



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Análisis comparativo entre la adición de ceniza de desperdicios avícolas y aditivo plastificante en las propiedades del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en columnas para edificaciones, Ventanilla-2023

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Puma Acurio, Juan Jherson (orcid.org/0000-0002-6146-7611)  
Muñoz Tantalean, Víctor Frances (orcid.org/0000-0002-2250-9217)

**ASESOR:**

Mg. Huaroto Casquillas, Enrique Eduardo (orcid.org/0000-0002-8757-6621)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA – PERÚ**

**2023**

## **Dedicatoria**

Este trabajo está dedicado a Dios, a mi familia y especialmente a mi padre Víctor Muñoz Collazos el cual ha sido el pilar para mi formación como profesional, y a mis amigos por la motivación que brindaron durante todo este tiempo.

*Frances Muñoz Tantalean*

Dedico este trabajo a Dios, a mis familiares especialmente a mi madre, mi esposa y mis hijos que son la alegría de mi vida y por quienes me esfuerzo en ser mejor persona y en adelante, un profesional ejemplar.

*Juan Jherson Puma Acurio*

### **Agradecimiento**

Agradecemos a Dios, por permitirnos culminar esta etapa profesional. A nuestra alma mater la Universidad Cesar Vallejo, por contribuir en nuestro desarrollo profesional.

A mis padres que lo dieron todo por mí, mediante sus enseñanzas nos inculcaron valores como la honestidad, integridad, lealtad y amor al prójimo. A todos mis compañeros, que colaboraron, mediante sus valiosas opiniones, en el desarrollo de este proyecto.

*Frances Muñoz Tantalean*

A los maestros que nos han adoctrinado en nuestro camino a la experticia con verdadera vocación hacia nuestra profesión. A mi familia, por su incomparable apoyo y soporte, quienes son mi razón de ser y me impulsan a continuar aprendiendo cada día más.

*Juan Jherson Puma Acurio*

## Índice de contenidos

I.	INTRODUCCION	1
II.	MARCO TEÓRICO	5
III.	METODOLOGÍA	22
	3.1. Tipo y diseño de investigación	22
	3.2. Variables y operacionalización	22
	3.3. Población, muestra y muestreo	24
	3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	26
	3.5. Procedimientos	27
	3.6. Método de análisis de datos	28
	3.7. Aspectos éticos	29
IV.	RESULTADOS	30
V.	DISCUSION	101
VI.	CONCLUSIONES	105
VII.	RECOMENDACIONES	107
	REFERENCIAS	108
	ANEXOS	116

## Índice de tablas

Tabla 1: Composición química de la ceniza de bagazo de caña de azúcar	5
Tabla 2: Resistencia del concreto a los 28 días con ceniza de carbón	8
Tabla 3: Tiempo de fraguado con aditivo de ceniza volante	10
Tabla 4: Contenido de nutrientes de residuos avícolas	13
Tabla 5: Matriz de operacionalización	23
Tabla 6. Tabulación de muestras	34
Tabla 7. Análisis de composición química elemental de las cenizas a 600°C de la muestra	36
Tabla 8. Análisis de composición química elemental de las cenizas a 700°C de la muestra	36
Tabla 9. Análisis de composición química elemental de las cenizas a 800°C de la muestra	37
Tabla 10. Resultados en (%) para las muestras obtenidas a diferentes temperaturas.	37
Tabla 11. Este tipo de ensayo se mide la trabajabilidad el concreto.	39
Tabla 12. Normas para los ensayos de las propiedades de los agregados	40
Tabla 13. Análisis de la distribución de tamaños de la piedra chancada.	48
Tabla 14. Análisis de la distribución de tamaños de la arena gruesa	49
Tabla 15. Atributos y cualidades de los agregados	50
Tabla 16. Análisis de tamaños de la ceniza de desperdicios avícolas.	50
Tabla 17. Resistencia promedio requerida	51
Tabla 18. Contenido de aire en función del tamaño máximo nominal del AG	52
Tabla 19. Volumen de agua según slump y tamaño máximo nominal de AG	52
Tabla 20. Proporción a/c función de la resistencia a la compresión a los 28 días	53
Tabla 21. Coeficiente utilizado para estimar el peso del agregado grueso basado en su tamaño máximo nominal	54

Tabla 22. Volumen de cada material necesario por metro cúbico en el diseño de mezcla patrón	56
Tabla 23. Proporción de materiales por metro cúbico en el diseño de mezcla con la incorporación de aditivo plastificante.	57
Tabla 24. Proporción de materiales por metro cúbico en el diseño de mezcla con un contenido del 5% de ceniza.	58
Tabla 25. Proporción de materiales por metro cúbico en el diseño de mezcla con un contenido del 10% de ceniza.	58
Tabla 26. Proporción de materiales por metro cúbico en el diseño de mezcla con un contenido del 15% de ceniza.	59
Tabla 27. Atributos y cualidades de las mezclas experimentales de las propiedades físicas.	63
Tabla 28. Atributos y cualidades de las mezclas en fase de experimentación	67
Tabla 29. Atributos y propiedades de las mezclas en proceso de experimentación	68
Tabla 30. Resultados de pruebas de compresión realizadas a los 7 días en muestra de referencia o estándar	72
Tabla 31. Resultados de pruebas de compresión realizadas a los 14 días en muestra de referencia o estándar	73
Tabla 32. Resultados de pruebas de compresión realizadas a los 28 días en muestra de referencia o estándar	74
Tabla 33. Resultados de pruebas de compresión realizadas a los 7 días en muestras de referencia o estándar con la incorporación de un aditivo	76
Tabla 34. Resultados de pruebas de compresión realizadas a los 14 días en muestras de referencia o estándar con la incorporación de un aditivo	77
Tabla 35. Resultados de pruebas de compresión realizadas a los 28 días en muestras de referencia o estándar con la incorporación de un aditivo	78
Tabla 36. Resultados de pruebas de compresión realizadas a los 7 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 5%.	81

Tabla 37. Resultados de pruebas de compresión realizadas a los 14 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 5%.	82
Tabla 38. Resultados de pruebas de compresión realizadas a los 28 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 5%.	83
Tabla 39. Resultados de pruebas de compresión realizadas a los 7 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 10%.	85
Tabla 40. Resultados de pruebas de compresión realizadas a los 14 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 10%.	86
Tabla 41. Resultados de pruebas de compresión realizadas a los 28 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 10%.	87
Tabla 42. Resultados de pruebas de compresión realizadas a los 7 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 15%	89
Tabla 43. Resultados de pruebas de compresión realizadas a los 14 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 15%.	90
Tabla 44. Resultados de pruebas de compresión realizadas a los 28 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 15%.	91
Tabla 45. Para este caso se va emplear los dos métodos de prueba que normalmente se emplean.	95
Tabla 46. Prueba de normalidad a muestras experimentales resistencia a la compresión	96
Tabla 47. Prueba de homogeneidad de varianzas	97
Tabla 48. Prueba ANOVA para la resistencia a la compresión	98
Tabla 49. Prueba de Tukey para la resistencia a la compresión	99

## Índice de figuras

Figura 1: Relación entre porosidad y porcentaje de ceniza volante	6
Figura 2: Resistencia a la compresión según porcentaje de ceniza volante	9
Figura 3: Contenido de nutrientes de residuos avícolas	12
Figura 4: La capacidad de resistir la fuerza de compresión del concreto	15
Figura 5: Cámara de aire vertical	15
Figura 6: Evaluación del slump	17
Figura 7: Tipos de aditivos químico-sintéticos	19
Figura 8: Pasos a seguir para la elaboración de una mezcla.	20
Figura 9: Técnica de microscopía de rayos X	21
Figura 10: Localización geográfica del área de investigación	30
Figura 11: Recolección de residuos o desechos generados por la industria avícolas	31
Figura 12: Cemento Portland Tipo I	31
Figura 13: Aditivo Sika Cem	32
Figura 14: Cantera “Romaña”	33
Figura 15: Extracción de desperdicios avícolas para el estudio	33
Figura 16: Muestra de desperdicios	34
Figura 17: Proceso de calcinación de las muestras de desperdicios avícolas	35
Figura 18: Cenizas de desperdicios avícolas a diferentes temperaturas	35
Figura 19: Análisis de composición química usando el espectrómetro de fluorescencia de rayos X de energía dispersa (SHIMADZU, EDX-800HS)	35
Figura 20: Proceso de obtener la muestra de AG	41
Figura 21: Procedimiento de fraccionar el AG.	41
Figura 22: Procedimiento de dividir AF.	42
Figura 23: Elección de la muestra representativa de agregados	42
Figura 24: Prueba de la densidad seca del agregado grueso.	43
Figura 25: Prueba de la densidad seca de agregado fino.	43
Figura 26: Prueba de la densidad del agregado fino bajo compactación	44
Figura 27: Prueba de la densidad del agregado grueso bajo compactación	44
Figura 28: Prueba de densidad y capacidad de absorción del agregado	45
Figura 29: Método de clasificación del agregado grueso mediante el tamizado.	46

Figura 30: Estudio de la distribución de tamaños de las partículas en el agregado grueso	46
Figura 31: Método de clasificación del agregado fino mediante el tamizado.	47
Figura 32: Estudio de la distribución de tamaños de las partículas en el agregado grueso	47
Figura 33: Representación gráfica de la distribución de tamaños del agregado grueso $\frac{3}{4}$ "	48
Figura 34: Representación gráfica de la distribución de tamaños del agregado fino	49
Figura 35: Representación gráfica de la distribución de tamaños desperdicios avícolas	51
Figura 36: Influencia de la relación agua cemento en la resistencia	53
Figura 37: Prueba del contenido de aire en el concreto que contiene ceniza proveniente de desperdicios avícolas	60
Figura 38: Prueba del contenido de aire en el concreto de referencia o estándar	60
Figura 39: Prueba del contenido de aire en el concreto de referencia o estándar con la adición de un aditivo	61
Figura 40: Prueba del asentamiento en el concreto de referencia o estándar	62
Figura 41: Prueba del asentamiento en el concreto de referencia o estándar con la incorporación de un aditivo	62
Figura 42: Prueba del asentamiento en el concreto que contiene ceniza proveniente de desperdicios avícolas.	63
Figura 43: Colocación de muestras de concreto de referencia o estándar en probeta	64
Figura 44: Colocación de muestras de concreto de referencia o estándar con la incorporación de un aditivo en probetas	65
Figura 45: Colocación de muestras de concreto que contienen ceniza proveniente de desperdicios avícolas en probetas	65
Figura 46: Diagrama indicativo de la resistencia en relaciona al tiempo de fragua	69
Figura 47: Período de fraguado y endurecimiento del concreto con la adición del aditivo Sika Cem	69
Figura 48: Período de fraguado y endurecimiento del concreto con la incorporación de desperdicios en un 5%.	70

Figura 49: Período de fraguado y endurecimiento del concreto con la incorporación de desperdicios en un 5%.	71
Figura 50: Período de fraguado y endurecimiento del concreto con la incorporación de desperdicios en un 15%.	71
Figura 51: Diferencias o variaciones en las resistencias a compresión a los 7 días en las muestras de referencia o estándar	72
Figura 52: Diferencias o variaciones en las resistencias a compresión a los 14 días en las muestras de referencia o estándar	73
Figura 53: Diferencias o variaciones en las resistencias a compresión a los 28 días en las muestras de referencia o estándar	74
Figura 54: Valor promedio de las resistencias a compresión a los 7, 14 y 28 días en las muestras de referencia o estándar	75
Figura 55: Nivel de resistencia relacionado con la proporción agua-cemento	76
Figura 56: Diferencias o variaciones en las resistencias a compresión a los 7 días en las muestras de referencia o estándar con la incorporación de un aditivo	77
Figura 57: Diferencias o variaciones en las resistencias a compresión a los 14 días en las muestras de referencia o estándar con la incorporación de un aditivo	78
Figura 58: Diferencias o variaciones en las resistencias a compresión a los 28 días en las muestras de referencia o estándar con la incorporación de un aditivo	79
Figura 59: Valor promedio de las resistencias a compresión a los 7, 14 y 28 días en las muestras de referencia o estándar con la incorporación de un aditivo.	79
Figura 60: Nivel de resistencia relacionado con la proporción entre agua y cemento	80
Figura 61: Diferencias o variaciones en las resistencias a compresión a los 7 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 5%.	81
Figura 62: Diferencias o variaciones en las resistencias a compresión a los 14 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 5%	82
Figura 63: Diferencias o variaciones en las resistencias a compresión a los 28 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 5%	83
Figura 64: Diferencias o variaciones en las resistencias a compresión a los 28 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 5%.	84
Figura 65: Nivel de resistencia relacionado con la proporción entre agua y cemento	84

Figura 66: Diferencias o variaciones en las resistencias a compresión a los 7 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 10%.	85
Figura 67: Diferencias o variaciones en las resistencias a compresión a los 7 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 10%	86
Figura 68: Diferencias o variaciones en las resistencias a compresión a los 7 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 10%.	87
Figura 69: Valor promedio de las resistencias a compresión a los 7, 14 y 28 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 10%.	88
Figura 70: Nivel de resistencia asociado a la proporción entre agua y cemento.	88
Figura 71: Diferencias o variaciones en las resistencias a compresión a los 7 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 15%.	89
Figura 72: Diferencias o variaciones en las resistencias a compresión a los 14 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 15%.	90
Figura 73: Diferencias o variaciones en las resistencias a compresión a los 28 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 15%.	91
Figura 74: Valor promedio de las resistencias a compresión a los 7, 14 y 28 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 15%.	92
Figura 75: Nivel de resistencia relacionado con la proporción entre agua y cemento	92
Figura 76: Paridad de resistencia de muestras experimentales y muestras patrón a los 7 días.	93
Figura 77: Paridad de resistencia de muestras experimentales y muestras patrón a los 14 días.	94
Figura 78. Paridad de resistencia de muestras experimentales y muestras patrón a los 28 días.	94

## RESUMEN

En la actualidad, en la industria de la construcción, existe la necesidad de presentar viables y ecológicas alternativas para sustituir los agregados del concreto con opciones que puedan también potenciar sus propiedades físicas y mecánicas, por ende, mediante esta investigación podemos ofrecer una iniciativa que le otorgue relevancia a los residuos avícolas que abundan en la región y al mismo tiempo reducir los costos comparado con el aditivo plastificante Sika. El objetivo que se persigue es comparar la influencia del aditivo plastificante Sika como sustituto parcial del cemento en sus propiedades físicas y mecánicas del concreto, mediante las pruebas de asentamiento y resistencia a la compresión. La metodología que se emplea es de tipo experimental y aplicada. La modificación se realizó en proporciones del 5%, 10% y 15%. Se elaboraron 45 probetas cilíndricas y se analizaron sus propiedades, obteniendo un resultado favorable con el de 10% de adición de ceniza como sustitución del cemento patrón con una significativa mejora y tiene un costo de producción favorable con un ahorro de S/.2.00 por metro cúbico, optimizando la resistencia a compresión, manteniendo la trabajabilidad en un menor tiempo de fraguado, por lo tanto, representa una alternativa potencial para su uso.

**Palabras clave:** Ceniza de desperdicios avícolas, aditivo plastificante, edificaciones

## **ABSTRACT**

At present, in the construction industry, there is a need to present viable and ecological alternatives to replace concrete aggregates with options that can also enhance their physical and mechanical properties, therefore, through this research we can offer an initiative that gives relevance to the poultry waste that abounds in the region and at the same time reduce costs compared to the plasticizing additive Sika. The objective is to compare the influence of the plasticizing additive Sika as a partial substitute for cement on its physical and mechanical properties of the concrete, through settling and compressive strength tests. The methodology used is experimental and applied. The modification was made in proportions of 5%, 10% and 15%. 45 cylindrical specimens were made and their properties were analyzed obtaining a favorable result with the 10% addition of ash as a replacement of the standard cement with a significant improvement and has a favorable production cost with a saving of S/.2.00 per cubic meter, optimizing compressive strength maintaining workability in a shorter setting time, therefore, represents a potential alternative for its use.

**Keywords:** Ash from poultry waste, plasticizer additive, buildings

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación se realizó en Ventanilla como una alternativa de solución a fin mitigar la contaminación ambiental que representa la industria del cemento en dicha comunidad, a través de la sustitución de parte de la mezcla por un aditivo proveniente de los residuos avícolas, que abundan en la zona y al que se le busca dar un mejor uso integrándola en diversas proporciones sustituyendo parte del cemento, manteniendo e incluso alcanzando mejoras en sus principales propiedades tanto físicas y como mecánicas. Además, se destaca su viabilidad comparada con el uso de aditivos químico-sintéticos, en cuanto al desempeño obtenido en los ensayos de laboratorio como en el proceso de fabricación y costo de producción; sin dejar de considerar los efectos medioambientales de la aplicación de ambos tipos de aditivo y determinar el más adecuado y sostenible.

Bajo dicho panorama, se formuló el problema general: ¿Qué diferencias presentan el uso de la ceniza de desperdicios avícolas en las propiedades mecánicas y físicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , en comparación con la aplicación de aditivo plastificante?, y los problemas específicos: primero, ¿Cuál es la influencia de la ceniza de desperdicios avícolas en la trabajabilidad del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  comparado con el uso de aditivo plastificante?; segundo, ¿Cuál es la influencia de la ceniza de desperdicios avícolas en el contenido de aire del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  comparado con el uso de aditivo plastificante?; tercero, ¿Cuál es la influencia de la ceniza de desperdicios avícolas en el tiempo de fragua del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  comparado con el uso de aditivo plastificante?; y cuarto, ¿Cuál es la influencia de la ceniza de desperdicios avícolas en la resistencia a compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  comparado con el uso de aditivo plastificante?.

La investigación se enfoca en estudiar las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  resultantes de la sustitución de parte de la mezcla por ceniza de desperdicios avícolas en porcentajes establecidos por el equipo investigador, de acuerdo a los antecedentes revisados. Dicha sustitución se realizó en volumen es proporciones definidas, tomando como referencia una

muestra como grupo de control que se compone de probetas de concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  si modificar; los otros dos grupos consisten en sustituir parte de la misma mezcla con cenizas y el otro con aditivo plastificante para comparar su desenvolvimiento bajo los ensayos designados. En las muestras con aditivo de ceniza, se seccionó en 4 partes, con los porcentajes añadidos de 5% 10%, 15% y 20% respectivamente.

El trabajo investigativo posee como justificación ambiental, con base en el empleo de desperdicios provenientes de las granjas avícolas como aditivos para la elaboración del concreto, que por ser elementos contaminantes y biodisponibles, y que no son gestionados adecuadamente por su abundancia y complejidad de manejo, terminando así dispersos en el entorno inmediato provocando contaminación nociva para las comunidades adyacentes. Se defina así, una justificación social, al presentar una alternativa de solución gracias a los saberes adquiridos en la universidad y por el beneficio de la sociedad, que es uno de los pilares de la formación profesional que se forja como parte del perfil de todo investigador. Además, se justifica de manera técnica, ya que, se analizó la posibilidad del reemplazo de los aditivos del concreto, ofreciendo una estrategia de generar nuevos conocimientos, a fin de diseñar concreto a través de la sustitución de la mezcla por aditivo de ceniza, mejorando significativamente sus propiedades físicas y mecánicas. Así mismo, se justifica de manera metodológica, por presentar diversos instrumentos como el uso de fichas de observación, lista de cotejo para la recolección de resultados de los distintos ensayos con el propósito de establecer los cambios que presenten las probetas en su desempeño en el laboratorio luego de ser sometidas a los ensayos bajo estándares establecidos y en porcentajes adecuados.

En este contexto, se establece como objetivo general, comparar los resultados de la adición de cenizas de desperdicios avícolas y el uso de aditivos químico-sintéticos en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Ventanilla-2022; y como objetivos específicos se presentan los siguientes, objetivo específico 1, evaluar la diferencia resultante de la adición de cenizas de desperdicios avícolas en comparación con el uso de aditivo plastificante en la resistencia a compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Ventanilla-2022; objetivo específico 2, evaluar la diferencia resultante de la adición de cenizas de

desperdicios avícolas en comparación con el uso de aditivo plastificante en la trabajabilidad del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Ventanilla-2022; objetivo específico 3, evaluar la diferencia resultante de la adición de cenizas de desperdicios avícolas en comparación con el uso de aditivo plastificante en el contenido de aire del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Ventanilla-2022, y el objetivo específico 4, evaluar la diferencia resultante de la adición de cenizas de desperdicios avícolas en comparación con el uso de aditivo plastificante en el tiempo de fragua del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Ventanilla-2022.

Considerando lo anterior, se establece como hipótesis general se expone que: Si se adicionan cenizas de desperdicios avícolas en la elaboración del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , se alcanzarán similares resultados en las propiedades mecánicas y físicas en comparación con el uso de aditivos químico-sintéticos. Y como hipótesis específicas se reconocen las siguientes hipótesis; hipótesis específica 1, agregar cenizas de desperdicios avícolas en la elaboración del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , es mejor para su resistencia a compresión que el uso de aditivos químico-sintéticos; hipótesis específica 2, agregar cenizas de desperdicios avícolas en la elaboración del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , es mejor para su trabajabilidad que el uso de aditivos químico-sintéticos; hipótesis específica 3, agregar cenizas de desperdicios avícolas en la elaboración del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , es mejor para su contenido de aire que el uso de aditivos químico-sintéticos; hipótesis específica 4, agregar cenizas de desperdicios avícolas en la elaboración del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , es mejor para su tiempo de fragua que el uso de aditivos químico-sintéticos.

Lo anteriormente mencionado se encuentra detallado en el capítulo I de la investigación, además de información necesaria sobre las hipótesis, justificación y la realidad problemática sobre la que se sustenta el presente trabajo. En el capítulo II se exponen las bases teóricas y antecedentes de investigación de los cuales se tomó referencia para estructurar los fundamentos que guiaron el proceso investigativo. Aquí se encuentran expuestos también los saberes necesarios para comprender el trabajo final, tales como definiciones de término básicos y detalle de los ensayos a los que se han de someter las probetas diseñadas. En el capítulo III, se muestran los datos de metodología establecidos según el tipo de investigación a la que corresponde la presente. Aquí se explican

el nivel y diseño de investigación, así como las variables seleccionadas con sus respectivas definiciones conceptual y operacional; seguido de su operacionalización y selección de muestra según la población establecida. También se detalla información acerca de los instrumentos y procedimientos estipulados para recolectar los datos necesarios que servirán para su posterior análisis y exposición. Finalmente, en el capítulo IV, se especifica la información económica acerca del presupuesto definido, los recursos necesarios y el cronograma de ejecución para concluir satisfactoriamente la investigación.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### Antecedentes

El estudio del concreto en la práctica constructiva ha tomado enfoque más compatible con el medio ambiente y económicamente sostenible, empleando sustitutos más biodisponibles que no afecten o incluso mejoren las características más relevantes y esperables de la construcción resultante.

Chumioque y Villegas (2019) presentaron en su artículo científico el alcance obtenido por la incorporación de ceniza de corteza de caña en la preparación de hormigón para determinar cómo influye en sus propiedades mecánicas; para lo cual se realizó una investigación mixta donde se diseñaron mezclas de hormigón diversas proporciones de ceniza y residuos de vidrio, para cada una se prepararon 5 cilindros de 0,1 m de diámetro y 0,2 m de longitud. En el diseño mezcla se empleó cemento tipo Portland y ceniza proveniente de los hornos que usan bagazo de caña como recurso principal en la producción de panela. Las densidades específicas fueron establecidas según lo indicado en la metodología ASTM C 188-95; la composición química fue determinada tras el examen de fluorescencia de rayos x y la resistencia final del concreto obtenido se midió con un equipo de compresión Pilot. Se destaca a continuación, la composición hallada en este tipo de ceniza por tener altos índices del compuesto derivado del silicio, principal elemento que compone el cemento Portland.

**Tabla 1.** *Composición química de la ceniza de bagazo de caña de azúcar*

Dióxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> )	69.45%
Óxido de Magnesio (MgO)	11.26%
Óxido de Potasio (K <sub>2</sub> O)	8.35%
Óxido de Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	5.85%
Óxido de Calcio (CaO)	3.29%
Óxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1.21%
Óxido de Azufre (SO <sub>3</sub> )	0.31%
Óxido de Zinc (ZnO)	0.17%

Fuente: LABICER-UNI en Chumioque y Villegas (2019)

Los resultados obtenidos demostraron que, a mayor cantidad de corteza de caña, se logra incrementar el esfuerzo a compresión simple del hormigón; debido a los altos niveles  $\text{SiO}_2$  (dióxido sílice) que posee. Por lo tanto, se concluyó que esta práctica contribuiría significativamente a optimizar dicho recurso y a reducir en un aproximado de 14-15% la emanación de  $\text{CO}_2$  por cada  $\text{m}^3$  de hormigón.

Meneses y Díaz (2019) investigaron en su tesis la efectividad de añadir ceniza volante en el mortero para evitar la inmersión de iones cloruro que disminuyan su resistencia a la compresión. Con un estudio de tipo aplicado se elaboraron muestras de preparación de mortero en probetas y se analizaron a los 7, 14 y 28 días a través de la prueba de inmigración del ion cloruro (NT. -BUILD 492). Se logró demostrar que mientras mayor sea la proporción de ceniza añadida, ingresa mayor cantidad de iones cloruro al concreto; ello ocasiona que la resistencia y durabilidad se vean afectadas considerablemente. Dicha porosidad permite el ingreso de fluidos y disminuye su resistencia y compactación, según se indica en la figura:

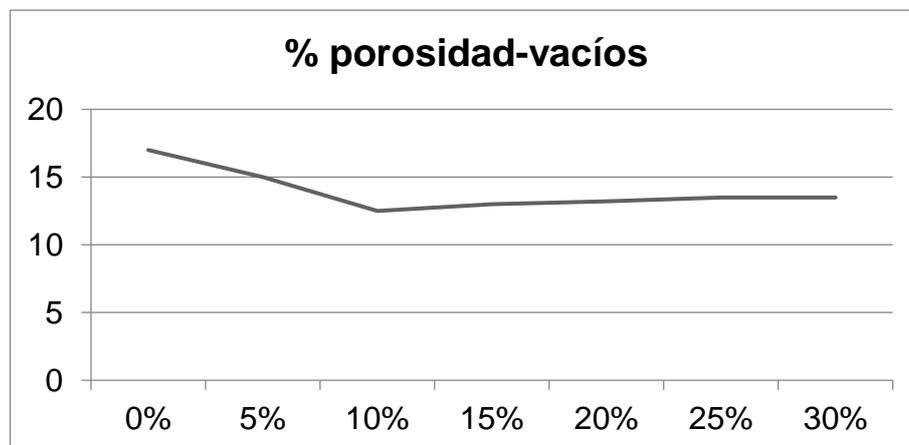


Figura 1. Relación entre porosidad y porcentaje de adición de ceniza volante

Por lo tanto, se concluye que la ceniza empleada no resultó adecuada para los fines estimados, posiblemente por su baja pureza; por lo que se abre la oportunidad de indagar cenizas de diferente origen. Además de considerar, siempre que sea posible, porcentajes menores o iguales a 10% de aditivo de ceniza por su eficacia demostrada.

Godoy y Gándara (2018) presentaron un artículo científico basado en una revisión bibliográfica acerca de las características resultantes de añadir ceniza

volante al concreto. A través de un estudio cualitativo de tipo explicativo, se analizaron diversas fuentes pudiendo concluir que el uso de cenizas en la preparación del concreto, mejora varias propiedades del mismo y disminuye significativamente la emisión de CO<sub>2</sub> en un 25-30% en promedio comparado con la aplicación del concreto con aditivos tradicionales.

Burguet (2015) demostró en su tesis doctoral a través de un estudio experimental, que la ceniza de residuos avícolas, al ser aplicada en el proceso de producción de biomasa, resulta una alternativa certera para reducir la humedad del producto final y las emanaciones de gases edificadores. Tras un análisis de campo en 20 granjas irlandesas, de las cuales se extrajeron los residuos para exponerlos a combustión y que posteriormente sean sus cenizas usadas como biomasa; al aplicar las pruebas con tubos colorimétricos Gastec para determinar la emisión de amoníaco y el analizador de humedad MS-70 en las muestras de gallinaza, se halló que las emisiones no superaron las 10 ppm en comparación con las 35 ppm que usualmente se desprende. Además, se concluyó que la humedad de las muestras estudiadas, que usualmente alcanza el 47% en muestras no tratadas, solo denotaron 27% de humedad, lo cual confirma la hipótesis de que este tipo de residuos y su ceniza resulta beneficiosa como fuente de energía renovable y como insumo para procesos que requieran minimizar el uso de agua y a la vez representen una actividad eco-sostenible.

A nivel nacional también se estudiaron estos escenarios, aunque con ligeras variaciones, pues los resultados obtenidos son específicos a la composición diversa que tienen estos residuos en territorio peruano bajo las condiciones medioambientales que se le atribuye.

Escalante y Huamán (2020) presentaron una tesis acerca de las repercusiones que agregar cenizas de carbón puede tener en el concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ; siendo un estudio experimental y de tipo aplicado, se aplicó un muestreo aleatorio con un total de entre 36 probetas para su análisis; con proporciones de aditivo del 9%, 14% y 23% y según la N.T.P. E060 se determinó que la compresión del concreto fue la

fue la propiedad que demostró mejoras notables, siendo finalmente de 261.4 Kg/cm<sup>2</sup> en la muestra con menor proporción de ceniza añadida.

**Tabla 2.** Resistencia del concreto a los 28 días con aditivo de ceniza de carbón

Cantidad de muestras	Fecha de vertido	Fecha de fractura	fuerza alcanzada	Área	Capacidad de resistencia a la compresión
N°	día	día	kgf	Cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
1	24/09/2020	22/10/2020	20528.7	78.5	261.4
2	24/09/2020	22/10/2020	20459.8	78.5	260.5
3	24/09/2020	22/10/2020	20385.0	78.5	259.5

Fuente: Escalante y Huamán (2022)

De aquello se concluye que, mientras el agregado sea menor al 10% del total, a los 28 días la compresión se verá positivamente afectada y tomando en cuenta que las cenizas deben someterse a una nueva combustión antes de su uso para reactivar sus propiedades y llegar a resultados similares.

Huaquisto y Belizario (2018) en su artículo científico trabajaron un caso similar mediante un estudio cuantitativo, comparativo y no experimental y empleando variables similares (porcentaje de ceniza y resistencia a la compresión); a través de un análisis de laboratorio se determinó la composición química de las cenizas utilizadas y los hallazgos sobre la capacidad al esfuerzo a compresión de los cementos elegidos para las 60 muestras de prueba. Uno de sus resultados más relevantes para el tema tratado, es que dicha propiedad del concreto sufre un aumento similar a una curva invertida, lo que significa que llega a su máximo valor de acuerdo al porcentaje de ceniza añadida y la cantidad de días que transcurren; en tal momento es cuando empieza a disminuir considerablemente cuando se aumenta el aditivo de ceniza.

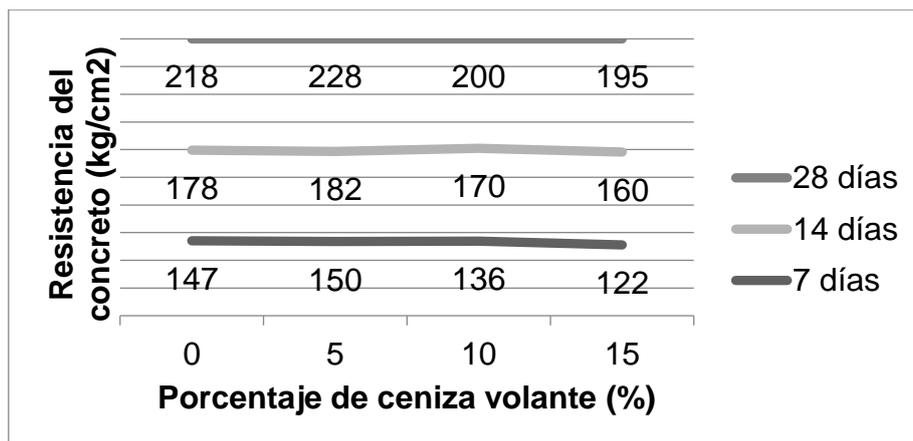


Figura 2. Resistencia a la compresión según porcentaje de ceniza volante

Explicaron también que las cenizas añadidas fueron efectivas para mejorar y capacidad a la resistencia a compresión del concreto debido a altos índices de sulfatos que contenía la ceniza ( $\text{SiO}_2$ ); también hallaron que la porosidad disminuye considerablemente debido a la carbonatación durante el curado, además de otorgarle mayor trabajabilidad, durabilidad y por representar un aditivo de bajo costo y abundante.

Martinez y Oyanguren (2019) en su tesis indagaron acerca de la efectividad de añadir ceniza proveniente de la combustión de cáscaras de arroz al concreto para evitar la corrosión submarina y efecto de sulfatos externos; para lo cual desarrollaron una investigación correlacional y de diseño experimental, donde elaboraron diversas muestras con distintas concentraciones (5,10 y 15%), que seguidamente sometieron a pruebas de granulometría, peso específico y Slump. Los resultados demostraron que las muestras con menor concentración de aditivo, aumenta la resistencia esperada; sin embargo, la vulnerabilidad de la mezcla para ser afectada por el ingreso de iones cloruro se incrementa cuando la adición es menor, por lo que se concluye que si bien la resistencia mejora cuando el porcentaje es menor a 10%, la penetración de sulfatos y iones corrosivos es mayor a dicha concentración. Por tanto, añadir cenizas de cáscara de arroz resulta efectiva en sus propiedades mecánicas, pero simultáneamente no protege el concreto en condiciones similares (submarinas) de la corrosión.

Patiño y Venegas (2017) estudiaron el desempeño de la ceniza de carbón flotante en una combinación de concreto empleando residuos de una central termoeléctrica de la localidad del Cusco. En el estudio, experimental y

cuantitativa, se elaboraron probetas de 10x20 cm y viguetas de 15x15x50 cm para los ensayos de esfuerzo a la compresión y a la flexión. En el mismo orden, en periodos de 7, 14 y 28 días bajo la normativa especificada en ACI 211 para el diseño de la mezcla que contenía 10, 20 y 30% de aditivo para su comparación final. Se realizaron pruebas para calcular el tiempo inicial de fraguado mediante la prueba de la aguja de Vicat, comparando los resultados en los porcentajes mencionados.

**Tabla 3.** *Tiempo de fraguado alcanzado con aditivo de ceniza volante*

Categoría de la muestra.	Tiempo de inicio de fraguado.	Periodo de fragua
Concreto patrón	167min > 45 min	278 min < 375max
Concreto con 10% de ceniza	182min > 45 min	268 min < 375max
Concreto con 20% de ceniza	165min > 45 min	268 min < 375max
Concreto con 30% de ceniza	130min > 45 min	258 min < 375max

Fuente: Patiño y Venegas (2017)

De los resultados apreciados, concluyeron que el tiempo de fragua inicial es mayor cuando se adiciona ceniza volante sustituyendo 10% de la mezcla de concreto, lo cual la define como la más óptima para el ámbito práctico, que en este caso específico, una modificación en su fraguado resultaría muy beneficiosa. Además; a través del ensayo slump basado en la Norma Técnica Peruana 339.034 2015 y el método de prueba para evaluar la resistencia a la flexión del Material de construcción compuesto por agregados, cemento y agua. siguiendo la NTP 300.078; se determinó que el concreto diseñado alcanzó sin superar los niveles mínimos esperados, aunque representa un insumo cuya aplicación en la ingeniería civil sería de mucho provecho en comparación con su perjudicial acumulación y cuyo costo de producción implica una propuesta sostenible; los resultados que arroja la investigación determinan que la ceniza proveniente de centrales termoeléctricas no sería la más óptima en territorio nacional debido a su composición (abundante en calcio) y los factores climáticos que influyen en ella.

Ccopa (2019) estimó en su tesis que el uso de residuos sólidos resultantes de la quema o combustión de materiales. de cascarilla de granos de arroz, en la preparación de bloques para estructuras verticales de concreto, representaría un

ahorro significativo en los costos de producción tradicional. Por ello, a través de una investigación experimental y cuantitativa, elaboró 24 probetas con concentraciones de 5,10 y 15%; que se llevaron a estudios de laboratorio, slump y de tracción. También calculó a detalle los costos que implicaron elaborar dichas mezclas; llegando a la conclusión de que efectivamente esta clase de ceniza resulta beneficiosa para obtener mejoras en las propiedades mecánicas elegidas, como ejemplo se expone que la mejor resistencia de una probeta sin aditivo fue de 251.8 kg/cm<sup>2</sup> y el de una probeta con 5% de aditivo fue de 242.8 kilogramos por centímetro cuadrado después de transcurridos 28 días de curado, y también manifestó que este proceso permite un ahorro del 6% en relación a los gastos usuales de fabricación sin adición de ceniza.

Dado que las cenizas de fuentes orgánicas, han tomado protagonismo y relevancia en el rubro de la construcción, se ha planteado la interrogante del porqué usar ciertas cenizas, ya el manejo de dichos residuos que se aplica hasta la actualidad en la capital peruana es desfavorable y amerita una mejor conducción en busca de minimizar costos de producción de cemento y a la vez no generar aún más contaminación que esta última en comparación.

Sánchez (2016) y Fuentes (2014) han estudiado el tratamiento de residuos principalmente sólidos en las granjas avícolas del país, y han determinado que las consecuencias de la gestión actual en dichos establecimientos son en su mayoría negativas; efectos tales como la contaminación de aguas subyacentes, alteración de sus propiedades que causan malos olores y proliferación de moscas; en contraste con la sola ventaja socioeconómica de generación de empleo; por lo que ha sugerido establecer mejores fines para estos residuos en lugar de exponerlos a la intemperie o convertirlos indiscriminadamente en abono (sin otorgar las condiciones adecuadas) incrementando su desperdicio y la contaminación del entorno inmediato.

Álvarez (2021) en su estudio cuasiexperimental, analizó la relación que existe entre el proceso al que se exponen los residuos y los beneficios del que atribuyen a una distribuidora avícola de Lima, y obtuvo una confiabilidad basada en la medida de correlación no paramétrica de Spearman que alcanzó un puntaje final de 0,435 ( $p$ -valor<0,05); lo que implica que, a mayor procesamiento de los

residuos, mayores serán los beneficios (utilidades y de sostenibilidad) para la empresa.

Estas conclusiones invitan a considerar la manipulación (no exagerada) de los residuos avícolas para que puedan ser comercializados a distintos sectores, como al de construcción, y a la vez beneficien ecológica y económicamente a ambas industrias. Finalmente quedaría fundamentar la viabilidad de este tipo de cenizas en el reemplazo del cemento, a través de una revisión de su composición química y compatibilidad como aditivo funcional.

Carhuancho, Ramírez y Guerrero (2015); Trujillo et al. (2019) y Palomino et al. (2019) revisaron la composición de la gallinaza, pollinaza, entre otros residuos sólidos, semisólidos y líquidos obtenidos de las granjas avícolas; tras ser sometidos a muy poca manufacturación, resultaron ser fuentes con buena concentración de nitrógeno (y sus derivados), potasio, fósforo y calcio, magnesio y fierro en menor proporción.

BIOCHAR	Rep	N (mg/kg)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Na (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Gallinaza (GG)	R0	1,9	20578,72	34835,73	7920,46	269822,48	56,51	6363,08	87539,58	493,95	425,53
	R1	1,07	36232,88	68664,52	784,43	168798,73	101,94	6820,06	94776,18	852,97	741,82
	R2	1,08	36202,59	57554,02	14809,57	218355,81	94,92	8097,47	99560,02	825,12	717,83
	R3	1	30211,8	44683,31	13750,12	156466,34	91,18	7910,44	89293,98	735,1	617,36
	Prom	1,26	30806,50	51434,40	9316,15	203360,84	86,14	7297,76	92792,44	726,79	625,64
Pollinaza (PO)	R0	2,48	12882,65	12470,29	7208,2	27217,44	42,82	1770,82	30040,69	364,56	380,38
	R1	1,97	30128,04	71165,96	764,05	64704,42	103,14	4878,31	69302,7	925,81	706,13
	R2	2,27	29454,86	63095,44	14852,05	56112,77	72,88	3755,6	63722,21	832,86	628,33
	R3	1,91	28618,14	61839,87	769,25	55236,33	75,83	5552,68	61578,07	769,25	564,6
	Prom	2,16	25270,92	52142,89	5898,39	50817,74	73,67	3989,35	56160,92	723,12	569,86
(GG-PO)	R0	2,37	18312,17	24894,81	8512,91	74349,3	55,02	3371,57	58580,32	423,49	421,83
	R1	1,43	29202,75	57816,37	14294,83	238768,75	93,75	6193,56	97784,22	756,6	714,87
	R2	1,29	31553,87	59907,88	15686,71	259249,4	103,44	5413,49	92284,84	780,15	714,31
	R3	1,31	27083,38	52609,86	9707,99	304813,26	100,29	5919,38	99263,69	735,64	705,72
	Prom	1,6	26538,0425	48807,23	12050,61	219295,18	88,13	5224,50	86978,27	673,97	639,18

Figura 3. Contenido de nutrientes de residuos avícolas

## Bases teóricas

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

Según se indica en la normativa E.060 (2009), se define como concreto a la combinación de cemento y agua (p. 26); en la construcción en general, el concreto es uno de los componentes de más uso en edificaciones del Perú, gracias a que presenta alta resistencia, las obras a base de este elemento son mucho más resistentes, esto es así debido a su similitud a la piedra. (Mariluz y Ulloa, 2018, p. 59). Cuando se logra mezclar correctamente cada uno de los agregados entre sí, incluyendo la piedra chancada y la arena fina, cemento, agua y aire; es en aquel momento en el cual el concreto puede moldearse según lo que se necesite; esta es una propiedad llamada trabajabilidad, que posee el concreto cuando aún este fresco, que luego se va endureciendo, al tiempo de curado y las condiciones en la que está expuesto el concreto. Por lo tanto, referimos los 3 estados que atraviesa el concreto, el estado fresco se conserva en el tiempo en el cual se realiza la compactación y colocación; el fraguado es el segundo estado el cuál empieza este se endurece; por último, se presenta el estado endurecido el cual empieza cuando el concreto ya fraguado adquiere su resistencia” (Meza, p.1, 2017).

**Tabla 4.** Principales óxidos que componen el clínker

Compuesto	Fórmula
Cal	CaO
Sílice	SiO
Alúmina	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Hierro	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Anhídrido Sulfúrico	SO <sub>3</sub>
Óxido Magnésico	MgO
Óxido Sódico	Na <sub>2</sub> O
Óxido Potásico	K <sub>2</sub> O

Fuente: Díaz, 2012

El Clinker se produce mediante la sinterización de una mezcla de materias primas (crudo, íntimamente mezclada y homogénea) que contiene elementos,

generalmente expresados en forma de óxidos o compuestos químicos específicos.

