

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“EFECTO EN LA UBICACIÓN DEL PUENTE DE ADHERENCIA
EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UTILIZANDO
ADHESIVO MAPEI EPORIP EN TESTIGOS DE F’C= 280 KG/CM²
ENSAYADO A EDADES TEMPRANAS”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. ALDANA SILVA, Carlos Daniel

ASESOR:

Dr. Ing. MOSQUEIRA MORENO, Miguel Angel

CAJAMARCA - PERÚ

2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

- Investigador:** CARLOS DANIEL ALDANA SILVA
DNI: 71326370
Escuela Profesional: INGENIERÍA CIVIL
- Asesor:** Dr. Ing. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO
Facultad: DE INGENIERÍA
- Grado académico o título profesional**
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
- Tipo de Investigación:**
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
- Título de Trabajo de Investigación:**
EFECTO EN LA UBICACIÓN DEL PUENTE DE ADHERENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UTILIZANDO ADHESIVO MAPEI EPORIP EN TESTIGOS DE $f'c = 280$ KG/CM² ENSAYADO A EDADES TEMPRANAS
- Fecha de evaluación:** 24/06/2025
- Software antiplagio:** TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
- Porcentaje de Informe de Similitud:** 18%
- Código Documento: Oid:** 3117:469564968
- Resultado de la Evaluación de Similitud:**
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 24/06/2025



FIRMA DEL ASESOR

Dr. Ing. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO
DNI: 26733060



Firmado digitalmente por:
BAZAN DIAZ Laura Sofia
FAU 20148258601 soft
Motivo: En señal de
conformidad
Fecha: 24/06/2025 21:28:35-0500

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI



ACTA DE SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

TITULO : EFECTO EN LA UBICACIÓN DEL PUENTE DE ADHERENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UTILIZANDO ADHESIVO MAPEI EPORIP EN TESTIGOS DE $f'c=280$ Kg/cm² ENSAYADO A EDADES TEMPRANAS.

ASESOR : Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno.

En la ciudad de Cajamarca, dando cumplimiento a lo dispuesto por el Oficio Múltiple N° 0371-2024-PUB-SA-FI-UNC, de fecha 01 de julio de 2025, de la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, a los **cuatro días del mes de julio de 2025**, siendo las diez horas con treinta minutos (10:30 a.m.) en la Sala de Audiovisuales (Edificio 1A - Segundo Piso), de la Facultad de Ingeniería se reunieron los Señores Miembros del Jurado Evaluador:

- Presidenta : Dra. Ing. Rosa Haydee Llique Mondragón.
- Vocal : Dr. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas.
- Secretario : Ing. Marco Wilder Hoyos Saucedo.

Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación pública de la tesis titulada EFECTO EN LA UBICACIÓN DEL PUENTE DE ADHERENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UTILIZANDO ADHESIVO MAPEI EPORIP EN TESTIGOS DE $f'c=280$ Kg/cm² ENSAYADO A EDADES TEMPRANAS, presentado por el Bachiller en Ingeniería Civil CARLOS DANIEL ALDANA SILVA, asesorado por el Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno, para la obtención del Título Profesional

Los Señores Miembros del Jurado replicaron al sustentante debatieron entre sí en forma libre y reservada y lo evaluaron de la siguiente manera:

EVALUACIÓN PRIVADA :6..... PTS.
 EVALUACIÓN PÚBLICA :11..... PTS.
 EVALUACIÓN FINAL :17..... PTSDIECISIETE (En letras)

En consecuencia, se lo declara APROBADO con el calificativo de 17 (DIECISIETE) acto seguido, el presidente del jurado hizo saber el resultado de la sustentación, levantándose la presente a las 11:40 horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el acto, para constancia se firmó por quintuplicado.

Dra. Ing. Rosa Haydee Llique Mondragón.
Presidente

Dr. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas.
Vocal

Ing. Marco Wilder Hoyos Saucedo.
Secretario

Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno.
Asesor

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por darme salud, una familia maravillosa y la dicha de poder despertar cada día y prosperar como persona, hijo, hermano, amigo y profesional.

A mis padres: Juan Carlos Aldana y Ángela María Silva, gracias por su apoyo, sacrificios y enseñanzas, por creer y hacer de mí una persona con educación y valores; al igual que a mi hermana Danna Guadalupe, por ser mi alegría y por inspirarme a ser un mejor ejemplo a seguir día a día.

A mi asesor, el Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno, por su disposición, consejos acertados y compromiso para guiarme en cada etapa de este proceso.

Por último, a todos los docentes de la EAPIC de mi prestigiosa Universidad Nacional de Cajamarca, por su vocación y enseñanza, la cual sembró en mí el deseo de aprender y superarme.

DEDICATORIA

A mis padres, porque su amor ha sido el faro que ha iluminado cada paso de mi camino. Gracias por enseñarme con el ejemplo que la perseverancia, la humildad y el sacrificio son las bases de todo logro verdadero. Por sus palabras de aliento, y su fe inquebrantable en mí.

A mi hermana, porque en tus ojos veo el reflejo de todos los sueños por cumplir. Quiero que sepas que todo en esta vida es posible con esfuerzo, fe y perseverancia. Esta tesis no es solo un logro personal, también es una prueba para ti de que los sueños, por más grandes que parezcan, se pueden alcanzar. Sigue adelante siempre, que tú también llegarás muy lejos.

Con todo mi amor y gratitud, les dedico este logro que lleva impreso todo lo que ustedes han sembrado en mí.

Carlos Daniel Aldana Silva

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iii
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	18
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
1.3 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.4 DEFINICIÓN DE VARIABLES.....	19
1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.6 ALCANCES Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.7 LIMITACIONES.....	20
1.8 OBJETIVOS	21
1.9 DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS DE LOS CAPÍTULOS	21
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	23
2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS.....	23
2.2 BASES TEÓRICAS	26
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	41

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	42
3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	42
3.2 ÉPOCA DE LA INVESTIGACIÓN.....	43
3.3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	44
3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	48
3.5 PROCEDIMIENTO DE INVESTIGACIÓN	49
3.6 TRATAMIENTO, ANÁLISIS DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	62
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	78
4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS	80
4.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS CONTRASTADOS CON LA HIPÓTESIS .	83
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
5.1 CONCLUSIONES	84
5.2 RECOMENDACIONES.....	85
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
ANEXOS.....	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de cemento según la ASTM C150.....	27
Tabla 2. Requerimientos que debe cumplir el agua.....	28
Tabla 3. Parámetros granulométricos para el agregado grueso	30
Tabla 4. Parámetros granulométricos para el agregado fino	30
Tabla 5. Relación consistencia-asentamiento	33
Tabla 6. Coordenadas UTM del Laboratorio de Ensayo de Materiales	42
Tabla 7. Coordenadas UTM de la “Cantera Hnos. Alaya”	43
Tabla 8. Detalle de la muestra a utilizar	47
Tabla 9. Cronograma de realización de probetas.....	57
Tabla 10. Propiedades del agregado fino.....	63
Tabla 11. Propiedades del agregado grueso	63
Tabla 12. Cantidad de materiales para diseño de mezcla	63
Tabla 13. Resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos con un $f'c=280$ kg/cm ² en concreto patrón – Grupo A, ensayados a 3,5,7 y 28 días	64
Tabla 14. Resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos con un $f'c=280$ kg/cm ² , junta a 5 cm de la base y ángulo de inclinación de 45°, utilizando adhesivo Mapei Eporip como puente de adherencia – Grupo B1, ensayados a 3,5,7 y 28 días.....	64
Tabla 15. Resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos con un $f'c=280$ kg/cm ² , junta a 5 cm de la base y ángulo de inclinación de 45°, sin puente de adherencia – Grupo C1, ensayados a 3,5,7 y 28 días.....	64
Tabla 16. Resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos con un $f'c=280$ kg/cm ² , junta a 15 cm de la base y ángulo de inclinación de 45°, utilizando adhesivo Mapei Eporip como puente de adherencia – Grupo B2,	

ensayados a 3,5,7 y 28 días.....	65
Tabla 17. Resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos con un $f^c=280$ kg/cm ² , junta a 15 cm de la base y ángulo de inclinación de 45°, sin puente de adherencia – Grupo C2, ensayados a 3,5,7 y 28 días.....	65
Tabla 18. Resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos con un $f^c=280$ kg/cm ² , junta a 20 cm de la base y ángulo de inclinación de 45°, utilizando adhesivo Mapei Eporip como puente de adherencia – Grupo B3, ensayados a 3,5,7 y 28 días.....	65
Tabla 19. Resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos con un $f^c=280$ kg/cm ² , junta a 20 cm de la base y ángulo de inclinación de 45°, sin puente de adherencia – Grupo C3, ensayados a 3,5,7 y 28 días.....	66
Tabla 20. Tipo de rotura en especímenes cilíndricos del Grupo A ensayados por resistencia a la compresión a 3,5,7 y 28 días.....	66
Tabla 21. Tipo de rotura en especímenes cilíndricos del Grupo B1 ensayados por resistencia a la compresión a 3,5,7 y 28 días.....	67
Tabla 22. Tipo de rotura en especímenes cilíndricos del Grupo C1 ensayados por resistencia a la compresión a 3,5,7 y 28 días.....	67
Tabla 23. Tipo de rotura en especímenes cilíndricos del Grupo B2 ensayados por resistencia a la compresión a 3,5,7 y 28 días.....	68
Tabla 24. Tipo de rotura en especímenes cilíndricos del Grupo C2 ensayados por resistencia a la compresión a 3,5,7 y 28 días.....	69
Tabla 25. Tipo de rotura en especímenes cilíndricos del Grupo B3 ensayados por resistencia a la compresión a 3,5,7 y 28 días.....	69
Tabla 26. Tipo de rotura en especímenes cilíndricos del Grupo C3 ensayados por resistencia a la compresión a 3,5,7 y 28 días.....	70

Tabla 27. Comparación de los valores obtenidos en el ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo A y el Grupo B1 ensayado a edades tempranas calculando el porcentaje de variación.	71
Tabla 28. Comparación de los valores obtenidos en el ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo A y el Grupo C1 ensayado a edades tempranas calculando su porcentaje de variación.....	71
Tabla 29. Comparación de los valores obtenidos en el ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo A y el Grupo B2 ensayado a edades tempranas calculando su porcentaje de variación.....	72
Tabla 30. Comparación de los valores obtenidos en el ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo A y el Grupo C2 ensayado a edades tempranas calculando su porcentaje de variación.....	73
Tabla 31. Comparación de los valores obtenidos en el ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo A y el Grupo B3 ensayado a edades tempranas calculando su porcentaje de variación.....	73
Tabla 32. Comparación de los valores obtenidos en el ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo A y el Grupo C3 ensayado a edades tempranas calculando su porcentaje de variación.....	74
Tabla 33. Comparación de los valores promedio obtenido en el ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo A, Grupo B1 & C1, Grupo B2 & C2 y Grupo B3 & C3.....	75
Tabla 34. Variación de los valores promedio de Resistencia a la Compresión entre el Grupo B1 & C1, Grupo B2 & C2 y Grupo B3 & C3.	79
Tabla 35. Cálculo del peso específico del agua.....	91
Tabla 36. Cálculo del Factor f	91

Tabla 37. Peso unitario suelto del agregado grueso	91
Tabla 38. Peso unitario compactado del agregado grueso.....	92
Tabla 39. Peso específico del agregado grueso	92
Tabla 40. Porcentaje de absorción del agregado grueso.....	92
Tabla 41. Contenido de humedad del agregado grueso.....	93
Tabla 42. Porcentaje de material que pasa por el tamiz N°200.....	93
Tabla 43. Porcentaje de abrasión o desgaste promedio	93
Tabla 44. Análisis Granulométrico del agregado grueso.....	94
Tabla 45. Cálculo del peso específico del agua.....	95
Tabla 46. Cálculo del Factor f	95
Tabla 47. Peno unitario suelto del agregado fino	95
Tabla 48. Peso unitario compactado del agregado fino.....	95
Tabla 49. Peso específico del agregado fino	96
Tabla 50. Porcentaje de absorción del agregado fino	96
Tabla 51. Contenido de humedad del agregado fino	96
Tabla 52. Material más fino que pasa por el tamiz N°200	96
Tabla 53. Análisis granulométrico del agregado fino.....	97
Tabla 54. Datos generales a compresión del Grupo A (Concreto patrón) ensayado a 3 días.....	101
Tabla 55. Datos generales a compresión del Grupo A (Concreto patrón) ensayado a 5 días.....	102
Tabla 56. Datos generales a compresión del Grupo A (Concreto patrón) ensayado a 7 días.....	103
Tabla 57. Datos generales a compresión del Grupo A (Concreto patrón) ensayado a 28 días.....	104

Tabla 58. Datos generales a compresión del Grupo B1 y C1 (Junta a 5 cm de la base)	
ensayado a 3 días.	105
Tabla 59. Datos generales a compresión del Grupo B1 y C1 (Junta a 5 cm de la base)	
ensayado a 5 días.	106
Tabla 60. Datos generales a compresión del Grupo B1 y C1 (Junta a 5 cm de la base)	
ensayado a 7 días.	107
Tabla 61. Datos generales a compresión del Grupo B1 y C1 (Junta a 5 cm de la base)	
ensayado a 28 días.	108
Tabla 62. Datos generales a compresión del Grupo B2 y C2 (Junta a 15 cm de la base)	
ensayado a 3 días.	109
Tabla 63. Datos generales a compresión del Grupo B2 y C2 (Junta a 15 cm de la base)	
ensayado a 5 días.	110
Tabla 64. Datos generales a compresión del Grupo B2 y C2 (Junta a 15 cm de la base)	
ensayado a 7 días.	111
Tabla 65. Datos generales a compresión del Grupo B2 y C2 (Junta a 15 cm de la base)	
ensayado a 28 días.	112
Tabla 66. Datos generales a compresión del Grupo B3 y C3 (Junta a 20 cm de la base)	
ensayado a 3 días.	113
Tabla 67. Datos generales a compresión del Grupo B3 y C3 (Junta a 20 cm de la base)	
ensayado a 5 días.	114
Tabla 68. Datos generales a compresión del Grupo B3 y C3 (Junta a 20 cm de la base)	
ensayado a 7 días.	115
Tabla 69. Datos generales a compresión del Grupo B3 y C3 (Junta a 20 cm de la base)	
ensayado a 28 días.	116
Tabla 70. Deformación de muestra patrón - Grupo A	117

Tabla 71. Deformación del Grupo B1 & Grupo C1	119
Tabla 72. Deformación del Grupo B2 & Grupo C2	121
Tabla 73. Deformación del Grupo B3 & Grupo C3	123

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Condiciones de humedad del agregado.....	32
Figura 2. Tipos de fracturas en el ensayo de resistencia a la compresión	35
Figura 3. Dimensiones de la probeta con puente de adherencia.....	41
Figura 4. Ubicación geográfica del Laboratorio de Ensayo de Materiales – UNC	42
Figura 5. Ubicación geográfica de la “Cantera Hnos. Alaya”	43
Figura 6. Diagrama de flujo del procedimiento empleado en la investigación	49
Figura 7. Diseño de soporte de madera para obtención de ángulo de inclinación	50
Figura 8. Diseño de espécimen cilíndrico con junta a 5 cm de la base.	60
Figura 9. Diseño de espécimen cilíndrico con junta a 15 cm de la base.	60
Figura 10. Diseño de espécimen cilíndrico con junta a 20 cm de la base.	61
Figura 12. Comportamiento promedio de fracturas obtenidas en ensayo de resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos del Grupo A, evaluado a 3,5,7 y 28 días de curado.....	66
Figura 13. Comportamiento promedio de fracturas obtenidas en ensayo de resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos del Grupo B1, evaluado a 3,5,7 y 28 días de curado.....	67
Figura 14. Comportamiento promedio de fracturas obtenidas en ensayo de resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos del Grupo C1, evaluado a 3,5,7 y 28 días de curado.....	68
Figura 15. Comportamiento promedio de fracturas obtenidas en ensayo de resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos del Grupo B2, evaluado a 3,5,7 y 28 días de curado.....	68
Figura 16. Comportamiento promedio de fracturas obtenidas en ensayo de resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos del Grupo C2,	

evaluado a 3,5,7 y 28 días de curado.....	69
Figura 17. Comportamiento promedio de fracturas obtenidas en ensayo de resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos del Grupo B3, evaluado a 3,5,7 y 28 días de curado.....	70
Figura 18. Comportamiento promedio de fracturas obtenidas en ensayo de resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos del Grupo C3, evaluado a 3,5,7 y 28 días de curado.....	70
Figura 19. Comparación de valores obtenidos en el ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo A y el Grupo B1 ensayado a 3,5,7 y 28 días...	71
Figura 20. Comparación de los valores obtenidos en el ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo A y el Grupo C1 ensayado a 3,5,7 y 28 días...	72
Figura 21. Comparación de los valores obtenidos en el ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo A y el Grupo B2 ensayado a 3,5,7 y 28 días...	72
Figura 22. Comparación de los valores obtenidos en el ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo A y el Grupo C2 ensayado a 3,5,7 y 28 días...	73
Figura 23. Comparación de los valores obtenidos en el ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo A y el Grupo B3 ensayado a 3,5,7 y 28 días...	74
Figura 24. Comparación de los valores obtenidos en el ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo A y el Grupo C3 ensayado a 3,5,7 y 28 días...	74
Figura 25. Comparación de los valores promedio del ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo A, Grupo B1 & C1, Grupo B2 & C2 y Grupo B3 & C3, ensayado a 3 días.....	75
Figura 26. Comparación de los valores promedio del ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo A, Grupo B1 & C1, Grupo B2 & C2 y Grupo B3 & C3, ensayado a 5 días.....	76

Figura 27. Comparación de los valores promedio del ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo A, Grupo B1 & C1, Grupo B2 & C2 y Grupo B3 & C3, ensayado a 7 días.....	76
Figura 28. Comparación de los valores promedio del ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo A, Grupo B1 & C1, Grupo B2 & C2 y Grupo B3 & C3, ensayado a 28 días.....	77
Figura 29. Comparación de los valores promedio del ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo B1 & C1.	77
Figura 30. Comparación de los valores promedio del ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo B2 & C2.	78
Figura 31. Comparación de los valores promedio del ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo B3 & C3.	78
Figura 32. Curva de distribución granulométrica del agregado grueso.....	94
Figura 33. Curva de distribución granulométrica del agregado fino.....	97
Figura 34. Gráfica de esfuerzo vs deformación del Grupo A (Concreto patrón).....	118
Figura 35. Gráfica de esfuerzo vs deformación del Grupo B1 & C1	120
Figura 36. Gráfica de esfuerzo vs deformación del Grupo B2 & C2.....	122
Figura 37. Gráfica de esfuerzo vs deformación del Grupo B3 & C3.....	124
Figura 38. Agregado grueso en “Cantera Hnos. Alaya”.	133
Figura 39. Análisis granulométrico del agregado fino	133
Figura 40. Contenido de humedad de agregado fino y grueso-Secado en Horno	134
Figura 41. Peso específico y absorción del agregado grueso-Inmersión de canasta con malla metálica.	134
Figura 42. Peso específico y absorción del agregado fino- Ensayo provisional del cono.....	135

Figura 43. Peso unitario compactado del agregado grueso.	135
Figura 44. Ensayo de resistencia a la abrasión en máquina Los Ángeles	136
Figura 45. Elaboración del ensayo de Cono de Abrams.	136
Figura 46. Primera etapa de baseado de concreto después de 24 horas de curado con junta a 5 cm de la base y ángulo de inclinación a 45°.	137
Figura 47. Primera etapa de baseado de concreto después de 24 horas de curado con junta a 15 cm de la base y ángulo de inclinación a 45°.	137
Figura 48. Primera etapa de baseado de concreto después de 24 horas de curado con junta a 20 cm de la base y ángulo de inclinación a 45°.	138
Figura 49. Preparación de moldes cilíndricos utilizando tapas de cartón prensado en la parte superior para probetas con junta a 20 cm de la base.....	138
Figura 50. Aplicación de adhesivo epóxico Mapei Eporip en probetas con ubicación de la junta a 20 cm de base.	139
Figura 51. Curado de probetas patrón (Grupo A).....	139
Figura 52. Ensayo de resistencia a la compresión en probetas B3 (Junta a 20 cm de la base) fracturadas a 5 días de curado.	140
Figura 53. Ensayo de resistencia a la compresión efectuado a probetas C1 con junta a 15 cm de la base, acompañado del ingeniero asesor.....	140
Figura 54. Grupo de probetas B1, con puente adherente Mapei Eporip ubicado a 5 cm de la base.....	141
Figura 55. Grupo de probetas B1, con puente adherente Mapei Eporip ubicado a 5 cm de la base.....	141
Figura 56. Grupo de probetas C1, sin puente adherente y junta ubicada a 5 cm de la base	142
Figura 57. Fractura de tipo 2 en probeta C1 ensayada a los 7 días de curado.....	142

Figura 58. Fractura de tipo 3 en probeta B3 ensayada a 7 días de curado	143
Figura 59. Ensayo de resistencia a la compresión efectuado en probetas patrón ensayado a 3 días de curado.....	143
Figura 60. Diseño de soporte de madera para dar ángulo de inclinación de 45° a la probeta.	144
Figura 61. Aplicación del adhesivo epóxico Mapei Eporip en junta fría de probetas B2.....	144
Figura 62. Deformímetro usado para el cálculo de deformación en probetas ensayadas a compresión a 28 días de edad.	145
Figura 63. Rotura de probetas con puente de adherencia a 5 cm de la base midiendo su deformación por tonelada aplicada	145
Figura 64. Muestra total sumergida en poza de curado.....	146
Figura 65. Control de altura de junta de construcción en probetas con ubicación del puente adherente a 15 cm de la base.....	146

RESUMEN

En trabajos de reparación, ampliación o vaciados por etapas, una correcta aplicación del puente de adherencia es un aspecto fundamental en la construcción cuando se requiere unir concretos colados a destiempo, esto conlleva a que en un proceso constructivo no siempre se tenga certeza sobre la ubicación más eficiente dentro del elemento estructural, lo que esto puede comprometer la integridad del concreto y su resistencia a compresión. Esta investigación buscó encontrar el efecto en el posicionamiento de la junta y del puente adherente, por lo que, empleando un diseño experimental, se elaboró 92 testigos de concreto cilíndricos los cuales 20 fueron monolíticos y 72 se elaboraron con junta fría separados en grupos de 3 (24 testigos en cada grupo) ubicada a 5, 15 y 20 cm de la base respectivamente, estas últimas muestras se realizaron en 2 etapas separadas por 24 horas de colado, un ángulo de aplicación de 45° en la unión de ambos concretos, adhesivo epóxico Mapei Eporip y ensayados por compresión a los 3, 5, 7 y 28 días. Las probetas con la ubicación del puente adherente a 15 cm de la base, presentaron un aumento de un 9.03% en la resistencia sobre las probetas con junta a 5 cm de la base, en un 7.14% sobre las probetas con junta a 20 cm de la base y en un 7.40% sobre las probetas elaboradas en una sola etapa o monolíticas. De esta forma, se determinó que un correcto posicionamiento del puente adherente es fundamental al realizar una junta fría, puesto que, a medida que este se aproxima al eje central, aumenta entre un 5 y 10% la resistencia obtenida a compresión en testigos de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ ensayado a edades tempranas.

PALABRAS CLAVE: Resistencia a la compresión, junta fría, puente adherente, edades tempranas, probetas monolíticas

ABSTRACT

In repair works, enlargement or casting in stages, a correct application of the bonding bridge is a fundamental aspect in construction when it is necessary to join concrete cast at the wrong time. This means that in a construction process there is not always certainty about the most efficient location within the structural element, which can compromise the integrity of the concrete and its compressive strength. This research sought to find the effect on the positioning of the joint and the adhesive bridge, so, using an experimental design, 92 cylindrical concrete cores were elaborated, 20 of which were monolithic and 72 were elaborated with cold joint separated in groups of 3 (24 cores in each group) located at 5, 15 and 20 cm from the base respectively, These last samples were made in 2 stages separated by 24 hours of casting, an application angle of 45° in the union of both concretes, Mapei Eporip epoxy adhesive and tested by compression at 3, 5, 7 and 28 days. The specimens with the location of the bonding bridge at 15 cm from the base showed an increase of 9.03% in strength over the specimens with a joint at 5 cm from the base, 7.14% over the specimens with a joint at 20 cm from the base and 7.40% over the specimens made in a single stage or monolithic. In this way, it was determined that a correct positioning of the bonding bridge is fundamental when making a cold joint, since, as it approaches the central axis, the compressive strength obtained in cores of $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ tested at early ages increases between 5 and 10%. the compressive strength obtained on cores of $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ tested at early ages.

KEYWORDS: Compressive strength, cold joint, adhesive bridge, early ages, monolithic specimens.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En condiciones ideales, toda estructura de concreto armado es concebida como monolítica y debe ser materializada de forma continua e ininterrumpida; sin embargo, en la construcción es frecuente que se requiera adherir un concreto fresco con un concreto ya endurecido debido a procesos constructivos, programación de obra, mantenimiento o reparación de estructuras. (Cluber, 2018).

La adherencia entre elementos de concretos vaciados en distintas etapas es primordial para garantizar la integridad estructural de las obras. Es por ello que, para optimizar esta unión se acude a la aplicación de epóxicos como puentes de adherencia los cuales permiten un mejor anclaje y transferencia de esfuerzos entre concretos colados a destiempo. Sin embargo, aunque se ha estudiado ampliamente estos tipos de adhesivos y sus propiedades, existe poca información sobre la importancia que tiene la ubicación exacta del puente adherente dentro de un elemento estructural en la resistencia a compresión.

Esto hace hincapié a que factores en la ubicación del puente adherente como las juntas de vaciado mal posicionadas o malas prácticas constructivas puedan alterar significativamente el desempeño del concreto en una estructura, por lo que estudiar el comportamiento con juntas de construcción es fundamental, particularmente a edades tempranas que es cuando aún es sensible a variaciones en la continuidad estructural.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Pregunta principal

¿Cuánto es el efecto en la ubicación del puente de adherencia en la resistencia a la compresión utilizando adhesivo Mapei Eporip en testigos de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ ensayado a edades tempranas?

1.3 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 Hipótesis general

El efecto en la ubicación del puente de adherencia aumenta entre un 5 y 10% la resistencia a la compresión a medida que este se aproxima al eje central en testigos de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ ensayados a edades tempranas.

1.4 DEFINICIÓN DE VARIABLES

1.4.1 Variable independiente

- Ubicación del puente de adherencia

1.4.2 Variable dependiente

- Resistencia a la compresión del concreto

1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La correcta aplicación del puente de adherencia es un aspecto fundamental en la construcción cuando se pretende unir capas de concreto fresco con concreto endurecido, especialmente en trabajos de reparación, ampliación o vaciados por etapas. Sin embargo, en la práctica constructiva, no siempre se tiene claridad sobre la ubicación más eficiente del puente de adherencia dentro del elemento estructural.

Asimismo, la falta de normativas o especificaciones en manuales y reglamentos, hace que muchos procedimientos in situ en la ubicación de la junta y puente adherente se apliquen de manera errónea, obteniendo resultados poco predecibles o confiables de diseño estructural.

De esta manera, ofrecer información útil a ingenieros, supervisores y trabajadores de obra civil en un tema poco abordado, contribuye enormemente a mejorar y optimizar la integridad y seguridad del concreto a corto, mediano y largo plazo.

1.6 ALCANCES Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1 Alcances

- El efecto en la ubicación del puente de adherencia en la resistencia a la compresión del concreto a edades tempranas (3,5,7 y 28 días), se estudió utilizando el adhesivo epóxico Mapei Eporip en probetas de concreto con una resistencia de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
- Los resultados en la ubicación del puente adherente fueron evaluados en tres lugares del testigo de concreto; debajo del eje central (a 5 cm de la base), en el mismo eje central (a 15 cm de la base) y por encima del eje central (a 20 cm de la base).

1.6.2 Delimitación

- Se trabajó con un concreto con resistencia de diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.
- Se utilizó el adhesivo epóxico Mapei Eporip como puente adherente.
- La ubicación de la junta solo fue analizada a 5 cm, 15 cm y 20 cm desde la base de la probeta.
- Se utilizaron moldes cilíndricos estándar de 6" x 12".
- No se incluyeron otros ensayos mecánicos como tracción, adherencia directa o corte.

1.7 LIMITACIONES

Los resultados obtenidos en esta investigación están condicionados por el entorno controlado en el que se elaboraron los ensayos. Factores externos en las condiciones reales en obra como la exposición al clima, variaciones en el curado y la aplicación del

adhesivo pueden alterar estos resultados, lo cual podría influir en el desempeño en la ubicación de la junta de construcción.

1.8 OBJETIVOS

1.8.1 Objetivo general

- Evaluar el efecto en la ubicación del puente de adherencia en la resistencia a la compresión utilizando adhesivo Mapei Eporip en testigos de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ ensayado a edades tempranas.

1.8.2 Objetivos específicos

- Determinar la variación en la resistencia a la compresión utilizando el adhesivo epóxico Mapei Eporip como puente de adherencia a 5 cm de la base en testigos de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ ensayado a 3, 5, 7 y 28 días.
- Determinar la variación en la resistencia a la compresión utilizando el adhesivo epóxico Mapei Eporip como puente de adherencia a 15 cm de la base en testigos de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ ensayado a 3, 5, 7 y 28 días.
- Determinar la variación en la resistencia a la compresión utilizando el adhesivo epóxico Mapei Eporip como puente de adherencia 20 cm de la base en testigos de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ ensayado a 3, 5, 7 y 28 días.

1.9 DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS DE LOS CAPÍTULOS

➤ Capítulo I: Introducción.

Aborda el porqué de la elaboración de este trabajo de investigación, seguido de la hipótesis, variables, justificación de la investigación, alcances, delimitación, limitaciones y por último los objetivos.

➤ Capítulo II: Marco teórico.

Comprende los antecedentes teóricos a nivel internacional, nacional y local; luego se especifican las bases teóricas que son fundamentales para esta investigación y

por último citamos la definición de términos básicos.

➤ **Capítulo III: Materiales y métodos.**

Contiene la ubicación geográfica y el tiempo el cual se realizó esta investigación, posteriormente menciona los equipos, herramientas y materiales utilizados para poder describir el procedimiento en orden cronológico enfatizado a los ensayos.

➤ **Capítulo IV: Análisis y discusión de resultados.**

Da a conocer la evaluación e interpretación de los datos obtenidos, buscando contrastar la hipótesis y antecedentes teóricos.

➤ **Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones.**

Está alineado con los objetivos general y específicos, contrastando los resultados obtenidos y planteando recomendaciones para investigaciones futuras.

➤ **Referencias bibliográficas.**

Refiere a las citas bibliográficas las cuales han servido de apoyo para la elaboración del presente trabajo de investigación.

➤ **Anexos.**

Se adjunta la siguiente información:

- Propiedades físicas de los agregados
- Diseño de mezcla del concreto
- Resultados de resistencia a la compresión
- Gráficas de esfuerzo vs deformación
- Constancia de uso del laboratorio de materiales
- Ficha técnica del cemento Portland Tipo I
- Ficha técnica del adhesivo epóxico Mapei Eporip
- Panel fotográfico

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS

2.1.1 Antecedentes internacionales

Cañas, D. J., Sermeño, R. O., & Ramos, J. A. (2024). En su investigación que lleva por nombre: **“Influencia de los puentes de adherencia en la reparación de mampostería”**, llevaron a cabo un plan experimental que consistió en la reparación de 30 probetas de bloques de concreto, en los que se utilizó para la mitad de las probetas mortero común de albañilería y para la otra mitad mortero común de albañilería más un puente de adherencia. Una variable adicional fue el ángulo de avivamiento de las probetas, de modo que, para cada conjunto de 15 probetas, 5 fueron reparadas con un ángulo de avivamiento de 30°, 5 con un ángulo de avivamiento de 15° y 5 con un ángulo de avivamiento de 0°. Luego del fraguado del mortero de pega, las probetas se ensayaron ante cargas de tensión directa. Los resultados obtenidos sugieren que independientemente del ángulo de avivamiento la capacidad a tensión de la mampostería se recupera siempre y cuando se use un puente de adherencia, ya que las probetas reparadas que utilizaron puente de adherencia mostraron fallas de la mampostería y del mortero en las zonas cercanas a la interfaz de unión. Demostrando la efectividad del epóxico utilizado para aumentar la capacidad a tensión de la unión mortero-bloque.

Rojas Velásquez (2021), en su análisis sistemático de literatura conocido como: **“Manual para adherencia del concreto fresco a concreto endurecido”**, fundamentada en conocimientos científicos, técnicos y legales relacionados al tema nos brinda los siguientes alcances: Las especificaciones técnicas dadas por fabricantes de epòxicos como Sika, Mapei, Niasa, Toxement y Curacreto, contrastan su aplicación con resultados obtenidos en algunos trabajos de investigación, recomendando hacer un estudio estadístico de la calidad de los productos adherentes de acuerdo con los factores incidentes en el fenómeno de la adherencia del concreto fresco a concreto endurecido, es

de vital importancia para hacer cumplir las normativas ya establecidas dentro del parámetro de adhesión presente en la fichas técnicas de estos epóxicos.

2.1.2 Antecedentes nacionales

León & Hernández (2021), en su tesis de investigación **“Análisis de la eficiencia de puentes de adherencia epóxicos para el desempeño monolítico del concreto considerando el comportamiento en resistencia a la flexión, Trujillo 2021”**, trabajaron con una resistencia de diseño 210 kg/cm², realizando 45 probetas para resistencia a la flexión utilizando vigas de control, también vigas unidas sin adhesivos epóxicos y vigas utilizando adhesivos epóxicos. También se utilizaron 9 probetas para resistencia a la compresión, ensayadas a 7, 14 y 28 días de curado, concluyendo que los adhesivos epóxicos influyen de forma positiva en la unión de concreto a diferentes edades, obteniendo a 28 días de curado una resistencia promedio de 52.6 kg/cm² en probetas patrón, 26.4 kg/cm² en vigas unidas sin adhesivo epóxico, 49.8 kg/cm² en vigas unidas con Sikadur 32 Gel, 46.5 kg/cm² en vigas unidas con Chema Epox adhesivo 32 y 43.9 kg/cm² en vigas unidas con Zpox 32, siendo el más eficiente el adhesivo Sikadur 32 Gel alcanzando una resistencia a la flexión a 28 días de curado, resistiendo un 88.3% más que la viga unida sin adhesivo epóxico y una resistencia de 5.3% menos que la viga patrón.

Miranda Bazán & Sacramento Oliva (2024), en su trabajo de investigación **“Evaluación de la resistencia por adherencia en una junta solape PMMA 6 mm variando el Adhesivo y la Rugosidad Superficial”**, realizaron la evaluación de la resistencia a la adherencia en una junta de solape PMMA 6mm variando el adhesivo y la rugosidad superficial de los sustratos. Para esto se prepararon 20 probetas de acrílico PMMA de dimensiones 220 x 50 x 6 mm para formar juntas de solape con área de 1250 mm² y se utilizaron 2 tipos de adhesivos: adhesivo prepolimerizado (cloroformo) y adhesivo reactivo (cianoacrilato) basados en la norma ASTM-D1002-01 (Método de

ensayo estándar para determinar la resistencia aparente al cizallamiento de probetas metálicas unidas adhesivamente por una sola junta mediante carga de tracción). Se obtuvo como resultado un fallo en el sustrato antes de la junta por una rotura en 3, 4 y 5 micras respectivamente, demostrando que para el sustrato PMMA con superficies similares estarían por debajo de la resistencia de las juntas. Corroborando por los antecedentes teóricos que el área del sustrato adhesivo está sobre dimensionado.

