



Universidad Nacional

**SAN LUIS GONZAGA**



## [Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0)

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**UNIDAD DE INVESTIGACION**

**EVALUACION DE ORIGINALIDAD**

**ID. N° 101510919**

**CONSTANCIA**

El que suscribe, deja constancia que se la realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento de INFORME FINAL DE TESIS cuyo título es:

**INFLUENCIA DE LOS PRINCIPALES MÉTODOS DE DISEÑO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA EL BENEFICIO DE LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE ICA**

presentado por:

**LUQUE AQUIJE, LUIS CARLOS**

Bachiller del nivel de **PREGRADO** de la Facultad de Ingeniería Civil. El resultado obtenido es de **18% de similitud**, por el cual se otorga el calificativo de **APROBADO**, según el Reglamento para la evaluación de la Originalidad de los documentos de investigación.

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 25 de julio de 2023

Universidad Nacional "San Luis Gonzaga"  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
UNIDAD DE INVESTIGACION

  
DR. SANTOS CHACALTANA VÁSQUEZ  
DIRECTOR (I)

DIRECTOR DE UNIDAD DE INVESTIGACION  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
Facultad de Ingeniería Civil



Influencia de los principales Métodos de Diseño en las Propiedades  
Físicas y Mecánicas del Concreto para el beneficio de la Población  
de la Ciudad de Ica

Línea de Investigación:  
Ciencias Naturales, Ingeniería y Tecnologías Sostenibles

INFORME FINAL DE TESIS  
PARA OPTAR POR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL

AUTOR  
BACH. LUQUE AQUIJE, LUIS CARLOS

Ica, Perú  
2020

## DEDICATORIA

*La presente tesis la dedico a toda mi familia, en especial a mi madre que ha sido un pilar fundamental en mi formación como profesional por brindarme la oportunidad, confianza, consejos y recursos para lograrlo, gracias por estar siempre presente en esos momentos difíciles brindándome su amor paciencia y comprensión.*

## AGRADECIMIENTOS

*Al finalizar un trabajo tan arduo y difícil, como el desarrollo de una tesis. Por ello es para mí un verdadero placer utilizar este espacio para ser justo y consecuente con ellos expresándoles mis agradecimientos a:*

*Agradezco en primer lugar a Dios, porque es mi principal fuente de inspiración.*

*En segundo lugar, a mis padres que siempre me apoyaron incondicionalmente en la parte moral y económica para poder llegar hacer un profesional, día a día en el transcurso de mi carrera universitaria.*

*Agradezco a la Universidad por haberme acogido en su seno científico para cultivar en mí la actitud y el conocimiento necesario para desempeñarme en la sociedad como un buen profesional.*

*Debo agradecer de manera especial y sincera al Ing. LUIS ENRIQUE MINA APARICIO por su buena y oportuna asesoría en la realización de esta tesis, por aceptarme, por realizar esta tesis bajo su dirección. Su apoyo y confianza en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas ha sido un aporte invaluable.*

## INDICE DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>iii</b>
<b>INDICE DE TABLAS.....</b>	<b>vi</b>
<b>INDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
1.1 Situación problemática .....	13
1.1.1 Identificación de problemas.....	14
1.2 Antecedentes de investigación.....	14
1.2.1 Antecedentes internacionales.....	14
1.2.2 Antecedentes nacionales.....	15
1.2.3 Antecedentes locales.....	16
1.3 Bases teóricas .....	17
1.3.1 Propiedades del concreto en su estado fresco .....	17
1.3.2 Propiedades del Concreto en su Estado Endurecido .....	21
1.4 Hipótesis de la investigación .....	24
1.4.1 Hipótesis general .....	24
1.4.2 Hipótesis específicas.....	24
1.5 Objetivos de la investigación.....	24
1.5.1 Objetivo general .....	24
1.5.2 Objetivos específicos.....	24
1.6 Estructura del desarrollo de la investigación .....	25
<b>II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA .....</b>	<b>27</b>
2.1 Tipo, nivel y diseño de investigación .....	27
2.1.1 Tipo de investigación.....	27
2.1.2 Nivel de investigación .....	27
2.1.3 Diseño de Investigación.....	27
2.2 Población y muestra .....	27
2.2.1 Población de estudio.....	27
2.2.2 Muestra.....	28
2.3 Técnicas de recolección de datos.....	28
2.4 Instrumentos de recolección de datos .....	28
2.5 Técnicas de procesamiento, análisis e interpretación de datos.....	28
2.5.1 Recolección de datos .....	28
2.5.2 Procedimiento de ensayos de laboratorio.....	29

<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>37</b>
3.1 Ensayos de laboratorio para agregados.....	37
3.1.1 Granulometría.....	37
3.1.2 Peso unitario suelto y compactado.....	37
3.1.3 Contenido de Humedad .....	38
3.1.4 Peso específico .....	40
3.1.5 Porcentaje de absorción .....	40
3.2 Diseño de Mezcla .....	41
3.2.1 Diseño de Mezcla con Cementos: Tipo Hs y Sol Tipo I .....	41
<b>IV. DISCUSIÓN.....</b>	<b>47</b>
4.1 Interpretación y Discusión de Resultados.....	47
4.1.1 Procesamiento de datos.....	47
4.1.2 Análisis de los resultados.....	71
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>79</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>80</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>81</b>
<b>VIII. ANEXOS.....</b>	<b>82</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla I Peso Total de la Muestra = 1000 g.....	37
Tabla II Peso Total de la Muestra = 7500 g.....	37
Tabla III Peso volumétrico suelto.....	38
Tabla IV Peso volumétrico compactado.....	38
Tabla V Contenido de humedad del agregado grueso .....	39
Tabla VI Contenido de humedad del agregado fino .....	39
Tabla VII Peso específico del agregado grueso.....	40
Tabla VIII Peso específico del agregado fino.....	40
Tabla IX % de Absorción del agregado grueso .....	41
Tabla X % de Absorción del agregado fino.....	41
Tabla XI Ensayo de consistencia del concreto .....	47
Tabla XII Ensayo de exudación del concreto .....	47
Tabla XIII Peso unitario del concreto.....	48
Tabla XIV Porcentaje de Vacíos .....	49
Tabla XV Módulo de Elasticidad en el concreto .....	50
Tabla XVI Resistencia a la compresión a los 7 días .....	50
Tabla XVII Resistencia a la compresión a los 14 días.....	51
Tabla XVIII Resistencia a la compresión a los 28 días .....	52
Tabla XIX Ensayo de consistencia del concreto (ACI) .....	52
Tabla XX Ensayo de exudación del concreto (ACI) .....	53
Tabla XXI Peso unitario del concreto (ACI).....	54
Tabla XXII Porcentaje de Vacíos (ACI) .....	54
Tabla XXIII Módulo de Elasticidad en el concreto (ACI).....	55
Tabla XXIV Resistencia a la compresión a los 7 días (ACI).....	56
Tabla XXV Resistencia a la compresión a los 14 días (ACI) .....	57
Tabla XXVI Resistencia a la compresión a los 28 días (ACI).....	57
Tabla XXVII Ensayo de consistencia del concreto (Walker) .....	58
Tabla XXVIII Ensayo de exudación del concreto (Walker) .....	59
Tabla XXIX Peso unitario del concreto (Walker) .....	60
Tabla XXX Porcentaje de Vacíos (Walker) .....	61
Tabla XXXI Módulo de Elasticidad en el concreto (Walker).....	62
Tabla XXXII Resistencia a la compresión a los 7 días (Walker).....	63
Tabla XXXIII Resistencia a la compresión a los 14 días (Walker) .....	64
Tabla XXXIV Resistencia a la compresión a los 28 días (Walker) .....	64
Tabla XXXV Ensayo de consistencia del concreto (Füller) .....	65
Tabla XXXVI Ensayo de exudación del concreto (Füller).....	66

Tabla XXXVII Peso unitario del concreto (Füller) .....	67
Tabla XXXVIII Porcentaje de Vacíos (Füller).....	67
Tabla XXXIX Módulo de Elasticidad en el concreto (Füller) .....	68
Tabla XL Resistencia a la compresión a los 7 días (Füller).....	69
Tabla XLI Resistencia a la compresión a los 14 días (Füller) .....	70
Tabla XLII Resistencia a la compresión a los 28 días (Füller) .....	70
Tabla XLIII Consistencia del concreto por los principales métodos .....	71
Tabla XLIV Exudación del concreto por los principales métodos .....	72
Tabla XLV Peso unitario del concreto por los principales métodos .....	73
Tabla XLVI Porcentaje de vacíos por los principales métodos .....	74
Tabla XLVII Módulo de elasticidad del concreto por los principales métodos .....	75
Tabla XLVIII Resistencia a la compresión a los 7 días por los principales métodos.....	76
Tabla XLIX Resistencia a la compresión a los 14 días por los principales métodos .....	77
Tabla L Resistencia a la compresión a los 28 días por los principales métodos .....	78
Tabla LI Tipos y producción de agregados obtenidos .....	85
Tabla LII Precio de Venta de los agregados .....	85
Tabla LIII Empresas que compran los agregados.....	85

## INDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Llenado del cono de Abrams con la mezcla por capas .....	30
Fig. 2. Compactación de la mezcla con ayuda de la varilla .....	30
Fig. 3. Retiro del cono para medir la consistencia del concreto.....	30
Fig. 4. Se procede a medir el asentamiento .....	31
Fig. 5. Enrasamos la superficie del concreto .....	32
Fig. 6. Pesado de la probeta.....	33
Fig. 7. Colocación de la probeta en la máquina de compresión.....	34
Fig. 8. Se anota la carga correspondiente a la falla.....	34
Fig. 9. Se observa la falla de la probeta.....	35
Fig. 10. Se mide el diámetro de la probeta para calcular el $f'c$ .....	35
Fig. 11. Se pesa la probeta para calcular el módulo de elasticidad .....	36
Fig. 12. Ensayo de consistencia según tipo de cemento .....	47
Fig. 13 Ensayo de exudación según tipo de cemento .....	48
Fig. 14. Peso unitario del concreto según el tipo de cemento .....	48
Fig. 15. Porcentaje de vacíos según el tipo de cemento.....	49
Fig. 16. Módulo de Elasticidad según el tipo de cemento .....	50
Fig. 17. Resistencia a la compresión a los 7 días según el tipo de cemento.....	51
Fig. 18. Resistencia a la compresión a los 14 días según el tipo de cemento.....	51
Fig. 19. Resistencia a la compresión a los 28 días según el tipo de cemento.....	52
Fig. 20. Ensayo de consistencia según tipo de cemento (ACI).....	53
Fig. 21. Ensayo de exudación según tipo de cemento (ACI).....	53
Fig. 22. Peso unitario del concreto según el tipo de cemento (ACI).....	54
Fig. 23. Porcentaje de vacíos según el tipo de cemento (ACI) .....	55
Fig. 24. Módulo de Elasticidad según el tipo de cemento (ACI) .....	56
Fig. 25. Resistencia a la compresión a los 7 días según tipo de cemento (ACI) .....	56
Fig. 26. Resistencia a la compresión a los 14 días según tipo de cemento (ACI).....	57
Fig. 27. Resistencia a la compresión a los 28 días según tipo de cemento (ACI) .....	58
Fig. 28. Ensayo de consistencia según tipo de cemento (Walker) .....	59
Fig. 29. Ensayo de exudación según tipo de cemento (Walker) .....	59
Fig. 30. Peso unitario del concreto según el tipo de cemento (Walker) .....	60
Fig. 31. Porcentaje de vacíos según el tipo de cemento (Walker) .....	61
Fig. 32. Módulo de Elasticidad según el tipo de cemento (Walker) .....	62
Fig. 33. Resistencia a la compresión a los 7 días según tipo de cemento (Walker) .....	63
Fig. 34. Resistencia a la compresión a los 14 días según tipo de cemento (Walker) .....	64
Fig. 35. Resistencia a la compresión a los 28 días según tipo de cemento (Walker) .....	65
Fig. 36. Ensayo de consistencia según tipo de cemento (Füller) .....	66

Fig. 37. Ensayo de exudación según tipo de cemento (Füller) .....	66
Fig. 38. Peso unitario del concreto según el tipo de cemento (Füller) .....	67
Fig. 39. Porcentaje de vacíos según el tipo de cemento (Füller).....	68
Fig. 40. Módulo de Elasticidad según el tipo de cemento (Füller) .....	69
Fig. 41. Resistencia a la compresión a los 7 días según tipo de cemento (Füller) .....	69
Fig. 42. Resistencia a la compresión a los 14 días según tipo de cemento (Füller).....	70
Fig. 43. Resistencia a la compresión a los 28 días según tipo de cemento (Füller).....	71
Fig. 44. Ensayo de consistencia.....	71
Fig. 45. Ensayo de exudación.....	72
Fig. 46. Ensayo de peso unitario. ....	73
Fig. 47. Porcentaje de vacíos.....	74
Fig. 48. Módulo de elasticidad. ....	75
Fig. 49. Resistencia a la compresión a los 7 días.....	76
Fig. 50. Resistencia a la compresión a los 14 días.....	77
Fig. 51. Resistencia a la compresión a los 28 días.....	78
Fig. 52. Ubicación de la cantera “Palomino”.....	82
Fig. 53. Retroexcavadora .....	83
Fig. 54. Volquete.....	83
Fig. 55. Cargador frontal .....	83
Fig. 56. Chancadora .....	84
Fig. 57. Camiones .....	84
Fig. 58. Faja transportadora.....	84
Fig. 59. Distribución de la maquinaria en fajas para tamaños de ½”, ¾” y confitillo. ....	86
Fig. 60. Maquinarias utilizadas para la distribución del agregado.....	86
Fig. 61. Almacenamiento de agregados seleccionados para su comercialización.....	86
Fig. 62. Agregado grueso de ½” .....	87
Fig. 63. Proceso de obtención y selección de arena fina.....	87
Fig. 64. Malla de 2.5” de fierro corrugado para tamizar el afirmado.....	87
Fig. 65. Cargador frontal seleccionando materiales granulares. ....	88
Fig. 66. Zona de carga de agregado y control de venta del material granular. ....	88
Fig. 67. Lugar de inspección de la máquina chancadora .....	88
Fig. 68. Información técnica del Cemento Sol tipo I (1) .....	89
Fig. 69. Información técnica del Cemento Sol tipo I (2) .....	90
Fig. 70. Información técnica del Cemento Andino tipo HS.....	91
Fig. 71. Diseño de mezcla Método de Combinación de Agregados (1).....	92
Fig. 72. Método de Combinación de Agregados (1): Análisis granulométrico de agregado grueso.....	93

Fig. 73. Método de Combinación de Agregados (2): Análisis granulométrico de agregado fino. .....	94
Fig. 74. Método de Combinación de Agregados: Ensayos de compresión simple (1) .....	95
Fig. 75. Método de Combinación de Agregados: Ensayos de compresión simple (2) .....	96
Fig. 76. Método de Combinación de Agregados: Ensayos de compresión simple (3) .....	97
Fig. 77. Método de Combinación de Agregados: Ensayos de compresión simple (4) .....	98
Fig. 78. Método de Combinación de Agregados: Ensayos de compresión simple (5) .....	99
Fig. 79. Diseño de Mezcla Método del ACI.....	100
Fig. 80. Método del ACI: Ensayo de compresión simple (1).....	101
Fig. 81. Método del ACI: Ensayo de compresión simple (2).....	102
Fig. 82. Método del ACI: Ensayo de compresión simple (3).....	103
Fig. 83. Método del ACI: Ensayo de compresión simple (4).....	104
Fig. 84. Diseño de mezcla por el Método de Walker.....	105
Fig. 85. Método de Walker: Ensayos de compresión simple (1) .....	106
Fig. 86. Método de Walker: Ensayos de compresión simple (2) .....	107
Fig. 87. Método de Walker: Ensayos de compresión simple (3) .....	108
Fig. 88. Método de Walker: Ensayos de compresión simple (4) .....	109
Fig. 89. Diseño de mezcla Método de Füller .....	110
Fig. 90. Método de Füller: Ensayos de compresión simple (1).....	111
Fig. 91. Método de Füller: Ensayos de compresión simple (2).....	112
Fig. 92. Método de Füller: Ensayos de compresión simple (3).....	113
Fig. 93. Método de Füller: Ensayos de compresión simple (4).....	114
Fig. 94. Método de Füller: Ensayos de compresión simple (5).....	115

## RESUMEN

El objetivo de la tesis es determinar el grado influencia de los principales métodos de diseño en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para el beneficio de la población de la ciudad de Ica. Los componentes utilizados son los cementos: Tipo HS y Sol Tipo I , el agregado grueso de la cantera Palomino y el agregado fino del río Ica, con los que se diseñaron mezclas de prueba, para una relación agua cemento de 0.50, para los concretos analizados en el laboratorio a través de los ensayos de consistencia, peso unitario, exudación y ensayos de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días; así como también la determinación de su Módulo de rotura, Módulo de elasticidad y el % de vacíos. Se realizó los ensayos mencionados anteriormente diseñándose con los diferentes métodos planteados y se demostró que en los ensayos de consistencia, exudación y porcentaje de vacíos el método de combinación de agregados resulta mayor que los demás métodos, y los ensayos de peso unitario, resistencia a la compresión y módulo de elasticidad los resultados en el método de Füller resulta mayor que en los demás métodos hallados.

Por lo tanto, se llegó a la conclusión que el método Füller es el de mayor seguridad que muestra en sus resultados obteniéndose una consideración mayor y un costo más elevado para las pretensiones que se usará por lo que se considera de mayor uso y considerable cumpliendo dentro de las normas los métodos de combinación y por el método de ACI.

Palabras Clave: Cemento, Resistencia a la compresión, Módulo de rotura, Módulo de elasticidad, costo unitario

## ABSTRACT

The objective of the thesis is to determine the degree of influence of the main design methods on the physical and mechanical properties of concrete for the benefit of the population of the city of Ica. The components used are the cements: Type HS and Sol Type I, the coarse aggregate from the Palomino quarry and the fine aggregate from the Ica river, with which test mixtures were designed, for a water-cement ratio of 0.50, for the concretes analyzed. in the laboratory through consistency tests, unit weight, exudation and compressive strength tests at 7, 14 and 28 days; as well as the determination of its modulus of rupture, modulus of elasticity and the% of voids. The aforementioned tests were carried out, being designed with the different methods proposed and it was shown that in the tests of consistency, exudation and percentage of voids, the aggregate combination method is greater than the other methods, and the unit weight tests, resistance to corrosion. compression and modulus of elasticity the results in the Füller method are higher than in the other methods found.

Therefore, it was concluded that the Füller method is the most secure method that it shows in its results, obtaining a greater consideration and a higher cost for the claims to be used, which is why it is considered to be of greater use and considerable compliance within of the standards the combination methods and by the ACI method.

Keywords: Cement, Compressive strength, Modulus of rupture, Modulus of elasticity, unit cost.

## I. INTRODUCCIÓN

La mayoría de concretos preparados para ser utilizarlos en las estructuras de una edificación, en la ciudad de Ica, en su mayoría son preparados empíricamente por técnicos improvisados, dejando de lado la importancia de elaborar concretos de calidad obtenido por medio de un diseño de mezcla, con ensayos de granulometría, respetando parámetros admisibles del agua a utilizar, ensayándolos en el estado fresco y en el estado endurecido.

Los constructores, maestros de obra e ingenieros deben comprender su importancia y capacitarse en la elaboración de diseños de mezcla de concreto. No se tiene la comprensión de que la seguridad de una estructura está en la resistencia de sus elementos y esta debe ser garantizada por una mezcla que haya sido diseñada en base a las normativas especificadas por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y para ello el ensayo es el instrumento que permitirá conocer la calidad de la mezcla, y la dosificación correcta para lograr la resistencia requerida.

El resultado de la comprobación del concreto preparado para los diferentes diseños de mezclas como son el método de Modulo de fineza, el método del ACI, el método de Walker y el método de Füller serán certificados por un laboratorio, sobre la calidad del concreto obtenido, que demuestren el cumplimiento de los estándares del RNE.

### 1.1 Situación problemática

El problema se concentra fundamentalmente en conocer si la utilización de uno u otros métodos de diseño más conocidos como los de, Modulo de fineza, del ACI, de Walker y el de Füller, permite encontrar un diseño más óptimo, seguro y económico de manera que cumplan con los estándares que el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) que especifica cómo identificar un concreto de calidad a través de ensayos en concreto fresco y endurecido mediante ensayos de asentamiento, exudación, peso unitario y resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días.

La investigación beneficiaría a la población de la ciudad de Ica en cuanto a seguridad y economía se refiere, y en especial aportaría conocimiento a la disciplina, que puede ser aprovechada por los Ingenieros Civiles y los Técnicos de Obra.

Para ello se propone desarrollar una investigación aplicada, de diseño experimental y de alcance descriptivo-correlacional.

Los agregados a utilizar provendrán de cantera “Palomino” (agregado grueso) y del Río Ica (agregado fino). El agua provendrá del pozo de la ciudad universitaria de la UNSLG.

### 1.1.1 Identificación de problemas

Analizando la realidad problemática surge una interrogante **PRINCIPAL**:

- ¿En qué medida influyen los principales métodos de diseño en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para el beneficio de la población de la ciudad de Ica?

De la misma forma, si se analizan los detalles **ESPECÍFICOS** del problema, también surgen las siguientes interrogantes:

- ¿En qué medida influye el Nivel de consistencia de los principales métodos de diseño en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para el beneficio de la población de la ciudad de Ica?
- ¿En qué medida influye el nivel de Exudación de los principales métodos de diseño en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para el beneficio de la población de la ciudad de Ica?
- ¿En qué medida influye el nivel del Peso Unitario en estado fresco de los principales métodos de diseño en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para el beneficio de la población de la ciudad de Ica?
- ¿En qué medida influye el nivel de la resistencia a la compresión de los principales métodos de diseño en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para el beneficio de la población de la ciudad de Ica?
- ¿En qué medida influye el nivel del Peso Unitario en estado endurecido de los principales métodos de diseño en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para el beneficio de la población de la ciudad de Ica?
- ¿En qué medida influye el nivel del módulo de elasticidad de los principales métodos de diseño en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para el beneficio de la población de la ciudad de Ica?
- ¿En qué medida influye el nivel de módulo de Rotura de los principales métodos de diseño en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para el beneficio de la población de la ciudad de Ica?

## 1.2 Antecedentes de investigación

Se tiene como antecedentes de otras investigaciones similares las siguientes propuestas

### 1.2.1 Antecedentes internacionales

En 2019, J. Pastrana, Y. Silva, J. Adrada y S. Delvasto [1] presentaron una contribución al estudio del empleo de polvo generado en el proceso de molienda o reciclaje de concreto como reemplazo parcial del cemento Portland en concretos autocompactantes. Realizaron muestreos de residuos de demolición y construcción,

asegurándose de que los residuos solo sean de concreto. Se utilizaron agregados naturales de la región como grava con un tamaño máximo de 12,5 mm ( $\frac{1}{2}$ "') y arena de río como agregado fino. La caracterización de este agregado se realizó, de acuerdo con las Normas Técnicas Colombianas (NTC). El superplastificante utilizado en las mezclas de concreto autocompactante fue Sikaplast 328®, compuesto por resinas sintéticas y polímeros de última generación a base de policarboxilatos. Concluyeron que las características del polvo de residuo de concreto no pueden ser considerados como materia, a pesar de que la IAR fue superior al especificado por la norma y que, además, no presentó la composición química requerida.

### **1.2.2 Antecedentes nacionales**

En 2016, M. Galicia y M. Velásquez [2] analizaron comparativamente la resistencia a la compresión de un concreto adicionado con ceniza de rastrojo de maíz elaborado con agregados de las canteras de Cunyac y Vicho con respecto a un concreto patrón de calidad  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . El método que se utilizaron fue a través de cuadros o tablas descriptivas y gráficos estadísticos que representaban según los resultados obtenidos. Además, usaron un diseño de mezcla basado en el método del ACI. Los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días muestran un valor de 197.28 kg/cm<sup>2</sup> para el concreto patrón, 257.86 kg/cm<sup>2</sup> para el concreto con 2.5 % de ceniza de rastrojo de maíz, 267.59 kg/cm<sup>2</sup> para el concreto con 5 % de ceniza de rastrojo de maíz y de 290.95 kg/cm<sup>2</sup> para el concreto con 7.5 % de ceniza de rastrojo de maíz. Demostraron que las resistencias a la compresión obtenidas en los concretos incluidos las cenizas de rastrojo de maíz fueron mayores al del concreto patrón.

En 2015, A. Sotil y J. Zegarra [3] realizaron un análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero Wirand® FF3 y concreto reforzado con fibras de acero Wirand® FF4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido. El método que se utilizó en los resultados es de cuadros o tablas descriptivas y gráficos de barras que comparaban los diferentes resultados obtenidos, además, el diseño de mezcla que se empleo fue el método de Füller. La muestra fue de concreto a los 28 días, la resistencia a la compresión de concreto sin refuerzo es de 283.22 kg/cm<sup>2</sup>, el concreto con refuerzo de fibras FF3 de 320.79 kg/cm<sup>2</sup> y el concreto con refuerzo de fibras FF4 es de 294.20 kg/cm<sup>2</sup>. Demostraron que la resistencia a la compresión aumenta debido a las fibras aplicadas en el concreto ya que estas disipan en un porcentaje la cargas que se generan de los autos hacía el suelo lo cual hace que no se generen fisuras fácilmente.

En 2015, K. Palomino y M. Gutierrez [4] analizaron las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de polipropileno y acero, y su uso en el control de fisuras por contracción plástica. El método que se ha de emplear es de tablas o cuadros descriptivos y comparativos y gráficos estadísticos. Además, para realizar el diseño de mezcla del concreto se utilizaron el método Walker y el método de módulo de fineza (combinación de agregados). Los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión por el método Walker de las muestras de concreto a los 28 días nos muestran que la resistencia del concreto patrón es de 188.03 kg/cm<sup>2</sup>, el concreto con adición de 0.4 kg/m<sup>3</sup> de fibra de polipropileno (PE) es de 213.47 kg/cm<sup>2</sup>, el concreto con adición de 25 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero (CHO) es de 269.07 kg/cm<sup>2</sup> y el concreto con adición de 2 kg/m<sup>3</sup> de fibra de polipropileno (PP) es de 218.12 kg/cm<sup>2</sup>. Además, los resultados obtenidos con el método del Módulo de Finezas son: El concreto patrón es de 177.91 kg/cm<sup>2</sup>, el concreto con adición de 0.4 kg/m<sup>3</sup> de fibra de polipropileno (PE) es de 203.39 kg/cm<sup>2</sup>, el concreto con adición de 25 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero (CHO) es de 204.42 kg/cm<sup>2</sup> y el concreto con adición de 2 kg/m<sup>3</sup> de fibra de polipropileno (PP) es de 190.04 kg/cm<sup>2</sup>. Se demostró que el concreto incluido con fibras es más resistente que el concreto patrón lográndose una mayor resistencia, elasticidad, trabajabilidad y disminuyendo las fisuraciones en su estado endurecido del concreto.