### *Agregado*

En la normativa E.060 (2009) se conceptualizan como todos elementos tanto naturales como artificiales, como la arena, la piedra triturada y la escoria de alto horno de hierro (p. 25), que se emplea como cementante para en la elaboración del mortero. También se puede definir según su procedencia o tipo de agregado; en la presente investigación se enfatiza el primero por ser precisamente el tipo que corresponde a las cenizas; así pues, se diría que este agregado para ser añadido al cemento, debe atravesar un tamiz de 9.5mm ( $\frac{3}{8}$  pulg) y este es retenido por otro de 74  $\mu\text{m}$  (Norma Técnica Peruana 400.037, 2002, p.22). Este material le otorga consistencia y adherencia al concreto, sobre todo para el revestimiento de una estructura, es decir cuando se requiere de un buen acabado en la construcción, por ello es necesario que todas sus partículas sean limpias, compactas y resistentes; sin polvo, ni contaminantes dañinos para el concreto.

### *Propiedades mecánicas del concreto*

Es el conjunto de características que permite que el concreto soporte los esfuerzos a compresión; estas propiedades permiten que no se deformen ni se agrieten.

### *Esfuerzo a la compresión*

Se denomina a la resistencia estructural del concreto a tolerar pesos y esfuerzos sin deformarse, para Rivera (2015) esta propiedad aumenta a medida que los días avanzan (p.121); al ser una de las propiedades más importantes es necesario exponer el concreto a pruebas rigurosas para cuantificarla. Las consecuencias de superar el límite, incluyen fracturas que comprometerían la seguridad de la estructura; así pues, se realiza un ensayo empleando una maquina universal donde se le aplica cargas, después de haber pasado 28 días de curado, según ASTM C39, dicho procedimiento se detalla a continuación:

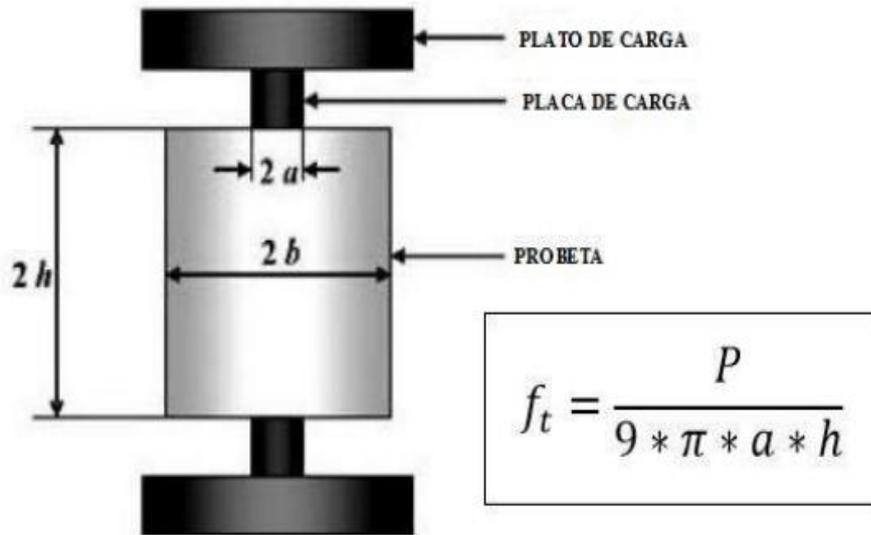


Figura 4. La capacidad de resistir la fuerza de compresión del concreto

#### Aire contenido en el concreto

Durante la preparación de la mezcla de concreto, es inevitable que quede atrapado aire entre los materiales (agua, cemento y agregado fino). No obstante, la cantidad de aire presente en la estructura está influenciada por las características físicas del agregado, el proceso de compactación utilizado y la relación de proporciones empleada de cada elemento utilizado en la mezcla. Existen tres métodos para medir el contenido total de aire en el concreto fresco: gravimétrico, volumétrico y de presión. Estos métodos se basan en los principios de la ley de Boyle, la cual establece que el volumen de gas es inversamente proporcional a la presión.

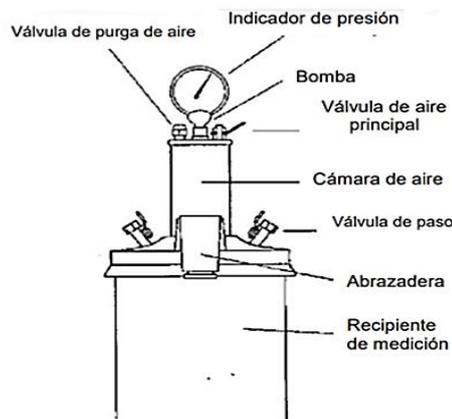


Figura 5. Cámara de aire vertical

## *Durabilidad*

Según el ACI 318, la durabilidad consiste en la habilidad de conservarse firme contra los efectos adversos del medio ambiente. Esta propiedad se encuentra estrechamente relacionada con la permeabilidad del concreto, la cual define a su vez la resistencia que presenta la estructura (ACI 318, 2008). La durabilidad de las estructuras de hormigón se ha visto afectada por diversos factores, como la calidad de los materiales durante utilizados, la correcta ejecución y control de calidad de la obra. Es importante tomar precauciones y cuidados adecuados en el curado del concreto (García, p. 22, 2017) para garantizar su durabilidad. Sin embargo, el factor que ejerce la mayor influencia en la durabilidad es principalmente la relación agua-cemento. Una menor relación agua-cemento resulta en una mayor fuerza de unión entre las partículas del concreto. Dando como efecto resultante que la estructura se vuelva más impermeable e impenetrable, por ende, la porosidad disminuye y la durabilidad aumenta (Cano, p. 13, 2019).

## *Propiedades físicas del concreto*

Las características físicas del concreto pueden ser sometidas a pruebas en el cemento puro y el mortero, con el propósito de verificar que dicho material cumple con los requisitos establecidos en la norma NTC 121 y posee la calidad requerida.

## *Tiempo de fraguado*

El tiempo de fraguado es aquel en el que la mezcla de concreto empieza a disminuir la plasticidad que la caracteriza y se vuelve más compacta hasta que haya perdido su capacidad de deformación por completo (NTP 339.082, ASTM C403). Si dicho período de tiempo es muy corto o rápido, no habría oportunidad para modificar y ubicar el concreto en su lugar ya que se endurecería antes de lograrlo; en cambio si fuese demasiado extenso, se retrasaría el trabajo dañando o alterando el uso de la estructura final (González y Alloza, p. 39, 2011); por lo tanto, es crucial que dicho tiempo sea razonable y exacto para cumplir el rol determinado en la construcción resultante. Esta propiedad se calcula luego de insertar una aguja en la probeta de concreto preparado, hasta que alcanza un valor especificado.

## Trabajabilidad

Es la cantidad de trabajo o esfuerzo necesario para manipular, mezclar, transportar, vaciar y consolidar efectivamente la mezcla de concreto hasta su compactación. Para lo cual el concreto no estará en estado endurecido inicialmente y será tratado con un máximo de homogeneidad; así como para ser acabado sin que se presente segregación (Aguinaga, p. 15, 2019). Mediante la realización del ensayo de asentamiento (SLUMP) - NTP 339.184 que se determina la consistencia del concreto; a sabiendas de que puede resultar alta o baja según la fluidez a la que se encuentre la mezcla; y de que la adición de cualquier aditivo al concreto puede afectar aumentando su cohesión y haciéndolo ligeramente más rígido, por lo que requerirá más agua, lo que no favorece a su durabilidad.

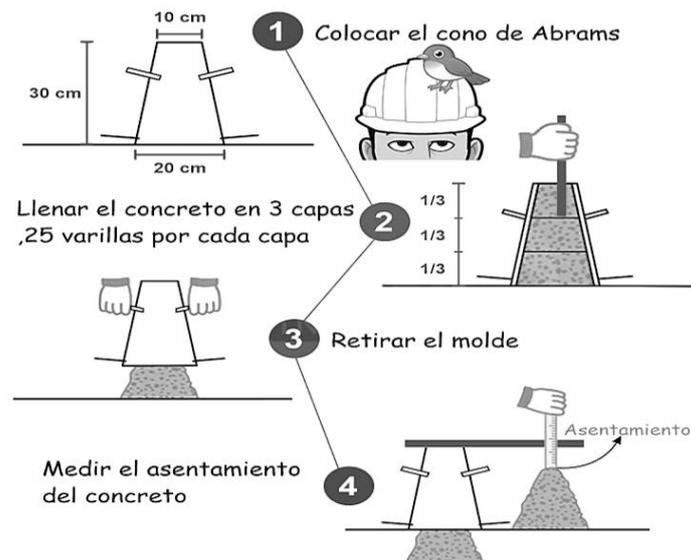


Figura 6. Evaluación del slump

## Factores que influyen en la fuerza del concreto

Según Rivera (2015), el concreto es más susceptible a daños cuando se encuentra en superficies porosas, que permiten la entrada de sustancias externas como iones cloruros y monóxido de carbono y demás elementos (p.142). La resistencia del concreto se ve mayormente afectada por las condiciones del entorno, pero también es importante considerar los métodos constructivos, los cuales influyen significativamente en la calidad del concreto

(Orozco et al., 2018, p.163). Asimismo, Kosmatka et al. (2004) confirman que el concreto se ve afectado desde el exterior debido a la exposición de las estructuras a diferentes ambientes salinos o a constantes cambios de humedad y secado.

#### *Actividades avícolas*

Son todas aquellas que integran las realizadas en granjas que se dedican a la crianza de aves, como pollos, pavos, patos, y gansos, con el fin de comercializarlos como base alimenticia, a través de su carne o recolectando sus huevos a la comunidad. (Sánchez, 2016)

#### *Residuos avícolas*

Son todos aquellos materiales obtenidos tras haber culminado el proceso de producción y recolección de insumos alimenticios para su posterior venta, n su mayoría se consideran a las aves muertas Sánchez, p. 5, 2016), las cáscaras de huevos rotos, plumas y desechos sólidos comunes como materiales plásticos, bolsas (MAM, 2008). También se considera en dicha categoría al estiércol como la pollinaza, gallinaza y codornaza (Fuentes, p. 15, 2014).

#### *Cenizas*

Las cenizas constituyen en un residuo ecológicamente problemático que deben eliminar las diversas industrias evitando que terminen expuestas al aire libre. (Huaquisto y Belizario, p. 226, 2018) Esta práctica se convierte en un peligro para el entorno, pues al hacer conexión con el agua, el suelo y el aire, genera terribles consecuencias como desastres naturales y contaminación (Cifuentes y Ferrer, 2006).

#### *Aditivos*

Se incluyen todos los compuestos, ya sean orgánicos o inorgánicos, que poseen propiedades específicas para diseñar nuevos tipos de concreto con funciones y características únicas. Estos compuestos, al ser agregados al conjunto de componentes del concreto, tienen la capacidad de aumentar la fuerza, la trabajabilidad, la resistencia frente a agentes sulfatantes, el La cantidad de aire presente equilibrado y el período de solidificación específico para la estructura que se beneficia.

## *Aditivos químico-sintéticos*

Su objetivo es modificar alguna característica de la mezcla a través de reacciones químicas que modifique las propiedades del concreto, no obstante, en ocasiones pueden resultar nocivos en vez de optimizar la estructura (Cano, p.10, 2019). Se pueden clasificar según la propiedad específica que pretenden alterar:

**-Aditivo reductor de agua/plastificante:** Es aquel que permite reducir el contenido de agua de un determinado concreto, o que sin modificar el contenido de agua, aumenta el asiento (Cono de Abrams) y en ocasiones también el escurrimiento.

**-Aditivo reductor de agua de alta actividad (superplastificante):** Este aditivo no altera la consistencia ni el contenido de agua de la mezcla de concreto, y logra aumentar significativamente el asiento (Cono de Abrams) y posiblemente el escurrimiento al mismo tiempo.

**-Aditivo reductor de agua:** Aquel que reduce la pérdida de agua, disminuyendo la exudación del concreto.

**-Aditivo inclusor de aire:** Permite incorporar durante una cantidad determinada de burbujas de aire, uniformemente repartidas, que permanecen después del curado final del concreto.

**-Aditivo acelerador de fraguado:** Este aditivo reduce el tiempo de transición de la mezcla, para pasar del estado moldeable al rígido.

**-Aditivo retardador de fraguado:** Aquel que, por el contrario, retrasa el comienzo de la transición de la mezcla, cuando pasa del estado plástico al estado rígido.

**-Aditivo hidrófugo:** Reduce la absorción capilar del concreto endurecido.

**-Aditivo hidrófilo:** Aumenta la absorción capilar del concreto endurecido.

**-Aditivo multifuncional:** Aditivo que afecta diversas propiedades del concreto fresco y/o endurecido; actuando sobre más de una de las funciones que se mencionaron anteriormente.

*Figura 7. Tipos de aditivos químico-sintéticos*

Para esta investigación, se analizará exclusivamente el aditivo plastificante, el cual se compone de elementos tanto inorgánicos como orgánicos. Este tipo de aditivo permite utilizar una menor cantidad de agua en condiciones normales, lo que resulta en una mejor resistencia y trabajabilidad al disminuir la relación agua/cemento ( $a/c$ ). Al reducir el agua en la mezcla y, como consecuencia, aumentar la resistencia del concreto, es posible aprovechar este efecto para disminuir el contenido de cemento en la mezcla y obtener la misma resistencia característica ( $f'c$ ) del concreto.

## *Diseño de mezclas*

Es proceso mediante el cual se determinan las proporciones adecuadas y necesarias de los componentes que forman el concreto, para conseguir características similares. Se eligen con sumo cuidado los mejores elementos y su respectiva combinación, con el objetivo de obtener un concreto que cumpla con los requisitos tanto en su estado fresco como endurecido, de acuerdo a lo planificado en el diseño técnico de la estructura a construir. Dicha selección se realiza con base en el rigor universal de que las condiciones de esfuerzo a compresión sean evaluadas según los resultados logrados siempre al período de curado de 28 días, sin mostrar porosidad excesiva y que se mantenga uniforme, además de ser económicamente viable y sostenible. (Cano, p. 14, 2019).

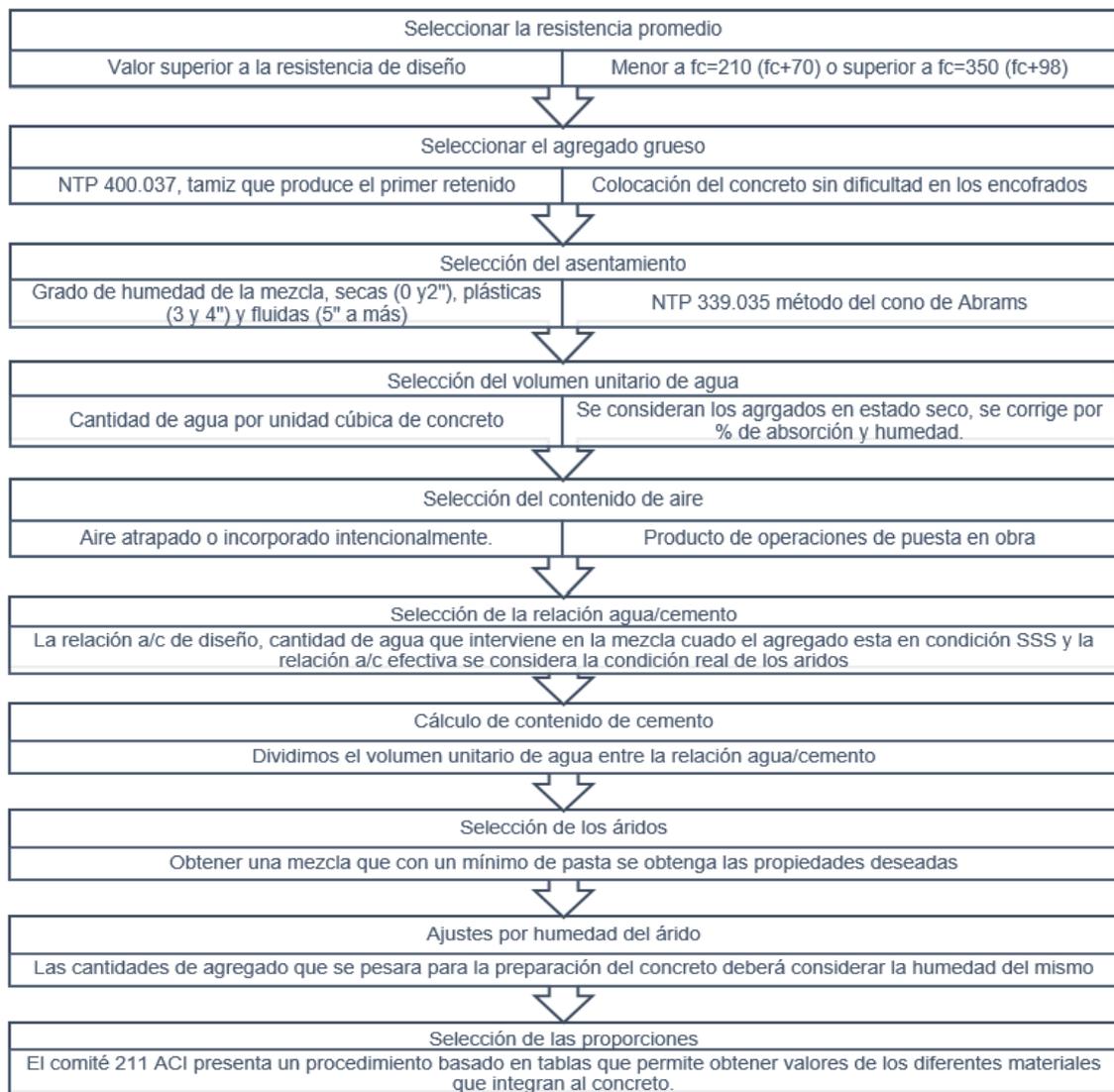
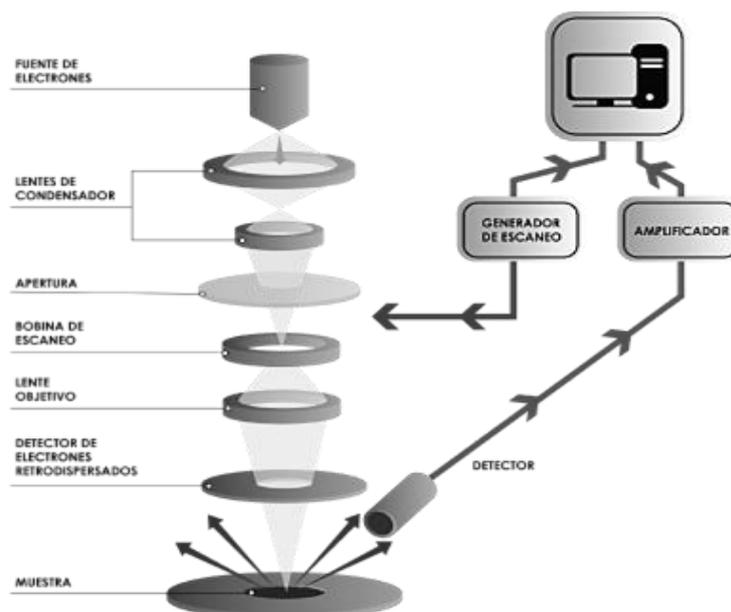


Figura 8. Pasos a seguir para la elaboración de una mezcla.

## *El método de análisis mediante microscopía electrónica de barrido con detección de rayos X*

Esta técnica se utiliza ampliamente en numerosos estudios de la estructura de los materiales debido a la valiosa información que genera. La composición química de las cenizas se determina mediante el uso de fluorescencia de rayos X, mientras que la caracterización mineralógica se logra mediante la difracción de rayos X. Durante este proceso, un haz de electrones se dirige con precisión hacia una retícula específica en la muestra metalizada. Se captura la señal generada por los electrones secundarios (contraste) emitidos desde la superficie y se transforma en una imagen óptica. Para garantizar un flujo continuo de electrones, la medición se realiza en un entorno de alto vacío.

En la microscopía de rayos X, los rayos X se utilizan como fuente de radiación. Debido a que los rayos X tienen una longitud de onda más corta en comparación con la luz, se logra una mayor resolución en las imágenes. Además, esta técnica permite medir otras interacciones en la muestra a través de los rayos X. Una gran ventaja de la microscopía de rayos X es que las muestras pueden ser más gruesas en comparación con el uso de microscopios electrónicos. Además, no se requiere que la superficie sea conductora, ni es necesario colorear el material biológico, utilizar un sustrato o cortar la muestra en secciones extremadamente finas.



*Figura 9. Técnica de microscopía de rayos X*

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

**3.1.1 Diseño de investigación:** El diseño de este proyecto de investigación es cuasi-, pues se manipula una de las variables para asegurar su respuesta positiva frente a la variable restante sobre el concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , y demostrando dicho comportamiento a través de una simulación en laboratorio usando probetas de prueba de concreto que contendrán distintos porcentajes de este aditivo seleccionados a criterio por el equipo de investigación.

**3.1.2. Tipo de investigación:** El enfoque de este estudio es de carácter aplicado, ya que se basará en los fundamentos de estudios similares previos, con el propósito de analizar principalmente el comportamiento del concreto en su estado fresco (manejabilidad y temperatura) y en estado endurecido (resistencia a la compresión y absorción), al añadir diferentes proporciones de cenizas provenientes de residuos avícolas. Finalmente, se comparará este comportamiento con el uso de un aditivo plastificante. Así mismo es exploratoria, porque se busca plantear una solución alternativa a una de las problemáticas más urgentes de la industria del cemento, y hallar la viabilidad de la adición de cenizas que provengan de los desperdicios avícolas, recurso que no ha sido estudiado aún para este fin, bajo estándares y procedimientos adecuados y sostenibles.

#### **3.2. Variables de estudio**

De acuerdo con Borja (2012, p. 23), una variable se refiere a una propiedad o atributo que puede experimentar cambios en su contenido; para el presente estudio se consideran las siguientes:

Variable independiente: Cenizas de desperdicios avícolas

Variable dependiente 1: Concreto  $F'c=210\text{kg/cm}^2$

Variable dependiente 2: Aditivo plastificante

**Tabla 5. Matriz de operacionalización**

<b>VARIABLES DE ESTUDIO</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>
Variable dependiente: Concreto F'c=210kg/cm <sup>2</sup>	El concreto se forma al mezclar cemento, agua, agregado fino y agregado grueso, resultando en una masa sólida y cohesionada, en ocasiones, aditivos. La pasta, formada por cemento Portland y agua, se encarga de unir los agregados, que generalmente consisten en arena y grava triturada, creando una masa similar a una roca. (Guevara et al., 2012)	La variable será evaluada siguiendo la norma NTP 339.034, la cual establece el método de ensayo estandarizado para determinar la resistencia a la compresión del concreto. En este caso, se utilizarán probetas o muestras cilíndricas para llevar a cabo la medición.	Propiedades mecánicas  Propiedades físicas	Resistencia a la compresión  Prueba de Slump  Contenido de aire por método de presión	De razón  Intervalo  De razón
Variable independiente 1: Cenizas de desperdicios avícolas	Son las cenizas provenientes de la combustión de residuos orgánicos producida por granjas avícolas, tales como gallinaza, pollinaza y codornaza, pluma de aves, cáscaras de huevos rotos, sangre y cuerpos de animales muertos. (Brandelli, Kalil y Sala, 2015)	Cenizas parcialmente tratadas (proceso de tamizado y secado en horno) que serán sometidas a pruebas de laboratorio para determinar su composición química.	Composición química	Análisis de Microscopía electrónica de barrido de rayos X  Análisis granulométrico  Determinación de: -Cloruros -Sulfatos -Impurezas orgánicas -Sales solubles -Carbón y lignito -Reactividad álcali-sílice	De razón
Variable dependiente 2: Aditivos químico-sintéticos	Los aditivos del concreto son componentes que se añaden a la mezcla junto con el cemento Portland, el agua y los agregados. Su incorporación puede realizarse justo antes o durante el proceso de mezclado, y se clasifican en función de su objetivo o función específica en la mezcla. (Kosmatka et al., 2004)	Compuestos de diverso origen que pueden modificar una o varias propiedades del concreto y que deberán cumplir con las especificaciones de la NTP 334.085 y ser usados en las cantidades formuladas o similares en la fabricación del cemento.	Modificadores de la consistencia y trabajabilidad  Modificadores del fraguado	Reductores de agua simples (plastificantes o fluidificantes)  Reductores de agua de alta actividad (plastificante)	De razón

### 3.3.1. Población

La muestra investigada se refiere al conjunto completo de elementos, mediciones o individuos que comparten una característica relevante para el investigador (Quezada, 2010). En el contexto de esta investigación, dicha población está conformada por el número total de muestras que se pueden elaborar, lo que implica que es infinita.

- **Criterios de inclusión:** Se considerarán todas aquellas probetas que serán diseñadas con concreto  $F'c=210\text{kg/cm}^2$ , aquellas que contengan aditivo plastificante, y finalmente se consideran aquellas probetas que contengan aditivo de ceniza de residuos avícolas en 4 proporciones escalonadas de sustitución menor e igual a 20%.
- **Criterios de exclusión:** No se incluirán en el estudio las probetas de concreto que sean elaboradas con cemento distinto al Portland o que tengan una resistencia a la compresión diferente a  $210\text{ kg/cm}^2$ . Además, se descartarán las probetas que contengan aditivos que no sean plastificantes, así como aquellas que contengan ceniza proveniente de fuentes distintas a los residuos avícolas.

### 3.3.2. Muestra

En todo estudio científico se considera una porción de la población total para ser estudiada a detalle por cuestiones de viabilidad, es decir a aquella parte de elementos o individuos a los que se someterá a experimentación para recolectar los datos necesarios y medidos con exactitud, siendo necesario que sea efectivamente representación significativa del conjunto total. Para el presente estudio, la muestra y población son las mismas; las cuales se analizarán mediante determinados ensayos y se revisarán en función a las propiedades elegidas en los objetivos planteados previamente.

Siendo un total de 45 muestras y enumerada por la serie de primer nivel según la secuencia 1, 2, 3, ..., 45. Se diseñarán un total de 45 probetas o muestras cilíndricas bajo la siguiente consigna de distribución: 9 muestras con cemento patrón, 9 muestras elaboradas con adición de ceniza de residuos avícolas fortificada, en las siguientes proporciones: 9 muestras con 5%, 9 muestras con 10% y 9 muestras con 15% y finalmente 9 muestras elaboradas con aditivo plastificante en las mismas proporciones. Adicionalmente se seleccionarán para un estudio posterior, 110 kilogramos como muestra de ceniza de residuos avícolas para someterla a pruebas de espectrometría y granulometría para determinar su composición química y posteriormente los efectos que incurren según los resultados obtenidos.

### **3.3.3. Muestreo**

La presente investigación es no probabilístico e intencional, considerando como muestra 45 probetas diseñadas, de las cuales todos los elementos de la muestra poseen ciertas características similares con distinto aporte de cada variable a estudiar.

### **3.3.4. Unidad de análisis**

Se determina como cada uno de los elementos que se estudia de forma individual, es decir cada una de las probetas diseñadas. En la presente investigación se dispone de tres categorías de probetas (cada una con características diferentes), ya que se han establecido tres variables; por lo que cada probeta diseñada para estudiar cada variable corresponde a La unidad de examen a investigar.

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

De acuerdo con los problemas e hipótesis de estudio, se seleccionan técnicas específicas y adecuadas mediante las cuales se recogerá información de las variables, dimensiones e indicadores (Borja, 2014, p. 33). Se empleó el recurso de la observación, que parte de los procesos ordenados y legítimos para hallar y determinar, el porcentaje óptimo de sustitución, El volumen de agua añadida, la granulometría, el volumen de agua, entre otros, para una estructura vertical. Así mismo, se emplearon fichas de cotejo o check-list, formatos de ensayos y hojas de Excel. Además de ello, se ha considerado el análisis documental de la información sobre lo concerniente al concreto y la sustitución de agregados para llegar a este.

Se sabe que esta herramienta funciona como un mecanismo que sirve para recabar y sintetizar los datos obtenidos (Valderrama, 2013). Por tanto, se entiende que los instrumentos son herramientas mediante las cuales los investigadores se valen para poder recopilar, sintetizar y guardar datos de la información que se obtuvieron a través de la manipulación controlada de la variable, y cuya única finalidad es llegar a los objetivos planteados. Se emplearán fichas para recoger la información, bajo los lineamientos de la NTP y las reglas para concreto estructural ACI. Se elaboró una tabla donde se detallan los ensayos y análisis de laboratorio a realizar sobre las variables seleccionadas.

- **Validez:** Con base a intervalos se midió los rangos y magnitudes de la aceptación de la evaluación de los instrumentos de las variables (Valderrama, 2019). Para la validación de los instrumentos, como las tarjetas de recopilación de datos de los diversos experimentos llevados a cabo en esta investigación, se acudió a 3 ingenieros civiles especialista en el rubro, para que otorguen su valoración de los mismos y su confirmación a través de su sello y firma. El resultado promedio se determinó como el ponderado de las distintas valoraciones de los 3 profesionales, el cual alcanzó un valor de 0,9333, que corresponde a la magnitud de excelente validez.

Según Corral (2019) se comprueba la confiabilidad del instrumento a través de la firma de los expertos, lo que autoriza su empleabilidad para la obtención de los resultados, es por esto que la confiabilidad se logra a través de resultados tangibles en las pruebas o ensayos bajo las mismas condiciones, mientras estos resultados converjan a un valor único, y sus variaciones sean despreciables. Para nuestra investigación la confiabilidad está avalada también por la certificación de la calibración de la máquina donde se realiza el ensayo, los instrumentos de ensayo normados, y la firma del ingeniero responsable de laboratorio.

### **3.5. Procedimiento**

La investigación inicia con la revisión de la literatura disponible para establecer los parámetros importantes en la selección del recurso (ceniza de residuos avícolas) en el establecimiento más adecuado a las necesidades del producto para su procesamiento.

#### *Adquisición de la ceniza de residuos avícolas*

Se someten a combustión 300 kg de residuos provenientes de la granja avícola “Plumas & Alas”, ubicada en el distrito de Ventanilla-Callao, para obtener 110 kg de la ceniza necesaria para su investigación.

#### *Análisis granulométrico del agregado fino*

Se remite una muestra de las cenizas obtenidas para su estudio al laboratorio, y tras un análisis de granulometría se determina el peso de sus partículas y sedimentos en seco y calcular su relevancia con más exactitud al proceder con el diseño de mezcla para obtener resultados precisos y confiables.

#### *Dosificación de las probetas*

Se establecen las proporciones adecuadas del agregado en cada mezcla, según lo especificado en el diseño de mezcla elaborado para someterlas a los posteriores ensayos de laboratorio.

### *Asentamiento de concreto*

Realizado bajo los lineamientos de la NTP 339.035 – 2009, para medir el descenso del proceso de amalgama del concreto. con el aditivo agregado (ceniza de residuos avícolas) luego de desmoldarlo de un molde tronco-cónico.

### *Ensayo de resistencia a la compresión*

Según la N.T.P 339.034 - 2008 se fracturan probetas tras ejercer fuerza con una máquina de compresión para confirmar la resistencia específica que posee. De las 50 probetas con el aditivo a estudiar se seleccionaron 45 para esta prueba.

### *Ensayo de Porcentaje de aire presente*

El contenido de aire en la mezcla de concreto con aditivo se evalúa mediante la observación del cambio de volumen del concreto ante una variación de presión, que es medido por un nanómetro en las 45 probetas seleccionadas para este ensayo, siguiendo Características definidas en la norma técnica NTP 339.081.y la norma ASTM C-23.

Dicha secuencia de pasos detallada se aplicará a las demás probetas, según la clasificación anteriormente especificada, exceptuando el paso en el que se obtiene el aditivo manualmente, a una parte no se le añaden aditivos de ningún tipo y se someten a los ensayos de resistencia y demás sin mayores complicaciones; y al resto se le añade un aditivo plastificante y aditivo de ceniza de residuos avícolas y se procede con los mismos ensayos que a las probetas sin aditivo. Finalmente se exponen los datos hallados para verificar la factibilidad final de cada categoría de probetas.

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

La composición del análisis de datos incluye por diversas técnicas destinadas a organizar y extraer información, con el propósito de aplicarlas en la investigación. Una vez recopilados los datos del instrumento y al iniciar el análisis de las características de la muestra, se establece el método de análisis de datos según lo

señalado por Kaseng y Guillen (2014, p. 26). Para el presente trabajo, tras obtener los resultados de los ensayos, teniendo en cuenta las NTP y las normas ASTM, se recurrió a diversos programas computacionales para procesar los resultados obtenidos en el laboratorio, por ejemplo, el software Microsoft Office Excel. Para la etapa de recopilación de información, se consideraron la búsqueda de fuentes bibliográficas de los artículos académicos, revistas científicas y tesis, cuya única finalidad es respaldar las bases teóricas y científicas de la investigación. Y en la fase de ensayos de laboratorio, se procedió con la recolección y tratamiento los residuos avícolas que fueron posteriormente sometidos a combustión, se diseñó la mezcla según la metodología ACI, luego se sustituye la mezcla por agregado liviano en proporciones de 5%, 10% y 15% del volumen, luego se procede a la medición de las cualidades del concreto en estado plástico, posteriormente a los 28 días se realizan los ensayos de compresión y la determinación de contenido de aire. Los instrumentos empleados en la medición nos dieron la evaluación, para analizar y verificar la variación de las pruebas de concreto convencional y las muestras alteradas a fin de evaluar las suposiciones propuestas.

### **3.7. Aspectos éticos**

Durante toda la investigación se respetarán las especificaciones de la ética profesional que la institución avala con el fin de brindar y motivar la realización profesional a través del cumplimiento responsable de ofrecer información veraz y libre de plagio según la asesoría otorgada durante nuestra formación académica.

Para lo cual se sometió nuestra investigación a pruebas de fiabilidad literaria mediante la plataforma de *Turnitin* y la revisión sistemática de pares en varias ocasiones y en distintas etapas de su elaboración según lo establecido por la normativa ISO 690 para citas y referencias en trabajos de investigación como el nuestro; pues como investigadores y futuros profesionales, estaremos encargados de asumir la responsabilidad y cumplir con los principios éticos y morales que nos incumben en el ámbito social de los productos de información que proporcionamos a la comunidad científica.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS

#### DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

##### UBICACIÓN

La presente investigación se lleva a cabo en una zona al norte de la Provincia Constitucional del Callao, ubicada a una distancia de 18 km al norte del Callao y a 34 km al noreste de Lima. Las coordenadas geográficas de la ubicación son Se encuentra en la posición geográfica de 11 grados, 51 minutos y 20 segundos al sur de la línea ecuatorial, y a una longitud de 77 grados, 4 minutos y 25 segundos al este del meridiano de Greenwich.. Esta área abarca más del 51.2% de la región del Callao.

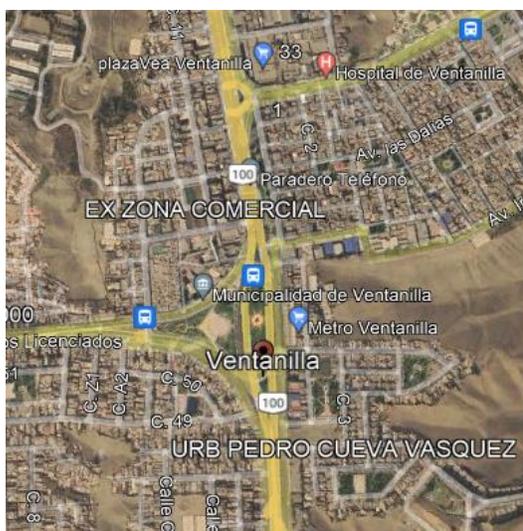


Figura 10. Localización geográfica del área de investigación

##### CARACTERISITICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

Con el paso del tiempo, una de las actividades económicas que ha experimentado un aumento significativo en su crecimiento y desarrollo en el distrito Ventanilla es la actividad avícola, impulsada por el crecimiento de la población. En el ámbito nacional de producción de pollo, en abril de este año, las principales regiones productoras con mayor contribución fueron Lima (52.7%) en la línea de producción

de carne, en comparación con el mismo período del año anterior, según datos del SIEA (2023). Sin embargo, debido a esta alta demanda, la generación de residuos y la contaminación producida por estas aves es considerable, lo que plantea un serio problema ambiental.



*Figura 11.* Recolección de residuos o desechos generados por la industria avícolas

## **ESTUDIOS PREVIOS**

### **ESTUDIOS DE CAMPO**

#### **CEMENTO TIPO I**

El cemento Portland Tipo I “Sol” fue adquirido en una Ferretería, es el material más empleado en procesos constructivos. En la siguiente investigación se hizo una evaluación de acuerdo a la (NTP 334.009:2016), para poder mantener su conservación debe mantenerse en ambientes adecuados.



*Figura 12.* Cemento Portland Tipo I

## **AGUA**

El líquido empleado en La organización previa del diseño de mezcla es Agua apta para el consumo humano proveniente De la red de suministro público., ya que es la opción más adecuada debido a que no contiene residuos que puedan obstruir o alterar las propiedades del diseño de mezcla.

## **ADITIVO PLASTIFICANTE SIKA CEM**

En este estudio, se utilizó el aditivo líquido Plastificante Sika Cem, el cual tiene la capacidad de disminuir hasta en un 15% el Cantidad de agua presente en la mezcla de concreto, mejorando su manejabilidad y aumentando la adherencia. Además, se indica que se requieren 250 ml del plastificante por cada Saco de cemento con un peso de 42.5 kilogramos, mientras que para el superplastificante se necesitan 500 ml por bolsa de cemento de igual peso. Para obtener información más detallada, se puede consultar la ficha técnica que se encuentra adjunta en los anexos.



*Figura 13. Aditivo Sika Cem*

## **AGREGADOS**

Los agregados utilizados en este estudio provienen de La cantera conocida como "Romaña", que se encuentra Ubicado en la jurisdicción del distrito de Ventanilla. Esta cantera suministra este tipo de material a toda la zona de Ventanilla y sus alrededores.



Figura 14. Cantera “Romaña”

## DEPERDICIOS AVÍCOLAS

La muestra se recolectó en una granja avícola llamada “Plumas y Alas” ubicado en el distrito de Ventanilla, el habita de estos animales es donde se generan todos estos desperdicios. Es una mezcla de estiércol de pollo, sobras de alimento, plumas, huevos rotos y material de cama (cáscara de arroz). Figura 13



Figura 15. Extracción de desperdicios avícolas para el estudio

## ESTUDIOS DE LABORATORIO

### DEPERDICIOS AVÍCOLAS.

Debido a que desconocemos los componentes químicos que posee nuestra muestra, procedemos a realizar los siguientes ensayos.

### PROCESO DE CALCINACIÓN

Para poder habilitar los desperdicios avícolas, primero procedemos a recolectar los desechos o desperdicios que generan estas avícolas, luego de recolectar los desperdicios en sacos, se va a tabular en muestras de 100g para su proceso de calcinación. A partir de la información obtenida, se determinaron tres temperaturas de calcinación. Se necesita tres muestras de aproximadamente 100 g, para cada ensayo expuestas a 600 °C (G600), 700 °C (G700) y 800 °C (G800), el proceso tiene que estar en condiciones controladas en un horno eléctrico.

**Tabla 6.** *Tabulación de muestras*

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA (1)
Cenizas a 600 °C	23.41	%	Gravimetría (Calcinación a 600°C)
Cenizas a 700 °C	21.18	%	Gravimetría (Calcinación a 700°C)
Cenizas a 800 °C	18.20	%	Gravimetría (Calcinación a 800°C)

**Fuente:** Laboratorio Labicer -UNI



*Figura 16.* Muestra de desperdicios



Figura 17. Proceso de calcinación de las muestras de desperdicios avícolas



Figura 18. Cenizas de desperdicios avícolas a diferentes temperaturas

## ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X DE ENERGÍA DISPERSA

Después de realizar el proceso de calcinación figura 4.3, se procede a realizar el análisis de las composiciones químicas de las cenizas, que se determinarán por fluorescencia de rayos X y la caracterización mineralógica se determinará por El fenómeno de dispersión de rayos X.



Figura 19. Análisis de composición química usando el espectrómetro de fluorescencia de rayos X de energía dispersa (SHIMADZU, EDX-800HS)

**Tabla 7.** *Análisis de composición química elemental de las cenizas a 600°C de la muestra*

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA
Calcio, Ca	55.548	%	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersa <sup>(2)</sup>
Silicio, Si	19.292	%	
Potasio, K	7.582	%	
Magnesio, Mg	7.424	%	
Fosforo, P	6.495	%	
Azufre, S	1.278	%	
Aluminio, Al	1.236	%	
Hierro, Fe	0.729	%	
Manganeso, Mn	0.209	%	
Zinc, Zn	0.156	%	
Cobre, Cu	0.051	%	

**Fuente:** Laboratorio Labicer -UNI

**Tabla 8.** *Análisis de composición química elemental de las cenizas a 700°C de la muestra*

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA
Calcio, Ca	62.655	%	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersa <sup>(2)</sup>
Silicio, Si	15.097	%	
Magnesio, Mg	7.901	%	
Potasio, K	5.900	%	
Fosforo, P	5.828	%	
Azufre, S	1.419	%	
Hierro, Fe	0.781	%	

Manganeso, Mn	0.211	%	
Zinc, Zn	0.158	%	
Cobre, Cu	0.050	%	

Fuente: Laboratorio Labicer -UNI

**Tabla 9.** *Análisis de composición química elemental de las cenizas a 800°C de la muestra*

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA
Calcio, Ca	69.103	%	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersa <sup>(2)</sup>
Silicio, Si	11.109	%	
Magnesio, Mg	8.432	%	
Fosforo, P	6.042	%	
Potasio, K	2.772	%	
Azufre, S	1.524	%	
Hierro, Fe	0.669	%	
Manganeso, Mn	0.164	%	
Zinc, Zn	0.132	%	
Cobre, Cu	0.053	%	

Fuente: Laboratorio Labicer -UNI

**Tabla 10.** *Resultados en (%) para las muestras obtenidas a diferentes temperaturas.*

COMPUESTO	G600	G700	G800
Calcio, Ca	55.548	62.655	69.103
Silicio, Si	19.292	15.097	11.109
Potasio, K	7.582	5.900	2.772

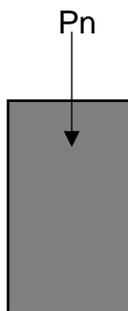
Magnesio, Mg	7.424	7.901	8.432
Fosforo, P	6.495	5.828	6.042
Azufre, S	1.278	1.419	1.524
Aluminio, Al	1.236	----	-----
Hierro, Fe	0.729	0.781	0.669
Manganeso, Mn	0.209	0.211	0.164
Zinc, Zn	0.156	0.158	0.132
Cobre, Cu	0.051	0.050	0.053

**Fuente:** Elaboración propia

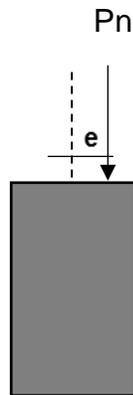
**Análisis:** Con los resultados obtenidos del laboratorio, se llegó a la conclusión que se optara por la muestra expuesta a 600°C porque es la óptima para nuestro diseño experimental.

