



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“EFICIENCIA DEL MÉTODO DE DOSIFICACIÓN DE MEZCLA DE UN CONCRETO CONVENCIONAL RESPECTO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN, TRUJILLO 2022”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Julio Ernesto Esquivel Vasquez

Asesor:

Mg. Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz

<https://orcid.org/0000-0001-9018-5763>

Trujillo – Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	German Sagastegui Vásquez	45373822
	Nombre y Apellidos	N° DNI

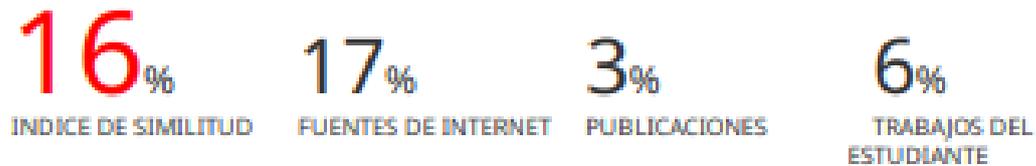
Jurado 2	Nixon Peche Melo	70615775
	Nombre y Apellidos	N° DNI

Jurado 3	Luis Alberto Alva Reyes	42013371
	Nombre y Apellidos	N° DNI

INFORME DE SIMILITUD

tesis- julio esquivel

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	8%
2	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.ucss.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	1%
9	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1%

DEDICATORIA

A mis padres por haberme forjado como persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que incluye este.

Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas , me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

Gracias madre y padre.

AGRADECIMIENTO

No podría haber llegado a este momento de mi vida sin el apoyo constante de mis padres. A lo largo de mi vida, siempre estuvieron ahí para animarme, para impulsarme a seguir adelante y para creer en mí, incluso cuando yo mismo no lo hacía. Ahora, al final de mi camino de estudios, no puedo sino expresarles mi profundo agradecimiento. Sin su ayuda, no habría podido superar los obstáculos que se me presentaron a lo largo de mi camino. Es gracias a su amor y a su apoyo que he podido llegar hasta aquí. No tengo palabras suficientes para agradecerles todo lo que han hecho por mí, pero espero que estas pocas palabras sean un pequeño comienzo.

Muchas gracias, mamá y papá. los quiero.

TABLA DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	10
RESUMEN	12
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad Problemática	13
1.2. Antecedentes de la investigación	19
1.3. Bases teóricas	26
<i>1.3.1. Concreto</i>	26
<i>1.3.2. Colocación del concreto</i>	29
<i>1.3.3. Propiedades del concreto</i>	30
<i>1.3.4. Diseño de mezcla</i>	32
1.4. Formulación del problema	35
1.5. Objetivos	35
<i>1.5.1. Objetivo general</i>	35
<i>1.5.2. Objetivos específicos</i>	35
1.6. Hipótesis	35
<i>1.6.1. Hipótesis general</i>	36
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	37
2.1. Tipo de investigación	37
<i>2.1.1. Según el propósito</i>	37
<i>2.1.2. Según el diseño</i>	37
2.2. Diseño de investigación	37
2.3. Variables	37
<i>2.3.1. Método de dosificación de mezcla</i>	37
<i>2.3.2. Resistencia a la compresión</i>	38
<i>2.3.3. Resistencia a la flexión</i>	38
2.4. Población y muestra	43
<i>2.4.1. Población</i>	43

2.4.2.	<i>Muestra</i>	43
2.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	44
2.5.1.	<i>Técnica de recolección de datos</i>	44
2.5.2.	<i>Instrumentos de recolección de datos</i>	44
2.5.3.	<i>Validación del instrumento de recolección de datos</i>	45
2.5.4.	<i>Análisis de datos</i>	45
2.5.5.	<i>Instrumento de análisis de datos</i>	46
2.6.	Aspectos éticos	46
2.7.	Procedimiento	47
2.7.1.	<i>Granulometría de los agregados (NTP 400.012)</i>	48
2.7.2.	<i>Contenido de humedad de los agregados (NTP 339.185)</i>	48
2.7.3.	<i>Peso unitario del agregado fino y grueso (NTP 400.017)</i>	48
2.7.4.	<i>Peso específico y absorción de los agregados</i>	49
2.7.5.	<i>Diseño de mezcla</i>	50
2.7.6.	<i>Ensayos del concreto</i>	51
CAPÍTULO III. RESULTADOS		55
3.1.	Caracterización de agregados	55
3.2.	Diseños de mezcla	56
3.3.	Resistencia a la compresión del concreto	57
3.4.	Resistencia a la flexión del concreto	58
3.5.	Prueba de hipótesis	59
3.5.1.	<i>Análisis de distribución normal</i>	59
3.5.2.	<i>Análisis de varianza</i>	60
3.5.3.	<i>Análisis posprueba</i>	61
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES		63
4.1.	Discusión	63
4.2.	Conclusiones	72
4.3.	Recomendaciones	73
REFERENCIAS		75
ANEXOS		80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de cemento Portland adicionado.	27
Tabla 2. Valores máximos admisibles de las sustancias existentes en el agua.	28
Tabla 3. Porcentaje que pasa (agregado fino).	29
Tabla 4. Tolerancias para el ensayo de resistencia según la edad de curado.	31
Tabla 5. Valores de las constantes a y b de la ecuación Fuller – Thompson.	33
Tabla 6. Diseño de investigación.	37
Tabla 7. Matriz de clasificación de variables.	38
Tabla 8. Matriz de operacionalización de la variable dependiente 1.	40
Tabla 9. Matriz de operacionalización de la variable dependiente 2.	41
Tabla 10. Matriz de operacionalización de la variable independiente.	42
Tabla 11. Número de testigos para compresión.	43
Tabla 12. Número de testigos para flexión.	44
Tabla 13. Pruebas para el análisis de datos.	46
Tabla 14. Número de capas para una probeta cilíndrica.	52
Tabla 15. Caracterización del AG.	55
Tabla 16. Caracterización del AF.	55
Tabla 17. DM del concreto por el Método ACI 211.1.	56
Tabla 18. DM del concreto por el Método de Fuller.	56
Tabla 19. DM del concreto por el Método de la Combinación de Agregados.	56
Tabla 20. DM del concreto por el Método de Máxima Compacidad.	57
Tabla 21. Normalidad para la compresión del concreto a 3 días de edad.	59
Tabla 22. Normalidad para la compresión del concreto a 7 días de edad.	59
Tabla 23. Normalidad para la compresión del concreto a 28 días de edad.	59
Tabla 24. Normalidad para la flexión del concreto a 28 días de edad.	60
Tabla 25. Varianza para la compresión del concreto a 3 días de edad.	60
Tabla 26. Varianza para la compresión del concreto a 7 días de edad.	60
Tabla 27. Varianza para la compresión del concreto a 28 días de edad.	61
Tabla 28. Varianza para la flexión del concreto a 28 días de edad.	61
Tabla 29. Posprueba para la compresión promedio del concreto a 3 días de edad.	61
Tabla 30. Posprueba para la compresión promedio del concreto a 7 días de edad.	62
Tabla 31. Posprueba para la compresión promedio del concreto a 28 días de edad.	62
Tabla 32. Posprueba para la flexión promedio del concreto a 28 días de edad.	62
Tabla 33. Análisis granulométrico del agregado grueso.	80
Tabla 34. Análisis granulométrico del agregado fino.	80
Tabla 35. Contenido de humedad del agregado fino.	81
Tabla 36. Contenido de humedad del agregado grueso.	81
Tabla 37. Peso unitario del agregado fino.	81
Tabla 38. Peso unitario del agregado grueso.	82
Tabla 39. Peso específico y absorción del agregado fino.	82
Tabla 40. Peso específico y absorción del agregado grueso.	82
Tabla 41. Parámetros requeridos para los diseños de mezcla.	83
Tabla 42. Determinación de f'_{cr} cuando no hay data histórica para calcular el “S”	83

Tabla 43. Cantidad de agua y contenido de aire de acuerdo con el asentamiento y TMN del agregado.	83
Tabla 44. Dependencia entre la relación a/c y la resistencia a compresión del concreto.	84
Tabla 45. Factores de agregado grueso (b/b ₀).	85
Tabla 46. Peso seco de los materiales (Método ACI 211.1).	85
Tabla 47. Peso húmedo de los materiales (Método ACI 211.1).	86
Tabla 48. Peso SSS de los materiales (Método ACI 211.1).	87
Tabla 49. Granulometría – Método Fuller.	88
Tabla 50. Peso seco de los materiales (Método de Fuller).	89
Tabla 51. Peso húmedo de los materiales (Método de Fuller).	90
Tabla 52. Peso SSS de los materiales (Método de Fuller).	91
Tabla 53. Módulo de Finura de la combinación de agregados.	91
Tabla 54. Peso seco de los materiales (Método Combinación de Agregados).	92
Tabla 55. Peso húmedo de los materiales (Método Combinación de Agregados).	93
Tabla 56. Peso SSS de los materiales (Método Combinación de Agregados).	94
Tabla 57. Pesos y porcentajes para hallar el PUC del Agregado global.	94
Tabla 58. Determinación del PUC del Agregado global.	94
Tabla 59. Peso seco de los materiales (Método Máxima Compacidad).	95
Tabla 60. Peso húmedo de los materiales (Método Máxima Compacidad).	96
Tabla 61. Peso SSS de los materiales (Método Máxima Compacidad).	97
Tabla 62. Resistencia a la compresión del concreto para el método ACI 211.1, a 3 días de edad.	97
Tabla 63. Resistencia a la compresión del concreto para el método ACI 211.1, a 7 días de edad.	97
Tabla 64. Resistencia a la compresión del concreto para el método ACI 211.1, a 28 días de edad.	98
Tabla 65. Resistencia a la compresión del concreto para el método de Fuller, a 3 días de edad.	98
Tabla 66. Resistencia a la compresión del concreto para el método de Fuller, a 7 días de edad.	98
Tabla 67. Resistencia a la compresión del concreto para el método de Fuller, a 28 días de edad.	98
Tabla 68. Resistencia a la compresión del concreto para el método de Combinación de agregados, a 3 días de edad.	98
Tabla 69. Resistencia a la compresión del concreto para el método de Combinación de agregados, a 7 días de edad.	99
Tabla 70. Resistencia a la compresión del concreto para el método de Combinación de agregados, a 28 días de edad.	99
Tabla 71. Resistencia a la compresión del concreto para el método de Máxima compacidad, a 3 días.	99
Tabla 72. Resistencia a la compresión del concreto para el método de Máxima compacidad, a 7 días.	99
Tabla 73. Resistencia a la compresión del concreto para el método de Máxima compacidad, a 28 días.	100
Tabla 74. Resistencia a la flexión del concreto para el método de ACI 211.1, a 28 días.	100
Tabla 75. Resistencia a la flexión del concreto para el método de Fuller, a 28 días.	100
Tabla 76. Resistencia a la flexión del concreto para el método de Combinación de agregados, a 28 días.	101
Tabla 77. Resistencia a la flexión del concreto para el método de Máxima compacidad, a 28 días.	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Procedimiento de la tesis.	47
Figura 2. Compresión promedio del concreto a 3 días de edad.	57
Figura 3. Compresión promedio del concreto a 7 días de edad.	57
Figura 4. Compresión promedio del concreto a 28 días de edad.....	58
Figura 5. Resistencia a la flexión promedio del concreto a 28 días de edad.	58
Figura 6. Granulometría – Método Fuller.	88
Figura 7. P.U.C. vs. %Af, %Ag	95
Figura 8. Matriz para evaluación de experto de los instrumentos de recolección de datos.....	101
Figura 9. Formato de guía de observación para la variable resistencia a la compresión.....	102
Figura 10. Formato de guía de observación para la variable resistencia a la flexión.....	103
Figura 11. Informe de ensayo de granulometría del agregado fino.....	105
Figura 12. Informe de ensayo de contenido de humedad del agregado fino.	105
Figura 13. Informe de ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado fino.....	106
Figura 14. Informe de ensayo de peso específico y absorción del agregado fino.	107
Figura 15. Informe de ensayo de granulometría del agregado grueso.	108
Figura 16. Informe de ensayo de contenido de humedad del agregado grueso.....	109
Figura 17. Informe de ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado grueso.	110
Figura 18. Informe de ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso.....	111
Figura 19. Informe de ensayo de compresión del concreto para el método ACI 211.1, a 3 días de edad.	112
Figura 20. Informe de ensayo de compresión del concreto para el método ACI 211.1, a 7 días de edad.	113
Figura 21. Informe de ensayo de compresión del concreto para el método ACI 211.1, a 28 días de edad.	114
Figura 22. Informe de ensayo de compresión del concreto para el método Fuller, a 3 días de edad.	115
Figura 23. Informe de ensayo de compresión del concreto para el método Fuller, a 7 días de edad.	116
Figura 24. Informe de ensayo de compresión del concreto para el método Fuller, a 28 días de edad.	117
Figura 25. Informe de ensayo de compresión del concreto para el método de Combinación de agregados, a 3 días de edad.	118
Figura 26. Informe de ensayo de compresión del concreto para el método de Combinación de agregados, a 7 días de edad.	119
Figura 27. Informe de ensayo de compresión del concreto para el método de Combinación de agregados, a 28 días de edad.	120
Figura 28. Informe de ensayo de compresión del concreto para el método de Máxima compacidad, a 3 días de edad.	121
Figura 29. Informe de ensayo de compresión del concreto para el método de Máxima compacidad, a 7 días de edad.	122
Figura 30. Informe de ensayo de compresión del concreto para el método de Máxima compacidad, a 28 días de edad.	123

Figura 31. Informe de ensayo de flexión del concreto para el método ACI 211.1, a 28 días de edad.	124
Figura 32. Informe de ensayo de flexión del concreto para el método de Fuller, a 28 días de edad.	125
Figura 33. Informe de ensayo de flexión del concreto para el método de Combinación de agregados, a 28 días de edad.	126
Figura 34. Informe de ensayo de flexión del concreto para el método de Máxima compacidad, a 28 días de edad.	127
Figura 35. Ficha técnica cemento Pacasmayo Tipo ICO, página 1/2.....	129
Figura 36. Ficha técnica cemento Pacasmayo Tipo ICO, página 2/2.....	129

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en la ciudad de Trujillo, teniendo como objetivo determinar la eficiencia del método de dosificación de mezcla de un concreto convencional respecto a la resistencia a la compresión y flexión, teniendo en cuenta un diseño pre experimental con muestreo no probabilístico, la técnica de observación para recolectar los datos; así como la estadística descriptiva en inferencial para el análisis de los mismos; el problema se origina debido a que muchos no realizan un diseño de mezcla el cual asegure la calidad del concreto, y solo se limitan a ciertas prácticas empíricas las cuales en muchos casos traen consigo concretos muy pobres es decir de poca resistencia ya que alteran el contenido de agua con el fin de obtener una mezcla trabajable, por ello se diseñó un concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en base a 4 métodos de dosificación (ACI 211.1, Fuller, Combinación de agregados y Máxima compacidad) utilizando cemento tipo ICO y elaborando un total de 48 testigos para evaluar la resistencia a la compresión a edades de 3, 7 y 28 días, así como la resistencia a la flexión a 28 días; obteniendo al método de Máxima compacidad como el más eficiente, puesto que alcanzó el mayor valor promedio de resistencia para todas las edades consideradas en ambas variables dependientes.

Palabras clave: Método de dosificación de mezcla, concreto convencional, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

Se conoce que, actualmente, el concreto es considerado como el material con mayor demanda para el desarrollo de obras civiles, las mismas que cubren las necesidades básicas del ser humano; siendo éste una mezcla de diferentes componentes como cemento, agua, agregado fino, agregado grueso y eventualmente algún aditivo que le proporcione una característica específica que una determinada estructura necesita. Por lo mencionado, es que siempre se busca que este material cumpla con algunos requisitos mínimos a manera de garantizar la calidad de las estructuras y, por ende, la integridad de sus usuarios, tal es el caso de los parámetros de resistencia, tanto a compresión para elementos verticales como a flexión para horizontales. La resistencia del concreto se encuentra relacionada a factores como la calidad de los materiales, la relación agua/cemento, la temperatura, el clima, etc.; considerando como uno de los más importantes a la dosificación resultante luego de realizar un diseño de mezcla. Los diseños de mezcla se forman a partir de las características de los agregados, sin embargo, existen muchos métodos que se pueden emplear, teniendo como el más común al ACI 211.1. Utilizar un método diferente al tradicional supone una variación de pesos por cada m³ de concreto, por lo que se busca conocer el de mayor beneficio en cuanto a resistencia.

En Ecuador, Santamaria et al. (2018) comentan que en la actualidad hay diferentes métodos tanto convencionales como no convencionales para la determinación de proporciones de los elementos que conforman el concreto, los cuales se conocen como diseños de mezcla, estando la mayoría basados en experiencias personales y

tablas empíricas tal es el caso del método ACI, sin embargo, éste podría no resultar idóneo por la diferencia de cemento y materiales que existe entre EE. UU. y Ecuador. En Nigeria, Aginam et al. (2013) señalan que las mezclas de concreto son diseñadas con el objetivo de lograr una trabajabilidad, resistencia y durabilidad definidas; cuyos métodos de diseño ayuden a decidir las proporciones relativas de los ingredientes del concreto para que este alcance las propiedades deseadas de la manera más económica, pues los ingredientes básicos del concreto son los mismos, pero es su proporción relativa lo que marca la diferencia; en otras palabras, es posible que los materiales sean de buena calidad, mezcla completa, el transporte y colocación adecuados, la compactación adecuada entre otros no produzcan una buena calidad del concreto si la dosificación no se ha realizado correctamente.

Por su parte en China, Shi et al. (2015) mencionan que el diseño de mezcla es un paso muy importante en la producción y aplicación del concreto, en donde el diseño empírico se basa en datos empíricos que involucran contenido de agregados gruesos y finos, agua, cemento y dosificación de plastificante para determinar las proporciones iniciales de la mezcla; las mejores estimaciones de las proporciones de la mezcla para las propiedades requeridas se llevan a cabo a través de varios ensayos, mezclas y ajustes. Asimismo, señalan que una de las ventajas de este método de diseño es su sencillez, sin embargo se necesitan pruebas de laboratorio intensivas para tener un comportamiento compatible para los constituyentes disponibles y proporciones de mezcla satisfactorias.

Por otro lado en Perú, Coasaca (2018) argumenta que al momento de diseñar una construcción de concreto, esta debe cumplir con requerimientos básicos y mínimos dependiendo de las condiciones en que se encuentre; dichas propiedades se obtendrán a partir de las características de los componentes del concreto por lo que se debe

realizar un diseño de mezcla óptimo que dosifique los materiales del concreto para su preparación, y cumpla con los requerimientos necesarios según la condiciones de la estructura y pueda asegurar su desarrollo futuro. El método más conocido y usado a nivel mundial es el método de ACI, diseñado por la norma referentes a sus siglas (American Concrete Institute), este método ha tenido gran aceptación debido a su fácil procedimiento y amplio margen de uso, pudiendo ser utilizado en cualquier parte y bajo cualquier condición utilizando las variables que impone el método. Sin embargo, existen otros métodos de diseños de mezcla desarrollados por diferentes investigadores, que mediante pruebas realizadas por los mismos logran obtener resultados más óptimos que el método ACI.

En el mismo país, Vásquez (2013) sostiene que existen varios métodos para elaborar concreto pero en la mayoría de casos no son aplicados; puesto que el concreto es fundamental en una estructura, resulta necesario conocer el método que mejor se acerca para una resistencia específica y de esta forma se cumpla con las especificaciones para obtener una estructura que cumpla con las funciones para las que fue diseñada.

En la ciudad de Trujillo, Romero (2019) comenta que resulta importante la selección idónea de un diseño de mezcla para la confección de concretos debido a que es la que permite que se logre un producto que satisfaga no solo las características técnicas deseadas, sino también las económicas durante un proyecto constructivo.

Las variables dependientes de la presente investigación, tales como la resistencia a la compresión y resistencia a la flexión del concreto, serán controladas a nivel nacional mediante la normativa técnica peruana, y mediante las normas ASTM (Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales), a nivel internacional; dichas

normas permitirán evaluar adecuadamente el comportamiento del concreto elaborado en base a los diferentes métodos de diseño establecidos.

Vásquez (2013), encontró que el método ACI fue el que más se aproximó a la resistencia de 210 kg/cm² con una resistencia última promedio de 282.95 kg/cm² y la resistencia con el diseño del Módulo de Fineza de la Combinación de los Agregados fue la que se distanciaba con 326.81 kg/cm². Asimismo, ajustando los diseños de acuerdo a las resistencias últimas obtenidas con la Ley de Powers pudo obtener que el método más económico es el Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

Cáceres y Chira (2021), luego de evaluar dos canteras ubicadas en la ciudad de Talara las cuales fueron Escorpión y Adriana Nicoll mediante la aplicación de diferentes métodos de diseño como el método ACI, Fuller y Módulo de Fineza, teniendo que la cantera Escorpión presenta las mejores condiciones para elaborar concreto debido a que el agregado grueso cumplía con los requisitos de granulometría; encontraron que para dicha cantera, los mejores resultados de resistencia a la compresión a edades de 3, 7 y 28 días fueron obtenidos por el concreto diseñado en base al método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, con un 64.60%, 83.80% y 137.00% de resistencia respectivamente para las edades antes mencionadas, considerando una resistencia de diseño de 210 kg/cm².

Coasaca (2018), encontró que los diseños convencionales alcanzan el asentamiento requerido en bajas resistencias y mientras estas aumentan el asentamiento tiende a salir por el rango inferior, de estos diseños Módulo de fineza es el que tiene mayor asentamiento. Los diseños racionales presentan diferentes asentamientos, siendo Bolomey el mayor en bajas resistencias por resultar en una mezcla con poca adherencia que produce un alto asentamiento pero poca trabajabilidad, el diseño de

Füller tiene asentamientos menores que los convencionales mientras que Faury presenta el menor asentamiento en resistencias bajas por resultar en una mezcla pastosa y seca con su alto contenido de finos; estos diseños racionales se nivelan en altas resistencias donde tiene un mejor comportamiento llegando a igualar y superar a los convencionales. Por otro lado O'Reilly es el que presenta un mayor equilibrio entre sus asentamiento a lo largo de las resistencias por su naturaleza experimental, mientras que Porrero & Grases presenta uno de las menores asentamientos que se va volviendo aún más pequeño a más resistencia requerida. Asimismo, en cuanto a los resultados de resistencia a la compresión el autor menciona que los diseños más eficientes en función a su cantidad de cemento y resistencia son: O'Reilly (0.755), Füller (0.786) y Bolomey (0.824) para $f'c = 175, 210$ y 280 kg/cm^2 respectivamente, mientras que los diseños más deficientes son Bolomey (0.537), Bolomey (0.632) y O'Reilly (0.693), con las mismas resistencias requeridas respectivamente.

En base a los estudios analizados, se evidencia que el método de diseño de mezcla si influye en la resistencia del concreto, puesto que cada método de diseño arroja dosificaciones bastante diferentes de los materiales que van a conformar el concreto, y ello hace que las reacciones químicas que se producen entre la pasta cementante y los agregados sea distinta y por ende genere ciertas variaciones en las propiedades mecánicas del concreto. Por ello, se realiza esta investigación con el objetivo de incrementar los conocimientos del tema a desarrollar, quedando como antecedente para enriquecer estudios futuros de investigadores interesados en analizar el comportamiento del concreto en cuanto a sus propiedades endurecidas teniendo en cuenta distintos métodos de diseño.

Control Mix Express (2020) comenta que las prioridades que se deben buscar en el diseño de mezclas de concreto son la trabajabilidad y vida útil adecuada al proyecto,

la facilidad de colocación, facilidad de compactación, acabado satisfactorio, resistencia especificadas, durabilidad y finalmente la economía, es decir que el diseño de mezcla sea lo más eficiente en rentabilidad; una vez que se logra satisfacer con todas las prioridades, se estará hablando de un concreto de buena calidad.

Concremix (2020) argumenta que la resistencia a la compresión es la característica más importante en el concreto, ya que es lo que le permite a una estructura soportar una carga; por ello, esta se logra mediante un buen diseño de mezcla el cual requiere buena calidad del cemento, los agregados y el agua.

Hoy en día muchos de los involucrados en el tema de construcción, no realizan un diseño de mezcla el cual asegure la calidad del concreto, y solo se limitan a ciertas prácticas empíricas las cuales en muchos casos traen consigo concretos muy pobres es decir de poca resistencia ya que alteran el contenido de agua con el fin de obtener una mezcla trabajable, lo cual representa un peligro para las personas que habitan dichas estructuras pues los elementos estructurales al no contar con la resistencia requerida tienden a ser más propensos a sufrir un colapso incluso ante movimientos sísmicos de pequeña escala. Teniendo en cuenta ello, es que se busca analizar el comportamiento del concreto en cuanto a sus propiedades mecánicas como resistencia a la compresión y flexión considerando diferentes métodos de diseño de mezcla, debido a que cada uno de ellos considera diferentes parámetros y por ende las propiedades del concreto antes mencionadas presentarán variaciones las cuales deben ser evaluadas según la normativa correspondiente y de esta forma establecer el método de diseño más eficiente.