En 2014, G. Escobedo [5] determinó la incidencia de la nanosílice en la resistencia mecánica de un concreto de alta resistencia con cemento portland tipo I. El método que se utilizó en esta investigación es la de cuadros o tablas descriptivas y gráficos comparativos. Además, para el diseño de mezcla se usó el método de combinación de los agregados. La muestra fue de concreto a los 28 días, la resistencia a la compresión del concreto patrón es de 671.41 kg/cm<sup>2</sup>, el concreto con nanosílice al 0.5% es de 605.43 kg/cm<sup>2</sup>, el concreto con nanosílice al 1.5% es de 775.19 y el concreto con nanosílice al 3% es de 688.40 kg/cm<sup>2</sup>. Se concluyó que la incidencia del nanosílice mejora las condiciones del concreto en el estado fresco y endurecido, logrando así un concreto de alta resistencia y mejorando en su calidad.

### **1.2.3 Antecedentes locales**

No se encontraron antecedentes locales

### 1.3 Bases teóricas

El concreto tiene dos estados fundamentales, el estado fresco y el estado endurecido. Cada uno de estos estados posee distintas características ya que varían en comportamiento y uso. Para esto se dividirán las propiedades en los estados correspondientes.

#### 1.3.1 Propiedades del concreto en su estado fresco

##### a) Trabajabilidad

Es aquella propiedad que permite que el concreto fresco sea fácil de manejar durante el mezclado, transporte, colocado y compactado. La trabajabilidad se puede evaluar con relativa facilidad y exactitud, midiendo la capacidad de la mezcla para fluir al ser empujada solo por su propio peso (fuerzas de gravedad). Para que el concreto fresco sea trabajable debemos seleccionar apropiadamente la proporción de cada uno de los insumos o ingredientes que lo componen (cemento, agregados y agua). Las propiedades relacionadas con la trabajabilidad son: consistencia, segregación y exudación. La trabajabilidad está representada por:

- La Compacidad; es la facilidad con la que es compactado o consolidado para reducir el volumen de vacíos y por lo tanto el aire atrapado.
- La Cohesividad; es la aptitud que tiene para mantenerse como una masa estable y sin segregación.
- La Plasticidad; es la condición que le permite deformarse continuamente sin romperse.
- La Consistencia o movilidad; es la habilidad para fluir es decir la capacidad de adquirir la forma de los encofrados que lo contienen, y de llenar espacios vacíos alrededor de los elementos que absorbe.

##### b) Consistencia

Es el mayor o menor grado que tiene el concreto fresco para deformarse y como consecuencia de esta propiedad, de ocupar todos los huecos del encofrado o molde donde se vierte. En la consistencia influyen diferentes factores, en especial la cantidad de agua de amasado, pero también el tamaño máximo del agregado, la forma de los agregados y su granulometría.

La consistencia del concreto debe fijarse previamente a la puesta en obra, analizando que consistencia es la más adecuada para colocación de acuerdo a los medios de compactación con que se dispone. Este es un parámetro fundamental en el hormigón fresco.

##### c) Exudación

Propiedad por la cual una parte del agua de mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto. Es un caso típico de sedimentación en que los

sólidos se asientan dentro de la masa plástica. El fenómeno está gobernado por las leyes físicas del flujo de un líquido en un sistema capilar, antes que el efecto de la viscosidad y la diferencia de densidades. Está influenciada por la cantidad de finos en los agregados y la finura del cemento, por lo que cuanto más fina es la molienda de este y mayor es el porcentaje de material menor que la malla N° 100, la exudación será menor pues se retiene el agua de mezcla. La exudación se produce inevitablemente en el concreto, pues es una propiedad inherente a su estructura, luego lo importante es evaluarla y controlarla en cuanto a los efectos negativos que pudiera tener. No debe caerse en el error de considerar que la exudación es una condición anormal del concreto, ni en la práctica usual de “secar” el concreto espolvoreando cemento en la superficie ya que si esto se ejecuta mientras aún hay exudación, se crea una capa superficial muy delgada de pasta que en la parte inferior tiene una interface de agua que la aísla de la masa original. En estas condiciones, al producirse la contracción por secado o cambios volumétricos por temperatura esta película delgada de pasta se agrieta, produciéndose el patrón de fisuración tipo panal de abeja, que los norteamericanos denominan “crazing”.

Si se espolvorea cemento cuando la exudación ha terminado, integrado la pasta con la mezcla original se logra reducir la relación Agua/Cemento en la superficie con resultados positivos en cuanto a durabilidad al desgaste. La prueba estándar para medir la exudación está definida por la norma ASTM.

**d) Densidad de Masa o Peso Unitario**

La densidad del concreto varía, dependiendo de la densidad del agregado usado para mezclar el hormigón y la cantidad de aire dentro de ella. Pisos, puentes y otros componentes estructurales son de hormigón de alta densidad, mientras que el hormigón de baja densidad trabaja en zonas con clima riguroso y en algunos caminos. La fórmula para calcular la densidad es la densidad es igual a la masa dividido por el volumen.

Cálculo del peso unitario:

$$P. U. CONCRETO FRESCO (kg/m^3) = \frac{\text{Peso Total} - \text{Peso del Molde}}{\text{Volumen del Molde}}$$

Observaciones:

Cuando las mezclas de concreto experimentan incremento de aire, disminuye en el peso unitario. La mayor compactación incrementa el peso unitario. pero las modificaciones del peso unitario son debidas al tipo de agregado empleado.

**e) Contenido de aire**

El aire atrapado en concretos de peso normal totalmente compactada es menor al 2% en volumen. Para una mezcla con una proporción y características de agregados dada, el contenido de aire atrapado es mayor con la dureza de la consistencia y con la pequeñez de los agregados. En una mezcla típica con aditivo inclusor de aire de los volúmenes son:

- El aire atrapado se presenta como vacíos dispersos comparables en tamaño a los granos más grandes de la arena (mayores que 1mm).
- Los aditivos inclusores de aire forman numeroso vacío micro esféricos comparables en tamaño a las partículas más grandes del cemento ya las más finas de la arena (menores que 1mm).
- Los vacíos con aire hacen la mezcla trabajable, la tensión superficial y el agente superficialmente activo absorbido en la frontera de los vacíos imparten cuerpo y cohesividad a la pasta.

**f) Fraguado del concreto**

El fraguado es el proceso de endurecimiento y pérdida de plasticidad del concreto (o mortero de cemento), producido por la desecación y recristalización de los hidróxidos metálicos, procedentes de la reacción química del agua de amasado, con los óxidos metálicos presentes en el Clinker que compone el cemento. Este proceso se realiza en un horno o fragua donde se calienta el material para su moldeado o cambio de forma. También se denomina fraguado al proceso de endurecimiento de la pasta de yeso o del mortero de cal.

En el proceso general de endurecimiento del hormigón se presenta un estado de fraguado inicial en que la mezcla pierde su plasticidad. Se denomina fraguado final al estado en el cual la consistencia ha alcanzado un valor muy apreciable. El tiempo comprendido entre estos dos estados se llama tiempo de fraguado de la mezcla que se estima en unas diez horas, aunque varía dependiendo de la humedad relativa, temperatura ambiente, etc. Se pueden añadir aditivos retardantes o acelerantes del fraguado que permiten su mejor manejo en obra.

**g) Temperatura del Concreto**

Definición de Clima Cálido (ACI 305-R.99)

El clima cálido es una combinación de cualquiera de las siguientes condiciones que tienden a perjudicar la calidad de la mezcla fresca o la del concreto endurecido, por aceleración de la velocidad de pérdida de humedad y grado de hidratación del cemento, o de otros modos, que produzcan resultados perjudiciales:

- Alta temperatura ambiente
- Alta temperatura del concreto
- Baja humedad relativa
- Alta velocidad del viento
- Radiación solar

#### **h) Cohesión y segregación**

Es la diferencia de densidades entre los componentes del concreto provocan una tendencia natural a que las partículas más pesadas descendan, pero en general, la densidad de la pasta con los agregados finos es sólo un 20% menor que la de los gruesos (para agregados normales) lo cual sumado a su viscosidad produce que el agregado grueso quede suspendido e inmerso en la matriz. Cuando la viscosidad del mortero se reduce por insuficiente concentración la pasta, mala distribución de las partículas o granulometría deficiente, las partículas gruesas se separan del mortero y se produce lo que se conoce como segregación. En los concretos con contenidos de piedra del 55% en peso con respecto al peso total de agregados, es frecuente confundir la segregación con la apariencia normal de estos concretos, lo cual es muy simple de verificar obteniendo dos muestras de concreto fresco de sitios diferentes y comparar el contenido de gruesos por lavado, que no deben diferir en más de 6%.

#### **i) Homogeneidad**

Es la cualidad que tiene un hormigón para que sus componentes se distribuyan regularmente en la masa (En una sola amasada). Uniformidad: se le llama cuando es en varias amasadas. La homogeneidad depende de:

- Buen amasado.
- Buen transporte.
- Buena puesta en obra.

Se pierde la homogeneidad por tres causas:

- Irregularidad en el amasado.
- Exceso de agua.
- Cantidad y tamaño máximo de los áridos gruesos.

Esto provoca:

- Segregación: separación de los agregados gruesos y finos.
- Decantación: los agregados gruesos van al fondo y los finos se quedan arriba.

### 1.3.2 Propiedades del Concreto en su Estado Endurecido

Cuando se habla de la resistencia del concreto, se hace referencia a la resistencia a la compresión del concreto endurecido.

La etapa de endurecimiento inicia con el fraguado final del concreto y prosigue en el tiempo dependiendo totalmente de las condiciones de curado del material. Normalmente la resistencia del concreto se evalúa a los 28 días, sin embargo, esta evaluación se puede hacer a diferentes edades según la conveniencia de monitorear la ganancia en resistencia. Para evaluar la resistencia del concreto se emplean cilindros de concreto de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura.

#### a) Resistencia a la compresión

La resistencia a compresión se puede definir como la medida máxima de la resistencia a carga axial de especímenes de concreto. Normalmente, se expresa en kilogramos por centímetros cuadrados ( $\text{kg/cm}^2$ ), mega pascales (MPa) o en libras por pulgadas cuadradas ( $\text{lb/pulg}^2$  o psi) a una edad de 28 días. Un megapascal equivale a la fuerza de un newton por milímetro cuadrado ( $\text{N/mm}^2$ ) o 10.2 kilogramos-fuerza por centímetro cuadrado. Se pueden usar otras edades para las pruebas, pero es importante saber la relación entre la resistencia a los 28 días y la resistencia en otras edades. La resistencia a los 7 días normalmente se estima como 75% de la resistencia a los 28 días y las resistencias a los 56 y 90 días son aproximadamente 10% y 15% mayores que la resistencia a los 28 días, como se puede observar en la Figura 1-16. La resistencia a compresión especificada se designa con el símbolo  $f'_c$  y la resistencia a compresión real del concreto  $f_c$  debe excederla.

#### b) Elasticidad

El concreto no es un material eminentemente elástico, esto se puede observar fácilmente si se somete a un espécimen a esfuerzos de compresión crecientes hasta llevarlo a la falla. Es por eso que el módulo de elasticidad, está definido por la ecuación  $E = \text{esfuerzo} / \text{deformación}$  es una medida de la rigidez, o sea la resistencia del hormigón a la deformación.

El concreto no es un material verdaderamente elástico, pero el concreto que ha endurecido por completo y se ha cargado en forma moderada tiene una curva de esfuerzo de compresión- deformación que, en esencia, es una recta dentro del rango de los esfuerzos usuales de trabajo.

#### Módulo de elasticidad:

De acuerdo a la norma ASTM C-469, el módulo de elasticidad ( $E_c$ ) se obtiene calculando la pendiente del segmento de recta que pasa por los puntos A y B, para lo cual es necesario obtener del trazo de la curva (o en el transcurso de la

prueba) la ordenada correspondiente a las 50 micro deformaciones y la abscisa correspondiente al esfuerzo  $0.40f_c$ . De la figura se observa también que la deformación que corresponde a la resistencia del concreto es 0.002 cm/cm, que corresponde a 2,000 micro deformaciones. Aún después de que el concreto alcanza su resistencia máxima, y si la carga se sostiene (el esfuerzo disminuye) hasta lograr la falla total (el concreto truena), se puede medir la deformación última que soporta el material, esta deformación es de 0.035 cm/cm.

**c) Extensibilidad**

Es la propiedad del concreto de deformarse sin agrietarse. Se define en función de la deformación unitaria máxima que puede asumir el concreto sin que ocurran fisuraciones.

Depende de la elasticidad y del denominado flujo plástico, constituido por la deformación que tiene el concreto bajo carga constante en el tiempo.

El flujo plástico tiene la particularidad de ser parcialmente recuperable, estando relacionado también con la contracción, pese a ser dos fenómenos nominalmente independientes.

La microfisuración aparece normalmente alrededor del 60% del esfuerzo último, y a una deformación unitaria de 0.0012, y en condiciones normales la fisuración visible aparece para 0.003 de deformación unitaria.

**d) Contracción**

La contracción del concreto se conoce como resultado de la pérdida de humedad. También se ha demostrado que el concreto se expandirá si, después de haberse secado o parcialmente secado, es sometido a humedad o si es sumergido en el agua. Se sabe que la contracción es afectada por las siguientes variables:

**Agregados.** Los agregados actúan para restringir la contracción de la pasta de cemento; de aquí que el concreto con un alto contenido de agregados es menos vulnerable a la contracción. Además, el grado de restricción de un concreto está determinado por las propiedades de los agregados: aquellos con alto módulo de elasticidad o con superficies ásperas son más resistentes al proceso de contracción.

**Relación agua-cemento.** Cuanto mayor es la relación agua-cemento, mayores son los efectos de la contracción.

**Tamaño del elemento de concreto.** Tanto el valor como la magnitud de la contracción disminuyen con un incremento en el volumen del elemento de concreto. Sin embargo, la duración de la contracción es mayor para elementos más grandes debido a que se necesita más tiempo para secarse hasta las regiones

internas. Es posible que se necesite un año para que el proceso de secado inicie a una profundidad de 25 cm, y 10 años para iniciar a 60 cm más allá de la superficie externa.

Condiciones del medio ambiente. La humedad relativa del medio afecta notablemente la magnitud de la contracción; el valor de la contracción es más bajo en donde la humedad relativa es alta.

Cantidad de refuerzo. El concreto reforzado se contrae menos que el concreto simple; la diferencia relativa es función del porcentaje de refuerzo.

Aditivos. Este efecto varía dependiendo del tipo de aditivo. Un acelerador tal como cloruro de calcio, usado para acelerar el endurecimiento y la colocación del concreto, aumenta la contracción. También hay aditivos que impiden la contracción.

Tipo de cemento. El cemento Portland tipo III de resistencia rápida normalmente se contrae 10% más que un cemento Portland normal (tipo I) o cemento Portland modificado (tipo II).

**e) Durabilidad**

La durabilidad del hormigón es la capacidad que tiene de resistir a la acción del ambiente, ataques físicos, químicos, físicos y/o biológicos o cualquier otro proceso que tienda a deteriorarlo. Conocer la durabilidad de un hormigón es un proceso complejo en el cual están involucrados diferentes factores:

- Las condiciones ambientales.
- Los materiales componentes del hormigón.
- El diseño estructural de la obra.
- La calidad de ejecución de la obra.
- Los sistemas de protección adoptados.

**f) Resistencia a la tracción**

La resistencia a la tracción del concreto es una forma de comportamiento de gran interés para el diseño y control de calidad en todo tipo de obras y en especial las estructuras hidráulicas y de pavimentación. Sin embargo, en razón de que los métodos de ensayo a la tracción aparecen tardíamente, en la década de los cincuenta, la resistencia a la compresión mantiene su hegemonía como indicador de la calidad, principalmente por el largo tiempo de aplicación que ha permitido acumular valiosa experiencia.

Inicialmente la determinación de la resistencia a la tracción del concreto se efectuó por ensayos de flexo tracción. Posteriormente, se han desarrollado dos métodos de prueba conocidos como ensayos de tracción directa por hendimiento, también denominado de compresión diametral.

## **1.4 Hipótesis de la investigación**

### **1.4.1 Hipótesis general**

Los principales métodos de diseño influyen en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para el beneficio de la población de la ciudad de Ica

### **1.4.2 Hipótesis específicas**

- El Nivel de consistencia en los principales métodos de diseño influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para el beneficio de la población de la ciudad de Ica.
- El nivel de Exudación de los principales métodos de diseño influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para el beneficio de la población de la ciudad de Ica.
- El nivel del Peso Unitario en estado fresco de los principales métodos de diseño influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para el beneficio de la población de la ciudad de Ica.
- El nivel de la resistencia a la compresión de los principales métodos de diseño influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para el beneficio de la población de la ciudad de Ica.
- El nivel del Peso Unitario en estado endurecido de los principales métodos de diseño influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para el beneficio de la población de la ciudad de Ica.
- El nivel del módulo de elasticidad de los principales métodos de diseño influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para el beneficio de la población de la ciudad de Ica
- El nivel de módulo de Rotura de los principales métodos de diseño influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para el beneficio de la población de la ciudad de Ica.

## **1.5 Objetivos de la investigación**

### **1.5.1 Objetivo general**

Determinar el grado de influencia de los principales métodos de diseño en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para el beneficio de la población de la ciudad de Ica.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- Determinar el grado de influencia del Nivel de consistencia de los principales métodos de diseño en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para el beneficio de la población de la ciudad de Ica.

- Determinar el grado de influencia del nivel de Exudación de los principales métodos de diseño en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para el beneficio de la población de la ciudad de Ica.
- Determinar el grado de influencia del nivel del Peso Unitario de los principales métodos de diseño en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para el beneficio de la población de la ciudad de Ica.
- Determinar el grado de influencia del Nivel de la resistencia a la compresión de los principales métodos de diseño en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para el beneficio de la población de la ciudad de Ica.
- Determinar el grado de influencia del nivel del Peso Unitario en estado endurecido de los principales métodos de diseño en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para el beneficio de la población de la ciudad de Ica.
- Determinar el grado de influencia del nivel del módulo de elasticidad de los principales métodos de diseño en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para el beneficio de la población de la ciudad de Ica.
- Determinar el grado de influencia del nivel de módulo de Rotura de los principales métodos de diseño en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para el beneficio de la población de la ciudad de Ica.

### **1.6 Estructura del desarrollo de la investigación**

En cuanto al desarrollo de la propuesta de solución al problema, se describe en los siguientes capítulos:

- En el Capítulo I, Introducción, se describen los aspectos científicos vinculados a la investigación; describiendo la realidad problemática, citas y antecedentes sobre investigaciones recientemente realizadas que justifican la necesidad de realizar la investigación. Se señala aquí también los objetivos de la investigación.
- En el Capítulo II, Estrategia Metodológica, se describe detalladamente cómo se ha realizado la investigación y los elementos utilizados en la misma. Incluye el detalle de procedimientos y contexto de la investigación, diseño utilizado, participantes, universo y muestra, instrumentos de medición, procedimiento, etc.
- En el Capítulo III, Resultados, contiene en forma concisa los datos obtenidos, incluyendo tablas, gráficos y fotografías, modelos estadísticos y/o programas utilizados en la investigación, justificando su uso y cómo se efectuaron las pruebas de hipótesis para dar respuesta a los problemas y objetivos de la investigación, verificación de las hipótesis, etc.

- En el Capítulo IV, Discusión, se analizan, comparan e interpretan los resultados, en correspondencia con las bases teóricas establecidas, los criterios del autor y los de otros autores. Haciendo hincapié en aquellos aspectos nuevos e importantes del estudio.
- En el Capítulo V, Conclusiones, se hace referencia a los resultados concretos obtenidos en el desarrollo de la investigación que han sido presentados.
- En el Capítulo VI, Recomendaciones, se presentan sugerencias acerca de las posibilidades de aplicación práctica de los resultados y realización de otras investigaciones, relacionadas con las conclusiones.

## II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

### 2.1 Tipo, nivel y diseño de investigación

En esta investigación se utilizó el **método científico** para desarrollar su procedimiento considerando técnicas e instrumentos para poder llegar a un análisis y así formular un conocimiento científico.

#### 2.1.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación es **Aplicada** porque se aplicarán conocimientos adquiridos sobre concreto y los principales métodos de diseño en las propiedades físicas y mecánicas de los mismos.

Y según el periodo en el cual se desarrolla la tesis y a la secuencia del estudio, ésta es de tipo **transversal** ya que se han estudiado las variables simultáneamente en determinado momento, haciendo un corte en el tiempo. En este caso, el tiempo no es importante en relación con la forma en que se dieron los fenómenos.

#### 2.1.2 Nivel de investigación

El nivel de investigación de esta tesis es **descriptivo - explicativo**, ya que no solo tratara de describir los posibles casos de un fenómeno, proceso o comportamiento de acuerdo a los tipos de estudios, sino que además nos permite distinguir las causas por las que surgen los fenómenos y tener una amplia comprensión del tema.

#### 2.1.3 Diseño de Investigación

La investigación es **experimental** ya que se manipulará deliberadamente la variable independiente y establecer una relación de causa y efecto con la variable dependiente. Esto nos permitirá obtener resultados más específicos y poder analizarlos para determinar ideas más profundas.

### 2.2 Población y muestra

La determinación de la población de investigación y la muestra, son dos elementos importantes para definir la parte operativa de la investigación; pues nos identifica los objetos de estudio a ser analizados, que deben poseer características similares cuando no homogéneas, lo mismo sucede con la muestra, esta debe ser la parte de la población que representa a todo el conjunto y permite extrapolar los resultados.

#### 2.2.1 Población de estudio

Se trabajará con una población de 90 unidades de probetas, Siendo conformadas estas por: 45 Probetas con agregado grueso de la Cantera “Palomino” y agregado fino del Río Ica. Se usará el agua extraída del pozo de la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”.

### 2.2.2 Muestra

La muestra será no probabilística, se elegirá los mejores especímenes

## 2.3 Técnicas de recolección de datos

En nuestro caso, hemos utilizado el **Análisis documental** pues este permite realizar **búsquedas retrospectivas y recuperar el documento** que necesitamos cuando lo necesitamos. Por lo tanto, podemos decir que el Análisis Documental va unido a la Recuperación de Información. Sin embargo, hemos tenido que desarrollar además un análisis de contenidos de acuerdo a la metodología aplicada.

Los estudios basados en la documentación no cuentan con instrumentos de medición, únicamente con una ficha de recolección de datos donde debemos copiar o trasladar la información previamente registrada. Siendo estas normas, reglamentos, bibliografías.

- Granulometría (NTP 400.012; ASTM C136) [6].
- Pesos unitarios sueltos y compactos (NTP 400.017; ASTM C 29) [7].
- Porcentaje de Humedad (NTP 339.185; ASTM C 535) [8].
- Peso específico y absorción (NTP 400.021; NTP 400.022; ASTM C 128; ASTM C 127) [9], [10].

También se ha utilizado la **observación directa** a través de los ensayos que se realizan en laboratorio como fuente primaria, para luego trabajarlos aplicando a la realidad las metodologías de diseño propuestas.

## 2.4 Instrumentos de recolección de datos

Este procedimiento es necesario para permitir la ampliación del conocimiento y proporcionar una mayor seguridad a la hora de definir el contenido del instrumento. Los instrumentos de medición utilizados para el caso del Análisis documental fueron fichas bibliográficas de títulos, autores y párrafos importantes, así como cuadros de clasificación, todo almacenados en computadoras. Para la observación directa se usaron: Equipos de laboratorio, balanzas calibradas y fichas de resultados de laboratorio.

## 2.5 Técnicas de procesamiento, análisis e interpretación de datos

### 2.5.1 Recolección de datos

- Establecer una secuencia de actividades en el laboratorio
- Extraer agregados gruesos y finos de la cantera “Palomino” y del Río Ica.
- Extraer agua del pozo de la ciudad universitaria de la UNSLG.
- Disponer de equipos y herramientas del laboratorio para la elaboración de mezclas de concreto.

- Elaboración de probetas para los ensayos de resistencia.
- Desarrollar los ensayos de resistencia a compresión de las probetas fabricadas.

Para el procesamiento y análisis de datos se utilizaron diseños de mezcla utilizando métodos diversos como:

- Método del Módulo de fineza
- Método del ACI
- Método de Walker
- Método de Füller

## 2.5.2 Procedimiento de ensayos de laboratorio

### a) Ensayo del Concreto en Estado Fresco

#### **Ensayo de Consistencia:**

Es el mayor o menor grado que tiene el hormigón fresco para deformarse y como consecuencia de esta propiedad, de ocupar todos los huecos del encofrado o molde donde se vierte. En la consistencia influyen diferentes factores, en especial la cantidad de agua de amasado, pero también el tamaño máximo del árido, la forma de los áridos y su granulometría. La consistencia del hormigón debe fijarse previamente a la puesta en obra, analizando que consistencia es la más adecuada para colocación de acuerdo a los medios de compactación con que se dispone. Este es un parámetro fundamental en el hormigón fresco.

#### **Equipos y materiales:**

- Cono de Abrams de medidas estándar
- Varilla: Debe ser de fierro liso diámetro 5/8", de 60 cm de largo
- Wincha metálica
- Plancha metálica
- Badilejo

#### **Procedimiento:**

Se vierte el concreto en el cono de Abrams distribuyéndolo en tres capas e introduciendo una varilla que penetre ligeramente en la capa inferior con el objeto que la compactación se distribuya uniformemente sobre la sección transversal.



**Fig. 1.** Llenado del cono de Abrams con la mezcla por capas

Al final de la tercera capa se nivela la superficie con el palustre y se retira la mezcla que cae alrededor del cono.



