



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Influencia de la combinación de agregados y diseño de mezcla en la
calidad del concreto para pavimentos rígidos, Huancayo 2021

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

AUTORA:

Tupac Yupanqui Machaca, Katia Yesenia (ORCID: [0000-0002-3411-209X](https://orcid.org/0000-0002-3411-209X))

ASESOR:

M.Sc. Olarte Pinares, Jorge Richard (ORCID: [0000-0001-5699-1323](https://orcid.org/0000-0001-5699-1323))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedico la presente tesis a Dios, mis padres y hermano, por su apoyo y guía durante mi crecimiento personal y académico.

AGRADECIMIENTO

A mis maestros, por compartir su sabiduría y hacer posible la realización de la presente investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	19
3.1. Metodología de la investigación	19
3.2. Variables y operacionalización	20
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
3.5. Procedimientos	24
3.6. Método de análisis de datos.....	42
3.7. Aspectos éticos	42
IV. RESULTADOS	43
V. DISCUSIÓN.....	73
VI. CONCLUSIONES.....	74
VII. RECOMENDACIONES.....	75
REFERENCIAS.....	76
ANEXOS	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Banda de gradación de la curva tarántula	15
Tabla 2. Operacionalización de las variables	22
Tabla 3. Factor de seguridad según $f'c$	34
Tabla 4. Resultado del análisis granulométrico de la combinación de agregados, Zona A -Shilstone.....	46
Tabla 5. Porcentaje de pasantes analizados en la Grafica Power 0.45 o Carta a la Potencia 0.45 de la Zona "A".....	48
Tabla 6. Resultado del análisis granulométrico de la combinación de agregados, Zona B -Shilstone.....	49
Tabla 7. Porcentaje de pasantes analizados en la Grafica Power 0.45 o Carta a la Potencia 0.45 de la Zona "B".....	51
Tabla 8. Resultado del análisis granulométrico de la combinación de agregados, Zona B -Shilstone.....	52
Tabla 9. Porcentaje de pasantes analizados en la Grafica Power 0.45 o Carta a la Potencia 0.45 de la Zona "C".....	54
Tabla 10. Resultado del análisis de la caracterización del agregado fino y agregado grueso (3/4")	55
Tabla 11. Factor de seguridad según $f'c$	55
Tabla 12. Cuadro resumen de la dosificación de los componentes del concreto.....	57
Tabla 13. Resultado de ensayo de contenido de aire del concreto	60
Tabla 14. Resultado de ensayo de asentamiento del concreto	60
Tabla 15. Resultado de ensayo de resistencia a la compresión del concreto.....	61
Tabla 16. Resultado de ensayo de resistencia a la flexión del concreto.....	62
Tabla 17. Resumen de prueba de rangos con signo de Wilcoxon para la dosificación de cemento	63
Tabla 18. Resumen de prueba para el contenido de agua en la mezcla	64
Tabla 19. Estadístico de muestra para agua	64
Tabla 20. Resumen de prueba de rangos con signo de Wilcoxon para la cantidad de aditivo.....	64
Tabla 21. Prueba para una muestra del contenido de arena.....	65
Tabla 22. Estadístico de prueba para el contenido de arena.....	65
Tabla 23. Prueba para una muestra de piedra de 1/2	65
Tabla 24. Estadísticos para una muestra de piedra de 1/2.....	65
Tabla 25. Prueba para una muestra de piedra de 3/4	66
Tabla 26. Estadísticos para una muestra de piedra de 3/4.....	66
Tabla 27. Prueba anova para resistencia a la compresión del concreto.....	66
Tabla 28. Prueba comparaciones múltiples para ensayo de resistencia a la compresión del concreto	67
Tabla 29. Prueba TURKEY, ensayo de resistencia a la compresión del concreto.....	67
Tabla 30. Prueba anova para ensayo de resistencia a la flexión del concreto.....	68
Tabla 31. Comparaciones múltiples para ensayo de resistencia a la flexión del concreto.....	68
Tabla 32. Prueba TURKEY, ensayo de resistencia a la flexión del concreto.....	69

Tabla 33.	Estadísticos de prueba para el análisis de costos	69
Tabla 34.	Prueba para una muestra para costos	69
Tabla 35.	Estadísticos para una muestra en contenido de aire	70
Tabla 36.	Prueba para una muestra para contenido de aire.....	70
Tabla 37.	Estadísticos para la muestra de asentamiento del concreto	70
Tabla 38.	Prueba para una muestra para asentamiento del concreto	70
Tabla 39.	Prueba de normalidad para la dosificación del concreto.....	71
Tabla 40.	Prueba de normalidad para ensayo de resistencia a la compresión	71
Tabla 41.	Prueba de normalidad para resistencia a la flexión	72
Tabla 42.	Prueba de normalidad para costos, contenido de aire y asentamiento.....	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Composición porcentual de los componentes del concreto	6
Figura 2. Secuencia de pasos para el diseño de mezcla empleando el método ACI.....	9
Figura 3. Clasificación de los agregados según Shilstone.....	10
Figura 4. Gráfica de la clasificación de los agregados según Shilstone.....	10
Figura 5. Fórmula de factor grosor y factor trabajabilidad	11
Figura 6. Fórmula para corrección por contenido de cemento.....	11
Figura 7. Fórmula para factor de trabajabilidad	11
Figura 8. Gráfico de Shilstone	12
Figura 9. Ubicación recomendada según método constructivo	13
Figura 10. Carta de agregados retenidos	14
Figura 11. Curva de la tarántula	14
Figura 12. Fórmula del % pasante de la ecuación Power.....	15
Figura 13. Carta a la potencia 0.45	16
Figura 14. Estructura típica de un pavimento rígido	17
Figura 15. Exploración de las canteras	25
Figura 16. Proceso de tamizado del AF.	26
Figura 17. Granulometría del AF.....	26
Figura 18. Ensayo de PUC del AG.....	27
Figura 19. Ensayo de PUC del AF.	27
Figura 20. Ensayo de PUS del AG.....	28
Figura 21. Ensayo de absorción del AG.....	29
Figura 22. Ensayo de peso específico del AG.....	29
Figura 23. Ensayo peso específico del AF.	30
Figura 24. Fórmula de factor de grosor y factor de trabajabilidad.....	31
Figura 25. Fórmula de corrección por cemento	31
Figura 26. Fórmula de reajuste del factor de trabajabilidad	31
Figura 27. Vista general de los agregados empleados en la tesis.....	32
Figura 28. Dosificación de los componentes del concreto empleando la metodología Shilstone (zona A)	34
Figura 29. Vista general del concreto diseñado con la metodología ACI.....	36
Figura 30. Vista general del concreto diseñado con la metodología Shilstone, zona A. ..	37
Figura 31. Vista general del concreto diseñado con la metodología Shilstone, zona B. ..	37
Figura 32. Control de asentamiento del concreto.....	38
Figura 33. Control de contenido de aire del concreto.	38
Figura 34. Vista general de los resultados obtenidos en contenido de aire y asentamiento del concreto empleando la metodología ACI.....	39
Figura 35. Proceso de colocado de testigo cilíndrico en la prensa hidráulica.	39
Figura 36. Vista general del proceso de ensayo de f'c.	40
Figura 37. Vista general de los testigos cilíndricos que fueron sometidos al ensayo de f'c.	40
Figura 38. Proceso de elaboración de testigos de concreto en forma de vigas.	41
Figura 39. Proceso de colocado de viga para someterlo al ensayo de resistencia a la flexión del concreto.....	41

Figura 40. Vista general del proceso de ensayo de resistencia a la flexión del concreto.	42
Figura 41. Localización del Laboratorio QA/QC Construcción	43
Figura 42. Curva granulométrica de la arena gruesa	44
Figura 43. Curva granulométrica de la piedra chancada con TM 3/4"	45
Figura 44. Curva granulométrica de la piedra chancada con TM 1/2"	45
Figura 45. Retenido Shilstone de la combinación de agregados – Carta de agregados retenidos, Shilstone Zona “A”	46
Figura 46. Curva tarántula, Shilstone Zona “A”	47
Figura 47. Carta Shilstone, Shilstone Zona “A”	47
Figura 48. Zona II- Sub zonas, Shilstone Zona “A” ubicación de combinación.	47
Figura 49. La curva roja representa el porcentaje de pasante integral de la combinación y la curva negra representa las mallas elevadas a la potencia 0.45	48
Figura 50. Retenido Shilstone de la combinación de agregados – Carta de agregados retenidos, Shilstone Zona “B”	49
Figura 51. Curva tarántula, Shilstone Zona “B”	50
Figura 52. Carta Shilstone, Shilstone Zona “B”	50
Figura 53. Zona II- Sub zonas, Shilstone Zona “B” ubicación de combinación.	50
Figura 54. La curva roja representa el porcentaje de pasante integral de la combinación y la curva negra representa las mallas elevadas a la potencia 0.45	51
Figura 55. Retenido Shilstone de la combinación de agregados – Carta de agregados retenidos, Shilstone Zona “C”	52
Figura 56. Curva tarántula, Shilstone Zona “C”	53
Figura 57. Carta Shilstone, Shilstone Zona “C”	53
Figura 58. Zona II- Sub zonas, Shilstone Zona “C” ubicación de combinación.	53
Figura 59. La curva roja representa el porcentaje de pasante integral de la combinación y la curva negra representa las mallas elevadas a la potencia 0.45	54
Figura 60. Dosificación de los componentes del concreto empleando la metodología Shilstone, zona A	57
Figura 61. Dosificación de los componentes del concreto empleando la metodología Shilstone, zona B	58
Figura 62. Dosificación de los componentes del concreto empleando la metodología Shilstone, zona C	58
Figura 63. Resumen de dosificación del concreto	59
Figura 64. Resumen de dosificación del concreto de todas las metodologías	59
Figura 65. Diagrama de barras para los resultados de contenido de aire	60
Figura 66. Diagrama de barras para los resultados de asentamiento del concreto.	61
Figura 67. Diagrama de barras para los resultados de resistencia a la compresión del concreto.	61
Figura 68. Diagrama de barras para los resultados de resistencia a la flexión del concreto.	62
Figura 69. Resumen de análisis de costos	62
Figura 70. Diagrama de barras para el análisis de costo por m ³ de concreto empleando la metodología Shilstone y ACI.	63

RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo general implementar metodologías modernas al diseño de mezcla del concreto y compararlas con el ACI, para tal propósito se empleó una investigación con enfoque cuantitativo, tipo aplicada, nivel explicativo y diseño experimental, teniendo como variable independiente a combinación de agregados y diseños de mezcla del concreto, mientras que como variable dependiente a la calidad del concreto, para medir las calidad del concreto se tuvo una muestra a 72 testigos de concreto, en las que se evaluó resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, asentamiento y contenido de aire del concreto, a ello se añadió el análisis de costo por m³ de concreto.

Concluyendo que, se logró alcanzar la resistencia a la compresión (395 kg/cm² para la zona C) y resistencia a la flexión del concreto (41.08 kg/cm² para la zona C) de diseño, en el asentamiento del concreto también se tiene mayor trabajabilidad para la metodología Shilstone (zona B) comparado con el ACI, en cuanto al contenido de aire es la metodología ACI la que ofrece mayor contenido de aire, con todo ello se puede afirmar que la metodología Shilstone ofrece mejores características que el método ACI.

Palabras claves: metodología Shilstone, metodología ACI, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, contenido de aire y asentamiento.

ABSTRACT

The present thesis had as a general objective to implement modern methodologies to the design of concrete mix and compare them with the ACI, for this purpose an investigation with a quantitative approach, applied type, explanatory level and experimental design was used, having as an independent variable the combination of aggregates and concrete mix designs, while as a variable dependent on the quality of the concrete, to measure the quality of the concrete, a sample of 72 concrete witnesses was taken, in which compressive strength, flexural strength, settlement were evaluated. and air content of the concrete, to this was added the analysis of cost per m³ of concrete.

Concluding that, it was possible to achieve the compressive strength (395 kg/cm² for zone C) and flexural strength of concrete (41.08 kg/cm² for zone C) of design, in the concrete settlement there is also greater Workability for the Shilstone methodology (zone B) compared to the ACI, in terms of air content it is the ACI methodology that offers the highest air content, with all this it can be said that the Shilstone methodology offers better characteristics than the ACI method.

Keywords: Shilstone methodology, ACI methodology, compressive strength, flexural strength, air content, and settlement.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el sector construcción ha tenido una recesión debido a la COVID-19 y ello se ve reflejado mediante las tasas altas de desempleo, ya que antes de la pandemia en América Latina y el Caribe se invertía aproximadamente el 28% del gasto total en infraestructura pública y transporte y el 20% en construcción de viviendas y servicios básicos (agua, desagüe y luz), de modo que el sector construcción representaba un efecto multiplicador en la economía de un país, al presentarse la recesión pues se evidencia un fuerte impacto negativo en la estabilidad económica, especialmente en los sectores más frágiles de cada país.

El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) dijo que la economía peruana se ha visto afectada por el impacto del COVID-19 ya que, en el año 2020 se tuvo una caída del 11.5% del PBI, en dicho contexto se ha demostrado que, el sector Construcción no debe parar actividades debido a que contribuye con la recuperación del PBI, siendo la inversión pública la que impulsa dicha mejora.

El Gobierno del Perú lanzó proyectos como Trabaja Perú 2021, en la que se hicieron actividades de mantenimiento de vías, parques, escalinatas, circuitos turísticos, etc. al mismo tiempo inicio con la ejecución de proyectos como carreteras, pavimentaciones, redes de agua, riego, entre otros, estas actividades se realizaron por gestión directa y bajo contrato.

Bajo el contexto de una pandemia, al lanzarse proyectos de manera rápida, se ha visualizado en los expedientes la carencia de estudios previos y optimización de recursos, para el caso particular de los pavimentos rígidos no se han empleado metodologías que permitan optimizar los diseños de mezcla, más por el contrario se ha caído en la repetición del uso de métodos tradicionales. En tal sentido la actividad de construir no solo debe centrarse a ejecutar algo, sino en tener obras de calidad, con bajo costo y sobre todo que ofrezca múltiples beneficios, los pavimentos rígidos cumplen la función de soportar cargas verticales, deben ser los diseños de mezcla los que garanticen que se cumpla con la resistencia a la compresión del concreto, no es suficiente con alcanzar la resistencia deseada, sino que se optimice cada componente del concreto, ello puede realizarse si se incorporan metodologías nuevas a los diseños ya tradicionales.

Esta investigación se justifica a razón de que el método tradicional ACI no garantiza una óptima combinación de agregados debido a que no se evalúa una granulometría integral de los agregados, es más la dosificación del cemento se limita al cálculo del agua en relación al TM del agregado grueso y Slump como medida de trabajabilidad, todo ello hace que los componentes no resulten los óptimos.

En la presente investigación se propone incorporar nuevos métodos para la combinación de agregados con el fin de optimizar la dosificación de los componentes del concreto para diseños de mezcla empleados en diversos proyectos que requieran concreto, para el caso especial se diseñara concretos para pavimentos rígidos.

Planteamiento del problema

Problema General

¿Qué metodología moderna se podría implementar a un diseño de mezcla de concreto que supere las limitaciones del ACI?

Problemas específicos

1. ¿De qué manera se podría garantizar la óptima combinación de agregados para el diseño de mezcla del concreto?
2. ¿De qué manera se podría diseñar un concreto que cumpla con los estándares de calidad?
3. ¿Cómo se podría optimizar los componentes en el diseño de mezcla del concreto?

Objetivos

Objetivo general

Implementar metodologías modernas al diseño de mezcla del concreto y compararlas con el ACI.

Objetivos específicos

1. Optimizar la combinación de agregados para un diseño de mezcla de concreto.

2. Diseñar concretos que cumplan con la resistencia requerida.
3. Diseñar concretos que optimicen sus componentes en pavimentos rígidos.

Hipótesis

Hipótesis general

Una metodología que se podría implementar al diseño de mezcla del concreto y que podría ofrecer mejores ventajas con respecto al ACI es Shilstone.

Hipótesis específicas

1. Se podría garantizar la óptima combinación de agregados para el diseño de la mezcla del concreto mediante los parámetros de la Curva de la tarántula, el factor grosor y el factor trabajabilidad.
2. Mediante el análisis del agregado combinado en la Carta de la Potencia 0.45 se podría diseñar un concreto que cumpla con los estándares de calidad en base a su resistencia y el empleo de menos cantidad de material cementante.
3. Mediante una metodología que parte de la combinación de agregados se podría optimizar los componentes del concreto.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes internacionales

Díaz et al. (2013). Evaluación y comparación de módulos de ruptura para mezclas de concreto hidráulico utilizados en pavimentos rígidos aplicando granulometría Fuller y Shilstone. Tesis para obtener el grado académico de ingeniero civil en la Universidad de El Salvador. La tesis que desarrolló empleo una metodología del tipo aplicada, nivel explicativo y diseño experimental. Objetivo de la investigación: Evaluar y comparar los módulos de ruptura para diseños de concreto hidráulico aplicando la granulometría Fuller y Shilstone en pavimentos rígidos. Conclusión, a los 7 y 28 días se obtiene variaciones en rangos de 1 al 10%, fue la metodología Shilstone la que presento mejores resultados comparados con la metodología Fuller.

Herrera et al. (2018). Optimización de mezclas de concreto mediante la aplicación del método Walker y la introducción de un aditivo experimental. Tesis para obtener el grado académico de ingeniero civil en la Universidad Santo Tomás. La tesis que desarrolló empleo una metodología del tipo básica, nivel descriptivo y diseño no experimental. Objetivo de la investigación: Elaborar un óptimo diseño de mezcla que equilibre la relación cemento-arena-aditivo empleando la metodología Walker. Concluyendo que, 1.25% respecto al peso del cemento es la óptima dosificación de aditivo por m³ de concreto, así mismo respecto al análisis económico se ve un incremento del 3.17%.

Ramón (2019). Análisis anova del efecto de la granulometría dentro del gráfico de Shilstone en el desempeño global de los pavimentos de hormigón. Tesis para obtener el grado académico de ingeniero civil en la Universidad de El Salvador. La metodología es del tipo aplicada, nivel explicativo y diseño experimental. Objetivo de la investigación: Establecer la correlación entre los parámetros del gráfico de Shilstone. Conclusión, No se pudo encontrar un área ideal en el Gráfico de Shilstone, así mismo se encontró incidencia en la dispersión de resultados para los ensayos de resistencia a la compresión del concreto, siendo más uniforme el diseño que utiliza la metodología Shilstone. Con el análisis anova se puede concluir que,

no hay dependencia entre las propiedades analizadas y los parámetros del Gráfico Shilstone, puesto que los estadísticos de prueba cayeron fuera de la zona crítica.

Antecedentes Nacionales

Vásquez (2013). Obtención del mejor método para elaborar el diseño de mezcla del concreto, al comparar los métodos ACI, Fuller, Walker y Módulo de Fineza de la combinación de agregados, para una resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (a los 28 días). Tesis para obtener el grado académico de ingeniero civil en la Universidad Nacional de Cajamarca. El investigador empleo una metodología del tipo aplicada, nivel explicativo y diseño experimental. El propósito de la investigación es: Elegir el mejor método para elaborar un concreto con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Conclusión, el método más económico es el Módulo de fineza de la combinación de agregados, el método con mayor cercanía a la resistencia especificada es ACI (263.68 kg/cm^2), al analizar la compacidad del concreto fue el método módulo de fineza de la combinación de agregados y Walker los que presentaron mejores resultados.

Romero (2019). Estudio comparativo de 3 métodos de diseño de mezclas en la resistencia a la compresión del concreto. Tesis para obtener el grado académico de ingeniero agrónomo en la Universidad Nacional de Trujillo. El investigador empleo una metodología del tipo básica, nivel descriptivo y diseño no experimental. El objetivo fue: Comparar la resistencia a la compresión del concreto empleando 3 métodos de diseño de mezcla. Conclusión, los métodos empleados fueron Módulo de fineza, ACI 211 y Walker, al ser evaluadas en la propiedad de resistencia a la compresión es el método Walker el que obtiene el máximo valor con 302 kg/cm^2 .

Taico (2020). Influencia del tamaño máximo nominal del agregado grueso en la resistencia y costo del concreto, teniendo en cuenta 3 métodos de diseño de mezcla. Investigación para obtener el grado académico de ingeniero civil en la Universidad Privada del Norte. Taico empleo una metodología del tipo aplicada, nivel explicativo y diseño experimental. Objetivo de la investigación: Determinar la influencia del tamaño máximo nominal del agregado grueso en la resistencia del concreto con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y el costo, empleando tres métodos de diseño de mezcla. Conclusión, al incrementar el tamaño máximo nominal del agregado se

incrementa la resistencia a la compresión del concreto y se disminuye el costo de producción, la mayor resistencia a la compresión fue de 433.97 kg/cm² por el método Walker con agregado de TMN de 3/8", para el TMN de 1/2" la mayor resistencia fue de 398.93 kg/cm² por el método ACI, para el TMN de 3/4" la mayor resistencia fue de 339.30 kg/cm² por el método Walker.

Teorías relacionadas al tema

El concreto

El concreto es el resultado de la mezcla de agregado grueso, agregado fino, agua, cemento, aire y en algunas oportunidades se le agregan los aditivos y fibras para obtener características específicas según requerimiento en obra. De la misma forma es el material de construcción de mayor demanda, su calidad depende de la naturaleza, materiales, propiedades, dosificación de componentes, mano de obra y mantenimiento.

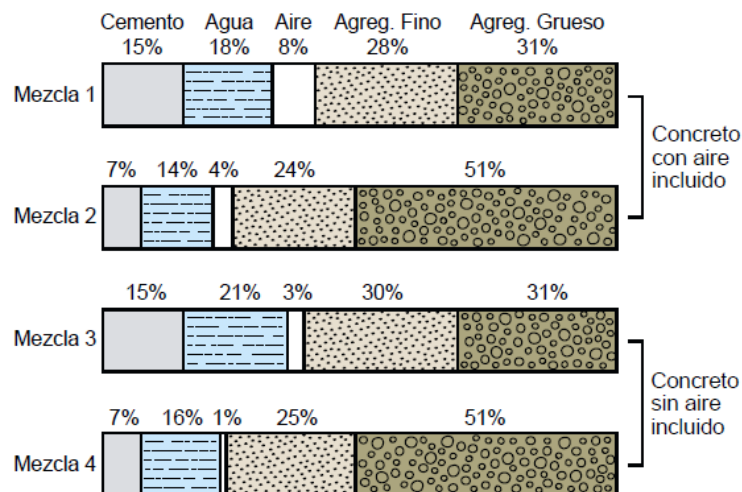


Figura 1. Composición porcentual de los componentes del concreto
Fuente: Rivva, 2014.

Los requisitos que debe cumplir el concreto son:

- Que los componentes del concreto deben someterse al acatamiento de las Normas NTP y ASTM según corresponda.
- Que cumpla con todos los estándares de calidad en estado fresco y endurecido.

- Que ofrezca resistencia y durabilidad con el tiempo.
- Que sea impermeable.
- Que sea resistente al fuego.
- Que sea resistente a productos químicos agresivos.
- Que no presente contracciones excesivas frente a los cambios de temperatura.
- Que ofrezca un buen acabado y contribuya con el diseño arquitectónico.
- Que ofrezca alta resistencia a la abrasión.

Una mezcla de concreto debe ofrecer trabajabilidad, consistencia y cohesividad para poder colocarlo, debe estar libre de segregación y exudación mínima, al mismo tiempo debe equilibrarse la calidad con el costo.

Componentes del concreto

El agua

El agua permite la formación del gel y la unión entre todos los componentes del concreto (Rivva, 2000).

Los agregados

Los agregados son materiales inorgánicos que pueden tener un origen natural o artificial, su granulometría está definida en la NTP 400.011 (Rivva, 2014). La calidad de los agregados debe ser muy bien estudiados, debido a que ocupan entre el 60% y 75% del volumen total del concreto, es decir tienen participación directa con la calidad y costo del concreto.

El cemento

El cemento es el elemento más activo en el concreto asimismo debe cumplir con lo estipulado por la norma ASTM C 150, la cantidad del cemento en el concreto tiene una relación directa con los valores de resistencia a la compresión, a la par está sujeto a la relación agua/cemento.

Los aditivos

Los aditivos son productos químicos que se agregan al concreto en la etapa de mezclado para cambiar ciertas propiedades del concreto. Los aditivos se clasifican

en: plastificantes, superplastificantes, incorporadores de aire, acelerantes y retardantes de fragua, impermeabilizantes, etc.

Análisis Granulométrico de los agregados

La granulometría simboliza la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado que se expresan usualmente como el porcentaje de material que pasa cada malla, para determinarlo es necesario realizar el ensayo de análisis granulométrico el cual se rige en la norma NTP 400.012.

Combinación de agregados

Es un método que permite obtener una distribución uniforme de la granulometría de los agregados, para tal propósito se requiere combinar tres o más agregados individuales. Por lo general se combina un agregado fino, un agregado grueso y un agregado intermedio para sopesar las carencias en los tamaños de los agregados que fueron retenidas en las mallas de 3/8" hasta el N°8.

Existen métodos que permiten combinar los agregados, de modo que se optimice la dosificación de partículas gruesas y finas, uno de ellos es la metodología Shilstone que utiliza el porcentaje de agregado combinado retenido en las mallas, gráfica tarántula, carta de factor grosor y carta a la potencia 0.45 o gráfica Power.

Diseño de mezcla

El diseño de mezcla se realiza con el fin de determinar las proporciones de los componentes del concreto, el cual cumpla los requisitos de calidad para las propiedades en estado fresco y endurecido, también debe equilibrar el costo con la calidad, es decir obtener un costo por unidad cúbica del concreto.

Método ACI tradicional

El método ACI es el más conocido y el más utilizado. Se basa en el principio básico de la relación agua/cemento perfeccionado por Abrams. Implica seguir una secuencia ordenada de pasos y cuantificar cada material por peso y volumen por metro cúbico de concreto.

El comité 211 del ACI desarrolló una serie de pasos para adquirir la dosificación de los componentes del concreto los cuales están descritos a continuación:

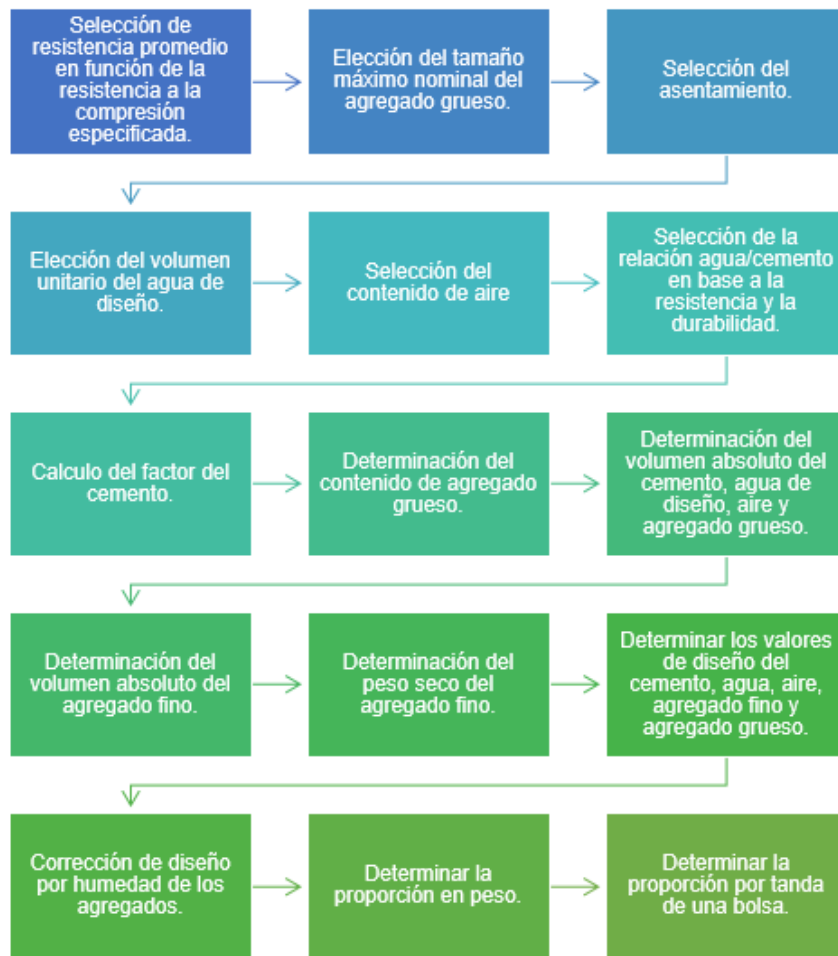


Figura 2. Secuencia de pasos para el diseño de mezcla empleando el método ACI.
Fuente: Rivva, 2014.

Metodología Shilstone

El método Shilstone fue desarrollado por James padre y James hijo, ellos vieron la necesidad de mejorar la proporción granulométrica del agregado en el concreto, para evitar la segregación, controlar la trabajabilidad y permeabilidad del concreto. Este método se caracteriza por utilizar el factor de trabajabilidad y factor de grosor.

El Método Shilstone divide en tres partes a los agregados, descritos a continuación:

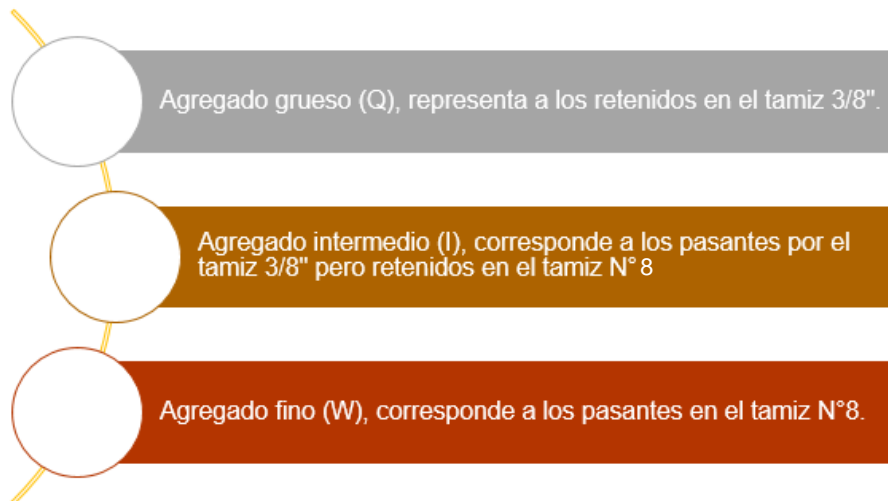


Figura 3. Clasificación de los agregados según Shilstone.
Fuente: Shilstone, 2000.

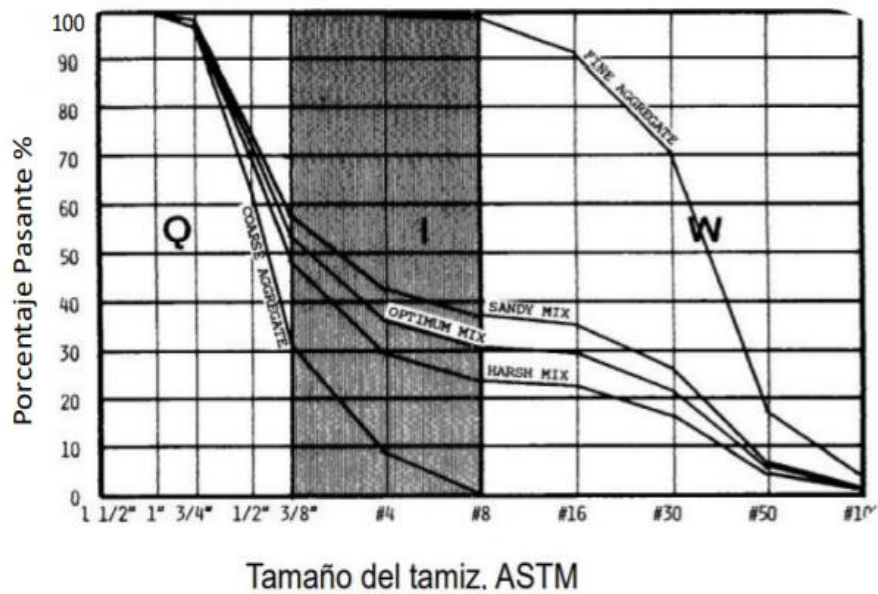


Figura 4. Gráfica de la clasificación de los agregados según Shilstone.
Fuente: Matus, 2014.

Una vez definida la granulometría de los agregados combinados se calculan los dos factores: factor grueso (FG) y factor de trabajabilidad (FT).

$$\text{Factor de gruesos} = 100 \left(\frac{\% \text{ retenido tamiz } 9,5\text{mm (3/8")}}{\% \text{ retenido tamiz } 2,36\text{mm (\#8)}} \right)$$

$$\text{Factor de trabajabilidad} = \% \text{ pasa tamiz } 2,36\text{mm (\#8)}$$

Figura 5. Fórmula de factor grosor y factor trabajabilidad
Fuente: Shilstone, 2000.