2.1.3 Antecedentes locales

Mercado Romero (2024), en su tesis de investigación **“Variación de la resistencia a compresión del concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$, utilizando diferentes epóxicos adherentes en juntas de construcción usuales en comparación con el concreto tradicional”**, obtuvo el valor de la variación de la resistencia a compresión del concreto con resistencia $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, cuando estos especímenes presentan juntas de construcción empleando un ángulo de 60° . Se utilizó tres epóxicos adherentes diferentes (Sikadur®-32 Gel, Chema Epox Adhesivo 32 y Z Pox 32) que trabajaron como puentes adherentes en el concreto, para tiempos de formación de las juntas de construcción a 4, 6 y 8 horas y ensayos a compresión del concreto a 7, 14 y 28 días, llegando a la conclusión que la variación promedio de la resistencia a compresión del concreto con las condiciones descritas fue de 1.87%.

Minchán Zavaleta (2024), en su tesis de investigación **“Influencia del epóxico adherente Sikadur 32 y lechada de cemento, en la resistencia a compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, en juntas de construcción usuales”**, ensayó probetas de concreto elaboradas con y sin juntas de construcción, empleando un ángulo de 45° y 0° en las juntas utilizando Sikadur 32 y lechada de cemento Portland tipo I como puentes adherentes. Se determinó que las probetas con epóxico adherente Sikadur 32 en las juntas de construcción a 45° y 0° aumentó 5.02%, la lechada de cemento Portland tipo I en las

juntas de construcción a 45° y 0° aumentó 6.62% y sin ningún tipo de puente adherente en las juntas de construcción a 45° y 0° aumentó 5.14% en su resistencia a compresión $f_c=210$ kg/cm² frente al concreto patrón, esto con tiempos de formación de 4, 6, y 8 horas, considerado para los casos de la resistencia de diseño del concreto con edades: 7, 14 y 28 días.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Concreto

Es una mezcla compuesta principalmente por cemento, agua, agregados finos y gruesos, y en ocasiones aditivos. La combinación de estos materiales da lugar a una masa que, al endurecer, adquiere propiedades resistentes y duraderas, siendo ampliamente utilizada en la construcción civil. (Montalvo Peña, H. 2015)

La norma NTP 339.047 define al concreto como una combinación que incorpora un material aglutinante junto con agregados de distintos tamaños, tanto gruesos como finos. Si bien usualmente se tiene como medio aglomerante el cemento portland y el agua en un concreto estándar, también a este se le puede incorporar puzolanas, escorias y/o algún otro aditivo de naturaleza química.

2.2.1.1. Componentes del concreto

➤ Cemento Portland

La norma NTP 334.001 menciona que el cemento es el material más primordial del concreto, esto es debido a que brinda resistencia cuando se encuentra completamente endurecido. El cemento portland es un producto artificial que se obtiene por la calcinación de mezclar caliza, arcilla y minerales de hierro previamente molidos, formando un compuesto llamado Clinker, luego este compuesto se pulveriza y se adiciona yeso, logrando finalmente que la mezcla obtenga una propiedad de fraguar y endurecer.

El tipo y cantidad de cemento que se requiere en una mezcla de concreto depende principalmente del volumen, propiedades requeridas y las condiciones de exposición de

una estructura. La ASTM C150 divide al cemento en ocho tipos, los cuales se detallan a continuación:

Tabla 1. *Tipos de cemento según la ASTM C150.*

Tipo	Descripción
Tipo I	Normal
Tipo IA	Normal con aire incluido
Tipo II	Moderada resistencia a los sulfatos
Tipo IIA	Moderada resistencia a los sulfatos con aire incluido
Tipo o III	Moderada resistencia inicial (Alta resistencia temprana)
Tipo IIIA	Alta resistencia inicial con aire incluido
Tipo IV	Bajo calor de hidratación
Tipo V	Alta resistencia a los sulfatos

Fuente. *ASTM C150*

➤ **Agua para curado**

Cuando el concreto ha fraguado, mantener un nivel adecuado de humedad es fundamental para que continúe el proceso de hidratación del cemento, lo que permite que el material desarrolle su resistencia y se reduzca el riesgo de fisuración superficial. El curado con agua limpia y sin contaminantes evita pérdidas prematuras de humedad y mejora la calidad del concreto final. El agua empleada para este propósito debe cumplir condiciones similares a la del agua de mezclado, ya que sustancias indeseadas pueden provocar manchas o afectar la integridad de la superficie. (Yura S.A. 2020)

➤ **Agua para mezclado**

Esta se adiciona a la mezcla en la elaboración del concreto, no solo activa el proceso de fraguado del cemento, sino que también permite alcanzar la trabajabilidad adecuada de la mezcla. Para que el concreto mantenga su resistencia y durabilidad, esta agua debe estar libre de impurezas como aceites, sales, ácidos, materiales orgánicos o sustancias que puedan alterar sus propiedades físicas y químicas. Idealmente, se debe emplear agua potable o aquella que cumpla con los requisitos técnicos establecidos por normas como la NTP 339.088, que especifican límites de pH y concentraciones de

elementos como cloruros o sulfatos. (ASOCEM. 2021)

- Requerimientos que debe cumplir el agua

La norma NTP 339.088 nos otorga los parámetros máximos admisibles que debe tener el agua para la preparación de una mezcla de concreto, para esto será necesario realizar un análisis químico y comparar los resultados obtenidos con los mostrados a continuación:

Tabla 2. *Requerimientos que debe cumplir el agua.*

Descripción	Limite permisible
Límite de suspensión	5000 ppm máx.
Materia orgánica	3 ppm máx.
Alcalinidad (NaHCO₃)	1000 ppm máx.
Suelo (ion SO₄)	600 ppm máx.
Cloruros (ion CL)	1000 ppm máx.
PH	5 a 8 ppm máx.

Fuente. *Norma NTP 339.088 (Agua)*

➤ **Agregados**

Constituyen aproximadamente el 75% del volumen del concreto. Los finos, como la arena y los gruesos como la grava, proporcionan resistencia y estabilidad dimensional al concreto. Su calidad y características influyen directamente en las propiedades finales del material. (Studocu. 2025)

- Agregado Fino

La norma NTP 400.011, define al agregado fino como aquel que pasa por el tamiz 9,51 mm (malla de 3/8) y queda retenido en el tamiz 75 µm (malla N°200), proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas. Este agregado puede estar constituido de arena natural o previamente manufacturada, o en su defecto, de una combinación de ambas.

- Agregado Grueso

La norma NTP 400.011, define al agregado grueso como aquel que queda retenido en el tamiz 4.76 mm (Nº4), proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas.

- **Propiedades de los agregados**

Las propiedades físicas de los agregados, como la densidad, absorción, forma y textura superficial, afectan la trabajabilidad, resistencia y durabilidad del concreto. Es fundamental seleccionar agregados adecuados para garantizar un desempeño óptimo del concreto. (1Library, 2025)

- a. Contenido de humedad

Los agregados en su estado natural presentan humedad en su superficie, y cuando estos se encuentran expuestos a acciones climáticas de lluvia y secado de manera continua, principalmente en las arenas; se logra acumular grandes cantidades de agua en su interior, llegando a valores de hasta un 30% por encima de la masa seca de dicho material. Considerando que el agua saturada en un agregado no supera el 3% de su masa en estado seco, es importante determinar el contenido de humedad teniendo la cantidad de agua superficial la cual nos brinda valores para realizar una corrección o ajuste en la elaboración del diseño de mezcla de un concreto en obra o en planta. (Huayta Torres, 2018)

- b. Análisis granulométrico

Consiste en identificar y cuantificar las diferentes fracciones de tamaño de las partículas presentes en una muestra de suelo o agregado. Este proceso se realiza comúnmente mediante métodos como el tamizado para partículas más gruesas y la sedimentación para partículas más finas. La representación gráfica de los resultados, conocida como curva granulométrica, proporciona una visión clara de la distribución de

tamaños y es fundamental para clasificar el material y predecir su comportamiento en diversas aplicaciones. (Rodríguez, G. 2025)

La norma NTP 400.037, establece los parámetros granulométricos para agregado grueso y agregado fino que se observa en las siguientes tablas:

Tabla 3. Parámetros granulométricos para el agregado grueso

N.º A.S.T.M	Tamaño máximo nominal	% QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS												
		100	90	75	63	50	37,5	25	19	12.5	9,5	4,75	2,36	1,18
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
		4"	3.5"	3"	2.5"	2"	1.5"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº8	Nº 16
5	1"						100	90	20	0	0			
	a							a	a	a	a			
	1/2"							100	55	10	5			
56	1"						100	90	40	10	0	0		
	a							a	a	a	a	a		
	3/8"							100	85	40	15	5		
57	1"						100	95		25		0	0	
	a							a		a		a	a	
	Nº4							100		60		10	5	
6	3/4"							100	90	20	0	0		
	a								a	a	a	a		
	3/8"								100	55	15	5		
67	3/4"							100	90		20	0	0	
	a								a		a	a	a	
	Nº4								100		55	10	5	
7	1/2"								100	90	40	0	0	
	a									a	a	a	a	
	Nº4									100	70	15	5	
89	3/8"									100	90	20	5	0
	a										a	a	a	a
	Nº16										100	55	30	10

Fuente. Norma NTP 400.037(2018)

Tabla 4. Parámetros granulométricos para el agregado fino

Tamiz	Porcentaje que pasa (%)
9.5 mm (3/8")	100
4.75 mm (Nº 4)	95 a 100
2.36 mm (Nº 8)	80 a 100
1.18 mm (Nº 16)	50 a 85
600 µm (Nº 30)	25 a 60
300 µm (Nº 50)	5 a 30
150 µm (Nº 100)	0 a 10

Fuente. Norma NTP 400.037(2018)

c. Peso específico del agregado

➤ Peso específico de la masa

La norma NTP 400.022:18 (2018), define al peso específico como la relación entre la masa de las partículas de agregado secadas al horno y el volumen que ocupan, incluyendo los poros permeables e impermeables dentro de las partículas, pero excluyendo los espacios vacíos entre ellas. Este valor es fundamental para calcular la proporción de materiales en mezclas de concreto.

➤ Peso específico aparente

Según la ASTM C128-22 (2023), el peso específico se entiende como la relación, a temperatura constante, entre la masa en el aire de un volumen determinado de un material y la masa en el aire de un volumen igual de agua destilada, libre de gases y con la misma densidad. En el caso de materiales sólidos, el volumen se refiere únicamente a la porción impermeable del material.

➤ Peso específico de masa saturado superficialmente seco (SSS)

Para la ASTM C128-22 (2023), el peso específico de la masa en el estado saturado superficialmente seco se mide con la variación del agua en los poros naturalmente permeables, siendo esta condición la que nos permite calcular propiedades como la absorción y el peso específico del agregado en diferentes estados.

d. Porosidad y absorción

En los agregados, la porosidad representa la proporción del volumen total del concreto que está compuesto por vacíos o espacios internos. Esta característica afecta directamente aspectos como la resistencia, durabilidad y la capacidad del material para dejar pasar líquidos o gases. Un porcentaje alto de poros puede facilitar la entrada de agua

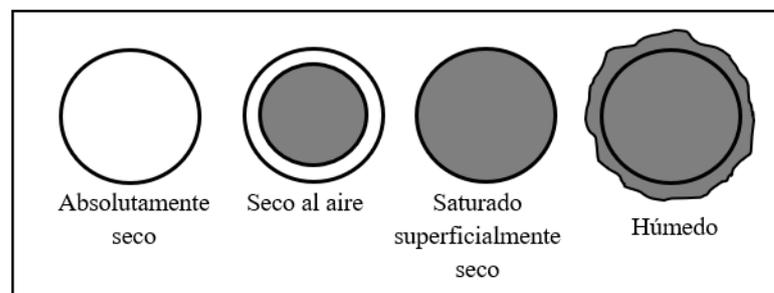
y agentes químicos que deterioran la estructura del concreto con el tiempo. (Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. M. 2017).

En cambio, la absorción se refiere a la cantidad de agua que un concreto seco puede retener después de estar sumergido, expresada como porcentaje respecto a su peso seco original. Esta propiedad está vinculada a la porosidad del concreto y es un indicador importante para determinar su resistencia a la infiltración de humedad y sustancias dañinas. (Neville, A. M. 2019)

Los niveles de porosidad y absorción se rigen bajo las siguientes condiciones de humedad:

- **Absolutamente seco:** Cuando la muestra presenta poros vacíos, tanto internos como superficiales.
- **Seco al aire:** Cuando la muestra presenta parte de la masa y de los poros internos llenos.
- **Saturado superficialmente seco:** Cuando la muestra presenta toda la masa, poros internos y de superficie llenos, pero superficialmente se encuentra seco.
- **Húmedo:** Cuando la muestra presenta llenos todos sus poros, internos y superficiales, y adicionalmente se acumula humedad en la superficie.

Figura 1. *Condiciones de humedad del agregado*



Fuente. *Gutiérrez, D. A. (2018)*

2.2.1.2. Propiedades del concreto

El concreto es un material compuesto que se encuentran en dos de sus estados más comunes, fresco y el endurecido.

➤ **Propiedades del concreto en estado fresco**

Estas propiedades hacen referencia a un concreto recién elaborado, el cual por su condición aún no está endurecido y puede tomar forma de un molde debido a su gran manejabilidad.

a. Trabajabilidad

Esta propiedad del concreto describe qué tan sencillo es mezclar, manipular, verter en moldes, compactar y terminar su superficie, sin que se separen sus componentes ni pierda uniformidad. Esta cualidad asegura que la mezcla se adapte adecuadamente a las condiciones del proyecto sin comprometer su calidad estructural. (Matallana, J. 2019).

b. Consistencia

Representa el nivel de fluidez que tiene el concreto cuando aún está fresco, es decir, qué tan fácilmente se moldea o se adapta a los espacios que debe rellenar. Esta característica depende de diversos factores como la proporción de agua, el tipo de agregado y las condiciones climáticas, y suele medirse con el ensayo de asentamiento del cono de Abrams. (Gómez Tamariz, W. J., & Villavicencio Garrido, K. E. 2020).

Tabla 5. *Relación consistencia-asentamiento*

Consistencia	Asentamiento	
	(in.)	(cm.)
Seca	1" a 2"	2.5 cm a 5.0 cm
Plástica	3" a 4"	7.5 cm a 10.0 cm
Fluida	6" a 7"	15.0 cm a 17.5 cm

Fuente. Pacheco (2017)

➤ **Propiedades del concreto en estado endurecido**

Las propiedades en estado endurecido están relacionadas con la resistencia que adquiere concreto después de cierto tiempo de fraguado.

a. Resistencia a la compresión

Rafael (2023), define a la resistencia a la compresión como la capacidad del concreto de soportar fuerzas sin romperse. Este valor es fundamental para evaluar su

calidad y determinar si cumple con los requisitos necesarios para garantizar el correcto uso del concreto.

Muñoz Pérez, S. P., Sandoval Siesquen, F., Martínez Lara, E., & Pazos Antezana, J. (2021), lo definen como la capacidad del material para soportar fuerzas que tienden a reducir su tamaño. Esta propiedad es esencial para garantizar la seguridad y durabilidad de las estructuras construidas con concreto. La resistencia se evalúa mediante ensayos en los que se aplican cargas crecientes a especímenes cilíndricos o cúbicos hasta que ocurre la falla. Los resultados de estos ensayos permiten determinar la calidad del concreto y su idoneidad para aplicaciones estructurales específicas.

La fórmula empleada para el cálculo de resistencia a la compresión es:

$$F'c = \frac{4 \times G}{\pi \times D^2}$$

Donde:

- F'c: Resistencia a la compresión del concreto (Kg/cm²)
- G: Carga máxima de rotura (Kg)
- D: Diámetro promedio del espécimen (cm)

Los dispositivos y herramientas requeridos para evaluar la resistencia del concreto son los siguientes:

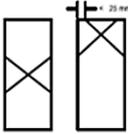
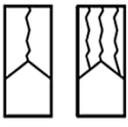
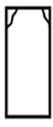
- ✓ **Prensa hidráulica de ensayo:** Equipo operado eléctricamente que permite aplicar cargas de compresión sobre las muestras de concreto.
- ✓ **Balanza digital:** Utilizada para registrar el peso de las muestras cilíndricas antes de ser sometidas al ensayo de compresión.
- ✓ **Bases de sujeción con discos de neopreno:** Estos discos se colocan en ambas caras de los especímenes, garantizando que se mantengan paralelos y alineados correctamente.
- ✓ **Calibrador vernier:** Es un instrumento manual de medición que permite

determinar con exactitud las dimensiones de las probetas, con una tolerancia de hasta medio milímetro.

➤ Tipos de Fracturas

Realizado los ensayos de resistencia a la compresión, las probetas sufren distintos tipos de fracturas, las cuales permite entender el cambio que ha sufrido cada testigo y cuál ha sido su comportamiento durante este ensayo.

Figura 2. *Tipos de fracturas en el ensayo de resistencia a la compresión*

TIPOS	PROBETA	TIPOS	PROBETA	TIPOS	PROBETA
Tipo 1		Tipo 3		Tipo 5	
Tipo 2		Tipo 4		Tipo 6	

Fuente. NTP 339.034

El tipo de fractura está ligado a muchos factores, desde al estado de madurez del testigo ensayado, hasta la carga o tipo de material empleado en su elaboración, por lo que, la NTP 339.034. (2015), describe a continuación cada tipo de fractura.

- ❖ **Tipo 1:** Fractura con forma de conos formados en ambos extremos de la probeta, con fisuras a través de la cabecera menores a 25 mm.
- ❖ **Tipo 2:** Fractura con forma de cono bien formado en uno de los extremos de la probeta, con presencia de fisuras verticales presentes en todo el cuerpo y a través de la cabecera.
- ❖ **Tipo 3:** Fractura con presencia de fisuras verticales, también conocido como fisuras de tipo columnares en ambos extremos de la probeta con conos no muy definidos.
- ❖ **Tipo 4:** Fractura de tipo diagonal con ausencia de fisuras en el cuerpo de la probeta.
- ❖ **Tipo 5:** Fractura presente en los lados de la probeta, tanto en borde superior como en borde inferior.

- ❖ **Tipo 6:** Fractura presente en un borde extremo de la probeta, generando que esta quede en la mayoría de casos con punta

2.2.2 Juntas en el concreto

El concreto tiende a dilatarse o contraerse en respuesta a variaciones de temperatura y niveles de humedad. Por lo general, esta tendencia es hacia la contracción, lo cual puede provocar la aparición de fisuras en las primeras etapas del fraguado. Aunque las grietas que surgen de forma aleatoria pueden resultar antiestéticas y difíciles de controlar, en la mayoría de los casos no comprometen la resistencia estructural del material. Para evitar este tipo de agrietamiento descontrolado, se emplean juntas, que no son más que fisuras intencionalmente diseñadas. Estas pueden formarse utilizando moldes, herramientas especiales, cortes mecánicos o insertando elementos separadores durante el vaciado del concreto. (Minchán Zavaleta, 2024)

Existen tres tipos de juntas en el concreto, los cuales son:

- Juntas de contracción

Son cortes o ranuras planificadas en elementos de concreto que permiten controlar la formación de grietas al dirigir las hacia zonas específicas. Estas juntas se implementan para manejar las tensiones internas que surgen durante el proceso de fraguado y secado del concreto, evitando así fisuras aleatorias que puedan comprometer la integridad estructural. (PSI Concreto, 2021)

- Juntas de expansión

Son espacios deliberadamente dejados entre elementos de concreto para permitir su movimiento debido a variaciones térmicas y otros factores ambientales. Estas juntas absorben las expansiones y contracciones del material, previniendo daños estructurales como agrietamientos o deformaciones. Se rellenan con materiales flexibles que facilitan el

desplazamiento sin comprometer la estabilidad de la estructura. (Cemix, 2020)

➤ Juntas de construcción o juntas frías

Se generan cuando hay una interrupción en el proceso de vaciado del concreto, ya sea planificada o imprevista. Estas juntas marcan el límite entre dos colados sucesivos y son esenciales para garantizar la continuidad estructural. Es fundamental tratarlas adecuadamente para asegurar una buena adherencia entre las secciones y evitar puntos débiles en la estructura. (Bersan, 2024)

2.2.3 Adhesivos Epóxicos

Paredes López y Reyes Cossío. (2016), mencionan que un adhesivo es un material no-metálico el cual es capaz de unir 2 sustratos mediante los mecanismos de adhesión (desarrollados entre el adhesivo y el sustrato) y los mecanismos de cohesión (desarrollados en el interior del propio adhesivo).

➤ **Adhesivos epóxicos estructurales**

Tienen la capacidad de adherir casi todos los materiales en el sector constructivo, estos productos epóxicos se presenta en su mayoría en dos o más elementos, siendo estos la resina y el endurecedor.

○ Mapei Eporip

Eporip es un adhesivo epoxídico sin disolventes, constituido por dos componentes predosificados (componente A = resina y componente B = endurecedor), estos deben ser mezclados entre sí antes de su uso. Eporip tiene la consistencia de una pasta ligeramente tixotrópica, la cual puede ser aplicada con brocha tanto sobre superficies horizontales como verticales. Eporip polimeriza sin retracción y completado el endurecimiento es impermeable al agua, obteniendo óptimas propiedades aislantes y elevadas características

mecánicas, además de ofrecer adhesión al hormigón y al acero. (Mapei, 2022)

En su ficha técnica menciona que este adhesivo puede ser aplicado sobre hormigón seco o ligeramente húmedo, y sobre metal con ayuda de una brocha.

De igual manera, Mapei (2022), recomienda penetrar muy bien el producto en las zonas particularmente irregulares y porosas, con el objetivo de asegurar una perfecta adhesión en la totalidad de la superficie a colar. Teniendo en cuenta el posterior vaciado de concreto, la aplicación de este adhesivo epóxico debe realizarse dentro de los tiempos abiertos correspondientes a las distintas temperaturas especificadas en el cuadro de datos técnicos. Es por ello que, Eporip, en el caso de sellado de fisuras de ancho superior a 0,5 mm, puede aplicarse mediante simple vertido, en este caso, se recomienda espolvorear la superficie donde se va a aplicar Eporip para facilitar la adherencia posteriormente de los productos a encolar.

➤ **Adhesivos epóxicos no estructurales**

Estos adhesivos cumplen la función de un sellador, son utilizados frecuentemente para impermeabilizar grietas, pegar parches, o para cualquier tipo de reparación donde no se comprometa la estructura misma. (Huayta Torres, 2018)

Los adhesivos no estructurales más utilizados en el mercado son:

- ❖ Adhesivos para molduras
- ❖ Adhesivos para revestimientos
- ❖ Adhesivos para tabiquerías

2.2.4 Adherencia

Es la capacidad que muestra un adherente para transmitir una fuerza por medio de una unión adhesiva, esto siempre y cuando exista un sistema formado por dos materiales a unir. Esta adherencia se puede ponderar sometiendo la unión adhesiva a un esfuerzo mecánico hasta generar una rotura o pérdida de la unión adherida. (Bersan, 2024)

2.2.5 Puente de adherencia

Es todo aquel adhesivo epóxico que garantice la continuidad al proceso de colado o vertido de algún material dentro de una obra en construcción.

Vilcahuaman Carbajal (2024), evaluó la influencia del puente adherente en la resistencia a compresión del concreto. Los resultados indicaron que una preparación adecuada de la superficie, seguida de la aplicación de un puente adherente epóxico, mejoró significativamente la resistencia del concreto en uniones entre losas antiguas y nuevas.

➤ Puente de adherencia, Mapei Eporip

Es un puente adherente epóxico bicomponente, conformado por una resina y un endurecedor.

Mapei (2022), menciona los siguientes campos de aplicación:

- ❖ Puente de unión en refuerzos estructurales de vigas y pilares.
- ❖ Puente de unión sobre pavimentos industriales degradados.
- ❖ Puente de unión en juntas rígidas impermeables (por ejemplo, losa-muro de cimentación de depósitos).
- ❖ Refuerzo de vigas mediante la técnica del aplacado metálico.
- ❖ Sellado de fisuras o grietas en recrecidos cementosos.

2.2.6 Diseño de uniones adherentes

Para conseguir uniones adhesivas correctas, se debe plantear a nivel de diseño que tipo de adhesivo se acomoda mejor a esta aplicación y sobre todo conocer sobre los posibles esfuerzos al que se someta ambos concretos adheridos, esto debido a la carga la cual será sometido el sustrato y este empezará a deformarse plásticamente dependiendo de su rigidez y grosor. (Huayta Torres, 2018)

Existen algunos tipos de esfuerzos a los que se somete un diseño en particular de

una unión adherente, los cuales son:

- ❖ Esfuerzo normal (tracción o compresión)
- ❖ Esfuerzo de corte o cizalla
- ❖ Esfuerzo de pelado
- ❖ Esfuerzo de desgarro

2.2.7 Normas ASTM

Las normas ASTM C881 y ASTM C882 regulan los ensayos sobre puentes de adherencia, siendo de gran importancia para obtener un correcto diseño y preparación de una muestra de estas características:

➤ **Norma ASTM C881:**

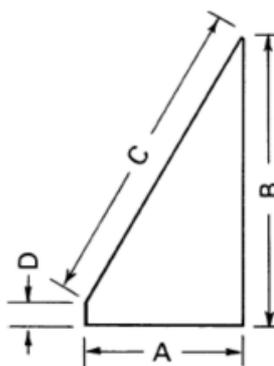
Esta norma establece que los puentes de adherencia (adhesivos para unir concreto nuevo con concreto existente) deben tener propiedades específicas de resistencia a la tracción y adherencia, así como resistencia química y mecánica para garantizar una buena unión entre las superficies, brindando los requisitos mínimos para morteros, adhesivos y resinas epóxicos que se utilizan para la reparación, protección y unión de concreto. (ASTM International. 2020).

➤ **Norma ASTM C882:**

Define el método estándar para probar la fuerza de adherencia de los puentes de adherencia epóxicos usados para unir concreto nuevo a concreto existente. Es la norma que se utiliza para evaluar la resistencia de unión entre las superficies tratadas con puentes de adherencia, midiendo la fuerza de tracción necesaria para separar el concreto unido. (ASTM International. 2020).

Esta norma regula las dimensiones de la probeta a usar con las medidas establecidas, las cuales se observan en la siguiente imagen:

Figura 3. Dimensiones de la probeta con puente de adherencia



Fuente: Norma ASTM C882

De la figura anterior, se tienen las siguientes dimensiones:

- A = 6 pulg. o 150 ± 4 mm
- B = 12 pulg. o 300 ± 4 mm
- C = 12 pulg. o 300 ± 4 mm
- D = 1.6 pulg. o 40 ± 4 mm

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- ❖ **Puente de adherencia:** Es un material o sistema que promueve la unión entre capas de concreto u otros materiales, especialmente en trabajos de reparación o recubrimiento, asegurando una adecuada transferencia de esfuerzos entre las superficies. (Chura Álvarez, 2019)
- ❖ **Resistencia a la compresión:** ES la capacidad del concreto para soportar fuerzas sin romperse. Este valor es fundamental para evaluar su calidad y determinar si cumple con los requisitos necesarios para garantizar. (Rafael, 2023)
- ❖ **Testigos:** Son especímenes cilíndricos de concreto de prueba utilizados principalmente para evaluar la resistencia del material. (Ruiz Tirado, 2025)
- ❖ **Edades tempranas:** Primeras horas y días después del colado, etapa en la que el concreto experimenta cambios físicos y químicos importantes que determinan su comportamiento a largo plazo. (Mindess, S., Young, J. F., & Darwin, D., 2017).

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 Ubicación geográfica del laboratorio

País : Perú
Departamento : Cajamarca
Provincia : Cajamarca
Distrito : Cajamarca

Figura 4. *Ubicación geográfica del Laboratorio de Ensayo de Materiales – UNC*



Fuente. *Google Earth*

Esta investigación se realizó en el laboratorio de ensayo de materiales “Mg. Ing. Carlos Esparza Díaz”, ubicado en el Edificio 1C de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca.

Tabla 6. *Coordenadas UTM del Laboratorio de Ensayo de Materiales*

COORDENADAS UTM – DATUM WGS 84	
NORTE:	9 207 001.94 N
ESTE:	776 618.20 E

Fuente. *Google Earth*

3.1.2 Ubicación geográfica de la cantera

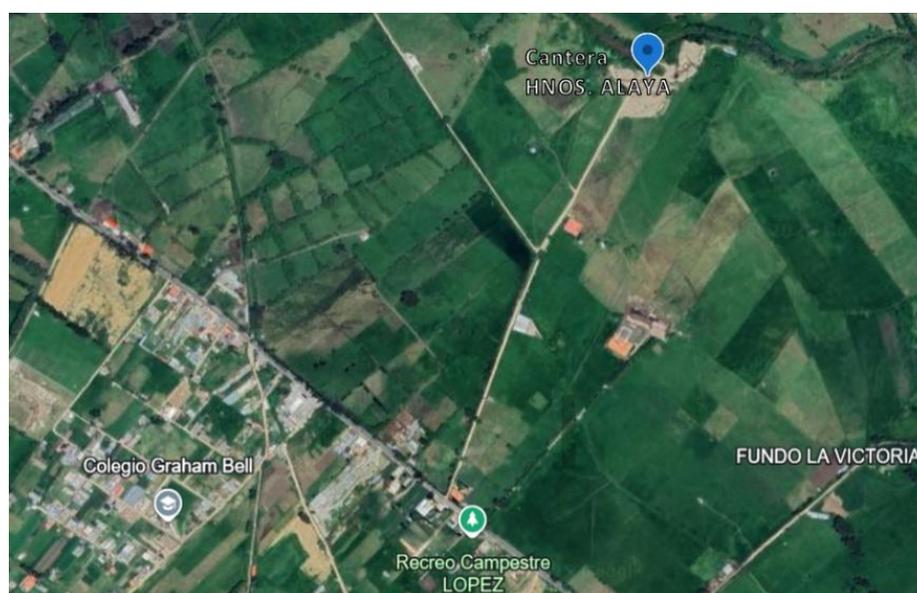
Los agregados utilizados fueron extraídos de la cantera “Hnos. Alaya”, provenientes del Rio Mashcón, ubicado en el Fundo La Victoria, distrito, provincia y departamento de Cajamarca, cuyas coordenadas UTM son:

Tabla 7. *Coordenadas UTM de la “Cantera Hnos. Alaya”*

COORDENADAS UTM – DATUM WGS 84	
NORTE:	9 205 029.20 N
ESTE:	779 841.80 E

Fuente. *Google Earth*

Figura 5. *Ubicación geográfica de la “Cantera Hnos. Alaya”*



Fuente. *Google Earth*

3.2 ÉPOCA DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se realizó en un periodo de 6 meses, comprendiendo los meses de enero y abril del año 2025.

3.3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.3.1 Tipo, nivel, diseño y enfoque de la investigación

➤ Tipo

La investigación es de tipo *aplicada*, ya que busca mejorar una práctica de construcción, el cual se rige por la ubicación del puente de adherencia y la junta generada en elementos de concreto, ya que esto afecta directamente en la resistencia o calidad de la unión entre ambas capas del concreto con la finalidad de aplicar conocimiento y de esta forma resolver una necesidad práctica.

➤ Nivel

La investigación adopta un nivel *correlacional*, buscando asociar el grado de conexión o entendimiento entre dos variables previamente establecidas, siendo la ubicación del puente de adherencia y la resistencia a la compresión, enfocado a determinar cuál es la relación entre estos dos indicadores.

➤ Diseño

La investigación tiene un diseño *experimental*, buscando verificar la hipótesis planteada utilizando las variables, siendo el efecto que tiene la ubicación del puente de adherencia en la resistencia a la compresión utilizando el adhesivo epóxico Mapei Eporip.

➤ Enfoque

La investigación adopta un enfoque *cuantitativo*, el cual nos permitió obtener resultados expresados en valores numéricos que ayudaron a describir y analizar en cuanto varía la resistencia a la compresión del concreto cambiando la ubicación del puente de adherencia.

3.3.2 Población de estudio

La población de estudio en esta investigación consta de un grupo de especímenes de concreto diseñados con un $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ y ensayados por resistencia a la compresión

a los 3,5,7 y 28 días. Esta población consta de tres grupos cuya simbología está definida por letras mayúsculas:

- **Grupo A:** Especímenes cilíndricos de concreto con dimensiones de 6 pulgadas de diámetro y 12 pulgadas de altura. Estos no presentaron junta ni puente de adherencia y fueron diseñadas con una resistencia de $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$. Las muestras estuvieron sometidas a pruebas de resistencia a la compresión a los 3, 5, 7 y 28 días de curado.
- **Grupo B:** Especímenes cilíndricos de concreto con dimensiones de 6 pulgadas de diámetro y 12 pulgadas de altura que se elaboraron en 2 etapas separados por 24 horas de colado entre el concreto nuevo y el concreto endurecido. Estas muestras se diseñaron con una resistencia de $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ y fueron sometidas a pruebas de resistencia a la compresión a los 3, 5, 7 y 28 días de curado. Estos especímenes se subdividen en 3 subgrupos:
 - Grupo B1: Especímenes de concreto que se elaboraron con puente de adherencia en la junta, ubicado a 5 cm de la base y un ángulo de inclinación de 45° utilizando Mapei Eporip como adhesivo epóxico.
 - Grupo B2: Especímenes de concreto que se elaboraron con puente de adherencia en la junta, ubicado a 15 cm de la base y un ángulo de inclinación de 45° utilizando Mapei Eporip como adhesivo epóxico.
 - Grupo B3: Especímenes de concreto que se elaboraron con puente de adherencia en la junta, ubicado a 20 cm de la base y un ángulo de inclinación de 45° utilizando Mapei Eporip como adhesivo epóxico.
- **Grupo C:** Especímenes cilíndricos de concreto con dimensiones de 6 pulgadas de diámetro y 12 pulgadas de altura que se realizaron en 2 etapas separados por 24 horas de colado entre el concreto nuevo y el concreto endurecido. Estas muestras se diseñaron con una resistencia de $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ y fueron sometidas a pruebas de

resistencia a la compresión en 4 etapas de curado: Se evaluaron después de 3, 5, 7 y los 28 días. Estos especímenes se subdividen en 3 subgrupos:

- Grupo C1: Especímenes de concreto que se elaboraron sin puente adherente en la junta, ubicado a 5 cm de la base y con un ángulo de inclinación de 45°.
- Grupo C2: Especímenes de concreto que se elaboraron sin puente adherente en la junta, ubicado a 15 cm de la base y un ángulo de inclinación de 45°.
- Grupo C3: Especímenes de concreto que se elaboraron sin puente adherente en la junta, ubicado a 20 cm de la base y un ángulo de inclinación de 45°.

3.3.3 Muestra

Se obtuvieron 92 muestras en total, siendo la fórmula empleada para el cálculo del número de especímenes la que se muestra a continuación:

$$n = \frac{Z^2 \cdot \rho \cdot (1 - \rho)}{E^2}$$

Donde:

n = Tamaño de muestra

Z = Valor crítico de la distribución normal estándar

ρ = Proporción estimada de la población

E = Margen de error

Esta investigación estuvo sujeto a un nivel de confianza del 96.40%, este nivel corresponde a un valor crítico (Z) de 1.80 según la tabla de distribución normal y con un margen de error (E) establecido en 3.50%. Una vez definido esos parámetros hacemos uso de la fórmula estadística para calcular el tamaño de la muestra.

$$n = \frac{1.80^2 \cdot 0.9640 \cdot (1 - 0.9640)}{0.035^2}$$

$$n = 91.78$$

$$n = 92$$

Una vez encontrado el tamaño de muestra, se optó por utilizar 92 especímenes cilíndricos de concreto, separados en 3 grupos de manera que esta muestra sea la suficientemente representativa para obtener resultados confiables y sólidos en esta investigación.