**Fig. 2.** Compactación de la mezcla con ayuda de la varilla



**Fig. 3.** Retiro del cono para medir la consistencia del concreto



**Fig. 4.** Se procede a medir el asentamiento

#### Ensayo de Exudación

Propiedad por la cual una parte del agua de mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto. Es un caso típico de sedimentación en que los sólidos se asientan dentro de la masa plástica. Está influenciada por la cantidad de finos en los agregados y la finura del cemento, por lo que cuanto más fina es la molienda de este y mayor es el porcentaje de material menor que la malla N° 100, la exudación será menor pues se retiene el agua de mezcla. La prueba estándar para medir la exudación está definida por la norma ASTM C. Formas de expresar la exudación:

Por unidad de área (ml/cm<sup>2</sup>):

$$Exudación = \frac{Volúmen\ total\ exudado}{Área\ de\ la\ superficie\ libre\ del\ concreto}$$

En porcentaje (%):

$$Exudación = \frac{Volúmen\ total\ exudado}{Vol.\ de\ agua\ en\ la\ mezcla\ en\ el\ molde} \times 100$$

#### **Procedimiento:**

Se prepara la mezcla de concreto y se procede a ser vaciado al envase compactándolo 25 veces en tres capas. Luego se espera 10 minutos para proceder la prueba de exudación así sucesivamente 10, 10,10 minutos luego 30, 30. Y así se extrae el agua que se encuentra en la superficie de la mezcla.

#### Ensayo del Peso Unitario

El peso unitario concreto es también conocido densidad de masa del concreto varía, dependiendo de la densidad del agregado usado para mezclar el hormigón y la cantidad de aire dentro de ella. Pisos, puentes y otros componentes

estructurales son de hormigón de alta densidad, mientras que el hormigón de baja densidad trabaja en zonas con clima riguroso y en algunos caminos. La fórmula para calcular la densidad es la densidad es igual a la masa dividido por el volumen.

Los materiales a emplear:

- Balanza
- Varilla
- Recipiente cilíndrico
- Mazo de goma

La fórmula a emplear es:

$$P_{uc} = \frac{P_c - P_m}{V_m}$$

- $P_{uc}$  = Peso unitario del concreto compactado.
- $P_c$  = Peso del recipiente lleno de concreto.
- $P_m$  = Peso del recipiente vacío.
- $V_m$  = Volumen del recipiente.

**Procedimiento:**

Llenamos y compactamos en tres capas; por cada capa 25 golpes con la varilla y 25 golpes con el mazo de goma.



**Fig. 5.** Enrasamos la superficie del concreto

Pesamos el recipiente lleno de concreto.



**Fig. 6.** Pesado de la probeta

#### Porcentaje de vacíos por el Método Volumétrico

Este ensayo se desarrolla según las NTP 339.081, ASTM C 173. Para hallar el contenido de aire o porcentaje de vacíos se utilizará la siguiente fórmula:

$$\%VACÍOS = \frac{(P.E - P.U)}{P.E} \times 100$$

Dónde:

P.E = Peso Especifico

P.U = Peso Unitario

Para hallar el peso específico usamos la siguiente formula:

#### **b) Ensayo del Concreto en Estado Endurecido**

Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 7, 14 y 28 días para el Concreto Patrón.

##### Ensayos de Resistencia a la Compresión

La resistencia a compresión se puede definir como la medida máxima de la resistencia a carga axial de especímenes de concreto. Normalmente, se expresa en kilogramos por centímetros cuadrados (kg/cm<sup>2</sup>), mega pascales (MPa) o en libras por pulgadas cuadradas (lb/pulg<sup>2</sup> o psi) a una edad de 28 días. Un megapascal equivale a la fuerza de un newton por milímetro cuadrado (N/mm<sup>2</sup>) o 10.2 kilogramos-fuerza por centímetro cuadrado. Se pueden usar otras edades para las pruebas, pero es importante saber la relación entre la resistencia a los 28 días y la resistencia en otras edades. La resistencia a los 7 días normalmente se estima como 75% de la resistencia a los 28 días y las resistencias a los 56 y

90 días son aproximadamente 10% y 15% mayores que la resistencia a los 28 días, como se puede observar en la Figura 1-16. La resistencia a compresión especificada se designa con el símbolo  $f'_c$  y la resistencia a compresión real del concreto  $f_c$  debe excederla.

**Procedimiento:**

Se coloca en la máquina de ensayo la respectiva probeta a ensayar.



**Fig. 7.** Colocación de la probeta en la máquina de compresión

Se aplica la fuerza a una velocidad constante para conseguir comprimir el cilindro hasta la falla



**Fig. 8.** Se anota la carga correspondiente a la falla

La resistencia a compresión será el cociente entre la carga máxima y la sección media de la probeta.



**Fig. 9.** Se observa la falla de la probeta



**Fig. 10.** Se mide el diámetro de la probeta para calcular el  $f'_c$



**Fig. 11.** Se pesa la probeta para calcular el módulo de elasticidad

### **Módulo de Elasticidad**

El módulo de elasticidad del concreto es la relación entre el esfuerzo al que está sometido el concreto y su deformación unitaria. Representa la rigidez del concreto ante una carga impuesta sobre el mismo.

El módulo de elasticidad del concreto representa la rigidez de este material ante una carga impuesta sobre el mismo. El ensayo para la determinación del módulo de elasticidad estático del concreto se hace por medio de la Norma ASTM C 469 y tiene como principio la aplicación de carga estática y de la correspondiente deformación unitaria producida. Según el reglamento se obtiene con la siguiente ecuación:

$$E_c = W_c^{1.5} \times 4000 \sqrt{f'_c}$$

Donde:

- $E_c$ : Módulo de Elasticidad del concreto
- $W_c$ : Peso Unitario
- $f'_c$ : Resistencia a la compresión a los 28 días.

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Ensayos de laboratorio para agregados

##### 3.1.1 Granulometría

###### a) Agregado fino

**Tabla I**

Peso Total de la Muestra = 1000 g

Mallas o tamices	Peso retenido	% Retenido	% que pasa	% Retenido acumulado
N° 4	29.7	2.97	97.03	2.97
N° 8	68	6.8	90.23	9.77
N° 16	88.5	8.85	81.38	18.62
N° 30	92.6	9.26	72.12	27.88
N° 50	320	32	40.12	59.88
N° 100	309.7	30.97	9.15	90.85
N° 200	70.3	7.03	2.12	97.88
Fondo	21.2	2.12	0	100

MF = 2.10

###### b) Agregado grueso

**Tabla II**

Peso Total de la Muestra = 7500 g

Mallas o tamices	Peso retenido	% Retenido	% que pasa	% Retenido acumulado
2"	0	0	100	0
1 1/2"	0	0	100	0
1"	385	5.13	94.87	5.13
3/4"	3500	46.67	48.2	51.8
1/2"	2800	37.33	10.87	89.13
3/8"	404	5.39	5.48	94.52
N° 4	257	3.43	2.05	97.95
Fondo	154	2.05	0	100

TM = 3/4"  
MF = 7.44

##### 3.1.2 Peso unitario suelto y compactado

Es el peso del agregado que se requiere para llenar un recipiente con un volumen unitario especificado. El volumen al que se hace referencia, es ocupado por los agregados y los vacíos entre las partículas de agregado.

**Tabla III**

Peso volumétrico suelto

Peso del Recip. = 4.40 kg Volumen = 0.0096 m <sup>3</sup>		Peso del Recip. = 5.31 kg Volumen = 0.0145 m <sup>3</sup>	
Agregado Fino		Agregado Grueso	
Peso Ag. + recip. (kg)	Peso Unitario (kg/m <sup>3</sup> )	Peso Ag. + recip. (kg)	Peso Unitario (kg)
M-1 = 20.240	1,650.00	M-1 = 25.910	1,420.69
M-2 = 20.110	1,636.46	M-2 = 25.800	1,413.10
M-3 = 20.145	1,640.10	M-3 = 25.850	1,416.55
M-4 = 19.790	1,603.13	M-4 = 26.000	1,426.90
M-5 = 19.980	1,622.92	M-5 = 25.810	1,413.79
M-6 = 20.110	1,636.46	M-6 = 25.950	1,423.45
M-7 = 19.740	1,597.92	M-7 = 25.940	1,422.76
M-8 = 19.850	1,609.38	M-8 = 25.900	1,420.00
M-9 = 20.200	1,645.83	M-9 = 25.910	1,420.69
M-10 = 20.205	1,646.35	M-10 = 25.940	1,422.76
M-11 = 19.850	1,609.38	M-11 = 25.989	1,426.14
M-12 = 19.780	1,602.08	M-12 = 26.000	1,426.90
Promedio =	1,625.00	Promedio =	1,421.14

**3.1.3 Contenido de Humedad****Tabla IV**

Peso volumétrico compactado

Peso del Recip. = 4.40 kg Volumen = 0.0096 m <sup>3</sup>		Peso del Recip. = 5.31 kg Volumen = 0.0145 m <sup>3</sup>	
Agregado Fino		Agregado Grueso	
Peso Ag. + recip. (kg)	Peso Unitario (kg/m <sup>3</sup> )	Peso Ag. + recip. (kg)	Peso Unitario (kg/m <sup>3</sup> )
M-1 = 20.395	1666.15	M-1 = 28.000	1564.83
M-2 = 20.205	1646.35	M-2 = 28.200	1578.62
M-3 = 20.200	1645.83	M-3 = 28.300	1585.52
M-4 = 20.420	1668.75	M-4 = 27.900	1557.93
M-5 = 20.200	1645.83	M-5 = 27.950	1561.38
M-6 = 20.215	1647.40	M-6 = 27.850	1554.48
M-7 = 20.250	1651.04	M-7 = 27.800	1551.03
M-8 = 20.230	1648.96	M-8 = 28.050	1568.28
M-9 = 20.225	1648.44	M-9 = 28.100	1571.72
M-10 = 20.210	1646.88	M-10 = 28.150	1575.17
M-11 = 20.230	1648.96	M-11 = 28.130	1573.79
M-12 = 20.220	1647.92	M-12 = 28.169	1576.48
Promedio (kg/m <sup>3</sup> ) =	1,651.04	Promedio (kg/m <sup>3</sup> ) =	1,568.27

Los agregados pueden tener algún grado de humedad lo cual está directamente relacionado con la porosidad de las partículas. La porosidad depende a su vez del tamaño de los poros, su permeabilidad y la cantidad o volumen total de poros. Las partículas de agregado pueden pasar por cuatro estados, los cuales se describen a continuación:

- Totalmente seco: se logra mediante un secado al horno a 110° hasta que los agregados tengan un peso constante (generalmente 24 horas).
- Parcialmente seco: se logra mediante exposición al aire libre.
- Saturado: En un estado límite en el que los agregados tienen todos sus poros llenos de agua, pero superficialmente se encuentran secos. Este estado sólo se logra en el laboratorio.
- Totalmente húmedo todos los agregados están llenos de agua y además existe agua libre superficial. El contenido de humedad en los agregados se puede calcular mediante la utilización de la siguiente fórmula:

$$P = \frac{W - D}{D} \times 100$$

Resultados:

**Tabla V**  
Contenido de humedad del agregado grueso

Contenido de Humedad	Agregado Grueso												
	N° Tara	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8	M-9	M-10	M-11	M-12
Peso de Tara	39	39	39	38	38	39	39	38	38	39	39	39	39
Peso T. + Ag. Húmedo	505.2	507.6	510	508.9	507.6	500.5	509.45	507.65	506.45	505.33	503.26	507.4	
Peso T.+Ag.Seco	502	504.45	506.78	505.95	504.87	497.67	506.65	504.8	503.45	501.98	500.28	504.14	
% Humedad	0.64	0.62	0.64	0.58	0.54	0.57	0.55	0.56	0.6	0.67	0.6	0.65	
% Humedad promedio	0.60%												

**Tabla VI**  
Contenido de humedad del agregado fino

Contenido de Humedad	Agregado Grueso												
	N° Tara	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4	M - 5	M - 6	M - 7	M - 8	M - 9	M - 10	M - 11	M - 12
Peso de Tara	39	38	39	39	39	39	38	38	39	39	39	39	39
Peso T. + Ag. Húmedo	535.6	532.6	530.2	535.2	531.47	538.55	536.85	532	530.2	535.2	531.47	538.55	
Peso T.+Ag.Seco	532.7	529.1	526.78	532.14	528.02	534.98	532.96	528.97	526.78	532.14	528.02	534.98	
% Humedad	0.55	0.66	0.65	0.58	0.65	0.67	0.73	0.57	0.65	0.58	0.65	0.67	
% Humedad promedio	0.63%												

### 3.1.4 Peso específico

El peso específico es un indicador de la calidad, en valores indicados. Mientras que el peso específico bajo generalmente corresponde a los agregados débiles y absorbentes, caso en que es recomendable efectuar pruebas adicionales.

**Tabla VII**  
Peso específico del agregado grueso

N° de Tara	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8	M-9	M-10	M-11	M-12
Peso al aire	448	453.2	450.25	450.8	451.8	447.25	453.1	453.2	450.2	450.7	451	450
Peso sumergido al agua	281	285	280	281	286	277	286	285	277	284	284	279
Peso seco del horno	448.9	452.5	450	447.5	450.2	449.8	450	449.5	449.8	448.2	450	449
Volumen	167	168.2	170.25	169.8	165.8	170.25	167.1	168.2	173.2	166.7	167	171
Peso específico	2.69	2.69	2.64	2.64	2.72	2.64	2.69	2.67	2.6	2.69	2.69	2.63
Peso específico promedio	2.67 kg/m <sup>3</sup>											

**Tabla VIII**  
Peso específico del agregado fino

N° Picnómetro	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8	M-9	M-10	M-11	M-12
Peso de picnómetro	157	158	158	159	160	161	162	163	164	157	157	158
Peso Ag. Fino seco	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Peso = Picn. + agua	623	617.5	624	620.5	619.2	622	623.8	622.1	618.95	620.5	619.2	622
Peso = Picn. + agua + Ag. Fino	685.3	679.2	686.2	682.3	681.2	684.2	686.3	684	681.3	682.3	681.2	684.2
Volumen	37.75	38.3	37.8	38.2	38	37.8	37.5	38.1	37.65	38.2	38	37.8
Peso específico	2.65	2.61	2.65	2.62	2.63	2.65	2.67	2.62	2.66	2.62	2.63	2.65
Peso específico promedio	2.64 kg/m <sup>3</sup>											

### 3.1.5 Porcentaje de absorción

La absorción en los agregados, es el incremento en la masa del agregado debido al agua en los poros del material, pero sin incluir el agua adherida a la superficie exterior de las partículas, expresado como un porcentaje de la masa seca.

El agregado se considera como "seco" cuando se ha mantenido a una temperatura de 110°C ± 5°C por suficiente tiempo para remover toda el agua no combinada.

Resultados:

**Tabla IX**

% de Absorción del agregado grueso

N° de Tara	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8	M-9	M-10	M-11	M-12
Peso al aire	38	38	39	39	39	39	38	38	39	39	38	38
Peso sumergido al agua	550.6	545.2	548.6	552.2	560.4	545.6	535.4	548.6	552.1	549.7	546.2	550.6
Peso seco del horno	545	539.8	542.8	546.3	554.2	539.4	529.87	542.6	546.3	543.9	540.78	544.9
Porcentaje de Absorción	1.03	1	1.07	1.08	1.12	1.15	1.04	1.11	1.06	1.07	1	1.05
Porcentaje de Absorción promedio	1.06%											

**Tabla X**

% de Absorción del agregado fino

N° de Tara	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8	M-9	M-10	M-11	M-12
Peso de tara	38	38	39	38	39	38	39	39	38	39	38	39
Peso de T. + Ag. Fino (sss)	520	515	525.3	515	530	532	533.4	532.1	540.3	505.8	512.4	514.6
Peso de T. + Ag. Fino (seco)	514.2	509.2	519.6	509.45	524.5	525.98	527.3	525.78	534.6	500.2	506.3	509.1
Porcentaje de Absorción	1.13	1.14	1.1	1.09	1.05	1.14	1.16	1.2	1.07	1.12	1.2	1.08
Porcentaje de Absorción promedio	1.12%											

### 3.2 Diseño de Mezcla

#### 3.2.1 Diseño de Mezcla con Cementos: Tipo Hs y Sol Tipo I

##### a) Diseño de Mezcla por el Método de Combinación de los Agregados

###### Procedencia de los agregados

Agregado grueso: Cantera “Palomino”

Agregado fino: Río Ica

###### Características de los componentes del concreto

- Cemento: Tipo HS
- Peso Específico: 2.98

###### Características de los componentes de los agregados

###### AGREGADO FINO:

- Peso específico: 2.65
- Porcentaje de absorción (%): 1.12 %
- Contenido de humedad (%): 0.63 %
- Peso unitario suelto seco: 1,625.00 Kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario suelto húmedo: 1,635.24 Kg/m<sup>3</sup>

- Peso unitario compactado seco: 1,651.04 Kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado húmedo: 1,661.44 Kg/m<sup>3</sup>
- Módulo de fineza: 2.10

#### AGREGADO GRUESO:

- Peso específico: 2.67
- Perfil: Angular
- Porcentaje de absorción (%): 1.06 %
- Contenido de humedad (%): 0.60 %
- Peso unitario suelto seco: 1,421.140 Kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario suelto húmedo: 1,429.67 Kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado seco: 1,568.270 Kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado húmedo: 1,577.68 Kg/m<sup>3</sup>
- T.M.N. (NTP) : 3/4"
- Módulo de fineza: 7.44

#### AGUA:

Procedencia: Pozo de la Universidad Nacional "San Luis Gonzaga" en la ciudad universitaria.

#### CANTIDAD DE MATERIALES PARA 1.00 m<sup>3</sup> de MEZCLA:

- Cemento tipo Hs: 400 kg/m<sup>3</sup>
- Arena: 726.098 kg/m<sup>3</sup>
- Ag. Grueso 3/4": 1,004.401 kg/m<sup>3</sup>
- Agua: 208.128 lt/m<sup>3</sup>

#### Característica de la Mezcla:

- Relación A/C: 0.50
- Asentamiento: 3"- 4"
- Densidad: 2,339 Kg/m<sup>3</sup>

Proporción en peso: 1: 1.82: 2.51

Proporción en volumen: 1: 1.67: 2.64

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 01 BOLSA DE CEMENTO:

- Cemento: 1 bolsa
- Arena: 77.35 kg/bolsa
- Ag. grueso: 106.68 kg/bolsa
- Agua: 22.11 lt/ bolsa

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 1.00 m<sup>3</sup> de MEZCLA

- Cemento Sol tipo I: 400 kg/m<sup>3</sup>
- Arena: 732.362 kg/m<sup>3</sup>
- Ag. grueso 3/4": 1013.065 kg/m<sup>3</sup>
- Agua: 208.198 lt/m<sup>3</sup>

Característica de la Mezcla:

- Relación A/C: 0.50
- Asentamiento: 3"- 4"
- Densidad: 2,354 kg/m<sup>3</sup>

Proporción en Peso: 1: 1.83: 2.53

Proporción en Volumen: 1: 1.68: 2.66

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 01 BOLSA DE CEMENTO:

- Cemento: 1 bolsa
- Arena: 77.78 kg/bolsa
- Ag. Grueso: 107.53 kg/bolsa
- Agua: 22.12 lt/ bolsa

**b) Diseño de Mezcla por el Método del ACI**

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 1.00 m<sup>3</sup> de MEZCLA:

- Cemento Hs: 370 kg/m<sup>3</sup>
- Arena: 703.65 kg/m<sup>3</sup>
- Ag. grueso 3/4": 1,088.6 kg/m<sup>3</sup>
- Agua: 193.4 lt/m<sup>3</sup>

Característica de la Mezcla:

- Relación A/C: 0.50
- Asentamiento: 3"- 4"
- Densidad: 2,356 kg/m<sup>3</sup>

Proporción en Peso: 1: 1.90: 2.94

Proporción en Volumen: 1: 2.23: 3.07

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 01 BOLSA DE CEMENTO:

- Cemento: 1 bolsa
- Arena: 80.84 kg/bolsa
- Ag. Grueso: 125.04 Kg/bolsa
- Agua: 22.20 lt/ bolsa

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 1.00 m<sup>3</sup> de MEZCLA:

- Cemento Sol tipo I: 370 kg/m<sup>3</sup>
- Arena: 723.01 kg/m<sup>3</sup>
- Ag. grueso 3/4": 1,088.6 kg/m<sup>3</sup>
- Agua: 193.5 lt/m<sup>3</sup>

Característica de la Mezcla:

- Relación A/C: 0.50
- Asentamiento: 3"-4"
- Densidad: 2,375 kg/m<sup>3</sup>

Proporción en Peso: 1: 1.95: 2.94

Proporción en Volumen: 1: 1.79: 3.09

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 01 BOLSA DE CEMENTO:

- Cemento: 1 bolsa
- Arena: 82.88 kg/bolsa
- Ag. grueso: 124.95 kg/bolsa
- Agua: 22.43 lt/ bolsa

**c) Diseño de Mezcla por el Método de Walker**

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 1.00 m<sup>3</sup> de MEZCLA:

- Cemento tipo Hs: 378 kg/m<sup>3</sup>
- Arena: 616.42 kg/m<sup>3</sup>
- Ag. grueso 3/4": 1,139.77 kg/m<sup>3</sup>
- Agua: 199.31 lt/m<sup>3</sup>

Característica de la Mezcla:

- Relación A/C: 0.50
- Asentamiento: 3"-4"
- Densidad: 2,334 kg/m<sup>3</sup>

Proporción en Peso: 1: 1.63: 3.02

Proporción en Volumen: 1: 1.59: 3.27

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 01 BOLSA DE CEMENTO:

- Cemento: 1bolsa
- Arena: 69.28 kg/bolsa
- Ag. grueso: 128.35 kg/bolsa
- Agua: 21.18 lt/ bolsa

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 1.00 m<sup>3</sup> de MEZCLA:

- Cemento sol tipo I: 378 kg/m<sup>3</sup>
- Arena: 199.44 kg/m<sup>3</sup>
- Ag. grueso 3/4": 624.4 kg/m<sup>3</sup>
- Agua: 1154.52 lt/m<sup>3</sup>

Característica de la Mezcla:

- Relación A/C: 0.50
- Asentamiento: 3"-4"
- Densidad: 2,356 kg/m<sup>3</sup>

Proporción en Peso: 1: 1.65: 3.05

Proporción en Volumen: 1: 1.61: 3.31

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 01 BOLSA DE CEMENTO:

- Cemento: 1 bolsa
- Arena: 70.13 kg/bolsa
- Ag. grueso: 129.63 kg/bolsa
- Agua: 122.66 lt/ bolsa

**d) Diseño de Mezcla por el Método de Füller**

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 1.00 m<sup>3</sup> de MEZCLA:

- Cemento Hs: 400 kg/m<sup>3</sup>
- Arena: 885.907 kg/m<sup>3</sup>
- Ag. grueso 3/4": 855.83 kg/m<sup>3</sup>
- Agua: 208.26 lt/m<sup>3</sup>

Característica de la Mezcla:

- Relación A/C: 0.50
- Asentamiento: 3"-4"
- Densidad: 2,350 kg/m<sup>3</sup>

Proporción en Peso: 1: 1.95: 2.96

Proporción en Volumen: 1: 2.25: 3.03

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 01 BOLSA DE CEMENTO:

- Cemento: 1 bolsa
- Arena: 82.88 kg/bolsa
- Ag. grueso: 125.80 kg/bolsa
- Agua: 22.50 lt/ bolsa

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 1.00 m<sup>3</sup> de MEZCLA:

- Cemento Sol tipo I: 400 kg/m<sup>3</sup>
- Arena: 898.39 kg/m<sup>3</sup>
- Ag. grueso 3/4": 849.12 kg/m<sup>3</sup>
- Agua: 208.26 lt/m<sup>3</sup>

Característica de la Mezcla:

- Relación A/C: 0.50
- Asentamiento: 3"-4"
- Densidad: 2,356 kg/m<sup>3</sup>

Proporción en Peso: 1: 1.92: 2.84

Proporción en Volumen: 1: 1.69: 3.05

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 01 BOLSA DE CEMENTO:

- Cemento: 1 bolsa
- Arena: 81.60 kg/bolsa
- Ag. Grueso: 120.70 kg/bolsa
- Agua: 22.26 lt/ bolsa

## IV. DISCUSIÓN

### 4.1 Interpretación y Discusión de Resultados

#### 4.1.1 Procesamiento de datos

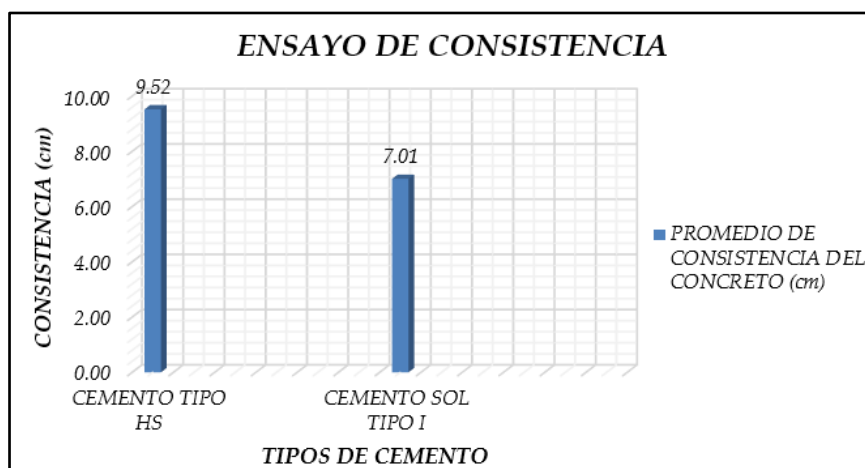
##### a) Método de combinación de agregados

##### Ensayo de consistencia

**Tabla XI**

Ensayo de consistencia del concreto

Tipos de cemento	Cemento tipo HS						Cemento SOL tipo I					
Relación Agua/Cemento	0.5						0.5					
Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Consistencia del Concreto (cm)	9.62	9.48	9.25	9.05	9.78	9.96	7.36	6.57	7.25	6.94	6.78	7.15
Promedio de consistencia del concreto (cm)	9.52						7.01					



