o 2.1 %
3d	+2 h o 2.8 %
7d	+6 h o 3.6 %
14d	+6 h o 3.6 %
28d	+20 h o 3.0 %

Fuente: NTP 339.034

-) Colocación del espécimen: Se colocó sobre la mesa o platina de la máquina de ensayo con la cara endurecida hacia arriba.
-) Se alinee el centro de empuje de la máquina de ensayo con los ejes del espécimen.
-) Velocidad de carga: La carga se aplicó continuamente y sin que esta genere impacto.

-) La carga se aplicó a una velocidad de movimiento medida desde la platina a la cruceta correspondiendo a una velocidad de esfuerzo sobre el espécimen de $0,25 \pm 0,05$ MPa/s.
-) En la primera etapa de carga anticipada se permitirá una alta velocidad. Para evitar cargas por choque sobre el espécimen, se aplicará una alta velocidad de carga de manera controlada.

3.4.11 Comparación del costo de producción

La comparación del costo de producción del concreto Rapimix-concreto seco $f'c = 210$ kg/cm² y el concreto convencional $f'c = 210$ kg/cm² se basó principalmente en los siguientes puntos de análisis:

-) Precio de los componentes del concreto; en el concreto Rapimix-concreto seco será el precio de la bolsa de Rapimix y en el convencional fueron todos los elementos que conforman la mezcla del concreto.
-) El análisis de costos unitarios, están determinados por la cantidad de los diferentes insumos que utilizan cada tipo de concreto y el precio de que cada uno de estos, estos factores son muy importantes en la determinación del costo de cada concreto, dicho resultado permitió analizar el concreto más económico.
-) La conservación de los insumos en la producción del concreto es un factor fundamental que determino cuál de los concretos es más económico en cuanto a su almacenamiento, ya que produce menos costo de cuidado, así como tener menos desperdicios en el traslado y la utilización de los insumos.

3.5 Materiales

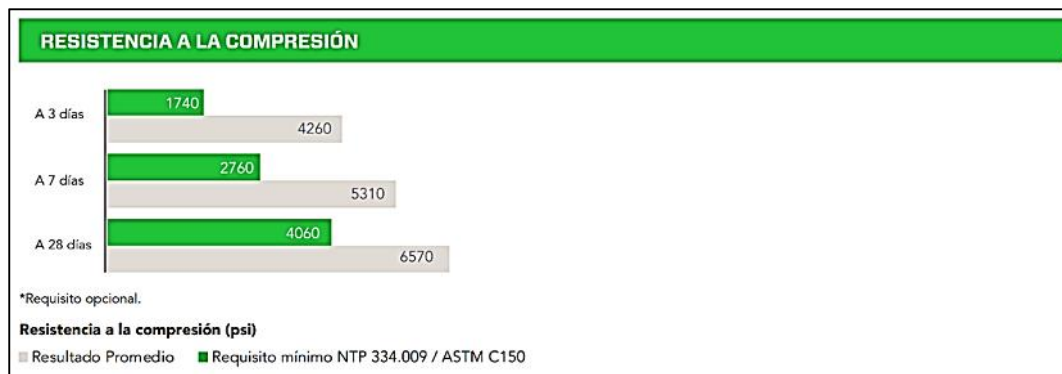
3.5.1 Especificaciones técnicas del Cemento Portland Tipo I

Según ficha técnica de Cementos Pacasmayo (2022):

Su nuevo diseño de Clinker se logra una mejor resistencia a la compresión, garantizando óptimos resultados en obra.

Entre los atributos, tiene que el diseño supera las normas nacionales, es decir, altas resistencias en distintas edades de curado, que garantiza que se tenga un avance de obra adecuado y proporcionando un menor tiempo de desencofrado.

Figura 3. Resistencia a la compresión del Cemento Pacasmayo tipo I



Fuente: Cementos Pacasmayo, 2022

Nota: En la siguiente figura extraída de la página web de cementos Pacasmayo se puede apreciar la resistencia obtenida del cemento tipo I de color gris y la resistencia de acuerdo a la norma de color verde, se puede apreciar cemento tipo I tiene una resistencia superior a la de la norma técnica peruana.

Se puede obtener más información de las especificaciones del cemento tipo I en los anexos en el ítem 6.3.

3.5.2 Especificaciones Técnicas del Concreto Seco Rapimix $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ Tipo I

Según ficha técnica de Cementos Pacasmayo (2022):

El concreto seco embolsado es una mezcla predosificada de cemento, agregados de granulometría controlada (Piedra y arena) y aditivos, que solo requiere la adición de agua indicada en el empaque y mezclado (Manual o mecánico) para ser usado de forma inmediata y está formado de la siguiente manera:

) **Materiales**

Cemento Tipo I: Ideal si se requiere mayor resistencia a edades tempranas y para elementos de concreto simple o armado en general de acuerdo a la norma ASTM C150/NTP 334.009.

Agregado: de acuerdo a la norma ASTM C33/NTP 400.037 y con gradación global controlada, tamaño máximo nominal de 3/8" a N°8 huso N° 8.

Aditivos: De acuerdo a la norma NTP 334.088 para obtener mezclas de a/mc bajas.

3.6 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.6.1 Agregados-Cantera Rumicucho

3.6.1.1 Propiedades Físicas de los Agregados

Tabla 18. Propiedades físicas agregado grueso

Propiedades	Valor	Unidad
Peso unitario suelto	1425	Kg/m ³
Peso unitario compactado	1569	Kg/m ³
Peso específico	2627	Kg/m ³
Absorción	1.05	%
Contenido de humedad	0.52	%
Módulo de finura	6.83	

Tabla 19. Propiedades físicas agregado fino

Propiedades	Valor	Unidad
Peso unitario suelto	1648	Kg/m ³
Peso unitario compactado	1792	Kg/m ³
Peso específico	2638	Kg/m ³
Absorción	1.42	%
Contenido de humedad	4.47	%
Módulo de finura	3.115	

3.6.2 Diseño de Mezcla

Proporciones en peso por tanda:

Afectado por factor de compactación: 1.35

3.6.2.1 Proporciones en Peso

Cemento : agregado fino : agregado grueso / agua

$$\frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. fino humedo}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. grueso humedo}}{\text{Peso cemento}} / \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento}}$$

Tabla 20. Pesos secos de los agregados

Descripción	Peso	Unidad
Cemento	408	Kg
Agregado Fino Seco	818.594	Kg
Agregado Grueso Seco	883.112	Kg
Aire	2	%
Agua efectiva	183.713	L
Factor Cemento	9.6	bls

Tabla 21. Pesos Húmedos de los agregados

Descripción	Peso	Unidad
Cemento:	408	Kg
Agregado Fino húmedo:	855.185	Kg
Agregado Grueso húmedo:	887.705	Kg
Aire:	2	%
Agua Efectiva:	183.713	L
Factor Cemento:	9.6	bls

3.6.2.2 Proporciones en Peso

Tabla 22. Proporciones en peso

Cemento	A.F.	A.G.	Agua
1	2.10	2.18	19.14 L/bls

3.6.2.3 Proporciones en Volumen

Tabla 23. Proporciones en volumen

Cemento	A.F.	A.G.	Agua
1	1.83	2.28	19.14 L/bls

Tabla 24. Coeficientes de aporte por m³

Cemento/	A.F.	A.G.	Agua
9.6	0.497	0.620	19.14 L/bls

3.6.2.4 Volumen de Tanda

Tabla 25. Volumen por tanda (6 especímenes)

Dimensiones del molde	
H(altura)=	0.30 m
D(diámetro)=	0.15 m
Vol. Molde=	0.0053 m ³
Vol. por tanda=	0.0318 m ³

3.6.2.5 Peso de Materiales por Tanda

Tabla 26. Pesos de los materiales de acuerdo al diseño de mezcla

Materiales	6 Especímenes	Unidad
Cemento	18.00	Kg
Agregado Fino	38.00	Kg
Agregado Grueso	39.16	Kg
Aire	2.00	%
Agua	8.11	L/bls

3.6.3 Producción del Concreto

3.6.3.1 Producción del Concreto Convencional $f'c=210$ Kg/cm²

Tabla 27. Pesos de los materiales de acuerdo al diseño de mezcla (0.0318 m³)

Materiales	6 Especímenes	Unidad
Cemento	18.00	Kg
Agregado Fino	38.00	Kg
Agregado Grueso	39.16	Kg
Aire	2.00	%
Agua	8.11	L/bls

A. Medición de Slump del Concreto Convencional $f'c=210$ Kg/cm²

Tabla 28. Slump medido del Concreto Convencional

N° Tanda	Slump diseño	Slump medido
1	3"-4"	7.8 cm
2	3"-4"	8.3 cm
3	3"-4"	8.7 cm
4	3"-4"	7.7 cm
5	3"-4"	9.1 cm

3.6.3.2 Producción del concreto Seco Rapimix $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$ tipo I

Tabla 29. Cantidad de bolsas de por tanda de concreto (0.0318 m3)

Material	6 Especímenes	Unidad
Rapimix	1.59	bls
Agua	4.2	L/bls

A. Medición de Slump Concreto Seco Rapimix $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$

Tabla 30. Slump medido Concreto Seco Rapimix

N° Tanda	Slump Diseño	Slump Medido
1	3"-4"	8.4 cm
2	3"-4"	8.7 cm
3	3"-4"	8.6 cm
4	3"-4"	8.5 cm
5	3"-4"	8.6 cm

3.6.3.3 Velocidad de Producción del concreto

Tabla 31. Producción del concreto

Tipo de Concreto	Volumen	Tiempo	Producción	
$f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$	m3	h	m ³ /h	m ³ /día
CONVENCIONAL	0.159	0.15	1.06	8.5
RAPIMIX	0.159	0.10	1.59	12.7

Tabla 32. Cuadrilla para la producción 30 especímenes

Tipo de Concreto	Cuadrilla	
$f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$	Operario	Peón
Convencional	1	2
Rapimix	0.5	1

3.6.3.4 Curado de Especímenes de Concreto

Tabla 33. Curado de especímenes de concreto

Tipo de concreto	N° Días				
Concreto Convencional $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$	1	3	7	14	28
Concreto Seco Rapimix $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$	1	3	7	14	28

A. Codificación de los Especímenes de Concreto

) Concreto Convencional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$:

Dónde: **CC1**

CC= Concreto Convencional
1= Días de curado

Tabla 34. Codificación de los especímenes de concreto convencional

Nº de especímenes	Codificación	Días de curado
6	CC1	1 Día
6	CC3	3 Días
6	CC7	7 Días
6	CC14	14 Días
6	CC28	28 Días

) Concreto Seco Rapimix $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Tipo I:

Dónde: **CR1**

CR= Concreto Rapimix
1= Días de curado

Tabla 35. Codificación de los especímenes de concreto seco Rapimix

Nº de especímenes	Codificación	Días de curado
6	CR1	1 día
6	CR3	3 días
6	CR7	7 días
6	CR14	14 días
6	CR28	28 días

3.6.4 Resistencia a la compresión del Concreto

3.6.4.1 Resistencia a la Compresión del Concreto Convencional $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 36. Resistencias del concreto convencional $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$

Código	Resistencia a la Compresión(Kg/cm ²)					
	Espécimen N°1	Espécimen N°2	Espécimen N°3	Espécimen N°4	Espécimen N°5	Espécimen N°6
CC1	130.15	132.98	127.32	124.49	130.15	135.81
CC3	175.42	178.25	181.08	183.91	175.42	186.74
CC7	232.01	237.67	234.84	229.18	234.84	237.67
CC14	265.96	271.62	268.79	263.14	274.45	271.62
CC28	299.92	308.41	302.75	305.58	311.24	302.75

Figura 4. Resistencias a la compresión del concreto convencional $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$

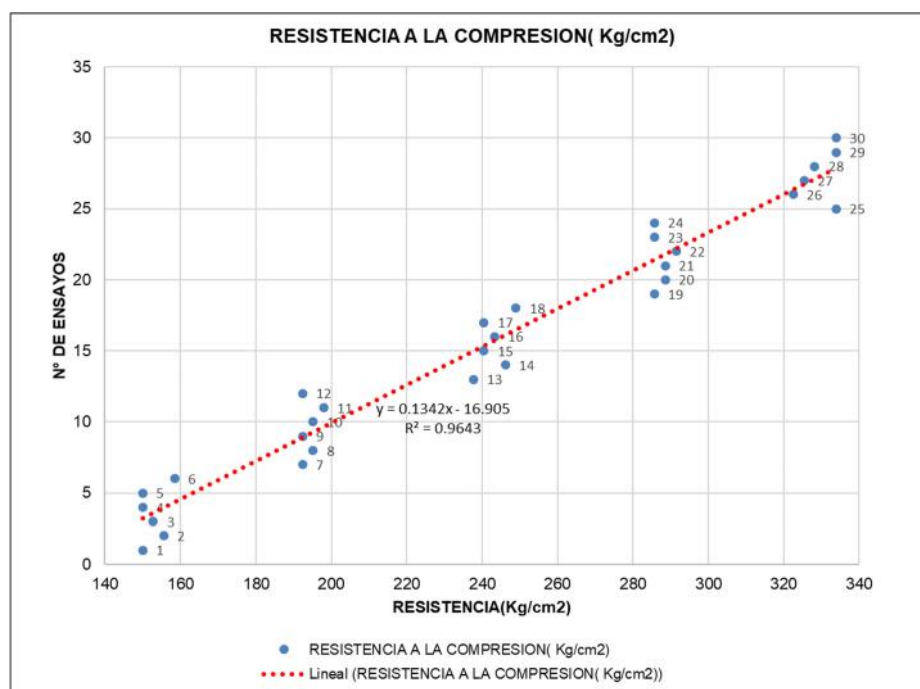


Tabla 37. Media y la desviación estándar de las resistencias obtenidas del concreto convencional $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$

Código	N° Días curado	Resistencia a la compresión- Kg/cm ² -Media	Desviación estándar- σ
CC1	1	130.15	3.65
CC3	3	180.14	4.22
CC7	7	234.37	3.02
CC14	14	269.27	3.80
CC28	28	305.11	3.80

Figura 5. Gráfico de la media de las resistencias a la compresión del concreto convencional $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$

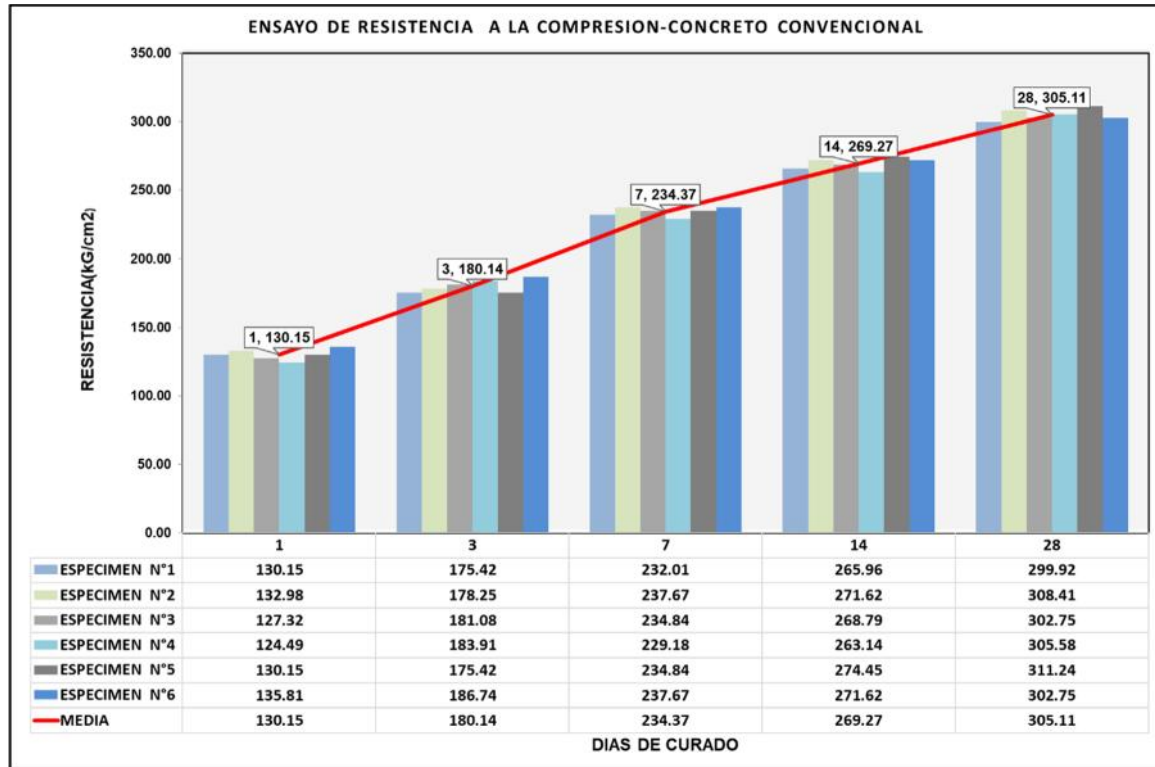


Figura 6. Resistencia a compresión del concreto convencional $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$

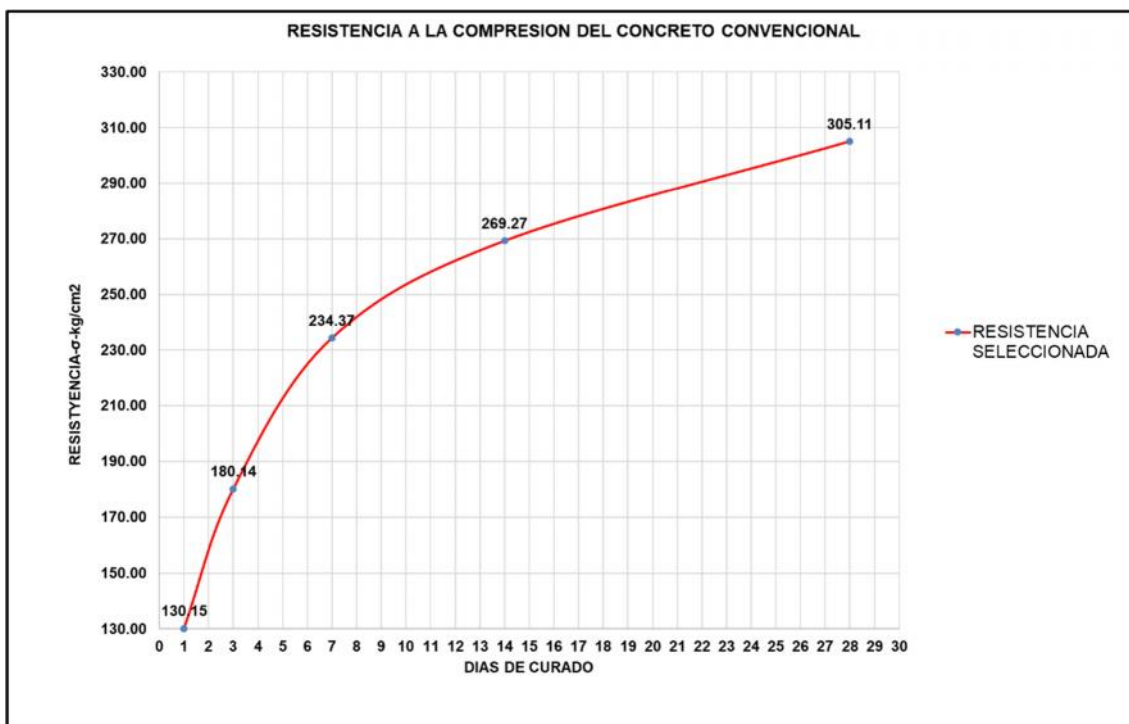
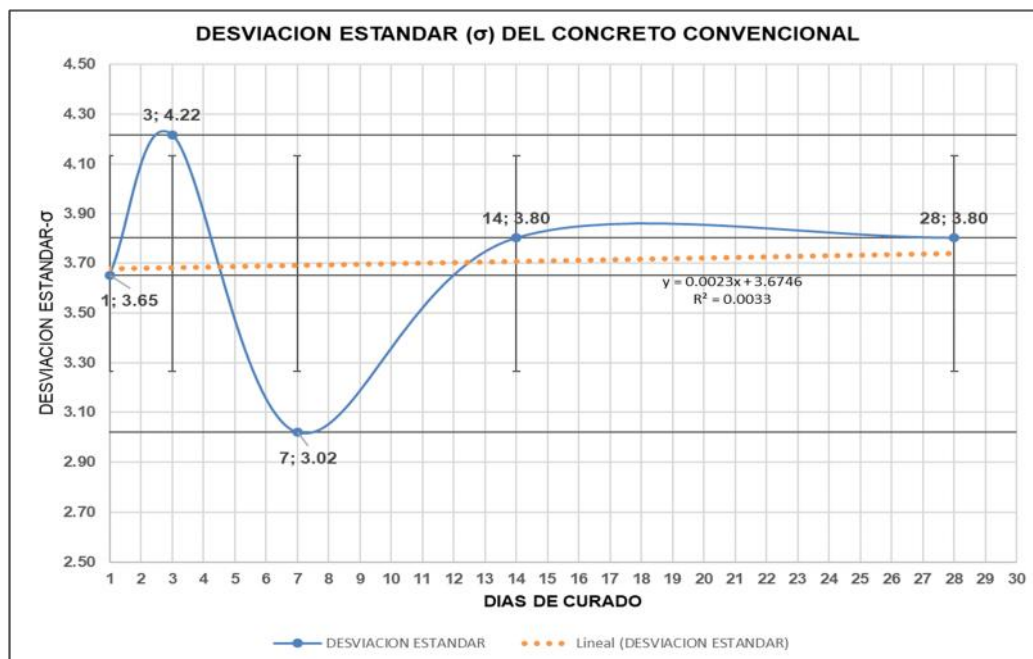