En la presente investigación se busca determinar la eficiencia de diferentes métodos de dosificación de mezcla (ACI 211.1, Combinación de agregados, Fuller y Máxima compactación) respecto a la resistencia a la compresión (evaluada a edades de 3, 7 y

28 días de curado empleando probetas cilíndricas de 4"x8") y la resistencia a la flexión (evaluada a la edad de 28 días de curado empleando vigas de 15cm de sección por 54cm de longitud) de un concreto convencional siguiendo las normas NTP. 339.034 y NTP 339.078 respectivamente. Las consecuencias de no realizar esta investigación es que no se tendría conocimiento sobre la eficiencia de estos métodos de diseño de mezcla que se han considerado en las propiedades mecánicas de un concreto convencional, ya que si bien es cierto existen antecedentes que han realizado un análisis similar, los componentes del concreto no siempre tienen las mismas características y es ahí donde radica la importancia final de este estudio; por otro lado, otra de las consecuencias es que este estudio no podría ser tomado como antecedente para otras investigaciones que se realizarán a futuro cuyos autores busquen aperturar nuevas líneas de investigación.

1.2. Antecedentes de la investigación

Calderón (2015), se propuso realizar un estudio de las características y propiedades físicas, químicas y mineralógicas de los materiales gruesos y finos tipo canto rodado, provenientes del río Chanchan y cómo podrían afectar en los diseños de hormigones cuyas resistencias estén desde 210 Kg/cm² hasta 280 Kg/cm². En base a una metodología de carácter descriptivo y referencial, el autor llevó a cabo una revisión de conceptos generales de las propiedades: físicas, mecánicas, químicas y mineralógicas de los materiales utilizados para la elaboración de los diferentes concretos hidráulicos, así como también sus características y propiedades que deben tener en estado fresco y endurecido; asimismo, realizó ensayos físicos –mecánicos a los materiales pétreos de canto rodado provenientes de la mina del río Chan-chan, enmarcados dentro de las normativas utilizadas en nuestro país, para posteriormente mediante los métodos del ACI y O'Reilly realizar los diseños de mezclas de pruebas

de concreto de las resistencias requeridas y que son los más utilizados para la elaboración de concretos simples y estructurales por la mayoría de los habitantes de los cantones de Milagro, Naranjito, Bucay, El Triunfo, entre otros cantones de la provincia del Guayas. Los resultados muestran que los diseños de concreto con el método del A.C.I dan una resistencia a los 28 días de 212,26 Kg/cm² con una dosificación por volúmenes de 1:5, esto es 1 saco de cemento y 5 parihuelas de 0.40x0.40x0.22 m y con el diseño utilizando el método O'Reilly su resistencia a la compresión a los 28 días es de 225.79 Kg/cm², utilizando una dosificación de 1: 2: 3, esto es 1 saco de cemento, 2 parihuelas de 0.40x0.40x0.22 m de arena y 3 parihuelas de 0.40x0.40x0.22 m de grava. Concluyendo que, la cantidad de cemento a utilizarse según método del ACI es de 6.17 sacos y con el método de O'Reilly es de 6.19 sacos es decir con cualquier de los dos métodos utilizados se emplea la misma cantidad de cemento, pero en cambio con el método del A.C.I utilizamos los agregados tal como se encuentran en la mina, mientras que con el método de O'Reilly se deben separar los agregados para su dosificación y preparación, debido a que para este método se utiliza la mezcla cuyo porcentaje de arena y piedra den el menor porcentaje de vacíos. (p. 143).

Este antecedente es de mucho aporte, debido a que pone en evidencia que las propiedades del concreto fresco y solidificado varían según el método de dosificación empleado, puesto que cada uno utiliza una cantidad de agregado variable, y al conformar estos alrededor del 70% del volumen del concreto, juegan un papel muy importante dentro de su composición, resistencia y durabilidad, por ello es importante evaluar los distintos tipos de diseños existentes para de esta manera obtener un concreto que cumpla con los requerimientos solicitados y los materiales empleados no representen un incremento innecesario en el tema de costos.

Coasaca (2018), tuvo como objetivo realizar un análisis comparativo de las propiedades físicas y mecánicas del concreto utilizando distintos métodos de diseño de mezclas con los materiales típicos de la provincia de Arequipa. En base a una metodología experimental, realizó la descripción y justificación de cada diseño de mezcla (ACI, Walker, Módulo de fineza de la combinación de los agregados, Füller, Bolomey, Faury, O'Reilly y Porrero & Grases) y su respectivo procedimiento considerando sus limitaciones y recomendaciones; asimismo, elaboró especímenes de probetas de concreto de tamaño 10x20cm, realizando 15 probetas por cada diseño, edad y resistencia requerida, contando con una población en general de 720 probetas. Los resultados muestran que los diseños más eficientes en función a su cantidad de cemento y resistencia son: O'Reilly (0.755), Füller (0.786) y Bolomey (0.824) para $f'c = 175, 210$ y 280 kg/cm^2 respectivamente, mientras que los diseños más deficientes son Bolomey (0.537), Bolomey (0.632) y O'Reilly (0.693), con las mismas resistencias requeridas respectivamente. Concluyendo que las mezclas que tengan una relación de agregados fino/grueso muy alta o muy baja, generan un concreto pastoso o pedregoso respectivamente ambos siendo poco manejables, y que provocan una laboriosa compactación, por lo que un diseño óptimo se dará cuando se presente un equilibrio de estos los agregados con una correcta dosificación de cemento. (p.374)

Este estudio de igual manera, aporta demostrando la efectividad de los métodos de diseño según la cantidad de cemento y la resistencia requerida; además, los autores indican que la variación en la relación agregado fino/grueso es muy importante ya que de esta depende la trabajabilidad del concreto, por ello es importante encontrar un equilibrio en las cantidades de los agregados y la dosificación del cemento para adquirir un buen concreto, pues la calidad de este depende de la buena elección y

análisis de los métodos de diseño existentes debido a que cada uno emplea una cantidad distinta de estos materiales.

Vásquez (2013), se planteó como objetivo determinar cuál es el mejor método para la elaboración de diseño de mezclas de concreto para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm²; con agregados de la cantera Huayrapongo. En base a una metodología experimental, el autor determinó las siguientes propiedades del agregado: abrasión, granulometría, peso específico de masa, absorción, peso volumétrico seco y compactado; elaboró 20 probetas por cada método en 5 tandas de 4 probetas y se determinó las siguientes propiedades del concreto fresco: temperatura, slump, contenido de aire y peso volumétrico; el ensayo a la rotura de las probetas se realizó a los 28 días y con el fin de conseguir una distribución uniforme de la carga los cilindros se refrendaron con un mortero de azufre. Los resultados muestran que el método ACI fue el que más se aproximó a la resistencia de 210 kg/cm² con una resistencia última promedio de 282.95 kg/cm² y la resistencia con el diseño del Módulo de Fineza de la Combinación de los Agregados fue la que se distanciaba con 326.81 kg/cm². Asimismo, ajustando los diseños de acuerdo a las resistencia últimas obtenidas con la Ley de Powers pudo obtener que el método más económico es el Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. Concluyendo que, el diseño con los métodos Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados y Walker con material de la cantera Huayrapongo permitió un concreto más denso y con una resistencia superior a la diseñada, teniendo que estos dos métodos permitieron un concreto con buena compactación. (p.94)

Este antecedente aporta dando a conocer una vez más que los métodos empleados para el diseño de mezcla del concreto son variables importantes a tener en cuenta, pues en este caso el autor analizó un total de 4 métodos, de los cuales concluyó que

el más eficiente fue el método del módulo de fineza de la combinación de agregados, pues este logró alcanzar la mayor resistencia a la compresión respecto a los demás.

Romero (2019), tuvo como objetivo realizar el estudio comparativo de 3 métodos de diseño de mezclas en la resistencia a la compresión del concreto. Empleando un diseño experimental, realizó la caracterización de agregados respectiva y elaboró los diseños de mezcla empleando el método de Walker, ACI y Módulo de Fineza de la combinación de agregados, considerando resistencias de diseño de 210 kg/cm² y 175 kg/cm². Los resultados de resistencia a la compresión a 28 días que es la edad en la que el concreto alcanza su máximo valor de resistencia teóricamente, para un $f'c$ de 210 kg/cm², muestran que el método de Walker es el que obtuvo el mayor valor promedio siendo de 268.33 kg/cm², seguido del método ACI 211 con un valor promedio de 201.33 kg/cm² y finalmente el valor obtenido por el método de Módulo de Finura de la combinación de agregados, con un valor de 180 kg/cm². Concluyendo que, el método Walker permitió obtener un concreto más denso y con una resistencia superior a la diseñada, por ello el autor rescata que a mayor peso volumétrico del concreto fresco, mayor esfuerzo último a la compresión. (p.74)

Díaz (2023), se propuso comparar la resistencia de concretos $f'c=210$ y 280 kg/cm² con los métodos ACI, Walker y Módulo de Fineza de la combinación de agregados para determinar el más adecuado con la menor cantidad de cemento mediante ensayos de laboratorio. Empleando un diseño experimental, realizó 30 probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura para cada combinación de método, sumando un total de 180 probetas ensayadas en el laboratorio FERMATI CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES SAC de la ciudad de Chiclayo cumpliendo además con las normas establecidas; considerando resistencias de diseño de $f'c=210$ kg/cm² y 280 Kg/cm², por ser valores más usados para el cálculo

estructural en edificaciones, en relación a los materiales, el cemento empleado fue Portland tipo MS de la cementera Pacasmayo y el agregado de la cantera La Victoria de la ciudad de Chiclayo, sin el uso de aditivos. Los resultados muestran que el método ACI para concretos de $f'c$ de diseño de 210 kg/cm² y 280 kg/cm² alcanzaron la mayor resistencia promedio a los 28 días a las de los diseños requeridos, con valores de 224.56 kg/cm² y 304.79 kg/cm² respectivamente, empleando para ello la menor cantidad de cemento; asimismo, el método del Módulo de Fineza de la combinación de agregados, empleando la misma cantidad de cemento, obtuvo resistencias cercanas a las de diseño con valores de 211.51 kg/cm² y 277.46 kg/cm² respectivamente; por último, encontró que el método Walker obtuvo los mayores valores de resistencia respecto a los dos métodos antes mencionados, con valores de 234.68 kg/cm² y 313.32 kg/cm² respectivamente, pero con una mayor cantidad de cemento. Concluyendo que, el método de diseño ACI para concretos en 210 y 280 Kg/cm² obtuvo una mayor resistencia con la menor cantidad de cemento; debido a ello, en función a los resultados obtener una visión amplia de los métodos y variables que los autores consideren esenciales en el proceso de mezcla del concreto. (p.89)

Este antecedente es de gran aporte, pues se enfoca en el análisis de dos de los métodos que se estudiarán en la presente investigación, los cuales vienen a ser el método ACI 211 y el método del Módulo de Fineza de la combinación de agregados, logrando demostrar que el método de dosificación influye en las propiedades del concreto, pues se observa en este caso que estos dos métodos mencionados logran alcanzar resistencias que sobrepasan a las de diseño y emplean para ello una menor cantidad de cemento, a diferencia del tercer método denominado Walker, el cual si bien es cierto logra sobrepasar por mucho más el valor de resistencia de diseño, emplea para ello una mayor cantidad de cemento, y en temas económicos no sería una buena

opción si es que los recursos destinados para la elaboración del concreto son limitados.

Cáceres y Chira (2021), tuvieron como objetivo analizar el comparativo para obtener el mejor método en la elaboración de diseño de mezcla $f'c$ 210 y 280 kg/cm² empleando los métodos ACI, FULLER y Módulo de Fineza. A través de una metodología experimental, realizaron un total de 108 probetas cilíndricas de 4"x8", las cuales fueron ensayadas a edades de 3, 7 y 28 días, considerando agregados de dos canteras diferentes. Los resultados muestran que la cantera Escorpión presenta las mejores condiciones para elaborar concreto debido a que el agregado grueso cumplía con los requisitos de granulometría; asimismo, encontraron que para dicha cantera, los mejores resultados de resistencia a la compresión a edades de 3, 7 y 28 días fueron obtenidos por el concreto diseñado en base al método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, con un 64.60%, 83.80% y 137.00% de resistencia respectivamente para la edades antes mencionadas, considerando una resistencia de diseño de 210 kg/cm². Concluyendo que el mejor método de diseño de mezcla con la resistencia $f'c=$ 210 kg/cm² y 280 kg/cm² a 28 días, para ambas canteras Escorpión y Adriana Nicoll es el Módulo de Fineza de la Combinación de los agregados; asimismo, para la Cantera Escorpión el método que utiliza menor cantidad de cemento para diseño de concreto es el método de FULLER, mientras que para la Cantera de Adriana Nicoll, el método que utiliza menor cantidad de cemento es el método de Modulo de Fineza de la Combinación de los agregados. (p.113)

Este antecedente, aporta dando a conocer que la procedencia del agregado es un factor que influye en la eficiencia de los métodos de diseño, puesto que las características granulométricas son distintas, por ello es importante realizar un análisis intensivo de dichos métodos para determinar cuál de ellos es el que resulta

más recomendable a utilizar ya que cada uno arroja una cantidad distinta de cemento y agregados, lo cual es un punto a tener en cuenta.

1.3. Bases teóricas

1.3.1. Concreto

Conocido como hormigón en otros países, es una mezcla en principio de dos compuestos llamados pasta y agregados. La primera corresponde a la combinación de cemento y agua, encargándose de unir los agregados, llegando a formar un material similar a una roca. (Kosmatka et al., 2004). Asimismo, el concreto puede definirse como la mezcla de un material aglutinante (Cemento Portland Hidráulico), un material de relleno (agregados u áridos), agua y eventualmente aditivos, que al endurecerse forman un todo y después de tiempo es capaz de soportar esfuerzos de compresión. (Alayo & Polo, 2019).

1.3.1.1. Tipos de concreto.

a) Concreto simple

Se denomina concreto simple, a la mezcla de agregado grueso, agregado fino, agua y cemento Portland. En dicha mezcla, la pasta de cemento debe envolver totalmente al agregado grueso y al agregado fino; además de que este último deberá rellenar los espacios entre el agregado grueso. (Abanto, 2009).

b) Concreto armado

Esencialmente es la versión mejorada del concreto simple, puesto que supera ciertas limitaciones mecánicas del material original (concreto), sin embargo, lo hace a costa de generar nuevas limitaciones e inconvenientes constructivos y de mantenimiento. (Becosan, 2020).

c) Concreto ciclópeo

Es un material constructivo que surge del campo experimental de la construcción

dedicado al estudio de las cualidades estándares del concreto, ya que es un concreto cuya composición ha sido alterada con el fin de responder a exigencias estructurales particulares. Se diferencia del concreto simple esencialmente por el tamaño del agregado grueso, el cual destaca por ser conjunto de piedras relativamente grandes incorporadas en la masa del concreto común. (Becosan, 2020).

1.3.1.2. Componentes del concreto.

a) Cemento

Es un material pulverizado que además de óxido de calcio contiene: sílice, alúmina y óxido de hierro y que forma, por adición de una cantidad apropiada de agua, una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto en el agua como en el aire. Se excluyen las cales hidráulicas, cales aéreas y yesos. (Rivera, 2013). Su uso habitual se da en combinación con materiales como áridos con el fin de formar morteros y concreto; asimismo, logra endurecer ya sea en el aire o sumergido en agua. (Sanjuán & Chinchón, 2015).

Tabla 1.

Tipos de cemento Portland adicionado.

Tipo	Definición
IS	Cemento Portland con escoria de alto horno, para uso en construcciones de concreto en general, con 3 opciones: moderada resistencia a los sulfatos, retención de aire, o moderado calor de hidratación.
IP	Cemento Portland Puzolánico, para uso en construcciones de concreto en general.
I (PM)	Cemento Portland Puzolánico mejorado, para uso en construcciones de concreto en general.
IT	Cemento adicionado ternario.
Ico	Cemento Portland compuesto, obtenido por pulverización conjunta de Clinker Portland, materias calizas y/o inertes hasta un máximo de 30%.

Fuente: NTP 334.090 (2011).

b) Agua

El agua es un elemento muy importante para la preparación del concreto, encontrándose relacionada con la resistencia, trabajabilidad y las propiedades del concreto endurecido. Para que el agua pueda ser utilizada en la preparación del concreto, debe estar limpia y libre de agentes perjudiciales como aceites, ácidos, sales y distintas sustancias que puedan dañar el concreto o el acero de refuerzo. (Abanto, 2009).

Tabla 2.

Valores máximos admisibles de las sustancias existentes en el agua.

Sustancias disueltas	Valor máximo admisible
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles	1500 ppm
P.H.	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

Fuente: (Abanto, 2009).

c) **Agregados**

Los agregados son todos aquellos, ya sea de origen artificial o natural, que, al ser mezclados con agua, cemento y en casos particulares y especiales con aditivos, desarrollan una roca artificial denominada concreto. Debido a que es un componente con mayor volumen dentro del concreto, este debe ser seleccionado cuidadosamente y debe conformado por partículas limpias y resistentes, que además deben tener una buena adherencia con el cemento. El desarrollo de la resistencia del concreto depende en gran medida a la calidad del agregado, y esta de la roca madre de la cual han sido extraídas. (Ferreira & Torres, 2014).

- **Agregado fino**

Se considera como tal, a la fracción que pase el tamiz de 4.75 mm (N° 4). Proviene de arenas naturales o de la trituración de rocas, gravas, escorias siderúrgicas. El porcentaje

de arena triturada no podrá constituir más del 30% del agregado fino. El agregado fino deberá cumplir con los requisitos que se indican en las tablas N° 1 y N° 2. (Concretos SUPERMIX, 2021).

Tabla 3.

Porcentaje que pasa (agregado fino).

Tamiz	% Que Pasa
9,5 mm (3/8 pulg)	100
4,75 mm (No. 4)	95 a 100
2,36 mm (No. 8)	80 a 100
1,18 mm (No. 16)	50 a 85
600 µm (No. 30)	25 a 60
300 µm (No. 50)	05 a 30
150 µm (No. 100)	0 a 10

Fuente: (NTP. 400.037, 2018).

- **Agregado grueso**

El agregado grueso es un material cuya gradación se especifica en la NTP 400.037; en la granulometría se debe corroborar que en la malla 1 1/2" debe quedar como máximo el 5% del agregado retenido, asimismo, el material que pasa la malla 1/4" no debe exceder el 6%. De la amplia variedad de este tipo de agregado, las más utilizadas son la grava y la piedra chancada. (Guillen y Llerena, 2020)

1.3.2. Colocación del concreto

Antes de realizar la colocación del concreto este primero debe ser preparado, para ello se utiliza la llamada maquina mezcladora, la cual utiliza rotores que ayudan a combinar los materiales hasta generar un material homogéneo. El material ya preparado es llevado a los encofrados, moldes o probetas antes ya habilitadas, con el refuerzo ya colocado en el interior. Posteriormente se realiza el ensayo llamado densificación, el cual con ayuda de un vibrador ayuda a rellenar los espacios vacíos que quedaron después del vaciado, y finalmente se debe esperar un lapso de tiempo para que el concreto se pueda endurecer. (Porrero et al., 2003)

1.3.3. Propiedades del concreto

Las principales propiedades del concreto, son aquellas que afectan o se ven involucradas directamente en el proceso constructivo, por ende se presentan tanto en estado fresco como endurecido. (Gutiérrez, 2018).

1.3.3.1. Propiedades en estado plástico.

a) Asentamiento

El asentamiento es un procedimiento que se realiza de manera empírica, cuyo resultado obtenido no refleja la verdadera trabajabilidad del concreto, la cual es toda la energía requerida para la consolidación de la mezcla, el resultado que se extrae de este ensayo solo indica la caída del material con respecto a la altura del cono de Abrams. Se pueden tener el mismo asentamiento en las mezclas, pero las características de estos son diferentes y que además han sido dosificadas con materiales diferentes. (Manrique, 2019). Es empleado para determinar la consistencia de las mezclas utilizada en construcciones normales. Los concretos que contienen determinados aditivos pueden ser colocados en los encofrados empleando menor compactación mecánica. (Gutiérrez, 2018).

b) Trabajabilidad

La trabajabilidad es una propiedad importante para muchas aplicaciones del concreto. En esencia, es la facilidad con la cual pueden mezclarse los ingredientes y la mezcla resultante puede manejarse, transportarse y colocarse con poca pérdida de la homogeneidad. En la prueba de revenimiento se coloca un espécimen o probeta de la mezcla en un molde de forma troncocónica, de 12 pulg de altura, con base de 8 pulg y parte superior de 4 pulg de diámetro. (Hernández, 2013).

c) Rendimiento volumétrico y densidad

El rendimiento permite conocer cuánto es el volumen de concreto que se obtiene realmente cuando se realiza una mezcla. Es importante para conocer la desviación que

puede existir entre el material obtenido y el que teóricamente se está produciendo. Es decir, a veces parece que hay más volumen de concreto que el esperado y en ocasiones parece que faltara y otras veces coincide relativamente bien. Las diferencias se presentan por variaciones en la densidad de los materiales respecto a las teóricas, errores de pesaje, incorporación de aire, entre muchos otros factores. (Cementos Alión, 2020).

1.3.3.2. Propiedades en estado sólido.

a) Resistencia a la compresión

Es la propiedad fundamental del concreto en estado endurecido, conceptualmente hace referencia a la capacidad para poder resistir una carga, de forma vertical para columnas y de forma horizontal para vigas, por un área (superficie de contacto). Este ensayo se resume en generar una fuerza de manera axial a las probetas realizadas después de ser extraídas del molde, luego de haber sido curadas durante el tiempo requerido para realizar dicho ensayo. Este dato es hallado dividiendo la fuerza máxima ejercida en el testigo, entre el área de contacto con la máquina que ejerce la carga. (NTP. 339. 034, 2015)

Tabla 4.

Tolerancias para el ensayo de resistencia según la edad de curado.

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
90 d	± 48 h ó 2,2%
28 d	± 20 h ó 3,0 %
7 d	± 6 h ó 3,6 %
3 d	± 2 h ó 2,8 %
24 h	± 0,5 h ó 2,1 %

Fuente: NTP 339.034 (2015).

b) Resistencia a la flexión

Es una medida de la resistencia a la tracción del concreto (hormigón). Es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada. (Masías, 2018). El Módulo de Rotura es cerca del 10% al 20% de la resistencia a compresión, en dependencia del tipo, dimensiones y volumen del agregado grueso utilizado, sin embargo, la mejor correlación para los materiales específicos es obtenida mediante ensayos de

laboratorio para los materiales dados y el diseño de la mezcla. Se mide mediante la aplicación de cargas a vigas de concreto de 6 x 6 pulgadas (150 x 150 mm) de sección transversal y con luz de como mínimo tres veces el espesor. (NRMCA, 2008)

1.3.4. Diseño de mezcla

Es el proceso de selección de los adecuados agregados para el concreto, determinando cantidades y requerimientos específicos de manejabilidad, resistencia y dureza. Para lograr características específicas de la mezcla se debe determinar la cantidad de los agregados por conocer propiedades del concreto fresco, propiedades mecánicas del concreto endurecido y la inclusión, exclusión o límites de agregados específicos. (Muciño & Ana, 2018).

1.3.4.1. Métodos de diseño de mezcla

Surgen tras un análisis empírico-analítico luego de realizar ensayos experimentales controlados con los componentes del concreto y tras un análisis poder obtener leyes, formulas, ecuaciones, gráficos y demás material que sea necesario para la dosificación del concreto. Para la realización del concreto, existen diversos métodos, con ensayos basados en ensayos previos variables entre sí, es por eso que se debe encontrar el método óptimo para lograr obtener todos los datos requeridos, asegurando la economía del concreto por metro cúbico. (Coasaca, 2018)

a) Método ACI

Es aplicable principalmente en concretos de peso normal (no concreto ligero, ni concreto pesado), en condiciones distintas se puede siempre y cuando se verifique los resultados en muestras adicionales. Tiene por fundamentos lograr cubrir las necesidades del concreto en cuanto a trabajabilidad, durabilidad, economía y resistencia. (Coasaca, 2018)

b) Método de la combinación de agregados

El diseño de mezcla realizado bajo el método del módulo de fineza de la combinación de los agregados, tiene un procedimiento muy similar al del método de diseño de Walker, con la diferencia que este método desarrolla una nueva tabla y su respectiva ecuación, con la intención de obtener un adecuado y óptimo porcentaje de intervención de los agregados fino y grueso, con respecto a su análisis granulométrico y su módulo de fineza, característica que describe a la finura y tamaño de los agregados. (Coasaca, 2018)

c) Método de Fuller

Fue diseñado bajo las investigaciones de Weymouth, W. Fuller y S. E. Thompson, cuyo aporte sirvió como punto de comienzo de investigaciones para determinar métodos de diseños de mezcla en función a curvas granulométricas; el método que propusieron los investigadores trataba de una curva de gradación ideal de toda la masa (agregados más cemento), es decir tener una máxima densidad con un mínimo de vacíos lo que resultó en la siguiente ecuación, que tuvo un comportamiento elíptico:

$$\frac{(y - b)^2}{b^2} + \frac{(x - a)^2}{a^2} = 1$$

Dónde:

y = Porcentaje de material que pasa el tamiz de abertura “x”.

a, b = Constantes de los ejes de la elipse.

Las constantes a y b que intervienen en la ecuación depende del tamaño máximo “D” y de la forma de los agregados, pudiéndose obtener los valores de la siguiente tabla:

Tabla 5.