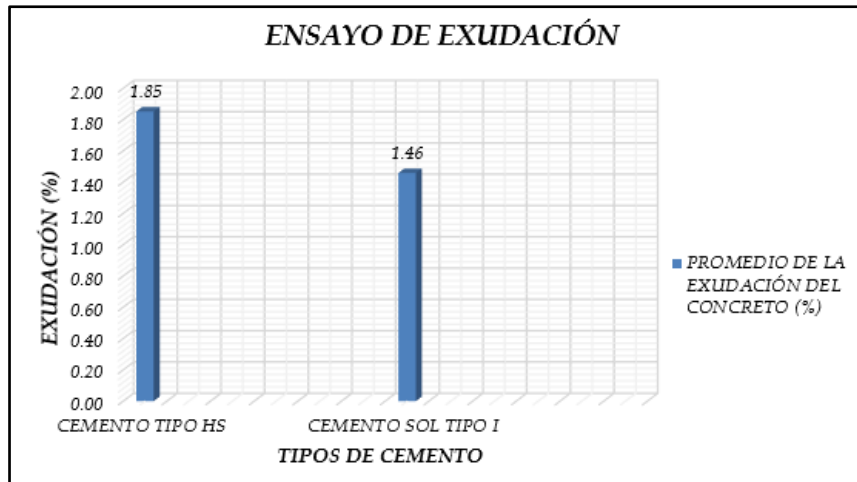
**Fig. 12.** Ensayo de consistencia según tipo de cemento

##### Ensayo de Exudación

**Tabla XII**

Ensayo de exudación del concreto

Tipos de cemento	Cemento tipo HS						Cemento SOL tipo I					
Relación Agua/Cemento	0.5						0.5					
Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Exudación del concreto (%)	1.82	1.89	1.8	1.87	1.9	1.83	1.52	1.49	1.38	1.5	1.42	1.44
Promedio de la exudación del concreto (%)	1.85						1.46					



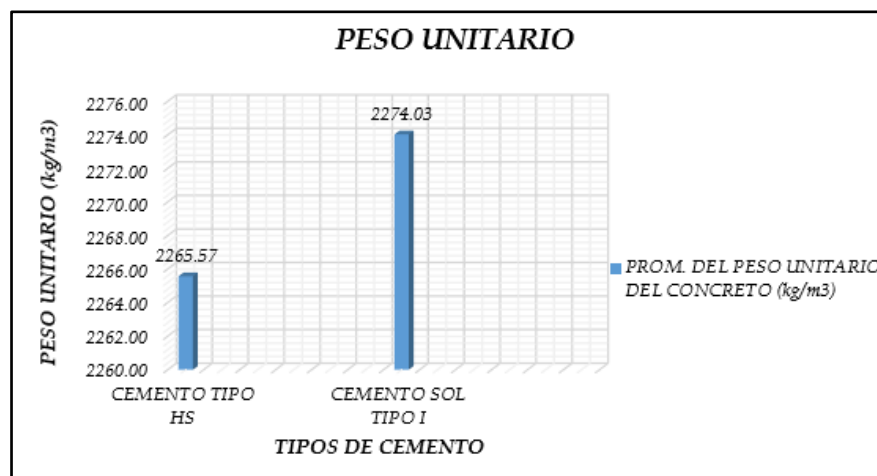
**Fig. 13** Ensayo de exudación según tipo de cemento

Peso Unitario:

**Tabla XIII**

Peso unitario del concreto

Tipos de cemento	Cemento tipo HS						Cemento SOL tipo I					
Relación Agua/Cemento	0.5						0.5					
Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Peso unitario del concreto (kg/m <sup>3</sup> )	2262	2267	2260	2271	2269	2263	2273	2279	2275	2272	2270	2274
Prom. del peso unitario del concreto (kg/m <sup>3</sup> )	2265.57						2274.03					

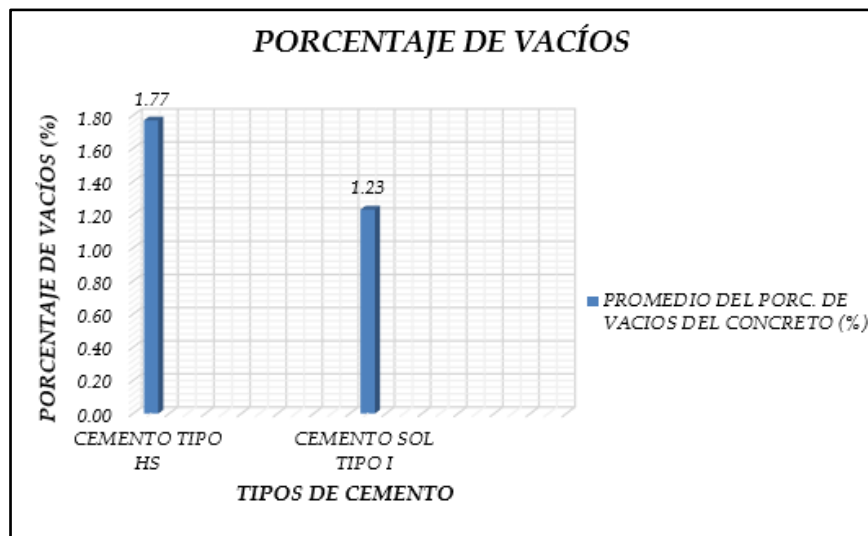


**Fig. 14.** Peso unitario del concreto según el tipo de cemento

Porcentaje de Vacíos:

**Tabla XIV**  
Porcentaje de Vacíos

Tipos de cemento	Cemento tipo HS						Cemento SOL tipo I					
Relación Agua/Cemento	0.5						0.5					
Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Peso unitario del concreto (kg/m <sup>3</sup> )	2262	2267	2260	2271	2269	2263	2273	2279	2275	2272	2270	2274
Peso específico del concreto (kg/m <sup>3</sup> )	2305	2307	2302	2313	2302	2309	2300	2310	2305	2301	2298	2301
Porc. de vacíos de concreto patrón (%)	1.85	1.72	1.84	1.8	1.42	1.98	1.14	1.37	1.27	1.27	1.19	1.16
Promedio porc. vacíos concreto (%)	1.77						1.23					



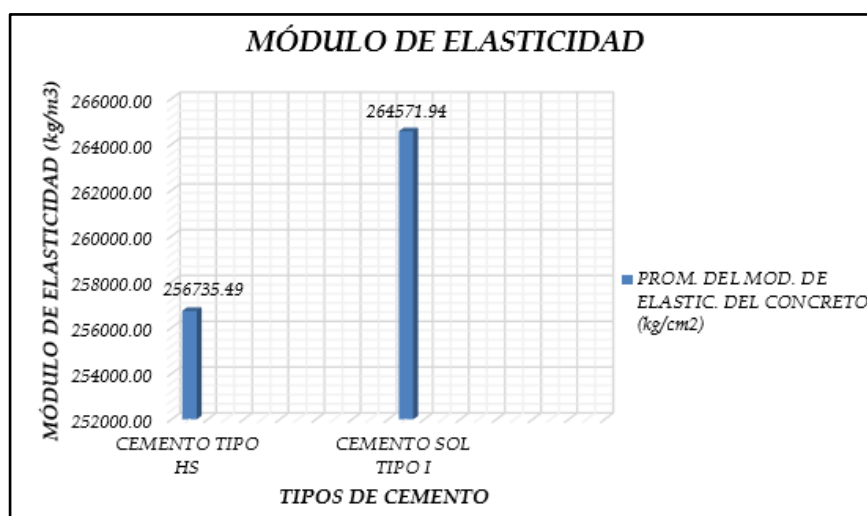
**Fig. 15.** Porcentaje de vacíos según el tipo de cemento

Módulo de elasticidad:

**Tabla XV**

**Módulo de Elasticidad en el concreto**

Tipos de cemento	Cemento tipo HS						Cemento SOL tipo I					
Relación Agua/Cemento	0.5						0.5					
Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Peso unitario del concreto (kg/m <sup>3</sup> )	226248	226714	226011	227125	226896	226397	227345	227890	227548	227166	227030	227436
Resistencia a la compresión a los 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )	357.15	354.21	355.9	353	353.56	353.56	372.14	372.17	371.97	371.87	373.56	370.5
Módulo de elasticidad del concreto (kg/cm <sup>2</sup> )	257253.6	256985.8	256400.1	257245.2	256127.2	256127.2	264509.8	265472.2	264135.7	264135.7	264461.8	264084.9
Prom. del módulo de elast. del concreto (kg/cm <sup>2</sup> )	256735.49						264571.94					



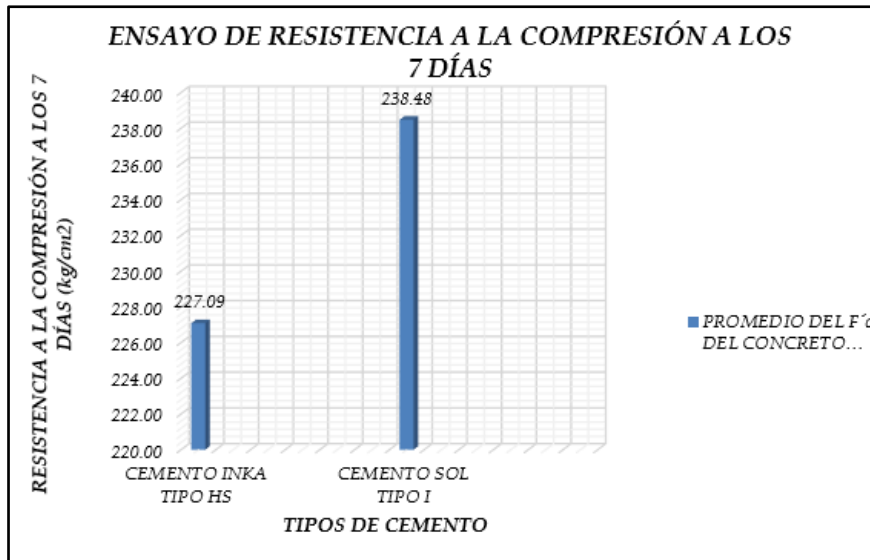
**Fig. 16.** Módulo de Elasticidad según el tipo de cemento

Resistencia a la compresión

**Tabla XVI**

**Resistencia a la compresión a los 7 días**

Tipos de cemento	Cemento tipo HS						Cemento SOL tipo I					
Relación Agua/Cemento	0.5						0.5					
Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Fuerza aplicada al concreto patrón (kg)	40456.21	40123.6	40314.78	39986.78	39845.14	40050.1	42154.48	42157.87	42123.69	42134.77	42314.85	41968.74
Área (cm <sup>2</sup> )	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71
f'c del concreto patrón a lo 7 días (kg/cm <sup>2</sup> )	228.94	227.06	228.14	226.28	225.48	226.64	238.55	238.57	238.38	238.44	239.46	237.5
Prom. del f'c del concreto (kg/cm <sup>2</sup> )	227.09						238.48					

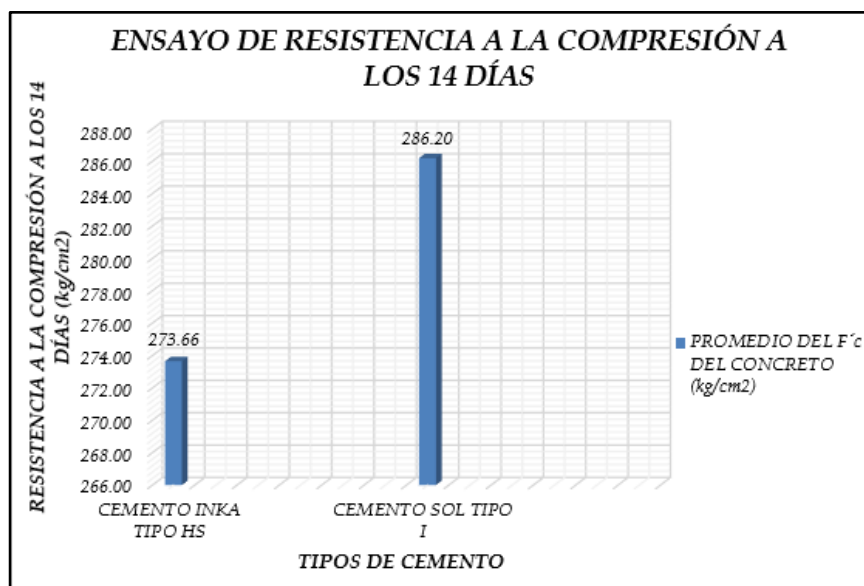


**Fig. 17.** Resistencia a la compresión a los 7 días según el tipo de cemento

**Tabla XVII**

Resistencia a la compresión a los 14 días

Tipos de cemento	Cemento tipo HS						Cemento SOL tipo I					
Relación Agua/Cemento	0.5						0.5					
Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Fuerza aplicada al concreto patrón (kg)	48547.45	48148.3	48377.74	47984.14	47814.17	48060.1	50585.44	50589.44	50548.43	50561.72	50777.82	50362.49
Área (cm²)	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71
f'c del concreto patrón a lo 7 días (kg/cm²)	274.73	272.47	273.77	271.54	270.58	271.97	286.26	286.29	286.05	286.13	287.35	285
Prom. del f'c del concreto (kg/cm²)	273.66						286.2					

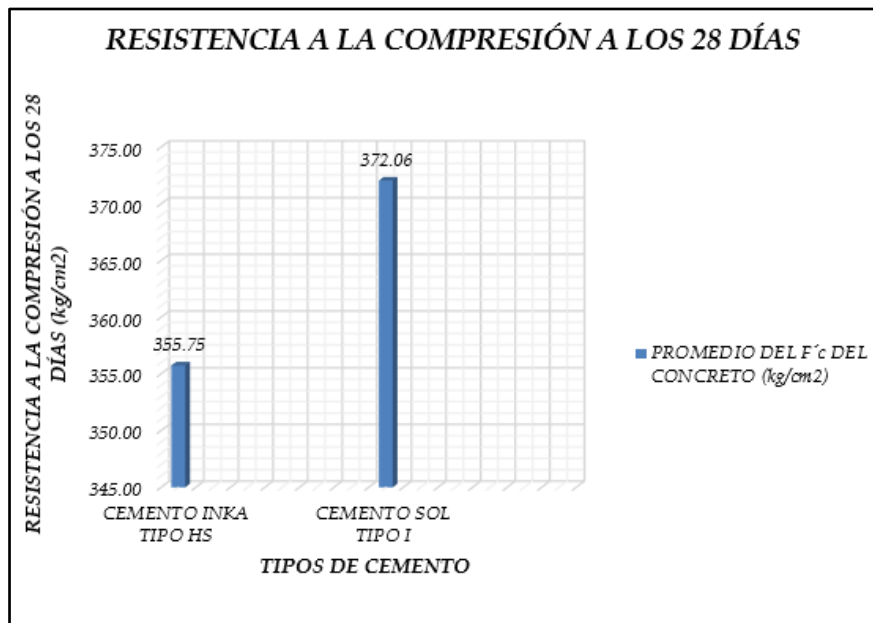


**Fig. 18.** Resistencia a la compresión a los 14 días según el tipo de cemento

**Tabla XVIII**

**Resistencia a la compresión a los 28 días**

Tipos de cemento		Cemento tipo HS						Cemento SOL tipo I					
Relación Agua/Cemento		0.5						0.5					
Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	
Fuerza aplicada al concreto patrón (kg)	63111.69	62592.8	62891.06	62379.38	62158.42	62478.2	65760.99	65766.28	65712.96	65730.24	66011.17	65471.23	
Área (cm <sup>2</sup> )	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	
f'c del concreto patrón a lo 7 días (kg/cm <sup>2</sup> )	357.15	354.21	355.9	353	351.75	353.56	372.14	372.17	371.87	371.97	373.56	370.5	
Prom. del f'c del concreto (kg/cm <sup>2</sup> )	355.75						372.06						



**Fig. 19.** Resistencia a la compresión a los 28 días según el tipo de cemento

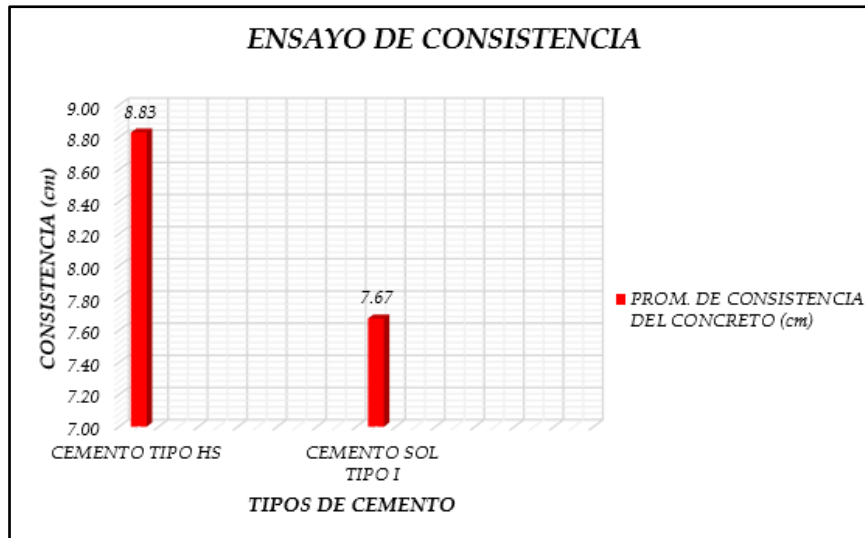
**b) Método del ACI**

Ensayo de consistencia:

**Tabla XIX**

**Ensayo de consistencia del concreto (ACI)**

Tipos de cemento		Cemento tipo HS						Cemento SOL tipo I					
Relación Agua/Cemento		0.5						0.5					
Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	
Consistencia del Concreto (cm)	8.52	8.97	9.02	8.66	8.71	9.1	7.69	8.01	7.45	7.32	7.74	7.83	
Promedio de consistencia del concreto (cm)	8.83						7.67						



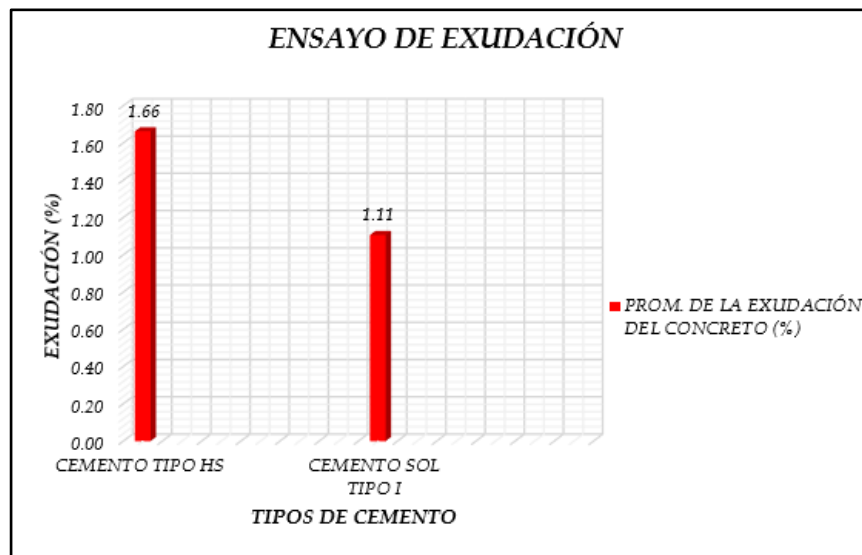
**Fig. 20.** Ensayo de consistencia según tipo de cemento (ACI)

Ensayo de Exudación

**Tabla XX**

Ensayo de exudación del concreto (ACI)

Tipos de cemento	Cemento tipo HS						Cemento SOL tipo I					
Relación Agua/Cemento	0.5						0.5					
Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Exudación del concreto (%)	1.72	1.69	1.65	1.6	1.68	1.6	1.15	1.12	1.09	1.1	1.11	1.07
Promedio de la exudación del concreto (%)	1.85						1.46					

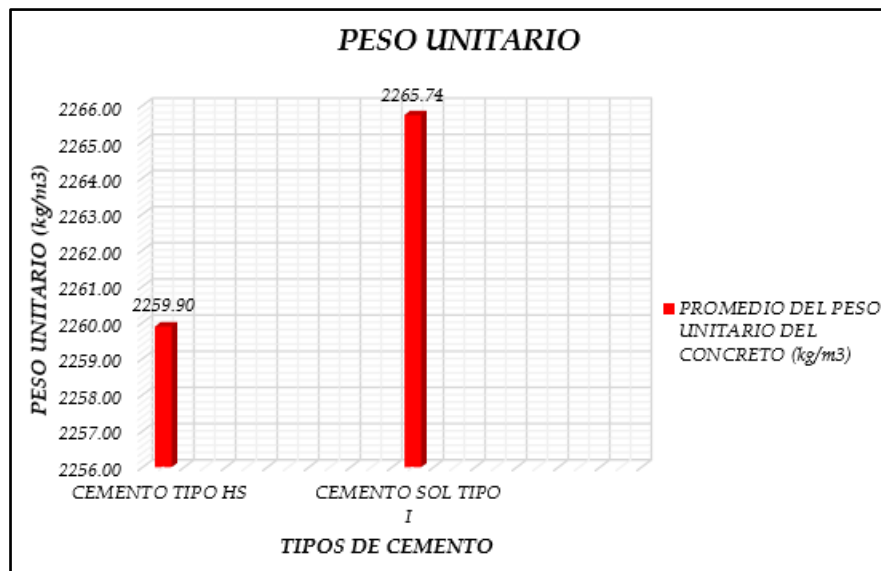


**Fig. 21.** Ensayo de exudación según tipo de cemento (ACI)

Peso Unitario

**Tabla XXI**  
Peso unitario del concreto (ACI)

Tipos de cemento	Cemento tipo HS						Cemento SOL tipo I					
Relación Agua/Cemento	0.5						0.5					
Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Peso unitario del concreto (kg/m <sup>3</sup> )	2260.1	2259.0	2259.31	2261.5	2257.1	2262.4	2262.15	2265.1	2264.2	2267.6	2269.3	2266.1
Prom. peso unit. del concreto (kg/m <sup>3</sup> )	2259.90						2265.74					

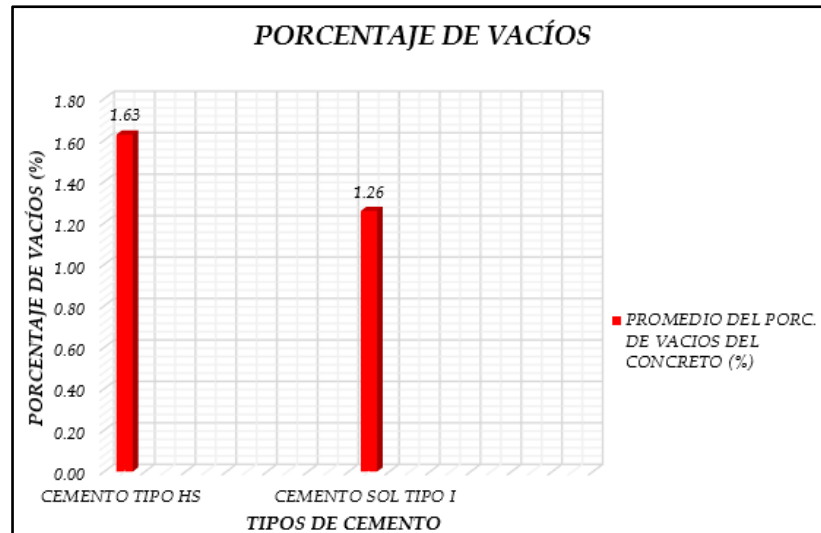


**Fig. 22.** Peso unitario del concreto según el tipo de cemento (ACI)

Porcentaje de Vacíos

**Tabla XXII**  
Porcentaje de Vacíos (ACI)

Tipo cemento	Cemento tipo HS						Cemento SOL tipo I					
Relación Agua/Cemento	0.5						0.5					
Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )	2260.1	2259	2259.3	2261.5	2257.1	2262.4	2265.1	2264.2	2267.6	2269.3	2269.3	2266.1
Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	2297.8	2296.8	2295.3	2299.6	2295.6	2298.6	2290.4	2293.5	2294	2295.33	2297.8	2296.7
Porc. vacíos de concreto patrón (%)	1.64	1.65	1.57	1.66	1.68	1.58	1.23	1.24	1.30	1.21	1.24	1.34
Prom. porc. de vacíos (%)	1.63						1.26					



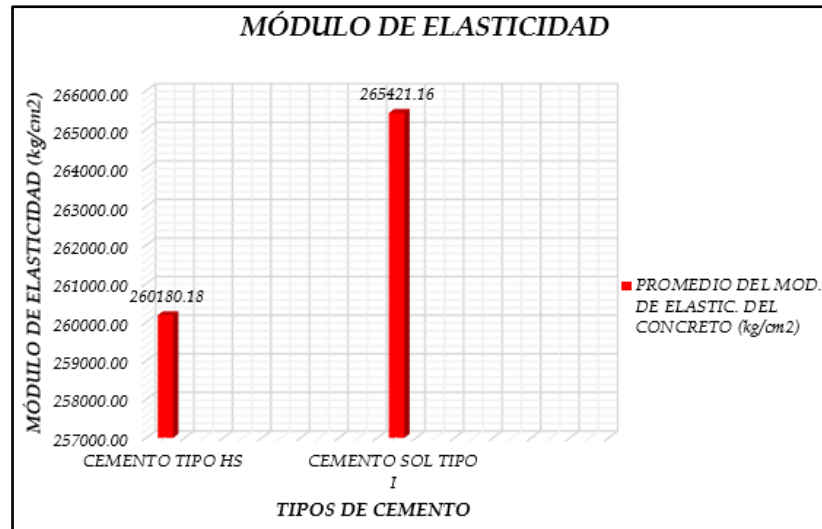
**Fig. 23.** Porcentaje de vacíos según el tipo de cemento (ACI)

### Módulo de elasticidad

**Tabla XXIII**

#### Módulo de Elasticidad en el concreto (ACI)

Tipos de cemento	Cemento tipo HS						Cemento SOL tipo I					
Relación Agua/Cemento	0.5						0.5					
Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Peso unitario del concreto (kg/m <sup>3</sup> )	226014	225897	225931	225931	225710	226238	226215	226514	226417	226759	226934	226605
Resistencia a la compresión a los 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )	367.14	369.68	367.67	365	364.79	365.2	379.48	379.74	379.32	377.53	377.47	378.68
Módulo de elasticidad del concreto (kg/cm <sup>2</sup> )	260422	261119	260466	259892	259063	260119	265116	265733	265415	265390	265677	265524
Prom. del módulo de elast. del concreto (kg/cm <sup>2</sup> )	260180.18						265421.16					



**Fig. 24.** Módulo de Elasticidad según el tipo de cemento (ACI)

Resistencia a la compresión

**Tabla XXIV**

Resistencia a la compresión a los 7 días (ACI)

Tipos de cemento	Cemento tipo HS						Cemento SOL tipo I					
Relación Agua/Cemento	0.5						0.5					
Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Fuerza aplicada al concreto (kg)	41588	41876	41648	41346	41321	41368	42986	43015	42967	42765	42759	42896
Área (cm <sup>2</sup> )	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71
f'c del concreto 7 días (kg/cm <sup>2</sup> )	235.34	236.97	235.68	233.68	233.84	234.1	243.28	243.42	243.15	242.01	241.97	242.75
Prom. f'c del concreto (kg/cm <sup>2</sup> )	234.99						242.76					