Figura 7. Gráfico de las desviaciones estándar de las resistencias a la compresión del concreto convencional $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$



3.6.4.2 Resistencia a la Compresión del Concreto seco Rapimix $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$ Tipo I

Tabla 38. Resistencias del concreto seco-Rapimix $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$

Código	Resistencia a la Compresión (Kg/cm^2)					
	Espécimen N°1	Espécimen N°2	Espécimen N°3	Espécimen N°4	Espécimen N°5	Espécimen N°6
CR1	149.96	155.62	152.79	149.96	149.96	158.45
CR3	192.40	195.23	192.40	195.23	198.06	192.40
CR7	237.67	246.16	240.50	243.33	240.50	248.99
CR14	285.77	288.60	288.60	291.43	285.77	285.77
CR28	333.87	322.55	325.38	328.21	333.87	333.87

Figura 8. Resistencias a la compresión del concreto seco-Rapimix $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

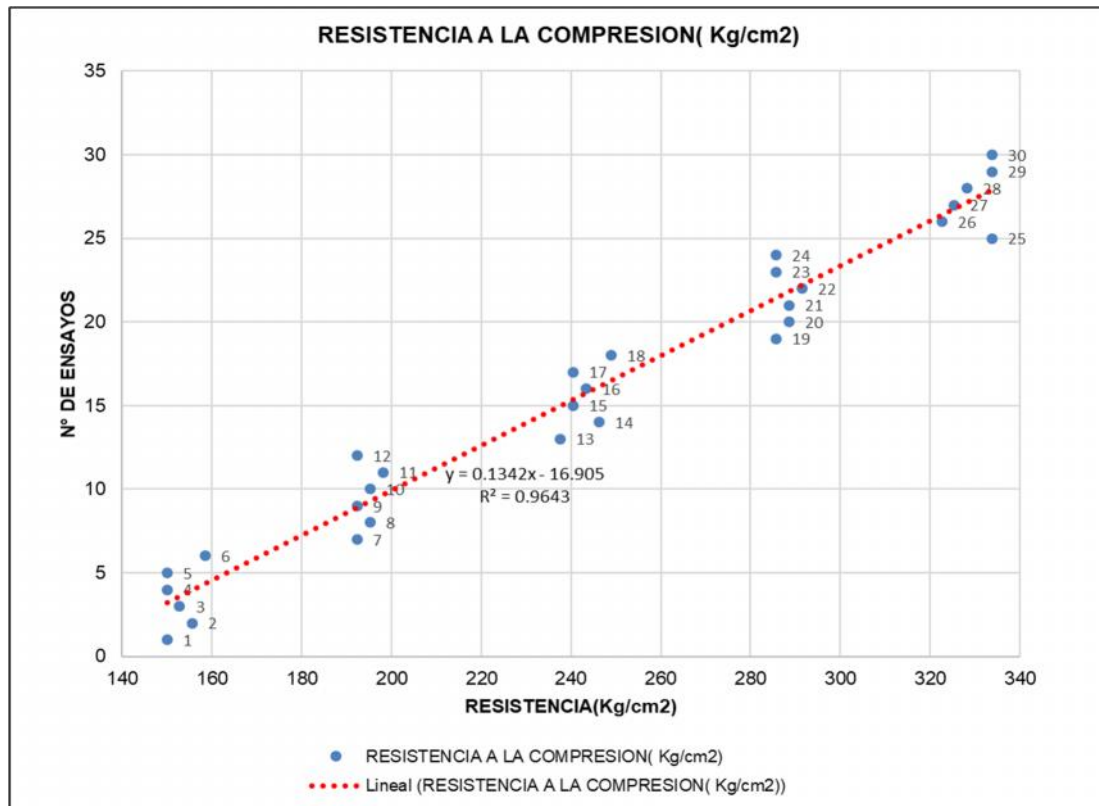


Tabla 39. Media y la desviación estándar de las resistencias obtenidas del concreto Rapimix $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$

Código	Nº Días curado	Resistencia a la compresión- Kg/cm ² -Media	Desviación estándar- σ
CR1	1	152.79	3.27
CR3	3	194.29	2.11
CR7	7	242.86	3.80
CR14	14	287.66	2.11
CR28	28	329.63	4.55

Figura 9. Gráfico de la media de las resistencias a la compresión del concreto seco-Rapimix $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

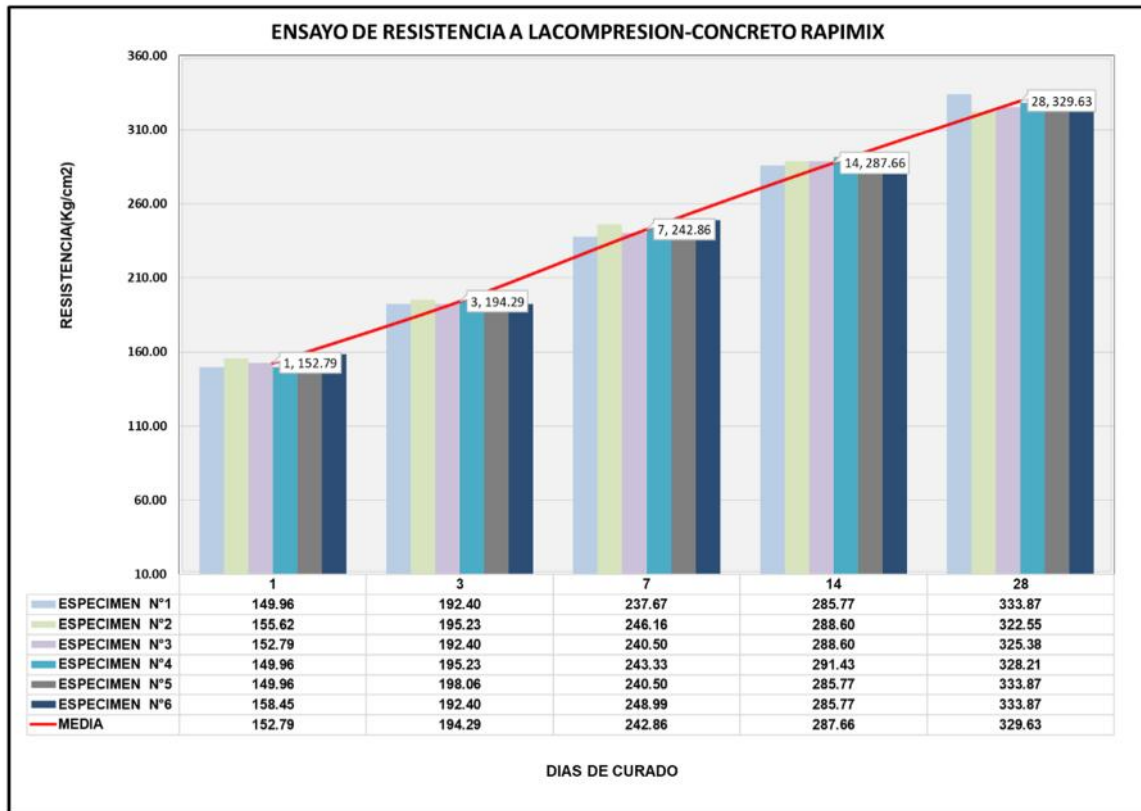


Figura 10. Gráfico de ensayo de resistencia a compresión del concreto seco Rapimix $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ tipo I

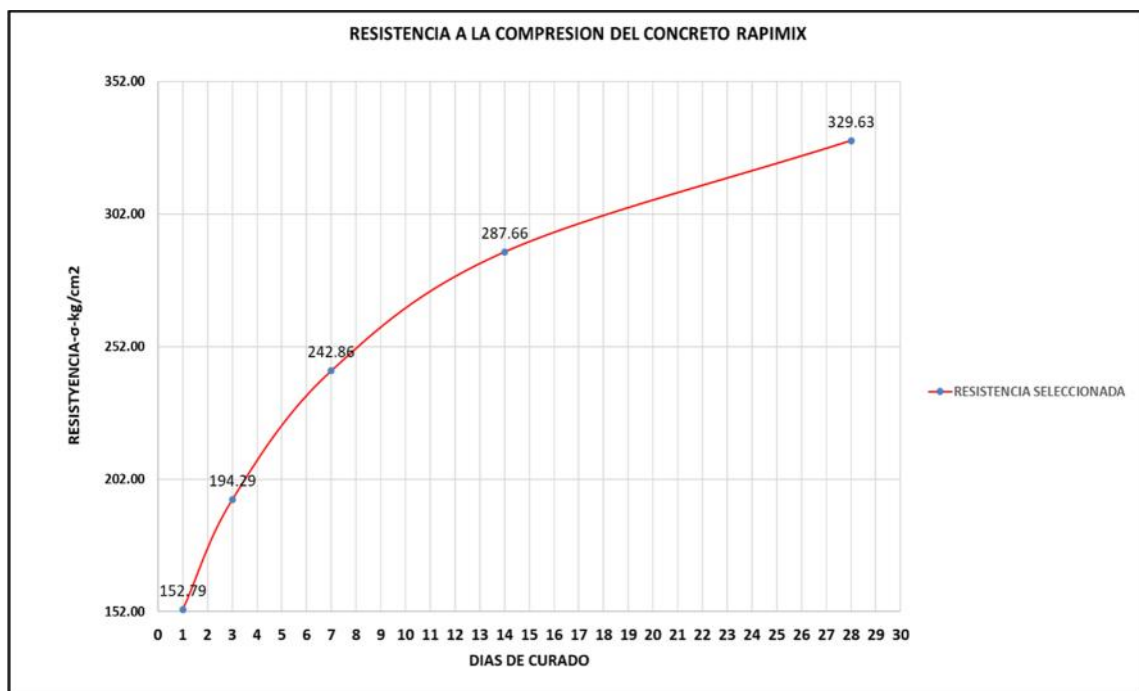
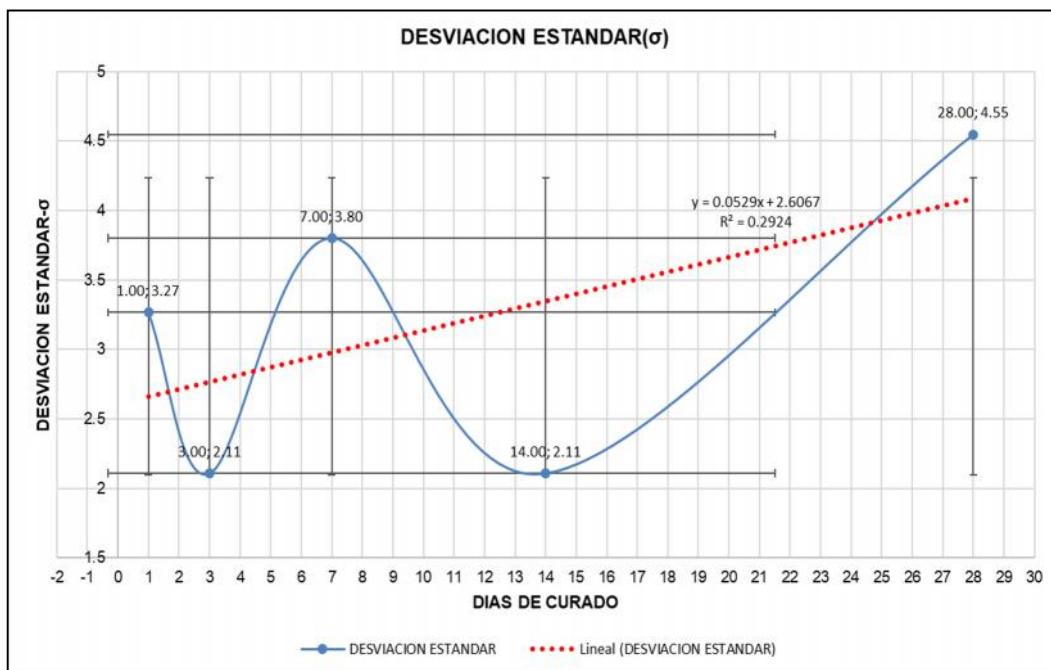


Figura 11. Gráfico de las desviaciones estándar de las resistencias a la compresión del concreto seco Rapimix $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$



3.6.4.3 Comparación de la Resistencia a la Compresión del Concreto

Tabla 40. Resumen del ensayo de compresión de los especímenes de concreto convencional $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ y concreto seco-Rapimix $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$

N° Días curado	Resistencia a la compresión-Kg/cm ²		
	CC(Concreto Convencional)	CR(Concreto Rapimix)	CR > CC %
1	130.15	152.79	17.39%
3	180.14	194.29	7.85%
7	234.37	242.86	3.62%
14	269.27	287.66	6.83%
28	305.11	329.63	8.04%

Figura 12. Comparación de las resistencias obtenidas del ensayo a compresión del concreto convencional $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y concreto seco Rapimix $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

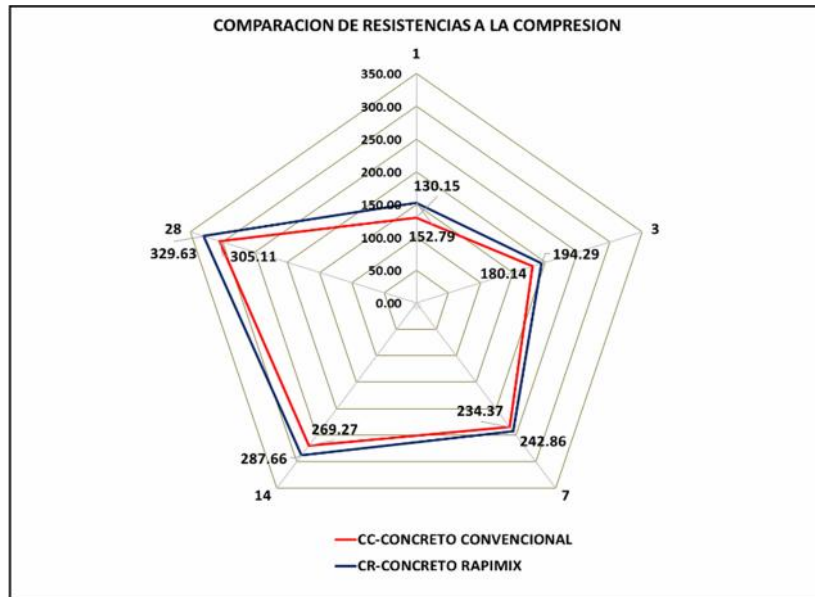
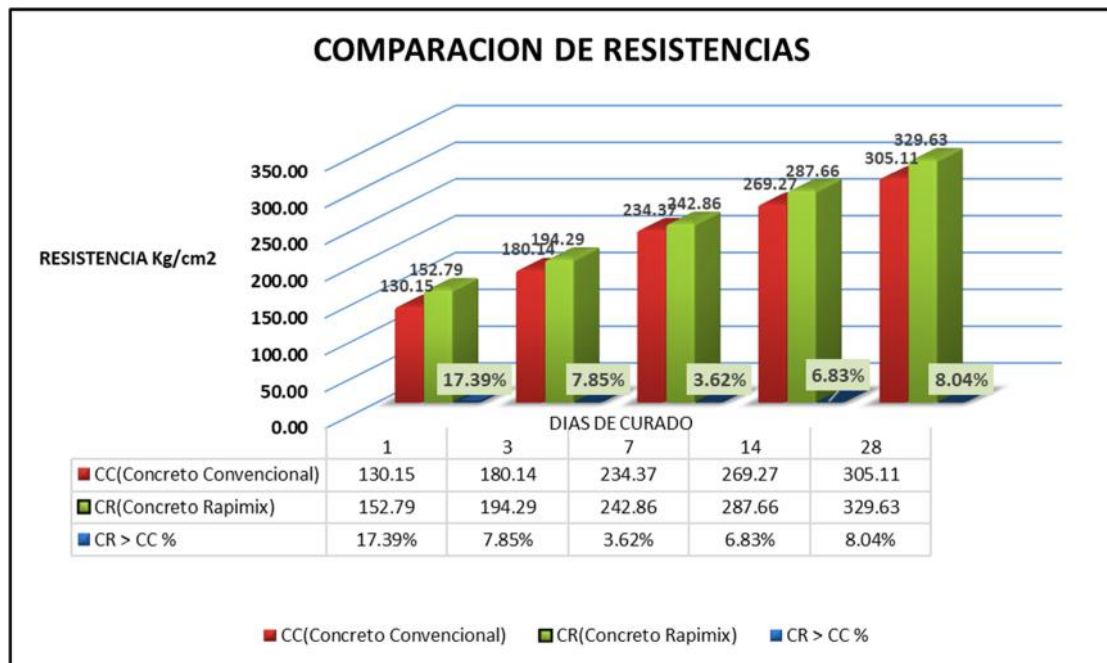


Figura 13. Comparación de las resistencias a compresión del concreto

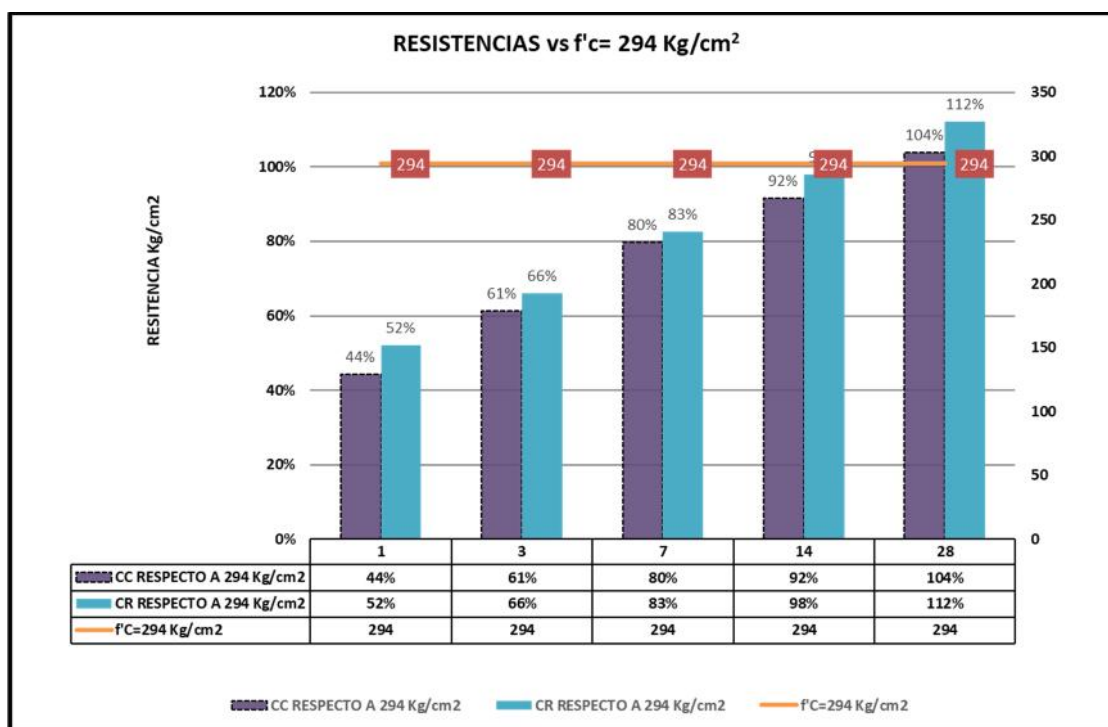


3.6.5 Comparación de las Resistencias del Concreto Respecto al $f'c$ de Diseño

Tabla 41. Comparación de resistencias de los concretos con $f'c=294 \text{ Kg/cm}^2$ de diseño