El cálculo del factor de grosor permite evaluar el tamaño y la homogeneidad de la distribución de los agregados cuando se dé la combinación de canteras balanceando en la mezcla el contenido de agregado fino. Por otro lado, el factor de trabajabilidad admite la evaluación del porcentaje de agregado fino que está sometido a corrección con el contenido de cemento de la siguiente manera:

$$\text{Adj} = 2.5 (cc-335) / 56$$

Figura 6. Fórmula para corrección por contenido de cemento
Fuente: Shilstone, 2000.

Dónde:

- Adj: corrección por el contenido de cemento
- Cc: contenido de cemento en kilogramos

Para ambos factores se requiere utilizar la carta de Shilstone

Dónde:

$$\text{Factor de Trabajabilidad} = \% \text{ pasa el tamiz N}^\circ 8 + \text{Adj}$$

Figura 7. Fórmula para factor de trabajabilidad
Fuente: Shilstone, 2000.

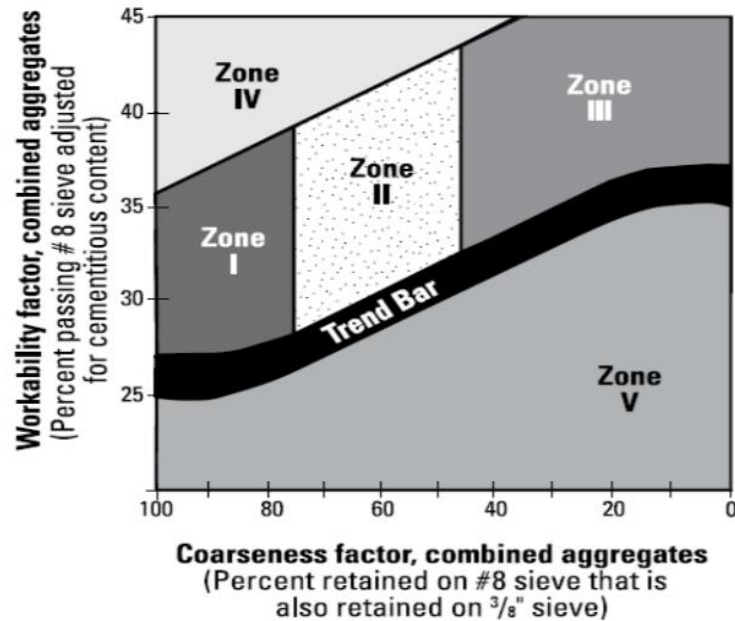


Figura 8. Gráfico de Shilstone

Fuente: Integrated Materials and Construction Practices for Concrete Pavement, FHWA

Zonificación del gráfico

- Zona I, representa una granulometría discontinua con partículas no cohesivas, existe predisposición a presentar segregación durante el proceso de colocado del concreto, así mismo existe tendencia a producir agrietamiento y problemas de rugosidad.
- Zona II, se recomienda su uso para agregados con TM comprendidos entre 19 mm y 50 mm, obteniendo concretos trabajables y de baja permeabilidad.
- Zona III, recomendados para agregados con tamaños máximos de 19 mm.
- Zona IV, son agregados con contenido alto de finos haciendo una granulometría discontinua, por ello pueden presentar segregación cuando se vibren al colocarlos, provocando resistencias bajas con tendencias a agrietarse.
- Zona V, presentan mayor contenido de gruesos que de finos generando mezclas poco plásticas y de baja trabajabilidad.

Dependiendo del método de pavimentación, se representan gráficamente tres áreas, a saber: A, B y C. Para la mezcla en la zona A, el pavimento muestra un buen comportamiento cuando está pavimentado por tren, para las regiones de la

región B, es más delgado. Mezclas según las cuales se prefiere el pavimento mecánico formado en el suelo. Finalmente, el área C está reservada para aceras pavimentadas a mano y terminadas (ACI 325, 2014).

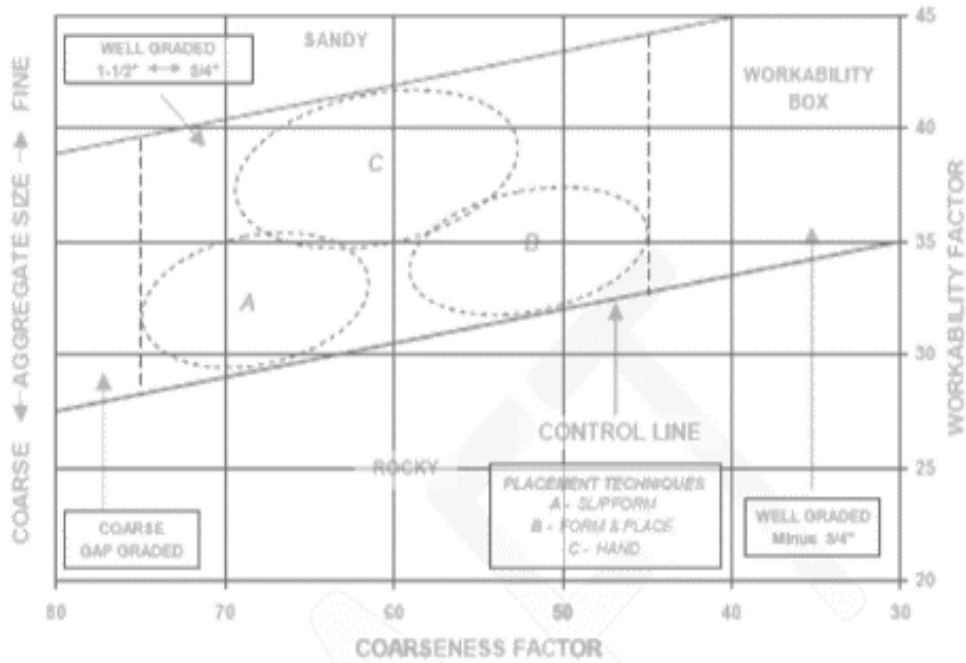


Figura 9. Ubicación recomendada según método constructivo
Fuente: ACI 325 Pavement, 2014.

Carta de agregados retenidos

Provee una tolerancia sobre la homogeneidad de la distribución total de la combinación de agregados en el concreto. Aun cuando la carta de agregados retenidos impone márgenes en el porcentaje de agregado retenido en cada tamiz, se recomienda su empleo solo como guía, debido a la limitante en cuanto a la adquisición de materiales. Si se presenta un error en algún tamiz para los casos de exceso en las mallas adyacentes se considera los 2 tamaños como un solo grupo y ambos se pueden equilibrar así, pero para los casos donde los agregados presenten deficiencias por abundancia, las mallas adyacentes son las que ayudan a equilibrar.

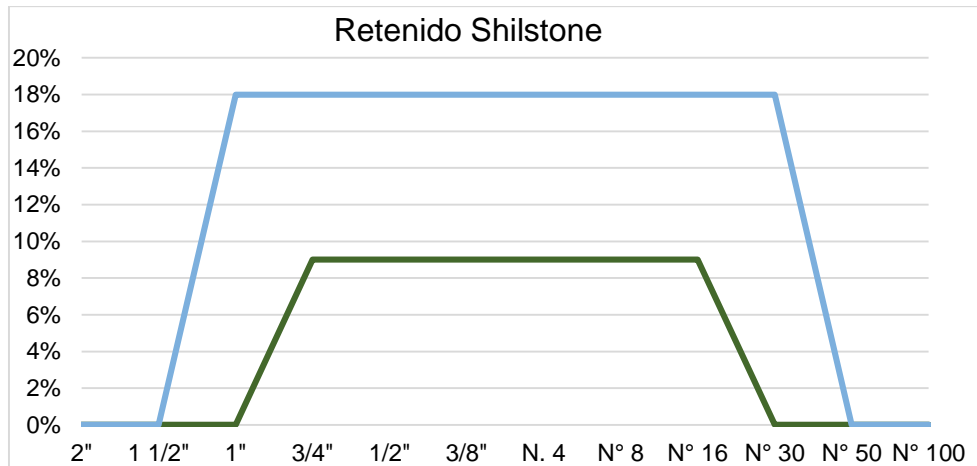


Figura 10. Carta de agregados retenidos
Fuente: Proporcionado por Ing. Guillermo Flores

Curva de la Tarántula

Es el método de porcentaje retenido que se caracteriza por emplear el porcentaje combinado retenido en cada tamiz estándar del agregado fino y grueso para analizar su gradación. Si el porcentaje retenido combinado en cada tamiz se encuentra en los márgenes de la curva de la tarántula, entonces la gradación es la óptima. Los principales límites que refiere la curva de la tarántula es que: el volumen total de la arena gruesa debe ser como mínimo el 15% y volumen total de la arena fina debe estar entre el 24% y el 34%. Es una gráfica de reciente desarrollo donde permite uno o hasta tres puntos se encuentren fuera o en las inmediaciones de sus límites.

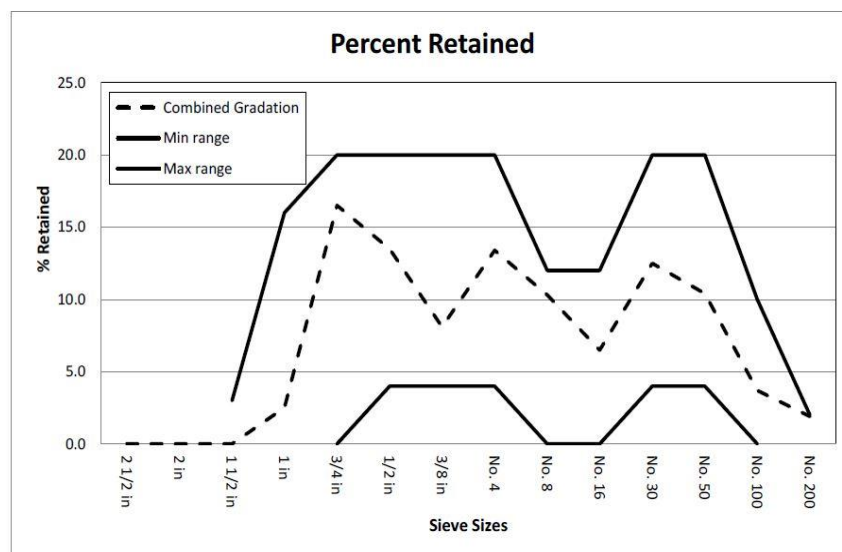


Figura 11. Curva de la tarántula
Fuente: ACI 325 Pavement, 2014.

Tabla 1. Banda de gradación de la curva tarántula

TAMAÑOS DE TAMIZ	POR CIENTO RETENIDO
2 pulg.	0
1 1/2 pulg.	≤5
1 en.	<dieciséis
3/4 pulg.	≤20
1/2 pulg.	4-20
3/8 pulg.	4-20
No. 4	4-20
No. 8 [1]	≤12
No. 16 [1]	≤12
No. 30 [1] [2]	4-20
No. 50 [2]	4-20
No. 100 [2]	≤10
No. 200 [2]	≤2,3

Mínimo de 15% retenido sobre la suma de los tamices # 8, # 16 y # 30.
Conforme al 24-34% retenido de arena fina en los tamices # 30-200

Fuente: Taller de pavimento de hormigón de la WCPA, 2001.

Carta de la potencia 0.45

Esta carta se creó con el propósito de uniformizar las granulometrías de los agregados en la industria del asfalto, eso no limita su empleo en materiales de concreto. La curva de distribución del tamaño de partículas para el agregado grueso tiene su origen en la ecuación de Fuller, la cual representa los términos de máxima densidad y mínimo de vacíos en el agregado mineral, la ecuación de Fuller o Power 0.45 se describe a continuación:

$$\% \text{ Pasante} = (d/D)^{0.45}$$

Figura 12. Fórmula del % pasante de la ecuación Power.
Fuente: ACI 325 Pavement, 2014.

Dónde:

- d = diámetro de la partícula
- D = tamaño máximo del material

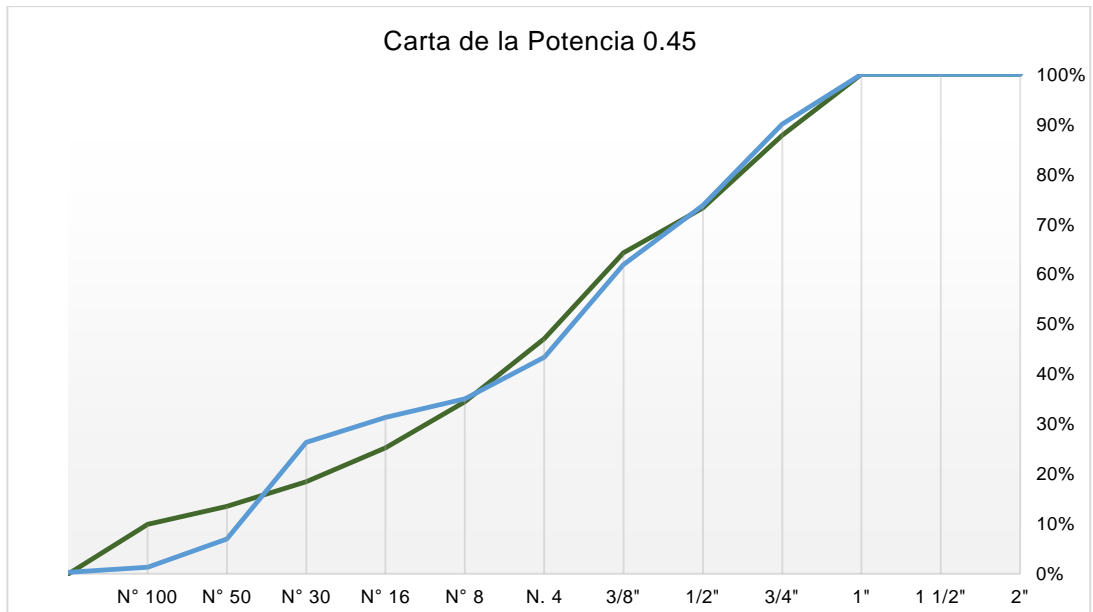


Figura 13. Carta a la potencia 0.45
Fuente: Proporcionado por Ing. Guillermo Flores

Propiedades del concreto

Trabajabilidad

Es una propiedad del concreto fresco que representa la fluidez, movilidad y bombeabilidad que puede tener el concreto.

Resistencia a compresión

Es una propiedad mecánica que representa la máxima resistencia que tiene el concreto para tolerar un peso por una determinada área.

Resistencia a flexión

Según NRMCA (2017) la resistencia a la flexión es una propiedad del concreto que evidencia la tenacidad a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada.

Tiempo de fragua

Simboliza el tiempo que tarda el concreto en endurecerse, el cual depende de la temperatura, clima, relación a/c, etc.

Permeabilidad

Es una propiedad que simboliza la cantidad de migración de agua o sustancia líquida por los poros del concreto en un tiempo determinado.

Impermeabilidad

Es la capacidad que tiene el concreto para que sustancias externas no ingresen a través de sus poros.

Exudación

Es la propiedad en estado fresco que presenta la cantidad de líquido que aflora en la superficie del concreto.

Durabilidad

Es la capacidad de resistir frente a las inclemencias del clima, productos químicos y efectos del desgaste en su etapa de servicio.

Pavimento rígido

Un pavimento rígido es una estructura conformada por una losa de concreto que está afirmada en una capa (por lo general sub rasante o sub base). El concreto presenta alta rigidez y elevado coeficiente de elasticidad, también presentan una amplia distribución de esfuerzos. La resistencia estructural del pavimento rígido está en función de la resistencia del concreto.

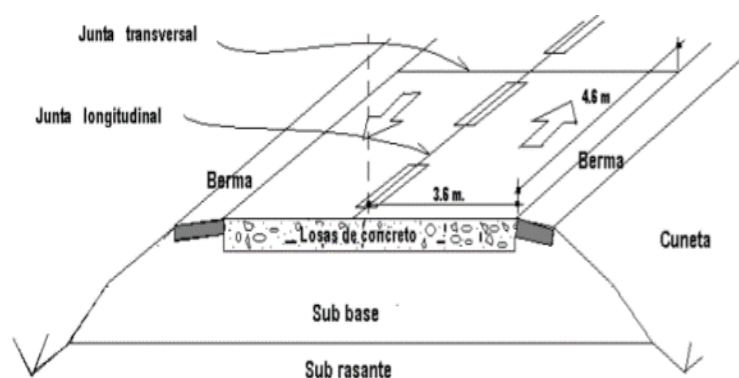


Figura 14. Estructura típica de un pavimento rígido
Fuente: Proporcionado por Monsal, Giraldo y Maya (2012)

Las capas de un pavimento rígido cumplen las siguientes labores:

Sub base

- Impide la acción de bombeo en las juntas, grietas y extremos del pavimento.
- Funciona como una capa de transición, por ende, otorga apoyo equilibrado, firme y constante al pavimento.

Losa de concreto

- Cumple función estructural para soportar y transmitir cargas que se apliquen sobre él.

III. METODOLOGÍA

3.1. Metodología de la investigación

Tipo de investigación

Acorde a su finalidad la tesis empleó un tipo de investigación aplicada porque tiene como propósito resolver problemas prácticos (Hernández et al., 2014), asimismo tiene como fin aportar hechos nuevos que ofrezcan información útil y ameriten entablarla como teoría (Baena, 2014).

La investigación es tipo aplicada ya que al emplear el método ACI tradicional no se logra optimizar los componentes del concreto debido a que se utilizan procedimientos empíricos, de ahí la necesidad de incorporar nuevos métodos que si permitan optimizar las proporciones de los componentes del concreto.

Nivel de investigación

Se empleó un nivel explicativo, puesto que la investigación responderá él porque es necesario optimizar los componentes del concreto, de modo que se combine la granulometría de los agregados.

Según Hernández et al, (2014) un estudio explicativo busca expresar el por qué ocurre un evento y en qué circunstancias se presenta y como están relacionadas las variables entre sí.

Diseño de investigación

Baena (2014) asevera que, un diseño de investigación experimental se caracteriza porque se manipula una variable experimental bajo condiciones controladas con el propósito de explicar porque sucede ciertos eventos.

Cuasi experimental, son diseños de investigación experimental en las cuales antes del experimento ya se tenía un grupo control intacto (Hernández et al., 2014), para el caso se tiene como grupo control al diseño mezcla con ACI, y los grupos experimentales a los 3 tipos de diseños de mezcla Shilstone (zona A, zona B y zona C).

Esquema de diseño:

GE	X	O1
GC	-	O2

Donde:

- GE =Grupo experimental
- GC = Grupo control
- O1 = Pre prueba
- O2 = Pos prueba
- X = Tratamiento experimental
- - = Ausencia del experimento

3.2. Variables y operacionalización

Una variable es un instrumento de análisis, que puede ser independiente y dependiente, la variable independiente representa la causa del fenómeno mientras que la variable dependiente está sujeta a los cambios de la variable independiente (Baena, 2017)

Variable Independiente

- Combinación de Agregados

Es un método que trata sobre la combinación de agregados para uniformizar la granulometría de los agregados con el propósito de mejorar la resistencia y durabilidad del concreto que será acompañado del incremento de trabajabilidad (Shilstone, 1990).

- Diseño de mezcla

Es un conjunto de procedimientos que tienen como fin seleccionar la dosificación de los componentes del concreto para alcanzar propiedades específicas (Rivva, 2014)

Variable Dependiente

- Calidad del Concreto

Es un indicador que tiene como fin medir la idoneidad del concreto acorde a las características de diseño y según normativas que la respaldan (Cementos Yura, 2018).

Operacionalización de las variables

Tabla 2. Operacionalización de las variables

MATRIZ DE OPERACIÓN					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Combinación de Agregados	Es un método que trata sobre la combinación de agregados para uniformizar la granulometría de los agregados con el propósito de mejorar la resistencia y durabilidad del concreto que será acompañado del incremento de trabajabilidad	Es una metodología que emplea la Curva de la tarántula, Carta de Shilstone y la Carta a la Potencia 0.45 para mejorar la granulometría y optimizar la dosificación de los componentes de la mezcla de concreto.	D1: Curva de la Tarántula	I1: Porcentaje de retenidos en cada malla	NOMINAL
			D2: Carta de Shilstone	I1: Factor Grosor I2: Factor de trabajabilidad	NOMINAL NOMINAL
			D3: Carta a la Potencia 0.45	I1: Porcentaje de pasantes de cada malla.	NOMINAL
Diseño de mezcla	Es un conjunto de procedimientos que tienen como fin seleccionar la dosificación de los componentes del concreto para alcanzar propiedades específicas.	Un diseño de mezcla se elabora teniendo como base la caracterización de los componentes del concreto para ello realiza ensayos a nivel de laboratorio, con ello se podrá determinar la cantidad requerida de cada componente, para validar el diseño se realizan ensayos a sus propiedades como: resistencia a la compresión, resistencia a flexión y asentamiento del concreto. Existen diversos métodos para diseñar el concreto, una forma de elegirla es primando la calidad y seguido del costo.	D1: ACI	I1: Dosificación de Componentes	RAZÓN
			D2: Metodología Shilstone	I1: Dosificación de Componentes	RAZÓN
Calidad	Es un indicador que tiene como fin mediar la idoneidad del concreto acorde a las características de diseño y según normativas que la respaldan.	La calidad está basada en características o propiedades del concreto en estado fresco (consistencia y contenido de aire) y endurecido (resistencia a la compresión y resistencia a la flexión).	D1: Propiedades del concreto fresco	I1: Consistencia I2: Contenido de Aire	RAZÓN
			D2: Propiedades del Concreto endurecido	I1: Resistencia a la compresión del concreto I2: Resistencia a la flexión del concreto	RAZÓN

Fuente: Producción propia (2021)

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Población

La población es el conjunto de todos los elementos a los cuales refiere una investigación, también representa al conjunto de unidades de muestreo (Fracica, 1988).

La tesis tiene como población a 88 testigos de concreto.

Muestra

La muestra es “el subgrupo de la población sobre el cual se recolectarán los datos, de igual forma representan a la población” (Hernández et al., 2014, p.108).

La tesis tiene como muestra a 72 testigos de concreto de las cuales.

Tipo de muestra

La tesis tiene una muestra no probabilística, ya que los elementos analizados no se basan en la probabilidad más por el contrario depende de las especificaciones de la investigación (Hernández et al., 2014).

Muestreo

Se empleará un muestreo por conveniencia ya que se hará un esfuerzo deliberado por adquirir muestras representativas.

Unidad de análisis

Se utilizó testigos de concreto (cilíndricas y vigas) para medir la resistencia a la compresión y flexión, igualmente se analizó el contenido de aire y consistencia del concreto.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica

La técnica utilizada fue la observación directa donde se puede recopilar información sobre cada prueba desarrollada de acuerdo con las regulaciones aplicables (normas NTP).

Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos empleados en la tesis fueron:

- a) Fichas de control, los que permitieron determinar la caracterización de los componentes del concreto, medir las propiedades del concreto como trabajabilidad, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión del concreto.
- b) Equipos de laboratorio como: juego de tamices, probetas de vidrio, cono de Abrams, canastilla para densidad, horno, balanza digital, prensa de rotura, etc.

Validez

Indica hasta qué punto una medida se correlaciona de forma coherente con otras medidas (Valderrama, 2013, p. 206).

Para dar validez a la investigación todos los ensayos realizados para la tesis se rigieron en las normativas NTP y ASTM las cuales fueron validadas por profesional a cargo del Laboratorio.

Confiabilidad

Representa el grado de veracidad con el que se desarrolla la tesis (Chávez, 2001). Para tal fin se utilizó la confiabilidad al 95% los cuales serán descritos en el análisis inferencial.

3.5. Procedimientos

Se consideró 2 etapas fundamentales para la ejecución de la tesis:

- Recopilación y análisis de datos (ejecución de ensayos y tratamiento de datos).
- Emisión de resultados (redacción de conclusiones).

Para recolectar los datos, se inició con el muestreo del agregado grueso y fino, eso se logró con la exploración de canteras en el distrito de Pilcomayo y Orcotuna, tal como lo evidencia la siguiente figura.



Figura 15. Exploración de las canteras
Fuente: Producción propia (2021)

Granulometría

Se efectuó el ensayo de Granulometría por tamizado de los tres tipos agregados según la NTP 400.012 o MTC E 204.

Los equipos y materiales utilizados fueron:

- Balanzas con precisión de 0.01 gramos.
- Tamices
- Recipientes y brocha



Figura 16. Proceso de tamizado del AF.
Fuente: Producción propia (2021)



Figura 17. Granulometría del AF.
Fuente: Producción propia (2021)

Siendo la granulometría el ensayo más importante para combinar los agregados, se procedió con los ensayos de caracterización que son: contenido de humedad, % de absorción, peso específico, peso unitario suelto, peso unitario compactado, teniendo todos los datos se pudo elaborar los diseños de mezcla.

Peso Unitario Compactado – PUC

La ejecución de este estudio tiene como propósito determinar el peso unitario compactado y establecer el porcentaje de vacío de los agregados, por ello su

ejecución debe ser acorde de la norma NTP 400.017. Para su ejecución sigue los siguientes pasos:

- Pesar el recipiente.
- La muestra que será ensayada debe ser la obtenida mediante cuarteo.
- Se coloca el agregado hasta 1/3 de su capacidad para ser compactado con 25 golpes de manera uniforme empleando la varilla metálica de 5/8, este proceso se repite en dos ocasiones más, para que al finalizar sea enraizado con la varilla.
- El recipiente se pesa incluyendo el contenido del agregado y se procede con los cálculos correspondientes.



Figura 18. Ensayo de PUC del AG.
Fuente: Producción propia (2021)



Figura 19. Ensayo de PUC del AF.
Fuente: Producción propia (2021)

Peso Unitario Suelto – PUS

El PUS simboliza el pesaje del agregado con sus vacíos por unidad de volumen. Su ejecución se somete a los procedimientos de la norma NTP 400.017, por ello debe seguirse los siguientes pasos:

- Pesarse el recipiente cilíndrico.
- La muestra ensayada debe proceder del cuarteo.
- Colocar la muestra hasta rebosar.
- Enrasar el material empleando la varilla metálica.
- Se pesa el recipiente con el contenido y se continúa con los cálculos respectivos.



Figura 20. Ensayo de PUS del AG.
Fuente: Producción propia (2021)

Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso

La ejecución de este ensayo se ampara en la norma NTP 400.021, cuyo fin es determinar el peso específico con superficie seca, peso específico seco, peso específico aparente y absorción del agregado grueso.

Por ello se siguen los siguientes procedimientos:

- Se debe sumergir durante 24 horas al agregado, de modo que se llene el vacío producido por los poros.
- Al retirar la muestra se seca superficialmente empleando un paño.

- Se pesa la muestra superficialmente seca.
- Se ubica la muestra en la canasta de densidad y se ubica sobre un recipiente de agua sujetado por una balanza, para controlar el peso sumergido.
- Se retira la muestra y se coloca en el horno, con los datos obtenidos se pueden calcular cada una de las características del agregado grueso.



Figura 21. Ensayo de absorción del AG.
Fuente: Producción propia (2021)



Figura 22. Ensayo de peso específico del AG.
Fuente: Producción propia (2021)

Peso Específico del Agregado Fino

Esta caracterización del agregado fino se efectúa en función de la normativa NTP 400.022, y tiene como intención determinar el peso específico seco, peso específico saturado con superficie seca, peso específico aparente y la absorción de agregado fino.



Figura 23. Ensayo peso específico del AF.
Fuente: Producción propia (2021).

Combinación de agregados

Se trabajó con tres agregados, dos agregados gruesos y un fino. Se hizo tres combinaciones con diferentes proporciones para que estas puedan ser ubicadas en las 3 sub zonas (A, B y C) de la Zona II de la Carta de Shilstone. Para realizar esta combinación fue indispensable la granulometría integral de cada agregado.

Una vez obtenida la granulometría combinada esta es analizada en la gráfica de agregados retenidos, la gráfica de la Curva de la Tarántula y en la gráfica Power 0.45 o denominada también Carta a la Potencia 0.45.

Para determinar el Factor Grosor que sirve para analizar la uniformidad de las partículas de la combinación de los agregados y el Factor trabajabilidad que permite determinar el contenido de agregado fino que está sometido a una corrección por la cantidad de cemento a trabajar por m^3 se utiliza las siguientes fórmulas:

$$\text{Factor de gruesos} = 100 \left(\frac{\% \text{ retenido tamiz } 9,5\text{mm (3/8")}}{\% \text{ retenido tamiz } 2,36\text{mm (\#8)}} \right)$$

$$\text{Factor de trabajabilidad} = \% \text{ pasa tamiz } 2,36\text{mm (\#8)}$$

Figura 24. Fórmula de factor de grosor y factor de trabajabilidad.
Fuente: Shilstone (2000)

$$\text{Adj} = 2.5 (\text{cc-335}) / 56$$

Figura 25. Fórmula de corrección por cemento
Fuente: Shilstone (2000)

$$\text{Factor trabajabilidad} = \% \text{ pasa tamiz N}^\circ 8 + \text{Adj}$$

Figura 26. Fórmula de reajuste del factor de trabajabilidad
Fuente: Shilstone (2000)

El valor CC que es el contenido de cemento por m³ será 426 Kg ya que es la cantidad obtenida en uno de los procedimientos ACI y para compararlo con el Shilstone tomaremos el mismo valor.

Una vez obtenido los valores del factor grosor y factor trabajabilidad estos son ubicados en la Carta Shilstone para saber a qué zona y sub zona pertenecen.

Teniendo los valores del factor grosor y factor trabajabilidad se elabora el diseño de mezcla en base a las proporciones obtenidas.



Figura 27. Vista general de los agregados empleados en la tesis
Fuente: Producción propia (2021).

Diseño de mezcla con la metodología Shilstone

Para su realización se debe seguir los siguientes pasos:

1. Especificar la cantidad de cemento por m^3 , este debe ser igual al utilizado como corrección del factor de trabajabilidad.

$$\text{Cemento} = 426 \text{ kg/m}^2$$

2. Hallar la relación agua/cemento

Consideramos al agua en un primer término en relación al Slump que se desea trabajar y al TM del agregado grueso.

$$\text{Agua} = 200$$

$$a/c = 200/426 = 0.47$$

3. Especificar el porcentaje de agregado fino y grueso que se utilizó en la combinación, dependerá de la combinación de cada sub Zona de la Zona II

Para el caso de la Zona A el porcentaje de combinación de agregados es de 37 % de arena y 63 % de agregado grueso.

4. Especificar los pesos específicos de cada componente, la absorción y humedad de los agregados obtenidos en los ensayos.
5. Hallar los volúmenes del cemento, agua, aditivo y aire.

Volumen cemento = peso seco/peso específico

$$\text{Volumen cemento} = 426 \text{ kg/m}^3 / 3150 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Volumen cemento} = 0.135$$

Volumen agua = peso seco/ peso específico

$$\text{Volumen agua} = 200 \text{ kg/m}^3 / 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Volumen agua} = 0.200$$

Volumen aditivo= peso seco/ peso específico

$$\text{Volumen aditivo} = 2.90 \text{ kg/m}^3 / 1210 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Volumen aditivo} = 0.0023$$

$$\text{Volumen de aire} = 2\% = 0.020$$

6. Hallar el volumen total de los agregados, restando a la unidad los volúmenes de los otros componentes del concreto.

$$\text{Volumen total de los agregados} = 1 - (0.135 + 0.200 + 0.0023 + 0.020)$$

$$\text{Volumen total de los agregados} = 0.64$$

7. Hallar el volumen de cada agregado multiplicando el volumen total de los agregados por el porcentaje de combinación

$$\text{Arena} = 0.64 \times 37/100 = 0.237$$

$$\text{Piedra } 1/2 = 0.64 \times 9.5 / 100 = 0.061$$

$$\text{Piedra } 3/4 = 0.64 \times 53.5 / 100 = 0.343$$

8. Hallar el peso seco de los materiales multiplicando el volumen por su peso específico

9. Peso seco cemento = 426 kg/m^3

$$\text{Peso seco del agua} = 200$$

$$\text{Peso seco arena} = 2520 \times 0.237768 = 598.84$$

$$\text{Peso seco piedra } 1/2 = 2580 \times 0.06102 = 157.44$$

$$\text{Peso seco piedra } 3/4 = 2620 \times 0.34367 = 900.41$$

10. Corrección de los pesos por absorción y humedad.

Para ello se multiplica el peso seco por humedad y por absorción de cada agregado.