Tabla 8. *Detalle de la muestra a utilizar*

GRUPO	SUB GRUPO	UBICACIÓN DE LA JUNTA	NÚMERO DE PROBETAS POR EDAD DE ROTURA				SUB TOTAL
			3 DIAS	5 DIAS	7 DIAS	28 DIAS	
			24 horas de llenado	24 horas de llenado	24 horas de llenado	24 horas de llenado	
A	-	-	5	5	5	5	20
B	B1	5 cm de la base	3	3	3	3	12
	B2	15 cm de la base	3	3	3	3	12
	B3	20 cm de la base	3	3	3	3	12
C	C1	5 cm de la base	3	3	3	3	12
	C2	15 cm de la base	3	3	3	3	12
	C3	20 cm de la base	3	3	3	3	12
						TOTAL	92

Fuente. *Elaboración propia*

3.3.4 Unidad de análisis

La unidad de análisis es el efecto en la ubicación del puente de adherencia en la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$.

3.3.5 Unidad de observación

La unidad de observación son los testigos de concreto elaborado en dos etapas con 24 horas de colado entre un concreto nuevo y otro endurecido ensayados a edades tempranas.

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1 Técnicas

Las técnicas utilizadas se desarrollaron bajo condiciones controladas en laboratorio para asegurar la validez de resultados, las cuales fueron:

- Observación directa: Durante todo el proceso de fabricación y curado de las probetas se aseguró que los procedimientos se realizaran bajo condiciones uniformes.
- Ensayo experimental: La investigación se desarrolló mediante la ejecución de pruebas específicas de compresión, en las cuales se analizaron testigos de concreto con uniones adheridas a distintas alturas, evaluando su desempeño mecánico a diferentes edades.
- Registro de mediciones: Se recopilaron datos cuantitativos provenientes de las pruebas realizadas, especialmente valores de resistencia a la compresión, bajo normas técnicas establecidas.

3.4.2 Instrumentos

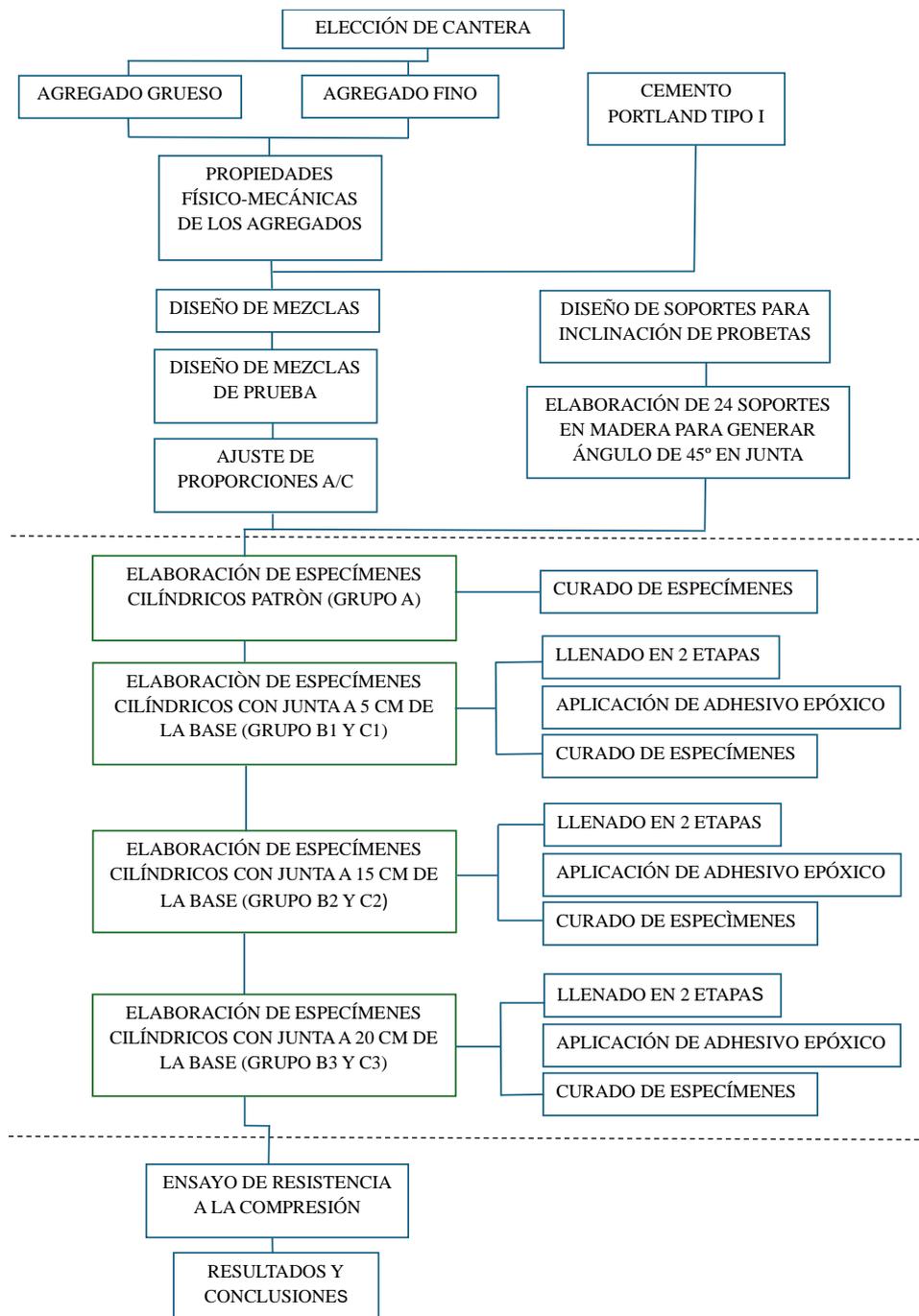
- Equipos de ensayo: Se utilizó una prensa hidráulica para aplicar carga a los cilindros de concreto y medir su capacidad de resistencia. Los moldes cilíndricos normados fueron empleados para la fabricación de los especímenes.
- Formatos de control: Se diseñaron fichas para llevar el seguimiento del proceso de curado, de aplicación del puente de adherencia y de las condiciones de cada muestra.
- Herramientas digitales: Los datos obtenidos fueron organizados en hojas de cálculo para procesamiento de información, lo que permitió realizar un análisis estadístico y visualizar tendencias asociadas a la ubicación del puente y al tiempo de ensayo.

3.5 PROCEDIMIENTO DE INVESTIGACIÓN

3.5.1 Diagrama de flujo

A continuación, se muestra el procedimiento empleado en este trabajo de investigación.

Figura 6. Diagrama de flujo del procedimiento empleado en la investigación



Fuente *Elaboración propia*

3.5.2 Elección de cantera y extracción de agregados

La cantera con la que se ha trabajado es la “Cantera Hnos. Alaya” y obtiene agregados del río Mashcón, estos agregados son limpios y tienen buenas características, cumpliendo con los estándares que nos brinda las NTP para la fabricación de concretos.

3.5.3 Elección del puente de adherencia y ángulo de inclinación en la junta de construcción.

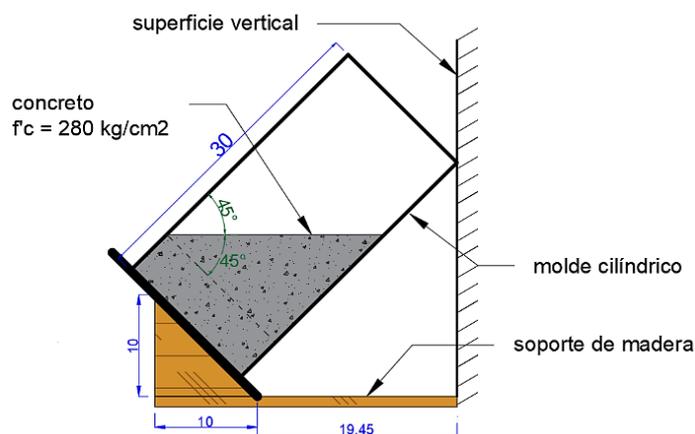
Se consideró como puente adherente al adhesivo epóxico Mapei Eporip, ya que es un adhesivo nuevo en el mercado y existe poca información sobre resultados en su aplicación de trabajos de investigación, además según su ficha técnica, sus prestaciones cumplen con la norma ASTM C-881.

Se eligió un ángulo de 45° en la junta de construcción porque se utiliza en muchos diseños de construcción para juntas frías. Además de ser una inclinación equilibrada que brinda mayor facilidad del trabajo y efectividad en la unión de capas.

3.5.4 Elaboración de soporte para obtención de ángulo de inclinación

Se realizó un diseño utilizando el software AutoCAD, mediante el cual se pudo obtener las medidas necesarias para lograr una correcta inclinación del molde cilíndrico puesto sobre del soporte de madera con el fin de que el concreto en su estado fresco y endurecido se mantenga con un ángulo de inclinación en la junta de 45° .

Figura 7. *Diseño de soporte de madera para obtención de ángulo de inclinación*



Fuente *Elaboración propia*

3.5.5 Determinación de las propiedades de los agregados

❖ Análisis granulométrico

Regulado por la NTP 400.012

Procedimiento:

- a. Se pesó una muestra de agregado previamente secado en el horno por 24 horas a temperatura constante.
- b. Posteriormente se seleccionó los tamices a usar según corresponda el tipo de agregado.
- c. Se ubicaron los tamices en orden decreciente uno encima del otro, adicionando una bandeja en la parte inferior con el fin de no perder finos que puedan pasar por la malla N°200.
- d. Luego, se vertió el agregado sin sobrecargar el tamiz, agitando hasta observar que las partículas pasen de manera uniforme por los tamices.
- e. Inmediatamente después, se pesó el material retenido en cada tamiz.
- f. Posteriormente, se calculó el porcentaje retenido dividiendo el peso del material retenido en cada tamiz entre el peso total de la muestra utilizada y se multiplica por 100.
- g. La suma de los porcentajes retenidos en cada tamiz nos brindó el porcentaje retenido acumulado.
- h. Por último, se calculó el porcentaje acumulado que pasa, restando el cien por ciento entre el porcentaje de peso retenido acumulado.

❖ Contenido de humedad

Regulado por la NTP 339.185.

Procedimiento:

- a. Se seleccionó una muestra mediante el método de cuarteo, posteriormente se

pesó y registró su masa.

- b. Se ingresó esta muestra al horno a temperatura constante durante 24 horas.
- c. Pasadas las 24 horas, se retiró la muestra y se dejó enfriar a temperatura ambiente por un lapso de 1 a 3 horas.
- d. Por último, se pesó y determinó la diferencia de pesos para obtener el porcentaje de humedad.

❖ **Peso específico y absorción del agregado grueso**

Regulado por la NTP 400.021

Procedimiento:

- a. Se seleccionó una muestra de agregado mediante el método del cuarteo y se tamizó por la malla N°4.
- b. Después se lavó la muestra removiendo impurezas y polvo, para posteriormente ingresarlo al horno por 24 horas a temperatura constante.
- c. Se sacó la muestra y dejó enfriar por un lapso de 1 a 3 horas, luego se sumergió en agua por otras 24 horas.
- d. Finalizado el periodo de inmersión, se retiró la muestra y se secó con ayuda de un paño absorbente, rotando las partículas de tal forma que se pueda eliminar el agua superficialmente visible.
- e. Posteriormente, se registró el peso superficialmente seco.
- f. Luego, se ingresó la muestra a una canastilla metálica, la cual pasó a sumergirse y se registró el peso inmerso en el agua.
- g. Seguidamente, se retiró el material de la canastilla y se colocó en el horno por otras 24 horas registrando el peso la muestra seca.

❖ **Peso específico y absorción del agregado fino**

Regulado por la NTP 400.022

Procedimiento:

- a. Se seleccionó el agregado fino utilizando el método del cuarteo y se llevó al horno por un periodo de 24 horas.
- b. Posteriormente, se saturó la muestra en agua por un periodo de 24 horas.
- c. Luego se extrajo el agua de la muestra y se dejó secar a temperatura ambiente.
- d. Se vertió el material en un molde cónico, compactando con la ayuda de un pisto 25 veces, después levantando el cono se observa, si la muestra se desmorona, es porque se encuentra en un estado superficialmente saturado (SSS), de lo contrario, si se mantiene intacta, aún se encuentra húmeda y no ha llegado a ese estado requerido.
- e. Una vez la muestra se encontró superficialmente saturada, se vertió 500 gramos en una fiola llena de agua hasta el menisco, registrando el peso de fiola con el material y agua en su interior.
- f. Finalmente, se extrajo la muestra de la fiola, se secó en el horno a temperatura constante y se registró su peso pasado las 24 horas.

❖ Módulo de finura

Regulado por la NTP 400.011

Procedimiento:

- a. Se realizó un análisis granulométrico de una muestra.
- b. De esta forma, se obtuvo los porcentajes de material retenido de manera acumulada en cada tamiz para posteriormente sumar estos porcentajes.
- c. Luego la suma total se dividió entre 100 para calcular el módulo de finura.

❖ Tamaño máximo nominal

Regulado por la NTP 400.037, el tamaño máximo nominal se obtuvo de zarandear una muestra y definir el tamiz de menor tamaño o abertura utilizados de forma

secuencial el cual retenga entre un 5 % y 10% el total del material.

❖ **Peso unitario suelto**

Regulado por la NTP 400.017

Procedimiento:

- a. Se eligió un recipiente vacío y se registró su peso.
- b. Luego, se vertió una muestra de agregado dentro del recipiente, a una altura constante de 5 cm en caída libre hasta llenarlo en su totalidad.
- c. Por último, se enrazó la muestra y se registró el peso del recipiente con el agregado.

❖ **Peso unitario compactado**

Regulado por la NTP 400.017.

Procedimiento:

- a. Se eligió un recipiente vacío y se registró su peso.
- b. Luego, se vertió sobre el recipiente el agregado hasta alcanzar su tercera parte.
- c. Seguidamente, se apisonó con ayuda de la barra compactadora 25 veces de manera uniforme sobre toda la superficie.
- d. Se repitió el procedimiento, vertiendo hasta alcanzar los dos tercios del recipiente y luego hasta llenarlo en su totalidad.
- e. Finalmente, se calculó el peso del recipiente más el agregado compactado.

❖ **Materiales más finos que pasan por el tamiz N°200 por lavado**

Regulado por la NTP 400.018

Procedimiento:

- a. Se eligió una muestra de agregado fino y se secó en el horno a temperatura constante de 110°C por un periodo de 24 horas.
- b. Posteriormente, se retiró la muestra del horno y se registró su peso seco.

- c. Se puso la muestra en un recipiente y se vertió agua de tal forma que se cubra toda la muestra, seguidamente se agitó con el objetivo de separar las partículas.
- d. Luego, se tamizó la muestra con la malla N°200 separando las partículas más finas, repitiendo el procedimiento hasta que el agua se encuentre transparente.
- e. Se decantó el agua e introdujo el agregado al horno, dejando secar a temperatura constante por un periodo de 24 horas.
- f. Finalmente, se retiró la muestra del horno y se registró el peso seco del agregado fino.

❖ **Resistencia a la abrasión e impacto en la máquina Los Ángeles**

Regulado por la NTP 400.019

Procedimiento:

- a. Se eligió el tipo de gradación (número de esferas a utilizar para carga abrasiva) según la tabla N°01 de la NTP.019, p.6.
- b. Luego, se seleccionó una muestra de agregado grueso previamente lavado y secado en el horno, para ingresarlo junto a las esferas correspondientes al tipo de gradación en la máquina de Los Ángeles.
- c. Se introdujo esa muestra y las esferas en la máquina de Los Ángeles, y se dejó trabajar a una velocidad constante entre 30 y 33 rpm, llegando a un total de 500 revoluciones.
- d. Finalizado este proceso se extrajo la muestra de agregado grueso.
- e. Se tamizó con la malla N°12 la muestra de agregado grueso.
- f. Finalmente, se secó en el horno durante 24 horas y se registró el peso final.

3.5.6 Diseño de Mezclas del Concreto

El método empleado es el del módulo de finura por combinación de agregados, este método hace hincapié en que se puede obtener una resistencia deseada a partir del

contenido o propiedad de los agregados (grueso y fino), afectadas directamente de una relación agua-cemento y del contenido de humedad, los cuales son valores indispensables para obtener la cantidad de cemento requerido en un diseño de mezcla. (Ver Anexo 02)

Para lograr una resistencia requerida, este método emplea una serie de procedimientos los cuales se detallan a continuación:

- a. Se estableció la resistencia de diseño para un concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.
- b. Luego, se seleccionó el Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso y el asentamiento requerido.
- c. Después, se eligió el agua de mezclado, el contenido de aire atrapado y la relación agua-cemento para la resistencia requerida.
- d. Con el volumen unitario del agua de diseño, se determinó el factor cemento.
- e. Posteriormente, se calculó el número de bolsas de cemento Portland Tipo I utilizando el factor de cemento entre 42.5 kg.
- f. Se halló los volúmenes absolutos de la pasta, es decir: Cemento, aire y agua de diseño.
- g. Luego, se halló el volumen absoluto de los agregados
- h. Se determinó el porcentaje de vacíos teórico y el módulo de fineza teniendo en cuenta el Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso.
- i. Se calculó el porcentaje de agregado fino y el volumen de los agregados
- j. Después, se halló el peso seco de los agregados corregidos por humedad y el peso húmedo de los agregados
- k. Se calculó el aporte de humedad de los agregados
- l. Se determinó el agua efectiva y se obtuvo las proporciones de peso y volumen de los agregados.
- m. Finalmente, se procedió a calcular la proporción por tanda a utilizar.

3.5.7 Elaboración de diseño de mezcla de prueba

Es necesario elaborar un diseño de mezcla de prueba, esto debido a que las propiedades del cemento Portland Tipo I aumenta la resistencia del concreto en una gran proporción, es por ello que; para poder obtener un diseño final del concreto y usarlo de manera estandarizada para nuestro modelo patrón se elaboraron 6 probetas cilíndricas, las cuales fueron sometidas a ensayos de resistencia a la compresión a los 7 días de curado, estas probetas tuvieron las siguientes consideraciones: $Ra/c = 0.572$, para un $f'c = 280$ kg/cm².

3.5.8 Reajuste entre la mezcla de prueba con el diseño del concreto patrón

Una vez ensayadas por resistencia a la compresión después de 7 días de curado las 6 probetas cilíndricas, se obtuvo una resistencia promedio de 298.02 kg/cm², y si proyectamos este valor a los 28 días, aplicando un factor de 1.4, se obtuvo una resistencia de 417.23 kg/cm². Una vez calculado este valor, se aplicó la Ley de Powers, con la intención de generar un reajuste en la relación agua – cemento, mediante el cual dio como resultado un valor de 0.68.

3.5.9 Elaboración de probetas

Se realizaron 92 probetas en total: 20 fueron probetas patrón, 24 con junta a 5 cm de la base, 24 con junta a 15 cm de la base y 24 con junta a 20 cm de la base, todas ellas ensayadas por resistencia a la compresión a edades tempranas, las cuales fueron 3, 5, 7 y 28 días. La elaboración de estas probetas se efectuó en siete días, tal como se muestra a continuación:

Tabla 9. Cronograma de realización de probetas

Nº de Días	Elaboración de probetas	Grupos	Etapas	Detalle de elaboración	Sub total
Nº01	Concreto patrón	A	-	Realización de 20 probetas patrón con un $f'c=280$ kg/cm ²	20

N°02	Con junta a 5 cm de la base	B1 y C1	1°	Primera etapa de llenado del concreto en probetas con junta a 5 cm de la base.	24
N°03			2°	Segunda etapa de llenado de concreto en probetas con junta a 5 cm de la base.	
N°04	Con junta a 15 cm de la base	B2 y C2	1°	Primera etapa de llenado del concreto en probetas con junta a 15 cm de la base.	24
N°05			2°	Segunda etapa de llenado de concreto en probetas con junta a 15 cm de la base.	
N°06	Con junta a 20 cm de la base	B3 y C3	1°	Primera etapa de llenado del concreto en probetas con junta a 20 cm de la base.	24
N°07			2°	Segunda etapa de llenado de concreto en probetas con junta a 20 cm de la base.	
TOTAL, DE PROBETAS					92

Fuente. *Elaboración propia*

3.5.10 Ensayo de Cono de Abrams

Regulado por la NTP 339.035

Procedimiento:

- a. Sobre una superficie plana, se ubicó el cono de Abrams y se vertió una capa de concreto hasta un tercio del volumen aproximadamente
- b. Seguidamente, se apisonó con ayuda de la varilla lisa compactando 25 veces.
- c. Luego se vertió una segunda capa de concreto hasta la mitad y se repitió el procedimiento.
- d. Se vertió una tercera y última capa de concreto, compactando 25 veces y enrazando con ayuda de la varilla.
- e. Después se retiró el molde y se ubicó al costado del concreto asentado.
- f. Por último, con ayuda de la varilla y de una wincha se procedió a medir la diferencia entre las alturas del molde y la altura del concreto asentado.

3.5.11 Ensayo de peso unitario en probetas

Es el peso que tiene 1 m³ de una mezcla en específico, se conocen dos tipos de pesos unitarios, cuando el concreto se encuentra en estado fresco y endurecido.

❖ **Peso unitario del concreto en estado fresco**

- a. Se registró el peso de la probeta vacía.
- b. Seguidamente, se llenó un tercio de la probeta con la mezcla de concreto y con ayuda de la varilla se compactó dando 25 golpes de manera uniforme desde el borde exterior hacia el centro.
- c. Se repitió el procedimiento llenando hasta los dos tercios de la probeta y luego hasta su totalidad.
- d. Por último, se registró el peso de la probeta y el concreto compactado

❖ **Peso unitario del concreto en estado endurecido**

- a. Se registró el peso de la probeta vacía.
- b. Seguidamente, se llenó un tercio de la probeta con la mezcla de concreto y con ayuda de la varilla se compacta dando 25 golpes de manera uniforme desde el borde exterior hacia el centro.
- c. Se repitió el procedimiento llenando hasta los dos tercios de la probeta y luego hasta su totalidad.
- d. Esperamos 24 horas hasta que el concreto haya endurecido.
- e. Finalmente, se registró el peso de la probeta y el concreto.

3.5.12 Elaboración de probetas Patrón

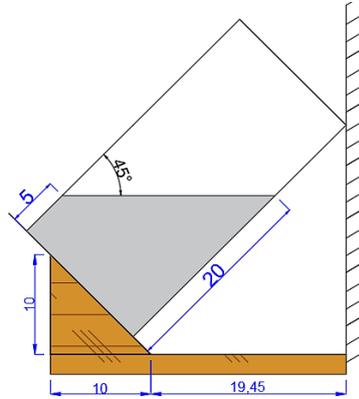
Se realizaron 20 probetas patrón diseñadas con una resistencia de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, estas probetas fueron elaboradas en una sola etapa y se dividieron en 4 grupos (5 probetas por cada grupo), los cuales fueron ensayados por resistencia a la compresión a edades tempranas (3,5,7 días) y el último grupo a los 28 días de su curado.

3.5.13 Elaboración de probetas con junta a 5 cm de la base

Se realizaron 24 probetas con junta a 5 cm de la base y ángulo de inclinación de 45° , estas fueron elaboradas en 2 etapas separadas por 24 horas desde el primer colado

con la intención de generar una adhesión entre un concreto fresco y otro endurecido. Estas probetas fueron diseñadas con una resistencia de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ y ensayadas edades tempranas (3,5,7 días) y el último grupo a los 28 días de su curado.

Figura 8. *Diseño de espécimen cilíndrico con junta a 5 cm de la base.*

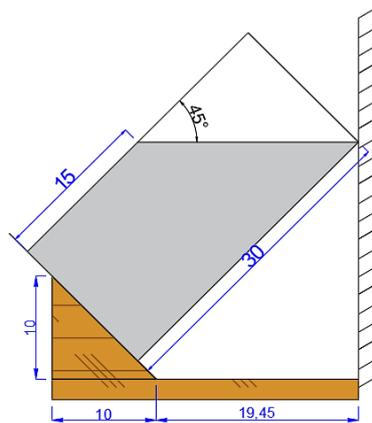


Fuente. *Elaboración propia*

3.5.14 Elaboración de probetas con junta a 15 cm de la base

Se realizaron 24 probetas con junta a 15 cm de la base y ángulo de inclinación de 45° , estas fueron elaboradas en 2 etapas separadas por 24 horas desde el primer colado, con la intención de generar una adhesión entre un concreto fresco y otro endurecido. Estas probetas fueron diseñadas con una resistencia de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ y ensayadas a edades tempranas (3,5,7 días) y el último grupo a los 28 días de su curado.

Figura 9. *Diseño de espécimen cilíndrico con junta a 15 cm de la base.*

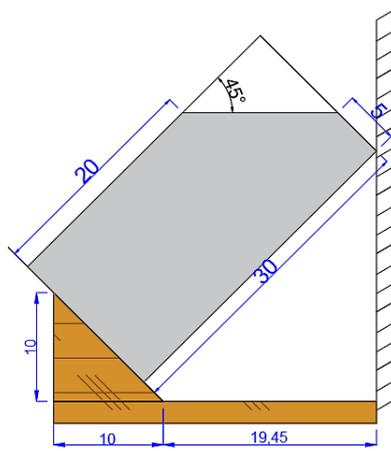


Fuente. *Elaboración propia*

3.5.15 Elaboración de probetas con junta a 20 cm de la base

Se realizaron 24 probetas con junta a 20 cm de la base y ángulo de inclinación de 45° , estas fueron elaboradas en 2 etapas separadas por 24 horas desde el primer colado, con la intención de generar una unión entre un concreto fresco y otro endurecido. Estas probetas fueron diseñadas con una resistencia de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ y ensayadas a edades tempranas (3,5,7 días) y el último grupo a los 28 días de su curado.

Figura 10. *Diseño de espécimen cilíndrico con junta a 20 cm de la base.*



Fuente. *Elaboración propia*

Para la elaboración de estas probetas se utilizó también tapas de cartón prensado de 5 cm de radio formando una media luna, estos fueron ubicados en la parte superior del molde cilíndrico con la intención de evitar que el concreto se vierta fuera de la probeta al inclinarlos en el soporte de madera para obtener el ángulo de 45° .

3.5.16 Aplicación del puente adherente Mapei Eporip

La aplicación del adhesivo Mapei se ve regulado por su ficha técnica, la cual menciona que la superficie del concreto a aplicar debe estar perfectamente limpia y sólida, libre de polvo, lechada de cemento, aceites desencofrantes y/o residuos que puedan desprenderse del molde.

Para la preparación de la mezcla, Eporip es un adhesivo bicomponente, por lo cual se tiene que mezclar el componente B (blanco) con el componente A (gris), manteniendo siempre la proporción de 3 a 1 en peso entre ambos respectivamente por un lapso de 2 a

3 minutos, esto con el fin de obtener una mezcla uniforme de color gris claro.

Cabe recalcar que para el uso de este adhesivo es importante utilizar guantes, lentes de protección y mascarilla en tiempos prolongados de uso.

3.5.17 Curado de Probetas

Pasadas las 24 horas del llenado completo de las probetas, estas pasan a ser desmoldadas con la finalidad de ser colocadas en agua hasta el punto que queden completamente sumergidas, esto con la intención de que el concreto continúe con su proceso de hidratación y pueda desarrollar una óptima resistencia.

3.5.18 Ensayo de Resistencia a la Compresión

La Norma E-060, menciona que el ensayo de resistencia a la compresión sirve para verificar el cumplimiento de los requerimientos mínimos de una resistencia $f'c$, basándose en los resultados obtenidos de ensayar probetas de concreto, esto básicamente se puede definir como la relación que existe entre una carga máxima aplicada a una probeta y el momento de falla en la que esta se fractura por aplicación de este esfuerzo.

3.6 TRATAMIENTO, ANÁLISIS DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.6.1 Tratamiento y análisis de datos

Los datos obtenidos en el laboratorio de ensayo de materiales “Mg. Ing. Carlos Esparza Díaz”, son el resultado de las pruebas hechas a los agregados para obtención de un correcto diseño de mezcla y a los resultados de resistencia a compresión a los que fueron sometidos las probetas variando la altura generada en la junta, esto con la finalidad de poder evaluar a través de tablas y gráficas el desempeño y comportamiento que se ha ido obteniendo a lo largo de estas pruebas para poder comprobar la hipótesis planteada.

3.6.2 Presentación de resultados

A continuación, se presenta los datos obtenidos en el laboratorio.

3.6.2.1. Propiedades de los agregados

Tabla 10. *Propiedades del agregado fino*

TIPO DE ENSAYO	UNIDAD	M1	M2	M3	PROMEDIO
<i>Peso específico</i>	gr/cm3	2.56	2.71	2.65	2.64
<i>Contenido de humedad</i>	%	3.73	3.95	3.73	3.81
<i>Peso unitario suelto</i>	kg/m3	1644	1643	1644	1643.66
<i>Peso unitario compactado</i>	kg/m3	1764	1763	1764	1763.66
<i>Porcentaje de absorción</i>	%	1.63	1.01	1.42	1.35
<i>Material más fino que pasa por el tamiz N°200</i>	%	4.40	4.68	4.60	4.56

Tabla 11. *Propiedades del agregado grueso*

TIPO DE ENSAYO	UNIDAD	M1	M2	M3	PROMEDIO
<i>Peso específico</i>	gr/cm3	2.59	2.59	2.59	2.59
<i>Contenido de humedad</i>	%	0.40	0.35	0.35	0.37
<i>Peso unitario suelto</i>	kg/m3	1446.00	1447.00	1446.00	1446.33
<i>Peso unitario compactado</i>	kg/m3	1544.00	1545.00	1543.00	1544.00
<i>Porcentaje de absorción</i>	%	1.23	1.21	1.11	1.20
<i>Material más fino que pasa por el tamiz N°200</i>	%	0.47	0.50	0.37	0.44
<i>Desgaste a la abrasión los Ángeles</i>	%	26.82	26.86	26.98	26.89

3.6.2.2. Diseño de Mezcla

Tabla 12. *Cantidad de materiales para diseño de mezcla*

MÉTODO ACI	MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD			
RESISTENCIA F'C=280 Kg/cm2	CEMENTO	AG. FINO	AG. GRUESO	AGUA
CANTIDAD DE MATERIAL	Kg	Kg	Kg	Litros
<i>Para 1 m3</i>	299.70	795.16	1009.70	194.90
<i>Para 92 probetas (Tamaño de muestra)</i>	170.17	451.47	573.29	110.68
<i>Para 6 probetas llenas (Una tanda)</i>	11.12	29.51	37.47	7.23

3.6.2.3. Resistencia a la compresión

Tabla 13. Resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos con un $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ en concreto patrón – Grupo A, ensayados a 3,5,7 y 28 días

GRUPO A	M1	M2	M3	M4	M5	PROMEDIO
3 días	156.60	154.80	152.96	158.10	155.74	155.64
5 días	207.34	202.89	203.72	205.47	207.68	205.42
7 días	240.50	237.67	242.16	237.12	242.22	239.93
28 días	315.60	317.45	322.58	319.12	321.96	319.34

Tabla 14. Resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos con un $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, junta a 5 cm de la base y ángulo de inclinación de 45° , utilizando adhesivo Mapei Eporip como puente de adherencia – Grupo B1, ensayados a 3,5,7 y 28 días

GRUPO B1	M1	M2	M3	PROMEDIO
3 días	151.32	147.13	151.43	149.96
5 días	173.25	169.76	172.77	171.93
7 días	248.29	243.33	246.86	246.16
28 días	292.50	295.79	296.54	294.94

Tabla 15. Resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos con un $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, junta a 5 cm de la base y ángulo de inclinación de 45° , sin puente de adherencia – Grupo C1, ensayados a 3,5,7 y 28 días

GRUPO C1	M1	M2	M3	PROMEDIO
3 días	175.08	179.76	177.08	177.31
5 días	210.69	213.52	215.04	213.08
7 días	238.50	232.01	239.67	236.73
28 días	302.75	306.55	307.14	305.48

Tabla 16. Resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos con un $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, junta a 15 cm de la base y ángulo de inclinación de 45° , utilizando adhesivo Mapei Eporip como puente de adherencia – Grupo B2, ensayados a 3,5,7 y 28 días

GRUPO B2	M1	M2	M3	PROMEDIO
3 días	163.45	166.94	159.11	163.16
5 días	212.21	207.04	211.72	210.32
7 días	257.34	252.20	254.36	254.63
28 días	326.17	327.50	331.48	328.38

Tabla 17. Resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos con un $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, junta a 15 cm de la base y ángulo de inclinación de 45° , sin puente de adherencia – Grupo C2, ensayados a 3,5,7 y 28 días

GRUPO C2	M1	M2	M3	PROMEDIO
3 días	192.40	198.06	195.23	195.23
5 días	228.01	226.35	227.52	227.30
7 días	249.17	254.12	252.38	251.89
28 días	329.14	325.18	322.46	325.59

Tabla 18. Resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos con un $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, junta a 20 cm de la base y ángulo de inclinación de 45° , utilizando adhesivo Mapei Eporip como puente de adherencia – Grupo B3, ensayados a 3,5,7 y 28 días

GRUPO B3	M1	M2	M3	PROMEDIO
3 días	165.76	161.45	170.76	165.99
5 días	203.72	209.38	206.55	206.55
7 días	238.79	236.62	239.45	238.29
28 días	302.48	307.15	303.98	304.53

Tabla 19. Resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos con un $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, junta a 20 cm de la base y ángulo de inclinación de 45° , sin puente de adherencia – Grupo C3, ensayados a 3,5,7 y 28 días

GRUPO C3	M1	M2	M3	PROMEDIO
3 días	175.46	180.08	173.42	176.32
5 días	214.65	212.50	206.16	211.10
7 días	227.69	229.18	225.01	227.30
28 días	289.13	285.80	281.76	285.56

3.6.2.4. Tipos de rotura

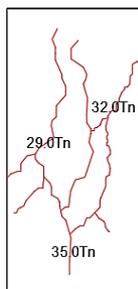
Tabla 20. Tipo de rotura en especímenes cilíndricos del Grupo A ensayados por resistencia a la compresión a 3,5,7 y 28 días.

GRUPO A					
Edad	Tipo de rotura	f'c (Tn)	Edad	Tipo de rotura	f'c (Tn)
3 días	Tipo 4	27.5	7 días	Tipo 3	42.5
	Tipo 5	27.5		Tipo 2	42.0
	Tipo 3	27.0		Tipo 3	43.0
	Tipo 5	28.0		Tipo 2	42.0
	Tipo 5	27.5		Tipo 2	43.0
5 días	Tipo 3	36.0	28 días	Tipo 1	56.0
	Tipo 5	36.0		Tipo 3	56.0
	Tipo 3	36.0		Tipo 1	57.0
	Tipo 3	36.5		Tipo 2	56.0
	Tipo 4	36.5		Tipo 1	57.0

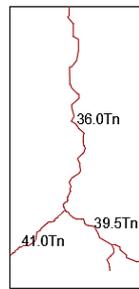
Figura 11. Comportamiento promedio de fracturas obtenidas en ensayo de resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos del Grupo A, evaluado a 3,5,7 y 28 días de curado.



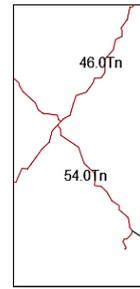
Curado: 3 días
F'c promedio : 27.5 Tn
Fractura promedio: Tipo 5



Curado: 5 días
F'c promedio : 36.0 Tn
Fractura promedio: Tipo 3



Curado: 7 días
F'c promedio : 42.0 Tn
Fractura promedio: Tipo 2



Curado: 28 días
F'c promedio : 56.0 Tn
Fractura promedio: Tipo 1

Tabla 21. Tipo de rotura en especímenes cilíndricos del Grupo B1 ensayados por resistencia a la compresión a 3,5,7 y 28 días.