Valores de las constantes a y b de la ecuación Fuller – Thompson.

Clase de Material	A	B
Agregados de canto rodado	0.164D	28.6
Arena Natural y grava triturada	0.150D	30.4
Arena y grava triturada	0.147D	30.8

Fuente: Método Fuller.

Sin embargo era necesaria una gráfica donde se necesitara solo la gradación de los agregados, por lo que se consideró restar la cantidad de cemento a las porciones óptimas, lo que generó una curva parabólica llamada curva de Fuller; desarrollando además la ecuación que describe una curva granulométrica continua para la composición óptima de los agregados, lo que beneficia en la unión y adherencia entre las partículas.

$$P_d = 100 \times \left(\frac{d}{D}\right)^m$$

El valor de “m” tiene que ver con el factor de forma, lo que a través de investigaciones de A.H.M. Andreasen y J. Anderson, se determinó que cuando “m” estaba alrededor de 0.50 se producían las máximas densificaciones, dependiendo del tipo de agregado, lo que termino en la conocida fórmula de Fuller:

$$P_d = 100 \times \left(\frac{d}{D}\right)^{0.5}$$

Dónde:

P_d = Porcentaje en peso que pasa por la malla “d”

d = Abertura de la malla en referencia

D = Tamaño máximo del agregado grueso.

m = 0.5, que corresponde al caso especial de la curva de Fuller.

Este método como el de Bolomey se caracteriza por dar como dato la cantidad de cemento sin embargo se puede desarrollar este método bajo otro enfoque de resistencia. Para resultados eficaces se recomienda utilizar el método de Fuller cuando:

1. Los agregados no cumplan con la norma ASTM C33 (NTP 400.037).
2. La cantidad de cemento sea mayor a 300 kg por metro cubico de la mezcla.
3. El agregado grueso tenga un tamaño máximo entre 20mm (3/4”) y 50 mm (2”)
4. La estructura no debe estar fuertemente armada.
5. De preferencia debe usarse agregado de forma redondeada.

d) Método de la máxima compacidad

En este método se busca obtener el mayor peso unitario compactado de agregado global (mezcla), al probar en diferentes proporciones de agregado fino y grueso. El método indica que a mayor peso unitario compactado, menor será la cantidad de vacíos generada por al combinación de los agregados y por lo tanto mayor será la resistencia alcanzada de la mezcla de concreto. La definición de los % óptimos de agregados (AF+AG) se realiza con pruebas en laboratorio; lo cual debe ser corroboradas con pruebas de resistencia de testigos de concreto. (Torre, 2017)

1.4. Formulación del problema

¿Cuál eficiencia del método de dosificación de mezcla de un concreto convencional respecto a la resistencia a la compresión y flexión, Trujillo 2022?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Determinar la eficiencia del método de dosificación de mezcla de un concreto convencional respecto a la resistencia a la compresión y flexión en Trujillo, 2022.

1.5.2. Objetivos específicos

O.E.1. Realizar la caracterización de agregados.

O.E.2. Realizar las dosificaciones para concretos $f'c=210$ kg/cm²; considerando diferentes métodos de diseño de mezcla.

O.E.3. Determinar la resistencia a la compresión de los concretos elaborados.

O.E.4. Determinar la resistencia a la flexión de los concretos elaborados.

O.E.5. Realizar la prueba de hipótesis e identificar el método de dosificación de mezcla que genera el mayor efecto positivo en las propiedades del concreto consideradas.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

El método de dosificación de mezcla genera efecto significativo sobre la resistencia a la compresión y flexión de concretos convencionales en Trujillo, 2022.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. Según el propósito

La presente tesis se alinea a una investigación aplicada; pues se desarrollarán todos aquellos aprendizajes adquiridos previamente a través de estudios básicos.

2.1.2. Según el diseño

La presente tesis se alinea a una investigación experimental; ello al saber que se manipulará de manera intencional la variable independiente, la cual corresponde al método de dosificación de mezcla, de manera que se pueda conocer el efecto que genera sobre las variables dependientes correspondientes a la resistencia a la compresión y resistencia a la flexión de concretos convencionales.

2.2. Diseño de investigación

La presente se alinea a una tesis pre experimental, ello debido a la existencia de un único grupo con grado de control mínimo denominado grupo de estudio. El esquema perteneciente a este diseño se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 6.

Diseño de investigación.

Grupo	Tratamiento	Post prueba
GE: Concretos convencionales	X: Concreto con diferentes métodos de dosificación de mezclas	O1: Resistencia a la compresión O2: Resistencia a la flexión

Fuente: Propia.

GE: Grupo experimental, X: Tratamiento y O: Evaluación mediante pruebas.

2.3. Variables

2.3.1. Método de dosificación de mezcla

Surgen tras un análisis empírico-analítico luego de realizar ensayos experimentales controlados con los componentes del concreto y tras un análisis

poder obtener leyes, formulas, ecuaciones, gráficos y demás material que sea necesario para la dosificación del concreto. Para la realización del concreto, existen diversos métodos, con ensayos basados en ensayos previos variables entre sí, es por eso que se debe encontrar el método óptimo para lograr obtener todos los datos requeridos, asegurando la economía del concreto por metro cúbico. (Coasaca, 2018)

2.3.2. *Resistencia a la compresión*

Es la propiedad fundamental del concreto en su estado sólido; la cual hace referencia a la capacidad de resistir una carga, de forma vertical para columnas y de forma horizontal para vigas, por un área de contacto. Esta propiedad se calcula dividiendo la fuerza máxima ejercida sobre un testigo cilíndrico, entre el área de contacto con la máquina que ejerce la carga. (NTP. 339. 034, 2015)

2.3.3. *Resistencia a la flexión*

Es una medida de la resistencia a la tracción del concreto (hormigón). Es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada. (Masías, 2018). Se mide mediante la aplicación de cargas a vigas de concreto de 6 x 6 pulgadas (150 x 150 mm) de sección transversal y con luz de como mínimo tres veces el espesor. (NRMCA, 2008).

Tabla 7.

Matriz de clasificación de variables.

Variables	Relación	Naturaleza	Escala de medición	Dimensión	Forma de medición
M. de dosificación de mezcla	Independiente	Cuantitativa Continua	Razón	Adimensional	Directa
Resistencia a la compresión	Dependiente	Cuantitativa continua	Razón	Multidimensional	Indirecta

Resistencia a la
flexión

Dependiente

Cuantitativa
continua

Razón

Multidimensional

Indirecta

Fuente: Propia.

Tabla 8.

Matriz de operacionalización de la variable dependiente 1.

Variables	Definición	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición	Instrumento
V.D.1: Resistencia a la compresión	Es la propiedad fundamental del concreto en su estado sólido; la cual hace referencia a la capacidad para poder resistir una carga, de forma vertical para columnas y de forma horizontal para vigas, por un área (superficie de contacto). (NTP. 339. 034, 2015)	Esta propiedad se calcula dividiendo la fuerza máxima ejercida sobre un testigo cilíndrico, entre el área de contacto con la máquina que ejerce la carga. (NTP. 339. 034, 2015)	Características de los agregados	Propiedades de los agregados	Razón	
			Diseños de mezcla	Peso Seco, Peso SSS, Peso Húmedo	Razón	
			Resistencia a la compresión a 3, 7 y 28 días	f'_c	Razón	Guía de observación
			Prueba de hipótesis	Normalidad, varianza y posprueba	Razón	

Fuente: Propia.

Tabla 9.

Matriz de operacionalización de la variable dependiente 2.

Variables	Definición	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición	Instrumento
V.D.2: Resistencia a la flexión	Es una medida de la resistencia a la tracción del concreto (hormigón). Es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada. (Masías, 2018)	Se mide mediante la aplicación de cargas a vigas de concreto de 6 x 6 pulgadas (150 x 150 mm) de sección transversal y con luz de como mínimo tres veces el espesor. (NRMCA, 2008)	Características de los agregados	Propiedades de los agregados	Razón	
			Diseños de mezcla	Peso Seco, Peso SSS, Peso Húmedo	Razón	
			Resistencia a la flexión a 28 días	Mr	Razón	Guía de observación
			Prueba de hipótesis	Normalidad, varianza y posprueba	Razón	

Fuente: Propia.

Tabla 10.

Matriz de operacionalización de la variable independiente.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Instrumento
V.I.: Método de dosificación de mezcla	Surgen tras un análisis empírico-analítico luego de realizar ensayos experimentales controlados con los componentes del concreto y tras un análisis poder obtener leyes, formulas, ecuaciones, gráficos y demás material que sea necesario para la dosificación del concreto. (Coasaca, 2018)	Para la realización del concreto, existen diversos métodos, con ensayos basados en ensayos previos variables entre sí, es por eso que se debe encontrar el método óptimo para lograr obtener todos los datos requeridos, asegurando la economía del concreto por metro cúbico. (Coasaca, 2018)	Adimensional	<ul style="list-style-type: none"> - Método ACI 211.1 - Método de la combinación de agregados - Método de Fuller - Método de máxima compacidad 	-	-

Fuente: Propia.

2.4. Población y muestra

2.4.1. Población

La población del presente estudio se encuentra constituida por todos los concretos convencionales elaborados en la ciudad de Trujillo durante el año 2022.

2.4.2. Muestra

La muestra de la presente tesis la conforman dos tipos de especímenes, siendo probetas cilíndricas con dimensiones de 4” de diámetro y 8” de longitud para los ensayos de resistencia a la compresión. Asimismo, vigas de 15cm de sección con 54cm de longitud para los ensayos de resistencia a la flexión; estando ambos acordes a lo descrito en la NTP.339.033.

2.4.2.1. Técnica de muestreo.

Considerando la técnica de muestreo, la presente investigación será de tipo no probabilística y por juicio de experto; para lo cual, se buscará a un ingeniero especialista en todo lo relacionado a la tecnología del concreto de manera que pueda asumir tal rol.

2.4.2.2. Tamaño de muestra.

Teniendo en cuenta la experiencia y amplia trayectoria del asesor de la presente tesis y aplicando la técnica de muestreo anteriormente mencionada, el ingeniero Alberto Rubén Vásquez Díaz recomendó, en base a las normativas existentes, la realización de tres repeticiones para cada edad de curado a evaluar en los concretos elaborados al desarrollar diferentes métodos de dosificación de mezclas; quedando conformado de la siguiente manera:

Tabla 11.

Número de testigos para compresión.

Método	Diseño de concreto (kg/cm ²)	Edad de curado (días)	Ensayo	N° Probetas
ACI 211.1	210	3	Resistencia a la compresión	3
		7		3
		28		3

Combinación de agregados	210	3	Resistencia a la compresión	3
		7		3
		28		3
Fuller	210	3	Resistencia a la compresión	3
		7		3
		28		3
Máxima compacidad	210	3	Resistencia a la compresión	3
		7		3
		28		3
Total				36

Fuente: Propia.

Tabla 12.

Número de testigos para flexión.

Método	Diseño de concreto (kg/cm ²)	Edad de curado (días)	Ensayo	N° Probetas
ACI 211.1	210	28	Resistencia a la flexión	3
Combinación de agregados	210	28	Resistencia a la flexión	3
Fuller	210	28	Resistencia a la flexión	3
Máxima compacidad	210	28	Resistencia a la flexión	3
Total				12

Fuente: Propia.

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.5.1. Técnica de recolección de datos

Teniendo en cuenta la técnica para recolectar los datos, la presente investigación tendrá a la observación como alidada para tal fin, ello debido a que se contemplará en todo momento los diferentes procedimientos a desarrollarse por cada variable de estudio; de tal forma que se logre evidenciar el efecto generado por los métodos de dosificación de mezclas sobre las propiedades consideradas de resistencia.

2.5.2. Instrumentos de recolección de datos

Teniendo en cuenta el instrumento para la recolección de los datos, la presente investigación se valdrá de las guías de observación para acopiar la información necesaria que se requiera en la búsqueda por encontrar las consecuencias

generadas sobre las variables dependientes a causa de la independiente.

2.5.3. Validación del instrumento de recolección de datos

Para que se apruebe la utilización de los instrumentos de recolección de datos anteriormente mencionados, éstos deberán ser validados por el especialista en concreto considerado mediante su firma y sello, de manera que brinde la seguridad que cuentan con la estructura suficiente para un posterior análisis eficiente.

2.5.4. Análisis de datos

Teniendo en cuenta el análisis de datos, la presente investigación se valdrá de dos técnicas estadísticas, siendo la descriptiva e inferencial. La estadística descriptiva debido a la representación gráfica de los resultados a través de la creación de tablas y figuras; por su parte, la estadística inferencial con el objetivo de demostrar cómo se da el comportamiento de población luego de verse afectada según se aprecia en la muestra.

2.5.4.1. Análisis de distribución normal.

En el presente estudio se aplicará la prueba Shapiro Wilk con el fin de comprobar si los datos muestran una distribución normal; esta prueba se emplea cuando el tamaño de muestra “n” es inferior a 50. Además, para ello se tendrá en cuenta un nivel de confiabilidad del 95%.

2.5.4.2. Análisis de varianza.

Luego de efectuar la prueba de Shapiro y verificar la normalidad de los datos, se utilizará la prueba de ANOVA teniendo en cuenta una significancia del 5%, ello para comprobar las siguientes hipótesis propias de esta prueba.

2.5.4.3. Definición de hipótesis nula y alternativa.

H₀: Existe igualdad de medias es decir no es estadísticamente significativo.

H_a: Existe diferencia de medias en al menos un grupo por lo que resulta significativo.

2.5.4.4. Análisis de posprueba.

Después de aceptar la hipótesis alternativa con una significancia inferior a 0.05(5%), se continúa con la posprueba Tukey la cual permitirá conocer en qué casos se genera la mayor influencia significativa.

Tabla 13.

Pruebas para el análisis de datos.

Distribución normal	Varianza	posprueba
Shapiro-Wilk	Anova	Tukey

Fuente: Propia.

2.5.5. Instrumento de análisis de datos

Como instrumento para analizar los datos recogidos, la presente investigación utilizará un software estadístico denominado SPSS Statistics, donde, luego de ordenar los valores arrojados por cada ensayo, se someterán a pruebas paramétricas o no paramétricas según indiquen las significancias, de manera que al final se pueda validar o rechazar la hipótesis propuesta.

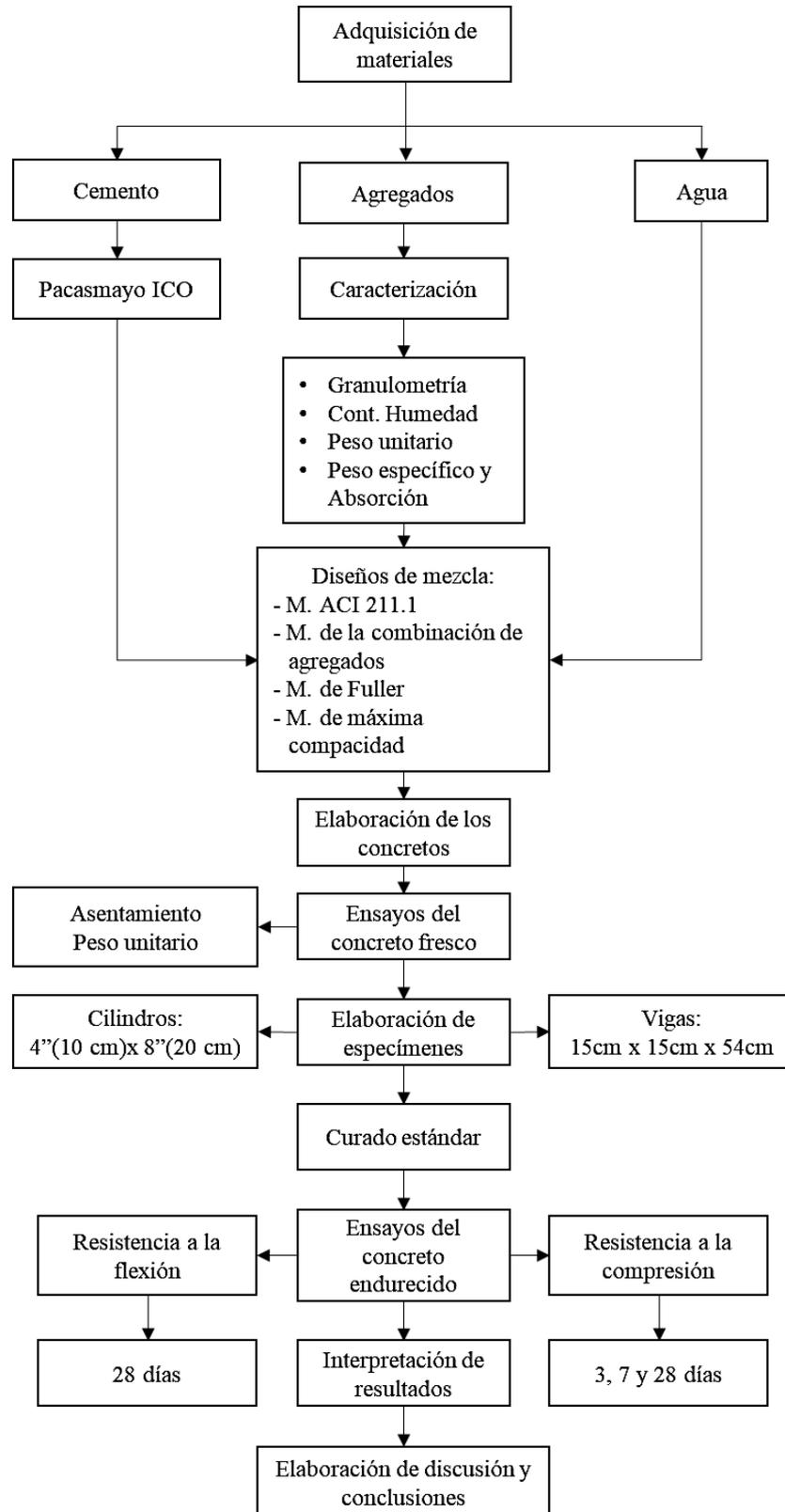
2.6. Aspectos éticos

El presente estudio aplicará la ética debido a que su desarrollo abarca el uso de diferentes normativas; asimismo, considera cuatro principios importantes como: Beneficencia, pues la presente quedará como antecedente para enriquecer próximas investigaciones basadas en temas similares. No maleficencia, ya que para no caer en temas de plagio, la información detallada en la presente será citada y referenciada adecuadamente. Autonomía, pues toda la información pasará a ser analizada por un software antiplagio para comprobar su originalidad. Justicia, ya que la presente investigación estará disponible para que cualquier investigador o persona interesada en el tema pueda consultarlo y/o evaluarlo.

2.7. Procedimiento

Figura 1.

Procedimiento de la tesis.



Fuente: Propia.

2.7.1. Granulometría de los agregados (NTP 400.012)

Como primer paso para el análisis granulométrico de los agregados, se tomó una determinada cantidad de muestra y se puso a secar a una temperatura de 110°C por el tiempo de un día. Luego se ordenaron los tamices correspondientes de manera decreciente y se inició con el tamizado de forma manual por un tiempo necesario hasta observar que las partículas se distribuyan de manera adecuada por todas las mallas; después se pesó el material retenido en cada tamiz. Se determinó el porcentaje pasante y totales retenidos, aproximando al 0.1% más cercano de la masa seca inicial. Finalmente se calculó el módulo de finura el cual viene a ser el cociente resultante al dividir la suma de los porcentajes retenidos acumulados de las mallas 3/4, 3/8", N°4, N°8, N°16, N30°, N°50 y N°100, entre 100.

2.7.2. Contenido de humedad de los agregados (NTP 339.185)

Como primer paso para este ensayo, se pesó una determinada cantidad de muestra con una precisión del 0.1%. Luego se colocó en un horno eléctrico por un tiempo de 24 horas; Al día siguiente se retiró la muestra del horno y se dejó enfriar para poder tomar el peso exacto sin generar posibles variaciones. Finalmente el contenido de humedad se calculó a través de la siguiente expresión:

$$\%Hum = \frac{100 * (Muestra húmeda (g) - Muestra seca (g))}{Muestra seca (g)}$$

2.7.3. Peso unitario del agregado fino y grueso (NTP 400.017)

En primer lugar se realizó el peso unitario suelto de los agregados el cual inició con la toma de medidas tanto del diámetro como la altura del recipiente cilíndrico empleado para el ensayo, con cuyos datos se determinó el volumen del mismo. Luego se pesó el recipiente vacío y se llenó el agregado hasta el borde, nivelando en seguida con ayuda de una varilla de metal, después se anotó el peso del molde

más el material. En segundo lugar se continuó con el peso unitario compactado, para el cual se llenó el mismo recipiente en tres capas de la misma altura varillando un total de 25 veces sobre cada una. Después se niveló la superficie del recipiente y se tomó este peso (molde + muestra compactada) con una precisión de 0.05 kg. Por último el peso unitario suelto y compactado para ambos tipos de agregado se calculó mediante la siguiente expresión:

$$PU = \frac{\text{Recipiente con muestra (kg)} - \text{Recipiente vacío (kg)}}{\text{Volumen del recipiente (m}^3\text{)}}$$

2.7.4. Peso específico y absorción de los agregados

2.7.4.1. Peso específico y absorción del agregado grueso (NTP 400.021).

Primero se secó una cantidad necesaria de agregado a una temperatura de 110°C, luego se puso a saturar por un total de 24 horas. Después de ese tiempo, se sacó la piedra del agua y se colocó sobre una superficie no absorbente para luego secarla superficialmente hasta que pierda el brillo (estado SSS); después se pesó el material en esta condición. Seguido de ello se colocó la piedra en la canastilla y se sumergió en el agua, luego se anotó este peso. Luego esta misma cantidad de material se puso a secar a una temperatura de 110°C y después se retiró, se dejó enfriar y finalmente se procedió a tomar este peso. Finalmente el peso específico y absorción se determinó mediante las siguientes expresiones:

$$PeM = 997.5 \left[\frac{A}{B - C} \right] \qquad \%Abs = \left[\frac{B - A}{A} \right] * 100$$

Donde:

A = Peso de la piedra secada al horno (g).

B = Peso de la piedra en estado SSS, en el aire (g).

C = Peso de la piedra SSS sumergida en agua (g).

2.7.4.2. Peso específico y absorción del agregado fino (NTP 400.022).

Como primer paso se llenó el picnómetro parcialmente con agua y luego se llenó un aproximado de 1/2 kilogramo de arena en estado SSS para después volver a completar con agua la capacidad restante. Se agitó el picnómetro de tal manera que las burbujas generadas en su interior desaparezcan; luego se dejó reposar hasta que la arena sedimente y se tomó este peso. Después se retiró cuidadosamente la muestra del picnómetro y se colocó en un horno para que seque evitando en el proceso someterla a una temperatura muy alta que provoque la pérdida de partículas, luego se anotó el peso seco del material. Se registró el peso del picnómetro lleno de agua y por último el peso específico y la absorción de la arena se determinó empleando las siguientes fórmulas:

$$PeM = 997.5 \left[\frac{A}{B + S - C} \right]$$

$$\%Abs = \left[\frac{S - A}{A} \right] * 100$$

Donde:

A = Peso seco de la arena (g).

B = Peso del picnómetro lleno de agua hasta el nivel de calibración (g).

C = Peso del picnómetro con arena y agua hasta el nivel de calibración (g).

S = Peso de la muestra SSS (g)

2.7.5. *Diseño de mezcla*

La dosificación de materiales necesarios para la elaboración de los concretos será determinada mediante los distintos métodos considerados en el presente estudio, teniendo en cuenta para ello una resistencia de diseño de 210 kg/cm²; quedando un total de 4 diseños de mezcla necesarios para realizar toda la investigación.

2.7.6. Ensayos del concreto

2.7.6.1. Muestreo de mezclas (NTP 339.036).

En cumplimiento con la normativa, para los ensayos de compresión se utilizó un volumen mínimo de 28 L por tanda; mientras que, para los ensayos de pérdida de trabajabilidad y análisis térmico se consideraron volúmenes pequeños. Las muestras para realizar los diferentes ensayos fueron tomadas de porciones representativas después de haber mezclado por un tiempo adecuado los materiales necesarios de acuerdo con los diseños de mezcla elaborados.

2.7.6.2. Temperatura (NTP 339.184).

Para conocer la temperatura del concreto al momento de elaborarlo, se introdujo un termómetro digital dentro de una muestra representativa, a una profundidad de 75mm presionando contra el concreto para que el valor no se vea afectado por la temperatura ambiente. Después de esperar dos minutos para que el valor arrojado se estabilice, se procedió a registrarlo con una precisión de 0.5°C.

2.7.6.3. Asentamiento (NTP 339.035).

Para llevar a cabo este ensayo se inició con el humedecimiento del molde cónico a utilizar el cual se colocó sobre una superficie metálica plana haciendo presión, ello durante todo el procedimiento. Se llenó la mezcla de concreto en 3 capas de igual volumen, varillando un total de 25 veces sobre cada una de manera uniforme; luego se niveló la última capa y se procedió a levantar el molde de manera vertical hasta una altura de 30 cm, esto en un lapso de tiempo de máximo 5 segundos, sin dejar de fijar el molde a la base en todo momento haciendo presión sobre las aletas metálicas. Finalmente el asentamiento fue medido desde la altura del cono metálico invertido, hasta el centro de la cara superior del cono de concreto deformado, dicha medida fue anotada en unidades de pulgada y con una precisión de 0.5.