Relación a/c	0.47				
Relación AF: AG	37 - 63		Volumen de Prueba (m ³)	1.000	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES					
M.F. Arena	2.85	Vol. Agregados :	0.64	Cementante total	426 kg
M.F. Piedra 1/2	5.90	Arena :	37 %	Adición	0 %
M.F. Piedra 3/4	6.89	M.F. Piedra 1/2	9.5 %	bolsas	10.02 bol
M.F. Global	4.87	M.F. Piedra 3/4	53.5 %		
		Total	100		
DOSIFICACION					
REHOBIL	0.68 %	=	2.90 g		
EUCO 37	0.00 %	=	0.00 g		
Aditivo 3	0.00 %	=	0.00 g		

MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m ³	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m ³	VOL.	PESO S.S.S.	CORRECCIÓN POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA DOSIFICACION	UNID.
Cemento T I	UNACEM	3150			426	0.13524	426	426	426.00	kg
Adición		1150			0.00	0.00000	0.00	0.00	0	kg
Agua	POTABLE	1000			200	0.20000	223	214.94	214.94	kg
Arena	CANTERA ORCOTUNA	2520	1.31	2.31	598.94	0.23768	599	592.95	592.95	kg
M.F. Piedra 1/2	CANTERA PILCOMAYO	2580	0.06	1.11	157.44	0.06102	157.44	155.79	155.79	kg
M.F. Piedra 3/4	CANTERA PILCOMAYO	2620	0.06	0.87	900.41	0.34367	900	893.11	893.11	kg
REHOBILL 1003	BASF	1210			2.90	0.00239	2.90	2.90	2896.80	g
EUCO 37	QSI	1080			0.00	0.00000	0.00	0.00	0.00	g
Aditivo 3		1101			0.00	0.00000	0.00	0.00	0	g
Aire					2.0%	0.02000				
TOTAL					2286	1.00000		2286	2282.80	

Figura 28. Dosificación de los componentes del concreto empleando la metodología Shilstone (zona A)
Fuente: Producción propia (2021).

El mismo proceso es realizado para las otras sub zonas de la Zona II de Shilstone.

Diseño de mezcla con la metodología ACI

Teniendo la caracterización de los agregados se precedió a la elaboración del diseño de mezcla el cual sigue los siguientes pasos:

Paso 1: Determinación del f'c

Tabla 3. Factor de seguridad según f'c

	Se suma al f'c
f'c < 210	70
210 ≤ f'c ≤ 350	84
f'c > 350	98

Fuente: RNE E060, 2020.

- f'c=280 kg/cm²

- $f'_{cr}=364 \text{ kg/cm}^2$

Paso 2: Cálculo de agua (interpolar)

% de aire atrapado: 2%

- Slump= 4"
- $T_{n\acute{m}ax}= 3/4"$
- Agua= 200.00 lt

Paso 3: Cálculo del cemento

% de aire atrapado: 2%

- $f'_{cr}= 364$
- a/c=interpolar

400	>	0.43
364	>	x
350	>	0.48
- a/c interp. = 0.47
- cemento = 426 kg

Paso 4: Cálculo de Pd y Ar

Volumen Pd+Ar = 0.645

Se determinó el porcentaje definitivo de piedra y arena para la combinación de agregados

- % Pd = 56.70%
- %Ar = 43.30%

Vol	%
0.366	56.75
0.279	43.25

$$\begin{aligned} 2.8 & \dots\dots\dots > 0.62 \\ 2.85 & \dots\dots\dots > x \\ 3 & \dots\dots\dots > 0.6 \\ x & = 0.615 \end{aligned}$$

- Pd = 959
- Ar = 703

Paso 5: Corrección de Pd y Ar por Humedad

$$Pd = 959.58 \text{ kg}$$

$$Pd = 712.21 \text{ kg}$$

Paso 6: Corrección de agua

$$H_2O \text{ Pd} = - 7.77$$

$$H_2O \text{ Ar} = - 7.03$$

$$H_2O \text{ obra} = 214.8 \text{ lt}$$



Figura 29. Vista general del concreto diseñado con la metodología ACI.
Fuente: Producción propia (2021).



Figura 30. Vista general del concreto diseñado con la metodología Shilstone, zona A.
Fuente: Producción propia (2021).



Figura 31. Vista general del concreto diseñado con la metodología Shilstone, zona B.
Fuente: Producción propia (2021).

Consistencia

Para medir esta propiedad se efectuó el ensayo de asentamiento del concreto según norma MTC E 705.



Figura 32. Control de asentamiento del concreto.
Fuente: Producción propia (2021).

Contenido de aire

Se realizó el sondeo de contenido de aire de cada diseño de mezcla, con la intención de evaluar y establecer el porcentaje de aire que hay en el concreto fresco según norma MTC E 706.



Figura 33. Control de contenido de aire del concreto.
Fuente: Producción propia (2021).



Figura 34. Vista general de los resultados obtenidos en contenido de aire y asentamiento del concreto empleando la metodología ACI.
Fuente: Producción propia (2021).

Resistencia a la compresión

Se elaboró testigos de concretos por los cuatro diseños de mezcla que son: diseño ACI, Shilstone "A", Shilstone "B" y Shilstone "C", los cuales fueron expuestos a una carga máxima donde obtendremos los valores resistencia a la compresión del concreto.

El ensayo se realizó según norma MTC E 704.



Figura 35. Proceso de colocado de testigo cilíndrico en la prensa hidráulica.
Fuente: Producción propia (2021).



Figura 36. Vista general del proceso de ensayo de f_c .
Fuente: Producción propia (2021).



Figura 37. Vista general de los testigos cilíndricos que fueron sometidos al ensayo de f_c .
Fuente: Producción propia (2021).

Resistencia a la flexión

Se elaboró vigas por cada diseño de mezcla: ACI, Shilstone A, Shilstone B y Shilstone C, para someterlas a la prensa a una carga máxima en los puntos tercios según norma MTC E 709.



Figura 38. Proceso de elaboración de testigos de concreto en forma de vigas.
Fuente: Producción propia (2021).



Figura 39. Proceso de colocado de viga para someterlo al ensayo de resistencia a la flexión del concreto.
Fuente: Producción propia (2021).



Figura 40. Vista general del proceso de ensayo de resistencia a la flexión del concreto.
Fuente: Producción propia (2021).

3.6. Método de análisis de datos

Se empleará un análisis cuantitativo, ya que los datos recopilados a través de las fichas de control emiten valores numéricos que pueden ser representados en gráficos mediante el software Microsoft Excel y para validar la hipótesis se empleó la estadística inferencial utilizando el software SPSS v26.

3.7. Aspectos éticos

Toda información que ha sido recolectada en la presente investigación se desarrollaron siguiendo las normativas vigentes y se han tratado datos de forma ética sin tergiversar la información.

IV. RESULTADOS

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA EN ESTUDIO

La presente investigación se desarrolló a nivel de laboratorio, por ende, todos los ensayos se desarrollaron dentro de sus instalaciones, este está ubicado en:

- Departamento: Junín
- Provincia: Huancayo
- Distrito: Pilcomayo
- Ubicación: Av. Leoncio Prado s/n

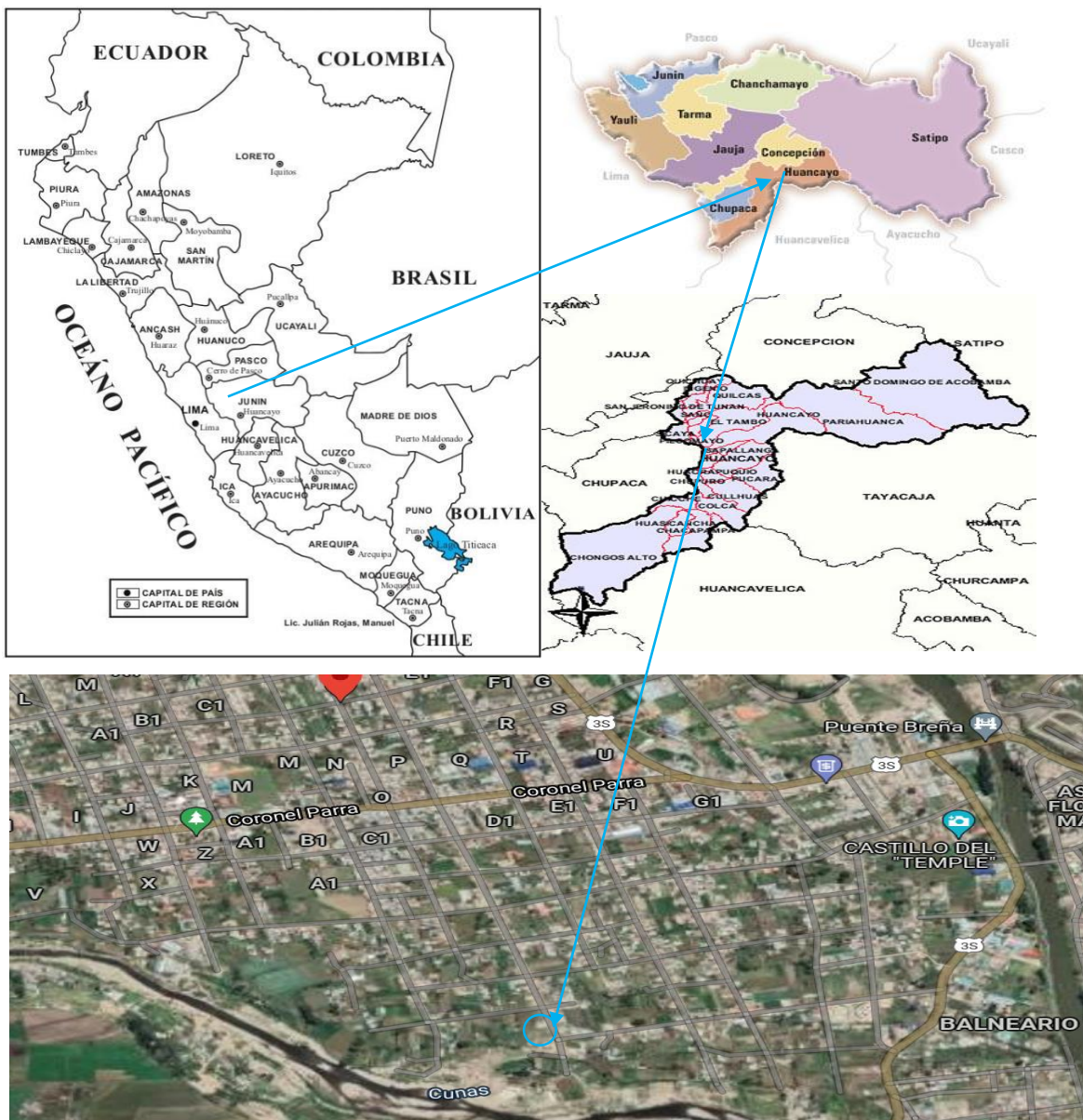


Figura 41. Localización del Laboratorio QA/QC Construcción
Fuente: Google Imágenes, 2021.

Los resultados de la tesis denominada: “Influencia de la combinación de agregados y diseño de mezcla en la calidad del concreto para pavimentos rígidos, Huancayo 2021” se muestra a través de los ensayos a nivel de laboratorio que iniciaron con la caracterización de los agregados tales como: granulometría, peso específico, contenido de humedad, absorción, peso unitario compactado y peso unitario suelto, ello permitió determinar la dosificación de los componentes del concreto y para validarlos se ejecutó el control de calidad a través de los ensayos de f’c, resistencia a la flexión, trabajabilidad del concreto y contenido de aire. Con la información recolectada se realizó el análisis descriptivo mediante tablas y así contrastar la hipótesis.

Los resultados obtenidos en el laboratorio se detallan a continuación:

CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS

Granulometría de los agregados

- Agregado Fino – Cantera Orcotuna

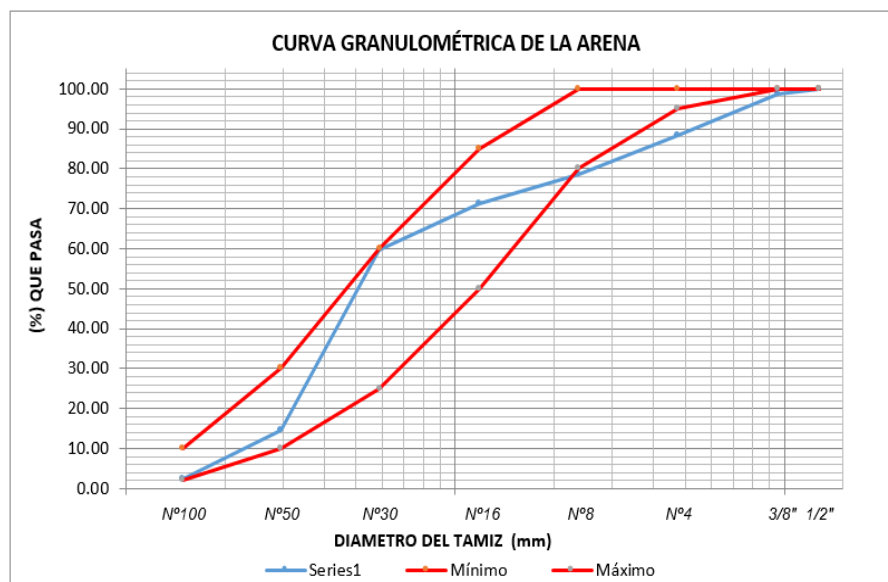


Figura 42. Curva granulométrica de la arena gruesa
Fuente: Producción propia, 2021.

- Agregado grueso 1 – Cantera Pilcomayo TM 3/4" – Huso 89

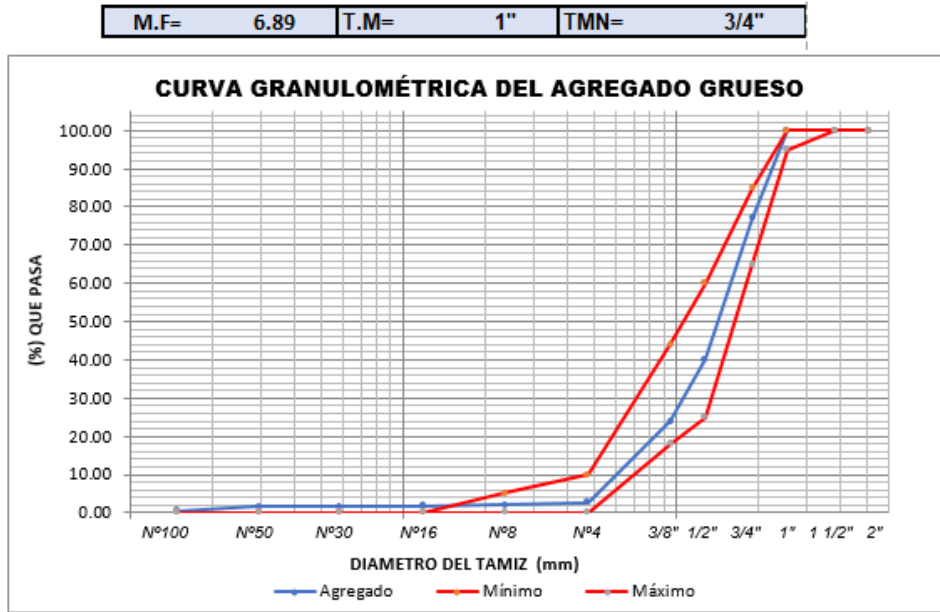


Figura 43. Curva granulométrica de la piedra chancada con TM 3/4"
 Fuente: Producción propia, 2021.

- Agregado grueso 2 – Cantera Pilcomayo TM 1/2" – Huso 57

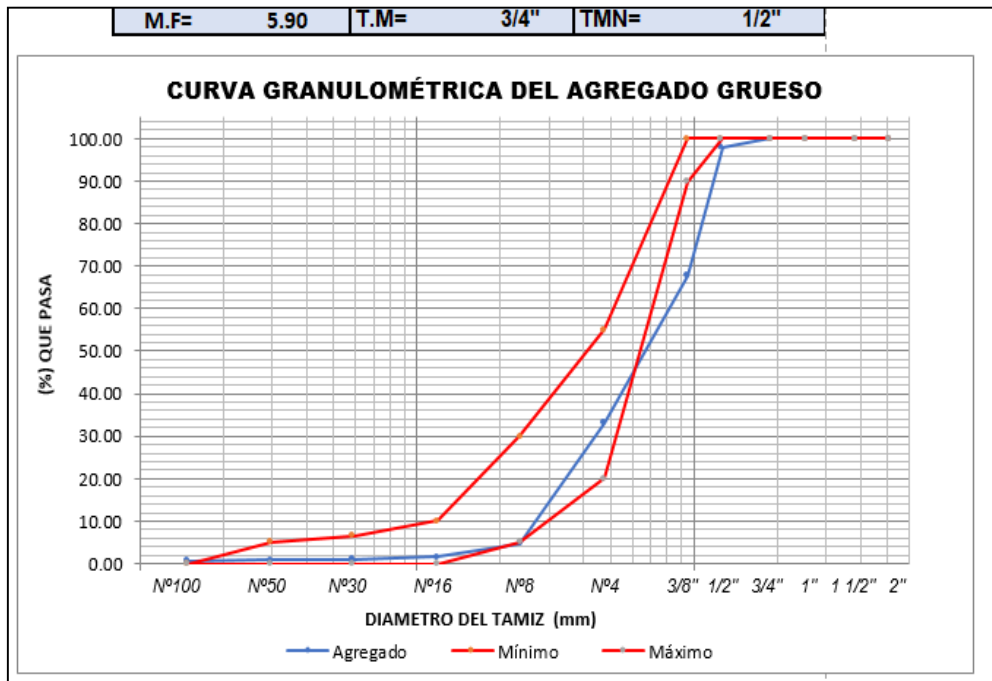


Figura 44. Curva granulométrica de la piedra chancada con TM 1/2"
 Fuente: Producción propia, 2021.

- Combinación Shilstone Zona "A"

Combinación de un 37% de agregado fino y 63 % de agregado grueso, el agregado grueso fue combinado en un 85% y 15%.

Tabla 4. Resultado del análisis granulométrico de la combinación de agregados, Zona A - Shilstone.

	Agregado Fino				Agregado Grueso				Retenido Integral				Retenido Shilstone	
	37.0%				63.0%									
	Agregado Fino 1		Agregado Fino 2		Agregado Grueso 1		Agregado Grueso 2							
	100%		0%		85.0%		15.0%							
	Peso Retenido	% Retenido Acumulado	Peso Retenido	% Retenido Acumulado	Peso Retenido	% Retenido Acumulado	Peso Retenido	% Retenido Acumulado	% Retenido Integral	% Retenido Parcial	% Retenido Superior	% Retenido Inferior		
2"	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.00	0.0%	0%	0%	0%	0%		
1 1/2"	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.00	0.0%	0%	0%	0%	0%		
1"	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.00	0.0%	0%	0%	18%	0%		
3/4"	0.0	0.0%	0.0	0.0%	1134.0	23.0%	0.00	0.0%	12%	12%	18%	9%		
1/2"	0.0	0.0%	0.0	0.0%	1825.0	59.9%	37.00	2.0%	32%	20%	18%	9%		
3/8"	24.0	1.2%	0.0	0.0%	803.0	76.2%	557.00	32.2%	44%	12%	18%	9%		
N 4	205.0	11.8%	0.0	0.0%	1047.0	97.3%	635.00	66.7%	63%	19%	18%	9%		
N 8	186.0	21.3%	0.0	0.0%	30.0	98.0%	525.00	95.2%	69%	7%	18%	9%		
N 16	146.0	28.8%	0.0	0.0%	11.0	98.2%	56.00	98.2%	73%	3%	18%	9%		
N 30	223.0	40.3%	0.0	0.0%	5.0	98.3%	10.00	98.8%	77%	4%	18%	0%		
N 50	880.0	85.5%	0.0	0.0%	9.0	98.5%	4.00	99.0%	94%	17%	0%	0%		
N 100	234.0	97.5%	0.0	0.0%	54.0	99.6%	4.00	99.2%	99%	5%	0%	0%		
N 200	37.0	99.4%	0.0	0.0%	20.0	100.0%	12.00	99.8%	100%	1%				
fondo	11.0	100.0%	0.0	0.0%	2.0	100.0%	3.00	100.0%						
SUMAS	1946.0 gr.	M.F. = 2.85	0.0 gr.	M.F. = 0.00	4,940.0 gr.		1,843.0 gr.		F.G. = 64	F.T. = 35.2	Cemento =	426 kg/m ³		

Fuente: Producción propia, 2021

Distribución del agregado combinado en la gráfica de Retenido Shilstone

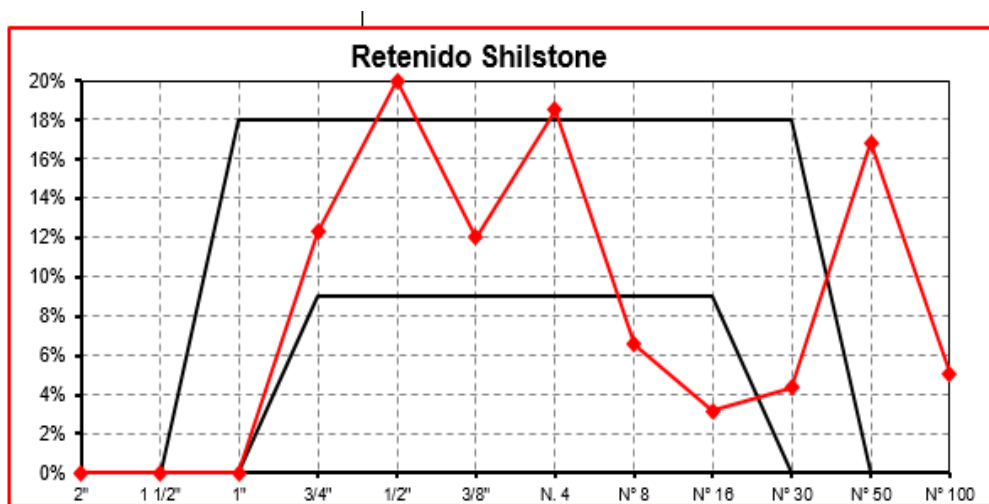


Figura 45. Retenido Shilstone de la combinación de agregados – Carta de agregados retenidos, Shilstone Zona “A”.

Fuente: Producción propia, 2021.

Distribución del agregado combinado en la gráfica de la Tarántula, se observa que se encuentra dentro de los límites de dicho gráfico.

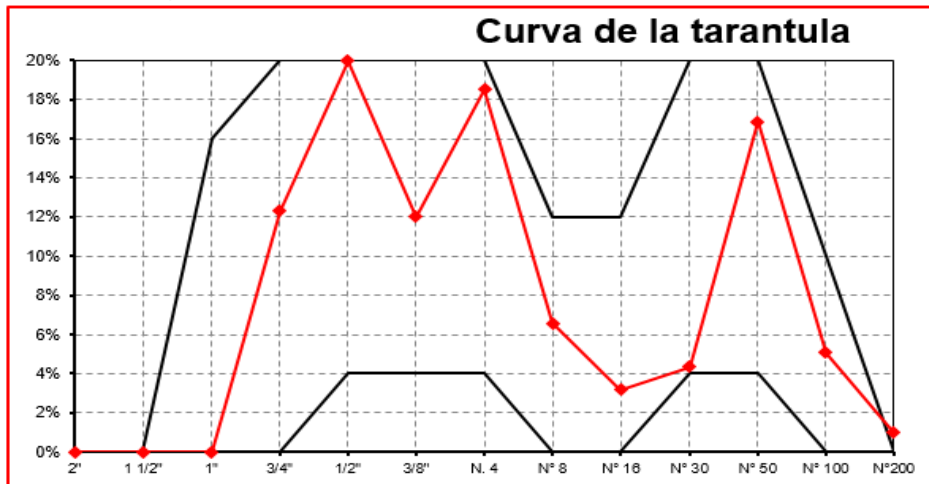


Figura 46. Curva tarántula, Shilstone Zona "A".
Fuente: Producción propia, 2021.

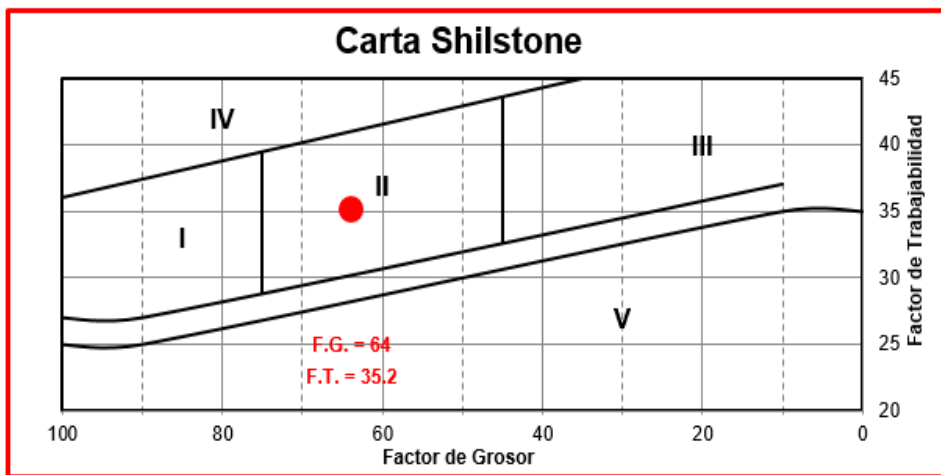


Figura 47. Carta Shilstone, Shilstone Zona "A".
Fuente: Producción propia, 2021.

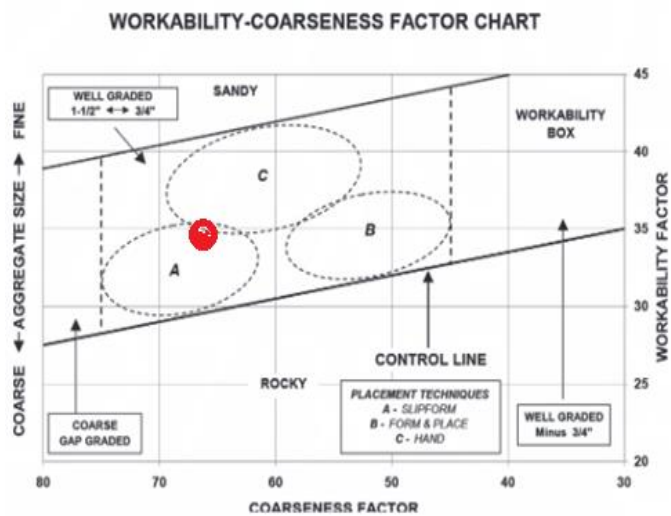


Figura 48. Zona II- Sub zonas, Shilstone Zona "A" ubicación de combinación.
Fuente: Producción propia, 2021.

Tabla 5. Porcentaje de pasantes analizados en la Grafica Power 0.45 o Carta a la Potencia 0.45 de la Zona “A”.

Tamaño del Agregado		Agregado Fino				Agregado Grueso				Integral	(d/D)* e = 0.45 D = 25.40 % Power
		37.0%				63.0%					
		Agregado Fino 1		Agregado Fino 2		Agregado Grueso 1		Agregado Grueso 2			
		100%		0%		85.0%		15%			
Peso		% Pasa		Peso		% Pasa		Peso		% Pasa	
Retenido		Acumulado		Retenido		Acumulado		Retenido		Acumulado	
2"	50.8	0.0	100.0%	0.0	100.0%	0.0	100.0%	0.00	100.0%	100%	100%
1 1/2"	38.1	0.0	100.0%	0.0	100.0%	0.0	100.0%	0.00	100.0%	100%	100%
1"	25.4	0.0	100.0%	0.0	100.0%	0.0	100.0%	0.00	100.0%	100%	100%
3/4"	19.0	0.0	100.0%	0.0	100.0%	1134.0	77.0%	0.00	100.0%	88%	88%
1/2"	12.7	0.0	100.0%	0.0	100.0%	1825.0	40.1%	37.00	98.0%	68%	73%
3/8"	9.51	24.0	98.8%	0.0	0.0%	803.0	23.8%	557.00	67.8%	56%	64%
N° 4	4.76	205.0	88.2%	0.0	0.0%	1047.0	2.7%	635.00	33.3%	37%	47%
N° 8	2.38	186.0	78.7%	0.0	0.0%	30.0	2.0%	525.00	4.8%	31%	34%
N° 16	1.19	146.0	71.2%	0.0	0.0%	11.0	1.8%	56.00	1.8%	27%	25%
N° 30	0.595	223.0	59.7%	0.0	0.0%	5.0	1.7%	10.00	1.2%	23%	18%
N° 50	0.297	880.0	14.5%	0.0	0.0%	9.0	1.5%	4.00	1.0%	6%	14%
N° 100	0.149	234.0	2.5%	0.0	0.0%	54.0	0.4%	4.00	0.8%	1%	10%
N° 200	0.075	37.0	0.6%	0.0	0.0%	20.0	0.0%	12.00	0.2%	0%	7%
fondo		11.0	0.0%			2.0	0.0%	3.00	0.0%		
SUMAS		1946.0 gr.		0.0 gr.		4,940.0 gr.		1,843.0 gr.			

Fuente: Producción propia, 2021.

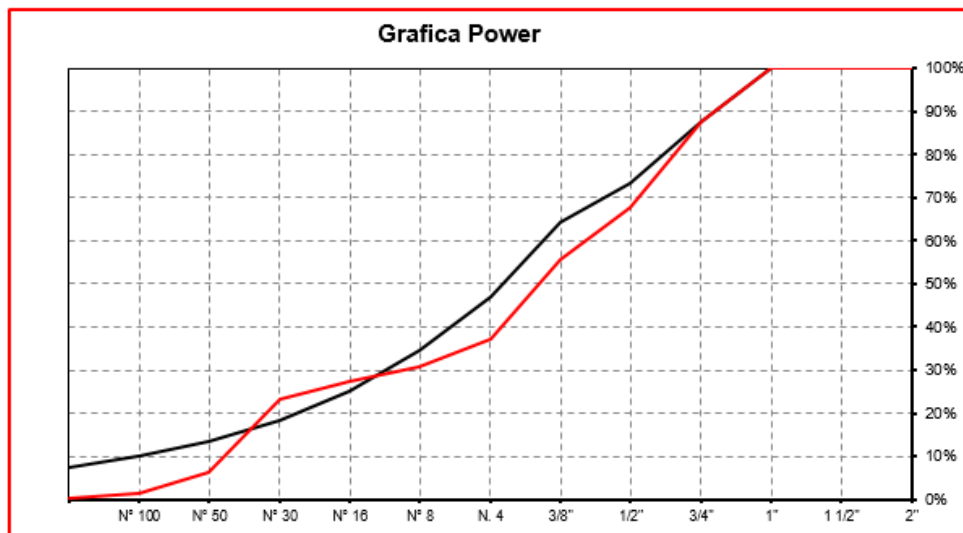


Figura 49. La curva roja representa el porcentaje de pasante integral de la combinación y la curva negra representa las mallas elevadas a la potencia 0.45.

Fuente: Producción propia, 2021.

Combinación Shilstone Zona “B”

Combinación de un 35% de agregado fino y 65 % de agregado grueso, el agregado grueso fue combinado en un 65% y 35%.

Tabla 6. Resultado del análisis granulométrico de la combinación de agregados, Zona B - Shilstone.

	Agregado Fino				Agregado Grueso				Retenido Integral		Retenido Shilstone	
	35.0%				65.0%							
	Agregado Fino 1		Agregado Fino 2		Agregado Grueso 1		Agregado Grueso 2		% Retenido Integral	% Retenido Parcial	% Retenido Superior	% Retenido Inferior
	100%		0%		65.0%		35.0%					
	Peso Retenido	% Retenido Acumulado	Peso Retenido	% Retenido Acumulado	Peso Retenido	% Retenido Acumulado	Peso Retenido	% Retenido Acumulado				
2"	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.00	0.0%	0%	0%	0%	0%
1 1/2"	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.00	0.0%	0%	0%	0%	0%
1"	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.00	0.0%	0%	0%	18%	0%
3/4"	0.0	0.0%	0.0	0.0%	1134.0	23.0%	0.00	0.0%	10%	10%	18%	9%
1/2"	0.0	0.0%	0.0	0.0%	1825.0	59.3%	37.00	2.0%	26%	16%	18%	9%
3/8"	24.0	1.2%	0.0	0.0%	803.0	76.2%	557.00	32.2%	40%	14%	18%	9%
N° 4	205.0	11.8%	0.0	0.0%	1047.0	97.3%	635.00	66.7%	60%	20%	18%	9%
N° 8	186.0	21.3%	0.0	0.0%	30.0	98.0%	525.00	95.2%	71%	10%	18%	9%
N° 16	146.0	28.6%	0.0	0.0%	11.0	98.2%	56.00	98.2%	74%	3%	18%	9%
N° 30	223.0	40.3%	0.0	0.0%	5.0	98.3%	10.00	98.8%	78%	4%	18%	0%
N° 50	880.0	85.5%	0.0	0.0%	3.0	98.5%	4.00	99.0%	94%	16%	0%	0%
N° 100	234.0	97.5%	0.0	0.0%	54.0	99.6%	4.00	99.2%	99%	5%	0%	0%
N° 200	37.0	99.4%	0.0	0.0%	20.0	100.0%	12.00	99.8%	100%	1%		
fondo	11.0	100.0%	0.0	0.0%	2.0	100.0%	3.00	100.0%				
SUMAS	1348.0 gr.	M.F. = 2.85	0.0 gr.	M.F. = 0.00	4,340.0 gr.		1,843.0 gr.		F.G. = 57	F.T. = 34.0	Cemento =	426 kg/m ³

Fuente: Producción propia, 2021.