N° Días curado	Resistencia a la compresión- Kg/cm^2		Resistencia a la compresión- Kg/cm^2	
	CC (Concreto Con- vencional)	%>294 Kg/cm^2	CR (Concreto Rapimix)	%>294 Kg/cm^2
1	130.15	44%	152.79	52%
3	180.14	61%	194.29	66%
7	234.37	80%	242.86	83%
14	269.27	92%	287.66	98%
28	305.11	104%	329.63	112%

Figura 14. Comparación de las resistencias a compresión con la resistencia de diseño



3.6.6 Costo de Producción del Concreto

3.6.6.1 Costo de Producción del Concreto Conventional $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$

Tabla 42. Costo de materiales para la producción de concreto convencional

Material	Precio S/.	Unidad
Cemento	38.50	bls
Agregado Fino	100.00	m3
Agregado Grueso	100.00	m3
Agua	5.00	m3

Tabla 43. Costo de equipos para la producción de concreto convencional

Equipo	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mezcladora	1	hm	1	60.00	60.00
TOTAL					60.00

Tabla 44. Costo de mano de obra para la producción de concreto convencional

Equipo	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Operario	1	hh	1	80.00	80.00
Peón	1	hh	2	60.00	120.00
TOTAL					200.00

Tabla 45. Costo de materiales del concreto convencional (30 especímenes)

Material	Cantidad	Unidad	Proporción(m³)	Precio S/.	Parcial S/.
Cemento	90.00	Kg	2.12	38.50	81.62
Agregado Fino	190.00	Kg	0.11	90.00	9.90
Agregado Grueso	195.82	Kg	0.14	90.00	12.60
Agua	40.53	L/bls	0.04	5.00	0.20
TOTAL					104.32

Tabla 46. Costo de producción del concreto convencional $f'c=210$ Kg/cm²

Descripción	Parcial S/.
Mano de obra	200.00
Materiales	104.32
Equipo	60.00
TOTAL	364.32

3.6.6.2 Costo de Producción del Concreto Seco Rapimix $f'c=210$ Kg/cm² tipo I

Figura 15. Especificaciones de la cantidad de agua en la producción del concreto seco Rapimix $f'c=210$ kg/cm²-tipo I

	Tipo MS		Tipo I	
	Asentamiento Requerido	Litros por Bolsa de 40kg	Asentamiento Requerido	Litros por Bolsa de 40kg
175 Kg/cm ²	4 ± 1 pulg.	5.00	4 ± 1 pulg.	5.00
	7 ± 1½ pulg.	5.50	7 ± 1½ pulg.	5.50
210 Kg/cm ²	4 ± 1 pulg.	5.50	4 ± 1 pulg.	5.50
	7 ± 1½ pulg.	5.75	7 ± 1½ pulg.	5.75
280* Kg/cm ²	4 ± 1 pulg.	4.00	4 ± 1 pulg.	4.00
	7 ± 1½ pulg.	4.50	7 ± 1½ pulg.	4.25

Fuente: Cementos Pacasmayo- 2022

Con un rendimiento por bolsa de 0.02 m³ se tiene:

Tabla 47. Proporción de materiales para la producción de concreto seco Rapimix $f'c=210$ kg/cm² tipo I

Material	30 Especímenes	Unidad
Rapimix	7.96	bls
Agua	4.2	L/bls

Tabla 48. Costo de equipos para la producción de concreto Rapimix

Equipo	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mezcladora	1	hm	1	60.00	60.00
TOTAL					60.00

Tabla 49. Costo de mano de obra para la producción de concreto Rapimix

Equipo	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Operario	1	hh	0.5	80.00	40.00
Peón	1	hh	1	60.00	60.00
TOTAL					100.00

Tabla 50. Costo de materiales para la producción de concreto seco Rapimix

Material	Precio S/.	Unidad
Concreto Rapimix	12.39	bls
Agua	5.00	m ³

Tabla 51. Costo de producción de concreto Rapimix (30 especímenes)

Material	Cantidad	Unidad	Proporción	Precio S/.	Parcial S/.
Rapimix	318.09	Kg	7.96 bls	12.39	98.62
Agua	33.40	L/bls	0.04 m ³	5.00	0.20
Total					98.82

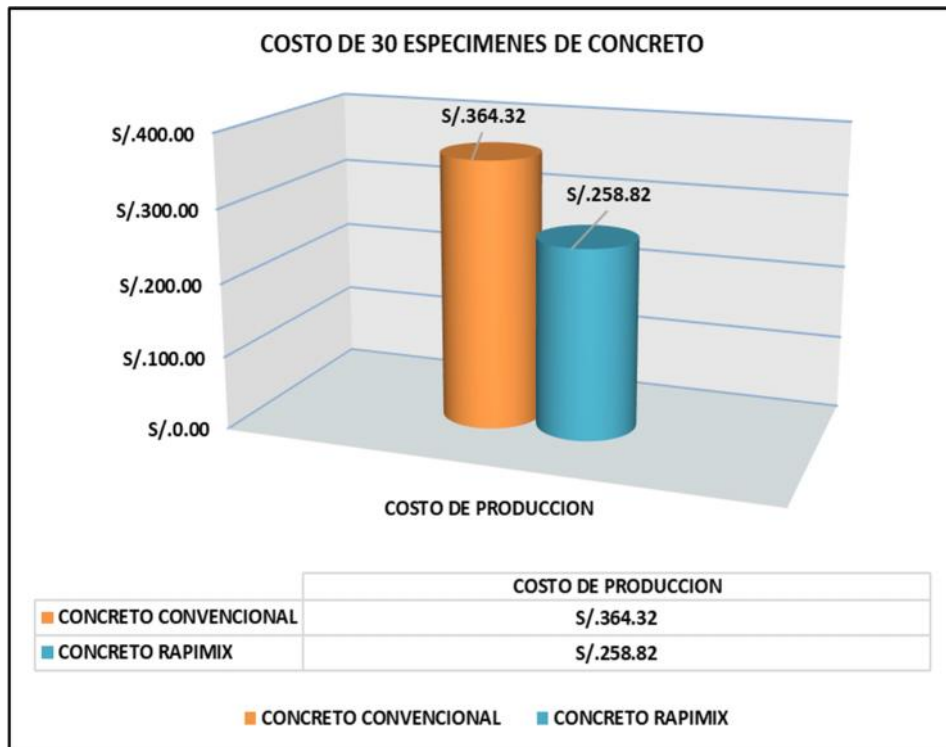
Tabla 52. Costo de producción del concreto Rapimix f'c=210 Kg/cm²

Descripción	Parcial S/.
Mano de obra	100.00
Materiales	98.82
Equipo	60.00
TOTAL	258.82

Tabla 53. Costo comparativo del concreto f'c= 210 kg/cm², vol.=0.159 m³

Costo del concreto f'c= 210 Kg/cm²			
Material	Unidad	Concreto Convencional	Concreto Rapimix
Mano de obra	hh	S/.200.00	S/.100.00
Materiales	Kg	S/.104.32	S/.98.82
Equipo	hm	S/.60.00	S/.60.00
TOTAL S/.		S/.364.32	S/.258.82

Figura 16. *Costo de producción de 30 especímenes de concreto*

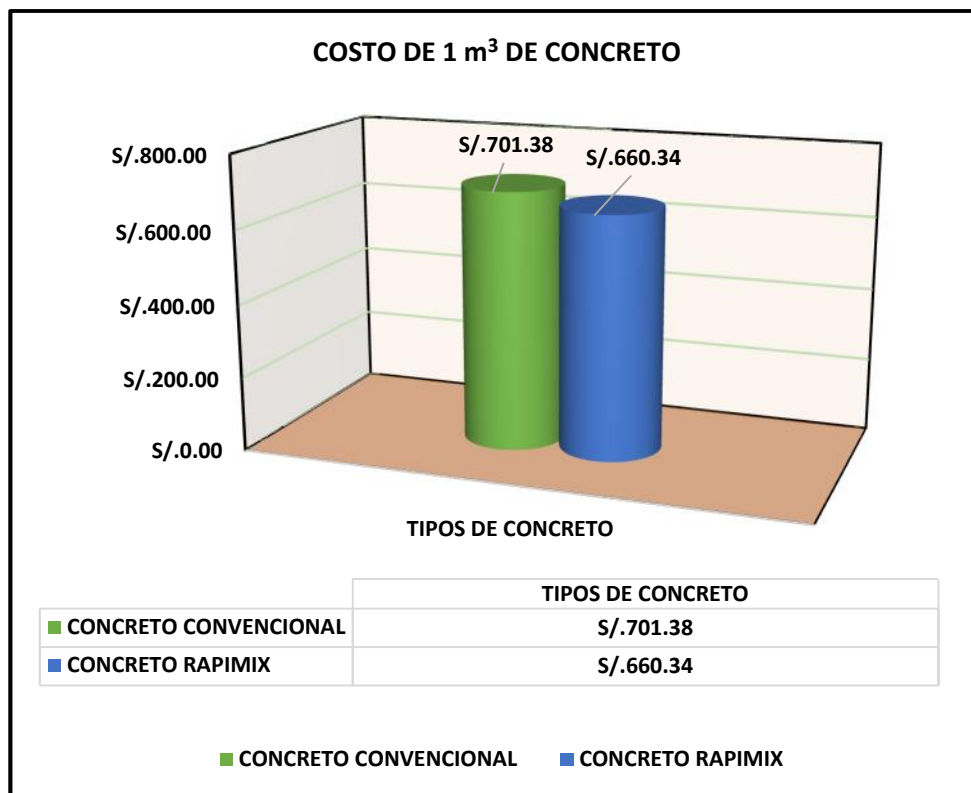


Nota: Estos costos de producción de los concretos se han determinado únicamente para la cantidad de 30 especímenes por cada tipo de concreto, se detallan con mayor precisión en los análisis de costos unitarios y discusión de resultados, con un cálculo más exhaustivo para un metro cúbico de concreto.

Tabla 55. Análisis de precios unitarios del concreto seco Rapimix f'c =210 Kg/cm²

Análisis de precios unitarios							
Presupuesto	CONCRETO RAPIMIX						
Subpresupuesto	CONCRETO RAPIMIX			Fecha presupuesto	17/07/2023		
Partida	01.01	CONCRETO SECO RAPIMIX f'c= 210 Kg/cm ² TIPO I					
Rendimiento	m3/DIA	12.7000	EQ.	12.7000	Costo unitario directo por : m3	660.34	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6299	26.19	16.50	
0101010005	PEON	hh	8.0000	5.0394	18.63	93.88	
						110.38	
Materiales							
0213010011	CONCRETO SECO RAPIMIX f'c=210Kg/cm ² TIPO I	bol		51.0000	10.50	535.50	
0290130021	AGUA	m3		0.1810	5.00	0.91	
						536.41	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	110.38	3.31	
03012900010006	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	0.2500	0.1575	7.50	1.18	
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 - 11p3	hm	1.0000	0.6299	14.38	9.06	
						13.55	

Figura 17. Costo de producción de 1 m³ de concreto, de acuerdo a los costos unitarios



4. CAPÍTULO IV ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Agregados-Cantera Rumicucho

La Tabla 18 y Tabla 19 detallan las propiedades físicas del agregado grueso y fino respectivamente, dichos resultados se han obtenido mediante los ensayos de la NTP detallados en el procedimiento. El módulo de fineza se ha obtenido a través del análisis granulométrico.

4.2 Diseño de Mezcla

En la Tabla 20 se detalla el cemento en peso, el agua efectiva y los pesos secos de los agregados, obtenidos del diseño de mezcla por el método Walker para la producción de un metro cúbico de concreto.

En la Tabla 21 se ha obtenido los pesos húmedos de los agregados mediante la corrección por humedad, teniendo en consideración el contenido de humedad y la absorción de los agregados.

En la Tabla 22 se presentan las proporciones de los agregados en peso para una bolsa de cemento, estas han sido obtenidas de la división del peso de los agregados entre el peso total de las bolsas utilizadas para realizar un metro cúbico de concreto.

En la Tabla 23 se tienen las proporciones de los agregados en volumen para una bolsa de cemento, se han obtenido teniendo en consideración los pesos unitarios de los agregados entre el peso de los agregados. Esta proporción es para un pie^3 equivalente a una bolsa de cemento.

En la Tabla 25 se ha obtenido el volumen del molde donde se realizaron los especímenes, así como el volumen por tanda, que es 6 especímenes de concreto.

Se puede apreciar tres aspectos importantes que podemos analizar en la siguiente investigación como son la producción o elaboración del concreto, la resistencia a la compresión y el costo de producción del concreto:

4.3 Producción del Concreto

La producción del concreto contempla tres aspectos fundamentales:

A. Elaboración

Se tuvo como base el volumen por tanda, se determinó que para la preparación del concreto convencional se utilizaron mayor cantidad de materiales, que se muestran en la Tabla 27, lo que evidencia que para la elaboración del concreto Rapimix se requiere menos personal; ya que existe menor manipulación y transporte de materiales, y en consecuencia el tiempo de elaboración es menor, por lo que resulta ser productivo elaborar el concreto seco Rapimix $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

Se puede detallar que para la producción del concreto convencional se tuvo que utilizar un factor de compactación, el cual se determinó realizando la muestra patrón, este factor de compactación resultó ser 1.35; el cual indica que se tuvo que utilizar más materiales para su producción, en el caso del concreto seco Rapimix, no hubo la necesidad de utilizar un factor de compactación, por el contrario, se produjo un rendimiento por bolsa de 0.02 m^3 .

B. Trabajabilidad

Basándose en las consideraciones de trabajabilidad del concreto, se pudo identificar que el concreto convencional presentó problemas al realizar la mezcla, compactar y transportar. También se puede agregar que el llenado de moldes presentó problemas debido a la manejabilidad y colocación de la mezcla debido a las características inherentes y particulares de los agregados.

El concreto seco Rapimix; presentó mejores características en cuanto a la elaboración de la mezcla, compactación y transporte, considerando que el llenado, compactado y colocación del concreto en los moldes resultó ser menos complicado, evidenciándose esto al momento de compactar los moldes, ya que la granulometría bien gradada, de esta manera se obtiene una mezcla de concreto homogénea, manejable y de muy fácil transporte.

Un punto importante de detallar es la granulometría que presenta el concreto Rapimix, que a pesar de estar en un rango del tamiz de $3/8''$ a $N^{\circ} 8$, rompe aquel parámetro de algunos autores que nos indican o recomiendan que para realizar un concreto de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ es necesario agregados con una granulometría de $3/4''$ a $1/2''$ de tamaño máximo nominal, por el contrario, con el concreto seco Rapimix que es una muestra seca de granulometría muy

pequeña y bien gradada, que da la apariencia de ser una mezcla de menos resistencia; esta ha cumplido con la resistencia solicitada, además se puede detallar que su excelente trabajabilidad se debe principalmente a esta característica física de los agregados que presenta.

C. Desperdicios

Un aspecto muy importante hoy en día, en la búsqueda de optimizar los procesos constructivos, es utilizar los materiales con menos desperdicios y por ende con menos costos de ejecución de los proyectos.

Queda demostrado que la producción de concreto convencional al manipular mayor cantidad de materiales transportados van a generar mayores desperdicios, puesto que en el transporte de los agregados va a existir consecuentemente pérdida de material generado por el acarreo de estos. Tomando en cuenta estos aspectos, el concreto seco Rapimix $f'c=210$ kg/cm² proporciona menos desperdicios.

D. Ambiente Adecuado de Trabajo

Por otra parte, mencionar que el concreto Rapimix brinda un adecuado ambiente de trabajo, con mayor limpieza, mayor espacio para manipular los distintos materiales que se utilizan en un proyecto, evitando así la acumulación de desperdicios, materiales que pueden interrumpir en las labores cotidianas; brindando una mayor seguridad y eficiencia de los trabajos dentro de un proyecto.

4.4 Análisis de la producción del Concreto

La Tabla 26 y 27 muestran los materiales con sus respectivos pesos que se han utilizado para la elaboración de 6 especímenes de concreto; lo que es equivalente a una tanda de concreto. Se realizó el diseño por tandas de 6 especímenes ya que el trompo utilizado tiene esa capacidad.

En la Tabla 28 se detallan los slump medidos para las 5 tandas de producción del concreto convencional, se puede apreciar que el slump medido tiene un promedio entre 3" y 4", que es slump plástico.

En la Tabla 29 se tiene la cantidad de insumos para una tanda de concreto para la producción del concreto Rapimix, se puede detallar que solo se ha utilizado el concreto Rapimix y agua, estas cantidades han sido calculadas de la muestra patrón realizada, a través de esta se ha hallado la cantidad de insumos correcta.

En la Tabla 30 se muestran los slump medidos de las tandas del concreto Rapimix, se observa un slump plástico entre 3" y 4", cabe resaltar que la mezcla de este concreto presento mejor trabajabilidad.

En la Tabla 31 se detallan el tiempo de producción para los concretos para un volumen de 5 tandas, así como la cantidad de concreto por hora y día producido, también se tiene la cuadrilla por cada tipo de concreto, esto se ha calculado teniendo en cuenta una cuadrilla base afectada por las 8 horas de jornada laboral entre el concreto producido por día.

En la Tabla 32 se detalla la cuadrilla para los concretos, se tiene que para la producción de concreto convencional se utiliza más personal.

En la Tabla 33 se muestran los días de curado del concreto convencional y Rapimix, desde un día de curado hasta los 28 días, el ensayo de los especímenes a compresión se ha realizado para cada día de curado.

En la Tabla 34 y 35 se ha realizado la codificación de los especímenes de los concretos para una mejor identificación, teniendo en cuenta el tipo y día de curado, gracias a esto se ha podido tener un mejor registro del ensayo a compresión.

4.5 Resistencia a la Compresión del Concreto

4.5.1 Resistencia del concreto convencional $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$

En la Tabla 36 se muestran las resistencias a la compresión de los 6 especímenes de concreto, estas resistencias se han obtenido a 1, 3, 7, 14 y 28 días de curado, estas resistencias obtenidas presentan un porcentaje mayor que la de diseño.

En la Figura 4 se aprecian las resistencias a la compresión del concreto convencional, en el eje "x" se ubican las resistencias obtenidas y en el eje "y" el número de ensayos, se aprecia que las resistencias aumentan progresivamente dependiendo de los días de curado,

los valores presentan poca variación ya que se encuentran muy cercanos a la línea de tendencia.

En la Tabla 37 se aprecian los valores de la desviación estándar para las resistencias a los distintos días de curado, la desviación estándar mayor tiene un valor menor del 5 por ciento, por lo tanto, el nivel de confiabilidad de los ensayos es del 95.78 %.

En la Figura 5 se aprecia los días de curado en el eje "x" y en el eje "Y" las resistencias del concreto convencional, de los valores obtenidos de los ensayos se ha calculado la resistencia media, dicho valor son mayores a las resistencias de diseño en los distintos días de curado, obteniendo al día 28 una resistencia de 305.11.

En la Figura 6 se observa la curva de la resistencia media obtenida, dicho valor es el promedio de las resistencias en distintos días de curado del concreto convencional.

En la Figura 7 se observa de color azul, la línea de desviación estándar graficada con respecto a los distintos días de curado del concreto convencional, obteniéndose un valor máximo de 4.22 a los 3 días de curado, esto resulta ya que en el tercer día de curado los valores se encuentran un poco alejados de la media.

4.5.2 Resistencia del concreto seco Rapimix $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$

En la Tabla 38 se muestran las resistencias a la compresión de los 6 especímenes del concreto Rapimix, para 1, 3, 7, 14 y 28 días de curado, estas resistencias presentan un porcentaje mayor que la de diseño.