GRUPO B1					
Edad	Tipo de rotura	f'c (Tn)	Edad	Tipo de rotura	f'c (Tn)
3 días	Tipo 5	26.5	7 días	Tipo 4	44.0
	Tipo 4	26.0		Tipo 3	43.0
	Tipo 5	27.0		Tipo 4	43.5
5 días	Tipo 5	30.0	28 días	Tipo 2	51.5
	Tipo 5	30.0		Tipo 1	52.0
	Tipo 6	30.5		Tipo 3	52.5

Figura 12. Comportamiento promedio de fracturas obtenidas en ensayo de resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos del Grupo B1, evaluado a 3,5,7 y 28 días de curado.

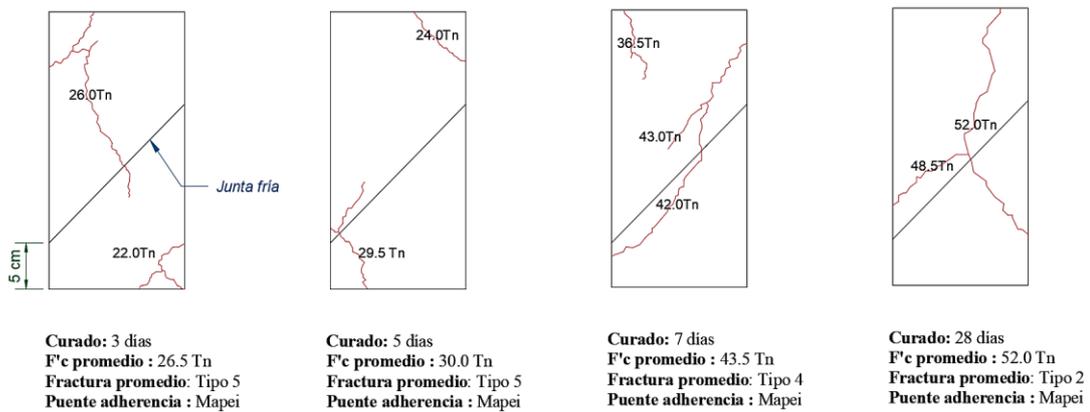


Tabla 22. Tipo de rotura en especímenes cilíndricos del Grupo C1 ensayados por resistencia a la compresión a 3,5,7 y 28 días.

GRUPO C1					
Edad	Tipo de rotura	f'c (Tn)	Edad	Tipo de rotura	f'c (Tn)
3 días	Tipo 5	31.0	7 días	Tipo 3	42.0
	Tipo 5	32.0		Tipo 4	41.0
	Tipo 5	31.5		Tipo 2	42.5
5 días	Tipo 6	37.0	28 días	Tipo 1	53.5
	Tipo 5	37.5		Tipo 2	54.0
	Tipo 3	38.0		Tipo 1	54.0

Figura 13. Comportamiento promedio de fracturas obtenidas en ensayo de resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos del Grupo C1, evaluado a 3,5,7 y 28 días de curado.

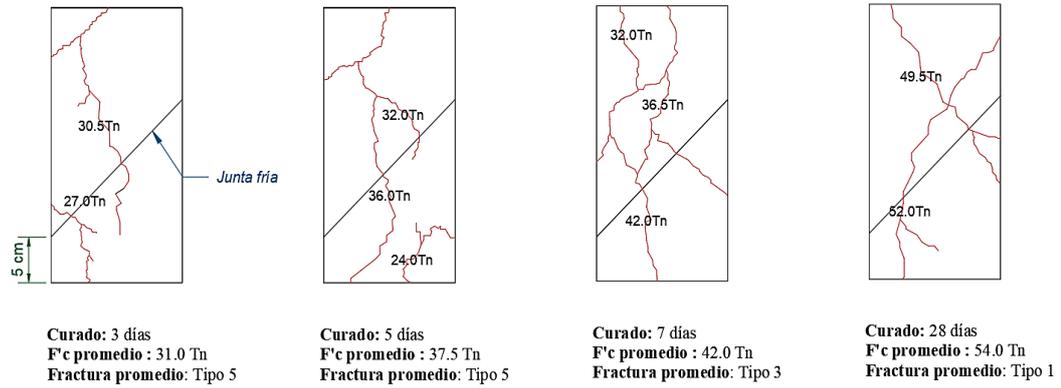


Tabla 23. Tipo de rotura en especímenes cilíndricos del Grupo B2 ensayados por resistencia a la compresión a 3,5,7 y 28 días.

GRUPO B2					
Edad	Tipo de rotura	f'c (Tn)	Edad	Tipo de rotura	f'c (Tn)
3 días	Tipo 4	29.0	7 días	Tipo 3	45.5
	Tipo 5	29.5		Tipo 2	44.5
	Tipo 3	28.0		Tipo 2	45.0
5 días	Tipo 4	37.5	28 días	Tipo 2	57.5
	Tipo 3	36.5		Tipo 1	58.0
	Tipo 3	37.5		Tipo 2	58.5

Figura 14. Comportamiento promedio de fracturas obtenidas en ensayo de resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos del Grupo B2, evaluado a 3,5,7 y 28 días de curado.

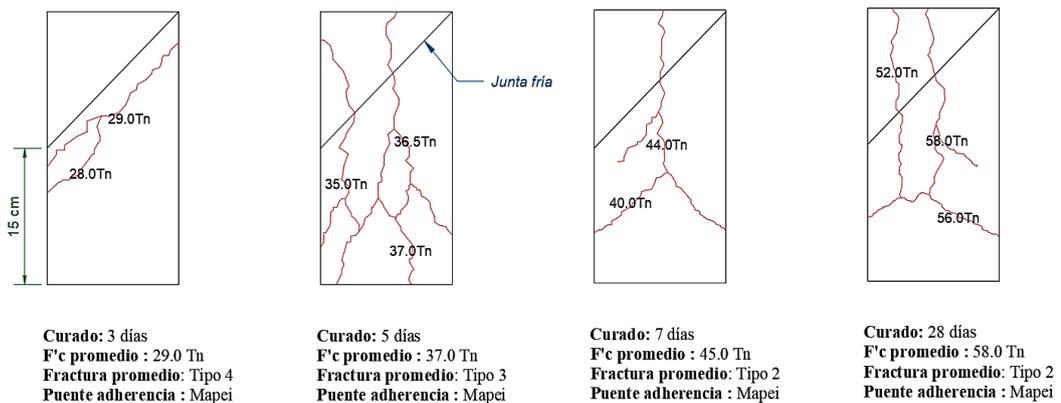


Tabla 24. Tipo de rotura en especímenes cilíndricos del Grupo C2 ensayados por resistencia a la compresión a 3,5,7 y 28 días.

GRUPO C2					
Edad	Tipo de rotura	f'c (Tn)	Edad	Tipo de rotura	f'c (Tn)
3 días	Tipo 5	34.0	7 días	Tipo 2	44.0
	Tipo 5	35.0		Tipo 3	45.0
	Tipo 4	34.5		Tipo 2	44.5
5 días	Tipo 4	40.5	28 días	Tipo 2	58.0
	Tipo 5	40.0		Tipo 1	57.5
	Tipo 3	40.0		Tipo 1	57.0

Figura 15. Comportamiento promedio de fracturas obtenidas en ensayo de resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos del Grupo C2, evaluado a 3,5,7 y 28 días de curado.

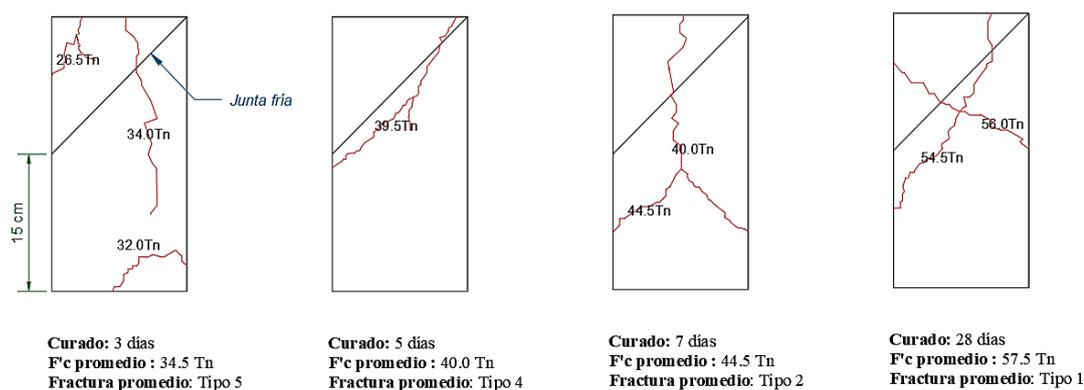


Tabla 25. Tipo de rotura en especímenes cilíndricos del Grupo B3 ensayados por resistencia a la compresión a 3,5,7 y 28 días.

GRUPO B3					
Edad	Tipo de rotura	f'c (Tn)	Edad	Tipo de rotura	f'c (Tn)
3 días	Tipo 6	29.0	7 días	Tipo 3	42.0
	Tipo 6	28.5		Tipo 2	42.0
	Tipo 4	30.0		Tipo 3	42.5
5 días	Tipo 4	36.0	28 días	Tipo 2	53.5
	Tipo 5	37.0		Tipo 2	54.0
	Tipo 5	36.5		Tipo 2	53.5

Figura 16. Comportamiento promedio de fracturas obtenidas en ensayo de resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos del Grupo B3, evaluado a 3,5,7 y 28 días de curado.

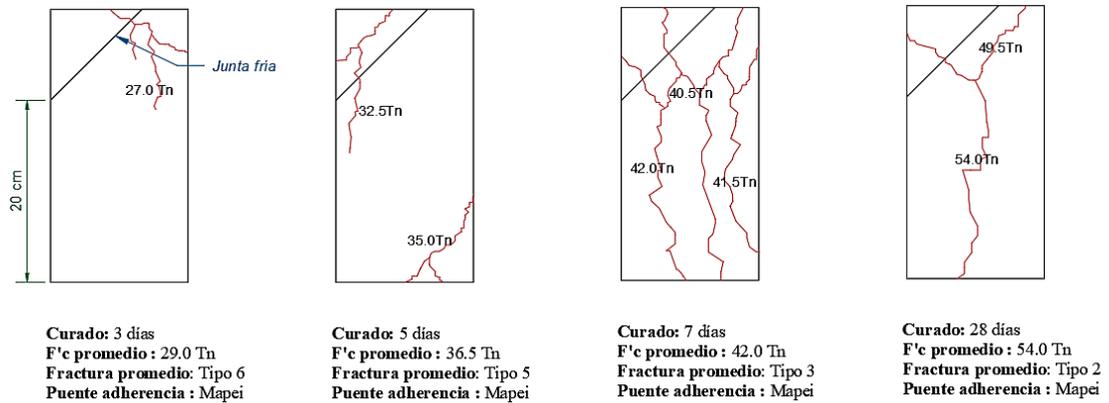
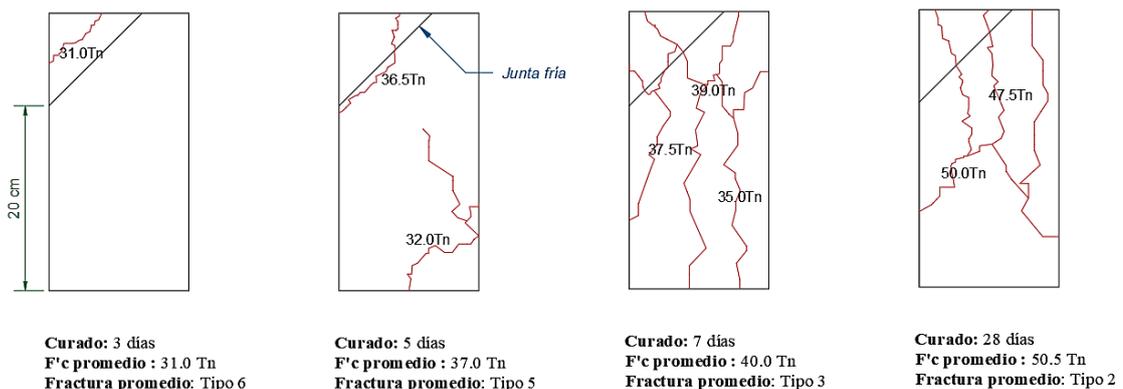


Tabla 26. Tipo de rotura en especímenes cilíndricos del Grupo C3 ensayados por resistencia a la compresión a 3,5,7 y 28 días.

GRUPO C3					
Edad	Tipo de rotura	f'c (Tn)	Edad	Tipo de rotura	f'c (Tn)
3 días	Tipo 6	31.0	7 días	Tipo 3	40.0
	Tipo 5	32.0		Tipo 3	40.5
	Tipo 6	30.5		Tipo 2	40.0
5 días	Tipo 6	38.0	28 días	Tipo 2	51.0
	Tipo 5	37.5		Tipo 2	50.5
	Tipo 5	38.0		Tipo 1	50.0

Figura 17. Comportamiento promedio de fracturas obtenidas en ensayo de resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos del Grupo C3, evaluado a 3,5,7 y 28 días de curado.



3.6.2.5. Comparación de Resistencia a la Compresión entre el Grupo Patrón y las probetas diseñadas con junta fría.

Tabla 27. Comparación de los valores obtenidos en el ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo A y el Grupo B1 ensayado a edades tempranas calculando el porcentaje de variación.

EDAD	GRUPO		VARIACIÓN (%)
	A	B1	
3 días	155.64	149.96	-3.65
5 días	205.42	171.93	-16.30
7 días	239.93	246.16	2.59
28 días	319.34	294.94	-7.64

Figura 18. Comparación de valores obtenidos en el ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo A y el Grupo B1 ensayado a 3,5,7 y 28 días.

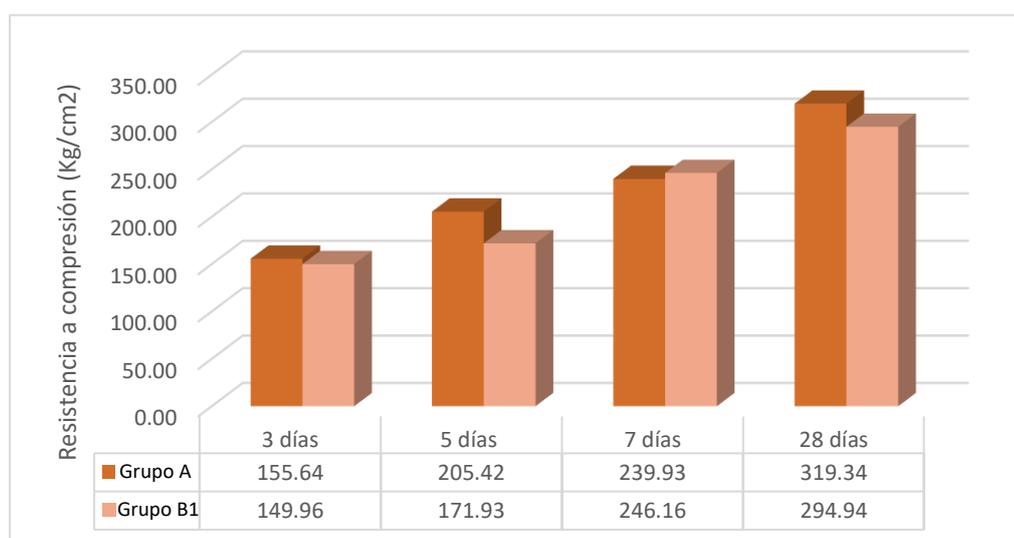


Tabla 28. Comparación de los valores obtenidos en el ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo A y el Grupo C1 ensayado a edades tempranas calculando su porcentaje de variación.

EDAD	GRUPO		VARIACIÓN (%)
	A	C1	
3 días	155.64	177.31	13.92
5 días	205.42	213.08	3.73
7 días	239.93	236.73	-1.34
28 días	319.34	305.48	-4.34

Figura 19. Comparación de los valores obtenidos en el ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo A y el Grupo C1 ensayado a 3,5,7 y 28 días.

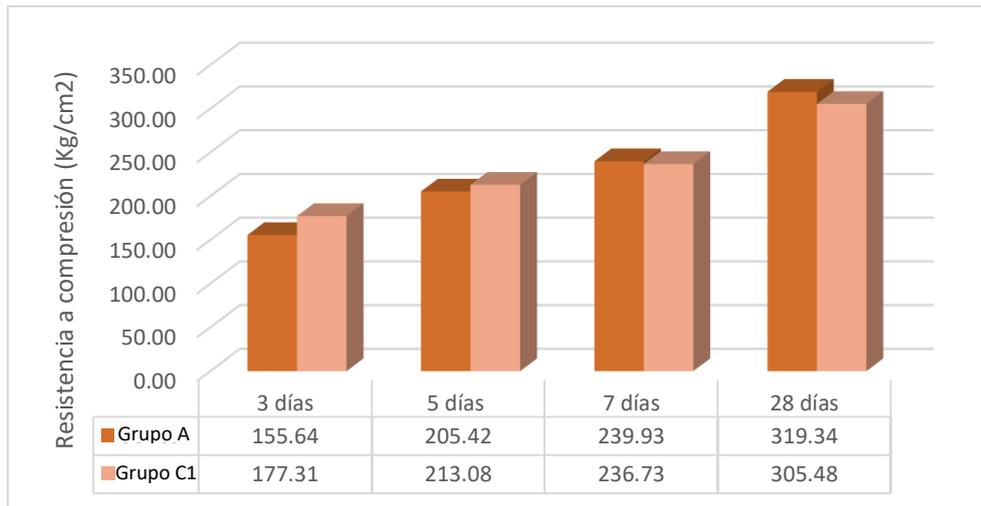


Tabla 29. Comparación de los valores obtenidos en el ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo A y el Grupo B2 ensayado a edades tempranas calculando su porcentaje de variación.

EDAD	GRUPO		VARIACIÓN (%)
	A	B2	
3 días	155.64	163.16	4.83
5 días	205.42	210.32	2.39
7 días	239.93	254.63	6.13
28 días	319.34	328.38	2.83

Figura 20. Comparación de los valores obtenidos en el ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo A y el Grupo B2 ensayado a 3,5,7 y 28 días.



Tabla 30. Comparación de los valores obtenidos en el ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo A y el Grupo C2 ensayado a edades tempranas calculando su porcentaje de variación.

EDAD	GRUPO		VARIACIÓN (%)
	A	C2	
3 días	155.64	195.23	25.44
5 días	205.42	227.30	10.65
7 días	239.93	251.89	4.98
28 días	319.34	325.59	1.96

Figura 21. Comparación de los valores obtenidos en el ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo A y el Grupo C2 ensayado a 3,5,7 y 28 días.

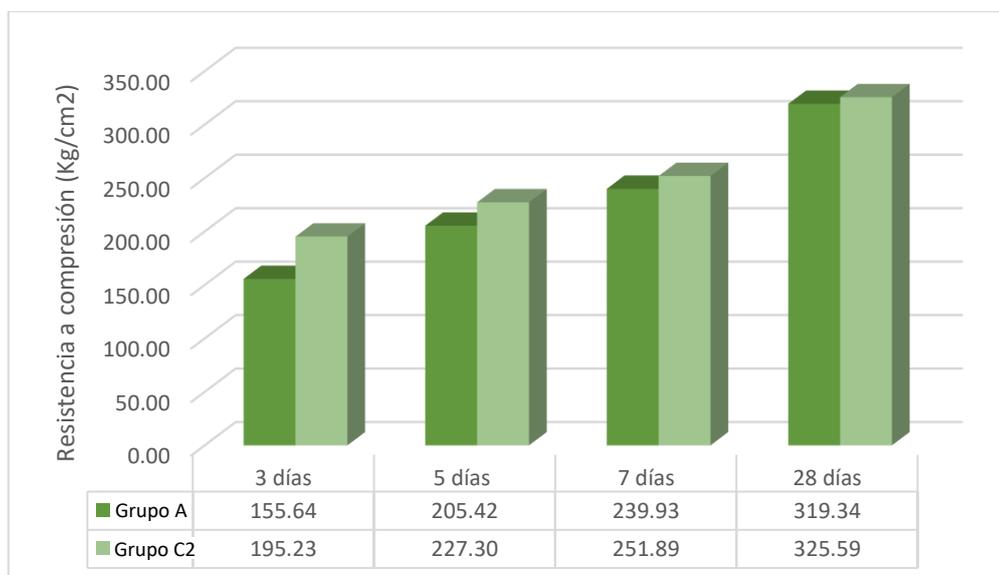


Tabla 31. Comparación de los valores obtenidos en el ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo A y el Grupo B3 ensayado a edades tempranas calculando su porcentaje de variación.

EDAD	GRUPO		VARIACIÓN (%)
	A	B3	
3 días	155.64	165.99	6.65
5 días	205.42	206.55	0.55
7 días	239.93	238.29	-0.69
28 días	319.34	304.53	-4.64

Figura 22. Comparación de los valores obtenidos en el ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo A y el Grupo B3 ensayado a 3,5,7 y 28 días.

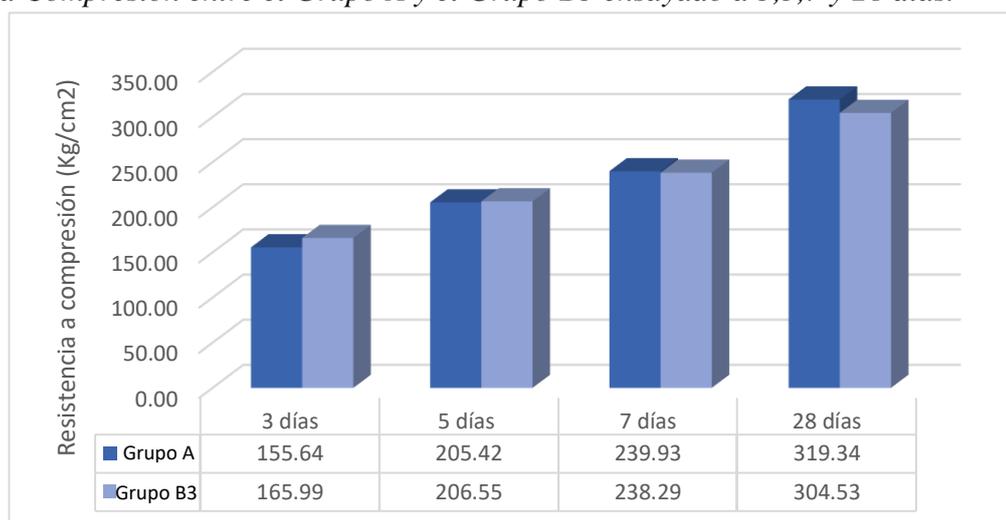


Tabla 32. Comparación de los valores obtenidos en el ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo A y el Grupo C3 ensayado a edades tempranas calculando su porcentaje de variación.

EDAD	GRUPO		VARIACIÓN (%)
	A	C3	
3 días	155.64	176.32	13.29
5 días	205.42	211.10	2.77
7 días	239.93	227.30	-5.27
28 días	319.34	285.56	-10.58

Figura 23. Comparación de los valores obtenidos en el ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo A y el Grupo C3 ensayado a 3,5,7 y 28 días.

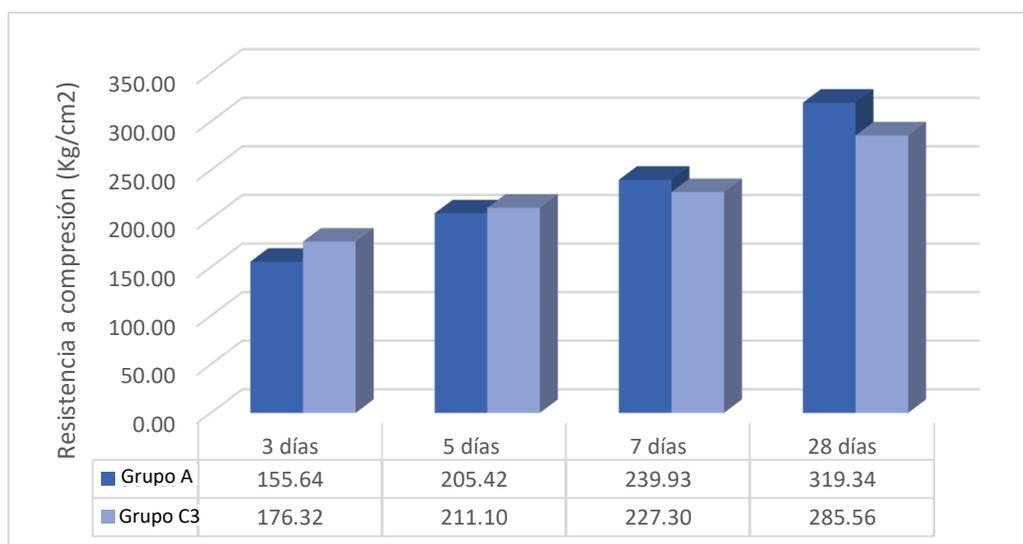


Tabla 33. Comparación de los valores promedio obtenido en el ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo A, Grupo B1 & C1, Grupo B2 & C2 y Grupo B3 & C3.

VALORES PROMEDIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				
EDAD	Grupo A	Grupo B1 & C1	B2 & C2	B3 & C3
	<i>Concreto Patrón</i>	<i>Junta a 5 cm de la base</i>	<i>Junta a 15 cm de la base</i>	<i>Junta a 20 cm de la base</i>
3 días	155.64	163.63	179.20	171.16
5 días	205.42	192.51	218.81	208.82
7 días	239.93	241.44	253.26	232.79
28 días	319.34	300.21	326.99	295.05

3.6.2.6. Comparación de Resistencia a la Compresión entre los valores promedio de toda la población de estudio.

Figura 24. Comparación de los valores promedio del ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo A, Grupo B1 & C1, Grupo B2 & C2 y Grupo B3 & C3, ensayado a 3 días.

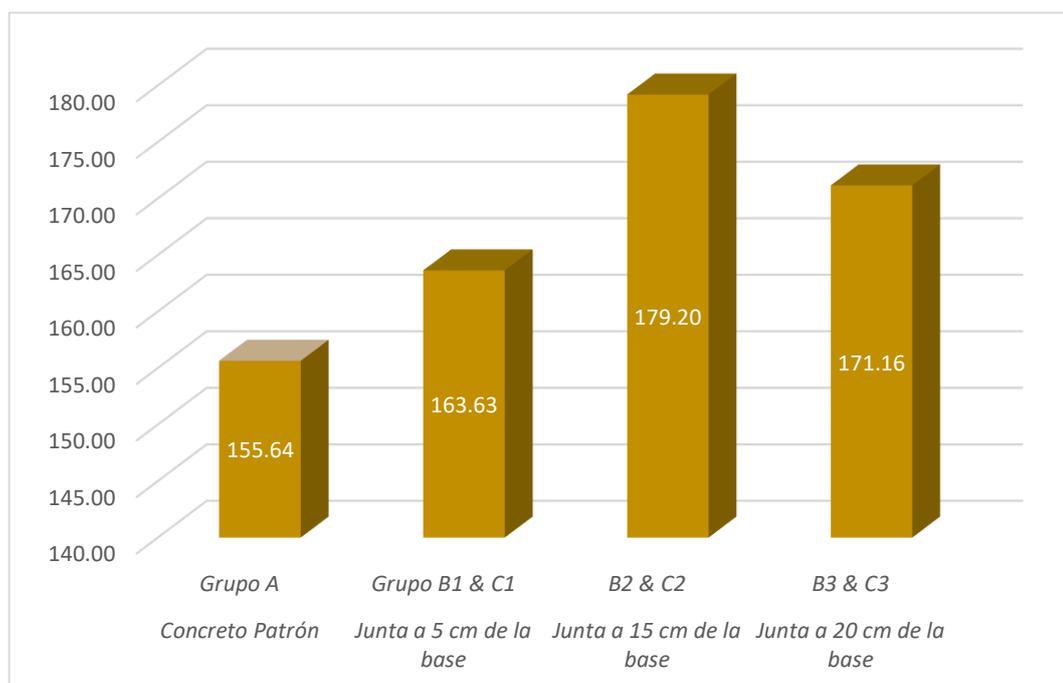


Figura 25. Comparación de los valores promedio del ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo A, Grupo B1 & C1, Grupo B2 & C2 y Grupo B3 & C3, ensayado a 5 días.

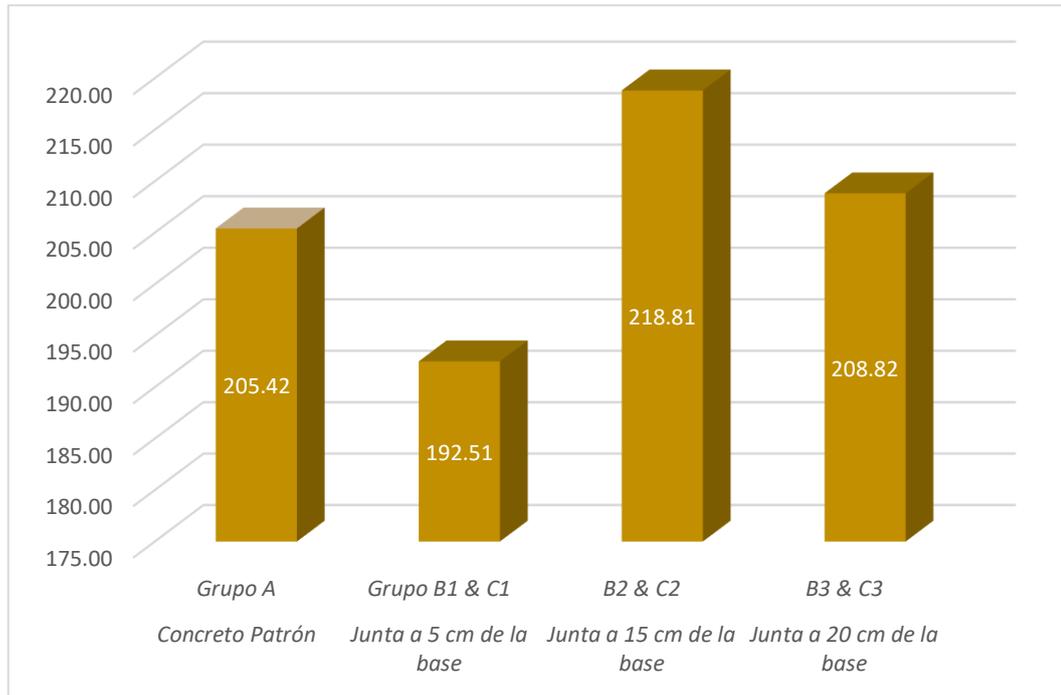


Figura 26. Comparación de los valores promedio del ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo A, Grupo B1 & C1, Grupo B2 & C2 y Grupo B3 & C3, ensayado a 7 días.

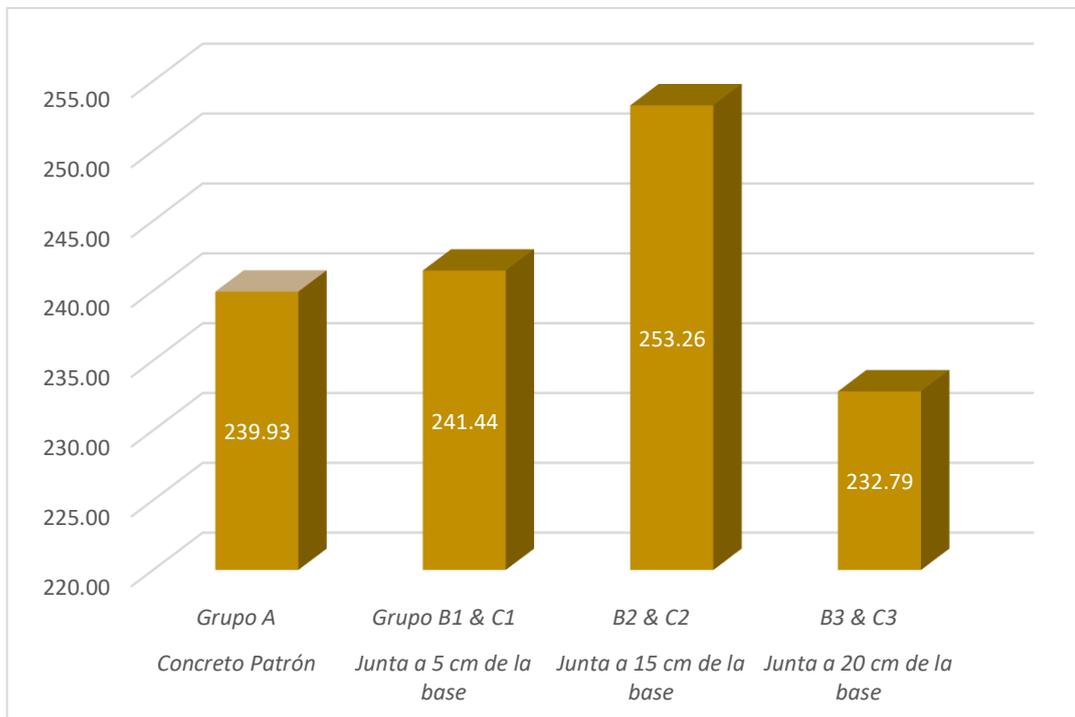
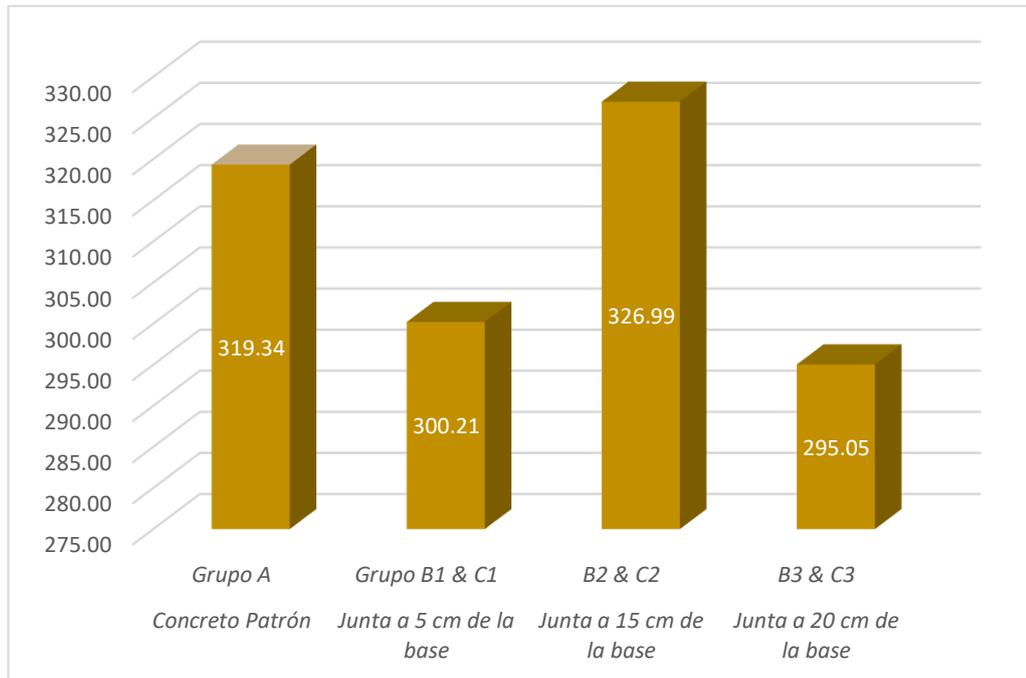


Figura 27. Comparación de los valores promedio del ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo A, Grupo B1 & C1, Grupo B2 & C2 y Grupo B3 & C3, ensayado a 28 días.



3.6.2.7. Comparación de Resistencia a la Compresión entre las probetas diseñadas con junta fría.

Figura 28. Comparación de los valores promedio del ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo B1 & C1.