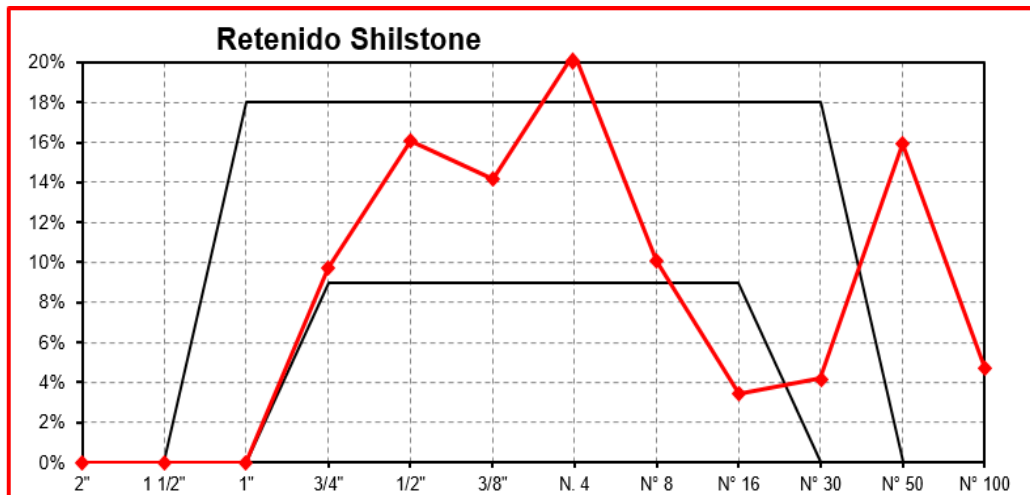


Figura 50. Retenido Shilstone de la combinación de agregados – Carta de agregados retenidos, Shilstone Zona "B".

Fuente: Producción propia, 2021.

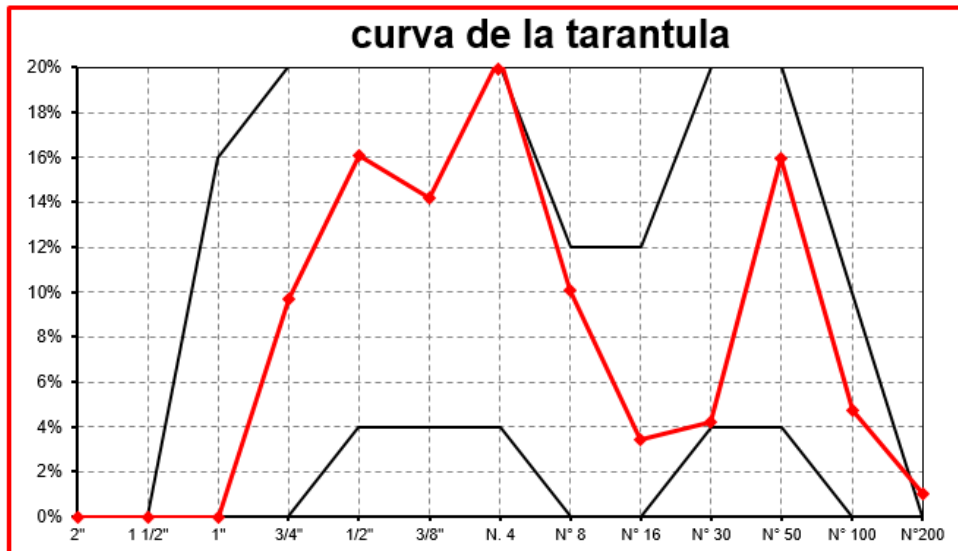


Figura 51. Curva tarántula, Shilstone Zona "B".
Fuente: Producción propia, 2021.

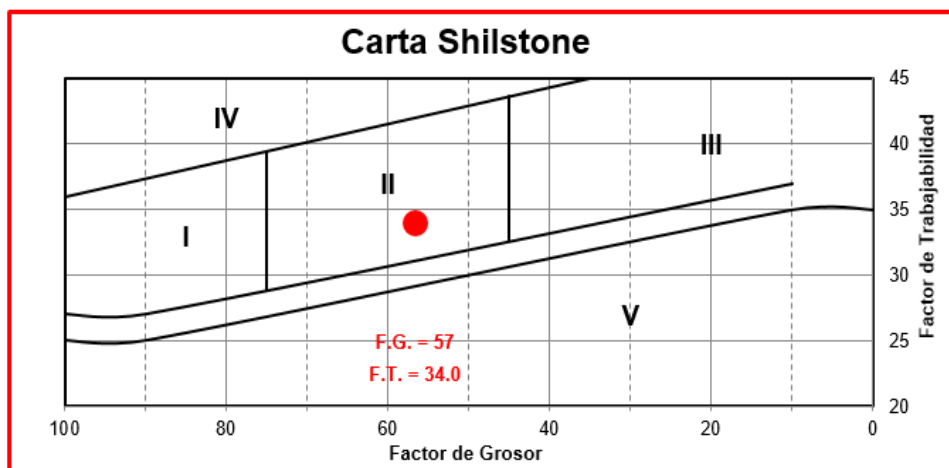


Figura 52. Carta Shilstone, Shilstone Zona "B".
Fuente: Producción propia, 2021.

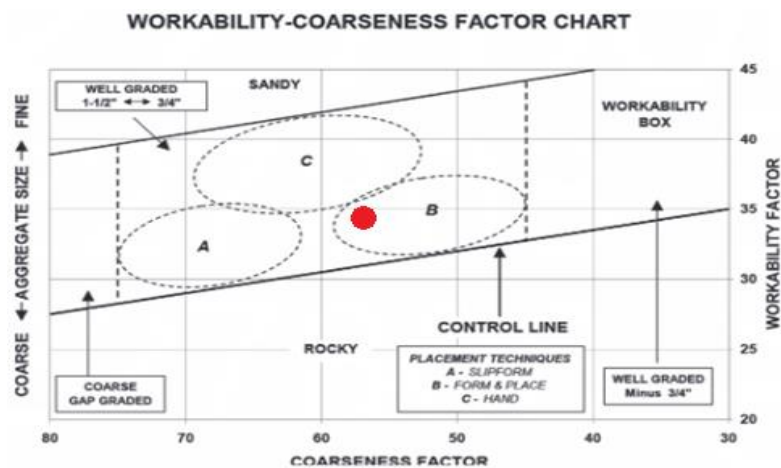


Figura 53. Zona II- Sub zonas, Shilstone Zona "B" ubicación de combinación.
Fuente: Producción propia, 2021.

Tabla 7. Porcentaje de pasantes analizados en la Grafica Power 0.45 o Carta a la Potencia 0.45 de la Zona “B”.

Tamaño del Agregado		Agregado Fino				Agregado Grueso				% Pasa	(d/D) ^e
		35.0%				65.0%					
		Agregado Fino 1		Agregado Fino 2		Agregado Grueso 1		Agregado Grueso 2			
		100%		0%		65.0%		35%			
		Peso	% Pasa	Peso	% Pasa	Peso	% Pasa	Peso	% Pasa	Integral	% Power
		Retenido	Acumulado	Retenido	Acumulado	Retenido	Acumulado	Retenido	Acumulado		
2"	50.8	0.0	100.0%	0.0	100.0%	0.0	100.0%	0.00	100.0%	100%	100%
1 1/2"	38.1	0.0	100.0%	0.0	100.0%	0.0	100.0%	0.00	100.0%	100%	100%
1"	25.4	0.0	100.0%	0.0	100.0%	0.0	100.0%	0.00	100.0%	100%	100%
3/4"	19.0	0.0	100.0%	0.0	100.0%	1134.0	77.0%	0.00	100.0%	90%	88%
1/2"	12.7	0.0	100.0%	0.0	100.0%	1825.0	40.1%	37.00	98.0%	74%	73%
3/8"	9.51	24.0	98.8%	0.0	0.0%	803.0	23.8%	557.00	67.8%	60%	64%
N° 4	4.76	205.0	88.2%	0.0	0.0%	1047.0	2.7%	635.00	33.3%	40%	47%
N° 8	2.38	186.0	78.7%	0.0	0.0%	30.0	2.0%	525.00	4.8%	29%	34%
N° 16	1.19	146.0	71.2%	0.0	0.0%	11.0	1.8%	56.00	1.8%	26%	25%
N° 30	0.595	223.0	59.7%	0.0	0.0%	5.0	1.7%	10.00	1.2%	22%	18%
N° 50	0.297	880.0	14.5%	0.0	0.0%	9.0	1.5%	4.00	1.0%	6%	14%
N° 100	0.149	234.0	2.5%	0.0	0.0%	54.0	0.4%	4.00	0.8%	1%	10%
N°200	0.075	37.0	0.6%	0.0	0.0%	20.0	0.0%	12.00	0.2%	0%	7%
fondo		11.0	0.0%			2.0	0.0%	3.00	0.0%		
SUMAS		1946.0 gr.		0.0 gr.		4,940.0 gr.		1,843.0 gr.			

Fuente: Producción propia, 2021.

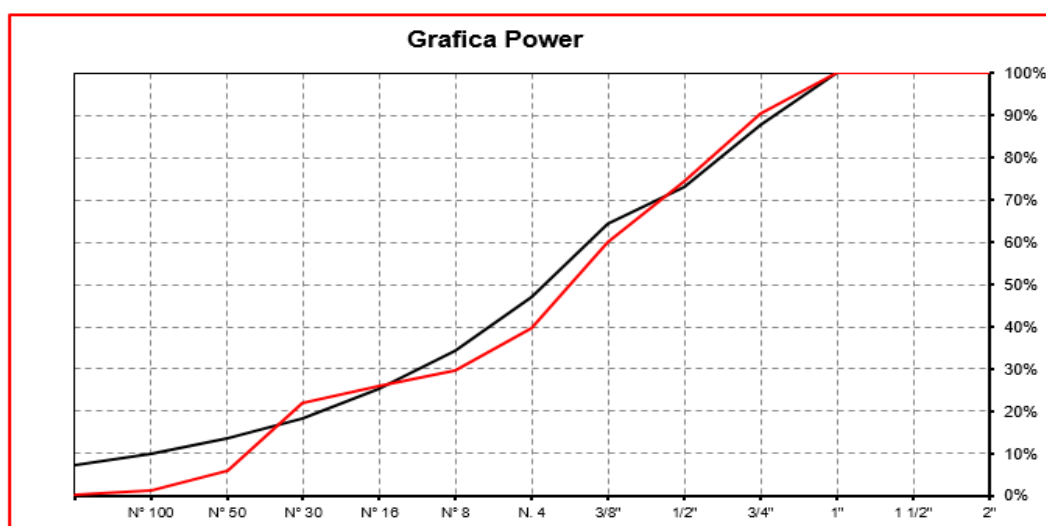


Figura 54. La curva roja representa el porcentaje de pasante integral de la combinación y la curva negra representa las mallas elevadas a la potencia 0.45.
Fuente: Producción propia, 2021.

Combinación Shilstone Zona “C”

Combinación de un 42.5% de agregado fino y 57.5 % de agregado grueso, el agregado grueso fue combinado en un 75.5% y 24.5%.

Tabla 8. Resultado del análisis granulométrico de la combinación de agregados, Zona B - Shilstone.

	Agregado Fino				Agregado Grueso				Retenido Integral		Retenido Shilstone	
	42.5%				57.5%							
	Agregado Fino 1		Agregado Fino 2		Agregado Grueso 1		Agregado Grueso 2		% Retenido Integral	% Retenido Parcial	% Retenido Superior	% Retenido Inferior
	100%	0%	75.5%	24.5%								
Peso Retenido	% Retenido Acumulado	Peso Retenido	% Retenido Acumulado	Peso Retenido	% Retenido Acumulado	Peso Retenido	% Retenido Acumulado					
2"	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.00	0.0%	0%	0%	0%	0%
1 1/2"	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.00	0.0%	0%	0%	0%	0%
1"	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.00	0.0%	0%	0%	18%	0%
3/4"	0.0	0.0%	0.0	0.0%	1134.0	23.0%	0.00	0.0%	10%	10%	18%	9%
1/2"	0.0	0.0%	0.0	0.0%	1825.0	53.3%	37.00	2.0%	26%	16%	18%	9%
3/8"	24.0	1.2%	0.0	0.0%	803.0	76.2%	557.00	32.2%	38%	12%	18%	9%
N° 4	205.0	11.8%	0.0	0.0%	1047.0	97.3%	635.00	66.7%	57%	19%	18%	9%
N° 8	186.0	21.3%	0.0	0.0%	30.0	98.0%	525.00	95.2%	65%	8%	18%	9%
N° 16	146.0	28.8%	0.0	0.0%	11.0	98.2%	56.00	98.2%	69%	4%	18%	9%
N° 30	223.0	40.3%	0.0	0.0%	5.0	98.3%	10.00	98.8%	74%	5%	18%	0%
N° 50	880.0	85.5%	0.0	0.0%	3.0	98.5%	4.00	99.0%	93%	19%	0%	0%
N° 100	234.0	97.5%	0.0	0.0%	54.0	99.6%	4.00	99.2%	99%	6%	0%	0%
N° 200	37.0	99.4%	0.0	0.0%	20.0	100.0%	12.00	99.8%	100%	1%		
fondo	11.0	100.0%	0.0	0.0%	2.0	100.0%	3.00	100.0%				
SUMAS	1946.0 gr.	M.F. = 2.85	0.0 gr.	M.F. = 0.00	4,940.0 gr.		1,843.0 gr.		F.G. = 59	F.T. = 39.5	Cemento =	426 kg/m ³

Fuente: Producción propia, 2021

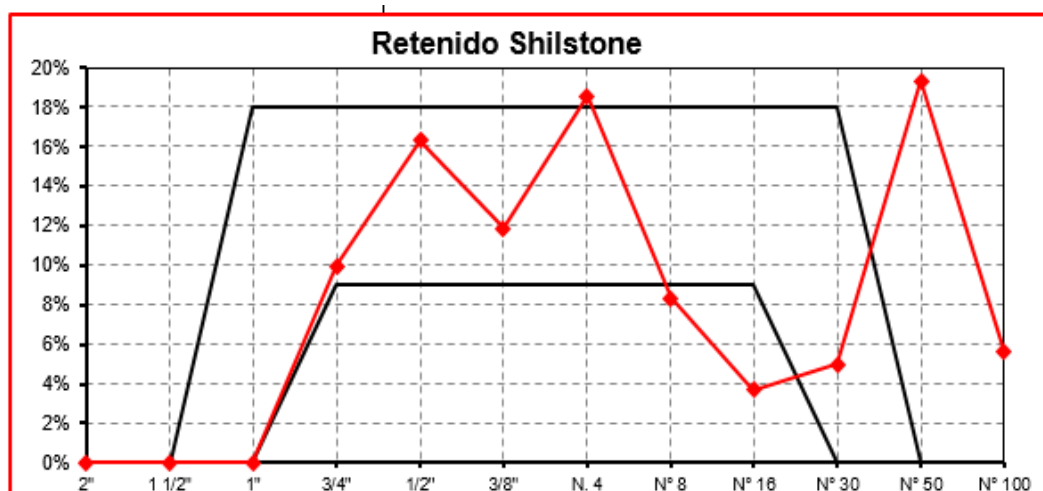


Figura 55. Retenido Shilstone de la combinación de agregados – Carta de agregados retenidos, Shilstone Zona “C”.

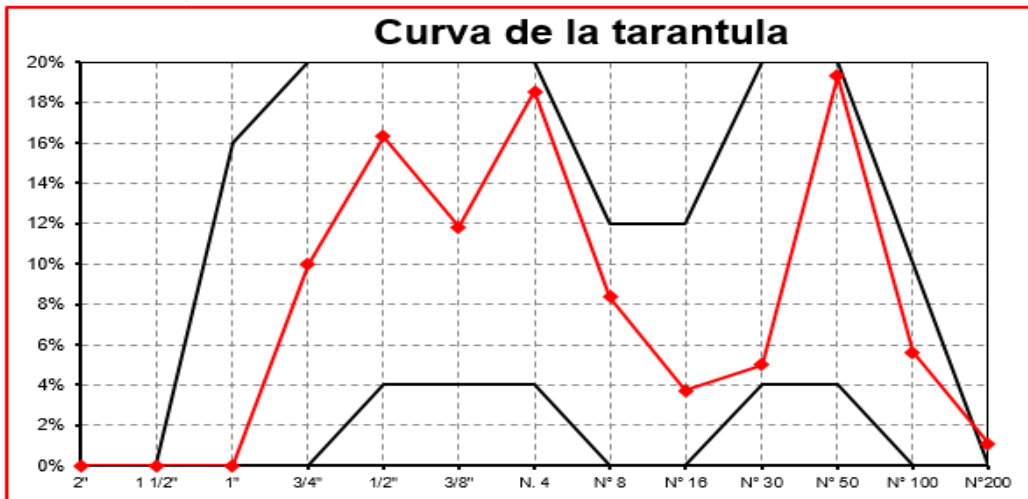


Figura 56. Curva tarántula, Shilstone Zona "C".
Fuente: Producción propia, 2021.

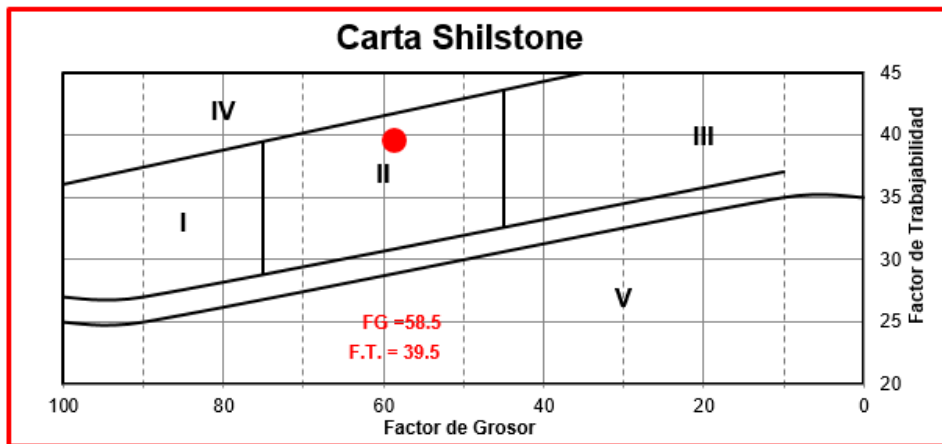


Figura 57. Carta Shilstone, Shilstone Zona "C".
Fuente: Producción propia, 2021.

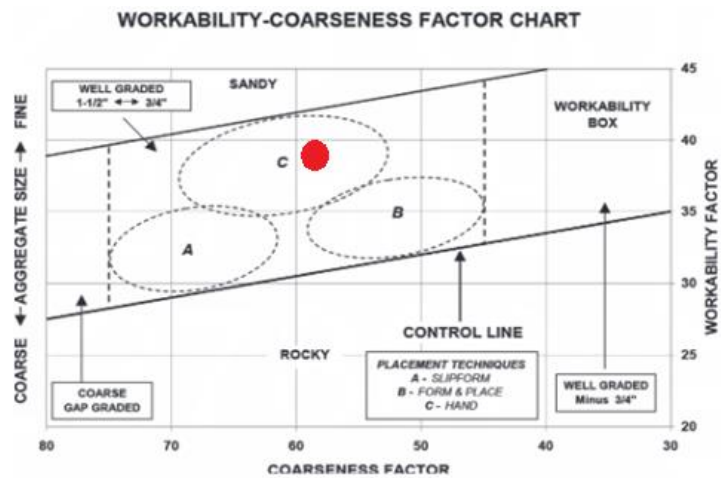


Figura 58. Zona II- Sub zonas, Shilstone Zona "C" ubicación de combinación.
Fuente: Producción propia, 2021.

Tabla 9. Porcentaje de pasantes analizados en la Grafica Power 0.45 o Carta a la Potencia 0.45 de la Zona “C”.

Tamaño del Agregado		Agregado Fino				Agregado Grueso				% Pasa	Integral	(d/D) ^e
		42.5%				57.5%						
		Agregado Fino 1		Agregado Fino 2		Agregado Grueso 1		Agregado Grueso 2				
		100%		0%		75.5%		25%				
		Peso	% Pasa	Peso	% Pasa	Peso	% Pasa	Peso	% Pasa			
Retenido	Acumulado	Retenido	Acumulado	Retenido	Acumulado	Retenido	Acumulado	% Power				
2"	50.8	0.0	100.0%	0.0	100.0%	0.0	100.0%	0.00	100.0%	100%	100%	
1 1/2"	38.1	0.0	100.0%	0.0	100.0%	0.0	100.0%	0.00	100.0%	100%	100%	
1"	25.4	0.0	100.0%	0.0	100.0%	0.0	100.0%	0.00	100.0%	100%	100%	
3/4"	19.0	0.0	100.0%	0.0	100.0%	1134.0	77.0%	0.00	100.0%	90%	88%	
1/2"	12.7	0.0	100.0%	0.0	100.0%	1825.0	40.1%	37.00	98.0%	74%	73%	
3/8"	9.51	24.0	98.8%	0.0	0.0%	803.0	23.8%	557.00	67.8%	62%	64%	
N° 4	4.76	205.0	88.2%	0.0	0.0%	1047.0	2.7%	635.00	33.3%	43%	47%	
N° 8	2.38	186.0	78.7%	0.0	0.0%	30.0	2.0%	525.00	4.8%	35%	34%	
N° 16	1.19	146.0	71.2%	0.0	0.0%	11.0	1.8%	56.00	1.8%	31%	25%	
N° 30	0.595	223.0	59.7%	0.0	0.0%	5.0	1.7%	10.00	1.2%	26%	18%	
N° 50	0.297	880.0	14.5%	0.0	0.0%	9.0	1.5%	4.00	1.0%	7%	14%	
N° 100	0.149	234.0	2.5%	0.0	0.0%	54.0	0.4%	4.00	0.8%	1%	10%	
N° 200	0.075	37.0	0.6%	0.0	0.0%	20.0	0.0%	12.00	0.2%	0%	7%	
fondo		11.0	0.0%			2.0	0.0%	3.00	0.0%			
SUMAS		1946.0 gr.		0.0 gr.		4,940.0 gr.		1,843.0 gr.				

Fuente: Producción propia, 2021.

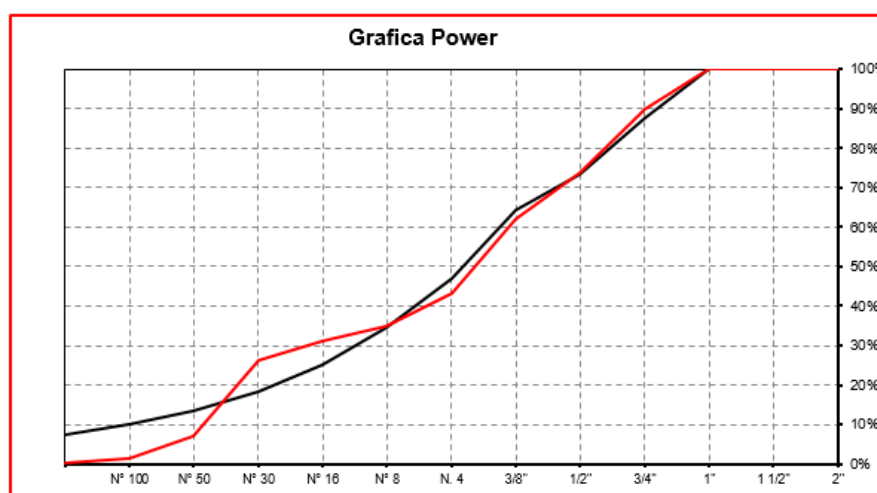


Figura 59. La curva roja representa el porcentaje de pasante integral de la combinación y la curva negra representa las mallas elevadas a la potencia 0.45.

Fuente: Producción propia, 2021.

Propiedades físicas de los agregados

Tabla 10. Resultado del análisis de la caracterización del agregado fino y agregado grueso (3/4")

PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
PESO UNITARIO SUELTO	1536 kg/m ³	1416 kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO	1641 kg/m ³	1558 kg/m ³
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.50 g/cm ³	2.62 g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD(%w)	1.31%	0.06%
PORCENTAJE DE ABSORCION	2.31%	0.87%
MODULO DE FINURA	2.85	6.89
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	-	3/4"
PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO	3.15 g/cm ³	

Fuente: Producción propia, 2021.

DISEÑO DE MEZCLA POR ACI

En base a la caracterización de los agregados se procedió a la elaboración del diseño de mezcla el cual sigue los siguientes pasos:

Paso 1: Determinación del f'_{cr}

Tabla 11. Factor de seguridad según f'_c

	Se suma al f'_c
$f'_c < 210$	70
$210 \leq f'_c \leq 350$	84
$f'_c > 350$	98

Fuente: RNE E060, 2020.

- $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$
- $f'_{cr}=364 \text{ kg/cm}^2$

Paso 2: Cálculo de agua (interpolar)

% de aire atrapado: 2%

- Slump= 4"
- $T_{n\acute{m}ax}= 3/4"$
- Agua= 200.00 lt

Paso 3: Cálculo del cemento

% de aire atrapado: 2%

- $f'_{cr} = 364$
- a/c=interpolar

400	>	0.43
364	>	x
350	>	0.48
- a/c interp. = 0.47
- cemento = 426 kg

Paso 4: Cálculo de Pd y Ar

Volumen Pd+Ar = 0.645

Se determinó el porcentaje definitivo de piedra y arena para la combinación de agregados

- % Pd = 56.70%
- %Ar = 43.30%

Vol	%
0.366	56.75
0.279	43.25

2.8	>	0.62
2.85	>	x
3	>	0.6
x=0.615		

- Pd = 959
- Ar = 703

Paso 5: Corrección de Pd y Ar por Humedad

Pd = 959.58 kg

Pd = 712.21 kg

Paso 6: Corrección de agua

H₂O Pd = - 7.77

H₂O Ar = - 7.03

H₂O obra = 214.8 lt

Tabla 12. Cuadro resumen de la dosificación de los componentes del concreto

DISEÑO ESTÁTICO					DISEÑO EN OBRA			
MATERIALES	PESO	P.E.	VOL. ABSOLUTO	PESO R.U.	PESO	PESO R.U.	BRIQUETA 4"x8" (3kg)	CONO DE ABRAMS (25kg)
CEMENTO	426	3.15	0.135	1	426	1	0.55	4.60
ADITIVO PLASTIFICANTE	2.897	1.21	0.00339	0.000	2.897	0.000	0.00374	0.00313
AGUA	200	1	0.200	0.469	215	0.505	0.28	2.33
PIEDRA 3/ 4	959	2.62	0.366	0.645	2.251	960	2.254	1.25
ARENA	703	2.52	0.279		1.650	712	1.671	0.92
AIRE %	2		0.020					

Fuente: Producción propia, 2021.

DISEÑO DE MEZCLA POR SHILSTONE

Relación a/c	0.47									
Relación AF : AG	37 - 63			Volumen de Prueba (m ³)	1.000					
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES										
M.F. Arena	2.85	Vol. Agregados :	0.64	Cementante total	426 kg					
M.F. Piedra 1/2	5.90	Arena :	37 %	Adición	0 %					
M.F. Piedra 3/4	6.89	M.F. Piedra 1/2	9.5 %	bolsas	10.02 bol					
M.F. Global	4.87	M.F. Piedra 3/4	53.5 %							
		Total :	100							
DOSIFICACION										
REHOBII =	0.68 % =	2.90 g								
EUCO 37 =	0.00 % =	0.00 g								
Aditivo 3 =	0.00 % =	0.00 g								
MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP	HUM.	ABS.	PESO SECO	VOL.	PESO	CORRECCIÓN	TANDA DE PRUEBA	
		kg/m ³	%	%	kg/m ³		S.S.S.	POR HUMEDAD	DOSIFICACION	UNID.
Cemento T I	UNACEM	3150			426	0.13524	426	426	426.00	kg
Adición		1150			0.00	0.00000	0.00	0.00	0	kg
Agua	POTABLE	1000			200	0.20000	223	214.94	214.94	kg
Arena	CANTERA ORCOTUNA	2520	1.31	2.31	598.94	0.23768	599	592.95	592.95	kg
M.F. Piedra 1/2	CANTERA PILCOMAYO	2580	0.06	1.11	157.44	0.06102	157.44	155.79	155.79	kg
M.F. Piedra 3/4	CANTERA PILCOMAYO	2620	0.06	0.87	900.41	0.34367	900	893.11	893.11	kg
REHOBILL 1003	BASF	1210			2.90	0.00239	2.90	2.90	2896.80	g
EUCO 37	QSI	1080			0.00	0.00000	0.00	0.00	0.00	g
Aditivo 3		1101			0.00	0.00000	0.00	0.00	0	g
Aire					2.0%	0.02000				
TOTAL						1.00000		2286	2282.80	

Figura 60. Dosificación de los componentes del concreto empleando la metodología Shilstone, zona A.

Fuente: Producción propia, 2021.

Relación a/c	0.47				Volumen de Prueba (m ³)	1.000				
Relación AF : AG	35 - 65									
CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS MATERIALES										
M.F. Arena	2.85	Vol. Agregados	0.64		Cementante total	426 kg				
M.F. Piedra 1/2	5.90	Arena	: 35 %		Adicion	: 0 %				
M.F. Piedra 3/4	6.89	M.F. Piedra 1/2	: 22.7 %		bolsas	: 10.02 bol				
M.F. Global	5.06	M.F. Piedra 3/4	: 42.3 %		65%					
		Total	: 100							
DOSIFICACION										
REHOBII	=	0.68 %	=	2.90 g						
EUCO 3	=	0.00 %	=	0.00 g						
Aditivo 3	=	0.00 %	=	0.00 g						
MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP	HUM.	ABS.	PESO SECO	VOL.	PESO	CORRECCIÓN	TANDA DE PRUEBA	
		kg/m³	%	%	kg/m³		S.S.S.	POR HUMEDAD	DOSIFICACION	UNID.
Cemento T1	UNACEM	3150			426	0.13524	426	426	426.00	kg
Adicion		1150			0.00	0.00000	0.00	0.00	0	kg
Agua	POTABLE	1000			200	0.20000	223	215.38	215.38	kg
Arena	CANTERA ORCOTUNA	2520	1.31	2.31	566.57	0.22483	567	560.90	560.90	kg
M.F. Piedra 1/2	CANTERA PILCOMAYO	2580	0.06	1.11	376.21	0.14582	376.21	372.26	372.26	kg
M.F. Piedra 3/4	CANTERA PILCOMAYO	2620	0.06	0.87	711.91	0.27172	712	706.14	706.14	kg
REHOBILL 1003	BASF	1210			2.90	0.00239	2.90	2.90	2896.80	g
EUCO 37	QSI	1080			0.00	0.00000	0.00	0.00	0.00	g
Aditivo 3		1101			0.00	0.00000	0.00	0.00	0	g
Aire					2.0%	0.02000				
TOTAL						2284	1.00000	2284	2280.69	

Figura 61. Dosificación de los componentes del concreto empleando la metodología Shilstone, zona B.

Fuente: Producción propia, 2021.