En la Figura 8 se aprecian las resistencias del concreto Rapimix, en el eje "x" se ubican las resistencias obtenidas y en el eje "y" el número de ensayos, se aprecia que las resistencias aumentan progresivamente dependiendo de los días de curado, los valores presentan poca variación ya que se encuentran muy cercanos a la línea de tendencia o media.

En la Tabla 39 se aprecian los valores de la desviación estándar de las resistencias a los distintos días de curado, la desviación estándar mayor tiene un valor menor del 5 por ciento, por lo tanto, el nivel de confiabilidad de los ensayos es del 95.35 %.

En la Figura 9 se aprecia los días de curado en el eje "x" y en el eje "Y" las resistencias del concreto Rapimix, de las resistencias obtenidos de los ensayos se ha calculado la resistencia media, dicho valor son mayores a las resistencias de diseño en los distintos días de curado, obteniendo al día 28 una resistencia de 329.63.

En la Figura 10 se observa la curva de la resistencia media obtenida, dicho valor es el promedio de las resistencias en distintos días de curado del concreto Rapimix.

En la Figura 11 se observa de color azul, la línea de desviación estándar graficada con respecto a los distintos días de curado del concreto convencional, obteniéndose un valor máximo de 4.55 a los 28 días de curado, esto resulta ya que en el tercer día de curado los valores se encuentran alejados de la media o promedio.

En la Tabla 40 y Figura 13 se detalla la comparación de las resistencias obtenidas de los concretos, se tiene que a los 28 días de curado la resistencia del concreto Rapimix es 8.04 % más que la del convencional.

4.6 Comparación de las Resistencias del Concreto Respecto al f'c de Diseño.

La Tabla 41 y Figura N°14 detalla las resistencias medias obtenidas del ensayo a compresión, además su comparación con la resistencia de diseño de valor $f'c=294 \text{ Kg/cm}^2$; la comparación se ha realizado mediante porcentajes, teniendo como base la resistencia de diseño, identificando que a los 28 días de curado se tiene que el concreto seco Rapimix es de 112%, es decir un 12% más que la resistencia requerida de diseño.

Se observa en la Tabla 41 que el concreto convencional obtuvo a los 28 días de curado una resistencia 104 %, un 4 % más que la resistencia requerida de diseño.

Este porcentaje de resistencia mayor a la de diseño se debe a que en las especificaciones técnicas tanto del cemento Pacasmayo tipo I y concreto seco Rapimix, se ha considerado un factor de seguridad, que permite alcanzar la resistencia de diseño, para prevenir casos que se hayan realizado un mal diseño de mezcla o se construya de manera informal (autoconstrucción).

4.7 Costo de Producción del Concreto

El costo de producción determina objetivamente cuál de los dos tipos de concreto es el más adecuado económicamente para ser utilizado en un proyecto de construcción civil, ya que lo importante es obtener un concreto de calidad buena que cumpla con los requisitos normalizados y que al realizar nuestro proyecto de construcción otorgue la capacidad de optimizar nuestro presupuesto.

4.7.1 Costo de Producción del Concreto Convencional $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$

El costo de producción determina objetivamente cuál de los dos tipos de concreto es el más adecuado económicamente para ser utilizado en un proyecto de construcción civil, ya que lo importante es obtener un concreto de buena calidad que cumpla con todos los requisitos normalizados y que al realizar nuestro proyecto de construcción otorgue la capacidad de optimizar nuestro presupuesto.

En la Tabla 42 se muestran los materiales usados para elaborar el concreto convencional con sus respectivos precios, estos precios han sido obtenidos a través de cotizaciones.

En la Tabla 43 se muestra el costo de la mezcladora utilizada en la producción del concreto convencional.

En la Tabla 44 se detalla el costo la mano de obra utilizada en la producción del concreto convencional, se tiene un operario y dos peones. Estos valores han sido calculados teniendo en cuenta la velocidad de producción del concreto convencional de la Tabla 31.

La Tabla 45 muestra los costos de los materiales para la producción de 5 tandas de concreto o 30 especímenes de concreto convencional.

En la Tabla 46 se muestra los tipos de materiales del concreto convencional con sus respectivos costos, obteniendo el costo total de producción de 30 especímenes.

En la Figura N°16 y en la Tabla 54 se tiene que para los 30 especímenes de concreto convencional $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ y 30 especímenes de concreto seco Rapimix $f'c =210 \text{ Kg/cm}^2$ el costo de producción del concreto seco Rapimix $f'c =210 \text{ Kg/cm}^2$ es 69 % menor en comparación con el costo de producción del concreto convencional $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$.

Una vez definido el costo de producción estimado y precios obtenidos mediante cotizaciones del concreto, se detalla a continuación el análisis de costos unitarios de cada tipo de concreto con el fin de realizar un análisis más exhaustivo del costo de producción de los concretos.

4.7.2 Costo de Producción del Concreto Seco Rapimix $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ tipo I

En la Tabla 48 se muestra el costo de la mezcladora utilizada en la producción del concreto Rapimix.

La Tabla 49 detalla el costo la mano de obra utilizada en la producción del concreto Rapimix, se tiene un operario y un peón. Estos valores han sido calculados teniendo en cuenta la velocidad de producción del concreto Rapimix de la Tabla 31.

La Tabla 50 muestra los costos de la bolsa del concreto seco Rapimix $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ tipo I. Dicho valor se ha obtenido de la cotización.

En la Tabla 51 se detalla el costo de producción de 5 tandas o 30 especímenes de concreto Rapimix, considerando solo el valor de las bolsas del Rapimix y agua añadida.

En la Tabla 52 se tiene los tipos de materiales del concreto Rapimix con sus respectivos costos, obteniendo el costo total para la producción de 30 especímenes.

En la Tabla 53 se tiene que para los 30 especímenes de concreto convencional $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ y 30 especímenes de concreto seco Rapimix $f'c =210 \text{ Kg/cm}^2$ el costo de producción del concreto seco Rapimix $f'c =210 \text{ Kg/cm}^2$ es menor en comparación con el concreto convencional $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$.

En la Figura N°16 se tiene que para los 30 especímenes de concreto convencional $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ y 30 especímenes de concreto seco Rapimix $f'c =210 \text{ Kg/cm}^2$ el costo de producción del concreto seco Rapimix $f'c =210 \text{ Kg/cm}^2$ es 69 % menor en comparación con el costo de producción del concreto convencional $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$.

4.7.3 Análisis de Costos Unitarios del Concreto Convencional $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$

Se presentan en la Tabla 31 distintos parámetros para calcular la velocidad de producción del concreto, estos afectan la cantidad de concreto producido por una jornada diaria,

para el cálculo de la cuadrilla se ha tomado en cuenta el volumen de concreto elaborado, así como la producción diaria calculada con base en el tiempo de fabricación, todos estos se han tomado en cuenta para el análisis de costos unitarios.

Se aprecia en el análisis de precios unitarios en la Tabla 54; el costo total por la producción de un metro cúbico de concreto convencional $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ tomando en consideración mano de obra con un costo parcial de S/.263.42, materiales S/.414.77 y equipo S/.23.19, se obtuvo un costo total de producción de un metro cúbico por día de S/. 701.38.

Se aprecia en el análisis de precios unitarios en la Tabla 55, el costo total por la producción de un metro cúbico de concreto seco Rapimix $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ tomando en consideración mano de obra con un costo parcial de S/.110.38, materiales S/.536.41 y equipo S/.13.55, se obtuvo un costo total de producción de un metro cúbico de S/. 660.34.

Con base en los parámetros analizados, en la Figura N° 17; se observa que el costo de producción del concreto seco Rapimix $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ resulta ser más económico que el concreto convencional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, es decir 6 % más económico; debido a la utilización de menos materiales, equipos, herramientas, mano de obra y el rendimiento.

El precio del concreto seco Rapimix se ha obtenido de cotizaciones detalladas en los anexos.

El precio de la mano de obra ha sido extraído de las tablas de CAPECO 2022 (Cámara Peruana de la Construcción) que se encuentran adjuntas en los anexos.

Los precios de los materiales y equipos se encuentran en las cotizaciones que se pueden observar en los anexos.

5. CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El costo de producción del concreto seco Rapimix es 6 % más económico que el concreto convencional, de acuerdo con el análisis de costos unitarios el concreto seco Rapimix es S/.660.34 y el concreto convencional es S/. 701.38.
- El concreto seco Rapimix es 8.04 % más resistente que el concreto convencional, ya que, a los 28 días de curado, el concreto Rapimix presentó una resistencia de 329.63 Kg/cm², mientras que el concreto tradicional 305.11 Kg/cm².

5.2 RECOMENDACIONES

- Realizar el ensayo a flexión de vigas de concreto elaboradas con Rapimix-concreto seco $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- Realizar investigaciones sobre las propiedades físicas y mecánicas del concreto Rapimix-concreto seco $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.
- Realizar investigaciones sobre concreto armado elaborado con Rapimix-concreto seco $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Concrete Institute. (2020). *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete (ACI 211.1-91)*. Farmington Hills, Michigan.
- C. P. (2022). CEMENTOS PACASMAYO. Obtenido de <https://www.cementospacasmayo.com.pe/>
- Ceballos, M. (Agosto de 2016). Artículo. *El Concreto, Material Fundamental para la Infraestructura*, 24. Obtenido de <http://www.revistacyt.com.mx/pdf/agosto2016/experto.pdf>
- Flores, N. J. (5 de Mayo de 2020). Tesis. *Análisis Comparativo de Costos Y Resistencia a la Compresión del Concreto Tradicional y el Concreto Predosificado Seco, Trujillo 2020*, 13. Perú. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24150>
- Guerrero, S. A., & Prado, Y. M. (3 de Abril de 2017). Trabajo de Grado. *Propuesta para la elaboración de una Mezcla Predosificada y Premezclada de Mortero y Concreto al vacío para la utilización en Obra en el Municipio de Ocaña, Norte de Santander*, 18. Colombia.
- Morillas, M. A., & Plasencia, D. W. (2018). Tesis. *Características Mecánicas de un Concreto y su Costo Comparativo*, 18. Perú. Obtenido de <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4177>
- NTP 400.012 (2015). *Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP 400.037 (2015). *Agregados. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto*. Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP 339.185 (2015). *Agregados. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*. Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP 400.017 (2015). *Agregados. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados*. Lima, Perú: INDECOPI.

- NTP 400.021 (2015). *Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso*. Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP 400.022 (2015). *Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino*. Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP 400.043 (2015). *Agregados. Práctica normalizada para reducir las muestras de agregados a tamaño de ensayo*. Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP 334.082 (2015). *Cementos. Cementos Portland. Especificación de la performance*. Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP 339.184 (2015). *Concreto. Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto*. Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP 339.034 (2015). *Concreto. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas*. Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP 339.183 (2015). *Concreto. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio*. Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP 339.035 (2015). *Hormigón (Concreto). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland*. Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP 339.046 (2015). *Hormigón (Concreto). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto)*. Lima, Perú: INDECOPI.
- Ortega, K., Sarmiento, V., & Villegas, A. (Diciembre de 2016). Artículo. *La Construcción Alrededor del Mundo ¿Que ha pasado y que podemos esperar?(84)*, 1. Obtenido de <https://asogravas.org/wp-content/uploads/2017/11/Informe-econ%C3%B3mico-No-84.pdf>

- Pasquel Carbajal, E. (2015). *Temas de tecnología del Concreto en el Perú*. Lima, Perú. Obtenido de https://www.academia.edu/36925573/Enrique_Pasquel_Carbajal_Temas_de_tecnología
- Ruiz, R. J. (2021). Tesis. *Influencia del Tiempo de Mezclado en las Propiedades del Concreto Premezclado en Estado Fresco en la Ciudad de Tarapoto*, 26. Perú. Obtenido de <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1742>
- Vásquez, J., & Angulo, J. (2020). Tesis. *Evaluación de las propiedades mecánicas con la aplicación de los morteros Rapimix Profesional y Massa Dun Dun para verificar su uso estructural en albañilería confinada, Chiclayo-2019*, 8. Perú. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/24549>
- Zegarra Russo, J. (2020). *"Costos y Presupuestos de Edificaciones" (Actualizada ed.N°29)*. Lima, Perú: CAPECO-COLECCION DEL CONSTRUCTOR. Obtenido el 2022, de <https://topodata.com/wp-content/uploads/2019/10/Costos-y-Presupuestos-en-Edificacion-CAPECO.pdf>

6. CAPITULO VI ANEXOS

6.1 Propiedades Físicas de Los Agregados

Se tomaron las respectivas muestras de los agregados tanto del fino como del grueso, para realizar los ensayos que se encuentran normados en la Norma Técnica Peruana 400.012, cálculos que nos servirán para realizar el diseño de mezcla de concreto convencional.

Los resultados de los ensayos realizados se detallarán a continuación:

6.1.1 Agregado grueso-Ensayos de laboratorio

B. Peso Específico del Agua.

Tabla 1. Peso específico del agua

Material: Agregado grueso-Piedra chancada de rio de 3/4"	
A)Peso específico del agua	
P.e en (Kg/m ³) =	1000
B)Calculo del factor f	
Peso del Molde (kg)=	4.196
Peso del Molde (gr)+vidrio =	6.433
Peso del Molde +Agua (gr)+vidrio =	16.084
Peso Agua (Kg) =	9.651
f (1/m ³) =	103.616

C. Peso unitario suelto (NTP 400.017, NTP 400.037/ A.S.T.M. C-29)

Tabla 2. Peso unitario suelto

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
2.1	Peso del recipiente	Kg	4.196	4.196	4.196	
2.2	Peso de muestra suelta + recipiente	Kg	17.797	18.036	18.021	
2.3	Peso de la muestra suelta	Kg	13.601	13.840	13.825	
2.4	Factor (f)	1/m ³	103.616	103.616	103.616	
2.5	Peso Unitario Suelto	kg/m ³	1409.284	1434.048	1432.494	1425.275

D. Peso unitario compactado (NTP 400.017, NTP 400.037/ A.S.T.M. C-29)**Tabla 3. Peso unitario compactado**

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
3.1	Peso del recipiente	Kg	4.196	4.196	4.196	
3.2	Peso de muestra Compactada + recipiente	Kg	19.345	19.307	19.351	
3.3	Peso de la muestra suelta	Kg	15.149	15.111	15.155	
3.4	Factor (f)	1/m ³	103.616	103.616	103.616	
3.5	Peso Unitario Compactado	Kg/m ³	1569.682	1565.745	1570.304	1568.577

E. Peso específico-(ASTM C-127 / NTP 400.021)**Tabla 4. Peso específico**

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
4.01	Peso de muestra SSS + canastilla sumergida	Kg	3.902	3.899	3.897	
4.02	Peso de canastilla sumergida	Kg	2.046	2.046	2.046	
4.03	Peso de la muestra superficialmente Seca	Kg	2.976	2.968	2.974	
4.04	Peso de la muestra secada al horno	Kg	2.942	2.936	2.943	
4.05	Peso de la muestra SSS sumergida en el agua	Kg	1.856	1.853	1.851	
Peso Específico de Masa		gr/cm³	2.627	2.633	2.621	2.627
Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco		gr/cm³	2.657	2.662	2.648	2.656
Peso Específico de Aparente		gr/cm³	2.709	2.711	2.695	2.705

F. Absorción (%) ASTM C-127 / NTP 400.021)**Tabla 5. Absorción**

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
5.1	Peso de la muestra Superficialmente Seca	Kg	3.082	3.094	3.069	
5.2	Peso de la muestra secada al horno	Kg	3.052	3.063	3.034	
Absorción (%)		%	0.983	1.012	1.154	1.050

G. Contenido de humedad (%) (ASTM C-566 / NTP 339.185)

Tabla 6. Contenido de humedad

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
6.01	Peso del Recipiente	Kg	0.082	0.082	0.082	
6.02	Peso del Recipiente + muestra Humeda	Kg	3.185	3.667	3.726	
6.03	Peso del Recipiente + muestra seca	Kg	3.168	3.642	3.713	
Contenido de Humedad		W %	0.537	0.686	0.350	0.524

H. Ensayo partículas < 200 para el agregado grueso

Tabla 7. Ensayo partículas < 200

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
7.01	Peso de Muestra Original	Kg	3.126	3.145	3.137	
7.02	Peso de la muestra Lavada	Kg	3.113	3.134	3.125	
7.03	Peso del Material que pasa el Tamiz N° 200	Kg	0.013	0.011	0.012	
% de Material que Pasa el Tamiz N° 200		%	0.42%	0.35%	0.38%	0.38%

I. Ensayo de abrasión

Tabla 8. Ensayo de abrasión

Gradación	Equipo Mecánico	N° de Esferas	Velocidad (Rev./min)	N° de Revoluciones	Tamaño Máx. Nominal	Peso de la Muestra en (gr)
B	Máquina de los Ángeles	11	30 - 33	500	3/4"	5000
N° de ensayos				1°	2°	3°
Peso Inicial de la muestra seca al horno (g.)				5000	5000	5000
Peso retenido en la malla N° 12 Lavado y secado al horno en (g)				3688	3677	3695
% Desgaste = $((P_i - P_f) / P_i) \times 100$				26.24	26.46	26.1
Abrasión % Desgaste Promedio					26	

J. Análisis granulométrico: Agregado grueso-Piedra chancada de río

Tabla 9. Análisis granulométrico-Agregado grueso N°1

Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
Peso Seco Inicial (kg)=		3.071			
Peso Seco Menor que 0.075 mm (Malla N° 200)(kg)=		0.003			
3"	76.2	0	0	0	100
2 ½"	63.5	0	0	0	100
2"	50.8	0	0	0	100
1 ½"	38.1	0	0	0	100
1"	25.4	0	0	0	100
¾"	19.05	0.289	9.41	9.41	90.59
½"	12.7	1.009	32.86	42.27	57.73
⅜"	9.53	1.023	33.31	75.58	24.42
N°4	4.75	0.747	24.32	99.90	0.10
N°8	3.36	0	0.00	99.90	0.10
N 16	1.18	0	0.00	99.90	0.10
N 30	0.6	0	0.00	99.90	0.10
N 50	0.3	0	0.00	99.90	0.10
N 100	0.15	0	0.00	99.90	0.10
N 200	0.075	0	0.00	99.90	0.10
Cazoleta	--	0.003	0.10	100.00	0.00
Total		3.071			
Módulo de finura =			6.844		

D ₆₀ =	13.14	D ₃₀ =	10.06	D ₁₀ =	6.70
	Cu=	1.96	Cc=	1.15	

Figura N°1. Curva granulométrica N° 1-Agregado grueso

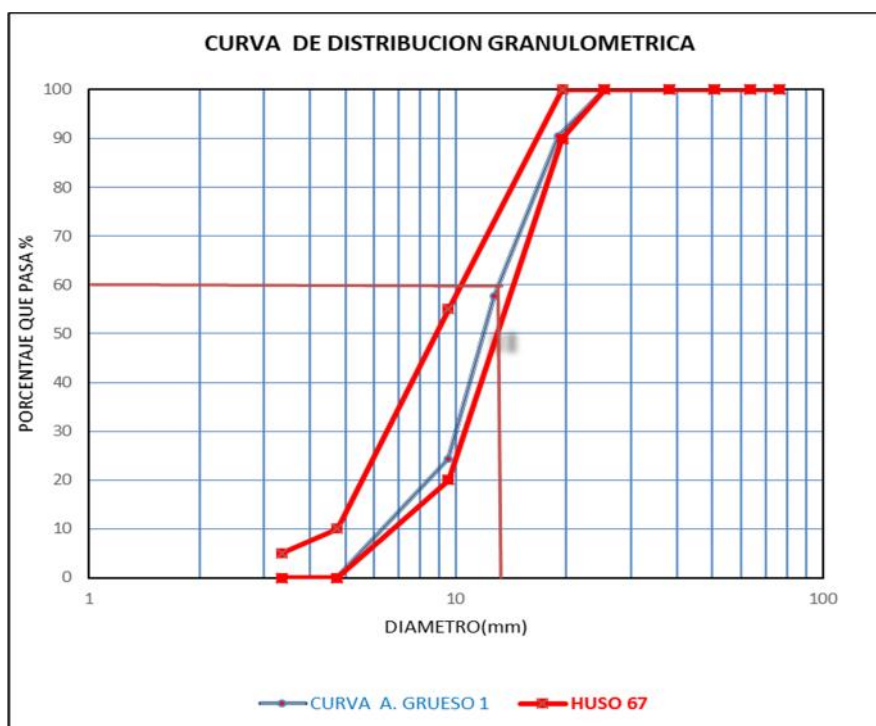


Tabla 10. Análisis granulométrico- Agregado grueso N°2

Peso Seco Inicial (Kg)=		3.233			
Peso Seco menor que 0.075 mm. (Malla N° 200)(Kg)=		0.006			
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
3"	76.2	0	0	0	100
2 ½"	63.5	0	0	0	100
2"	50.8	0	0	0	100
1 ½"	38.1	0	0	0	100
1"	25.4	0	0	0	100
¾"	19.05	0.302	9.33	9.33	90.67
½"	12.7	1.069	33.07	42.40	57.60
⅜"	9.53	1.039	32.12	74.52	25.48
N°4	4.75	0.818	25.29	99.81	0.19
N°8	3.36	0	0.00	99.81	0.19
N 16	1.18	0	0.00	99.81	0.19
N 30	0.6	0	0.00	99.81	0.19
N 50	0.3	0	0.00	99.81	0.19
N 100	0.15	0	0.00	99.81	0.19
N 200	0.075	0	0.00	99.81	0.19
Cazoleta	--	0.006	0.19	100.00	0.00
TOTAL		3.233			
Módulo de finura =			6.827		

D ₆₀ =	13.16	D ₃₀ =	9.98	D ₁₀ =	6.60
	Cu=	1.99	Cc=	1.15	

Figura N°2. Curva granulométrica N° 2-Agregado grueso.