## COLUMNAS

Son aquellos elementos verticales que se utilizan mayormente en edificaciones, éstas están sometidas a un esfuerzo axial y flexión, siempre será necesario tomar en cuenta estos dos factores para su diseño. Las columnas se flexionarán bajo los momentos que aparezcan, lo que produciría esfuerzos de compresión a un lado y tracción al otro. La manera en que puede fallar dependerá de la magnitud del momento y la fuerza axial.



**Carga Axial Grande y Momento Despreciable:** En esta situación, la posible falla de la columna se limita únicamente al aplastamiento del concreto, alcanzando su máxima Capacidad de resistir la compresión. Se desestima completamente el efecto del momento.



**Carga Axial Grande y Momento Despreciable:** La columna colapsará debido al aplastamiento del concreto, alcanzando su máxima resistencia a la compresión. Es importante tener en cuenta que esta compresión será mayor en un lado de la columna que en el otro. Sin embargo, se descarta completamente el efecto de flexión en la columna.

### Asentamientos recomendados

**Tabla 11.** Este tipo de ensayo se mide la trabajabilidad el concreto.

Variedades de edificaciones	Asentamiento en Pulgadas	
	Máximo	Mínimo
Muro y zapatas de fundación reforzados	5"	2"
Zapatas simples	4"	1"
Lozas, vigas y marcos reforzados	6"	3"
Columnas de edificios	6"	3"
Pavimentos	3"	2"
Construcción de gran volumen	3"	1"

Fuente: Norma ACI comité 211

### Diseño de mezcla

#### Agregados

Los agregados son de origen natural o artificial, estos varían de tamaño, desde partículas muy finas hasta pedazos de rocas, tiene tipologías apropiadas de dureza, estos materiales junto con el agua y el cemento, llegan a conformar el trio

perfecto para la fabricación de concreto. Los ensayos que se realizaran se elaboran En cumplimiento de los estándares definidos por las normativas NTP y ASTM

**Tabla 12.** Normas para los ensayos de las propiedades de los agregados

Ensayo	Detalle del procedimiento
Granulometría de agregados	Se procede a tomar una muestra representativa de los agregados o de la muestra a analizar para realizar un ensayo granulométrico, donde se analiza su curva granulométrica y su módulo de fineza, en concordancia con las normas NTP y ASTM vigentes.
Gravedad específica y absorción de agregados	Gravedad específica, densidad relativa considerando la humedad que tiene el material. Absorción, es la capacidad del agregado a retener líquido en los poros, en determinado tiempo. Bajo la norma NTP correspondientes.
Contenido de humedad	Este ensayo consiste en pesar el agregado antes de ingresarlo al horno por 24 horas, y ver la reducción en masa, esta reducción será el contenido de humedad que presenta el agregado. Se mide la cantidad de agua que existe en el agregado en condiciones normales.
Contenido de aire método de presión	Se determina el contenido de aire de la mezcla de concreto a partir de la observación del cambio de volumen del concreto por un cambio de presión medido por un nanómetro, según lo especificado por la NTP 339.081 Y la ASTM C-231.
Asentamiento de concreto en estado plástico	Este ensayo sirve para medir la trabajabilidad, y consiste, en relación a un molde; se realiza bajo la NTP 339.035 y ASTM C143.
Ensayo de densidad en estado plástico	Este ensayo consiste en llenar el concreto en un molde con volumen determinado, en el cual se agrega concreto chuceando cada tercio con 25 golpes, luego enrazar y pesar. La densidad estará dada por la masa del concreto dentro del molde entre volumen del molde.
Resistencia a la compresión	Este ensayo consiste en realizar compresión axial en el concreto hasta su rotura. Se mide como la necesidad que presenta el concreto de soportar esfuerzos (cargas por unidad aérea). Se realiza a los 28 días de realizado el testigo. Bajo las NTP correspondiente.

**Fuente:** Normas NTP Y ASTM

## Obtención y acondicionamiento de muestras.

### Reducción de muestra de agregados

El proceso consiste en dividir la muestra en cuatro partes mediante el método de cuarteo, para posteriormente someter cada una de estas partes a los respectivos ensayos con el objetivo de determinar sus propiedades.



Figura 20. Proceso de obtener la muestra de AG



Figura 21. Procedimiento de fraccionar el AG.



Figura 22. Procedimiento de dividir AF.



Figura 23. Elección de la muestra representativa de agregados

## Peso Unitario

Con el fin de calcular el peso por unidad de volumen De los materiales agregados en su condición suelta o comprimida., se realizó el ensayo siguiendo los criterios especificados en la norma Norma Técnico Peruana 400.17. Este procedimiento resulta fundamental para determinar la cantidad de espacios vacíos presentes en los agregados.

### Peso unitario suelto

Para determinar el peso unitario suelto de nuestros agregados, llenamos un recipiente cilíndrico sin realizar compactación y luego eliminamos el exceso de material para nivelar la superficie con la ayuda de una varilla.



Figura 24. Prueba de la densidad seca del agregado grueso.



Figura 25. Prueba de la densidad seca de agregado fino.

## Peso unitario compactado

El ensayo se empleó a los agregados el cual se obtiene al introducir de forma gradual los agregados en 3 capas en un recipiente y 25 golpes con una varilla por cada capa como nos indica la norma, igual al ensayo anterior se determinará la masa.



Figura 26. Prueba de la densidad del agregado fino bajo compactación



Figura 27. Prueba de la densidad del agregado grueso bajo compactación

## Densidad y capacidad de absorción del agregado grueso - piedra chancada de tamaño $\frac{3}{4}$ .

Los procedimientos realizados, de acuerdo con los criterios establecidos en la norma NTP 400.21, posibilitaron la determinación del peso específico de los agregados, el cual desempeña un papel crucial en el cálculo del volumen ocupado por los agregados en el proceso de diseño de la mezcla.

Los resultados obtenidos de la absorción serán empleados en la determinación de la cantidad de material del agregado. con respecto al agua absorbida por los espacios vacíos. Para lograr esto, el material fue saturado durante 24 horas, luego se drenó el agua y al día siguiente se obtuvo una muestra que se sometió a un proceso de secado en un horno a una temperatura regulada., según lo indicado en la norma.



Figura 28. Prueba de densidad y capacidad de absorción del agregado

## Ensayo de granulometría en agregado grueso

Para analizar las propiedades mecánicas a distintos porcentajes de adición de desperdicios avícolas, es necesario determinar un diseño de mezcla y para ello poder emplear un ensayo de granulometría para las dimensiones requeridas.



Figura 29. Método de clasificación del agregado grueso mediante el tamizado.



Figura 30. Estudio de la distribución de tamaños de las partículas en el agregado grueso



Figura 31. Método de clasificación del agregado fino mediante el tamizado.



Figura 32. Estudio de la distribución de tamaños de las partículas en el agregado grueso

## Granulometría del agregado grueso

**Tabla 13.** Análisis de la distribución de tamaños de la piedra chancada.

MALLA	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJE ACUMULADO		ESPECIFICACIONES HUSO 67
		(gr)	(%)	Retenido	Pasa	
2"	50.00					
1 ½"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
1"	24.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
¾"	19.05	110.0	1.89	1.89	98.11	100-90
½"	12.50	2483.00	42.69	44.58	55.42	
3/8"	9.53	1140.00	19.60	64.19	35.81	55-20
N°4	4.76	2080.00	35.76	99.95	0.05	0-10
N°8	2.38	1.0	0.02	99.97	0.03	0-5
FONDO						

Fuente. Laboratorio WRC INGENIO S.A.C

Se visualiza la representación gráfica de la distribución de tamaños del agregado grueso en forma de curva granulométrica" a continuación

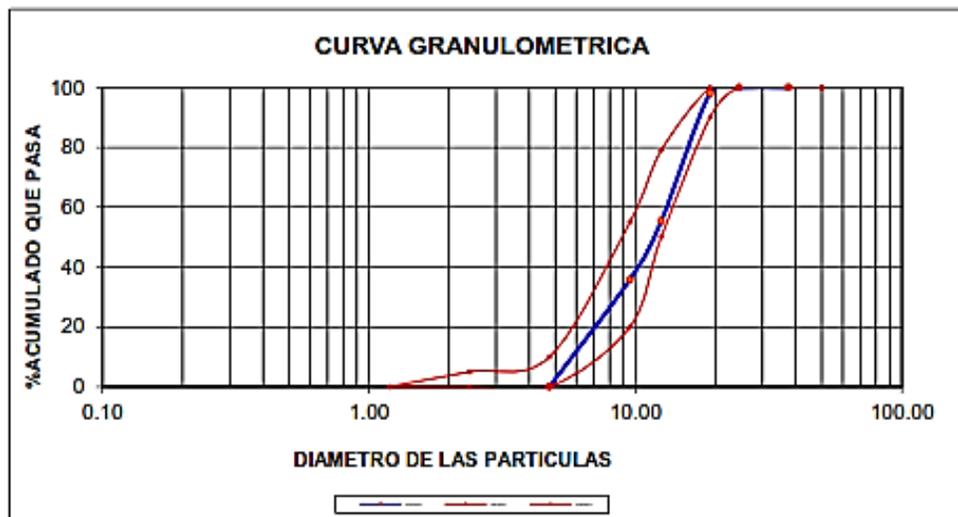


Figura 33. Representación gráfica de la distribución de tamaños del agregado grueso ¾"

## Granulometría del Agregado Fino

**Tabla 14.** Análisis de la distribución de tamaños de la arena gruesa

MALLA	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJE ACUMULADO		ESPECIFICACIONES HUSO 67
	(mm)	(gr)	(%)	Retenido	Pasa	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100-100
N°4	4.76	15.80	1.92	1.92	98.08	95-100
N°8	2.38	69.20	8.40	10.32	89.68	80-100
N°16	1.19	176.70	21.45	31.76	68.24	50-85
N°30	0.60	130.40	15.83	47.59	52.41	25-60
N°50	0.30	244.20	29.64	77.23	22.77	10-30
N°100	0.15	162.00	19.66	96.89	3.11	2-10
FONDO		25.60	3.21	0.00	0.00	

Fuente. Laboratorio WRC INGENIO S.A.C

A continuación, se presenta Se exhibe la representación gráfica de la distribución de tamaños del agregado fino en forma de curva granulométrica.

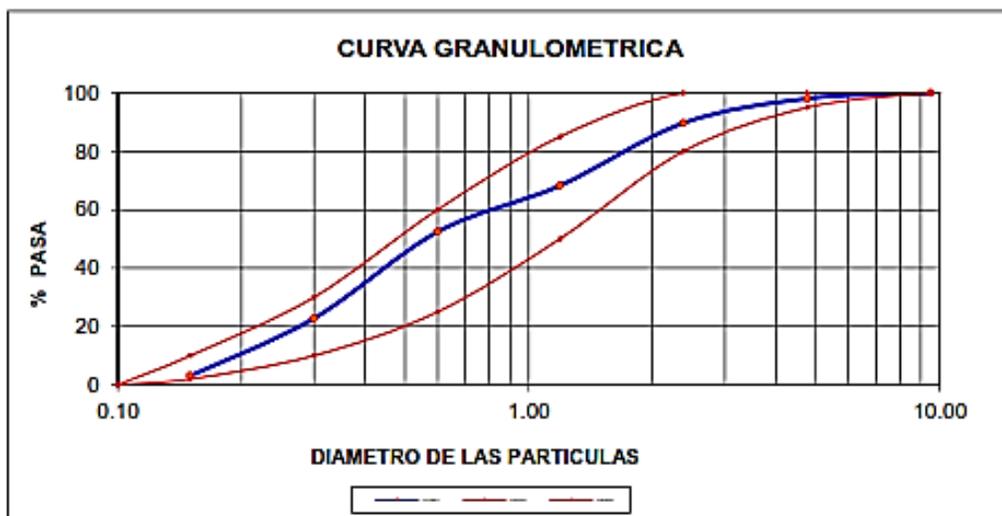


Figura 34. Representación gráfica de la distribución de tamaños del agregado fino

## Resultado de los ensayos realizado a los agregados

**Tabla 15.** Atributos y cualidades de los agregados

Prueba de carácter físico	Agregado Grueso	Agregado Fino
Tamaño máximo nominal	¾"	
Módulo de finez		2.66
Peso unitario suelto	1383	1691
Peso unitario compactado	1494	1962
Peso específico del agregado	2.72	2.63
% De absorción	0.60	1.1
% De humedad	0.07	0.98
Cemento tipo i	<b>3.11</b>	

Fuente. Laboratorio WRC INGENIO S.A.C

### Granulometría de desperdicios avícolas

Después de haber calcinado se tamizo los desperdicios avícolas de 500 g, por el tamiz #100 con un retenido de (490g), en el fondo con un retenido de (10g), con lo obtenido se puede agregar a las probetas de concreto, tabla (..) para poder acabo los ensayos requeridos.

**Tabla 16.** Análisis de tamaños de la ceniza de desperdicios avícolas.

MALLA	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJE ACUMULADO		ESPECIFICACION ES HUSO 67
	(mm)	(gr)	(%)	Retenido	Pasa	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
N°4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00	100
N°8	2.38	0.00	0.00	0.00	100.00	100

<b>N°16</b>	1.19	0.00	0.00	0.00	100.00	100
<b>N°30</b>	0.60	0.00	0.00	0.00	100.00	100
<b>N°50</b>	0.30	0.00	0.00	0.00	100.00	100
<b>N°100</b>	0.15	490	98	98	2.00	2-100
<b>FONDO</b>		10	2.00	100	0.00	
<b>TOTAL, MUESTRA</b>		500	gr			

Fuente. Laboratorio WRC INGENIO S.A.C

se puede apreciar la curva granulométrica de la ceniza de desperdicios avícolas

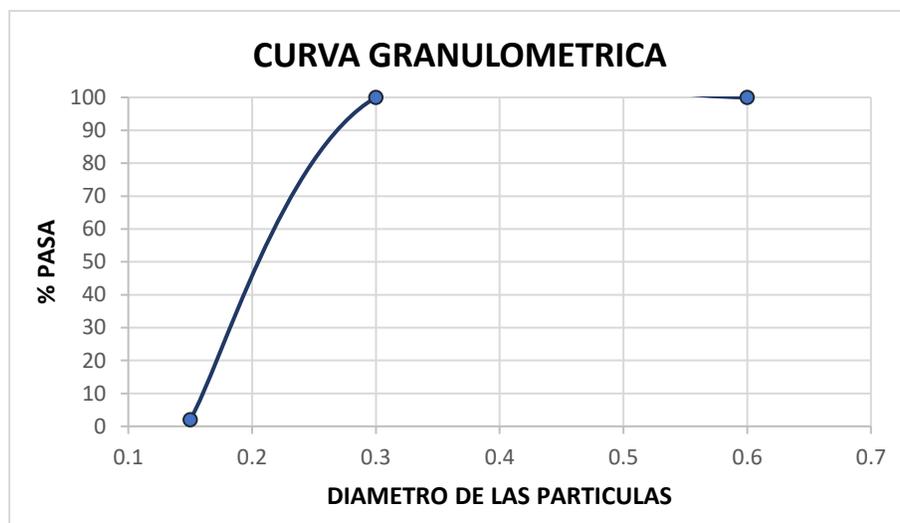


Figura 35. Representación gráfica de la distribución de tamaños desperdicios avícolas

El proceso de diseño de la proporción de ingredientes para obtener un concreto con una resistencia objetivo de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ . También se determina la resistencia promedio requerida ( $F'cr$ ).

Tabla17. Resistencia promedio requerida

$F'c \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$	$F'c \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$
Menos de 210	$F'c+70$
<b>210-350</b>	<b><math>F'c+84</math></b>
>350	$F'c+98$

Fuente: ACI comité 211

- La resistencia media necesaria ( $F'cr$ ) se establece en  $294 \text{ kg/cm}^2$

## Contenido de aire

**Tabla 18.** *Contenido de aire en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso del AG*

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Aire atrapado
3/8"	3.00%
1/2"	2.50%
3/4"	2.00%
1"	1.50%
1 1/2"	1.00%
2"	0.50%
3"	0.30%
4"	0.20%

Fuente: ACI comité 211

- Considerando que el tamaño máximo nominal de nuestra muestra es de 1/2 pulgada, se espera que el contenido de aire atrapado sea del 2.0%. igual al ensayo realizado en el laboratorio.

## Contenido de agua

**Tabla 19.** *"El volumen de agua varía en función del slump y del tamaño máximo nominal del agregado grueso.*

Volumen unitario de agua								
Asentamiento	Agua en l/m <sup>3</sup> para los tamaños max. Nominal de agregado grueso y consistencia indicados.							
1" a 25mm	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	133
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	

Fuente: ACI comité 211

-Para un asentamiento de 4", el volumen de agua es 205 l/m<sup>3</sup>.

**Relación a/c (por resistencia F'cr)**

**Tabla 20.** Proporción a/c función de la resistencia a la compresión a los 28 días

Resistencia a la Compresión a los 28 días.	Relación a/c en peso
	Concreto sin aire incorporado
150	0.80
200	0.70
250	0.62
300	0.55
350	0.48
400	0.43
450	0.38

Fuente: ACI comité 211

- Por interpolación

$$\begin{pmatrix} 250 \text{-----} 0.62 \\ 294 \text{-----} X \\ 300 \text{-----} 0.55 \end{pmatrix} \quad \begin{aligned} 300-250/300-294 &= 0.55-0.62/0.55-X \\ X &= 0.5584 \end{aligned}$$

- Cuando se busca una resistencia promedio requerida de F'cr igual a 294 kg/cm<sup>2</sup>, relación a/c=0.56

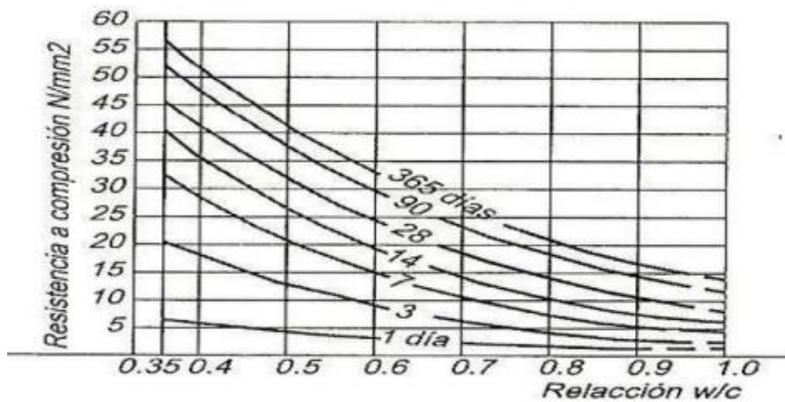


Figura 36. Influencia de la relación agua cemento en la resistencia

Fuente: ACI comité 211

### Contenido de cemento

$$A/C=0.56\text{-----}205/0.56 = 367 \text{ kg}$$

- Cemento= 367 Kg/42.5 kg =8.6 bls

### Peso del agregado grueso

**Tabla 21.** Coeficiente utilizado para estimar el peso del agregado grueso basado en su tamaño máximo nominal

Tamaño nominal del agregado grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino.			
	2.40	2.6	2.80	3.0
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI comité 211

Peso del AG= FACTOR X PESO UNITARIO COMPACTADO

$$\text{Peso del AG} = 0.63 \times 1494$$

-Peso del agregado grueso = 948 Kg

### Cálculo de volumen absoluto

-Cemento=367kg = 0.1180

-Agua = 205 lts= 0.2050

-Aire = 2% = 0.0200

-Agregado grueso = 948 Kg = 0.3484

Agregado fino = 812 Kg = 0.3484

### **Estimación del contenido del agregado fino**

Formula

Peso AF = Vol. AF \* P.e AF

Peso AF = 0.3086 \* 2630 kg/m<sup>3</sup>

Peso AF = 812 kg

### **Ajuste por humedad de los agregados**

Formula:  $Peso\ corregido = Peso\ seco \times \left( \frac{humedad\ (\%)}{100} + 1 \right)$

- Agregado Fino = 812 kg \* (0.07/100 + 1) = 820 kg

- Agregado Grueso = 948 kg \* (0.98/100 + 1) = 948 kg

### **Agua efectiva**

Formula:  $Aporte\ de\ agua = \frac{(\%w-abs) \times Agregado\ Grueso}{100}$

- Aporte Ag. Grueso = 5.03

- Aporte Ag. Fino = 0.75

- Aporte total de agua = 5.78

- Agua Efectiva = 211

### **Diseño húmedo x m3**

- Cemento = 367

- Agua = 211
- Ag. Grueso = 948
- Ag. Fino = 820

### **Proporción en volumen**

- Cemento = 1 lt/saco
- Ag. Grueso = 2.6 lt/saco
- Ag. Fino = 2.2 lt/saco
- Agua = 24.4 lt/saco

### **Proporción en peso**

- Cemento = 42.5 kg
- Ag. Grueso = 109.7 kg
- Ag. Fino = 94 kg
- Agua = 24.4 kg

### **Dosificación de diseño de mezcla 210 Kg/cm<sup>2</sup> Patrón (para 1 m<sup>3</sup>)**

Una vez realizados los cálculos para la proporción de los materiales utilizados en el diseño de mezcla de concreto patrón, se obtendrá la cantidad necesaria de cada componente Para cada volumen de un metro cúbico de concreto.

**Tabla 22.** *Volumen de cada material necesario por metro cúbico en el diseño de mezcla patrón*

<b>Material</b>	<b>Peso (Kg)</b>
Peso del cemento	367
Peso de agregado fino	812
Peso de agregado grueso	948
Peso de agua	211

**Fuente:** Elaboración propia

**Descripción:** En la tabla 7, observamos la dosificación que se va a requerir para el diseño de la muestra patrón para un metro cubico de concreto.

**Diseño de mezcla para un concreto de resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  concreto patron aditivo plastificante (para 1 m<sup>3</sup>).**

Para el diseño de mezclas con aditivo se tomará según especificaciones, de esta manera vamos a utilizar la proporción de 250 ml por bolsa de cemento de 42.5 kg (plastificante)

- Calculamos cuanto de aditivo se utilizará -----  $8.6 * 0.25 = 2.15 \text{ lt}$

**Tabla 23.** *Proporción de materiales por metro cúbico en el diseño de mezcla con la incorporación de aditivo plastificante.*

Elemento constituyente	Peso (Kg)
La cantidad de cemento en términos de peso	367
Peso de agregado fino	812
Peso de agregado grueso	948
Peso de agua	208.85
Peso de Aditivo Plastificante	2.15

**Fuente:** Elaboración propia

**Descripción:** Según la dosificación que se muestra en la tabla 8, utilizaremos 367 kg de cemento que equivalen a 8.6 bls para 1 m<sup>3</sup>, por lo tanto, se utilizara 2.15 lt. Con los cálculos realizados disminuirémos el contenido de agua que necesitamos que será reemplazado por el aditivo.

**Diseño de mezcla para un concreto de resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con 5% de ceniza de desperdicios avícola (para 1 m<sup>3</sup>).**

Para el diseño de mezclas con ceniza de desperdicios avícolas se tomará tomando en cuenta la dosificación de mezcla patrón.

- Calculamos cuanta ceniza se utilizará -----  $367\text{kg} * 0.05 = 18.37 \text{ kg}$

**Tabla 24.** *Proporción de materiales por metro cúbico en el diseño de mezcla con un contenido del 5% de ceniza.*

Material	Peso (Kg)
Peso del cemento	357
Peso de agregado fino	812
Peso de agregado grueso	948
Peso de agua	211
Peso de Ceniza de desperdicios Avícolas	19

**Fuente:** Elaboración propia

**Descripción:** Según la dosificación que se muestra en la tabla 9, utilizaremos 357 kg de cemento que equivalen a 8.4 bls para 1 m<sup>3</sup> de concreto, tomado en cuenta la dosificación la ceniza de desperdicios avícolas va reemplazar el 5% de cemento para la muestra experimental.

**Diseño de mezcla para un concreto de resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}$  con 10% de ceniza de desperdicios avícola (para 1 m<sup>3</sup>).**

Para el diseño de mezclas con ceniza de desperdicios avícolas se tomará tomando en cuenta la dosificación de mezcla patrón.

- Calculamos cuanta ceniza se utilizará -----  $367\text{kg} * 0.10 = 36.7 \text{ kg}$

**Tabla 25.** *Proporción de materiales por metro cúbico en el diseño de mezcla con un contenido del 10% de ceniza.*

Material	Peso (Kg)
Peso del cemento	338
Peso de agregado fino	812
Peso de agregado grueso	948
Peso de agua	211
Peso de Ceniza de desperdicios Avícolas	38

**Fuente:** Elaboración propia

**Descripción:** Según la dosificación que se muestra en la tabla 10, utilizaremos 338 kg de cemento que equivalen a 8.0 bls para 1 m<sup>3</sup> de concreto, tomado en cuenta la dosificación la ceniza de desperdicios avícolas va reemplazar el 10% de cemento para la muestra experimental.

**Diseño de mezcla para un concreto de resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}$  con 15% de ceniza de desperdicios avícola (para 1 m<sup>3</sup>).**

Para el diseño de mezclas con ceniza de desperdicios avícolas se tomará tomando en cuenta la dosificación de mezcla patrón.

- Calculamos cuanta ceniza se utilizará -----  $367\text{kg} * 0.15 = 55.05 \text{ kg}$

**Tabla 26.** Proporción de materiales por metro cúbico en el diseño de mezcla con un contenido del 15% de ceniza.

Material	Peso (Kg)
Peso del cemento	320
Peso de agregado fino	812
Peso de agregado grueso	948
Peso de agua	211
Peso de Ceniza de desperdicios Avícolas	56

Fuente: Elaboración propia

**Descripción:** Según la dosificación que se muestra en la tabla 11, utilizaremos 320 kg de cemento que equivalen a 7.5 bls para 1 m<sup>3</sup> de concreto, tomado en cuenta la dosificación la ceniza de desperdicios avícolas va reemplazar el 15% de cemento para la muestra experimental.

**El contenido de aire se determinó utilizando el método de presión**

El porcentaje de aire presente en la mezcla de concreto se calcula mediante la observación de la variación de volumen del concreto en respuesta a cambios de presión, los cuales son medidos utilizando un nanómetro. Este método se lleva a cabo siguiendo las directrices establecidas en las Normas Técnicas Peruanas P 339.081 y ASTM C-231.

Con las dosificaciones calculadas para cada muestra experimental se procedió a vaciar el concreto patrón, el concreto patrón con aditivo y concreto con desperdicios avícolas a la olla de Washington obtendremos los resultados requeridos.

Para realizar el ensayo en la olla de Washington, luego del vaciado procedemos a cerrar la olla para introducir agua para saturar las burbujas de aire y luego someterla a presión para obtener el contenido de aire.



*Figura 37. Prueba del contenido de aire en el concreto que contiene ceniza proveniente de desperdicios avícolas*



*Figura 38. Prueba del contenido de aire en el concreto de referencia o estándar*



*Figura 39. Prueba del contenido de aire en el concreto de referencia o estándar con la adición de un aditivo*

### **Asentamiento de concreto en estado plástico**

Este Este ensayo se utiliza para medir la trabajabilidad del concreto y se lleva a cabo utilizando un molde, siguiendo las normas NTP 339.035 y ASTM C143.

Una vez que se calcularon las dosificaciones para cada muestra experimental, se procedió a verter el concreto patrón, el concreto patrón con aditivo y el concreto con desperdicios avícolas en el cono de Abrams, donde se realizará el ensayo de slump para obtener los resultados requeridos con el fin de llevar a cabo la prueba de Cono de Abrams, se vierte el concreto en el molde en tres capas, dándole 25 golpes con una varilla de acero a cada capa gradualmente.



Figura 40. Prueba del asentamiento en el concreto de referencia o estándar



Figura 41. Prueba del asentamiento en el concreto de referencia o estándar con la incorporación de un aditivo



Figura 42. Prueba del asentamiento en el concreto que contiene ceniza proveniente de desperdicios avícolas.

## Resultado de los ensayos realizados a mezclas experimentales

Tabla 27. Atributos y cualidades de las mezclas experimentales de las propiedades físicas.

Diseño de Mezcla	Asentamiento (Slump)	Contenido de aire
Concreto Patrón	3" a 4"	2.3 %
Concreto Patrón con aditivo	5" a 6"	2.0 %
Concreto Patrón con ceniza al 5%	4" a 5"	2.1%
Concreto Patrón con ceniza al 10%	4" a 5"	2.0%
Concreto Patrón con ceniza al 15%	5" a 6"	2.0%

Fuente. Laboratorio WRC INGEO S.A.C

## Resistencia a la compresión

Este ensayo consiste en realizar compresión axial en el concreto hasta su rotura. Se evalúa como la capacidad del concreto para resistir esfuerzos (cargas por unidad aérea). Se realiza a los 28 días de realizado el testigo. Bajo las NTP correspondiente.

Con las dosificaciones calculadas para cada muestra experimental se procedió a vaciar el concreto patrón, El concreto estándar modificado con aditivo y concreto con desperdicios avícolas al en las probetas para obtener los resultados requeridos.

Para la elaboración de probetas primero se debe vaciar el concreto en tres capas de forma gradual en las probetas y dar 25 golpes con una varilla a cada capa, luego 10 golpes con un martillo de goma para eliminar el aire. Por último, se procede a eliminar el material excedente para obtener una uniformidad.



Figura 43. Colocación de muestras de concreto de referencia o estándar en probeta



Figura 44. Colocación de muestras de concreto de referencia o estándar con la incorporación de un aditivo en probetas



Figura 45. Colocación de muestras de concreto que contienen ceniza proveniente de desperdicios avícolas en probetas

## **Fraguado y endurecimiento del concreto**

El fraguado es el proceso químico por el cual el concreto se endurece y adquiere resistencia. Es una etapa crucial en la formación del concreto, ya que determina su durabilidad y capacidad para soportar cargas. Durante el fraguado, los materiales cementantes presentes en el concreto experimentan una reacción química conocida como hidratación, que involucra la combinación de agua y cemento Portland.

El proceso de fraguado se inicia cuando el agua se mezcla con el cemento Portland y otros materiales del concreto, como agregados (arena y grava). La hidratación del cemento es una reacción exotérmica, lo que significa que libera calor a medida que avanza. Esta reacción química produce compuestos de cemento, como silicatos de calcio hidratados y aluminatos de calcio hidratados, que forman la estructura gelatinosa que endurece el concreto.

A medida que la hidratación progresa, el concreto pasa por diferentes etapas de fraguado. La primera etapa se llama período de inducción, donde no se observan cambios significativos en la mezcla. Luego sigue la etapa de fraguado inicial, donde la mezcla comienza a ganar rigidez y a adquirir propiedades mecánicas.

Después del fraguado inicial, el concreto entra en la etapa de fraguado final, donde continúa ganando resistencia y endureciéndose. Durante esta etapa, es importante mantener el concreto húmedo para facilitar la hidratación continua y prevenir la pérdida prematura de humedad. El tiempo total de fraguado varía según la composición del concreto, las condiciones ambientales y el tipo de cemento utilizado.

Es importante tener en cuenta que el fraguado y el endurecimiento del concreto no son lo mismo. El fraguado es el proceso químico en el que se desarrolla la resistencia inicial del concreto, mientras que el endurecimiento es el proceso físico por el cual el concreto adquiere su resistencia final a lo largo del tiempo. El endurecimiento puede continuar durante semanas, meses e incluso años después del fraguado inicial.

En resumen, el fraguado es el proceso químico mediante el cual el concreto se endurece y adquiere resistencia. Es un proceso complejo que involucra la hidratación del cemento y la formación de compuestos que le dan al concreto sus propiedades mecánicas. El tiempo de fraguado puede variar y es importante proporcionar las condiciones adecuadas, como mantener el concreto húmedo, para garantizar un fraguado adecuado y un concreto duradero.

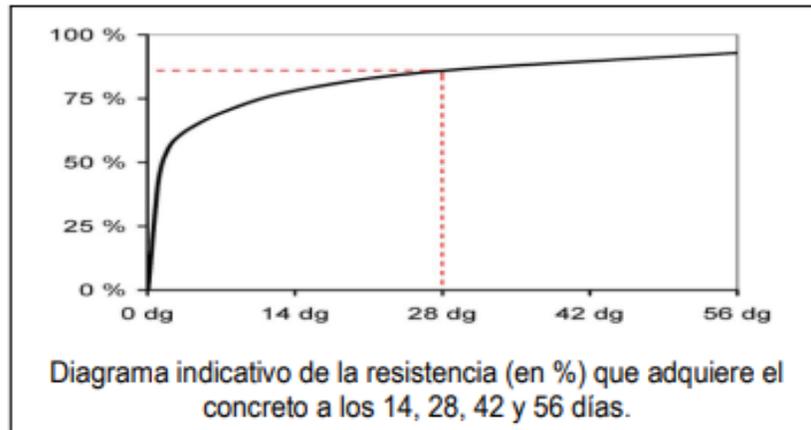


Figura 46. Diagrama indicativo de la resistencia en relaciona al tiempo de fragua

### Resultado de ensayo de asentamiento (slump)

Tabla 28. Atributos y cualidades de las mezclas en fase de experimentación

Diseño de Mezcla	Asentamiento (Slump)
Concreto Patrón	3" a 4"
Concreto Patrón con aditivo	5" a 6"
Concreto con ceniza al 5%	4" a 5"
Concreto con ceniza al 10%	4" a 5"
Concreto con ceniza al 15%	5" a 6"

Fuente. Laboratorio WRC INGENIO S.A.C

**Análisis:** Con los resultados obtenidos de los diferentes tipos de diseño de mezcla, el asentamiento del concreto patrón con aditivo fue de 5" a 6" pulgadas y de concreto con ceniza al 15% también se obtuvo de 5" a 6" pulgadas, por lo tanto, el concreto con ceniza al 15 % es el que más se asemeja al concreto patrón con aditivo.

### Resultado del ensayo de contenido de aire en las mezclas experimentales

**Tabla 29.** *Atributos y propiedades de las mezclas en proceso de experimentación*

Diseño de Mezcla	Contenido de aire
Concreto Patrón	2.0 %
Concreto Patrón con aditivo	2.0 %
Concreto con ceniza al 5%	2.1%
Concreto con ceniza al 10%	2.0%
Concreto con ceniza al 15%	2.0%

**Fuente.** Laboratorio WRC INGEO S.A.C

**Análisis:** Con Los resultados obtenidos de las distintas formulaciones de la mezcla, el nivel de contenido gaseoso del concreto estándar con aditivo fue de 2.0% y de concreto con ceniza al 10 % y 15 % también se obtuvo 2.0%, por lo tanto, el concreto con ceniza al 10 % y 15 % son los que más se asemeja al concreto patrón con aditivo.

### Resultados de tiempo de fraguado

#### Muestra patrón

Con los resultados obtenidos gradualmente del concreto patrón se puede observar que a los 7 días obtuvo 80% de resistencia, a los 14 días obtuvo 83% de su resistencia y los 28 días obtuvo 106% de su resistencia requerida.

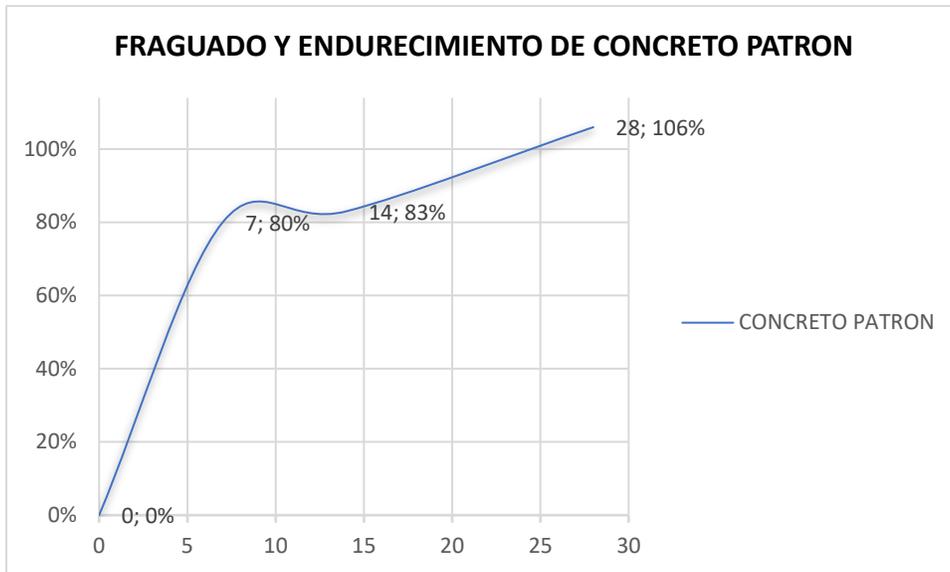


Figura 46. Período de fraguado y endurecimiento del concreto de referencia o estándar

### Muestra patrón con aditivo Sika cem

**Análisis:** A medida que se obtuvieron los resultados progresivos del concreto de referencia con aditivo se puede observar que a los 7 días obtuvo 73% de resistencia, a los 14 días obtuvo 98% de su resistencia y los 28 días obtuvo 117% de su resistencia requerida.

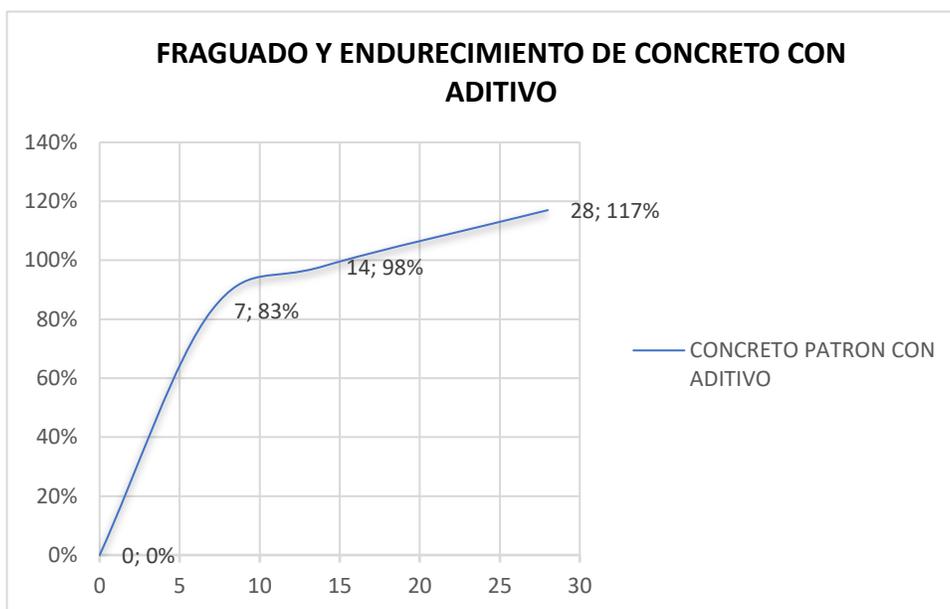


Figura 47. Período de fraguado y endurecimiento del concreto con la adición del aditivo Sika Cem

### Muestra experimental con ceniza de desperdicios avícolas al 5%

Con los resultados obtenidos gradualmente del concreto con ceniza de desperdicios avícolas al 5% se puede observar que a los 7 días obtuvo 105% de resistencia, a los 14 días obtuvo 122% de su resistencia y los 28 días obtuvo 137% de su resistencia requerida.

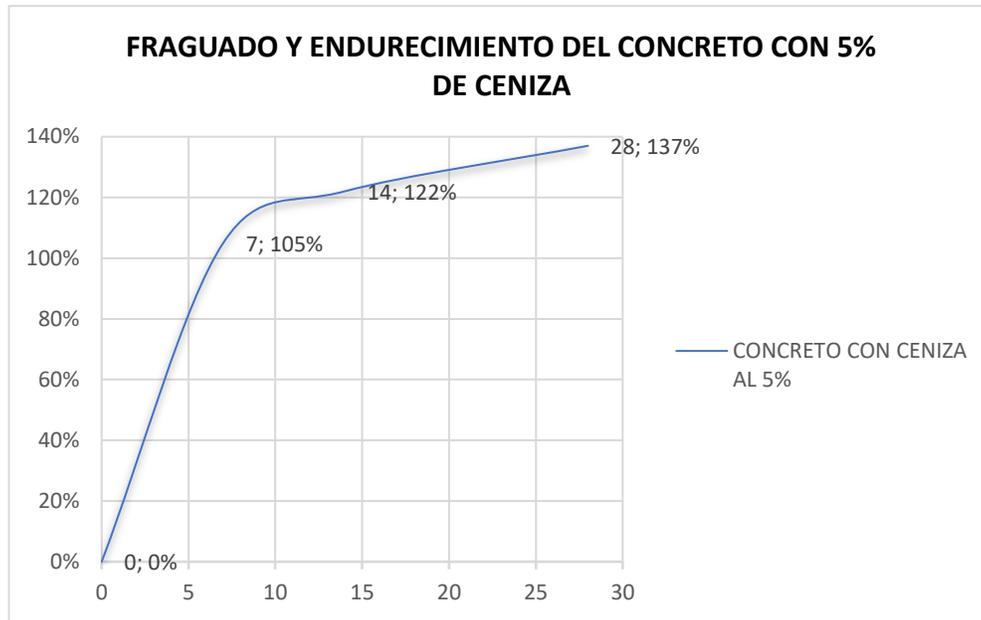


Figura 48. Período de fraguado y endurecimiento del concreto con la incorporación de desperdicios en un 5%.

### Muestra experimental con ceniza de desperdicios avícolas al 10%

Con los resultados obtenidos gradualmente del concreto con ceniza de desperdicios avícolas al 10% se puede observar que a los 7 días obtuvo 100% de resistencia, a los 14 días obtuvo 103% de su resistencia y los 28 días obtuvo 107% de su resistencia requerida.

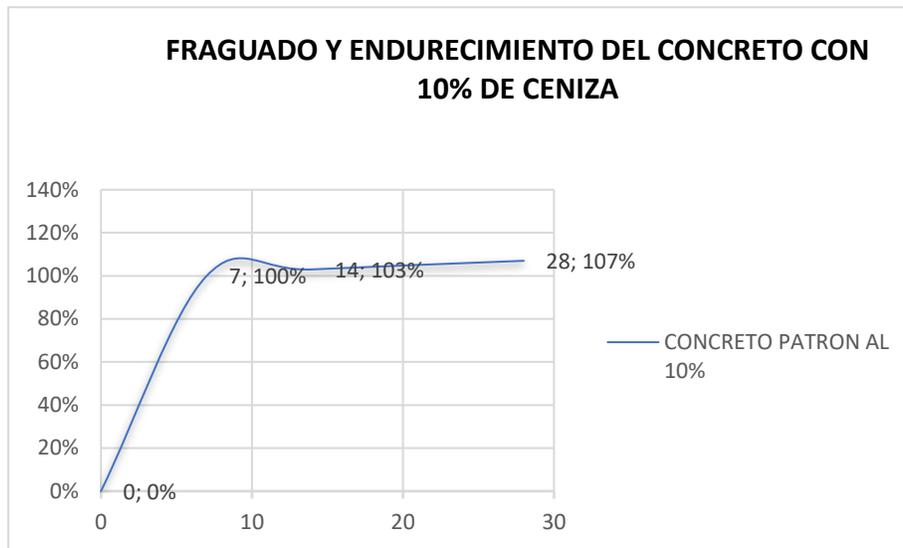


Figura 49. Período de fraguado y endurecimiento del concreto con la incorporación de desperdicios en un 5%.