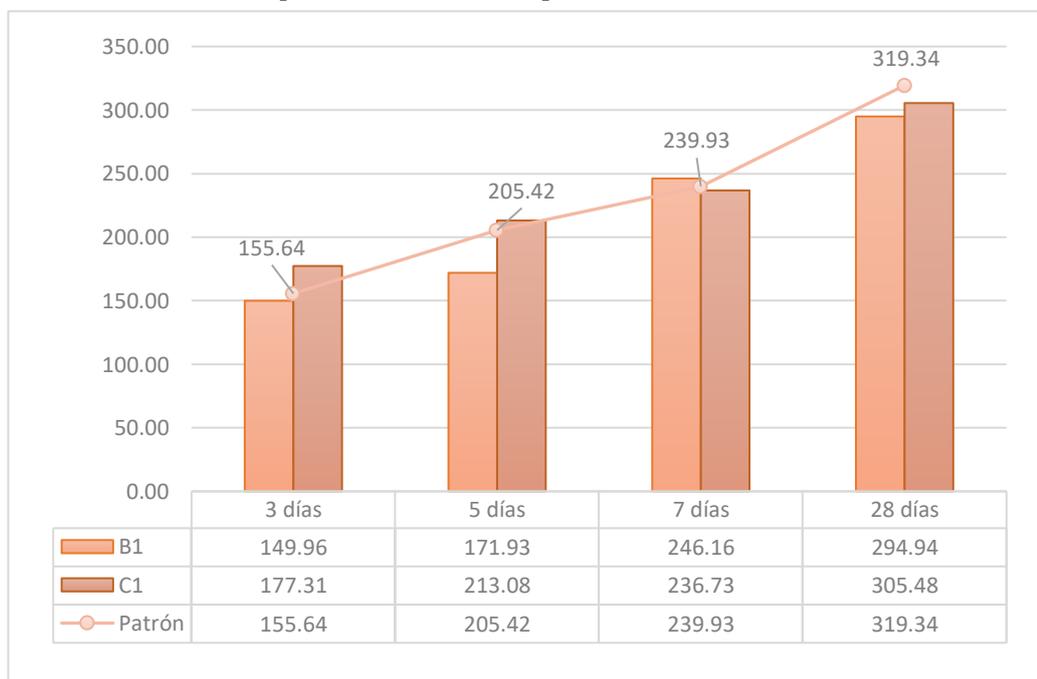


Figura 29. Comparación de los valores promedio del ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo B2 & C2.

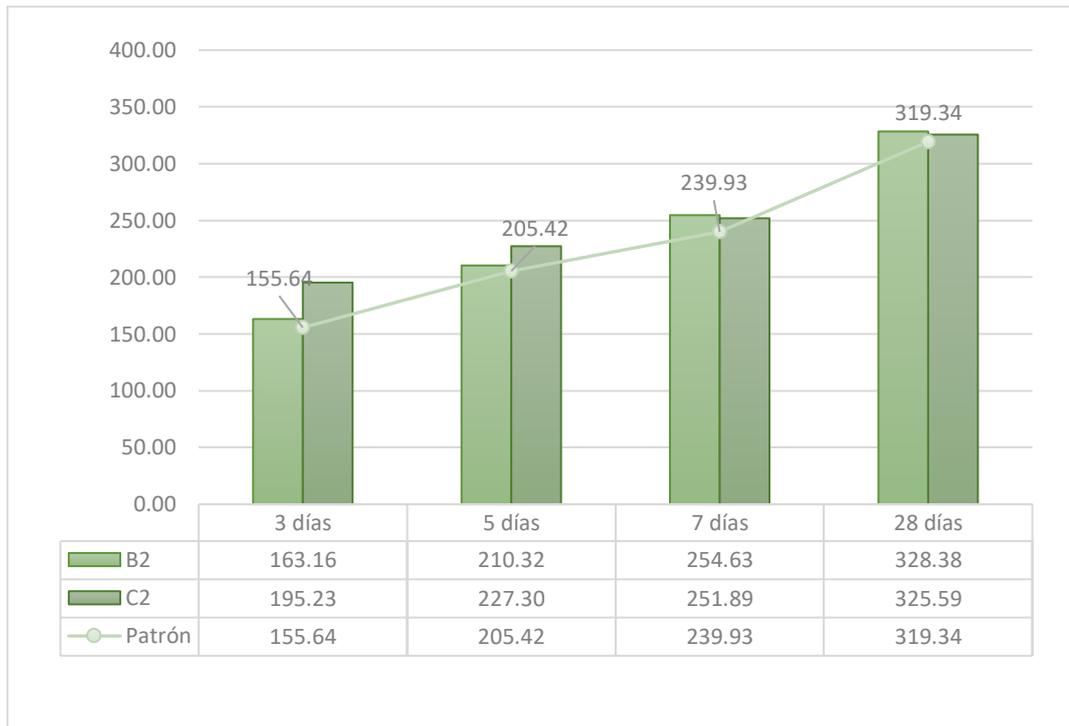
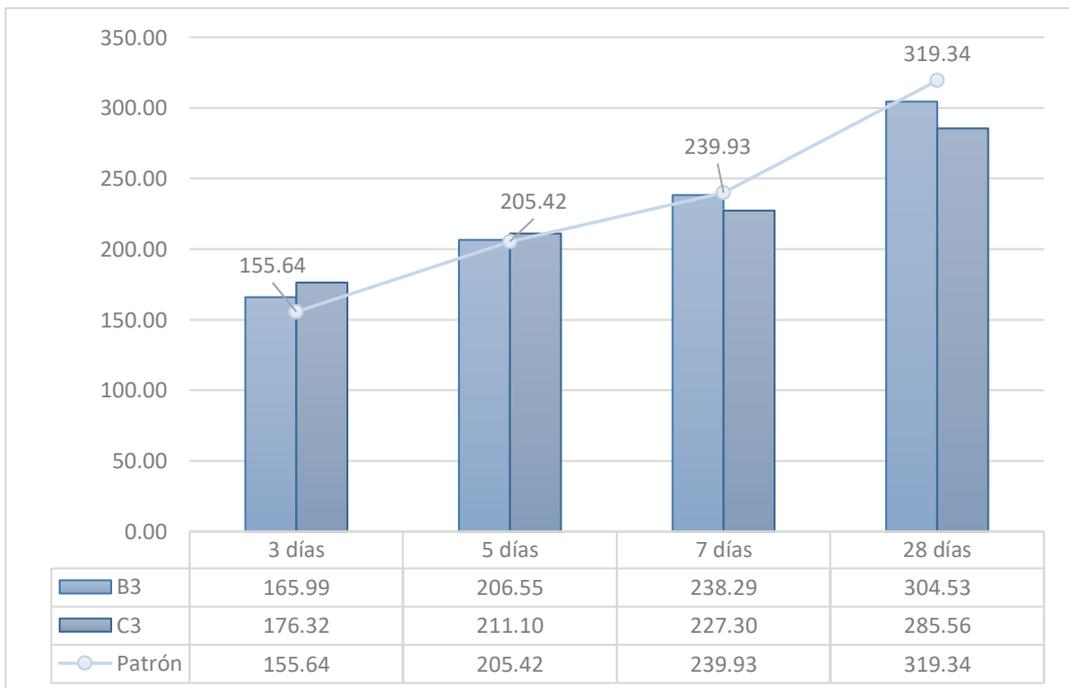


Figura 30. Comparación de los valores promedio del ensayo de Resistencia a la Compresión entre el Grupo B3 & C3.



3.6.2.8. Porcentaje de variación en los resultados por Resistencia a la Compresión obtenidos en probetas con junta a 5, 15 y 20 cm de la base.

Tabla 34. Variación de los valores promedio de Resistencia a la Compresión entre el Grupo B1 & C1, Grupo B2 & C2 y Grupo B3 & C3.

VARIACIÓN PROMEDIO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
EDAD	<i>Junta a 5 cm de la base</i>	<i>Junta a 15 cm de la base</i>	<i>Junta a 20 cm de la base</i>
	Grupo B1 & C1	Grupo B2 & C2	Grupo B3 & C3
3 días	5.14 %	15.14 %	9.97 %
5 días	-6.28 %	6.52 %	1.66 %
7 días	0.63 %	5.55 %	-2.98 %
28 días	-5.99 %	2.39 %	-7.61 %
PROMEDIO	-1.63 %	7.40 %	0.26 %

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1.1 Comparación de la Resistencia a la Compresión entre el Grupo A y el Grupo B1.

Estos resultados son obtenidos del promedio de la resistencia a la compresión del concreto patrón (Grupo A) y el concreto generado con junta fría a 5 cm de la base y adhesivo epóxico Mapei Eporip como puente de adherencia (Grupo B1). (*Tabla 13 y Tabla 14*)

A edad de 3, 5 y 28 días, se observa una disminución en los valores promedios de resistencia a la compresión entre el Grupo Patrón y el Grupo B1, generado con 24 horas de formación en la junta y ángulo de inclinación de 45°; siendo esta variación de 3.65 %, 16.30% y 7.64 % respectivamente. Sin embargo; a los 7 días, existe un incremento de 2.59 % en el valor promedio de resistencia a la compresión del Grupo B1 con respecto al Grupo Patrón. (*Tabla 27 y Figura 18*)

4.1.2 Comparación de la Resistencia a la Compresión entre el Grupo A y el Grupo C1.

Estos resultados son obtenidos del promedio de la resistencia a la compresión del concreto patrón (Grupo A) y el concreto generado con junta fría a 5 cm de la base sin puente de adherencia (Grupo C1). (*Tabla 13 y Tabla 15*)

A edad de 3 y 5 días, se observa un aumento en los valores promedios de resistencia a la compresión entre el Grupo C1, generado con 24 horas de formación en la junta y ángulo de inclinación de 45°; con respecto al Grupo Patrón, siendo esta variación de 13.92 % y 3.73 % respectivamente. Sin embargo; a los 7 y 28 días, existe una disminución de 1.34 % y 4.34 % respectivamente en el valor promedio de resistencia a la compresión del Grupo C1 con respecto al Grupo Patrón. (*Tabla 28 y Figura 19*)

4.1.3 Comparación de la Resistencia a la Compresión entre el Grupo A y el Grupo B2.

Estos resultados son obtenidos del promedio de la resistencia a la compresión del concreto patrón (Grupo A) y el concreto generado con junta fría a 15 cm de la base y adhesivo epóxico Mapei Eporip como puente de adherencia (Grupo B2). (*Tabla 13 y Tabla 16*)

A edad de 3, 5, 7 y 28 días, se observa un incremento en los valores promedios de resistencia a la compresión entre el Grupo B2, generado con 24 horas de formación en la junta y ángulo de inclinación de 45°, y el Grupo A; siendo esta variación de 4.83 %, 2.39 %, 6.13 % y 2.83 % respectivamente. (*Tabla 29 y Figura 20*)

4.1.4 Comparación de la Resistencia a la Compresión entre el Grupo A y el Grupo C2.

Estos resultados son obtenidos del promedio de la resistencia a la compresión del concreto patrón (Grupo A) y el concreto generado con junta fría a 15 cm de la base sin puente de adherencia (Grupo C2). (*Tabla 13 y Tabla 17*)

A edad de 3, 5, 7 y 28 días, se observa un incremento en los valores promedios de resistencia a la compresión entre el Grupo C2, generado con 24 horas de formación en la junta y ángulo de inclinación de 45°, y el Grupo A; siendo esta variación de 25.44 %, 10.65 %, 4.98 % y 1.96 % respectivamente. (*Tabla 30 y Figura 21*)

4.1.5 Comparación de la Resistencia a la Compresión entre el Grupo A y el Grupo B3.

Estos resultados son obtenidos del promedio de la resistencia a la compresión del concreto patrón (Grupo A) y el concreto generado con junta fría a 20 cm de la base y adhesivo epóxico Mapei Eporip como puente de adherencia (Grupo B3). (*Tabla 13 y Tabla 18*)

A edad de 3 y 5 días, se observa un aumento en los valores promedios de resistencia a la compresión entre el Grupo B3, generado con 24 horas de formación en la junta y ángulo de inclinación de 45°; con respecto al Grupo Patrón, siendo esta variación de 6.65 % y 0.55 % respectivamente. Sin embargo; a los 7 y 28 días, existe una disminución de 0.69 % y 4.64 % respectivamente en el valor promedio de resistencia a la compresión del Grupo B3 con respecto al Grupo Patrón. (*Tabla 31 y Figura 22*)

4.1.6 Comparación de la Resistencia a la Compresión entre el Grupo A y el Grupo C3.

Estos resultados son obtenidos del promedio de la resistencia a la compresión del concreto patrón (Grupo A) y el concreto generado con junta fría a 20 cm de la base sin puente de adherencia (Grupo C3). (*Tabla 13 y Tabla 19*)

A edad de 3 y 5 días, se observa un aumento en los valores promedios de resistencia a la compresión entre el Grupo C3, generado con 24 horas de formación en la junta y ángulo de inclinación de 45°; con respecto al Grupo Patrón, siendo esta variación de 13.29 % y 2.77 % respectivamente. Sin embargo; a los 7 y 28 días, existe una disminución de 5.27 % y 10.58 % respectivamente en el valor promedio de resistencia a la compresión del Grupo C3 con respecto al Grupo Patrón. (*Tabla 32 y Figura 23*)

4.1.7 Variación de la Resistencia a la Compresión entre el Grupo A, Grupo B1 & C1, Grupo B2 & C2 y Grupo B3 & C3.

Estos resultados se obtuvieron del promedio de la resistencia a la compresión del concreto patrón (Grupo A); el cual se consideró como el 100% de la resistencia total, y la variación de los resultados obtenidos por resistencia a la compresión entre los concreto generados con junta a 5, 10 y 15 cm de la base con y sin puente de adherencia, los cuales son el Grupo B1 & C1, Grupo B2 & C2 y Grupo B3 & C3 respectivamente.

A edad de 3 días se observa un aumento en los valores promedios de resistencia a

la compresión en todos los grupos generados con junta fría (Grupo B1 & C1, B2 & C2, B3 & C3), siendo esta variación de 5.14 %, 15.14 % y 9.97 % respectivamente. Sin embargo; a los 5, 7 y 28 días, no todas las probetas con junta fría presentan un comportamiento constante, siendo el Grupo B2 & C2 (Junta a 15 cm de la base) el único que aumenta con respecto al Grupo Patrón. (Tabla 34)

4.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS CONTRASTADOS CON LA HIPÓTESIS

Los resultados obtenidos y procesamiento de información registrada en los ensayos de resistencia a la compresión dan a conocer que la ubicación del puente de adherencia en la junta fría tiene una gran influencia en el comportamiento de los testigos de concreto vaciados en dos etapas separadas por un lapso de 24 horas y con un ángulo de inclinación de 45°; este efecto en cuanto a la resistencia a la compresión genera una disminución de resistencia en medida que se aleja del eje neutro o centro de la probeta con respecto a la base.

De igual manera, las probetas elaboradas en dos etapas generadas con junta fría en el eje neutro o centro a 15 cm de la base, presentan una resistencia a la compresión similar y en algunos casos mayor a las elaboradas en una sola etapa siendo completamente superior a las probetas elaboradas en dos etapas generadas con junta fría a 5 y 20 cm de la base.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- La ubicación del puente de adherencia sobre el eje neutro o centro de la sección de las probetas ubicado a 15 cm de la base, aumenta la resistencia a la compresión en un 9.03% sobre la resistencia obtenida en probetas con la ubicación del puente de adherencia a 5 cm de la base; en un 7.14% sobre la resistencia obtenida en probetas con la ubicación del puente de adherencia a 20 cm de la base y en un 7.40% sobre la resistencia obtenida en probetas monolíticas sin puente adherente ni junta fría.
- El adhesivo epóxico Mapei Eporip aplicado en juntas de construcción a 5, 10 y 15 cm de la base (Grupo B1, Grupo B2 y Grupo B3) respectivamente, ensayado antes de los 7 días, presenta menor resistencia a la compresión con respecto a las probetas ensayadas sin un adhesivo como puente adherente; sin embargo, a partir de los 7 días, presenta mayor resistencia a la compresión con respecto a las probetas ensayadas sin un adhesivo como puente adherente, esto se debe a que en la ficha técnica menciona un tiempo de endurecimiento completo a los 7 días de su aplicación.
- Los resultados de resistencia a la compresión en probetas con junta a 15 cm de la base (Grupo B2 & C2), presentan mejores resultados con respecto al resto de probetas elaboradas, ya sean monolíticas o en dos etapas, presentando una variación con respecto a las monolíticas de 15.14 % ensayadas a los 3 días, 6.52 % ensayadas los 5 días, 5.55 % ensayadas a los 7 días y 2.39 % ensayadas a los 28 días.
- El comportamiento promedio de fracturas en los resultados a compresión en probetas con junta ensayadas a edades tempranas (3 y 5 días), en la mayoría de casos son de Tipo 5 y Tipo 6, esto se debe al tiempo de madurez alcanzado por las probetas, siendo la parte donde se origina la fractura la que tiene menor tiempo de

curado, puesto que ambas secciones están separadas por un lapso de 24 horas.

- Confirmando la hipótesis, se concluye que el efecto en la ubicación del puente de adherencia mejora a medida que este se aproxima al eje central, aumentando entre un 5 y 10% la resistencia a la compresión en testigos de $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ ensayados a edades tempranas.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda ampliar el análisis a otros tipos de esfuerzos, incorporando ensayos que evalúen el comportamiento del concreto frente a cargas de tracción, corte o adherencia directa.
- Se sugiere realizar investigaciones utilizando concretos de diferentes resistencias y tiempos de curado, puesto que en trabajos de reparación, se desconocen las características del concreto endurecido el cual va a ser adherido a un concreto nuevo.
- Se sugiere llevar a cabo estudios donde el puente de adherencia se aplique en planos no horizontales, ya que en condiciones reales de obra es común encontrar juntas en diversas orientaciones. Esto permitiría conocer cómo influye la inclinación en la eficiencia del anclaje entre concretos.
- Se recomienda considerar otras posiciones adicionales más cercanas a la base o al extremo superior de la probeta (por ejemplo, a 2 cm o 25 cm), con el fin de observar si existen efectos extremos que comprometan el comportamiento del concreto adherido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASOCEM. (2021). Asociación de Productores de Cemento. *¿Qué tipo de agua se debe usar para elaborar concreto?* Obtenido de: <https://www.asocem.org.pe/index.php/blog/item/476-que-tipo-de-agua-se-debe-usar-para-elaborar-concreto>
- ASTM International. (2020). *ASTM C881-20: Standard Specification for Epoxy-Resin-Base Bonding Systems for Concrete; ASTM C882-15: Standard Test Method for Bond Strength of Epoxy-Resin Systems Used with Concrete by Slant Shear** (Vol. 2020). Obtenido de: https://store.astm.org/c0882_c0882m-20.html
- Bersan. (2024). *Adhesivo Epóxico: ¿Para Qué Sirve y Cuáles Son Sus Beneficios?* Obtenido de: <https://bersan.com.co/blog/adhesivo-epoxico/>
- Cañas, D. J., Sermeño, R. O., & Ramos, J. A. (2024). *Influencia de los puentes de adherencia en la reparación de mampostería*. Investigaciones Latinoamericanas En Ingeniería Y Arquitectura, (1), 100–102. Obtenido de: <https://revistas.uca.edu.sv/index.php/ilia/article/view/8506/8921>
- Cluber Martos Fustamante. (2018). *Efecto en la ubicación del puente de adherencia en la resistencia a flexión de vigas simplemente armadas vaciadas en dos etapas*. Obtenido de: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1994>
- Chura Álvarez, F. Y. (2019). *Influencia de la aplicación del puente de adherencia en el comportamiento monolítico de elementos estructurales*. Obtenido de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/39761>
- Gómez Tamariz, W. J., & Villavicencio Garrido, K. E. (2020). *Temperaturas extremas y su relación con la consistencia del concreto a lo largo del tiempo* [Tesis de licenciatura, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio URP. Obtenido de: <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/3726>
- Gutiérrez, D. A. (2018). *Figura 27. Condiciones de humedad de los agregados*. Obtenido

de: https://www.researchgate.net/figure/Figura-27-Condicion-de-humedad-de-los-agregados_fig7_327033164

Huayta Torres, Yanet. (2018). *Análisis de la incidencia del tiempo de curado del concreto respecto a la resistencia a compresión y adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo, Cusco – 2018*. Obtenido de: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UACI_a1e1a8c35365cd4a3f7de3443be04a38

León, K. S., & Hernández, J. (2021). “*Análisis de la eficiencia de puentes de adherencia epóxicos para el desempeño monolítico del concreto considerando el comportamiento en resistencia a la flexión, Trujillo 2021*”. Trujillo. Obtenida de: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/6232753?show=full>

Mapei, (2022). *Ficha técnica de adhesivo Mapei Eporip. Lima. Perú*. Obtenido de: <https://www.mapei.com/pe/es-pe/productos-y-soluciones/lista-de-productos/detalles-del-producto/eporip>

Matallana, J. (2019). *Conoce la calidad y propiedades del concreto en estado plástico*. Alion. Obtenido de: <https://alion.com.co/concreto-en-estado-plastico/>

Mercado Romero, J. (2024), “*Variación de la resistencia a compresión del concreto $f'c=280$ kg/cm², utilizando diferentes epóxicos adherentes en juntas de construcción usuales en comparación con el concreto tradicional*”. Cajamarca. (Tesis de grado). Obtenido de: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/6868>

Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. M. (2017). *Concrete: Microstructure, properties, and materials* (4th ed.). McGraw-Hill Education. Obtenido de: <https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9780071797870>

Minchán Zavaleta, B. (2024), “*Influencia del epóxico adherente Sikadur 32 y lechada de cemento, en la resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm², en juntas de construcción usuales*”. Cajamarca. (Tesis de grado). Obtenido de: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/6870>

Mindess, S., Young, J. F., & Darwin, D. (2017). *Concrete* (2nd ed.). Obtenida de:

<https://es.scribd.com/document/237233216/CONCRETE-2nd-edition>

Miranda Bazán & Sacramento Oliva (2024). “Evaluación de la resistencia por adherencia en una junta solape PMMA 6 mm variando el Adhesivo y la Rugosidad Superficial”. Trujillo. (Tesis de grado). Obtenido de: <https://dspace.unitru.edu.pe/items/9ede00c9-1a73-485f-8ff9-5de32e43dc62>

Montalvo Peña, H. (2015). *Concreto: Generalidades, propiedades y procesos*. Obtenido de: [https://www.academia.edu/9706247/CONCRETO_Generalidades_propiedad es_y_procesos](https://www.academia.edu/9706247/CONCRETO_Generalidades_propiedad_es_y_procesos)

Muñoz Pérez, S. P., Sandoval Siesquen, F., Martínez Lara, E., & Pazos Antezana, J. (2021). Revisión de la resistencia a la compresión del concreto incorporando variedades de adiciones de fibras. *Revista Cubana de Ingeniería*, 12(1), 89–102. Obtenido de: <https://rci.cujae.edu.cu/index.php/rci/article/view/820rci.cujae.edu.cu>

Neville, A. M. (2019). *Properties of concrete* (5th ed.). Pearson. Obtenido de : <https://www.pearson.com/store/p/properties-of-concrete/P100000970682>

NTP 334.001. *Cementos, definiciones y nomenclaturas*. Obtenido de: <https://es.scribd.com/document/428345536/Ntp-334-001-Cemento-Definiciones>

NTP 339.047. *Definiciones y terminología relativas al concreto y agregados*. Obtenido de: <https://pdfcoffee.com/ntp-339047-2014-2019-5-pdf-free.html>

NTP 339.088. *Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland requisitos*. Obtenido de: <https://es.scribd.com/document/445076889/NTP-339-088-aguas>

NTP 400.011. *Definición y clasificación de agregados para uso de morteros y hormigones*. Obtenido de: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-agraria-la-molina/resistencia-de-materiales/ntp-400011-agregados-definicion-y-clasificacion/8804956>

NTP 400.022. *Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del*

agregado fino. Obtenido de: <https://es.scribd.com/document/477081121/NTP-400-022-2002>

NTP 400.037. *Especificaciones normalizadas para agregados en concreto*. Obtenido de: <https://es.scribd.com/document/509925124/NTP-400-037-2018>

Pacheco, L. (2017). *Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido*. Obtenido de: <http://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/226>

Paredes López & Reyes Cossio. (2016). *Influencia del uso de adhesivo epóxico Colmafix 32 como puente adherente en vigas de concreto armado sujetas a flexión para la recuperación de su monolitismo*. Obtenido de: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPAO_12fd5e0617e0dcc789b4f3ecfc80246c

Rafael, A. (2023). *Curva de correlación entre la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² y el porcentaje de material menor a 75µm del agregado fino*. Obtenido de: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5885>

Rodríguez, G. (2025). *Descripción granulométrica de los suelos*. Centro Geotécnico Internacional. Obtenido de: <https://www.centrogeotecnico.com/blog-geotecnia-geomecanica/descripcion-granulometrica-de-los-suelos.html>

Rojas Velásquez, C. (2021). *Manual para la adherencia del concreto fresco a concreto endurecido*. Modalidad Análisis Sistemático de Literatura. Obtenido de: <https://repository.ucc.edu.co/items/431fc7c6-2c40-4b64-8722-25f7ce9a9490>

Ruíz Tirado, D. N. (2025). *Influencia del aditivo Dynamon Xtend W500R, en la resistencia mecánica de un concreto $f'c = 280$ kg/cm² ensayado a edades tempranas*. Obtenido de: <https://hdl.handle.net/20.500.14074/7771>

Studocu. (2025). *Semana 01 o Fundamentos del concreto*. Obtenido de: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-peruana-de-ciencias-aplicadas/tecnologia-del-concreto/semana-01-o-fundamentos-del->

concreto/56682287

Vilcahuaman Carbajal, K. F. (2024). *Influencia del tiempo de colocado de puente adherente de losa antigua y nueva en el f'c, Huancayo 2024*. Obtenido de: <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/11811>

Yura S.A. (2020). *Curado del concreto: primera parte*. Obtenido de: <https://www.yura.com.pe/blog/curado-concreto-primera-parte>

1Library. (2025). *Agregados - Caracterización de los componentes del concreto*. Obtenido de: <https://1library.co/document/y4w113vq-resistencia-compresion-concretos-epoxicos-adherentes.html>

ANEXOS

ANEXO 01. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA

“HNOS. ALAYA”.

1. AGREGADO GRUESO:

Tabla 35. *Cálculo del peso específico del agua*

<i>Peso de la fiola en (g)</i>	167.00
<i>Peso de la fiola + agua (g)</i>	665.00
<i>Volumen de la fiola (cm³)</i>	500.00
<i>Peso específico (g/cm³)</i>	0.996
<i>P.e en (Kg/m³)</i>	996.00

Tabla 36. *Cálculo del Factor f*

<i>Peso del Molde (g)</i>	7148.00
<i>Peso del Molde + agua (g)</i>	14115.00
<i>Peso Agua (Kg)</i>	6.9670
<i>f (1/m³)</i>	142.960

1.1. Peso unitario suelto del agregado grueso

Tabla 37. *Peso unitario suelto del agregado grueso*

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
<i>Peso del recipiente</i>	g	7148.00	7148.00	7148.00	
<i>Peso de muestra suelta y recipiente</i>	g	17264.00	17269.00	17262.00	
<i>Peso de la muestra suelta</i>	g	10116.00	10121.00	10114.00	
<i>Factor (f)</i>	1/m ³	142.960	142.960	142.960	
<i>Peso Unitario Suelto</i>	g/cm ³	1.446	1.447	1.446	1.446
<i>Peso Unitario Suelto</i>	Kg/m³	1446	1447	1446	1446

1.2. Peso unitario compactado del agregado grueso

Tabla 38. *Peso unitario compactado del agregado grueso*

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
<i>Peso del recipiente</i>	g	7148.00	7148.00	7148.00	
<i>Peso de muestra Compactada y recipiente</i>	g	17947.00	17952.00	17942.00	
<i>Peso de la muestra suelta</i>	g	10799.00	10804.00	10794.00	
<i>Factor (f)</i>		142.960	142.960	142.960	
<i>Peso Unitario Compactado</i>	g/cm ³	1.544	1.545	1.543	1.544
<i>Peso Unitario Compactado</i>	Kg/m³	1544	1545	1543	1544

1.3. Peso específico del agregado grueso

Tabla 39. *Peso específico del agregado grueso*

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
<i>Peso de muestra SSS y canastilla sumergida</i>	g	4725.00	4730.00	4721.00	
<i>Peso de canastilla sumergida</i>	g	1624.00	1624.00	1624.00	
<i>Peso de la muestra superficialmente Seca</i>	g	5019.00	5022.00	5015.00	
<i>Peso de la muestra secada al horno</i>	g	4958.00	4962.00	4960.00	
<i>Peso de la muestra sumergida en el agua</i>	g	3101.00	3106.00	3097.00	
<i>Peso Específico de Masa</i>	g/cm³	2.585	2.590	2.586	2.590
<i>Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco</i>	g/cm³	2.617	2.621	2.615	2.620
<i>Peso Específico de Aparente</i>	g/cm³	2.670	2.673	2.662	2.670

1.4. Porcentaje de absorción del agregado grueso

Tabla 40. *Porcentaje de absorción del agregado grueso*

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
<i>Peso de la muestra Superficialmente Seca</i>	g	5019.00	5022.00	5015.00	
<i>Peso de la muestra secada al horno</i>	g	4958.00	4962.00	4960.00	
<i>Absorción (%)</i>	%	1.230	1.209	1.109	1.200

1.5. Contenido de humedad del agregado grueso

Tabla 41. *Contenido de humedad del agregado grueso*

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
<i>Peso del Recipiente</i>	g	56.00	57.00	55.00	
<i>Peso del Recipiente y muestra húmeda</i>	g	2055.00	2065.00	2056.00	
<i>Peso del Recipiente y muestra seca</i>	g	2047.00	2058.00	2049.00	
Contenido de Humedad	W %	0.40	0.35	0.35	0.37

1.6. Porcentaje de material que pasa por el tamiz N°200

Tabla 42. *Porcentaje de material que pasa por el tamiz N°200*

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
<i>Peso de Muestra Original</i>	g	3000.00	3000.00	3000.00	
<i>Peso de la muestra Lavada</i>	g	2986.00	2985.00	2989.00	
<i>Peso del Material que pasa el Tamiz N° 200</i>	g	14.00	15.00	11.00	
% de Material que Pasa el Tamiz N° 200	%	0.467%	0.500%	0.367%	0.44%

1.7. Porcentaje de abrasión o desgaste promedio en maquina “Los Ángeles”

Tabla 43. *Porcentaje de abrasión o desgaste promedio*

Gradación	Equipo Mecánico	N° de Esferas	Velocidad (rev. /mim)	N° de Revoluciones	Tamaño Máx. Nominal	Peso de la Muestra en (g.)
B	Máquina de los Ángeles	11	30 - 33	500.00	3/4"	5000.00
<i>N° DE ENSAYOS</i>				1°	2°	3°
<i>Peso Inicial de la muestra seca al horno (g.)</i>				5000	5000	5000
<i>Peso retenido en la malla N° 12 Lavado y secado al horno en (g)</i>				3659	3657	3651
<i>% Desg. = ((Pi -Pf) / Pi) x 100</i>				26.82	26.86	26.98
Abrasión % Desgaste Promedio					26.89	

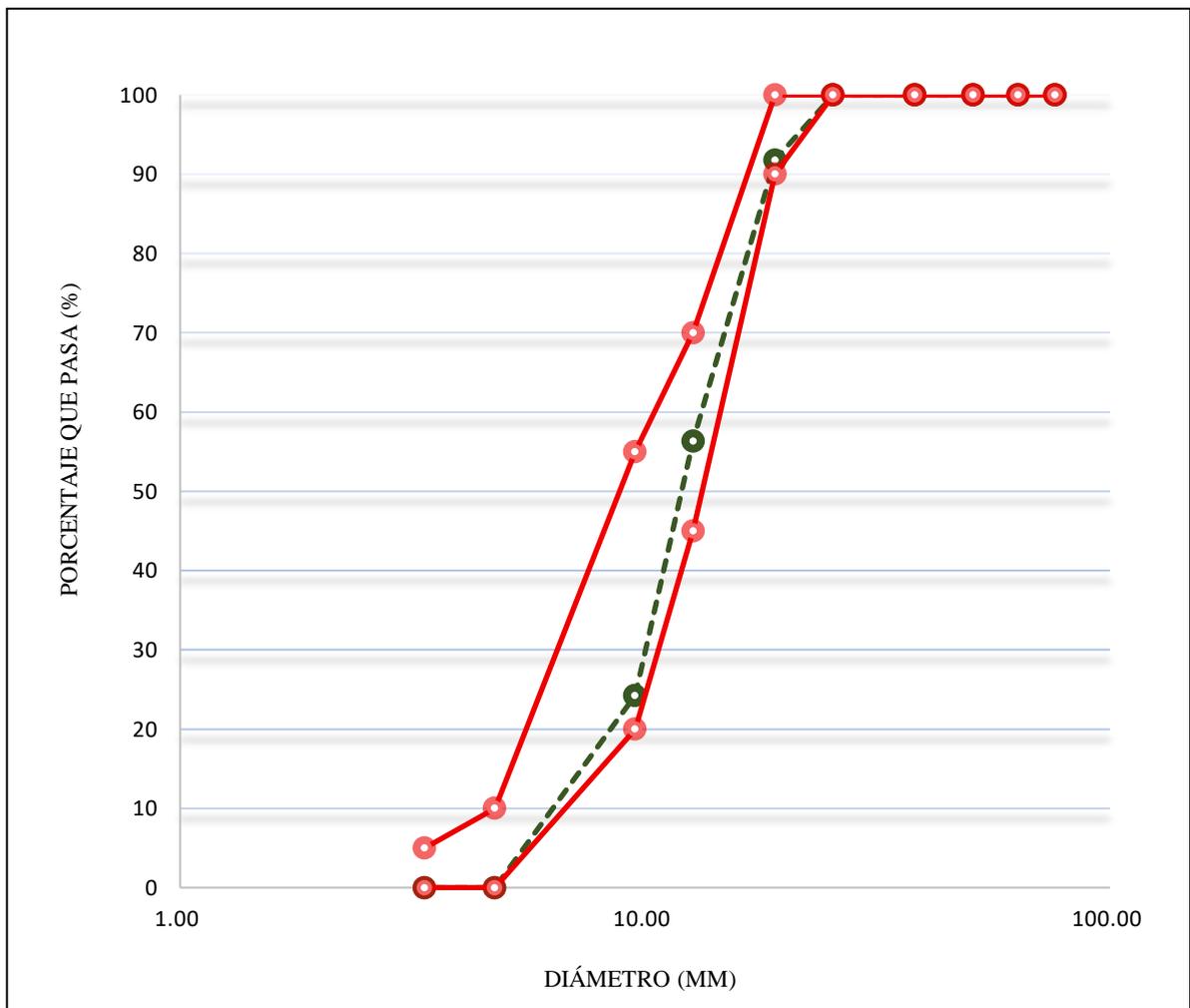
1.8. Análisis Granulométrico del agregado grueso

Tabla 44. Análisis Granulométrico del agregado grueso

Nº	Tamiz Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
1"	25.40	0.000	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	442.800	8.20	8.20	91.80
1/2"	12.70	1914.300	35.45	43.65	56.35
3/8"	9.53	1733.400	32.10	75.75	24.25
Nº4	4.75	1309.500	24.25	100.00	0.00
Cazoleta	--	0.000	0.00	100.00	0.00
TOTAL		5400.00			

MÓDULO DE FINURA = 6.840

Figura 31. Curva de distribución granulométrica del agregado grueso



2. AGREGADO FINO:

Tabla 45. Cálculo del peso específico del agua

<i>Peso de la fiola en (g)</i>	167
<i>Peso de la fiola en (g)</i>	665
<i>Volumen de la fiola (cm³)</i>	500
<i>Peso específico (g/cm³)</i>	0.996
<i>P.e en (Kg/m³)</i>	996

Tabla 46. Cálculo del Factor *f*

<i>Peso del Molde (g)</i>	7134
<i>Peso del Molde + agua (g)</i>	14103
<i>Peso Agua (Kg)</i>	6.969
<i>f (1/m³)</i>	142.92