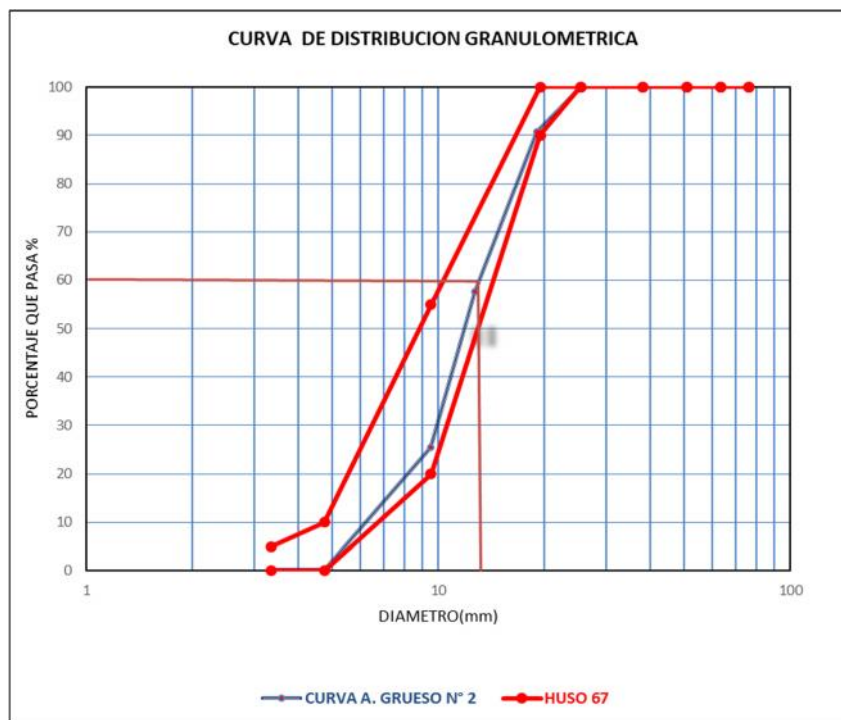


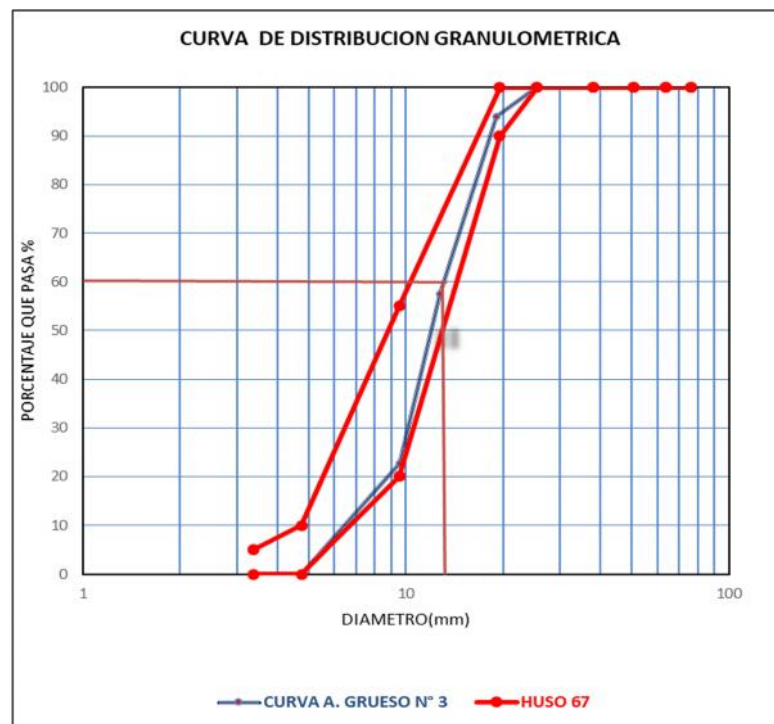
Tabla 11. Análisis granulométrico-Agregado grueso N°3

Peso Seco Inicial(kg) =		3.222			
Peso Seco Menor que 0.075 mm (Malla N° 200)(Kg)=		0.007			
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
3"	76.2	0	0	0	100
2 ½"	63.5	0	0	0	100
2"	50.8	0	0	0	100
1 ½"	38.1	0	0	0	100
1"	25.4	0	0	0	100
¾"	19.05	0.196	6.09	6.09	93.91
½"	12.7	1.175	36.48	42.57	57.43
⅜"	9.53	1.118	34.69	77.26	22.74
N°4	4.75	0.725	22.52	99.78	0.22

N°8	3.36	0	0.00	99.78	0.22
N 16	1.18	0	0.00	99.78	0.22
N 30	0.6	0	0.00	99.78	0.22
N 50	0.3	0	0.00	99.78	0.22
N 100	0.15	0	0.00	99.78	0.22
N 200	0.075	0	0.00	99.78	0.22
Cazoleta	--	0.007	0.22	100.00	0.00
Total		3.222			
Módulo de finura =			6.820		

D ₆₀ =	13.15	D ₃₀ =	10.19	D ₁₀ =	6.83
	Cu=	1.93	Cc=	1.16	

Figura N°3. Curva granulométrica N° 3-Agregado grueso.



6.1.2 Agregado fino-Ensayos de laboratorio

1. Peso específico del agua

Tabla 12. *Peso específico del agua*

Material: Agregado fino-Arena de rio	
A)Cálculo Especifico del Agua	
P.e en (Kg/m ³) =	1000
B)Cálculo del Factor f	
Peso del Molde (kg) =	3.878
Peso del Molde +Agua (Kg)+vidrio(Kg) =	7.384
Peso Agua (Kg) =	2.978
f (1/m ³) =	335.796

2. Peso Unitario Suelto (NTP 400.017, NTP 400.037/ ASTM C-29)

Tabla 13. *Peso unitario suelto*

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
2.01	Peso del recipiente	Kg	3.878	3.878	3.878	
2.03	Peso de muestra suelta + recipiente	Kg	8.773	8.758	8.831	
2.04	Peso de la muestra suelta	Kg	4.895	4.880	4.953	
2.05	Factor (f)	1/m ³	335.796	335.796	335.796	
2.06	Peso Unitario Suelto	Kg/m³	1643.721	1638.684	1663.197	1648.534

3. Peso Unitario Compactado (NTP 400.017, NTP 400.037/ A.S.T.M. C-29)

Tabla 14. *Peso unitario compactado*

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
3.01	Peso del recipiente	Kg	3.878	3.878	3.878	
3.02	Peso de muestra Compactada + recipiente	Kg	9.216	9.198	9.237	
3.03	Peso de la muestra suelta	Kg	5.338	5.32	5.359	
3.04	Factor (f)	1/m ³	335.796	335.796	335.796	
3.05	Peso Unitario Compactado	Kg/m³	1792.4782	1786.4338	1799.5299	1792.814

4. Peso Específico-(ASTM C-128 / NTP 400.022)

Tabla 15. Peso específico

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
4.01	Peso de fiola	Kg	0.167	0.167	0.167	
4.02	Peso de la fiola +agua hasta menisco	Kg	0.665	0.665	0.665	
4.03	peso de la fiola +agua + muestra	Kg	0.974	0.976	0.984	
4.04	Peso de la muestra superficialmente Seca	Kg	0.500	0.500	0.500	
4.05	Peso de la muestra secada al horno	Kg	0.493	0.494	0.492	
4.06	volumen de agua añadida al frasco (g)	Kg	0.309	0.311	0.319	
Peso Específico de Masa		Kg/m ³	2.581	2.614	2.718	2.638
Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco		Kg/m ³	2.618	2.646	2.762	2.675
Peso Específico de Aparente		Kg/m ³	2.679	2.699	2.844	2.741

5. Absorción (%) (ASTM C-128 / NTP 400.022)

Tabla 16. Absorción

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
5.01	Peso de la muestra Superficialmente Seca	Kg	0.500	0.500	0.500	
5.02	Peso de la muestra secada al horno	Kg	0.493	0.494	0.492	
Absorción (%)		%	1.420%	1.215%	1.626%	1.42%

6. Contenido de humedad (%) ASTM C-566 / NTP 339.185)

Tabla 17. Contenido de humedad

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
6.01	Peso del Recipiente	Kg	0.123	0.123	0.123	
6.02	Peso del Recipiente + muestra Humeda	Kg	0.823	0.826	0.850	
6.03	Peso del Recipiente + muestra seca	Kg	0.787	0.791	0.814	
Contenido de Humedad		W %	4.574%	4.425%	4.423%	4.47%

7. Análisis Granulométrico: Agregado Fino-Río

Tabla 18. Análisis granulométrico-Agregado fino N°1

Peso Seco Inicial(kg) =		1.4			
Peso Seco Menor que 0.075 mm. (malla N° 200)(Kg)=		0.012			
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
3"	76.2	0	0	0	100
2 ½"	63.5	0	0	0	100
2"	50.8	0	0	0	100
1 ½"	38.1	0	0	0	100
1"	25.4	0	0	0	100
¾"	19.05	0	0.00	0.00	100.00
½"	12.7	0	0.00	0.00	100.00
⅜"	9.53	0	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	0.034	2.43	2.43	97.57
N°8	3.36	0.198	14.14	16.57	83.43
N 16	1.18	0.264	18.86	35.43	64.57
N 30	0.6	0.278	19.86	55.29	44.71
N 50	0.3	0.275	19.64	74.93	25.07
N 100	0.15	0.245	17.50	92.43	7.57
N 200	0.075	0.094	6.71	99.14	0.86
Cazoleta	--	0.012	0.86	100.00	0.00
Total		1.4			
Módulo de finura =			2.771		

D ₆₀ =	1.05	D ₃₀ =	0.38	D ₁₀ =	0.17
	C _u =	6.13	C _c =	0.79	

Figura N°4. Curva granulométrica N° 1-Agregado fino

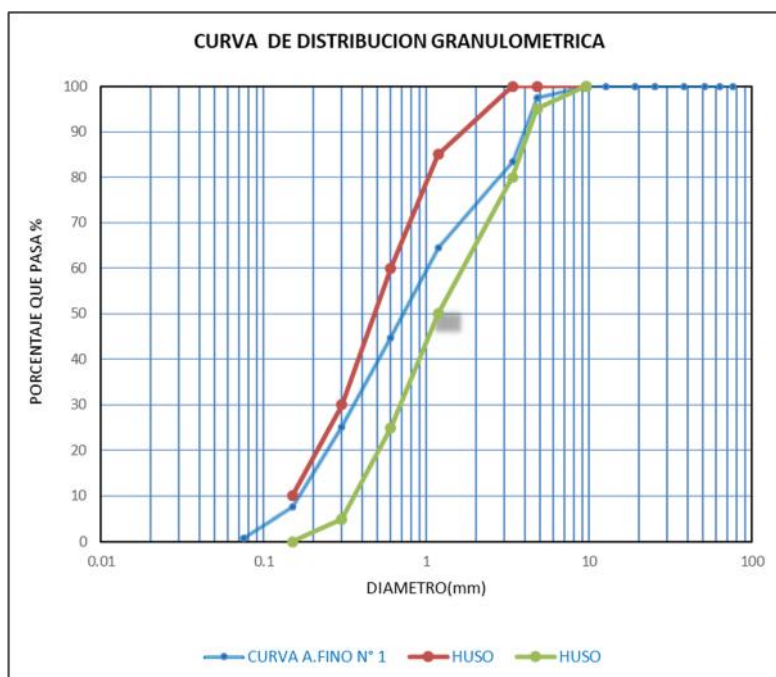


Tabla 19. Análisis granulométrico-Agregado fino N°2

Peso Seco Inicial(kg) =		1.5			
Peso seco menor que 0.075 mm (malla N° 200)(Kg)=		0.016			
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
3"	76.2	0	0	0	100
2 ½"	63.5	0	0	0	100
2"	50.8	0	0	0	100
1 ½"	38.1	0	0	0	100
1"	25.4	0	0	0	100
¾"	19.05	0	0.00	0.00	100.00
½"	12.7	0	0.00	0.00	100.00
⅜"	9.53	0	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	0.024	1.60	1.60	98.40
N°8	3.36	0.124	8.27	9.87	90.13
N 16	1.18	0.307	20.47	30.33	69.67
N 30	0.6	0.317	21.13	51.47	48.53
N 50	0.3	0.336	22.40	73.87	26.13
N 100	0.15	0.315	21.00	94.87	5.13
N 200	0.075	0.061	4.07	98.93	1.07
Cazoleta	--	0.016	1.07	100.00	0.00
Total		1.5			
Módulo de finura =			2.620		

D ₆₀ =	0.91	D ₃₀ =	0.35	D ₁₀ =	0.18
	Cu=	4.95	Cc=	0.73	

Figura N°5. Curva granulométrica N° 2-Agregado fino

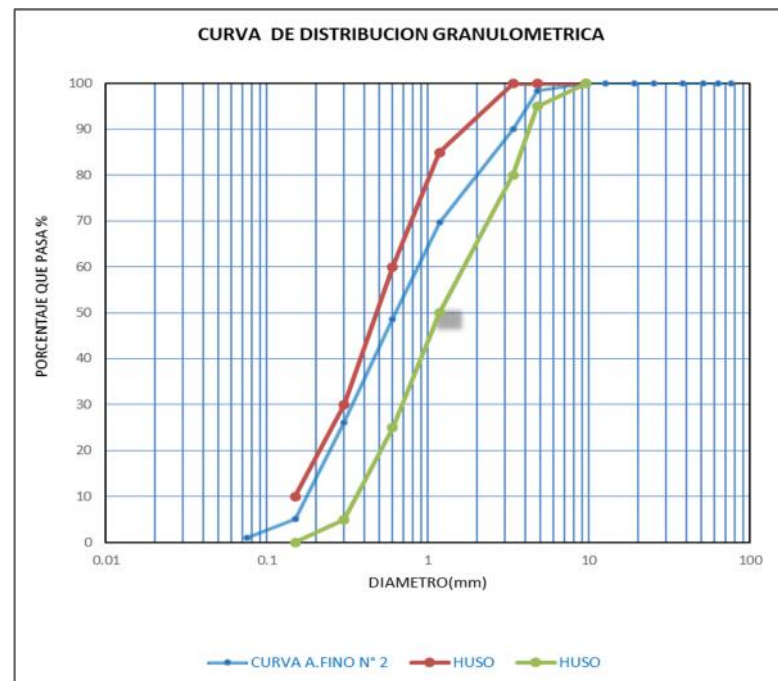


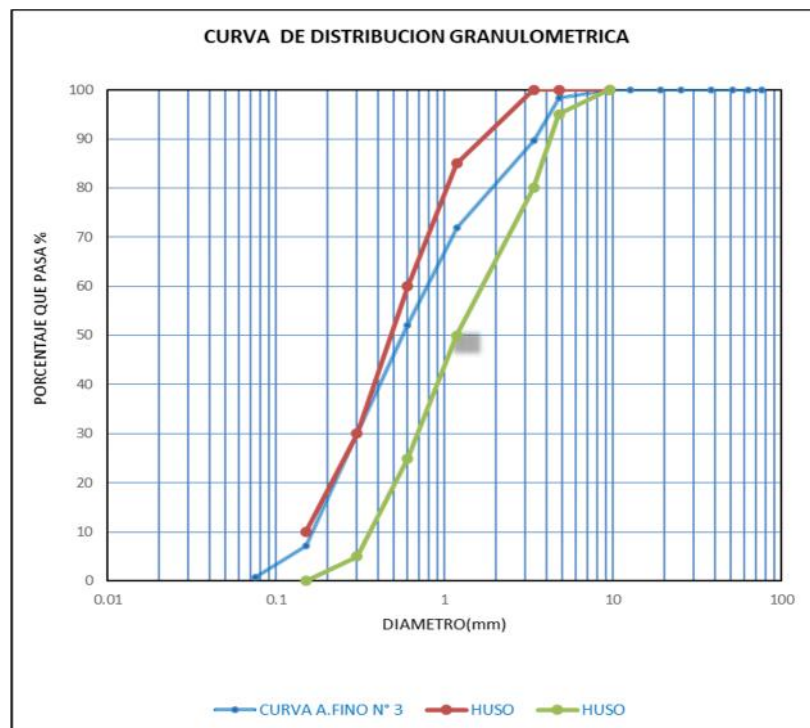
Tabla 20. Análisis granulométrico-Agregado fino N° 3

Peso Seco Inicial(kg) =		1.550			
Peso seco menor que 0.075 mm (malla N° 200)(Kg)=		0.012			
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
3"	76.2	0	0	0	100
2 ½"	63.5	0	0	0	100
2"	50.8	0	0	0	100
1 ½"	38.1	0	0	0	100
1"	25.4	0	0	0	100
¾"	19.05	0	0.00	0.00	100.00
½"	12.7	0	0.00	0.00	100.00
⅜"	9.53	0	0.00	0.00	100.00

N°4	4.75	0.027	1.74	1.74	98.26
N°8	3.36	0.134	8.65	10.39	89.61
N 16	1.18	0.274	17.68	28.06	71.94
N 30	0.6	0.308	19.87	47.94	52.06
N 50	0.3	0.345	22.26	70.19	29.81
N 100	0.15	0.352	22.71	92.90	7.10
N 200	0.075	0.098	6.32	99.23	0.77
Cazoleta	--	0.012	0.77	100.00	0.00
Total		1.55			
Módulo de finura =			2.512		

D ₆₀ =	0.83	D ₃₀ =	0.30	D ₁₀ =	0.17
	C _u =	4.92	C _c =	0.65	

Figura N°6. Curva granulométrica N° 3-Agregado fino



6.1.3 Diseño de Mezcla del Concreto

Método Walker

Peso específico del cemento Tipo I ASTM C-150= 3.15 gr/cm³

) f'c=	210	Kg/cm ²
) f'cr=	294	Kg/cm ²
) Slump plástico=	3"-4"	
) Cantidad de agua (Tabla 21)	204	L
) Contenido de aire=	2	%
) Relación a/c (Tabla 22)		

Por resistencia

300	———	0.55
294	———	X
250	———	0.62

X= 0.56 a/c= 0.56

) Cemento=	408	Kg
) Factor cemento=	9.6	bls
) (Tabla 23)=	48	%

Tabla 21. Contenido de agua

Tamaño máximo nominal del agregado grueso		Contenido de agua en el concreto, expresado en lt/m^3 , para los asentamientos y perfiles de agregado grueso indicados					
		25 mm a 50 mm(1"-2")		75 mm a 100 mm(3"-4")		150 mm a 175 mm(6"-7")	
mm	pulg.	Agregado redondeado	Agregado anguloso	Agregado redondeado	Agregado anguloso	Agregado redondeado	Agregado anguloso
9.5	3/8"	185	212	201	227	230	250
12.7	1/2"	182	201	197	216	219	238
19.1	3/4"	170	189	185	204	208	227
25.4	1"	163	182	178	197	197	216
38.1	1 1/2"	155	170	170	185	185	204
50.8	2"	148	163	163	178	178	197
76.2	3"	136	151	151	167	163	182