### Muestra experimental con ceniza de desperdicios avícolas al 15%

Con los resultados obtenidos gradualmente del concreto con ceniza de desperdicios avícolas al 15% se puede observar que a los 7 días obtuvo 81% de resistencia, a los 14 días obtuvo 101% de su resistencia y los 28 días obtuvo 110% de su resistencia requerida.

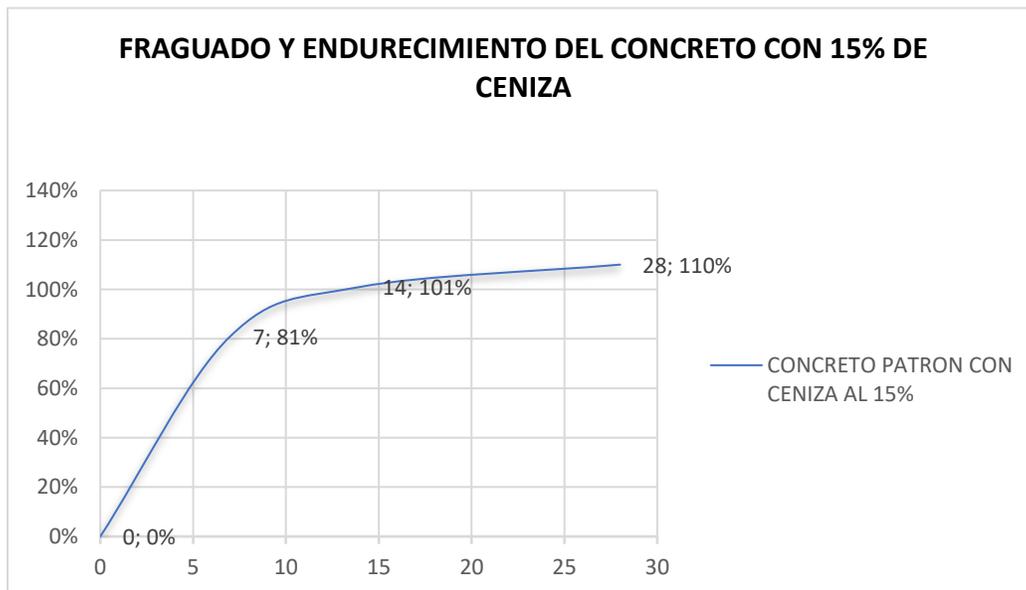


Figura 50. Período de fraguado y endurecimiento del concreto con la incorporación de desperdicios en un 15%.

### Resultado de Ensayo de compresión para medir la resistencia

## Muestra patrón

Ensayo de compresión axial en probetas cilíndricas de concreto endurecido de diseño de mezcla patrón, con dimensiones de 6"x 12", realizado a los 7 días.

**Tabla 30.** Datos obtenidos de pruebas de compresión realizadas a los 7 días en muestra de referencia o estándar

DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	f'c= 210 Kg/cm2	Edad (días)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm2)	Porcentaje de Resistencia
CC-1	01/05/2023	08/05/2023	210	7	29652.41	167.8	79.9%
CC-2	01/05/2023	08/05/2023	210	7	28781.23	162.87	77.6%
CC-3	01/05/2023	08/05/2023	210	7	30183.61	170.8	81.3%
					PROMEDIO	167.2	79.6%

Fuente: elaboración propia

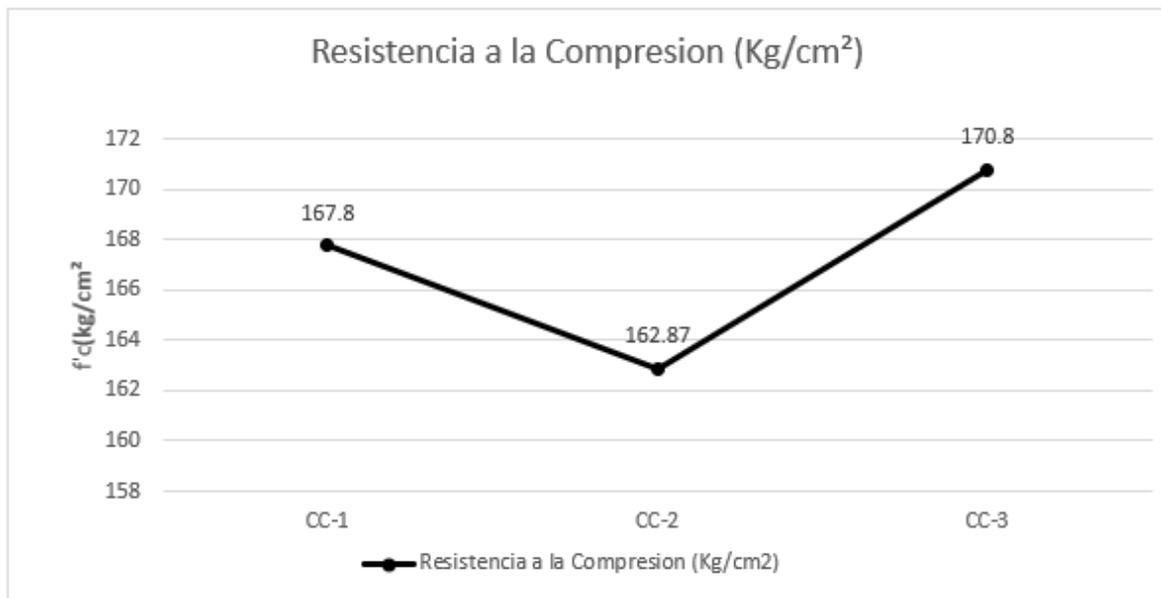


Figura 51. Diferencias o variaciones en las resistencias a compresión a los 7 días en las muestras de referencia o estándar

Ensayo de compresión axial en probetas cilíndricas de concreto endurecido de diseño de mezcla patrón, con dimensiones de 6"x 12", realizado en el periodo de 14 días

**Tabla 31.** Datos obtenidos de pruebas de compresión realizadas durante los 14 días en muestra de referencia o estándar

DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	f'c= 210 Kg/cm2	Edad (días)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm2)	Porcentaje de Resistencia
CPA-4	02/05/2023	16/05/2023	210	14	36209.65	204.91	97.6%
CPA-5	02/05/2023	16/05/2023	210	14	35875.66	203.02	96.7%
CPA-6	02/05/2023	16/05/2023	210	14	36895.28	208.79	99.4%
					PROMEDIO	205.6	97.9%

Fuente: elaboración propia

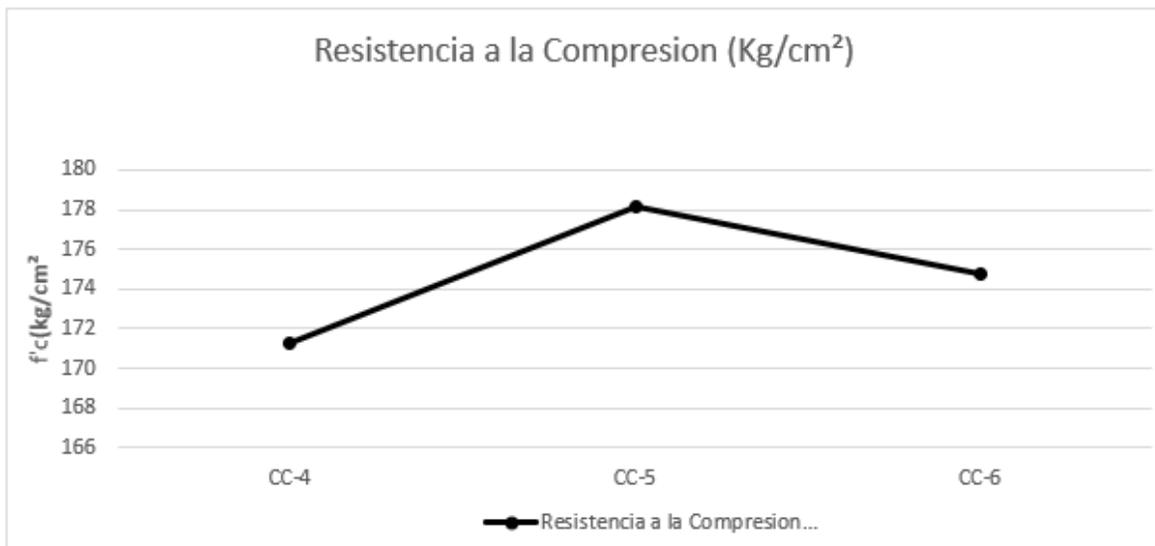


Figura 52. Diferencias o variaciones en las resistencias a compresión a los 14 días en las muestras de referencia o estándar

Ensayo de compresión axial en probetas cilíndricas de concreto endurecido de diseño de mezcla patrón, con dimensiones de 6"x 12", realizado a los 28 días

**Tabla 32.** Resultados de pruebas de compresión realizadas a los 28 días en muestra de referencia o estándar

DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	f'c= 210 Kg/cm2	Edad (días)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm2)	Porcentaje de Resistencia
CC-7	01/05/2023	29/05/2023	210	28	38956	221.4	105.4%
CC-8	01/05/2023	29/05/2023	210	28	42597	223.4	106.4%
CC-9	01/05/2023	29/05/2023	210	28	47831	225.4	107.3%
					PROMEDIO	223.4	106.4%

Fuente: elaboración propia

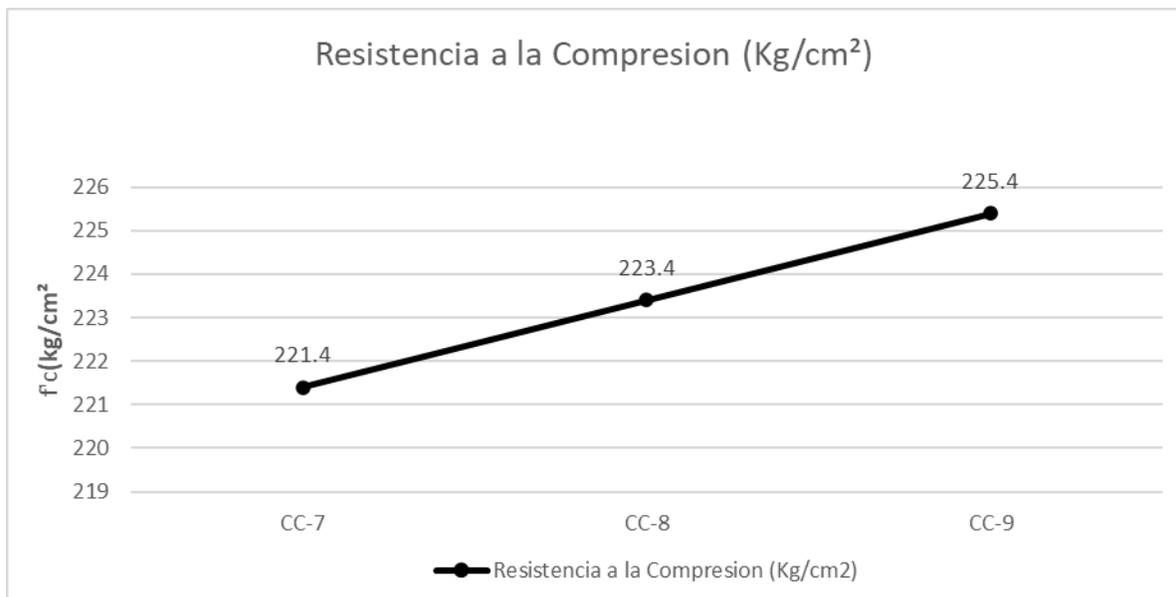


Figura 53. Diferencias o variaciones en las resistencias a compresión a los 28 días en las muestras de referencia o estándar

Luego de aplicar una carga axial a nuestras probetas de concreto patrón, los resultados de resistencia fueron los siguientes: a los 7 días, se registró una resistencia de 152.5 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días se obtuvo una resistencia de 174.8 kg/cm<sup>2</sup>, y a los 28 días se alcanzó una resistencia de 223.4 kg/cm<sup>2</sup>

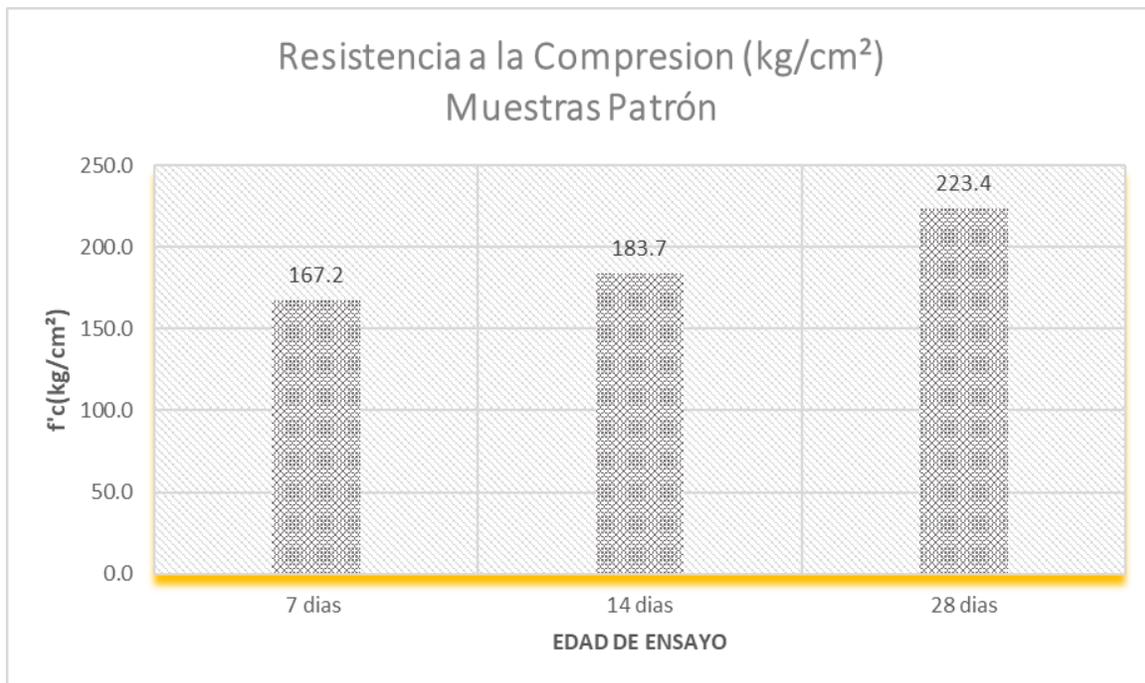


Figura 54. Valor promedio de las resistencias a compresión a los 7, 14 y 28 días en las muestras de referencia o estándar

De acuerdo con las normativas, se establece a través de un ábaco la fuerza de compresión necesaria del concreto en base a la proporción agua/cemento (a/c). En nuestro caso, con una relación a/c de 0.56, se observa que la resistencia a los 7 días está por debajo del valor requerido, al igual que a los 14 y 28 días.

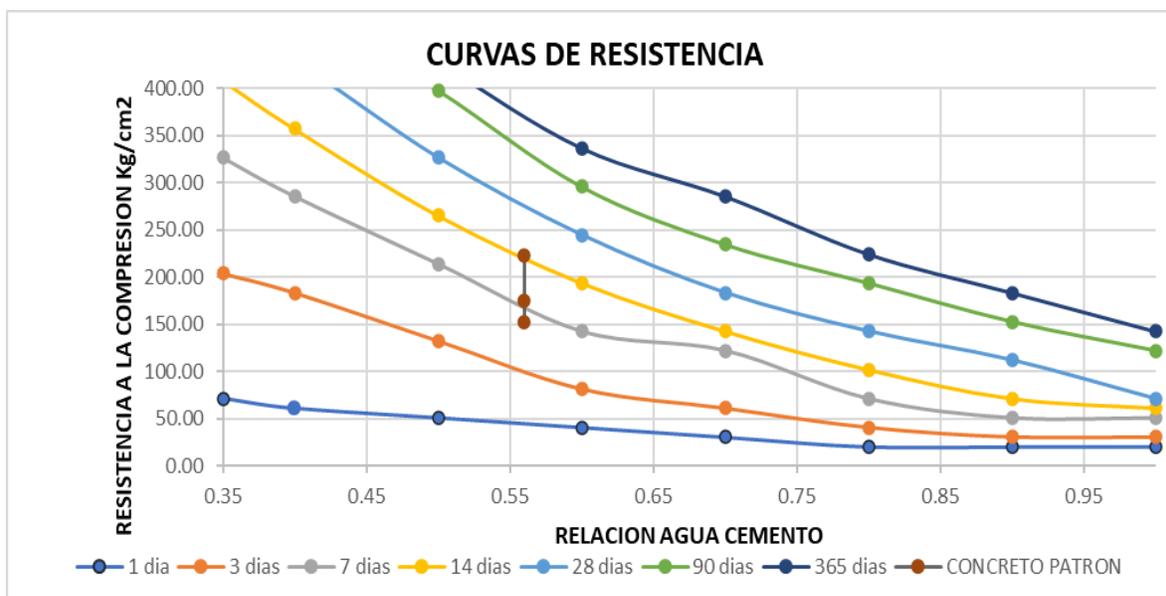


Figura 55. Nivel de resistencia relacionado con la proporción agua-cemento

### Muestra patrón con aditivo Sika Cem

Ensayo de compresión axial en probetas cilíndricas de concreto endurecido de diseño de mezcla patrón con la incorporación de un aditivo, realizado después de transcurridos 7 días

**Tabla 33.** Los resultados obtenidos de las pruebas de compresión realizadas después de 7 días en muestras de referencia o estándar con la incorporación de un aditivo

DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	f'c= 210 Kg/cm2	Edad (días)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm2)	Porcentaje de Resistencia
CPA-1	02/05/2023	09/05/2023	210	7	31568	178.16	84.8%
CPA-2	02/05/2023	09/05/2023	210	7	31897	180.5	86.0%
CPA-3	02/05/2023	09/05/2023	210	7	28805.5	163.01	77.6%
					PROMEDIO	173.89	82.8%

Fuente: elaboración propia

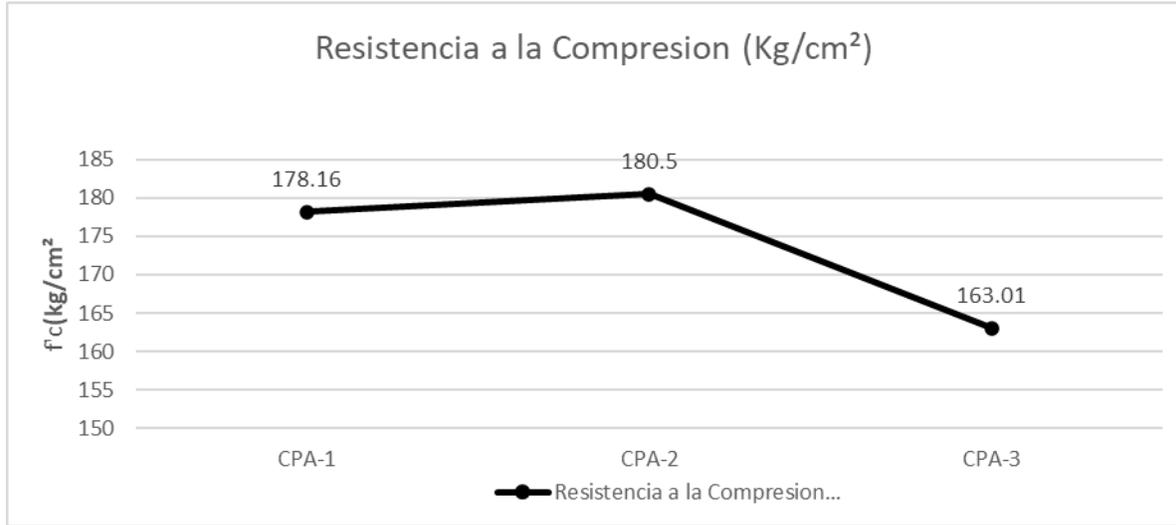


Figura 56. Diferencias o variaciones en las resistencias a compresión a los 7 días en las muestras de referencia o estándar con la incorporación de un aditivo

Ensayo de compresión axial en probetas cilíndricas de concreto endurecido de diseño de mezcla patrón con la incorporación de un aditivo, Realizado después de transcurridos 14 días

**Tabla 34.** Resultados de pruebas de compresión realizadas a los 14 días en muestras de referencia o estándar con la incorporación de un aditivo

DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	f'c= 210 Kg/cm2	Edad (días)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm2)	Porcentaje de Resistencia
CPA-4	02/05/2023	16/05/2023	210	14	36209.65	204.91	97.6%
CPA-5	02/05/2023	16/05/2023	210	14	35875.66	203.02	96.7%
CPA-6	02/05/2023	16/05/2023	210	14	36895.28	208.79	99.4%
					PROMEDIO	205.6	97.9%

Fuente: elaboración propia

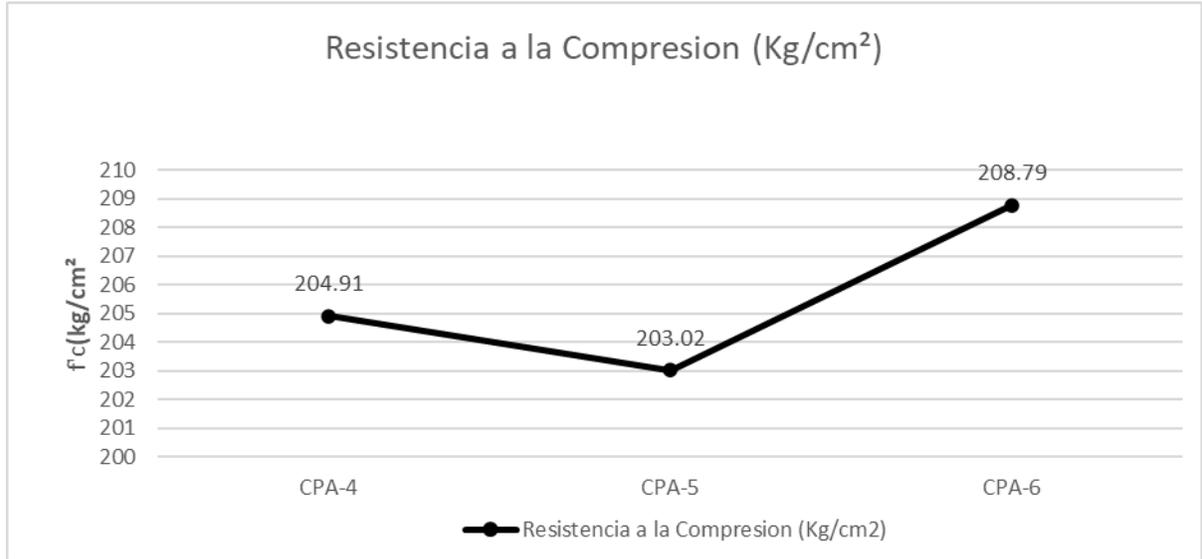


Figura 57. Diferencias o variaciones en las resistencias a compresión a los 14 días en las muestras de referencia o estándar con la incorporación de un aditivo

Ensayo de compresión axial en probetas cilíndricas de concreto endurecido de diseño de mezcla patrón con la incorporación de un aditivo, realizado a los 28 días

**Tabla 35.** Resultados de pruebas de compresión realizadas después de 28 días en muestras de referencia o estándar con la incorporación de un aditivo

DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	f'c= 210 Kg/cm2	Edad (días)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm2)	Porcentaje de Resistencia
CPA-7	02/05/2023	30/05/2023	210	28	43875.33	248.29	118.2%
CPA-8	02/05/2023	30/05/2023	210	28	43346.96	245.3	116.8%
CPA-9	02/05/2023	30/05/2023	210	28	42968.8	243.16	115.8%
					PROMEDIO	245.6	116.9%

Fuente: elaboración propia

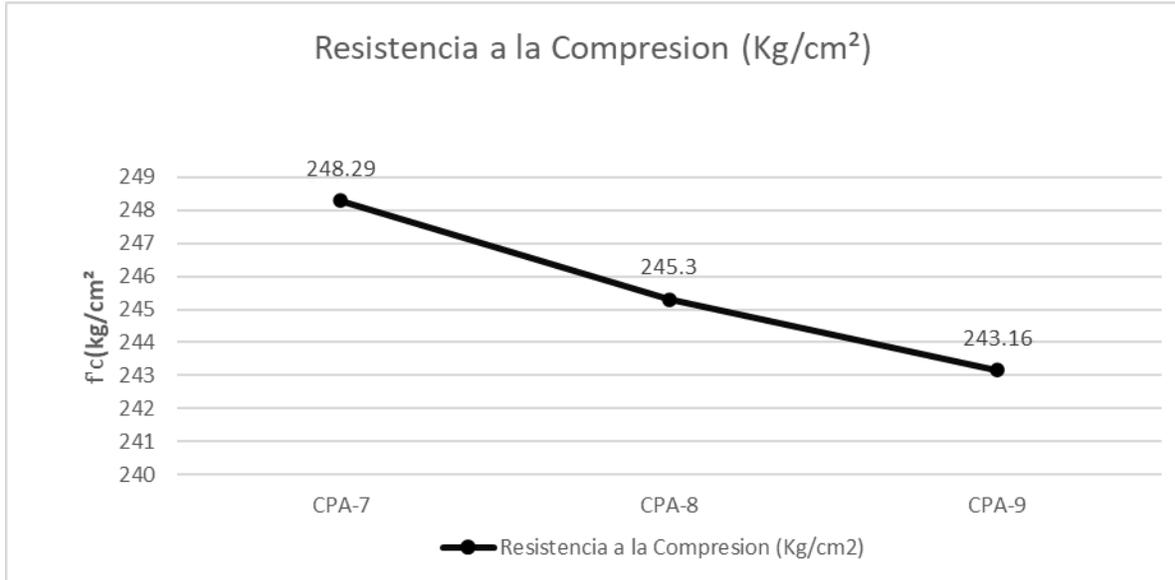


Figura 58. Diferencias o variaciones en las resistencias a compresión a los 28 días en las muestras de referencia o estándar con la incorporación de un aditivo

Luego de aplicar una carga axial a nuestras probetas de concreto patrón con aditivo, los resultados de resistencia fueron los siguientes: a los 7 días, la resistencia fue de 173.9 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días, la resistencia fue de 205.6 kg/cm<sup>2</sup>, y a los 28 días, la resistencia fue de 245.6 kg/cm<sup>2</sup>.

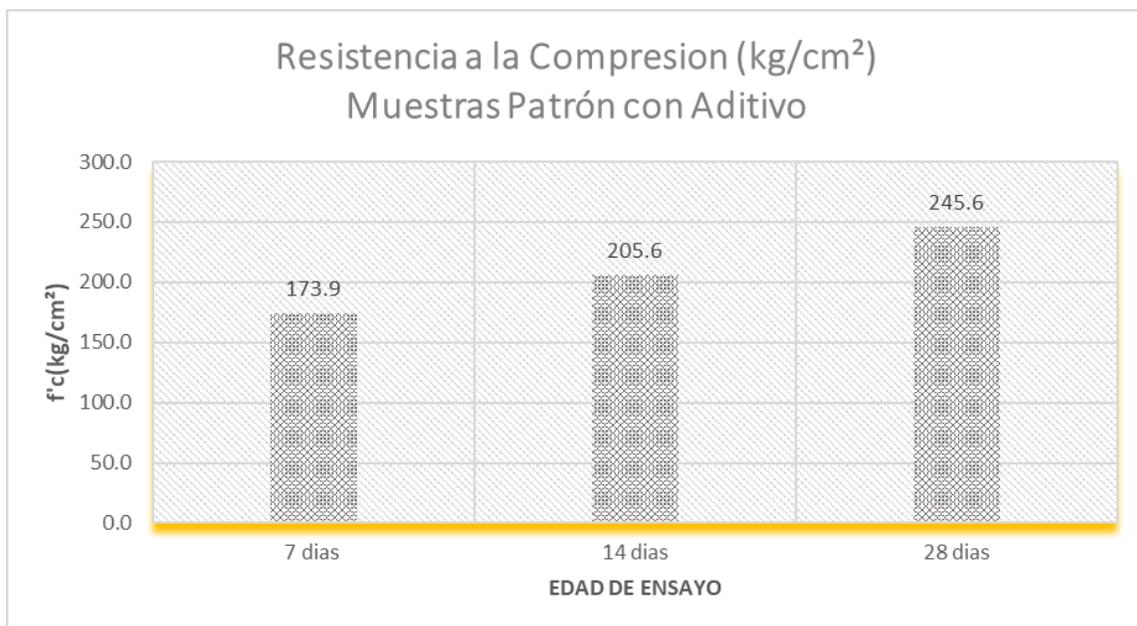


Figura 59. Valor promedio de las resistencias a compresión a los 7, 14 y 28 días en las muestras de referencia o estándar con la incorporación de un aditivo.

De acuerdo con las normativas, a través de un ábaco se establece La fuerza de compresión necesaria del concreto en función de la relación entre agua y cemento (a/c). En nuestro caso, con una relación a/c de 0.56, se observa que a los 7 días cumple con la resistencia requerida, mientras que a los 14 y 28 días no alcanza la resistencia requerida.

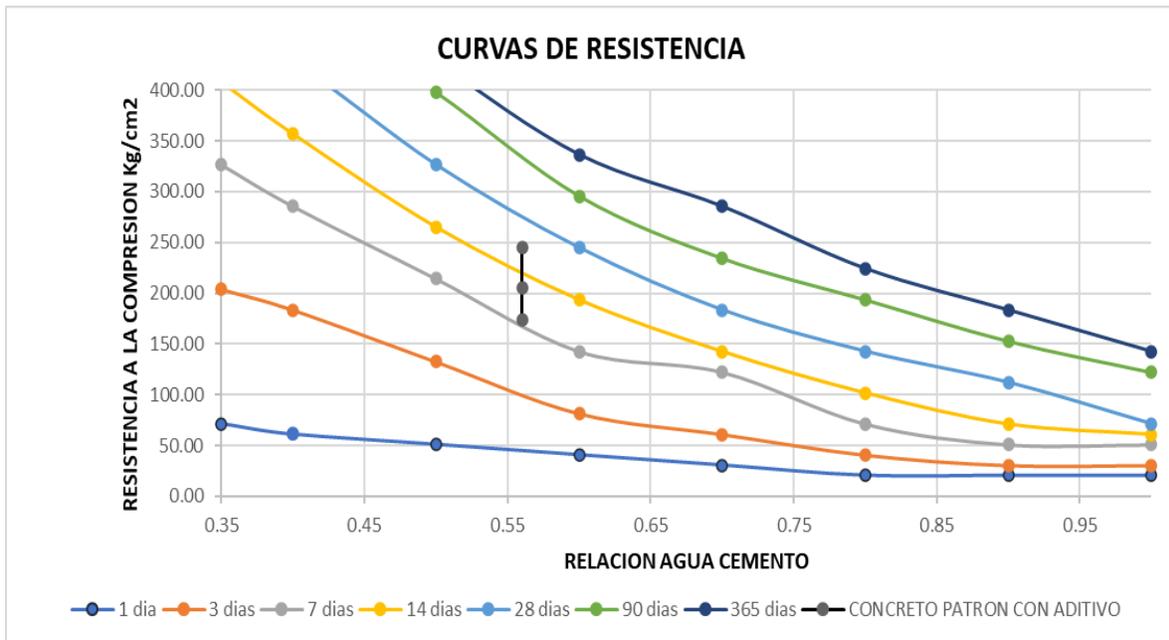


Figura 60. Nivel de resistencia relacionado con la proporción entre agua y cemento

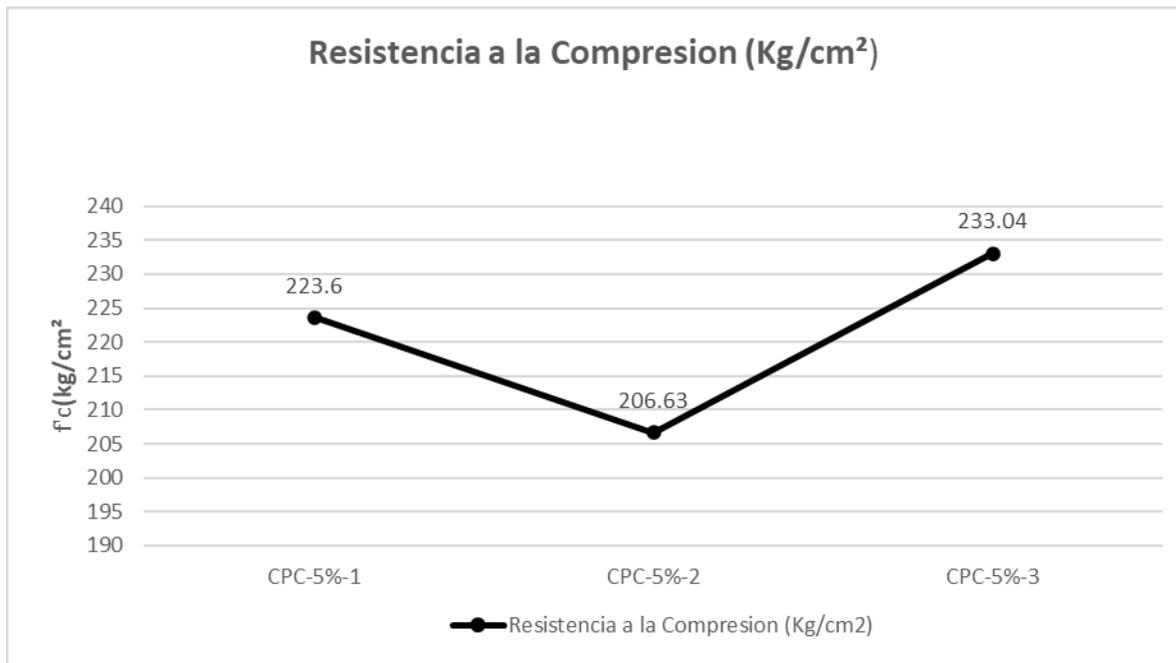
### Muestra experimental con ceniza de desperdicios avícolas al 5%

Ensayo de compresión axial en probetas cilíndricas de concreto endurecido de diseño de mezcla con la incorporación de ceniza de desperdicios avícolas al 5%, transcurridos siete días

**Tabla 36.** Resultados de pruebas de compresión realizadas a los 7 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 5%.

DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	f'c= 210 Kg/cm2 diseño	Edad (días)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm2)	Porcentaje de Resistencia
CPC-5%-1	03/05/2023	10/05/2023	210	7	39512.36	223.6	106.5%
CPC-5%-2	03/05/2023	10/05/2023	210	7	36513.59	206.63	98.4%
CPC-5%-3	03/05/2023	10/05/2023	210	7	41180.5	233.04	111.0%
					PROMEDIO	221.1	105.3%

Fuente: elaboración propia



**Figura 61.** Diferencias o variaciones en las fuerzas de compresión registradas a los 7 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 5%.

Ensayo de compresión axial en probetas cilíndricas de concreto endurecido de diseño de mezcla con la incorporación de ceniza de desperdicios avícolas al 5%, realizado a los 14 días.

**Tabla 37.** Resultados de pruebas de compresión realizadas a los 14 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 5%.

DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	f'c= 210 Kg/cm2	Edad (días)	Carga máxima (kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm2)	Porcentaje de Resistencia
CPC-5%-4	03/05/2023	17/05/2023	210	14	44686.42	252.88	120.4%
CPC-5%-5	03/05/2023	17/05/2023	210	14	44978	254.53	121.2%
CPC-5%-6	03/05/2023	17/05/2023	210	14	45718.41	258.72	123.2%
			210		PROMEDIO	255.4	121.6%

Fuente: elaboración propia

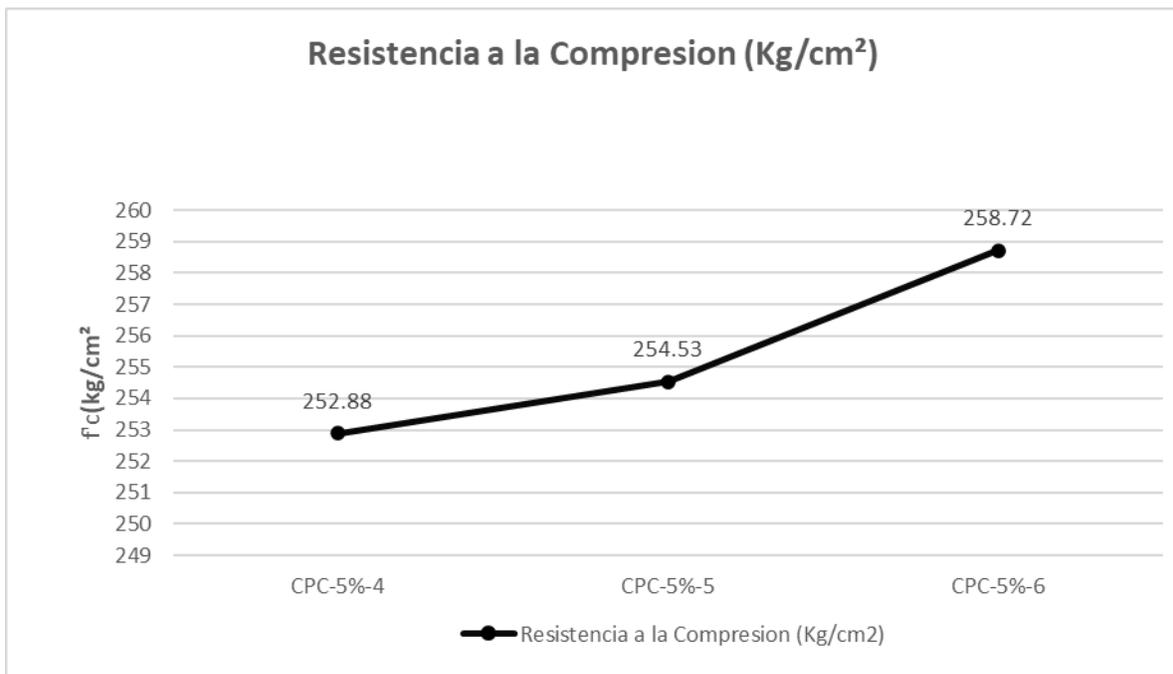


Figura 62. Diferencias o variaciones en las resistencias a compresión a los 14 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 5%

Ensayo de compresión axial en probetas cilíndricas de concreto endurecido de diseño de mezcla con la incorporación de ceniza de desperdicios avícolas al 5%, realizado a los 28 días.

**Tabla 38.** Resultados de pruebas de compresión realizadas a los 28 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 5%.

DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	f'c= 210 Kg/cm2	Edad (días)	Carga máxima (kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm2)	Porcentaje de Resistencia
CPC-5%-7	03/05/2023	31/05/2023	210	28	49793.34	281.78	134.2%
CPC-5%-8	03/05/2023	31/05/2023	210	28	50254.56	284.39	135.4%
CPC-5%-9	03/05/2023	31/05/2023	210	28	52118.85	294.94	140.4%
					PROMEDIO	287.0	136.7%

Fuente: elaboración propia

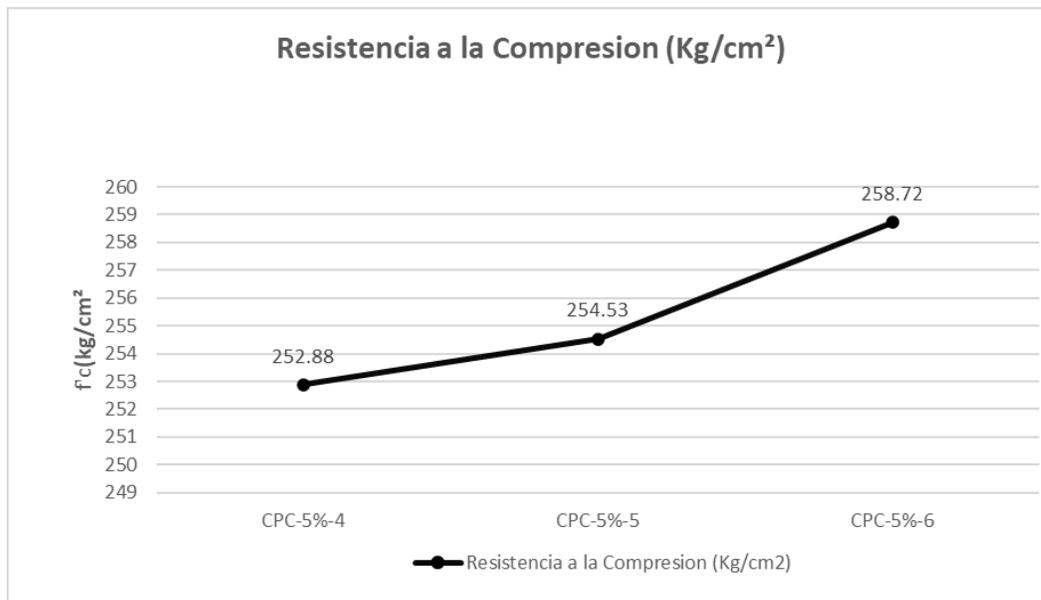


Figura 63. Diferencias o variaciones en las resistencias a compresión a los 28 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 5%

Luego de someter Las probetas estándar de concreto con un agregado de ceniza al 5% a una carga axial, los resultados obtenidos muestran que después de 7 días, se registró una resistencia de 221.1 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días la resistencia aumentó a 255.4 kg/cm<sup>2</sup> y finalmente, a los 28 días la resistencia alcanzó los 287.0 kg/cm<sup>2</sup>

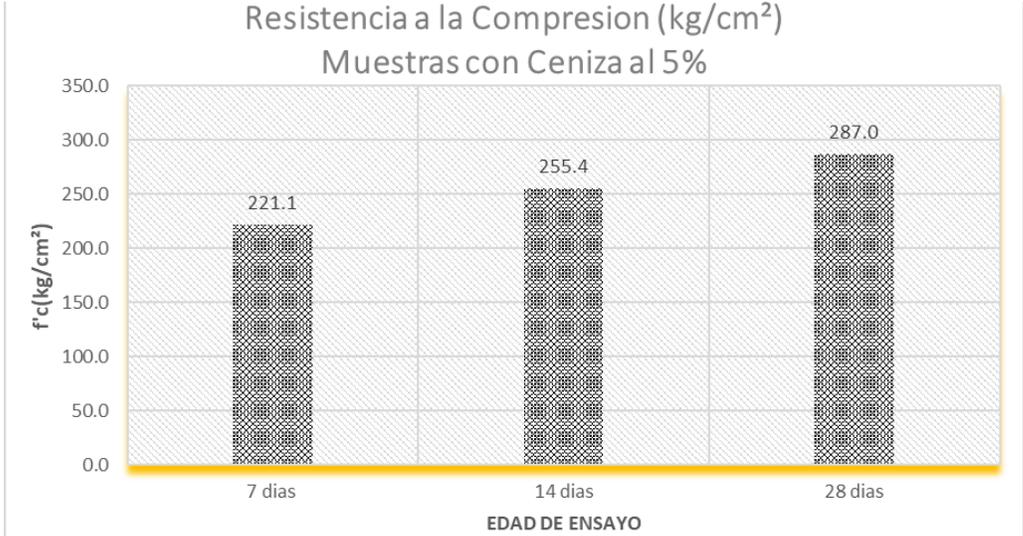


Figura 64. Diferencias o variaciones Las fuerzas de compresión registradas a las cuatro semanas (28D) en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 5%.