2.1. Peso unitario suelto del agregado fino

Tabla 47. Peso unitario suelto del agregado fino

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
<i>Peso del recipiente</i>	g	7134.00	7134.00	7134.00	
<i>Peso de muestra suelta y recipiente</i>	g	18636.00	18631.00	18640.00	
<i>Peso de la muestra suelta</i>	g	11502.00	11497.00	11506.00	
<i>Factor (f)</i>		142.919	142.919	142.919	
<i>Peso Unitario Suelto</i>	g/cm ³	1.644	1.643	1.644	1.644
<i>Peso Unitario Suelto</i>	Kg/m³	1644	1643	1644	1644

2.2. Peso unitario compactado del agregado fino

Tabla 48. Peso unitario compactado del agregado fino

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
<i>Peso del recipiente</i>	g	7134.00	7134.00	7134.00	
<i>Peso de muestra Compactada y recipiente</i>	g	19474.00	19472.00	19479.00	
<i>Peso de la muestra suelta</i>	g	12340.00	12338.00	12345.00	
<i>Factor (f)</i>	1/m ³	142.919	142.919	142.919	
<i>Peso Unitario Compactado</i>	g/cm ³	1.764	1.763	1.764	1.764
<i>Peso Unitario Compactado</i>	Kg/m³	1764	1763	1764	1764

2.3. Peso específico del agregado fino

Tabla 49. *Peso específico del agregado fino*

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
<i>Peso de fiola</i>	g	167.0	167.0	167.0	
<i>Peso de la fiola y agua hasta menisco</i>	g	665.0	665.0	665.0	
<i>peso de la fiola, agua y muestra</i>	g	975.00	984.00	981.00	
<i>Peso de la muestra superficialmente Seca</i>	g	500.00	500.00	500.00	
<i>Peso de la muestra secada al horno</i>	g	492.00	495.00	493.00	
<i>volumen de agua añadida al frasco (g)</i>	g	308.00	317.00	314.00	
<i>Peso Específico de Masa</i>	g/m³	2.563	2.705	2.651	2.640
<i>Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco</i>	g/m³	2.604	2.732	2.688	2.670
<i>Peso Específico de Aparente</i>	g/m³	2.674	2.781	2.754	2.740

2.4. Porcentaje de absorción del agregado fino

Tabla 50. *Porcentaje de absorción del agregado fino*

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
<i>Peso de la muestra Superficialmente Seca</i>	g	500.00	500.00	500.00	
<i>Peso de la muestra secada al horno</i>	g	492.00	495.00	493.00	
<i>Absorción (%)</i>	%	1.626	1.010	1.420	1.352

2.5. Contenido de humedad del agregado fino

Tabla 51. *Contenido de humedad del agregado fino*

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
<i>Peso del Recipiente</i>	g	56.00	59.00	57.00	
<i>Peso del Recipiente y muestra húmeda</i>	g	561.00	554.00	556.00	
<i>Peso del Recipiente y muestra seca</i>	g	541.00	533.00	536.00	
<i>Contenido de Humedad</i>	W %	3.73	3.95	3.73	3.81

2.6. Material más fino que pasa por el tamiz N°200

Tabla 52. *Material más fino que pasa por el tamiz N°200*

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
<i>Peso de Muestra Original</i>	g	500.00	500.00	500.00	
<i>Peso de la muestra Lavada</i>	g	478.00	476.60	477.00	
<i>Peso del Material que pasa el Tamiz N° 200</i>	g	22.00	23.40	23.00	
<i>Material que Pasa el Tamiz N° 200</i>	%	4.40%	4.68%	4.60%	4.56%

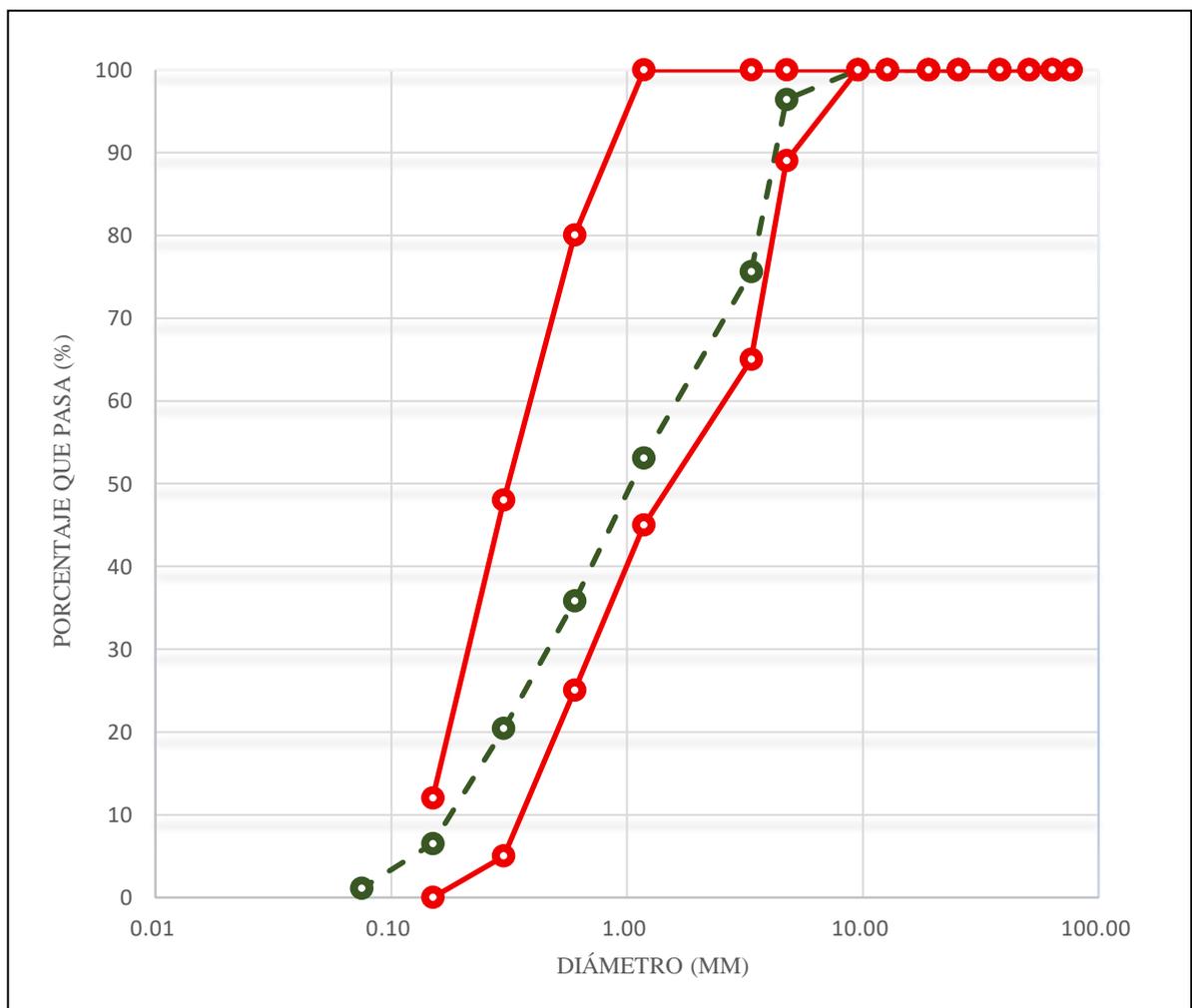
2.7. Análisis granulométrico del agregado fino

Tabla 53. Análisis granulométrico del agregado fino

Nº	Tamiz Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3/8"	9.53	0.000	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	23.400	3.60	3.60	96.40
Nº8	3.36	135.200	20.80	24.40	75.60
N 16	1.18	146.250	22.50	46.90	53.10
N 30	0.60	112.450	17.30	64.20	35.80
N 50	0.30	100.100	15.40	79.60	20.40
N 100	0.15	90.350	13.90	93.50	6.50
N 200	0.075	35.100	5.40	98.90	1.10
Cazoleta	_	7.150	1.10	100.00	0.00
TOTAL		650.000			

MÓDULO DE FINURA = 3.12

Figura 32. Curva de distribución granulométrica del agregado fino



ANEXO 02. DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO

1. ELECCIÓN DEL VALOR A TRABAJAR EN LA RESISTENCIA PROMEDIO

$$F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$F'cr = 336 \text{ kg/cm}^2$$

2. TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO USADO

$$T. M. N = 3/4''$$

3. ELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO POR CONO DE SLUMP

$$\text{Consistencia} = \text{PLÁSTICA}$$

$$\text{Asentamiento} = 3'' \text{ a } 4''$$

4. ESTIMACIÓN PROMEDIO DEL AGUA DE MEZCLA

$$\text{Asentamiento} = 3'' \text{ a } 4''$$

$$T. M. N = 3/4''$$

$$\text{Agua de diseño} = 205 \text{ l/m}^3$$

5. ELECCIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

$$\% \text{ de aire atrapado} = 2.0 \%$$

6. ELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO

$$\text{Relación } a/c = 0.684$$

7. CÁLCULO DEL CONTENIDO Y FACTOR CEMENTO

$$\text{Cemento} = 299.71 \text{ kg/cm}^3$$

$$\text{Factor cemento} = 7.05 \text{ bolsas/m}^3$$

8. CÁLCULO DEL VOLUMEN ABSOLUTO DE LA PASTA

$$\text{Vol. Absoluto del cemento} = 0.0963 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Absoluto del agua} = 0.205 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Absoluto del aire} = 0.02 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Absoluto de la pasta} = 0.3213 \text{ m}^3$$

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS AGREGADOS

$$\text{Vol. Absoluto del agregado total} = 0.6786 \text{ m}^3$$

10. CÁLCULO DEL MÓDULO DE COMBINACIÓN DE AGREGADOS

$$\text{Módulo de combinación} = 5.250$$

11. PORCENTAJE DEL AGREGADO FINO CON RESPECTO AL AGREGADO GLOBAL

$$\% rf = 42.76\%$$

12. PORCENTAJE DEL AGREGADO GRUESO CON RESPECTO AL AGREGADO GLOBAL

$$\% rg = 57.24 \%$$

13. CÁLCULO DE APOORTE POR HUMEDAD DE AGREGADOS

$$\text{Aporte del agregado fino} = 18.43$$

$$\text{Aporte del agregado grueso} = -8.37$$

14. CÁLCULO DE LOS PESOS DE LOS AGREGADOS SECOS

$$\text{Peso agregado grueso} = 766.00 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso agregado fino} = 1006.00 \text{ kg/m}^3$$

15. VALORES DE DISEÑO OBTENIDOS EN LABORATORIO

$$\text{Cemento} = 299.70 \text{ kg}$$

$$\text{Agua efectiva} = 205.00 \text{ Lt}$$

$$\text{Agregado fino seco} = 766.00 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso seco} = 1006.00 \text{ kg}$$

16. CÁLCULO DE VALORES EN LOS AGREGADOS POR CORRECCIÓN DE HUMEDAD SUPERFICIAL

$$\text{Cemento} = 299.7 \text{ kg}$$

$$\text{Agua efectiva} = 194.90 \text{ Lt}$$

Agregado fino húmedo = 795.16 kg

Agregado grueso húmedo = 1009.70 kg

17. VALORES FINALES EN PROPORCIÓN POR PESO

Cemento = 1 bolsa

Agua efectiva = 27.60 Lt/bolsa

Agregado fino húmedo = 2.65 kg/bolsa

Agregado grueso húmedo = 3.37 kg/bolsa

18. VALORES FINALES PARA UNA TANDA

Cemento = 11.12 kg/tanda

Agua efectiva = 7.23 Lt/tanda

Agregado fino húmedo = 29.51 kg/tanda

Agregado grueso húmedo = 37.47 kg/tanda

ANEXO 03. RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Tabla 54. Datos generales a compresión del Grupo A (Concreto patrón) ensayado a 3 días.

GRUPO A					
N° DE TESTIGO	1	2	3	4	5
NOMENCLATURA	A-I-3	A-II-3	A-III-3	A-IV-3	A-V-3
FECHA DE MUESTREO	3/02/2025	3/02/2025	3/02/2025	3/02/2025	3/02/2025
EDAD (días)	3	3	3	3	3
FECHA DE ROTURA	6/02/2025	6/02/2025	6/02/2025	6/02/2025	6/02/2025
DIÁMETRO (cm)	14.95	15.04	14.99	15.02	14.99
ALTURA (cm)	30.14	30.22	30.20	30.18	30.24
PESO (g)	12859	12875	12996	12882	12924
VOLUMEN (cm³)	5323.24	5385.91	5358.92	5363.18	5372.80
ESBELTEZ	2.02	2.01	2.01	2.01	2.02
FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	1	1	1
TIPO DE FALLA O ROTURA	4	5	3	5	5
PESO ESPECÍFICO (g/cm³)	2.42	2.39	2.43	2.40	2.41
CARGA (Tn)	27.5	27.5	27.0	28.0	27.5
CARGA (Kg)	27500	27500	27000	28000	27500
ÁREA (cm²)	176.62	178.22	177.45	177.71	177.67
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm²)	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00
RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm²)	156.60	154.80	152.96	158.10	155.74
PROMEDIO (Kg/cm²)			155.64		
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	55.93	55.29	54.63	56.46	55.62
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (σ)			1.72		
VARIANZA (σ^2)			2.97		
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)			1.11%		

Tabla 55. Datos generales a compresión del Grupo A (Concreto patrón) ensayado a 5 días.

GRUPO A					
N° DE TESTIGO	6	7	8	9	10
NOMENCLATURA	A-I-5	A-II-5	A-III-5	A-IV-5	A-V-3
FECHA DE MUESTREO	3/02/2025	3/02/2025	3/02/2025	3/02/2025	3/02/2025
EDAD (días)	5	5	5	5	5
FECHA DE ROTURA	8/02/2025	8/02/2025	8/02/2025	8/02/2025	8/02/2025
DIÁMETRO (cm)	14.87	15.03	15.00	15.04	14.96
ALTURA (cm)	30.12	30.24	30.16	30.14	30.28
PESO (g)	12856	12894	12910	12925	12937
VOLUMEN (cm³)	5280.89	5388.46	5349.70	5360.14	5370.51
ESBELTEZ	2.03	2.01	2.01	2.00	2.02
FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	1	1	1
TIPO DE FALLA O ROTURA	3	5	3	3	4
PESO ESPECÍFICO (g/cm³)	2.43	2.39	2.41	2.41	2.41
CARGA (Tn)	36.0	36.0	36.0	36.5	36.5
CARGA (Kg)	36000	36000	36000	36500	36500
ÁREA (cm²)	175.33	178.19	177.38	177.84	177.36
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm²)	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00
RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm²)	207.34	202.89	203.72	205.47	207.68
PROMEDIO (Kg/cm²)			205.42		
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	74.05	72.46	72.76	73.38	74.17
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (σ)			1.90		
VARIANZA (σ^2)			3.62		
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)			0.93%		

Tabla 56. Datos generales a compresión del Grupo A (Concreto patrón) ensayado a 7 días.

GRUPO A					
N° DE TESTIGO	11	12	13	14	15
NOMENCLATURA	A-I-7	A-II-7	A-III-7	A-IV-7	A-V-7
FECHA DE MUESTREO	3/02/2025	3/02/2025	3/02/2025	3/02/2025	3/02/2025
EDAD (días)	7	7	7	7	7
FECHA DE ROTURA	10/02/2025	10/02/2025	10/02/2025	10/02/2025	10/02/2025
DIÁMETRO (cm)	15.00	15.00	15.04	15.02	15.03
ALTURA (cm)	30.24	30.18	30.14	30.22	30.12
PESO (g)	12867	12806	12852	12795	12862
VOLUMEN (cm³)	5375.33	5356.14	5358.82	5376.39	5351.62
ESBELTEZ	2.02	2.01	2.00	2.01	2.00
FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	1	1	1
TIPO DE FALLA O ROTURA	3	2	3	2	2
PESO ESPECÍFICO (g/cm³)	2.39	2.39	2.40	2.38	2.40
CARGA (Tn)	42.5	42.0	43.0	42.0	43.0
CARGA (Kg)	42500	42000	43000	42000	43000
ÁREA (cm²)	177.76	177.47	177.80	177.91	177.68
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm²)	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00
RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm²)	240.50	237.67	242.16	237.12	242.22
PROMEDIO (Kg/cm²)			239.93		
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	85.89	84.88	86.49	84.69	86.51
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (σ)			2.17		
VARIANZA (σ^2)			4.71		
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)			0.90%		

Tabla 57. Datos generales a compresión del Grupo A (Concreto patrón) ensayado a 28 días.

GRUPO A					
N° DE TESTIGO	16	17	18	19	20
NOMENCLATURA	A-I-28	A-II-28	A-III-28	A-IV-28	A-V-28
FECHA DE MUESTREO	3/02/2025	3/02/2025	3/02/2025	3/02/2025	3/02/2025
EDAD (días)	28	28	28	28	28
FECHA DE ROTURA	3/03/2025	3/03/2025	3/03/2025	3/03/2025	3/03/2025
DIÁMETRO (cm)	15.03	14.99	15.00	14.95	15.01
ALTURA (cm)	30.22	30.24	30.18	30.26	30.16
PESO (g)	12856	12875	12924	12854	12842
VOLUMEN (cm³)	5382.11	5369.68	5355.86	5359.21	5355.65
ESBELTEZ	2.01	2.02	2.01	2.02	2.01
FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	1	1	1
TIPO DE FALLA O ROTURA	1	3	1	2	1
PESO ESPECÍFICO (g/cm³)	2.39	2.40	2.41	2.40	2.40
CARGA (Tn)	56.0	56.0	57.0	56.0	57.0
CARGA (Kg)	56000	56000	57000	56000	57000
ÁREA (cm²)	178.10	177.57	177.46	177.11	177.57
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm²)	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00
RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm²)	315.60	317.45	322.58	319.12	321.96
PROMEDIO (Kg/cm²)	319.342				
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	112.71	113.38	115.21	113.97	114.99
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (σ)	2.64				
VARIANZA (σ^2)	6.99				
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)	0.83%				

Tabla 58. Datos generales a compresión del Grupo B1 y C1 (Junta a 5 cm de la base) ensayado a 3 días.

<i>CON PUENTE ADHERENTE</i>	GRUPO B1			GRUPO C1		
		SI			NO	
<i>N° DE TESTIGO</i>	21	22	23	24	25	26
<i>NOMENCLATURA</i>	B1-I-3	B1-II-3	B1-III-3	C1-I-3	C1-II-3	C1-III-3
<i>FECHA DE MUESTREO</i>	5/02/2025	5/02/2025	5/02/2025	5/02/2025	5/02/2025	5/02/2025
<i>EDAD (días)</i>	3	3	3	3	3	3
<i>FECHA DE ROTURA</i>	8/02/2025	8/02/2025	8/02/2025	8/02/2025	8/02/2025	8/02/2025
<i>DIÁMETRO (cm)</i>	14.93	15.00	15.07	15.01	15.06	15.05
<i>ALTURA (cm)</i>	30.26	30.12	30.18	30.22	30.14	30.26
<i>PESO (g)</i>	12874	12924	12952	12845	12868	12862
<i>VOLUMEN (cm3)</i>	5352.68	5336.96	5384.89	5375.24	5366.90	5403.07
<i>ESBELTEZ</i>	2.03	2.01	2.00	2.01	2.00	2.01
<i>FACTOR DE CORRECCIÓN</i>	1	1	1	1	1	1
<i>TIPO DE FALLA O ROTURA</i>	5	4	5	5	5	5
<i>PESO ESPECÍFICO (g/cm3)</i>	2.41	2.42	2.41	2.39	2.40	2.38
<i>CARGA (Tn)</i>	26.5	26.0	27.0	31.0	32.0	31.5
<i>CARGA (Kg)</i>	26500	26000	27000	31000	32000	31500
<i>ÁREA (cm2)</i>	176.89	177.19	178.43	177.87	178.07	178.55
<i>RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm2)</i>	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00
<i>RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm2)</i>	151.32	147.13	151.43	175.08	179.76	177.08
<i>PROMEDIO (Kg/cm2)</i>		149.96			177.31	
<i>PORCENTAJE OBTENIDO (%)</i>	54.04	52.55	54.08	62.53	64.20	63.24
<i>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (σ)</i>		2.00			1.92	
<i>VARIANZA (σ^2)</i>		4.01			3.68	
<i>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)</i>		1.33%			1.08%	

Tabla 59. Datos generales a compresión del Grupo B1 y C1 (Junta a 5 cm de la base) ensayado a 5 días.

	GRUPO B1			GRUPO C1		
<i>CON PUENTE ADHERENTE</i>	SI			NO		
<i>N° DE TESTIGO</i>	27	28	29	30	31	32
<i>NOMENCLATURA</i>	B1-I-5	B1-II-5	B1-III-5	C1-I-5	C1-II-5	C1-III-5
<i>FECHA DE MUESTREO</i>	5/02/2025	5/02/2025	5/02/2025	5/02/2025	5/02/2025	5/02/2025
<i>EDAD (días)</i>	5	5	5	5	5	5
<i>FECHA DE ROTURA</i>	10/02/2025	10/02/2025	10/02/2025	10/02/2025	10/02/2025	10/02/2025
<i>DIÁMETRO (cm)</i>	14.85	15.00	14.99	14.95	14.95	15.00
<i>ALTURA (cm)</i>	30.18	30.22	30.16	30.24	30.22	30.18
<i>PESO (g)</i>	12885	12874	12860	12853	12894	12838
<i>VOLUMEN (cm3)</i>	5291.31	5369.01	5346.48	5355.22	5349.10	5356.06
<i>ESBELTEZ</i>	2.03	2.01	2.01	2.02	2.02	2.01
<i>FACTOR DE CORRECCIÓN</i>	1	1	1	1	1	1
<i>TIPO DE FALLA O ROTURA</i>	5	5	6	6	5	3
<i>PESO ESPECÍFICO (g/cm3)</i>	2.44	2.40	2.41	2.40	2.41	2.40
<i>CARGA (Tn)</i>	30.0	30.0	30.5	37.0	37.5	38.0
<i>CARGA (Kg)</i>	30000	30000	30500	37000	37500	38000
<i>ÁREA (cm2)</i>	175.33	177.66	177.27	177.09	177.01	177.47
<i>RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm2)</i>	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00
<i>RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm2)</i>	173.25	169.76	172.77	210.69	213.52	215.04
<i>PROMEDIO (Kg/cm2)</i>		171.93			213.08	
<i>PORCENTAJE OBTENIDO (%)</i>	61.88	60.63	61.70	75.25	76.26	76.80
<i>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (σ)</i>		1.54			1.80	
<i>VARIANZA (σ^2)</i>		2.39			3.25	
<i>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)</i>		0.90%			0.85%	

Tabla 60. Datos generales a compresión del Grupo B1 y C1 (Junta a 5 cm de la base) ensayado a 7 días.

	GRUPO B1			GRUPO C1		
<i>CON PUENTE ADHERENTE</i>	SI			NO		
<i>N° DE TESTIGO</i>	33	34	35	36	37	38
<i>NOMENCLATURA</i>	B1-I-7	B1-II-7	B1-III-7	C1-I-7	C1-II-7	C1-III-7
<i>FECHA DE MUESTREO</i>	5/02/2025	5/02/2025	5/02/2025	5/02/2025	5/02/2025	5/02/2025
<i>EDAD (días)</i>	7	7	7	7	7	7
<i>FECHA DE ROTURA</i>	12/02/2025	12/02/2025	12/02/2025	12/02/2025	12/02/2025	12/02/2025
<i>DIÁMETRO (cm)</i>	15.02	15.00	14.98	14.97	15.00	15.03
<i>ALTURA (cm)</i>	30.12	30.2	30.14	30.26	30.2	30.26
<i>PESO (g)</i>	12896	12875	12869	12849	12854	12857
<i>VOLUMEN (cm3)</i>	5345.97	5362.52	5334.25	5370.51	5362.55	5392.90
<i>ESBELTEZ</i>	2.01	2.01	2.01	2.02	2.01	2.01
<i>FACTOR DE CORRECCIÓN</i>	1	1	1	1	1	1
<i>TIPO DE FALLA O ROTURA</i>	4	3	4	3	4	2
<i>PESO ESPECÍFICO (g/cm3)</i>	2.41	2.40	2.41	2.39	2.40	2.38
<i>CARGA (Tn)</i>	44.0	43.0	43.5	42.0	41.0	42.5
<i>CARGA (Kg)</i>	44000	43000	43500	42000	41000	42500
<i>ÁREA (cm2)</i>	177.49	177.57	176.98	177.48	177.57	178.22
<i>RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm2)</i>	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00
<i>RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm2)</i>	248.29	243.33	246.86	238.50	232.01	239.67
<i>PROMEDIO (Kg/cm2)</i>		246.16			236.73	
<i>PORCENTAJE OBTENIDO (%)</i>	88.68	86.90	88.16	85.18	82.86	85.60
<i>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (σ)</i>		2.08			3.37	
<i>VARIANZA (σ^2)</i>		4.35			11.35	
<i>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)</i>		0.85%			1.42%	

Tabla 61. Datos generales a compresión del Grupo B1 y C1 (Junta a 5 cm de la base) ensayado a 28 días.

<i>CON PUENTE ADHERENTE</i>	GRUPO B1			GRUPO C1		
		SI			NO	
<i>N° DE TESTIGO</i>	39	40	41	42	43	44
<i>NOMENCLATURA</i>	B1-I-28	B1-II-28	B1-III-28	C1-I-28	C1-II-28	C1-III-28
<i>FECHA DE MUESTREO</i>	5/02/2025	5/02/2025	5/02/2025	5/02/2025	5/02/2025	5/02/2025
<i>EDAD (días)</i>	28	28	28	28	28	28
<i>FECHA DE ROTURA</i>	5/03/2025	5/03/2025	5/03/2025	5/03/2025	5/03/2025	5/03/2025
<i>DIÁMETRO (cm)</i>	14.97	14.96	15.01	15.00	14.98	14.96
<i>ALTURA (cm)</i>	30.14	30.22	30.14	30.18	30.22	30.16
<i>PESO (g)</i>	12836	12842	12859	12876	12889	12921
<i>VOLUMEN (cm3)</i>	5331.62	5352.25	5349.28	5356.10	5358.70	5333.40
<i>ESBELTEZ</i>	2.01	2.02	2.01	2.01	2.02	2.02
<i>FACTOR DE CORRECCIÓN</i>	1	1	1	1	1	1
<i>TIPO DE FALLA O ROTURA</i>	2	1	3	1	2	1
<i>PESO ESPECÍFICO (g/cm3)</i>	2.41	2.40	2.40	2.40	2.41	2.42
<i>CARGA (Tn)</i>	51.5	52.0	52.5	53.5	54.0	54.0
<i>CARGA (Kg)</i>	51500	52000	52500	53500	54000	54000
<i>ÁREA (cm2)</i>	176.90	177.11	177.48	177.47	177.32	176.84
<i>RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm2)</i>	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00
<i>RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm2)</i>	292.50	295.79	296.54	302.75	306.55	307.14
<i>PROMEDIO (Kg/cm2)</i>		294.94			305.48	
<i>PORCENTAJE OBTENIDO (%)</i>	104.46	105.64	105.91	108.13	109.48	109.69
<i>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (σ)</i>		1.75			1.95	
<i>VARIANZA (σ^2)</i>		3.08			3.78	
<i>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)</i>		0.59%			0.64%	

Tabla 62. Datos generales a compresión del Grupo B2 y C2 (Junta a 15 cm de la base) ensayado a 3 días.

	GRUPO B2			GRUPO C2		
<i>CON PUENTE ADHERENTE</i>	SI			NO		
<i>N° DE TESTIGO</i>	45	46	47	48	49	50
<i>NOMENCLATURA</i>	B2-I-3	B2-II-3	B2-III-3	C2-I-3	C2-II-3	C2-III-3
<i>FECHA DE MUESTREO</i>	7/02/2025	7/02/2025	7/02/2025	7/02/2025	7/02/2025	7/02/2025
<i>EDAD (días)</i>	3	3	3	3	3	3
<i>FECHA DE ROTURA</i>	10/02/2025	10/02/2025	10/02/2025	10/02/2025	10/02/2025	10/02/2025
<i>DIÁMETRO (cm)</i>	15.03	15.00	14.97	15.00	15.00	15.00
<i>ALTURA (cm)</i>	30.12	30.22	30.26	30.12	30.16	30.28
<i>PESO (g)</i>	12852	12876	12828	12924	12852	12902
<i>VOLUMEN (cm3)</i>	5349.81	5368.83	5368.28	5336.97	5349.72	5388.13
<i>ESBELTEZ</i>	2.00	2.01	2.02	2.01	2.01	2.02
<i>FACTOR DE CORRECCIÓN</i>	1	1	1	1	1	1
<i>TIPO DE FALLA O ROTURA</i>	4	5	3	5	5	4
<i>PESO ESPECÍFICO (g/cm3)</i>	2.40	2.40	2.39	2.42	2.40	2.39
<i>CARGA (Tn)</i>	29.0	29.5	28.0	34.0	35.0	34.5
<i>CARGA (Kg)</i>	29000	29500	28000	34000	35000	34500
<i>ÁREA (cm2)</i>	177.62	177.66	177.41	177.19	177.38	177.94
<i>RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm2)</i>	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00
<i>RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm2)</i>	163.45	166.94	159.11	192.40	198.06	195.23
<i>PROMEDIO (Kg/cm2)</i>		163.17			195.23	
<i>PORCENTAJE OBTENIDO (%)</i>	58.38	59.62	56.83	68.71	70.74	69.73
<i>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (σ)</i>		3.20			2.31	
<i>VARIANZA (σ^2)</i>		10.26			5.34	
<i>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)</i>		1.96%			1.18%	

Tabla 63. Datos generales a compresión del Grupo B2 y C2 (Junta a 15 cm de la base) ensayado a 5 días.

	GRUPO B2			GRUPO C2		
<i>CON PUENTE ADHERENTE</i>	SI			NO		
<i>N° DE TESTIGO</i>	51	52	53	54	55	56
<i>NOMENCLATURA</i>	B2-I-5	B2-II-5	B2-III-5	C2-I-5	C2-II-5	C2-III-5
<i>FECHA DE MUESTREO</i>	7/02/2025	7/02/2025	7/02/2025	7/02/2025	7/02/2025	7/02/2025
<i>EDAD (días)</i>	5	5	5	5	5	5
<i>FECHA DE ROTURA</i>	12/02/2025	12/02/2025	12/02/2025	12/02/2025	12/02/2025	12/02/2025
<i>DIÁMETRO (cm)</i>	15.00	14.9	15.02	15.04	15.00	14.96
<i>ALTURA (cm)</i>	30.14	30.26	30.22	30.28	30.12	30.16
<i>PESO (g)</i>	12924	12850	12964	12858	12914	12922
<i>VOLUMEN (cm3)</i>	5343.29	5374.05	5376.31	5404.73	5337.01	5333.27
<i>ESBELTEZ</i>	2.01	2.02	2.01	2.01	2.01	2.02
<i>FACTOR DE CORRECCIÓN</i>	1	1	1	1	1	1
<i>TIPO DE FALLA O ROTURA</i>	4	3	3	4	5	3
<i>PESO ESPECÍFICO (g/cm3)</i>	2.42	2.39	2.41	2.3	2.42	2.42
<i>CARGA (Tn)</i>	37.5	36.5	37.5	40.5	40.0	40.0
<i>CARGA (Kg)</i>	37500	36500	37500	40500	40000	40000
<i>ÁREA (cm2)</i>	177.28	177.60	177.91	178.49	177.19	176.83
<i>RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm2)</i>	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00
<i>RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm2)</i>	212.21	207.04	211.72	228.01	226.35	227.52
<i>PROMEDIO (Kg/cm2)</i>		210.32			227.29	
<i>PORCENTAJE OBTENIDO (%)</i>	75.79	73.94	75.61	81.43	80.84	81.26
<i>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (σ)</i>		2.33			0.70	
<i>VARIANZA (σ^2)</i>		5.43			0.48	
<i>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)</i>		1.11%			0.31%	

Tabla 64. Datos generales a compresión del Grupo B2 y C2 (Junta a 15 cm de la base) ensayado a 7 días.

	GRUPO B2			GRUPO C2		
<i>CON PUENTE ADHERENTE</i>	SI			NO		
<i>N° DE TESTIGO</i>	57	58	59	60	61	62
<i>NOMENCLATURA</i>	B2-I-7	B2-II-7	B2-III-7	C2-I-7	C2-II-7	C2-III-7
<i>FECHA DE MUESTREO</i>	7/02/2025	7/02/2025	7/02/2025	7/02/2025	7/02/2025	7/02/2025
<i>EDAD (días)</i>	7	7	7	7	7	7
<i>FECHA DE ROTURA</i>	14/02/2025	14/02/2025	14/02/2025	14/02/2025	14/02/2025	14/02/2025
<i>DIÁMETRO (cm)</i>	15.00	14.99	15.01	14.99	15.02	14.98
<i>ALTURA (cm)</i>	30.24	30.22	30.14	30.26	30.12	30.20
<i>PESO (g)</i>	12825	12854	12879	12824	12914	12887
<i>VOLUMEN (cm3)</i>	5377.03	5364.04	5346.97	5379.38	5343.61	5355.36
<i>ESBELTEZ</i>	2.02	2.02	2.01	2.02	2.01	2.02
<i>FACTOR DE CORRECCIÓN</i>	1	1	1	1	1	1
<i>TIPO DE FALLA O ROTURA</i>	3	2	2	2	3	2
<i>PESO ESPECÍFICO (g/cm3)</i>	2.39	2.40	2.41	2.38	2.42	2.41
<i>CARGA (Tn)</i>	45.5	44.5	45.0	44.0	45.0	44.5
<i>CARGA (Kg)</i>	45500	44500	45000	44000	45000	44500
<i>ÁREA (cm2)</i>	177.81	177.50	177.40	177.77	177.41	177.33
<i>RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm2)</i>	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00
<i>RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm2)</i>	257.34	252.20	254.36	249.17	254.12	252.38
<i>PROMEDIO (Kg/cm2)</i>		254.63			251.89	
<i>PORCENTAJE OBTENIDO (%)</i>	91.91	90.07	90.84	88.99	90.76	90.14
<i>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (σ)</i>		2.11			2.05	
<i>VARIANZA (σ²)</i>		4.44			4.20	
<i>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)</i>		0.83%			0.81%	

Tabla 65. Datos generales a compresión del Grupo B2 y C2 (Junta a 15 cm de la base) ensayado a 28 días.

<i>CON PUENTE ADHERENTE</i>	GRUPO B2			GRUPO C2		
		SI			NO	
<i>N° DE TESTIGO</i>	63	64	65	66	67	68
<i>NOMENCLATURA</i>	B2-I-28	B2-II-28	B2-III-28	C2-I-28	C2-II-28	C2-III-28
<i>FECHA DE MUESTREO</i>	7/02/2025	7/02/2025	7/02/2025	7/02/2025	7/02/2025	7/02/2025
<i>EDAD (días)</i>	28	28	28	28	28	28
<i>FECHA DE ROTURA</i>	7/03/2025	7/03/2025	7/03/2025	7/03/2025	7/03/2025	7/03/2025
<i>DIÁMETRO (cm)</i>	14.98	15.02	14.99	14.9	15.00	15.00
<i>ALTURA (cm)</i>	30.12	30.26	30.14	30.22	30.24	30.18
<i>PESO (g)</i>	12896	12857	12853	12847	12895	12914
<i>VOLUMEN (cm3)</i>	5329.24	5388.74	5339.11	5359.84	5377.33	5357.06
<i>ESBELTEZ</i>	2.01	2.02	2.01	2.02	2.02	2.01
<i>FACTOR DE CORRECCIÓN</i>	1	1	1	1	1	1
<i>TIPO DE FALLA O ROTURA</i>	2	1	2	2	1	1
<i>PESO ESPECÍFICO (g/cm3)</i>	2.42	2.39	2.41	2.40	2.40	2.41
<i>CARGA (Tn)</i>	57.5	58.0	58.5	58.0	57.5	57.0
<i>CARGA (Kg)</i>	57500	58000	58500	58000	57500	57000
<i>ÁREA (cm2)</i>	176.93	178.08	177.14	177.36	177.82	177.50
<i>RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm2)</i>	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00
<i>RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm2)</i>	326.17	327.50	331.48	329.14	325.18	322.46
<i>PROMEDIO (Kg/cm2)</i>		328.38			325.59	
<i>PORCENTAJE OBTENIDO (%)</i>	116.49	116.96	118.39	117.55	116.14	115.16
<i>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (σ)</i>		2.26			2.74	
<i>VARIANZA (σ²)</i>		5.09			7.52	
<i>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)</i>		0.69%			0.84%	

Tabla 66. Datos generales a compresión del Grupo B3 y C3 (Junta a 20 cm de la base) ensayado a 3 días.