**Fig. 25.** Resistencia a la compresión a los 7 días según tipo de cemento (ACI)

**Tabla XXV**

**Resistencia a la compresión a los 14 días (ACI)**

Tipos de cemento		Cemento tipo HS						Cemento SOL tipo I					
Relación Agua/Cemento		0.5						0.5					
Muestras		M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Fuerza aplicada al concreto (kg)		49905	50251	49977	49615	49586	49642	51583	51618	51561	51319	51310	51475
Área (cm <sup>2</sup> )		176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71
f'c del concreto 14 días (kg/cm <sup>2</sup> )		282.41	284.37	282.82	280.77	280.61	280.92	291.91	292.11	291.78	290.41	290.37	291.3
Prom. f'c del concreto (kg/cm <sup>2</sup> )		283.2						291.93					



**Fig. 26.** Resistencia a la compresión a los 14 días según tipo de cemento (ACI)

**Tabla XXVI**

**Resistencia a la compresión a los 28 días (ACI)**

Tipos de cemento		Cemento tipo HS						Cemento SOL tipo I					
Relación Agua/Cemento		0.5						0.5					
Muestras		M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Fuerza aplicada al concreto (kg)		64877	65326	64971	64499	64461	64534	67058	67104	67029	66714	66704	66917
Área (cm <sup>2</sup> )		176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71
f'c del concreto 14 días (kg/cm <sup>2</sup> )		367.14	369.68	367.67	365	364.79	365.2	379.48	379.74	379.32	377.53	377.47	378.68
Prom. f'c del concreto (kg/cm <sup>2</sup> )		368.16						379.51					

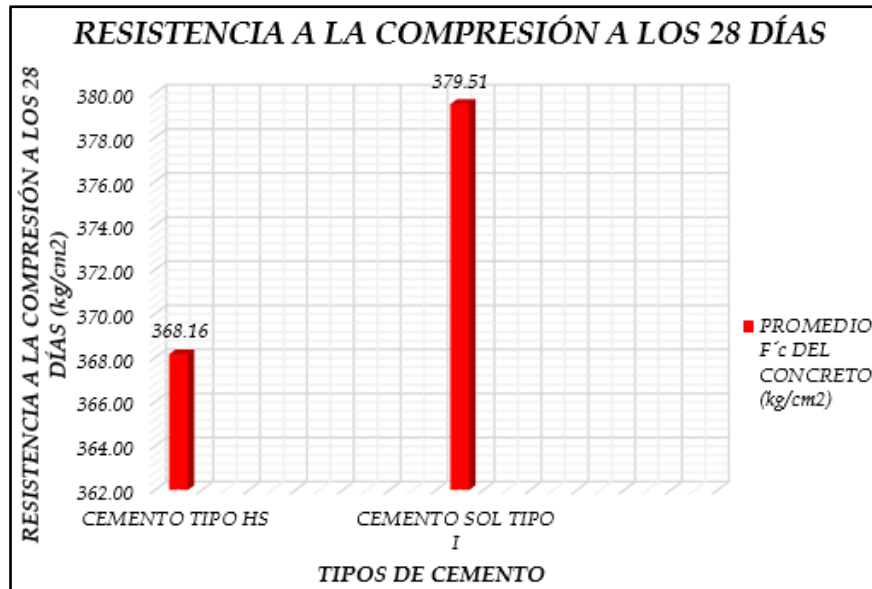


Fig. 27. Resistencia a la compresión a los 28 días según tipo de cemento (ACI)

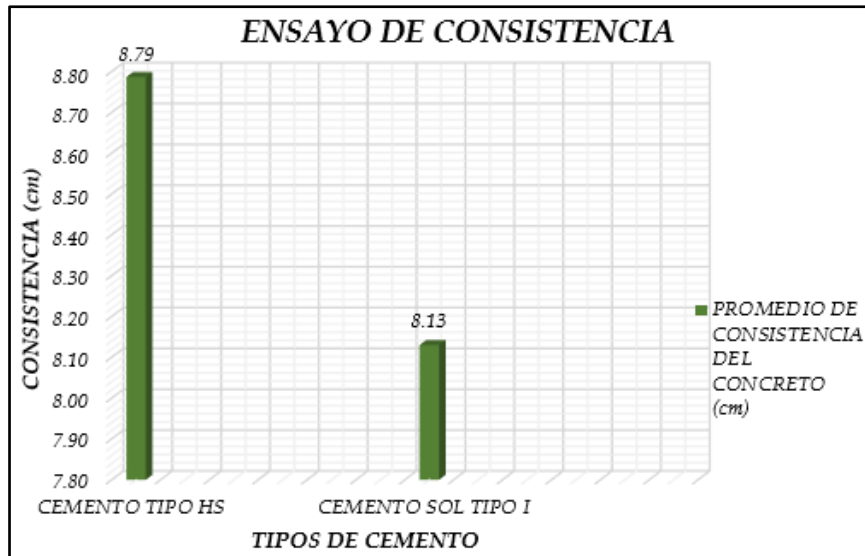
c) **Método de Walker**

Ensayo de consistencia

**Tabla XXVII**

Ensayo de consistencia del concreto (Walker)

Tipos de cemento	Cemento tipo HS						Cemento SOL tipo I					
Relación Agua/Cemento	0.5						0.5					
Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Consistencia del Concreto patrón (cm)	8.8	8.79	8.77	8.75	8.74	8.82	8.1	8.14	8.15	8.18	8.16	8.11
Promedio de consistencia del concreto (cm)	9.52						7.01					



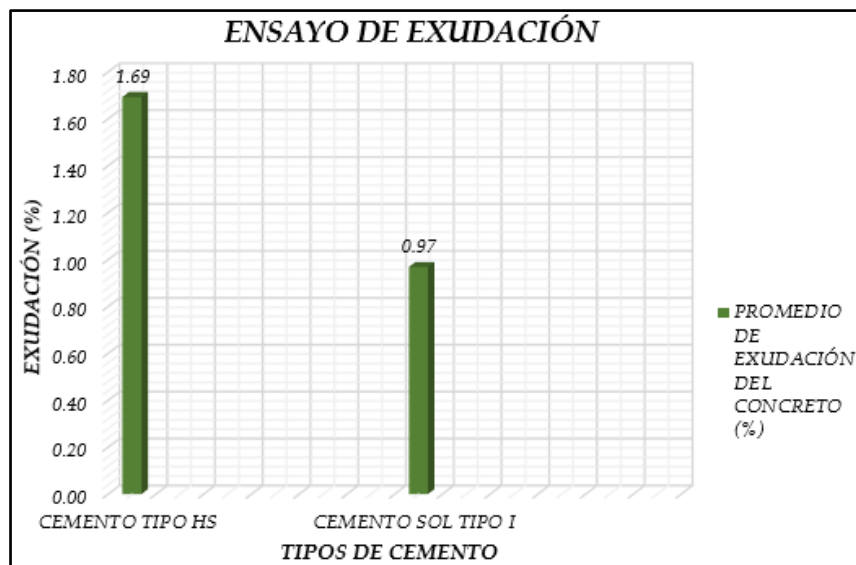
**Fig. 28.** Ensayo de consistencia según tipo de cemento (Walker)

Ensayo de Exudación

**Tabla XXVIII**

Ensayo de exudación del concreto (Walker)

Tipos de cemento	Cemento tipo HS						Cemento SOL tipo I					
Relación Agua/Cemento	0.5						0.5					
Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Concreto patrón (cm)	1.7	1.72	1.69	1.7	1.68	1.66	1	0.93	1.01	0.99	0.95	0.97
Promedio de exudación del concreto (cm)	1.69						0.97					



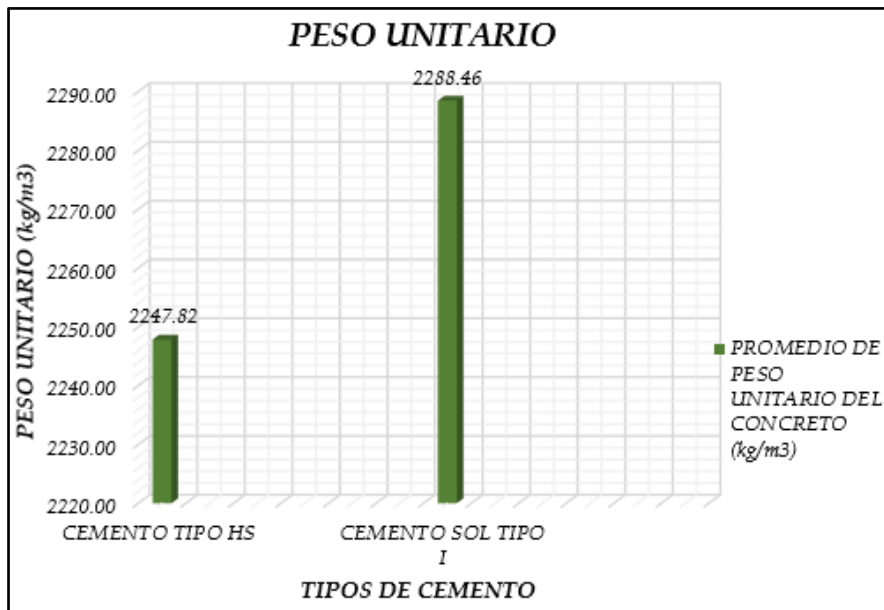
**Fig. 29.** Ensayo de exudación según tipo de cemento (Walker)

Peso Unitario

**Tabla XXIX**

Peso unitario del concreto (Walker)

Tipos de cemento		Cemento tipo HS						Cemento SOL tipo I					
Relación Agua/Cemento		0.5						0.5					
Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	
Concreto patrón (kg/m <sup>3</sup> )	2258.42	2246.51	2238.52	2226.28	2232.42	2251.37	2278.73	2298.27	2288.38	2279.54	2297.12	2285.43	
Promedio de peso unitario del concreto (kg/m <sup>3</sup> )		1.69						0.97					

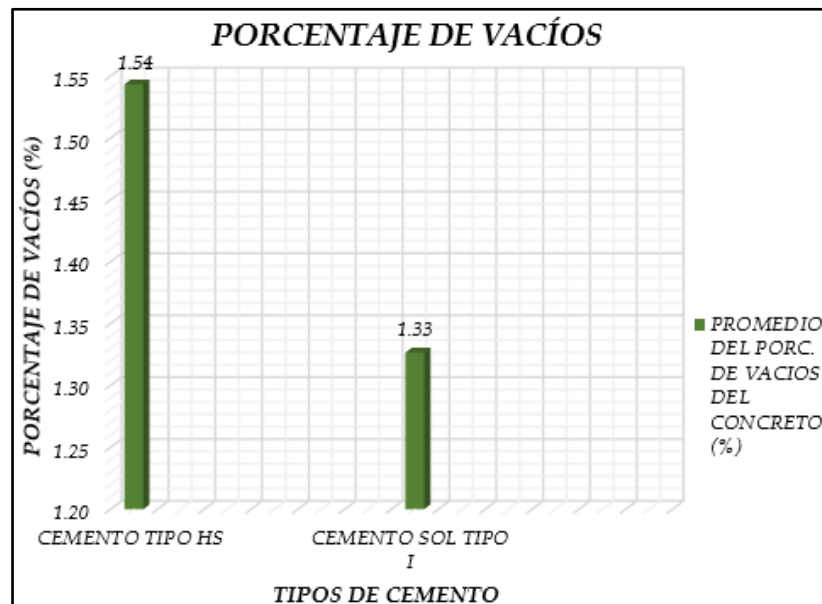


**Fig. 30.** Peso unitario del concreto según el tipo de cemento (Walker)

Porcentaje de Vacíos

**Tabla XXX**  
Porcentaje de Vacíos (Walker)

Tipos de cemento	Cemento tipo HS						Cemento SOL tipo I					
Relación Agua/Cemento	0.5						0.5					
Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Concreto patrón (kg/m <sup>3</sup> )	2258.4	2246.5	2238.5	2226.3	2232.4	2251.4	2278.7	2298.3	2288.4	2279.5	2297.1	2285.4
Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	2455.5	2525.7	2485.4	2455.5	2456.5	2457.5	2388.3	2367.7	2358.2	2388.3	2389.3	2390.3
% de vacíos de concreto patrón	1.57	1.52	1.54	1.59	1.55	1.58	1.35	1.31	1.32	1.36	1.3	1.33
Promedio de % de vacíos del concreto (kg/m <sup>3</sup> )	1.54						1.33					



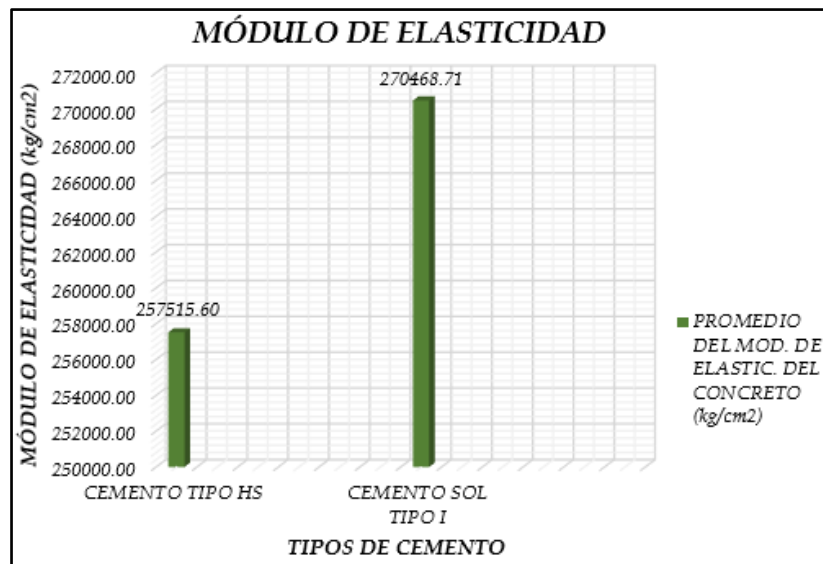
**Fig. 31.** Porcentaje de vacíos según el tipo de cemento (Walker)

## Módulo de elasticidad

**Tabla XXXI**

### Módulo de Elasticidad en el concreto (Walker)

Tipos de cemento	Cemento tipo HS						Cemento SOL tipo I					
Relación Agua/Cemento	0.5						0.5					
Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
P.U. Concreto patrón (kg/m <sup>3</sup> )	2.26	2.25	2.24	2.23	2.23	2.25	2.28	2.3	2.29	2.28	2.3	2.29
Fuerza de compresión a 28 días	350.7	370.83	371.72	370.72	370.77	371.57	380.95	381.93	383.37	384.22	379.59	380.54
Módulo de elast. Concreto patrón (kg/cm <sup>2</sup> )	254234.8	259364.2	258291.1	255830.7	256907.1	260465.8	268555	272366.4	271119.8	269849	271326.9	269595.1
Promedio mod. Elast. Del concreto (kg/m <sup>3</sup> )	257515.6						270468.71					



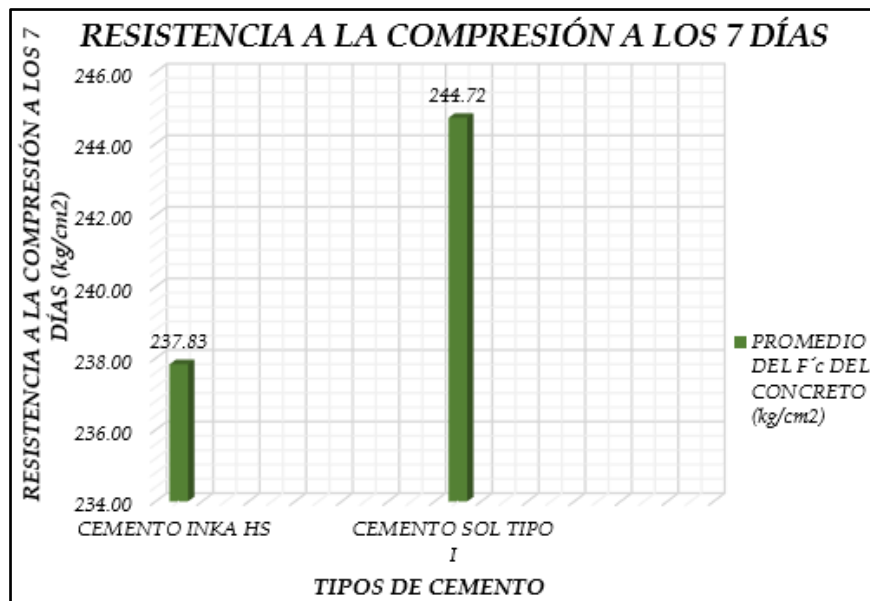
**Fig. 32.** Módulo de Elasticidad según el tipo de cemento (Walker)

## Resistencia a la compresión

**Tabla XXXII**

Resistencia a la compresión a los 7 días (Walker)

Tipos de cemento	Cemento tipo HS						Cemento SOL tipo I					
Relación Agua/Cemento	0.5						0.5					
Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Fuerza aplicada al concreto patrón (kg)	41968.78	42006.54	42106.33	41993.45	41999.36	42089.65	43152.48	43263.11	43426.78	43523.1	42997.88	43106.3
Área (cm <sup>2</sup> )	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71
f <sub>c</sub> concreto patrón a los 7 días (kg/cm <sup>2</sup> )	237.5	237.71	238.28	237.64	237.67	238.18	244.2	244.83	245.75	246.3	243.32	243.94
Promedio del f <sub>c</sub> del concreto (kg/cm <sup>2</sup> )	237.83						244.72					



**Fig. 33.** Resistencia a la compresión a los 7 días según tipo de cemento (Walker)

**Tabla XXXIII**  
Resistencia a la compresión a los 14 días (Walker)

Tipos de cemento		Cemento tipo HS						Cemento SOL tipo I					
Relación Agua/Cemento		0.5						0.5					
Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	
Fuerza aplicada al concreto patrón (kg)	50362.54	50407.85	50527.6	50392.14	50399.23	50507.58	51782.98	51915.73	52112.14	52227.72	51597.46	51727.56	
Área (cm <sup>2</sup> )	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	
f <sub>c</sub> concreto patrón a los 14 días (kg/cm <sup>2</sup> )	285	285.26	285.94	285.17	285.21	285.52	293.04	293.79	294.9	295.56	291.99	292.73	
Promedio del f <sub>c</sub> del concreto (kg/cm <sup>2</sup> )	285.4						293.67						



**Fig. 34.** Resistencia a la compresión a los 14 días según tipo de cemento (Walker)

**Tabla XXXIV**  
Resistencia a la compresión a los 28 días (Walker)

Tipos de cemento		Cemento INKA tipo HS						Cemento SOL tipo I					
Relación Agua/Cemento		0.5						0.5					
Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	
Fuerza aplicada al concreto patrón (kg)	65471.3	65530.2	65685.87	65509.78	65519	65659.85	67317.87	67490.45	67745.78	67896.04	67076.69	67245.83	
Área (cm <sup>2</sup> )	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	
f <sub>c</sub> concreto patrón a los 14 días (kg/cm <sup>2</sup> )	370.5	370.83	371.72	370.72	370.77	371.57	380.95	381.93	383.37	384.22	379.59	380.54	
Promedio del f <sub>c</sub> del concreto (kg/cm <sup>2</sup> )	371.02						381.77						



Fig. 35. Resistencia a la compresión a los 28 días según tipo de cemento (Walker)

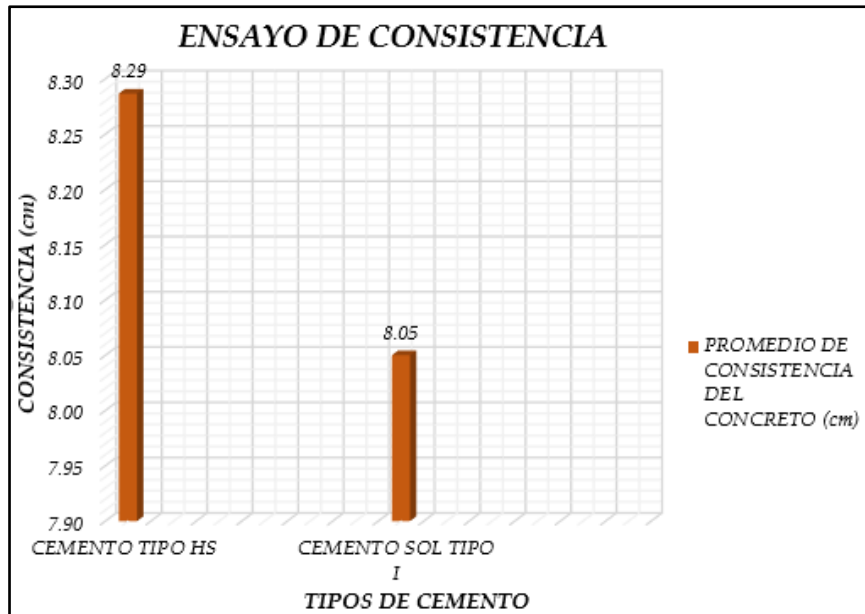
d) **Método de Füller**

Ensayo de consistencia

**Tabla XXXV**

Ensayo de consistencia del concreto (Füller)

Tipos de cemento	Cemento tipo HS						Cemento SOL tipo I					
Relación Agua/Cemento	0.5						0.5					
Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Consistencia del Concreto patrón (cm)	8.3	8.29	8.27	8.25	8.24	8.31	8.05	8.01	8.09	7.99	7.94	8.03
Promedio de consistencia del concreto (cm)	8.29						8.05					



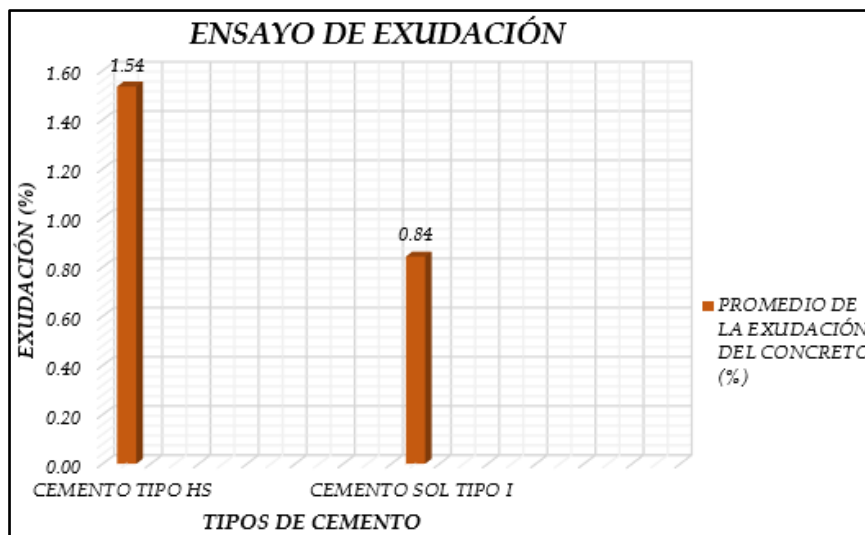
**Fig. 36.** Ensayo de consistencia según tipo de cemento (Füller)

Ensayo de Exudación

**Tabla XXXVI**

Ensayo de exudación del concreto (Füller)

Tipos de cemento	Cemento tipo HS						Cemento SOL tipo I					
Relación Agua/Cemento	0.5						0.5					
Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Exudación concreto patrón (%)	1.52	1.56	1.54	1.55	1.51	1.53	0.89	0.82	0.85	0.81	0.83	0.86
Promedio de la exudación del concreto (%)	1.54						0.84					



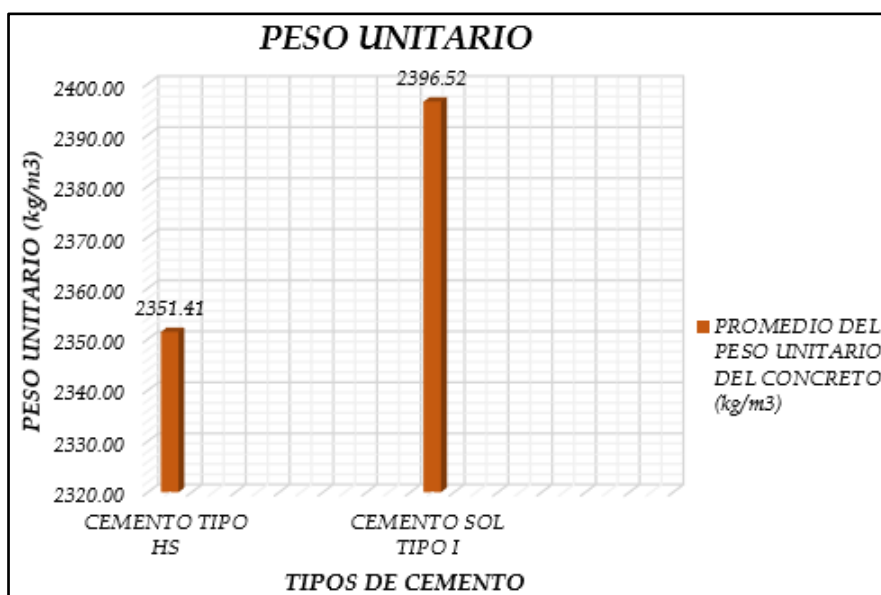
**Fig. 37.** Ensayo de exudación según tipo de cemento (Füller)

Peso Unitario

**Tabla XXXVII**

Peso unitario del concreto (Füller)

Tipos de cemento	Cemento tipo HS						Cemento SOL tipo I					
Relación Agua/Cemento	0.5						0.5					
Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Peso unit. concreto patrón (kg/m <sup>3</sup> )	2353	2352	2350	2354	2351	2352	2390	2400	2400	2401	2400	2401
Prom. del peso unitario del concreto (kg/m <sup>3</sup> )	2351.41						2396.52					