De acuerdo con las especificaciones de la normativa y la relación agua/cemento (a/c) establecida en nuestro diseño de mezcla (0.56), los resultados muestran que la resistencia a la compresión del concreto con ceniza al 5% supera los valores requeridos a los 7 días, así como también a los 14 días y 28 días.

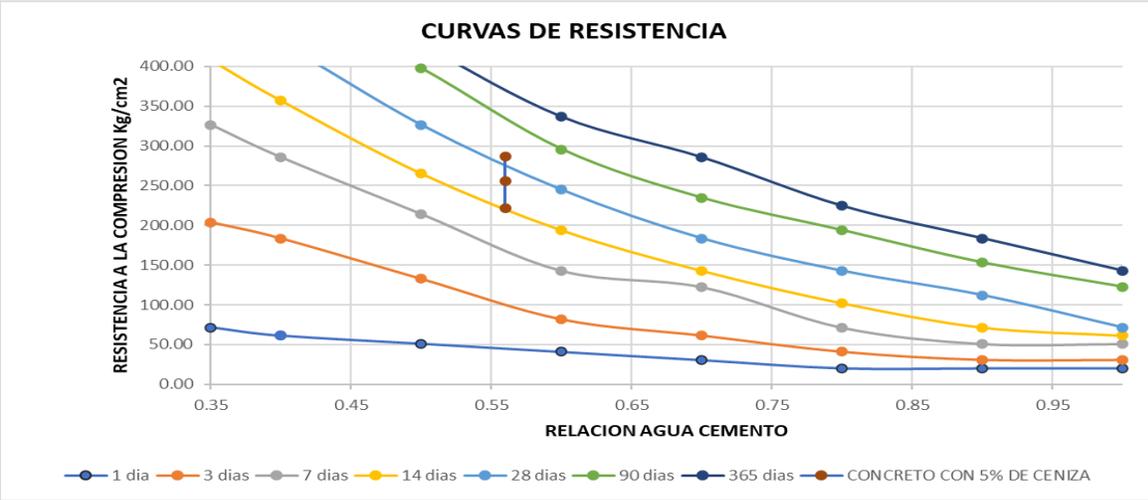


Figura 65. Nivel de resistencia relacionado con la proporción entre agua y cemento

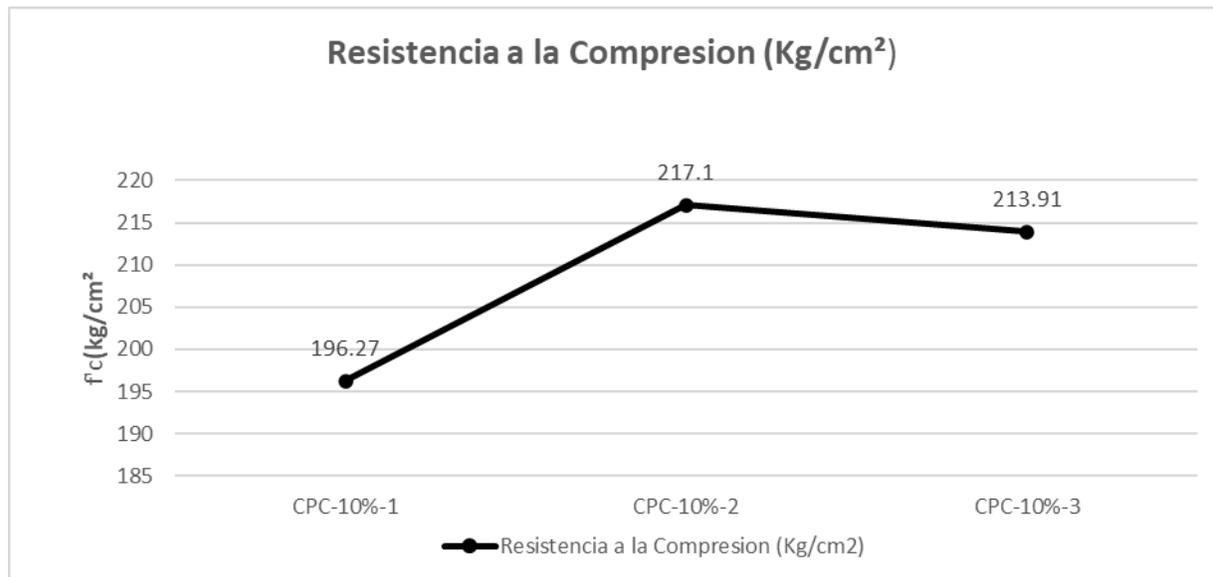
## Muestra Experimental con Ceniza de Desperdicios Avícolas al 10%

Ensayo de compresión axial en probetas cilíndricas de concreto endurecido de diseño de mezcla con la incorporación de ceniza de desperdicios avícolas al 10%, realizado a los 7 días.

**Tabla 39.** Resultados de pruebas de compresión realizadas a los 7 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 10%.

DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	f'c= 210 Kg/cm2	Edad (días)	Carga máxima (kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm2)	Porcentaje de Resistencia
CPC-10%-1	04/05/2023	11/05/2023	210	7	34682.87	196.27	93.5%
CPC-10%-2	04/05/2023	11/05/2023	210	7	38363.74	217.1	103.4%
CPC-10%-3	04/05/2023	11/05/2023	210	7	37800.04	213.91	101.9%
					PROMEDIO	209.1	99.6%

Fuente: elaboración propia



**Figura 66.** Diferencias o variaciones en las resistencias a compresión a los 7 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 10%.

Ensayo de compresión axial en probetas cilíndricas de concreto endurecido de El diseño de la mezcla con la inclusión de ceniza de desperdicios avícolas al 10%, realizado a los 14 días.

**Tabla 40.** Los resultados obtenidos de las pruebas de compresión realizadas después de 14 días ,en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 10%.

DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	f'c= 210 Kg/cm2	Edad (días)	Carga máxima (kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm2)	Porcentaje de Resistencia
CPC-10%-4	04/05/2023	18/05/2023	210	14	37038.42	209.6	99.8%
CPC-10%-5	04/05/2023	18/05/2023	210	14	39477.01	223.4	106.4%
CPC-10%-6	04/05/2023	18/05/2023	210	14	38522.78	218	103.8%
					PROMEDIO	217.0	103.3%

Fuente: elaboración propia

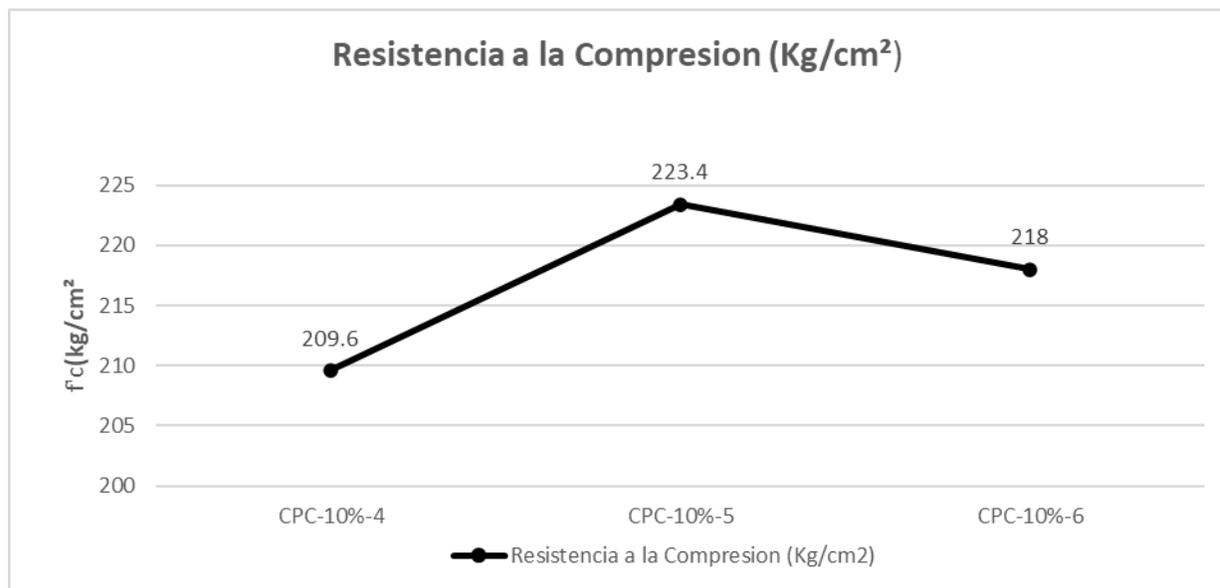


Figura 67. Diferencias o variaciones en las resistencias a compresión a los 7 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 10%

Ensayo de compresión axial en probetas cilíndricas de concreto endurecido de diseño de mezcla con la incorporación de ceniza de desperdicios avícolas al 10%, realizado a los 28 días.

**Tabla 41.** Resultados de pruebas de compresión realizadas a los 28 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 10%.

DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	f'c= 210 Kg/cm2	Edad (días)	Carga máxima (kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm2)	Porcentaje de Resistencia
CPC-10%-7	04/05/2023	01/06/2023	210	28	39282.63	222.3	105.9%
CPC-10%-8	04/05/2023	01/06/2023	210	28	37533.2	212.4	101.1%
CPC-10%-9	04/05/2023	01/06/2023	210	28	41844.93	236.8	112.8%
					PROMEDIO	223.8	106.6%

Fuente: elaboración propia

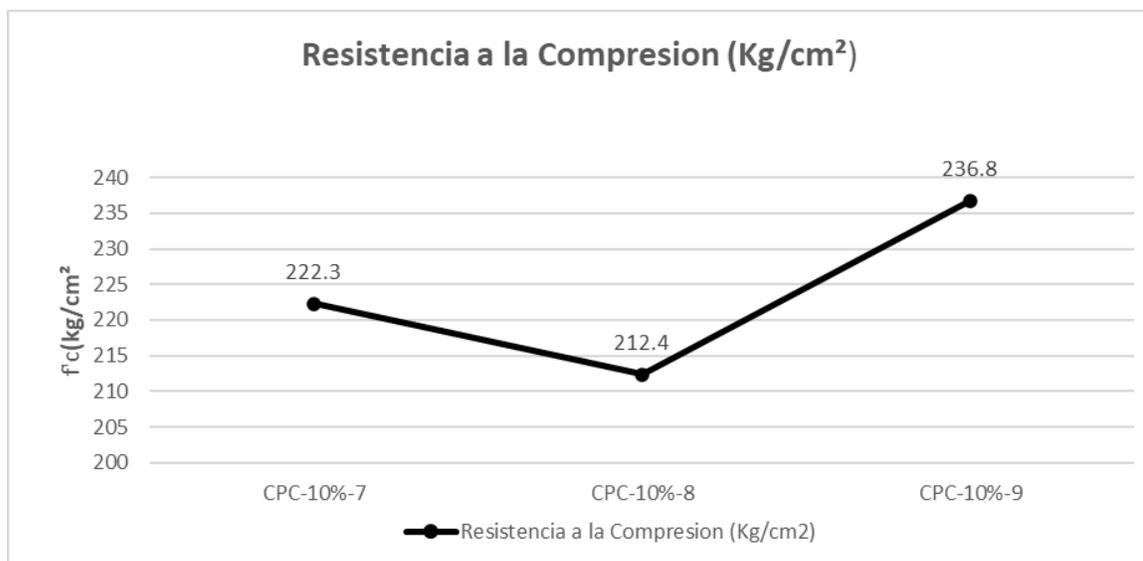


Figura 68. Diferencias o variaciones en las resistencias a compresión a los 7 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 10%.

Luego de ensayar las probetas de concreto patrón con ceniza al 10% bajo carga axial, los resultados indican que a los 7 días la resistencia fue de 209.1 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días fue de 217 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días fue de 223.8 kg/cm<sup>2</sup>.

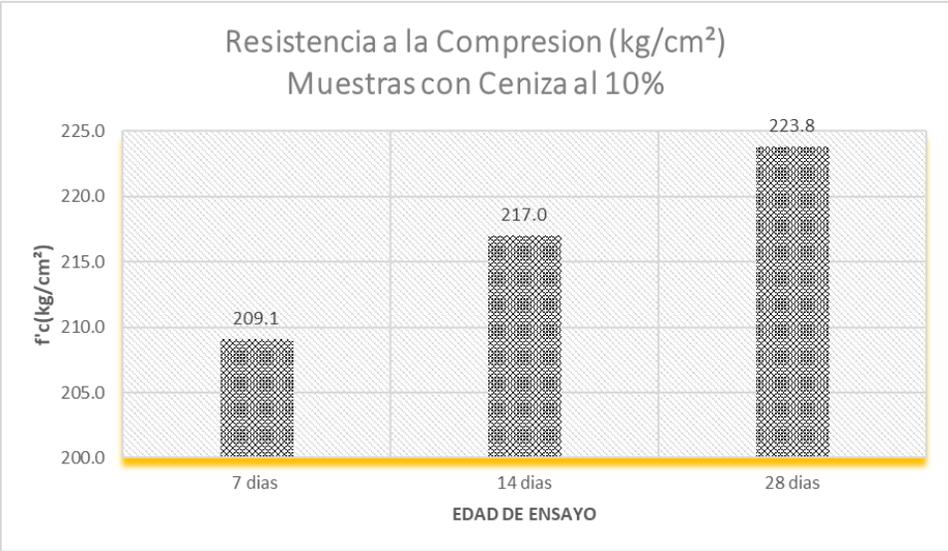


Figura 69. Valor promedio de las resistencias a compresión a los 7, 14 y 28 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 10%.

Siguiendo las pautas establecidas por las normativas y utilizando un ábaco, se determina la resistencia a la compresión que el concreto debe tener en función de la relación agua-cemento (a/c). En el caso específico de nuestro diseño de mezcla, con una relación a/c de 0.56, se observa que a los 7 y 14 días la resistencia cumple con los requisitos exigidos. Sin embargo, al llegar a los 28 días, la resistencia se sitúa por debajo de lo requerido

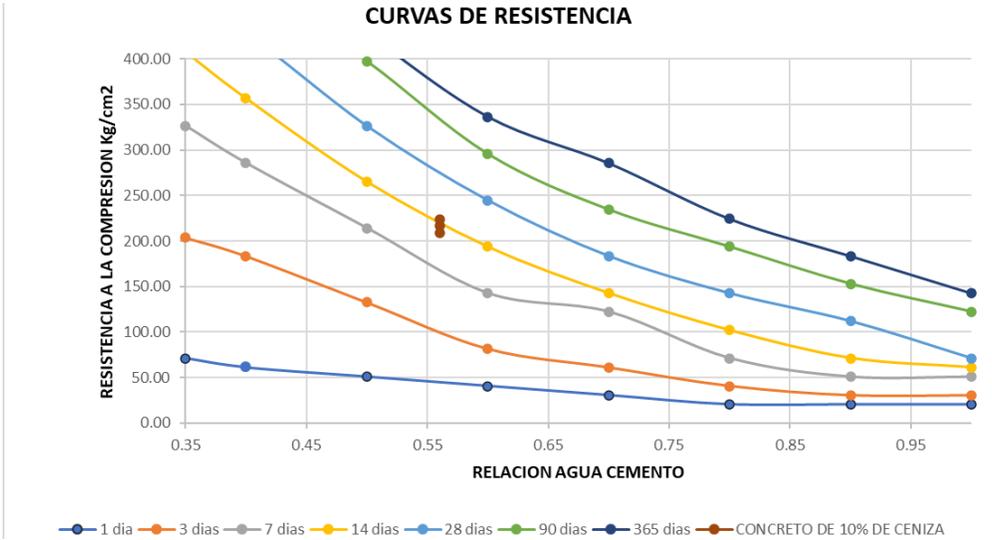


Figura 70. Nivel de resistencia asociado a la proporción entre agua y cemento.

### Muestra experimental con ceniza de desperdicios avícolas al 15%

Ensayo de compresión axial en probetas cilíndricas de concreto endurecido de diseño de mezcla con la incorporación de ceniza de desperdicios avícolas al 15%, realizado a los 7 días.

**Tabla 42.** Resultados de pruebas de compresión realizadas a los 7 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 15%

DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	f'c= 210 Kg/cm2	Edad (días)	Carga máxima (kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm2)	Porcentaje de Resistencia
CPC-15%-1	05/05/2023	12/05/2023	210	7	29863.99	169	80.5%
CPC-15%-2	05/05/2023	12/05/2023	210	7	29545.91	167.2	79.6%
CPC-15%-3	05/05/2023	12/05/2023	210	7	30323.44	171.6	81.7%
					PROMEDIO	169.3	80.6%

Fuente: elaboración propia

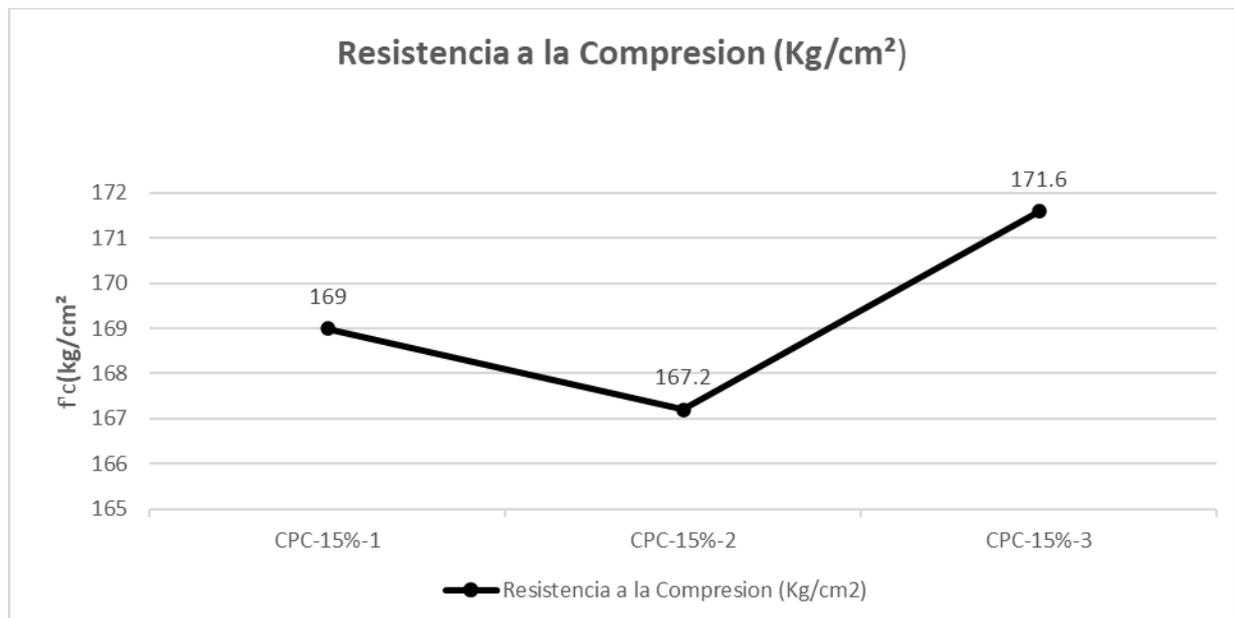


Figura 71. Diferencias o variaciones en las resistencias a compresión a los 7 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 15%.

Ensayo de compresión axial en probetas cilíndricas de concreto endurecido de diseño de mezcla con la incorporación de ceniza de desperdicios avícolas al 15%, realizado a los 14 días.

**Tabla 43.** Resultados de pruebas de compresión realizadas a los 14 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 15%.

DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	f'c= 210 Kg/cm2	Edad (días)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm2)	Porcentaje de Resistencia
CPC-15%-4	05/05/2023	19/05/2023	210	14	37285.81	211	100.5%
CPC-15%-5	05/05/2023	19/05/2023	210	14	37745.26	213.6	101.7%
CPC-15%-6	05/05/2023	19/05/2023	210	14	37674.57	213.2	101.5%
					PROMEDIO	212.6	101.2%

Fuente: elaboración propia

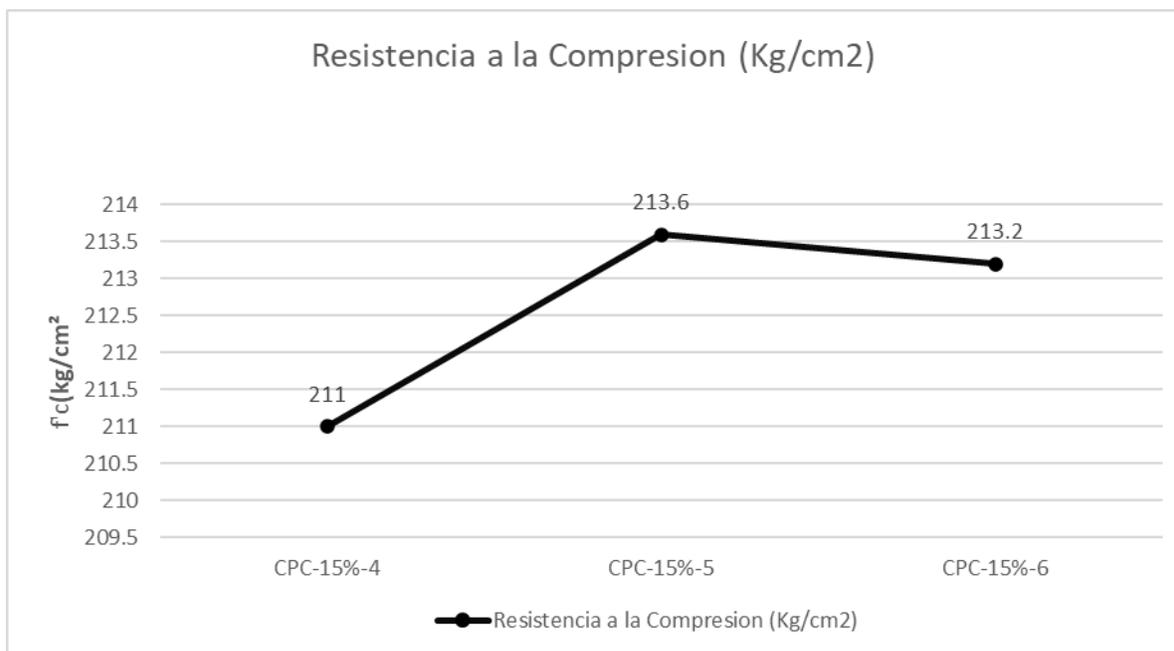


Figura 72. Diferencias o variaciones en las resistencias a compresión a los 14 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 15%.

Ensayo de compresión axial en probetas cilíndricas de concreto endurecido de diseño de mezcla con la incorporación de ceniza de desperdicios avícolas al 15%, realizado a los 28 días.

**Tabla 44.** Resultados de pruebas de compresión realizadas a los 28 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 15%.

DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	f'c= 210 Kg/cm2	Edad (días)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm2)	Porcentaje de Resistencia
CPC-15%-7	05/05/2023	02/06/2023	210	28	40378.24	228.5	108.8%
CPC-15%-8	05/05/2023	02/06/2023	210	28	41632.88	235.6	112.2%
CPC-15%-9	05/05/2023	02/06/2023	210	28	40820.01	231	110.0%
					PROMEDIO	231.7	110.3%

Fuente: elaboración propia

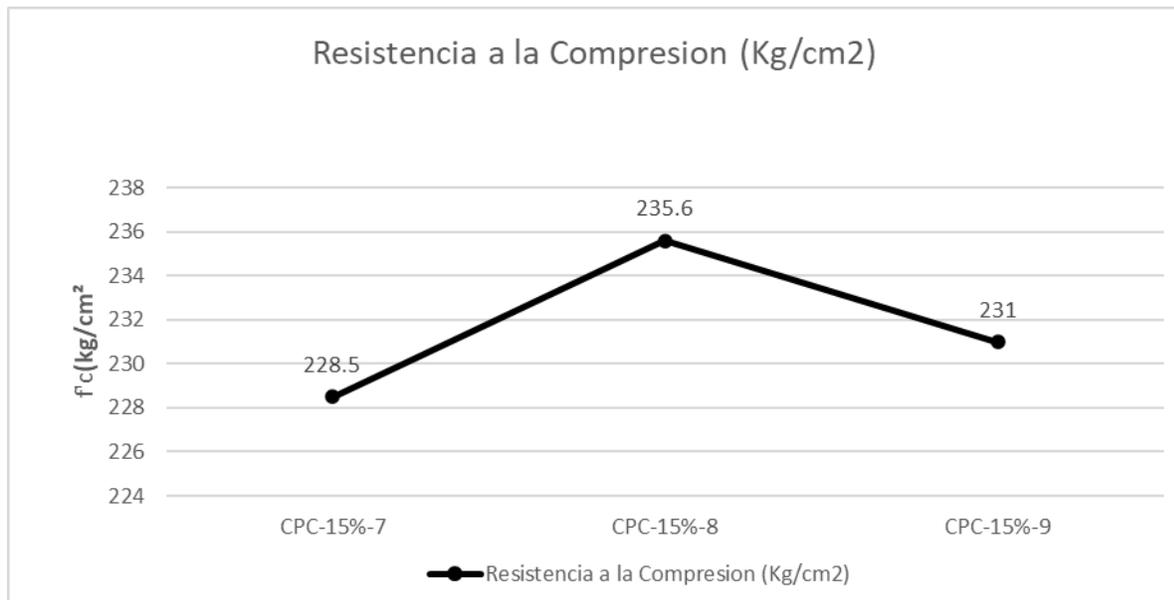


Figura 73. Diferencias o variaciones en las resistencias a compresión a los 28 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 15%.

Luego de someter nuestras probetas de concreto patrón con un contenido de ceniza al 15% a una carga axial, se obtuvieron los siguientes resultados: a los 7 días, la resistencia a la compresión fue de 169.3 kg/cm<sup>2</sup>; a los 14 días, la resistencia a la compresión fue de 212.6 kg/cm<sup>2</sup>; y a los 28 días, la resistencia a la compresión fue de 231.7 kg/cm<sup>2</sup>.

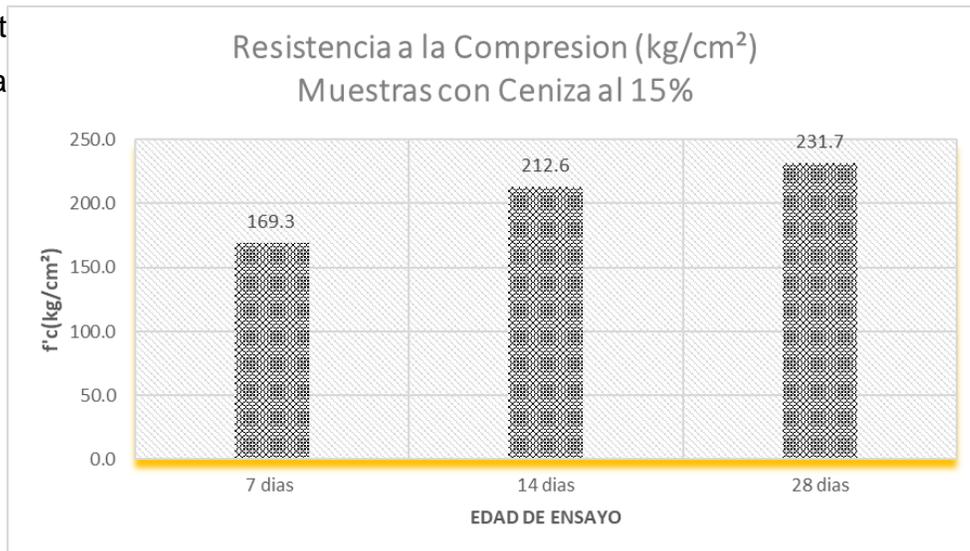


Figura 74. Valor promedio de las resistencias a compresión a los 7, 14 y 28 días en muestras de concreto que contienen ceniza de desperdicios avícolas al 15%.

De acuerdo con la normativa, se establece a través de un ábaco la resistencia a la compresión que debe tener un concreto en función de la relación agua/cemento (a/c). En nuestro caso, con un diseño de mezcla que tiene una relación a/c de 0.56, se observa que a los 7 días la resistencia está por encima de la requerida. Sin embargo, a los 14 días se observa que está por debajo de la resistencia requerida, y esta tendencia se mantiene también a los 28 días.

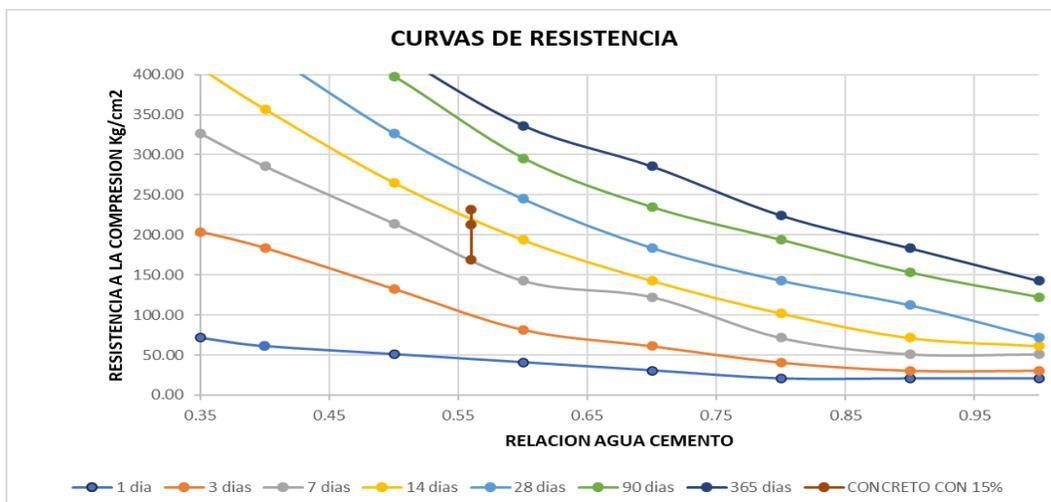


Figura 75. Nivel de resistencia relacionado con la proporción entre agua y cemento

### Resumen de paridad por edad de ensayo

**Análisis:** A los 7 días de realizar los ensayos de compresión en las muestras experimentales y patrones, se puede apreciar en el gráfico que las muestras con un 5% de ceniza de desperdicios avícolas obtuvieron un mejor comportamiento en cuanto a resistencia, alcanzando un valor de 221 kg/cm<sup>2</sup>.

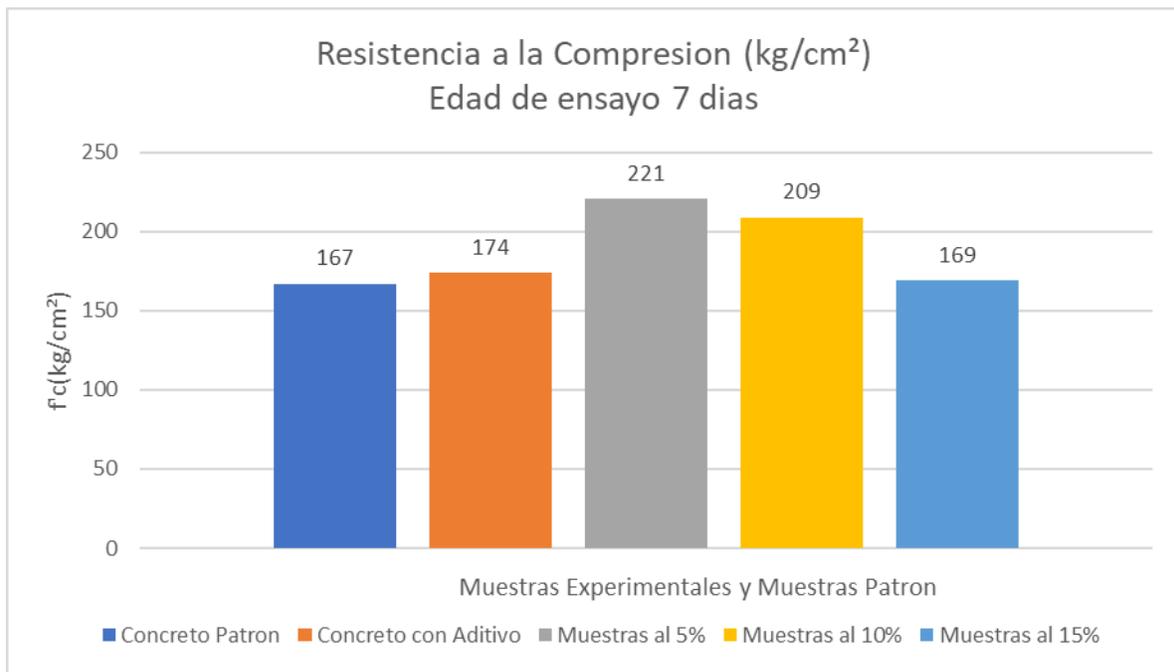


Figura 76. Paridad de resistencia de muestras experimentales y muestras patrón a los 7 días.

**Análisis:** A los 14 días de realizar los ensayos de compresión en las muestras experimentales y patrones, se puede observar en el gráfico que las muestras con un 5% de ceniza de desperdicios avícolas obtuvieron un mejor comportamiento en cuanto a resistencia, alcanzando un valor de 255 kg/cm<sup>2</sup>.

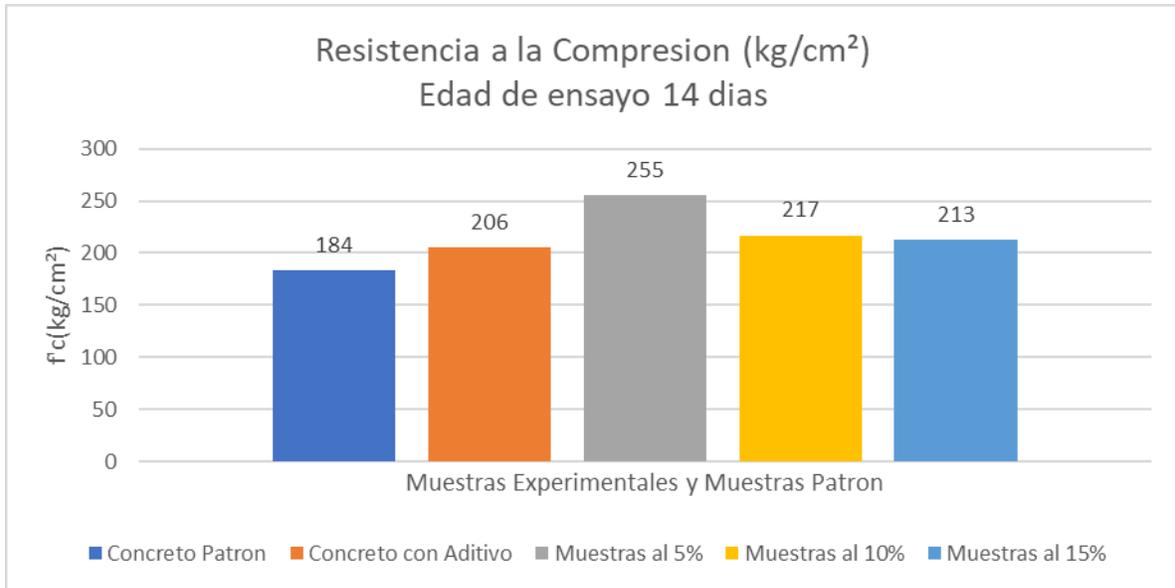


Figura 77. Paridad de resistencia de muestras experimentales y muestras patrón a los 14 días.

**Análisis:** Después de 28 días de realizar los ensayos de compresión en las muestras experimentales y patrones, se puede apreciar en el gráfico que las muestras con un 5% de ceniza de desperdicios avícolas presentaron un mejor comportamiento en términos de resistencia, alcanzando un valor de 287 kg/cm<sup>2</sup>.

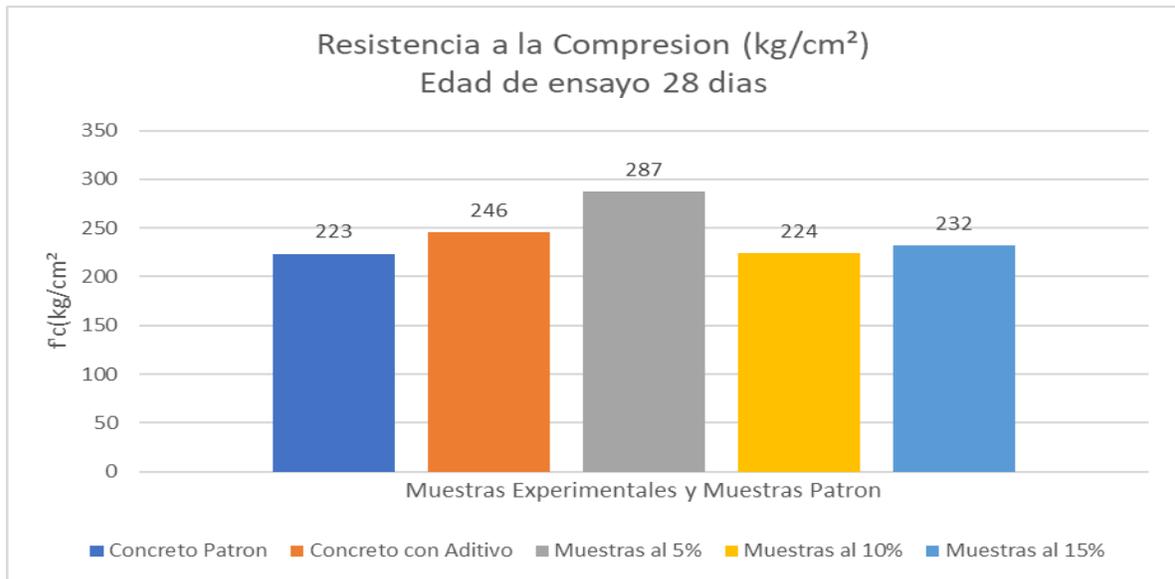


Figura 78. Paridad de resistencia de muestras experimentales y muestras patrón a los 28 días.

## Prueba de Hipótesis

H<sub>0</sub>: hipótesis general se expone que: Si se adicionan cenizas de desperdicios avícolas en la elaboración del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , alcanzarán resultados similares en las propiedades mecánicas y físicas en comparación con el uso de aditivo químico-sintéticos.

H<sub>a</sub>: Si se adicionan cenizas de desperdicios avícolas en la elaboración del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , no alcanzarán resultados similares en las propiedades mecánicas y físicas en comparación con el uso de aditivo químico-sintéticos.

## Nivel de significancia

Confianza: 95%

Significancia (alfa): 5%

## Determinación

- Si el valor p es menor o igual que el nivel de significancia (alfa), se rechaza la hipótesis nula (H<sub>0</sub>) y se acepta la hipótesis alternativa (H<sub>a</sub>). Esto indica que los datos no presentan una distribución normal, por lo tanto, se utilizan pruebas no paramétricas.
- Si el valor p es mayor o igual que el nivel de significancia (alfa), se acepta la hipótesis nula (H<sub>0</sub>) y se rechaza la hipótesis alternativa (H<sub>a</sub>). Esto indica que los datos presentan una distribución normal, por lo tanto, se utilizan pruebas paramétricas.

**Tabla 45.** *Para este caso se va emplear los dos métodos de prueba que normalmente se emplean.*

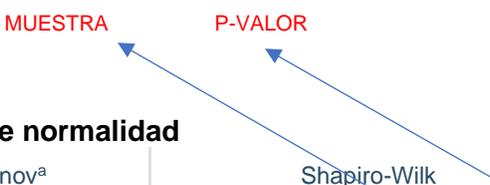
Kolmogórov-Smirnov	Shapiro-Wilk
N>50	N<50

-Kolmogórov-Smirnov: se utiliza cuando nuestra muestra es mayor a 50.

- Shapiro-Wilk: Shapiro-Wilk: se utiliza cuando nuestra muestra es menor a 50.

## ESTADISTICA INFERENCIAL DE MUESTRAS EXPERIMENTALES A LOS 7,14 Y 28 DIAS

**Tabla 46.** Prueba de normalidad a muestras experimentales resistencia a la compresión



**Pruebas de normalidad**

	Muestra	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
7 días	MP	,232	3	.	,980	3	,726
	MA	,346	3	.	,837	3	,206
	MC_5%	,247	3	.	,969	3	,664
	MC_10%	,337	3	.	,855	3	,253
	MC_15%	,175	3	.	1,000	3	1,000
14 días	MP	,269	3	.	,949	3	,567
	MA	,253	3	.	,964	3	,637
	MC_5%	,253	3	.	,964	3	,637
	MC_10%	,227	3	.	,983	3	,747
	MC_15%	,253	3	.	,964	3	,637
28 días	MP	,175	3	.	1,000	3	1,000
	MA	,219	3	.	,987	3	,780
	MC_5%	,333	3	.	,862	3	,274
	MC_10%	,219	3	.	,987	3	,780
	MC_15%	,276	3	.	,942	3	,537

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS

**Análisis:** Tras obtener los resultados y dado la muestra es menor a 50 se tendrá en consideración la prueba de Shapiro-Wilk, así mismo se observa que las variables tienen una distribución normal ya que el p-valor es  $> \alpha$  (0,05), a partir de ello se empleara R Pearson para medir la correlación de variable

## Análisis de Varianza

**Tabla 47.** Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
7 días	Se basa en la media	2,834	4	10	,083
	Se basa en la mediana	,576	4	10	,687
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,576	4	6,252	,691
	Se basa en la media recortada	2,565	4	10	,103
14 días	Se basa en la media	1,524	4	10	,268
	Se basa en la mediana	,677	4	10	,623
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,677	4	6,279	,631
	Se basa en la media recortada	1,456	4	10	,286
28 días	Se basa en la media	2,882	4	10	,080
	Se basa en la mediana	1,221	4	10	,362
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,221	4	4,554	,415
	Se basa en la media recortada	2,751	4	10	,089

**Fuente:** SPSS

**Análisis:** En la tabla 47 se observa el análisis de la prueba de homogeneidad de varianzas de la variable independiente con la dependiente, la cual se obtuvo una correlación significativa, por lo tanto, nuestra hipótesis es verdadera porque la adición de ceniza de desperdicios avícolas mejora las propiedades mecánicas y físicas del concreto.

**Tabla 48.** Prueba ANOVA para la resistencia a la compresión

		<b>ANOVA</b>				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
7 días	Entre grupos	7636,933	4	1909,233	23,283	,000
	Dentro de grupos	820,000	10	82,000		
	Total	8456,933	14			
14 días	Entre grupos	8196,267	4	2049,067	113,417	,000
	Dentro de grupos	180,667	10	18,067		
	Total	8376,933	14			
28 días	Entre grupos	8499,067	4	2124,767	46,057	,000
	Dentro de grupos	461,333	10	46,133		
	Total	8960,400	14			

**Fuente:** SPSS

**Análisis:** En la tabla 48 se observa el análisis de la prueba de ANOVA de la variable independiente con las dependientes, la cual se obtuvo una correlación significativa, por lo tanto, nuestra hipótesis es verdadera porque la adición de ceniza de desperdicios avícolas mejora la resistencia a la compresión.