2.7.6.4. Peso unitario (NTP 339.046).

El método de consolidación elegido para este ensayo fue el de apisonado, ello según el asentamiento proyectado. Se inició llenando la mezcla de concreto en tres capas de igual volumen, varillando 25 veces sobre cada una de ellas, procurando que la varilla ingrese una pulgada en la capa anterior. Luego se aplicó 12 golpes en el área exterior del molde con ayuda de un martillo de goma con la finalidad de eliminar los vacíos provocados al compactar el concreto por cada capa. Después se procedió a enrasar con ayuda de una placa lisa y se eliminó el material excedente y el adherido a la superficie exterior del molde. Finalmente se procedió a tomar el peso del molde con el concreto compactado, esto con una exactitud de 45 gramos y se calculó el peso unitario empleando la siguiente expresión:

$$P_u = \frac{(Masa\ molde\ más\ concreto) - (Masa\ del\ molde\ vacío)}{Volumen\ del\ molde}$$

2.7.6.5. Elaboración y curado de especímenes (NTP 339.183).

Para elaborar las muestras cilíndricas de 10cm x 20cm primero se eligió la cantidad de capas con el mismo volumen según la tabla siguiente:

Tabla 14.

Número de capas para una probeta cilíndrica.

Tipo y tamaño de espécimen mm (pulg)	Modo de consolidación	Número de capas de aproximadamente igual profundidad
75 a 100 (3 o 4)	varillado	2
150 (6)	varillado	3
225 (9)	varillado	4
Hasta de 225 (9)	vibración	2

Fuente: NTP 339.183 (2013).

Luego se llenó el concreto en los moldes en dos capas varillando un total de 25 veces por cada una de manera uniforme. Después se golpeó un total de 12 veces en la superficie

exterior del molde, esto por cada capa con la finalidad de eliminar el aire atrapado al apisonar. Finalmente se procedió a nivelar la superficie del concreto con ayuda de la varilla metálica evitando que se formen depresiones o proyecciones en el proceso.

Antes de iniciar con el curado de los especímenes primero se protegieron los testigos cilíndricos elaborados, con una tapa de plástico para que de esta manera se evite la evaporación del agua y luego se almacenaron en un lugar apropiado libre de vibraciones. Al día siguiente se desmoldaron los especímenes y se introdujeron en la poza de curado, la cual contenía agua a una temperatura de 23°C, hasta el día en que sean sometidas al ensayo de compresión según las edades estipuladas.

2.7.6.6. Ensayo de resistencia a la compresión (NTP 339.034).

Luego de retirar las muestras de la poza de curado, inmediatamente fueron ensayadas; para ello, se limpiaron las caras de contacto de los testigos centrándolas con los ejes de la placa metálica de la máquina de ensayo, utilizando almohadillas de neopreno tanto en la parte superior e inferior de los testigos cilíndricos. Después de acomodar las muestras en la máquina se procedió a aplicar la carga axial de compresión hasta que la máquina muestra una reducción de la carga y la probeta presente un tipo característico de fractura. Finalmente se registró el valor máximo de carga alcanzada por cada una de las muestras así como el tipo de fractura con la finalidad de evaluarla en caso de que la resistencia obtenida no sea la esperada y proponer así las posibles causas frente a ello. Luego, el valor de la resistencia a la compresión se calculó empleando la siguiente expresión:

$$f'c = \frac{F}{A}$$

Donde:

$f'c$: Resistencia a la compresión.

F: Carga máxima, en kg.

A: Área de la sección transversal del espécimen, en cm².

2.7.6.7. Ensayo de resistencia a la flexión (NTP 339.078).

Este ensayo se llevó cabo inmediatamente, luego de retirar las vigas de la cámara de curado. Se giró el espécimen sobre uno de sus lados con respecto a la posición de moldeado y se centró sobre los bloques de apoyo. Se colocaron los bloques a los cuales se aplicará la carga en contacto con la superficie de la muestra en los tercios de la luz de la viga y se procedió a aplicar una carga entre 3 % y 6% de la carga de rotura estimada.

Usando medidores de espesores tipo láminas de 0,10 mm y 0,40 mm, se determinó si algún espacio existente entre la muestra y el bloque de carga o los de soporte, es mayor o menor que cada uno de los medidores de espesor en una longitud de 25 mm o más.

Los espacios que superaron los 0,40 mm fueron eliminados mediante refrentado o esmerilado en conformidad con las secciones aplicables de la NTP 339.037.

Se aplicó la carga al espécimen de forma continua y sin impactos a una velocidad que incremente constantemente la resistencia de la fibra extrema, entre 0,9 MPa/min y 1,2 MPa/min, hasta producir la rotura de la viga.

Finalmente si la falla ocurre dentro del tercio central de la luz, el módulo de rotura se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$Mr = \frac{PL}{bh^2}$$

Donde:

Mr: Es el módulo de rotura, en MPa.

P: Es la carga máxima de rotura indicada por la máquina de ensayo, en N.

L: Es la longitud entre apoyos, mm.

b: Es el ancho promedio de la viga en la sección de falla, en mm.

h: Es la altura promedio de la viga en la sección de falla, en mm.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Caracterización de agregados

Tabla 15.

Caracterización del AG.

Agregado grueso			
Ensayo	U.M	Norma	Resultado
Humedad	%	NTP 339.185	0.6
Peso específico	gr/cm ³	NTP 400.021	2.53
Absorción	%	NTP 400.021	1.7
Peso unitario suelto	kg/m ³	NTP 400.017	1,460
Peso unitario compactado	kg/m ³	NTP 400.017	1,622
Módulo de finura	-	-	6.79
Huso	-	-	67

Se observa un resumen de todos los ensayos que comprende la caracterización del AG así como los resultados de cada uno, los cuales fueron obtenidos en base a los procedimientos estipulados por las normas técnicas peruanas (N.T.P.); notando que la gradación de este agregado se ajusta al Huso 67 de acuerdo con la NTP.400.037.

Fuente: Propia.

Tabla 16.

Caracterización del AF.

Agregado fino (Arena zarandeada)			
Ensayo	U.M	Norma	Resultado
Humedad	%	NTP 339.185	1.1
Peso específico	gr/cm ³	NTP 400.022	2.39
Absorción	%	NTP 400.022	0.5
Peso unitario suelto	kg/m ³	NTP 400.017	1,746
Peso unitario compactado	kg/m ³	NTP 400.017	1,920
Módulo de finura	-	-	2.52

Se observa un resumen de todos los ensayos que comprende la caracterización del AF así como los resultados de cada uno, los cuales fueron obtenidos en base a los procedimientos estipulados por las normas técnicas peruanas (N.T.P.); notando que la arena se clasifica como una arena gruesa, debido a que el módulo de finura es de 2.52, el cual se encuentra dentro del intervalo fijado por la NTP.400.037, que va desde 2.3 a 3.1.

Fuente: Propia.

3.2. Diseños de mezcla

Tabla 17.

DM del concreto por el Método ACI 211.1.

Material	Peso (kg/m ³)	Tanda 47L (kg)
Cemento	362	17.01
Agua	211	9.92
Agregado Grueso	1139	53.53
Agregado Fino	514	24.16
Aire	1.50%	-
Total	2226	104.62

Se tienen los materiales a utilizar para la elaboración del concreto, los cuales han sido obtenidos mediante el DM de acuerdo al método ACI 211; notando que estos pesos húmedos han sido proyectados para un volumen de 47 litros (0.047 m³) por tanda cumpliendo con los 28 litros que es el mínimo establecido en la NTP.339.036.

Fuente: Propia.

Tabla 18.

DM del concreto por el Método de Fuller.

Material	Peso (kg/m ³)	Tanda 47L (kg)
Cemento	368	17.30
Agua	208	9.78
Agregado Grueso	915	43.01
Agregado Fino	721	33.89
Aire	1.50%	-
Total	2212	103.96

Se tienen los materiales a utilizar para la elaboración del concreto, los cuales han sido obtenidos mediante el DM de acuerdo al método de Fuller; notando que estos pesos húmedos han sido proyectados para un volumen de 47 litros (0.047 m³) por tanda cumpliendo con los 28 litros que es el mínimo establecido en la NTP.339.036.

Fuente: Propia.

Tabla 19.

DM del concreto por el Método de la Combinación de Agregados.

Material	Peso (kg/m ³)	Tanda 47L (kg)
Cemento	362	17.01
Agua	212	9.96
Agregado Grueso	1154	54.24
Agregado Fino	499	23.45
Aire	1.5%	-
Total	2227	104.67

Se tienen los materiales a utilizar para la elaboración del concreto, los cuales han sido obtenidos mediante el DM de acuerdo al método de la Combinación de Agregados; notando que estos pesos húmedos han sido proyectados para un volumen de 47 litros (0.047 m³) por tanda cumpliendo con los 28 litros que es el mínimo establecido en la NTP.339.036.

Fuente: Propia.

Tabla 20.

DM del concreto por el Método de Máxima Compacidad.

Material	Peso (kg/m ³)	Tanda 47L (kg)
Cemento	362	17.01
Agua	208	9.78
Agregado Grueso	924	43.43
Agregado Fino	718	33.75
Aire	1.5%	-
Total	2212	103.96

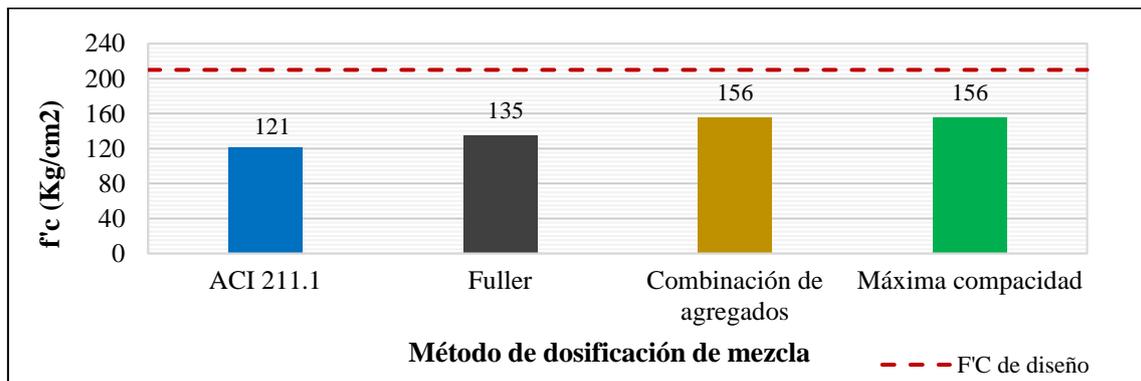
Se tienen los materiales para elaborar el concreto, los cuales han sido obtenidos mediante el DM por el método de la Máxima Compacidad; notando que estos pesos húmedos han sido proyectados para un volumen de 0.047 m³ por tanda cumpliendo con los 28 litros mínimos, establecido en la NTP.339.036.

Fuente: Propia.

3.3. Resistencia a la compresión del concreto

Figura 2.

Compresión promedio del concreto a 3 días de edad.

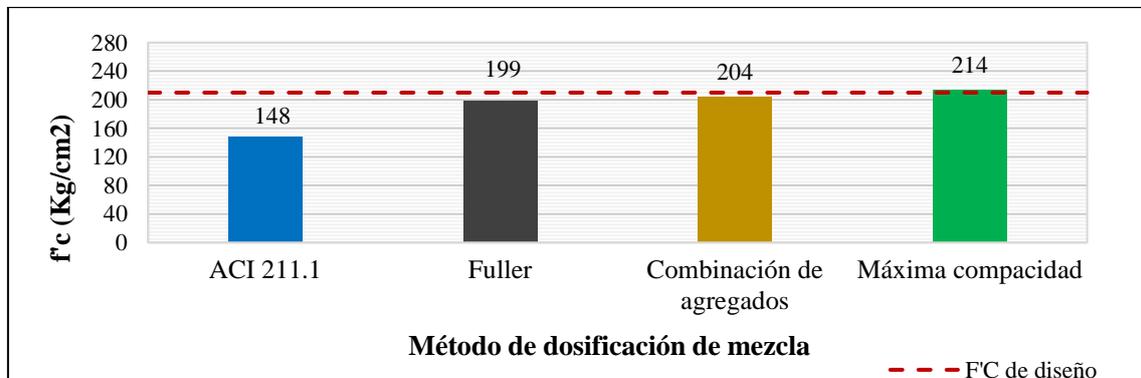


El gráfico muestra los resultados promedio de resistencia a la compresión del concreto evaluado a una edad de 3 días de curado; observando que el concreto diseñado bajo el método de la combinación de agregados y el método de máxima compacidad, son los que obtienen el mayor valor de resistencia.

Fuente: Propia.

Figura 3.

Compresión promedio del concreto a 7 días de edad.

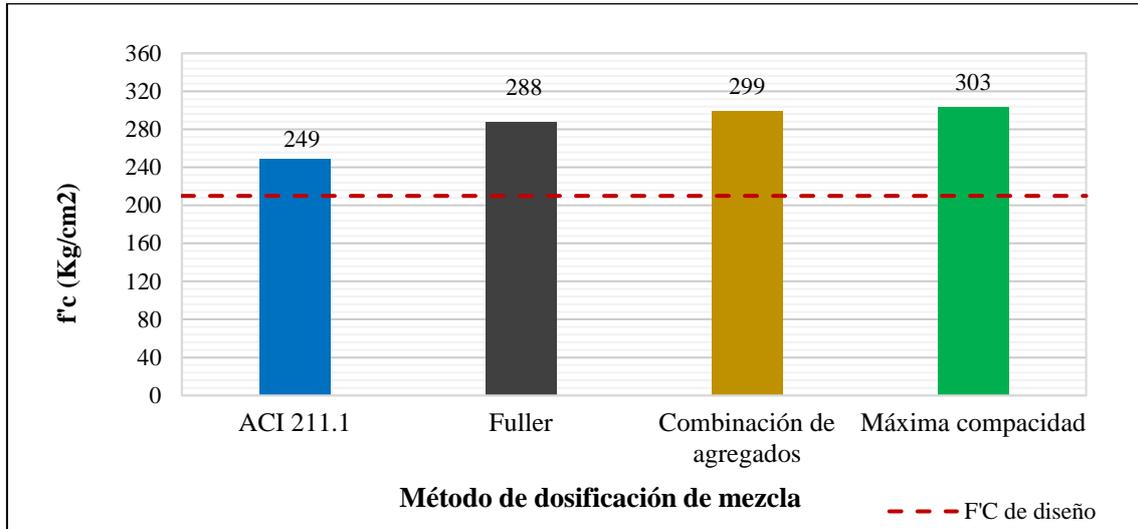


El gráfico muestra los resultados promedio de resistencia a la compresión del concreto evaluado a una edad de 7 días de curado; observando nuevamente que el concreto diseñado bajo el método de la combinación de agregados y el método de máxima compacidad, son los que obtienen los mayores valores de resistencia.

Fuente: Propia.

Figura 4.

Compresión promedio del concreto a 28 días de edad.



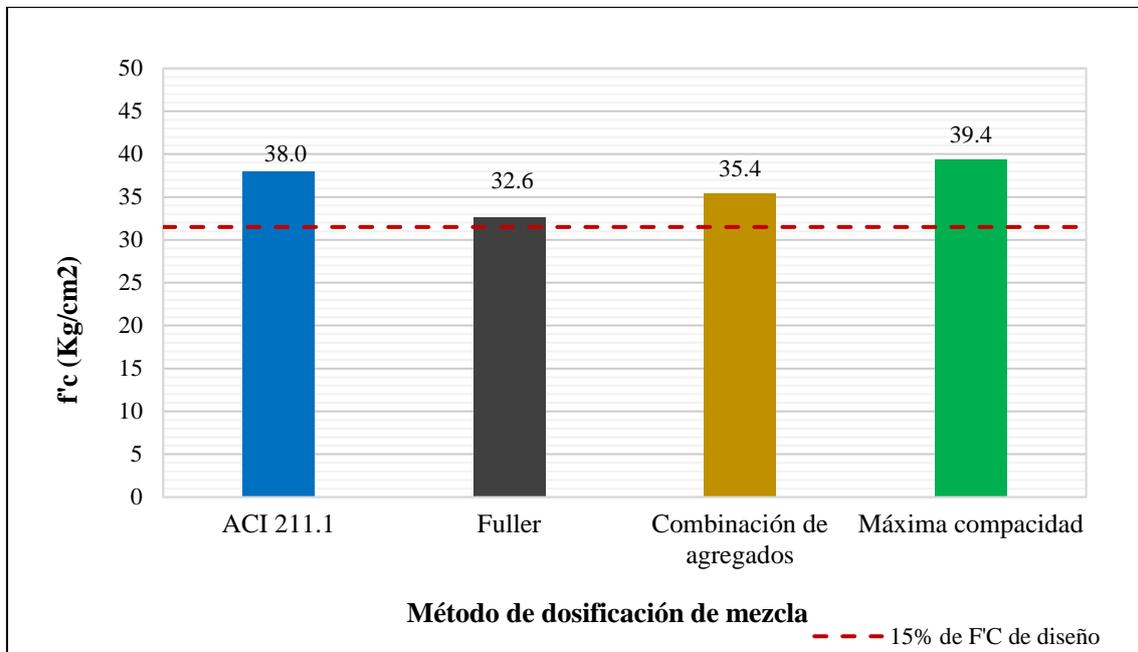
El gráfico muestra los resultados promedio de resistencia a la compresión del concreto evaluado a una edad de 28 días de curado; observando una vez más que el concreto diseñado bajo el método de la combinación de agregados y el método de máxima compacidad, son los que obtienen los mayores valores de resistencia respecto a los demás métodos.

Fuente: Propia.

3.4. Resistencia a la flexión del concreto

Figura 5.

Resistencia a la flexión promedio del concreto a 28 días de edad.



El gráfico muestra los resultados promedio de resistencia a la flexión del concreto evaluado a una edad de 28 días de curado; en el cual se puede observar que nuevamente para esta variable, el concreto diseñado bajo el método de máxima compacidad, es el que obtiene el mayor valor de módulo de rotura, seguido de manera cercana por el concreto diseñado con el método ACI 211.1.

Fuente: Propia.

3.5. Prueba de hipótesis

3.5.1. Análisis de distribución normal

Tabla 21.

Normalidad para la compresión del concreto a 3 días de edad.

Método de dosificación	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
ACI 211.1	0.999	3	0.927
Fuller	0.893	3	0.363
Combinación de agregados	0.996	3	0.878
Máxima compacidad	0.985	3	0.765

Se muestran los resultados de la normalidad de los datos de compresión del concreto, evaluados mediante la prueba Shapiro-Wilk, a la edad de 3 días; notando que la significancia resulta ser superior al 5% aceptando de esta forma la hipótesis nula, la misma que indica que los datos si muestran una distribución normal.

Fuente: Propia.

Tabla 22.

Normalidad para la compresión del concreto a 7 días de edad.

Método de dosificación	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
ACI 211.1	0.750	3	0.061
Fuller	0.947	3	0.554
Combinación de agregados	0.996	3	0.878
Máxima compacidad	0.980	3	0.726

Se muestran los resultados de la normalidad de los datos de compresión del concreto, evaluados mediante la prueba Shapiro-Wilk, a la edad de 7 días; notando que nuevamente la significancia resulta ser superior al 5% aceptando de esta forma la hipótesis nula, la misma que indica que los datos si muestran una distribución normal.

Fuente: Propia.

Tabla 23.

Normalidad para la compresión del concreto a 28 días de edad.

Método de dosificación	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
ACI 211.1	1.000	3	1.000
Fuller	0.878	3	0.317
Combinación de agregados	0.915	3	0.433
Máxima compacidad	0.949	3	0.567

Se muestran los resultados de la normalidad de los datos de compresión del concreto, evaluados mediante la prueba Shapiro-Wilk, a la edad de 7 días; notando que nuevamente la significancia resulta ser superior al 5% aceptando de esta forma la hipótesis nula, la misma que indica que los datos si muestran una distribución normal.

Fuente: Propia.

Tabla 24.

Normalidad para la flexión del concreto a 28 días de edad.

Método de dosificación	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
ACI 211.1	0.835	3	0.201
Fuller	0.805	3	0.127
Combinación de agregados	0.866	3	0.286
Máxima compacidad	0.905	3	0.402

Se muestran los resultados de la normalidad de los datos de flexión del concreto, evaluados mediante la prueba Shapiro-Wilk, a la edad de 28 días; notando que para esta variable, la significancia también resulta ser superior al 5% aceptando de esta forma la hipótesis nula, la misma que indica que los datos si muestran una distribución normal.

Fuente: Propia.

3.5.2. Análisis de varianza

Tabla 25.

Varianza para la compresión del concreto a 3 días de edad.

ANOVA de un factor					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	2660.333	3	886.778	11.681	0.003
Intra-grupos	607.333	8	75.917		
Total	3267.667	11			

Luego de comprobar la normalidad de los datos de compresión del concreto elaborado con diferentes métodos de dosificación, a la edad de 3 días; se muestra los resultados de la prueba ANOVA de un factor, notando que la significancia ahora se encuentra por debajo del 5%, aceptando de esta manera la hipótesis alternativa, la cual señala que existe diferencia de medias en por lo menos un grupo, resultando estadísticamente significativo.

Fuente: Propia.

Tabla 26.

Varianza para la compresión del concreto a 7 días de edad.

ANOVA de un factor					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	7873.583	3	2624.528	41.062	0.000
Intra-grupos	511.333	8	63.917		
Total	8384.917	11			

Luego de comprobar la normalidad de los datos de compresión del concreto elaborado con diferentes métodos de dosificación, a la edad de 7 días; se muestra los resultados de la prueba ANOVA de un factor, notando que la significancia nuevamente se encuentra por debajo del 5%, aceptando de esta manera la hipótesis alternativa, la cual señala que existe diferencia de medias en por lo menos un grupo, resultando estadísticamente significativo.

Fuente: Propia.

Tabla 27.

Varianza para la compresión del concreto a 28 días de edad.

ANOVA de un factor					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	5444.917	3	1814.972	27.123	0.000
Intra-grupos	535.333	8	66.917		
Total	5980.250	11			

Luego de comprobar la normalidad de los datos de compresión del concreto elaborado con diferentes métodos de dosificación, a la edad de 28 días; se muestra los resultados de la prueba ANOVA de un factor, notando que la significancia nuevamente se encuentra por debajo del 5%, aceptando de esta manera la hipótesis alternativa, la cual señala que existe diferencia de medias en por lo menos un grupo, resultando estadísticamente significativo.

Fuente: Propia.

Tabla 28.

Varianza para la flexión del concreto a 28 días de edad.

ANOVA de un factor					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	5444.917	3	1814.972	27.123	0.000
Intra-grupos	535.333	8	66.917		
Total	5980.250	11			

Luego de comprobar la normalidad de los datos de flexión del concreto elaborado con diferentes métodos de dosificación, a la edad de 28 días; se muestra los resultados de la prueba ANOVA de un factor, notando que para esta variable, la significancia también se encuentra por debajo del 5%, aceptando de esta manera la hipótesis alternativa, la cual señala que existe diferencia de medias en por lo menos un grupo, resultando estadísticamente significativo.

Fuente: Propia.

3.5.3. Análisis posprueba

Tabla 29.

Posprueba para la compresión promedio del concreto a 3 días de edad.

HSD de Tukey^a			
Método de dosificación	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
ACI 211.1	3	120.6667	
Fuller	3	135.0000	135.0000
Combinación de agregados	3		155.6667
Máxima compacidad	3		156.0000
Sig.		0.259	0.071

Luego de que la prueba ANOVA resultara significativa, se muestra la posprueba Tukey la cual permite identificar que grupo genera la mayor influencia significativa en la compresión del concreto, en este caso se evidencian los resultados de posprueba para el concreto con un tiempo de curado de 3 días.

Fuente: Propia.

Tabla 30.

Posprueba para la compresión promedio del concreto a 7 días de edad.

HSD de Tukey^a			
Método de dosificación	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
ACI 211.1	3	148.0000	
Fuller	3		199.3333
Combinación de agregados	3		204.3333
Máxima compacidad	3		214.0000
Sig.		1.000	0.190

Luego de que la prueba ANOVA resultara significativa, se muestra la posprueba Tukey la cual permite identificar que grupo genera la mayor influencia significativa en la compresión del concreto, en este caso se evidencian los resultados de posprueba para el concreto con un tiempo de curado de 7 días.

Fuente: Propia.

Tabla 31.

Posprueba para la compresión promedio del concreto a 28 días de edad.

HSD de Tukey^a			
Método de dosificación	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
ACI 211.1	3	249.0000	
Fuller	3		288.3333
Combinación de agregados	3		299.0000
Máxima compacidad	3		302.6667
Sig.		1.000	0.218

Luego de que la prueba ANOVA resultara significativa, se muestra la posprueba Tukey la cual permite identificar que grupo genera la mayor influencia significativa en la compresión del concreto, en este caso se evidencian los resultados de posprueba para el concreto con un tiempo de curado de 28 días.

Fuente: Propia.

Tabla 32.

Posprueba para la flexión promedio del concreto a 28 días de edad.