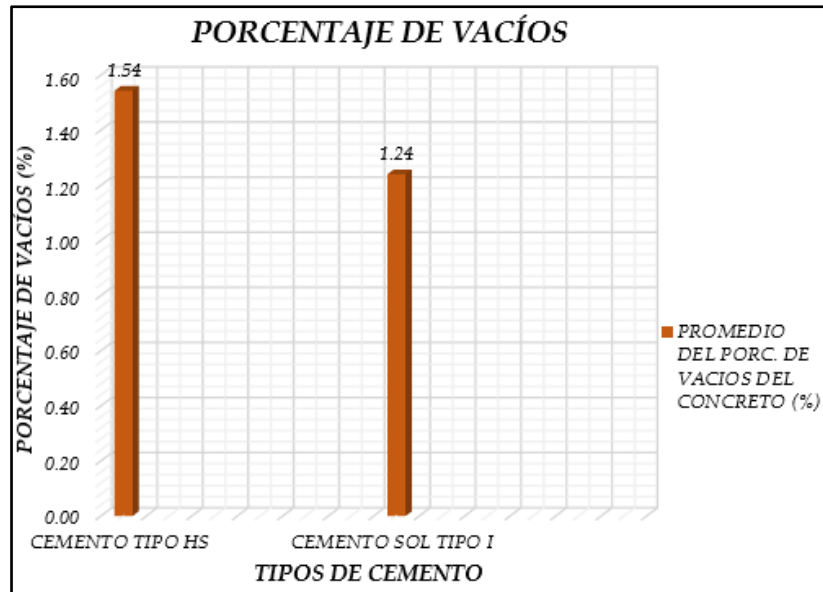
**Fig. 38.** Peso unitario del concreto según el tipo de cemento (Füller)

Porcentaje de Vacíos

**Tabla XXXVIII**

Porcentaje de Vacíos (Füller)

Tipos de cemento	Cemento tipo HS						Cemento SOL tipo I					
Relación Agua/Cemento	0.5						0.5					
Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Peso unit. concreto patrón (kg/m <sup>3</sup> )	2353	2352	2350	2354	2351	2352	2390	2400	2400	2401	2400	2401
Peso específico del concreto (kg/m <sup>3</sup> )	2456	2526	2485	2456	2457	2458	2388	2368	2358	2388	2389	2390
Porc. de vacíos concreto patrón (%)	1.52	1.55	1.56	1.53	1.58	1.51	1.27	1.25	1.2	1.22	1.24	1.21
Promedio del porc. de vacíos del concreto (%)	1.54						1.24					



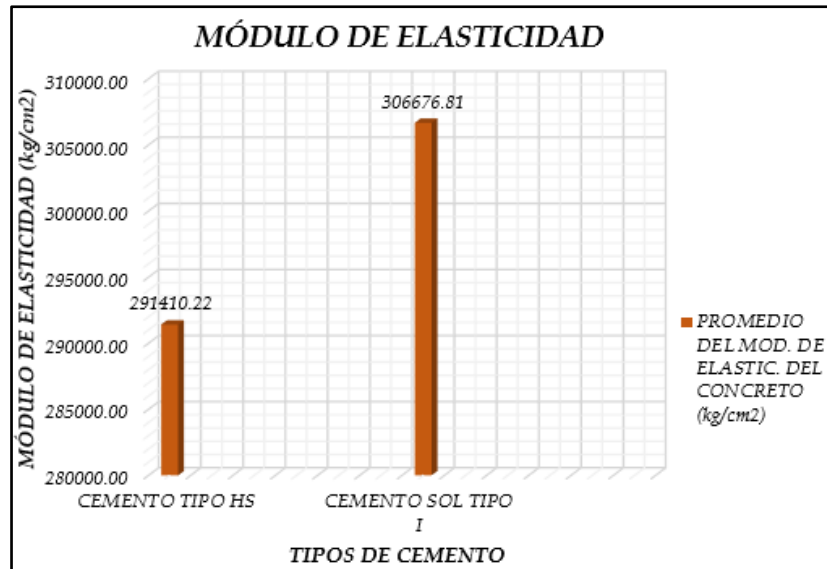
**Fig. 39.** Porcentaje de vacíos según el tipo de cemento (Füller)

Módulo de elasticidad

**Tabla XXXIX**

Módulo de Elasticidad en el concreto (Füller)

Tipos de cemento	Cemento tipo HS						Cemento SOL tipo I					
	Relación Agua/Cemento 0.5											
Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Peso unitario del concreto patrón (kg/m <sup>3</sup> )	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.39	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
Fuerza de compresión a los 28 días	405.99	409.09	411.85	407.05	407.95	406.24	430.27	422.81	425.35	426.09	422.9	428.41
Mód. Elast. concreto patrón (kg/cm <sup>2</sup> )	290840	291756	292431	291444	291214	290777	306526	305799	306695	307219	305799	308023
Prom. módulo elast. del concreto (kg/cm <sup>2</sup> )	291410.22						306676.81					



**Fig. 40.** Módulo de Elasticidad según el tipo de cemento (Füller)

Resistencia a la compresión

**Tabla XL**

**Resistencia a la compresión a los 7 días (Füller)**

Tipos de cemento	Cemento tipo HS						Cemento SOL tipo I					
Relación Agua/Cemento	0.5						0.5					
Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Fuerza aplicada al concreto patrón (kg)	44149	44486	44786	44264	44362	44176	46789	45979	46255	46335	45988	46587
Área (cm <sup>2</sup> )	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71
f <sup>c</sup> del concreto patrón a lo 7 días (kg/cm <sup>2</sup> )	249.84	251.75	253.45	250.49	251.05	249.99	264.78	260.19	261.76	262.21	260.24	263.64
Prom. del f <sup>c</sup> del concreto (kg/cm <sup>2</sup> )	251.09						262.14					

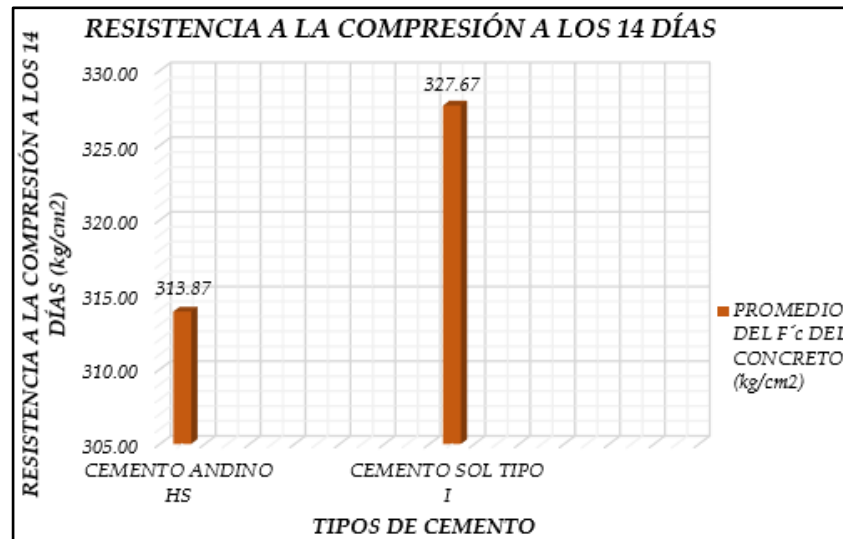


**Fig. 41.** Resistencia a la compresión a los 7 días según tipo de cemento (Füller)

**Tabla XLI**

Resistencia a la compresión a los 14 días (Füller)

Tipos de cemento		Cemento tipo HS						Cemento SOL tipo I					
Relación Agua/Cemento		0.5						0.5					
Muestras		M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Fuerza aplicada al concreto patrón (kg)		55186	55608	55983	55330	55453	55220	58487	57473	57819	57918	57485	58234
Área (cm <sup>2</sup> )		176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71
f'c del concreto patrón a los 14 días (kg/cm <sup>2</sup> )		312.3	314.69	316.81	313.11	313.81	312.49	330.98	325.24	327.2	327.76	325.31	329.54
Prom. del f'c del concreto (kg/cm <sup>2</sup> )		313.87						327.67					

**Fig. 42.** Resistencia a la compresión a los 14 días según tipo de cemento (Füller)**Tabla XLII**

Resistencia a la compresión a los 28 días (Füller)

Tipos de cemento		Cemento tipo HS						Cemento SOL tipo I					
Relación Agua/Cemento		0.5						0.5					
Muestras		M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Fuerza aplicada al concreto patrón (kg)		71742	72291	72778	71929	72089	71786	76033	74715	75164	75294	74730	75704
Área (cm <sup>2</sup> )		176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71	176.71
f'c del concreto patrón a los 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )		405.99	409.09	411.85	407.05	407.95	406.24	430.27	422.81	425.35	426.09	422.9	428.41
Prom. del f'c del concreto (kg/cm <sup>2</sup> )		408.03						425.97					

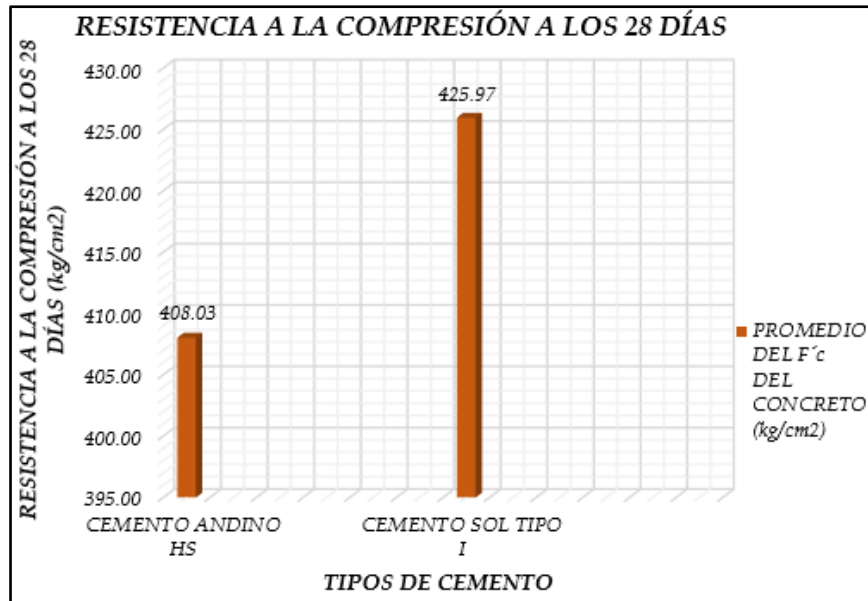


Fig. 43. Resistencia a la compresión a los 28 días según tipo de cemento (Füller)

#### 4.1.2 Análisis de los resultados

##### a) Ensayo de consistencia

Tabla XLIII

Consistencia del concreto por los principales métodos

Métodos	Combinación de Agregados		ACI		Walker		Füller	
	HS	I	HS	I	HS	I	HS	I
Tipo de Cemento	HS	I	HS	I	HS	I	HS	I
Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8
Prom. de consistencia del concreto (cm)	9.52	7.01	8.83	7.67	8.79	8.13	8.29	8.05

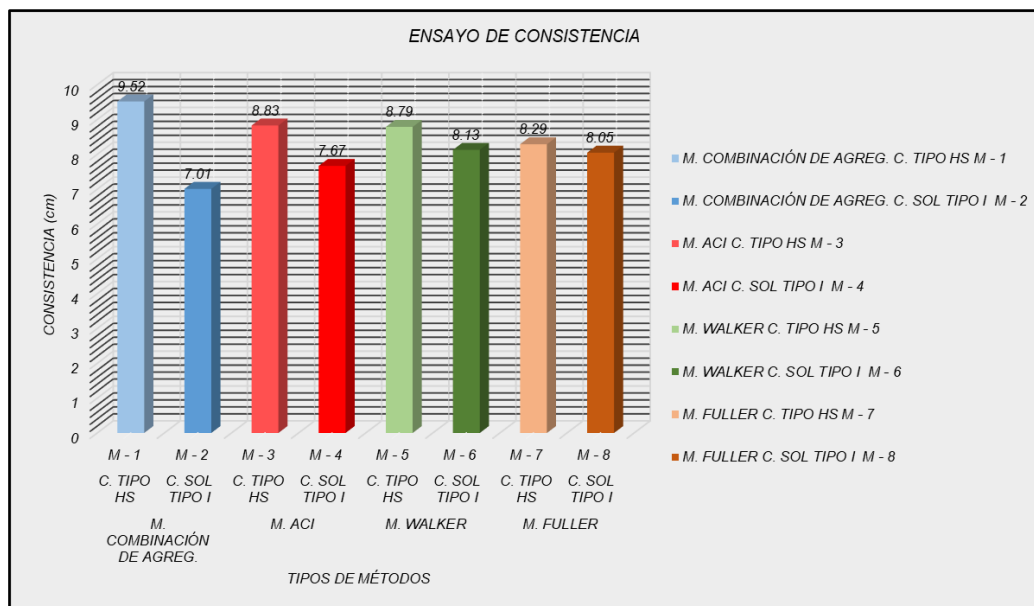


Fig. 44. Ensayo de consistencia

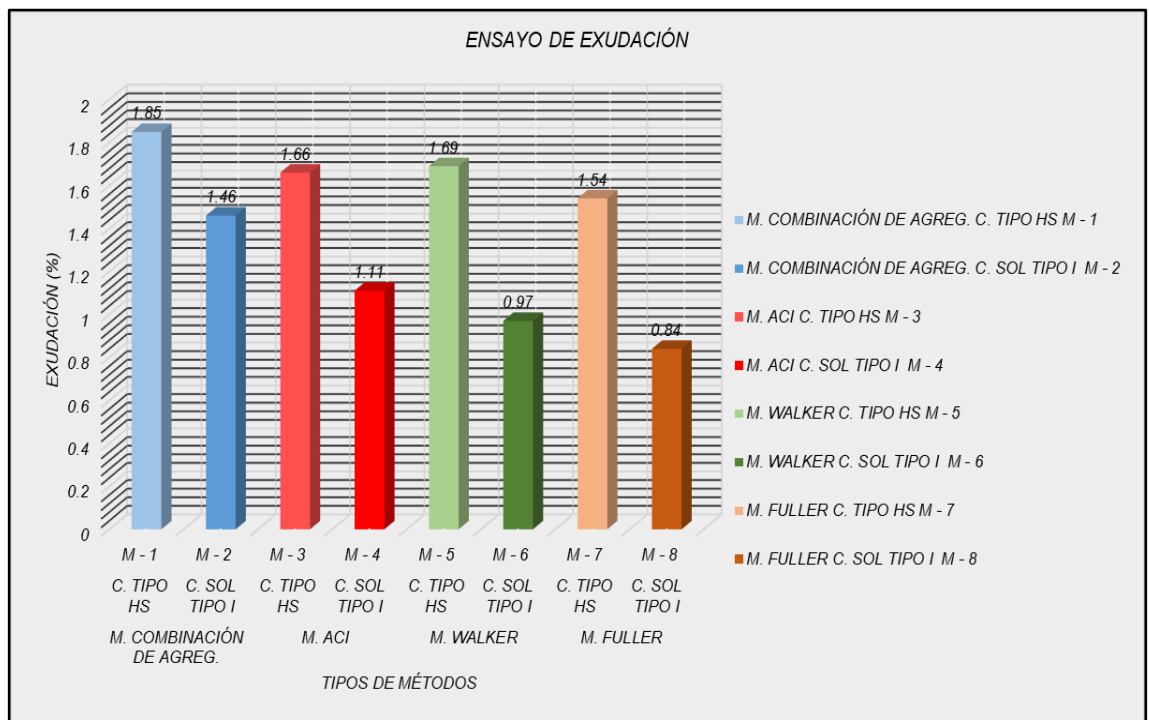
Se observa en la Figura 44 la comparación de las barras donde se muestra que la mayor consistencia es en el método de combinación de agregados con el tipo de cemento HS.

**b) Ensayo de Exudación**

**Tabla XLIV**

Exudación del concreto por los principales métodos

Métodos	Combinación de Agregados		ACI		Walker		Füller	
	HS	I	HS	I	HS	I	HS	I
Tipo de Cemento	HS	I	HS	I	HS	I	HS	I
Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8
Prom. de la exudación del concreto (cm)	1.85	1.46	1.66	1.11	1.69	0.97	1.54	0.84



**Fig. 45.** Ensayo de exudación.

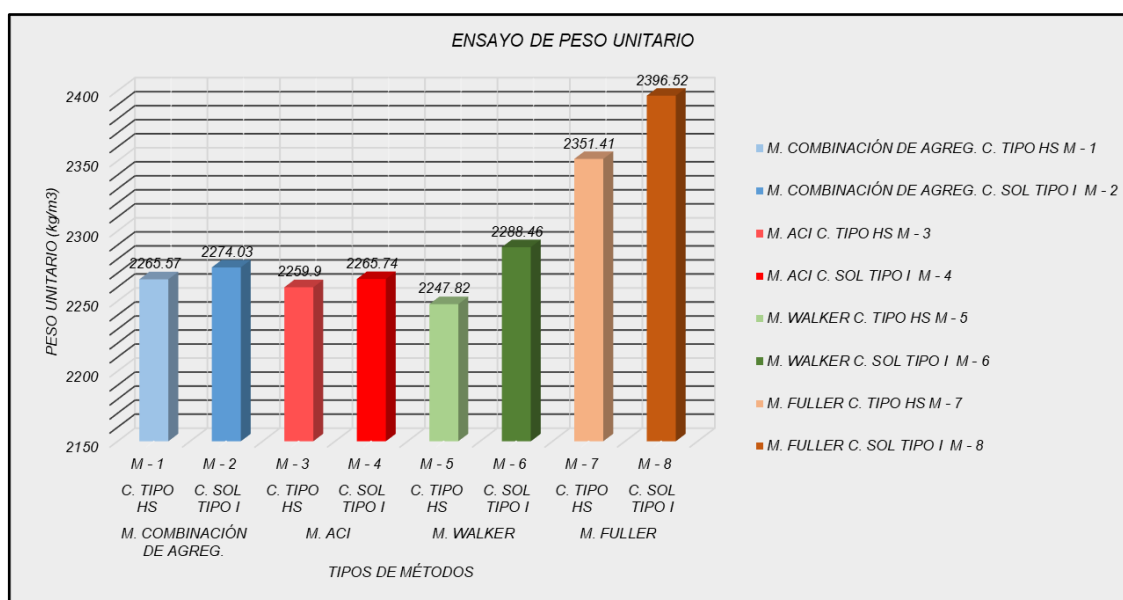
Se observa en el que la mayor exudación es en el método de combinación de agregados con el tipo de cemento HS, como también se muestra que la menor exudación se da en el método Füller con el tipo de cemento Sol tipo I.

**c) Ensayo del Peso Unitario**

**Tabla XLV**

Peso unitario del concreto por los principales métodos

Métodos	Combinación de Agregados		ACI		Walker		Füller	
	HS	I	HS	I	HS	I	HS	I
Tipo de Cemento								
Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8
Prom. del peso unitario del concreto (cm)	2265.6	2274	2259.9	2265.7	2247.8	2288.5	2351.4	2396.5



**Fig. 46.** Ensayo de peso unitario.

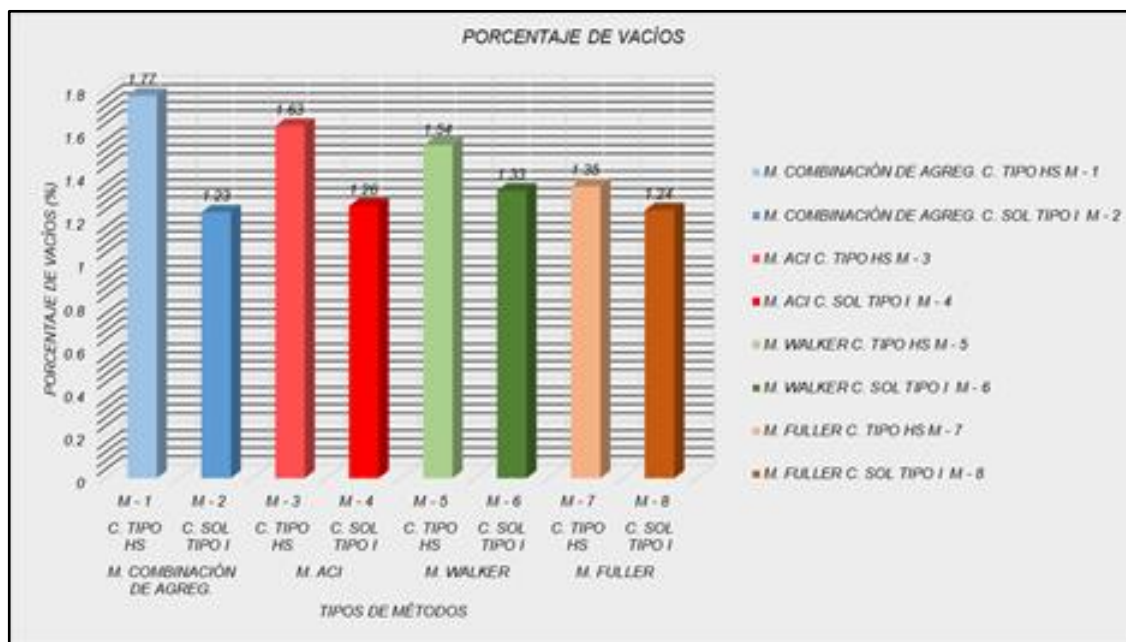
Se observa en el gráfico que el mayor peso unitario se da en el método de Füller con el tipo de cemento Sol tipo I.

**d) Ensayo de Porcentaje de Vacíos**

**Tabla XLVI**

Porcentaje de vacíos por los principales métodos

Métodos	Combinación de Agregados		ACI		WALKER		FULLER	
	HS	I	HS	I	HS	I	HS	I
Tipo de Cemento	HS	I	HS	I	HS	I	HS	I
Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8
Prom. del % de vacíos del concreto	177	123	163	126	154	133	135	124



**Fig. 47.** Porcentaje de vacíos.

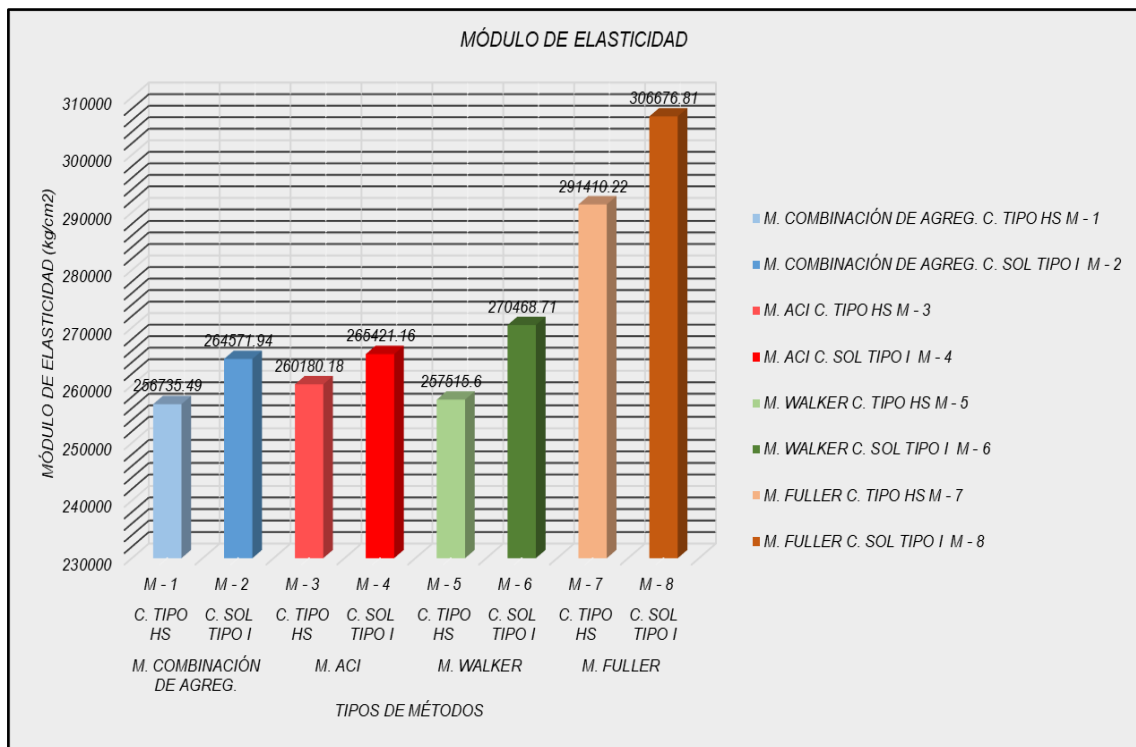
Se observa en el gráfico que el mayor porcentaje de vacíos se da en el método de combinación de agregados con el tipo de cemento HS.

e) **Módulo de Elasticidad**

**Tabla XLVII**

Módulo de elasticidad del concreto por los principales métodos

Métodos	Combinación de Agregados		ACI		WALKER		FULLER	
	HS	I	HS	I	HS	I	HS	I
Tipo de Cemento								
Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8
Prom. del módulo de elasticidad del concreto	256735.49	264571.94	260180.18	265421.16	257515.6	270468.71	291410.22	306676.81



**Fig. 48.** Módulo de elasticidad.

Se observa en el gráfico que el mayor módulo de elasticidad se da en el método de Füller con el cemento Sol tipo I.

f) Ensayo de la Resistencia a la Compresión a los 7 días

Tabla XLVIII

Resistencia a la compresión a los 7 días por los principales métodos

Métodos	Combinación de Agregados		ACI		WALKER		FULLER	
	HS	I	HS	I	HS	I	HS	I
Tipo de Cemento	HS	I	HS	I	HS	I	HS	I
Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8
Prom. del f'c del concreto (kg/cm <sup>2</sup> )	227.09	238.48	234.99	242.76	249.77	251.48	264.14	268.47

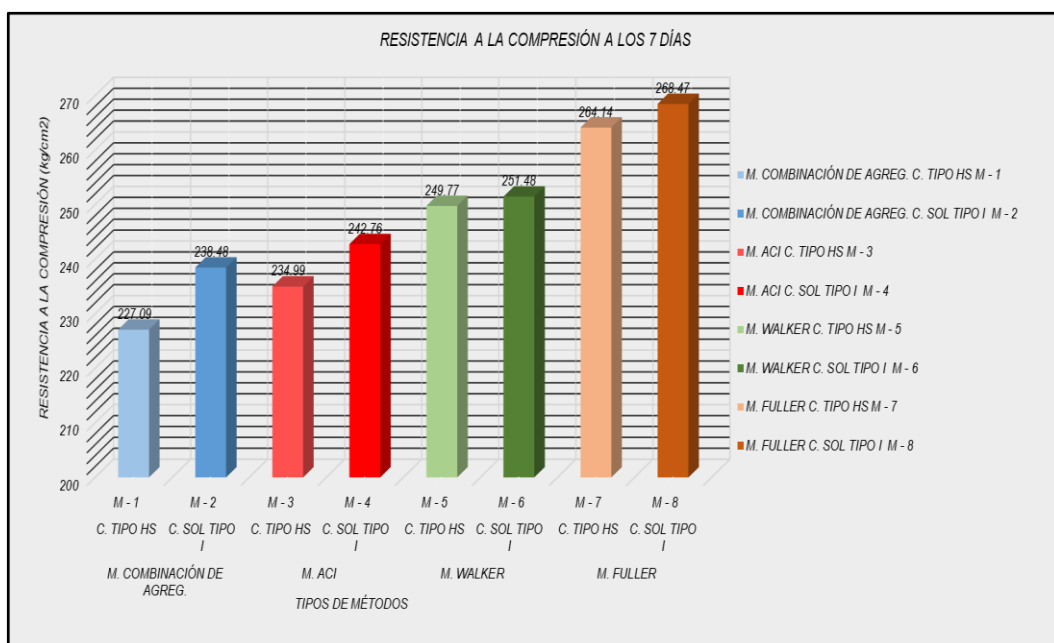


Fig. 49. Resistencia a la compresión a los 7 días.