**Tabla 49. Prueba de Tukey para la resistencia a la compresión**

**Comparaciones múltiples**

HSD Tukey

Variable dependiente	(I) Muestra	(J) Muestra	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
7 días	MP	MA	-6,33333	7,39369	,906	-30,6666	17,9999
		MC_5%	-54,00000 <sup>*</sup>	7,39369	,000	-78,3332	-29,6668
		MC_10%	-41,66667 <sup>*</sup>	7,39369	,002	-65,9999	-17,3334
		MC_15%	-1,66667	7,39369	,999	-25,9999	22,6666
	MA	MP	6,33333	7,39369	,906	-17,9999	30,6666
		MC_5%	-47,66667 <sup>*</sup>	7,39369	,001	-71,9999	-23,3334
		MC_10%	-35,33333 <sup>*</sup>	7,39369	,005	-59,6666	-11,0001
		MC_15%	4,66667	7,39369	,966	-19,6666	28,9999
	MC_5%	MP	54,00000 <sup>*</sup>	7,39369	,000	29,6668	78,3332
		MA	47,66667 <sup>*</sup>	7,39369	,001	23,3334	71,9999
		MC_10%	12,33333	7,39369	,492	-11,9999	36,6666
		MC_15%	52,33333 <sup>*</sup>	7,39369	,000	28,0001	76,6666
	MC_10%	MP	41,66667 <sup>*</sup>	7,39369	,002	17,3334	65,9999
		MA	35,33333 <sup>*</sup>	7,39369	,005	11,0001	59,6666
		MC_5%	-12,33333	7,39369	,492	-36,6666	11,9999
		MC_15%	40,00000 <sup>*</sup>	7,39369	,002	15,6668	64,3332
	MC_15%	MP	1,66667	7,39369	,999	-22,6666	25,9999
		MA	-4,66667	7,39369	,966	-28,9999	19,6666
		MC_5%	-52,33333 <sup>*</sup>	7,39369	,000	-76,6666	-28,0001
		MC_10%	-40,00000 <sup>*</sup>	7,39369	,002	-64,3332	-15,6668
14 días	MP	MA	-22,00000 <sup>*</sup>	3,47051	,001	-33,4217	-10,5783
		MC_5%	-72,00000 <sup>*</sup>	3,47051	,000	-83,4217	-60,5783
		MC_10%	-33,33333 <sup>*</sup>	3,47051	,000	-44,7551	-21,9116
		MC_15%	-29,00000 <sup>*</sup>	3,47051	,000	-40,4217	-17,5783
	MA	MP	22,00000 <sup>*</sup>	3,47051	,001	10,5783	33,4217
		MC_5%	-50,00000 <sup>*</sup>	3,47051	,000	-61,4217	-38,5783
		MC_10%	-11,33333	3,47051	,052	-22,7551	,0884
		MC_15%	-7,00000	3,47051	,324	-18,4217	4,4217
	MC_5%	MP	72,00000 <sup>*</sup>	3,47051	,000	60,5783	83,4217
		MA	50,00000 <sup>*</sup>	3,47051	,000	38,5783	61,4217
		MC_10%	38,66667 <sup>*</sup>	3,47051	,000	27,2449	50,0884

		MC_15%	43,00000*	3,47051	,000	31,5783	54,4217
	MC_10%	MP	33,33333*	3,47051	,000	21,9116	44,7551
		MA	11,33333	3,47051	,052	-,0884	22,7551
		MC_5%	-38,66667*	3,47051	,000	-50,0884	-27,2449
		MC_15%	4,33333	3,47051	,726	-7,0884	15,7551
	MC_15%	MP	29,00000*	3,47051	,000	17,5783	40,4217
		MA	7,00000	3,47051	,324	-4,4217	18,4217
		MC_5%	-43,00000*	3,47051	,000	-54,4217	-31,5783
		MC_10%	-4,33333	3,47051	,726	-15,7551	7,0884
28 días	MP	MA	-22,33333*	5,54577	,016	-40,5849	-4,0818
		MC_5%	-64,00000*	5,54577	,000	-82,2516	-45,7484
		MC_10%	-,66667	5,54577	1,000	-18,9182	17,5849
		MC_15%	-9,00000	5,54577	,516	-27,2516	9,2516
	MA	MP	22,33333*	5,54577	,016	4,0818	40,5849
		MC_5%	-41,66667*	5,54577	,000	-59,9182	-23,4151
		MC_10%	21,66667*	5,54577	,019	3,4151	39,9182
		MC_15%	13,33333	5,54577	,191	-4,9182	31,5849
	MC_5%	MP	64,00000*	5,54577	,000	45,7484	82,2516
		MA	41,66667*	5,54577	,000	23,4151	59,9182
		MC_10%	63,33333*	5,54577	,000	45,0818	81,5849
		MC_15%	55,00000*	5,54577	,000	36,7484	73,2516
	MC_10%	MP	,66667	5,54577	1,000	-17,5849	18,9182
		MA	-21,66667*	5,54577	,019	-39,9182	-3,4151
		MC_5%	-63,33333*	5,54577	,000	-81,5849	-45,0818
		MC_15%	-8,33333	5,54577	,583	-26,5849	9,9182
	MC_15%	MP	9,00000	5,54577	,516	-9,2516	27,2516
		MA	-13,33333	5,54577	,191	-31,5849	4,9182
		MC_5%	-55,00000*	5,54577	,000	-73,2516	-36,7484
		MC_10%	8,33333	5,54577	,583	-9,9182	26,5849

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

**Fuente:** SPSS

**Análisis:** En la tabla 49 se observa el análisis de la prueba TUKEY de la variable independiente con las dependientes, la cual se obtuvo una correlación significativa, por lo tanto, nuestra hipótesis es verdadera porque la adición de ceniza de desperdicios avícolas mejora la resistencia a la compresión a los 7,14 y 28 días.

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. La adición de ceniza de residuos avícolas mejora la resistencia a compresión del concreto $f'c = 210\text{Kg/cm}^2$ en comparación con aditivos químico-sintéticos

Después de analizar detalladamente los resultados de los ensayos de compresión realizados con diferentes aditivos seleccionados para esta investigación, se observa que la adición de ceniza de desperdicios avícolas produce resultados positivos que superan los obtenidos con el aditivo Sika en términos de resistencia alcanzada a los 28 días de curado. Estos hallazgos coinciden con el estudio de Jaime y Portocarrero (2018), quienes lograron mejorar la resistencia a compresión del concreto en un 25% al agregar ceniza de cascarilla de arroz en comparación con las probetas de control. También se alinea con la investigación de Flores y Mazza (2014), quienes demostraron que agregar residuos de conchas de abanico mejora la resistencia a compresión del concreto en un 10% ( $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ).

Según la tabla de resultados, las probetas con un aditivo de ceniza de desperdicios avícolas al 5% mostraron una resistencia promedio de  $221.1 \text{ kg/cm}^2$  a los 7 días, lo cual representa una notable mejora en comparación con las probetas de concreto estándar y con el aditivo Sika, que tuvieron resistencias de  $134.5 \text{ kg/cm}^2$  y  $173.8 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente, como se observa en las tablas.

La resistencia a los 14 días aumentó de manera satisfactoria en las probetas con aditivo de ceniza de desperdicios avícolas, alcanzando un promedio de  $255.4 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que en las probetas de concreto estándar y con aditivo Sika, las resistencias fueron de  $174.8 \text{ kg/cm}^2$  y  $205.6 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente. A los 28 días, la resistencia aumentó en el concreto estándar a un promedio de  $223.4 \text{ kg/cm}^2$ , en el concreto con aditivo Sika alcanzó los  $245 \text{ kg/cm}^2$ , y con el aditivo de ceniza de desperdicios avícolas se obtuvo un promedio de  $287 \text{ kg/cm}^2$ . Por lo tanto, al comparar estos resultados, se observa que la resistencia a compresión del concreto con aditivo de ceniza de desperdicios avícolas se mejoró aproximadamente en un 45%, lo cual coincide con los resultados positivos encontrados en las fuentes mencionadas.

## **5.2. La adición de ceniza de residuos avícolas mejora la trabajabilidad del concreto $f'c = 210\text{Kg/cm}^2$ en comparación con aditivos químico-sintéticos**

Mediante el ensayo de asentamiento (SLUMP) se determinaron los coeficientes de trabajabilidad que presentan las probetas de concreto patrón, concreto con aditivo químico-sintético Sika y concreto con aditivo de ceniza de residuos avícolas. Los resultados arrojaron que para el concreto patrón se obtuvo un nivel trabajable (3" a 4"), esto resulta aceptable y pertinente para el tipo de estructura seleccionado. En el caso del concreto con aditivo químico-sintético Sika, se obtuvo un nivel muy trabajable (5" a 6"), lo cual no resulta favorable pues su fluidez se califica más óptima para estructuras como puentes o similares, pero no para columnas, que es la estructura sobre la que se basa la presente investigación. Y para el concreto con aditivo de ceniza de desperdicios avícolas el nivel obtenido fue de 4" a 5" (trabajable en las probetas que tuvieron un 5 y 10 % de aditivo).

Ello demuestra que efectivamente la ceniza en estudio resultó ser adecuada y alcanzó resultados positivos similares al concreto patrón; por tanto, no se asegura que mejore la trabajabilidad, pero sí la mantiene dentro de los rangos esperables para elementos verticales. A esta misma conclusión llegaron Santaella y Salamanca (2004) en su estudio, donde aseveran que la adición de ceniza (volante para su caso) al concreto no afecta significativamente la trabajabilidad del mismo y permite que el concreto alcance un nivel de fluidez adecuado siempre que se mantenga en proporciones bajas con respecto al volumen total del concreto. Apaza (2018) también acuerda con esta afirmación, en su tesis halló que al añadir ceniza de bagazo de caña de azúcar al 5% en el concreto, la trabajabilidad resultó ser de 3", nivel trabajable y del mismo valor que para el concreto patrón. Así pues, se llega al enunciado de que con aditivos de ceniza menores o iguales al 10%, sobre todo en edades tempranas, se alcanza un nivel de trabajabilidad muy favorable para estructuras determinadas, que en este caso se refiere a columnas, de la misma forma que con el concreto común con  $f'c = 210\text{Kg/cm}^2$ .

### **5.3. La adición de ceniza de residuos avícolas mejora el contenido de aire del concreto $f'c = 210\text{Kg/cm}^2$ en comparación con aditivos químico-sintéticos**

Después de realizar el ensayo de presión en las muestras, se obtuvieron resultados de acuerdo con los parámetros establecidos por la NTP 339.080 y la norma ASTM C-231. Según estas normas, el porcentaje máximo de contenido de aire permitido para un concreto con resistencia de  $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$  es del 2%. En este estudio, se encontró que el concreto estándar tenía un contenido de aire del 2.3%, lo cual es relativamente aceptable, pero supera los límites esperados. En el caso del concreto con el aditivo químico-sintético Sika, el contenido de aire fue del 2.0%, un resultado muy positivo y acorde con las normas mencionadas. En cuanto al concreto con el aditivo de ceniza de desperdicios avícolas, se obtuvo un contenido de aire del 2.1% cuando se utilizó al 5%, y del 2.0% en concentraciones de 10% y 15%. Estos valores son adecuados y no representan una desviación negativa en comparación con el concreto estándar.

Sin embargo, no se puede afirmar que la adición de cenizas al concreto mejore el contenido de aire, tal como también lo demostraron Giron, Mancha y Romero (2021) en su tesis, donde afirman que no existe una correlación significativa que indique que agregar ceniza al concreto tenga un impacto positivo en el contenido de aire. Un resultado similar se encontró en la investigación de Díaz (2020), quien concluyó que a medida que se agrega más ceniza al concreto, el contenido de aire también aumenta, aunque no de manera significativa que afecte el rendimiento final del concreto. Por otro lado, Ydrogo (2023) en su investigación, donde añadió cenizas orgánicas al concreto, encontró un aumento del 26% en el contenido de aire en comparación con el concreto estándar, pero respetando los parámetros establecidos por la normativa ACI 211.

#### **5.4. La adición de ceniza de residuos avícolas mejora el tiempo de fragua del concreto $f'c = 210\text{Kg/cm}^2$ en comparación con aditivos químico-sintéticos**

Un menor tiempo de fragua permite optimizar la labor constructiva, sobre todo en zonas donde se necesita que el fraguado sea rápido para evadir los posibles factores medioambientales. Así pues, Quispe (2019) realizó un estudio similar donde se empleó cenizas de residuo de tarwi, se halló que el concreto con un 10% de ceniza alcanzó un tiempo de fraguado significativamente menor al concreto patrón. Añadido a este resultado, observó que no hubo falso fraguado y que la relación A/C no fue afectada con respecto al concreto patrón. En esta muestra patrón, el tiempo de fraguado inicial fue de 183.75 min en comparación con la muestra con 5% de ceniza que fue de 126.88 min y en la muestra con 10% fue de 103.5 min, esta significativa disminución en el tiempo de fraguado confirma la hipótesis de que añadir cenizas al concreto puede mejorar dicha propiedad física del concreto  $f'c = 210\text{Kg/cm}^2$ .

En el presente estudio se halló que el tiempo de fraguado con el concreto patrón fue de 137 min a los 28 días, porcentaje que se redujo con el aditivo Sika hasta el 117 min en el mismo período, y disminuyó hasta 106 min con el aditivo de ceniza de desperdicios avícolas. Por lo que es seguro afirmar que, en concordancia con la investigación señalada en el párrafo anterior, el tiempo de fraguado se disminuyó y así mejoró dicha propiedad en el concreto seleccionado para estructuras verticales. Controversiales resultados fueron hallados recientemente Flores (2023), quién añadió ceniza de cáscara de nuez en 10 y 15%, obteniendo un tiempo de fraguado inicial de 152 y 174 min respectivamente, ello va acorde con lo que afirma Sánchez (2000), quien apoya el hecho de que retardar el tiempo de fraguado del concreto es beneficioso en estructuras verticales como largas columnas. Por tanto, la mejora de esta propiedad es relativa y variable según el tipo de estructura analizada, pero a grandes rasgos un incremento o disminución del tiempo de fraguado puede afectar sobre todo la relación agua cemento del concreto aumentando o reduciendo su resistencia final.

## VI. CONCLUSIONES

- Sobre el objetivo general de la investigación, se halló que emplear ceniza de desperdicios avícolas Potencia las propiedades físicas y "Las propiedades de resistencia estructural del concreto con una resistencia nominal de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , en comparación con el uso del aditivo químico sintético Sika; resulta también un producto más bioaccesible y económicamente asequible en la región estudiada, lo que implica un menor impacto medioambiental por emplearse un residuo que suele eliminarse sin considerar una adecuada gestión de riesgos para la comunidad inmediata, a la vez que representa un elemento de elevado interés y con potencial de investigación acerca de su composición química, de la cual se destaca su alto índice de Calcio en comparación con otros compuestos orgánicos que se encuentran en estudios similares.
- Acerca del objetivo específico 1, en cuanto a la resistencia de compresión del concreto, la adición de ceniza de desperdicios avícolas demostró un efecto significativamente positivo, alcanzando su máximo nivel al reemplazar el concreto con ceniza en una proporción de 10% del total. Específicamente la resistencia mejoró en un 45% de su valor inicial al añadir la ceniza en estudio, hasta alcanzar  $287 \text{ Kg/cm}^2$ ; por lo que la hipótesis queda verificada al demostrar que en comparación con el aditivo Sika, la resistencia a la compresión es mejor con el aditivo de ceniza investigada.
- Con respecto al objetivo específico 2, la ceniza de desperdicios avícolas no tuvo un impacto significativo positivo ni negativo sobre el contenido de aire del concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , +, que es la que se toma como referencia en la presente investigación, puede ser perjudicial sobre la resistencia de la misma; estudios han demostrado que a menor índice de contenido de aire, siempre que se mantenga dentro de los rangos adecuados y normados, la resistencia se mantiene en su nivel óptimo o lo supera. Así pues, se concluye que añadir la ceniza en estudio en comparación con el aditivo químico sintético Sika, no mejora el contenido de aire del concreto final.

- En cuanto al objetivo específico 3, luego de analizar la trabajabilidad del concreto con la ceniza de desperdicios avícolas, se halló muy poca o nula variación de dicha propiedad, así pues, es seguro afirmar que tal aditivo no modifica significativamente la trabajabilidad promedio del concreto. De tal modo que la hipótesis sobre este objetivo sería nula por no alcanzar resultados significativos de mejoría comparando los resultados de la ceniza de desperdicios avícolas y aditivo Sika.
- Sobre el objetivo específico 4, al revisar el tiempo de fraguado del concreto con la ceniza de desperdicios avícolas, se observó que dicho tiempo es significativamente menor en comparación con el concreto patrón; el cual disminuyó desde 137 min hasta 106 min de fraguado inicial. Ello demostraría que la hipótesis sea verificada, al notarse mejoría significativa en comparación con el aditivo químico sintético. Sin embargo, es preciso añadir que, según estudios muy recientes, dicha hipótesis podría tener un resultado alternativo, al encontrarse fuentes que afirman que, a mayor tiempo de fraguado, muchas de las propiedades físicas y mecánicas serían optimizadas por permitir su modificación, aunque sigue siendo un tópico controversial cuando se consideran valores muy lejanos a los niveles estándar que estipula la normativa vigente.

## **VII. RECOMENDACIONES**

En relación a la utilización del concreto con cenizas de desperdicios avícolas, es recomendable llevar a cabo un adecuado control de curado durante los primeros 14 días, ya que en este período el concreto alcanza aproximadamente el 90% de su resistencia diseñada.

Además, se sugiere que se realicen más investigaciones enfocadas en el empleo de desechos orgánicos en la construcción, ya que representan una interesante alternativa para su incorporación en las mezclas de concreto, siempre y cuando cumplan con los requisitos establecidos por las normativas vigentes. Es esencial asegurarse de que las características físicas y mecánicas del concreto mejoren o se mantengan en niveles aceptables, de modo que el reemplazo con estos nuevos aditivos sea viable y beneficioso.

Es preciso manejar un sistema adecuado de recolección de la materia prima para evitar su contaminación en el proceso, garantizar un correcto tamizaje y transporte hacia el lugar donde se hará la calcinación de la misma. Se propone también que se reproduzca la investigación para cada zona específica en la que se espera aplicar el reemplazo con este tipo de aditivos para establecer un panorama realista y acorde con las características medioambientales. Una de las limitaciones que se presentaron en nuestra investigación, es que debido al escaso alcance económico para desarrollar el proyecto en una muestra mayor; sólo se hizo en una escala pequeña, esperando que en futuros estudios se pueda hacer en escala real con columnas para edificaciones sometida a las cargas axiales correspondientes y se pueda constatar si nuestra propuesta trabaja de manera adecuada, de tal forma que represente un ahorro significativo para las entidades a cargo y desde luego contribuya con el cuidado de nuestro entorno al emplear la misma clase de ceniza o similares disponibles en la zona de aplicación.

## REFERENCIAS

ACUÑA, Giovanni (2016). *Formulación del plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS) bajo el esquema de opción tarifaria multiusuario en el conjunto de agrupación de vivienda Tabatinga Etapa I localidad de Kennedy* [en línea]. Trabajo de fin de grado. Bogotá D.C.: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. [Fecha de consulta: 18 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/6229/PGIRS%20FINAL10.7%20pdf.pdf;jsessionid=349631C56A06B7FCD0D518E22DB62A48?sequence=1>

AGUINAGA, Giancarlos (2019). *Mitigación de los efectos negativos en el concreto de  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , producidos por las altas temperaturas en la ciudad de Tarapoto* [en línea]. Tesis de licenciatura. Moyobamba: Universidad Nacional de San Martín [Fecha de consulta: 14 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3343>

ARBELÁEZ, Óscar, DELGADO, Karen y CASTAÑEDA, Juan (2022). Efecto de la incorporación de ceniza de bagazo de caña en las propiedades mecánicas y las emisiones de dióxido de carbono del hormigón preparado con residuos de vidrio. *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio* [en línea]. España: ELSEVIER, vol.30, pp.1-9. [Fecha de consulta: 3 de octubre de 2022]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bsecv.2022.08.001> Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0366317522000462>

BURGUET, Grétel (2015). *Valorización energética del residuo avícola. Impacto económico – ambiental y análisis experimental, en Europa, de la reducción de amoníaco en explotaciones avícolas, mediante compuesto enzimático* [en línea]. Tesis doctoral. Asturias: Universidad de Oviedo [Fecha de consulta: 16 de octubre de 2022]. Disponible en: [https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/38420/TD\\_GretelBurguet.pdf?sequence=1](https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/38420/TD_GretelBurguet.pdf?sequence=1)

CANUL, José; MORENO, E. y MENDOZA-RAGEL, J. (2016) Efecto de la ceniza volante en las propiedades mecánicas de concretos hechos con agregado calizo triturado de alta absorción. *Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción* [en línea]. Mérida: Cinestav, vol.6, n.3, pp.235-247 [Fecha de consulta: 12 de octubre de 2022]. DOI: <http://dx.doi.org/10.21041/ra.v6i3.150> e-ISSN: 2007-6835. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/ralconpat/v6n3/2007-6835-ralconpat-6-03-235-es.pdf>

CARRERA, César y LINO, José (2021). *Efectos de la ceniza volcánica en la resistencia a la compresión y en el coeficiente de permeabilidad del concreto permeable  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2021* [en línea]. Tesis de licenciatura. Lima: Universidad César Vallejo [Fecha de consulta: 24 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/91339>

CCOPA, Roxana (2019). *Estudio técnico económico de la fabricación de bloques de concreto incorporando ceniza de cáscara de arroz* [en línea]. Tesis de licenciatura. Lima: Universidad Tecnológica del Perú [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2461/Roxana%20Cco%20pa%20Trabajo%20de%20Investigacion%20Bachiller%202019.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

CHAVARRY, Guido (2018). *Elaboración de concreto de alta resistencia incorporando partículas residuales del chancado de piedra de la cantera Talambo, Chepén*. Tesis de licenciatura. Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo [Fecha de consulta: 23 de octubre de 2022]. Disponible en: <http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12423/1340>

CHUMIOQUE, Katherine y VILLEGAS, Linda (2019). *Resistencia a la Compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> al sustituir el cemento por ceniza de concha de abanico y bagazo de caña de azúcar, Chimbote* [en línea]. Tesis de licenciatura. Chimbote: Universidad César Vallejo [Fecha de consulta: 20 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/45920>

CUEVA, Jesús (2022). *Influencia de las cenizas volantes con residuos calcáreos de conchas de abanico en el tramo Puerto Mori* [en línea]. Tesis de licenciatura. La Libertad: Universidad Privada del Norte [Fecha de consulta: 20 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/31137?locale-attribute=en>

ESCALANTE, Enmanuel y HUAMÁN, César (2020). *Adición de cenizas volantes de carbón en el concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  para el diseño de la Vivienda Unifamiliar ATE* [en línea]. Tesis de licenciatura. Lima: Universidad César Vallejo [Fecha de consulta: 11 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57468>

ESTRADA, Mónica (2005). Manejo y procesamiento de la gallinaza. *Revista Lasallista de Investigación* [en línea]. Antioquía: Corporación Universitaria Lasallista, vol.2, n.1, pp.43-48 [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2022]. ISSN: 1794-4449. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/695/69520108.pdf>

GUEVARA, Génesis, et al. (2011). *Efecto de la variación agua/cemento en el concreto* [en línea]: *Revista Tecnología En Marcha*, vol.25, n.2, pp.80-86. [Fecha de consulta: 8 de octubre de 2022]. DOI: <https://doi.org/10.18845/tm.v25i2.1632> Disponible en: [https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec\\_marcha/article/view/1632](https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/1632)

HUAQUISTO, Samuel y BELIZARIO, Germán (2018). Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento. *Revista de Investigaciones Alto andinas* [en línea]. Puno: Universidad Nacional del Altiplano, vol.20, n.2, pp.225-234 [Fecha de consulta: 21 de octubre de 2022]. DOI: <https://doi.org/10.18271/ria.2018.366> Disponible en: <https://huajsapata.unap.edu.pe/index.php/ria/article/view/48>

Karim, M. et al. (2013). Fabrication of a non-cement binder using slag, palm oil fuel ash and rice husk ash with sodium hydroxide. *Construction and Building Materials* [en línea]. España: ELSEVIER, vol.49, pp.894-902. [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2022]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.08.077>  
Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061813008076>

KOSMATKA, Steven, et al. (2004). *Diseño y control de mezclas de concreto*. Estados Unidos: Portland Cement Association. ISBN 0-89312-233-5

MARTINEZ, Francisco y OYANGUREN, Luis (2019). *Diseño y evaluación de concreto especial con cenizas de cáscara de arroz (RHA) para aumentar la durabilidad de las estructuras frente a la exposición al ambiente marino* [en línea]. Tesis de licenciatura. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas [Fecha de consulta: 7 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/628220>

MENESES, Leidy y DÍAZ, Wilner (2019). *Efecto de la adición de ceniza volante en las propiedades mecánicas y de resistencia a la penetración del ion cloruro en el mortero* [en línea]. Tesis de licenciatura. Bogotá D.C.: Universidad Católica de Colombia [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/23886>

MUÑOZ, Sandra (2014). Formulación de un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) en la industria avícola “estudio de caso: Granja de Aves Ponedoras”. *Gestión Integral Ambiental* [en línea] Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada. [Fecha de consulta: 24 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/10860/Mu%c3%b1ozCastac3%b1edaSandraV.%202013.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

PATIÑO, Cristhian y VENEGAS, Edimar (2017). *Análisis de las propiedades físico-mecánicas de un concreto elaborado con ceniza volante en porcentajes de 10%, 20%, y 30% en sustitución parcial del cemento* [en línea]. Tesis de licenciatura. Cusco: Universidad Andina del Cusco [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/985>

PÉREZ, Juan (2018). *Resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, sustituyendo el cemento por 10% de ceniza de tusa de maíz y 5% de ceniza de cola de caballo* [en línea]. Tesis de licenciatura. Chimbote: Universidad San Pedro [Fecha de consulta: 16 de octubre de 2022]. Disponible en: [http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/7976/Tesis\\_58443.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/7976/Tesis_58443.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

SALVADOR, Héctor (2014). *Manual de procedimientos analíticos para suelos y agregados de construcción* [en línea]. Tesis de licenciatura. Piura: Universidad de Piura [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2022]. Disponible en: [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2745/ING\\_544.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2745/ING_544.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

SAMANIEGO, Luis (2018). *Influencia de la composición química de arenas y cementos peruanos en el desempeño de aditivos plastificantes para concreto* [en línea]. Tesis de maestría. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú [Fecha de consulta: 18 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/12846#:~:text=Respecto%20a%20las%20arenas%2C%20notamos,M.F.%20y%20%25Arcillas%2C%20el%20aditivo>

SÁNCHEZ, Pool (2016). *Evaluación de las medidas de manejo ambiental en las actividades avícolas de la granja inversiones JABRINI Import S.A.C. ubicado en el distrito de la Banda del Shilcayo* [en línea]. Tesis de licenciatura. Moyobamba: Universidad Nacional de San Martín [Fecha de consulta: 22 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://tesis.unsm.edu.pe/handle/11458/2791>

SÁNCHEZ, Rebeca, et al. (2014). Formulación de un plan de gestión integral de desechos y residuos sólidos para el estado bolivariano de miranda – EBM. *Revista de la Facultad de Ingeniería* [en línea]. Venezuela: Universidad Central de Venezuela, vol.29, n.4, pp.75-92. [Fecha de consulta: 4 de octubre de 2022]. ISSN 0798-4065 Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-40652014000400008](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652014000400008)

SANTAELLA, Luz y SALAMANCA, Rodrigo (2004). Comportamiento del concreto con bajos porcentajes de ceniza volante (termopaipa IV) y agua constante. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina* [en línea]: Universidad Militar Nueva Granada, vol.14, pp.1-7. [Fecha de consulta: 4 de octubre de 2022]. ISSN: 0124-8170 Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91101402>

TRUJILLO, Enmer, et al. (2020). Producción y caracterización química de biochar a partir de residuos orgánicos avícolas. *Sociedad Química del Perú* [en línea]. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, vol.85, n.4, pp.489-504 [Fecha de consulta: 18 de octubre de 2022]. DOI: <http://dx.doi.org/10.37761/rsqp.v85i4.262> Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1810-634X2019000400489&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2019000400489&lng=es&nrm=iso)

YUCRA, Fredy (2022). *Estabilización de suelos con cenizas de cañihua para subrasantes de vías no pavimentadas del distrito de San Miguel-Puno* [en línea]. Tesis de licenciatura. Lima: Universidad César Vallejo [Fecha de consulta: 18 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/89244>

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable dependiente: Concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$	El concreto es la composición de la mezcla de conglomerante (cemento), agua, agregado fino, agregado grueso, y en algunas veces aditivos. La pasta, compuesta por cemento Portland y agua, une los agregados, normalmente arena y grava (piedra triturada), lo cual crea una masa similar a una roca (Guevara et al., 2012)	Se medirá la variable cumpliendo la NTP 339.034, método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en probetas o muestras cilíndricas.	Propiedades mecánicas  Propiedades físicas	Resistencia a la compresión  Prueba de Slump  Contenido de aire por método de presión	De razón  Intervalo  De razón
Variable independiente 1: Cenizas de desperdicios avícolas	Son las cenizas provenientes de la combustión de residuos orgánicos producida por granjas avícolas, tales como gallinaza, pollinaza y codornaza, pluma de aves, cáscaras de huevos rotos, sangre y cuerpos de animales muertos. (Brandelli, Kalil y Sala, 2015)	Cenizas parcialmente tratadas (proceso de tamizado y secado en horno) que serán sometidas a pruebas de laboratorio para determinar su composición química.	Composición química	Análisis de Microscopía electrónica de barrido de rayos X  Análisis granulométrico  Determinación de: -Cloruros -Sulfatos -Impurezas orgánicas -Sales solubles -Carbón y lignito -Reactividad álcali-sílice	De razón
Variable dependiente 2: Aditivos químico-sintéticos	Son aquellos ingredientes del concreto que, además del cemento portland, del agua y de los agregados, se adicionan a la mezcla inmediatamente antes o durante el mezclado y se clasifican de acuerdo a su función u objetivos de intervención. (Kosmatka et al., 2004)	Compuestos de diverso origen que pueden modificar una o varias propiedades del concreto y que deberán cumplir con las especificaciones de la NTP 334.085 y ser usados en las cantidades formuladas o similares en la fabricación del cemento.	Modificadores de la consistencia y trabajabilidad  Modificadores del fraguado	Reductores de agua simples (plastificantes o fluidificantes)  Reductores de agua de alta actividad (plastificante)	De razón

<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>
<b>Problema general</b>	<b>Objetivo general</b>	<b>Hipótesis general</b>	V1: Concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup>
¿Qué diferencias presentan el uso de la ceniza de desperdicios avícolas en las propiedades mecánicas y físicas del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> , en comparación con la aplicación de aditivos químico-sintéticos?	Comparar los resultados de la adición de cenizas de desperdicios avícolas y el uso de aditivos químico-sintéticos en las propiedades mecánicas y físicas del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> .	Si se adicionan cenizas de desperdicios avícolas en la elaboración del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> , se alcanzarán similares resultados en las propiedades mecánicas y físicas en comparación con el uso de aditivos químico-sintéticos.	V2: Cenizas de desperdicios avícolas
<b>Problemas específicos</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis específica</b>	V3: Aditivos químico-sintéticos
-¿Cuál es la influencia de la ceniza de desperdicios avícolas en la resistencia a compresión del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> comparado con el uso de aditivos químico-sintéticos? -¿Cuál es la influencia de la ceniza de desperdicios avícolas en la trabajabilidad del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> comparado con el uso de aditivos químico-sintéticos? -¿Cuál es la influencia de la ceniza de desperdicios avícolas en el contenido de aire del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> comparado con el uso de aditivos químico-sintéticos? -¿Cuál es la influencia de la ceniza de desperdicios avícolas en el tiempo de fragua del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> comparado con el uso de aditivos químico-sintéticos?	-Evaluar la diferencia resultante de la adición de cenizas de desperdicios avícolas y el uso de aditivos químico-sintéticos en la resistencia a compresión del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> . -Evaluar la diferencia resultante de la adición de cenizas de desperdicios avícolas y el uso de aditivos químico-sintéticos en la trabajabilidad del concreto del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> . -Evaluar la diferencia resultante de la adición de cenizas de desperdicios avícolas y el uso de aditivos químico-sintéticos en el contenido de aire del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> . -Evaluar la diferencia resultante de la adición de cenizas de desperdicios avícolas y el uso de aditivos químico-sintéticos en el tiempo de fragua del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> .	Agregar cenizas de desperdicios avícolas en la elaboración del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> , es mejor para su resistencia a compresión que el uso de aditivos químico-sintéticos. Agregar cenizas de desperdicios avícolas en la elaboración del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> , es mejor para su trabajabilidad que el uso de aditivos químico-sintéticos. Agregar cenizas de desperdicios avícolas en la elaboración del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> , es mejor para su contenido de aire que el uso de aditivos químico-sintéticos. Agregar cenizas de desperdicios avícolas en la elaboración del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> , es mejor para su tiempo de fragua que el uso de aditivos químico-sintéticos.	

**ANEXOS**

**RECOLECCIÓN DE DESPERDICIOS AVÍCOLAS**



**PROCESO DE CALCINACIÓN DE DESPERDICIOS AVÍCOLAS**



# ENSAYOS PARA DISEÑO DE MEZCLA









VACIADO DE PROBETAS





## ENSAYO DE TRIVIALIDAD A MUESTRAS EXPERIMENTALES





















**ROTURA DE PROBETAS**











ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN  
QUÍMICA POR  
ESPECTROMETRÍA DE  
FLUORESCENCIA DE RAYOS X



**INFORME DE ENSAYO N° 0568 – 23 – LABICER**

1. **DATOS DEL CLIENTE**
  - 1.1 NOMBRE / RAZÓN SOCIAL : JUAN JHERSON PUMA ACURIO/  
VICTOR FRANCES MUÑOZ TANTALEAN
  - 1.2 D.N.I / R.U.C. : 76226495/ 76463568
  - 1.3 DIRECCIÓN : --
2. **CRONOGRAMA DE FECHAS**
  - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 21 / 04 / 2023
  - 2.2 FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO : 22 / 04 / 2023
  - 2.3 FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME : 29 / 04 / 2023
3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA POR ESPECTROMETRÍA DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X
4. **DATOS DE LA MUESTRA**
  - 4.1 TIPO DE MUESTRA : DESPERDICIOS AVÍCOLAS
  - 4.2 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE DESPERDICIOS AVÍCOLAS
  - 4.3 DESCRIPCIÓN : TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE DE CENIZA DE DESPERDICIOS AVÍCOLAS Y ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'C=210KG/CM² EN COLUMNAS PARA EDIFICACIONES, VENTANILLA – 2023"
  - 4.4 OBSERVACIONES (SI APLICA) : --
5. **LUGAR DE RECEPCIÓN Y ANÁLISIS** : LABORATORIO LABICER-UNI
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 22.5°C; Humedad relativa: 65%
7. **RESULTADOS**

7.1 **DETERMINACIÓN DE CENIZAS**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA <sup>(1)</sup>
Cenizas a 600°C	23.41	%	Gravimetría (Calcinación a 600°C)
Cenizas a 700°C	21.18	%	Gravimetría (Calcinación a 700°C)
Cenizas a 800°C	18.20	%	Gravimetría (Calcinación a 800°C)

<sup>(1)</sup> Método de ensayo de referencia o técnica aceptada por el cliente.

7.2 **ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL DE LAS CENIZAS A 600°C DE LA MUESTRA**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA <sup>(1)</sup>
Calcio, Ca	55.548	%	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva <sup>(2)</sup>
Silicio, Si	19.292	%	
Potasio, K	7.582	%	
Magnesio, Mg	7.424	%	
Fósforo, P	6.495	%	
Azufre, S	1.278	%	
Aluminio, Al	1.236	%	
Hierro, Fe	0.729	%	
Manganeso, Mn	0.209	%	
Zinc, Zn	0.156	%	
Cobre, Cu	0.051	%	

<sup>(1)</sup> Método de ensayo de referencia o técnica aceptada por el cliente.

<sup>(2)</sup> Balance de resultados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío.



7.3 ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADA EN ÓXIDOS DE LAS CENIZAS A 600°C DE LA MUESTRA

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA <sup>(1)</sup>
Óxido de calcio, CaO	35.017	%	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva <sup>(2,3)</sup>
Óxido de potasio, K <sub>2</sub> O	20.799	%	
Óxido de silicio, SiO <sub>2</sub>	18.245	%	
Óxido de magnesio, MgO	13.055	%	
Óxido de fósforo, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	9.589	%	
Óxido de aluminio, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.225	%	
Óxido de hierro, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.685	%	
Óxido de manganeso, MnO	0.169	%	
Óxido de azufre, SO <sub>3</sub>	0.147	%	
Óxido de zinc, ZnO	0.051	%	
Óxido de cobre, CuO	0.016	%	

<sup>(1)</sup> Método de ensayo o de referencia o técnica aceptada por el cliente.

<sup>(2)</sup> Balance de resultados al 100% de óxidos calculados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío.

<sup>(3)</sup> Resultados expresados en óxidos según pedido del cliente.

7.4 ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL DE LAS CENIZAS A 700°C DE LA MUESTRA

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA <sup>(1)</sup>
Calcio, Ca	62.655	%	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva <sup>(2)</sup>
Silicio, Si	15.097	%	
Magnesio, Mg	7.901	%	
Potasio, K	5.900	%	
Fósforo, P	5.828	%	
Azufre, S	1.419	%	
Hierro, Fe	0.781	%	
Manganeso, Mn	0.211	%	
Zinc, Zn	0.158	%	
Cobre, Cu	0.050	%	

<sup>(1)</sup> Método de ensayo de referencia o técnica aceptada por el cliente.

<sup>(2)</sup> Balance de resultados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío.

7.5 ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADA EN ÓXIDOS DE LAS CENIZAS A 700°C DE LA MUESTRA

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA <sup>(1)</sup>
Óxido de calcio, CaO	41.803	%	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva <sup>(2,3)</sup>
Óxido de potasio, K <sub>2</sub> O	17.762	%	
Óxido de silicio, SiO <sub>2</sub>	15.226	%	
Óxido de magnesio, MgO	14.458	%	
Óxido de fósforo, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	9.546	%	
Óxido de hierro, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.772	%	
Óxido de azufre, SO <sub>3</sub>	0.182	%	
Óxido de manganeso, MnO	0.179	%	
Óxido de zinc, ZnO	0.055	%	
Óxido de cobre, CuO	0.017	%	

<sup>(1)</sup> Método de ensayo o de referencia o técnica aceptada por el cliente.

<sup>(2)</sup> Balance de resultados al 100% de óxidos calculados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío.

<sup>(3)</sup> Resultados expresados en óxidos según pedido del cliente.



7.6 ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL DE LAS CENIZAS A 800°C DE LA MUESTRA

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA <sup>(1)</sup>
Calcio, Ca	69.103	%	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva <sup>(2)</sup>
Silicio, Si	11.109	%	
Magnesio, Mg	8.432	%	
Fósforo, P	6.042	%	
Potasio, K	2.772	%	
Azufre, S	1.524	%	
Hierro, Fe	0.669	%	
Manganeso, Mn	0.164	%	
Zinc, Zn	0.132	%	
Cobre, Cu	0.053	%	

<sup>(1)</sup> Método de ensayo de referencia o técnica aceptada por el cliente.

<sup>(2)</sup> Balance de resultados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío.

7.7 ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADA EN ÓXIDOS DE LAS CENIZAS A 800°C DE LA MUESTRA

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA <sup>(1)</sup>
Óxido de calcio, CaO	47.838	%	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva <sup>(2,3)</sup>
Óxido de magnesio, MgO	16.922	%	
Óxido de silicio, SiO <sub>2</sub>	12.737	%	
Óxido de fósforo, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	11.800	%	
Óxido de potasio, K <sub>2</sub> O	9.551	%	
Óxido de hierro, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.701	%	
Óxido de azufre, SO <sub>3</sub>	0.235	%	
Óxido de manganeso, MnO	0.148	%	
Óxido de zinc, ZnO	0.049	%	
Óxido de cobre, CuO	0.019	%	

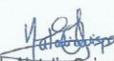
<sup>(1)</sup> Método de ensayo o de referencia o técnica aceptada por el cliente.

<sup>(2)</sup> Balance de resultados al 100% de óxidos calculados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío.

<sup>(3)</sup> Resultados expresados en óxidos según pedido del cliente.

8. VALIDEZ DEL INFORME DE ENSAYO

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas, descrita(s) en el ítem 4 del presente documento.

  
Bach. Natalia Quispe G.  
Analista  
LABICER-UNI



  
M.Sc. Ily Marilú Maza Mejía  
Jefe de Laboratorio  
CQP 1149

NOTAS:

- LABICER-UNI no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.
- LABICER-UNI no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, incluidos en los ítems 1 y del 4.1 al 4.3 del presente documento.
- Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Este documento carece de validez sin sello y firmas correspondientes.

ANEXO



FIGURA N°1. MUESTRA DE DESPERDICIOS AVÍCOLAS Y SUS CENIZAS.



FIGURA N°2. CALCINACIÓN DE LA MUESTRA DE DESPERDICIOS AVÍCOLAS EN LA MUFLA (DAIHAN SCIENTIFIC) A 600, 700 Y 800°C RESPECTIVAMENTE.



FIGURA N°3. ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA USANDO EL ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X DE ENERGÍA DISPERSIVA (SHIMADZU, EDX-800HS).



# ADITIVO SIKA CEM PLASTIFICANTE



## HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

## SikaCem® Plastificante

Aditivo plastificante y reductor de agua para morteros y hormigones

## DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaCem® Plastificante es un aditivo líquido para elaborar morteros y hormigones fluidos. Reduce agua del concreto incrementando la resistencia; NO CONTIENE CLORUROS, de modo que no corroe los metales.

## USOS

SikaCem® Plastificante es recomendable para:

- Estructuras en general canales, diques, estructuras de fundación, columnas, vigas, tanques elementos prefabricados, losas, etc.)
- Cualquier tipo de estructura, cuando se desee aumentar las resistencias mecánicas o dar mayor fluidez al hormigón.

## CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

En el hormigón fresco:

- Mejora la trabajabilidad del hormigón (plastifica), facilitando su colocación y compactación.
- Permite una reducción en la cantidad de agua de amasado en un 15% aproximadamente, lo que se manifiesta en un aumento de las resistencias mecánicas del hormigón endurecido.
- Aumento de la cohesión interna en el hormigón fresco, tendiendo a evitar la segregación de los áridos.
- Disminuye la exudación.

En el hormigón endurecido:

- Posibilita un incremento de las resistencias mecánicas a la compresión del orden de más del 15%.
- Reduce la contracción.
- Aumenta la adherencia al acero.