HSD de Tukey^a			
Método de dosificación	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Fuller	3	32.6667	
Combinación de agregados	3	35.3333	35.3333
ACI 211.1	3	37.9667	37.9667
Máxima compacidad	3		39.4333
Sig.		0.120	0.265

Luego de que la prueba ANOVA resultara significativa, se muestra la posprueba Tukey la cual permite identificar que grupo genera la mayor influencia significativa en la flexión del concreto, en este caso se evidencian los resultados de posprueba para el concreto con un tiempo de curado de 28 días.

Fuente: Propia.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Los datos obtenidos de las variables resistencia a la compresión y resistencia a la flexión del concreto, considerando un f'_c de diseño de 210 kg/cm², así como diferentes métodos de dosificación (ACI 211.1, Fuller, Combinación de agregados y Máxima compacidad), fueron analizados a través de la prueba Shapiro Wilk con la finalidad de comprobar su distribución normal, teniendo en cuenta una significancia del 5% (0.05). Los resultados arrojados por dicha prueba, se muestran desde la tabla N°21 a la N°24 en las cuales se observa que los valores de significancia para ambas variables, son superiores al 5% lo cual significa la aceptación de la hipótesis nula, la misma que indica que los datos si presentan una distribución normal; a continuación se realizó la prueba ANOVA de un factor cuyos resultados arrojados se muestran desde la tabla N°25 a la N°28; notando que para esta prueba el valor de significancia es inferior al 5%, por lo cual se procede con la aceptación de la hipótesis alternativa, la misma que señala que si existe diferencia de medias en al menos un grupo, resultado la prueba estadísticamente significativa, por lo que es necesaria la ejecución de un análisis posprueba Tukey para identificar que grupo genera la mayor influencia significativa en la resistencia a la compresión y flexión, obteniendo de los diferentes concretos a 3 días de curado, al elaborado bajo el método de Máxima compacidad con un valor de resistencia a la compresión promedio de 156 kg/cm² y una significancia de 0.071 respecto a los demás grupos; de igual forma a los 7 días de curado, nuevamente al concreto elaborado bajo el método de Máxima compacidad con un valor de resistencia a la compresión promedio de 214 kg/cm² y una significancia de 0.190 respecto a los demás grupos; finalmente a la edad de 28 días de curado, al concreto elaborado bajo el método de Máxima compacidad con un valor

de resistencia a la compresión promedio de 302.67 kg/cm² y un valor de resistencia a la flexión de 39.43 kg/cm², con significancias de 0.218 y 0.265 respectivamente.

Para realizar los diseño de mezcla se tuvo en cuenta los datos arrojados por la caracterización de los agregados, el cual abarca varios ensayos, comenzando con el AG, se ejecutó el ensayo de granulometría en base a la NTP 400.012, cuya gradación del material se ajusta a los límites establecidos por la NTP 400.037 clasificándose como agregado de Huso 67, con un TMN de 1" y un tamaño máximo de 1 1/2". El ensayo de contenido humedad se basó en la NTP 339.185 empleando dos muestras de las cuales se calculó un promedio de 0.6%. El ensayo de peso específico y absorción se realizó en base a lo estipulado por la NTP.400.021 a través del promedio de dos muestras llegando a obtener un valor de 2.53 gr/cm³ y 1.7% respectivamente.

Para los ensayos de peso unitario suelto y compactado se siguió los parámetros de la NTP 400.017, obteniendo un valor promedio de 1460 kg/m³ y 1622 kg/m³ respectivamente. En segundo lugar se llevó a cabo la caracterización del agregado fino, iniciando por el ensayo de análisis granulométrico de acuerdo con la NTP 400.012, cuya gradación del material se ajustó a los límites establecidos por la NTP 400.037 clasificándose de esta forma como una arena gruesa debido al módulo de finura que fue de 2.52, cuyo valor se sitúa, de acuerdo a la norma antes mencionada, entre 2.3 a 3.1. El ensayo de contenido de humedad para este material se basó en la NTP 339.185 empleando dos muestras de las cuales se calculó un promedio de 1.1%. El ensayo de peso específico y absorción se realizó siguiendo el procedimiento estipulado en la NTP.400.022 en base al promedio de dos muestras llegando a obtener un valor de 2.39 gr/cm³ y 0.5% respectivamente. Para los ensayos de peso unitario suelto y compactado de tuvo en cuenta lo estipulado en la norma NTP 400.017, obteniendo un valor promedio de 1746 kg/m³ y 1920 kg/m³ respectivamente. Luego

de haber obtenido los resultados de la caracterización de ambos tipos de agregados y estableciendo los parámetros de diseño como el rango de asentamiento que va de 6'' a 7'', además de la ficha técnica del cemento tipo ICO, se realizaron los 4 diseños de mezcla considerados (ACI 211.1, Fuller, Combinación de agregados y Máxima compacidad), encontrando los pesos húmedos de cada material a emplear para elaborar un metro cúbico de concreto, haciendo después una conversión para tandas de menor volumen en este caso de 47 litros (0.047m³) cumpliendo con la cantidad mínima establecida por la NTP 339.036 que es de 28 litros (1pie³). A partir de la figura N°2 hasta la N°4 se muestran los resultados de la resistencia a la compresión promedio del concreto evaluado a edades de 3, 7 y 28 días de curado, de las muestras elaboradas en base a los 4 métodos de dosificación, teniendo en cuenta además una resistencia de diseño de 210 kg/cm²; encontrando que para las 3 edades evaluadas los concretos que fueron elaborados en base al diseño de Máxima compacidad son los que presentan los mayores valores de resistencia respecto a los demás métodos, ya que a la edad de 28 días que es cuando el concreto adquiere su mayor desarrollo de sus propiedades mecánicas, se observa que el método de Máxima compacidad obtiene un valor de 303 kg/cm² de resistencia, seguido de los 299 kg/cm² alcanzado por el método de Combinación de agregados, seguido de los 288 kg/cm² alcanzado por el método de Fuller y en último lugar los 249 kg/cm² alcanzado por el método ACI 211.1; rescatando finalmente que el método de Máxima de compacidad es una buena opción si se requiere un concreto con una buena resistencia a la edad de 28 días y también un concreto que es capaz de desarrollar altas resistencias a edades tempranas. Por otro lado, en la figura N°5, se observa los resultados promedio de la resistencia a la flexión del concreto, evaluado a una edad de 28 días de curado, de las muestras elaboradas en base a los 4 métodos de dosificación, teniendo en cuenta

además una resistencia de diseño de 210 kg/cm²; encontrando nuevamente que el concreto que fue elaborado en base al diseño de Máxima compacidad, presentó el mayor valor de módulo de rotura respecto a los demás métodos, alcanzando un resultado de 39.4 kg/cm² de MR, seguido de los 38.0 kg/cm² alcanzado por el método ACI 211.1, seguido de los 35.4 kg/cm² alcanzado por el método de Combinación de agregados y en último lugar los 32.6 kg/cm² alcanzado por el método Fuller; rescatando finalmente en este caso que el método de Máxima de compacidad y el método ACI 211.1 permiten elaborar concretos que presentan un mejor comportamiento en flexión, pues el método ACI obtiene un valor muy cercano al obtenido por el método de máxima compacidad que resultó ser el mejor.

En este estudio, se propuso determinar la eficiencia del método de dosificación de mezcla de un concreto convencional respecto a la resistencia a la compresión y flexión en Trujillo, 2022.; considerando como primer antecedente el estudio de Calderón (2015), quien luego de estudiar las características y propiedades físicas, químicas y mineralógicas de los materiales gruesos y finos tipo canto rodado, provenientes del río Chanchan y su influencia en los diseños de concretos cuyas resistencias estén desde 210 Kg/cm² hasta 280 Kg/cm², encontró que los diseños de concreto con el método del A.C.I dan una resistencia a los 28 días de 212,26 Kg/cm² con una dosificación por volúmenes de 1:5, esto es 1 saco de cemento y 5 parihuelas de 0.40x0.40x0.22 m y con el diseño utilizando el método O'Reilly su resistencia a la compresión a los 28 días es de 225.79 Kg/cm², utilizando una dosificación de 1: 2: 3, esto es 1 saco de cemento, 2 parihuelas de 0.40x0.40x0.22 m de arena y 3 parihuelas de 0.40x0.40x0.22 m de grava; concluyendo que la cantidad de cemento a utilizarse según método del ACI es de 6.17 sacos y con el método de O'Reilly es de 6.19 sacos es decir con cualquier de los dos métodos utilizados se emplea la misma

cantidad de cemento, pero en cambio con el método del A.C.I los agregados se utilizan tal como se encuentra en la mina, mientras que con el método de O'Reilly se deben separar para su dosificación y preparación, debido a que para este método se utiliza la mezcla cuyo porcentaje de arena y piedra den el menor porcentaje de vacíos; y realizando la comparación con la presente tesis, se llega a una conclusión similar, pues la cantidad de cemento que arroja cada método varía en cierta forma aunque en cantidades pequeñas, además los resultados de resistencia a la compresión y flexión a la edad de 28 días varía de acuerdo al método utilizado, siendo para compresión el más sobresaliente el método de Máxima compacidad, con un valor de 303 kg/cm² el cual sobrepasa en 21.69% del obtenido por el método ACI 211.1 y para la variable resistencia a la flexión, de igual forma el método de Máxima compacidad es el más sobresaliente con 39.4 kg/cm², valor que sobrepasa en 3.68% del obtenido por el método ACI 211.1.

También se tiene la investigación realizada por Coasaca (2018), quien luego de realizar un análisis comparativo de las propiedades físicas y mecánicas del concreto utilizando distintos métodos de diseño de mezclas con los materiales típicos de la provincia de Arequipa, encontró que los diseños más eficientes en función a su cantidad de cemento y resistencia son: O'Reilly (0.755), Füller (0.786) y Bolomey (0.824) para $f'c = 175, 210$ y 280 kg/cm² respectivamente, mientras que los diseños más deficientes son Bolomey (0.537), Bolomey (0.632) y O'Reilly (0.693), con las mismas resistencias requeridas respectivamente; concluyendo que las mezclas que tengan una relación de agregados fino/grueso muy alta o muy baja, generan un concreto pastoso o pedregoso respectivamente ambos siendo poco manejables, y que provocan una laboriosa compactación, por lo que un diseño óptimo se dará cuando se presente un equilibrio de estos los agregados con una correcta dosificación de

cemento. De igual forma comparando con los resultados obtenidos en la presente, se llega a la misma conclusión, pues los métodos que sobresalen con los mejores valores de compresión son los que se basan en la combinación de agregados como el método Fuller, MF de la combinación de agregados y Máxima compacidad, pues dichos métodos buscan un equilibrio entre la cantidad de agregado fino y grueso para que la cantidad de vacíos en el concreto se reduzca, incrementando su densidad y por ende la resistencia aumente.

Por otro lado se tiene la investigación de Vásquez (2013), quien después de evaluar el mejor método para la elaboración de diseño de mezclas de concreto para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm², encontró que el método ACI fue el que más se aproximó a la resistencia de 210 kg/cm² con una resistencia última promedio de 282.95 kg/cm² y la resistencia con el diseño del Módulo de Fineza de la Combinación de los Agregados fue la que se distanciaba con 326.81 kg/cm²; concluyendo que el diseño con los métodos Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados y Walker con material de la cantera Huayrapongo permitió un concreto más denso y con una resistencia superior a la diseñada, teniendo que estos dos métodos permitieron un concreto con buena compacidad; y comparando con el presente estudio, se llega a los mismos resultados, pues tanto el método de Fuller, Combinación de agregados y el método de Máxima compacidad, permitieron obtener un concreto con una resistencia mayor a la de diseño en 37.14%, 42.38% y 44.29% respectivamente, siendo los métodos más sobresalientes respecto al método ACI.

Otro antecedente es la investigación realizada por Romero (2019), quien luego de realizar una comparación de 3 métodos de diseño de mezclas en la resistencia a la compresión del concreto, encontró que a 28 días que es la edad en la que el concreto alcanza su máximo valor de resistencia teóricamente, para un $f'c$ de 210 kg/cm², al

método de Walker como el que obtuvo el mayor valor promedio siendo de 268.33 kg/cm², seguido del método ACI 211 con un valor promedio de 201.33 kg/cm² y finalmente el valor obtenido por el método de Módulo de Finura de la combinación de agregados, con un valor de 180 kg/cm²; concluyendo que, el método Walker permitió obtener un concreto más denso y con una resistencia superior a la diseñada, por ello el autor rescata que a mayor peso volumétrico del concreto fresco, mayor esfuerzo último a la compresión; y comparando con los resultados obtenidos en la presente investigación, se llega a una conclusión similar pues el método de Máxima compacidad fue el que mejor comportamiento presentó en ambas variables debido a que este método se basa en encontrar la relación óptima entre la cantidad de agregado fino y grueso que produzca el mayor peso unitario compactado, resultando de esta forma un concreto con menor cantidad de vacíos y con una resistencia mucho mayor. Por su parte, Díaz (2023), luego de comparar la resistencia de concretos $f'_c=210$ y 280 kg/cm² con los métodos ACI, Walker y Módulo de Fineza de la combinación de agregados para determinar el más adecuado con la menor cantidad de cemento mediante ensayos de laboratorio, encontró que el método ACI para concretos de f'_c de diseño de 210 kg/cm² y 280 kg/cm² alcanzaron la mayor resistencia promedio a los 28 días a las de los diseños requeridos, con valores de 224.56 kg/cm² y 304.79 kg/cm² respectivamente, empleando para ello la menor cantidad de cemento; asimismo, el método del Módulo de Fineza de la combinación de agregados, empleando la misma cantidad de cemento, obtuvo resistencias cercanas a las de diseño con valores de 211.51 kg/cm² y 277.46 kg/cm² respectivamente; por último, encontró que el método Walker obtuvo los mayores valores de resistencia respecto a los dos métodos antes mencionados, con valores de 234.68 kg/cm² y 313.32 kg/cm² respectivamente, pero con una mayor cantidad de cemento; concluyendo que, el

método de diseño ACI para concretos en 210 y 280 Kg/cm² obtuvo una mayor resistencia con la menor cantidad de cemento; debido a ello, en función a los resultados obtener una visión amplia de los métodos y variables que los autores consideren esenciales en el proceso de mezcla del concreto; y realizando la comparación con lo obtenido en este estudio se llega a resultados similares, pues a la edad de 28 días, los métodos de diseño utilizados obtienen valores de resistencia que sobrepasan la de diseño; sin embargo, los resultados varían considerablemente ya que cada método utiliza una cantidad diferente de materiales por ello es necesario evaluar la eficiencia de dichos métodos en cuanto a la resistencia obtenida y la cantidad de cemento empleada para ello.

Por último, se tiene la investigación realizada por Cáceres y Chira (2021), quienes después de realizar comparaciones para obtener el mejor método en la elaboración de diseño de mezcla $f'c$ 210 y 280 kg/cm² empleando los métodos ACI, FULLER y Módulo de Fineza, encontraron que la cantera Escorpión presenta las mejores condiciones para elaborar concreto debido a que el agregado grueso cumplía con los requisitos de granulometría; asimismo, encontraron que para dicha cantera, los mejores resultados de resistencia a la compresión a edades de 3, 7 y 28 días fueron obtenidos por el concreto diseñado en base al método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, con un 64.60%, 83.80% y 137.00% de resistencia respectivamente para la edades antes mencionadas, considerando una resistencia de diseño de 210 kg/cm²; concluyendo que mejor método de diseño de mezcla con la resistencia $f'c=$ 210 kg/cm² y 280 kg/cm² a 28 días, para ambas canteras Escorpión y Adriana Nicoll es el Módulo de Fineza de la Combinación de los agregados; asimismo, para la Cantera Escorpión el método que utiliza menor cantidad de cemento para diseño de concreto es el método de FULLER, mientras que para la

Cantera de Adriana Nicoll, el método que utiliza menor cantidad de cemento es el método de Modulo de Fineza de la Combinación de los agregados; y comparando con la presente investigación se tiene también al método de la Combinación de agregados como uno de los que sobresale después del método de Máxima compacidad, rescatando una vez más que el método de dosificación influye en las propiedades del concreto, reforzando de esta forma la tendencia marcada por los antecedentes antes mencionados.

Los datos arrojados por la caracterización de los agregados se vinculan a la unidad de estudio que viene a ser el concreto, ya que fueron necesarios para elaborar los diseños de mezcla correspondientes en base a cuatro métodos diferentes tales como el método ACI 211.1, Fuller, Combinación de agregados y Máxima compacidad; los cuales permitirán determinar la cantidad de materiales por cada tanda de concreto para efectuar los ensayos de resistencia a la compresión y flexión; asimismo de los resultados de resistencia a la compresión de las muestras evaluadas a edades de 3, 7 y 28 días de curado se tiene que el concreto diseñado en base al método de Máxima compacidad tiene un mejor comportamiento para todas la edades mencionadas; en cuanto a los resultados de resistencia a la flexión se observa la misma tendencia, pues el método de diseño de Máxima compacidad es el que alcanza el mayor resultado. Finalmente, se llegó a determinar la eficiencia de los métodos de dosificación de mezcla de un concreto convencional respecto a la resistencia a la compresión y flexión, luego de haber efectuado un riguroso análisis de los datos obtenidos de las variables mediante pruebas estadísticas.

En el presente estudios, se encontró que los autores de los diferentes antecedentes considerados evalúan el comportamiento del concreto en estado plástico y endurecido teniendo en cuenta para la ello la utilización de diferentes métodos de

dosificación de mezcla, con la finalidad de encontrar cual es el que mejores resultados arroja, empleando para ello la menor cantidad de cemento para de esta forma ahorrar costos, por ello señalan que en la producción del concreto es muy importante la elección del método de diseño de mezcla, ya que este viene a ser la receta de un nuevo producto, y que la mejor manera de elegir un diseño es el que cumpla con la mayor parte de requerimientos según las características y propiedades de los componentes, pues el que se ajuste mejor dará los mejores resultados. Concluyendo que los métodos de dosificación influyen en las propiedades del concreto, ya que los resultados encontrados para las dos variables consideradas evidencian que se puede obtener mayores resistencias al emplear los métodos que se basan en buscar un equilibrio entre la cantidad de agregado fino y grueso para que la cantidad de vacíos sea mínima.

ca

Como implicancias, se tiene que los datos recolectados se obtuvieron gracias a los procedimientos descritos en las normas nacionales correspondientes a cada tipo de ensayo considerado, siendo en este caso para las variables resistencia a la compresión y resistencia a la flexión. Los resultados ponen en evidencia que el efectuar un estudio previo del comportamiento del concreto empleando diferentes métodos de dosificación es de gran importancia, ya que existe la posibilidad de obtener buenos resultados de resistencia empleando para ello la menor cantidad posible de materiales, lo cual es un punto muy importante a tener en cuenta en temas de costos.

4.2. Conclusiones

- Se determinó la eficiencia del método de dosificación de mezcla de un concreto convencional respecto a la resistencia a la compresión y flexión, obteniendo al

método de Máxima compacidad como el que mejores resultados arrojó para todas las edades de evaluación y para ambas variables consideradas.

- Se realizó la caracterización de agregados en base a los procedimientos descritos por las normas técnicas nacionales correspondientes; con cuyos datos arrojados se elaboró los diseños de mezcla para un $f'c$ de 210 kg/cm², en base al método ACI 211.1, Fuller, Combinación de agregados y Máxima compacidad, usando cemento Pacasmayo tipo ICO y un asentamiento teórico de 6" a 7".
- Se determinó la resistencia a la compresión del concreto empleando probetas cilíndricas curadas a edades de 3, 7 y 28 días, obteniendo como resultado una mayor resistencia promedio para el concreto elaborado con el método de Máxima compacidad para las tres edades evaluadas, donde a la edad de 7 días de curado alcanza un valor de 214 kg/cm² el cual ya sobrepasa en 1.90% respecto a la resistencia de diseño y a la edad de 28 días logra obtener un valor que sobrepasa en 44.29% respecto a la resistencia de diseño.
- Se determinó la resistencia a la flexión del concreto empleando vigas evaluadas a 28 días de edad, obteniendo como resultado un mayor módulo de rotura para el concreto elaborado con el método de Máxima compacidad, donde dicha muestra alcanza un valor de 39.4 kg/cm² el cual sobrepasa en 25.08% respecto al 15% del $f'c$ de diseño (31.5 kg/cm²).
- Se realizó la prueba de hipótesis, determinando que el método de Máxima compacidad genera el mayor efecto positivo en la resistencia a la compresión y flexión de un concreto convencional.

4.3. Recomendaciones

- Se recomienda a utilizar el método de Máxima compacidad para diseñar un concreto convencional, debido a que los resultados arrojados para la resistencia a

la compresión y flexión superan de manera considerable el valor de resistencia de diseño, respecto a los otros métodos empleados. Asimismo, se debe realizar un análisis previo de las propiedades del concreto empleando diversos métodos de dosificación ya que los factores que influyen en los resultados son distintos y varían de acuerdo a la calidad de los materiales, por ello no es posible afirmar que un método es más eficiente que otro sin antes efectuar un estudio minucioso.

- Se recomienda a futuros investigadores a tener cuidado al momento de determinar las características de los agregados ya que los distintos métodos de dosificación existentes utilizan estos datos para determinar la cantidad de materiales necesarios en la elaboración del concreto, por ello los agregados se deben almacenar en un lugar que no afecte su condición natural y de esta manera obtener resultados de mayor confiabilidad.
- Se recomienda a los estudiantes de la carrera de ingeniería civil a seguir investigando en temas relacionados, para de esta forma incrementar el conocimiento sobre el desarrollo adecuado de las propiedades del concreto abriendo de esta forma nuevas líneas de investigación.

REFERENCIAS

- Abanto, F. (2009). *Tecnología del concreto (teoría y problemas) (2)*. Perú: San Marcos
- Aginam, C.; Umenwaliri, S. & Nwakire, C. (2013). Influence of mix design methods on the compressive strength of concrete. En *Revista Investigación y Desarrollo*, 8(6), pp. 438-444. ISSN 1819-6608. Recuperado de www.arpnjournals.com
- Alayo, A. & Polo, M. (2019). Influencia del porcentaje de piedra pómez sobre la resistencia a la compresión y peso unitario en un concreto estructural para pórticos [Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad Privada del Norte].
- Becosan (2020). (21 de diciembre de 2017). *Qué es el concreto reforzado y cuáles son sus características*. En Blog: Concreto reforzado. Recuperado de <https://www.becosan.com/es/concreto-reforzado/>
- Cáceres, F. & Chira, M. (2021). Evaluación del Mejor Diseño de Mezclas Utilizando Métodos ACI, Fuller y Modulo De Fineza en un Concreto F'C 210 y 280 KG/CM2. [Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo].
- Cementos Alión (2020). (s.f.). *Resistencia del concreto y más propiedades que debes conocer* En Blog: Propiedades del concreto. Recuperado de <https://alion.com.co/propiedades-del-concreto/>
- Coasaca, G. (2018). Análisis comparativo de las propiedades físicas y mecánicas del concreto utilizando distintos métodos de diseños de mezclas con los materiales típicos de la provincia de Arequipa [Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad Católica de Santa María].
- Concremix (2020). Importancia de la resistencia en los concretos.

Concretos SUPERMIX (2021). Agregados para la elaboración de concreto. Recuperado de <https://www.supermix.com.pe/agregados-para-la-elaboracion-de-concreto/>

Control Mix Express (2020). Mitos y realidades de los diseños de mezcla.

Ferreira, D. & Torres, K. (2014). Caracterización física de agregados pétreos para concretos caso: Vista Hermosa (Mosquera) y Mina Cemex (Apulo). Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.

Gutiérrez, L. (2018). Evaluación de las ventajas técnicas y económicas del empleo de aditivos superplastificantes en los concretos de resistencias convencionales. Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú.

Hernández, H. (2013). Supervisión de Estructuras de Concreto y de Acero. Recuperado de <https://sites.google.com/site/construyetuingenio2013/home/11--propiedadesdel-concreto-y-sus-componentes>

Indecopi. (2008). *Concreto, ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto)*. (NTP.339.046). Inacal. <https://pdfcoffee.com/determinar-la-densidad-c-airentp-339046-5-pdf-free.html>.

Indecopi. (2009). *Concreto, método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland*. (NTP 339.035). Inacal. <https://1library.co/document/q59kx47z-ntp-pdf.html>

Indecopi. (2011). *Agregados, método de ensayo para peso unitario del agregado*. (NTP.400.017). Inacal. <https://1library.co/document/zk67g04y-ntp-400-017-2011-agregados-metodo-de-ensayo-para-determinar-el-peso-unitario-del-agregado.html>

Indecopi. (2011). *Cementos portland adicionados. Requisitos.* (NTP 334.090). Inacal.

<https://es.slideshare.net/williamhuachacatorres/norma-tecnica-peruana-cementos-334090>

Indecopi. (2012). *Concreto, Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.*

(NTP.339.078). Inacal. <https://www.udocz.com/apuntes/108486/ntp-339-078-ensayo-de-flexion-pdf>

Indecopi. (2013). *Agregados, análisis granulométrico del agregado grueso, fino y global.*

(NTP.400.012). Inacal. <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-federico-villarreal/tecnologia-del-concreto/ntp-400-012-2013-agregados/12238185>

Indecopi. (2013). *Agregados, método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.* (NTP.339.185). Inacal.

https://kupdf.net/download/ntp-3391852013-agregados-metodo-contenido-de-humedad-total-evaporable-de-agregados-por-secado_59c03b5808bbc55813686f84_pdf

Indecopi. (2013). *Agregados, método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.* (NTP.400.021). Inacal.