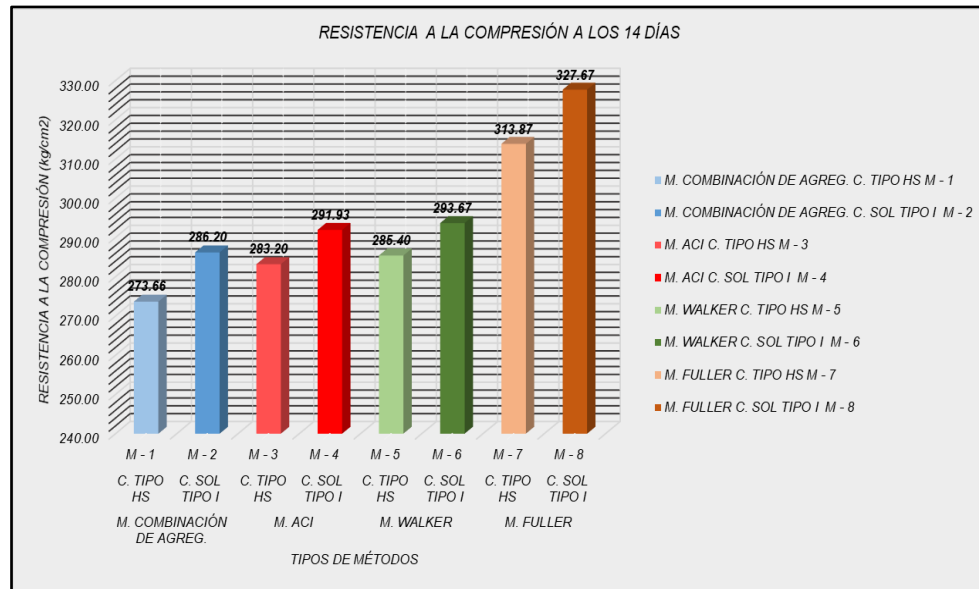
Se observa en el gráfico que la mayor resistencia a la compresión a los 7 días se da en el método de Füller con el cemento Sol tipo I

**g) Ensayo de la Resistencia a la Compresión a los 14 días**

**Tabla XLIX**

Resistencia a la compresión a los 14 días por los principales métodos

Métodos	Combinación de Agregados		ACI		WALKER		FULLER	
	HS	I	HS	I	HS	I	HS	I
Tipo de Cemento	HS	I	HS	I	HS	I	HS	I
Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8
Prom. del f'c (kg/cm2)	273.66	276.2	283.2	291.93	285.4	293.67	313.87	327.67



**Fig. 50.** Resistencia a la compresión a los 14 días.

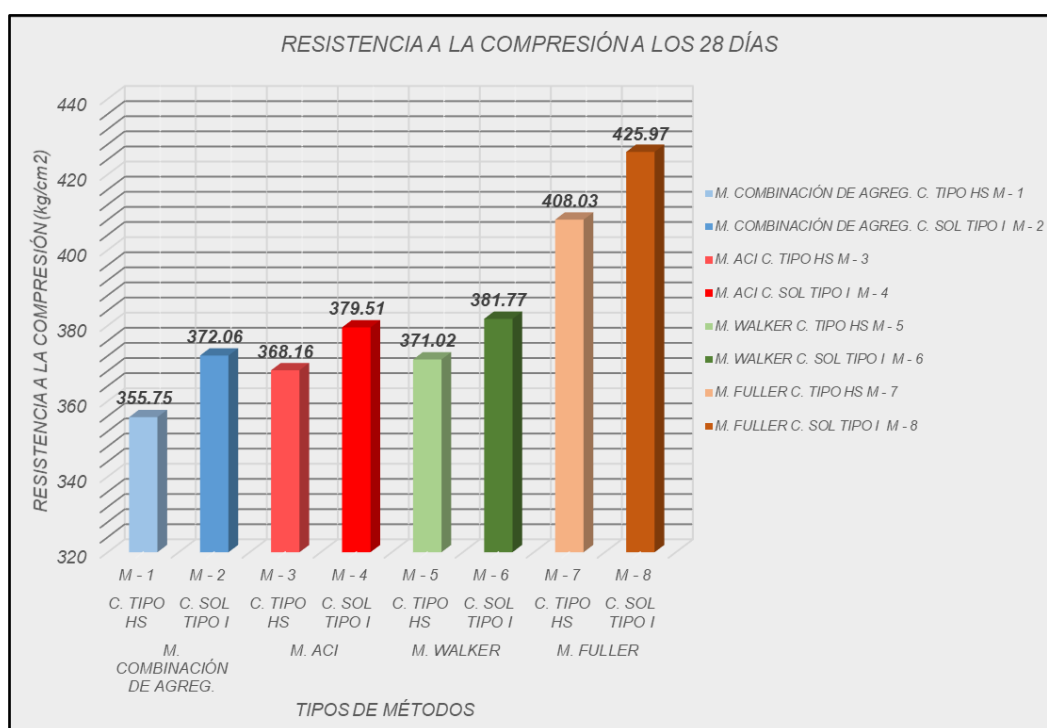
Se observa en el gráfico que la mayor resistencia a la compresión a los 14 días se da en el método de Füller con el cemento Sol tipo I.

## h) Ensayo de la Resistencia a la Compresión a los 28 días

**Tabla L**

Resistencia a la compresión a los 28 días por los principales métodos

Ensayos de Consistencia								
Métodos	Combinación de Agregados		ACI		WALKER		FULLER	
Tipo de Cemento	HS	I	HS	I	HS	I	HS	I
Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8
Prom. del f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	355.75	372.06	368.16	379.51	371.02	381.77	408.03	425.97



**Fig. 51.** Resistencia a la compresión a los 28 días.

Se observa en el gráfico que la mayor resistencia a la compresión a los 28 días se da en el método de Füller con el cemento Sol tipo I.

## V. CONCLUSIONES

- Se concluye que de los estudios realizados en la presente investigación el método de la combinación de Agregados tiene menos limitaciones que los otros métodos por cuanto la cantera del río Ica tiene un módulo de fineza que en la mayoría de los casos solo llega a 2, lo que imposibilita usar otros métodos y el Método de la Combinación de Agregados no tiene limitante por que usa la combinación de ambos módulos.
- Se concluye que los métodos más utilizados en nuestro medio son el método del ACI y el Método de la Combinación de Agregados.
- Se concluye que las propiedades físicas que se requieren para diseñar una mezcla de concreto tienen ligeras diferencias entre los diferentes métodos
- Se concluye que la resistencia a la compresión entre los diseños de mezcla con cemento Sol Tipo I y el cemento Tipo HS, el cemento Sol Tipo I tiene una ligera diferencia a favor que el cemento Tipo HS.
- De la presente investigación se concluye que los métodos de Diseño no tienen mayor incidencia en la obtención de la resistencia a la compresión de diseño por cuanto los resultados obtenidos de los ensayos no muestran diferencias significativas.
- Es importante recalcar que la presente investigación arroja como resultado que quienes tienen incidencia en los resultados de los diferentes ensayos son los componentes que intervienen del concreto como son el agregado fino, el agregado grueso, el agua y el cemento. Por cuanto la calidad de ellos tienen una importancia muy relevante en los resultados.

## VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que en la ciudad de Ica el Método de la Combinación de Agregados es el más adecuado, por el hecho de que el módulo de fineza del agregado fino proveniente del río Ica es muy bajo, no llegando en muchos casos ni a 2.0 lo que impide utilizar las Tablas de Diseño del ACI por cuanto estas se aplican para módulos de fineza de 2.3 o más.
- Se recomienda realizar una investigación para encontrar valores adecuados del módulo de fineza del río Ica que permitan utilizar las Tablas de Diseño del ACI y otros métodos.
- Se recomienda tener mucho cuidado a la hora de realizar los ensayos de laboratorio para obtener las propiedades físicas de los agregados y del agua, por cuanto un error en ellos generan resultados no adecuados en el diseño.
- Es recomendable utilizar en los diseños un cemento que en nuestro mercado exista una oferta garantizada, porque muchas veces cementos de marcas no muy conocidas no existen los stocks adecuados para su utilización.
- Se recomienda tener mucho cuidado a la hora de elegir el método más adecuado para el diseño de mezcla de un concreto, porque como hemos visto en la presente investigación, estos pueden tener problemas por falta de resultados adecuados de los componentes del concreto.
- La presente investigación ratifica la importancia de realizar un control de calidad estricto a los componentes del concreto, ya que la calidad de estos elementos tienen una injerencia directa en la resistencia y calidad del concreto.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. Pastrana Ayala, Y. Silva Urrego, J. Adrada Molano y S. Delvasto Arjona, «Propiedades físico-mecánicas de concretos autocompactantes producidos con polvo de residuo de concreto,» *Informador Técnico*, vol. 83, n° 2, pp. 174-190, 2019.
- [2] M. A. Galicia Pérez y M. A. Velásquez Curo, «Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto adicionado con ceniza de rastrojo de maíz elaborado con agregados de las canteras de Cunyac y Vicho con respecto a un concreto patrón de calidad  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ,» Universidad Andina del Cusco, Cusco, 2016.
- [3] A. J. Sotil Levy y J. E. Zegarra Riveros, «Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero Wirand® FF3 y concreto reforzado con fibras de acero Wirand® FF4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido,» Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, 2015.
- [4] K. d. P. Palomino Lazo y M. M. Gutierrez Ramos, «Análisis de las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de polipropileno y acero, y su uso en el control de fisuras por contracción plástica,» Universidad Católica de Santa María, Arequipa, 2015.
- [5] G. Escobedo Portal, «Incidencia de la nanosílice en la resistencia mecánica de un concreto de alta resistencia con cemento portland tipo I,» Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, 2014.
- [6] NTP 400.012:2021, AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso. Método de ensayo, Cuarta ed., Lima: INACAL, 2021.
- [7] NTP 400.017:2020, AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados, Lima: INACAL, 2020.
- [8] NTP 339.185:2021, AGREGADOS. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Método de ensayo, Tercera ed., Lima: INACAL, 2021.
- [9] NTP 400.021:2020, AGREGADOS. Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. Método de ensayo., Lima: INACAL, 2020.
- [10] NTP 400.022:2021, AGREGADOS. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo., Cuarta ed., Lima: INACAL, 2021.

## VIII. ANEXOS

### A) DATOS DE LA CANTERA DE AGREGADOS PALOMINO S.R.L.

- Razón social: PALOMINO S.R.L.
- Nombre comercial: CANTERAS PALOMINO S.R.L.
- Dirección Principal: Av. PACHACUTEC YUPANQUI N°263
- RUC: 20278937675
- Ubicación:

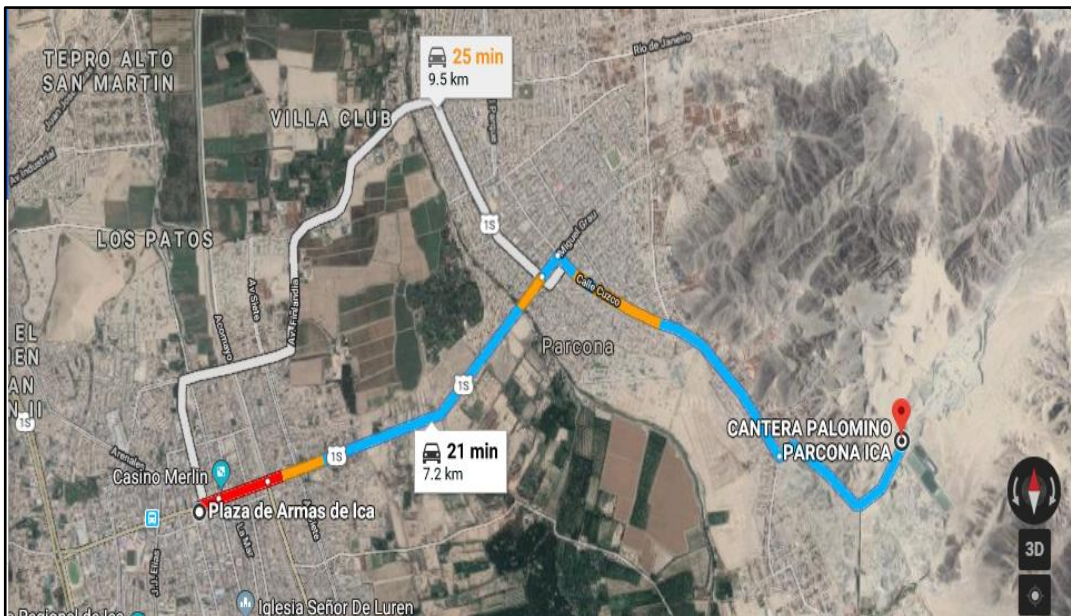


Fig. 52. Ubicación de la cantera “Palomino”

- **Fecha De Fundación:** 22 de febrero de 1995
- **Tipo De Sociedad:** SOC.COM.RESPONSABILIDAD LTDA.
- **Estado de la Empresa:** Activo
- **Según el origen:** Sedimentaria y metamórfica
- **Según el tipo de explotación:** Explotación a cielo abierto
- **Método de extracción empleado:** Excavación – mecánico.
- **Extracción de materiales:** Debido a que todos estos están al aire libre no hay necesidad de detonar dinamita para poder extraer algunos de los materiales. Solo se excava utilizando 2 excavadoras. Estos materiales siempre pasan por un proceso de zarandeo después de ser excavados.

➤ **Equipos y herramientas utilizadas en la obtención de agregados:**

**Equipos:**



**Fig. 53.** Retroexcavadora



**Fig. 54.** Volquete



**Fig. 55.** Cargador frontal



**Fig. 56.** Chancadora



**Fig. 57.** Camiones



**Fig. 58.** Faja transportadora

**Herramientas:**

- Malla de 2.5" para el afirmado
- Carretilla
- Pala
- Lampa
- Pico

**Tabla LI**

Tipos y producción de agregados obtenidos

Tipos de materiales granulares	Producción m <sup>3</sup> /hora
Piedra chancada de ½"	60
Piedra chancada de ¾"	40
Afirmado	60
Arenilla	80
Piedra base	20

**Tabla LII**

Precio de Venta de los agregados

Agregado	Precio S/.
Piedra zarandeada	25.00
Arena fina	8.00
Afirmado en bruto	8.00
Afirmado colado	10.00
Piedra de base	28.00
Piedra chancada de ½"	28.00
Piedra chancada de ¾"	28.00
Arenilla	7.00
Confitillo	22.00

**Tabla LIII**

Empresas que compran los agregados

Empresas	Tipo de materiales que compran
IUC - Ica	Piedra chancada de ½" y ¾"
UNICON	Piedra chancada de ½" y ¾"
Inti gas	Afirmado, arena fina
Inversiones CH&M	Piedra chancada de ½" y afirmado

FOTOS DE LA CANTERA DE AGREGADOS PALOMINO S.R.L.



**Fig. 59.** Distribución de la maquinaria en fajas para tamaños de ½", ¾" y confitillo.



**Fig. 60.** Maquinarias utilizadas para la distribución del agregado.



**Fig. 61.** Almacenamiento de agregados seleccionados para su comercialización.



**Fig. 62.** Agregado grueso de ½”



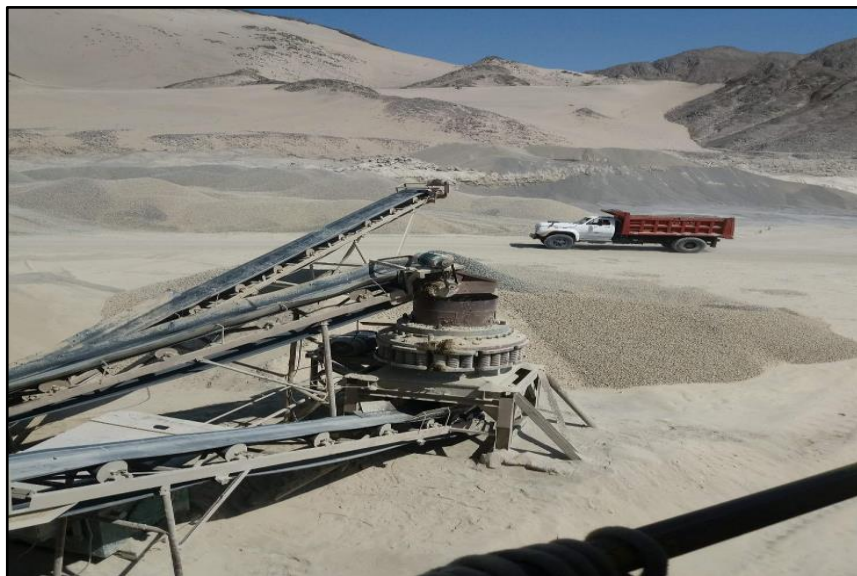
**Fig. 63.** Proceso de obtención y selección de arena fina



**Fig. 64.** Malla de 2.5” de fierro corrugado para tamizar el afirmado.



**Fig. 65.** Cargador frontal seleccionando materiales granulares.



**Fig. 66.** Zona de carga de agregado y control de venta del material granular.



**Fig. 67.** Lugar de inspección de la máquina chancadora

## INFORMACIÓN TÉCNICA DE LOS CEMENTOS UTILIZADOS

CEMENTO SOL



**CEMENTO SOL**

**Descripción:**

- Es un Cemento Tipo I, obtenido de la molienda conjunta de Clinker y yeso.
- Cuenta con la fecha y hora de envasado en la bolsa en beneficio de los consumidores, ya que permite una mayor precisión en la trazabilidad.

**Beneficios:**

- El acelerado desarrollo de resistencias iniciales permite un menor tiempo en el desencofrado.
- Excelente desarrollo de resistencias en Shotcrete.
- Ideal para la producción de prefabricados en concreto.

**Usos:**

- Construcciones en general y de gran envergadura cuando no se requieren características especiales o no especifique otro tipo de cemento.
- Fabricación de concretos de mediana y alta resistencia a la compresión.
- Preparación de concretos para cimientos, sobrecimientos, zapatas, vigas, columnas y techado.
- Producción de prefabricados de concreto.
- Fabricación de bloques, tubos para acueducto y alcantarillado, terrazos y adoquines.
- Fabricación de morteros para el desarrollo de ladrillos, tarrajes, enchapes de mayólicas y otros materiales.

**Características Técnicas:**

- Cumple con la Norma Técnica Peruana 334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C 150.

**Formato de distribución:**

- Bolsas de 42.5 Kg: 04 pliegos (03 de papel + 01 film plástico).
- Granel: A despacharse en camiones bombonas y Big Bags.



**Recomendaciones**

**Dosificación:**

- Se debe dosificar según la resistencia deseada.
- Respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.

**Manipulación:**

- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

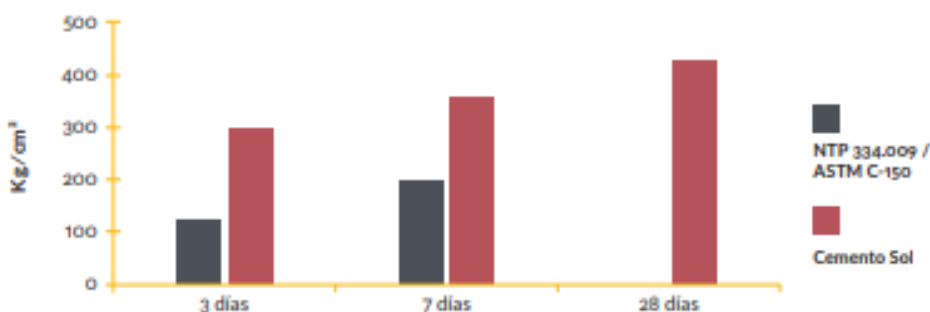
**Almacenamiento:**

- Almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes y pisos. Protegerlas de las corrientes de aire húmedo.
- No apilar más de 10 bolsas para evitar su compactación.
- En caso de un almacenamiento prolongado, se recomienda cubrir los sacos con un cobertor de polietileno y en dos pallet de altura.

Fig. 68. Información técnica del Cemento Sol tipo I (1)

## Requisitos mecánicos

Comparación resistencias NTP 334.009 / ASTM C-150 vs. Cemento Sol



## Propiedades físicas y químicas

Parámetro	Unidad	Cemento Sol Tipo I	Requisitos 334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	6.62	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.08	Máximo 0.80
Superficie específica	cm²/g	3361	Máximo 2600
Densidad	g/ml	3.12	No Especifica
<b>Resistencia a la Compresión</b>			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm²	296	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm²	357	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm²	427	No especifica
<b>Tiempo de Fraguado</b>			
Fraguado Vicat inicial	min	127	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	305	Máximo 375
<b>Composición Química</b>			
MgO	%	2.93	Máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	3.08	Máximo 3.5
Pérdida al fuego	%	2.25	Máximo 3.0
Residuo insoluble	%	0.68	Máximo 1.5
<b>Fases Mineralógicas</b>			
C <sub>2</sub> S	%	13.15	No especifica
C <sub>3</sub> S	%	53.60	No especifica
C <sub>3</sub> A	%	9.66	No especifica
C <sub>4</sub> AF	%	9.34	No especifica

Fig. 69. Información técnica del Cemento Sol tipo I (2)



## CEMENTO ANDINO ULTRA / PORTLAND TIPO HS / MS / R

**CARACTERÍSTICAS:**

- Cemento Portland Tipo HS/MH/OpciónR.
- Cumple con la Norma Técnica Peruana (NTP) 334.082 y la Norma Técnica Americana ASTM C-1157.
- Producto obtenido de la molienda conjunta de clínker, yeso y adiciones de alto desempeño.

**VENTAJAS:**

- Resistente a la humedad y al salitre.
- Alto desempeño con agregados de baja calidad. Bajo contenido de álcalis (\*).
- Contiene adiciones impermeabilizantes
- Alta resistencia y durabilidad en el tiempo.
- Excelente trabajabilidad.
- Moderado calor de hidratación, ideal para climas cálidos.

**USOS Y APLICACIONES:**

- Para estructuras sólidas y obras de construcción civil que requieran propiedades resistentes al Salitre, la Humedad y los agregados de baja calidad.
- Estructuras, canales, alcantarillado en contacto con suelos ácidos y/o aguas subterráneas, de exposición severa del orden de 1,500 a 10,000 ppm de sulfatos solubles de agua.
- Obras portuarias expuestas a la acción de aguas marinas, sobre suelos salinos y húmedos, en piscinas y acueductos, tubos de alcantarillados, canales y edificios que deberán soportar ciertos ataques químicos.

**RECOMENDACIONES:**

- Como en todo cemento, se debe respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Es importante utilizar agregados de buena calidad. Si estos están húmedos es recomendable dosificar menor cantidad de agua para mantener las proporciones correctas.
- Como todo concreto, se recomienda realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.
- Para asegurar una conservación del cemento, se recomienda almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes o pisos y protegidas del aire húmedo.
- Evitar almacenar en pilas de más de 10 bolsas para evitar la compactación.

**PRESENTACIÓN:**

Bolsas de 42.5 kg (4 pliegos - 3 de papel + 1 film plástico) y a granel (a despacharse en camiones bombonas).

(\*) Los cementos con bajo contenido de álcalis (BA), protegen los concretos preparados con agregados que, por acción del álcalis, pueden tener una reacción destructiva. Todos nuestros cementos cumplen ampliamente con los requisitos físicos y químicos, generales y opcionales de las Normas Técnicas ASTM y NTP de Indecopi.



**UNACEM**  
CONSTRUYENDO OPORTUNIDADES



Fig. 70. Información técnica del Cemento Andino tipo HS

CERTIFICADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA  
Centro de Investigación Mecánica de Suelos  
Ciudad Universitaria Panamericana Sur Km. 305 telef. 056-620591-Ica



DISEÑO DE MEZCLA POR EL MÉTODO DE COMBINACIÓN DE AGREGADOS

RELACIÓN DE A/C= 0.50 CEMENTO: SOL TIPO I

Solicita : INVESTIGACION

Obra : INFLUENCIA DE LOS PRINCIPALES MÉTODOS DE DISEÑO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA EL BENEFICIO DE LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE ICA.

Ubicación : ICA

Fecha : ICA, 04 DE SETIEMBRE DEL 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



Fig. 71. Diseño de mezcla Método de Combinación de Agregados (1)



**EVALUACION DE LOS MATERIALES  
 PROPORCIONADOS POR EL CONTRATISTA**

SOLICITADO POR : **INVESTIGACION**  
 OBRA : **INFLUENCIA DE LOS PRINCIPALES MÉTODOS DE DISEÑO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA EL BENEFICIO DE LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE ICA.**  
 UBICACIÓN : **ICA**  
 TÉCNICO OPERADOR : **Rene Canchari**

**Análisis del Agregado Grueso**

Cantera : **PALOMINO**  
 Peso Específico : **2.67 gr/cm<sup>3</sup>**  
 Humedad Natural : **0.600 %**  
 % de Absorción : **1.060 %**  
 Peso Volumétrico Suelto : **1,421.140 kg/m<sup>3</sup>**  
 Peso Volumétrico Compactado : **1,568.270 kg/m<sup>3</sup>**

**Análisis Granulométrico Como Sigue:**

Peso Total de la Muestra: **7500 gr.**

MALLAS O TAMICES	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO
2"	0	0	0	0
1 1/2"	0	0	100	0
1"	385.00	5.13	94.87	5.13
3/4"	3500.00	46.67	48.20	51.80
1/2"	2800.00	37.33	10.87	89.13
3/8"	404.00	5.39	5.48	94.52
4	257.00	3.43	2.05	97.95
FONDO	154.00	2.05	0.00	100.00

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL: **3/4"**  
 Mg **7.44**

**Fig. 72. Método de Combinación de Agregados (1): Análisis granulométrico de agregado grueso**



EVALUACION DE LOS MATERIALES  
PROPORCIONADOS POR EL CONTRATISTA

SOLICITADO POR : INVESTIGACION  
OBRA : INFLUENCIA DE LOS PRINCIPALES MÉTODOS DE DISEÑO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA EL BENEFICIO DE LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE ICA/  
UBICACIÓN : ICA  
TÉCNICO OPERADOR : Rene Canchari

Análisis del Agregado Fino

Cantera : RÍO ICA  
Peso Específico : 2.65 gr/cm<sup>3</sup>  
Humedad Natural : 0.630 %  
% de Absorción : 1.120 %  
Peso Volumétrico Suelto : 1,625.000 kg/m<sup>3</sup>  
Peso Volumétrico Compactado : 1,651.040 kg/m<sup>3</sup>

Análisis Granulométrico Como Sigue:

Peso Total de la Muestra:

1000 gr.