Relación a/c	0.47				Volumen de Prueba (m ³)	1.000				
Relación AF : AG	42.5 - 57.5									
CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS MATERIALES										
M.F. Arena	2.85	Vol. Agregados	0.64		Cementante total	426 kg				
M.F. Piedra 1/2	5.90	Arena	: 42.5 %		Adicion	: 0 %				
M.F. Piedra 3/4	6.89	M.F. Piedra 1/2	: 14.1 %		bolsas	: 10.02 bol				
M.F. Global	5.04	M.F. Piedra 3/4	: 43.4 %							
		Total	: 100							
DOSIFICACION										
REHOBII	=	0.68 %	=	2.90 g						
EUCO 37	=	0.00 %	=	0.00 g						
Aditivo 3	=	0.00 %	=	0.00 g						
MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP	HUM.	ABS.	PESO SECO	VOL.	PESO	CORRECCIÓN	TANDA DE PRUEBA	
		kg/m³	%	%	kg/m³		S.S.S.	POR HUMEDAD	DOSIFICACION	UNID.
Cemento T1	UNACEM	3150			426	0.13524	426	426	426.00	kg
Adicion		1150			0.00	0.00000	0.00	0.00	0	kg
Agua	POTABLE	1000			200	0.20000	225	215.25	215.25	kg
Arena	CANTERA ORCOTUNA	2520	1.31	2.31	687.98	0.27301	688	681.10	681.10	kg
M.F. Piedra 1/2	CANTERA PILCOMAYO	2580	0.06	1.11	233.68	0.09057	233.68	231.23	231.23	kg
M.F. Piedra 3/4	CANTERA PILCOMAYO	2620	0.06	0.87	730.42	0.27879	730	724.51	724.51	kg
REHOBILL 1003	BASF	1210			2.90	0.00239	2.90	2.90	2896.80	g
EUCO 37	QSI	1080			0.00	0.00000	0.00	0.00	0.00	g
Aditivo 3		1101			0.00	0.00000	0.00	0.00	0	g
Aire					2.0%	0.02000				
TOTAL						2281	1.00000	2281	2278.08	

Figura 62. Dosificación de los componentes del concreto empleando la metodología Shilstone, zona C.

Fuente: Producción propia, 2021.

DOSIFICACIÓN	ZONA A SHILSTONE	ZONA B SHILSTONE	ZONA C SHILSTONE	ACI
CEMENTO	426	426	426	426
AGUA	214.94	215.38	215.25	215
ARENA	592.95	560.9	681.1	712
PIEDRA 1/2	155.79	372.26	231.23	0
PIEDRA 3/4	893.11	706.14	724.51	960
ADITIVO	2.9	2.9	2.9	2.9
TOTAL	2285.69	2283.58	2280.99	2315.9

Figura 63. Resumen de dosificación del concreto
Fuente: Producción propia, 2021.

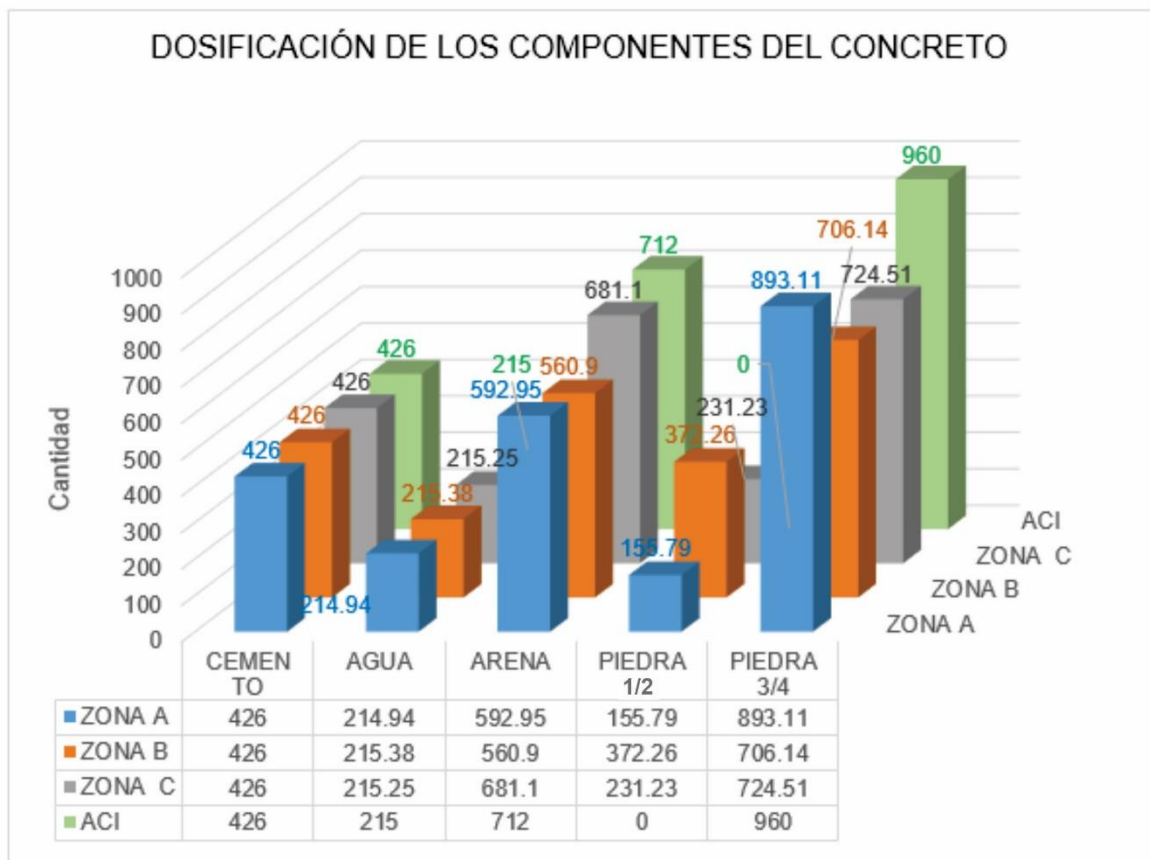


Figura 64. Resumen de dosificación del concreto de todas las metodologías
Fuente: Producción propia, 2021.

CONTENIDO DE AIRE

Tabla 13. Resultado de ensayo de contenido de aire del concreto

Descripción	Contenido de aire
Diseño ACI	2.5%
Diseño Shilstone zona "A"	1.7%
Diseño Shilstone zona "B"	1.9%
Diseño Shilstone zona "C"	1.9%

Fuente: Producción propia, 2021.

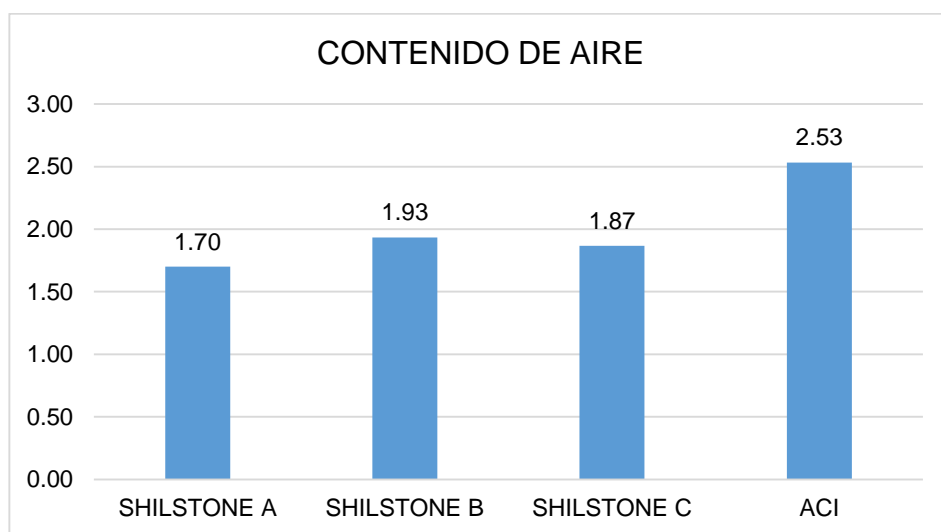


Figura 65. Diagrama de barras para los resultados de contenido de aire
Fuente: Producción propia, 2021.

ASENTAMIENTO

Tabla 14. Resultado de ensayo de asentamiento del concreto

Descripción	SLUMP
Diseño ACI	4
Diseño Shilstone zona "A"	3 $\frac{3}{4}$
Diseño Shilstone zona "B"	4 $\frac{1}{2}$
Diseño Shilstone zona "C"	4 $\frac{1}{4}$

Fuente: Producción propia, 2021.

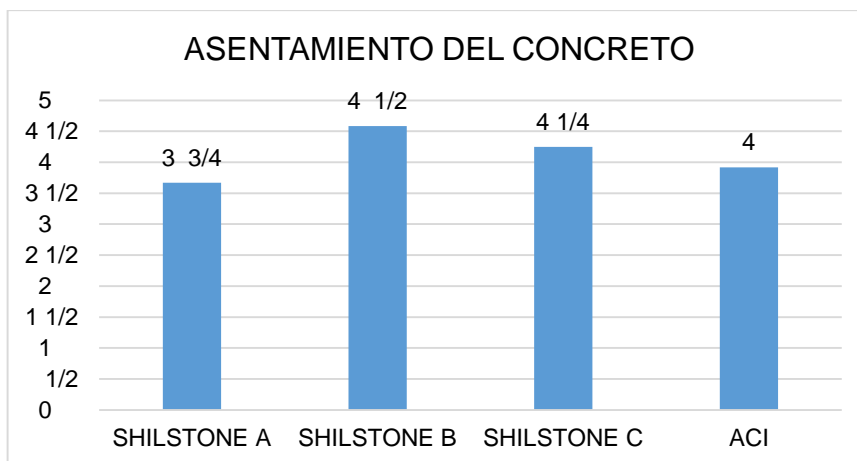


Figura 66. Diagrama de barras para los resultados de asentamiento del concreto.
Fuente: Producción propia, 2021.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Tabla 15. Resultado de ensayo de resistencia a la compresión del concreto

Descripción	SHILSTONE ZONA A	SHILSTONE ZONA B	SHILSTONE ZONA C	ACI	Unidad
M1	391	374	393	361	kg/cm ²
M2	390	374	395	362	
M3	389	371	396	364	
PROMEDIO	390	373	395	362	

Fuente: Producción propia, 2021.

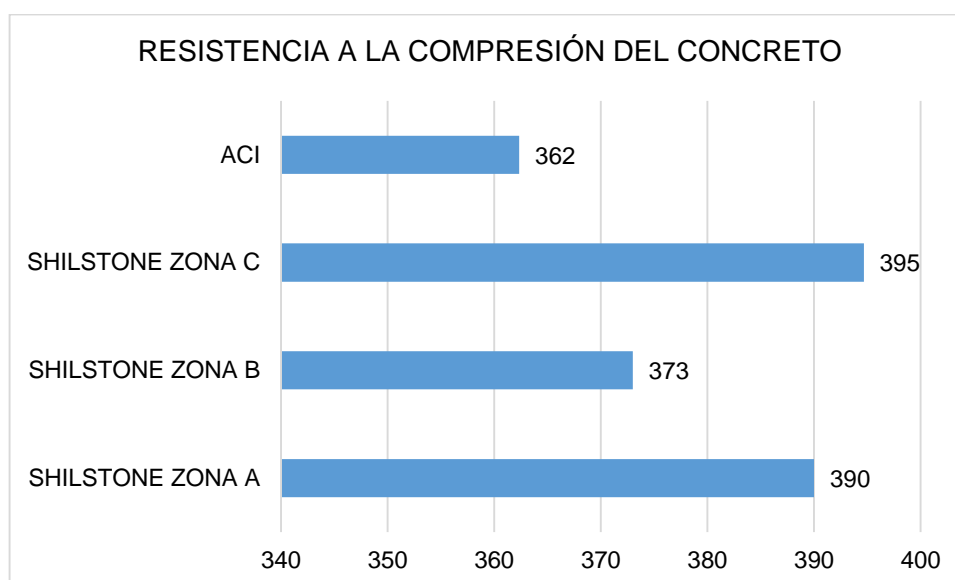


Figura 67. Diagrama de barras para los resultados de resistencia a la compresión del concreto.
Fuente: Producción propia, 2021.

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

Tabla 16. Resultado de ensayo de resistencia a la flexión del concreto

Descripción	SHILSTONE ZONA A	SHILSTONE ZONA B	SHILSTONE ZONA C	ACI	Unidad
M1	35.03	35.19	41.38	32.83	kg/cm ²
M2	36.15	35.59	40.47	31.16	
M3	35.12	35.87	41.39	31.5	
PROMEDIO	35.43	35.55	41.08	31.83	

Fuente: Producción propia, 2021.

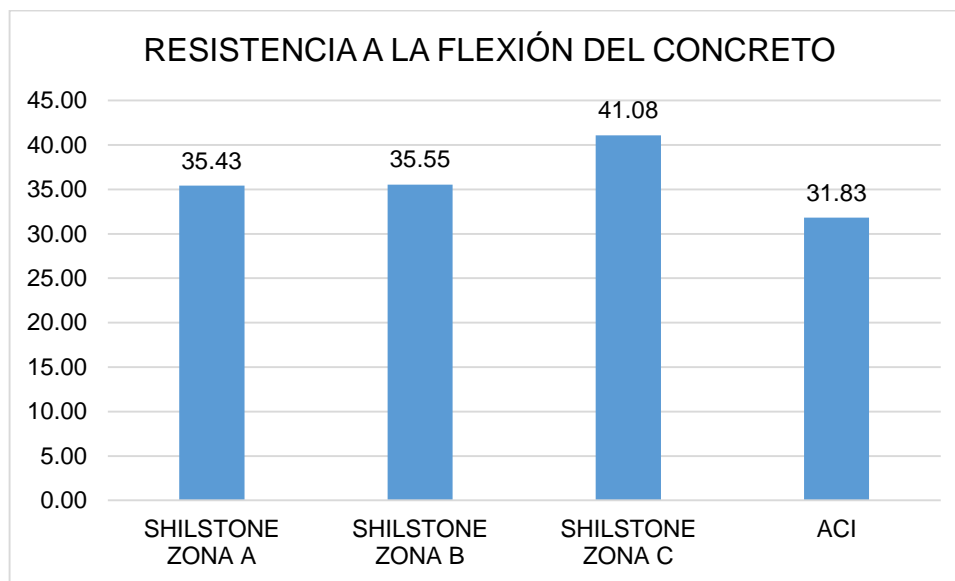


Figura 68. Diagrama de barras para los resultados de resistencia a la flexión del concreto.
Fuente: Producción propia, 2021.

COSTOS

DOSIFICACIÓN	ZONA A SHILSTONE	ZONA B SHILSTONE	ZONA C SHILSTONE	ACI	UNIDAD
CEMENTO	255.6	255.6	255.6	255.6	SOLES
AGUA	1.07	1.08	1.08	1.08	
ARENA	25.29	23.93	29.05	30.37	
PIEDRA 1/2	6.88	16.45	10.22	0.00	
PIEDRA 3/4	34.75	27.48	28.19	37.35	
ADITIVO	35.16	35.16	35.16	35.16	
COSTO TOTAL	358.77	359.69	359.30	359.56	

Figura 69. Resumen de análisis de costos
Fuente: Producción propia, 2021.

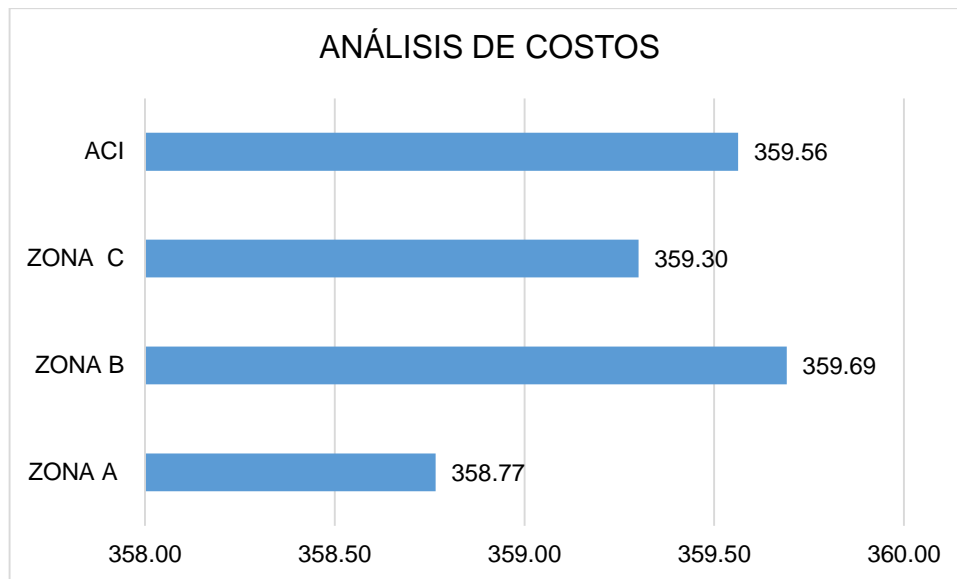


Figura 70. Diagrama de barras para el análisis de costo por m³ de concreto empleando la metodología Shilstone y ACI.

Fuente: Producción propia, 2021.

ANÁLISIS INFERENCIAL

Para probar las siguientes hipótesis se empleó la prueba T de student y ANOVA aquellas variables que se aproximan a una distribución normal y la Prueba de Rangos con signos de Wilcoxon aquellas que no.

Se contrastó que la metodología SHILSTONE utiliza la misma cantidad de cemento que la metodología ACI (valor $p = 1.0 > 0.05 = \alpha$, se rechaza H₀). Se planteó las siguientes hipótesis

H₀: $\mu = 426$

H₁: $\mu \neq 426$

Tabla 17. Resumen de prueba de rangos con signo de Wilcoxon para la dosificación de cemento

N total	3
Estadístico de prueba	,000
Error estándar	,000
Estadístico de prueba estandarizado	-1,000
Sig. asintótica (prueba bilateral)	1,000

Fuente: Producción propia, 2021.

Además, se aplicó la misma cantidad de agua a la metodología SHILSTONE (215,44) y la metodología ACI (215) (valor $p = 0.342 > 0.05 = \alpha$, no se rechaza H_0).

Se planteó las siguientes hipótesis:

$H_0: \mu = 215$

$H_1: \mu \neq 215$

Tabla 18. Resumen de prueba para el contenido de agua en la mezcla

<i>Prueba para una muestra</i>			
Valor de prueba = 215			
	t	gl	Sig. (bilateral)
agua	1,236	2	,342

Fuente: Producción propia, 2021.

Tabla 19. Estadístico de muestra para agua

<i>Estadísticas para una muestra</i>			
	N	Media	Desv. Desviación
agua	3	215,4367	,61175

Fuente: Producción propia, 2021.

Se aplicó menos cantidades de aditivo en la metodología SHILSTONE (valor $p = 0.023 < 0.05 = \alpha$, se rechaza H_0). Se planteó las siguientes hipótesis

$H_0: \mu \geq 2,9$

$H_1: \mu < 2,9$

Tabla 20. Resumen de prueba de rangos con signo de Wilcoxon para la cantidad de aditivo

<i>Resumen de prueba de rangos con signo de Wilcoxon para una muestra</i>	
N total	3
Estadístico de prueba	,000
Error estándar	,000
Estadístico de prueba estandarizado	-1,000
Sig. asintótica (prueba bilateral)	1,000

Fuente: Producción propia, 2021.

La cantidad de arena aplicada a cada método fue la misma (valor $p = 0.108 > 0.05 = \alpha$, no se rechaza H_0). Se planteó las siguientes hipótesis

H0: $\mu = 712$

H1: $\mu \neq 712$

Tabla 21. Prueba para una muestra del contenido de arena

<i>Prueba para una muestra</i>			
Valor de prueba = 712			
	t	gl	Sig. (bilateral)
arena	-2,792	2	,108

Fuente: Producción propia, 2021.

Tabla 22. Estadístico de prueba para el contenido de arena

<i>Estadísticas para una muestra</i>			
	N	Media	Desv. Desviación
arena	3	611,6500	62,24369

Fuente: Producción propia, 2021.

No se encontró diferencia significativa en la cantidad de piedra 1/2 aplicada en la metodología SHILSTONE (valor $p = 0.083 > 0.05 = \alpha$, se rechaza H0). Esto se debe, a que, si bien se agregó en promedio 360 gr, sin embargo, se tiene alta variación (coef de var = 80,8% > 20%). Se planteó las consiguientes hipótesis:

H0: $\mu = 0$

H1: $\mu \neq 0$

Tabla 23. Prueba para una muestra de piedra de 1/2

<i>Prueba para una muestra</i>			
Valor de prueba = 0			
	t	gl	Sig. (unilateral)
pedra_1/2	2,142	2	,165

Fuente: Producción propia, 2021.

Tabla 24. Estadísticos para una muestra de piedra de 1/2

<i>Estadísticas para una muestra</i>				
	N	Media	Desv. Desviación	Coefficiente de variación
pedra_1/2	3	360,2333	291,22639	80,80%

Fuente: Producción propia, 2021.

La cantidad de piedra 3/4 aplicada es la misma en ambas metodologías (valor $p = 0.191 > 0.05 = \alpha$, no se rechaza H0). Se planteó las siguientes hipótesis

H0: $\mu = 960$

H1: $\mu \neq 960$

Tabla 25. Prueba para una muestra de piedra de $\frac{3}{4}$

<i>Prueba para una muestra</i>			
Valor de prueba = 960			
	t	gl	Sig. (bilateral)
piedra_3/4	-1,946	2	,191

Fuente: Producción propia, 2021.

Tabla 26. Estadísticos para una muestra de piedra de $\frac{3}{4}$

<i>Estadísticas para una muestra</i>				
	N	Media	Desv. Desviación	Coefficiente de variación
piedra_3/4	3	665,5233	262,10627	39,4%

Fuente: Producción propia, 2021.

PRUEBA DE HIPÓTESIS A LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Existe diferencia significativa en la resistencia a la compresión entre las metodologías ACI y SHILSTONE (Valor $p = 0.0 < 0,05 = \alpha$, se rechaza H0). Las hipótesis planteadas son:

H0: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$

H1: Al menos una de las medias es diferente la metodología

Tabla 27. Prueba anova para resistencia a la compresión del concreto

<i>ANOVA</i>					
<i>Resistencia Compresión</i>					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2028,667	3	676,222	312,103	,000
Dentro de grupos	17,333	8	2,167		
Total	2046,000	11			

Fuente: Producción propia, 2021.

Como se encontró diferencia significativa entre las metodologías, se aplicó la prueba por pares de medias de Tukey, contrastando la siguiente hipótesis:

H0: $\mu_i = \mu_j$

H1: $\mu_i \neq \mu_j$

Con la prueba de Tukey se determinó que existe diferencias significativas entre las metodologías y zonas (Valor $p < 0,05$, se rechaza la hipótesis nula).

Por tanto, el método ACI muestra resistencia a la compresión menor que el método SHILSTONE. En las zonas del método SHILSTONE se determinó que la zona C obtuvo el mayor nivel de resistencia a la rotura.

Tabla 28. Prueba comparaciones múltiples para ensayo de resistencia a la compresión del concreto
Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Resistencia Compresión

	(I) Diseño	(J) Diseño	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.
HSD Tukey	ACI	A	-27,667	1,202	,000
		B	-10,667	1,202	,000
		C	-32,333	1,202	,000
	A	ACI	27,667	1,202	,000
		B	17,000	1,202	,000
		C	-4,667	1,202	,019
	B	ACI	10,667	1,202	,000
		A	-17,000	1,202	,000
		C	-21,667	1,202	,000
	C	ACI	32,333	1,202	,000
		A	4,667	1,202	,019
		B	21,667	1,202	,000

Fuente: Producción propia, 2021.

Tabla 29. Prueba TUKEY, ensayo de resistencia a la compresión del concreto

Resistencia Compresión

	Diseño	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
			1	2	3	4
HSD Tukey	ACI	3	362,33			
	B	3		373,00		
	A	3			390,00	
	C	3				394,67
	Sig.			1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: Producción propia, 2021.

PRUEBA DE HIPÓTESIS A LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

Existe diferencia significativa en la resistencia a la flexión entre las metodologías ACI y SHILSTONE (Valor $p = 0.0 < 0,05 = \alpha$, se rechaza H_0). Las hipótesis planteadas son:

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$

H1: Al menos una de las medias es diferente la metodología

Tabla 30. Prueba anova para ensayo de resistencia a la flexión del concreto
ANOVA

Resistencia Flexión

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	91,645	4	22,911	158,996	,000
Dentro de grupos	1,441	10	,144		
Total	93,086	14			

Fuente: Producción propia, 2021.

Como se encontró diferencia significativa entre las metodologías, se aplicó la prueba por pares de medias de Tukey, contrastando la siguiente hipótesis:

H0: $\mu_i = \mu_j$

H1: $\mu_i \neq \mu_j$

Con la prueba de Tukey se determinó que existe diferencias significativas en las metodologías y para ello se forman tres grupos homogéneos con respecto a la resistencia a la flexión. Grupo 1: sólo conformado por la metodología ACI que muestra menor resistencia a la flexión. Grupo 2: Zona A y B que no muestran diferencia significativa (valor $p = 0.995 > 0.05 = \alpha$, no se rechaza H0) y Grupo 3: sólo con la zona C, muestran mayor resistencia a la flexión.

Tabla 31. Comparaciones múltiples para ensayo de resistencia a la flexión del concreto

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Resistencia Flexión

	(I) Diseño	(J) Diseño	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.
HSD Tukey	ACI	A	-3,60333	,51023	,000
		B	-3,72000	,51023	,000
		C	-9,25000	,51023	,000
	A	ACI	3,60333	,51023	,000
		B	-,11667	,51023	,995
		C	-5,64667	,51023	,000
	B	ACI	3,72000	,51023	,000
		A	,11667	,51023	,995
		C	-5,53000	,51023	,000
C	ACI	9,25000	,51023	,000	
	A	5,64667	,51023	,000	
	B	5,53000	,51023	,000	

Fuente: Producción propia, 2021.

Tabla 32. Prueba TUKEY, ensayo de resistencia a la flexión del concreto
Resistencia Flexión

	Diseño	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
HSD Tukey	ACI	3	31,8300		
	A	3		35,4333	
	B	3		35,5500	
	C	3			41,0800
	Sig.		1,000	,995	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: Producción propia, 2021.

PRUEBA DE HIPÓTESIS DE COSTOS

Se contrastó que la metodología SHILSTONE genera el mismo costo (359.74) que la metodología ACI (359,56) debido que no se encontró diferencia significativa entre ambas metodologías (valor $p = 0.0 < 0.05 = \alpha$, se rechaza H_0). Se planteó las siguientes hipótesis:

$H_0: \mu \geq 359.56$

$H_1: \mu < 359.56$

Tabla 33. Estadísticos de prueba para el análisis de costos
Estadísticas para una muestra

	N	Media	Desv. Desviación
Costos	3	359,7445	1,26027

Fuente: Producción propia, 2021.

Tabla 34. Prueba para una muestra para costos

<i>Prueba para una muestra</i>		
Valor de prueba = 359.56		
	t	gl
Costos	,254	2
		Sig. (bilateral)
		,824

Fuente: Producción propia, 2021.

PRUEBA DE HIPÓTESIS DE CONTENIDO DE AIRE

Se contrastó que la metodología SHILSTONE contiene menor promedio de aire (1.83) que la metodología ACI y esta diferencia es significativa (valor $p = 0.01 < 0.05 = \alpha$, se rechaza H_0). Se planteó las siguientes hipótesis:

H0: $\mu \geq 2,53$

H1: $\mu < 2,53$

Tabla 35. Estadísticos para una muestra en contenido de aire
Estadísticas para una muestra

	N	Media	Desv. Desviación
Contenido promedio de aire	3	1,8333	,12019

Fuente: Producción propia, 2021.

Tabla 36. Prueba para una muestra para contenido de aire
Prueba para una muestra

	Valor de prueba = 2.53		
	t	gl	Sig. (bilateral)
Contenido promedio de aire	-10,040	2	,010

Fuente: Producción propia, 2021.

PRUEBA DE HIPÓTESIS DE ASENTAMIENTO

La metodología SHILSTONE tiene el mismo asentamiento que la metodología ACI debido a que no se encontró diferencia significativa entre ellas (valor $p = .602 > 0.05 = \alpha$, no se rechaza H0). Se planteó las siguientes hipótesis:

H0: $\mu = 4$

H1: $\mu \neq 4$

Tabla 37. Estadísticos para la muestra de asentamiento del concreto

Estadísticas para una muestra

	N	Media	Desv. Desviación
Asentamiento	3	4,1627	,45866

Fuente: Producción propia, 2021.

Tabla 38. Prueba para una muestra para asentamiento del concreto
Prueba para una muestra

	Valor de prueba = 4		
	t	gl	Sig. (bilateral)
Asentamiento	,614	2	,602

Fuente: Producción propia, 2021.

PRUEBAS DE NORMALIDAD

Se empleó la prueba de Shapiro Wilk para probar la normalidad de las variables analizadas debido que el tamaño de muestra es menor a 25. Se planteó las siguientes hipótesis:

H0: La variable se aproxima a una distribución normal

H1: La variable no se aproxima a una distribución normal

Para las variables de dosificación se probó que se aproximan a una distribución normal las variables agua, arena, piedra de 1/2 y piedra de 3/4 (Valor $p > 0,05$, no se rechaza H0).

Las variables cantidad de cemento y aditivo no siguen distribución normal, son uniformes.

Tabla 39. Prueba de normalidad para la dosificación del concreto
Pruebas de normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
agua	,930	3	,489
arena	,932	3	,497
piedra_1/2	,853	3	,248
piedra_3/4	,962	3	,625

Fuente: Producción propia, 2021.

La resistencia a la compresión de cada una de las metodologías se aproxima a una distribución normal (Valor $p > 0,05$, no se rechaza H0).

Tabla 40. Prueba de normalidad para ensayo de resistencia a la compresión
Pruebas de normalidad

	Diseño	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia Compresión	ACI	,964	3	,637
	A	1,000	3	1,000
	B	,750	3	,050
	C	,964	3	,637

Fuente: Producción propia, 2021.

Las resistencias a la Flexión de cada uno de las metodologías se aproximan a una distribución normal (Valor $p > 0,05$, no se rechaza H0).

Tabla 41. Prueba de normalidad para resistencia a la flexión
Pruebas de normalidad

	Diseño	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia Flexión	ACI	,895	3	,370
	A	,810	3	,138
	B	,990	3	,806
	C	,758	3	,058

Fuente: Producción propia, 2021.

Las variables costos, contenido de aire y asentamiento se probó que se aproximan a una distribución normal (Valor $p > 0,05$, no se rechaza H_0).

Tabla 42. Prueba de normalidad para costos, contenido de aire y asentamiento
Pruebas de normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Costos	,907	3	,408
Contenido promedio de aire	,942	3	,537
Asentamiento	,973	3	,684

Fuente: Producción propia, 2021.

V. DISCUSIÓN

En relación a los resultados obtenidos, se podrá replicar la investigación en otras zonas del país, siempre que se siga los mismos procedimientos y se replique todos los estándares de calidad.

Los ensayos de resistencia a la compresión arrojaron que empleando la metodología Shilstone se logra mejores resultados comparados con los de la metodología ACI, al mismo tiempo en la metodología Shilstone es la zona C la que ofrece mayor resistencia a la compresión, ello concuerda con lo señalado por Ramón (2019) quien afirma que dentro de las gráficas de Shilstone existe una zona óptima para los resultados de resistencia a la compresión. Por otro lado, Díaz et al. (2013) concluye que la metodología Shilstone ofrece mejores resultados que la metodología Füller. Al mismo tiempo Vásquez (2013) afirma que la metodología ACI ofrece mejores resultados en resistencia a la compresión comparados con los métodos Füller, Walker y Módulo de fineza de la combinación de agregados. Mientras que, Romero (2019) obtiene mayor resistencia a la compresión empleando la metodología Walker (302 kg/cm²).

En las propiedades de resistencia a la flexión del concreto, se concluye que la metodología Shilstone obtiene mejores resultados ello coincide Díaz et al. (2013) asevera que al emplear la metodología Shilstone se obtiene mejor comportamiento en el módulo de ruptura en pavimentos rígidos. En un caso contrario Taico (2020) obtiene mayor resistencia a la flexión empleando la metodología ACI comparado con el método Walker.

Para las propiedades en estado fresco empleando la metodología Shilstone se obtiene mayor trabajabilidad del concreto, coincide con lo estipulado por Ramón (2019) quien asevera que la metodología Shilstone incide en la consistencia del concreto. En cuanto al contenido de aire es la metodología ACI la que ofrece mayor contenido de aire, ello evidencia que requiere mayor contenido de incorporador de aire, es decir la metodología Shilstone presenta un mejor comportamiento en esta propiedad en estado fresco, tal como lo ratifica Taico (2020), quien destaca que al controlar el TMN y la granulometría de los agregados se pueden mejorar las propiedades del concreto.