<https://pdfcoffee.com/ntp-400021-densidad-y-absorcion-agregado-grueso-convertido-pdf-free.html>

Indecopi. (2013). *Agregados, método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino.* (NTP.400.022). Inacal.

https://kupdf.net/download/ntp-4000222013-agregados-metodo-peso-especifico-y-absorcion-del-agregado-fino_59c03df208bbc5f314686f9e_pdf

- Indecopi. (2013). *Concreto, método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigón (concreto)*. (NTP.339.184). Inacal.
<https://es.scribd.com/document/394328622/20024-339-184-1>
- Indecopi. (2013). *Concreto, práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto de laboratorio*. (NTP.339.183). Inacal.
<https://pdfcookie.com/download/ntp-339183-2013pdf-52e1qeqqkqv8>
- Indecopi. (2015). *Concreto, método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas*. (NTP 339.034). Inacal.
<https://www.studocu.com/pe/document/universidad-catolica-santo-toribio-de-mogrovejo/tecnologia-del-concreto/ntp-339034>
- Indecopi. (2015). *Concreto, práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo*. (NTP.339.033). Indecopi.
<https://www.coursehero.com/file/54011352/NTP-339033-2015pdf/>
- Indecopi. (2017). *Concreto, práctica para muestreo de mezclas de concreto fresco*. (NTP.339.036). Inacal. <https://pdfcoffee.com/ntp-3390362017-concreto-practica-normalizada-para-muestreo-de-mezclas-de-concreto-fresco-4-pdf-free.html>
- Indecopi. (2018). *Agregados, Especificaciones normalizadas para agregados en concreto*. (NTP.400.037). Inacal.
<https://es.scribd.com/document/509925124/NTP-400-037-2018>
- Kosmatka, S.; Kerkhoff, B.; Panarese, W. y Tanesi, J. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. Portland Cement Association.
- Manrique, J. (2019). *Diseño y prueba de mezclas de concreto con baja pérdida de trabajabilidad en el tiempo*. Universidad de Piura, Piura, Perú.

- Masías, K. (2018). Resistencia a la flexión y tracción en el concreto usando ladrillo triturado como agregado grueso [Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad de Piura].
- National Ready Mixed Concrete Association (2007). El concreto en la práctica, ¿Qué, por qué y cómo?. EE.UU.: NRMCA.
- Porrero, J., Ramos, C., Grases, J. & Velazco, G. (2003). Manual del Concreto Estructural. Caracas, Venezuela.
- Rivera, G. (2013). Concreto Simple. Universidad del Cauca. Colombia.
- Romero, H. (2019). Estudio comparativo de 3 métodos de diseño de mezclas en la resistencia de compresión del concreto [Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrícola, Universidad Nacional de Trujillo].
- Sanjuán, M. & Chinchón, S. (2015). *Introducción a la fabricación y normalización del Cemento Portland*. España: Universidad de Alicante
- Santamaria, J.; Morales, L. & Pilaluisa, J. (2018). Modelo para dosificación de mezclas de hormigón utilizando lógica difusa. En *Revista Investigación y Desarrollo*, 5(1), pp. 54-61. Recuperado de <https://doi.org/10.29166/revfig.v1i1.815>
- Shi, C.; Wu, Z.; Lv, K. & Wu, L. (2015). A review on mixture design methods for self-compacting concrete. En *Revista Construction and Building Materials*, 84, pp. 387-398. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.03.079>
- Torre A. (2017). *Métodos de diseño de mezcla de concreto*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/391799559/Otros-Metodos-de-Diseno-de-Mezcla-de-Concreto>
- Vásquez, K. (2013). Obtención del mejor método para elaborar el diseño de mezclas de concreto, al comparar los métodos ACI Fuller, Walker y Módulo de fineza de la

combinación de agregados, para una resistencia a la compresión $f'c=210$ kg/cm²
(a los 28 días) [Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad
Nacional de Cajamarca].

ANEXOS

ANEXO N°1. Desarrollo de tesis

- **Granulometría de los agregados (NTP 400.012).**

Tabla 33.

Análisis granulométrico del agregado grueso.

Malla	Abertura (mm)	Peso ret. (g)	% Ret. Parcial.	% Ret. Acum.	% Que pasa	Límites Huso 67 NTP 400.037	
						Mín.	Máx.
1 1/2"	37.5	0	0.0	0.0	100.0		
1"	25	97.5	1.0	1.0	99.0	100	100
3/4"	19	8,21.6	8.2	9.2	90.8	90	100
1/2"	12.5	3,719.9	37.2	46.4	53.6	-	-
3/8"	9.5	2,495.3	25.0	71.3	28.7	20	55
4	4.75	2,739.3	27.4	98.7	1.3	0	10
8	2.36	84.2	0.8	99.6	0.4	0	5
16	1.18	14.9	0.1	99.7	0.3	-	-
Fondo		27.3	0.3	100.0	0.0	-	-
Total		10,000.0	100.0				

Fuente: Propia.

Tabla 34.

Análisis granulométrico del agregado fino.

Malla	Abertur a (mm)	Peso ret. (g)	% Ret. Parcial.	% Ret. Acum.	% Que pasa	NTP 400.037	
						Mín.	Máx.
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
4	4.75	70.6	7.1	7.1	92.9	95	100
8	2.36	164.6	16.4	23.5	76.5	80	100
16	1.18	122.5	12.2	35.7	64.3	50	85
30	0.6	87.6	8.8	44.5	55.5	25	60
50	0.3	97.9	9.8	54.3	45.7	5	30
100	0.15	323.5	32.3	86.6	13.4	0	10
200	0.075	104.7	10.5	97.0	3.0	0	5
Fondo		29.7	3.0	100.00	0.0	-	-
Total		1001.1	100.0				

Fuente: Propia.

- **Contenido de humedad de los agregados (NTP 339.185).**

Tabla 35.

Contenido de humedad del agregado fino.

Descripción	Unidad	M1	M2	Prom
Peso recipiente	gr.	68.7	79.5	
Peso recipiente + muestra húmeda	gr.	598.1	605.8	
Peso recipiente + muestra seca	gr.	592.9	600.3	
Peso de muestra húmeda	gr.	529.4	526.3	
Peso de muestra seca	gr.	524.2	520.8	
Peso de agua	gr.	5	6	
Contenido de humedad	%	1.0	1.1	1.1

Fuente: Propia.

Tabla 36.

Contenido de humedad del agregado grueso.

Descripción	Unidad	M1	M2	Prom
Peso recipiente	gr.	0.0	0.0	
Peso recipiente + muestra húmeda	gr.	4,000.0	4,000.0	
Peso recipiente + muestra seca	gr.	3,977.5	3,979.9	
Peso de muestra húmeda	gr.	4,000.0	4,000.0	
Peso de muestra seca	gr.	3,977.5	3,979.9	
Peso de agua	gr.	22.5	20.1	
Contenido de humedad	%	0.6	0.5	0.6

Fuente: Propia.

- **Peso unitario de los agregados (NTP 400.017).**

Tabla 37.

Peso unitario del agregado fino.

Descripción	Unidad	Prueba1	Prueba2	Prueba3	Prom
Peso recipiente + muestra suelta	kg	22.240	22.340	22.220	
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	23.860	23.840	23.860	
Peso de recipiente	kg	6.380	6.380	6.380	
Peso de muestra en estado suelto	kg	15.860	15.960	15.840	
Peso de muestra en estado compactado	kg	17.480	17.460	17.480	
Volumen del recipiente	m3	0.0091	0.0091	0.0091	

Peso unitario suelto	kg/m ³	1,743	1,754	1,741	1,746
Peso unitario compactado	kg/m ³	1,921	1,919	1,921	1,920

Fuente: Propia.

Tabla 38.

Peso unitario del agregado grueso.

Descripción	Unidad	Prueba1	Prueba2	Prueba3	Prom
Peso recipiente + muestra suelta	kg	19.820	19.620	19.560	
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	21.100	21.220	21.100	
Peso de recipiente	kg	6.380	6.380	6.380	
Peso de muestra en estado suelto	kg	13.440	13.240	13.180	
Peso de muestra en estado compactado	kg	14.720	14.840	14.720	
Volumen del recipiente	m ³	0.0091	0.0091	0.0091	
Peso unitario suelto	kg/m ³	1,477	1,455	1,448	1,460
Peso unitario compactado	kg/m ³	1,618	1,631	1,618	1,622

Fuente: Propia.

- **Peso específico y absorción de los agregados**

Agregado fino (NTP 400.022).

Tabla 39.

Peso específico y absorción del agregado fino.

Descripción	Unidad	Prueba1	Prueba2	Prom
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr	455.6	437.9	
Peso del picnómetro lleno de agua	gr	1,443.7	1,443.7	
Peso del picnómetro lleno de muestra y agua	gr	1,711.2	1,700.1	
Peso de la muestra en estado SSS	gr	457.9	440.1	
Peso específico base seca	gr/cm ³	2.39	2.38	2.39
Peso específico base SSS	gr/cm ³	2.40	2.40	2.40
Absorción	%	0.5	0.5	0.5

Fuente: Propia.

Agregado grueso (NTP 400.021).

Tabla 40.

Peso específico y absorción del agregado grueso.

Descripción	Unidad	Prueba1	Prueba2	Prom
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr	4,004	4,376	
Peso de la muestra en estado SSS al aire	gr	4,071	4,450	

Peso de la muestra saturada en agua	gr	2,489	2,721	
Peso específico base seca	gr/cm ³	2.53	2.53	2.53
Peso específico base SSS	gr/cm ³	2.57	2.57	2.57
Absorción	%	1.7	1.7	1.7

Fuente: Propia.

- **Diseños de mezcla**

Tabla 41.

Parámetros requeridos para los diseños de mezcla.

f'c diseño	Asentamiento	Consistencia	Peso específico del cemento Pacasmayo ICO	TMN del AG
210 kg/cm ²	6" a 7"	Fluida	2.94 g/cm ³	1"

Fuente: Propia.

Tabla 42.

Determinación de f'cr cuando no hay data histórica para calcular el "S".

Resistencia a compresión especificada, f'c, kg/cm ²	Resistencia a compresión media requerida, kg/cm ²
Menos de 210	f'c + 70
210 a 350	f'c + 84
Más de 350	1.10 f'c + 50

Fuente: ACI-211.

Entonces la resistencia a la compresión media requerida es:

$$f'_{cr} = 210 + 84$$

$$f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$$

Tabla 43.

Cantidad de agua y contenido de aire de acuerdo con el asentamiento y TMN del agregado.

Revestimiento (asentamiento) (mm)	Agua, kilogramos por metro cubico de concreto, para los tamaños de agregado indicados*							
	3/8 pulg.	1/2 pulg.	3/4 pulg.	1 pulg.	1 1/2 pulg.	2 pulg.	3 pulg.	6 pulg.
Concreto sin aire incluido								
1" a 2" 25 a 50	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4" 75 a 100	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7" 150 a 175	213	228	216	202	190	178	160	-

Cantidad aproximada de aire atrapado en un concreto sin aire incluido, porcentaje.	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
	Concreto con aire incluido							
1" a 2" 25 a 50	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4" 75 a 100	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7" 150 a 175	216	205	197	184	174	166	154	-
Promedio del contenido de aire total recomendado, para el nivel de exposición, porcentaje.								
Exposición leve	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
Exposición moderada	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0
Exposición severa	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0

Fuente: ACI-211.

Según la tabla proporcionada por el ACI-211, se obtiene un contenido de aire atrapado de 1.5% para un tamaño máximo nominal de 1" y 202 L/m³ de agua.

Tabla 44.

Dependencia entre la relación a/c y la resistencia a compresión del concreto.

Resistencia a Compresión a los 28 Días, Kg/cm ² (MPa)	Relación agua-material cementante en masa	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
450 (45)	0.38	0.31
400 (40)	0.43	0.34
350 (35)	0.48	0.40
300 (30)	0.55	0.46
250 (25)	0.62	0.53
200 (20)	0.70	0.61
150 (15)	0.80	0.72

Fuente: ACI-211.

Cálculo de la relación agua/cemento:

$$\frac{300 - 294}{300 - 250} = \frac{0.55 - x}{0.55 - 0.62} \quad x = 0.558$$

Cantidad de cemento:

$$\frac{a}{c} = 0.558 \quad c = \frac{a}{0.558} = \frac{202}{0.558} = 362.01 \text{ Kg/m}^3 \sim 362 \text{ kg/m}^3$$

- **Diseño de mezcla por el método ACI 211.1**

Tabla 45.

Factores de agregado grueso (b/b₀).

Tamaño máximo nominal de agregado mm (plg)	Volumen del agregado grueso varillado (compactado) en seco por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de finura de agregado fino.			
	2.40	2.60	2.80	3.00
9.5 (3/8)	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5 (1/2)	0.59	0.57	0.55	0.53
19.0 (3/4)	0.66	0.64	0.62	0.60
25.0 (1)	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5 (1 1/2)	0.75	0.73	0.71	0.69
50 (2)	0.78	0.76	0.74	0.72
75 (3)	0.82	0.80	0.78	0.76
150 (6)	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI-211.

Cálculo del factor b/b₀ (volumen del agregado grueso compactado):

$$\frac{2.60 - 2.52}{2.60 - 2.40} = \frac{0.69 - x}{0.69 - 0.71} \quad x = \frac{b}{b_0} = 0.698$$

Peso Seco del AG = 1622 kg/m³ * 0.698 = 1132.16 = 1132 kg/m³

Determinación del contenido de agregado fino:

Tabla 46.

Peso seco de los materiales (Método ACI 211.1).

Material	Peso Seco		Volumen (m ³)
	Peso (kg/m ³)		
Cemento	362	362/2940	0.1231
Agua	202	202/1000	0.2020
Agregado Grueso	1132	1132/2530	0.4474
Agregado Fino	508	0.2125*2390	0.2125
Aire	1.5%	1.5/100	0.0150
PUC	2204	-	1.0000

Fuente: Propia.

$$1 - (0.1231 + 0.2020 + 0.4474 + 0.0150) = 0.2125$$

$$AF = 0.2125 * 2390 = 507.88 \approx 508 \text{ kg/m}^3$$

Corrección por humedad de los agregados:

$$\text{Peso hum} = \text{Peso seco (AG ó AF)} \times \left(1 + \frac{\%hum (AG \text{ ó } AF)}{100}\right)$$

$$\text{Peso hum (AG)} = 1132 \times \left(1 + \frac{0.6}{100}\right) = 1138.79 \approx 1139 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso hum (AF)} = 508 \times \left(1 + \frac{1.1}{100}\right) = 513.59 \approx 514 \text{ kg/m}^3$$

Aportes de agua:

$$\text{Aporte Agua} = \text{Peso seco (AG ó AF)} \times \frac{(\%hum - \%abs)}{100}$$

$$\text{Aporte Agua (AG)} = 1132 \times \frac{(0.6 - 1.7)}{100} = -12.45 \text{ Lt/m}^3$$

$$\text{Aporte Agua AF} = 508 \times \frac{(1.1 - 0.5)}{100} = 3.05 \text{ Lt/m}^3$$

Agua efectiva:

$$\text{Agua Efec} = \text{Agua estimada} - \left(\sum \text{Aporte Agua}_{AG \text{ ó } AF}\right)$$

$$\text{Agua Efect} = 202 - (-12.45 + 3.05) = 211.40 \approx 211 \text{ L/m}^3$$

Tabla 47.

Peso húmedo de los materiales (Método ACI 211.1).

Peso Húmedo	
Material	Peso (kg/m³)
Cemento	362
Agua	211
Agregado Grueso	1139
Agregado Fino	514
Aire	1.5%
PUC	2226

Fuente: Propia.

Corrección por absorción de los agregados:

$$\text{Peso SSS (AG ó AF)} = \text{Peso seco (AG ó AF)} \times \left(1 + \frac{\%abs (AG ó AF)}{100}\right)$$

$$\text{Peso SSS (AG)} = 1132 * \left(1 + \frac{1.7}{100}\right) = 1151.24 \text{ kg/m}^3 \approx 1151 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso SSS (AF)} = 508 * \left(1 + \frac{0.5}{100}\right) = 510.54 \text{ kg/m}^3 \approx 511 \text{ kg/m}^3$$

Tabla 48.

Peso SSS de los materiales (Método ACI 211.1).

Peso SSS	
Material	Material
Cemento	362
Agua	202
Agregado Grueso	1151
Agregado Fino	511
Aire	1.5%
PUC	2226

Fuente: Propia.

- Diseño de mezcla por el método Fuller

Consideraciones para el cálculo de la cantidad de cemento:

$$\frac{\text{Cemento}}{\text{Agua}} = Z \quad \text{pero } Z = K1 \times Rm + 0.5$$

Dónde:

K1 = factor que depende del agregado (0.0045)

Rm = Resistencia promedio requerida (294)

Entonces:

$$Z = 0.0045 \times 294 + 0.5$$

$$Z = 1.823$$

Cantidad de cemento:

$$\frac{c}{a} = 1.823 \quad c = 1.823 * 202 = 368.25 \text{ Kg/m}^3 \sim 368 \text{ kg/m}^3$$

Determinación del porcentaje en volumen absoluto del agregado fino (α) y grueso (β):

$$\alpha = \frac{C - B}{A - B} \times 100 \quad \beta = 100 - \alpha$$

Dónde:

A = % AF que pasa por la malla N° 4.

B = % AG que pasa por la malla N° 4.

C = % Agregado ideal que pasa por la malla N° 4.

Tabla 49.

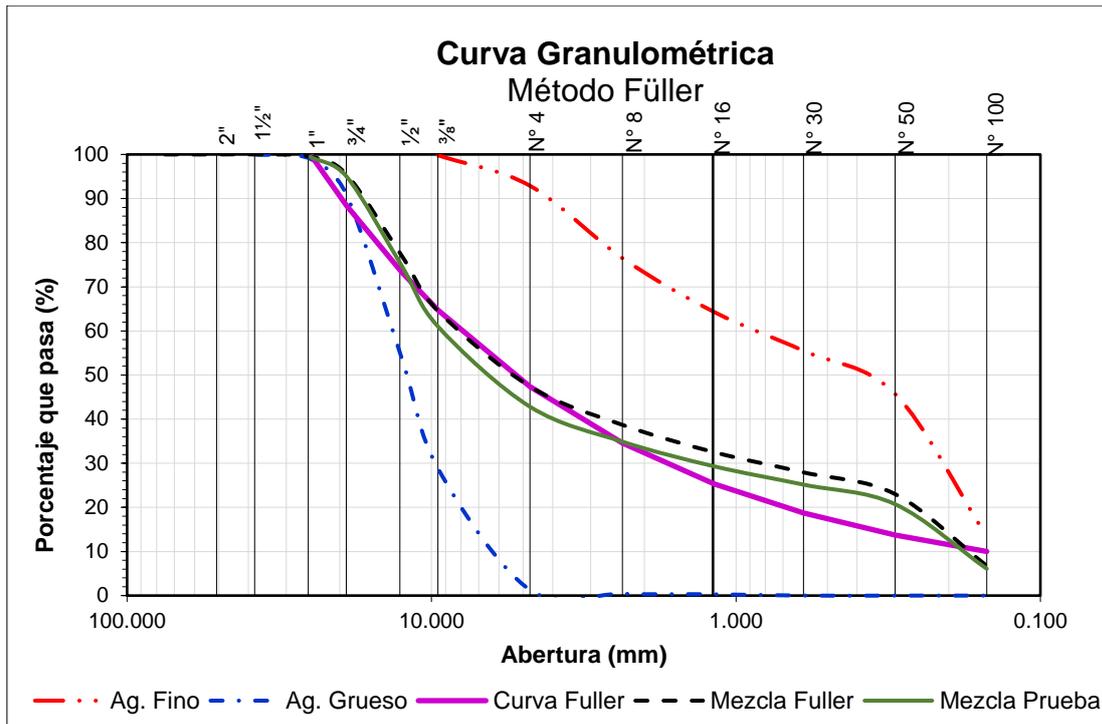
Granulometría – Método Fuller.

Malla	Abertura (mm)	% Pasa A.G.	% Pasa A.F.	Fuller	% Pasa Mezcla Fuller	% Pasa Mezcla Prueba
3"	75.000	100.0	100.0	-	100.0	100.0
2"	50.000	100.0	100.0	-	100.0	100.0
1 1/2"	37.500	100.0	100.0	-	100.0	100.0
1"	25.000	99.0	100.0	100.0	99.5	99.5
3/4"	19.000	90.8	100.0	88.4	95.4	95.0
1/2"	12.500	53.6	100.0	73.2	77.0	74.6
3/8"	9.500	28.7	99.8	64.7	64.5	60.9
N° 4	4.750	1.3	92.9	47.4	47.4	42.8
N° 8	2.360	0.4	76.5	34.6	38.7	34.9
N° 16	1.180	0.3	64.3	25.3	32.5	29.3
N° 30	0.600	0.0	55.5	18.7	27.9	25.2
N° 50	0.300	0.0	45.7	13.7	23.0	20.7
N° 100	0.150	0.0	13.4	10.0	6.7	6.1
Módulo de finura (mf)		6.79	2.52	-	4.64	4.85
Mezcla Fuller:		49.67%	50.33%			
Mezcla Prueba:		54.67%	45.33%			

Fuente: Propia.

Figura 6.

Granulometría – Método Fuller.



Fuente: Propia.

Porcentaje en volumen absoluto del agregado fino:

$$\alpha = \frac{C - B}{A - B} \times 100 = \frac{47.4 - 1.3}{92.9 - 1.3} \times 100 = 50.33 \%$$

Porcentaje en volumen absoluto del agregado grueso:

$$\beta = 100 - \alpha = 100 - 50.33 = 49.67 \%$$

Ajuste del $\pm 5\%$ del porcentaje en volumen absoluto de los agregados para compensar las áreas entre la curva de Fuller y la curva de la Mezcla Fuller:

$$\text{Nuevo } \beta = 49.67 + 5 = \mathbf{54.67\%}$$

$$\text{Nuevo } \alpha = 100 - 54.67 = \mathbf{45.33\%}$$

Determinación del contenido de agregados:

Tabla 50.

Peso seco de los materiales (Método de Fuller).

Peso Seco			
Material	Peso (kg/m ³)		Volumen (m ³)
Cemento	368	368/2940	0.1251
Agua	202	202/1000	0.2020
Agregado Grueso	910	0.3597*2530	0.3597
Agregado Fino	713	0.2982*2390	0.2982
Aire	1.5%	1.5/100	0.0150

PUC

2193

-

1.0000

Fuente: Propia.

$$\text{Vol de AG+AF} = 1 - (0.1251 + 0.2020 + 0.0150) = 0.6579$$

$$\text{Vol AG} = 0.6579 * 0.5467 = 0.3597$$

$$\text{Vol AF} = 0.6579 * 0.4533 = 0.2982$$

$$\text{AG} = 0.3597 * 2530 = 910.04 \approx 910 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{AF} = 0.2982 * 2390 = 712.70 \approx 713 \text{ kg/m}^3$$

Corrección por humedad de los agregados:

$$\text{Peso hum} = \text{Peso seco (AG ó AF)} \times \left(1 + \frac{\%hum (AG \text{ ó } AF)}{100}\right)$$

$$\text{Peso hum (AG)} = 910 \times \left(1 + \frac{0.6}{100}\right) = 915.46 \approx 915 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso hum (AF)} = 713 \times \left(1 + \frac{1.1}{100}\right) = 720.84 \approx 721 \text{ kg/m}^3$$

Aportes de agua:

$$\text{Aporte Agua} = \text{Peso seco (AG ó AF)} \times \frac{(\%hum - \%abs)}{100}$$

$$\text{Aporte Agua (AG)} = 910 \times \frac{(0.6 - 1.7)}{100} = -10.01 \text{ Lt/m}^3$$

$$\text{Aporte Agua AF} = 713 \times \frac{(1.1 - 0.5)}{100} = 4.28 \text{ Lt/m}^3$$

Agua efectiva:

$$\text{Agua Efec} = \text{Agua estimada} - \left(\sum \text{Aporte Agua}_{AG \text{ ó } AF}\right)$$

$$\text{Agua Efect} = 202 - (-10.01 + 4.28) = 207.73 \approx 208 \text{ L/m}^3$$

Tabla 51.

Peso húmedo de los materiales (Método de Fuller).

Peso Húmedo	
Material	Peso (kg/m³)
Cemento	368
Agua	208
Agregado Grueso	915
Agregado Fino	721
Aire	1.5%
PUC	2212

Fuente: Propia.

Corrección por absorción de los agregados:

$$\text{Peso SSS (AG ó AF)} = \text{Peso seco (AG ó AF)} \times \left(1 + \frac{\%abs (AG ó AF)}{100}\right)$$

$$\text{Peso SSS (AG)} = 910 * \left(1 + \frac{1.7}{100}\right) = 925.47 \text{ kg/m}^3 \approx 925 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso SSS (AF)} = 713 * \left(1 + \frac{0.5}{100}\right) = 716.57 \text{ kg/m}^3 \approx 717 \text{ kg/m}^3$$

Tabla 52.

Peso SSS de los materiales (Método de Fuller).