<i>CON PUENTE ADHERENTE</i>	GRUPO B3			GRUPO C3		
		SI			NO	
<i>N° DE TESTIGO</i>	69	70	71	72	73	74
<i>NOMENCLATURA</i>	B3-I-3	B3-II-3	B3-III-3	C3-I-3	C3-II-3	C3-III-3
<i>FECHA DE MUESTREO</i>	9/02/2025	9/02/2025	9/02/2025	9/02/2025	9/02/2025	9/02/2025
<i>EDAD (días)</i>	3	3	3	3	3	3
<i>FECHA DE ROTURA</i>	12/02/2025	12/02/2025	12/02/2025	12/02/2025	12/02/2025	12/02/2025
<i>DIÁMETRO (cm)</i>	14.92	14.99	14.96	15.00	15.04	14.96
<i>ALTURA (cm)</i>	30.12	30.28	30.22	30.18	30.28	30.14
<i>PESO (g)</i>	12863	12874	12859	12867	12854	12921
<i>VOLUMEN (cm3)</i>	5304.98	5384.67	5350.15	5355.46	5406.10	5328.08
<i>ESBELTEZ</i>	2.02	2.02	2.02	2.01	2.01	2.01
<i>FACTOR DE CORRECCIÓN</i>	1	1	1	1	1	1
<i>TIPO DE FALLA O ROTURA</i>	6	6	4	6	5	6
<i>PESO ESPECÍFICO (g/cm3)</i>	2.42	2.39	2.40	2.40	2.38	2.43
<i>CARGA (Tn)</i>	29.0	28.5	30.0	31.0	32.0	30.5
<i>CARGA (Kg)</i>	29000	28500	30000	31000	32000	30500
<i>ÁREA (cm2)</i>	176.13	177.83	177.04	177.45	178.54	176.78
<i>RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm2)</i>	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00
<i>RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm2)</i>	165.76	161.45	170.76	175.46	180.08	173.42
<i>PROMEDIO (Kg/cm2)</i>		165.99			176.32	
<i>PORCENTAJE OBTENIDO (%)</i>	59.20	57.66	60.99	62.66	64.31	61.94
<i>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (σ)</i>		3.80			2.79	
<i>VARIANZA (σ²)</i>		14.47			7.76	
<i>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)</i>		2.29%			1.58%	

Tabla 67. Datos generales a compresión del Grupo B3 y C3 (Junta a 20 cm de la base) ensayado a 5 días.

<i>CON PUENTE ADHERENTE</i>	GRUPO B3			GRUPO C3		
		SI			NO	
<i>N° DE TESTIGO</i>	75	76	77	78	79	80
<i>NOMENCLATURA</i>	B3-I-5	B3-II-5	B3-III-5	C3-I-5	C3-II-5	C3-III-5
<i>FECHA DE MUESTREO</i>	9/02/2025	9/02/2025	9/02/2025	9/02/2025	9/02/2025	9/02/2025
<i>EDAD (días)</i>	5	5	5	5	5	5
<i>FECHA DE ROTURA</i>	14/02/2025	14/02/2025	14/02/2025	14/02/2025	14/02/2025	14/02/2025
<i>DIÁMETRO (cm)</i>	15.00	15.00	15.00	15.01	14.99	15.32
<i>ALTURA (cm)</i>	30.08	30.2	30.16	30.24	30.22	30.12
<i>PESO (g)</i>	12912	12861	12853	12925	12941	12884
<i>VOLUMEN (cm3)</i>	5324.18	5362.47	5349.70	5381.11	5364.47	5473.79
<i>ESBELTEZ</i>	2.01	2.01	2.01	2.01	2.02	1.97
<i>FACTOR DE CORRECCIÓN</i>	1	1	1	1	1	1
<i>TIPO DE FALLA O ROTURA</i>	4	5	5	6	5	5
<i>PESO ESPECÍFICO (g/cm3)</i>	2.43	2.40	2.40	2.40	2.41	2.35
<i>CARGA (Tn)</i>	36.0	37.0	36.5	38.0	37.5	38.0
<i>CARGA (Kg)</i>	36000	37000	36500	38000	37500	38000
<i>ÁREA (cm2)</i>	177.00	177.57	177.38	177.95	177.51	181.73
<i>RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm2)</i>	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00
<i>RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm2)</i>	203.72	209.38	206.55	214.65	212.50	206.16
<i>PROMEDIO (Kg/cm2)</i>		206.55			211.10	
<i>PORCENTAJE OBTENIDO (%)</i>	72.76	74.78	73.77	76.66	75.89	73.63
<i>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (σ)</i>		2.31			3.60	
<i>VARIANZA (σ²)</i>		5.34			12.99	
<i>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)</i>		1.12%			1.71%	

Tabla 68. Datos generales a compresión del Grupo B3 y C3 (Junta a 20 cm de la base) ensayado a 7 días.

	GRUPO B3			GRUPO C3		
<i>CON PUENTE ADHERENTE</i>	SI			NO		
<i>N° DE TESTIGO</i>	81	82	83	84	85	86
<i>NOMENCLATURA</i>	B3-I-7	B3-II-7	B3-III-7	C3-I-7	C3-II-7	C3-III-7
<i>FECHA DE MUESTREO</i>	9/02/2025	9/02/2025	9/02/2025	9/02/2025	9/02/2025	9/02/2025
<i>EDAD (días)</i>	7	7	7	7	7	7
<i>FECHA DE ROTURA</i>	16/02/2025	16/02/2025	16/02/2025	16/02/2025	16/02/2025	16/02/2025
<i>DIÁMETRO (cm)</i>	14.96	15.03	15.03	14.96	15.00	15.04
<i>ALTURA (cm)</i>	30.2	30.18	30.26	30.14	30.12	30.12
<i>PESO (g)</i>	12826	12853	12941	12855	12874	12862
<i>VOLUMEN (cm3)</i>	5347.44	5370.38	5395.87	5324.52	5337.00	5356.05
<i>ESBELTEZ</i>	2.02	2.01	2.01	2.02	2.01	2.00
<i>FACTOR DE CORRECCIÓN</i>	1	1	1	1	1	1
<i>TIPO DE FALLA O ROTURA</i>	3	2	3	3	3	2
<i>PESO ESPECÍFICO (g/cm3)</i>	2.40	2.39	2.40	2.41	2.41	2.40
<i>CARGA (Tn)</i>	42.0	42.0	42.5	40.0	40.5	40.0
<i>CARGA (Kg)</i>	42000	42000	42500	40000	40500	40000
<i>ÁREA (cm2)</i>	177.07	177.94	178.32	176.66	177.19	177.82
<i>RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm2)</i>	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00
<i>RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm2)</i>	238.79	236.62	239.45	227.69	229.18	225.01
<i>PROMEDIO (Kg/cm2)</i>		238.29			227.29	
<i>PORCENTAJE OBTENIDO (%)</i>	85.28	84.51	85.52	81.32	81.85	80.36
<i>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (σ)</i>		1.21			1.73	
<i>VARIANZA (σ²)</i>		1.46			2.98	
<i>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)</i>		0.51%			0.76%	

Tabla 69. Datos generales a compresión del Grupo B3 y C3 (Junta a 20 cm de la base) ensayado a 28 días.

<i>CON PUENTE ADHERENTE</i>	GRUPO B3			GRUPO C3		
		SI			NO	
<i>N° DE TESTIGO</i>	87	88	89	90	91	92
<i>NOMENCLATURA</i>	B3-I-28	B3-II-28	B3-III-28	C3-I-28	C3-II-28	C3-III-28
<i>FECHA DE MUESTREO</i>	9/02/2025	9/02/2025	9/02/2025	9/02/2025	9/02/2025	9/02/2025
<i>EDAD (días)</i>	28	28	28	28	28	28
<i>FECHA DE ROTURA</i>	9/03/2025	9/03/2025	9/03/2025	9/03/2025	9/03/2025	9/03/2025
<i>DIÁMETRO (cm)</i>	15.01	14.96	14.97	14.99	15.00	15.03
<i>ALTURA (cm)</i>	30.24	30.16	30.12	30.18	30.18	30.26
<i>PESO (g)</i>	12884	12846	12921	12913	12854	12874
<i>VOLUMEN (cm3)</i>	5378.17	5333.30	5323.98	5350.24	5355.80	5395.24
<i>ESBELTEZ</i>	2.02	2.02	2.01	2.01	2.01	2.01
<i>FACTOR DE CORRECCIÓN</i>	1	1	1	1	1	1
<i>TIPO DE FALLA O ROTURA</i>	2	2	2	2	2	1
<i>PESO ESPECÍFICO (g/cm3)</i>	2.40	2.41	2.43	2.41	2.40	2.39
<i>CARGA (Tn)</i>	53.5	54.0	53.5	51.0	50.5	50.0
<i>CARGA (Kg)</i>	53500	54000	53500	51000	50500	50000
<i>ÁREA (cm2)</i>	177.85	176.83	176.76	177.28	177.46	178.30
<i>RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm2)</i>	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00
<i>RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm2)</i>	302.48	307.15	303.98	289.13	285.80	281.76
<i>PROMEDIO (Kg/cm2)</i>		304.54			285.56	
<i>PORCENTAJE OBTENIDO (%)</i>	108.03	109.70	108.56	103.26	102.07	100.63
<i>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (σ)</i>		1.95			3.01	
<i>VARIANZA (σ^2)</i>		3.79			9.08	
<i>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)</i>		0.64%			1.06%	

ANEXO 04. DIAGRAMAS DE ESFUERZO VS. DEFORMACIÓN

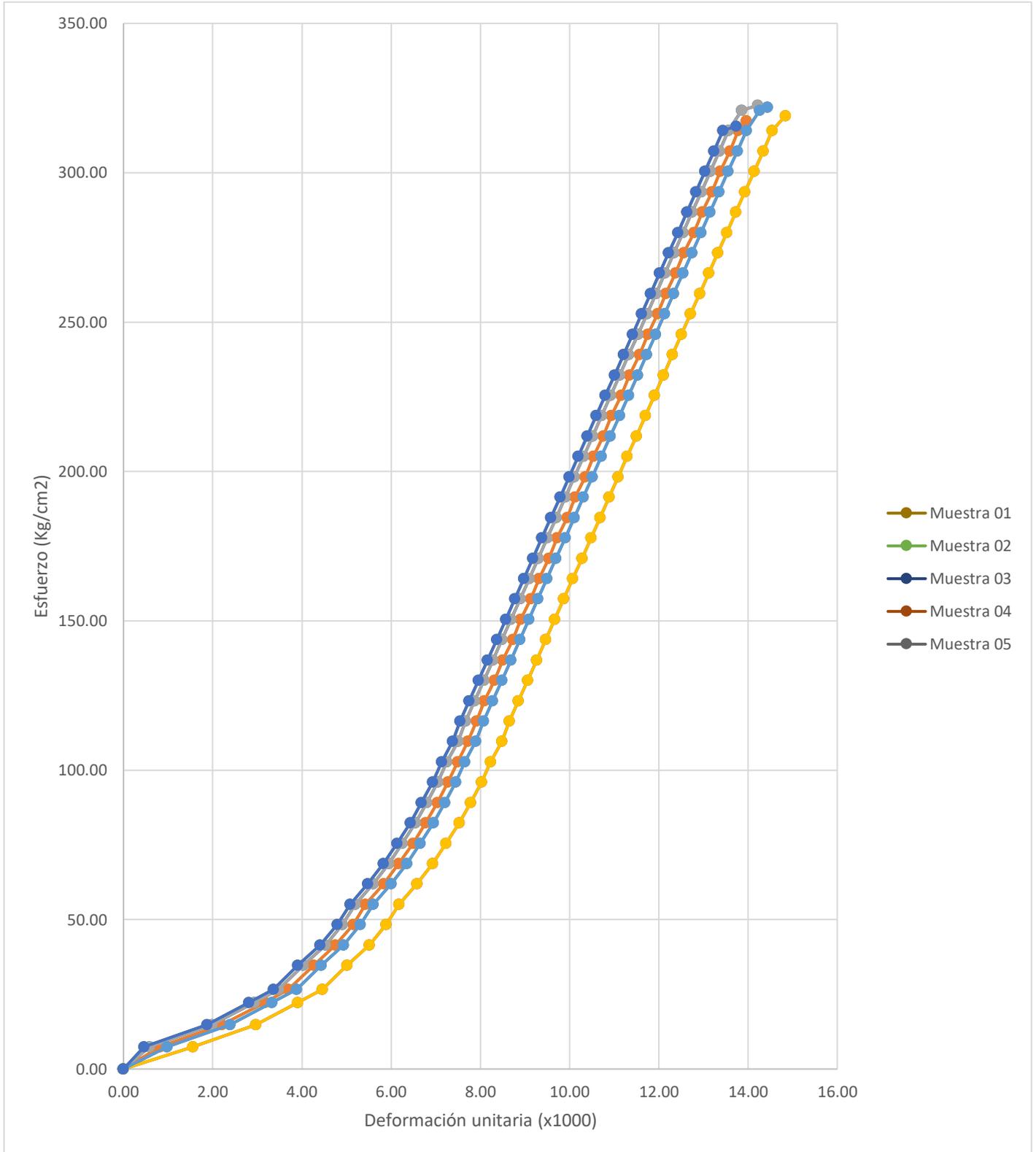
1. Deformación en Grupo A (Concreto Patrón):

Tabla 70. Deformación de muestra patrón - Grupo A

GRUPO A (Edad 28 días)									
MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03		MUESTRA 04		MUESTRA 05	
Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación Unitaria								
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7.46	0.46	7.46	0.82	7.46	0.58	7.46	1.56	7.46	0.98
14.86	1.87	14.86	2.21	14.86	1.99	14.86	2.97	14.86	2.39
22.27	2.81	22.27	3.17	22.27	2.93	22.27	3.91	22.27	3.33
26.67	3.36	26.67	3.70	26.67	3.48	26.67	4.46	26.67	3.88
34.70	3.91	34.70	4.27	34.70	4.03	34.70	5.01	34.70	4.43
41.51	4.41	41.51	4.75	41.51	4.53	41.51	5.51	41.51	4.93
48.33	4.79	48.33	5.15	48.33	4.91	48.33	5.89	48.33	5.31
55.14	5.08	55.14	5.42	55.14	5.20	55.14	6.18	55.14	5.60
61.96	5.48	61.96	5.84	61.96	5.60	61.96	6.58	61.96	6.00
68.77	5.83	68.77	6.17	68.77	5.95	68.77	6.93	68.77	6.35
75.59	6.13	75.59	6.49	75.59	6.25	75.59	7.23	75.59	6.65
82.40	6.43	82.40	6.77	82.40	6.55	82.40	7.53	82.40	6.95
89.22	6.68	89.22	7.04	89.22	6.80	89.22	7.78	89.22	7.20
96.03	6.93	96.03	7.27	96.03	7.05	96.03	8.03	96.03	7.45
102.85	7.13	102.85	7.49	102.85	7.25	102.85	8.23	102.85	7.65
109.66	7.38	109.66	7.72	109.66	7.50	109.66	8.48	109.66	7.90
116.48	7.55	116.48	7.91	116.48	7.67	116.48	8.65	116.48	8.07
123.29	7.75	123.29	8.09	123.29	7.87	123.29	8.85	123.29	8.27
130.11	7.96	130.11	8.32	130.11	8.08	130.11	9.06	130.11	8.48
136.92	8.16	136.92	8.50	136.92	8.28	136.92	9.26	136.92	8.68
143.74	8.37	143.74	8.73	143.74	8.49	143.74	9.47	143.74	8.89
150.55	8.57	150.55	8.91	150.55	8.69	150.55	9.67	150.55	9.09
157.37	8.77	157.37	9.13	157.37	8.89	157.37	9.87	157.37	9.29
164.18	8.98	164.18	9.32	164.18	9.10	164.18	10.08	164.18	9.50
171.00	9.18	171.00	9.54	171.00	9.30	171.00	10.28	171.00	9.70
177.81	9.38	177.81	9.72	177.81	9.50	177.81	10.48	177.81	9.90
184.63	9.58	184.63	9.94	184.63	9.70	184.63	10.68	184.63	10.10
191.44	9.79	191.44	10.13	191.44	9.91	191.44	10.89	191.44	10.31
198.26	9.99	198.26	10.35	198.26	10.11	198.26	11.09	198.26	10.51
205.07	10.19	205.07	10.53	205.07	10.31	205.07	11.29	205.07	10.71
211.89	10.40	211.89	10.76	211.89	10.52	211.89	11.50	211.89	10.92
218.70	10.60	218.70	10.94	218.70	10.72	218.70	11.70	218.70	11.12
225.52	10.80	225.52	11.16	225.52	10.92	225.52	11.90	225.52	11.32
232.33	11.01	232.33	11.35	232.33	11.13	232.33	12.11	232.33	11.53
239.15	11.21	239.15	11.57	239.15	11.33	239.15	12.31	239.15	11.73
245.96	11.41	245.96	11.75	245.96	11.53	245.96	12.51	245.96	11.93
252.78	11.61	252.78	11.97	252.78	11.73	252.78	12.71	252.78	12.13
259.59	11.82	259.59	12.16	259.59	11.94	259.59	12.92	259.59	12.34
266.41	12.02	266.41	12.38	266.41	12.14	266.41	13.12	266.41	12.54
273.22	12.22	273.22	12.56	273.22	12.34	273.22	13.32	273.22	12.74
280.04	12.43	280.04	12.79	280.04	12.55	280.04	13.53	280.04	12.95
286.85	12.63	286.85	12.97	286.85	12.75	286.85	13.73	286.85	13.15
293.67	12.83	293.67	13.19	293.67	12.95	293.67	13.93	293.67	13.35
300.48	13.04	300.48	13.38	300.48	13.16	300.48	14.14	300.48	13.56
307.30	13.24	307.30	13.60	307.30	13.36	307.30	14.34	307.30	13.76
314.11	13.44	314.11	13.78	314.11	13.56	314.11	14.54	314.11	13.96

315.60	13.74	317.45	13.96	320.93	13.86	319.12	14.84	320.93	14.26
				322.58	14.22			321.96	14.44

Figura 33. Gráfica de esfuerzo vs deformación del Grupo A (Concreto patrón)



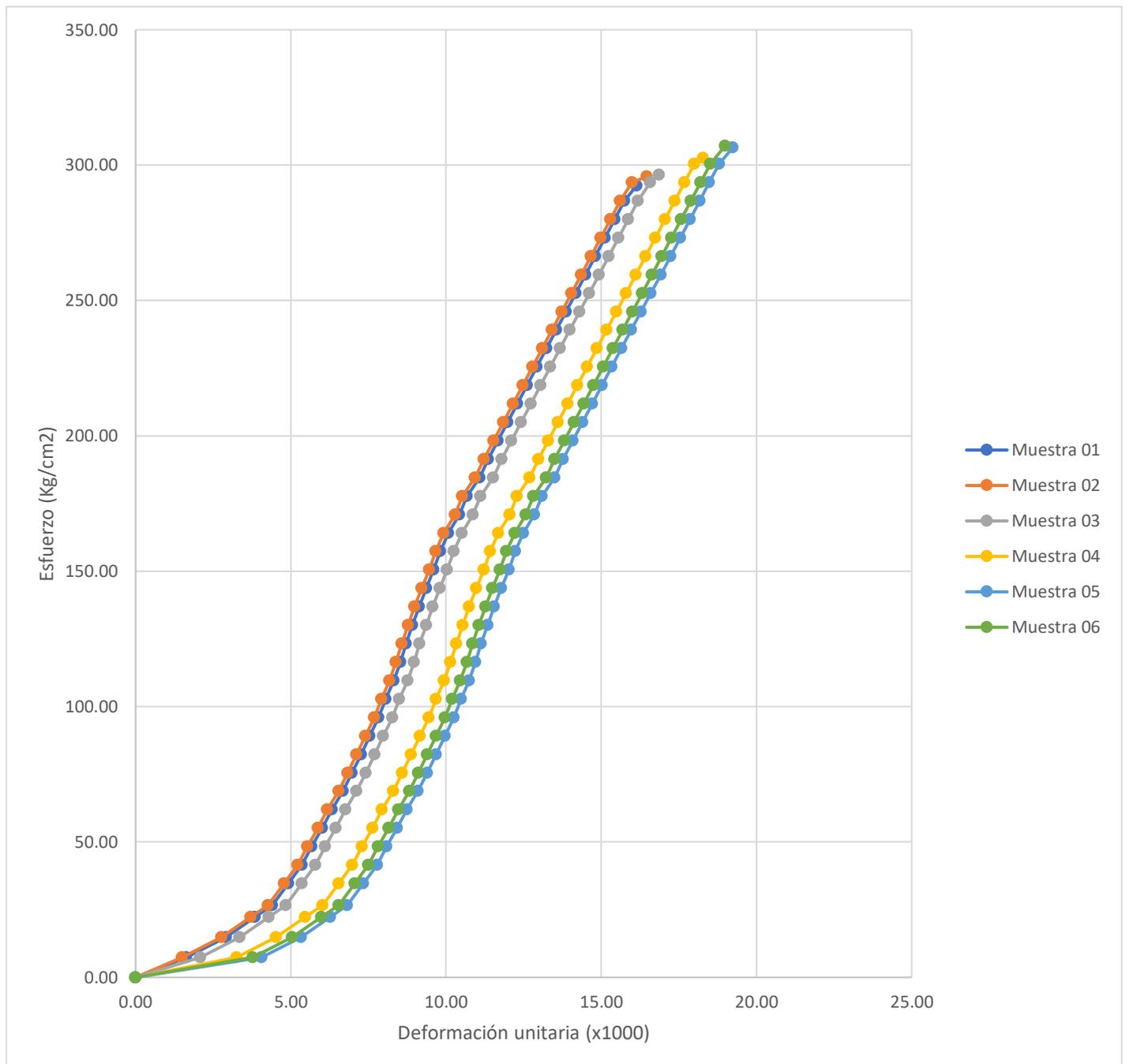
2. Deformación en Grupo B1 & Grupo C1 (probetas con junta a 5 cm de la base):

Tabla 71. Deformación del Grupo B1 & Grupo C1

PROBETAS CON JUNTA DE CONSTRUCCIÓN A 05 CM DE LA BASE											
GRUPO B1 (Edad 28 días)						GRUPO C1 (Edad 28 días)					
MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03		MUESTRA 04		MUESTRA 05		MUESTRA 06	
Esfuerzo (Kg/cm2)	Def. Unitaria	Esfuerzo (Kg/cm2)	Def. Unitaria	Esfuerzo (Kg/cm2)	Def. Unitaria	Esfuerzo (Kg/cm2)	Def. Unitaria	Esfuerzo (Kg/cm2)	Def. Unitaria	Esfuerzo (Kg/cm2)	Def. Unitaria
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7.46	1.64	7.46	1.50	7.46	2.08	7.46	3.26	7.46	4.06	7.46	3.78
14.86	2.91	14.86	2.77	14.86	3.35	14.86	4.53	14.86	5.33	14.86	5.05
22.27	3.85	22.27	3.71	22.27	4.29	22.27	5.47	22.27	6.27	22.27	5.99
26.67	4.40	26.67	4.26	26.67	4.84	26.67	6.02	26.67	6.82	26.67	6.54
34.70	4.92	34.70	4.78	34.70	5.36	34.70	6.54	34.70	7.34	34.70	7.06
41.51	5.36	41.51	5.22	41.51	5.80	41.51	6.98	41.51	7.78	41.51	7.50
48.33	5.67	48.33	5.53	48.33	6.11	48.33	7.29	48.33	8.09	48.33	7.81
55.14	6.01	55.14	5.87	55.14	6.45	55.14	7.63	55.14	8.43	55.14	8.15
61.96	6.32	61.96	6.18	61.96	6.76	61.96	7.94	61.96	8.74	61.96	8.46
68.77	6.68	68.77	6.54	68.77	7.12	68.77	8.30	68.77	9.10	68.77	8.82
75.59	6.97	75.59	6.83	75.59	7.41	75.59	8.59	75.59	9.39	75.59	9.11
82.40	7.26	82.40	7.12	82.40	7.70	82.40	8.88	82.40	9.68	82.40	9.40
89.22	7.54	89.22	7.40	89.22	7.98	89.22	9.16	89.22	9.96	89.22	9.68
96.03	7.83	96.03	7.69	96.03	8.27	96.03	9.45	96.03	10.25	96.03	9.97
102.85	8.06	102.85	7.92	102.85	8.50	102.85	9.68	102.85	10.48	102.85	10.20
109.66	8.32	109.66	8.18	109.66	8.76	109.66	9.94	109.66	10.74	109.66	10.46
116.48	8.53	116.48	8.39	116.48	8.97	116.48	10.15	116.48	10.95	116.48	10.67
123.29	8.71	123.29	8.57	123.29	9.15	123.29	10.33	123.29	11.13	123.29	10.85
130.11	8.92	130.11	8.78	130.11	9.36	130.11	10.54	130.11	11.34	130.11	11.06
136.92	9.13	136.92	8.99	136.92	9.57	136.92	10.75	136.92	11.55	136.92	11.27
143.74	9.36	143.74	9.22	143.74	9.80	143.74	10.98	143.74	11.78	143.74	11.50
150.55	9.60	150.55	9.46	150.55	10.04	150.55	11.22	150.55	12.02	150.55	11.74
157.37	9.81	157.37	9.67	157.37	10.25	157.37	11.43	157.37	12.23	157.37	11.95
164.18	10.07	164.18	9.93	164.18	10.51	164.18	11.69	164.18	12.49	164.18	12.21
171.00	10.43	171.00	10.29	171.00	10.87	171.00	12.05	171.00	12.85	171.00	12.57
177.81	10.67	177.81	10.53	177.81	11.11	177.81	12.29	177.81	13.09	177.81	12.81
184.63	11.08	184.63	10.94	184.63	11.52	184.63	12.70	184.63	13.50	184.63	13.22
191.44	11.35	191.44	11.21	191.44	11.79	191.44	12.97	191.44	13.77	191.44	13.49
198.26	11.67	198.26	11.53	198.26	12.11	198.26	13.29	198.26	14.09	198.26	13.81
205.07	11.98	205.07	11.84	205.07	12.42	205.07	13.60	205.07	14.40	205.07	14.12
211.89	12.30	211.89	12.16	211.89	12.74	211.89	13.92	211.89	14.72	211.89	14.44
218.70	12.61	218.70	12.47	218.70	13.05	218.70	14.23	218.70	15.03	218.70	14.75
225.52	12.92	225.52	12.78	225.52	13.36	225.52	14.54	225.52	15.34	225.52	15.06
232.33	13.24	232.33	13.10	232.33	13.68	232.33	14.86	232.33	15.66	232.33	15.38
239.15	13.55	239.15	13.41	239.15	13.99	239.15	15.17	239.15	15.97	239.15	15.69
245.96	13.87	245.96	13.73	245.96	14.31	245.96	15.49	245.96	16.29	245.96	16.01

252.78	14.18	252.78	14.04	252.78	14.62	252.78	15.80	252.78	16.60	252.78	16.32
259.59	14.49	259.59	14.35	259.59	14.93	259.59	16.11	259.59	16.91	259.59	16.63
266.41	14.81	266.41	14.67	266.41	15.25	266.41	16.43	266.41	17.23	266.41	16.95
273.22	15.12	273.22	14.98	273.22	15.56	273.22	16.74	273.22	17.54	273.22	17.26
280.04	15.44	280.04	15.30	280.04	15.88	280.04	17.06	280.04	17.86	280.04	17.58
286.85	15.75	286.85	15.61	286.85	16.19	286.85	17.37	286.85	18.17	286.85	17.89
292.50	16.14	293.67	16.00	293.67	16.58	293.67	17.68	293.67	18.48	293.67	18.20
		295.79	16.47	296.54	16.86	300.48	18.00	300.48	18.80	300.48	18.51
						302.75	18.29	306.55	19.24	307.14	18.99

Figura 34. Gráfica de esfuerzo vs deformación del Grupo B1 & C1



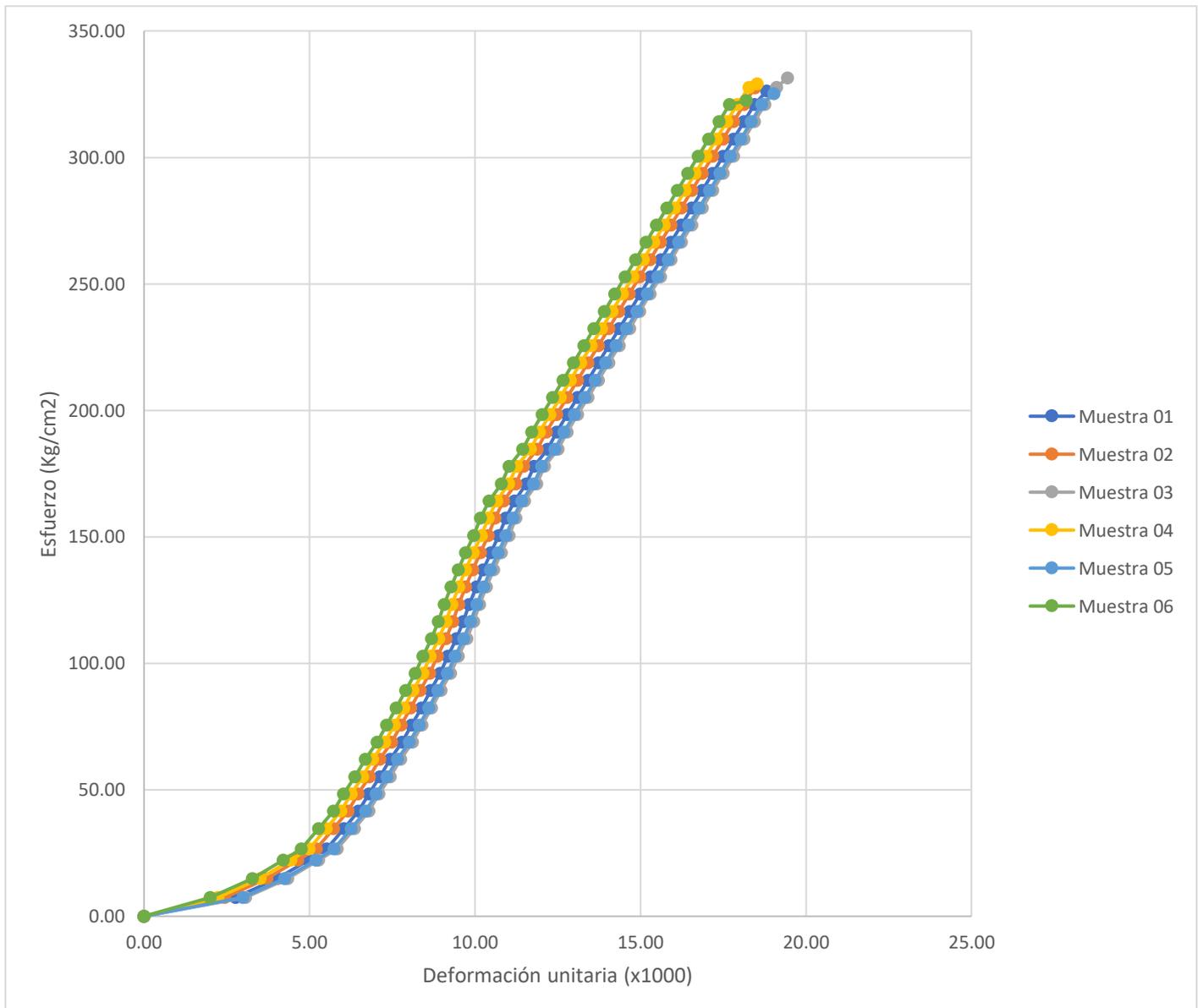
3. Deformación en Grupo B2 & Grupo C2 (probetas con junta a 15 cm de la base):

Tabla 72. Deformación del Grupo B2 & Grupo C2

PROBETAS CON JUNTA DE CONSTRUCCIÓN A 15 CM DE LA BASE											
GRUPO B2 (Edad 28 días)						GRUPO C2 (Edad 28 días)					
MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03		MUESTRA 04		MUESTRA 05		MUESTRA 06	
Esfuerzo (Kg/cm2)	Def. Unitaria	Esfuerzo (Kg/cm2)	Def. Unitaria	Esfuerzo (Kg/cm2)	Def. Unitaria	Esfuerzo (Kg/cm2)	Def. Unitaria	Esfuerzo (Kg/cm2)	Def. Unitaria	Esfuerzo (Kg/cm2)	Def. Unitaria
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7.46	2.76	7.46	2.44	7.46	3.07	7.46	2.23	7.46	2.98	7.46	2.00
14.86	4.03	14.86	3.71	14.86	4.34	14.86	3.50	14.86	4.25	14.86	3.27
22.27	4.97	22.27	4.65	22.27	5.28	22.27	4.44	22.27	5.19	22.27	4.21
26.67	5.52	26.67	5.20	26.67	5.83	26.67	4.99	26.67	5.74	26.67	4.76
34.70	6.04	34.70	5.72	34.70	6.35	34.70	5.51	34.70	6.26	34.70	5.28
41.51	6.48	41.51	6.16	41.51	6.79	41.51	5.95	41.51	6.70	41.51	5.72
48.33	6.79	48.33	6.47	48.33	7.10	48.33	6.26	48.33	7.01	48.33	6.03
55.14	7.13	55.14	6.81	55.14	7.44	55.14	6.60	55.14	7.35	55.14	6.37
61.96	7.44	61.96	7.12	61.96	7.75	61.96	6.91	61.96	7.66	61.96	6.68
68.77	7.80	68.77	7.48	68.77	8.11	68.77	7.27	68.77	8.02	68.77	7.04
75.59	8.09	75.59	7.77	75.59	8.40	75.59	7.56	75.59	8.31	75.59	7.33
82.40	8.38	82.40	8.06	82.40	8.69	82.40	7.85	82.40	8.60	82.40	7.62
89.22	8.66	89.22	8.34	89.22	8.97	89.22	8.13	89.22	8.88	89.22	7.90
96.03	8.95	96.03	8.63	96.03	9.26	96.03	8.42	96.03	9.17	96.03	8.19
102.85	9.18	102.85	8.86	102.85	9.49	102.85	8.65	102.85	9.40	102.85	8.42
109.66	9.44	109.66	9.12	109.66	9.75	109.66	8.91	109.66	9.66	109.66	8.68
116.48	9.65	116.48	9.33	116.48	9.96	116.48	9.12	116.48	9.87	116.48	8.89
123.29	9.83	123.29	9.51	123.29	10.14	123.29	9.30	123.29	10.05	123.29	9.07
130.11	10.04	130.11	9.72	130.11	10.35	130.11	9.51	130.11	10.26	130.11	9.28
136.92	10.25	136.92	9.93	136.92	10.56	136.92	9.72	136.92	10.47	136.92	9.49
143.74	10.48	143.74	10.16	143.74	10.79	143.74	9.95	143.74	10.70	143.74	9.72
150.55	10.72	150.55	10.40	150.55	11.03	150.55	10.19	150.55	10.94	150.55	9.96
157.37	10.93	157.37	10.61	157.37	11.24	157.37	10.40	157.37	11.15	157.37	10.17
164.18	11.19	164.18	10.87	164.18	11.50	164.18	10.66	164.18	11.41	164.18	10.43
171.00	11.55	171.00	11.23	171.00	11.86	171.00	11.02	171.00	11.77	171.00	10.79
177.81	11.79	177.81	11.47	177.81	12.10	177.81	11.26	177.81	12.01	177.81	11.03
184.63	12.20	184.63	11.88	184.63	12.51	184.63	11.67	184.63	12.42	184.63	11.44
191.44	12.47	191.44	12.15	191.44	12.78	191.44	11.94	191.44	12.69	191.44	11.71
198.26	12.79	198.26	12.47	198.26	13.10	198.26	12.26	198.26	13.01	198.26	12.03
205.07	13.10	205.07	12.78	205.07	13.41	205.07	12.57	205.07	13.32	205.07	12.34
211.89	13.42	211.89	13.10	211.89	13.73	211.89	12.89	211.89	13.64	211.89	12.66
218.70	13.73	218.70	13.41	218.70	14.04	218.70	13.20	218.70	13.95	218.70	12.97
225.52	14.04	225.52	13.72	225.52	14.35	225.52	13.51	225.52	14.26	225.52	13.28
232.33	14.36	232.33	14.04	232.33	14.67	232.33	13.83	232.33	14.58	232.33	13.60
239.15	14.67	239.15	14.35	239.15	14.98	239.15	14.14	239.15	14.89	239.15	13.91
245.96	14.99	245.96	14.67	245.96	15.30	245.96	14.46	245.96	15.21	245.96	14.23