Fuente: Comité 211-ACI

Tabla 22. Relación agua/cemento

Resistencia a la compresión a los 28 días (f'_{cr})(kg/cm^2)	Relación Agua/Cemento de Diseño en Peso	
	Concreto sin Aire Incorporado	Concreto con Aire Incorporado
450	0.38	-
400	0.43	-
350	0.48	0.4
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.7	0.61
150	0.8	0.71

Fuente: Comité 211-ACI

$$\text{Vol. Total de agregados} = 1 - (\text{Vol. agua} + \text{Vol. cemento})$$

$$) \text{ Vol. agua} = 0.204 \text{ m}^3$$

$$) \text{ Vol. aire} = 0.02 \%$$

$$) \text{ Vol. cemento} = 0.130 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Total de agregados} = 0.646 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Agregado grueso (m}^3\text{)} = \text{Vol. Total de agregados} - \text{Vol. Agregado fino}$$

$$) \text{ Vol. A.G.} = 0.336 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Agregado fino (m}^3\text{)} = \frac{\alpha}{1} \times (\text{Vol. Total de agregados})$$

$$) \text{ Vol. A.F.} = 0.310 \text{ m}^3$$

Tabla 23. Porcentaje de agregado fino ()

Tamaño Máximo del Agregado grueso		Agregado Redondeado				Agregado Angular			
		Factor cemento expresado en sacos por metro cúbico				Factor cemento expresado en sacos por metro cúbico			
mm	Pulg	5	6	7	8	5	6	7	8
Agregado fino-Módulo de Fineza de 2.3 a 2.4									
10	3/8	60	57	54	51	69	65	61	58
12.5	1/2	49	46	43	40	57	54	51	48
20	3/4	41	38	35	33	48	45	43	41
25	1	40	37	34	32	47	44	42	40
40	1 1/2	37	34	32	30	44	41	39	37
50	2	36	33	31	29	43	40	38	36
70	3	34	32	30	28	41	38	36	34
Agregado fino- Módulo de Fineza de 2.6 a 2.7									
10	3/8	66	62	59	56	75	71	67	64
12.5	1/2	53	50	47	44	61	58	55	53
20	3/4	44	41	38	36	51	48	46	44
25	1	42	39	37	35	49	46	44	42
40	1 1/2	40	37	35	33	47	44	42	40
50	2	37	35	33	32	45	42	40	38
70	3	35	33	31	30	43	40	38	36
Agregado fino- Módulo de Fineza de 3.0 a 3.1									
10	3/8	74	70	66	62	84	80	76	73
12.5	1/2	59	56	53	50	70	66	62	59
20	3/4	49	46	43	40	57	54	51	48
25	1	47	44	41	38	55	52	49	46
40	1 1/2	44	41	38	36	52	49	46	44
50	2	42	38	36	34	49	46	44	42
70	3	39	36	34	32	46	43	41	39

Nota. Tabla 23, nos permite calcular el porcentaje de agregado fino con relación al volumen total de agregados, tomada del resumen Diseño de Mezclas de Concreto de Samuel Laura Huanca, 2006.

) **Peso de Agregados**

$$\text{Peso agregado fino(Kg/m}^3\text{)} = (\text{Vol. agregado fino}) (\text{peso específico del agregado fino})$$

$$\text{Peso agregado grueso(Kg/m}^3\text{)} = (\text{Vol. agregado grueso}) (\text{peso específico del agregado grueso})$$

$$\text{Peso A.F. (Kg/m}^3\text{)} = 818.594 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Peso A.G. (Kg/m}^3\text{)} = 883.112 \text{ Kg/m}^3$$

) **Peso de Agregados Húmedos**

$$\text{Peso A. grueso húmedo(Kg)} = (\text{Peso A. grueso seco}) \times \left(1 + \frac{\%Wg}{100}\right)$$

$$\text{Peso A. fino húmedo(Kg)} = (\text{Peso A. fino seco}) \times \left(1 + \frac{\%Wf}{100}\right)$$

$$\text{Peso A.F. húmedo} = 855.185 \text{ Kg}$$

$$\text{Peso A.G. húmedo} = 887.705 \text{ Kg}$$

) **Agua Efectiva**

$$\text{Agua en. agregado grueso} = (\text{Peso A. grueso seco}) \times \left(\frac{\%Wg - \%Ag}{100}\right) = X$$

$$\text{Agua en. agregado fino} = (\text{Peso A. grueso seco}) \times \left(\frac{\%Wg - \%Af}{100}\right) = Y$$

$$\text{Agua efectiva(L)} = \text{Agua de diseño} = (X + Y)$$

Si:

$$\begin{array}{l} \text{Agregado Grueso} \left\{ \begin{array}{l} \text{Humedad} = \%Wg \\ \% \text{ absorción} = \%AG \end{array} \right. \\ \\ \text{Agregado Fino} \left\{ \begin{array}{l} \text{Humedad} = \%Wf \\ \% \text{ absorción} = \%AF \end{array} \right. \end{array}$$

$$\text{Agua A.F.} = 24.967 \text{ L}$$

$$\text{Agua A.G.} = -4.680 \text{ L}$$

) **Proporciones en Peso**

Cemento : Agregado fino : Agregado grueso : Agua

$$\frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. fino humedo}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. grueso humedo}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. grueso humedo}}{\text{Peso cemento}}$$

) Cemento =	408 Kg
) Agregado Fino húmedo=	855.185 Kg
) Agregado Grueso húmedo=	887.705 Kg
) Aire=	2 %
) Agua=	183.713 L
) Factor Cemento=	9.6 bls
) Agua efectiva=	187.713 L

) **Proporciones en Volumen**

$$Vol. cemento (m^3) = \frac{Peso cemento (Kg)}{P.U. cemento(1500 Kg/m^3)}$$

$$Vol. A. fino (m^3) = \frac{Peso A. fino húmedo (Kg)}{P.U. A. fino húmedo(Kg/m^3)}$$

$$Vol. cemento (m^3) = \frac{Peso A. grueso húmedo (Kg)}{P.U. A. grueso húmedo (Kg/m^3)}$$

Cemento : Agregado fino : Agregado grueso : Agua

$$\frac{Vol. cemento}{Vol. cemento} : \frac{Vol. A. fino}{Vol. cemento} : \frac{Vol. A. grueso}{Vol. cemento} : Agua \left(\frac{L}{bls} \right)$$

Cemento / A.F. / A.G. / Agua
 1 / 2.10 / 2.18 / 19.10 L/bls

Coefficientes de aporte

9.6 / 0.497 / 0.620 / 19.10 L/bls

6.2 Resistencia a la compresión del Concreto

6.2.1 Resistencia a la compresión del Concreto convencional $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Se realizaron 5 tandas de concreto de 6 especímenes cada tanda.

) Carga última de la tanda N° 1 a 1 día de curado

Se tiene las cargas últimas:

Cemento / A.F. / A.G. / Agua
 1 / 1.83 / 2.28 / 19.10 L/bls

N° ESPÉCIMEN	CARGA ULTIMA
1	23.00 Ton
2	23.50 Ton
3	22.50 Ton
4	22.00 Ton
5	23.00 Ton
6	24.00 Ton

) Carga última de la tanda N° 2 a 3 días de curado

Se tiene las cargas últimas:

N° ESPÉCIMEN	CARGA ULTIMA
1	31.00 Ton
2	31.50 Ton
3	32.00 Ton
4	32.50 Ton
5	31.00 Ton
6	33.00 Ton

) **Carga última de la tanda N° 3 a 7 días de curado**

Se tiene las cargas últimas:

N° ESPÉCIMEN	CARGA ULTIMA
1	41.00 Ton
2	42.00 Ton
3	41.50 Ton
4	40.50 Ton
5	41.50 Ton
6	42.00 Ton

) **Carga última de la tanda N° 4 a 14 días de curado**

Se tiene las cargas últimas:

N° ESPÉCIMEN	CARGA ULTIMA
1	47.00 Ton
2	48.00 Ton
3	47.50 Ton
4	46.50 Ton
5	48.50 Ton
6	48.00 Ton

) **Carga última de la Tanda N° 5 a 28 días de Curado**

Se tiene las cargas últimas:

N° ESPÉCIMEN	CARGA ULTIMA
1	53.00 Ton
2	54.50 Ton
3	53.50 Ton
4	54.00 Ton
5	55.00 Ton
6	53.50 Ton

) **Promedio de las Cargas Últimas**

N° DÍAS CURADO	PROMEDIO
1	23.00 Ton
3	31.83 Ton
7	41.42 Ton
14	47.58 Ton
28	53.92 Ton

J Resistencia a la Compresión del Concreto

La resistencia al concreto será igual al cociente de la carga última entre el área de la base del espécimen.

Para el área del espécimen se tomó medidas de los diámetros de los especímenes para obtener un diámetro promedio el cual fue de 15 cm, obtenido este valor se calculó el área de la base del espécimen.

Se tiene:

➤ Espécimen de Concreto Convencional



$$D=0.15 \text{ cm}$$

$$A=(\pi D^2)/4=176.71 \text{ cm}^2 \text{ (Área de la base)}$$

$$R=P/A$$

donde:

P= Carga ultima

= Resistencia a la compresión

➤ Resistencia a la Compresión del Concreto Convencional

Código	Resistencia a la Compresión(Kg/cm ²)					
	Espécimen N°1	Espécimen N°2	Espécimen N°3	Espécimen N°4	Espécimen N°5	Espécimen N°6
CC1	130.15	132.98	127.32	124.49	130.15	135.81
CC3	175.42	178.25	181.08	183.91	175.42	186.74
CC7	232.01	237.67	234.84	229.18	234.84	237.67
CC14	265.96	271.62	268.79	263.14	274.45	271.62
CC28	299.92	308.41	302.75	305.58	311.24	302.75

J Resistencia Media a la Compresión del Concreto

La resistencia media se calculó mediante la sumatoria de cada una de las resistencias de acuerdo al tipo de curado entre el número de especímenes, como se detalla en la fórmula a continuación:

$$Media = \frac{\text{Sumatoria de resistencias a } N \text{ días de curado}}{\text{Número de especímenes}}$$

N° Espécimen	Resistencias (Kg/cm ²)-Concreto Convencional (CC)				
	1 Día	3 Días	7 Días	14 Días	28 Días
1	130.15	175.42	232.01	265.96	299.92
2	132.98	178.25	237.67	271.62	308.41
3	127.32	181.08	234.84	268.79	302.75
4	124.49	183.91	229.18	263.14	305.58
5	130.15	175.42	234.84	274.45	311.24
6	135.81	186.74	237.67	271.62	302.75
Sumatoria()=	780.92	1080.84	1406.22	1615.60	1830.63
Media=	130.15	180.14	234.37	269.27	305.11

) Desviación Estándar de la Resistencia a la Compresión del Concreto

La desviación estándar es un valor muy importante que indica la relación que existe entre las distintas resistencias de un respectivo día de curado y cuanto de variación refleja con respecto a la media y poder identificar así los valores de resistencia que se encuentran dentro de los parámetros aceptables para ser utilizados. La desviación estándar está dada por la siguiente fórmula:

$$\text{Desviación estándar}(\sigma) = \sqrt{\left(\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}\right)}$$

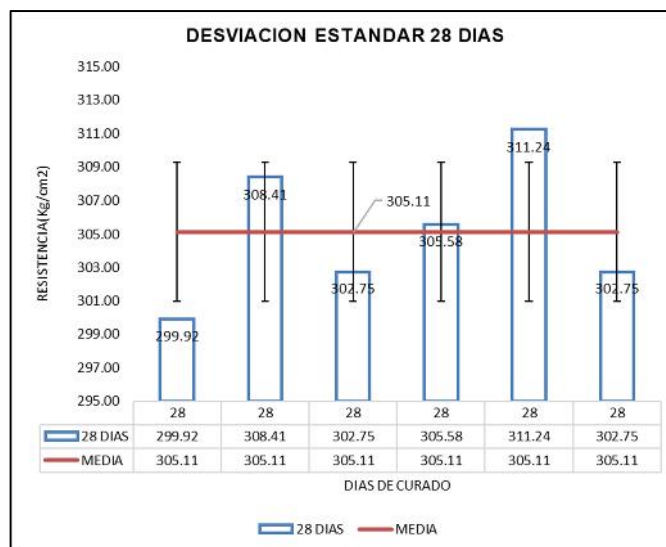
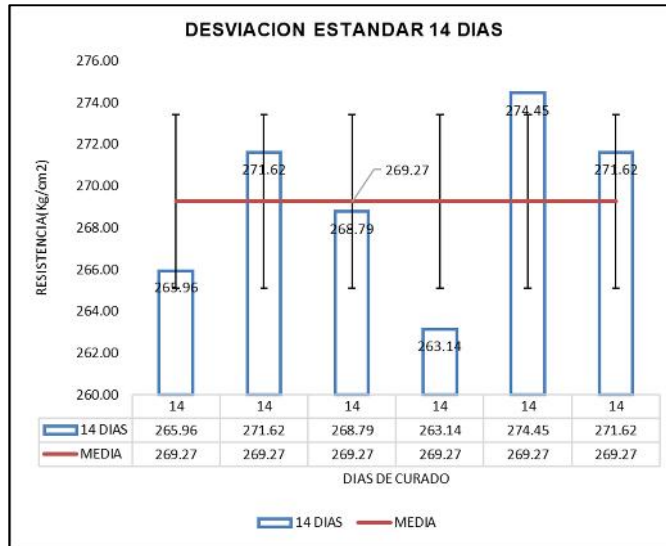
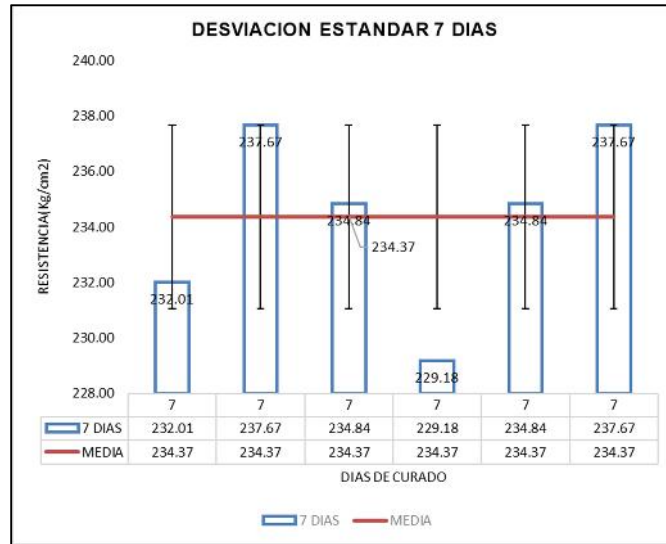
Donde:

X_i : Resistencia de cada espécimen de acuerdo al día de curado.

\bar{x} : Resistencia media calculada.

n : Número de especímenes

N° Espécimen	Resistencias (Kg/cm ²)-Concreto Convencional (CC)				
	1 Día	3 Días	7 Días	14 Días	28 Días
X ₁	130.15	175.42	232.01	265.96	299.92
X ₂	132.98	178.25	237.67	271.62	308.41
X ₃	127.32	181.08	234.84	268.79	302.75
X ₄	124.49	183.91	229.18	263.14	305.58
X ₅	130.15	175.42	234.84	274.45	311.24
X ₆	135.81	186.74	237.67	271.62	302.75
Sumatoria()=	780.92	1080.84	1406.22	1615.60	1830.63
Media=	130.15	180.14	234.37	269.27	305.11



6.2.2 Resistencia a la compresión del Concreto seco Rapimix $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$

Se realizaron 5 tandas de concreto de 6 especímenes cada tanda.

) Carga última de la tanda N° 1 a 1 día de curado

Se tiene las cargas últimas:

N° ESPÉCIMEN	CARGA ULTIMA
1	26.50 Ton
2	27.50 Ton
3	27.00 Ton
4	26.50 Ton
5	26.50
6	28.00

) Carga última de la tanda N° 2 a 3 días de curado

Se tiene las cargas últimas:

N° ESPÉCIMEN	CARGA ULTIMA (Ton)
1	34.00
2	34.50
3	34.00
4	34.50
5	35.00
6	34.00

) Carga última de la tanda N° 3 a 7 días de curado

Se tiene las cargas últimas:

N° ESPÉCIMEN	CARGA ULTIMA
1	42.00 Ton
2	43.50 Ton
3	42.50 Ton
4	43.00 Ton
5	42.50 Ton
6	44.00 Ton

)] **Carga última de la tanda N° 4 a 14 días de curado**

Se tiene las cargas últimas:

N° ESPÉCIMEN	CARGA ULTIMA
1	50.50 Ton
2	51.00 Ton
3	51.00 Ton
4	51.50 Ton
5	50.50 Ton
6	50.50 Ton

)] **Carga última de la Tanda N° 5 a 28 días de Curado**

Se tiene las cargas últimas:

N° ESPÉCIMEN	CARGA ULTIMA
1	59.00 Ton
2	57.00 Ton
3	57.50 Ton
4	58.00 Ton
5	59.00 Ton
6	59.00 Ton

)] **Promedio de las Cargas Últimas**

N° DÍAS CURADO	PROMEDIO
1	23.00 Ton
3	31.83 Ton
7	41.42 Ton
14	47.58 Ton
28	53.92 Ton

)] **Resistencia a la Compresión del Concreto**

La resistencia al concreto será igual al cociente de la carga última entre el área de la base del espécimen.

Para el área del espécimen se tomó medidas de los diámetros de los especímenes para obtener un diámetro promedio el cual fue de 15 cm, obtenido este valor se calculó el área de la base del espécimen.