Peso SSS	
Material	Material
Cemento	362
Agua	202
Agregado Grueso	925
Agregado Fino	717
Aire	1.5%
PUC	2212

Fuente: Propia.

- **Diseño de mezcla por el método del MF de la Combinación de Agregados.**

Tabla 53.

Módulo de Finura de la combinación de agregados.

TMN Agregado Grueso	MF de la combinación de agregados, el cual da las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento				
	5 bolsas/m3	6 bolsas/m3	7 bolsas/m3	8 bolsas/m3	9 bolsas/m3
	215 kg	255 kg	300 kg	340 kg	380 kg
3/8"	3.88	3.96	4.04	4.11	4.19
1/2"	4.38	4.46	4.54	4.61	4.89
3/4"	4.88	4.96	5.04	5.11	5.19
1"	5.18	5.26	5.34	5.41	5.49
1 1/2"	5.48	5.56	5.64	5.71	5.79
2"	5.78	5.86	5.94	6.01	6.09
3"	6.08	6.16	6.24	6.31	6.38

Fuente: Método MF de la combinación de agregados.

Cálculo del MF de la combinación de agregados (m):

$$\frac{380 - 362}{380 - 340} = \frac{5.49 - m}{5.49 - 5.41} \quad m = 5.454$$

Determinación del porcentaje en volumen absoluto del agregado fino (r_f) y grueso (r_g):

$$r_f = \frac{m_g - m}{m_g - m_f} \times 100 \quad r_g = 100 - r_f$$

Dónde:

m = Módulo de finura de la combinación.

m_f = Módulo de finura del agregado fino.

m_g = Módulo de finura del agregado grueso.

Porcentaje en volumen absoluto del agregado fino:

$$r_f = \frac{m_g - m}{m_g - m_f} \times 100$$

$$r_f = \frac{6.79 - 5.454}{6.79 - 2.52} \times 100$$

$$r_f = \mathbf{31.29\%}$$

Porcentaje en volumen absoluto del agregado grueso:

$$r_g = 100 - 31.29$$

$$r_g = \mathbf{68.71\%}$$

Determinación del contenido de agregados:

Tabla 54.

Peso seco de los materiales (Método Combinación de Agregados).

Peso Seco			
Material	Peso (kg/m ³)		Volumen (m ³)
Cemento	362	362/2940	0.1231
Agua	202	202/1000	0.2020
Agregado Grueso	1147	0.4534*2530	0.4534
Agregado Fino	494	0.2065*2390	0.2065
Aire	1.5%	1.5/100	0.0150
PUC	2205	-	1.0000

Fuente: Propia.

$$\text{Vol de AG+AF} = 1 - (0.1231 + 0.2020 + 0.0150) = 0.6599$$

$$\text{Vol AG} = 0.6599 * 0.6871 = 0.4534$$

$$Vol AF = 0.6599 * 0.3129 = 0.2065$$

$$AG = 0.4534 * 2530 = 1147.10 \approx 1147 \text{ kg/m}^3$$

$$AF = 0.2065 * 2390 = 493.54 \approx 494 \text{ kg/m}^3$$

Corrección por humedad de los agregados:

$$Peso \text{ hum} = Peso \text{ seco } (AG \text{ ó } AF) \times \left(1 + \frac{\%hum (AG \text{ ó } AF)}{100}\right)$$

$$Peso \text{ hum } (AG) = 1147 \times \left(1 + \frac{0.6}{100}\right) = 1153.88 \approx 1154 \text{ kg/m}^3$$

$$Peso \text{ hum } (AF) = 494 \times \left(1 + \frac{1.1}{100}\right) = 499.43 \approx 499 \text{ kg/m}^3$$

Aportes de agua:

$$Aporte \text{ Agua} = Peso \text{ seco } (AG \text{ ó } AF) \times \frac{(\%hum - \%abs)}{100}$$

$$Aporte \text{ Agua } (AG) = 1147 \times \frac{(0.6 - 1.7)}{100} = -12.62 \text{ Lt/m}^3$$

$$Aporte \text{ Agua } AF = 494 \times \frac{(1.1 - 0.5)}{100} = 2.96 \text{ Lt/m}^3$$

Agua efectiva:

$$Agua \text{ Efec} = Agua \text{ estimada} - \left(\sum Aporte \text{ Agua}_{AG \text{ ó } AF}\right)$$

$$Agua \text{ Efect} = 202 - (-12.62 + 2.96) = 211.65 \approx 212 \text{ L/m}^3$$

Tabla 55.

Peso húmedo de los materiales (Método Combinación de Agregados).

Peso Húmedo	
Material	Peso (kg/m³)
Cemento	362
Agua	212
Agregado Grueso	1154
Agregado Fino	499
Aire	1.5%
PUC	2227

Fuente: Propia.

Corrección por absorción de los agregados:

$$\text{Peso SSS (AG ó AF)} = \text{Peso seco (AG ó AF)} \times \left(1 + \frac{\%abs (AG ó AF)}{100}\right)$$

$$\text{Peso SSS (AG)} = 1147 * \left(1 + \frac{1.7}{100}\right) = 1166.50 \text{ kg/m}^3 \approx 1167 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso SSS (AF)} = 494 * \left(1 + \frac{0.5}{100}\right) = 496.47 \text{ kg/m}^3 \approx 496 \text{ kg/m}^3$$

Tabla 56.

Peso SSS de los materiales (Método Combinación de Agregados).

Peso SSS	
Material	Material
Cemento	362
Agua	202
Agregado Grueso	1167
Agregado Fino	496
Aire	1.5%
PUC	2227

Fuente: Propia.

- **Diseño de mezcla por el método de la Máxima compacidad del PU de la Combinación de Agregados.**

Combinación del agregado global:

Tabla 57.

Pesos y porcentajes para hallar el PUC del Agregado global.

Peso muestra:		60 kg			
% de AF	Peso de AF (kg)	% de AG	Peso AG (kg)	Muestras	
30	18	70	42	M1	
35	21	65	39	M2	
40	24	60	36	M3	
45	27	55	33	M4	
50	30	50	30	M5	
55	33	45	27	M6	

Fuente: Propia.

Tabla 58.

Determinación del PUC del Agregado global.

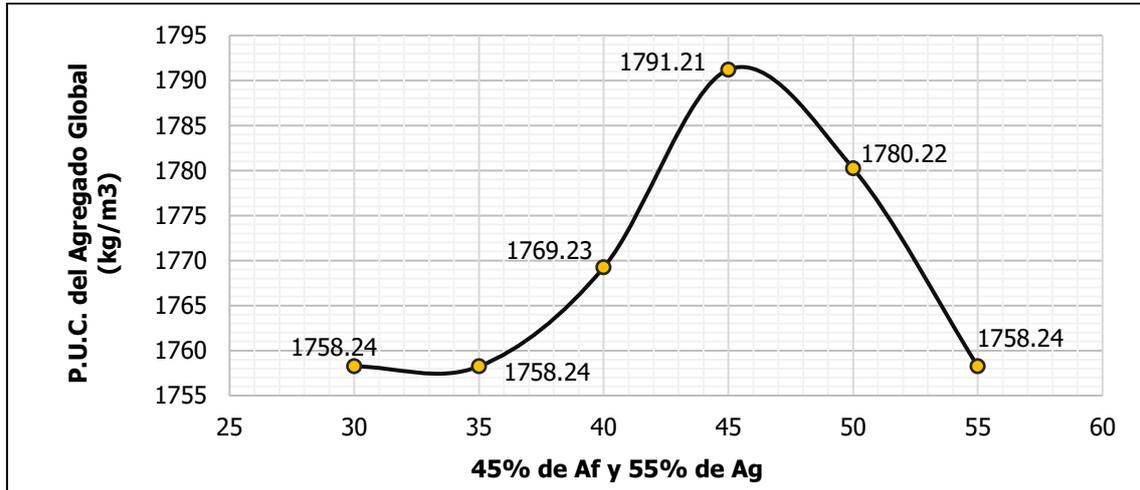
Descripción	UM	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	22.4	22.4	22.5	22.7	22.6	22.4
Peso de recipiente	kg	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4

Peso de muestra en estado compactado	kg	16.0	16.0	16.1	16.3	16.2	16.0
Volumen del recipiente	m3	0.0091	0.0091	0.0091	0.0091	0.0091	0.0091
Peso Unitario Compactado	kg/m3	1758.24	1758.24	1769.23	1791.21	1780.22	1758.24

Fuente: Propia.

Figura 7.

P.U.C. vs. %Af, %Ag



Fuente: Propia.

Determinación del contenido de agregados:

Tabla 59.

Peso seco de los materiales (Método Máxima Compacidad).

Peso Seco		
Material	Peso (kg/m3)	Volumen (m3)
Cemento	362	362/2940
Agua	202	202/1000
Agregado Grueso	918	0.3629*2530
Agregado Fino	710	0.2970*2390
Aire	1.5%	1.5/100
PUC	2192	1.0000

Fuente: Propia.

$$\text{Vol de AG+AF} = 1 - (0.1231 + 0.2020 + 0.0150) = 0.6599$$

$$\text{Vol AG} = 0.6599 * 0.55 = 0.3629$$

$$\text{Vol AF} = 0.6599 * 0.45 = 0.2970$$

$$\text{AG} = 0.3629 * 2530 = 918.14 \approx 918 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{AF} = 0.2970 * 2390 = 709.83 \approx 710 \text{ kg/m}^3$$

Corrección por humedad de los agregados:

$$\text{Peso hum} = \text{Peso seco (AG ó AF)} \times \left(1 + \frac{\%hum (AG \text{ ó } AF)}{100}\right)$$

$$\text{Peso hum (AG)} = 918 \times \left(1 + \frac{0.6}{100}\right) = 923.51 \approx 924 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso hum (AF)} = 710 \times \left(1 + \frac{1.1}{100}\right) = 717.81 \approx 718 \text{ kg/m}^3$$

Aportes de agua:

$$\text{Aporte Agua} = \text{Peso seco (AG ó AF)} \times \frac{(\%hum - \%abs)}{100}$$

$$\text{Aporte Agua (AG)} = 918 \times \frac{(0.6 - 1.7)}{100} = -10.10 \text{ Lt/m}^3$$

$$\text{Aporte Agua AF} = 710 \times \frac{(1.1 - 0.5)}{100} = 4.26 \text{ Lt/m}^3$$

Agua efectiva:

$$\text{Agua Efec} = \text{Agua estimada} - \left(\sum \text{Aporte Agua}_{AG \text{ ó } AF}\right)$$

$$\text{Agua Efect} = 202 - (-10.10 + 4.26) = 207.84 \approx 208 \text{ L/m}^3$$

Tabla 60.

Peso húmedo de los materiales (Método Máxima Compacidad).

Peso Húmedo	
Material	Peso (kg/m³)
Cemento	362
Agua	208
Agregado Grueso	924
Agregado Fino	718
Aire	1.5%
PUC	2212

Fuente: Propia.

Corrección por absorción de los agregados:

$$\text{Peso SSS (AG ó AF)} = \text{Peso seco (AG ó AF)} \times \left(1 + \frac{\%abs (AG \text{ ó } AF)}{100}\right)$$

$$\text{Peso SSS (AG)} = 918 * \left(1 + \frac{1.7}{100}\right) = 933.61 \text{ kg/m}^3 \approx 934 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso SSS (AF)} = 710 * (1 + \frac{0.5}{100}) = 713.55 \text{ kg/m}^3 \approx 714 \text{ kg/m}^3$$

Tabla 61.

Peso SSS de los materiales (Método Máxima Compacidad).

Peso SSS	
Material	Material
Cemento	362
Agua	202
Agregado Grueso	934
Agregado Fino	714
Aire	1.5%
PUC	2212

Fuente: Propia.

- **Resistencia a la compresión del concreto (NTP 339.034).**

Tabla 62.

Resistencia a la compresión del concreto para el método ACI 211.1, a 3 días de edad.

Código	Ø Promedio (cm)	Área (cm²)	Carga (KN)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
018-TEM-P01	10.23	82.2	97.4	121
018-TEM-P02	10.27	82.8	104.0	128
018-TEM-P03	10.29	83.2	92.2	113
Resistencia a la compresión promedio				121

Fuente: Propia.

Tabla 63.

Resistencia a la compresión del concreto para el método ACI 211.1, a 7 días de edad.

Código	Ø Promedio (cm)	Área (cm²)	Carga (KN)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
018-TEM-P04	10.24	82.3	122.3	152
018-TEM-P05	10.28	82.9	119.0	146
018-TEM-P06	10.30	83.2	118.8	146
Resistencia a la compresión promedio				148

Fuente: Propia.

Tabla 64.

Resistencia a la compresión del concreto para el método ACI 211.1, a 28 días de edad.

Código	Ø Promedio (cm)	Área (cm²)	Carga (KN)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
018-TEM-P07	10.25	82.4	200.9	249
018-TEM-P08	10.28	83.0	203.7	250
018-TEM-P09	10.29	83.1	202.0	248
Resistencia a la compresión promedio				249

Fuente: Propia.

Tabla 65.

Resistencia a la compresión del concreto para el método de Fuller, a 3 días de edad.

Código	Ø Promedio (cm)	Área (cm²)	Carga (KN)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
018-TEM-P10	10.22	82.0	107.0	133
018-TEM-P11	10.25	82.5	114.3	141
018-TEM-P12	10.30	83.3	107.4	131
Resistencia a la compresión promedio				135

Fuente: Propia.

Tabla 66.

Resistencia a la compresión del concreto para el método de Fuller, a 7 días de edad.

Código	Ø Promedio (cm)	Área (cm²)	Carga (KN)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
018-TEM-P13	10.30	83.2	160.7	197
018-TEM-P14	10.27	82.8	169.3	209
018-TEM-P15	10.32	83.6	157.2	192
Resistencia a la compresión promedio				199

Fuente: Propia.

Tabla 67.

Resistencia a la compresión del concreto para el método de Fuller, a 28 días de edad.

Código	Ø Promedio (cm)	Área (cm²)	Carga (KN)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
018-TEM-P16	10.25	82.4	238.1	295
018-TEM-P17	10.26	82.6	225.2	278
018-TEM-P18	10.30	83.3	238.6	292
Resistencia a la compresión promedio				288

Fuente: Propia.

Tabla 68.

Resistencia a la compresión del concreto para el método de Combinación de agregados, a 3 días de edad.

Código	Ø Promedio (cm)	Área (cm²)	Carga (KN)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
018-TEM-P19	10.22	82.0	128.6	160
018-TEM-P20	10.28	83.0	123.2	151
018-TEM-P21	10.31	83.4	127.8	156
Resistencia a la compresión promedio				156

Fuente: Propia.

Tabla 69.

Resistencia a la compresión del concreto para el método de Combinación de agregados, a 7 días de edad.

Código	Ø Promedio (cm)	Área (cm²)	Carga (KN)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
018-TEM-P22	10.28	82.9	165.6	204
018-TEM-P23	10.27	82.8	170.0	209
018-TEM-P24	10.29	83.2	162.7	200
Resistencia a la compresión promedio				204

Fuente: Propia.

Tabla 70.

Resistencia a la compresión del concreto para el método de Combinación de agregados, a 28 días de edad.

Código	Ø Promedio (cm)	Área (cm²)	Carga (KN)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
018-TEM-P25	10.29	83.2	246.5	302
018-TEM-P26	10.30	83.3	235.9	289
018-TEM-P27	10.22	82.0	246.2	306
Resistencia a la compresión promedio				299

Fuente: Propia.

Tabla 71.

Resistencia a la compresión del concreto para el método de Máxima compacidad, a 3 días.

Código	Ø Promedio (cm)	Área (cm²)	Carga (KN)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
018-TEM-P28	10.30	83.2	128.8	158
018-TEM-P29	10.28	82.9	114.4	141
018-TEM-P30	10.23	82.1	136.3	169
Resistencia a la compresión promedio				156

Fuente: Propia.

Tabla 72.

Resistencia a la compresión del concreto para el método de Máxima compacidad, a 7 días.

Código	Ø Promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga (KN)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
018-TEM-P31	10.26	82.7	172.0	212
018-TEM-P32	10.29	83.2	165.5	203
018-TEM-P33	10.23	82.2	183.0	227
Resistencia a la compresión promedio				214

Fuente: Propia.

Tabla 73.

Resistencia a la compresión del concreto para el método de Máxima compacidad, a 28 días.

Código	Ø Promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga (KN)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
018-TEM-P34	10.24	82.3	253.5	314
018-TEM-P35	10.27	82.8	243.1	300
018-TEM-P36	10.29	83.2	240.2	294
Resistencia a la compresión promedio				303

Fuente: Propia.

- **Resistencia a la flexión del concreto (NTP 339.078).**

Tabla 74.

Resistencia a la flexión del concreto para el método de ACI 211.1, a 28 días.

Código	Ancho (cm)	Altura (cm)	Longitud tramo (cm)	Carga (KN)	R. flexión (kg/cm ²)
018-TEM-V01	15.1	15.2	49.0	25.4	36.4
018-TEM-V02	15.1	15.1	49.0	24.6	35.7
018-TEM-V03	15.0	15.2	49.0	29.0	41.8
Resistencia a la compresión promedio					38.0

Fuente: Propia.

Tabla 75.

Resistencia a la flexión del concreto para el método de Fuller, a 28 días.

Código	Ancho (cm)	Altura (cm)	Longitud tramo (cm)	Carga (KN)	R. flexión (kg/cm ²)
018-TEM-V04	15.0	15.2	49.0	22.1	31.9
018-TEM-V05	15.1	15.2	49.0	22.1	31.7
018-TEM-V06	15.1	15.1	49.0	23.7	34.4
Resistencia a la compresión promedio					32.6

Fuente: Propia.

Tabla 76.

Resistencia a la flexión del concreto para el método de Combinación de agregados, a 28 días.

Código	Ancho (cm)	Altura (cm)	Longitud tramo (cm)	Carga (KN)	R. flexión (kg/cm²)
018-TEM-V07	15.1	15.3	49.0	27.2	38.4
018-TEM-V08	15.2	15.3	49.0	23.8	33.4
018-TEM-V09	15.1	15.2	49.0	23.9	34.2
Resistencia a la compresión promedio					35.4

Fuente: Propia.

Tabla 77.

Resistencia a la flexión del concreto para el método de Máxima compacidad, a 28 días.

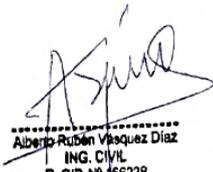
Código	Ancho (cm)	Altura (cm)	Longitud tramo (cm)	Carga (KN)	R. flexión (kg/cm²)
018-TEM-V10	15.1	15.3	49.0	29.1	41.1
018-TEM-V11	15.0	15.2	49.0	27.9	40.2
018-TEM-V12	15.1	15.2	49.0	25.8	37.0
Resistencia a la compresión promedio					39.4

Fuente: Propia.

ANEXO N°2. Validación de instrumento por experto

Figura 8.

Matriz para evaluación de experto de los instrumentos de recolección de datos.

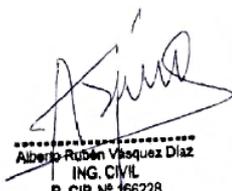
MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación:	Eficiencia del método de dosificación de mezcla de un concreto convencional respecto a la resistencia a la compresión y flexión, Trujillo 2022			
Línea de investigación:	Tecnologías Emergentes			
Apellidos y nombres del experto:	Ing. Vásquez Díaz, Alberto Rubén			
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Resistencia a la compresión y resistencia a la flexión del concreto			
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	✓		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	✓		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	✓		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	✓		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	✓		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	✓		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	✓		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	✓		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	✓		
Sugerencias:				
Firma del experto: <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>Alberto Rubén Vásquez Díaz ING. CIVIL R. CIP. N° 166228</p> <hr style="width: 20%; margin: 0 auto;"/> <p>Ing. Vásquez Díaz, Alberto Rubén</p> </div>				

Fuente: Propia.

ANEXO N°3. Formato de guías de observación

Figura 9.

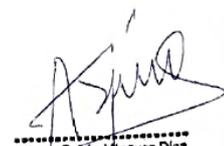
Formato de guía de observación para la variable resistencia a la compresión.

GUÍA DE OBSERVACIÓN VARIABLE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
DATOS GENERALES	
Autor:	
Fecha:	
Hora:	
Nº de guía:	
DATOS ESPECÍFICOS	
EDAD DE ENSAYO	COMENTARIOS:
a) 3 días <input type="checkbox"/>	
b) 7 días <input type="checkbox"/>	
c) 28 días <input type="checkbox"/>	
DATOS DEL TESTIGO	
a) Diámetro (cm):	Firma de experto validando el instrumento de recolección de datos:
b) Altura (cm):	
c) Área de contacto (cm ²):	
MÉTODO DE DOSIFICACIÓN	
ACI 211.1 <input type="checkbox"/>	 Alberto Rubén Vásquez Díaz ING. CIVIL R. CIP. Nº 166228
MF de la combinación de agregados <input type="checkbox"/>	
Fuller <input type="checkbox"/>	
Máxima compacidad <input type="checkbox"/>	
VALORES DE ENSAYO	
a) Carga máxima (KN):	
b) Resistencia (kg/cm ²):	

Fuente: Propia.

Figura 10.

Formato de guía de observación para la variable resistencia a la flexión.

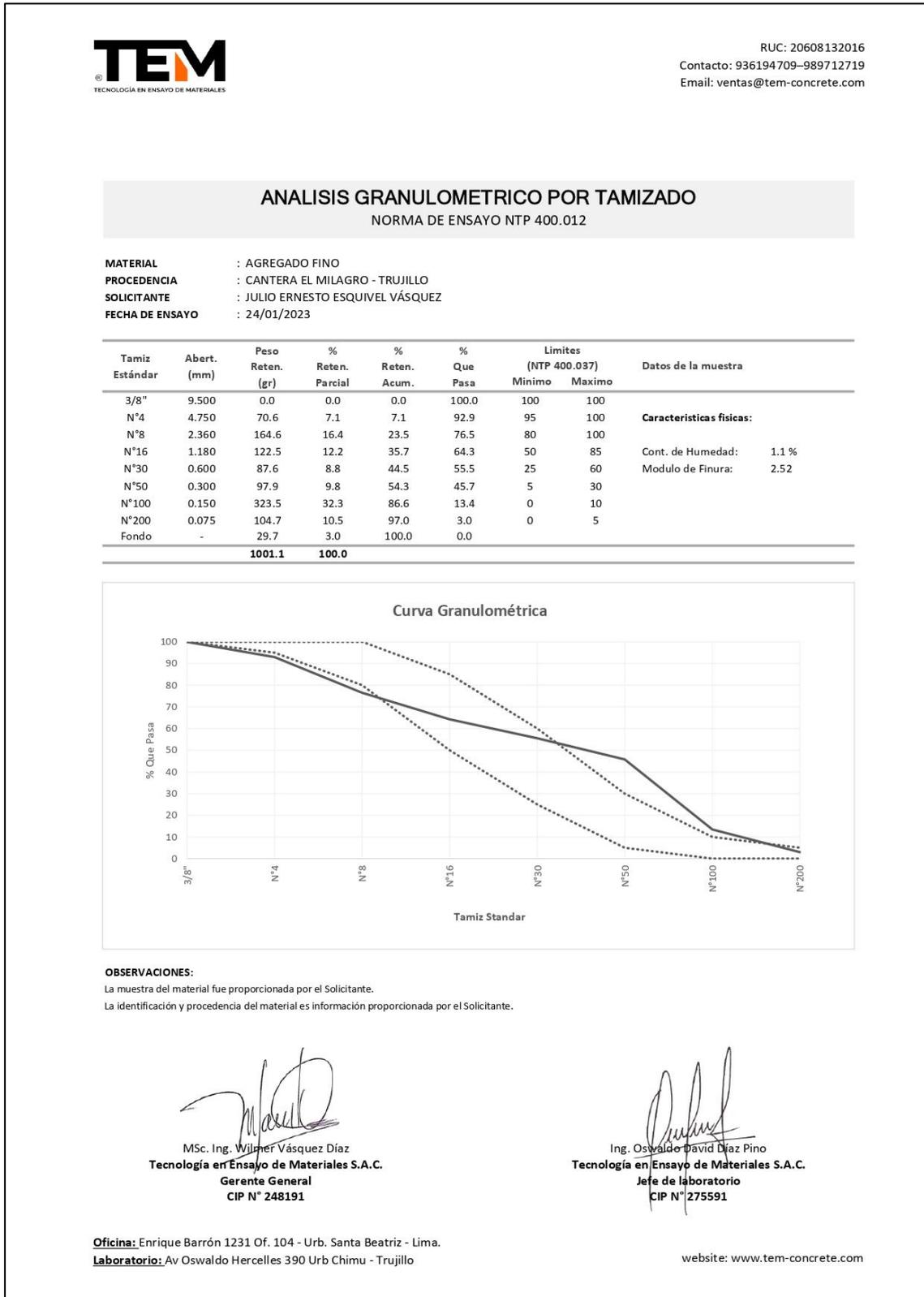
GUÍA DE OBSERVACIÓN VARIABLE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN		
DATOS GENERALES		
Autor:		
Fecha:		
Hora:		
Nº de guía:		
DATOS ESPECÍFICOS		
EDAD DE ENSAYO		
28 días	COMENTARIOS:	
DATOS DEL TESTIGO		
a) Longitud entre apoyos (cm):		
b) Altura promedio (cm):		
c) Ancho promedio (cm):		
MÉTODO DE DOSIFICACIÓN		
ACI 211.1 <input type="checkbox"/>	Firma de experto validando el instrumento de recolección de datos:	
MF de la combinación de agregados <input type="checkbox"/>		
Fuller <input type="checkbox"/>		
Máxima compacidad <input type="checkbox"/>		
VALORES DE ENSAYO		
a) Carga máxima (KN):	 Alberto Rubén Vásquez Díaz ING. CIVIL R. CIP. N° 166228	
b) Resistencia (kg/cm ²):		

Fuente: Propia.