MALLAS O TAMICES	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO
3/8"	0	0	100.00	0
4	29.7	2.97	97.03	2.97
8	68.00	6.8	90.23	9.77
16	88.50	8.85	81.38	18.62
30	92.60	9.26	72.12	27.88
50	320.00	32	40.12	59.88
100	309.70	30.97	9.15	90.85
200	70.30	7.03	2.12	99.68
FONDO	21.20	2.12	0.00	100.00

MODULO DE FINEZA: 2.10

Fig. 73. Método de Combinación de Agregados (2): Análisis granulométrico de agregado fino



### Ensayo de Compresión Simple en Probetas Standard de Concreto

SOLICITADO POR : INVESTIGACION

OBRA **INFLUENCIA DE LOS PRINCIPALES MÉTODOS DE DISEÑO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA EL BENEFICIO DE LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE ICA**

UBICACIÓN : ICA

TÉCNICO OPERADOR : Rene Canchari

LA PROBETA DE CONCRETO FUE ELABORADA Y ENSAYADA EN EL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, DANDO EL SIGUIENTE RESULTADO:

Cod.	Fecha Testigo	Fecha Ensayo	Diámet. (cms)	Edad (Días)	Tensión Máx. kg/cm <sup>2</sup>	Descripción
1	04-09-18	11-09-18	15.00	7	238.55	A/C = 0.50
2	04-09-18	11-09-18	15.00	7	238.57	A/C = 0.50
3	04-09-18	11-09-18	15.00	7	238.38	A/C = 0.50
4	04-09-18	11-09-18	15.00	7	238.44	A/C = 0.50
5	04-09-18	11-09-18	15.00	7	239.46	A/C = 0.50
6	04-09-18	11-09-18	15.00	7	237.50	A/C = 0.50

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



Ing. *[Firma]*  
CENTRO DE PRODUCCIÓN DE BIENES  
Y PRESTACIÓN DE SERVICIOS

Fig. 74. Método de Combinación de Agregados: Ensayos de compresión simple (1)



### Ensayo de Compresión Simple en Probetas Standard de Concreto

SOLICITADO POR : INVESTIGACION

OBRA INFLUENCIA DE LOS PRINCIPALES MÉTODOS DE DISEÑO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA EL BENEFICIO DE LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE ICA

UBICACIÓN : ICA

TÉCNICO OPERADOR : Rene Canchari

LA PROBETA DE CONCRETO FUE ELABORADA Y ENSAYADA EN EL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, DANDO EL SIGUIENTE RESULTADO:

Cod.	Fecha Testigo	Fecha Ensayo	Diámet. (cms)	Edad (Días)	Tensión Máx. kg/cm <sup>2</sup>	Descripción
1	04-09-18	18-09-18	15.00	14	286.26	A/C = 0.50
2	04-09-18	18-09-18	15.00	14	286.29	A/C = 0.50
3	04-09-18	18-09-18	15.00	14	286.05	A/C = 0.50
4	04-09-18	18-09-18	15.00	14	286.13	A/C = 0.50
5	04-09-18	18-09-18	15.00	14	287.35	A/C = 0.50
6	04-09-18	18-09-18	15.00	14	285.00	A/C = 0.50

Fig. 75. Método de Combinación de Agregados: Ensayos de compresión simple (2)



### Ensayo de Compresión Simple en Probetas Standard de Concreto

SOLICITADO POR : INVESTIGACION

OBRA **INFLUENCIA DE LOS PRINCIPALES MÉTODOS DE DISEÑO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA EL BENEFICIO DE LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE ICA**

UBICACIÓN : ICA

TÉCNICO OPERADOR : Ing. Rene Canchari

LA PROBETA DE CONCRETO FUE ELABORADA Y ENSAYADA EN EL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, DANDO EL SIGUIENTE RESULTADO:

Cod.	Fecha Testigo	Fecha Ensayo	Diámet. (cms)	Edad (Días)	Tensión Máx. kg/cm <sup>2</sup>	Descripción
1	04-09-18	02-10-18	15.00	28	372.14	A/C = 0.50
2	04-09-18	02-10-18	15.00	28	372.17	A/C = 0.50
3	04-09-18	02-10-18	15.00	28	371.87	A/C = 0.50
4	04-09-18	02-10-18	15.00	28	371.97	A/C = 0.50
5	04-09-18	02-10-18	15.00	28	373.56	A/C = 0.50
6	04-09-18	02-10-18	15.00	28	370.50	A/C = 0.50

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
Ing. RENE CANCHARI  
CENTRO DE PRODUCCION DE BIENES Y PRESTACION DE SERVICIOS

Fig. 76. Método de Combinación de Agregados: Ensayos de compresión simple (3)



### Ensayo de Compresión Simple en Probetas Standard de Concreto

SOLICITADO POR : INVESTIGACION

OBRA INFLUENCIA DE LOS PRINCIPALES MÉTODOS DE DISEÑO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA EL BENEFICIO DE LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE ICA

UBICACIÓN : ICA

TÉCNICO OPERADOR : Rene Canchari

LA PROBETA DE CONCRETO FUE ELABORADA Y ENSAYADA EN EL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, DANDO EL SIGUIENTE RESULTADO:

Cod.	Fecha Testigo	Fecha Ensayo	Diámet. (cms)	Edad (Días)	Tensión Máx. kg/cm <sup>2</sup>	Descripción
1	04-09-18	11-09-18	15.00	7	228.94	A/C = 0.50
2	04-09-18	11-09-18	15.00	7	227.06	A/C = 0.50
3	04-09-18	11-09-18	15.00	7	228.14	A/C = 0.50
4	04-09-18	11-09-18	15.00	7	226.28	A/C = 0.50
5	04-09-18	11-09-18	15.00	7	225.48	A/C = 0.50
6	04-09-18	11-09-18	15.00	7	226.64	A/C = 0.50

Fig. 77. Método de Combinación de Agregados: Ensayos de compresión simple (4)



### Ensayo de Compresión Simple en Probetas Standard de Concreto

SOLICITADO POR : INVESTIGACION

OBRA : INFLUENCIA DE LOS PRINCIPALES MÉTODOS DE DISEÑO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA EL BENEFICIO DE LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE ICA

UBICACIÓN : ICA

TÉCNICO OPERADOR : Rene Canchari

LA PRÓBETA DE CONCRETO FUE ELABORADA Y ENSAYADA EN EL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, DANDO EL SIGUIENTE RESULTADO:

Cod.	Fecha Testigo	Fecha Ensayo	Diámet. (cms)	Edad (Días)	Tensión Máx. kg/cm <sup>2</sup>	Descripción
1	04-09-18	18-09-18	15.00	14	274.73	A/C = 0.50
2	04-09-18	18-09-18	15.00	14	272.47	A/C = 0.50
3	04-09-18	18-09-18	15.00	14	273.77	A/C = 0.50
4	04-09-18	18-09-18	15.00	14	271.54	A/C = 0.50
5	04-09-18	18-09-18	15.00	14	270.58	A/C = 0.50
6	04-09-18	18-09-18	15.00	14	271.97	A/C = 0.50

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



Fig. 78. Método de Combinación de Agregados: Ensayos de compresión simple (5)



**DISEÑO DE MEZCLA POR EL MÉTODO ACI**  
**RELACIÓN DE A/C= 0.50** CEMENTO: SOL TIPO I

Solicita : INVESTIGACION

Obra : INFLUENCIA DE LOS PRINCIPALES METODOS DE DISEÑO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA EL BENEFICIO DE LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE ICA

Ubicación : ICA

Fecha : ICA, 04 DE SETIEMBRE DEL 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



ING. PREGIACORONADO GRACIOSO  
CENTRO DE FOMENTO DE BIENES  
Y PRESTACIÓN DE SERVICIOS

**Fig. 79.** Diseño de Mezcla Método del ACI



### Ensayo de Compresión Simple en Probetas Standard de Concreto

SOLICITADO POR : INVESTIGACION

OBRA : INFLUENCIA DE LOS PRINCIPALES METODOS DE DISEÑO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA EL BENEFICIO DE LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE ICA

UBICACIÓN : ICA

TÉCNICO OPERADOR : Rene Canchari

LA PROBETA DE CONCRETO FUE ELABORADA Y ENSAYADA EN EL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, DANDO EL SIGUIENTE RESULTADO:

Cod.	Fecha Testigo	Fecha Ensayo	Diámet. (cms)	Edad (Días)	Tensión Máx. kg/cm <sup>2</sup>	Descripción
1	04-09-18	11-09-18	15.00	7	243.26	A/C = 0.50
2	04-09-18	11-09-18	15.00	7	243.42	A/C = 0.50
3	04-09-18	11-09-18	15.00	7	243.15	A/C = 0.50
4	04-09-18	11-09-18	15.00	7	242.01	A/C = 0.50
5	04-09-18	11-09-18	15.00	7	241.97	A/C = 0.50
6	04-09-18	11-09-18	15.00	7	242.75	A/C = 0.50



Fig. 80. Método del ACI: Ensayo de compresión simple (1)



### Ensayo de Compresión Simple en Probetas Standard de Concreto

SOLICITADO POR : INVESTIGACION

OBRA : INFLUENCIA DE LOS PRINCIPALES METODOS DE DISEÑO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO PARA EL BENEFICIO DE LA POBLACION DE LA CIUDAD DE ICA

UBICACION : ICA

TÉCNICO OPERADOR : Rene Canchari

LA PROBETA DE CONCRETO FUE ELABORADA Y ENSAYADA EN EL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, DANDO EL SIGUIENTE RESULTADO:

Cod.	Fecha Testigo	Fecha Ensayo	Diámet. (cms)	Edad (Días)	Tensión Máx. kg/cm <sup>2</sup>	Descripción
1	04-09-18	18-09-18	15.00	14	291.91	A/C = 0.50
2	04-09-18	18-09-18	15.00	14	292.11	A/C = 0.50
3	04-09-18	18-09-18	15.00	14	291.78	A/C = 0.50
4	04-09-18	18-09-18	15.00	14	290.41	A/C = 0.50
5	04-09-18	18-09-18	15.00	14	290.37	A/C = 0.50
6	04-09-18	18-09-18	15.00	14	291.30	A/C = 0.50

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
ING. PÉREZ-APOSTÓLEO, GRACIAS  
CENTRO DE PRODUCCION DE BIENES  
Y PRESTACION DE SERVICIOS

Fig. 81. Método del ACI: Ensayo de compresión simple (2)



### Ensayo de Compresión Simple en Probetas Standard de Concreto

SOLICITADO POR : INVESTIGACION

OBRA : INFLUENCIA DE LOS PRINCIPALES METODOS DE DISEÑO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO PARA EL BENEFICIO DE LA POBLACION DE LA CIUDAD DE ICA

UBICACION : ICA

TÉCNICO OPERADOR : Rene Canchari

LA PROBETA DE CONCRETO FUE ELABORADA Y ENSAYADA EN EL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, DANDO EL SIGUIENTE RESULTADO:

Cod.	Fecha Testigo	Fecha Ensayo	Diámet. (cms)	Edad (Días)	Tensión Máx. kg/cm <sup>2</sup>	Descripción
1	04-09-18	11-09-18	15.00	7	235.34	A/C = 0.50
2	04-09-18	11-09-18	15.00	7	236.97	A/C = 0.50
3	04-09-18	11-09-18	15.00	7	235.68	A/C = 0.50
4	04-09-18	11-09-18	15.00	7	233.97	A/C = 0.50
5	04-09-18	11-09-18	15.00	7	233.84	A/C = 0.50
6	04-09-18	11-09-18	15.00	7	234.10	A/C = 0.50

Fig. 82. Método del ACI: Ensayo de compresión simple (3)



### Ensayo de Compresión Simple en Probetas Standard de Concreto

SOLICITADO POR : INVESTIGACION

OBRA : INFLUENCIA DE LOS PRINCIPALES METODOS DE DISEÑO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO PARA EL BENEFICIO DE LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE ICA

UBICACIÓN : ICA

TÉCNICO OPERADOR : Rene Canchari

LA PROBETA DE CONCRETO FUE ELABORADA Y ENSAYADA EN EL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, DANDO EL SIGUIENTE RESULTADO:

Cod.	Fecha Testigo	Fecha Ensayo	Diámet. (cms)	Edad (Días)	Tensión Máx. kg/cm <sup>2</sup>	Descripción
1	04-09-18	18-09-18	15.00	14	282.41	A/C = 0.50
2	04-09-18	18-09-18	15.00	14	284.37	A/C = 0.50
3	04-09-18	18-09-18	15.00	14	282.82	A/C = 0.50
4	04-09-18	18-09-18	15.00	14	280.77	A/C = 0.50
5	04-09-18	18-09-18	15.00	14	280.61	A/C = 0.50
6	04-09-18	18-09-18	15.00	14	280.92	A/C = 0.50



Fig. 83. Método del ACI: Ensayo de compresión simple (4)



**DISEÑO DE MEZCLA POR EL MÉTODO WALKER**  
**RELACIÓN DE A/C= 0.50** CEMENTO: SOL TIPO I

Solicita : INVESTIGACION

Obra : INFLUENCIA DE LOS PRINCIPALES MÉTODOS DE DISEÑO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA EL BENEFICIO DE LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE ICA.

Ubicación : ICA

Fecha : ICA, 04 DE SETIEMBRE DEL 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
ING. PÉLAGO ALCANTARA "GRADITO"  
CENTRO DE FUNDACIÓN DE BIENES  
Y PRESTACIÓN DE SERVICIOS

Fig. 84. Diseño de mezcla por el Método de Walker



### Ensayo de Compresión Simple en Probetas Standard de Concreto

SOLICITADO POR : INVESTIGACION

OBRA **INFLUENCIA DE LOS PRINCIPALES MÉTODOS DE DISEÑO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA EL BENEFICIO DE LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE ICA**

UBICACIÓN : ICA

TÉCNICO OPERADOR : Rene Canchari

LA PROBETA DE CONCRETO FUE ELABORADA Y ENSAYADA EN EL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, DANDO EL SIGUIENTE RESULTADO:

Cod.	Fecha Testigo	Fecha Ensayo	Diámet. (cms)	Edad (Días)	Tensión Máx. kg/cm <sup>2</sup>	Descripción
1	04-09-18	11-09-18	15.00	7	244.20	A/C = 0.50
2	04-09-18	11-09-18	15.00	7	244.83	A/C = 0.50
3	04-09-18	11-09-18	15.00	7	245.75	A/C = 0.50
4	04-09-18	11-09-18	15.00	7	246.30	A/C = 0.50
5	04-09-18	11-09-18	15.00	7	243.32	A/C = 0.50
6	04-09-18	11-09-18	15.00	7	243.94	A/C = 0.50

Fig. 85. Método de Walker: Ensayos de compresión simple (1)



### Ensayo de Compresión Simple en Probetas Standard de Concreto

SOLICITADO POR : INVESTIGACION

OBRA INFLUENCIA DE LOS PRINCIPALES MÉTODOS DE DISEÑO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA EL BENEFICIO DE LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE ICA

UBICACIÓN : ICA

TÉCNICO OPERADOR : Rene Canchari

LA PROBETA DE CONCRETO FUE ELABORADA Y ENSAYADA EN EL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, DANDO EL SIGUIENTE RESULTADO:

Cod.	Fecha Testigo	Fecha Ensayo	Diámet. (cms)	Edad (Días)	Tensión Máx. kg/cm <sup>2</sup>	Descripción
1	04-09-18	18-09-18	15.00	14	293.04	A/C = 0.50
2	04-09-18	18-09-18	15.00	14	293.79	A/C = 0.50
3	04-09-18	18-09-18	15.00	14	294.90	A/C = 0.50
4	04-09-18	18-09-18	15.00	14	295.56	A/C = 0.50
5	04-09-18	18-09-18	15.00	14	291.99	A/C = 0.50
6	04-09-18	18-09-18	15.00	14	292.73	A/C = 0.50

Fig. 86. Método de Walker: Ensayos de compresión simple (2)



### Ensayo de Compresión Simple en Probetas Standard de Concreto

SOLICITADO POR : INVESTIGACION

OBRA INFLUENCIA DE LOS PRINCIPALES MÉTODOS DE DISEÑO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA EL BENEFICIO DE LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE ICA

UBICACIÓN : ICA

TÉCNICO OPERADOR : Rene Canchari

LA PROBETA DE CONCRETO FUE ELABORADA Y ENSAYADA EN EL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, DANDO EL SIGUIENTE RESULTADO:

Cod.	Fecha Testigo	Fecha Ensayo	Díamet. (cms)	Edad (Días)	Tensión Máx. kg/cm <sup>2</sup>	Descripción
1	04-09-18	11-09-18	15.00	7	237.50	A/C = 0.50
2	04-09-18	11-09-18	15.00	7	237.71	A/C = 0.50
3	04-09-18	11-09-18	15.00	7	238.38	A/C = 0.50
4	04-09-18	11-09-18	15.00	7	237.64	A/C = 0.50
5	04-09-18	11-09-18	15.00	7	237.67	A/C = 0.50
6	04-09-18	11-09-18	15.00	7	238.18	A/C = 0.50

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
  
CENTRO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS  
CENTRO DE PRODUCCIÓN DE BIENES  
Y PRESTACIÓN DE SERVICIOS

Fig. 87. Método de Walker: Ensayos de compresión simple (3)



### Ensayo de Compresión Simple en Probetas Standard de Concreto

SOLICITADO POR : INVESTIGACION

OBRA INFLUENCIA DE LOS PRINCIPALES MÉTODOS DE DISEÑO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA EL BENEFICIO DE LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE ICA

UBICACIÓN : ICA

TÉCNICO OPERADOR : Rene Canchari

LA PROBETA DE CONCRETO FUE ELABORADA Y ENSAYADA EN EL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, DANDO EL SIGUIENTE RESULTADO:

Cod.	Fecha Testigo	Fecha Ensayo	Diámet. (cms)	Edad (Días)	Tensión Máx. kg/cm <sup>2</sup>	Descripción
1	04-09-18	18-09-18	15.00	14	285.00	A/C = 0.50
2	04-09-18	18-09-18	15.00	14	285.26	A/C = 0.50
3	04-09-18	18-09-18	15.00	14	285.94	A/C = 0.50
4	04-09-18	18-09-18	15.00	14	285.17	A/C = 0.50
5	04-09-18	18-09-18	15.00	14	285.21	A/C = 0.50
6	04-09-18	18-09-18	15.00	14	285.82	A/C = 0.50

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
ING. FELISA A. JORJIMENDO GONZALES  
CENTRO DE PRODUCCION DE BIENES Y PRESTACION DE SERVICIOS

Fig. 88. Método de Walker: Ensayos de compresión simple (4)



**DISEÑO DE MEZCLA POR EL MÉTODO FULLER**  
**RELACIÓN DE A/C= 0.50** CEMENTO: SOL TIPO I

Solicita : INVESTIGACION

Obra : INFLUENCIA DE LOS PRINCIPALES METODOS DE DISEÑO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA EL BENEFICIO DE LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE ICA

Ubicacion : ICA

Fecha : ICA, 04 DE SETIEMBRE DEL 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



Ing. PROGRAMADO GRADUOS  
CENTRO DE PROMOCION DE BIENES  
Y PRESTACION DE SERVICIOS

Fig. 89. Diseño de mezcla Método de Fuller



### Ensayo de Compresión Simple en Probetas Standard de Concreto

SOLICITADO POR : INVESTIGACION

OBRA : INFLUENCIA DE LOS PRINCIPALES METODOS DE DISEÑO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA EL BENEFICIO DE LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE ICA

UBICACIÓN : ICA

TÉCNICO OPERADOR : Rene Canchari

LA PROBETA DE CONCRETO FUE ELABORADA Y ENSAYADA EN EL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, DANDO EL SIGUIENTE RESULTADO:

Cod.	Fecha Testigo	Fecha Ensayo	Diámet. (cms)	Edad (Dias)	Tensión Máx. kg/cm <sup>2</sup>	Descripción
1	04-09-18	11-09-18	15.00	7	264.78	A/C = 0.50
2	04-09-18	11-09-18	15.00	7	260.19	A/C = 0.50
3	04-09-18	11-09-18	15.00	7	261.76	A/C = 0.50
4	04-09-18	11-09-18	15.00	7	262.21	A/C = 0.50
5	04-09-18	11-09-18	15.00	7	260.24	A/C = 0.50
6	04-09-18	11-09-18	15.00	7	263.64	A/C = 0.50

Fig. 90. Método de Füller: Ensayos de compresión simple (1)



### Ensayo de Compresión Simple en Probetas Standard de Concreto

SOLICITADO POR : INVESTIGACION

OBRA : INFLUENCIA DE LOS PRINCIPALES METODOS DE DISEÑO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO PARA EL BENEFICIO DE LA POBLACION DE LA CIUDAD DE ICA

UBICACIÓN : ICA

TÉCNICO OPERADOR : Rene Canchari

LA PROBETA DE CONCRETO FUE ELABORADA Y ENSAYADA EN EL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, DANDO EL SIGUIENTE RESULTADO:

Cod.	Fecha Testigo	Fecha Ensayo	Diámet. (cms)	Edad (Días)	Tensión Máx. kg/cm <sup>2</sup>	Descripción
1	04-09-18	18-09-18	15.00	14	330.98	A/C = 0.50
2	04-09-18	18-09-18	15.00	14	325.24	A/C = 0.50
3	04-09-18	18-09-18	15.00	14	327.20	A/C = 0.50
4	04-09-18	18-09-18	15.00	14	327.76	A/C = 0.50
5	04-09-18	18-09-18	15.00	14	325.31	A/C = 0.50
6	04-09-18	18-09-18	15.00	14	329.54	A/C = 0.50



Fig. 91. Método de Fuller: Ensayos de compresión simple (2)



### Ensayo de Compresión Simple en Probetas Standard de Concreto

SOLICITADO POR : INVESTIGACION

OBRA : INFLUENCIA DE LOS PRINCIPALES METODOS DE DISEÑO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA EL BENEFICIO DE LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE ICA

UBICACIÓN : ICA

TÉCNICO OPERADOR : Rene Canchari

LA PROBETA DE CONCRETO FUE ELABORADA Y ENSAYADA EN EL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, DANDO EL SIGUIENTE RESULTADO:

Cod.	Fecha Testigo	Fecha Ensayo	Diámet. (cms)	Edad (Días)	Tensión Máx. kg/cm <sup>2</sup>	Descripción
1	04-09-18	02-10-18	15.00	28	430.27	A/C = 0.50
2	04-09-18	02-10-18	15.00	28	422.81	A/C = 0.50
3	04-09-18	02-10-18	15.00	28	425.35	A/C = 0.50
4	04-09-18	02-10-18	15.00	28	426.09	A/C = 0.50
5	04-09-18	02-10-18	15.00	28	422.90	A/C = 0.50
6	04-09-18	02-10-18	15.00	28	428.41	A/C = 0.50

Fig. 92. Método de Füller: Ensayos de compresión simple (3)



### Ensayo de Compresión Simple en Probetas Standard de Concreto

SOLICITADO POR : INVESTIGACION

OBRA : INFLUENCIA DE LOS PRINCIPALES METODOS DE DISEÑO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO PARA EL BENEFICIO DE LA POBLACION DE LA CIUDAD DE ICA

UBICACIÓN : ICA

TÉCNICO OPERADOR : Rene Canchari

LA PROBETA DE CONCRETO FUE ELABORADA Y ENSAYADA EN EL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, DANDO EL SIGUIENTE RESULTADO:

Cod.	Fecha Testigo	Fecha Ensayo	Diámet. (cms)	Edad (Dias)	Tensión Máx. kg/cm <sup>2</sup>	Descripción
1	04-09-18	11-09-18	15.00	7	249.84	A/C = 0.50
2	04-09-18	11-09-18	15.00	7	251.75	A/C = 0.50
3	04-09-18	11-09-18	15.00	7	253.45	A/C = 0.50
4	04-09-18	11-09-18	15.00	7	250.49	A/C = 0.50
5	04-09-18	11-09-18	15.00	7	251.05	A/C = 0.50
6	04-09-18	11-09-18	15.00	7	249.99	A/C = 0.50

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



Ing. Pío Arroyave  
CENTRO DE INVESTIGACION DE BIENES Y PRESTACION DE SERVICIOS

Fig. 93. Método de Fuller: Ensayos de compresión simple (4)



### Ensayo de Compresión Simple en Probetas Standard de Concreto

SOLICITADO POR : INVESTIGACION

OBRA : INFLUENCIA DE LOS PRINCIPALES METODOS DE DISEÑO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA EL BENEFICIO DE LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE ICA

UBICACIÓN : ICA

TÉCNICO OPERADOR : Rene Canchari

LA PROBETA DE CONCRETO FUE ELABORADA Y ENSAYADA EN EL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, DANDO EL SIGUIENTE RESULTADO:

Cod.	Fecha Testigo	Fecha Ensayo	Diámet. (cms)	Edad (Dias)	Tensión Máx. kg/cm <sup>2</sup>	Descripción
1	04-09-18	18-09-18	15.00	14	312.30	A/C = 0.50
2	04-09-18	18-09-18	15.00	14	314.69	A/C = 0.50
3	04-09-18	18-09-18	15.00	14	316.81	A/C = 0.50
4	04-09-18	18-09-18	15.00	14	313.11	A/C = 0.50
5	04-09-18	18-09-18	15.00	14	313.81	A/C = 0.50
6	04-09-18	18-09-18	15.00	14	312.49	A/C = 0.50

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
Ing. Tesis: ARMANDO GRADOS  
CENTRO DE PRODUCCION DE BIENES  
Y PRESTACION DE SERVICIOS

Fig. 94. Método de Füller: Ensayos de compresión simple (5)