VI. CONCLUSIONES

1. En base a los resultados obtenidos se afirma que se logró alcanzar la resistencia a la compresión (395 kg/cm^2 para la zona C) y resistencia a la flexión del concreto (41.08 kg/cm^2 para la zona C) de diseño, al mismo tiempo es la metodología Shilstone la que ofrece mayores resistencias comparados con la metodología ACI, concluyendo que se debe implementar la metodología Shilstone para diseño de mezclas de concreto debido a los buenos resultados que ofrece.
2. Al emplear la metodología Shilstone se logra optimizar la dosificación de los componentes del concreto, puesto que se requiere menor dosificación de materiales por m^3 de concreto comparado con la metodología ACI, hasta una reducción del 1.39%.
3. Al someter las granulometrías de cada método en la carta de la potencia 0.45, solo los diseños con la metodología Shilstone cumplen con los parámetros comparados con los del ACI.
4. Al optimizar la dosificación de los componentes del concreto, es con la metodología Shilstone la que ofrece reducción de costos por m^3 de concreto hasta en 0.22% en la zona A comparados con la metodología ACI.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se sugiere seguir investigando la influencia de la metodología Shilstone y ACI en otras propiedades del concreto como exudación, segregación, impermeabilidad, etc. De modo que se tenga en conocimiento el comportamiento que ofrece cada una de las metodologías.
2. Para obtener datos confiables se recomienda el uso de equipos calibrados.
3. Todos los ensayos deben realizarse en concordancia con las normativas, nada debe realizarse por opinión propia.
4. Para conseguir un diseño óptimo se sugiere realizar más estudios comparativos con otras metodologías tales como: Walker, Módulo de fineza, global, Füller, etc.

REFERENCIAS

- Abanto, Flavio. 2009.** *Tecnología del concreto.* Lima : San Marcos E.I.R.L., 2009. 978-612-302-060-6.
- Alvarado, Alvaro. 2011.** *Análisis de métodos para el estudio granulométrico de áridos de mezclas asfálticas.* Santiago de Chile : Universidad de Chile, 2011.
- American Concrete Institute. 2015.** *Guide for Concrete Floor and Slab Construction.* Estados Unidos : American Concrete Institute, 2015.
- Arias, Fidas. 2012.** *El proyecto de investigación.* Venezuela : Episteme C.A., 2012.
- Baena, Guillermina. 2014.** *Metodología de la investigación.* México : Patria, 2014. 978-607-744-003-1.
- Centro Nacional de Tecnología de Pavimentos de Concreto. 2015.** *Áridos mezclados para optimización de la mezcla de hormigón.* Estados Unidos : Federal Highway Administration, 2015.
- Díaz, Francisco, Granadeño, Fredy y Santos, Elder. 2013.** *Evaluación y comparación de módulos de ruptura para mezclas de concreto hidráulico utilizados en pavimentos rígidos aplicando granulometría Fuller y Shilstone.* Ciudad Universitaria : Universidad de El Salvador, 2013.
- Factores influyentes en la calidad del concreto: una encuesta a los actores relevantes de la industria del hormigón.* **Orozco, M., y otros. 2018.** 2, s.l. : Universidad de la Costa, 2018, Revista ingeniería de construcción, Vol. 33. 0718-5073.
- Hernández, Roberto, Fernández, Carlos y Baptista, Pilar. 2014.** *Metodología de la investigación.* México : McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES S.A., 2014. 978-1-4562-2396-0.
- Herrera, Paul y Vargas, Hernan. 2018.** *Optimización de mezclas de concreto mediante la aplicación del método Walker y la introducción de un aditivo experimental.* Bogotá : Universidad Santo Tomás, 2018.
- Holcim Concretos S.A.** *Diseño de mezcla.*
- Instituto del cemento Portland Argentino. 2016.** *Diseño de mezclas de hormigón para pavimentos.* Argentina : Instituto del cemento Portland Argentino, 2016.
- Instituto Mexicano del cemento y del concreto. 2015.** *Guía para la construcción de losas y pisos de concreto.* México : Instituto Mexicano del cemento y del concreto, 2015.
- Kumar, P. y Monteiro, Paulo.** *Concreto: Estructura, propiedades y materiales.* México : Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C.

Larrain, Blas. 2019. *Análisis anova del efecto de la granulometría dentro del gráfico de Shilstone en el desempeño global de los pavimentos de hormigón.* Valparaiso : Universidad Técnica Federico Santa María, 2019.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. 2016. *Manual de ensayo de materiales.* Lima : Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2016.

Rivva, Enrique. 2014. *Diseño de mezcla.* Lima : Instituto de la construcción y gerencia, 2014.

—. **2014.** *Naturaleza y materiales del concreto.* Lima : Instituto americano del concreto, 2014.

Romero, Herman. 2019. *Estudio comparativo de 3 métodos de diseño de mezclas en la resistencia a la compresión del concreto.* Trujillo : Universidad Nacional de Trujillo, 2019.

Taico, Piero. 2020. *Influencia del tamaño máximo nominal del agregado grueso en la resistencia y costo del concreto, teniendo en cuenta 3 métodos de diseño de mezcla.* Cajamarca : Universidad Privada del Norte, 2020.

Tamayo, Mario. 2003. *El proceso de la investigación científica.* México : Limusa S.A., 2003.

Vázquez, Kelly. 2013. *Obtención del mejor método para elaborar el diseño de mezcla del concreto, al comparar los métodos ACI, Fuller, Walker y Módulo de Fineza de la combinación de agregados, para una resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (a los 28 días).* Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca, 2013.

Wisconsin concrete pavement association. 2018. *Taller de pavimento de hormigón de la WCAP - 15 de febrero de 2018.* 2018.

ANEXOS

a) Matriz de consistencia

TITULO: Influencia de la combinación de agregados y diseño de mezcla en la calidad del concreto para pavimentos rígidos, Huancayo							
2021							
MATRIZ DE CONSISTENCIA							
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADOR	INSTRUMENTO	METODOLOGÍA
En la actualidad en la mayoría de obras se utiliza al concreto como parte de las estructuras de muros, vigas, obras de arte, columnas y pavimentos, dichos elementos generalmente son diseñados con el tradicional método ACI, el cual es un método antiguo que tiene sus limitaciones y que han sido superado por metodologías modernas. ¿Qué metodología moderna se podría implementar a un diseño de mezcla de concreto que supere las limitaciones del ACI?	Implementar metodologías modernas al diseño de mezcla del concreto y compararlas con el ACI.	Una metodología que se podría implementar al diseño de mezcla del concreto y que podría ofrecer mejores ventajas con respecto al ACI es Shilstone.	Variable Independiente: VI1: Combinación de agregados	D1: Curva de la Tarántula	I1: Porcentaje de retenidos en cada malla	Ficha control	Método científico Tipo Aplicada Nivel Explicativo Diseño Experimental Población 88 testigos de concreto Muestra 72 testigos de concreto Muestreo Por conveniencia Técnica Observación directa
				D2: Carta de Shilstone	I1: Factor Grosor	Ficha control	
					I2: Factor de trabajabilidad	Ficha control	
			D3: Carta a la Potencia 0.45	I1: Porcentaje de pasantes de cada malla.	Ficha control		
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPOTESIS ESPECÍFICOS					

<p>Problema específico 1 El ACI no evalúa una granulometría integral y asume valores empíricos del volumen del agregado grueso en función del tamaño máximo de la piedra y del módulo de fineza del agregado fino, esa práctica no garantiza la óptima combinación de los agregados para el diseño de mezcla del concreto. ¿De qué manera se podría garantizar la óptima combinación de agregados para el diseño de mezcla del concreto?</p>	<p>Objetivo específico 1 Optimizar la combinación de agregados para un diseño de mezcla de concreto.</p>	<p>Hipótesis específica 1 Se podría garantizar la óptima combinación de agregados para el diseño del mezcla del concreto mediante los parámetros de la Curva de la tarántula, el factor grosor y el factor trabajabilidad.</p>	<p>Variable Independiente: VI2: Diseño de Mezcla del concreto</p>	D1: ACI	I1: Dosificación de Componentes	Ficha control
				D2: Metodología Shilstone	I1: Dosificación de Componentes	Ficha control
<p>Problema específico 2 Las construcciones basadas en la autogestión y autoconstrucción producen concretos de manera empírica, ello no garantiza concretos de calidad, ya que las dosificaciones de sus componentes no son controlados ni supervisados por los especialistas en el tema. ¿De qué manera se podría diseñar un concreto que cumpla con los estándares de calidad?</p>	<p>Objetivo específico 2 Diseñar concretos que cumplan con la resistencia requerida.</p>	<p>Hipótesis específica 2 Mediante el análisis del agregado combinado en la Carta de la Potencia 0.45 se podría diseñar un concreto que cumpla con los estándares de calidad en base a su resistencia y el empleo de menos cantidad de material cementante.</p>	<p>Variable dependiente: VD1: Calidad del concreto</p>	D1: Propiedades del concreto fresco	I1: Consistencia I2: Contenido de Aire	Ficha control

<p>Problema específico 3 En el Perú más del 70% de las construcciones en general son informales, en las que existe tendencia a un uso excesivo de los componentes del concreto, debido al desconocimiento del empleo de metodologías para el diseño de mezcla. ¿Cómo se podría optimizar los componentes en el diseño de mezcla del concreto?</p>	<p>Objetivo específico 3 Diseñar concretos que optimicen sus componentes en pavimentos rígidos.</p>	<p>Hipótesis específica 3 Mediante una metodología que parte de la combinación de agregados se podría optimizar los componentes del concreto.</p>		<p>D2: Propiedades del Concreto endurecido</p>	<p>I1: Resistencia a la compresión del concreto I2: Resistencia a la flexión del concreto</p>	<p>Ficha control</p>	
---	---	---	--	---	--	----------------------	--

b) Panel fotográfico



Imagen 1. Cuarteo del AF.
Fuente: Producción propia, 2021.



Imagen 2. Tamizado del AF.
Fuente: Producción propia, 2021.



Imagen 3. Granulometría del AF.
Fuente: Producción propia, 2021.



Imagen 4. Granulometría del AG.
Fuente: Producción propia, 2021.



Imagen 5. Ensayo peso específico del AF.
Fuente: Producción propia, 2021.



Imagen 6. Curado de testigos de concreto.
Fuente: Producción propia, 2021.



Imagen 7. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto.
Fuente: Producción propia, 2021.

c) Certificados de los ensayos realizados



EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

N° DE CERTIFICADO: 001-TFGF-01
 CLIENTE: KATIA YESENIA TUPAC YUPANQUI MACHACA
 PROYECTO:
 SOLICITANTE: KATIA YESENIA TUPAC YUPANQUI MACHACA
 CANTERA A.F.: Mito
 CANTERA A.G.: Burgos - Pilcomayo
 FECHA DE EMISION: viernes, 1 de Octubre de 2021

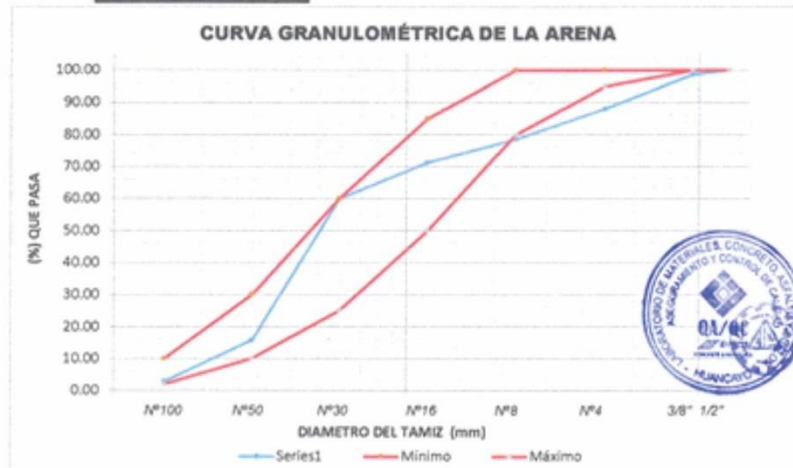
GRANULOMETRÍA
CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS

CÓDIGO: NTP 400.012

TÍTULO: Norma Técnica Peruana (Granulometría de los Agregados)

GRANULOMETRÍA						HUSO: Arena Gruesa	
TAMIZ	DIAMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) Q' PASA	MINIMO	MAXIMO
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/8"	9.525	27.00	1.36	1.36	98.64	100	100
N° 4	4.75	210.00	10.60	11.96	88.04	100	95
N° 8	2.36	186.00	9.38	21.34	78.66	100	80
N° 16	1.18	146.00	7.37	28.71	71.29	85	50
N° 30	0.59	224.00	11.30	40.01	59.99	60	25
N° 50	0.297	876.00	44.20	84.21	15.79	30	10
N° 100	0.149	256.00	12.92	97.12	2.88	10	2
N° 200	0.07	43.00	2.17	99.29	0.71		
FONDO	0.000	14.00	0.71	100.00	0.00		
SUMA		1982.00	100.00				

M.F. = 2.85



[Firma]
 Ing. Leoncio Prado
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 224751

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

cel: RPM 920137591 RPC 979702825

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

N° DE CERTIFICADO: 001-TFPE-02
 CLIENTE: KATIA YESENIA TUPAC YUPANQUI MACHACA
 PROYECTO:
 SOLICITANTE: KATIA YESENIA TUPAC YUPANQUI MACHACA
 CANTERA A.F.: Mito
 CANTERA A.G.: Burgos - Pilcomayo
 FECHA DE EMISION: viernes, 1 de Octubre de 2021

**PESO ESPECIFICO
 CARACTERIZACION DE AGREGADOS**

CÓDIGO: NTP 400.021

TÍTULO: Método de ensayo para determinar el peso específico del agregado

PESO ESPECIFICO - AGREGADO FINO				
DATOS	UND	M1	M2	M3
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO	gr	500	500	500
PESO FIOLA + AGUA	gr	722.6	718	688.4
PESO FIOLA + AGUA + PESO DE LA MUESTRA SSS	gr	1030.4	1024.5	972.7
PESO DE LA MUESTRA SECA	gr	490.6	480	486.5
PESO ESPECIFICO DE MUESTRAS	kg/cm ³	2.55	2.53	2.49
PESO ESPECIFICO DE MASA	kg/cm ³	2.52		
PESO ESPECIFICO DE LA MUESTRA SSS	kg/cm ³	2.58		
PESO ESPECIFICO APARENTE	kg/cm ³	2.68		
% ABSORCION DE MUESTRAS	%	1.92	2.25	2.77
% ABSORCION	%	2.31		

PESO ESPECIFICO - AGREGADO GUESO 1/2"				
DATOS	UND	M1	M2	M3
PESO DE LA MUESTRA SECO AL HORNO	g	2108	2093	2048
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO	g	2128	2117	2073
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO SUMERGIDO + CANASTA	g	2222	2184	2180
PESO DE LA CANASTILLA	g	895	897	897
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO SUMERGIDO	g	1327	1287	1283
PESO ESPECIFICO DE MASA	g/cm ³	2.632	2.522	2.592
PROMEDIO PESO ESPECIFICO DE MASA	g/cm ³	2.58		
PROMEDIO PESO ESPECIFICO SSS	g/cm ³	2.61		
PROMEDIO PESO ESPECIFICO APARENTE	g/cm ³	2.66		
% ABSORCION DE MUESTRAS	%	0.949	1.147	1.221
PROMEDIO % ABSORCION	%	1.11		

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004-1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com


 Wilfredo S. Muñoz Caluana
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 224751
 cel: RPM 920137591 / RPC 979702825

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

N° DE CERTIFICADO: 001-TFPE-01
 CLIENTE: KATIA YESENIA TUPAC YUPANQUI MACHACA
 PROYECTO:
 SOLICITANTE: KATIA YESENIA TUPAC YUPANQUI MACHACA
 CANTERA A.F.: Mto
 CANTERA A.G.: Burgos - Pilcomayo
 FECHA DE EMISION: viernes, 1 de Octubre de 2021

PESO ESPECIFICO
 CARACTERIZACION DE AGREGADOS

CÓDIGO: NTP 400.021

TITULO: Método de ensayo para determinar el peso específico del agregado

PESO ESPECIFICO - AGREGADO FINO				
DATOS	UND	M1	M2	M3
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO	gr	500	500	500
PESO FIOLA + AGUA	gr	722.6	718	688.4
PESO FIOLA + AGUA + PESO DE LA MUESTRA SSS	gr	1030.4	1024.5	972.7
PESO DE LA MUESTRA SECA	gr	490.6	489	486.5
PESO ESPECIFICO DE MUESTRAS	kg/cm3	2.55	2.53	2.49
PESO ESPECIFICO DE MASA	kg/cm3	2.52		
PESO ESPECIFICO DE LA MUESTRA SSS	kg/cm3	2.58		
PESO ESPECIFICO APARENTE	kg/cm3	2.68		
% ABSORCION DE MUESTRAS	%	1.92	2.25	2.77
% ABSORCION	%	2.31		

PESO ESPECIFICO - AGREGADO GUESO 3/4"				
DATOS	UND	M1	M2	M3
PESO DE LA MUESTRA SECO AL HORNO	g	3061	3154	3123
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO	g	3096	3187	3136
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO SUMERGIDO + CANASTA	g	2823	2882	2846
PESO DE LA CANASTILLA	g	899	897	896
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO SUMERGIDO	g	1924	1985	1950
PESO ESPECIFICO DE MASA	g/cm3	2.612	2.624	2.633
PROMEDIO PESO ESPECIFICO DE MASA	g/cm3	2.62		
PROMEDIO PESO ESPECIFICO SSS	g/cm3	2.65		
PROMEDIO PESO ESPECIFICO APARENTE	g/cm3	2.68		
% ABSORCIÓN DE MUESTRAS	%	1.143	1.046	0.416
PROMEDIO % ABSORCIÓN	%	0.87		

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com



Wendy S. Mirra Caluana
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 224751
 cel: RPM 9201 77591 RPC 979702825

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

N° DE CERTIFICADO: 001-TFPU-02
 CLIENTE: KATIA YESENIA TUPAC YUPANQUI MACHACA
 PROYECTO:
 SOLICITANTE: KATIA YESENIA TUPAC YUPANQUI MACHACA
 CANTERA A.F.: Miño
 CANTERA A.G.: Burgos - Pilcomayo
 FECHA DE EMISION: viernes, 1 de Octubre de 2021

**PESO UNITARIO SUELTO / PESO UNITARIO COMPACTADO
 CARACTERIZACION DE AGREGADOS**

CÓDIGO: NTP 400.017

TÍTULO: Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado

PESO UNITARIO SUELTO-AGREGADO GRUESO 1/2"				
I. PESO UNITARIO SUELTO SECO - PUSS	UND	M1	M2	M3
PESO DEL RECIPIENTE (Kg)	kg	4.14	4.14	4.14
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE (Kg)	kg	18.05	18.11	17.76
PESO DE LA MUESTRA SUELTA (Kg)	kg	13.91	13.97	13.62
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m3)	m3	0.00944	0.00944	0.00944
PESO UNITARIO SUELTO SECO (Kg/cm3)	kg/m3	1474	1480	1443
PESO UNITARIO SUELTO SECO (Kg/cm3)	kg/m3		1466	

PESO UNITARIO COMPACTADO-AGREGADO GRUESO 1/2"				
II. PESO UNITARIO COMPACTADO SECO - PUCS	UND	M1	M2	M3
PESO DEL RECIPIENTE (Kg)	kg	4.14	4.14	4.14
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE (Kg)	kg	18.85	18.69	18.55
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (Kg)	kg	14.71	14.55	14.41
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m3)	m3	0.00944	0.00944	0.00944
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO	kg/m3	1558	1541	1527
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO	kg/m3		1542	



Wendy S. Alvarez Colman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 224751

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

cel: RPM 920137591 RPC 979702825

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

N° DE CERTIFICADO: 001-TFPU-02
 CLIENTE: KATIA YESENIA TUPAC YUPANQUI MACHACA
 PROYECTO:
 SOLICITANTE: KATIA YESENIA TUPAC YUPANQUI MACHACA
 CANTERA A.F.: Mito
 CANTERA A.G.: Burgos - Pilcomayo
 FECHA DE EMISION: viernes, 1 de Octubre de 2021

**PESO UNITARIO SUELTO / PESO UNITARIO COMPACTADO
 CARACTERIZACION DE AGREGADOS**

CÓDIGO: NTP 400.017

TÍTULO: Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado

PESO UNITARIO SUELTO-AGREGADO GRUESO 3/4"				
I. PESO UNITARIO SUELTO SECO - PUSS	UND	M1	M2	M3
PESO DEL RECIPIENTE (Kg)	kg	4.14	4.14	4.14
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE (Kg)	kg	17.60	17.65	17.26
PESO DE LA MUESTRA SUELTA (Kg)	kg	13.46	13.51	13.13
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m3)	m3	0.00944	0.00944	0.00944
PESO UNITARIO SUELTO SECO (Kg/m3)	kg/m3	1426	1432	1391
PESO UNITARIO SUELTO SECO (Kg/m3)	kg/m3	1416		

PESO UNITARIO COMPACTADO-AGREGADO GRUESO 3/4"				
II. PESO UNITARIO COMPACTADO SECO - PUCS	UND	M1	M2	M3
PESO DEL RECIPIENTE (Kg)	kg	4.14	4.14	4.14
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE (Kg)	kg	17.83	18.18	18.07
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (Kg)	kg	13.694	14.04	13.933
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m3)	m3	0.00944	0.00944	0.00944
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO	kg/m3	1451	1487	1476
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO	kg/m3	1471		



[Signature]
 Wladimir S. Muñoz Cahuana
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 224751

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

cel: RPM 920137591 RPC 979702825

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

N° DE CERTIFICADO: 001-TFPU-01
 CLIENTE: KATIA YESENIA TUPAC YUPANQUI MACHACA
 PROYECTO:
 SOLICITANTE: KATIA YESENIA TUPAC YUPANQUI MACHACA
 CANTERA A.F.: Mito
 CANTERA A.G.: Burgos - Pilcomayo
 FECHA DE EMISION: viernes, 1 de Octubre de 2021

**PESO UNITARIO SUELTO / PESO UNITARIO COMPACTADO
 CARACTERIZACION DE AGREGADOS**

CÓDIGO: NTP 400.017

TÍTULO: Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado

PESO UNITARIO SUELTO-AGREGADO FINO				
I. PESO UNITARIO SUELTO SECO - PUSS	UND	M1	M2	M3
PESO DEL RECIPIENTE (Kg)	kg	2.128	2.128	2.128
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE (Kg)	kg	6.474	6.482	6.477
PESO DE LA MUESTRA SUELTA (Kg)	kg	4.346	4.354	4.349
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m3)	m3	0.00283	0.00283	0.00283
PESO UNITARIO SUELTO SECO (Kg/cm3)	kg/m3	1535	1538	1536
PESO UNITARIO SUELTO SECO (Kg/cm3)	kg/m3	1536		

PESO UNITARIO COMPACTADO-AGREGADO FINO				
II. PESO UNITARIO COMPACTADO SECO - PUCS	UND	M1	M2	M3
PESO DEL RECIPIENTE (Kg)	kg	2.128	2.128	2.128
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE (Kg)	kg	6.806	6.765	6.755
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (Kg)	kg	4.678	4.64	4.627
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m3)	m3	0.00283	0.00283	0.00283
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO	kg/m3	1652	1638	1634
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO	kg/m3	1641		



Ing. Leoncio Prado
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 224751

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

cel: RPM 920137591 RPC 979702825

**DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO - $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CEMENTO ANDINO TIPO I -
METODO ACI 211.1**


DISEÑO DE MEZCLA : METODO ACI
 FECHA DE ENSAYO : 02/10/2021
 CLIENTE : KATIA YESENIA TUPAC YUPANQUI
 PROYECTO :

**DISEÑO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, PATRON
 DATOS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA**

PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
PESO UNITARIO SUELTO	1536 kg/m ³	1416 kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO	1641 kg/m ³	1558 kg/m ³
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.50 g/cm ³	2.62 g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD(%w)	1.31%	0.06%
PORCENTAJE DE ABSORCION	2.31%	0.87%
MODULO DE FINURA	2.85	6.89
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	-	3/4"
PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO	3.15 g/cm ³	
ADITIVO MasterRheobuild 1003	1.21 g/cm ³	

DISEÑO DE MEZCLA

PASO 01: Determinación de $f'cr$	<i>Nota:</i>	Se suma al $f'c$
$f'c = 280$		
$f'cr = 364 \text{ kg/cm}^2$		
		$f'c < 210$ 70
		$210 \leq f'c \leq 350$ 84
		$f'c > 350$ 98
PASO 02: Calculo de Agua (INTERPOLAR)		
(%) AIRE ATRAPADO 2 %	4 -----> 200	
SLUMP = 4"	4 -----> X = 200.00	
$T_{nmax} = 3/4"$	7 -----> 210	
AGUA = 200.00 lt.		
PASO 03: Calculo de Cemento	400 -----> 0.43	
$f'cr = 364$	364 ----->	
a/c = interpolar ----->	350 -----> 0.48	
a/c interp. = 0.47		
Cemento = 426 kg.		



INGENIERO CIVIL
 CIP. 224751

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004:1993)
 Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
 e-mail: areaqcexpress@gmail.com



PASO 04: Calculo de Pd y Ar
 Vol. Pd+Ar = 0.645
 Se determinó el porcentaje definitivo de piedra y arena para la combinación de agregados

%Pd =	56.70%								
%Ar =	43.30%	VOL	%	2.8	----->	0.62			
Pd =	959.00	0.366	56.75	2.85	----->	X =	0.615		
Ar =	703.00	0.279	43.25	3	----->	0.6			

PASO 05: Correccion de Pd y Ar por Humedad

Pd =	959.58	kg.
Ar =	712.21	kg.

PASO 06: Corrección de Agua

H2O-Pd =	-7.77	
H2O-Ar =	-7.03	
H2O-Obra =	214.8	lt.

CUADRO DE RESUMEN

MATERIALES	DISEÑO ESTÁTICO				DISEÑO EN OBRA				MEDIDA	
	PESO	P.E.	VOL. ABSOLUTO	PESO R.U.	PESO	PESO R.U.	BRIQUET A 4"x8" (3kg)	CONO DE ABRAMS (25kg)		
CEMENTO	426	3.15	0.135	1	426	1	0.55	4.60	kg	
ADITIVO MasterRheobuild 1003	2.897	1.21	0.00339	0.0068	2.897	0.0068	0.00374	0.00313	kg	
AGUA	200	1	0.200	0.469	215	0.505	0.28	2.33	kg	
PIEDRA	959	2.62	0.366	0.64	2.251	960	2.254	1.25	10.38	kg
ARENA	703	2.52	0.279	5	1.650	712	1.671	0.92	7.69	kg
AIRE %	2		0.020							

CONCRETE & MATERIALS



Wendy S. Muñoz Caluana
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 224751

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004:1993)
 Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
 e-mail: areaqcexpress@gmail.com



EMPRESA QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.



DISEÑO DE MEZCLA SHILSTONE "A" - $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA : SHILSTONE "A"
 EXPEDIENTE : 01 - DM - KY 01-1
 CLIENTE : KATIA YESENIA TUPAC YUPANQUI MACHACA
 PROYECTO :

FECHA DE ENSAYO: 12/10/2021
 FECHA DE EMISION: 18/10/2021

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS MATERIALES

M.F. Arena	2.85	Vol. Agregados	0.64
M.F. Piedra 1/2	5.90	Arena	37 %
M.F. Piedra 3/4	6.89	M.F. Piedra 1/2	9.5 %
M.F. Global	4.87	M.F. Piedra 3/4	53.5 %
		Total	100

DOSIFICACION
 REHOBILL 1003 = 0.68 % = 2.90 g

MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m ³	PESO SECO kg/m ³	VOL	PESO S.S.S.	CORRECCION POR HUMEDAD	PROBETAS 4"XB"	CONO DE ABRAMS	1 BOLSA DE CEMENTO	UNID.
Cemento T I	UNACEM	3150	426	0.13524	426	426	0.75	4.69	42.50	kg
Agua	POTABLE	1000	200	0.20000	223	214.94	0.38	2.36	21.44	kg
Arena	CANTERA ORCOTUNA	2520	598.94	0.23768	599	592.95	1.04	6.52	59.16	kg
M.F. Piedra 1/2	CANTERA PILCOMAYO	2580	157.44	0.06102	157.44	155.79	0.27	1.71	15.54	kg
M.F. Piedra 3/4	CANTERA PILCOMAYO	2620	900.41	0.34367	900	893.11	1.57	9.82	89.11	kg
REHOBILL 1003	BASF	1210	2.90	0.00239	2.90	2.90	0.005	0.03	0.29	g
Aire			2.0%	0.02000						
TOTAL			2286	1.00000		2286			25.11	227.75



Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com



EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.



DISEÑO DE MEZCLA : SHILSTONE "A"

: 01 - DM - KY 01-2

CLIENTE

PROYECTO

: KATIA YESENIA TUPAC YUPANQUI MACHACA

FECHA DE ENSAYO: 12/10/2021

FECHA DE EMISIÓN: 18/10/2021

	Agregado Fino				Agregado Grueso			
	Agregado Fino 1		Agregado Fino 2		Agregado Grueso 3/4		Agregado Grueso 1/2	
	100.0%		0%		85.0%		15.0%	
	Peso Retenido	% Retenido Acumulado	Peso Retenido	% Retenido Acumulado	Peso Retenido	% Retenido Acumulado	Peso Retenido	% Retenido Acumulado
2"	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.00	0.0%
1 1/2"	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.00	0.0%
1"	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.00	0.0%
3/4"	0.0	0.0%	0.0	0.0%	1134.0	23.0%	0.00	0.0%
1/2"	0.0	0.0%	0.0	0.0%	1825.0	59.9%	37.00	2.0%
3/8"	24.0	1.2%	0.0	0.0%	803.0	76.2%	557.00	32.2%
N 4	205.0	11.8%	0.0	0.0%	1047.0	97.3%	635.00	66.7%
N 8	186.0	21.3%	0.0	0.0%	30.0	98.0%	525.00	95.2%
N 16	146.0	28.8%	0.0	0.0%	11.0	98.2%	56.00	96.2%
N 30	223.0	40.3%	0.0	0.0%	5.0	98.3%	10.00	96.8%
N 50	880.0	85.5%	0.0	0.0%	9.0	98.5%	4.00	99.0%
N 100	234.0	97.5%	0.0	0.0%	54.0	99.6%	4.00	99.2%
N 200	37.0	99.4%	0.0	0.0%	20.0	100.0%	12.00	99.8%
fondo	11.0	100.0%	0.0	0.0%	2.0	100.0%	3.00	100.0%
SUMAS	1946.0 gr.	M.F. = 2.85	0.0 gr.	M.F. = 0.00	4,940.0 gr.		1,843.0 gr.	

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cal. RPM 920137591 RPC 979702825

e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com



GROUP



CONSTRUCCION

DISEÑO DE MEZCLA : SHILSTONE "A"

EXPEDIENTE : 01 - DM -KY 01-3

CLIENTE : KATIA YESENIA TUPAC YUPANQUI MACHACA

PROYECTO :

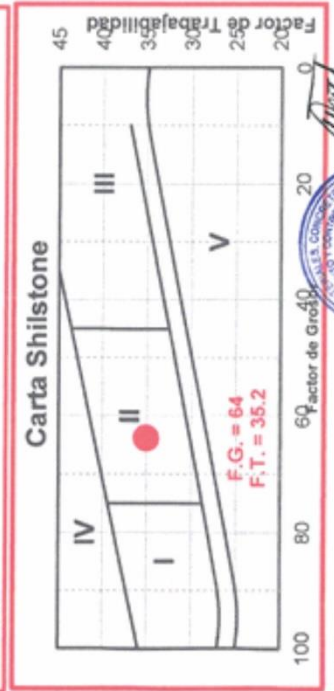
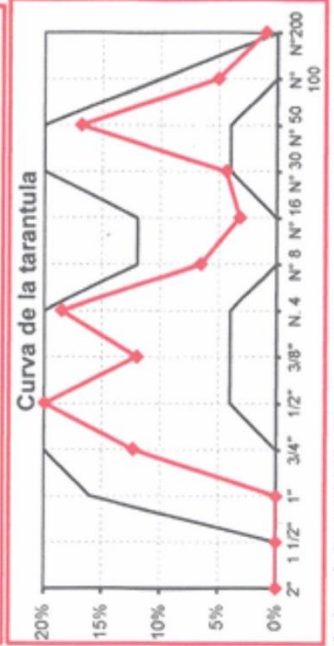
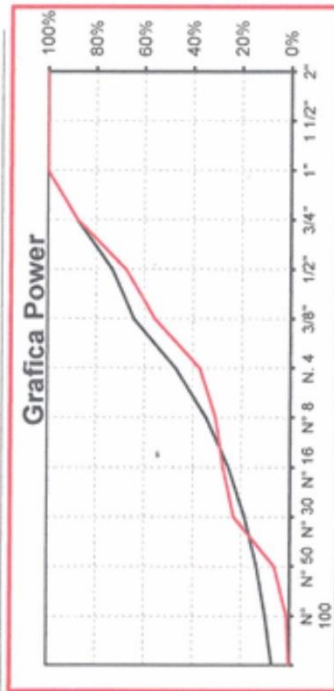
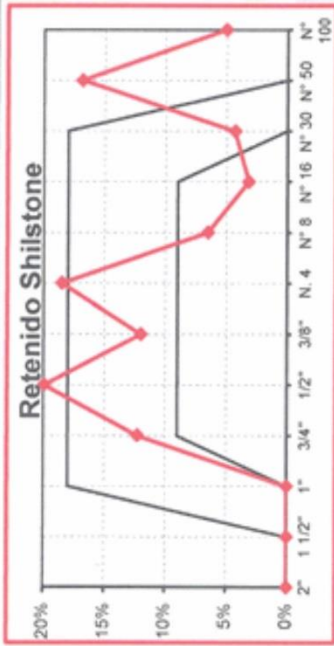
FECHA DE ENSAYO: 12/10/2021

FECHA DE EMISIÓN: 18/10/2021



EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.