ANEXO N°4. Certificados de los ensayos realizados en laboratorio

Figura 11.

Informe de ensayo de granulometría del agregado fino.



Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 12.

Informe de ensayo de contenido de humedad del agregado fino.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

CONTENIDO DE HUMEDAD

NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO FINO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTE : JULIO ERNESTO ESQUIVEL VÁSQUEZ
FECHA DE ENSAYO : 24/01/2023

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso recipiente	gr	68.7	79.5	
Peso recipiente + muestra húmeda	gr	598.1	605.8	
Peso recipiente + muestra seca	gr	592.9	600.3	
Peso de muestra húmeda	gr	529.4	526.3	
Peso de muestra seca	gr	524.2	520.8	
Peso de agua	gr	5	6	
Contenido de humedad	%	1.0	1.1	1.1

OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191

Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 13.

Informe de ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado fino.

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

1. INFORMACION GENERAL

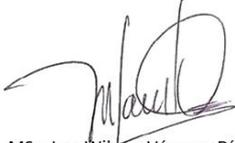
MATERIAL : AGREGADO FINO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTE : JULIO ERNESTO ESQUIVEL VÁSQUEZ
FECHA DE ENSAYO : 24/01/2023

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	kg	22.240	22.340	22.220	
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	23.860	23.840	23.860	
Peso de recipiente	kg	6.380	6.380	6.380	
Peso de muestra en estado suelto	kg	15.860	15.960	15.840	
Peso de muestra en estado compactado	kg	17.480	17.460	17.480	
Volumen del recipiente	m3	0.0091	0.0091	0.0091	
Peso unitario suelto	kg/m3	1,743	1,754	1,741	1,746
Peso unitario compactado	kg/m3	1,921	1,919	1,921	1,920

OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 14.

Informe de ensayo de peso específico y absorción del agregado fino.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
NORMA DE ENSAYO NTP 400.022

1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO FINO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTE : JULIO ERNESTO ESQUIVEL VÁSQUEZ
FECHA DE ENSAYO : 24/01/2023

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr	455.6	437.9	
Peso del picnómetro lleno de agua	gr	1,443.7	1,443.7	
Peso del picnómetro lleno de muestra y agua	gr	1,711.2	1,700.1	
Peso de la muestra en estado SSS	gr	457.9	440.1	
Peso específico base seca	gr/cm3	2.39	2.38	2.39
Peso específico base SSS	gr/cm3	2.40	2.40	2.40
Absorción	%	0.5	0.5	0.5

OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191

Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 15.

Informe de ensayo de granulometría del agregado grueso.

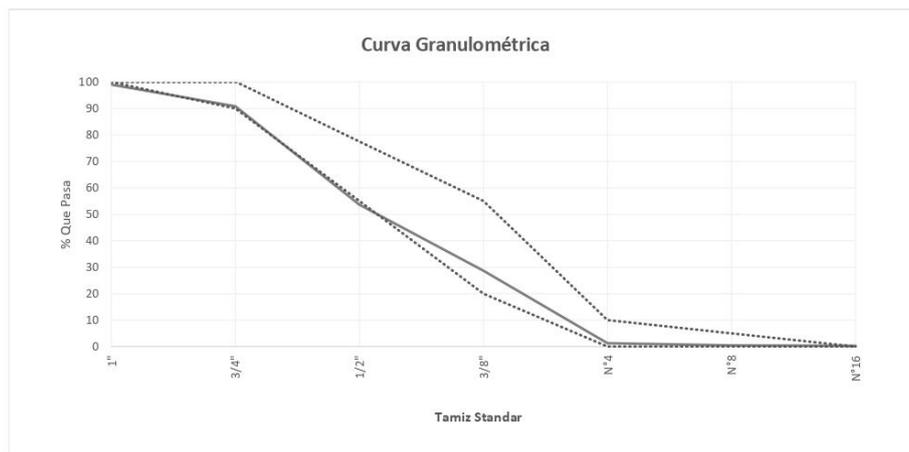


RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

MATERIAL : AGREGADO GRUESO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTE : JULIO ERNESTO ESQUIVEL VÁSQUEZ
FECHA DE ENSAYO : 25/01/2023

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites Huso 67 (NTP 400.037)		Datos de la muestra
						Minimo	Maximo	
1½"	37.50	0	0.0	0.0	100.0			
1"	25.00	97.5	1.0	1.0	99.0	100	100	Características físicas: Tamaño Max. Nom.: 1" Cont. de Humedad: 0.6 % Modulo de Finura: 6.79
¾"	19.00	821.6	8.2	9.2	90.8	90	100	
½"	12.50	3719.9	37.2	46.4	53.6			
3/8"	9.50	2495.3	25.0	71.3	28.7	20	55	
Nº4	4.75	2739.3	27.4	98.7	1.3	0	10	
Nº8	2.36	84.2	0.8	99.6	0.4	0	5	
Nº16	1.18	14.9	0.1	99.7	0.3			
Fondo	-	27.3	0.3	100.0	0.0			
		10000	100.0					



OBSERVACIONES:
La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP Nº 248191

Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP Nº 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 16.

Informe de ensayo de contenido de humedad del agregado grueso.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

CONTENIDO DE HUMEDAD

NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO GRUESO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTE : JULIO ERNESTO ESQUIVEL VÁSQUEZ
FECHA DE ENSAYO : 25/01/2023

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso recipiente	gr	0.0	0.0	
Peso recipiente + muestra húmeda	gr	4,000.0	4,000.0	
Peso recipiente + muestra seca	gr	3,977.5	3,979.9	
Peso de muestra húmeda	gr	4,000.0	4,000.0	
Peso de muestra seca	gr	3,977.5	3,979.9	
Peso de agua	gr	22.5	20.1	
Contenido de humedad	%	0.6	0.5	0.6

OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191

Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herccelles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 17.

Informe de ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado grueso.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO GRUESO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTE : JULIO ERNESTO ESQUIVEL VÁSQUEZ
FECHA DE ENSAYO : 25/01/2023

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	kg	19.820	19.620	19.560	
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	21.100	21.220	21.100	
Peso de recipiente	kg	6.380	6.380	6.380	
Peso de muestra en estado suelto	kg	13.440	13.240	13.180	
Peso de muestra en estado compactado	kg	14.720	14.840	14.720	
Volumen del recipiente	m ³	0.0091	0.0091	0.0091	
Peso unitario suelto	kg/m ³	1,477	1,455	1,448	1,460
Peso unitario compactado	kg/m ³	1,618	1,631	1,618	1,622

OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191

Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 18.

Informe de ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
NORMA DE ENSAYO NTP 400.021

1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO GRUESO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTE : JULIO ERNESTO ESQUIVEL VÁSQUEZ
FECHA DE ENSAYO : 25/01/2023

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr	4,004	4,376	
Peso de la muestra en estado SSS al aire	gr	4,071	4,450	
Peso de la muestra saturada en agua	gr	2,489	2,721	
Peso específico base seca	gr/cm3	2.53	2.53	2.53
Peso específico base SSS	gr/cm3	2.57	2.57	2.57
Absorción	%	1.7	1.7	1.7

OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191

Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herccelles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 19.

Informe de ensayo de compresión del concreto para el método ACI 211.1, a 3 días de edad.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 958-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Esquivel Vásquez, Julio Ernesto
Proyecto :	Eficiencia del método de dosificación de mezcla de un concreto convencional respecto a la resistencia a la compresión y flexión, Trujillo 2022.
Muestra :	DM ACI 211.1

Fecha de Emisión:	12-09-23
Fecha de Moldeado:	09-02-23
Fecha de Ensayo:	12-02-23
f'c (kg/cm²) :	210

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
018-TEM-P01	3	10.23	82.2	97.4	11.9	121	2
018-TEM-P02	3	10.27	82.8	104.0	12.6	128	2
018-TEM-P03	3	10.29	83.2	92.2	11.1	113	2
Promedio					11.8	121	

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 20.

Informe de ensayo de compresión del concreto para el método ACI 211.1, a 7 días de edad.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 959-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Esquivel Vásquez, Julio Ernesto	Fecha de Emisión:	12-09-23
Proyecto :	Eficiencia del método de dosificación de mezcla de un concreto convencional respecto a la resistencia a la compresión y flexión, Trujillo 2022.	Fecha de Moldeado:	09-02-23
Muestra :	DM ACI 211.1	Fecha de Ensayo:	16-02-23
		f'c (kg/cm²) :	210

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
018-TEM-P04	7	10.24	82.3	122.3	14.9	152	2
018-TEM-P05	7	10.28	82.9	119.0	14.4	146	2
018-TEM-P06	7	10.30	83.2	118.8	14.3	146	2
Promedio					14.5	148	

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 21.

Informe de ensayo de compresión del concreto para el método ACI 211.1, a 28 días de edad.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 960-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Esquivel Vásquez, Julio Ernesto
Proyecto :	Eficiencia del método de dosificación de mezcla de un concreto convencional respecto a la resistencia a la compresión y flexión, Trujillo 2022.
Muestra :	DM ACI 211.1

Fecha de Emisión:	12-09-23
Fecha de Moldeado:	09-02-23
Fecha de Ensayo:	09-03-23
f'c (kg/cm²) :	210

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
018-TEM-P07	28	10.25	82.4	200.9	24.4	249	2
018-TEM-P08	28	10.28	83.0	203.7	24.5	250	2
018-TEM-P09	28	10.29	83.1	202.0	24.3	248	5
Promedio					24.4	249	

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 22.

Informe de ensayo de compresión del concreto para el método Fuller, a 3 días de edad.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 961-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente : Esquivel Vásquez, Julio Ernesto	Fecha de Emisión: 12-09-23
Proyecto : Eficiencia del método de dosificación de mezcla de un concreto convencional respecto a la resistencia a la compresión y flexión, Trujillo 2022.	Fecha de Moldeado: 09-02-23
Muestra : DM Fuller	Fecha de Ensayo: 12-02-23
	f'c (kg/cm²) : 210

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
018-TEM-P10	3	10.22	82.0	107.0	13.0	133	5
018-TEM-P11	3	10.25	82.5	114.3	13.9	141	5
018-TEM-P12	3	10.30	83.3	107.4	12.9	131	5
Promedio					13.3	135	

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 23.

Informe de ensayo de compresión del concreto para el método Fuller, a 7 días de edad.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 962-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Esquivel Vásquez, Julio Ernesto
Proyecto :	Eficiencia del método de dosificación de mezcla de un concreto convencional respecto a la resistencia a la compresión y flexión, Trujillo 2022.
Muestra :	DM Fuller

Fecha de Emisión:	12-09-23
Fecha de Moldeado:	09-02-23
Fecha de Ensayo:	16-02-23
f'c (kg/cm²) :	210

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
018-TEM-P13	7	10.30	83.2	160.7	19.3	197	5
018-TEM-P14	7	10.27	82.8	169.3	20.5	209	5
018-TEM-P15	7	10.32	83.6	157.2	18.8	192	5
Promedio					19.5	199	

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 24.

Informe de ensayo de compresión del concreto para el método Fuller, a 28 días de edad.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 963-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Esquivel Vásquez, Julio Ernesto
Proyecto :	Eficiencia del método de dosificación de mezcla de un concreto convencional respecto a la resistencia a la compresión y flexión, Trujillo 2022.
Muestra :	DM Fuller

Fecha de Emisión:	12-09-23
Fecha de Moldeado:	09-02-23
Fecha de Ensayo:	09-03-23
f'c (kg/cm²) :	210

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
018-TEM-P16	28	10.25	82.4	238.1	28.9	295	5
018-TEM-P17	28	10.26	82.6	225.2	27.3	278	5
018-TEM-P18	28	10.30	83.3	238.6	28.6	292	5
Promedio					28.3	288	

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 25.

Informe de ensayo de compresión del concreto para el método de Combinación de agregados, a 3 días de edad.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 964-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Esquivel Vásquez, Julio Ernesto
Proyecto :	Eficiencia del método de dosificación de mezcla de un concreto convencional respecto a la resistencia a la compresión y flexión, Trujillo 2022.
Muestra :	DM Combinación de los agregados

Fecha de Emisión:	12-09-23
Fecha de Moldeado:	10-02-23
Fecha de Ensayo:	13-02-23
f'c (kg/cm²) :	210

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
018-TEM-P19	3	10.22	82.0	128.6	15.7	160	2
018-TEM-P20	3	10.28	83.0	123.2	14.8	151	5
018-TEM-P21	3	10.31	83.4	127.8	15.3	156	5
Promedio					15.3	156	

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 26.

Informe de ensayo de compresión del concreto para el método de Combinación de agregados, a 7 días de edad.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 965-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Esquivel Vásquez, Julio Ernesto
Proyecto :	Eficiencia del método de dosificación de mezcla de un concreto convencional respecto a la resistencia a la compresión y flexión, Trujillo 2022.
Muestra :	DM Combinación de los agregados

Fecha de Emisión:	12-09-23
Fecha de Moldeado:	10-02-23
Fecha de Ensayo:	17-02-23
f'c (kg/cm²) :	210

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
018-TEM-P22	7	10.28	82.9	165.6	20.0	204	5
018-TEM-P23	7	10.27	82.8	170.0	20.5	209	5
018-TEM-P24	7	10.29	83.2	162.7	19.6	200	5
Promedio					20.0	204	

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herccelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 27.

Informe de ensayo de compresión del concreto para el método de Combinación de agregados, a 28 días de edad.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 966-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Esquivel Vásquez, Julio Ernesto
Proyecto :	Eficiencia del método de dosificación de mezcla de un concreto convencional respecto a la resistencia a la compresión y flexión, Trujillo 2022.
Muestra :	DM Combinación de los agregados

Fecha de Emisión:	12-09-23
Fecha de Moldeado:	10-02-23
Fecha de Ensayo:	10-03-23
f'c (kg/cm²) :	210

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
018-TEM-P25	28	10.29	83.2	246.5	29.6	302	5
018-TEM-P26	28	10.30	83.3	235.9	28.3	289	5
018-TEM-P27	28	10.22	82.0	246.2	30.0	306	5
Promedio					29.3	299	

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 28.

Informe de ensayo de compresión del concreto para el método de Máxima compacidad, a 3 días de edad.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 967-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Esquivel Vásquez, Julio Ernesto
Proyecto :	Eficiencia del método de dosificación de mezcla de un concreto convencional respecto a la resistencia a la compresión y flexión, Trujillo 2022.
Muestra :	DM Máxima compacidad

Fecha de Emisión:	12-09-23
Fecha de Moldeado:	10-02-23
Fecha de Ensayo:	13-02-23
f'c (kg/cm²) :	210

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
018-TEM-P28	3	10.30	83.2	128.8	15.5	158	2
018-TEM-P29	3	10.28	82.9	114.4	13.8	141	2
018-TEM-P30	3	10.23	82.1	136.3	16.6	169	2
Promedio					15.3	156	

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 29.

Informe de ensayo de compresión del concreto para el método de Máxima compacidad, a 7 días de edad.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 968-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Esquivel Vásquez, Julio Ernesto
Proyecto :	Eficiencia del método de dosificación de mezcla de un concreto convencional respecto a la resistencia a la compresión y flexión, Trujillo 2022.
Muestra :	DM Máxima compacidad

Fecha de Emisión:	12-09-23
Fecha de Moldeado:	10-02-23
Fecha de Ensayo:	17-02-23
f'c (kg/cm²) :	210

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
018-TEM-31	7	10.26	82.7	172.0	20.8	212	2
018-TEM-32	7	10.29	83.2	165.5	19.9	203	2
018-TEM-33	7	10.23	82.2	183.0	22.3	227	2
Promedio					21.0	214	

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 30.

Informe de ensayo de compresión del concreto para el método de Máxima compacidad, a 28 días de edad.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 968-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Esquivel Vásquez, Julio Ernesto
Proyecto :	Eficiencia del método de dosificación de mezcla de un concreto convencional respecto a la resistencia a la compresión y flexión, Trujillo 2022.
Muestra :	DM Máxima compacidad

Fecha de Emisión:	12-09-23
Fecha de Moldeado:	10-02-23
Fecha de Ensayo:	10-03-23
f'c (kg/cm²) :	210

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
018-TEM-P34	28	10.24	82.3	253.5	30.8	314	5
018-TEM-P35	28	10.27	82.8	243.1	29.4	300	5
018-TEM-P36	28	10.29	83.2	240.2	28.9	294	5
Promedio					29.7	303	

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 31.

Informe de ensayo de flexión del concreto para el método ACI 211.1, a 28 días de edad.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 977-23-TEM

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

NTP 339.078 - ASTM C78

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Esquivel Vásquez, Julio Ernesto
Proyecto :	Eficiencia del método de dosificación de mezcla de un concreto convencional respecto a la resistencia a la compresión y flexión, Trujillo 2022
Muestra :	DM ACI 211.1
f_c (kg/cm²) :	210

Fecha de Emisión:	14-09-23
Fecha de Moldeo:	09-02-23
Fecha de Ensayo:	09-03-23

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA FLEXION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (MPa)	Resistencia a la Flexión (kg/cm ²)	Ubicación de la Falla
018-TEM-V01	28	15.1	15.2	49.0	25.4	3.6	36.4	Tercio central
018-TEM-V02	28	15.1	15.1	49.0	24.6	3.5	35.7	Tercio central
018-TEM-V03	28	15.0	15.2	49.0	29.0	4.1	41.8	Tercio central
Promedio						3.7	38.0	

NOTAS:

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f_b), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022.
4. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
5. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

Msc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191

Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 32.

Informe de ensayo de flexión del concreto para el método de Fuller, a 28 días de edad.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 978-23-TEM

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

NTP 339.078 - ASTM C78

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Esquivel Vásquez, Julio Ernesto
Proyecto :	Eficiencia del método de dosificación de mezcla de un concreto convencional respecto a la resistencia a la compresión y flexión, Trujillo 2022
Muestra :	DM Fuller
f_c (kg/cm²) :	210

Fecha de Emisión:	14-09-23
Fecha de Moldeo:	09-02-23
Fecha de Ensayo:	09-03-23

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA FLEXION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (MPa)	Resistencia a la Flexión (kg/cm ²)	Ubicación de la Falla
018-TEM-V04	28	15.0	15.2	49.0	22.1	3.1	31.9	Tercio central
018-TEM-V05	28	15.1	15.2	49.0	22.1	3.1	31.7	Tercio central
018-TEM-V06	28	15.1	15.1	49.0	23.7	3.4	34.4	Tercio central
Promedio						3.2	32.6	

NOTAS:

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f_b), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022.
4. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
5. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

Msc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191

Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 33.

Informe de ensayo de flexión del concreto para el método de Combinación de agregados, a 28 días de edad.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 979-23-TEM

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

NTP 339.078 - ASTM C78

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente	Esquivel Vásquez, Julio Ernesto
Proyecto	Eficiencia del método de dosificación de mezcla de un concreto convencional respecto a la resistencia a la compresión y flexión, Trujillo 2022
Muestra	DM Combinación de los agregados
f'c (kg/cm²)	210

Fecha de Emisión:	14-09-23
Fecha de Moldeo:	10-02-23
Fecha de Ensayo:	10-03-23

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA FLEXION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (MPa)	Resistencia a la Flexión (kg/cm ²)	Ubicación de la Falla
018-TEM-V07	28	15.1	15.3	49.0	27.2	3.8	38.4	Tercio central
018-TEM-V08	28	15.2	15.3	49.0	23.8	3.3	33.4	Tercio central
018-TEM-V09	28	15.1	15.2	49.0	23.9	3.4	34.2	Tercio central
Promedio						3.5	35.4	

NOTAS:

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022.
4. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
5. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.


Msc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 34.

Informe de ensayo de flexión del concreto para el método de Máxima compacidad, a 28 días de edad.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 980-23-TEM

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

NTP 339.078 - ASTM C78

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente	Esquivel Vásquez, Julio Ernesto
Proyecto	Eficiencia del método de dosificación de mezcla de un concreto convencional respecto a la resistencia a la compresión y flexión, Trujillo 2022
Muestra	DM Máxima compacidad
f'c (kg/cm²)	210

Fecha de Emisión:	14-09-23
Fecha de Moldeo:	10-02-23
Fecha de Ensayo:	10-03-23

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA FLEXION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (MPa)	Resistencia a la Flexión (kg/cm ²)	Ubicación de la Falla
018-TEM-V10	28	15.1	15.3	49.0	29.1	4.0	41.1	Tercio central
018-TEM-V11	28	15.0	15.2	49.0	27.9	3.9	40.2	Tercio central
018-TEM-V12	28	15.1	15.2	49.0	25.8	3.6	37.0	Tercio central
Promedio						3.9	39.4	

NOTAS:

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022.
4. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
5. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.


Msc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herceles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

ANEXO N°5. Fichas técnicas

Figura 35.

Ficha técnica cemento Pacasmayo Tipo ICO, página 1/2.

CEMENTO EXTRA FORTE

GARANTÍA Y CALIDAD



DESCRIPCIÓN

Cemento Portland compuesto tipo ICo. Óptimo desarrollo de resistencias y excelente trabajabilidad, diseñado para todo tipo de usos.



USOS

Producto versátil, con muchas posibilidades de aplicación:

- Ideal para la ejecución de obras estructurales.
- Elementos de concreto que no requieran características especiales.
- Reparaciones, remodelaciones y diversas aplicaciones domésticas.
- Elaboración de morteros para pisos, nivelaciones, lechadas y emboquillados.
- Producción de elementos prefabricados de pequeño y mediano tamaño.

ATRIBUTOS

Trabajabilidad

- Su excelente trabajabilidad permite una colocación y compactación adecuada, minimizando la segregación y pérdida de material.
- Fragua óptima que garantiza el correcto vaciado del concreto.

Resistencia

- Diseñado con adiciones minerales que otorgan resistencias químicas para uso general.
- Diseño supera los requisitos de la NTP 334.090

RECOMENDACIONES

-  Mantener el cemento en un lugar seco bajo techo, protegido de la humedad.
-  Almacenar en pilas de menos de 10 sacos.
-  Utilizar agregados y materiales certificados y de buena calidad.
-  A mayor sea la humedad de los agregados, se debe dosificar menor cantidad de agua.

FRAGUADO INICIAL Y FINAL

Fraguado Final	252	Requisito máximo = 420
Fraguado Inicial	127	Requisito máximo = 45

Tiempo de fraguado (min)

■ Resultado Promedio
■ Requisito NTP334.090 / ASTM C595

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

A 3 días	1890	3150
A 7 días	2900	4200
A 28 días	3620	5400

Resistencia a la compresión (PSI)

■ Resultado Promedio ■ Requisito NTP334.090 / ASTM C595



Fuente: Pacasmayo (2019).

Figura 36.

Ficha técnica cemento Pacasmayo Tipo ICO, página 2/2.





ISO
9001
División Cementos
G-CC-F-04
Versión 04

Cemento Portland compuesto tipo ICo.

Requisitos Normalizados

NTP 334.090 / Resultado promedio de nuestros productos.

Propiedades Químicas

QUÍMICOS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO DE ENSAYOS
MgO (%)	6.0 máx.	2.2
SO ₃ (%)	4.0 máx.	2.3

Propiedades Físicas

REQUISITOS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO DE ENSAYOS
Contenido de aire del mortero (Volumen %)	12 máx.	5
Superficie específica (cm ² /g)	A	5920
Retenido M325 (%)	A	1.7
Expansión en autoclave (%)	0.80 máx.	0.07
Contracción en autoclave (%)	0.20 máx.	0.00
Densidad (g/mL)	A	2.94
Resistencia a la compresión min, (MPa)		
1 día	A	9.8
3 días	13.0	22.1
7 días	20.0	29.7
28 días	25.0	37.9
Tiempo de Fraguado, minutos, Vicat		
Inicial, no menor que:	45	123
Final, no mayor que:	420	252

A No especifica.

VENTAJAS



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



Fecha y hora de envasado garantiza máxima frescura.

Certificamos que el cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos químicos y físicos de la NTP 334.090.2016.



Fuente: Pacasmayo (2019).

ANEXO N°6. Evidencia fotográfica



Figure 1 cuarteo del material fine



Figure 2 peso unitario del agregado fino



Figure 3 peso especifico y absorcion del AF



Figure 4 peso especifico y absorcion del AF



Figure 5 peso específico y absorcion del AF



Figure 6 peso específico y absorcion
del AF



Figure 7 cuarteo del AG



Figure 8 peso unitario del AG



Figure 9 contenido de humedad de los agregados



Figure 10 granulometría del AG



Figure 11 tamizado para AG



Figure 12 peso específico y absorción del AG



Figure 13 elaboracion de especimenes



Figure 14 elaboracion de especimenes



Figure 15 peso unitario del concreto



Figure 16 peso unitario del concreto



Figure 17 ensayo de asentamiento