252.78	15.30	252.78	14.98	252.78	15.61	252.78	14.77	252.78	15.52	252.78	14.54
259.59	15.61	259.59	15.29	259.59	15.92	259.59	15.08	259.59	15.83	259.59	14.85
266.41	15.93	266.41	15.61	266.41	16.24	266.41	15.40	266.41	16.15	266.41	15.17
273.22	16.24	273.22	15.92	273.22	16.55	273.22	15.71	273.22	16.46	273.22	15.48
280.04	16.56	280.04	16.24	280.04	16.87	280.04	16.03	280.04	16.78	280.04	15.80
286.85	16.87	286.85	16.55	286.85	17.18	286.85	16.34	286.85	17.09	286.85	16.11
293.67	17.18	293.67	16.86	293.67	17.49	293.67	16.65	293.67	17.40	293.67	16.42
300.48	17.50	300.48	17.18	300.48	17.81	300.48	16.97	300.48	17.72	300.48	16.74
307.30	17.82	307.30	17.50	307.30	18.13	307.30	17.29	307.30	18.04	307.30	17.06
314.11	18.13	314.11	17.81	314.11	18.44	314.11	17.60	314.11	18.35	314.11	17.37
320.93	18.45	320.93	18.13	320.93	18.76	320.93	17.92	320.93	18.67	320.93	17.69
326.17	18.81	327.50	18.45	327.74	19.12	327.74	18.28	325.18	19.03	322.46	18.20
				331.48	19.44	329.14	18.52				

Figura 35. Gráfica de esfuerzo vs deformación del Grupo B2 & C2



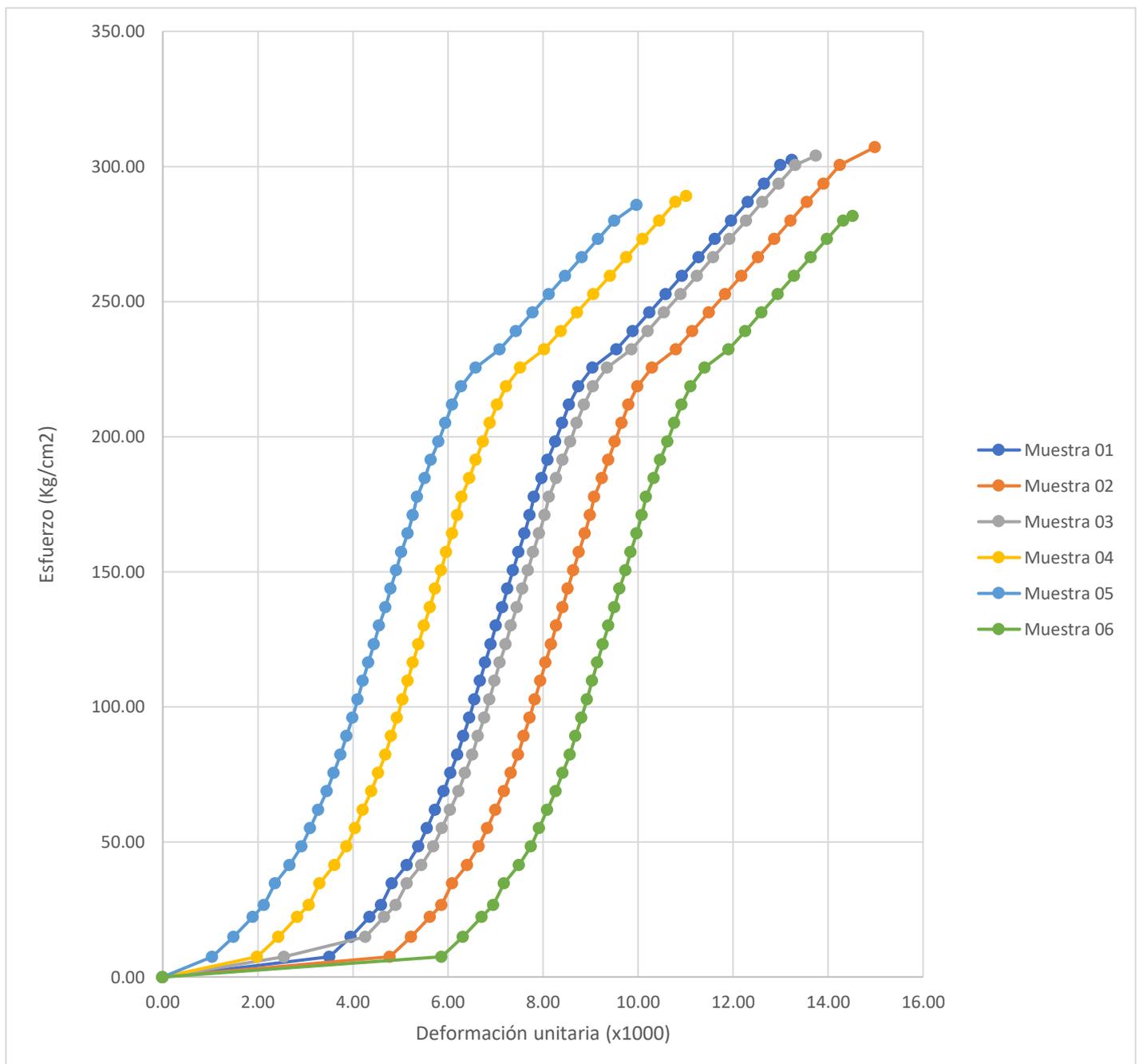
4. Deformación en Grupo B3 & Grupo C3 (probetas con junta a 20 cm de la base):

Tabla 73. Deformación del Grupo B3 & Grupo C3

PROBETAS CON JUNTA DE CONSTRUCCIÓN A 20 CM DE LA BASE											
GRUPO B3 (Edad 28 días)						GRUPO C3 (Edad 28 días)					
MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03		MUESTRA 04		MUESTRA 05		MUESTRA 06	
Esfuerzo (Kg/cm2)	Def. Unitaria	Esfuerzo (Kg/cm2)	Def. Unitaria	Esfuerzo (Kg/cm2)	Def. Unitaria	Esfuerzo (Kg/cm2)	Def. Unitaria	Esfuerzo (Kg/cm2)	Def. Unitaria	Esfuerzo (Kg/cm2)	Def. Unitaria
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7.46	3.51	7.46	4.78	7.46	2.56	7.46	1.99	7.46	1.05	7.46	5.87
14.86	3.96	14.86	5.23	14.86	4.27	14.86	2.44	14.86	1.50	14.86	6.32
22.27	4.36	22.27	5.63	22.27	4.67	22.27	2.84	22.27	1.90	22.27	6.72
26.67	4.60	26.67	5.87	26.67	4.91	26.67	3.08	26.67	2.14	26.67	6.96
34.70	4.83	34.70	6.10	34.70	5.14	34.70	3.31	34.70	2.37	34.70	7.19
41.51	5.14	41.51	6.41	41.51	5.45	41.51	3.62	41.51	2.68	41.51	7.50
48.33	5.39	48.33	6.66	48.33	5.70	48.33	3.87	48.33	2.93	48.33	7.75
55.14	5.57	55.14	6.84	55.14	5.88	55.14	4.05	55.14	3.11	55.14	7.93
61.96	5.74	61.96	7.01	61.96	6.05	61.96	4.22	61.96	3.28	61.96	8.10
68.77	5.92	68.77	7.19	68.77	6.23	68.77	4.40	68.77	3.46	68.77	8.28
75.59	6.06	75.59	7.33	75.59	6.37	75.59	4.54	75.59	3.60	75.59	8.42
82.40	6.21	82.40	7.48	82.40	6.52	82.40	4.69	82.40	3.75	82.40	8.57
89.22	6.33	89.22	7.60	89.22	6.64	89.22	4.81	89.22	3.87	89.22	8.69
96.03	6.46	96.03	7.73	96.03	6.77	96.03	4.94	96.03	4.00	96.03	8.82
102.85	6.57	102.85	7.84	102.85	6.88	102.85	5.05	102.85	4.11	102.85	8.93
109.66	6.68	109.66	7.95	109.66	6.99	109.66	5.16	109.66	4.22	109.66	9.04
116.48	6.79	116.48	8.06	116.48	7.10	116.48	5.27	116.48	4.33	116.48	9.15
123.29	6.91	123.29	8.18	123.29	7.22	123.29	5.39	123.29	4.45	123.29	9.27
130.11	7.02	130.11	8.29	130.11	7.33	130.11	5.50	130.11	4.56	130.11	9.38
136.92	7.15	136.92	8.42	136.92	7.46	136.92	5.63	136.92	4.69	136.92	9.51
143.74	7.26	143.74	8.53	143.74	7.57	143.74	5.74	143.74	4.80	143.74	9.62
150.55	7.38	150.55	8.65	150.55	7.69	150.55	5.86	150.55	4.92	150.55	9.74
157.37	7.49	157.37	8.76	157.37	7.80	157.37	5.97	157.37	5.03	157.37	9.85
164.18	7.62	164.18	8.89	164.18	7.93	164.18	6.10	164.18	5.16	164.18	9.98
171.00	7.73	171.00	9.00	171.00	8.04	171.00	6.21	171.00	5.27	171.00	10.09
177.81	7.82	177.81	9.09	177.81	8.13	177.81	6.30	177.81	5.36	177.81	10.18
184.63	7.98	184.63	9.25	184.63	8.29	184.63	6.46	184.63	5.52	184.63	10.34
191.44	8.11	191.44	9.38	191.44	8.42	191.44	6.59	191.44	5.65	191.44	10.47
198.26	8.27	198.26	9.52	198.26	8.58	198.26	6.75	198.26	5.81	198.26	10.63
205.07	8.41	205.07	9.66	205.07	8.72	205.07	6.89	205.07	5.95	205.07	10.77
211.89	8.56	211.89	9.81	211.89	8.87	211.89	7.04	211.89	6.10	211.89	10.92
218.70	8.75	218.70	10.00	218.70	9.06	218.70	7.23	218.70	6.29	218.70	11.11
225.52	9.05	225.52	10.30	225.52	9.36	225.52	7.53	225.52	6.59	225.52	11.41
232.33	9.55	232.33	10.80	232.33	9.86	232.33	8.03	232.33	7.09	232.33	11.91
239.15	9.90	239.15	11.15	239.15	10.21	239.15	8.38	239.15	7.44	239.15	12.26
245.96	10.24	245.96	11.49	245.96	10.55	245.96	8.72	245.96	7.78	245.96	12.60

252.78	10.59	252.78	11.84	252.78	10.90	252.78	9.07	252.78	8.13	252.78	12.95
259.59	10.93	259.59	12.18	259.59	11.24	259.59	9.41	259.59	8.47	259.59	13.29
266.41	11.28	266.41	12.53	266.41	11.59	266.41	9.76	266.41	8.82	266.41	13.64
273.22	11.62	273.22	12.87	273.22	11.93	273.22	10.10	273.22	9.16	273.22	13.98
280.04	11.97	280.04	13.22	280.04	12.28	280.04	10.45	280.04	9.51	280.04	14.33
286.85	12.31	286.85	13.56	286.85	12.62	286.85	10.79	285.80	9.97	281.76	14.52
293.67	12.66	293.67	13.91	293.67	12.97	289.13	11.02				
300.48	13.00	300.48	14.25	300.48	13.31						
302.48	13.24	307.15	14.99	303.98	13.75						

Figura 36. Gráfica de esfuerzo vs deformación del Grupo B3 & C3



ANEXO 05. CONSTANCIA DEL USO DE LABORATORIO



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



El jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca expide, la siguiente:

CONSTANCIA

A nombre del Bach. CARLOS DANIEL ALDANA SILVA, Exalumno de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Cajamarca, con la cual se da constancia que se han realizado las siguientes actividades:

ÍTEM	DETALLE
01	Ensayo contenido de humedad
02	Ensayo análisis granulométrico
03	Ensayo peso unitario suelto y compactado
04	Ensayo peso específico
05	Ensayo de absorción
06	Elaboración de especímenes cilíndricos de concreto
07	Ensayo material más fino que pasa el tamiz N° 200
08	Ensayo de resistencia a la degradación, por abrasión e impacto
09	Elaboración de especímenes cilíndricos de concreto
07	Ensayo a compresión en muestras cilíndricas

Para la Tesis Titulada: "EFECTO DE LA UBICACIÓN DEL PUENTE DE ADHERENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UTILIZANDO ADHESIVO MAPEI EPORIP EN TESTIGOS DE F'C = 280 KG/CM2 ENSAYADO A EDADES TEMPRANAS". Las actividades se desarrollaron del 06 de enero al 28 de febrero de 2025.

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

Cajamarca, 28 de abril de 2025.

Atentamente:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

c.c. a:
_Archivo

ANEXO 06. FICHA TÉCNICA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I



DESCRIPCIÓN

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

ATRIBUTOS

Altas resistencias a todas las edades

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

PRESENTACIONES



*En cumplimiento de la Norma Metrológica Peruana (NMP.002:2018)

RECOMENDACIONES DE USO



Utilizar agregados y materiales de buena calidad.



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

DOSIFICACIONES RECOMENDADAS

- Las proporciones de los materiales están sujetas a la calidad de los agregados de la zona, y a la ejecución de un diseño de mezclas por un experto, pero es aceptado que con materiales aprobados para construcción se usen las siguientes proporciones.

Aplicación	Resistencia (F _c)	Cemento	Arena limpia	Piedra de tamaño máximo 19 mm	Agua
Losas aligeradas, placas y otros	175	1	2	3	0.5 (*)
Vigas y columnas	210	1	2	2	0.5 (*)

(*) El agua debe ser la suficiente para lograr una consistencia trabajable (slump de 5 a 6 pulgadas), la mezcla no debe estar muy aguada, debe poder levantarse con un badilejo sin escurrirse rápidamente.

- Para otro tipo de concreto se requiere un diseño de mezclas específico, si se usan aditivos el agua debe reducirse.
- Usar un único recipiente de medida.

RECOMENDACIONES DE ALMACENAMIENTO

- 1 Los primeros cementos que entren, deben ser los primeros en salir.
- 2 Las bolsas de cemento deben almacenarse a una distancia de 15 cms como mínimo de las paredes del almacén y 60 cms de otras pilas.
- 3 Cubrir con una capa impermeable para evitar la humedad.
- 4 Reducir tiempo de almacenamiento cuando las temperaturas sean menores a 10°C.
- 5 Revisar la bolsa de cemento antes de usarla para verificar si es que tiene grumos. En caso tenga grumos, antes de su uso tamizar la bolsa.
- 6 Colocar parihuelas de madera para evitar la humedad del suelo.
- 7 Evitar la circulación del aire entre bolsas en el apilado.





Cemento Tipo I

Cemento Portland de uso general Tipo I

Requisitos normalizados - NTP 334.009 / ASTM C150

REQUISITOS QUÍMICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADOS*
MgO	Máximo	6.0	%	NTP 334.086	< 3.0
SO ₃	Máximo	3.00	%	NTP 334.086	< 2.5 - 2.95 >
Pérdida por ignición	Máximo	3.5	%	NTP 334.086	< 3.3
Residuo insoluble	Máximo	1.5	%	NTP 334.086	< 1.2

REQUISITOS FÍSICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADOS*
Contenido de aire en Mortero	Máximo	12	%	NTP 334.048	< 7 - 10 >
Finura					
Superficie específica	Mínimo	260	m ² /kg	NTP 334.002	>= 380
Expansión en autoclave	Máximo	0.80	%	NTP 334.004	< 0.20
Resistencia a la compresión					
3 días	Mínimo	12.0 (1740)	MPa (psi)	NTP 334.051	>= 24.1 (>= 3500)
7 días	Mínimo	19.0 (2760)	MPa (psi)	NTP 334.051	>= 30.3 (>= 4400)
28 días**	Mínimo	28.0 (4060)	MPa (psi)	NTP 334.051	>= 37.9 (>= 5500)
Tiempo de Fraguado Vicat					
Fraguado inicial	Mínimo	45	Minutos	NTP 334.006	< 110 - 150 >
Fraguado final	Máximo	375	Minutos	NTP 334.006	< 230 - 260 >
Expansión en barra de mortero curada en agua a 14 días	Máximo	0.020	%	NTP 334.093	< 0.010

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

El cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos físicos y químicos de la NTP 334.009 y la ASTM C150.



ANEXO 07. FICHA TÉCNICA DEL ADHESIVO EPÓXICO MAPEI EPORIP

EPORIP

Adhesivo epoxídico bicomponente, sin disolventes,
para juntas de trabajo y para el sellado monolítico
de fisuras en recrecidos



CAMPOS DE APLICACIÓN

- Realización de juntas de trabajo monolíticas entre hormigón fresco y hormigón endurecido.
- Encolado de elementos prefabricados de hormigón.
- Encolado mixto hormigón-acero.
- Relleno de fisuras en el hormigón.

Algunos ejemplos de aplicación

- Puente de unión en refuerzos estructurales de vigas y pilares.
- Puente de unión sobre pavimentos industriales degradados.
- Puente de unión en juntas rígidas impermeables (por ejemplo, losa-muro de cimentación de depósitos).
- Refuerzo de vigas mediante la técnica del aplacado metálico.
- Sellado de fisuras o grietas en recrecidos cementosos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Eporip es un adhesivo epoxídico sin disolventes, constituido por dos componentes predosificados (componente A = resina y componente B = endurecedor) que deben ser mezclados entre sí, antes de su uso.

Eporip tiene la consistencia de una pasta ligeramente tixotrópica que puede ser aplicada con brocha tanto sobre superficies horizontales como verticales.

Eporip polimeriza sin retracción y, completado el endurecimiento, es impermeable al agua, posee óptimas propiedades dieléctricas y elevadas características mecánicas, además de adhesión al hormigón y al acero.

Eporip responde a los principios definidos por la EN 1504-9 ("*Productos y sistemas para la protección y la reparación de las estructuras de hormigón: definiciones, requisitos, control de la calidad y evaluación de la conformidad. Principios generales para el uso de los productos y sistemas*") y a los requisitos mínimos requeridos por la EN 1504-4 ("*Encolado estructural*").

AVISOS IMPORTANTES

- No aplicar **Eporip** con temperaturas inferiores a los +5°C.
- No aplicar **Eporip** sobre superficies mojadas (aunque tolere una ligera humedad).
- No verter hormigón fresco sobre **Eporip** endurecido.
- No aplicar **Eporip** sobre soportes polvorientos, friables o inconsistentes.

MODO DE APLICACIÓN

Preparación del soporte

La superficie de hormigón, antes de la aplicación de **Eporip**, debe estar perfectamente limpia y sólida. Las partes friables o que puedan desprenderse, polvo, lechadas de cemento, restos de aceites desencofrantes, barnices o pinturas aplicadas previamente, deben ser eliminadas mediante un cuidadoso chorro de arena o cepillado.

Para aplicaciones sobre metal, poner atención a la eliminación de residuos de óxido o de grasas.



Para realizar esta operación es muy adecuado el chorro de arena; se recomienda repetir la operación hasta obtener un metal blanco.

Preparación de la mezcla

Las dos partes que componen **Eporip** deben mezclarse entre sí.

Verter el componente B (blanco) en el componente A (gris) y mezclar con espátula a mano, para pequeñas cantidades, o con taladro provisto de agitador a bajo número de revoluciones para grandes cantidades, hasta la perfecta homogeneización (color gris uniforme).

No deben realizarse, en ningún caso, mezclas parciales para evitar errores en las proporciones, que podrían suponer la falta o el incompleto endurecimiento de **Eporip**.

Aplicación de la mezcla

Eporip puede ser aplicado sobre hormigón, seco o ligeramente húmedo, y sobre metal mediante brocha o llana.

Se recomienda hacer penetrar muy bien el producto en las zonas particularmente irregulares y porosas, con el fin de asegurar una perfecta adhesión en la totalidad de la superficie a encolar.

El posterior hormigonado, debe realizarse dentro de los tiempos abiertos correspondientes a las distintas temperaturas indicadas en el cuadro de datos técnicos.

Eporip, en el caso de sellado de fisuras de ancho superior a 0,5 mm, puede aplicarse mediante simple vertido. En este caso, se recomienda espolvorear la superficie de **Eporip** con árido limpio y seco, para facilitar la adherencia de los productos a aplicar posteriormente.

Las fisuras de ancho inferior a 0,5 mm deben ser abiertas debidamente y posteriormente limpiadas de polvo, antes de proceder a la reparación con **Eporip**.

No usar **Eporip** cuando la temperatura ambiente y la del soporte sea inferior a +5°C.



Aplicación de Eporip con brocha para puente de unión



Reparación de grieta en recrido cementoso con Eporip

LIMPIEZA

Las herramientas empleadas para la preparación y la aplicación de **Eporip** deben limpiarse, inmediatamente después de ser utilizadas, con disolventes (alcohol etílico, xileno, tolueno, etc.).

CONSUMO

El consumo varía en función de las irregularidades presentes en el soporte y del método utilizado para su aplicación. Indicativamente:

- puente de unión sobre un soporte rugoso: 0,5 ÷ 0,7 kg/m²;
- puente de unión sobre soportes muy irregulares: 1,0 ÷ 2,0 kg/m²;
- sellado de fisuras: 1,35 kg/l de cavidad a rellenar;
- encolado de elementos prefabricados en hormigón o de hormigón-acero: 1,35 kg/m² por mm de espesor.

PRESENTACIÓN

Kit de 10 kg (componente A: 7,5 kg. + componente B: 2,5 kg).

Kit de 2 kg (componente A: 1,5 kg + componente B: 0,5 kg).

ALMACENAMIENTO

24 meses en los envases originales. Mantener el producto en lugares secos, cubiertos y frescos, con temperatura comprendida entre +5°C y +30°C.



INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD PARA LA PREPARACIÓN Y LA PUESTA EN OBRA

Eporip componente A es irritante para la piel y los ojos.

Eporip componente B es corrosivo y puede causar quemaduras, tanto el componente A como el componente B pueden causar sensibilizaciones en contacto con la piel en personas propensas. El producto contiene resinas epoxídicas de bajo peso molecular que pueden causar sensibilización al juntarse con otros compuestos epoxídicos. Durante la aplicación se recomienda utilizar guantes y gafas de protección y tomar las precauciones habituales para la manipulación de productos químicos. En caso de contacto con los ojos o la piel lavar inmediata y abundantemente con agua y consultar a un médico.

Eporip componente A también es peligroso para el medio acuático; se recomienda evitar su liberación en el medio ambiente.

Cuando reacciona, el material desarrolla mucho calor: después de la mezcla entre el componente A y el componente B, se recomienda aplicar el producto tan pronto como sea posible y no dejar sin vigilancia el envase con la mezcla hasta que esté completamente vacío.

Para una mayor y más completa información en referencia al uso seguro de nuestros productos se recomienda consultar la última versión de la Ficha de Seguridad.

PRODUCTO PARA USO PROFESIONAL.

DATOS TÉCNICOS (valores característicos)		
DATOS IDENTIFICATIVOS DEL PRODUCTO		
	Componente A	Componente B
Consistencia:	pasta fluida	pasta fluida
Color:	gris	blanco
Densidad (kg/l):	1,55	1,02
Viscosidad Brookfield (Pa-s):	20 (rotor 6 - giros 10)	1,5 (rotor 2 - giros 10)
DATOS DE APLICACIÓN DEL PRODUCTO (a +23°C - 50% H.R.)		
Relación de la mezcla:	componente A : componente B = 3 : 1	
Consistencia de la mezcla:	pasta fluida	
Color de la mezcla:	gris	
Densidad de la mezcla (kg/l):	1,35	
Viscosidad Brookfield (Pa-s):	4,5 (rotor 5 - giros 20)	
Tiempo de trabajabilidad (EN ISO 9514):		
- a +10°C:	90'	
- a +23°C:	60'	
- a +30°C:	40'	
Tiempo abierto:		
- a +10°C:	5-6 h	
- a +23°C:	3-4 h	
- a +30°C:	1 h 30'-2 h 30'	
Temperatura de aplicación:	de +5°C a +30°C	
Endurecimiento completo:	7 días	



PRESTACIONES FINALES			
Característica de prestación	Método de ensayo	requisitos según la EN 1504-4	Prestaciones del producto
Retracción lineal (%):	EN 12617-1	≤ 0,1	0,02 (a +23°C) 0,10 (a +70°C)
Módulo elástico en compresión (N/mm ²):	EN 13412	≥ 2.000	3.000
Coefficiente de dilatación térmica:	EN 1770	≤ 100 x 10 ⁻⁶ K ⁻¹ (medido entre -25°C e +60°C)	97 x 10 ⁻⁶ K ⁻¹
Temperatura de transición vítrea:	EN 12614	≥ +40°C	> +40°C
Durabilidad (ciclos de hielo/deshielo y calor húmedo):	EN 13733	carga de cortante por compresión > resistencia a tracción del hormigón ninguna rotura probetas en acero	especificación superada
Reacción al fuego:	EN 13501-1	Euroclase	C-s1, d0
Adherencia hormigón-acero (N/mm ²):	EN 1542	no requerido	> 3 (rotura del hormigón)
MORTERO U HORMIGÓN ENCOLADOS (FRESCO SOBRE ENDURECIDO Y ENDURECIDO SOBRE ENDURECIDO)			
Adherencia al hormigón:	EN 12636	rotura en el hormigón	especificación superada
Sensibilidad al agua:	EN 12636	rotura en el hormigón	especificación superada
Resistencia a cortante (N/mm ²):	EN 12615	≥ 6	> 9
Resistencia a compresión (N/mm ²):	EN 12190	≥ 30	> 70
REFUERZO CON APLACADO ADHERIDO			
Resistencia cortante (N/mm ²):	EN 12188	≥ 12	50° > 35 60° > 37 70° > 34
Adherencia: – arrancamiento (pull out) (N/mm ²):	EN 12188	≥ 14	> 24
Adherencia: – resistencia a cortante oblicuo (N/mm ²):	EN 12188	50° ≥ 50 60° ≥ 60 70° ≥ 70	50° > 73 60° > 87 70° > 107

ADVERTENCIA

Las indicaciones y las prescripciones arriba descritas, aun correspondiendo a nuestra mejor experiencia, deben considerarse, en cualquier caso, puramente indicativas y deberán confirmarse mediante aplicaciones prácticas concluyentes; por lo tanto, antes de emplear el producto, quien vaya a utilizarlo deberá determinar si es apropiado o no para el uso previsto y asumirá toda la responsabilidad que pudiera derivar de su uso.

Hacer referencia a la versión actualizada de la ficha técnica, disponible en la web www.mapei.com

MEMORIA DESCRIPTIVA

Realización de puentes de unión estructurales entre hormigón fresco y hormigón endurecido, encolado de elementos prefabricados y sellado de fisuras en recrecidos, mediante aplicación con brocha, espátula, pulverizador con sistema airless o mediante vertido, de resina epoxídica bicomponente de viscosidad media (tipo **Eporip** de MAPEI). El producto responde a los requisitos mínimos establecidos por la EN 1504-4.

El producto deberá tener las siguientes características de prestación:



Relación de la mezcla:	componente A : componente B = 3 : 1
Densidad de la mezcla (kg/l):	1,35
Tiempo de trabajabilidad (EN ISO 9514):	60' (a +23°C)
Retracción lineal (EN 12617-1) (%):	0,02 (a +23°C) 0,10 (a +70°C)
Módulo elástico en compresión (EN 13412) (N/mm ²):	3.000
Coefficiente de dilatación térmica (medido entre -25°C y +60°C) (EN 1770):	$97 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Temperatura de transición vítrea (EN 12614):	> +40°C
Durabilidad (ciclos de hielo/deshielo y calor húmedo) (EN 13733): - carga de cortante por compresión > resistencia a tracción del hormigón: - ninguna rotura probetas en acero:	especificación superada especificación superada
Adherencia hormigón-acero (EN 1542) (N/mm ²):	> 3 (rotura en el hormigón)
Adherencia al hormigón (rotura en el hormigón) (EN 12636):	especificación superada
Sensibilidad al agua (rotura en el hormigón) (EN 12636):	especificación superada
Resistencia a cortante (N/mm ²): - mortero u hormigón encolados (fresco sobre fresco y endurecido sobre endurecido) (EN 12615): - refuerzo con aplacado adherente (EN 12188):	> 9 50° > 35 60° > 37 70° > 34
Resistencia a compresión (EN 12190) (N/mm ²):	> 70
Adherencia (EN 12188) (N/mm ²): - pull out: - resistencia a cortante inclinado:	>16 50° > 73 60° > 87 70° > 107
Reacción al fuego (EN 13501-1) (Euroclase):	C-s1, d0
Consumo: - puentes de unión (kg/m ²): - sellado de fisuras (kg/l): - encolado de elementos prefabricados de hormigón u hormigón-acero (kg/m ²):	0,5-2 (en función de la rugosidad del sustrato) 1,35 (de cavidad a rellenar) 1,35 (por mm de espesor)

366-8-2022-es

La reproducción de textos, fotografías e ilustraciones de esta publicación está totalmente prohibida y será perseguida por la ley



ANEXO 08. PANEL FOTOGRÁFICO

Figura 37. Agregado grueso en “Cantera Hnos. Alaya”.



Figura 38. Análisis granulométrico del agregado fino

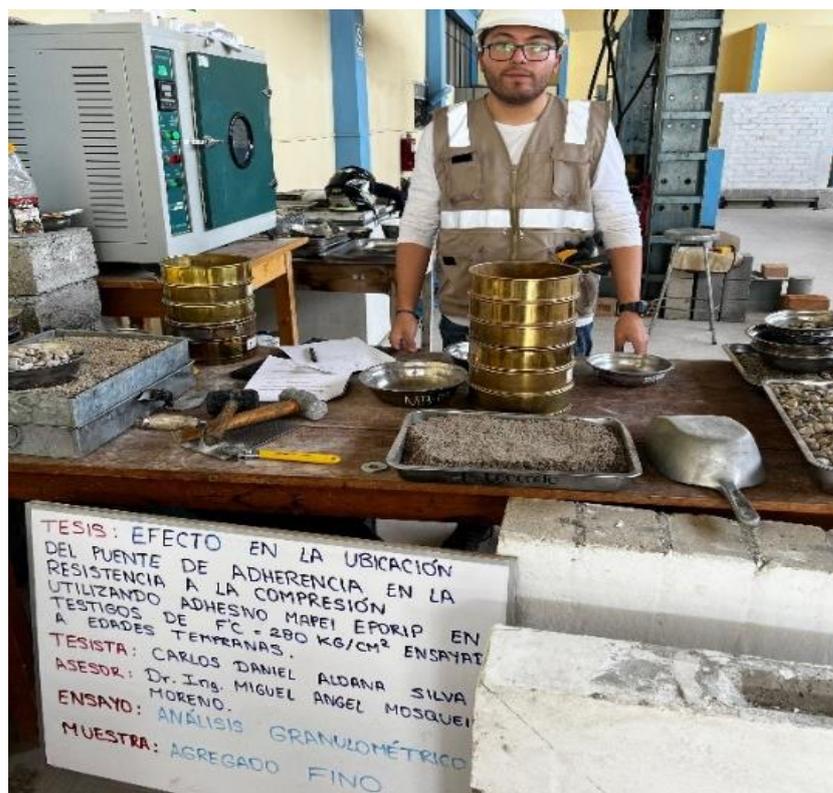


Figura 39. Contenido de humedad de agregado fino y grueso-Secado en Horno



Figura 40. Peso específico y absorción del agregado grueso-Inmersión de canasta con malla metálica.



Figura 41. *Peso específico y absorción del agregado fino- Ensayo provisional del cono.*



Figura 42. *Peso unitario compactado del agregado grueso.*



Figura 43. *Ensayo de resistencia a la abrasión en máquina Los Ángeles*



Figura 44. *Elaboración del ensayo de Cono de Abrams.*



Figura 45. Primera etapa de baseado de concreto después de 24 horas de curado con junta a 5 cm de la base y ángulo de inclinación a 45°.



Figura 46. Primera etapa de baseado de concreto después de 24 horas de curado con junta a 15 cm de la base y ángulo de inclinación a 45°.



Figura 47. Primera etapa de baseado de concreto después de 24 horas de curado con junta a 20 cm de la base y ángulo de inclinación a 45°.



Figura 48. Preparación de moldes cilíndricos utilizando tapas de cartón prensado en la parte superior para probetas con junta a 20 cm de la base.



Figura 49. Aplicación de adhesivo epóxico Mapei Eporip en probetas con ubicación de la junta a 20 cm de base.



Figura 50. Curado de probetas patrón (Grupo A).



Figura 51. Ensayo de resistencia a la compresión en probetas B3 (Junta a 20 cm de la base) fracturadas a 5 días de curado.



Figura 52. Ensayo de resistencia a la compresión efectuado a probetas C1 con junta a 15 cm de la base, acompañado del ingeniero asesor



Figura 53. Grupo de probetas B1, con puente adherente Mapei Eporip ubicado a 5 cm de la base



Figura 54. Grupo de probetas B1, con puente adherente Mapei Eporip ubicado a 5 cm de la base



Figura 55. Grupo de probetas C1, sin puente adherente y junta ubicada a 5 cm de la base



Figura 56. Fractura de tipo 2 en probeta C1 ensayada a los 7 días de curado



Figura 57. Fractura de tipo 3 en probeta B3 ensayada a 7 días de curado



Figura 58. Ensayo de resistencia a la compresión efectuado en probetas patrón ensayado a 3 días de curado.



Figura 59. *Diseño de soporte de madera para dar ángulo de inclinación de 45° a la probeta.*



Figura 60. *Aplicación del adhesivo epóxico Mapei Eporip en junta fría de probetas B2.*



Figura 61. *Deformímetro usado para el cálculo de deformación en probetas ensayadas a compresión a 28 días de edad.*



Figura 62. *Rotura de probetas con puente de adherencia a 5 cm de la base midiendo su deformación por tonelada aplicada*



Figura 63. Muestra total sumergida en poza de curado



Figura 64. Control de altura de junta de construcción en probetas con ubicación del puente adherente a 15 cm de la base