DISEÑO DE MEZCLA SHILSTONE "A" - $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$



Wladimir S. Miralles Cabañero
INGENIERO CIVIL
CIP: 224751

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

DISEÑO DE MEZCLA : SHILSTONE "B"
EXPEDIENTE : 01 - DM - KY 02-1
CLIENTE : KATIA YESENIA TUPAC YUPANQUI MACHACA
PROYECTO :

FECHA DE ENSAYO: 13/10/2021
FECHA DE EMISION: 18/10/2021

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS MATERIALES

M.F. Arena	2.85	Vol. Agregados	0.64
M.F. Piedra 1/2	5.90	Arena	3.5 %
M.F. Piedra 3/4	6.89	M.F. Piedra 1/2	22.7 %
M.F. Global	5.25	M.F. Piedra 3/4	42.3 %
		Total	100

DOSIFICACION

REHOBILL 1003 = 0.68 % = 2.90 R

MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m ³	PESO SECO kg/m ³	VOL.	PESO S.S.S.	CORRECCION POR HUMEDAD	PROBETAS 4"XB"	CONO DE ABRAMS	1 BOLSA DE CEMENTO	UNID.
Cemento T1	UNACEM	3150	426	0.13524	426	426	0.75	4.69	42.50	kg
Agua	POTABLE	1000	200	0.20000	223	215.38	0.38	2.37	21.49	kg
Arena	CANTERA ORCOTUNA	2520	566.57	0.22483	567	560.90	0.98	6.17	55.96	kg
M.F. Piedra 1/2	CANTERA PILCOMAYO	2580	372.26	0.14582	372.26	372.26	0.65	4.09	37.14	kg
M.F. Piedra 3/4	CANTERA PILCOMAYO	2620	711.91	0.27172	712	706.14	1.25	7.77	70.44	kg
REHOBILL 1003	BASF	1210	2.90	0.00239	2.90	2.90	0.005	0.03	0.29	R
Aire			2.0%	0.02000						
TOTAL			2284	1.00000		2284	4.00	45.09	227.04	



Wendy S. Muñoz Calvarina
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 224751

DISEÑO DE MEZCLA : SHILSTONE "B"
 EXPEDIENTE : 01 - DM - KY 02-2
 CLIENTE : KATIA YESENIA TUPAC YUPANQUI MACHACA
 PROYECTO :

FECHA DE ENSAYO: 13/10/2021
 FECHA DE EMISION: 18/10/2021

	Agregado Fino				Agregado Grueso			
	35.0%		0%		65.0%		35.0%	
	Agregado Fino 1	Agregado Fino 2	Agregado Grueso 1	Agregado Grueso 2	Agregado Fino 1	Agregado Fino 2	Agregado Grueso 1	Agregado Grueso 2
	100%							
	Peso Retenido	% Retenido Acumulado	Peso Retenido	% Retenido Acumulado	Peso Retenido	% Retenido Acumulado	Peso Retenido	% Retenido Acumulado
2"	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.00	0.0%
1 1/2"	0.0	-0.0%	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.00	0.0%
1"	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.00	0.0%
3/4"	0.0	0.0%	0.0	0.0%	1134.0	23.0%	0.00	0.0%
1/2"	0.0	0.0%	0.0	0.0%	1825.0	59.9%	37.00	2.0%
3/8"	24.0	1.2%	0.0	0.0%	803.0	76.2%	557.00	32.2%
N 4	205.0	11.8%	0.0	0.0%	1047.0	97.3%	635.00	66.7%
N 8	186.0	21.3%	0.0	0.0%	30.0	98.0%	525.00	95.2%
N 16	149.0	28.8%	0.0	0.0%	11.0	98.2%	56.00	98.2%
N 30	223.0	40.3%	0.0	0.0%	5.0	98.3%	10.00	98.8%
N 50	880.0	85.5%	0.0	0.0%	9.0	98.5%	4.00	99.0%
N 100	234.0	97.5%	0.0	0.0%	54.0	99.6%	4.00	99.2%
N 200	37.0	99.4%	0.0	0.0%	20.0	100.0%	12.00	99.8%
fondo	11.0	100.0%	0.0	0.0%	2.0	100.0%	3.00	100.0%
SUMAS	1946.0 gr.	M.F. = 2.85	0.0 gr.	M.F. = 0.00	4,940.0 gr.		1,843.0 gr.	

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com


 WILSON S. JILINCE CALZADILLA
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 224761

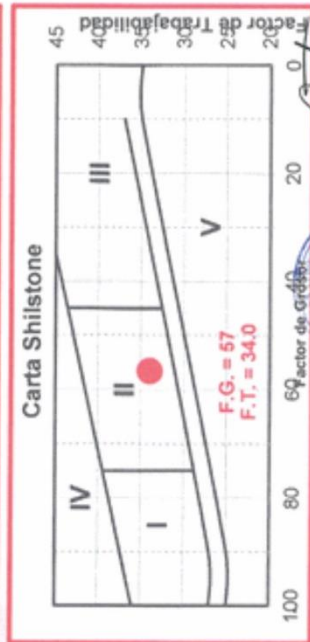
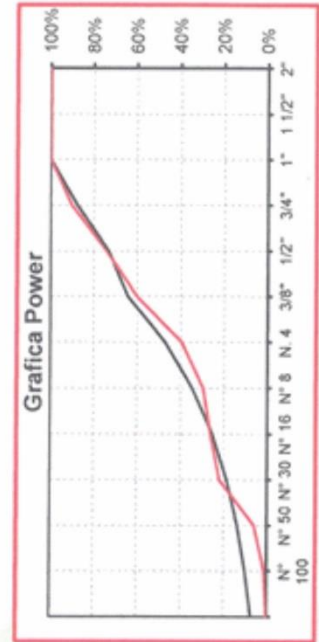
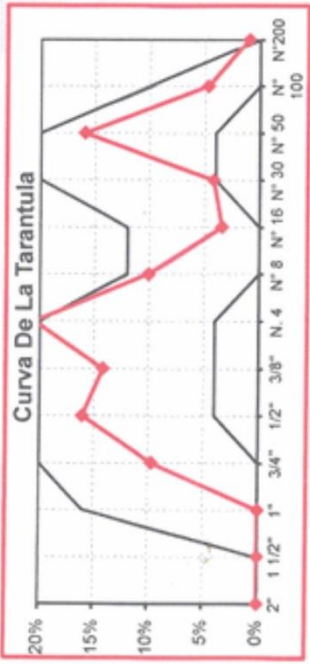
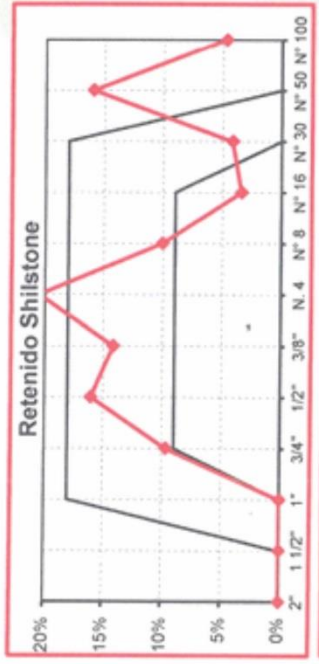


EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.
 DISEÑO DE MEZCLA SHILSTONE "B" - $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$



CONSTRUCCIÓN
 DISEÑO DE MEZCLA : SHILSTONE "B"
 EXPEDIENTE : 01 - DM -KY 02-3
 CLIENTE : KATIA YESENIA TUPAC YUPANQUI MACHACA
 PROYECTO :

FECHA DE ENSAYO: 13/10/2021
 FECHA DE EMISIÓN: 18/10/2021



Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com



Ing. Ricardo Almirante Cullumayo
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 224751

DISEÑO DE MEZCLA : SHILSTONE "C"

EXPEDIENTE : 01 - DM -KY 03-1

CLIENTE :

PROYECTO : KATIA YESENIA TUPAC YUPANQUI MACHACA

FECHA DE ENSAYO: 14/10/2021

FECHA DE EMISIÓN: 18/10/2021

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES

M.F. Arena	2.85	Vol. Agregados	0.64
M.F. Piedra 1/2	5.90	Arena	42.5 %
M.F. Piedra 3/4	6.89	M.F. Piedra 1/2	14.1 %
M.F. Global	5.04	M.F. Piedra 3/4	43.4 %
		TotaI	100

DOSIFICACION

REHOBILL 1003 = 0.68 % = 2.90 R

MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m ³	PESO SECO kg/m ³	VOL.	PESO S.S.S.	CORRECCIÓN POR HUMEDAD	PROBETAS 4"x8"	CONO DE ABRAMS	1 BOLSA DE CEMENTO	UNID.
Cemento TI	UNACEM	3150	426	0.13524	426	426	0.75	4.69	42.50	kg
Agua	POTABLE	1000	200	0.20000	225	215.25	0.38	2.37	21.48	kg
Arena	CANTERA ORCOTUNA	2520	687.98	0.27301	688	681.10	1.20	7.49	67.95	kg
M.F. Piedra 1/2	CANTERA PILCOMAYO	2580	233.68	0.09057	233.68	231.23	0.41	2.54	23.07	kg
M.F. Piedra 3/4	CANTERA PILCOMAYO	2620	730.42	0.27879	730	724.51	1.28	7.97	72.28	kg
REHOBILL 1003	BASF	1210	2.90	0.00239	2.90	2.90	0.005	0.03	0.29	R
Aire -			2.0%	0.02000						
TOTAL			2281	1.00000		2281	4.01	25.06	227.28	

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo
 e-mail: arsaqueexpress@gmail.com

cel. RPM 920137691 RPC 979702825





QA/QC
CONSTRUCCION

EXPEDIENTE : 01 - DM - KY 03-2
CLIENTE : KATIA YESENIA TUPAC YUPANQUI MACHACA
PROYECTO :

FECHA DE ENSAYO: 14/10/2021
FECHA DE EMISION: 18/10/2021



EMPRESA QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.

DISEÑO DE MEZCLA SHILSTONE "C". $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA : SHILSTONE "C"

: 01 - DM - KY 03-2

: KATIA YESENIA TUPAC YUPANQUI MACHACA

:

	Agregado Fino						Agregado Grueso					
	Agregado Fino 1			Agregado Fino 2			Agregado Grueso 1			Agregado Grueso 2		
	100%	42.5%	0%	75.5%	57.5%	24.5%	Retenido	% Retenido Acumulado	Peso Retenido	% Retenido Acumulado	Peso Retenido	% Retenido Acumulado
2"	0.0	0.0%	0.0	0.0	0.0%	0.0	0.0	0.0%	0.00	0.0%	0.00	0.0%
1 1/2"	0.0	0.0%	0.0	0.0	0.0%	0.0	0.0	0.0%	0.00	0.0%	0.00	0.0%
1"	0.0	0.0%	0.0	0.0	0.0%	0.0	0.0	0.0%	0.00	0.0%	0.00	0.0%
3/4"	0.0	0.0%	0.0	0.0	0.0%	0.0	1134.0	23.0%	0.00	0.0%	0.00	0.0%
1/2"	0.0	0.0%	0.0	0.0	0.0%	0.0	1825.0	59.9%	37.00	2.0%	37.00	2.0%
3/8"	24.0	1.2%	0.0	0.0	0.0%	0.0	803.0	76.2%	557.00	32.2%	557.00	32.2%
N 4	205.0	11.8%	0.0	0.0	0.0%	0.0	1047.0	97.3%	635.00	66.7%	635.00	66.7%
N 8	186.0	21.3%	0.0	0.0	0.0%	0.0	30.0	98.0%	525.00	95.2%	525.00	95.2%
N 16	148.0	28.8%	0.0	0.0	0.0%	0.0	11.0	98.2%	56.00	98.2%	56.00	98.2%
N 30	223.0	40.3%	0.0	0.0	0.0%	0.0	5.0	98.3%	10.00	98.8%	10.00	98.8%
N 50	680.0	85.5%	0.0	0.0	0.0%	0.0	9.0	98.5%	4.00	99.0%	4.00	99.0%
N 100	234.0	97.5%	0.0	0.0	0.0%	0.0	54.0	99.6%	4.00	99.2%	4.00	99.2%
N 200	37.0	99.4%	0.0	0.0	0.0%	0.0	20.0	100.0%	12.00	99.8%	12.00	99.8%
fondo	11.0	100.0%	0.0	0.0	0.0%	0.0	2.0	100.0%	3.00	100.0%	3.00	100.0%
SUMAS	1946.0 gr.	M.F. = 2.85	0.0 gr.	M.F. = 0.00	4,940.0 gr.	1,843.0 gr.						



Av. Leoncio Prado N° 340 Píllcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
e-mail: areaqcexpress@gmail.com



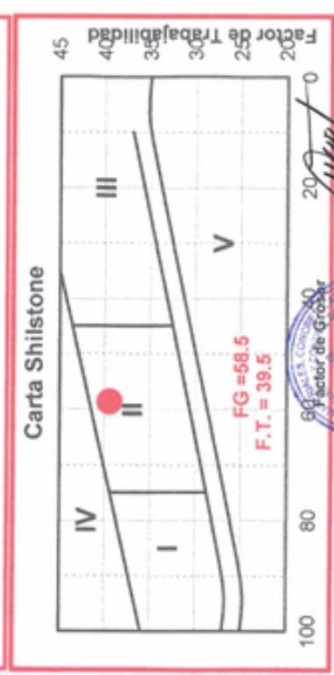
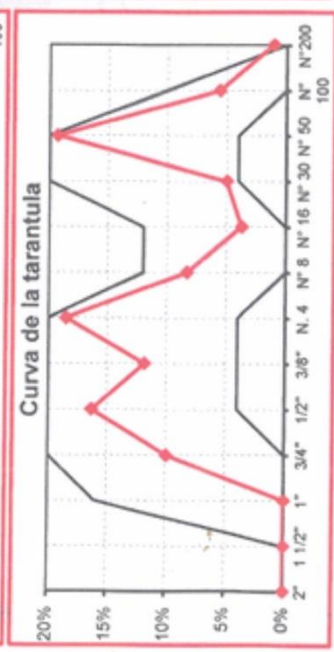
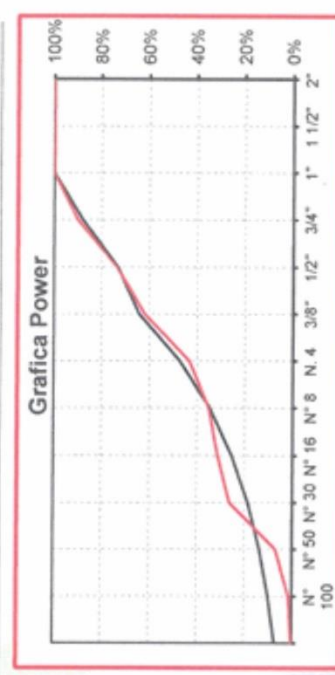
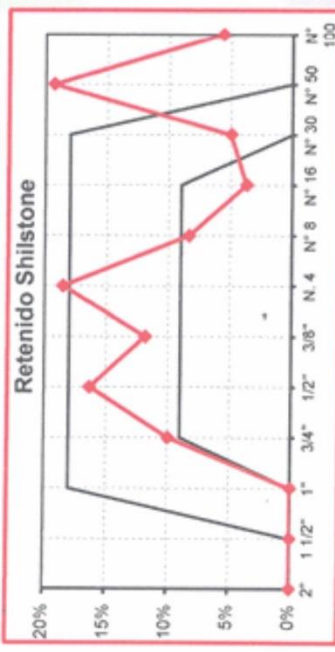
EMPRESA QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.



DISEÑO DE MEZCLA SHILSTONE "C" - $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA : SHILSTONE "C"
 EXPEDIENTE : 01 - DM - KY 03-3
 CLIENTE : KATIA YESENIA TUPAC YUPANQUI MACHACA
 PROYECTO :

FECHA DE EMISION: 18/10/2021



Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
 e-mail: areaqcexpress@gmail.com

EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 06 - RFV -KTM 01
 CLIENTE : KATIA YESENIA TUPAC YUPANQUI MACHACA
 PROYECTO :
 FECHA DE ELABORACIÓN : lunes, 25 de Octubre de 2021
 FECHA DE EMISIÓN : martes, 26 de Octubre de 2021

**ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE
 (NTP 339.046 - ASTM C138)**

DISEÑO DE MEZCLA	f _c (kg/cm ²)	FECHA DE ENSAYO	CONTENIDO DE AIRE 1 (%)	CONTENIDO DE AIRE 2 (%)	CONTENIDO DE AIRE 3 (%)	CONTENIDO DE AIRE PROMEDIO (%)	PROMEDIO DE LA TEMPERATURA DEL CONCRETO (°C)
ACI	280	25/10/2021	2.6	2.5	2.5	2.5%	23.50
SHILSTONE ZONA "A"	280	25/10/2021	1.9	1.7	1.5	1.7%	23.50
SHILSTONE ZONA "B"	280	25/10/2021	2.1	1.9	1.8	1.9%	22.50
SHILSTONE ZONA "C"	280	25/10/2021	1.8	1.9	1.9	1.9%	22.50



EXPRESS

Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOU GROUP SAC
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD GUÍA PERUANA INDECOPI, DP. 041-1983.
 Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: areaaocexpress@email.com



EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 06 - RFV -KTM 02
 CLIENTE : KATIA YESENA TUPAC YUPANQUI MACHACA
 PROYECTO :

FECHA DE ELABORACIÓN : lunes, 25 de Octubre de 2021
 FECHA DE EMISIÓN : martes, 26 de Octubre de 2021

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (Norma de Ensayo NTP 339.035 -ASTM C143)

DISEÑO DE MEZCLA	$f'c$ (kg/cm ²)	FECHA DE ENSAYO	SLUMP 1(in)	SLUMP 2 (in)	SLUMP 3 (in)	SLUMP PROMEDIO (in)	PROMEDIO DE 3 TEMPERATURA DEL AMBIENTE (°C)	PROMEDIO DE 3 TEMPERATURA DEL CONCRETO (°C)
ACI	280	27/09/2021	4	4	3 3/4	4	23.00	23.50
SHILSTONE ZONA "A"	280	27/09/2021	3 3/4	3 1/2	3 3/4	3 3/4	22.50	19.50
SHILSTONE ZONA "B"	280	27/09/2021	4 1/2	4 1/2	4 3/4	4 1/2	23.00	20.00
SHILSTONE ZONA "C"	280	28/09/2021	3 3/4	4 1/2	4 1/2	4 1/4	22.50	20.50



Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOU GROUP SAC

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO. SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD O LA PERJURIA INDECOR. CIP 004 1989
 Av. Leoncio Prado N° 340 Píllcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com



EMPRESA QA/QC CONSTRUCCION SAC

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

PROPIETARIO : KATIA YESENIA TUPAC YUPANQUI MACHACA
 PROYECTO :
 MUESTREO : REALIZADOS Y CURADOS POR EL CLIENTE EN LAB.
 EXPEDIENTE : 01-RTF01-01
 FECHA DE EMISIÓN : 17/11/2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO
 (Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 12)

ITEM	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	F _c (kg/cm ²)	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DIÁMETRO (D) (cm)	ALTURA (H) (cm)	RELACIÓN (H/D)	FACTOR DE CORRECCIÓN	PESO (Kg)	CARGA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm ²)	TIPO DE FALLA
1	DISEÑO ACI	280	20/10/2021	27/10/2021	7	10.00	20.11	2.0	1.0	3.722	229.87	298	2
2	DISEÑO ACI	280	20/10/2021	27/10/2021	7	10.00	20.10	2.0	1.0	3.704	230.26	299	2
3	DISEÑO ACI	280	20/10/2021	27/10/2021	7	9.99	20.09	2.0	1.0	3.700	231.01	301	2
4	DISEÑO ACI	280	20/10/2021	03/11/2021	14	10.00	20.07	2.0	1.0	3.801	268.12	348	2
5	DISEÑO ACI	280	20/10/2021	03/11/2021	14	9.99	20.11	2.0	1.0	3.815	265.19	345	2
6	DISEÑO ACI	280	20/10/2021	03/11/2021	14	10.00	20.09	2.0	1.0	3.798	266.54	346	2
7	DISEÑO ACI	280	20/10/2021	17/11/2021	28	10.00	20.12	2.0	1.0	3.837	277.80	361	2
8	DISEÑO ACI	280	20/10/2021	17/11/2021	28	10.00	20.08	2.0	1.0	3.809	278.56	362	2
9	DISEÑO ACI	280	20/10/2021	17/11/2021	28	10.00	20.08	2.0	1.0	3.806	280.15	364	2



NOTA:

1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon almohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-10*.



Manuel S. Manrique Cabrera
 INGENIERO CIVIL
 CIP 224751

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCirse SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD (8000 PERUANA INDECOPI: QP 104 1982).
 Av. Leoncio Prado N° 340 Píllcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: arcasarexpress@gmail.com



EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

PROPIETARIO : KATIA YESENIA TUPAC YUPANQUI MACHACA : REALIZADOS Y CURADOS POR EL CUENTE EN LAB.
 PROYECTO : : MUESTREO : 01-RTF02-01
 EXPEDIENTE : : : 17/11/2021
 FECHA DE EMISIÓN : 17/11/2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO
 (Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 12)

ÍTEM	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	F'c R (kg/cm ²)	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DIÁMETRO (D) (cm)	ALTURA (H) (cm)	RELACIÓN (H/D)	FACTOR DE CORRECCIÓN	PESO MÁXIMA (Kg)	CARGA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm ²)	TIPO DE FALLA
1	SHILSTONE ZONA A	280	20/10/2021	27/10/2021	7	10.00	20.43	2.0	1.0	3.736	266.35	346	2
2	SHILSTONE ZONA A	280	20/10/2021	27/10/2021	7	10.00	20.20	2.0	1.0	3.736	265.52	345	2
3	SHILSTONE ZONA A	280	20/10/2021	27/10/2021	7	10.00	20.03	2.0	1.0	3.774	264.80	344	2
4	SHILSTONE ZONA A	280	20/10/2021	03/11/2021	14	10.00	20.12	2.0	1.0	3.772	279.31	363	2
5	SHILSTONE ZONA A	280	20/10/2021	03/11/2021	14	10.00	20.10	2.0	1.0	3.778	278.15	361	2
6	SHILSTONE ZONA A	280	20/10/2021	03/11/2021	14	10.01	20.04	2.0	1.0	3.784	280.85	364	2
7	SHILSTONE ZONA A	280	20/10/2021	17/11/2021	28	10.01	20.06	2.0	1.0	3.764	302.10	391	2
8	SHILSTONE ZONA A	280	20/10/2021	17/11/2021	28	10.01	20.02	2.0	1.0	3.754	301.10	390	2
9	SHILSTONE ZONA A	280	20/10/2021	17/11/2021	28	10.02	20.09	2.0	1.0	3.734	300.78	389	2



NOTA:

1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon almohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M(1)°.



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERIA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD (SUA PERUANA INDECOPI GP. 044 1993).
 Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: areqaqcexpress@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

PROPIETARIO : KATIA YESENIA TUPAC YUPANQUI MACHACA MUESTREO : REALIZADOS Y CURADOS POR EL CLIENTE EN LAB.
 PROYECTO : EXPEDIENTE : 01-RTF03-01
 FECHA DE EMISION : 17/11/2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
 (Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 12)

ITEM	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	F & R (kg/cm ²)	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DIAMETRO (D) (cm)	ALTURA (H) (cm)	RELACION (H/D)	FACTOR DE CORRECCION	PESO (kg)	CARGA MAXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESION AJUAL (kg/cm ²)	TIPO DE FALLA
1	SHILSTONE ZONA B	280	20/10/2021	27/10/2021	7	10.06	20.43	2.0	1.0	3.729	249.95	319	2
2	SHILSTONE ZONA B	280	20/10/2021	27/10/2021	7	10.00	20.20	2.0	1.0	3.726	251.21	326	2
3	SHILSTONE ZONA B	280	20/10/2021	27/10/2021	7	10.05	20.35	2.0	1.0	3.725	250.65	322	2
4	SHILSTONE ZONA B	280	20/10/2021	03/11/2021	14	10.01	20.12	2.0	1.0	3.792	273.22	354	2
5	SHILSTONE ZONA B	280	20/10/2021	03/11/2021	14	10.06	20.10	2.0	1.0	3.776	273.93	356	2
6	SHILSTONE ZONA B	280	20/10/2021	03/11/2021	14	10.06	20.09	2.0	1.0	3.781	279.37	358	2
7	SHILSTONE ZONA B	280	20/10/2021	17/11/2021	28	10.00	20.08	2.0	1.0	3.764	287.98	374	2
8	SHILSTONE ZONA B	280	20/10/2021	17/11/2021	28	10.03	20.02	2.0	1.0	3.734	289.65	374	2
9	SHILSTONE ZONA B	280	20/10/2021	17/11/2021	28	10.05	20.05	2.0	1.0	3.744	288.41	371	2



NOTA:

1) Como elementos de distribución de carga en los estrados de los testigos se emplearon alambucillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-09.



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERIA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD (DUA PERU 1984-1985).
Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com



EMPRESA QA/QC CONSTRUCCION SAC

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

PROPIETARIO : KATIA YESENIA TUPAC YUPANQUI MACHACA MUESTREO : REALIZADOS Y CURADOS POR EL CUENTE EN LAB.
 PROYECTO : EXPEDIENTE : 01-RTF03-01
 FECHA DE EMISION : 17/11/2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
 (Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 12)

ITEM	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	F'c R (kg/cm ²)	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DIÁMETRO (D) (cm)	ALTURA (H) (cm)	RELACION (H/D)	FACTOR DE CORRECCION	PESO (Kg)	CARGA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESION AXIAL (kg/cm ²)	TIPO DE FALLA
1	SHELSTONE ZONA C	280	20/10/2021	27/10/2021	7	10.02	20.43	2.0	1.0	3.729	263.10	340	2
2	SHELSTONE ZONA C	280	20/10/2021	27/10/2021	7	10.00	20.20	2.0	1.0	3.726	263.54	342	2
3	SHELSTONE ZONA C	280	20/10/2021	27/10/2021	7	10.05	20.35	2.0	1.0	3.725	265.59	341	2
4	SHELSTONE ZONA C	280	20/10/2021	03/11/2021	14	10.02	20.12	2.0	1.0	3.792	281.23	364	2
5	SHELSTONE ZONA C	280	20/10/2021	03/11/2021	14	10.00	20.10	2.0	1.0	3.776	281.46	365	2
6	SHELSTONE ZONA C	280	20/10/2021	03/11/2021	14	10.06	20.09	2.0	1.0	3.781	282.10	362	2
7	SHELSTONE ZONA C	280	20/10/2021	17/11/2021	26	10.11	20.08	2.0	1.0	3.764	309.72	393	2
8	SHELSTONE ZONA C	280	20/10/2021	17/11/2021	26	10.03	20.02	2.0	1.0	3.794	305.80	395	2
9	SHELSTONE ZONA C	280	20/10/2021	17/11/2021	26	10.05	20.05	2.0	1.0	3.744	307.89	396	2



NOTA:

1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon almohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-10⁹.



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD (SOLA PERSONA INDECOPI). GP: 984 1993.
 Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 06 - RFV - HCH 01
 CLIENTE : KATIA YESENIA TUPAC YUPANQUI MACHACA
 PROYECTO :

FECHA DE ELABORACIÓN: 20/10/2021
 FECHA DE EMISIÓN : 17/11/2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS
 (NTP 339.078)

ITEM	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DISTANCIA ENTRE APOYOS (Cm)	DIMENSIONES (cm)			UBICACIÓN DE LA FRACTURA	CARGA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm ²)
						LARGO	ANCHO	ALTURA			
1	DISEÑO ACI	20/10/2021	17/11/2021	28	45.0	54.00	15.67	15.40	Tercio Central	26.58	32.83
2	DISEÑO ACI	20/10/2021	17/11/2021	28	45.0	54.00	15.60	15.87	Tercio Central	26.00	31.16
3	DISEÑO ACI	20/10/2021	17/11/2021	28	45.0	54.00	15.43	15.63	Tercio Central	25.89	31.50

$$f_r = \frac{PL}{bd^2}$$

Donde:
 f_r : Resistencia a la flexión en kg/cm²
 P : Carga de rotura aplicada en kg
 L : Luz entre apoyos extremos en cm
 b : Ancho de la viga en cm
 d : Altura de viga en cm



Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOU GROUP SAC

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (NOA PERUANA INDECOP, GP 04 1993).
 Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: areaaqcexpress@gmail.com

EMPRESA QA/QC CONSTRUCCION SAC

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 06 - R/VV - HCH.02

CLIENTE : KATIA YESENIA TUPAC YUPANQUI MACHACA

PROYECTO :

FECHA DE ELABORACIÓN : 20/10/2021

FECHA DE EMISIÓN : 17/11/2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS
(NTP 339.078)

ITEM	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DISTANCIA ENTRE APOYOS (Cm)	DIMENSIONES (cm)			UBICACIÓN DE LA FRACTURA	CARGA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm ²)
						LARGO	ANCHO	ALTURA			
1	SHILSTONE ZONA A	20/10/2021	17/11/2021	28	45.0	54.00	15.80	15.57	Tercio Central	29.23	35.03
2	SHILSTONE ZONA A	20/10/2021	17/11/2021	28	45.0	54.00	15.70	15.60	Tercio Central	30.10	36.15
3	SHILSTONE ZONA A	20/10/2021	17/11/2021	28	45.0	54.00	15.23	15.77	Tercio Central	28.98	35.12

$$f_r = \frac{PL}{bd^2}$$

Donde:
 f_r : Resistencia a la flexión en kg/cm²
 P : Carga de rotura aplicada en kg
 L : Luz entre apoyos extremos en cm
 b : Ancho de la viga en cm
 d : Altura de viga en cm



Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOU GROUP SAC

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (CÓPIA PERIÓDICA INSCRITE GP- 044 1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pílicomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: arqaqcexpress@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 06 - RFV - HCH 03

CLIENTE : KATIA YESENIA TUPAC YUPANQUI MACHACA

PROYECTO :

FECHA DE ELABORACIÓN : 20/10/2021

FECHA DE EMISIÓN : 17/11/2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS
(NTP 339.078)

ITEM	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DISTANCIA ENTRE APOYOS (Cm)	DIMENSIONES (cm)			UBICACIÓN DE LA FRACTURA	CARGA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm ²)
						LARGO	ANCHO	ALTIMA			
1	SHILSTONE ZONA B	20/10/2021	17/11/2021	28	45.0	54.00	15.40	15.43	Tercio Central	28.13	35.19
2	SHILSTONE ZONA B	20/10/2021	17/11/2021	28	45.0	54.00	15.58	15.53	Tercio Central	29.16	35.59
3	SHILSTONE ZONA B	20/10/2021	17/11/2021	28	45.0	54.00	15.55	15.33	Tercio Central	28.58	35.87

$$f_r = \frac{PL}{bd^2}$$

Donde:

- f_r : Resistencia a la flexión en kg/cm²
- P : Carga de rotura aplicada en kg
- L : Luz entre apoyos extremos en cm
- b : Ancho de la viga en cm
- d : Altura de viga en cm

Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOU GROUP SAC

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCirse SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (IGUA PERMANA INDECOPI). GP: 084.19925

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: arebaqaqcepress@gmail.com



EXPRESOS

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 06 - RPV - HCH 04

CLIENTE : KATIA YESENIA TUPAC YUPANQUI MACHACA

PROYECTO :

FECHA DE ELABORACIÓN : 20/10/2021

FECHA DE EMISIÓN : 17/11/2021

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS
(NTP 338.078)

ITEM	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DISTANCIA ENTRE APOYOS (Cm)	DIMENSIONES (cm)			UBICACIÓN DE LA FRACTURA	CARGA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm ²)
						LARGO	ANCHO	ALTURA			
1	SHILSTONE ZONA C	20/10/2021	17/11/2021	28	45.0	54.00	15.40	15.53	Tercio Central	33.51	41.38
2	SHILSTONE ZONA C	20/10/2021	17/11/2021	28	45.0	54.00	15.03	15.57	Tercio Central	33.20	40.47
3	SHILSTONE ZONA C	20/10/2021	17/11/2021	28	45.0	54.00	15.45	15.38	Tercio Central	32.08	41.39

Donde:

- f_r : Resistencia a la flexión en kg/cm²
- P : Carga de rotura aplicada en kg
- L : Luz entre apoyos extremos en cm
- b : Ancho de la viga en cm
- d : Altura de viga en cm


$$f_r = \frac{PL}{bd^2}$$





Los ensayos se efectuaron en una PRENSA DIGITAL, con certificado de calibración realizado por la empresa ARSOU GROUP SAC

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (SEGUN PERUANA INDECOPI, DP. 004 1983).
Av. Leoncio Prado N° 340 Pílicomayo - Huancayo cel. RPM 920137551 RPC 979702825 e-mail: arezaqaqcexpress@gmail.com

d) Certificados de calibración de equipos

		CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0440-036-2021	Página 1 de 3
Arsou Group Laboratorio de Metrología			
Fecha de emisión	2021/09/06	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.</p> <p>ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.</p> <p>Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.</p>	
Solicitante	QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.		
Dirección	AV. LEONCIO PRADO NRO. S/N (A LA ESQUINA DE Balsa CERCA AL RIO CUNAS) JUNIN - HUANCAYO - PILCOMAYO		
Instrumento de medición	PRENSA HIDRAULICA PARA ROTURA DE CONCRETO		
Identificación	0440-036-2021		
Marca	PYS EQUIPOS		
Modelo	STYE-2000		
Serie	160653		
Capacidad	2000 kN		
Indicador	DIGITAL		
Bomba	ELÉCTRICA		
Procedencia	PERÚ		
Lugar de calibración	LABORATORIO QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.		
Fecha de calibración	2021/09/06		
Método/Procedimiento de calibración	El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines", Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.		



ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga de 100 TN	INF-LE N° 175-21

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,3 °c	Final: 20,5 °c
Humedad Relativa	Inicial: 63 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01
CALIBRACION DE PRENSA HIDRAULICA PARA CONCRETO

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (kN)				PROMEDIO "B" kg	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) kN	SERIE (2) kN	ERROR %	ERROR (2) %			
100	100.0	100.0	0.0	0.0	100.0	0	0.00
200	199.9	199.5	-0.1	-0.3	199.7	-0.15	0.14
300	299.7	299.5	-0.1	-0.2	299.6	-0.13	0.05
400	398.9	399.4	-0.3	-0.2	399.2	-0.21	0.09
500	499.2	499.5	-0.2	-0.1	499.4	-0.13	0.04
600	597.9	599.5	-0.4	-0.1	598.7	-0.22	0.19
700	699.5	699.9	-0.1	0.0	699.7	-0.04	0.04
800	797.9	798.5	-0.3	-0.2	798.2	-0.22	0.05

NOTAS SOBRE CALIBRACION

1. - La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- 2.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100$$

$$Rp = Error(2) - Error(1)$$
3. - La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %
4. - Incertidumbre expandida del Error (Ep) = 0,35 % (1,73 kN)



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



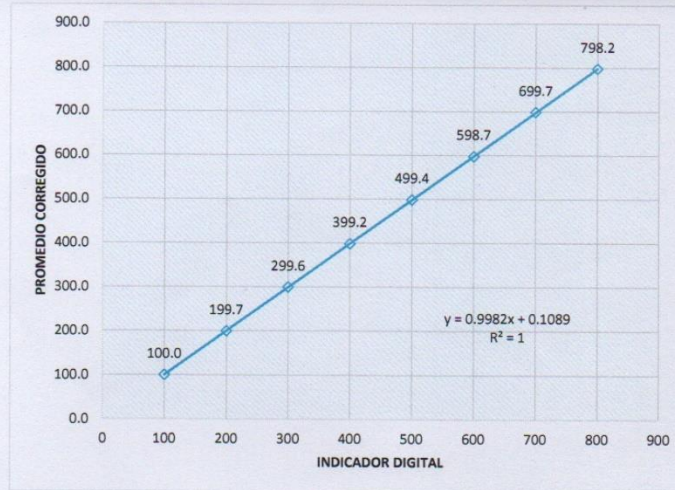
Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0440-036-2021

Página 3 de 3

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde: $y = 0,9982x + 0,1089$

Coeficiente Correlación $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kN)

Y : fuerza promedio (kN)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0448-036-2021

Página 1 de 2

Fecha de emisión 2021/09/06
Solicitante QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.
Dirección AV. LEONCIO PRADO NRO. S/N (A LA ESQUINA DE Balsa cerca al Rio Cunas) JUNIN - HUANCAYO - PILCOMAYO
Instrumento de medición TERMÓMETRO
Identificación 0448-036-2021
Marca THERMOLAB
Modelo NO INDICA
Serie 3
Indicador DIGITAL
Alcance -50 °C a 1150°C
Resolución 0.1 °C
Sensor VASTAGO - 20 cm
Procedencia NO INDICA
Lugar de calibración LABORATORIO QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.
Fecha de calibración 2021/09/06

Método/Procedimiento de calibración

Calibración efectuada según procedimiento PC-017 2da. Ed. 2012 ,
"Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales", del Instituto Nacional de la Calidad - INACAL.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Termómetro con sonda MARCA: LTIutron	0015-LT-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TEMPERATURA

	Indicación del Termómetro °C	Temperatura Convencionalmente Verdadera	Corrección °C
N° 01	100.1	100.6	0.5
N° 02	101.3	101.4	0.1
N° 03	101.8	101.9	0.1
N° 04	102.4	102.3	-0.1
N° 05	102.9	102.7	-0.2

Corrección en la Lectura (°C) ± 0.3

La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación:
TCV = Indicación del termómetro + corrección

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0437-036-2021

Página 1 de 3

Fecha de emisión 2021/09/06
Solicitante QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.
Dirección AV. LEONCIO PRADO NRO. S/N (A LA ESQUINA DE Balsa cerca al Rio Cunas) JUNIN - HUANCAYO - PILCOMAYO
Instrumento de medición **BALANZA**
Identificación 0437-036-2021
Intervalo de indicación 30000 g
División de escala 1 g
Resolución
División de verificación (e) 1 g
Tipo de indicación Digital
Marca / Fabricante JRC
Modelo ELECTRONIC
N° de serie 20049
Procedencia USA
Lugar de calibración QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.
Fecha de calibración 2021/09/06

Método/Procedimiento de calibración

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C
Hugo Luis Arevalo Carnice
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnice
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1g a 2kg	0828-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 5 kg	0826-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 10 kg	0827-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 25 kg	0170-CLM-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,5 °C	Final: 21,9 °C
Humedad Relativa	Inicial: 68 %hr	Final: 69 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15000 g			Carga L1= 30000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15000.0	0.07	-0.12	30000	0.05	-0.1
2	15000.0	0.07	-0.15	30000	0.04	-0.12
3	15000.0	0.08	-0.12	30000	0.05	-0.13
4	15000.0	0.06	-0.11	30000	0.04	-0.1
5	15000.0	0.07	-0.12	30000	0.03	-0.11
6	15000.0	0.07	-0.13	30000	0.05	-0.12
7	15000.0	0.06	-0.11	30000	0.04	-0.13
8	15000.0	0.07	-0.12	30000	0.05	-0.1
9	15000.0	0.09	-0.12	30000	0.04	-0.11
10	15000.0	0.08	-0.1	30000	0.05	-0.12

Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)	Error Máximo Permitido (g)
15000	0	1
30000	0	5



ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arévato Carnica
METROLOGIA



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación de E ₀				
	Carga Mín ⁽¹⁾ (g)	I (kg)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1	1	0.04	-0.09	500	500	0.07	-0.02	0.07
2		1	0.07	-0.02		500	0.07	-0.02	0
3		1	0.05	0		500	0.08	-0.03	-0.03
4		1	0.02	0.03		500	0.07	0.08	0.05
5		1	0.07	-0.02		500	0.06	0.19	0.21

⁽¹⁾ Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP ⁽²⁾ (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1	1	0.07	-0.02						1
5	5	0.06	0.01	0.01	5	0.04	0.01	0.03	1
10	10	0.06	-0.01	0.01	10	0.02	-0.07	-0.05	1
500	500	0.05	0	0	500	0.02	-0.07	-0.05	1
1000	1000	0.04	0	0	1000	0.06	-0.01	0.01	1
2500	2500	0.07	0.01	0.01	2500	0.06	-0.01	0.01	1
5000	5000	0.06	-0.02	0.02	5000	0.05	0	0.02	1
10000	10000	0.07	-0.05	0.03	10000	0.06	-0.1	-0.09	1
15000	15000	0.04	0.01	0.01	15000	0.06	-0.21	-0.09	5
20000	20000	0.05	0.09	0.03	20000	0.07	-0.12	-0.02	5
30000	30000	0.09	0.1	0.09	30000	0.09	-0.21	-0.21	5

Leyenda

I: Indicación de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado
E₀: Error en cero E_c: Error corregido EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de medición $U_R = 2 \cdot \sqrt{0.18558 \text{ g}^2 + 0.000000004808 \text{ R}^2}$

Lectura Corregida $R_{\text{corregida}} = R + 0.831653118 \text{ R}$

R: Indicación de lectura de balanza (g)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrológica Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA





Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0441-036-2021

Página 1 de 5

Fecha de emisión	2021/09/06
Solicitante	QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.
Dirección	AV. LEONCIO PRADO NRO. S/N (A LA ESQUINA DE Balsa CERCA AL RIO CUNAS) JUNIN - HUANCAYO - PILCOMAYO
Instrumento de medición	HORNO DE LABORATORIO
Identificación	0441-036-2021
Marca	PYS EQUIPOS
Modelo	STHX-2A
Serie	15113
Cámara	120 Litros
Ventilación	NATURAL
Pirómetro	DIGITAL
Procedencia	PERÚ
Lugar de calibración	QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.
Fecha de calibración	2021/09/06

Método/Procedimiento de calibración
- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL.
- ASTM D 2216, MTC E 108 – Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Termómetro con sonda MARCA: EZODO	0545-CLT-2019 - LABORATORIO ACREDITADO CON REGISTRO N° LC-005

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TEMPERATURA

Tiempo (hh:mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA °C										T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110	110.0	111.7	110.1	110.7	110.1	110.8	110.7	110.6	111.0	110.5	110.5	0.9
00:02	110	110.0	111.5	110.5	110.4	110.8	110.7	110.8	110.0	111.0	110.1	110.6	1.0
00:04	110	109.9	111.7	110.0	110.7	110.5	110.9	111.0	110.5	110.4	110.6	110.6	1.0
00:06	110	110.0	111.5	110.2	110.5	110.2	110.7	110.1	110.3	110.7	110.9	110.4	0.8
00:08	110	110.0	111.7	111.0	110.5	111.0	110.8	110.2	110.2	110.5	110.0	110.5	1.0
00:10	110	110.9	110.1	110.3	110.7	110.5	110.3	110.3	110.9	110.9	110.1	110.5	0.8
00:12	110	110.0	110.8	110.8	110.0	110.8	110.6	110.9	110.5	110.7	110.7	110.6	0.9
00:14	110	110.3	110.3	110.9	110.7	110.3	110.5	110.7	110.9	110.8	110.6	110.6	0.6
00:16	110	110.8	110.0	110.6	110.1	110.6	110.3	110.5	110.3	110.0	110.4	110.4	0.8
00:18	110	110.4	110.8	110.6	110.4	110.3	110.9	110.1	110.8	110.8	110.3	110.5	0.8
00:20	110	110.9	110.1	110.3	110.1	110.2	110.5	110.1	110.1	110.9	110.8	110.4	0.8
00:22	110	110.3	110.4	110.6	110.4	110.1	110.5	110.6	110.6	110.6	110.2	110.4	0.5
00:24	110	110.1	110.1	110.5	110.5	110.7	110.1	110.3	110.0	110.8	110.9	110.4	0.9
00:26	110	110.7	110.2	110.1	110.2	110.0	110.9	110.4	110.2	110.3	110.9	110.4	0.9
00:28	110	110.8	110.0	110.4	110.5	110.6	110.7	110.5	110.9	111.0	110.6	110.6	1.0
00:30	110	110.1	110.8	110.1	110.3	110.4	110.5	110.9	110.3	110.9	110.4	110.5	0.8
00:32	110	110.7	110.3	110.5	110.6	110.2	110.7	110.9	110.1	110.1	110.8	110.5	0.8
00:34	110	110.1	110.0	111.0	110.8	110.8	110.5	110.4	110.7	110.8	110.3	110.5	1.0
00:36	110	110.9	110.4	110.6	110.4	111.0	110.1	110.6	110.5	110.9	110.4	110.6	0.9
00:38	110	110.7	110.1	110.8	110.5	110.2	110.5	110.9	110.6	110.9	110.4	110.6	0.8
00:40	110	110.4	110.6	110.9	110.2	110.2	110.9	110.4	110.1	110.1	110.6	110.4	0.8
00:42	110	110.1	110.6	111.0	110.9	110.5	110.5	110.5	110.8	110.9	110.5	110.6	0.9
00:44	110	110.2	111.0	110.3	110.2	110.3	110.6	110.1	110.4	110.1	111.0	110.4	0.9
00:46	110	110.9	110.6	110.2	110.3	110.4	110.7	110.8	110.9	110.3	111.0	110.6	0.8
00:48	110	110.2	110.1	111.0	110.4	110.5	110.2	110.1	110.0	110.2	110.9	110.4	1.0
00:50	110	110.7	110.5	110.1	110.6	110.5	110.3	110.2	110.9	110.3	110.3	110.4	0.8
T. PROM.	110	110.5	110.4	110.5	110.4	110.5	110.6	110.5	110.5	110.6	110.5	110.5	
T. MAX.	110	110.9	111.0	111.0	110.9	111.0	110.9	111.0	110.9	111.0	111.0	111.0	
T. MIN.	110	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.1	110.1	110.0	110.0	110.0	110.0	

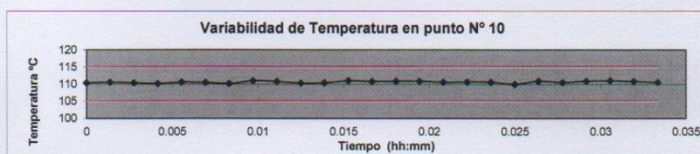
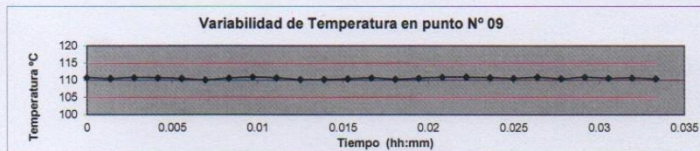
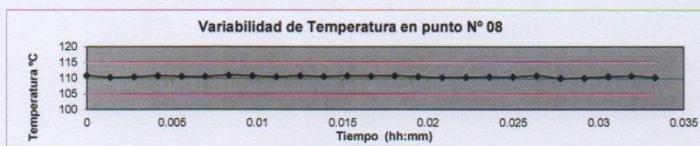
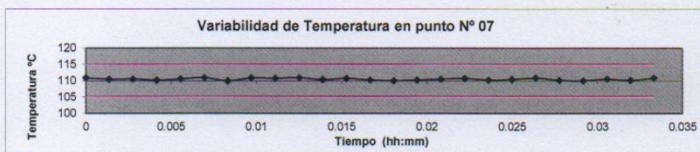
Nomenclatura:

- T. P Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- T_{max} Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T. P Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
- T. N La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. N La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.

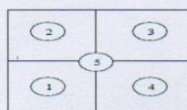


ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

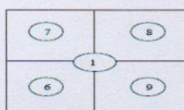
ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO



NIVEL SUPERIOR



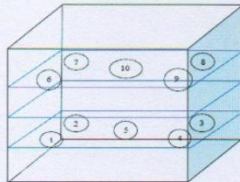
NIVEL INFERIOR



ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0451-036-2021

Página 1 de 2

Fecha de emisión 2021/09/06
Solicitante QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.
Dirección AV. LEONCIO PRADO NRO. S/N JUNIN - JUNIN
Instrumento de medición OLLA WASHINGTON
Identificación 0451-036-2021
Marca FORNEY
Modelo LA-0316
Serie NO INDICA
Tipo B
Rango 0 a 15 PSI
Lectura ANÁLOGO
Procedencia USA
Lugar de calibración Laboratorio de QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.
Fecha de calibración 2021/09/06
Método/Procedimiento de calibración
La calibración se realiza de acuerdo a la Norma ASTM C-231.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arvalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Canister	LLA-CA-145

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01
PUNTO INICIAL

Tipo A	Tipo B
Flecha Amarilla	0
	-1
	-2
	-3
	-4
	-5

TABLA N° 01
LECTURA PATRÓN

Verificación de la Lectura del Manómetro (5%)			
Lectura	%	% Patrón	Diferencia en %
1	5	5	0
2	5	5	0

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



ARSOU GROUP S.A.C.
Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

e) Instrumentos de recolección de datos

Para la presente tesis se emplearon fichas de control que son formatos de laboratorio.

Piedra 3/4

EXPRESS
CONCRETE & MATERIALS
LABORATORIO QA/QC EXPRESS

ENSAYO: CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO (NTP 400.037; ASTM C 136; AASHTO T 27)

DATOS DEL AGREGADO:

CANTERA: LUGAR:

FECHA DE ENSAYO: TESISTA:

GRANULOMETRÍA			TIPO:		CARÁCTERÍSTICAS FÍSICAS	
NÚMERO	ABER. (mm)	P. RETENIDO (kg)	% ACUMULADO		MÓDULO DE FINEZA (%)	
			RETENIDO	PASANTE	DENSIDAD ESPECÍFICA (kg/m ³)	
2"	50.00					% HUMEDAD
1 1/2"	37.50					% ABSORCIÓN
1"	25.00	0				% MATERIAL < N° 200
3/4"	19.00	1134 g				P.U.S. (kg/m ³)
1/2"	12.50	1825 g				P.U.C. (kg/m ³)
3/8"	9.50	803 g				FORMA
N° 4	4.75	1047 g				TEXTURA
N° 8	2.36	30 g				TIPO DE ROCA
N° 16	1.18	11 g				% MATERIAL < N° 200
N° 30	0.59	5 g				% PARTÍCULAS LIGERAS
N° 50	0.30	9 g				% ARCILLA Y PART. DESM.
N° 100	0.15	54 g				
N° 200	0.07	20 g				
FONDO	0.00	2 g				
TOTAL			MÓDULO DE FINEZA			

El módulo de fineza= % retenido acumulado en las mallas (3" + 1 1/2" + 1" + 3/8" + #4 + #8 + #16 + #30 + #50 + #100) / 100
 Nota: Para ag. Gruesos, en los tamices donde no exista retenido considere 100% de retenido acumulado en cada uno
 El tamaño máximo= menor tamiz por el que pasa el 100% del agregado tamizado.

Peso total: 4941 gr

TESISTA
Responsable del Ensayo

Responsable del Laboratorio

2

EXPRESS
CONCRETE & MATERIALS

LABORATORIO QA/QC EXPRESS

Página 3/8

ENSAYO: CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO (NTP 400.037; ASTM C 136; AASHTO T 27)

DATOS DEL AGREGADO:

CANTERA: _____ LUGAR: _____

FECHA DE ENSAYO: _____ TESISTA: _____

GRANULOMETRÍA			TIPO:		CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
TAMIZ	ABER. (mm)	P. RETENIDO (kg)	% ACUMULADO		MÓDULO DE FINEZA (%)	
NÚMERO			RETENIDO	PASANTE	DENSIDAD ESPECÍFICA (kg/m ³)	
2"	50.00					% HUMEDAD
1 1/2"	37.50					% ABSORCIÓN
1"	25.00					% MATERIAL < N° 200
3/4"	19.00	0				P.U.S. (kg/m ³)
1/2"	12.50	416 gr				P.U.C. (kg/m ³)
3/8"	9.50	799 gr				FORMA
N° 4	4.75	799 gr				TEXTURA
N° 8	2.36	699 gr				TIPO DE ROCA
N° 16	1.18	428 gr				% MATERIAL < N° 200
N° 30	0.59	528 gr				% PARTÍCULAS LIGERAS
N° 50	0.30	628 gr				% ARCILLA Y PART. DESM.
N° 100	0.15	768 gr				
N° 200	0.07	798 gr				
FONDO	0.00	898 gr				
TOTAL			MÓDULO DE FINURA			

El módulo de fineza= % retenido acumulado en las mallas (3" + 1 1/2" + 1/2" + 3/8" + #4 + #8 + #16 + #30 + #50 + #100) / 100
 Nota: Para ag. Gruesos, en los tamices donde no exista retenido considere 100% de retenido acumulado en cada uno
 El tamaño máximo= menor tamiz por el que pasa el 100% del agregado tamizado.

Peso total = 2070 gr

TESISTA
Responsable del Ensayo

Responsable del Laboratorio





ENSAYO : CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO - PESO UNITARIO SUELTO/COMPACTADO
(NTP 400.017; ASTM C 29)

DATOS DEL AGREGADO: PIEDRA 3/B

CANTERA :
FECHA DE ENSAYO:

LUGAR:

PIEDRA 3/B

PESO UNITARIO SUELTO						
N°	DATOS	UND	M-1	M-2	M-3	
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	4.138	4.138	4.138
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	17.601	17.650	17.267
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	13.463	13.512	13.129
4	VOLÚMEN DEL RECIPIENTE	C	m ³			

CÁLCULO

5	PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	(B - A) / C	kg/m ³			
6	PROMEDIO DE MUESTRAS (P.U.S.)		kg/m ³			

PIEDRA 3/B

PESO UNITARIO COMPACTADO						
N°	DATOS	UND	M-1	M-2	M-3	
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	4.138	4.138	4.138
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	17.832	18.178	18.071
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	13.694	14.040	13.933
4	VOLÚMEN DEL RECIPIENTE	C	m ³			

CÁLCULO

5	PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C.)	(B - A) / C	kg/m ³			
6	PROMEDIO DE MUESTRAS (P.U.C.)		kg/m ³			

PMN: Peso de la Muestra Natural.

PMSh: Peso de la Muestra Seca al Horno.

PMSS: Peso de la Muestra Saturado Superficialmente Seco.

Responsable del Ensayo

Responsable del Laboratorio

ENSAJO: CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO - PESO UNITARIO SUELTO/COMPACTADO
(NTP 400.017; ASTM C 29)

DATOS DEL AGREGADO: ARENA

CANTERA: LUGAR:

FECHA DE ENSAYO: ARENA

PESO UNITARIO SUELTO						
N°	DATOS	UND	M-1	M-2	M-3	
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	2.128	2.128	2.128
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	6.474	6.482	6.474
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	4.346	4.354	4.346
4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	C	m ³			

CÁLCULO

5	PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	(B - A) / C	kg/m ³			
6	PROMEDIO DE MUESTRAS (P.U.S.)		kg/m ³			

PESO UNITARIO COMPACTADO						
N°	DATOS	UND	M-1	M-2	M-3	
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	2.128	2.128	2.128
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	6.806	6.765	6.759
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	4.678	4.637	4.631
4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	C	m ³			

CÁLCULO

5	PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C.)	(B - A) / C	kg/m ³			
6	PROMEDIO DE MUESTRAS (P.U.C.)		kg/m ³			

PMN: Peso de la Muestra Natural.
PMH: Peso de la Muestra Seca al Horno.
PSS: Peso de la Muestra Saturado Superficialmente Seco.

Responsable del Ensayo

Responsable del Laboratorio

ENSAYO : CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO - PESO ESPECÍFICO
(NTP 400.022; ASTM C 128; AASTHO T 84)

DATOS DEL AGREGADO:.....

CANTERA :

LUGAR:

FECHA DE ENSAYO:

KATIA ARGONA Fide1 Fide2 Fide3

PESO ESPECÍFICO - AGREGADO FINO						
N°	DATOS	UND	M-1	M-2	M-3	
1	PSSS + TARA FIOLA	A	gr			
2	PMSH + TARA FIOLA + H ₂ O	B	gr	722.6	718.0	668.4
3	PESO DE LA TARA TARA	C	gr	106.8	149.8	106.0
4	PSSS (sin tara)	A-C	gr	500.0	500.0	500.0
5	PMSH FIOLA + H ₂ O + Muestra	B-C	gr	1030.4	1024.5	972.7
6	VOLUMEN DESPLAZADO HORNO	D	cm ³	597.4	638.8	592.5

CÁLCULO

7	PESO ESPECÍFICO	(B-C) / D	gr/cm ³			
8	PROMEDIO DE MUESTRAS		gr/cm ³			

TESIS KATIA PIEDRA 3/4 (CONSUL) 13/10/21

PESO ESPECÍFICO - AGREGADO GRUESO						
N°	DATOS	UND	M-1	M-2	M-3	
1	PMSH HORNO	A	gr	3061	3154	3123
2	PSSS	B	gr	3096	3187	3136
3	PSSS SUMERGIDO + CANASTA		gr	2823	2862	2846
4	PESO DE LA CANASTILLA Sum.		gr	0.899	0.897	0.896
5	PSSS SUMERGIDO	C	gr			

CÁLCULO

6	PESO ESPECÍFICO	A/(B-C)	gr/cm ³			
7	PROMEDIO DE MUESTRAS		gr/cm ³			

145 g 148 gr 148 g

PMN : Peso de la Muestra Natural.

PMSH : Peso de la Muestra Seca al Horno.

PSSS : Peso de la Muestra Saturado Superficialmente Seco.

Responsable del Ensayo

Responsable del Laboratorio

SOLICITUD DE SERVICIO		Código
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		Fecha
NTP 339.034		12-11-21
SOLICITANTE (Empresa)	KATIA TUPAC YUPANQUI	
RUC (Cancela el ensayo)		
OBRA		
UBICACIÓN DE LA OBRA		
OBSERVACIÓN		
REPRESENTANTE		
DNI:	Telef:	Firma:
<p>Entrega Informe: Pruebas de concreto 3 días hábiles Testigos Diamétricos 7 días hábiles a partir de la Fecha • No llevar la zona sombreada, solo para personal LEA.</p>		

N°	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA		Diámetro (cm)	Altura (cm)	Masa (Kg.)	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (kg/cm2)	TIPO DE FRACTURA
		Obtención	Ensayo						
1	ZONA A SILLSTONE 7	12-10-21	12-11-21	9.95	20.30	3.749	268.14		2
2	ZONA A SILLSTONE 10			10.10	20.90	3.940	253.44		3
3	ZONA A SILLSTONE 6			10.09	20.92	3.927	261.30		5
4	ZONA B SILLSTONE 6			9.95	20.75	3.778	251.22		5
5	ZONA B SILLSTONE 7			9.90	20.69	3.782	237.11		2
6	ZONA B SILLSTONE 9			9.95	20.60	3.757	254.66		5
7	ZONA C SILLSTONE 5			9.99	20.85	3.780	274.72		3
8	ZONA C SILLSTONE 7			9.95	20.60	3.774	247.63		2
9	ZONA C SILLSTONE 11			9.95	20.65	3.769	270.80		3
10	ZONA CENTRO SILLSTONE 9			10.00	20.65	3.786	262.03		2
11	ZONA CENTRO SILLSTONE 10			9.90	20.85	3.807	247.19		3
12	ZONA CENTRO SILLSTONE 12			9.85	20.70	3.505	205.56		5

Responsible rotura:

f) Validación de instrumentos por juicio de expertos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE Los Indicadores

N°	VARIABLES7DIMENSIONE7INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: Combinación de agregados					<input checked="" type="checkbox"/>		
	DIMENSIÓN 1: Curva de la Tarántula	SI	No	SI	No	SI	No	En referencia a los costos no se sugieria, pero si la Resistencia aumentaria con los materiales empleados
1	Porcentaje de retenidos en cada malla					<input checked="" type="checkbox"/>		
	DIMENSIÓN 2.: Carta Shilstone	SI	No	SI	No	SI	No	
2	Factor Grosor			<input checked="" type="checkbox"/>				
3	Factor trabajabilidad					<input checked="" type="checkbox"/>		
	DIMENSIÓN 3: Carta a la Potencia 0.45	SI	No	SI	No	SI	No	
4	Porcentaje de pasantes en cada malla			<input checked="" type="checkbox"/>				
	VARIABLE INDEPENDIENTE: DISEÑO DE MEZCLA	SI	No	SI	No	SI	No	
	DIMENSIÓN 1: ACI	SI	No	SI	No	<input checked="" type="checkbox"/>		
5	DOSIFICACIÓN DE COMPONENTES					<input checked="" type="checkbox"/>		
	DIMENSIÓN 2 METODOLOGIA SHILSTONE	SI	No	SI	No	SI	No	
6	DOSIFICACIÓN DE COMPONENTES					<input checked="" type="checkbox"/>		
	VARIABLE DEPENDIENTE: CALIDAD DEL CONCRETO	SI	No	SI	No	SI	No	
	DIMENSIÓN 1 PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO	SI	No	SI	No	<input checked="" type="checkbox"/>		
7	CONSISTENCIA			<input checked="" type="checkbox"/>				
8	CONTENIDO DE AIRE							
	DIMENSIÓN 2 PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO	SI	No	SI	No	SI	No	
9	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN					<input checked="" type="checkbox"/>		
10	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN					<input checked="" type="checkbox"/>		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Carmen Beatriz Sotelo Bogado DNI: 19821166

Especialidad del validador: Magister en Gestión Pública

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

28 de noviembre del 2021

DR. C. BEATRIZ SOTELO BOGADO
 REG. N.º 75966

Firma del Experto Informante.



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LOS INSTRUMENTOS E INDICADORES

N°	VARIABLES- DIMENSIONES- INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias Es aplicable e innovador
		SI	No	SI	No	SI	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: Combinación de agregados	X						
	DIMENSIÓN 1: Curva de la Tarántula	SI	No	SI	No	SI	No	
1	Porcentaje de retenidos en cada malla			X				
	DIMENSIÓN 2.: Carta Shilstone	SI	No	SI	No	SI	No	
2	Factor Grosor			X				
3	Factor trabajabilidad			X				
	DIMENSIÓN 3: Carta a la Potencia 0.45	SI	No	SI	No	SI	No	
4	Porcentaje de pasantes en cada malla			X				
	VARIABLE INDEPENDIENTE: DISEÑO DE MEZCLA	SI	No	SI	No	SI	No	
		X						
	DIMENSIÓN 1: ACI	SI	No	SI	No	SI	No	
5	DOSIFICACION DE COMPONENTES					X		
	DIMENSIÓN 2: METODOLOGIA SHILSTONE	SI	No	SI	No	SI	No	
6	DOSIFICACION DE COMPONENTES					X		
	VARIABLE DEPENDIENTE: CALIDAD DEL CONCRETO	SI	No	SI	No	SI	No	
						X		
	DIMENSIÓN 1 PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO	SI	No	SI	No	SI	No	
7	CONSISTENCIA					X		
8	CONTENIDO DE AIRE					X		
	DIMENSIÓN 2: PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO	SI	No	SI	No	SI	No	
9	RESISTENCIA A LA COMPRESION					X		
10	RESISTENCIA A LA FLEXION					X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

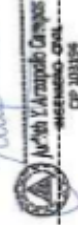
Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Judith Yhensy Arzapalo Campos DNI: 71594375
Especialidad del validador: Ingeniera Civil con especialidad en ensayos de Laboratorio y Gestión, organización de la Construcción.

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

01 de diciembre del 2021

Firma del Experto Informante.
CP 30316

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: LOS INDICADORES

N°	VARIABLES- DIMENSIONES-INDICADORES	Pertinencia ³		Relevancia ²		Claridad ²		Superencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: Combinación de agregados	X						La combinación de agregados va a incidir en la resistencia del concreto.
1	DIMENSION 1: Curva de la Tarántula Porcentaje de retenidos en cada malla	Si	No	Si	No	Si	No	
2	DIMENSION 2: Carta Shilstone	Si	No	X				
3	Factor Grosor	Si	No	X				
4	Factor trabajabilidad DIMENSION 3: Carta a la Potencia 0.45 Porcentaje de pasantes en cada malla	Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: DISEÑO DE MEZCLA	Si	No	X				
		X						
5	DIMENSION 1: ACI DOSIFICACION DE COMPONENTES	Si	No	Si	No	Si	No	
6	DIMENSION 2: METODOLOGIA SHILSTONE DOSIFICACION DE COMPONENTES	Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE DEPENDIENTE: CALIDAD DEL CONCRETO	Si	No	Si	No	Si	No	
		X						
7	DIMENSION 1: PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO CONSISTENCIA	Si	No	Si	No	Si	No	
8	CONTENIDO DE AIRE DIMENSION 2: PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO					X		
9	RESISTENCIA A LA COMPRESION	Si	No	Si	No	Si	No	
10	RESISTENCIA A LA FLEXION					X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador: **D^or Mg: QUISPE SOLIS DAVID** DNI: 40611495

06 de diciembre del 2021

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto técnico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del Experto Informante.