➤ **Espécimen de Concreto Rapimix**



$$D=0.15 \text{ cm}$$

$$A=(\pi D^2)/4=176.71 \text{ cm}^2 \text{ (Área de la base)}$$

$$R=P/A$$

donde:

P= Carga ultima

R= Resistencia a la compresión

➤ **Resistencia a la Compresión del Concreto Rapimix**

Código	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)					
	Espécimen N°1	Espécimen N°2	Espécimen N°3	Espécimen N°4	Espécimen N°5	Espécimen N°6
CR1	149.96	155.62	152.79	149.96	149.96	158.45
CR3	192.40	195.23	192.40	195.23	198.06	192.40
CR7	237.67	246.16	240.50	243.33	240.50	248.99
CR14	285.77	288.60	288.60	291.43	285.77	285.77
CR28	333.87	322.55	325.38	328.21	333.87	333.87

) **Resistencia Media a la Compresión del Concreto**

La resistencia media será calculada mediante la sumatoria de cada una de las resistencias de acuerdo al tipo de curado entre el número de especímenes, como se detalla en la fórmula a continuación:

$$\text{Media} = \frac{\text{Sumatoria de resistencias a N días de curado}}{\text{Número de especímenes}}$$

N° Espécimen	Resistencias (Kg/cm ²)-Concreto Rapimix (CR)				
	1 Día	3 Días	7 Días	14 Días	28 Días
1	149.96	192.40	237.67	285.77	333.87
2	155.62	195.23	246.16	288.60	322.55
3	152.79	192.40	240.50	288.60	325.38
4	149.96	195.23	243.33	291.43	328.21
5	149.96	198.06	240.50	285.77	333.87
6	158.45	192.40	248.99	285.77	333.87
Sumatoria=	916.73	1165.72	1457.15	1725.94	1977.76

N° Espécimen	Resistencias (Kg/cm ²)-Concreto Rapimix (CR)				
	1 Día	3 Días	7 Días	14 Días	28 Días
Media=	152.79	194.29	242.86	287.66	329.63

) Desviación Estándar de la Resistencia a la Compresión del Concreto

La desviación estándar es un valor muy importante que indica la relación que existe entre las distintas resistencias de un respectivo día de curado y cuanto de variación refleja con respecto a la media y poder identificar así los valores de resistencia que se encuentran dentro de los parámetros aceptables para ser utilizados. La desviación estándar estará dada por la siguiente fórmula:

$$\text{Desviación estándar}(\sigma) = \sqrt{\left(\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}\right)}$$

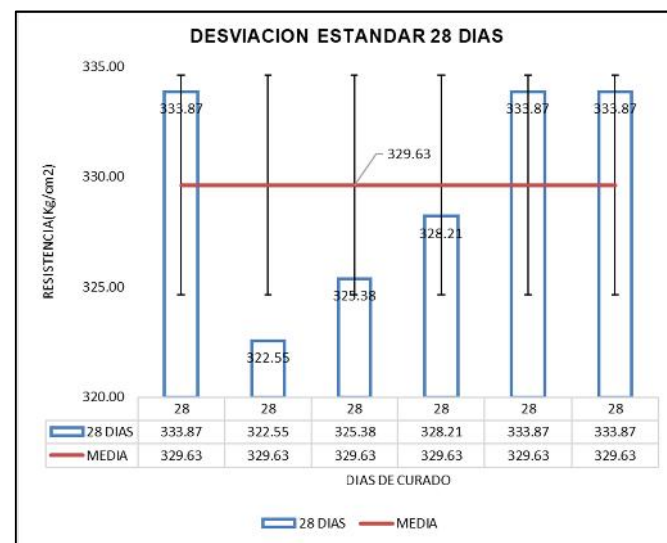
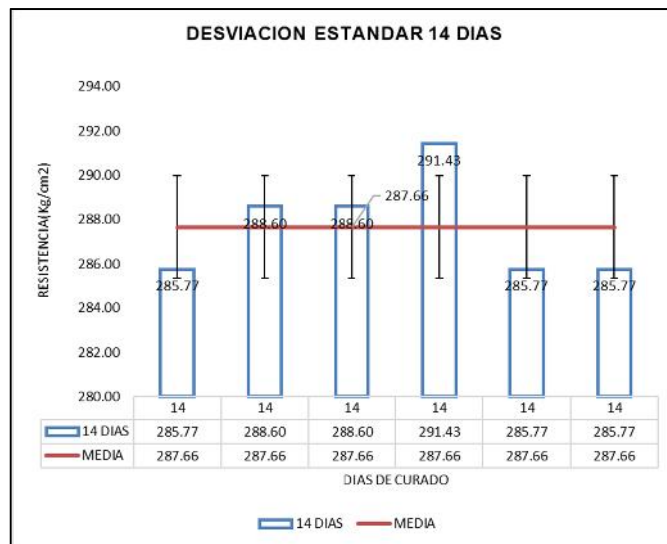
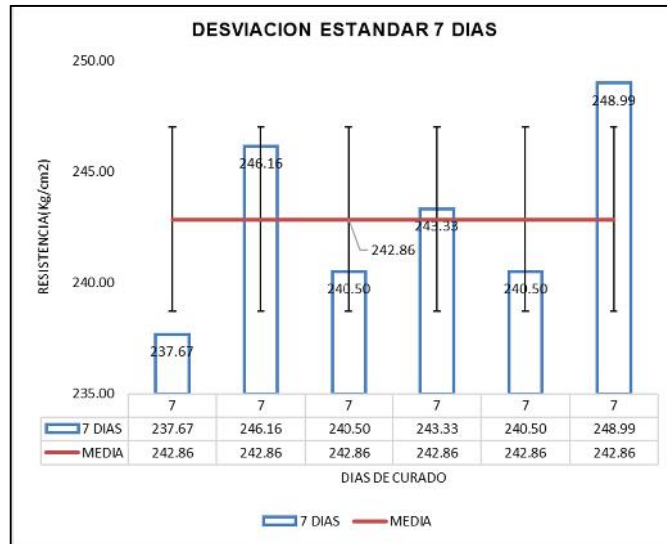
Donde:

X_i : Resistencia de cada espécimen de acuerdo al día de curado.

\bar{x} : Resistencia media calculada.

n : Número de especímenes

N° Espécimen	Resistencias (Kg/cm ²)-Concreto Convencional (CC)				
	1 Día	3 Días	7 Días	14 Días	28 Días
X ₁	149.96	192.40	237.67	285.77	333.87
X ₂	155.62	195.23	246.16	288.60	322.55
X ₃	152.79	192.40	240.50	288.60	325.38
X ₄	149.96	195.23	243.33	291.43	328.21
X ₅	149.96	198.06	240.50	285.77	333.87
X ₆	158.45	192.40	248.99	285.77	333.87
Sumatoria()=	916.73	1165.72	1457.15	1725.94	1977.76
Media=	152.79	194.29	242.86	287.66	329.63



6.3 Fichas Técnicas del Cemento Tipo I y Rapimix Concreto Seco $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$

6.3.1 Cemento Pacasmayo Tipo I

La página web de Cementos Pacasmayo, <https://www.cementospacasmayo.com.pe> detalla las características del Cemento Tipo I y del Rapimix concreto seco $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ que son las siguientes:

Figura N°7. Ficha técnica del Cemento Pacasmayo tipo I

CEMENTO TIPO I “ESTRUCTURAL”

DESCRIPCIÓN

Cemento Portland Tipo I. Gracias a su nuevo diseño de clinker, se logra una mejor resistencia a la compresión garantizando óptimos resultados en tu obra.



USOS

- Cemento de uso general.

ATRIBUTOS

Diseño que supera los requisitos de la normas nacionales

Altas resistencias a todas las edades

- Desarrolla altas resistencias iniciales que garantiza un adecuado avance de obra.
- El diseño correcto en concreto garantiza un menor tiempo de desencofrado.

RECOMENDACIONES PARA USO Y ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO



Mantener el cemento en un lugar seco bajo techo, protegido de la humedad.



Almacenar sobre plataforma de madera y en rumas que no excedan las 8 bolsas



Utilizar agregados y materiales de buena calidad.



A mayor sea la humedad de los agregados, se debe dosificar menor cantidad de agua.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Edad	Resultado Promedio (psi)	Requisito mínimo NTP 334.009 / ASTM C150 (psi)
A 3 días	4260	1740
A 7 días	5310	2760
A 28 días	6570	4060

*Requisito opcional.



Resistencia a la compresión (psi)

■ Resultado Promedio ■ Requisito mínimo NTP 334.009 / ASTM C150



Fuente: Cementos Pacasmayo- <https://www.cementospacasmayo.com.pe>

Figura N°8. Ficha técnica del Cemento Pacasmayo tipo I

Cemento Tipo I Estructural

Cemento Portland Tipo I

Requisitos normalizados - NTP 334.009 / ASTM C150

REQUISITOS QUÍMICOS


ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADOS*
MgO	Máximo	6.0	%	NTP 334.086	2.1
SO ₂	Máximo	3.0	%	NTP 334.086	2.8
Pérdida por ignición	Máximo	3.5	%	NTP 334.086	3.1
Residuo insoluble	Máximo	1.5	%	NTP 334.086	0.6

REQUISITOS FÍSICOS


ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADOS*
Contenido de aire	Máximo	12	%	NTP 334.048	8
Finura, Superficie específica	Mínimo	2,600	cm ² /g	NTP 334.002	4000
Expansión en autoclave	Máximo	0.80	%	NTP 334.004	0.07
Resistencia a la compresión					
3 días	Mínimo	12.0 (1740)	MPa (psi)	NTP 334.051	29.4 (4260)
7 días	Mínimo	19.0 (2760)	MPa (psi)	NTP 334.051	36.6 (5310)
28 días**	Mínimo	28.0 (4060)	MPa (psi)	NTP 334.051	45.3 (6570)
Tiempo de Fraguado Vicat					
Fraguado inicial	Mínimo	45	Minutos	NTP 334.006	139
Fraguado final	Máximo	375	Minutos	NTP 334.006	250

*Valores promedios referenciales de lotes despachados / **Requisito opcional.


VENTAJAS



Presentaciones: Bolsas de 42.5 kg, granel y big bag de 1TM.




Fecha Recomendada de Uso: para aprovechar de mejor manera sus propiedades



Fecha de Producción: para que utilices el cemento más fresco


El cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos químicos y físicos de la NTP 334.009.

Pacasmayo 

Fuente: Cementos Pacasmayo- <https://www.cementospacasmayo.com.pe>

Figura N°9. Ficha técnica del Rapimix concreto seco $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$

CONCRETO SECO





Descripción

El Concreto Seco Embolsado es una mezcla predosificada de cemento, agregados de granulometría controlada (Piedra y Arena) y aditivos, que solo requiere la adición de agua indicada en el empaque y mezclada (manual o mecánica) para ser usado de forma inmediata.


Materiales

Cemento:
Elaborado con:

Cemento Tipo MS, ideal para zonas ubicadas en la costa, húmedas o con ataque moderado de sulfatos. Además es recomendable para todo elemento que estará en contacto con el suelo o la humedad. Sirve tanto para elementos de concreto simple o armado en general. Este cemento es conforme ASTM C1157 / NTP 334.082.

Cemento Tipo I, ideal si se requiere mayor resistencia a edades tempranas y para elementos de concreto simple o armado en general. Este cemento es conforme a ASTM C150 / NTP 334.009.


Cemento Tipo V, ideal para estructuras que requieran alta resistencia a los sulfatos. Este cemento es conforme a ASTM C 150 / NTP 334.009

Fuente: Cementos Pacasmayo- <https://www.cementospacasmayo.com.pe>

Figura N°10. Ficha técnica del Rapimix concreto seco $f'c=210$ Kg/cm²

CONCRETO SECO





Agregar entre el 80 y 90% del agua recomendada que se encuentra en la tabla 1 a un recipiente limpio y seco.

$f'c$ kg/cm ²	Asentamiento Requerido	Consumo de agua máxima (± 0.15)/bolsa de 40 kg		
		Tamaño máximo del agregado 3/8		
		Tipo I	Tipo MS(MH)	Tipo V
100	5 x 1 1/2 Pulg.	4.50	5.00	4.75
	7 x 1 1/2 Pulg.	4.75	5.25	5.00
	9 x 1 1/2 Pulg.	5.00	5.50	5.25
140	5 x 1 1/2 Pulg.	4.50	5.00	4.75
	7 x 1 1/2 Pulg.	4.75	5.25	5.00
	9 x 1 1/2 Pulg.	5.00	5.50	5.25
175	4 x 1 Pulg.	3.75	4.00	3.75
	7 x 1 1/2 Pulg.	4.00	4.25	4.00
	9 x 1 1/2 Pulg.	4.25	4.50	4.25
210	4 x 1 Pulg.	3.50	4.25	3.50
	7 x 1 1/2 Pulg.	3.75	4.50	3.75
	9 x 1 1/2 Pulg.	4.00	4.75	4.00
280	4 x 1 Pulg.	3.50	4.00	3.50
	7 x 1 1/2 Pulg.	3.75	4.25	3.75
	9 x 1 1/2 Pulg.	4.00	4.50	4.00
350	5 x 1 1/2 Pulg.	3.50	4.00	3.50
	7 x 1 1/2 Pulg.	3.75	4.25	3.75
	9 x 1 1/2 Pulg.	4.00	4.50	4.00

Mezclar con mezcladora o manualmente hasta obtener un material homogéneo, de ser necesario regular la consistencia del concreto con el 10% y 20% de agua restante.

Colocar el concreto en capas no mayores a 50 cm y compactar cada capa empleando un método que garantice la ocupación total de los espacios y la ausencia de cangrejeras. No vibrar las varillas de refuerzo y evitar caídas de gran altura.






Fuente: Cementos Pacasmayo- <https://www.cementospacasmayo.com.pe>

Figura N°11. Ficha técnica del Rapimix concreto seco $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$








CONCRETO SECO



Agregados:
Conforme a ASTM C33 / NTP 400.037 y con gradación global controlada para una mejor performance en la aplicación en obra.



Aditivos:
Conforme a NTP 334.088 para obtener mezclas con relaciones a/mc bajas.

☐ Ventajas

<p> Dosificación y producción controlada.</p> <p> Menores desperdicios.</p> <p> Fácil transporte y manipuleo.</p> <p> Resistencia garantizada cumpliendo indicaciones del empaque</p>	<p> Mayor orden y limpieza.</p> <p> Certificado de calidad.</p> <p> Listo para adicionar agua y utilizar.</p>
--	---

☐ Modo de Empleo

Preparar el lugar donde se vaciará el producto, verificar limpieza y ubicación de los aceros de refuerzo y el recubrimiento, así como la limpieza y el ajuste correcto de los encofrados o bases que recibirán el concreto.

Fuente: Cementos Pacasmayo- <https://www.cementospacasmayo.com.pe>

Figura N°12. Ficha técnica del Rapimix concreto seco $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$

CONCRETO SECO





Recomendaciones de Uso

1. **Almacenaje.** Las bolsas de concreto seco deben estar cubiertas por una lámina impermeable, bajo un ambiente techado y sobre una cama conformada por parihuelas u otro material que lo aisle de la humedad del suelo.
2. **Equipos y herramientas,** limpios y sin sustancia o material adheridos que puedan contaminar la mezcla.
3. **Previo a la aplicación,** verificar que la superficie no esté contaminada con polvo, aceites o alguna sustancia que pueda afectar el desempeño del producto. Humedezca ligeramente la zona donde se vaciará.
4. **Dosificación,** se recomienda que se añada solo la cantidad de agua indicada en el empaque, el uso de agua adicional tendrá un impacto negativo en la resistencia y otras propiedades del producto. No añadir otras sustancias que puedan afectar el desempeño posterior del concreto.
5. **Para la compactación,** vibrar por capas, ingresar 10 cm en capa anterior, controlar el tiempo de vibrado, no vibrar en exceso, emplear personal capacitado.
6. **Para el curado,** iniciar el curado antes de que la superficie del concreto empiece a perder su brillo, evitar la pérdida de humedad, curar por lo menos 7 días.
7. **Para el desencofrado,** elementos verticales se pueden desencofrar a las 24 horas y elementos horizontales (losas, vigas, etc.) se desencofrará cuando el concreto haya llegado mínimo al 70% de la resistencia a la compresión o cuando el especialista lo recomiende.

Asesoría Técnica

Pacasmayo Profesional, lidera la industria de concretos y cuenta con un equipo de profesionales que lo asesorarán desde el planteamiento de su requerimiento hasta la aplicación, además del buen uso de nuestros productos y los controles normalizados en su obra.






Fuente: Cementos Pacasmayo- <https://www.cementospacasmayo.com.pe>

Figura N°13. Ficha técnica del Rapimix concreto seco $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$

CONCRETO SECO





Características de concreto seco embolsado

Característica / Ensayo	Requisito	Norma de Referencia	Norma de Ensayo
CEMENTO	TIPO MS Antisulfata, de moderada resistencia a los sulfatos	ASTM C1157 / NTP 334.082	Indicadas en las normas de referencia
	TIPO I De mayor resistencia inicial	ASTM C 595 / NTP 334.090	
	TIPO V De alta resistencia a los sulfatos	ASTM C150 / NTP 334.009	
AGREGADOS	Conformes a NTP 400.037	NTP 400.037 o ASTM C33	
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL (TMN) AGREGADO GRUESO	Huso Tamaño Máximo Nominal (TMN)	NTP 400.037	NTP 400.012
	8 3/8 pulgada a No. 8 (9,5 a 2,36 mm)		
ASENTAMIENTO (SLUMP)	(4 a 9 pulgadas) Ver tabla 1 en el empaque y ficha técnica. Para asentamientos menores añadir menos agua que la especificada en la tabla 1.	Requerimiento del cliente	NTP 339.035
CONTENIDO DE AIRE	% ESPECIFICADO \pm 1.5%	NTP 339.083	NT E. 060 / ACI 318
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ($f'c$) A 28 DIAS	100 kg/cm ² 140 kg/cm ² 175 kg/cm ² 210 kg/cm ² 280 kg/cm ²	Requerimiento del cliente	NTP. 339.034
RENDIMIENTO POR BOLSA	kg por bolsa 40	Informativo	NTP. 339.046
	L/bolsa 19 \pm 1		
	bolsa/m³ 53 \pm 1		

Rendimiento

Una (1) bolsa de concreto seco de cuarenta kilogramos (40 kg) rinde 0.018 m³.

Fuente: Cementos Pacasmayo- <https://www.cementospacasmayo.com.pe>

Figura N°14. Ficha técnica del Rapimix concreto seco $f'c=210$ Kg/cm²

$f'c$ kg/cm ²	Contenido de aire	Asentamiento requerido	Consumo de agua máxima (L±0.15)/Bolsa de 40 kg		
			Tamaño máximo del agregado 3/8		
			TIPO I	TIPO MS	TIPO V
210	5 ± 1.5%	5 ± 1 1/2 pulg.	3.75	4.00	-
	5 ± 1.5%	7 ± 1 1/2 pulg.	4.00	4.25	-
	5 ± 1.5%	9 ± 1 1/2 pulg.	4.25	3.50	-
250	5 ± 1.5%	5 ± 1 1/2 pulg.	-	4.00	-
	5 ± 1.5%	7 ± 1 1/2 pulg.	-	4.25	-
	5 ± 1.5%	9 ± 1 1/2 pulg.	-	4.50	-
300	5 ± 1.5%	5 ± 1 1/2 pulg.	-	3.75	-
	5 ± 1.5%	7 ± 1 1/2 pulg.	-	4.00	-
	5 ± 1.5%	9 ± 1 1/2 pulg.	-	4.25	-

Aplicaciones

- **$f'c = 100$ kg/cm²:** Concreto NO ESTRUCTURAL, ideal para solados, contrapisos, y otras estructuras que requieran esta resistencia.
- **$f'c = 140$ kg/cm²:** Concreto NO ESTRUCTURAL, ideal para solados, contrapisos y sardineles, y otras estructuras que requieran esta resistencia.
- **$f'c = 175$ kg/cm²:** Veredas, pisos, losas aligeradas, muros de contención, solados, elementos arquitectónicos, y otras estructuras que requieran esta resistencia.
- **$f'c = 210$ kg/cm²:** Cimentaciones, columnas, vigas, losas sobre terreno, macizas y aligeradas, muros de contención, placas, pavimentos o parches, elementos arquitectónicos y otras estructuras que requieran esta resistencia.
- **$f'c = 280$ kg/cm²:** Cimentaciones, columnas, vigas, losas sobre terreno, macizas y aligeradas, muros de contención, placas, pavimentos o parches, elementos arquitectónicos y otras estructuras que requieran mayor resistencia.
- **$f'c = 350$ kg/cm²:** Cimentaciones, columnas, vigas, losas sobre terreno, macizas y aligeradas, muros de contención, placas, pavimentos o parches, elementos arquitectónicos y otras estructuras que requieran mayor resistencia.

Nota: El cliente puede usar el CONCRETO SECO EMBOLSADO en otros elementos de concreto armado o simple según como su especialista lo defina.

Fuente: Cementos Pacasmayo- <https://www.cementospacasmayo.com.pe>

6.4 Cotizaciones de los Insumos

Figura N°15. Cotización del Rapimix concreto seco f'c=210 Kg/cm²

	DISTRIBUIDORA NORTE PACASMAYO SRL. Dirección: Calle La Colonia 150, Santiago de Surco, Lima Teléfonos: 01.317-6000 Página web: www.dino.com.pe	
CAJAMARCA	GPCC 042_A-GT_Cristian Valera_Rapimix	SGC-REG-05-D1017 Versión 00

Atención: Cristian Bayron Valera Lezama
 Asunto: Cotización de RAPIMIX
 Fecha: Cajamarca, 17 de julio del 2023

OBJETO DE LA PROPUESTA

Por medio de la presente hacemos entrega de nuestra propuesta económica por el suministro de Rapimix en bolsas de 40 kg. Puesto en Cajamarca.

PROPUESTA DE ATENCIÓN

La atención del Rapimix se realizará desde nuestra planta de Trujillo.