## CERTIFICADOS / NORMAS

SikaCem® Plastificante cumple con la Norma ASTM C 494, tipo A y Tipo D

## INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Base Química	Mezcla de lignosulfonatos y polímeros orgánicos.
Empaques	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Envase PET x 4 L</li> <li>▪ Balde x 20 L</li> </ul>
Apariencia / Color	Líquido marrón oscuro
Vida Útil	1 año
Condiciones de Almacenamiento	En sus envases de origen, bien cerrados y no deteriorados, en lugares frescos y secos, a temperaturas entre + 5°C y + 30°C. Protegido del congelamiento, del calor excesivo y de la radiación solar directa.
Densidad	1.20 +/- 0.02

## INFORMACIÓN TÉCNICA

Guía de Vaciado de Concreto	Mezclar los materiales componentes del hormigón o mortero con parte del
-----------------------------	---

Hoja De Datos Del Producto  
SikaCem® Plastificante  
Junio 2021, Versión 01.02  
021302011000000829

agua de mezclado, incorpore el contenido del DoyPack de SikaCem® Plastificante al pastón y complete con la menor cantidad de agua hasta lograr la fluidez requerida.

Para asegurar la homogeneidad del hormigón o mortero, se recomienda mezclar durante 3 minutos adicionales luego de incorporar todos los materiales componentes a la mezcladora.

Para mejorar el desempeño de morteros y hormigones se recomienda mantener la dosificación y proporción de los materiales componentes, Utilizar la menor cantidad de agua de mezclado hasta alcanzar la fluidez necesaria para la obra.

Cuidar que se cumplan las correctas condiciones de elaboración, colocación, compactación y curado.

La sobre-dosificación de SikaCem® Plastificante puede causar retardo de fragüe.

El desempeño de los aditivos pueden variar si se modifican los materiales componentes o sus cantidades.

## INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

### Dosificación Recomendada

- Como plastificante: 250 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.
- Como superplastificante: hasta 500 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.

## NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

## LIMITACIONES

Temperatura Ambiente +5°C mín. / +30°C máx.

## ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad

## RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe). La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.

## NOTAS LEGALES

Sika Perú  
Habilitación Industrial  
El Lúcumo Mz. "B" Lote 6  
Lurín, Lima  
Tel. (511) 618-6060

Hoja De Datos Del Producto  
SikaCem® Plastificante  
Junio 2021, Versión 01.02  
021302011000000829

2 / 2

SikaCemPlastificante-es-PE-(06-2021)-1-2.pdf

CONSTRUYENDO CONFIANZA



DISEÑO DE MEZCLA DE  
CONCRETO PATRON PARA  
 $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ .



AUTORES : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCES MUÑOZ TANTALEAN  
TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023  
UBICACIÓN : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO  
FECHA : 01 DE MAYO DE 2023

**DISEÑO DE MEZCLA MET DEL COMITÉ 211- ACI**

1- DATOS PARA EL CALCULO DEL DISEÑO :

f'c	210
ASENT.	3 - 4 pul.

ENSAYO FISICO	Agregado. Grueso	Agregado. Fino
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4"	
MODULO DE FINEZA		2.66
PESO UNITARIO. SUELTO	1383	1691
PESO UNITARIO. COMPACTADO	1494	1962
PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO	2.72	2.63
% DE ABSORCION	0.60	1.1
% HUMEDAD	0.07	0.98
CEMENTO TIPO I	3.11	

2- RESISTENCIA PROMEDIO DE DISEÑO:

$$f'c = 210 + 84 = 294$$

3- CALCULO DE LA CANTIDAD DE AGUA Y AIRE ATRAPADO

Agua en litros = 205 TABLA 10.2.1

Contenido de aire en % = 2.0 TABLA 11.2.1

4- RELACION AGUA CEMENTO

A/C = 0.56



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIP 68428



5- FACTOR CEMENTO

**8.6** Bolsas de Cemento

A/C=

C= A / 0.47

C=  Kg.

6- AGREGADO GRUESO

1494 X 0.63 =  Kg

7- VOLUMENES ABSOLUTOS

	en peso Kg.	en volumen	M3
Cemento	367	0.1180	
Agua	205	0.2050	
Aire	2	0.0200	
Ag.Grueso	948	0.3484	
	suma de valores	0.6914	
Volumen del Ag. Fino =		1 - 0.6914	
Volumen del Ag. Fino =		0.3086	
Peso del Ag. Fino =		812	Kg

8-DISEÑO SECO

	en Kg.	Kg
Cemento	367	Kg
Agua	205	Kg
Ag.Grueso	948	Kg
Ag.Fino	812	Kg
Suma de valores	2331	Kg

9- CORRECCION POR HUMEDAD

Ag.Grueso	948	Kg
Ag.Fino	820	Kg



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.  
JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIP 68428



10- AGUA EFECTIVA

Aporte Ag. Grueso	5.03
Aporte de Ag. Fino	0.75
Aporte total de agua	5.78
Agua efectiva .....	211

11- DISEÑO HUMEDO x m3

Cemento	367
Agua	211
Ag.Grueso	948
Ag.fino	820
	2346

12- PROPORCION EN VOLUMEN

	Lt/Saco
Cemento	1
Ag.Grueso	2.6
Ag.fino	2.2
Agua	24.4

13- PROPORCION EN PESO

Cemento	42.5	Kg
Ag.Grueso	109.7	Kg
Ag.fino	94.0	Kg
Agua	24.4	Lt

14- RELACION DE AGUA CEMENTO DE DISEÑO

Relacion A/C de diseño	0.558
Relacion A/C efectiva	0.57



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C  
JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIP 68428



AUTORES : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCES MUÑOZ TANTALEAN  
TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023  
UBICACIÓN : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO  
FECHA : 01 DE MAYO DE 2023

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM - C33**

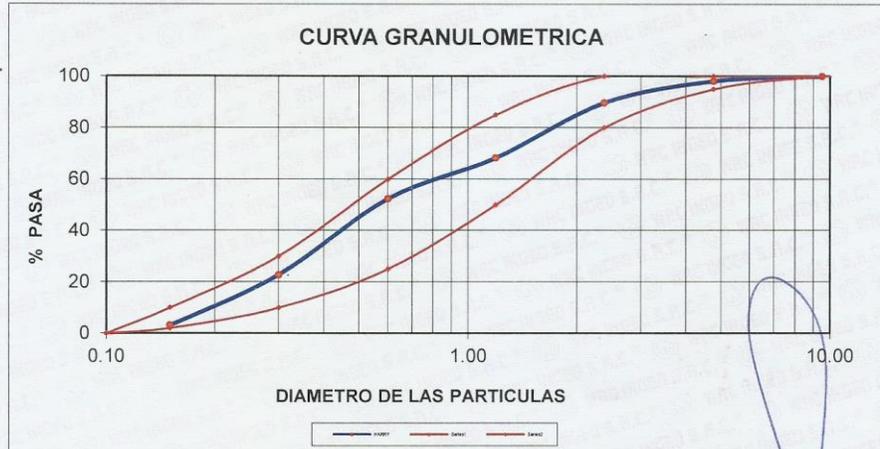
**Material** : Arena Gruesa

**Referencia** : Cantera Romaña

PESO INICIAL HUMEDO (gr) 832.00  
PESO INICIAL SECO (gr) 823.90

% W 0.98  
MF 2.66

MALLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES
	(mm)	(gr)	(%)	Retenido	Pasa	HUSO NTP 400,037
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100 - 100
Nº4	4.76	15.80	1.92	1.92	98.08	95 - 100
Nº8	2.38	69.20	8.40	10.32	89.68	80 - 100
Nº 16	1.19	176.70	21.45	31.76	68.24	50 - 85
Nº 30	0.60	130.40	15.83	47.59	52.41	25 - 60
Nº 50	0.30	244.20	29.64	77.23	22.77	10 - 30
Nº 100	0.15	162.00	19.66	96.89	3.11	2 - 10
FONDO		25.60	3.21	0.00	0.00	



Hecho Por : Téc. Jimi Cerquera.



WRC INGENIO Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIP 68428



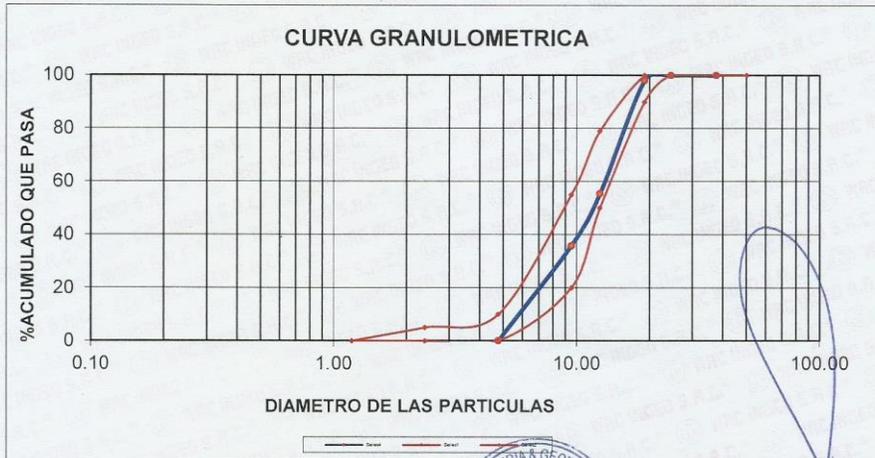
AUTORES : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCES MUÑOZ TANTALEAN  
TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023  
UBICACIÓN : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO  
FECHA : 01 DE MAYO DE 2023

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM - C33**

**Material** : Piedra Chancada de 1/2 **Referencia** : Cantera Romaña

PESO INICIAL HUMEDO (gr) 5820.0 % W 0.07  
PESO INICIAL SECO (gr) 5816.0

MALLA	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES HUSO 67
		(gr)	(%)	Retenido	Pasa	
2"	50.00					
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
1"	24.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
3/4"	19.05	110.00	1.89	1.89	98.11	100 - 90
1/2"	12.50	2483.00	42.69	44.58	55.42	
3/8"	9.53	1140.00	19.60	64.19	35.81	55 - 20
Nº 4	4.76	2080.00	35.76	99.95	0.05	0 - 10
Nº 8	2.38	1.00	0.02	99.97	0.03	0 - 5
FONDO						



Hecho Por : Téc. Jimi Cerquera.



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - C.P. 68428



**INFORME DE ENSAYO**

**AUTORES** : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCÉS MUÑOZ TANTALEAN  
**TESIS** : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO  
PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM<sup>2</sup> EN COLUMNAS PARA  
EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO  
**FECHA** : 01 DE MAYO DE 2023  
**Referencia** : Cantera Romaña

**PESOS UNITARIOS**  
(MTC E-203)

MUESTRA	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTADO	
	GRAVA TRITURADA			4	5
A Peso Mat. + Molde	25713.0	25719.0	25716.0	26709.0	26749.0
B Peso Molde	13090.0	13090.0	13090.0	13090.0	13090.0
C Peso de Material	12623	12629	12626	13619	13659
D Volumen del Molde	9130.0	9130.0	9130.0	9130.0	9130.0
E Peso Unitario	1383	1383	1383	1492	1496

PROMEDIO PUS	1383
PROMEDIO PUC	1494

MUESTRA	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTADO	
	ARENA ZARANDEADA			4	5
A Peso Mat. + Molde	9524.0	9521.0	9526.0	10224.0	10220.0
B Peso Molde	5158	5158	5158	5158	5158
C Peso de Material	4366	4363	4368	5066	5062
D Volumen del Molde	2581.0	2581.0	2581.0	2581.0	2581.0
E Peso Unitario Vanilleado	1692	1690	1692	1963	1961

PROMEDIO PUS	1691
PROMEDIO PUC	1962

Observaciones:



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - C.P. 68428



INFORME DE ENSAYO

AUTORES : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCIS MUÑOZ TANTALEAN  
TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F C = 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023  
UBICACIÓN : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO  
FECHA : 01 DE MAYO DE 2023  
Referencia : Cantera Romaña

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN  
(MTC E 205, 206)

AGREGADO GRUESO				
MUESTRA	1	2	3	PROMEDIO
A PESO MAT. SAT. SUP. SECA (EN AIRE) (g)	2712.00	2915.0		
B PESO MAT. SAT. SUP. SECA (EN AGUA) (g)	1707	1829		
C VOL. DE MASA + VOL. DE VACIOS (cc)	1005.00	1086.0		
D PESO MAT. SECO EN HORNO (105°C) (g)	2696.00	2896.0		
E VOL. DE MASA (g)	989.00	1067.0		
F PESO ESPECÍFICO BULK (BASE SECA) (g./cc)	2.683	2.667		2.675
G PESO ESPECÍFICO BULK (BASE SATURADA) (g./cc)	2.699	2.684		2.691
H PESO ESPECÍFICO APARENTE (BASE SECA) (g./cc)	2.726	2.714		2.720
I % DE ABSORCIÓN	0.6	0.7		0.6

AGREGADO FINO				
MUESTRA	1	2	3	PROMEDIO
A PESO MAT. SSS. (g)	250.00	250.00		
B PESO FIOLA CALIBRADA CON AGUA (g)	362.00	390.40		
C PESO FIOLA CAL. CON AGUA + PESO MAT. SSS. (g)	612.00	640.40		
D PESO DEL MAT. + PESO FIOLA + H2O (g)	515.27	543.75		
E VOL. DE MASA + VOL. DE VACIOS (cc)	96.73	96.65		
F PESO MAT. SECO EN HORNO (105°C) (g)	247.40	247.28		
G VOL. DE MASA (g)	94.13	93.93		
H PESO ESPECÍFICO BULK (BASE SECA) (g./cc)	2.558	2.558		2.558
I PESO ESPECÍFICO BULK (BASE SATURADA) (g./cc)	2.584	2.587		2.586
J PESO ESPECÍFICO APARENTE (BASE SECA) (g./cc)	2.628	2.632		2.630
K % DE ABSORCIÓN	1.0	1.1		1.1

OBSERVACIONES:



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIP 68428



**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADOS**  
Norma ASTM D2216

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

AUTORES : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCES MUÑOZ TANTALEAN  
TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023  
UBICACION : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO  
FECHA : 01 DE MAYO DE 2023

**AGREGADO GRUESO**

IDENTIFICACION	UND.	01	02	03	04
NUMERO DE TARA		1			
MASA DE LA MUESTRA HUMEDA + TARA	g	5820.0	5047.0		
MASA DE LA MUESTRA SECA + TARA	g	5816.0	5043.0		
MASA DE LA TARA	g	0.0	0.0		
MASA DEL AGUA	g	4.0	4.0		
MASA DE LA MUESTRA SECA	g	5816.0	5043.0		
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.07	0.08		
PROMEDIO	%	0.07			

**AGREGADO FINO**

IDENTIFICACION	UND.	01	02	03	04
NUMERO DE TARA		10	15		
MASA DE LA MUESTRA HUMEDA + TARA	g	832.0	945.8		
MASA DE LA MUESTRA SECA + TARA	g	823.9	936.7		
MASA DE LA TARA	g	0.0	0.0		
MASA DEL AGUA	g	8.1	9.1		
MASA DE LA MUESTRA SECA	g	823.9	936.7		
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.98	0.97		
PROMEDIO	%	0.98			

OBSERVACIONES:



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIP 58428

DISEÑO DE MEZCLA DE  
CONCRETO PATRON CON  
ADITIVO SIKA-CEM PARA  $f'_c=210$   
Kg/cm<sup>2</sup>.



**AUTORES** : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCES MUÑOZ TANTALEAN  
**TESIS** : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO  
PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA  
EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO  
**FECHA** : 01 DE MAYO DE 2023

### DISEÑO DE MEZCLA MET DEL COMITÉ 211- ACI

1- DATOS PARA EL CALCULO DEL DISEÑO :

f'c	210
ASENT.	5 - 6 pul.

ENSAYO FISICO	Agregado. Grueso	Agregado. Fino
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4"	
MODULO DE FINEZA		2.66
PESO UNITARIO. SUELTO	1383	1691
PESO UNITARIO. COMPACTADO	1494	1962
PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO	2.72	2.63
% DE ABSORCIÓN	0.60	1.1
% HUMEDAD	0.07	0.98
CEMENTO TIPO I		3.11
ADITIVO SIKA CEM		2.15

2- RESISTENCIA PROMEDIO DE DISEÑO:

$$f'c = 210 + 84 = 294$$

3- CALCULO DE LA CANTIDAD DE AGUA Y AIRE ATRAPADO

$$\text{Agua en litros} = 210.5 \quad \text{TABLA 10.2.1}$$

$$\text{Contenido de aire en \%} = 2.0 \quad \text{TABLA 11.2.1}$$

4- RELACION AGUA CEMENTO

$$A/C = 0.56$$



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.  
JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - C.P. 65428



5- FACTOR CEMENTO

A/C=

C= A / 0.47

C=  Kg.

**8.9** Bolsas de Cemento

6- AGREGADO GRUESO

1494 X 0.63 =  Kg

7- VOLUMENES ABSOLUTOS

	en peso Kg.	en volumen	M3
Cemento	377	0.1212	
Agua	208.35	0.2084	
Aditivo Plast.	2.15	0.0022	
Aire	2.000	0.0200	
Ag.Grueso	948	0.3484	
	suma de valores	0.7001	

Volumen del Ag. Fino	=	1-	<input type="text" value="0.7001"/>	
Volumen del Ag. Fino	=		<input type="text" value="0.2999"/>	
Peso del Ag. Fino	=		<input type="text" value="789"/>	Kg

8-DISEÑO SECO

	en Kg.	Kg
Cemento	377	Kg
Agua	208.35	Kg
Aditivo Plast.	2.15	Kg
Ag.Grueso	948	Kg
Ag.Fino	789	Kg
Suma de valores	2324	Kg

9- CORRECCION POR HUMEDAD

Ag.Grueso	<input type="text" value="948"/>	Kg
Ag.Fino	<input type="text" value="797"/>	Kg



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - 077 68420



**10- AGUA EFECTIVA**

Aporte Ag. Grueso	5.03
Aporte de Ag. Fino	0.72
Aporte total de agua	5.76
Agua efectiva .....	216

**11- DISEÑO HUMEDO x m3**

Cemento	377
Agua	216
Ag. Grueso	948
Ag. fino	797
	2338

**12- PROPORCION EN VOLUMEN**

	Lt/Saco
Cemento	1
Ag. Grueso	2.5
Ag. fino	2.1
Agua	24.4
Aditivo	0.2

**13- PROPORCION EN PESO**

Cemento	42.5	Kg
Ag. Grueso	106.8	Kg
Ag. fino	88.9	Kg
Agua	24.4	Lt

**14- RELACION DE AGUA CEMENTO DE DISEÑO**

Relacion A/C de diseño	0.558
Relacion A/C efectiva	0.57



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CP 68428



AUTORES : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCES MUÑOZ TANTALEAN  
TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO  
PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA  
EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023  
UBICACIÓN : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO  
FECHA : 01 DE MAYO DE 2023

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM - C33**

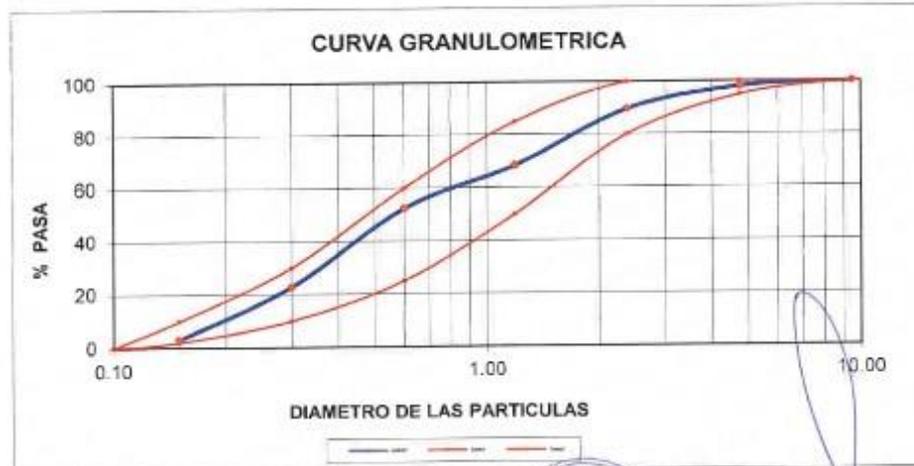
**Material** : Arena Gruesa

**Referencia** : Cantera Romaña

PESO INICIAL HUMEDO (gr) 832.00  
PESO INICIAL SECO (gr) 823.90

% W 0.98  
MF 2.66

MALLA	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES HUSO NTP 830.317
	(mm)	(gr)	(%)	(Porcentaje)	(Pasa)	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100 - 100
Nº4	4.76	15.80	1.92	1.92	98.08	95 - 100
Nº8	2.38	69.20	8.40	10.32	89.68	80 - 100
Nº 16	1.19	176.70	21.45	31.76	68.24	50 - 85
Nº 30	0.60	130.40	15.83	47.59	52.41	25 - 60
Nº 50	0.30	244.20	29.64	77.23	22.77	10 - 30
Nº 100	0.15	162.00	19.66	96.89	3.11	2 - 10
FONDO		25.60	3.21	0.00	0.00	



Hecho Por : Téc. Jimi Cerquera.



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - C.º 58426



AUTORES : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCES MUÑOZ TANTALEAN  
TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO  
PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA  
EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023  
UBICACIÓN : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO  
FECHA : 01 DE MAYO DE 2023

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM - C33**

**Material** : Piedra Chancada de 3/4"

**Referencia** : Cantera Romaña

PESO INICIAL HUMEDO (gr) 5820.0 % W 0.07  
PESO INICIAL SECO (gr) 5816.0

MALLA	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES HUSO 87
		(gr)	(%)	Retenido	Pasa	
2"	50.00		0.00	0.00	100.00	100
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
1"	24.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
3/4"	19.05	110.00	1.89	1.89	98.11	100 - 90
1/2"	12.50	2483.00	42.69	44.58	55.42	
3/8"	9.53	1140.00	19.60	64.19	35.81	55 - 20
Nº 4	4.76	2080.00	35.76	99.95	0.05	0 - 10
Nº 8	2.38	1.00	0.02	99.97	0.03	0 - 5
FONDO						



Hecho Por : Téc. Jimi Cerquera.



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - C-166428



**INFORME DE ENSAYO**

AUTORES : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCIS MUÑOZ TANTALEAN  
TESIS : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICION DE CENZAS DE DESPERDICIOS AGRICOLAS Y ADITIVO  
PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA  
EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023  
UBICACION : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO  
FECHA : 01 DE MAYO DE 2023  
Referencia : Centros Romaña

**PESOS UNITARIOS**  
(MTC E-203)

MUESTRA	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTADO	
	1	2	3	4	5
	GRAVA TRITURADA				
A Peso Mat. + Molde	25713.0	25719.0	25718.0	26709.0	26748.0
B Peso Molde	13090.0	13090.0	13090.0	13290.0	13290.0
C Peso de Material	12623	12629	12628	13619	13658
D Volumen del Molde	9130.0	9130.0	9130.0	9130.0	9130.0
E Peso Unitario	1363	1363	1363	1492	1498

PROMEDIO PUS	1363
PROMEDIO PUC	1494

MUESTRA	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTADO	
	1	2	3	4	5
	ARENA ZARANDIADA				
A Peso Mat. + Molde	9824.0	9821.0	9826.0	10224.0	10220.0
B Peso Molde	5158	5158	5158	5158	5158
C Peso de Material	4366	4363	4368	5066	5062
D Volumen del Molde	2581.0	2581.0	2581.0	2581.0	2581.0
E Peso Unitario Verificado	1692	1690	1692	1963	1961

PROMEDIO PUS	1691
PROMEDIO PUC	1962

Observaciones:



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - C.º 68428



INFORME DE ENSAYO

AUTORES : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCÉS MUÑOZ TANTALEAN  
TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM<sup>2</sup> EN COLUMNAS PARA EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023  
UBICACIÓN : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO  
FECHA : 01 DE MAYO DE 2023

---

Referencia : Cantera Romaña

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN  
(MTC E 205, 206)

AGREGADO GRUESO				
MUESTRA	1	2	3	PROMEDIO
A PESO MAT. SAT. SUP. SECA (EN AIRE) (g)	2712.00	2915.0		
B PESO MAT. SAT. SUP. SECA (EN AGUA) (g)	1707	1829		
C VOL. DE MASA + VOL. DE VACIOS (cc)	1005.00	1086.0		
D PESO MAT. SECO EN HORNO (105°C) (g)	2696.00	2896.0		
E VOL. DE MASA (g)	989.00	1067.0		
F PESO ESPECÍFICO BULK (BASE SECA) (g./cc)	2.683	2.667		2.675
G PESO ESPECÍFICO BULK (BASE SATURADA) (g./cc)	2.699	2.684		2.691
H PESO ESPECÍFICO APARENTE (BASE SECA) (g./cc)	2.726	2.714		2.720
I % DE ABSORCIÓN	0.6	0.7		0.6

AGREGADO FINO				
MUESTRA	1	2	3	PROMEDIO
A PESO MAT. SSS. (g)	250.00	250.00		
B PESO FIOLA CALIBRADA CON AGUA (g)	362.00	390.40		
C PESO FIOLA CAL. CON AGUA + PESO MAT. SSS. (g)	612.00	640.40		
D PESO DEL MAT. + PESO FIOLA + H <sub>2</sub> O (g)	515.27	543.75		
E VOL. DE MASA + VOL. DE VACIOS (cc)	96.73	96.65		
F PESO MAT. SECO EN HORNO (105°C) (g)	247.40	247.28		
G VOL. DE MASA (g)	94.13	93.93		
H PESO ESPECÍFICO BULK (BASE SECA) (g./cc)	2.558	2.558		2.558
I PESO ESPECÍFICO BULK (BASE SATURADA) (g./cc)	2.584	2.587		2.586
J PESO ESPECÍFICO APARENTE (BASE SECA) (g./cc)	2.628	2.632		2.630
K % DE ABSORCIÓN	1.0	1.1		1.1

OBSERVACIONES:



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CP 68428



**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADOS**  
**Norma ASTM D2216**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

AUTORES : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCES MUÑOZ TANTALEAN  
TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO  
PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA  
EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023  
UBICACION : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO  
FECHA : 01 DE MAYO DE 2023

**AGREGADO GRUESO**

IDENTIFICACION	UND.	01	02	03	04
NUMERO DE TARA		1			
MASA DE LA MUESTRA HUMEDA + TARA	g	5820.0	5047.0		
MASA DE LA MUESTRA SECA + TARA	g	5816.0	5043.0		
MASA DE LA TARA	g	0.0	0.0		
MASA DEL AGUA	g	4.0	4.0		
MASA DE LA MUESTRA SECA	g	5816.0	5043.0		
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.07	0.08		
PROMEDIO	%	0.07			

**AGREGADO FINO**

IDENTIFICACION	UND.	01	02	03	04
NUMERO DE TARA		10	15		
MASA DE LA MUESTRA HUMEDA + TARA	g	832.0	945.8		
MASA DE LA MUESTRA SECA + TARA	g	823.9	936.7		
MASA DE LA TARA	g	0.0	0.0		
MASA DEL AGUA	g	8.1	9.1		
MASA DE LA MUESTRA SECA	g	823.9	936.7		
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.98	0.97		
PROMEDIO	%	0.98			

OBSERVACIONES:



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIP 58428

**DISEÑO DE MEZCLA DE  
CONCRETO CON CENIZA DE  
DESPERDICIOS AVICOLAS AL  
5% PARA  $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ .**



**AUTORES** : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCES MUÑOZ TANTALEAN  
**TESIS** : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO  
**FECHA** : 01 DE MAYO DE 2023

**DISEÑO DE MEZCLA MET DEL COMITÉ 211- ACI**

**1- DATOS PARA EL CALCULO DEL DISEÑO :**

f'c	210
ASENT.	4 - 5 pul.

ENSAYO FISICO	Agregado. Grueso	Agregado. Fino
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4"	
MODULO DE FINEZA		2.66
PESO UNITARIO. SUELTO	1383	1691
PESO UNITARIO. COMPACTADO	1494	1962
PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO	2.72	2.63
% DE ABSORCION	0.60	1.1
% HUMEDAD	0.07	0.98
CEMENTO TIPO I		3.11
CENIZA DE DESPERDICIOS AVICOLAS		5%

**2- RESISTENCIA PROMEDIO DE DISEÑO:**

$$f'c = 210 + 84 = 294$$

**3- CALCULO DE LA CANTIDAD DE AGUA Y AIRE ATRAPADO**

Agua en litros = 210 TABLA 10.2.1

Contenido de aire en % = 2.1 TABLA 11.2.1

**4- RELACION AGUA CEMENTO**

A/C = 0.56



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CP 58428



**5- FACTOR CEMENTO**

**8.8** Bolsas de Cemento

A/C=

C= A / 0.47

C=  Kg.

**6- AGREGADO GRUESO**

1494 X 0.63 =  Kg

**7- VOLUMENES ABSOLUTOS**

	en peso Kg.		en volumen	M3
Cemento	357	376	0.1149	
Agua	210		0.2100	
Aire	2.1		0.0210	
Ag. Grueso	948		0.3484	
Ceniza 5%	19		0.0313	
	suma de valores		0.6942	

Volumen del Ag. Fino =

Volumen del Ag. Fino =

Peso del Ag. Fino =  Kg

**8-DISEÑO SECO**

	en Kg.
Cemento	357 Kg
Agua	210 Kg
Ag. Grueso	948 Kg
Ag. Fino	804 Kg
Ceniza 5%	19 Kg
Suma de valores	2338 Kg

**9- CORRECCION POR HUMEDAD**

Ag. Grueso  Kg

Ag. Fino  Kg



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C  
JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - C° 69428



**10- AGUA EFECTIVA**

Aporte Ag. Grueso	5.03
Aporte de Ag. Fino	0.74
Aporte total de agua	5.77
Agua efectiva .....	216

**11- DISEÑO HUMEDO x m<sup>3</sup>**

Cemento	376
Agua	216
Ag. Grueso	948
Ag. fino	812
	2352

**12- PROPORCION EN VOLUMEN**

	Lt/Saco
Cemento	1
Ag. Grueso	2.7
Ag. fino	2.3
Agua	25.7
Ceniza 5%	0.1

**13- PROPORCION EN PESO**

Cemento	42.5	Kg
Ag. Grueso	112.7	Kg
Ag. fino	95.7	Kg
Agua	25.7	Lt
Ceniza 5%	2.24	Kg

**14- RELACION DE AGUA CEMENTO DE DISEÑO**

Relacion A/C de diseño	0.558
Relacion A/C efectiva	0.57



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAFATA CASTILLO  
ING. CIVIL - C.R. 68428



**AUTORES** : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCES MUÑOZ TANTALEAN  
**TESIS** : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO  
**FECHA** : 01 DE MAYO DE 2023

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM - C33**

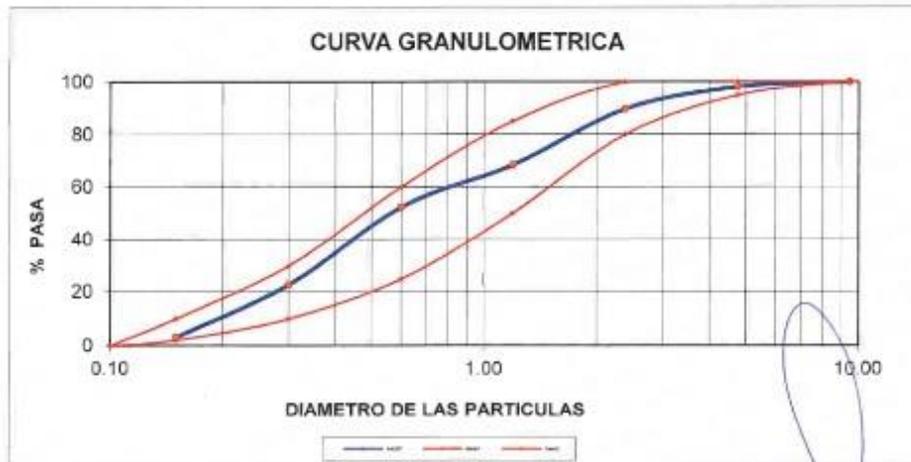
**Material** : Arena Gruesa

**Referencia** : Cantera Romaña

PESO INICIAL HUMEDO (gr) 832.00  
PESO INICIAL SECO (gr) 823.90

% W 0.98  
MF 2.66

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES HUBO NTP 806.07
		(gr)	(%)	Retenido	Pasa	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100 - 100
Nº4	4.76	15.80	1.92	1.92	98.08	95 - 100
Nº8	2.38	69.20	8.40	10.32	89.68	80 - 100
Nº 16	1.19	176.70	21.46	31.76	68.24	60 - 85
Nº 30	0.60	130.40	15.83	47.59	52.41	25 - 60
Nº 50	0.30	244.20	29.64	77.23	22.77	10 - 30
Nº 100	0.15	162.00	19.66	96.89	3.11	2 - 10
FONDO		25.60	3.21	0.00	0.00	



Hecho Por : Téc. Jimi Cerquera



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIP 68428



AUTORES : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCES MUÑOZ TANTALEAN  
TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO  
PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA  
EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023  
UBICACIÓN : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO  
FECHA : 01 DE MAYO DE 2023

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM - C33**

**Material** : Piedra Chancada de 3/4" **Referencia** : Cantera Romaña

PESO INICIAL HUMEDO (gr) 5820.0 % W 0.07  
PESO INICIAL SECO (gr) 5816.0

MALLA	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES HUSO 67
		(gr)	(%)	Retenido	Pasa	
2"	50.00					
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
1"	24.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
3/4"	19.05	110.00	1.89	1.89	98.11	100 - 90
1/2"	12.50	2483.00	42.69	44.58	55.42	
3/8"	9.53	1140.00	19.60	64.19	35.81	55 - 20
Nº 4	4.76	2080.00	35.75	99.95	0.05	0 - 10
Nº 8	2.38	1.00	0.02	99.97	0.03	0 - 5
FONDO						



Hecho Por : Téc. Jimi Cerquera.



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CP 58428



**INFORME DE ENSAYO**

AUTORES : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCIS BUIÑEZ TANTALEAN  
TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM<sup>2</sup> EN COLUMNAS PARA EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023  
UBICACIÓN : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO  
FECHA : 01 DE MAYO DE 2023  
Referencia : Carretera Romaña

**PESOS UNITARIOS**

(MTC E-203)

MUESTRA	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTADO	
	GRAVA TRITURADA				
	1	2	3	4	5
A) Peso Mol. + Molde	25713.0	25719.0	25715.0	25709.0	25740.0
B) Peso Molde	13000.0	13000.0	13000.0	13000.0	13000.0
C) Peso de Material	12623	12629	12625	12619	12660
D) Volumen del Molde	9130.0	9130.0	9130.0	9130.0	9130.0
E) Peso Unitario	1383	1283	1383	1402	1406

PROMEDIO PUS	1383
PROMEDIO PUC	1404

MUESTRA	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTADO	
	ARENA ZARANDADA				
	1	2	3	4	5
A) Peso Mol. + Molde	1024.0	952.0	952.0	1024.0	1022.0
B) Peso Molde	5158	5158	5158	5158	5158
C) Peso de Material	4366	4363	4368	5066	5062
D) Volumen del Molde	2881.0	2881.0	2881.0	2881.0	2881.0
E) Peso Unitario Variado	1692	1690	1692	1863	1861

PROMEDIO PUS	1691
PROMEDIO PUC	1862

Observaciones:



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZARATA CASTILLO  
ING. CIVIL - C.R. 58428



INFORME DE ENSAYO

AUTORES : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCÉS MUÑOZ TANTALEAN  
TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO  
PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F C = 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA  
EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023  
UBICACIÓN : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO  
FECHA : 01 DE MAYO DE 2023  
Referencia : Cantera Romaña

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN  
(MTC E 205, 206)

AGREGADO GRUESO				
MUESTRA	1	2	3	PROMEDIO
A PESO MAT. SAT. SUP. SECA (EN AIRE) (g)	2712.00	2915.0		
B PESO MAT. SAT. SUP. SECA (EN AGUA) (g)	1707	1829		
C VOL. DE MASA + VOL. DE VACIOS (cc)	1005.00	1086.0		
D PESO MAT. SECO EN HORNO (105°C) (g)	2696.00	2896.0		
E VOL. DE MASA (g)	989.00	1067.0		
F PESO ESPECÍFICO BULK (BASE SECA) (g./cc)	2.683	2.667		2.675
G PESO ESPECÍFICO BULK (BASE SATURADA) (g./cc)	2.699	2.684		2.691
H PESO ESPECÍFICO APARENTE (BASE SECA) (g./cc)	2.726	2.714		2.720
I % DE ABSORCIÓN	0.6	0.7		0.6

AGREGADO FINO				
MUESTRA	1	2	3	PROMEDIO
A PESO MAT. SSS. (g)	250.00	250.00		
B PESO FIOLA CALIBRADA CON AGUA (g)	362.00	390.40		
C PESO FIOLA CAL. CON AGUA + PESO MAT. SSS. (g)	612.00	640.40		
D PESO DEL MAT. + PESO FIOLA + H2O (g)	515.27	543.75		
E VOL. DE MASA + VOL. DE VACIOS (cc)	96.73	96.55		
F PESO MAT. SECO EN HORNO (105°C) (g)	247.40	247.28		
G VOL. DE MASA (g)	94.13	93.93		
H PESO ESPECÍFICO BULK (BASE SECA) (g/cc)	2.558	2.558		2.558
I PESO ESPECÍFICO BULK (BASE SATURADA) (g/cc)	2.584	2.587		2.586
J PESO ESPECÍFICO APARENTE (BASE SECA) (g/cc)	2.628	2.632		2.630
K % DE ABSORCIÓN	1.0	1.1		1.1

OBSERVACIONES:



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CP 68428



CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADOS  
Norma ASTM D2216

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

AUTORES : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCES MUÑOZ TANTALEAN  
TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO  
PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA  
EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023  
UBICACION : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO  
FECHA : 01 DE MAYO DE 2023

AGREGADO GRUESO					
IDENTIFICACION	UND.	01	02	03	04
NUMERO DE TARA		1			
MASA DE LA MUESTRA HUMEDA + TARA	g	5820.0	5047.0		
MASA DE LA MUESTRA SECA + TARA	g	5816.0	5043.0		
MASA DE LA TARA	g	0.0	0.0		
MASA DEL AGUA	g	4.0	4.0		
MASA DE LA MUESTRA SECA	g	5816.0	5043.0		
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.07	0.08		
PROMEDIO	%	0.07			

AGREGADO FINO					
IDENTIFICACION	UND.	01	02	03	04
NUMERO DE TARA		10	15		
MASA DE LA MUESTRA HUMEDA + TARA	g	832.0	945.8		
MASA DE LA MUESTRA SECA + TARA	g	823.9	936.7		
MASA DE LA TARA	g	0.0	0.0		
MASA DEL AGUA	g	8.1	9.1		
MASA DE LA MUESTRA SECA	g	823.9	936.7		
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.98	0.97		
PROMEDIO	%	0.98			

OBSERVACIONES:



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL CIP 58428

**DISEÑO DE MEZCLA DE  
CONCRETO CON CENIZA DE  
DESPERDICIOS AVICOLAS AL  
10% PARA  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>.**



**AUTORES** : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCES MUÑOZ TANTALEAN  
**TESIS** : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO  
**FECHA** : 01 DE MAYO DE 2023

### DISEÑO DE MEZCLA MET DEL COMITÉ 211- ACI

1- DATOS PARA EL CALCULO DEL DISEÑO :

f'c	210
ASENT.	4 - 5 pul.

ENSAYO FISICO	Agregado. Grueso	Agregado. Fino
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4"	
MODULO DE FINEZA		2.66
PESO UNITARIO. SUELTO	1383	1691
PESO UNITARIO. COMPACTADO	1494	1962
PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO	2.72	2.63
% DE ABSORCION	0.60	1.1
% HUMEDAD	0.07	0.98
CEMENTO TIPO I	3.11	
CENIZA DE DESPERDICIOS AVICOLAS	10%	

2- RESISTENCIA PROMEDIO DE DISEÑO:

$$f'c = 210 + .84 = 294$$

3- CALCULO DE LA CANTIDAD DE AGUA Y AIRE ATRAPADO

$$\text{Agua en litros} = 210 \quad \text{TABLA 10.2.1}$$

$$\text{Contenido de aire en \%} = 2.0 \quad \text{TABLA 11.2.1}$$

4- RELACION AGUA CEMENTO

$$A/C = 0.56$$



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C  
JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - C.M. 65428



5- FACTOR CEMENTO

**8.8** Bolsas de Cemento

A/C =

C = A / 0.47

C =  Kg

6- AGREGADO GRUESO

1494 X 0.63 =  Kg

7- VOLUMENES ABSOLUTOS

	en peso Kg.		en volumen	M3
Cemento	338	376	0.1088	
Agua	210		0.2100	
Aire	2		0.0200	
Ag.Grueso	948		0.3484	
Ceniza 10%	38		0.0627	
	suma de valores		0.6872	

Volumen del Ag. Fino =

Volumen del Ag. Fino =

Peso del Ag. Fino =  Kg

8-DISEÑO SECO

	en Kg
Cemento	338 Kg
Agua	210 Kg
Ag.Grueso	948 Kg
Ag.Fino	823 Kg
Ceniza 10%	38 Kg
Suma de valores	2356 Kg

9- CORRECCION POR HUMEDAD

Ag.Grueso  Kg

Ag.Fino  Kg



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.  
JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - C°P° 68428



**10- AGUA EFECTIVA**

Aporte Ag. Grueso	5.03
Aporte de Ag. Fino	0.76
Aporte total de agua	5.79
Agua efectiva .....	216

**11- DISEÑO HUMEDO x m3**

Cemento	376
Agua	216
Ag. Grueso	948
Ag. fino	831
	2371

**12- PROPORCION EN VOLUMEN**

	Lt/Saco
Cemento	1
Ag. Grueso	2.8
Ag. fino	2.4
Agua	27.1
Ceniza 10%	0.1

**13- PROPORCION EN PESO**

Cemento	42.5	Kg
Ag. Grueso	119.0	Kg
Ag. fino	103.3	Kg
Agua	27.1	Lt
Ceniza 10%	4.72	Kg

**14- RELACION DE AGUA CEMENTO DE DISEÑO**

Relacion A/C de diseño	0.558
Relacion A/C efectiva	0.57



WRC INGENIO S.A.C.  
JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - 0188425



**AUTORES** : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCES MUÑOZ TANTALEAN  
**TESIS** : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO  
**FECHA** : 01 DE MAYO DE 2023

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM - C33**

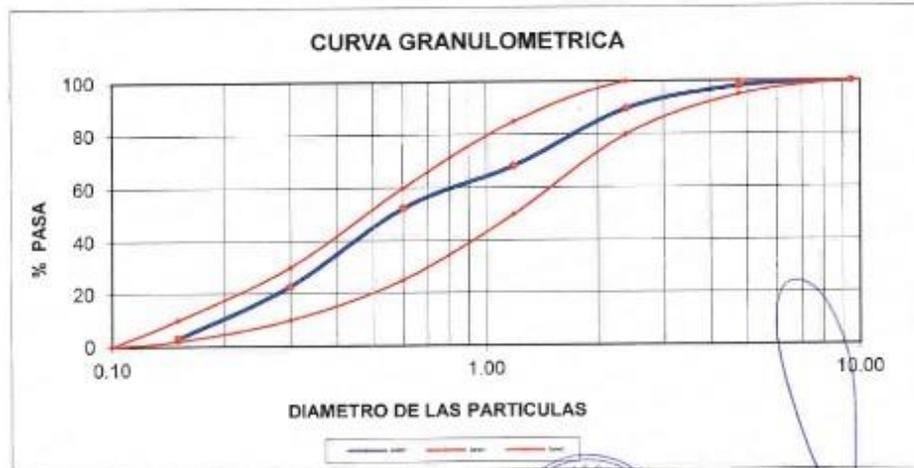
**Material** : Arena Gruesa

**Referencia** : Cantera Romaña

PESO INICIAL HUMEDO (gr) 832.00  
PESO INICIAL SECO (gr) 823.90

% W 0.98  
MF 2.66

MALLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES HL20 NTP 408.037
	(mm)	(gr)	(%)	Retenido	Pasa	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100 - 100
Nº4	4.76	15.80	1.92	1.92	98.08	95 - 100
Nº8	2.38	69.20	8.40	10.32	89.68	80 - 100
Nº 16	1.19	176.70	21.45	31.76	68.24	50 - 85
Nº 30	0.60	130.40	15.83	47.59	52.41	25 - 60
Nº 50	0.30	244.20	29.64	77.23	22.77	10 - 30
Nº 100	0.15	162.00	19.66	96.89	3.11	2 - 10
FONDO		25.60	3.21	0.00	0.00	



Hecho Por : Téc. Jimi Cerquera



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - C.P. 55428



AUTORES : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCES MUÑOZ TANTALEAN  
TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023  
UBICACIÓN : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO  
FECHA : 01 DE MAYO DE 2023

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM - C33**

**Material** : Piedra Chancada de 3/4" **Referencia** : Cantera Romaña

PESO INICIAL HUMEDO (gr) 5820.0 % W 0.07  
PESO INICIAL SECO (gr) 5816.0

MALLA	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES HUSO #7
		(gr)	(%)	Retenido	Pasa	
2"	50.00					
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
1"	24.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
3/4"	19.05	110.00	1.89	1.89	98.11	100 - 90
1/2"	12.50	2483.00	42.69	44.58	55.42	
3/8"	9.53	1140.00	19.60	64.19	35.81	55 - 20
Nº 4	4.76	2080.00	35.76	99.95	0.05	0 - 10
Nº 8	2.38	1.00	0.02	99.97	0.03	0 - 5
FONDO						



Hecho Por : Téc. Jimi Cerquera.



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIP 88428



**INFORME DE ENSAYO**

**AUTORES** : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCIS BURGOS TANTALEAN  
**TESIS** : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM<sup>2</sup> EN COLUMNAS PARA EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO  
**FECHA** : 01 DE MAYO DE 2023  
**Referencia** : Carretera Romaña

**PESOS UNITARIOS**

(MTC E-203)

MUESTRA	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTADO	
	GRAVA TRITURADA				
	1	2	3	4	5
A) Peso Molde + Molde	25713.0	25719.0	25715.0	25709.0	25740.0
B) Peso Molde	13000.0	13000.0	13000.0	13000.0	13000.0
C) Peso de Material	12623	12629	12625	12619	12669
D) Volumen del Molde	9130.0	9130.0	9130.0	9130.0	9130.0
E) Peso Unitario	1383	1283	1383	1402	1406

PROMEDIO PUS	1383
PROMEDIO PUC	1404

MUESTRA	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTADO	
	ARENA ZARANDADA				
	1	2	3	4	5
A) Peso Molde + Molde	1024.0	952.0	952.0	1024.0	1022.0
B) Peso Molde	519	519	519	519	519
C) Peso de Material	436	433	438	506	502
D) Volumen del Molde	2981.0	2981.0	2981.0	2981.0	2981.0
E) Peso Unitario Variado	1692	1690	1692	1863	1861

PROMEDIO PUS	1691
PROMEDIO PUC	1862

Observaciones:



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZARATA CASTILLO  
ING. CIVIL - C.R. 58428



INFORME DE ENSAYO

AUTORES : JUAN JHERSON RUKA AGUIRO  
VICTOR FRANCIS MUÑOZ TANTALEDAN  
TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AMOOLAS Y ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023  
UBICACIÓN : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO  
FECHA : 01 DE MAYO DE 2023  
Referencia : Cantero Romafia

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN  
(MTC E 205, 206)

AGREGADO GRUESO				
MUESTRA	1	2	3	PROMEDIO
A PESO MAT. SAT. SUP. SECA (EN AIRE) (g)	2712.00	2915.3		
B PESO MAT. SAT. SUP. SECA (EN AGUA) (g)	1707	1823		
C VOL. DE MASA + VOL. DE VACIOS (cc)	1005.00	1090.0		
D PESO MAT. SECO EN HORNO (105°C) (g)	2695.00	2836.0		
E VOL. DE MASA (cc)	989.00	1067.0		
F PESO ESPECÍFICO BULK (BASE SECA) (g/cc)	2.683	2.667		2.675
G PESO ESPECÍFICO BULK (BASE SATURADA) (g/cc)	2.699	2.684		2.691
H PESO ESPECÍFICO APARENTE (BASE SECA) (g/cc)	2.725	2.714		2.720
I % DE ABSORCIÓN	0.8	0.7		0.6

AGREGADO FINO				
MUESTRA	1	2	3	PROMEDIO
A PESO MAT. SSS. (g)	250.00	250.00		
B PESO FIOJA CALIBRADA CON AGUA (g)	382.00	395.40		
C PESO FIOJA CAL. CON AGUA + PESO MAT. SSS. (g)	612.00	640.40		
D PESO DEL MAT. + PESO FIOJA + H2O (g)	515.27	543.75		
E VOL. DE MASA + VOL. DE VACIOS (cc)	96.73	96.65		
F PESO MAT. SECO EN HORNO (105°C) (g)	247.40	247.28		
G VOL. DE MASA (cc)	94.13	93.93		
H PESO ESPECÍFICO BULK (BASE SECA) (g/cc)	2.556	2.556		2.556
I PESO ESPECÍFICO BULK (BASE SATURADA) (g/cc)	2.584	2.587		2.586
J PESO ESPECÍFICO APARENTE (BASE SECA) (g/cc)	2.628	2.632		2.630
K % DE ABSORCIÓN	1.0	1.1		1.1

OBSERVACIONES



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CP° 63428



**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADOS**  
**Norma ASTM D2216**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

AUTORES : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCES MUÑOZ TANTALEAN  
TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO  
PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA  
EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023  
UBICACION : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO  
FECHA : 01 DE MAYO DE 2023

**AGREGADO GRUESO**

IDENTIFICACION	UND.	01	02	03	04
NUMERO DE TARA		1			
MASA DE LA MUESTRA HUMEDA + TARA	g	5820.0	5047.0		
MASA DE LA MUESTRA SECA + TARA	g	5816.0	5043.0		
MASA DE LA TARA	g	0.0	0.0		
MASA DEL AGUA	g	4.0	4.0		
MASA DE LA MUESTRA SECA	g	5816.0	5043.0		
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.07	0.08		
PROMEDIO	%	0.07			

**AGREGADO FINO**

IDENTIFICACION	UND.	01	02	03	04
NUMERO DE TARA		10	15		
MASA DE LA MUESTRA HUMEDA + TARA	g	832.0	945.8		
MASA DE LA MUESTRA SECA + TARA	g	823.9	936.7		
MASA DE LA TARA	g	0.0	0.0		
MASA DEL AGUA	g	8.1	9.1		
MASA DE LA MUESTRA SECA	g	823.9	936.7		
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.98	0.97		
PROMEDIO	%	0.98			

OBSERVACIONES:



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIP 58428

**DISEÑO DE MEZCLA DE  
CONCRETO CON CENIZA DE  
DESPERDICIOS AVICOLAS AL  
15% PARA  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>.**



**AUTORES** : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCES MUÑOZ TANTALEAN  
**TESIS** : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO  
**FECHA** : 01 DE MAYO DE 2023

### DISEÑO DE MEZCLA MET DEL COMITÉ 211- ACI

1- DATOS PARA EL CALCULO DEL DISEÑO :

f'c	210
ASENT.	5 - 6 pul.

ENSAYO FISICO	Agregado. Grueso	Agregado. Fino
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4"	
MODULO DE FINEZA		2.66
PESO UNITARIO. SUELTO	1383	1691
PESO UNITARIO. COMPACTADO	1494	1962
PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO	2.72	2.63
% DE ABSORCIÓN	0.60	1.1
% HUMEDAD	0.07	0.98
CEMENTO TIPO I	3.11	
CENIZA DE DESPERDICIOS AVICOLAS	15%	

2- RESISTENCIA PROMEDIO DE DISEÑO:

$$f'_c = 210 + 84 = 294$$

3- CALCULO DE LA CANTIDAD DE AGUA Y AIRE ATRAPADO

Agua en litros = 210 TABLA 10.2.1

Contenido de aire en % = 2.0 TABLA 11.2.1

4- RELACION AGUA CEMENTO

A/C = 0.56



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - D.º 68428



5- FACTOR CEMENTO

**8.8** Bolsas de Cemento

A/C= 0.56

C= A / 0.47

C= 376 Kg.

6- AGREGADO GRUESO

1494 X 0.63 = 948 Kg

7- VOLUMENES ABSOLUTOS

	en peso Kg.		en volumen	M3
Cemento	320	376	0.1028	
Agua	210		0.2100	
Aire	2		0.0200	
Ag. Grueso	948		0.3484	
Ceniza 15%	56		0.0940	
	suma de valores		0.6811	
Volumen del Ag. Fino	=	1-	0.6811	
Volumen del Ag. Fino	=		0.3189	
Peso del Ag. Fino	=		839	Kg

8-DISEÑO SECO

	en Kg
Cemento	320 Kg
Agua	210 Kg
Ag. Grueso	948 Kg
Ag. Fino	839 Kg
Ceniza 15%	56 Kg
Suma de valores	2372 Kg

9- CORRECCION POR HUMEDAD

Ag. Grueso	948 Kg
Ag. Fino	847 Kg



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIP 94428



**10- AGUA EFECTIVA**

Aporte Ag. Grueso	5.03
Aporte de Ag. Fino	0.77
Aporte total de agua	5.80
Agua efectiva .....	216

**11- DISEÑO HUMEDO x m<sup>3</sup>**

Cemento	376
Agua	216
Ag.Grueso	948
Ag.fino	847
	2387

**12- PROPORCION EN VOLUMEN**

	Lt/Saco
Cemento	1
Ag.Grueso	3.0
Ag.fino	2.6
Agua	28.7
Ceniza 15%	0.2

**13- PROPORCION EN PESO**

Cemento	42.5	Kg
Ag.Grueso	126.0	Kg
Ag.fino	111.5	Kg
Agua	28.7	Lt
Ceniza 15%	7.50	Kg

**14- RELACION DE AGUA CEMENTO DE DISEÑO**

Relacion A/C de diseño	0.558
Relacion A/C efectiva	0.57



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - C# 58428



AUTORES : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCES MUÑOZ TANTALEAN  
TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO  
PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA  
EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023  
UBICACIÓN : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO  
FECHA : 01 DE MAYO DE 2023

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM - C33**

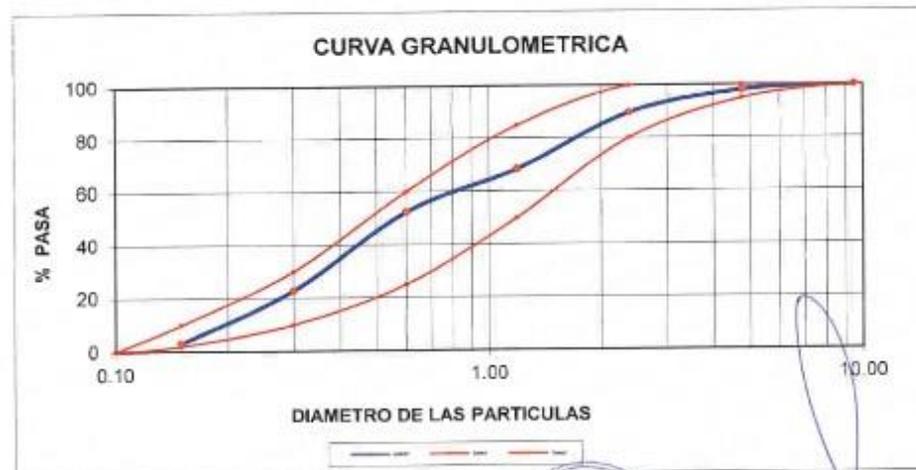
**Material** : Arena Gruesa

**Referencia** : Cantera Romaña

PESO INICIAL HUMEDO (gr) 832.00  
PESO INICIAL SECO (gr) 823.90

% W 0.98  
MF 2.66

MALLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES
	(mm)	(g)	(%)	(Retenido)	(Pasa)	HUBO NTP 430.317
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100 - 100
Nº4	4.76	15.80	1.92	1.92	98.08	95 - 100
Nº8	2.38	69.20	8.40	10.32	89.68	80 - 100
Nº 16	1.19	176.70	21.45	31.76	68.24	50 - 85
Nº 30	0.60	130.40	15.83	47.59	52.41	25 - 60
Nº 50	0.30	244.20	29.64	77.23	22.77	10 - 30
Nº 100	0.15	162.00	19.66	96.89	3.11	2 - 10
FONDO		25.60	3.21	0.00	0.00	



Hecho Por : Téc. Jimi Cerquera.



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - C.º 151426



**AUTORES** : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCES MUÑOZ TANTALEAN  
**TESIS** : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO  
PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA  
EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO  
**FECHA** : 01 DE MAYO DE 2023

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM - C33**

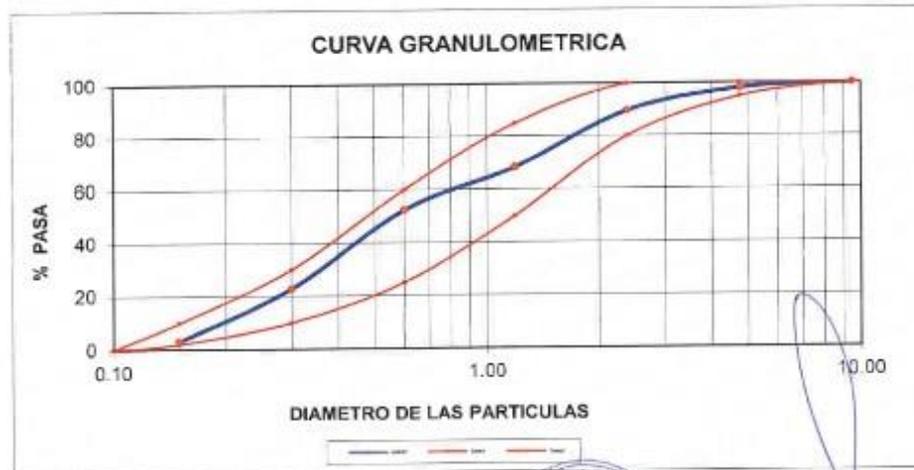
**Material** : Arena Gruesa

**Referencia** : Cantera Romafia

PESO INICIAL HUMEDO (gr) 832.00  
PESO INICIAL SECO (gr) 823.90

% W 0.98  
MF 2.66

MALLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES
	(mm)	(g)	(%)	(Retenido)	(Pasa)	HUBO NTP 430.317
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100 - 100
Nº4	4.76	15.80	1.92	1.92	98.08	95 - 100
Nº8	2.38	69.20	8.40	10.32	89.68	80 - 100
Nº 16	1.19	176.70	21.45	31.76	68.24	50 - 85
Nº 30	0.60	130.40	15.83	47.59	52.41	25 - 60
Nº 50	0.30	244.20	29.64	77.23	22.77	10 - 30
Nº 100	0.15	162.00	19.66	96.89	3.11	2 - 10
FONDO		25.60	3.21	0.00	0.00	



Hecho Por : Téc. Jimi Cerquera.



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - C.º 151428



**INFORME DE ENSAYO**

**AUTORES** : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCIS MUÑOZ TANTALEAN  
**TESIS** : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 216 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023  
**UBICACION** : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO  
**FECHA** : 01 DE MAYO DE 2023  
**Referencia** : Cantera Romaña

**PESOS UNITARIOS**  
(MTC E-203)

MUESTRA	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTADO	
	1	2	3	4	5
A Peso Mol + Molde	25713.0	25719.0	25716.0	25709.0	25749.0
B Peso Molde	13090.0	13090.0	13090.0	13090.0	13090.0
C Peso de Material	12623	12620	12626	12619	12609
D Volumen del Molde	9130.0	9130.0	9130.0	9130.0	9130.0
E Peso Unitario	1383	1383	1383	1402	1496

PROMEDIO PUS	1383
PROMEDIO PUC	1494

MUESTRA	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTADO	
	1	2	3	4	5
A Peso Mol + Molde	9524.0	9521.0	9526.0	10224.0	10220.0
B Peso Molde	5158	5158	5158	5158	5158
C Peso de Material	4366	4353	4368	5066	5062
D Volumen del Molde	2581.0	2581.0	2581.0	2581.0	2581.0
E Peso Unitario Verificado	1652	1650	1652	1963	1961

PROMEDIO PUS	1651
PROMEDIO PUC	1962

Observaciones:



WRC INGENIO S.A.C.  
JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - C.B. 18428



INFORME DE ENSAYO

AUTORES : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCIS MUÑOZ TANTALEAN  
TESS : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023  
UBICACIÓN : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO  
FECHA : 01 DE MAYO DE 2023  
Referencia : Cantera Romaña

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN  
(MTC E 205, 206)

AGREGADO GRUESO				
MUESTRA	1	2	3	PROMEDIO
A PESO MAT. SAT. SUP. SECA (EN AIRE) (g)	2712.00	2915.0		
B PESO MAT. SAT. SUP. SECA (EN AGUA) (g)	1707	1629		
C VOL. DE MASA + VOL. DE VACIOS (cc)	1095.00	1086.0		
D PESO MAT. SECO EN HORNO (105°C) (g)	2896.03	2896.0		
E VOL. DE MASA (g)	985.00	1067.3		
F PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA) (g/cc)	2.683	2.867		2.675
G PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA) (g/cc)	2.669	2.894		2.691
H PESO ESPECIFICO APARENTE (BASE SECA) (g/cc)	2.736	2.714		2.723
I % DE ABSORCIÓN	0.6	0.7		0.6

AGREGADO FINO				
MUESTRA	1	2	3	PROMEDIO
A PESO MAT. SSS (g)	250.00	250.00		
B PESO FIOLA CALIBRADA CON AGUA (g)	362.00	360.40		
C PESO FIOLA CAL. CON AGUA + PESO MAT. SSS (g)	612.00	600.40		
D PESO DEL MAT. + PESO FIOLA + H2O (g)	515.27	503.75		
E VOL. DE MASA + VOL. DE VACIOS (cc)	96.73	96.65		
F PESO MAT. SECO EN HORNO (105°C) (g)	247.40	247.26		
G VOL. DE MASA (g)	94.13	93.93		
H PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA) (g/cc)	2.598	2.558		2.508
I PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA) (g/cc)	2.594	2.587		2.566
J PESO ESPECIFICO APARENTE (BASE SECA) (g/cc)	2.626	2.632		2.630
K % DE ABSORCIÓN	1.0	1.1		1.1

OBSERVACIONES:



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CP 39428



CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADOS  
Norma ASTM D2216

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

AUTORES : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCES MUÑOZ TANTALEAN  
TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO  
PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA  
EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023  
UBICACION : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO  
FECHA : 01 DE MAYO DE 2023

AGREGADO GRUESO

IDENTIFICACION	UND.	01	02	03	04
NUMERO DE TARA		1			
MASA DE LA MUESTRA HUMEDA + TARA	g	5820.0	5047.0		
MASA DE LA MUESTRA SECA + TARA	g	5816.0	5043.0		
MASA DE LA TARA	g	0.0	0.0		
MASA DEL AGUA	g	4.0	4.0		
MASA DE LA MUESTRA SECA	g	5816.0	5043.0		
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.07	0.08		
PROMEDIO	%	0.07			

AGREGADO FINO

IDENTIFICACION	UND.	01	02	03	04
NUMERO DE TARA		10	15		
MASA DE LA MUESTRA HUMEDA + TARA	g	832.0	945.8		
MASA DE LA MUESTRA SECA + TARA	g	823.9	936.7		
MASA DE LA TARA	g	0.0	0.0		
MASA DEL AGUA	g	8.1	9.1		
MASA DE LA MUESTRA SECA	g	823.9	936.7		
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.98	0.97		
PROMEDIO	%	0.98			

OBSERVACIONES:



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIP 58428

RESULTADOS DE COMPRESIÓN  
AXIAL A ESPECÍMENES  
CILÍNDRICOS DE 12" X 6" DE  
CONCRETO ENDURECIDO  
DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN



NOMBRES : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCES MUÑOZ TANTALEAN

TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO  
PLÁSTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA  
EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023

UBICACIÓN : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO

FECHA : 8 de mayo de 2023

DISEÑO : F'c 210 Kg/cm<sup>2</sup>

MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa

TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 6" X 12" centímetros

Área : 176.71

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39**

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Máxima (kg)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% F'c
1	PATRON	1/05/23	8/05/23	7	29852.41	167.80	79.9
2	PATRON	1/05/23	8/05/23	7	25781.23	162.87	77.58
3	PATRON	1/05/23	8/05/23	7	30183.61	170.80	81.33

Observaciones : Las Muestras Fueron Provistas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - C.º 65428



NOMBRES : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCES MUÑOZ TANTALEAN  
TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO  
PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA  
EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023  
UBICACIÓN : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO  
FECHA : 15 de mayo de 2023

DISEÑO : Fc 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa  
TIPO DE PROBETA : Cilíndrica de 6" X 12" centímetros  
Área : 176.71

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39**

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kg)	F'C (kg/cm <sup>2</sup> )	% F'C
1	PATRON	1/05/23	15/05/23	14	32678.20	184.92	88
2	PATRON	1/05/23	15/05/23	14	31452.67	177.99	85
3	PATRON	1/05/23	15/05/23	14	33254.36	186.16	90

Observaciones : Las Muestras fueron Probetas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - C° 58428



NOMBRES : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCES MUÑOZ TANTALEAN

TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023

FECHA : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO

DISEÑO : F'c 210 Kg/cm<sup>2</sup>

MATERIAL : Cemento, Piedra chancada, Arena Gruesa

TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 6" X 12" centímetros

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39**

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% F'c
1	PATRON	1/05/23	29/05/23	28	36966	221.4	105.4%
2	PATRON	1/05/23	29/05/23	28	42597	223.4	106.4%
3	PATRON	1/05/23	29/05/23	28	47631	225.4	107.3%

Observaciones : Las Muestras fueron Provisas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C  
JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIP 68428

RESULTADOS DE COMPRESIÓN  
AXIAL A ESPECÍMENES  
CILÍNDRICOS DE 12" X 6" DE  
CONCRETO ENDURECIDO  
DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN  
CON ADITIVO



NOMBRES : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCES MUÑOZ TANTALEAN

TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO  
PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA  
EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023

UBICACIÓN : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO

FECHA : 9 de mayo de 2023

DISEÑO : F'c 210 Kg/cm<sup>2</sup>

CONCRETO : Diseño de Mezcla patron con aditivo

TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 6" X 12" centímetros

Área : 176.71

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39**

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% F'c
1	CPA-1	2/05/23	9/05/23	7	31482.85	178.16	84.8
1	CPA-2	2/05/23	9/05/23	7	31896.16	180.50	86.0
1	CPA-3	2/05/23	9/05/23	7	28805.50	163.01	77.6

Observaciones : Las Muestras fueron Pre-castadas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - C.R. 68428



NOMBRES : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCES MUÑOZ TANTALEAN  
TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO  
PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA  
EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023  
UBICACIÓN : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO  
FECHA : 16 de mayo de 2023

DISEÑO : F'c 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
CONCRETO : Diseño de Mezcla patron con aditivo  
TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 6" X 12" centímetros  
Área : 176.71

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39**

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% F'c
1	CPA-4	2/05/23	16/05/23	14	36209.85	204.90	97.6
1	CPA-5	2/05/23	16/05/23	14	35875.66	203.01	96.7
1	CPA-6	2/05/23	16/05/23	14	36895.28	206.78	99.4

Observaciones : Las Muestras fueron Provisas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - N° 68428



NOMBRES : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCES MUÑOZ TANTALEAN

TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO  
PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA  
EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023

UBICACIÓN : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO

FECHA : 30 de mayo de 2023

DISEÑO : F'c 210 Kg/cm<sup>2</sup>

CONCRETO : Diseño de Mezcla patron con aditivo

TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 6" X 12" centímetros

Área : 176.71

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39**

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% F'c
1	CPA-7	2/05/23	30/05/23	28	43875.33	248.28	116.2
1	CPA-8	2/05/23	30/05/23	28	43346.96	245.29	115.8
1	CPA-9	2/05/23	30/05/23	28	42968.80	243.15	115.8

Observaciones: Las Muestras fueron Provistas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - N° 68428

RESULTADOS DE COMPRESIÓN  
AXIAL A ESPECÍMENES  
CILÍNDRICOS DE 12" X 6" DE  
CONCRETO ENDURECIDO  
DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN  
CON CENIZA AL 5%



NOMBRES : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCES MUÑOZ TANTALEAN

TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023

UBICACIÓN : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO

FECHA : 10 de mayo de 2023

DISEÑO : F'c 210 Kg/cm<sup>2</sup>

CONCRETO : Diseño de Mezcla patron con 5% de ceniza de desperdicios avicolas

TIPO DE PROBETA : Cilíndrica de 8" X 12" centímetros

Área : 176.71

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39**

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% F'c
1	CPC-5%-1	3/05/23	10/05/23	7	36512.36	223.58	106.5
2	CPC-5%-2	3/05/23	10/05/23	7	36513.69	206.82	98.4
3	CPC-5%-3	3/05/23	10/05/23	7	41180.50	233.03	111.0

Observaciones : Las Muestras fueron Proximas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIP 65428



NOMBRES : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCES MUÑOZ TANTALEAN

TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO  
PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA  
EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023

UBICACIÓN : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO

FECHA : 17 de mayo de 2023

DISEÑO : F'c 210 Kg/cm<sup>2</sup>

CONCRETO : Diseño de Mezcla patron con 5%  
de ceniza de desperdicios avicolas

TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 6" X 12" centimetros

Área : 176.71

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39**

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% F'c
1	CPC-6%-4	3/05/23	17/05/23	14	44886.42	252.87	120.4
1	CPC-6%-5	3/05/23	17/05/23	14	44978.00	254.52	121.2
1	CPC-6%-6	3/05/23	17/05/23	14	45718.41	258.71	123.2

Observaciones: Las Muestras fueron Provisas por el solicitante



WRC INGENIO Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - C. 7. 55426



**NOMBRES** : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCES MUÑOZ TANTALEAN

**TESIS** : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO  
PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA  
EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO

**FECHA** : 31 de mayo de 2023

**DISEÑO** : F'c 210 Kg/cm<sup>2</sup>

**CONCRETO** : Diseño de Mezcla patron con 5%  
de ceniza de desperdicios avicolas

**TIPO DE PROBETA** : Cilindrica de 6" X 12" centímetros

**Área** : 176.71

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39**

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% F'c
1	CPC-6%-7	3/05/23	31/05/23	28	49793.34	281.77	134.2
2	CPC-6%-8	3/05/23	31/05/23	28	50254.58	284.38	135.4
3	CPC-6%-9	3/05/23	31/05/23	28	52118.85	294.93	140.4

Observaciones: Los Muestreos fueron Provistos por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIP 68428

RESULTADOS DE COMPRESIÓN  
AXIAL A ESPECÍMENES  
CILÍNDRICOS DE 12" X 6" DE  
CONCRETO ENDURECIDO  
DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN  
CON CENIZA AL 10%



NOMBRES : JUAN JHERSON PURA ACURIO  
VICTOR FRANCES MUÑOZ TANTALEAN  
TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO  
PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM<sup>2</sup> EN COLUMNAS PARA  
EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023  
UBICACIÓN : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO  
FECHA : 11 de mayo de 2023

DISEÑO : F'c 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
CONCRETO : Diseño de Mezcla patron con 10%  
de ceniza de desperdicios avicolas  
TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 6" X 12" centímetros  
Área : 178.71

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39**

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Máxima (kg)	F' C (kg/cm <sup>2</sup> )	% F' C
1	CPC-10%-1	4/05/23	11/05/23	7	34682.87	196.26	93.5
2	CPC-10%-2	4/05/23	11/06/23	7	38363.74	217.09	103.4
3	CPC-10%-3	4/05/23	11/06/23	7	37800.04	213.00	101.9

Observaciones: Las Muestras fueron Prohibidas por el solicitante



WRC INGENIO Y GEOTECNIA S.A.C.

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIP 66428



NOMBRES : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCES MUÑOZ TANTALEAN

TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO  
PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA  
EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023

UBICACIÓN : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO

FECHA : 18 de mayo de 2023

DISEÑO : F'c 210 Kg/cm<sup>2</sup>

CONCRETO : Diseño de Mezcla patron con 10%  
de ceniza de desperdicios avicolas

TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 6" X 12" centímetros

Área : 176.71

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39**

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% F'c
1	CPC-10%-4	4/05/23	18/05/23	14	37038.42	209.59	99.8
2	CPC-10%-5	4/05/23	18/05/23	14	39477.01	223.39	106.4
3	CPC-10%-6	4/05/23	18/05/23	14	38522.78	217.09	103.8

Observaciones : Las Muestras fueron Provistas por el solicitante



WRC INGENIO S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - CIP 48428



NOMBRES : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCES MUÑOZ TANTALEAN  
TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO  
PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM<sup>2</sup> EN COLUMNAS PARA  
EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023  
UBICACIÓN : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO  
FECHA : 1 de junio de 2023

DISEÑO : F'c 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
CONCRETO : Diseño de Mezcla patron con 10%  
de ceniza de desperdicios avicolas  
TIPO DE PROBETA : Cilindrica de 6" X 12" centímetros  
Área : 176.71

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39**

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kg)	F' C (kg/cm <sup>2</sup> )	% F' C
1	CPC-10%-7	4/05/23	1/06/23	28	39282.63	222.29	105.9
2	CPC-10%-8	4/05/23	1/06/23	28	37533.20	212.39	101.1
3	CPC-10%-9	4/05/23	1/06/23	28	41844.93	236.79	112.8

Observaciones : Las Muestras fueron Provisas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - C.P. 15704

**RESULTADOS DE COMPRESIÓN  
AXIAL A ESPECÍMENES  
CILÍNDRICOS DE 12" X 6" DE  
CONCRETO ENDURECIDO  
DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN  
CON CENIZA AL 15%**



NOMBRES : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCES MUÑOZ TANTALEAN

TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO  
PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA  
EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023

UBICACIÓN : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO

FECHA : 12 de mayo de 2023

DISEÑO : F'c 210 Kg/cm<sup>2</sup>

CONCRETO : Diseño de Mezcla patron con 15%  
de ceniza de desperdicios avicolas

TIPO DE PROBETA : Cilíndrica de 6" X 12" centímetros

Área : 176.71

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39**

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% F'c
1	CPC-15%-1	5/05/23	12/05/23	7	29863.99	169.00	80.5
2	CPC-15%-2	5/05/23	12/05/23	7	29645.91	167.20	79.6
3	CPC-15%-3	5/05/23	12/05/23	7	30323.44	171.60	81.7

Observaciones : Las Muestras fueron Provitras por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.  
JORGE ZAPATA GASTILLO  
ING. CIVIL - C.º 65428



NOMBRES : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCES MUÑOZ TANTALEAN

TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO  
PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c - 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA  
EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023

UBICACIÓN : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO

FECHA : 19 de mayo de 2023

DISEÑO : F'c 210 Kg/cm<sup>2</sup>

CONCRETO : Diseño de Mezcla patron con 15%  
de ceniza de desperdicios avicolas

TIPO DE PROBETA : Cilíndrica de 6" X 12" centímetros

Área : 176.71

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39**

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Maxima (kg)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% F'c
1	CPC-15%-4	5/05/23	19/05/23	14	37285.81	210.99	100.5
2	CPC-15%-6	5/05/23	19/05/23	14	37745.26	213.98	101.7
3	CPC-15%-6	5/05/23	19/05/23	14	37674.57	213.19	101.5

Observaciones: Las Muestras fueron Provisas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL N° 58428



NOMBRES : JUAN JHERSON PUMA ACURIO  
VICTOR FRANCES MUÑOZ TANTALEAN  
TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE DESPERDICIOS AVICOLAS Y ADITIVO  
PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 EN COLUMNAS PARA  
EDIFICACIONES - VENTANILLA 2023  
UBICACIÓN : DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - CALLAO  
FECHA : 2 de junio de 2023

DISEÑO : F'c 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
CONCRETO : Diseño de Mezcla patron con 15%  
de ceniza de desperdicios avícolas  
TIPO DE PROBETA : Cilíndrica de 6" X 12" centímetros  
Área : 176.71

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS ASTM C 39**

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga Máxima (kg)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% F'c
1	CPC-15%-7	5/05/23	2/06/23	28	40378.24	228.49	108.8
2	CPC-15%-8	5/05/23	2/06/23	28	41632.98	236.59	112.2
3	CPC-15%-9	5/05/23	2/06/23	28	40820.01	230.99	110.0

Observaciones : Las Muestras fueron Provisas por el solicitante



WRC INGENIO S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO  
ING. CIVIL - C.P. 69428

# CERTIFICADOS DE CALIDAD Y CALIBRACIONES DE LOS EQUIPOS

# Certificado



La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

## PUNTO DE PRECISION S.A.C.

Laboratorio de Calibración

En su sede ubicada en: Sector 1 Grupo 10 Mz M Lt. 23, distrito de Villa El Salvador, provincia y departamento Lima.

Con base en la norma

**NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración.**

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-22F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 19 de mayo de 2022

Fecha de Vencimiento: 18 de mayo de 2026

Firmado digitalmente por RODRIGUEZ ALEJANDRA Alejandra FAU  
2022.06.05 11:37:28  
Módulo: Soy el Autor del Documento

**ALEJANDRA RODRIGUEZ ALEGRIA**  
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Fecha de emisión: 06 de junio de 2022

Cédula N° : 0196-2022-INACAL/DA  
Adenda N°1 del Contrato N°: 006-2019/INACAL-DA  
Registro N° : LC - 033



El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y código de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web [www.inacal.gob.pe/acreditacion/categorias/acreditadas](http://www.inacal.gob.pe/acreditacion/categorias/acreditadas), y/o a través del código QR al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) de Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mútuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-06P-02M Ver. 03



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISI3N S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACI3N

## CERTIFICADO DE CALIBRACI3N N° LFP - 464 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 118-2022  
Fecha de emisi3n : 2022-06-28

1. Solicitante : WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.  
Direcci3n : MZA. D LOTE. 5 URB. PALMA REAL - CALLAO - PROV. CONST. DEL CALLAO

2. Descripci3n del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAxIAL

Marca de Prensa : A&A INSTRUMENTS  
Modelo de Prensa : STYE-2000  
Serie de Prensa : 150715  
Capacidad de Prensa : 2000 kN

Marca de indicador : MC  
Modelo de Indicador : LM-02  
Serie de Indicador : NO INDICA

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

El Equipo de medici3n con el modelo y número de serie abajo, Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Direcci3n de Metrologia del INACAL y otros.

Los resultados son validos en el momento y en las condiciones de la calibraci3n. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecuci3n de una recalibraci3n, la cual está en funci3n del uso, conservaci3n y mantenimiento del instrumento de medici3n o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretaci3n de los resultados de la calibraci3n aqui declarados.

3. Lugar y fecha de Calibraci3n  
MZA. D LOTE. 5 URB. PALMA REAL - CALLAO - PROV. CONST. DEL CALLAO  
25 - JUNIO - 2022

4. Método de Calibraci3n  
La Calibraci3n se realiz3 de acuerdo a la norma ASTM E4.

### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 108-2021	UNIVERSIDAD CAT3LICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

### 6. Condiciones Ambientales

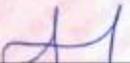
	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19.2	19.2
Humedad %	69	70

7. Resultados de la Medici3n  
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

### 8. Observaciones

Con fines de identificaci3n se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde, con el número de certificado y fecha de calibraci3n de la empresa PUNTO DE PRECISI3N S.A.C.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152831

Av. Los ngeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCI3N PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACI3N DE PUNTO DE PRECISI3N S.A.C.



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 464 - 2022

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
100	99,753	100,585	0,25	-0,58	100,2	-0,17	-0,83
200	199,810	199,848	0,09	0,18	199,7	0,14	0,08
300	299,642	299,843	0,12	0,05	299,7	0,09	-0,07
400	399,838	399,857	0,04	0,04	399,8	0,04	-0,01
500	500,884	499,846	-0,18	0,03	500,4	-0,07	0,21
600	599,617	600,285	0,06	-0,05	600,0	0,01	-0,11
700	700,077	700,576	-0,01	-0,08	700,3	-0,05	-0,07

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$        $Rp = Error(2) - Error(1)$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- Coefficiente Correlación :  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 0,9994x + 0,2017$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (kN)

GRÁFICO N° 1

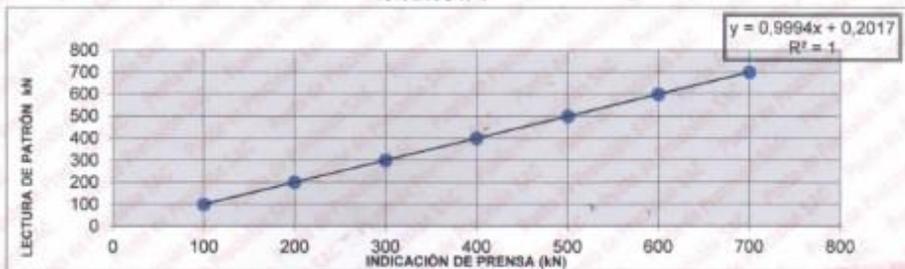
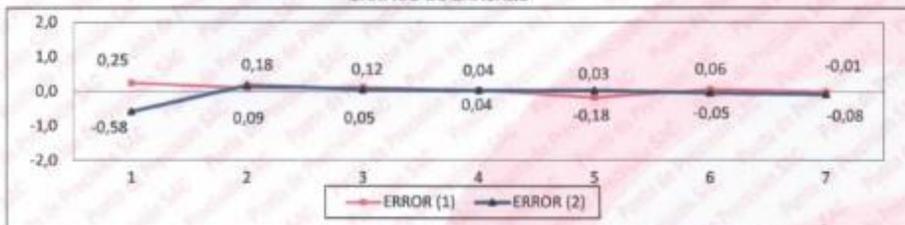


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



*[Signature]*  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



Página N° LC - 033

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-401-2022**

Página: 1 de 3

Expediente : 118-2022  
 Fecha de Emisión : 2022-06-30

**1. Solicitante** : WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.

**Dirección** : MZA. D LOTE. 5 URB. PALMA REAL PROV. CONST. DEL CALLAO - CALLAO

**2. Instrumento de Medición** : BALANZA

**Marca** : OHAUS

**Modelo** : EC30

**Número de Serie** : 8030020197

**Alcance de Indicación** : 30 000 g

**División de Escala de Verificación ( e )** : 1 g

**División de Escala Real ( d )** : 1 g

**Procedencia** : CHINA

**Identificación** : 3

**Tipo** : ELECTRÓNICA

**Ubicación** : LABORATORIO

**Fecha de Calibración** : 2022-06-25

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. Método de Calibración**

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

**4. Lugar de Calibración**

LABORATORIO de WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.  
 MZA. D LOTE. 5 URB. PALMA REAL PROV. CONST. DEL CALLAO - CALLAO



PT-06.F05 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 853 - LIMA 42. Teléf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-401-2022

Página 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Mínima	Máxima
Temperatura	18,2	18,2
Humedad Relativa	70,9	70,9

**6. Trazabilidad**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-018-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0055-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0056-2022

**7. Observaciones**

No se realizó ajuste a la balanza antes de su calibración.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**8. Resultados de Medición**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABAJO	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Inicia			Final			
	Temp. (°C)	18,2	18,2	Temp. (°C)	18,2	18,2	
	Carga L1*	15 000,0 g			Carga L2*	30 000,0 g	
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)	
1	15 000	0,8	-0,3	29 999	0,9	-1,4	
2	15 000	0,6	-0,1	29 999	0,6	-1,1	
3	14 999	0,6	-1,3	29 999	0,7	-1,2	
4	14 999	0,9	-1,4	29 999	0,8	-1,3	
5	14 999	0,7	-1,2	29 999	0,9	-1,4	
6	14 999	0,6	-1,1	29 999	0,6	-1,1	
7	15 000	0,8	-0,3	29 999	0,7	-1,2	
8	14 999	0,7	-1,2	29 999	0,8	-1,3	
9	14 999	0,6	-1,1	29 999	0,6	-1,1	
10	14 999	0,8	-1,3	29 999	0,8	-1,3	
Diferencia Máxima			1,3	0,3			
Error máximo permitido ±			2 g	± 3 g			



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
**Ing. Luis Ldayza Capcha**  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42. Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-401-2022

Página 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Mínima	Máxima
Temperatura	18,2	18,2
Humedad Relativa	70,9	70,9

**6. Trazabilidad**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-018-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0055-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0056-2022

**7. Observaciones**

No se realizó ajuste a la balanza antes de su calibración.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**8. Resultados de Medición**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Inicie			Final		
	Carga L1*	15 000,0 g		Carga L2*	30 000,0 g	
	l (g)	Δl (g)	E (g)	l (g)	Δl (g)	E (g)
1	15 000	0,8	-0,3	29 999	0,9	-1,4
2	15 000	0,6	-0,1	29 999	0,6	-1,1
3	14 999	0,8	-1,3	29 999	0,7	-1,2
4	14 999	0,9	-1,4	29 999	0,8	-1,3
5	14 999	0,7	-1,2	29 999	0,9	-1,4
6	14 999	0,6	-1,1	29 999	0,6	-1,1
7	15 000	0,8	-0,3	29 999	0,7	-1,2
8	14 999	0,7	-1,2	29 999	0,8	-1,3
9	14 999	0,6	-1,1	29 999	0,6	-1,1
10	14 999	0,8	-1,3	29 999	0,8	-1,3
Diferencia Máxima			1,3			0,3
Error máximo permitido ±		± 2 g		±	± 3 g	



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
**Ing. Luis Ldayza Capcha**  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42. Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, HUAROTO CASQUILLAS ENRIQUE EDUARDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Análisis comparativo entre la adición de ceniza de desperdicios avícolas y aditivo plastificante en las propiedades del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en columnas para edificaciones, Ventanilla-2023", cuyos autores son PUMA ACURIO JUAN JHERSON, MUÑOZ TANTALEAN VICTOR FRANCES, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 15 de Julio del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
HUAROTO CASQUILLAS ENRIQUE EDUARDO <b>DNI:</b> 08120578 <b>ORCID:</b> 0000-0002-8757-6621	Firmado electrónicamente por: EHUAROTOC el 21- 07-2023 18:36:36

Código documento Trilce: TRI - 0593173