PRODUCTO PUESTO EN DESTINO

DESCRIPCION	UND	P. VENTA (S./.)
RAPIMIX MORTERO P/TARRAJEO (x 40 kg)	BLS	9.68
RAPIMIX MORTERO P/ASENTADO TIPO S (x 40 kg)	BLS	9.93
RAPIMIX CONCRETO SECO 210-I-H8 (x 40 kg)	BLS	10.50

CONDICIONES DE VENTA:


- Precios expresados en Soles y **NO** incluyen I.G.V.
- Vigencia de la cotización: hasta 30 días calendario.
- El cliente deberá remitir la presente cotización firmada en señal de conformidad y deberá enviar una Orden de Compra debidamente firmada, en la cual se estipulen las condiciones de venta aquí señaladas.
- Forma de pago: Adelantado, Al Contado o Crédito a 30 días mediante la emisión de una Carta Fianza con las siguientes condiciones: Solidaria, Irrevocable, Incondicional, Sin Beneficio de Excusión, Indivisible, De Realización Automática y De Ejecución Inmediata.
- Precios no incluyen percepción. De acuerdo al Decreto Supremo N° 091-2013-EF, se designan y excluyen Agentes de Percepción según:

Cliente agente de percepción	0.5%
Cliente No agente de retención y/o percepción	2.0%
Cliente agente de retención	0.0%
Entidades exceptuadas que figuren en el padrón del régimen de percepción	0.0%

CONDICIONES DE VENTA PUESTO EN DESTINO:

- No incluye descarga para Rapimix.
- Disponibilidad de unidades previa coordinación.
- Los pedidos deberán efectuarse de lunes a viernes máximo hasta las 12:30 p.m., y los sábados hasta las 10:30 a.m.

Figura N°16. Cotización de agregados



L & M BARUCH S.R.L.

Cajamarca, 17 de julio del 2023

COTIZACIÓN DE AGREGADOS 2023-07

Señor/Cliente: CRISTIAN BAYRON VALERA LEZAMA

PROYECTO: COMPARACION DEL COSTO DE PRODUCCION Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO CON RAPIMIX-CONCRETO SECO $f'c=210$ Kg/cm² Y CONCRETO CONVENCIONAL $f'c=210$ Kg/cm², CAJAMARCA 2022.

Asunto: Cotización de Agregados en Cajamarca.

De nuestra consideración: En atención a vuestro requerimiento, hacemos llegar nuestra propuesta económica


Según la referencia.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD/ MEDIDA	VALOR UNITARIO (no incluye IGV)
01	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m ³	S/85.00
02	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m ³	S/100.00
03	HORMIGON DE RÍO	m ³	S/70.00
04	ARENA FINA	m ³	S/90.00
05	ARENA GRUESA DE RÍO (EN CANTERA)	m ³	S/90.00
06	ARENA GRUESA DE RÍO (PUESTO EN OBRA)	m ³	S/110.00
07	AFIRMADO (EN CANTERA)	m ³	S/70.00
08	OVER DE CANTERA 4" A 6" (EN CANTERA)	m ³	S/68.00

- Los precios mencionados no incluyen IGV (18%).
- Esperando ser considerados, nos suscribimos de ustedes.
- Vigencia de cotización 30 días.

ATENTAMENTE

TRANSPORTES Y CONSTRUCCIÓN L&M BARUCH SRL
RUC: 20606906227



Luciano Portal Cusquisiban
GERENTE GENERAL


LUCIANO PORTAL CUSQUISIBAN
GERENTE GENERAL

TRANSPORTES Y CONSTRUCCION L&M BARUCH S.R.L - RUC: 20606906227 - AV. LA PAZ N° 967 BARRIO ARANJUEZ CAJAMARCA - CELULAR: 999 571 306 - 970038275

Figura N°17. Cotización de agregados

COTIZACIÓN N°: 25-2023

Jr. Puno N°240
 Barrio Chontapaccha – Cajamarca
 Cel: 976483046 – 976909095 – 976360550
 976360551 – 976360552
 E-mail: bazancg@yahoo.es
 PLANTA CHANCADORA
 Av. Miguel Carducci N°696, Bar. Samanacruz



Cajamarca, 17 de julio del 2023

Sr. Cristian Bayron Valera Lezama

De acuerdo a su solicitud, me dirijo a ustedes para hacerle llegar nuestra cotización de agregados:

CANTIDAD	UND	DESCRIPCIÓN	IMPORTE M3 (S/.)	IGV	TOTAL
1	M3	PIEDRA CHANCADA 1/2"	90.0	16.2	S/106.2
1	M3	PIEDRA CHANCADA 3/4"	90.0	16.2	S/106.2
1	M3	ARENA GRUESA DE RÍO	90.0	16.2	S/106.2
1	M3	AFIRMADO	70.0	12.6	S/82.6
1	M3	ARENA FINA	90.0	16.2	S/106.2
1	M3	HORMIGON DE RÍO	70.0	12.6	S/82.6
1	M3	OVER DE CANTERA 4" A 6"	65.0	11.7	S/76.7

El pago es al contado, y/ o depósito en nuestra Cuenta Corriente: BCP. Cta. Cte. N° 245-1601525-0-66

Cuenta para Dedicaciones: 00-761-051709, Banco de la Nación.

Oferta válida por 30 días calendario.

Atentamente.




 BAZAN CONTRATISTAS GENERALES SRL
 OPC LUIS ADRIAN...
 GERENTE GENERAL

Figura N°18. Cotización de agregados



Transporte de Carga, Alquiler de Maquinaria Pesada y Liviana, Ejecución de Obras Civiles, Venta de Materiales de Construcción, Ferrería en General y Otros.

PROFORMA DE MATERIALES

Señores: Cristian Bayron Valera Lezama
RUC: 20176207389

Proyecto:
COMPARACION DEL COSTO DE PRODUCCION Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO CON RAPIMIX-CONCRETO SECO $f_c=210$ Kg/cm² Y CONCRETO CONVENCIONAL $f_c=210$ Kg/cm², CAJAMARCA 2022.

N°	MATERIAL	UND	PRECIO UNITARIO	IGV	COSTO
1	ARENA FINA (EN CANTERA)	m ³	90.0	16.2	106.2
2	ARENA GRUESA DE RÍO (EN CANTERA)	m ³	90.0	16.2	106.2
3	ARENA GRUESA DE RÍO (PUERTO EN OBRA)	m ³	110.0	19.8	129.8
4	AFIRMADO (EN CANTERA)	m ³	65.0	11.7	76.7
5	HORMIGON DE RÍO (EN CANTERA)	m ³	65.0	11.7	76.7
6	PIEDRA CHANCADA 1/2" (EN CANTERA)	m ³	85.0	15.3	100.3
7	PIEDRA CHANCADA 3/4" (EN CANTERA)	m ³	90.0	16.2	106.2
8	OVER DE CANTERA 4" A 6" (EN CANTERA)	m ³	65.0	11.7	76.7

* PRECIOS INCLUYEN IGV
 * ENTREGA INMEDIATA
 * VALIDEZ DE LA PROFORMA: **30 DÍAS**

CAJAMARCA, 17 DE JULIO DEL 2023

Figura N°19. Cotización de equipo


		Cajamarca, 17 de julio del 2023	
<u>COTIZACIÓN DE EQUIPO 2023-08</u>			
Señor/Cliente: CRISTIAN BAYRON VALERA LEZAMA			
Proyecto: COMPARACION DEL COSTO DE PRODUCCION Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO CON RAPIMIX-CONCRETO SECO $f'c=210$ Kg/cm ² Y CONCRETO CONVENCIONAL $f'c=210$ Kg/cm ² , CAJAMARCA 2022.			
Asunto: Cotización de Alquiler de Maquinaria			
De nuestra consideración: En atención a vuestro requerimiento, hacemos llegar nuestra propuesta económica			
Según la referencia.			
<u>ALQUILER DE EQUIPO</u>			
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND/MEDIDA	VALOR UNITARIO (no incluye IGV)
01	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	14.38
02	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1"	hm	7.5
<ul style="list-style-type: none"> • Los precios mencionados no incluyen IGV (18%). • Esperando ser considerados, nos suscribimos de ustedes. • Vigencia de cotización 30 días. 			
ATENTAMENTE			
 <small>TRANSPORTES Y CONSTRUCCION L&M BARUCH SRL RUC: 20606906227</small> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> Luciano Portal Cusquisiban <small>GERENTE GENERAL</small>			
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/> LUCIANO PORTAL CUSQUISIBAN <small>GERENTE GENERAL</small>			
<small>TRANSPORTES Y CONSTRUCCION L&M BARUCH S R L - RUC: 20606906227 - AV. LA PAZ N° 967 BARRIO ARANJUEZ CAJAMARCA - CELULAR: 999 571 306 - 970038275</small>			

Figura N°20. Cotización de equipo



Praxis Cajamarca

Prolongación Av. Hoyos
Rubio Km. 3.2

Teléfono: (076) 773107

Praxis Trujillo

Av. Miraflores N° 1453
Urb. Los Jardines

Teléfono: (044) 203518

Praxis Piura

Av. Progreso N° 1410 A. H.
Campo Polo, Castilla

Teléfono: 936319516

Praxis Talara

Av. E N° 80 Cercado
Talara

Teléfono: (073) 384107

Señores:

Cristian Bayron Valera Lezama

Fecha:

17/07/2023

Obra:

COMPARACION DEL COSTO DE PRODUCCION Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO CON RAPIMIX-CONCRETO SECO $f'c=210$ Kg/cm² Y CONCRETO CONVENCIONAL $f'c=210$ Kg/cm², CAJAMARCA 2022.

CÓDIGO	MAQUINARIA LIVIANA			DÍA	TOTAL C/IGV
	MAQUINARIA/EQUIPOS	CANTIDAD			
001	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1"	1		1	S/ 7.98
002	AMOLADORA 7"	1		1	S/ 4.58
003	ARNES DE SEGURIDAD PECTORAL	1		1	S/ 380.27
004	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 4 HP	1		1	S/ 22.88
005	COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM, 87 HP	1		1	S/ 39.83
006	EQUIPO PARA PINTAR	1		1	S/ 22.25
007	EQUIPO PULVERIZADOR	1		1	S/ 24.72
008	ESTACIÓN TOTAL	1		1	S/ 21.50
009	MAQUINA DE SOLDAR 225 A	1		1	S/ 15.99
010	MARTILLO NEUMATICO DE 24 kg	1		1	S/ 13.16
011	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	1		1	S/ 20.86
012	MOTONIVELADORA DE 125 HP - C/COMBUSTIBLE	1		1	S/ 309.16

CONDICIONES COMERCIALES:

El precio general incluye IGV Forma de pago: Contado

Plazo calendario de vigencia de cotización 30 días.

Figura N°21. Cotización de equipo



COTIZACION DE MAQUINARIA
N.º 018-2023-COT-GG-JHMACC

CLIENTE: Cristian Bayron Valera Lezama

Por medio de la presente para saludarlo cordialmente y a la vez para hacerle llegar la cotización de Equipos Livianos que se detalla en el siguiente cuadro:

PROYECTO: COMPARACION DEL COSTO DE PRODUCCION Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO CON RAPIMIX-CONCRETO SECO $f'c=210$ Kg/cm² Y CONCRETO CONVENCIONAL $f'c=210$ Kg/cm², CAJAMARCA 2022.

EQUIPOS LIVIANOS		
MAQUINA	UND	VALOR UNITARIO
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1"	hm	S/8.70
MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	S/17.58

NOTAS:

1. Los costos corresponden a máquina seca.
2. Los costos corresponden a un solo turno considerando 180 horas al mes
3. Los costos no contemplan movilización y desmovilización de los equipos
4. Los costos NO incluyen IGV
5. Oferta válida por 30 días
6. En caso de requerir los equipos por un tiempo mayor a 06 meses, se puede realizar un descuento.

Cajamarca, 17 de julio del 2023

CONTACTOS		JH MACC EIRL
T. Fijo :	076-366664	Website : www.jhmacc.com

Figura N°22.

Cotización de Cemento Tipo I

CONSORCIO FERRETERO VASQUEZ SAC
RUC: 20529451190

Materiales para la construcción e industria
 Dir. Fiscal MZA 11 LOTE 5 INT. 2 B SEC. 02 GRUPO 24A LIMA - VILLA EL SALVADOR
 Dirección: Av. San Martín de Porres N. 1654 - Cajamarca - Perú
 Av. Vía de Evitamiento Norte 246 - Cajamarca - Perú



COTIZACION No. 0123-2023

Cajamarca, 17 de julio de 2023

SEÑORES: CRISTIAN BAYRON VALERA LEZAMA

ASUNTO: COTIZACION DE MATERIALES DE FERRETERIA

PROYECTO: COMPARACION DEL COSTO DE PRODUCCION Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO CON RAPIMIX-CONCRETO SECO $f_c=210$ Kg/cm² Y CONCRETO CONVENCIONAL $f_c=210$ Kg/cm², CAJAMARCA 2022.

Estimados señores, previo un cordial saludo, remito la cotización de lo requerido:

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO
1.00	Cemento Portland Tipo I	Bolsa	40	38.35

Nota:

- Precio incluye IGV
- Vigencia del precio: 30 días hábiles.
- Lugar de entrega: Nuestros almacenes: Av. Vía de Evitamiento 1654- Cajamarca.


JUAN RUIZ WISNER A.
 GERENTE GENERAL

E- Mail: Ventas@consorciovasquez.com Celular: 949730812
ivasquez@consorciovasquez.com
 Web: www.consorciovasquez.com

Figura N°23. Cotización de Cemento Tipo I



SERVIFER S.R.L.

RUC: 20453778739

Cajamarca, 17 de julio de 2023.

Señores:

CRISTIAN BAYRON VALERA LEZAMA.

Mediante la presente, y atendiendo a su gentil solicitud, nos es grato alcanzarles nuestra cotización por lo siguiente:

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO
1.00	CEMENTO PORTLAND TIPO 1 VERDE	BOLSA	40	38.80

CONDICIONES COMERCIALES

Precio Unitario : Nuevos Soles Inuido I.G.V
 Forma de Pago : 7DIAS
 Cta. Cte Soles BCP : 245-1974052-0-65
 Lugar de Entrega : CAJAMARCA
 Tiempo de Entrega : 5 DIAS HABILES
 Validez de Oferta : 30 DIAS HABILES

DEPARTAMENTO DE VENTAS

Contacto: Maguin Hernandez Rojas
 Celular: 976488616
 Correo: servifer_srl@hotmail.com
 Local Principal: Jr. Revilla Perez Nro 218 Cajamarca

Figura N°24. Cotización de Cemento Tipo I



JHGS INGENIEROS S.R.L.
 RUC:20607551678
 E-MAIL: jhgsingenieros@gmail.com
 CEL: 991151090 - 957214973 - 949678154

COTIZACION N2 0185-2023

ATENCION: CRISTIAN BAYRON VALERA LEZAMA

PROYECTO:

COMPARACION DEL COSTO DE PRODUCCION Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO CON RAPIMIX-CONCRETO SECO $f_c=210$ Kg/cm² Y CONCRETO CONVENCIONAL $f_c=210$ Kg/cm², CAJAMARCA 2022.

El que suscribe

RAZON SOCIAL	:	JHGS INGENIEROS S.R.L	CELULAR N°	991151090
RUC N°	:	20607551678	E MAIL	
DIRECCION	:		FECHA	17/07/2023

Hacemos llegar la presente propuesta económica para la actividad detallada:

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO
1.00	CEMENTO PORTLAND TIPO I	Bolsa	40	38.50

CONDICIONES DEL SERVICIO:

LUGAR DE ENTREGA: NUESTROS ALMACENES. LOS PRECIOS INCLUYEN IGV.

CAL. ANGAMOS NRO. 1169 BAR. CHONTAPACCHA CAJAMARCA -
 CAJAMARCA - CAJAMARCA

PLAZO DE ENTREGA: 7 Dias Calendario

CAJAMARCA, 17 DE JULIO DE 2023.

ATENTAMENTE,

JHGS INGENIEROS S.R.L.
 RUC 20607551678
 Cristian Bayron Valera Lezama
 Gerente General

6.5 Costo de Mano de Obra Hora Hombre

Se detalla el costo para las distintas categorías de mano de obra según CAPECO.

Figura N°25. Cotización de equipos, costos de mano de obra de CAPECO (Cámara Peruana de la Construcción), vigente al 1 de junio del 2022

Precios de Mano de Obra				
COSTO DE HORA HOMBRE EN OBRAS DE EDIFICACIÓN (VIGENTE AL 1 DE JUNIO DE 2022)				
ITEM	CONCEPTOS	CATEGORÍA		
		OPERARIO	OFICIAL	PEÓN
1.00	REMUNERACIÓN BÁSICA VIGENTE (RB) (vigente del 01.06.2022 al 31.05.2023)	80,50	63,15	56,80
2.00	BONIFICACIÓN UNIFICADA DE CONSTRUCCIÓN (BUC) (vigente del 01.06.2022 al 31.05.2023)	25,76	18,95	17,04
3.00	LEYES Y BENEFICIOS SOCIALES SOBRE LA RB (113.95%)	91,73	71,96	64,72
4.00	LEYES Y BENEFICIOS SOCIALES SOBRE EL BUC (12.00%)	3,09	2,27	2,04
5.00	BONIFICACIÓN POR MOVILIDAD	8,00	8,00	8,00
6.00	OVEROL (2 und. anuales)	0.43	0.43	0.43
	COSTO DÍA HOMBRE (DH)	209.51	164.76	149.03
	COSTO HORA HOMBRE (HH)	26.19	20.60	18.63

Fuente: CAPECO 2022- <https://www.capeco.org>

6.6 Fotografías



Foto.N°1. Realizando el análisis granulométrico del agregado grueso con el uso de los tamices correspondientes y recolectando los datos en las fichas.



Foto.N°2. Análisis granulométrico-realizando el peso correspondiente del material retenido del agregado grueso en él tamiz.



Foto.N°3. Pesando el molde más el agregado fino, dato que nos servirá posteriormente para realizar el cálculo del peso unitario compactado del agregado fino.



Foto.N°4. Pesando la fiola más la respectiva cantidad de agregado fino para realizar el ensayo de peso específico de masa del agregado fino.



Foto.N°5. Realizando el ensayo de contenido de humedad del agregado fino.



Foto.N°6. Análisis granulométrico-Tamizado-Agregado fino.



Foto.N°7. En la figura se visualiza pesando el agregado grueso.



Foto.N°8. En la figura se visualiza pesando el agregado fino.



Foto.Nº9. En la figura se observa el peso del molde utilizado en el ensayo de peso unitario, esto nos sirve para determinar el factor “f”.



Foto.Nº10. Realizando el ensayo de peso unitario compactado del agregado grueso.



Foto.N°11. Elaboración del concreto convencional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, así mismo se muestra el llenado de los moldes.



Foto.N°12. Realizando el ensayo de asentamiento y medida de slump del concreto convencional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.



Foto.N°13. Elaboración y ensayo de asentamiento del concreto Rapimix $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$.



Foto.N°14. Se muestra en la imagen los especímenes de concreto en los moldes normalizados, tanto del concreto Rapimix $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, así como del concreto convencional $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$.



Foto.N°15. Curado de especímenes de concreto cada uno de ellos codificados adecuadamente de acuerdo al tipo.



Foto.N°16. Ensayo a compresión del concreto convencional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.



Foto.N°17. Se observa la Ensayo a compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ tipo I.



Foto.N°18. Fallas de los especímenes después del ensayo a compresión del concreto.



Universidad Nacional de Cajamarca
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Ensayo de Materiales



EL JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE LA FACULTAD
DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, DEJA:

CONSTANCIA

Por el presente que el **Bach. VALERA LEZAMA CRISTIAN BAYRON**, Exalumno de la Facultad de Ingeniería. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Cajamarca ha realizado en el Laboratorio de Ensayo de Materiales “Mg. Ing. Carlos Esparza Díaz” las siguientes actividades:

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
1	Análisis granulométrico (agregado fino y grueso)
2	Peso unitario suelto y compactado (agregado fino y grueso)
3	Peso específico (agregado fino y grueso)
4	Ensayo de absorción (agregado fino y grueso)
5	Contenido de humedad (agregado fino y grueso)
6	Ensayo material más fino que pasa malla N° 200
7	Elaboración de probetas cilíndricas de 6x12 in
8	Ensayo resistencia a la compresión en probetas cilíndricas.

Para la Tesis Titulada: “**COMPARACIÓN DEL COSTO DE PRODUCCIÓN Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON RAPIMIX – CONCRETO SECO F’c= 210 Kg/cm² Y CONCRETO CONVENCIONAL F’c= 210 Kg/cm², CAJAMARCA 2022**”. Dichas actividades se desarrolló del 26/01/2023 al 07/03/2023.

Se expide el presente, para fines que se estime conveniente.

Cajamarca, 10 de agosto de 2023.

Atentamente:

c.c. a:
_Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

Ing. Mauro Constantino Vargas
JEFE DEL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES