	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		i(200)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	DEYMAR ANDRÉS RODRÍGUEZ ROSSO		
FACULTAD	DE INGENIERÍAS		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERÍA CIVIL		
DIRECTOR	JESÚS DAVID MÁRQUEZ MONTEJO		
TÍTULO DE LA TESIS	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE ADOQUINES BICAPA DE CONCRETO CON ADICIÓN DE CENIZAS VOLANTES Y VIRUTA DE ACERO COMO REFUERZO		
RESUMEN (70 palabras aproximadamente)			
<p>LOS PAVIMENTOS UTILIZADOS PARA VIAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO O VÍAS PEATONALES SON LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES, ESTOS COMUNMENTE SE DETERIORAN CON ANTICIPACIÓN AL TIEMPO DE DISEÑO QUE FUE PROYECTADO, PERO APROVECHANDO ALGUNOS MATERIALES SE LOGRA AUMENTAR EL MÓDULO DE ROTURA DE LOS ADOQUINES IMPLEMENTANDO EN ESTOS UNA CAPA INFERIOR DE CONCRETO CON 7% DE VIRUTA DE ACERO Y UNA CAPA SUPERIOR DE CONCRETO CON 7% DE CENIZA VOLANTE</p>			
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 201	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM:1

**ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE ADOQUINES BICAPA DE
CONCRETO CON ADICIÓN DE CENIZAS VOLANTES Y VIRUTA DE ACERO
COMO REFUERZO**

AUTOR

DEYMAR ANDRÉS RODRÍGUEZ ROSSO

Anteproyecto del trabajo de grado para Optar el Título de Ingeniero Civil

Director

Esp. JESUS DAVID MARQUEZ MONTEJO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

INGENIERIA CIVIL

Ocaña, Colombia

Noviembre 2019

Índice

Capítulo 1. Análisis del comportamiento mecánico de adoquines bicapa de concreto con adición de cenizas volantes y viruta de acero como refuerzo.....	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Formulación del problema.....	3
1.3 Objetivos de investigación	3
1.3.1 Objetivo General	3
1.3.2 Objetivos Específicos	3
1.4 Justificación.....	4
1.5 Delimitaciones.....	6
1.5.1 Delimitación Geográfica	6
1.5.2 Delimitación Temporal.....	6
1.5.3 Delimitación Conceptual	6
1.5.4 Delimitación Operativa	7
Capítulo 2. Marco referencial	8
2.1 Marco Histórico.....	8
2.2 Marco Contextual	10
2.3 Marco Conceptual	20
2.4 Marco Teórico	23
2.5 Marco Legal.....	27
Capítulo 3. Diseño metodológico	31
3.1 Tipo de investigación	31
3.2 Población y Muestra	32
3.2.1 Población	32
3.2.2 Muestra	33
3.3 Técnicas e Instrumentos de recolección de la información.....	35
Capítulo 4. Presentación de resultados.....	36
4.1 Determinar las propiedades físicas del agregado fino y grueso por medio de ensayos de laboratorio para establecer la dosificación correcta en la mezcla de concreto.	36
4.1.1 Contenido de humedad de los agregados	36
4.1.2 Granulometría del agregado fino y grueso	37
4.1.3 Densidad y la absorción del agregado grueso	38

4.1.4 Densidad y absorción del agregado fino	39
4.1.5 Masa unitaria y los vacíos entre partículas de agregados.....	40
4.1.6 Diseño de mezclas	41
4.2 Establecer el porcentaje de cenizas volantes y virutas de acero a utilizar en la mezcla de concreto, por medio de ensayos a compresión de cilindros de concreto con dichas cenizas y ensayos de flexo-tracción de vigas de concreto con viruta de acero, hallando también apoyo en consulta e investigaciones realizadas anteriormente a fin de buscar un mejoramiento en el módulo de rotura de los adoquines bicapa.....	44
4.2.1 Cilindros de concreto.....	44
4.2.2 Vigas de concreto	53
4.2.3 Dosificación establecida de Ceniza Volante y Viruta de Acero.....	61
4.3 Determinar el comportamiento de adoquines bicapa de concreto con viruta de acero como refuerzo en la capa inferior y ceniza volante como aditivo en la capa superior, mediante ensayos de flexo-tracción, empleando el porcentaje de dosificación más apropiado obtenidos en los ensayos de compresión en cilindros de concreto y flexo-tracción en vigas de concreto para así establecer su módulo de rotura.	62
4.3.1 Dimensiones y elaboración del molde del adoquín.....	62
4.3.2 Adoquines Monocapa gris.....	64
4.3.3 Adoquines Bicapa.....	71
4.3.4 Adoquines monocapa	77
4.4 Diferir entre el comportamiento mecánico de adoquines monocapa gris y bicapa mediante ensayos de flexo-tracción para establecer cuál de los dos es más eficientes al momento de resistir cargas.....	83
4.4.1 Módulo de rotura a los 7 días de elaboración.....	83
4.4.2 Módulo de rotura a los 14 Días de elaboración.....	85
4.4.3 Módulo de rotura a los 28 Días de elaboración.....	86
4.4.4 Módulo de rotura a los 45 Días de elaboración.....	87
4.4.5 Análisis comparativo	89
Capítulo 5. Conclusiones.....	91
Capítulo 6. Recomendaciones.....	93
Referencias	94
Apéndices.....	99
Apéndice A. Resultados ensayos de laboratorio de caracterización física de los agregados.	99
Apéndice B. Diseño de Mezclas.....	105

Apéndice C. Formatos de ensayos de compresión en cilindros de concreto proporcionados por el laboratorio de concretos de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.	119
Apéndice D. Formatos de ensayos de flexión en vigas de concreto proporcionados por el laboratorio de concretos de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.	137
Apéndice E. Formatos de ensayos de Flexión en adoquines de concreto proporcionados por el laboratorio de concretos de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.	152

Lista de tablas

Tabla 1. Nivel de confianza	33
Tabla 2. Caracterización física de los agregados	41
Tabla 3. Dosificación para cilindros.	42
Tabla 4. Dosificación para vigas.....	42
Tabla 5. Dosificación para Adoquines Monocapa Gris	43
Tabla 6. Dosificación para Adoquines Bicapa.....	43
Tabla 7. Dosificación para Adoquines Monocapa con Ceniza Volante	44
Tabla 8. Cilindros C 1.1	47
Tabla 9. Cilindros C 1.2.....	48
Tabla 10. Cilindros C 1.3.....	49
Tabla 11. Cilindros C 1.4.....	50
Tabla 12. Cilindros C 1.5.....	51
Tabla 13. Cilindros 1.6.....	52
Tabla 14. Vigas V 2.1	56
Tabla 15. Vigas V 2.2	57
Tabla 16. Vigas V 2.3	58
Tabla 17. Vigas V 2.4	59
Tabla 18. Vigas V 2.5	60
Tabla 19. Adoquín Monocapa Gris AMG 3.3	67
Tabla 20. Adoquín Monocapa Gris AMG 3.4	68
Tabla 21. Adoquín Monocapa Gris AMG 3.9	69
Tabla 22. Adoquín Monocapa Gris AMG 3.11	70
Tabla 23. Adoquín Bicapa AB 3.1	73
Tabla 24. Adoquín Bicapa AB 3.6.....	74
Tabla 25. Adoquín Bicapa AB 3.7.....	75
Tabla 26. Adoquín Bicapa 3.7	76
Tabla 27. Adoquín Monocapa 3.2.....	78
Tabla 28 Adoquín Monocapa 3.5.....	79
Tabla 29. Adoquín Monocapa 3.8.....	80
Tabla 30. Adoquín Monocapa 3.10.....	81

Tabla 31. Resistencia Adoquines a los 7 días de elaboración.....	84
Tabla 32. Resistencia Adoquines a los 14 días de elaboración.....	85
Tabla 33. Resistencia Adoquines a los 28 días de elaboración.....	87
Tabla 34. Resistencia Adoquines a los 45 días de elaboración.....	88
Tabla 35. Granulometría recomendada para el Agregado Fino	109
Tabla 36. Cálculo del % de adición del Agregado fino y grueso	112
Tabla 37. Dosificación de la mezcla	115
Tabla 38. Dosificación para la mezcla de prueba	116
Tabla 39. Corrección de la dosificación	117

Lista de figuras

Figura 1. Termotasajero S.A. E.S.P. Fuente: Google Earth (2019).....	12
Figura 2. Logo empres OVNICOM S.A.S. Fuente: Obtenido http://www.ovnicomsas.com/about-us/	13
Figura 3. Fluorescencia de rayos X de ceniza volante. Fuente: Ovnicom S.A. (2016).	13
Figura 4. Fluorescencia de rayos X de ceniza volante. Fuente: Ovnicom S.A. (2016).	14
Figura 5. Fluorescencia de rayos X de ceniza volante. Fuente: Ovnicom S.A. (2016).	15
Figura 6. Caracterización física de la ceniza volante. Fuente: Ovnicom S.A. (2016).	16
Figura 7. Rectificadora "Toño Tecniculatas". Fuente: Google Earth 2019.	17
Figura 8. Viruta de acero. Fuente: Autor 2019.	18
Figura 9. Laboratorios UFPSO. Fuente: Obtenido https://goo.gl/maps/BxNxfH8YcuXiPDeR8	19
Figura 10. Trituradora “El guayabal”. Fuente: Google Earth (2019).	20
Figura 11. Laboratorio de humedad. Fuente: Autor 2019.	37
Figura 12. Laboratorio de Granulometría. Fuente: Autor 2019.....	38
Figura 13. Laboratorio de Densidad y Absorción. Fuente: Autor 2019.	38
Figura 14. Laboratorio de Densidad y Absorción del Agregado Fino. Fuente: Autor 2019.	39
Figura 15. Laboratorio de Masa Unitaria. Fuente: Autor 2019.	40
Figura 16. Cilindros de prueba. Fuente: Autor 2019.	45
Figura 17. Ensayo a compresión de cilindros de concreto. Fuente: Autor 2019.	46
Figura 18. Resistencia a la compresión de Cilindros de Concreto. Fuente: Autor 2019.	53
Figura 19. Vigas de concreto de prueba. Fuente: Autor 2019.	54
Figura 20. Ensayo a flexión de vigas de concreto. Fuente: Autor 2019.	55
Figura 21. Flexión en Vigas de Concreto. Fuente: Autor 2019.	61
Figura 22. Molde para adoquines. Fuente: Autor 2019.	64
Figura 23. Medición y Ensayo de adoquines. Fuente: Autor 2019.....	66
Figura 24. Adoquín Monocapa Gris. Fuente: Autor 2019.	71
Figura 25. Adoquín Bicapa. Fuente: Autor 2019.....	77
Figura 26. Adoquín Monocapa. Fuente: Autor 2019.....	82
Figura 27. Elaboración, desencofrado y resultado final de adoquines. Fuente: Autor 2019.	83
Figura 28. Resistencia Adoquines a los 7 días de elaboración. Fuente: Autor 2019.....	84
Figura 29. Resistencia Adoquines a los 14 días de elaboración. Fuente: Autor 2019.....	86
Figura 30. Resistencia Adoquines a los 28 días de elaboración. Fuente: Autor 2019.....	87

Figura 31. Resistencia Adoquines a los 45 días de elaboración. Fuente: Autor 2019.....	88
Figura 32 Gráfica comparativa de resistencia promedio. Fuente: Autor 2019.	89
Figura 33. Gráfica comparativa de resistencia promedio Vs Edad. Fuente: Autor 2019.	90
Figura 34. Humedad de los agregados. Fuente: Autor 2019.....	99
Figura 35. Gradación del agregado Grueso. Fuente: Autor 2019.	100
Figura 36. Gradación del agregado Fino. Fuente: Autor 2019.	101
Figura 37. Densidad y absorción del Agregado Grueso. Fuente: Autor 2019.....	102
Figura 38. Densidad y absorción del Agregado Fino. Fuente: Autor 2019.	103
Figura 39. Masa unitaria de los agregados. Fuente: Autor 2019.	104
Figura 40. Asentamiento del concreto. Fuente: Obtenido de Asocreto (2010)	106
Figura 41. Agua para la mezcla. Obtenido de Asocreto. (2010).....	107
Figura 42. Relación Agua/Cemento. Fuente: Obtenido de Asocreto. (2010).....	108
Figura 43. Granulometría recomendada para el Agregado Grueso. Fuente: Obtenido de Asocreto. (2010).....	110
Figura 44. Límites de análisis según Fuller y Thompson. Fuente: Obtenido de Asocreto. (2010)	111
Figura 45. Porcentaje de adición del Agregado Fino y Grueso. Fuente: Autor 2019.....	113
Figura 46. Mezcla de prueba. Fuente: Autor 2019.	117

Dedicatoria

Este gran trabajo de grado está dedicado a todos los miembros de mi familia, fueron ellos quienes creyeron en mi capacidad, quienes demostraron que, aunque no entendían el proceso de investigación, las buenas cosas son mucho mayores a las que en ocasiones se venían en contra y son ellos hoy día los más orgullosos de ver en quien me he convertido.

Agradecimientos

Para mí es muy importante agradecer al único que más lo merece, al que siempre entendió mi situación y nunca me abandonó, al que le debo absolutamente todo, a Dios, porque gracias a Él hoy soy la persona que soy; sin duda alguna debo agradecer a mis Jurados, Esp. Romel Gallardo y Esp. Leandro Ovallos por mostrarme el camino que debía tomar, porque a través de sus conocimientos logré formar este trabajo que es un orgullo presentar junto a mi director Esp. Jesús Márquez, quien me dirigió en todo momento y por último es significativo para mí agradecer a mi hermano, Juan David Rodríguez Rosso, fue él quien con su interés en mi investigación me ayudó a pensar en las pautas que debía tomar y con sus pequeñas manos laboriosas me apoyaba en las actividades y a mis padres quienes siempre me inspiraron para luchar y lograr la meta.

Capítulo 1. Análisis del comportamiento mecánico de adoquines bicapa de concreto con adición de cenizas volantes y viruta de acero como refuerzo

1.1 Planteamiento del problema

Los pavimentos son usados para proporcionarle a los usuarios que transitan por las vías confort, accesibilidad y seguridad; actualmente existen diferentes tipos de pavimentos, como los rígidos, semirrígidos, flexibles y articulados. Estos últimos, comúnmente son elegidos en lugares donde los volúmenes de tránsito son bajos, para vías peatonales, o para agregar un toque visual más llamativo al sitio.

En las vías con adoquines, las fuerzas producidas por el flujo vehicular deben ser soportadas y distribuidas por la estructura del pavimento, con el fin de ofrecer durante el tiempo para el cual fue diseñado, junto con un correcto mantenimiento, seguridad, confort y accesibilidad a los usuarios (Departamento Transporte, 2006), pero, es común que rápidamente se presenten fracturamientos, desgastes superficiales, pérdidas de agregados, fracturamientos por confinamiento interno y externo, etc., los cuales, son causados por espesores inadecuados en adoquines, cargas actuantes superiores a las permitidas y deficiencia en la calidad de los materiales de elaboración de los adoquines (Hernando & Pacheco, 2008), es decir, el comportamiento mecánico del adoquín no es el más adecuado ante la acción de dichas fuerzas, por lo cual, es necesario emplear en su fabricación materiales que contribuyan a mejorar su resistencia ante las fuerzas externas a las que es sometido al momento de emplearse en las vías.

La NTC 2017 clasifica a los adoquines en dos tipos: los mono capa y bicapa, este último es aquel constituido por dos capas de concreto con características diferentes; donde la cara superior debe ser resistente a la abrasión (Norma tecnica Colombiana 2017, 2018, p.10), e investigadores como Benjamin & Safiuddin (2015), identificaron que, para obtener una buena resistencia a la abrasión, además de usar agregados de calidad, es primordial tener en cuenta la resistencia a la compresión del concreto. Así mismo, la capa inferior del adoquín debe proporcionar una resistencia mecánica elevada, principalmente a flexo- tracción (Norma tecnica Colombiana 2017, 2018), la cual, solo es posible obtener al usar materiales resistentes a fuerzas de flexión como el acero; cuyo material se caracteriza por soportar las fuerzas de tracción a las que puede ser sometido.

Algunos de los materiales usados para mejorar la resistencia a la compresión y la flexo tracción son las cenizas provenientes de la quema de carbón y la viruta de acero; en el departamento de Norte de Santander, se cuenta con este tipo de cenizas debido a la existencia de la central termoeléctrica TERMOTASAJERO S.A. E.S.P., con la cual, desde el año 2011, OVNICOM S.A.S. realiza un convenio para la comercialización de Cenizas Volantes a diferentes plantas de concreto del país, dichas cenizas se obtienen por precipitación electrostática o por captación mecánica de los polvos que acompañan a los gases de combustión de los quemadores alimentados por carbón pulverizado de la central termoeléctrica. Existen también en Ocaña N.S. talleres metalúrgicos que producen desechos de metales con los procesos de rectificación de cilindros mecánicos, estos son acumulados y vendidos a las recicladoras del municipio, pero, aunque al desecho se le dé una buena disposición final, puede implementarse directamente a la mezcla de concreto para aprovechar sus propiedades dúctiles.

1.2 Formulación del problema

¿De qué manera, el uso de concreto con volantes como aditivo en la capa superior, y viruta de acero en la capa inferior de adoquines bicapa, contribuye con el mejoramiento de su resistencia a la compresión y flexo-tracción?

1.3 Objetivos de investigación

1.3.1 Objetivo General. Analizar la resistencia de adoquines bicapa de concreto con adición de cenizas volantes como aditivo y viruta de acero como refuerzo, sometidos a ensayos de flexo-tracción para identificar si su módulo de rotura es mayor en relación a los adoquines monocapa gris.

1.3.2 Objetivos Específicos. Determinar las propiedades físicas del agregado fino y grueso por medio de ensayos de laboratorio para establecer la dosificación correcta en la mezcla de concreto.

Establecer el porcentaje de cenizas volantes y virutas de acero a utilizar en la mezcla de concreto, por medio de ensayos a compresión de cilindros de concreto con dichas cenizas y ensayos de flexo-tracción de vigas de concreto con viruta de acero, hallando también apoyo en consulta e investigaciones realizadas anteriormente a fin de buscar un mejoramiento en el módulo de rotura de los adoquines bicapa.

Determinar el comportamiento de adoquines bicapa de concreto con viruta de acero como refuerzo en la capa inferior y ceniza volante como aditivo en la capa superior, mediante ensayos de flexión, empleando el porcentaje de dosificación más apropiado obtenidos en los ensayos de

compresión en cilindros de concreto y flexión en vigas de concreto para así establecer su módulo de rotura.

Diferir entre el comportamiento mecánico de adoquines monocapa gris y bicapa mediante ensayos de flexión para establecer cuál de los dos es más eficiente al momento de resistir cargas.

1.4 Justificación

Desde que en 1975 se publicó el tema del calentamiento global, múltiples disciplinas se han enfocado en el aprovechamiento y uso de materiales provenientes de diferentes producciones o procesos con el fin de obtener una posible disminución de costos, un nuevo producto más eficiente o simplemente con el fin de contribuir al medio ambiente. Las cenizas de carbón y la viruta de acero; provenientes de la cocción del ladrillo y rectificación de cilindros mecánicos, respectivamente, son algunos residuos que tienen la posibilidad de contribuir con el comportamiento mecánico del concreto, tal como lo expresan diferentes entidades e ingenieros que se han dedicado a su estudio.

Las cenizas volantes, por ejemplo, según la Asociación Española de Normas (AENOR), es un subproducto proveniente de la combustión de carbón con propiedades puzolánicas compuesto fundamentalmente por SiO_2 y Al_2O_3 (Aenor, 2008), es decir, elementos químicos que garantizan propiedades aglomerantes en la mezcla de concreto, que en Europa, por medio de la directiva europea 2008/98/CE sobre los residuos, a través de normas y legislación medio ambiental, obligo a diferentes estados de este país, a crear un producto de la combustión del carbón registrado, notándose un aumento considerable en sus aplicaciones a obras ingenieriles como ladrillos, terraplenes, carreteras, concreto, e incluso, para la fabricación del cemento

hidráulico, (Cedex, 2011, p.12) porque mejora la producción de Clinker, contribuyendo positivamente a sus propiedades químicas y físicas, mejorando la reactividad de la harina cruda.

(Javed, Graf, Miller, & Gajda, 2003, p.2)

El acero estructural es comúnmente usado para resistir las fuerzas a flexión, las cuales no pueden ser contrarrestadas en el concreto por sí solo, debido a su bajo o casi nulo módulo de elasticidad y al igual que otros materiales de construcción, se contrae y se expande con los cambios de humedad y temperatura (Nrmca, 2009, p.6), originando así, grietas, tanto en su superficie como en su estructura. Al usar viruta de acero se interceptan estas grietas en una etapa temprana durante el desarrollo de éste, puesto que están dispersadas en la mezcla en todas las direcciones, garantizando así, mayor resistencia. (Constructivo, 2016)

Por lo cual, se propone aprovechar las propiedades cementantes aportadas por la ceniza del carbón, producidas mayormente en las centrales termoeléctricas como TERMOTASAJERO S.A. E.S.P., donde se extraen aproximadamente 5.000 toneladas anuales; y las propiedades dúctiles propias de la viruta de acero, la cual resulta de la rectificación de cilindros mecánicos, produciéndose en la Rectificadora Toño Tecniculatas de la ciudad de Ocaña, alrededor de 120 kg de residuo mensualmente; estas propiedades cementantes y dúctiles anteriormente mencionadas, probadas en otras obras y experimentaciones ingenieriles, se emplearán para la fabricación de adoquines bicapa, es decir, una capa superior de concreto con cenizas volantes como aditivo para garantizar un mejor comportamiento a la abrasión y una capa inferior con viruta de acero como refuerzo que proporcione una resistencia mayor a las fuerzas de flexión, obteniendo la posibilidad de implementar nuevamente su uso en vías de bajo volumen de tránsito, parqueaderos y caminos dado que su duración lograría ser mayor en relación con los adoquines

monocapa gris, por lo tanto, junto con su uso más eficiente, obtener un aspecto llamativo en los lugares donde sea utilizado, además del impacto completamente positivo al medio ambiente, debido al aprovechamiento de residuos que son comúnmente desechados y por lo tanto desaprovechando su utilidad en las obras ingenieriles.

1.5 Delimitaciones

1.5.1 Delimitación Geográfica. Los materiales a utilizar para la elaboración del adoquín bicapa propuesto, se encuentran disponibles en el departamento de Norte Santander, propiamente en la ciudad de Cúcuta y el municipio de Ocaña; en el caso de la viruta de acero, serán proporcionadas por la empresa Rectificadora “Toño Tecniculatas” de la ciudad de Ocaña y las cenizas volantes serán proporcionadas por la empresa OVNICOM S.A.S, la cual, mediante un convenio con la central termoeléctrica TERMOTASAJERO S.A. E.S.P. ubicada aproximadamente a 20 Km. al sur-occidente de la ciudad de Cúcuta, sobre la margen derecha del río Zulia; comercializa y distribuye las cenizas volantes a diferentes plantas de concreto del país. Asimismo, los agregados para la mezcla de concreto son los extraídos y usados comúnmente en la región.

1.5.2 Delimitación Temporal. El siguiente proyecto contará con una aplicación de dos periodos académicos, comprendidos entre los meses de febrero de 2019 y octubre de 2019

1.5.3 Delimitación Conceptual. Para el estudio del comportamiento a flexo-tracción de adoquines bicapa de concreto con cenizas volantes como aditivo y viruta de acero como refuerzo, es fundamental abarcar diferentes temas propios del programa de Ingeniería Civil, tales como el comportamiento mecánico del concreto y los laboratorios necesarios para determinarlo.

El módulo de elasticidad, fuerzas de flexión y tracción son algunas definiciones elementales para determinar dicho comportamiento, por lo cual, es primordial la interpretación de los datos obtenidos en los ensayos de laboratorio. Para lograr un buen concreto y con ello, buenos resultados, es preciso realizar los ensayos para los agregados, como el de: granulometría, humedad, densidad, masa unitaria compactada y absorción; así como el método de dosificación para la mezcla de concreto. Otros términos presentes son los de virutas de acero, cenizas volantes, tipos y características de adoquines, pasos para su fabricación y su forma de ensayarlos.

1.5.4 Delimitación Operativa. Durante el desarrollo de esta investigación es necesario llevar a cabo laboratorios para el estudio de las propiedades físicas de los agregados como humedad, masa unitaria compactada, densidad, granulometría y absorción, así mismo, se debe realizar la recolección de las cenizas volantes, con el análisis químico y físico facilitado por la empresa OVNICOM S.A.S. y la viruta de acero a usar en el concreto; después de determinar las dosificaciones a usar a través de ensayos de compresión en cilindros de concreto con diferentes porcentajes de ceniza volante como aditivo en la mezcla y vigas de concreto con diferentes porcentajes de viruta de acero como refuerzo; se realizarán los especímenes de adoquines bicapa para ensayarlos a flexo-tracción y así realizar una diferenciación del módulo de rotura de estos con adoquines monocapa gris.

Capítulo 2. Marco referencial

2.1 Marco Histórico

El tema del reciclaje y aprovechamiento de las propiedades de ciertos residuos o desechos de otros materiales ha sido investigación a nivel mundial. Australia, uno de los países líderes en el uso y explotación del carbón, se estima que se han producido alrededor de 400 millones de toneladas de cenizas volantes, por lo que ha procurado reciclar la mayor cantidad de ceniza producida (Radio Australia, 2015) ; Heidrich (2015) afirma que para hacer cemento, normalmente es necesario calentar la piedra caliza a una temperatura muy alta, un método que emite una gran cantidad de CO₂. Aquí, el cemento se reemplaza por ceniza de carbón. Como resultado, los fabricantes de cemento australianos emiten 37 millones de toneladas de CO₂ por mes, en comparación con el método tradicional de piedra caliza (p.4).

Así mismo, otros países como Perú, ha estudiado directamente el uso de las cenizas de carbón como reemplazo del cemento y su influencia sobre la compresión y absorción en la fabricación de adoquines de tránsito liviano, determinándose que un adoquín con 20% de ceniza volante de reemplazo origina mayor resistencia a la compresión que es 361.33 Kg/cm² y un porcentaje de absorción de 5.32 % que están dentro de lo que especifica la Norma NTP 399.611. Concluyéndose que la ceniza volante tiene influencia en la resistencia a la compresión de un concreto modificado para adoquines afectando significativamente y en forma favorable. (Barrantes & Holguin, 2015, p.25).

En la Universidad Andina de Cusco, se realizó la evaluación del comportamiento del concreto reemplazando en diferentes porcentajes el agregado fino. En el trabajo se realizaron pruebas de compresión a las briquetas de concreto con viruta de acero y se comparó el resultado

con un concreto patrón en donde se logró un incremento de resistencia hasta en un 25.87% respecto al concreto patrón con el reemplazo del 9% del agregado fino con viruta de acero. (Alvarez & Valdez, 2015, p.8) y en la Universidad Privada del Norte de Perú, en donde se usó la viruta de acero como aditivo en la mezcla de concreto, usando como metodología de investigación la preparación de mezclas de concreto de resistencia de 210 kg/cm² adicionándole distintos porcentajes de Viruta Metálica con respecto al peso al agregado fino (5%, 10% y 15%), para posteriormente evaluarlas pasado los 7,14 y 28 días. El porcentaje más beneficioso se dio al adicionar el 5% de viruta metálica se obtiene una resistencia $f'c = 270.74$ kg/cm² a los 28 días, este corresponde a un incremento de la resistencia a compresión del 28.92%.

Colombia no ha sido un país que se ha quedado atrás en la investigación en cuanto al aprovechamiento de materiales alternativos para su uso en la mezcla de concreto; en el año 2004 en la Universidad Militar Nueva Granada de Bogotá se estudió sobre el comportamiento del concreto con adición de Cenizas provenientes del carbón, de los resultados obtenidos se puede deducir que el asentamiento y la densidad del concreto disminuyen cuando se sustituye arena por ceniza que cuando se reemplaza cemento por ceniza. Otros resultados muy importantes se obtuvieron en la universidad del valle, donde concluyeron que, a 28 días de curado, los morteros con 10% de cenizas presentaron un incremento del 35% en la resistencia a la compresión comparado con el mortero sin adición, a su vez esta mezcla se destaca por su mejor desempeño frente a la corrosión de los aceros estructurales.

Un análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 4% y 6% buscó reemplazarán un porcentaje del peso del agregado fino de la mezcla esperando identificar cuál de los porcentajes de adición de fibras mejora las propiedades

mecánicas del concreto, en comparación al concreto convencional. Demostrándolo experimentalmente mediante ensayos de laboratorio realizados a cilindros y viguetas a las edades de 7, 14 y 28 días. (Sarta & Silva, 2017, p.36) Pero dichos resultados fueron inconclusos, por lo cual, los resultados obtenidos por (Quintana & Valencia, 2016, p.43) en el año anterior siguieron siendo los mejores en dicha universidad; los autores determinaron que las adiciones de fibra de acero como refuerzo para el concreto aumenta en un casi 13 % la resistencia a la compresión en las muestras que contiene el 14 % de fibra de acero frente a la mezcla sin adición de fibra de acero.

En nuestra universidad se presentó una investigación donde se evaluaron las propiedades mecánicas del concreto adicionando viruta de acero en porcentajes de 10 y 12% respecto al agregado fino de la mezcla, los resultados arrojaron para el porcentaje de 10% de adición de viruta un mejor comportamiento mecánico en comparación del 12% de adición y la muestra patrón, concluyéndose este como porcentaje óptimo de inclusión. (Angarita & Rincon, 2017, p.42). También se investigó el reemplazo parcial del cemento portland por cenizas volantes y cenizas de bagazo de caña de azúcar, para este trabajo se estudió la resistencia a la compresión de mezclas de concreto, sustituyendo el 5%, 10%, 15% y 20% de cemento por cenizas volantes y cenizas de bagazo de caña de azúcar; se clasificaron las cenizas, posteriormente se determinó la resistencia de las muestras a edades de 7, 14 y 28 días. en cuanto a los resultados, se obtuvo como porcentaje óptimo de adición el 5% para ambas cenizas (Duran & Velasquez, 2016, p.47).

2.2 Marco Contextual

Para el desarrollo del actual proyecto de investigación es necesario el uso de diferentes materiales como las cenizas volantes, viruta de acero y la materia prima del concreto como el

cemento, agua, agregado grueso y agregado fino; todos ellos, encontrados en el departamento. A continuación, se relacionan la ubicación de los lugares protagonistas para el desarrollo de la investigación.

Termotasajero S.A. E.S.P.

Es una central Termoeléctrica en sociedad colombiana integrada por los fondos de pensiones Protección, Porvenir, Citi-Colfondos y Skandia, la comisionista de bolsa Correval e inversiones internacionales. El Carbón es el combustible primario de la Central. Su consumo anual varía dependiendo de la disponibilidad de energía hidráulica y de la demanda general dentro del área de servicio. La Central utiliza carbón bituminoso pulverizado, el cual es almacenado en un área de 2,84 hectáreas, donde se alcanza a mantener una cantidad suficiente que permite su operación a máxima carga por un período de 60 días. El carbón es suministrado desde pequeñas y medianas minas (75 minas aproximadamente), localizadas en un radio de 40 Km. de la Central y transportado hasta ella en volquetas. La calidad del carbón de Norte de Santander está catalogada como superior al promedio, con bajos niveles de ceniza y azufre. El principal consumidor local es la Central. (Termotasajero S.A. E.S.P, 2008) (Figura 1)



Figura 1. Termotasajero S.A. E.S.P. Fuente: Google Earth (2019)

Ovinicom S.A.S.

En el año 2009 se transforma esta empresa en sociedad por acciones simplificada y se denomina OVNICOM SAS; es así como inicia con el alquiler de maquinaria y equipo para atender las diferentes obras tales como el proyecto hidroeléctrico hidrosogamoso y en el año 2011 inicia la comercialización de ceniza volante (FLY ASH), producto que se obtiene de la combustión de carbón en la central termoeléctrica TERMOTASAJERO S.A. E.S.P; a plantas de concreto del país. (Ovinicom S.A.S., 2017) (Figura 2)

La ceniza volante obtenida por medio de precipitación electrostática en los hornos termoeléctricos de la empresa termotasajero S.A E.S.P. posee una humedad del 3%, un porcentaje de expansión de 0.6% (Figura 6), y compuesto principalmente por un 52.07% de SiO₂, 26.36% de Al₂O₃ y 7.38% de Fe₂O₃ (Figura 3, Figura 4 y Figura 5)



Figura 2. Logo empresa OVNICOM S.A.S. Fuente: Obtenido <http://www.ovnicomsas.com/about-us/>

	LABORATORIO DE RAYOS-X	Código: F-LRX-F-03
	INFORME DE RESULTADOS POR FLUORESCENCIA DE RAYOS-X	Versión: 01
		Página 1 de 3

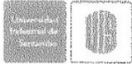
FECHA	DIA	MES	AÑO	INFORME	INF-085-15-FRX
	24	06	2015		

DATOS DEL CLIENTE			
Empresa	OVNICOM S.A.S		
Nombre	Sr. Carlos Corredor		
Dirección	Calle 105 # 26ª – 53	Nit o C.C	804.009.342-1
Ciudad	Bucaramanga	Orden de Compra	
E-mail	ovnicomsas@hotmail.com	Teléfono	316754879

SISTEMA DE MEDICIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> - Los análisis cuantitativos se realizaron mediante el método QUANT-EXPRESS (Parámetros Fundamentales) en el rango de sodio (Na) a Uranio (U), en un espectrómetro secuencial de Fluorescencia de rayos-X de longitud de onda dispersiva de 4KW marca BRUKER modelo S8 TIGER. - Tipo de detector: Centelleo (elementos pesados) y Flujo (elementos livianos). - Fuente de rayos-X: Tubo de Rodio (Rh). - Goniómetro: De alta precisión para ángulos theta y 2 theta. 	
Tratamiento de la(s) muestra(s)	Perlado <input type="checkbox"/> Prensado <input type="checkbox"/> Térmico <input checked="" type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Tamizado <input checked="" type="checkbox"/> Dilución <input type="checkbox"/> Molido <input checked="" type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>

MEDICIÓN Y ANÁLISIS			
Fecha de Recepción de la(s) Muestra(s)	17/06/2015	Fecha de medición	18/06/2015
Tipo de Muestra(s)	Mineral	Fecha Análisis de Resultados	18/06/2015

Figura 3. Fluorescencia de rayos X de ceniza volante. Fuente: Ovnicom S.A. (2016).

	LABORATORIO DE RAYOS-X		Código: F-LRX-F-03
	INFORME DE RESULTADOS POR FLUORESCENCIA DE RAYOS-X		Versión: 01
			Página 2 de 3

RESULTADOS OBTENIDOS

I. Ovnicom mayo 2015(A11B):

Elemento	Número atómico (Z)	Concentración	Óxido	Concentración
Si	14	24,34%	SiO ₂	52,07%
Al	13	13,95%	Al ₂ O ₃	26,36%
Fe	26	5,16%	Fe ₂ O ₃	7,38%
K	19	1,07%	K ₂ O	1,29%
Ti	22	0,72%	TiO ₂	1,21%
Ca	20	0,71%	CaO	0,99%
Mg	12	0,36%	MgO	0,60%
Na	11	0,22%	Na ₂ O	0,30%
Ba	56	0,10%	BaO	0,12%
V	23	0,05%	V ₂ O ₅	0,09%
P	15	0,04%	P ₂ O ₅	0,08%
Cu	29	0,03%	SO ₃	0,08%
S	16	0,03%	CuO	0,04%
Zn	30	0,03%	ZrO ₂	0,04%
Zr	40	0,03%	ZnO	0,04%
Sr	38	0,02%	SrO	0,03%
Ni	28	0,02%	NiO	0,02%
Cr	24	0,01%	Cr ₂ O ₃	0,02%
---			L.O.I	9,19%
<i>Elementos minoritarios</i>				
Elemento	Número atómico (Z)	Concentración	Óxido	Concentración
Mn	25	106 mg/Kg	MnO	137 mg/Kg
Y	39	102 mg/Kg	Y ₂ O ₃	130 mg/Kg
Rb	37	74 mg/Kg	MoO ₃	97 mg/Kg
Mo	42	65 mg/Kg	Rb ₂ O	81 mg/Kg
Ga	31	43 mg/Kg	Ga ₂ O ₃	57 mg/Kg
Pb	82	40 mg/Kg	PbO	43 mg/Kg
As	33	29 mg/Kg	As ₂ O ₃	38 mg/Kg

Figura 4. Fluorescencia de rayos X de ceniza volante. Fuente: Ovnicom S.A. (2016).

	LABORATORIO DE RAYOS-X		Código: F-LRX-F-03
	INFORME DE RESULTADOS POR FLUORESCENCIA DE RAYOS-X		Versión: 01
			Página 3 de 3

Ge	32	20 mg/Kg	GeO ₂	29 mg/Kg
Nb	41	16 mg/Kg	Nb ₂ O ₅	22 mg/Kg

- Los siguientes elementos fueron detectados, sin embargo no pudieron ser cuantificados: La, Co y Th.

Nota:

- *L.O.I = *Loss On Ignition* (la muestra fue calcinada a 950°C durante dos horas para la determinación de las pérdidas por ignición).
- Tanto los elementos como los óxidos están ordenados de mayor a menor concentración.
- Tipo de montaje = Polvo suelto.

Observaciones:

- Los resultados se relacionan únicamente con la(s) muestra(s) analizada(s).
- La codificación A11B hace referencia al código interno dado por el laboratorio de rayos-X.
- Si desea expresar su percepción con respecto al presente servicio o ensayo, hágalo por medio del correo electrónico direccionrx@uis.edu.co o al PBX: 6344000 Ext. 3512.
- No se debe reproducir el informe de ensayo excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita del laboratorio.

Atentamente,

Elaboró:

Qco. John Bonilla Jaimes
 Profesional Analista
 PQ-4175



Revisó:

Dr. Hernando Carnargo García
 Director Técnico del Laboratorio
 PQ-2250

Aprobó:

Dr. José Henao Martínez
 Director del Laboratorio
 PQ-0321

Figura 5. Fluorescencia de rayos X de ceniza volante. Fuente: Ovnicom S.A. (2016).

		Laboratorio de Control de Calidad Cra. 29C No. 71A 30 Teléfonos: 2255814 - 6304515 - 2315608		CALIDAD QUE GENERA CONFIANZA	
Título		INFORME DE ENSAYO: CARACTERIZACIÓN CENIZAS VOLANTES			
Norma		Control de Documentos		Revisión No. 02	
NTC 3493		EIE-F-03-128		Fecha de Edición: 13/06/17	
Compañía:	OVNICOM S.A.S.			INFORME-016/ 0072	
Obra:	Control calidad Cenizas		O.T./Muestra No.	14043/ 3417	
Material:	Cenizas volantes		Fecha de Entrada:	2016-01-20	
Procedencia:	Termotasajero. (Muestra Diciembre de 2015)		Fecha de Ensayo:	2016-01-21/ 27	
PRUEBA	VALORES OBTENIDOS		ESPECIFICACION	NORMA DE ENSAYO	
Porcentaje de humedad	Masa Inicial (g)	192,74	% Máximo 3%	ASTM C 311	
	Masa seca (g)	192,39			
	Masa Recipiente (g)	56,88			
	% de humedad	0,3			
Pérdida al fuego (%)	Masa Inicial (g)	28,96	% Máximo Tipo N: 10% Tipo F: 6% Tipo C: 6%	ASTM C 311	
	Masa seca (g)	28,92			
	Masa Recipiente (g)	27,96			
	% pérdida al fuego	4,2			
Densidad (g/cm ³)	Masa Inicial (g)	50,00		ASTM C 311	
	Volumen (cm ³)	22,18			
	Densidad (g/cm ³)	2,254			
Finura, cantidad retenida cuando se realiza un tamizado húmedo con tamiz No. 325	% R corregido	31,5	% Máximo 34%	ASTM C 311	
Expansión en autoclave (Estabilidad volumétrica)	Longitud Inicial (mm)	25,00	% Máximo 0,8%	ASTM C 311	
	Longitud final (mm)	25,15			
	Expansión (%)	0,60			
OBSERVACIONES					
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	REVISÓ		APROBÓ		 FIRMAY SELLO
2016-01-28	ING. JAVIER MÉNDEZ		ING. GERARDO BRAVO PLATA		
	INGENIERO TÉCNICO		GERENTE TÉCNICO		

Nota: Este folio no deberá reproducirse parcial o totalmente sin la aprobación por escrito de E.I.E. Echeverry Ingenieria y Ensayos SAS

Este documento es válido cuando lleve el sello del laboratorio y la firma de quien aprueba. Los resultados informados corresponden a la muestra suministrada.

Figura 6. Caracterización física de la ceniza volante. Fuente: Ovnicom S.A. (2016).

Rectificadora “Toño Tecniculatas”

Esta empresa ubicada en el barrio La Rotina de la ciudad de Ocaña (Figura 7), se dedica a la rectificación de cilindros de motores, produciendo así una viruta fina de acero colado (Figura 8), que es almacenada y vendida a las recicladoras de la ciudad. Mensualmente es recolectada alrededor de 120 a 130 kg de desecho, lo que equivale a 1500 kg anuales.



Figura 7. Rectificadora "Toño Tecniculatas". Fuente: Google Maps 2019.



Figura 8. Viruta de acero. Fuente: Autor 2019.

- **Laboratorio de Suelos y Concretos y Laboratorio de Resistencia de materiales, UFPSO, seccional La Primavera**

Ambos laboratorios se encuentran en el barrio la primavera (Figura 9), están al servicio de todos los estudiantes de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña; el laboratorio de suelos y concretos cuenta con los equipos necesarios para realizar los ensayos de caracterización de los agregados, así como la realización de los cilindros de concreto, vigas de concreto y el espacio con algunos utensilios para los adoquines de concreto y el Laboratorio de Resistencia de Materiales cuenta con la existencia de una maquina universal para los ensayos de compresión en cilindros de concreto, Flexo-tracción en vigas de concreto y adoquines.



Figura 10. Trituradora “El guayabal”. Fuente: Google Maps (2019).

2.3 Marco Conceptual

Aditivos

Los aditivos son todos aquellos ingredientes del concreto que, además del cemento portland, del agua y de los agregados, se adicionan a la mezcla inmediatamente antes o durante su preparación. Comercialmente, existen diferentes tipos de aditivos químicos, como: Incorporadores de aire, Reductores de agua, Plastificantes, Aceleradores, Retardadores, De control de la hidratación, Inhibidores de corrosión, Reductores de retracción, Inhibidores de reacción álcali-agregado, Colorantes, Etc. (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, 2004, p.74) Además de ellos, el (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación) menciona el uso de aditivos minerales para concreto, donde sea deseable la acción cementante o puzolánica, o ambas, o donde puedan considerarse apropiadas otras propiedades.

El aditivo usado en la investigación es de tipo mineral, como las cenizas volantes, estas son extraídas de la empresa “Ladrillera Ocaña” del Municipio de Ocaña, y se pretende hallar la dosificación correcta que permita mejorar su comportamiento mecánico.

Adoquín monocapa gris

Es el Adoquín monocapa cuya mezcla de concreto se elabora solamente con cemento gris (Norma tecnica Colombiana 2017, 2018); es una pieza prefabricada de formas y colores diversos, para su utilización en la construcción de sistemas de pisos de uso peatonal, ligero y pesado; cumpliendo con requerimientos de durabilidad y estéticos. Los adoquines constituyen un pavimento flexible con grandes ventajas constructivas, la instalación es simple y requiere de poca maquinaria, no intervienen procesos térmicos ni químicos y es de rápida colocación (Barrantes & Holguin, 2015, p.12).

Adoquín Bicapa

“Es el adoquín cuya masa está constituida por dos capas de concreto de características diferentes, la inferior contra la cara de apoyo y de concreto gris: y la superior contra la cara de desgaste y de un concreto de diferentes características que el anterior por su dosificación, textura, color, o por la incorporación de diversos tipos de agregados” (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2004).

El adoquín bicapa es el protagonista durante el presente trabajo, ya que se dispondrán los ensayos a los especímenes fabricados con una capa de concreto con ceniza volante como aditivo y otra capa de concreto con viruta de acero como refuerzo.

Agregados o Áridos

Son los materiales inertes de forma granular, naturales o artificiales, que aglomerados por el cemento portland en presencia de agua conforman un todo compacto (Piedra artificial) conocido como concreto u hormigón.

Entre estos se encuentran el agregado fino, que son aquellas partículas de agregado pasantes en el Tamiz No. 40 y se define como agregado fino a las partículas retenidas en este mismo tamiz (Sánchez de Guzmán, 2001, p.25).

Cemento

Es una de las materias primas de la construcción más populares y hoy día más indispensables. En el sentido más amplio, esta palabra indica un material aglomerante que tiene propiedades de adherencia y cohesión, las cuales le permiten unir fragmentos minerales entre sí, para formar un todo compacto con resistencia y durabilidad adecuadas (Sánchez de Guzmán, 2001, p.26).

Cenizas Volantes

Son productos sólidos y en estado de fina división que proceden de la combustión del carbón pulverizado, están formadas por partículas, generalmente esféricas, de tamaños variables entre 1 y 150 μm . (Rodríguez Santiago, 1998).

Concreto

Es la mezcla heterogénea de cemento, agregado fino (arena) y agregado grueso (piedra) y agua, que contiene alguna cantidad de aire atrapado; dando como resultado, una mezcla que alcanza normalmente su máxima resistencia en una edad de 28 días. (Sánchez de Gúzman, 2001)

Comportamiento mecánico del concreto

Este se define mediante ensayos que proporcionan información completa sobre la conducta mecánica del material sometido a tensión, flexión y/o compresión. (Núñez, Roca, & Jorba, 2013, p.38). Durante el desarrollo de la investigación, se someten los adoquines de concreto a ensayos de flexo tracción, este, está regulado por la NTC 2017; consta de dos apoyos para la base colocados a 1 cm del borde y desde arriba se aplica la fuerza induciendo un esfuerzo de corte en el elemento hasta que se fractura en dos partes. El resultado es el Modulo de Rotura o Mr. Este valor es de mínimo 5 MPa para un promedio de cinco muestras y no pueden tener menos de 4,2 Mpa como valor individual. Adicionalmente se deben practicar los ensayos de toma de medidas, abrasión y absorción (CPI, 2013).

Viruta de acero

Es un fragmento de material residual en forma de espiral o lamina, que puede extraerse mediante el uso de brocas o cepillado sobre metales. Este material cumple la función de refuerzo en la capa inferior de los adoquines, con el fin de proporcionar un mejor comportamiento a la flexión (García, 2008, p.52).

2.4 Marco Teórico

El concreto como material de construcción en muchos casos se le modifica su dosificación original mediante el uso de aditivos y ante la acción de fuerzas de flexión se opta por el uso de un refuerzo. Los aditivos son “químicos que se agregan al concreto en la etapa de mezclado para modificar algunas de las propiedades de la mezcla” (Imcyc A.C., 2006) estos requieren de una inversión adicional y no se opta casi en ningún momento por el uso de materiales alternativos; bien sean subproductos de otros procesos o materiales de origen natural, los cuales resultan ser más económicos y ambientales. El refuerzo en el concreto es cualquier material que le permita

adquirir resistencia a la flexión y retracción por fraguado, en la actualidad además de la comercialización del acero estructural, se venden fibras de polipropileno y en otros casos se fabrican filamentos metálicos obtenidos mediante la deformación de alambres de acero estirados en frío (Cárdenas, 2015, p.27).

Los efectos de las cenizas volantes en el hormigón han sido estudiados en numerosas investigaciones, sea como reemplazo de parte del cemento portland, o simplemente como adición en el hormigón. En el primer caso, que es mayoritario en estudios, se ha comprobado que cuando se emplean las cenizas volantes en porcentaje de 10 a 30 % de reemplazo, el agua necesaria para mezclado por unidad de volumen del hormigón generalmente no aumenta y a veces puede ser reducida; que la resistencia en las primeras edades, hasta los 28 días disminuye, pero en edades posteriores puede ser igual o mayor que el hormigón normal; que los cambios de volumen no son significativamente afectados; que se reducen el calor de hidratación y la permeabilidad; que aumenta la cantidad de aditivo necesario para una determinada incorporación de aire; y finalmente, que la reducción de la expansión dañina provocada por la reacción álcali-árido es menos reducida que cuando se emplean otras puzolanas. En el segundo caso, cuando las cenizas volantes se emplean como adición en el hormigón, se ha comprobado que, en cantidades de 15 a 30 % en peso de la arena de hormigones pobres, se mejora notablemente la trabajabilidad y se obtienen mayores resistencias a todas las edades. Obviamente las cenizas volantes contribuyen a suplir con eficacia la carencia de finos de un hormigón pobre.

Menos frecuentes son los estudios realizados con cenizas volantes empleadas en la fabricación de cementos, adicionadas durante el proceso de molienda, comparándolos con cementos portland sin adición. Los resultados obtenidos en la generalidad de ellos, señalan

ventajas y desventajas semejantes a las mostradas por cementos con adiciones de puzolanas naturales. La razón es comprensible, puesto que las puzolanas naturales y las cenizas volantes provienen de fenómenos relativamente comparables. Pero ¿cuál es la relación de los comportamientos de estos cementos entre sí?

Por lo expuesto anteriormente se consideró de interés establecer las semejanzas reales de ambos productos adicionándolos a Clinker y yeso mediante molienda conjunta y procediendo a un estudio comparativo de los cementos obtenidos.

Estos cementos experimentales, difieren de aquéllos fabricados a nivel industrial, por causas como: tipo de molino empleado, carga de bolas del molino, diámetro de las bolas, temperaturas alcanzadas por los cementos en el molino y, por último, cantidades producidas. Por ello los resultados de estas experiencias, tienen como objetivo establecer solamente una comparación entre cementos fabricados con adición de cenizas volantes y de puzolana y determinar la influencia del porcentaje de ambas adiciones (Ossa & Jorquera , 1984, p.24).

La crisis de la energía, que tomó gran importancia a partir de 1973, ha originado la Aceleración de estudios y posibilitado el desarrollo de otras fuentes alternativas del petróleo. El aprovechamiento de la energía latente que tienen algunos materiales volcánicos, o subproductos de procesos industriales (escorias siderúrgicas, cenizas volantes), ha merecido gran atención en la fabricación de cemento.

Las normas para la recepción y utilización de cementos han tomado en consideración el aprovechamiento de estos materiales, definiendo los cementos portland con adiciones hidráulicamente activas (designación PA), que pueden contener hasta un 20 % de adiciones.

La utilización de estos subproductos ha pasado a ser un deber nacional y un imperativo económico, y han encontrado en la industria de la construcción y trabajos públicos un buen empleo, al aportar algunas mejoras a los materiales a los que son incorporados.

Las centrales térmicas que queman carbón pulverizado recuperan polvos finos llamados cenizas volantes. Esta recuperación es necesaria a fin de evitar la polución atmosférica. (Fernandez, 1984, p.18).

Después de realizar el análisis, observación y comportamiento estadístico en función del tiempo de una mezcla de concreto de 3000 psi con adición de viruta de acero en porcentajes de 9%, 10% y 11% respecto al agregado fino, se obtuvieron datos que corroboran los resultados de investigaciones realizadas anteriormente, pues confirman como el porcentaje óptimo de adición de viruta es de 10%, arrojando resultados de resistencia a la compresión óptimos, siendo en todos los casos los más significativos. Se tomaron muestras altamente representativas sobre los diferentes porcentajes de adición de viruta, para los cuales se ha considerado 120 cilindros para cada porcentaje. Los datos se obtuvieron realizando ensayos de laboratorio propios de los materiales componentes del concreto, que fueron caracterizados uno a uno, para desarrollar la mezcla de concreto optima y así poder analizar el comportamiento en el tiempo del concreto. El porcentaje de viruta adicionada se hace sobre el agregado fino, esta viruta previamente tamizada es incluida en la mezcla (0%- 9%-10%-11%) luego de ello se preparan los moldes y es allí donde se conforman los cilindros. Las muestras son dejadas en un proceso de curado para cada porcentaje con las edades respectivas de 3-7-28-y 56 días. Al cumplir con este proceso de curado las muestras son falladas a compresión en el laboratorio y es entonces donde se procede al análisis estadístico sobre el comportamiento en el tiempo de las mismas. Este análisis demuestra

a gran escala que este tipo de concretos tiene un comportamiento aceptable y que el 10% continúa siendo un porcentaje favorable en cuanto a la resistencia. De igual manera los demás porcentajes son considerados también muy útiles ya que dependiendo de la aplicación que se requiera puede resultar un proceso económico y aplicable a los procesos constructivos.

2.5 Marco Legal

Con el fin de establecer un proceso aceptable ante las diferentes normas ya decretadas para el concreto y todos sus componentes, se hace necesario consultar las promulgaciones del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC

- **NTC 2017** Adoquines de concreto para pavimentos

Esta norma establece los requisitos para adoquines de concreto, no reforzados, y sus piezas complementarias, aptos para construir pavimentos de adoquines de concreto para: tráfico peatonal, tráfico vehicular sobre llanta neumática incluyendo patios de puertos y de terminales de carga, aeropuertos, terminales de transporte, estaciones de servicio, bodegas, etc.), y cargas estáticas distribuidas (de almacenamiento a granel).

- **NTC 3493** Cenizas volantes y puzolanas naturales, calcinadas o crudas, utilizadas como aditivos minerales en el concreto de cemento portland.

Esta norma establece la utilización de cenizas volantes o puzolanas naturales, calcinadas o crudas, como aditivos minerales para concreto, donde sea deseable la acción cementante o puzolánica, o ambas, o donde puedan considerarse apropiadas otras propiedades, normalmente atribuidas a aditivos minerales finos; o donde se busque lograr ambos objetivos.

- **NTC 3823** Muestreo y ensayo de cenizas volantes o puzolanas naturales para uso como aditivo mineral en el concreto de cemento portland

Estos métodos de ensayo cubren los procedimientos para el muestreo y el ensayo de cenizas volantes o puzolanas naturales o calcinadas para uso como aditivo mineral en el concreto de cemento Portland.

- **NTC 2871** Método de ensayo para determinar el esfuerzo a la flexión del concreto (utilizando una viga simple con carga en los tercios medios)

Este método de ensayo sirve para determinar el esfuerzo a la flexión del concreto mediante el uso de una viga simple con carga en los tercios medios.

- **NTC 396** Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto.

Esta norma establece el método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto en la obra y en el laboratorio. A través de muestra de concreto fresco se coloca en un molde tronco cónico y se compacta mediante una varilla. El molde se levanta permitiendo que el concreto se asiente. El asentamiento corresponde a la diferencia entre la posición inicial y la desplazada de la superficie superior del concreto. Las mediciones se deben tomar en el centro de la cara superior. El valor resultante debe incluirse en el informe como el asentamiento del concreto.

- **NTC 4025** Método de ensayo para determinar el módulo de elasticidad estático y la relación de poisson en concreto a compresión

Esta norma determina: (1) el módulo de elasticidad secante (o módulo de Young) y (2) la relación de Poisson de cilindros de concreto normalizados y núcleos de concreto, cuando éstos se hallan bajo esfuerzos de compresión longitudinal. Las definiciones de módulo de elasticidad secante y de relación de Poisson, se encuentran en las definiciones de la NTC 4525 (ASTM E6).

- **NTC 174** Especificaciones de los agregados para concreto

Esta norma establece los requisitos de gradación y calidad para los agregados finos y gruesos, (excepto los agregados livianos y pesados) para uso en concreto.

- **NTC 237** Método para determinar la densidad y la absorción del agregado fino

Este método de ensayo cubre la determinación de la densidad aparente y nominal, a una condición de temperatura de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ y la absorción del agregado fino. Este método de ensayo determina (después de 24 h en agua) la densidad aparente, la densidad nominal y la absorción

- **NTC 176** Método de ensayo para determinar la densidad y la absorción del agregado grueso

Este método de ensayo tiene por objeto determinar la densidad y la absorción del agregado grueso. La densidad se puede expresar como densidad aparente, densidad aparente (SSS) (saturada y superficialmente seca), o densidad nominal. La densidad nominal (SSS) y la absorción se basan en el humedecimiento en agua del agregado después de 24 h.

- **NTC 92** Determinación de la masa unitaria y los vacíos entre partículas de agregados

Esta norma determina la masa unitaria en condición compactada o suelta y el cálculo de los vacíos entre las partículas de agregados finos, gruesos o mezclados. Esta norma se aplica a agregados que no exceden los 150 mm de tamaño máximo nominal.

- **ACI 214R-11**

Esta guía proporciona una introducción a la evaluación de Resultados concretos de las pruebas de resistencia. Los procedimientos descritos son aplicables a los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión requeridos por ACI 301, ACI 318 y especificaciones y códigos similares. Los conceptos estadísticos descritos son aplicables para el análisis de otros resultados de pruebas concretas comunes, incluida la flexión resistencia, asentamiento, contenido

de aire, densidad, módulo de elasticidad y otras pruebas utilizadas para evaluar materiales de concreto e ingredientes. Esta guía asume que los resultados de las pruebas concretas se ajustan a una distribución normal.

Capítulo 3. Diseño metodológico

3.1 Tipo de investigación

El grado de profundidad con el que se abordará la presente investigación es exploratoria, pretendiendo aprovechar la existencia del adoquín bicapa en la NTC 2017, donde este, debe poseer dos capas de concreto con características diferentes, es por ello, que se propone, usar concreto con viruta de acero como refuerzo en la capa inferior y concreto con cenizas volantes como aditivo en la capa superior; para posteriormente determinar su comportamiento mecánico (Navarro, 2009, p.47).

El diseño de investigación adoptado para responder a la problemática planteada es experimental, sometiendo a ensayos de flexo-tracción los adoquines bicapa para determinar si la respuesta a estas fuerzas es mayor en comparación al adoquín convencional. Buscando así, en caso de obtener resultados positivos, una investigación aplicada, principalmente, por parte de las empresas de prefabricados de la región (Navarro, 2009, p.47).

El desarrollo de la investigación se realizará en siete fases:

La primera fase consiste en la recopilación de información de diferentes fuentes como tesis y/o artículos de investigación, normas para la realización de ensayos de laboratorios y libros que permiten obtener una información como sustento para una adecuada investigación.

La segunda fase implica estudio y clasificación de los agregados usados para la mezcla de concreto a través de ensayos de laboratorio y la recolección tanto de las cenizas volantes como la viruta de acero resultante de la rectificación de cilindros mecánicos para su implementación en la mezcla de concreto.

Se realizará para el desarrollo de la tercera fase, 3 cilindros de concreto para cada dosificación de ceniza volante, las cuales varían entre el 0%, 3%, 5%, 7% y 10% del peso del cemento debido a su composición química similar principalmente en los compuestos de SiO₂ y Al₂O₃, para su posterior ensayo a compresión con edades de 45 días, determinando así la dosificación que más favorece al mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto.

Se elaborarán para el desarrollo de la cuarta fase, 3 vigas de concreto para cada dosificación de viruta de acero comprendidos entre el 0%, 7%, 10%, 12% y 15% del peso del agregado fino, para su posterior ensayo a flexo-tracción con edades de 28 días, determinando así la dosificación que más favorece al mejoramiento de la resistencia a la flexo-tracción del concreto.

Durante el desarrollo de la sexta fase, teniendo en cuenta los resultados de las dos fases anteriores, se realizarán 3 probetas de adoquines monocapa gris y 3 probetas de adoquines bicapa para edades de ensayo a flexo-tracción de 7, 14, 28 y 45 días.

La fase final implica la comparación de los datos obtenidos para concluir si es apropiado el uso de viruta de acero como refuerzo en la capa inferior y cenizas volantes como aditivo en la capa superior de adoquines bicapa, para su uso e implementación en vías y caminos.

3.2 Población y Muestra

3.2.1 Población. Teniendo en cuenta que el estudio actual se realiza en torno a los ensayos y pruebas de fuerza en el concreto, se toma como referencia lo descrito en NTC 2275, la cual establece que para determinar valores de resistencia y estimar la desviación estándar y coeficiente de variación, deben realizarse un conjunto de 30 ensayos de concreto producidos en condiciones semejantes. Es decir, durante el desarrollo de la investigación, se establece el posible

estudio de 30 probetas con concreto de 3000 PSI para cilindros con las diferentes dosificaciones de Cenizas volantes como aditivo, 30 probetas con concreto de 3000 PSI para vigas con las diferentes dosificaciones de viruta de acero como refuerzo, 30 probetas de adoquines monocapa gris y así mismo 30 probetas de adoquines bicapa con concreto de 3000 PSI con viruta de acero como refuerzo y ceniza volante como aditivo.

3.2.2 Muestra. Con el fin establecer una cantidad ejecutable dentro del desarrollo de la presente investigación se realiza un cálculo de tamaño muestra con la distribución normal mediante la aplicación de la siguiente formula

$$n = \frac{z^2 * N * \sigma^2}{\sigma^2 * z^2 + (N - 1) * e^2}$$

donde:

n: Tamaño de muestra

z: Nivel de confianza

N: Tamaño de la población

σ : Desviación estandar

e: Error maximo tolerable

- **Tamaño muestral**

Se define como el valor de muestreo donde se llevarán a cabo las observaciones necesarias para el estudio de determinada población.

- **Nivel de confianza**

Es el valor que expresa la certeza de que realmente el dato que buscamos esté dentro del margen de error. Está determinado por la tabla 1.

Tabla 1

Nivel de confianza

Nivel de Confianza	Z
99.7%	3
99%	2.58
98%	2.33
96%	2.05
95%	1.96
90%	1.645
80%	1.28
50%	0.674

Fuente: Psyma. (2015)

- **Tamaño de la población**

Es el conjunto finito o infinito de personas u objetos que presentan características comunes.

- **Desviación estándar**

Es la medida de dispersión más común, que indica qué tan dispersos están los datos con respecto a la media.

- **Error máximo tolerable**

Es el intervalo en el que se espera encontrar el dato que se quiere medir del universo.
(Ochoa, 2013)

Llevando a cabo las indicaciones consignadas anteriormente, se reemplazan en la Ecuación 1 y se obtiene:

$$n = \frac{1.96^2 * 30 * 0.04^2}{0.04^2 * 1.96^2 + (30 - 1) * 0.05^2}$$

$$n = 2.3446 \cong 3 \text{ Probetas}$$

3.3 Técnicas e Instrumentos de recolección de la información

Las técnicas de recolección de información empleadas para desarrollar la investigación, son la Norma Técnica Colombiana (NTC) y la American Concrete Institute (ACI) como fuente primaria y otros métodos como Internet, Revistas científicas y Tesis de Investigación.

Capítulo 4. Presentación de resultados

4.1 Determinar las propiedades físicas del agregado fino y grueso por medio de ensayos de laboratorio para establecer la dosificación correcta en la mezcla de concreto.

Contando con el material de agregado fino y grueso obtenidos en la planta de agregados pétreos “El guayabal”, se realizaron los ensayos en las instalaciones del laboratorio de suelos de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña basados en las siguientes Normas Técnicas Colombianas (NTC):

- **NTC 1776** Métodos de ensayo para determinar por secado el contenido total de humedad de los agregados
- **NTC 77** Métodos para el análisis por tamizado de los agregados finos y gruesos
- **NTC 176** Método de ensayo para determinar la densidad y la absorción del agregado grueso
- **NTC 237** Métodos para determinar la densidad y absorción del agregado fino
- **NTC 92** Determinación de la masa unitaria y los vacíos entre partículas de agregados

4.1.1 Contenido de humedad de los agregados

Siguiendo el proceso descritos en la NTC 1776 se consignaron los datos mostrados en el Apéndice A, y evidenciados en la Figura 11. Concluyendo que el Agregado Fino posee una humedad del 5.01% y el Agregado Grueso posee una humedad del 0.46%. NTC 77 Métodos para el análisis por tamizado de los agregados finos y gruesos



Figura 11. Laboratorio de humedad. Fuente: Autor 2019.

4.1.2 Granulometría del agregado fino y grueso. Siguiendo el proceso descritos en la NTC 77 se consignaron los datos mostrados en el Apéndice A y evidenciado en la Figura 12. Concluyendo que el Agregado grueso posee un TM de 1" y un TMN de 3/4" así mismo el agregado fino posee un módulo de finura del 3.09, pero ambos agregados no cumplen con las recomendaciones de gradación dadas por la NTC 174 para las mezclas de concreto.



Figura 12. Laboratorio de Granulometría. Fuente: Autor 2019.

4.1.3 Densidad y la absorción del agregado grueso. Siguiendo el proceso descritos en la NTC 176 se consignaron los datos mostrados en el Apéndice A y evidenciados en la Figura 13. Concluyendo que el agregado grueso posee una densidad de 2814.065 kg/m³ y una absorción de 6.33%.



Figura 13. Laboratorio de Densidad y Absorción. Fuente: Autor 2019.

4.1.4 Densidad y absorción del agregado fino. Siguiendo el proceso descritos en la NTC 237 se consignaron los datos mostrados en el Apéndice A y evidenciados en la Figura 14. Concluyendo que el agregado fino cuenta con una absorción de 1.62% y con una densidad de 2517.75 kg/m³.

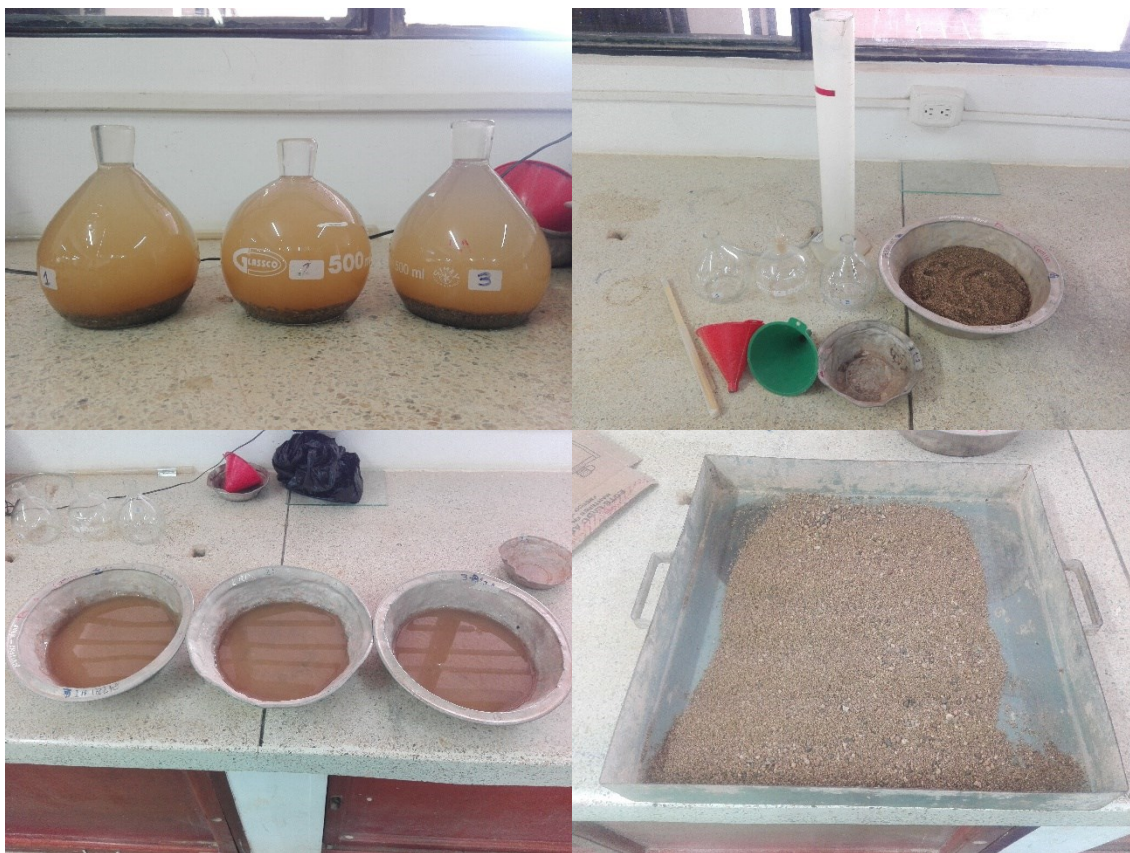


Figura 14. Laboratorio de Densidad y Absorción del Agregado Fino. Fuente: Autor 2019.

4.1.5 Masa unitaria y los vacíos entre partículas de agregados. Siguiendo el proceso descritos en la NTC 92 se consignaron los datos mostrados en el Apéndice A y evidenciado en la Figura 15. Concluyendo que la masa unitaria del agregado fino es de 1668.1 kg/m³ y del agregado grueso es de 1603.13 kg/m³



Figura 15. Laboratorio de Masa Unitaria. Fuente: Autor 2019.

En la tabla 2 se muestra un resumen de los resultados obtenidos de cada uno de los ensayos de laboratorio según la Norma Técnica Colombiana correspondiente.

Tabla 2
Caracterización física de los agregados

Norma	Descripción	Tipo Agregado	Resultado
NTC 1776	Humedad	Fino	5.01%
NTC 1776	Humedad	Grueso	0.46%
NTC 77	Granulometría	Fino	TM 1" y TMN 3/4"
NTC 77	Granulometría	Grueso	MF 3.09
NTC 237	Densidad	Fino	2517.75 kg/m ³
NTC 237	Absorción	Fino	1.62%
NTC 176	Densidad	Grueso	2814.065 kg/m ³
NTC 176	Absorción	Grueso	6.33%

Fuente: Autor 2019.

4.1.6 Diseño de mezclas. Teniendo en cuenta cada uno de los datos obtenidos en los ensayos de laboratorio para la caracterización física de los agregados, esperando una resistencia a la compresión del concreto de 3000 PSI (21 MPa), un asentamiento de 10 cm teniendo en cuenta que este se recomienda para concretos vibrados a mano y pavimentos y realizando la optimización de la granulometría por el método de la Road Note Laboratory (RNL) se establece la dosificación mediante la relación 1 : 1,52 : 2,23 tal y como se describe en el Apéndice B.

Una vez obtenida dosificación ideal se calculan las dosificaciones correspondientes para las probetas de Cilindro (Tabla 3), Vigas (Tabla 4) y los tipos de Adoquines de concreto dispuestos para la investigación (Tabla 5, Tabla 6 y Tabla 7).

Tabla 3
Dosificación para cilindros.

Cilindros				
Datos Cilindro (Unidad)	Diametro (m)	0,15	Altura (m)	0,3
	Area (m2)	0,018	Volumen	0,005
Datos Cilindro (Tres Unidades)	Peso (kg)	Densidad (kg/m3)	Volumen	Relación
Agua	5,2	1000	0,0052	
Cemento	8,97	2843	0,003	1
Ag. Grueso	13,46	2814,07	0,005	1,52
Ag. Fino	17,73	2517,75	0,007	2,23
	45,36		0,02	
Ceniza Volante	3%	5%	7%	10%
Kg	0,27	0,45	0,63	0,90

Fuente: Autor 2019.

Tabla 4
Dosificación para vigas

VIGAS				
Datos de la Viga (Unidad)	Base	0,15	Largo	0,5
	Altura	0,15	Volumen	0,01125
Datos de las Vigas (Tres Unidades)	Peso (kg)	Densidad (kg/m3)	Volumen	Relación
Agua	10,4	1000	0,0104	
Cemento	17,93	2843	0,006	1
Ag. Grueso	26,91	2814,07	0,010	1,52
Ag. Fino	35,47	2517,75	0,014	2,23
	90,71		0,04	
Viruta de acero	7%	10%	12%	15%
Kg	2,48	3,55	4,26	5,32

Fuente: Autor 2019.

Tabla 5
Dosificación para Adoquines Monocapa Gris

Adoquines monocapa gris				
Datos Cilindro (Unidad)	Base	0,1	Largo	0,2
	Altura	0,1	Volumen	0,002
Datos Cilindro (Tres Unidades)	Peso (kg)	Densidad (kg/m ³)	Volumen	Relación
Agua	2,6	1000	0,0026	
Cemento	4,48	2843	0,002	1
Ag. Grueso	6,73	2814,07	0,002	1,52
Ag. Fino	8,87	2517,75	0,004	2,23
	22,68		0,01	

Fuente: Autor 2019.

Tabla 6
Dosificación para Adoquines Bicapa

ADOQUINES BICAPA				
Datos Cilindro (Unidad)	Base	0,1	Largo	0,2
	Altura	0,1	Volumen	0,002
Datos Cilindro (Tres Unidades)	Peso (kg)	Densidad (kg/m ³)	Volumen	Relación
Agua	2,6	1000	0,0026	
Cemento	4,48	2843	0,002	1
Agregado Grueso	6,73	2814,07	0,002	1,52
Agregado Fino	8,87	2517,75	0,004	2,23
	22,68		0,01	

Nota: A cada valor de Agua, Cemento, Agregado Grueso y Agregado Fino presentado en la tabla es necesario dividirla en dos para establecer la dosificación de cada capa. Fuente: Autor 2019.

Tabla 7
Dosificación para Adoquines Monocapa con Ceniza Volante

ADOQUINES MONOCAPA CON CENIZA VOLANTE				
Datos Cilindro (Unidad)	Base	0,1	Largo	0,2
	Altura	0,1	Volumen	0,002
Datos Cilindro (Tres Unidades)	Peso (kg)	Densidad (kg/m ³)	Volumen	Relación
Agua	2,6	1000	0,0026	
Cemento	4,48	2843	0,002	1
Agregado Grueso	6,73	2814,07	0,002	1,52
Agregado Fino	8,87	2517,75	0,004	2,23
	22,68		0,01	

Fuente: Autor 2019.

4.2 Establecer el porcentaje de cenizas volantes y virutas de acero a utilizar en la mezcla de concreto, por medio de ensayos a compresión de cilindros de concreto con dichas cenizas y ensayos de flexo-tracción de vigas de concreto con viruta de acero, hallando también apoyo en consulta e investigaciones realizadas anteriormente a fin de buscar un mejoramiento en el módulo de rotura de los adoquines bicapa.

4.2.1 Cilindros de concreto. Se realizan 18 cilindros de concreto (Figura 16), específicamente 3 probetas por cada dosificación de ceniza volante estipulada del 0%, 3%, 5%, 7%, 10% y un valor aleatorio del 30% según el peso del cemento, con el fin de comprobar en un valor más alto de lo establecido el comportamiento del aditivo usado en la mezcla. Se comprueba también por cada mezcla que el asentamiento sea de 10 cm, además, de preparar cada molde correctamente para contener la mezcla.



Figura 16. Cilindros de prueba. Fuente: Autor 2019.

Cada espécimen se desencofró a las 24 horas a partir de la elaboración y se introdujeron en el tanque de agua del laboratorio de resistencia de materiales para un correcto fraguado y curado hasta aproximadamente los 45 días, edad a la cual se realizaron las pruebas de resistencia luego de tomar los datos necesarios, teniendo en cuenta que en ese tiempo de curado la ceniza volante ha actuado en la mezcla de concreto (Imcyc A.C., 2006), permitiendo así, determinar la resistencia final a la compresión, la cual establece la dosificación más apropiada que contribuya a mejorar el módulo de rotura de los adoquines bicapa; aplicando una carga constante de 0.25 MPa/s en la maquina universal hasta la falla de la probeta como se muestra en la Figura 17.



Figura 17. Ensayo a compresión de cilindros de concreto. Fuente: Autor 2019.

En las tablas 8 a la tabla 13 se encuentran los datos de fecha de elaboración, fecha de ensayo, diámetro (Φ), altura (H), peso (W) y resistencia a la compresión de cada una de las probetas; el código de cada espécimen esta denotado por la nomenclatura (C2.X.X) donde la primera “X” es un numero variable que depende del número de mezclas realizada y la segunda “X” es un numero variable que identifica la cantidad probetas realizadas.

Los formatos proporcionados por el laboratorio de resistencia de materiales de cada uno de los cilindros de concreto se encuentran en los Apéndice C.

Tabla 8
Cilindros C 1.1

% Ceniza Volante	Fecha Elaboración	Fecha Ensayo	Edad
0%	8/04/2019	23/05/2019	45
	C 1.1.1	C 1.1.2	C 1.1.3
Φ1	153,79	150,88	152,52
Φ2	152,14	152,60	151,86
Φ3	151,64	153,39	152,29
ΦP (mm)	152,52	152,29	152,22
H1	307,31	305,08	303,51
H2	307,67	306,31	303,40
H3	305,98	304,57	304,50
HP (mm)	306,99	305,32	303,80
W (Kg)	12,60	12,55	12,50
Resistencia	22,88	22,62	22,53
Resistencia Promedio (MPa)		22,68	

Fuente: Autor 2019.

Tabla 9
Cilindros C 1.2

% Ceniza Volante	Fecha Elaboración	Fecha Ensayo	Edad
30%	10/04/2019	27/05/2019	47
	C 1.2.1	C 1.2.2	C 1.2.3
Φ1	152,59	151,27	153,45
Φ2	151,63	151,73	151,97
Φ3	152,70	153,21	151,60
ΦP (mm)	152,31	152,07	152,34
H1	307,11	306,86	307,70
H2	307,44	307,70	307,62
H3	307,42	307,12	307,70
HP (mm)	307,32	307,23	307,67
W (Kg)	12,29	12,35	12,32
Resistencia	26,77	26,93	27,59
Resistencia Promedio (MPa)		27,10	

Fuente: Autor 2019.

Tabla 10
Cilindros C 1.3

% Ceniza Volante	Fecha Elaboración	Fecha Ensayo	Edad
5%	11/04/2019	27/05/2019	46
	C 1.3.1	C 1.3.2	C 1.3.3
Φ1	151,28	153,74	152,42
Φ2	152,25	152,94	151,65
Φ3	153,55	152,97	153,86
ΦP (mm)	152,36	153,22	152,64
H1	305,14	307,70	304,53
H2	305,17	307,70	306,64
H3	306,32	305,00	306,97
HP (mm)	305,54	306,80	306,05
W (Kg)	12,67	12,65	12,60
Resistencia	31,3	30,56	29,55
Resistencia Promedio (MPa)		30,47	

Fuente: Autor 2019.

Tabla 11
Cilindros C 1.4

% Ceniza Volante	Fecha Elaboración	Fecha Ensayo	Edad
7%	22/04/2019	6/06/2019	45
	C 1.4.1	C 1.4.2	C 1.4.3
Φ1	152,71	152,65	153,26
Φ2	153,41	151,85	152,25
Φ3	151,18	152,97	151,42
ΦP (mm)	152,43	152,49	152,31
H1	306,08	305,73	305,07
H2	305,79	305,99	305,65
H3	305,31	306,20	306,05
HP (mm)	305,73	305,97	305,59
W (Kg)	12,52	12,56	12,55
Resistencia	31,75	31,85	32,33
Resistencia Promedio (MPa)		31,98	

Fuente: Autor 2019.

Tabla 12
Cilindros C 1.5

% Ceniza Volante	Fecha Elaboración	Fecha Ensayo	Edad
10%	24/04/2019	7/06/2019	44
	C 1.5.1	C 1.5.2	C 1.5.3
Φ1	152,39	152,83	152,07
Φ2	153,00	149,99	153,17
Φ3	152,23	153,03	152,15
ΦP (mm)	152,54	151,95	152,46
H1	306,51	306,25	306,38
H2	307,02	306,83	306,81
H3	307,65	306,04	306,00
HP (mm)	307,06	306,37	306,40
W (Kg)	12,51	12,48	12,50
Resistencia	30,24	30,91	29,36
Resistencia Promedio (MPa)		30,17	

Fuente: Autor 2019.

Tabla 13
Cilindros 1.6

% Ceniza Volante	Fecha Elaboración	Fecha Ensayo	Edad
3%	25/04/2019	7/06/2019	43
	C 1.6.1	C 1.6.2	C 1.6.3
Φ1	152,73	152,45	152,67
Φ2	151,78	152,50	153,02
Φ3	152,13	150,78	151,96
ΦP (mm)	152,21	151,91	152,55
H1	305,29	305,35	306,46
H2	305,12	305,70	305,18
H3	305,24	306,09	304,40
HP (mm)	305,22	305,71	305,35
W (Kg)	12,48	12,53	12,51
Resistencia	29,74	27,55	28,6
Resistencia Promedio (MPa)		28,63	

Fuente: Autor 2019.

En la Figura 18 se encuentran tabuladas las resistencias promedio a la compresión obtenidas de cada una de las probetas de concreto según la dosificación asignada, mostrándose que las probetas con el 7% de ceniza volante según el peso del cemento obtuvieron la resistencia más alta teniendo en cuenta que cada una de las mezclas fue proyectada a una resistencia de 21 MPa

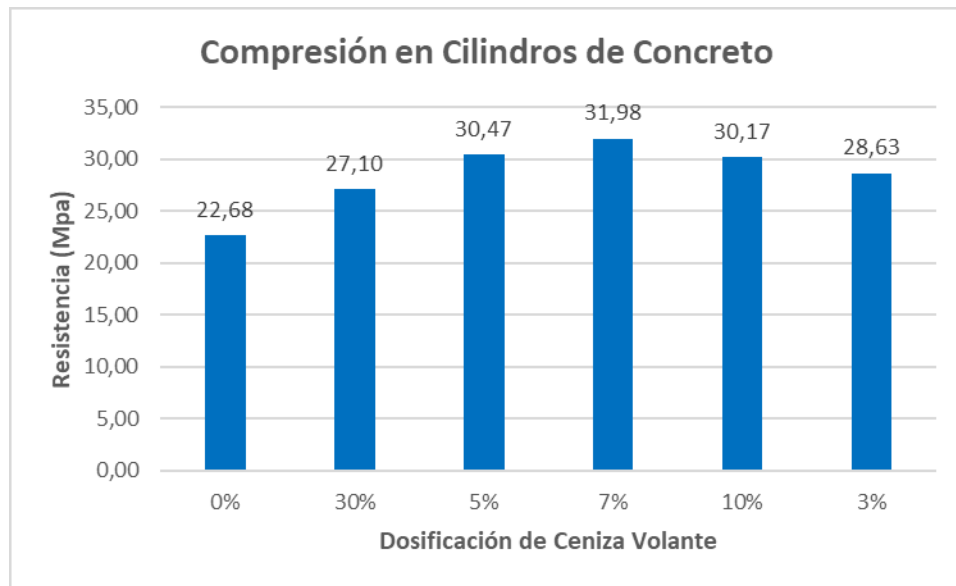


Figura 18. Resistencia a la compresión de Cilindros de Concreto. Fuente: Autor 2019.

4.2.2 Vigas de concreto. Se realizan 15 vigas de concreto (Figura 19), específicamente 3 probetas por cada dosificación de viruta de acero estipulada del 0%, 7%, 10%, 12%, 15% según el peso de la arena. Se comprueba durante la elaboración de cada mezcla que el asentamiento sea de 10 cm, además de preparar cada molde correctamente para contener la mezcla.



Figura 19. Vigas de concreto de prueba. Fuente: Autor 2019.

Cada espécimen se desencofró a las 24 horas a partir de la elaboración y se introdujeron en una piscina plástica con agua dispuesta en el laboratorio de concretos para un correcto fraguado y curado hasta aproximadamente los 28 días, edad a la cual el concreto alcanzó su resistencia final. Realizando también las pruebas de resistencia luego de tomar los datos necesarios y realizar la demarcación de los puntos de apoyo y tercio medio; permitiendo así, determinar la resistencia final a la flexión, la cual establece la dosificación más apropiada que contribuya a mejorar el módulo de rotura de los adoquines bicapa; aplicando una carga constante de 0.017 MPa/s en la máquina universal hasta la falla de la probeta como se muestra en la Figura 20.



Figura 20. Ensayo a flexión de vigas de concreto. Fuente: Autor 2019.

En las tablas 14 a la tabla 18 se encuentran los datos de fecha de elaboración, fecha de ensayo, altura (H), base (B), longitud (L), peso (W) y resistencia a la flexión de cada una de las probetas; el código de cada espécimen esta denotado por la nomenclatura (V 2.X.X) donde la primera “X” es un numero variable que depende del número de mezclas realizada y la segunda “X” es un numero variable que identifica la cantidad probetas realizadas.

Los formatos proporcionados por el laboratorio de resistencia de materiales de cada una de las vigas de concreto se encuentran en los Apéndice D.

Tabla 14
Vigas V 2.1

% Viruta de acero	Fecha Elaboración	Fecha Ensayo	Edad
0%	6/05/2019	3/06/2019	28
	V 2.1.1	V 2.1.2	V 2.1.3
H1	152,25	152,64	154,31
H2	154,20	153,12	154,91
H3	153,14	154,44	155,04
HP (mm)	153,20	153,40	154,75
B1	154,00	154,74	154,52
B2	154,61	155,32	154,21
B3	154,09	154,09	153,70
BP (mm)	154,23	154,72	154,14
L1	534,00	533,00	533,00
L2	534,00	533,00	533,50
L3	534,00	533,50	533,00
LP (mm)	534,00	533,17	533,17
W (Kg)	28,49	28,62	28,71
Resistencia	3,19	2,84	2,91
Resistencia Promedio (MPa)		2,98	

Fuente: Autor 2019.

Tabla 15
Vigas V 2.2

% Viruta de acero	Fecha Elaboración	Fecha Ensayo	Edad
7%	8/05/2019	5/06/2019	28
	V 2.2.1	V 2.2.2	V 2.2.3
H1	153,19	153,91	152,00
H2	153,74	154,17	152,77
H3	154,99	154,61	153,88
HP (mm)	153,97	154,23	152,88
B1	154,10	154,51	153,98
B2	154,24	154,62	155,02
B3	153,72	153,82	154,43
BP (mm)	154,02	154,32	154,48
L1	534,00	533,00	534,00
L2	534,00	533,00	534,00
L3	534,00	533,00	534,50
LP (mm)	534,00	533,00	534,17
W (Kg)	28,89	28,84	28,79
Resistencia	2,84	2,58	2,69
Resistencia Promedio (MPa)		2,70	

Fuente: Autor 2019.

Tabla 16
Vigas V 2.3

% Viruta de acero	Fecha Elaboración	Fecha Ensayo	Edad
10%	9/05/2019	6/06/2019	28
	V 2.3.1	V 2.3.2	V 2.3.3
H1	154,20	154,49	154,43
H2	153,60	153,61	153,45
H3	153,05	152,74	153,26
HP (mm)	153,62	153,61	153,71
B1	154,12	154,36	154,61
B2	154,70	154,55	155,43
B3	153,72	154,06	154,46
BP (mm)	154,18	154,32	154,83
L1	533,00	534,00	534,00
L2	533,00	534,00	534,00
L3	533,00	534,00	534,00
LP (mm)	533,00	534,00	534,00
W (Kg)	28,49	28,62	28,84
Resistencia	2,86	2,66	2,04
Resistencia Promedio (MPa)		2,52	

Fuente: Autor 2019.

Tabla 17
Vigas V 2.4

% Viruta de acero	Fecha Elaboración	Fecha Ensayo	Edad
12%	13/05/2019	14/06/2019	32
	V 2.4.1	V 2.4.2	V 2.4.3
H1	154,56	155,23	154,99
H2	154,46	155,49	154,98
H3	154,88	155,15	155,73
HP (mm)	154,63	155,29	155,23
B1	153,96	154,30	154,80
B2	155,22	155,39	155,67
B3	154,74	154,17	155,39
BP (mm)	154,64	154,62	155,29
L1	534,00	534,00	533,00
L2	534,00	534,00	533,00
L3	534,50	534,00	533,00
LP (mm)	534,17	534,00	533,00
W (Kg)	28,84	28,49	28,62
Resistencia	2,97	2,91	2,04
Resistencia Promedio (MPa)		2,64	

Fuente: Autor 2019.

Tabla 18
Vigas V 2.5

% Viruta de acero	Fecha Elaboración	Fecha Ensayo	Edad
15%	16/05/2019	14/06/2019	29
	V 2.5.1	V 2.5.2	V 2.5.3
H1	154,63	156,63	155,19
H2	154,92	155,73	155,68
H3	154,85	155,88	155,68
HP (mm)	154,80	156,08	155,52
B1	154,83	155,45	154,43
B2	154,78	154,90	155,79
B3	154,76	153,72	154,14
BP (mm)	154,79	154,69	154,79
L1	534,00	533,00	534,00
L2	534,00	533,00	534,00
L3	534,00	533,00	534,50
LP (mm)	534,00	533,00	534,17
W (Kg)	28,71	28,49	28,71
Resistencia	2,39	2,4	1,54
Resistencia Promedio (MPa)		2,11	

Fuente: Autor 2019.

En la Figura 21 se encuentran tabuladas las resistencias promedio a la flexión obtenidas en cada una de las probetas de concreto según la dosificación asignada, mostrándose que los especímenes con algún contenido de viruta de acero disminuyen su resistencia a la flexión en comparación a las probetas elaboradas con concreto sin dicha adición.

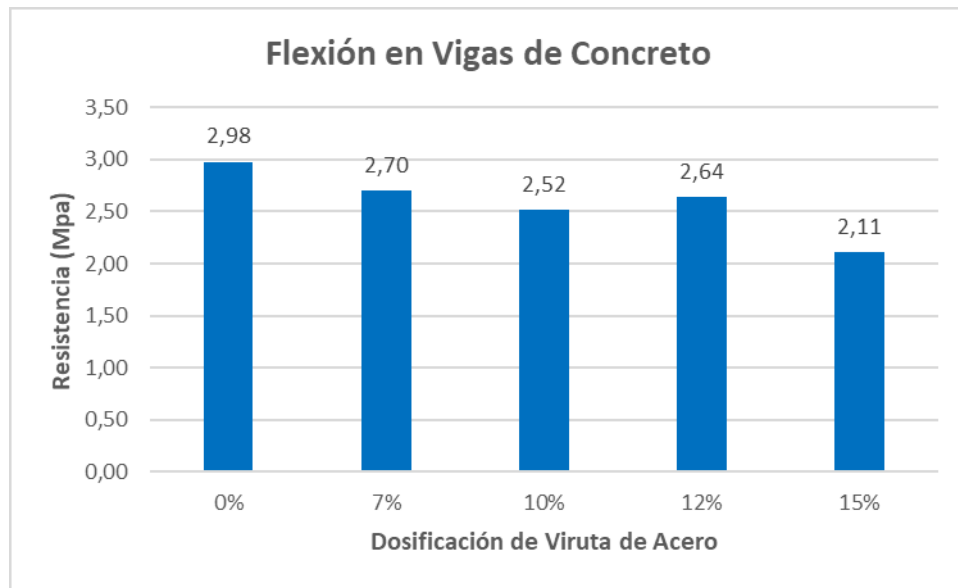


Figura 21. Flexión en Vigas de Concreto. Fuente: Autor 2019.

4.2.3 Dosificación establecida de Ceniza Volante y Viruta de Acero. Tomando en cuenta lo descrito anteriormente se escoge el 7% de ceniza volante como dosificación apropiada para el concreto de la capa superior de los adoquines bicapa y aunque la viruta de acero utilizada no es apropiada para aumentar la resistencia a la flexión en concreto se determina que para el correcto desarrollo de lo establecido en la investigación es propio usar el 7% de viruta de acero como refuerzo para la capa inferior de los adoquines bicapa, debido a que fue el porcentaje en el cual las probetas presentaron mayor resistencia a la flexión.

4.3 Determinar el comportamiento de adoquines bicapa de concreto con viruta de acero como refuerzo en la capa inferior y ceniza volante como aditivo en la capa superior, mediante ensayos de flexo-tracción, empleando el porcentaje de dosificación más apropiado obtenidos en los ensayos de compresión en cilindros de concreto y flexo-tracción en vigas de concreto para así establecer su módulo de rotura.

4.3.1 Dimensiones y elaboración del molde del adoquín. La NTC 2017 refiere en el numeral 4.1.2.1 que “La relación entre la longitud nominal (l_n) y el ancho nominal (a_n) de los adoquines no debe ser mayor de 4” y en el numeral 4.1.2.2 menciona que “La relación entre la longitud nominal (l_n) y el espesor estándar (e_e) de los adoquines no debe ser mayor de 4” por lo cual, tomando las recomendaciones de longitud recomendadas, en los que la longitud nominal debe variar entre 50 mm y 200 mm, el ancho nominal no debe ser menor de 50 mm y el espesor estándar debe ser múltiplos de 20 no menor a 60 mm (Norma técnica Colombiana 2017, 2018).

Se optó por escoger dimensiones que permitieran una fácil fabricación del molde y cumplieran especificaciones dadas, de la siguiente forma:

Longitud nominal: 200 mm

Ancho nominal: 100 mm

Espesor estándar: 100 mm

Verificación de la relación l_n y a_n :

$$\frac{l_n}{a_n} < 4$$

$$\frac{200}{100} < 4$$

$$2 < 4 \text{ (Cumple)}$$

Verificación de la relación Ln y Ee

$$\frac{Ln}{Ee} < 4$$

$$\frac{200}{100} < 4$$

$$2 < 4 \text{ (Cumple)}$$

En la Figura 22 se muestran los moldes de adoquines elaborados con platinas de 1/12 de 4 pulgadas de ancho que permitió asegurar una medida real de 100 mm de altura con dos de sus lados fijos a la base y otros dos movibles por medio de una bisagra y asegurados con tornillo para mantener la forma necesaria al momento de contener el concreto para finalmente obtener adoquines que cumplen con las dimensiones estipuladas y con la forma apropiada para el ensayo.



Figura 22. Molde para adoquines. Fuente: Autor 2019.

4.3.2 Adoquines Monocapa gris. El adoquín monocapa es aquel cuya mezcla de concreto se elabora solamente con cemento gris (Norma técnica Colombiana 2017, 2018).

Este se realizó teniendo en cuenta la dosificación dada en la Tabla 5 y se proyectó realizar tres probetas según la muestra calculada con edades de ensayo a la flexión de 7, 14, 28 y 45 días para determinar el comportamiento del módulo de rotura a medida que aumenta el tiempo de curado, verificando siempre que cada mezcla cumpliera con el asentamiento de 10 cm y preparando correctamente el molde para contener la mezcla de concreto sin ningún tipo de adición.

Cada espécimen se desencofró a las 24 horas a partir de la elaboración y se introdujeron en una piscina plástica con agua para un correcto fraguado y curado hasta aproximadamente la

edad requerida, en la cual se realizaron las pruebas de resistencia a la flexión luego de tomar los datos necesarios y realizar la demarcación de los puntos de apoyo y punto medio ($l/2$); aplicando una carga constante de 0.02 mm/s en la maquina universal hasta la falla de la probeta como se muestra en la Figura 23.

En las tablas 19 a la tabla 22 se encuentran los datos de fecha de elaboración, fecha de ensayo, base (B), longitud (L), esperar (E), peso (W) y Modulo de rotura de cada una de las probetas; el código de cada espécimen esta denotado por la nomenclatura (AMG 3.X.X) donde la primera "X" es un numero variable que depende del número de mezclas realizada y la segunda "X" es un numero variable que identifica la cantidad probetas realizadas.

Los formatos proporcionados por el laboratorio de resistencia de materiales de cada una de los adoquines se encuentran en el apéndice E.



Figura 23. Medición y Ensayo de adoquines. Fuente: Autor 2019.

Tabla 19
Adoquín Monocapa Gris AMG 3.3

	Fecha Elaboración	Fecha Ensayo	Edad
	29/06/2019	15/08/2019	47
	AMG 3.3.1	AMG 3.3.2	AMG 3.3.3
B1	99,2	100,4	104,12
B2	100,62	101,5	102,64
B3	100,98	101,02	101,02
BP (mm)	100,27	100,97	102,59
L1	199,79	200,56	202,06
L2	200,19	201,47	201,36
L3	199,55	200,84	201,03
LP (mm)	199,84	200,96	201,48
E1	103,14	104,12	99,65
E2	102,37	102,64	101,18
E3	101,97	101,02	100,57
HP (mm)	102,49	102,59	100,47
W (Kg)	4,52	4,71	4,64
Mr	3,21	3,16	3,54
Mr		3,30	
Promedio (MPa)			

Fuente: Autor 2019.

Tabla 20
Adoquín Monocapa Gris AMG 3.4

	Fecha Elaboración	Fecha Ensayo	Edad
	14/07/2019	15/08/2019	32
	AMG 3.4.1	AMG 3.4.2	AMG 3.4.3
B1	98,81	99,22	98,07
B2	99,59	99,67	99,67
B3	99,92	99,42	99,93
BP (mm)	99,44	99,44	99,22
L1	199,9	200,49	199,45
L2	199,95	200,32	199,09
L3	199,94	198,76	198,48
LP (mm)	199,93	199,86	199,01
E1	100,72	100,67	102,45
E2	101,19	103,18	99,99
E3	103,68	104,63	98,8
HP (mm)	101,86	102,83	100,41
W (Kg)	4,66	4,61	4,64
Mr	3,17	3,10	3,48
Mr		3,25	
Promedio (MPa)			

Fuente: Autor 2019.

Tabla 21
Adoquín Monocapa Gris AMG 3.9

	Fecha Elaboración	Fecha Ensayo	Edad
	31/07/2019	15/08/2019	15
	AMG 3.9.1	AMG 3.9.2	AMG 3.9.3
B1	101,51	99,96	99,45
B2	102,63	100,82	100,89
B3	104,14	100,51	101,28
BP (mm)	102,76	100,43	100,54
L1	200,27	200,68	200,07
L2	200,32	200,51	199,63
L3	199,86	200,56	199,31
LP (mm)	200,15	200,58	199,67
E1	100,34	101,93	101,06
E2	100,27	101,61	100,43
E3	100,74	100,68	100,24
HP (mm)	100,45	101,41	100,58
W (Kg)	4,65	4,63	4,56
Mr	2,56	2,03	1,76
Mr		2,12	
Promedio (MPa)			

Fuente: Autor 2019.

Tabla 22
Adoquín Monocapa Gris AMG 3.11

	Fecha Elaboración	Fecha Ensayo	Edad
	6/08/2019	15/08/2019	9
	AMG 3.11.1	AMG 3.11.2	AMG 3.11.3
B1	101,64	100,4	100,62
B2	101,5	101,5	101,18
B3	99,44	101,02	99,74
BP (mm)	100,86	100,97	100,51
L1	200,56	200,73	202,06
L2	201,47	200,68	201,36
L3	200,84	200,39	201,03
LP (mm)	200,96	200,60	201,48
E1	103,14	104,12	102,99
E2	102,37	102,64	102,71
E3	101,97	101,02	102,45
HP (mm)	102,49	102,59	102,72
W (Kg)	4,63	4,63	4,62
Mr	1,98	1,82	1,98
Mr		1,93	
Promedio (MPa)			

Fuente: Autor 2019.

En la Figura 24 se encuentran tabulados los Modulos de Rotura obtenidos en cada una de las probetas de adoquines Monocapa Gris, mostrando que se presenta un aumento de resistencia hasta los 32 días y un valor casi constante a los 47 días debido a que el concreto sin ningún tipo de aditivo a los 28 días se aproxima a su resistencia máxima.

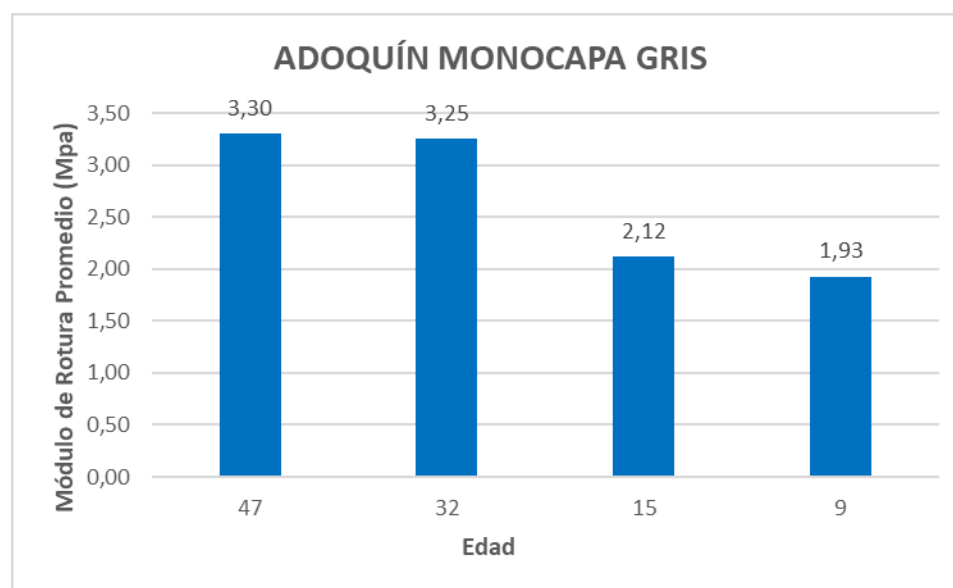


Figura 24. Adoquín Monocapa Gris. Fuente: Autor 2019.

4.3.3 Adoquines Bicapa. Es el adoquín cuya masa está constituida por dos capas de concreto de características diferentes, la inferior contra la cara de apoyo y de concreto gris; y la superior contra la cara de desgaste y de un concreto de diferentes características que el anterior por su dosificación, textura, color, o por la incorporación de diversos tipos de agregados (Norma técnica Colombiana 2017, 2018).

Este se realizó teniendo en cuenta la dosificación dada en la Tabla 6 y se proyectó realizar tres probetas según la muestra calculada con edades de ensayo a la flexión de 7, 14, 28 y 45 días, para determinar el comportamiento del módulo de rotura a medida que aumenta el tiempo de curado, verificando que cada mezcla cumpliera con el asentamiento de 10 cm y preparando correctamente el molde para contener el concreto sin ningún tipo de adición.

Cada espécimen se desencofró a las 24 horas a partir de la elaboración y se introdujeron en una piscina plástica con agua para un correcto fraguado y curado hasta aproximadamente la edad

requerida, en la cual se realizaron las pruebas de resistencia a la flexión luego de tomar los datos necesarios y realizar la demarcación de los puntos de apoyo y punto medio ($l/2$); aplicando una carga constante de 0.02 mm/s en la maquina universal hasta la falla de la probeta como se muestra en la Figura 23.

En las tablas 23 a la tabla 26 se encuentran los datos de fecha de elaboración, fecha de ensayo, base (B), longitud (L), esperar (E), peso (W) y Modulo de rotura de cada una de las probetas; el código de cada espécimen esta denotado por la nomenclatura (AB3.X.X) donde la primera "X" es un numero variable que depende del número de mezclas realizada y la segunda "X" es un numero variable que identifica la cantidad probetas realizadas.

Tabla 23
Adoquín Bicapa AB 3.1

	Fecha Elaboración	Fecha Ensayo	Edad
	27/06/2019	15/08/2019	49
	AB 3.1.1	AB 3.1.2	AB 3.1.3
B1	100,1	98,99	98,86
B2	100,39	100,3	99,86
B3	99,12	99,93	100,15
BP (mm)	99,87	99,74	99,62
L1	201,73	199,48	200,22
L2	202,82	199,66	200,11
L3	201,32	200,05	199,91
LP (mm)	201,96	199,73	200,08
E1	102,44	101,65	102,45
E2	101,85	100,87	99,99
E3	101,52	100,03	98,8
HP (mm)	101,94	100,85	100,41
W (Kg)	4,66	4,64	4,63
Mr	4,72	3,82	3,85
Mr		4,13	
Promedio (MPa)			

Fuente: Autor 2019.

Tabla 24
Adoquín Bicapa AB 3.6

	Fecha Elaboración	Fecha Ensayo	Edad
	17/07/2019	15/08/2019	29
	AB 3.6.1	AB 3.6.2	AB 3.6.3
B1	100,68	101,51	99,3
B2	100,02	100,9	100,84
B3	98,69	99,34	101,46
BP (mm)	99,80	100,58	100,53
L1	201,58	200,84	200,69
L2	201,76	202,02	200,09
L3	200,1	202,3	199,37
LP (mm)	201,15	201,72	200,05
E1	103,29	103,16	100,48
E2	101,93	102,89	101,4
E3	102,43	102,39	101,97
HP (mm)	102,55	102,81	101,28
W (Kg)	4,73	4,74	4,67
Mr	3,13	3,08	2,87
Mr		3,03	
Promedio (MPa)			

Fuente: Autor 2019.

Tabla 25
Adoquín Bicapa AB 3.7

	Fecha Elaboración	Fecha Ensayo	Edad
	29/07/2019	15/08/2019	17
	AB 3.7.1	AB 3.7.2	AB 3.7.3
B1	99,85	99,16	99,85
B2	101,23	100,78	100,43
B3	99,96	100,91	100,66
BP (mm)	100,35	100,28	100,31
L1	199,59	199,56	200,29
L2	199,6	199,91	200,54
L3	200,2	199,86	200,97
LP (mm)	199,80	199,78	200,60
E1	102,49	101,93	101,15
E2	101,7	101,61	101,3
E3	101,34	100,68	101,35
HP (mm)	101,84	101,41	101,27
W (Kg)	4,67	4,63	4,68
Mr	2,84	3,28	3,08
Mr		3,07	
Promedio (MPa)			

Fuente: Autor 2019.

Tabla 26
Adoquín Bicapa 3.7

	Fecha Elaboración	Fecha Ensayo	Edad
	7/08/2019	15/08/2019	8
	AB 3.12.1	AB 3.12.2	AB 3.12.3
B1	99,43	100,35	101,07
B2	100,96	100,43	100,86
B3	101,17	98,91	99,78
BP (mm)	100,52	99,90	100,57
L1	199,59	200,15	201,23
L2	199,99	200,48	201,42
L3	200,32	200,41	201,32
LP (mm)	199,97	200,35	201,32
E1	102,13	104,12	102,99
E2	100,84	102,64	101,04
E3	100,85	101,02	100,32
HP (mm)	101,27	102,59	101,45
W (Kg)	4,62	4,71	4,67
Mr	1,87	1,98	1,79
Mr		1,88	
Promedio (MPa)			

Fuente: Autor 2019.

En la Figura 25 se encuentran tabulados los Modulos de Rotura obtenidos en cada una de las probetas de adoquines Bicapa, mostrando que se presenta un aumento de resistencia hasta los 49 días y un valor casi constante en los días 17 y 29 ocasionado por algún error humano en la fabricación, probablemente en el vibrado, específicamente en el adoquín AB 3.6.3, el cual

presento un Módulo de rotura de 2.87 MPa, valor que es menor en comparación a los adoquines AB 3.6.1 y AB 3.6.2 que presentaron una resistencia de 3.28 MPa y 3.18 MPa respectivamente, por lo tanto no se tiene en cuenta dicho valor para el cálculo del módulo de rotura promedio.

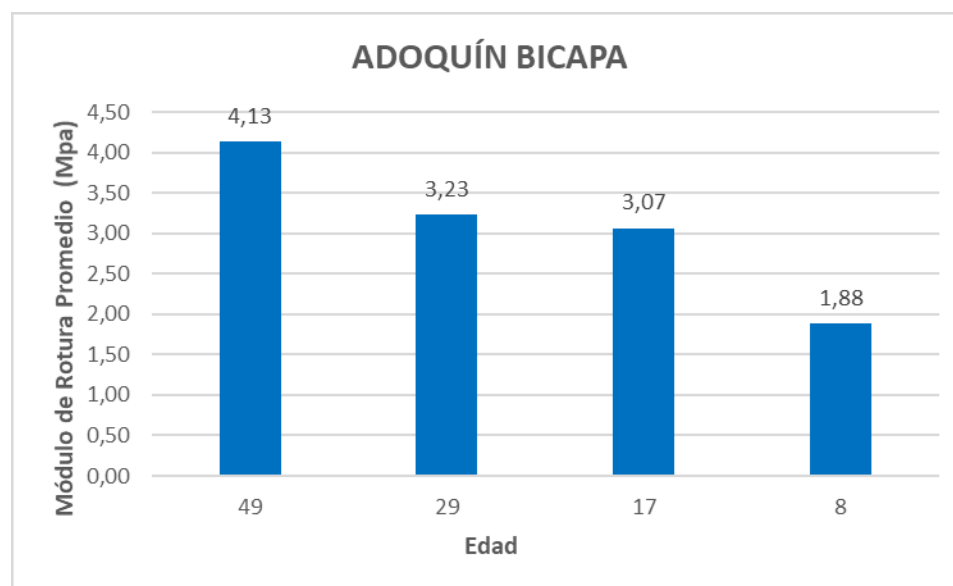


Figura 25. Adoquín Bicapa. Fuente: Autor 2019.

4.3.4 Adoquines monocapa. Es el adoquín cuya masa está constituida por una sola capa de concreto de características uniformes (Norma técnica Colombiana 2017, 2018).

Este se realizó teniendo en cuenta la dosificación dada en la Tabla 7 y se proyectó realizar tres probetas según la muestra calculada con edades de ensayo a la flexión de 7, 14, 28 y 45 días, para determinar el comportamiento del módulo de rotura a medida que aumenta el tiempo de curado, verificando siempre que cada mezcla cumpliera con el asentamiento de 10 cm y preparando correctamente el molde para contener la mezcla de concreto sin ningún tipo de adición.

Cada espécimen se desencofró a las 24 horas a partir de la elaboración y se introdujeron en una piscina plástica con agua para un correcto fraguado y curado hasta aproximadamente la edad requerida, en la cual se realizaron las pruebas de resistencia a la flexión luego de tomar los datos necesarios y realizar la demarcación de los puntos de apoyo y punto medio ($l/2$); aplicando una carga constante de 0.02 mm/s en la maquina universal hasta la falla de la probeta como se muestra en la imagen 23.

En las tablas 27 a la tabla 30 se encuentran los datos de fecha de elaboración, fecha de ensayo, base (B), longitud (L), esperar (E), peso (W) y Modulo de rotura de cada una de las probetas; el código de cada espécimen esta denotado por la nomenclatura (AM3.X.X) donde la primera “X” es un numero variable que depende del número de mezclas realizada y la segunda “X” es un numero variable que identifica la cantidad probetas realizadas.

Tabla 27
Adoquín Monocapa 3.2

	Fecha Elaboración	Fecha Ensayo	Edad
	28/06/2019	15/08/2019	48
	AM 3.2.1	AM 3.2.2	AM 3.2.3
B1	99,29	98,49	101,41
B2	99,75	100,21	101,25
B3	100,1	100,39	98,88
BP (mm)	99,71	99,70	100,51
L1	200,56	200,25	200,62
L2	200,93	199,97	201,43
L3	200,99	199,1	201,49
LP (mm)	200,83	199,77	201,18

E1	100,53	101,11	102,3
E2	100,98	99,8	99,7
E3	102,36	98,6	99,64
HP (mm)	101,29	99,84	100,55
W (Kg)	4,60	4,52	4,59
Mr	4,36	4,53	3,73
Mr		4,21	
Promedio (MPa)			

Fuente: Autor 2019.

Tabla 28
Adoquín Monocapa 3.5

	Fecha Elaboración	Fecha Ensayo	Edad
	17/07/2019	15/08/2019	29
	AM 3.5.1	AM 3.5.2	AM 3.5.3
B1	100,68	101,51	99,3
B2	100,02	100,9	100,84
B3	98,69	99,34	101,46
BP (mm)	99,80	100,58	100,53
L1	201,58	200,84	200,69
L2	201,76	202,02	200,09
L3	200,1	202,3	199,37
LP (mm)	201,15	201,72	200,05
E1	103,29	103,16	100,48
E2	101,93	102,89	101,4
E3	102,43	102,39	101,97
HP (mm)	102,55	102,81	101,28
W (Kg)	4,66	4,66	4,64

Mr	3,63	4,20	3,95
Mr		3,93	
Promedio (MPa)			

Fuente: Autor 2019.

Tabla 29
Adoquín Monocapa 3.8

	Fecha Elaboración	Fecha Ensayo	Edad
	30/07/2019	15/08/2019	16
	AM 3.8.1	AM 3.8.2	AM 3.8.3
B1	99,96	100,3	99,33
B2	100,85	102,59	101,17
B3	99,26	101,66	101,66
BP (mm)	100,02	101,52	100,72
L1	200,37	200,89	200,56
L2	200,33	200,77	200,44
L3	199,55	200,51	200,62
LP (mm)	200,08	200,72	200,54
E1	103,6	102,34	101,99
E2	103,55	100,94	102,43
E3	103,61	100,15	102,5
HP (mm)	103,59	101,14	102,31
W (Kg)	4,65	4,64	4,60
Mr	3,00	3,07	2,90
Mr		2,99	
Promedio (MPa)			

Fuente: Autor 2019.

Tabla 30
Adoquín Monocapa 3.10

	Fecha Elaboración	Fecha Ensayo	Edad
	5/08/2019	15/08/2019	10
	AM 3.10.1	AM 3.10.2	AM 3.10.3
B1	100,24	99,2	99,65
B2	100,6	100,62	101,18
B3	99,3	100,98	100,57
BP (mm)	100,05	100,27	100,47
L1	199,79	199,85	200,45
L2	200,19	200,24	200,5
L3	199,55	200,46	200,51
LP (mm)	199,84	200,18	200,49
E1	103,14	101,06	102,06
E2	102,37	101,75	102,3
E3	101,97	101,95	103,52
HP (mm)	102,49	101,59	102,63
W (Kg)	4,63	4,60	4,64
Mr	2,56	2,48	2,20
Mr		2,41	
Promedio (MPa)			

Fuente: Autor 2019.

En la Figura 35 se encuentran tabulados los Módulos de Rotura obtenidos en cada una de las probetas de adoquines Monocapa, mostrando que se presenta un aumento constante de resistencia hasta los 48 días a partir de su elaboración.

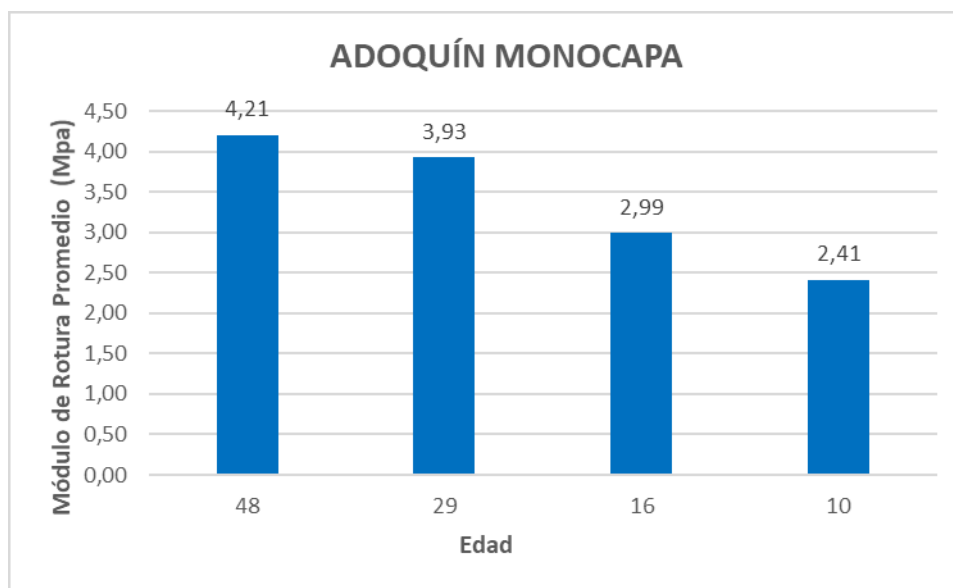


Figura 26. Adoquín Monocapa. Fuente: Autor 2019.

En la Figura 27 se muestran evidencias de la elaboración según las dosificaciones establecidas, desencofrado a las 24 horas a partir de la elaboración y resultado final de los adoquines de concreto monocapa gris, bicapa y monocapa.



Figura 27. Elaboración, desencofrado y resultado final de adoquines. Fuente: Autor 2019.

4.4 Diferir entre el comportamiento mecánico de adoquines monocapa gris y bicapa mediante ensayos de flexo-tracción para establecer cuál de los dos es más eficiente al momento de resistir cargas.

4.4.1 Módulo de rotura a los 7 días de elaboración. En la Tabla 31 se encuentran los datos de resistencia de los tres tipos de adoquines fabricados junto con su Módulo de Rotura independiente y promedio, allí se muestra que los adoquines Monocapa Gris y Bicapa presentan una misma Resistencia Promedio de 1.88 MPa pero el adocquín Monocapa posee una resistencia de 2.41 MPa (Figura 28) producida posiblemente por una resistencia inicial producida por la ceniza volante dosificada.

Tabla 31

Resistencia Adoquines a los 7 días de elaboración

Edad	Tipo Adoquín	Adoquín No.	Mr (MPa)	Mr Promedio
7 Días	Monocapa Gris	3.11.1	1,98	1,88
		3.11.2	1,82	
		3.11.3	1,98	
	Monocapa	3.10.1	2,56	2,41
		3.10.2	2,48	
		3.10.3	2,20	
	Bicapa	3.12.1	1,87	1,88
		3.12.2	1,98	
		3.12.3	1,79	

Fuente: Autor 2019.

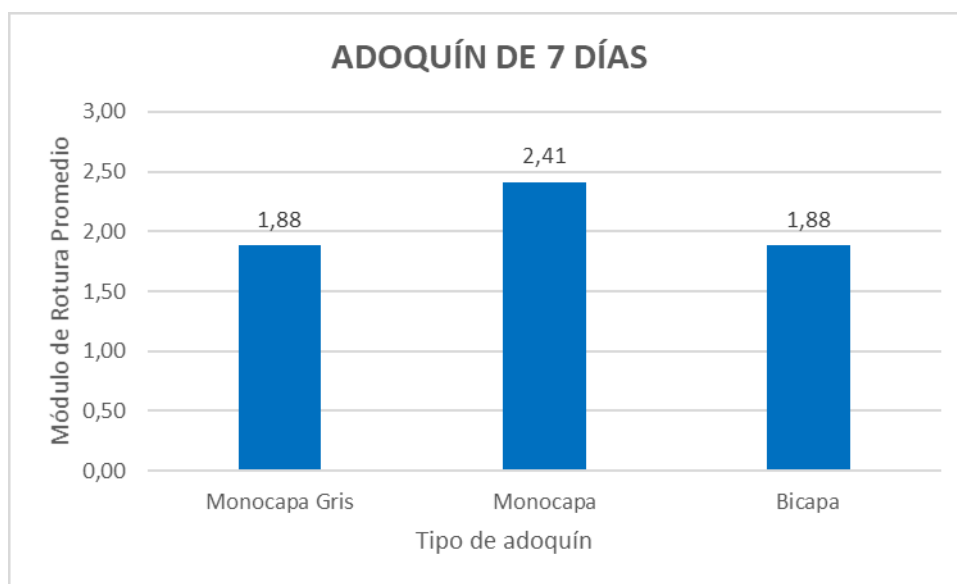


Figura 28. Resistencia Adoquines a los 7 días de elaboración. Fuente: Autor 2019.

4.4.2 Módulo de rotura a los 14 Días de elaboración. En la tabla 32 se encuentran los datos de resistencia de los tres tipos de adoquines fabricados junto con su Módulo de Rotura independiente y promedio, allí se muestra que aproximadamente a los 14 días de elaboración los adoquines Monocapa Gris presentan una resistencia de 2.12 MPa, los adoquines Bicapa una resistencia de 2.99 MPa y los adoquines Monocapa posee una resistencia de 3.07 MPa (Figura 29).

Tabla 32
Resistencia Adoquines a los 14 días de elaboración.

Edad	Tipo Adoquín	Adoquín No.	Mr (MPa)	Mr Promedio
14 Días	Monocapa Gris	3.9.1	2,56	2,12
		3.9.2	2,03	
		3.9.3	1,76	
	Monocapa	3.8.1	3,00	2,99
		3.8.2	3,07	
		3.8.3	2,90	
	Bicapa	3.7.1	2,84	3,07
		3.7.2	3,28	
		3.7.3	3,08	

Fuente: Autor 2019.

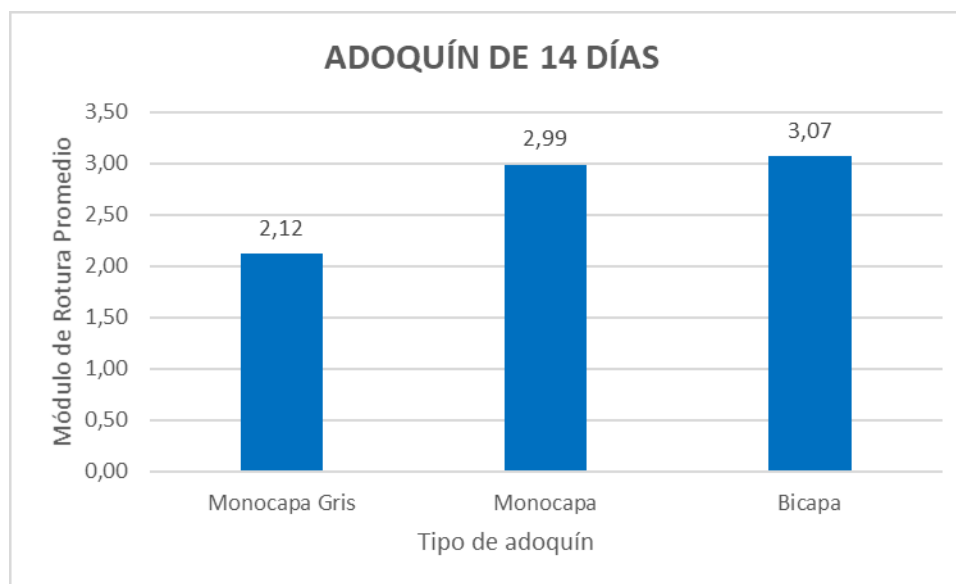


Figura 29. Resistencia Adoquines a los 14 días de elaboración. Fuente: Autor 2019.

4.4.3 Módulo de rotura a los 28 Días de elaboración. En la Tabla 33 se encuentran los datos de resistencia de los tres tipos de adoquines fabricados junto con su Módulo de Rotura independiente y promedio aproximadamente a los 28 días, allí se muestra que los adoquines monocapa posee nuevamente la resistencia mayor, siendo esta de 3.93 MPa, y los adoquines monocapa gris presentan una resistencia un poco mayor en comparación a los adoquines bicapa, error que se manifestó por una resistencia menor en el adoquín 3.6.3 en comparación a los adoquines 3.6.1 y 3.6.3. (Figura 30)

Tabla 33

Resistencia Adoquines a los 28 días de elaboración.

Edad	Tipo Adoquín	Adoquín No.	Mr (MPa)	Mr Promedio
28 Días	Monocapa Gris	3.4.1	3,17	3,25
		3.4.2	3,10	
		3.4.3	3,48	
	Monocapa	3.5.1	3,63	3,93
		3.5.2	4,20	
		3.5.3	3,95	
	Bicapa	3.6.1	3,28	3,23
		3.6.2	3,18	
		3.6.3	2,87	

Fuente: Autor 2019.

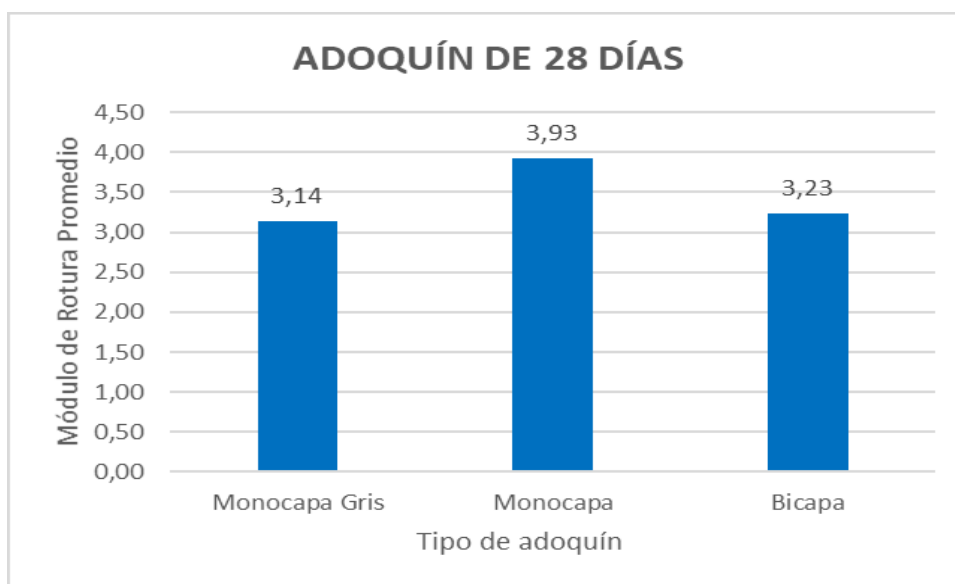


Figura 30. Resistencia Adoquines a los 28 días de elaboración. Fuente: Autor 2019.

4.4.4 Módulo de rotura a los 45 Días de elaboración. En la Tabla 34 se encuentran los datos de resistencia de los tres tipos de adoquines fabricados junto con su Módulo de Rotura independiente y promedio, allí se muestra que aproximadamente a los 45 días después de la elaboración de los adoquines, el monocapa presenta la resistencia más alta de 4.21 MPa, le sigue

los adoquines bicapa con 4.13 MPa y por último los adoquines monocapa gris con 3.3 MPa (Figura 31).

Tabla 34
Resistencia Adoquines a los 45 días de elaboración.

Edad	Tipo Adoquín	Adoquín No.	Mr (MPa)	Mr Promedio
45 Días	Monocapa Gris	3.3.1	3,21	3,30
		3.3.2	3,16	
		3.3.3	3,54	
	Monocapa	3.2.1	4,36	4,21
		3.2.2	4,53	
		3.2.3	3,73	
	Bicapa	3,1,1	4,72	4,13
		3,1,2	3,82	
		3,1,3	3,85	

Fuente: Autor 2019.

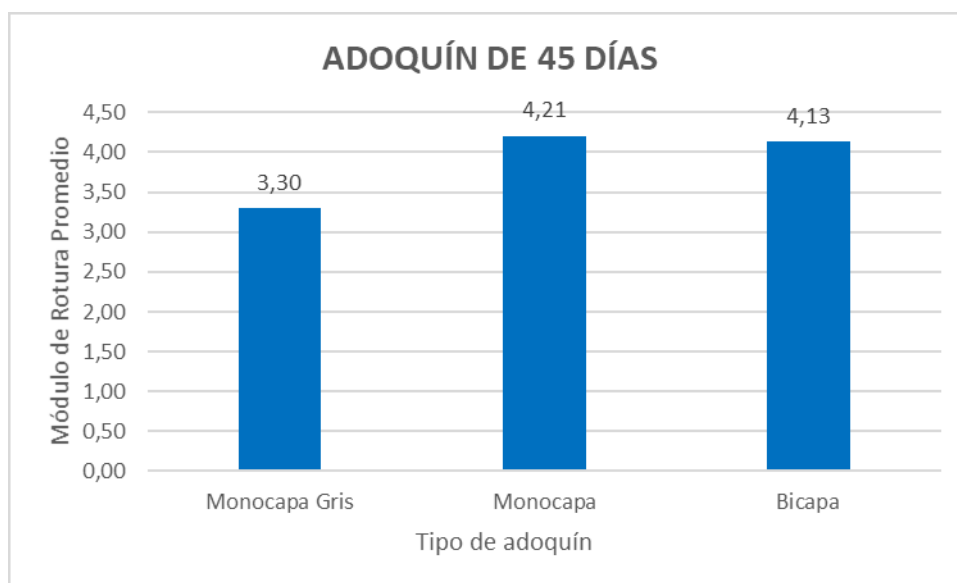


Figura 31. Resistencia Adoquines a los 45 días de elaboración. Fuente: Autor 2019.

4.4.5 Análisis comparativo. Finalmente se realiza en la Figura 32 y Figura 33 un análisis comparativo del comportamiento de los tres tipos de adoquines elaborados en cada una de las fechas ensayadas, notándose un comportamiento uniforme en el aumento de la resistencia en los adoquines monocapa y un aumento variable en la resistencia de los adoquines bicapa y monocapa gris, pero destacándose que los adoquines monocapa poseen la resistencia más alta, le siguen los adoquines bicapa y por último los adoquines monocapa gris.

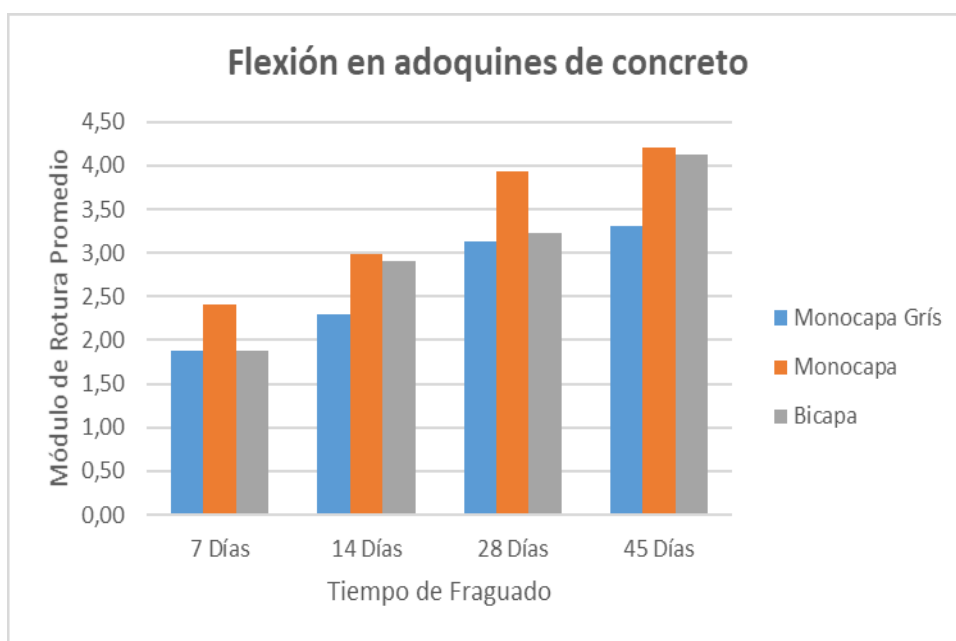


Figura 32. Gráfica comparativa de resistencia promedio. Fuente: Autor 2019.

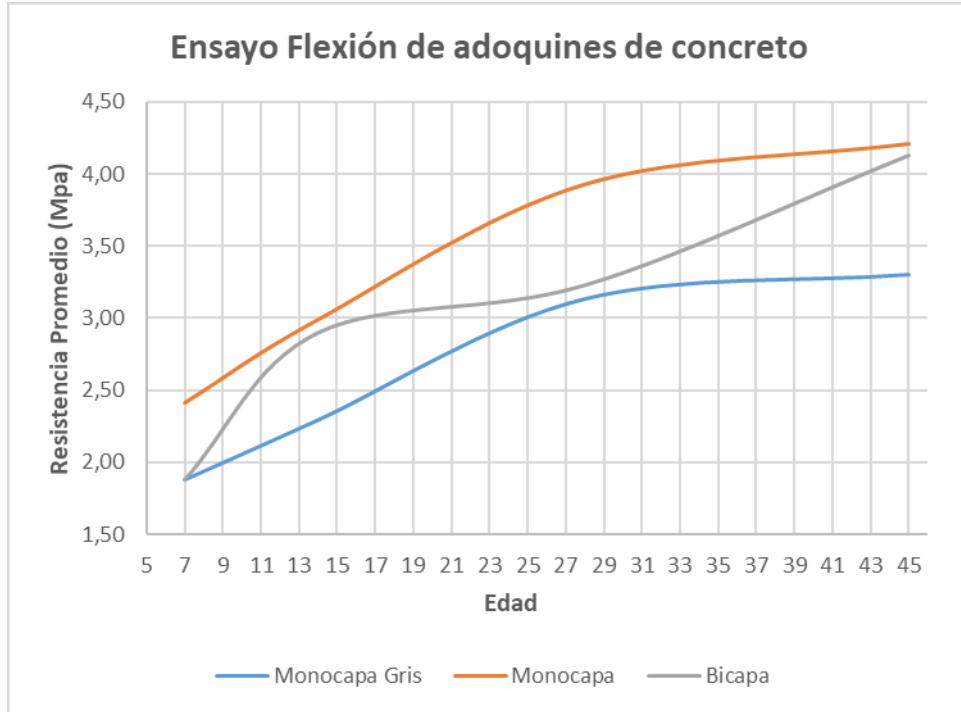


Figura 33. Gráfica comparativa de resistencia promedio Vs Edad. Fuente: Autor 2019.

Capítulo 5. Conclusiones

El análisis físico realizado a los agregados muestra que, aunque estos provengan de una planta de tratamiento de materiales pétreos y la empresa procure al máximo cumplir con los límites granulométricos propuestos en la NTC 174, estos no cumple con el requisito establecidos, lo cual se ve reflejado en la necesidad de realizar una optimización de granulometría por el método de la Road Note Laboratory para obtener una relación de dosificación en la mezcla de concreto de 1:1.52:2.23 y así alcanzar una resistencia a la compresión de aproximadamente 21 MPa (3000 psi).

La ceniza volante en dosificaciones del 7% del peso del cemento al implementarse en la mezcla de concreto con resistencia a la compresión esperadas de 21 MPa proporciona un aumento de aproximadamente 9 MPa a los 45 días de elaboración producidos por la inclusión del Oxido de Aluminio (Al_2O_3) y el Óxido de Silicio (SiO_2) proporcionados por la ceniza volante, los cuales son los compuestos que añaden la característica aglomerante del cemento y la viruta de acero proveniente de la rectificación de cilindros mecánicos no permite aumentar la resistencia a la flexión del concreto, sino que produce una disminución de la resistencia.

El comportamiento mecánico a flexión del adoquín monocapa de concreto sin ningún tipo de adición en la mezcla presenta un módulo de rotura de 3.14 MPa a los 28 días de elaboración, el cual es aportado principalmente por la dureza adquirida gracias a las propiedades aglomerantes del cemento al entrar en contacto con el agua, pero este, a su vez, aumenta un poco hasta los 45 días de curado, en el caso del adoquín bicapa de concreto con 7% de viruta de acero en la capa inferior y 7% de ceniza volante en la capa superior el módulo de rotura aumenta desde hasta llegar a los 4.13 Mpa gracias a la resistencia aportada por el cemento los primeros 28 días y

por la ceniza volante en los 7 días posteriores pero afectándose un poco este valor por la inclusión de viruta de acero y el adoquín monocapa de concreto con un 7% de ceniza volante en la mezcla de concreto obtiene un módulo de rotura de 4.21 MPa a los 45 días de curado, resistencia aportada principalmente por el trabajo conjunto del cemento y ceniza volante.

En los ensayos a flexión de cada tipo de adoquín se presenta siempre un crecimiento en el módulo de rotura a partir de la fecha de elaboración y analizándolos cada uno aproximadamente a los 45 días se observa que el adoquín Bicapa es 25% más resistente que el adoquín con concreto sin ningún tipo de adición y como anexo a la investigación se logró incluir el estudio del comportamiento a flexión del adoquín Monocapa, el cual es un 28% más resistente que el adoquín monocapa gris.

En los ensayos a flexión de cada tipo de adoquín se presenta siempre un crecimiento en el módulo de rotura a partir de la fecha de elaboración y analizándolos cada uno aproximadamente a los 45 días se observa que tanto los adoquines monocapa, como los adoquines bicapa con un módulo de rotura de 4.21 MPa y 4.13 MPa respectivamente son más eficientes al momento de resistir cargas en relación con los adoquines monocapa gris, los cuales presentan una resistencia de 3.30 MPa.

Capítulo 6. Recomendaciones

La determinación de las propiedades físicas del agregado fino y grueso es importante para realizar una correcta dosificación de la mezcla de concreto porque siempre existe la posibilidad que los agregados no sean los más adecuados para realizar la mezcla, pero ante el no cumplimiento de algunas características establecidas por la NTC 174 es posible implementar un método alternativo de dosificación como el de la Note Road Laboratory para garantizar una distribución de agregados que ocupe los vacíos y resistencias esperadas con los materiales disponibles.

Con el fin de obtener las mismas condiciones de fabricación, ensayo y resultados en los especímenes estudiados debe realizarse una mezcla de concreto que cumpla con el volumen requerido para la elaboración de las probetas proyectadas en la investigación junto con los moldes necesarios para contenerla, pero, ante la posibilidad de no cumplir con este parámetro debe garantizarse que las mezclas de concreto realizadas en el desarrollo del proyecto cumplan con las mismas condiciones y dosificaciones previamente establecidas.

Referencias

- Aenor. (1 de Diciembre de 2008). *UNE-EN 450-1:2006+A1:2008 Cenizas volantes para hormigón*. España. Obtenido de http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0041723#.WUtapWg1_IU (<http://www.cedex.es/NR/rdonlyres/B01FDCCB-AC8E-4089-9699-FA6413FBEE7C/119905/CENIZASVOLANTESDECARBONYCENIZASDEHOGAR.pdf>
- Alvarez Escalante, E., & Valdez Molina, J. (2015). *Evaluación del comportamiento del concreto reemplazando en diferentes porcentajes el agregado fino proveniente de la cantera de Vicho y Cunyac por viruta de acero*. Cusco: Universidad Andina del Cusco.
- Angarita, P. A., & Rincon, H. J. (2017). *Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto adicionado con viruta de acero en porcentajes de 10 y 12 % respecto al agregado fino de la mezcla*. Ocaña: UFPSO.
- Asocreto. (2010). *Tecnología del concreto*. Bogotá: Nomos Impresores.
- Barrantes Villanueva, J. A., & Holguin Romero, R. C. (2015). *INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE REEMPLAZO DE CENIZA VOLANTE POR CEMENTO, SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN EN LA FABRICACIÓN DE ADOQUINES DE TRANSITO LIVIANO*. Perú: Tesis de grado.
- Benjamin, S., & Safiuddin, M. (2015). *Abrasion Resistance of Concrete – Design, Construction and Case Study*. Canada: Concrete Research Letters.

Burgos, D., Angulo, D., & Gutierrez, R. (2011). *Durabilidad de morteros adicionados con cenizas volantes de alto*. Cali: Universidad del Valle.

Cedex. (Diciembre de 2011). *Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas*.
Obtenido de <http://www.cedex.es/NR/rdonlyres/B01FDCCB-AC8E-4089-9699-FA6413FBEE7C/119905/CENIZASVOLANTESDECARBONYCENIZASDEHOGAR.pdf>

Constructivo. (22 de Septiembre de 2016). *Constructivo*. Obtenido de
<http://www.constructivo.com/cn/d/novedad.php?id=7>

CPI. (2013). *Concrete Plant International*. Obtenido de <https://www.cpi-worldwide.com/us/journals/artikel/3921>

Departamento Transporte. (12 de Junio de 2006). *Fiuba*. Obtenido de
<http://materias.fi.uba.ar/6807/contenidos/Apunte%20Pavimentos.pdf>

Duran Herrera, N., & Velasquez Amado, N. (2016). *Evaluación de la aptitud de concretos, reemplazando parcialmente el cemento portland por cenizas volantes y cenizas de bagazo de caña de azucar*. Ocaña: UFPSO.

Fernandez de Sanmamed, L. (Marzo de 1984). *Revista Materconstrucc*. Obtenido de Consejo Superior de Investigaciones Cientificas:
<http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/viewFile/1129/125>

García Badillo, A. (2008). *Mejoramiento del concreto con adición de viruta de acero a porcentajes de 12 y 14% respecto al agregado fino de la mezcla*. Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana.

Heidrich, C. (22 de 07 de 2015). *Tahiti*. Obtenido de <http://www.ladepeche.pf/laustralie-recycle-ses-cendres-de-charbon/>

Hernando, C., & Pacheco, O. (2008). Pathology of interlocking pavements. *Cedec*, 7-26.

Imcyc A.C. (2006). Los aditivos para concreto en seis pasos. *Tecnología*, 1.

Javed, B., Graf, L. A., Miller, M., & Gajda, J. (Septiembre de 2003). *imcyc*. Obtenido de <http://www.imcyc.com/cyt/septiembre03/ceniza.htm>

Kosmatka, S. H., Kerkhoff, B., Panarese, W. C., & Tanesi, J. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto* (Primera ed.). Mexico: Portland Cement Association.

Navarro Caro, L. (2009). *Desarrollo, ejecución y presentación del proyecto de investigación*. Caracas: Panapo.

Norma Técnica Colombiana 174. (21 de 06 de 2000). *NTC 174 Especificaciones de los Agregados para Concreto*. Obtenido de Icontec: <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC174.pdf>

Norma técnica Colombiana 2017. (23 de 05 de 2018). *Norma técnica Colombiana 2017*.

Obtenido de Icontec: <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC2017.pdf>

Norma Técnica Colombiana 2275. (16 de 04 de 1997). *Norma Técnica Colombiana 2275*.

Obtenido de Icontec: <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC2275.pdf>

- Nrmca. (2009). *National Ready Mixed Concrete Association*. Obtenido de <https://www.nrmca.org/aboutconcrete/cips/CIP4es.pdf>
- Núñez, C., Roca, A., & Jorba, J. (2013). *Comportamiento mecánico de los materiales*. Barcelona: Edicions Universitat Barcelona.
- Ochoa, C. (2013). *netquest*. Obtenido de <https://www.netquest.com/blog/es/que-tamano-de-muestra-necesito>
- Ossa, M., & Jorquera S, H. (Marzo de 1984). *Revistas Materconstrucc*. Obtenido de <http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/viewFile/956/1013>
- Ovnicom S.A.S. (2017). *Ovnicom S.A.S*. Obtenido de <http://www.ovnicomsas.com/attachments/Logo/logo-ovnicom.png?template=generic>
- Ovnicom S.A.S. (2017). *Ovnicom S.A.S*. Obtenido de <http://www.ovnicomsas.com/about-us/>
- Pacheco Cruzado, G. (2016). - *Resistencia a compresión axial del concreto $F'C=175$ KG/CM² incorporando diferentes porcentajes de viruta de acero ensayadas a diferentes edades*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- Psyma. (2015). *Passionate People, Creative solution*. Obtenido de <https://www.psyma.com/company/news/message/como-determinar-el-tamano-de-una-muestra>
- Quintana Cruz, C., & Valencia Castro, P. (2016). *Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 12% y 14%*. Bogota: Universidad Católica de Colombia.

Radio Australia. (22 de 07 de 2015). *Tahiti*. Obtenido de <http://www.ladepeche.pf/laustralie-recycle-ses-cendres-de-charbon/>

Rodriguez Santiago, J. (1998). Empleo de las Cenizas volantes en la fabricacion de los hormigones. *Obras Públicas*, 663-676.

Sánchez de Gúzman, D. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero*. Bogota: Bhandar Editores Ltda.

Santaella Valencia, L., & Salamanca Correa, R. (2004). *Comportamiento del concreto con bajos porcentajes de ceniza volante (Termopaipa IV) y agua constante*. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.

Sarta Forero, H., & Silva Rodríguez, J. (2017). *Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 4% y 6%*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.

Termotasajero S.A. E.S.P. (2008). *Termotasajero colgener*. Obtenido de http://www.termotasajero.com.co/page/index.php?option=com_content&task=view&id=17&Itemid=36

Tobon, J., Restrepo Baena, O., & Paya Bernabeu, J. (2007). *CEMENTO PORTLAND MEZCLADO CON NANOPARTÍCULAS*. Medellín: Universidad Nacional.

Vera Regalado, E. (2015). *Resistencia a compresión axial del concreto $f'c=210$ kg/cm² con la adición de diferentes porcentajes de viruta metálica*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.

Apéndices

Apéndice A. Resultados ensayos de laboratorio de caracterización física de los agregados.


ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE ADOQUINES BICAPA DE CONCRETO CON ADICIÓN DE CENIZAS VOLANTES Y VIRUTA DE ACERO COMO REFUERZO		 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Ocaña - Colombia Vigilada Mineducación</small>	
Fecha:	5/03/2018	Muestra:	Agregado Fino y grueso
Norma:	NTC 1776 Métodos de ensayo para determinar por secado el contenido total de humedad de los agregados		
AGREGADO FINO			
PRUEBA No.	1	2	3
Peso del Recipiente (gr)	183,70	188,00	196,70
Recipiente+Suelo Húmedo	784,20	788,50	797,40
Recipiente+Suelo Seco	755,30	759,20	769,60
Peso del suelo Húmedo	600,50	600,50	600,70
Peso del suelo seco	571,60	571,20	572,90
Peso del agua	28,90	29,30	27,80
Contenido de Humedad (%)	5,06	5,13	4,85
HUMEDAD PROMEDIO	5,01		
AGREGADO GRUESO			
PRUEBA No.	1	2	3
Peso del Recipiente (gr)	188,10	183,88	196,30
Recipiente+Suelo Húmedo	1194,80	1190,00	1200,70
Recipiente+Suelo Seco	1189,30	1185,70	1196,70
Peso del suelo Húmedo	1006,70	1006,12	1004,40
Peso del suelo seco	1001,20	1001,82	1000,40
Peso del agua	5,50	4,30	4,00
Contenido de Humedad (%)	0,55	0,43	0,40
HUMEDAD PROMEDIO	0,46		
<p>Esta norma establece el método de ensayo para determinar el porcentaje de humedad evaporable en una muestra sometida a secado. (ICONTEC, 1994)</p>			

Figura 34. Humedad de los agregados. Fuente: Autor 2019.

**ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE ADOQUINES
BICAPA DE CONCRETO CON ADICIÓN DE CENIZAS VOLANTES
Y VIRUTA DE ACERO COMO REFUERZO**

UFS Universidad Francisco
PS de Paula Santander
Ocaña - Colombia
Vigilada Mineducación

Fecha: 7/03/2018 Muestra: Agregado Grueso
Norma: NTC 77 Métodos para el análisis por tamizado de los agregados finos y gruesos

Peso Muestra 7010 gr

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa
3/4"	19	975,3	13,91	13,91	86,09
1/2"	12,7	4102,5	58,52	72,44	27,56
3/8"	9,51	1429,3	20,39	92,83	7,17
No. 4	4,76	362,2	5,17	97,99	2,01
No. 8	2,38	6,5	0,09	98,09	1,91
No. 16	1,19		0,00	98,09	
No. 30	0,595		0,00	98,09	
No. 50	0,297		0,00	98,09	
No. 100	0,149		0,00	98,09	
No. 200	0,08		0,00	98,09	
Fondo		11	0,16	98,24	1,76
TOTAL		6886,8			



Tamaño Máximo	1"
Tamaño Máximo Nominal	3/4"

Esta norma abarca la determinación de la distribución de los tamaños de las partículas que componen los agregados finos y gruesos, a través de un proceso de tamizado. (ICONTEC, 1994)

RESUMEN: Una muestra de agregado seco previamente pesada, se separa a través de una serie de tamices de aberturas progresivamente más reducidas para la determinación de la distribución de los tamaños de las partículas. (ICONTEC, 1994)

Figura 35. Gradación del agregado Grueso. Fuente: Autor 2019.

**ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE ADOQUINES
BICAPA DE CONCRETO CON ADICIÓN DE CENIZAS VOLANTES
Y VIRUTA DE ACERO COMO REFUERZO**

UFPS Universidad Francisco
de Paula Santander
Cúcuta - Colombia
Vigilada Mineducación

Fecha: 7/03/2018 Muestra: Agregado Fino
Norma: NTC 77 Métodos para el análisis por tamizado de los agregados finos y gruesos

Peso Muestra 7122 gr

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa
3/4"	20		0,00	0,00	100,00
1/2"	12,5		0,00	0,00	100,00
3/8"	10		0,00	0,00	100,00
No. 4	5	202,4	2,89	2,89	97,11
No. 8	2,5	962,7	13,73	16,62	83,38
No. 16	1,25	1699,9	24,25	40,87	59,13
No. 30	0,63	2240,8	31,97	72,84	27,16
No. 50	0,315	875	12,48	85,32	14,68
No. 100	0,16	381	5,44	90,75	9,25
No. 200	0,08	168,3	2,40	93,15	6,85
Fondo		51,9	0,74	93,89	6,11
TOTAL		6582			



Módulo de Finura 3,09

Esta norma abarca la determinación de la distribución de los tamaños de las partículas que componen los agregados finos y gruesos, a través de un proceso de tamizado. (ICONTEC, 1994)

RESUMEN: Una muestra de agregado seco previamente pesada, se separa a través de una serie de tamices de aberturas progresivamente más reducidas para la determinación de la distribución de los tamaños de las partículas. (ICONTEC, 1994)

Figura 36. Gradación del agregado Fino. Fuente: Autor 2019.

**ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE ADOQUINES
BICAPA DE CONCRETO CON ADICIÓN DE CENIZAS VOLANTES
Y VIRUTA DE ACERO COMO REFUERZO**

Fecha: 7/03/2018 **Muestra:** Agregado Grueso
Norma: NTC 176 Método de ensayo para determinar la densidad y la absorción del agregado grueso

Recipiente	Peso (gr)
Tara	288
Molde Sumergido	413,5

	Molde+Muestra	Muestra
Antes del lavado (gr)	5929	5641
Sumergida © (gr)	4435	4021,5
Superficialmente Seca (B) (gr)	6286	5998
Seca al horno (A) (gr)	5850	5562

Densidad	2814,065 kg/m ³
Absorción	6,33 %

Este método de ensayo tiene por objeto determinar la densidad y la absorción del agregado grueso. La densidad se puede expresar como densidad aparente, densidad aparente (SSS) (saturada y superficialmente seca), o densidad nominal. La densidad nominal (SSS) y la absorción se basan en el humedecimiento en agua del agregado después de 24 h. Este método de ensayo no está previsto para ser usado con agregados livianos. (ICONTEC, 1995)

RESUMEN: Una muestra de agregado se sumerge en agua durante 24 h aproximadamente para saturar los poros. Luego se remueve el agua y se seca la superficie de las partículas, y se determina su masa. Posteriormente, la masa de la muestra es determinada y sumergida en el agua. Finalmente, la muestra es seca al horno y se determina su masa una tercera vez. Se usan las masas obtenidas y con las fórmulas de este método de ensayo, se calculan tres tipos de densidad y la absorción. (ICONTEC, 1995)

Figura 37. Densidad y absorción del Agregado Grueso. Fuente: Autor 2019.

**ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE ADOQUINES
BICAPA DE CONCRETO CON ADICIÓN DE CENIZAS VOLANTES
Y VIRUTA DE ACERO COMO REFUERZO**

Fecha: 21/03/2019 **Muestra:** Agregado Fino
Norma: NTC 237 Métodos para determinar la densidad y absorción del agregado fino

Datos de ensayo	1	2	3
Peso Picnómetro (gr)	145,07	152,78	154,14
Volumen Picnómetro (ml)	500	500	500
Temperatura Agua Ensayo (°C)	24	24	24
Molde (gr)	188,62	174,5	193,84
Factor de corrección K	0,9991	0,9991	0,9991

PRUEBA No.	1	2	3
Peso Picnómetro+agua (gr)	647,44	662,07	658,68
Peso Picnómetro+agua+suelo (gr)	708,52	723,14	720,25
Peso suelo seco+Molde (gr)	286,01	271,93	292,03
Gravedad Específica (Kg/m ³)	2500,06	2500,44	2552,74
Gravedad Específica promedio (Kg/m³)	2517,75		

Muestra Seca (gr)	1000
Muestra SSS (gr)	1016,2
% Absorción	1,62

Este método de ensayo cubre la determinación de la densidad aparente y nominal, a una condición de temperatura de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ y la absorción del agregado fino. Este método de ensayo determina (después de 24 h en agua) la densidad aparente, la densidad nominal y la absorción según se define en la NTC 385 Terminología del Cemento y Concreto. (ICONTEC, 1995)

Figura 38. Densidad y absorción del Agregado Fino. Fuente: Autor 2019.

**ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE ADOQUINES
BICAPA DE CONCRETO CON ADICIÓN DE CENZAS VOLANTES
Y VIRUTA DE ACERO COMO REFUERZO**

Fecha: 21/03/2019 **Muestra:** Agregado Fino Y GRUESO
Norma: NTC 92 Determinación de la masa unitaria y los vacíos entre partículas de agregados

AGREGADO FINO			
PRUEBA No.	1	2	3
Diametro (m)	0,15	0,15	0,15
Altura (m)	0,18	0,18	0,18
Volumen (m ³)	0,003	0,003	0,003
Peso Molde (kg)	7,461	7,461	7,461
Molde + Muestra (kg)	12,781	12,77	12,75
Masa Unitaria Compactada	1672,50	1669,04	1662,76
Masa Unitaria Promedio (Kg/m³)	1668,10		

AGREGADO GRUESO			
PRUEBA No.	1	2	3
Diametro (m)	0,15	0,15	0,15
Altura (m)	0,18	0,18	0,18
Volumen (m ³)	0,003	0,003	0,003
Peso Molde (kg)	7,461	7,461	7,461
Molde + Muestra (kg)	12,533	12,546	12,602
Masa Unitaria Compactada	1594,54	1598,62	1616,23
Masa Unitaria Promedio (Kg/m³)	1603,13		

La masa unitaria es el término usado tradicionalmente para describir la propiedad determinada en esta norma. Aunque algunos consideran que los términos peso unitario, densidad o densidad volumétrica resultan más apropiados, no existe aún un acuerdo general sobre el tema. Esta norma determina la masa unitaria en condición compactada o suelta y el cálculo de los vacíos entre las partículas de agregados finos, gruesos o mezclados. Esta norma se aplica a agregados que no exceden los 150 mm de tamaño máximo nominal. (ICONTEC, 1995)

Figura 39. Masa unitaria de los agregados. Fuente: Autor 2019.

Apéndice B. Diseño de Mezclas

- **Datos de los materiales**

Agregado Grueso		
Humedad	0,46%	
Absorción	6,33%	
Densidad	2814,065	kg/m ³
TMN	3/4	"

Agregado Fino		
Humedad	5,01%	
Absorción	1,62%	
Densidad	2517,75	kg/m ³

Cemento		
Densidad	2843	kg/m ³

Agua		
Densidad	1000	kg/m ³

- **Elección del asentamiento**

En la Figura 40 se encuentran los valores de asentamiento recomendados según el tipo de uso dado a la mezcla. Tomando como tipo de estructura las losas medianamente reforzadas y pavimentos, compactados a mano, debido a que el uso que se le dará al concreto es de pavimentos flexibles. Escogiendo así el valor de 10 cm como asentamiento para los cálculos posteriores.

Asentamiento: 10 cm

Asentamiento (cm)	Consistencia (Tipo de concreto)	Grado de Trabajabilidad	Tipo de estructura y condiciones de colocación
0 - 2,0	Muy seca	Muy pequeño	Vigas o pilotes de alta resistencia con vibraciones de formaleta
2,0 - 3,5	Seca	Pequeño	Pavimentos vibrados con máquina mecánica
3,5 - 5,0	Semi - seca	Pequeño	Construcciones en masas voluminosas. Losas medianamente reforzadas con vibración Fundaciones en concreto simple Pavimentos con vibradores normales
5,0 - 10,0	Media	Medio	Losas medianamente reforzadas y pavimentos, compactados a a mano. Columnas, vigas, fundaciones y muros, con vibración
10,0 - 15,0	Húmeda	Alto	Secciones con mucho refuerzo. Trabajos donde la colocación sea difícil. Revestimiento de túneles. No recomendable para compactarlo con demasiada vibración.

Figura 40. Asentamiento del concreto. Fuente: Obtenido de Asocreto (2010)

- **Cantidad de agua de la mezcla**

La Figura 41 establece los valores de cantidad de agua para la mezcla recomendados por el ACI en función del asentamiento (10 cm), TMN de los agregados (3/4") y el contenido de aire (Concreto sin aire incluido). Teniendo en cuenta dichos datos, se obtiene como resultado 200 kg de agua por metro cubico de concreto

Agua: 200 Kg/m³

Condición del contenido de aire	Asentamiento cm	Agua en kg/m ³ de concreto para los TMN del agregado indicados							
		10	12,5	20	25	40	50	70	150
		--	--	--	--	--	--**	--**	--**
Concreto sin aire incluido	3 a 5	205	200	185	180	160	155	145	125
	8 a 10	225	215	200	195	175	170	160	140
	15 a 18	240	230	210	205	185	180	170	---
	Cantidad aproximada de aire atrapado en concreto sin aire incluido, por ciento	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2
Concreto con aire incluido	3 a 5	180	175	165	160	145	140	135	120
	8 a 10	200	190	180	175	160	155	150	135
	15 a 18	215	205	190	185	170	165	160	---
	Promedio recomendable de contenido total de aire por ciento	8	7	6	5	4,5	4	3,5	3

* Estas cantidades de agua de mezclado deben utilizarse en los cálculos de los factores de cemento para mezclas de prueba. Son las máximas para agregados gruesos angulares razonablemente bien formados graduados dentro de los límites de las especificaciones aceptadas.

** Los valores de asentamiento para un concreto que contenga un agregado mayor de 40 mm están basados en pruebas de asentamiento efectuado después de remover las partículas mayores de 40 mm por medio de cribado húmedo.

Figura 41. Agua para la mezcla. Obtenido de Asocreto. (2010)

- **Relación Agua/Cemento**

Este es uno de los valores más importantes porque determinan básicamente los requisitos de resistencia, durabilidad, impermeabilidad y acabado. En la Figura 42 se muestran los valores de Relación a/c recomendados teniendo en cuenta que se espera obtener una resistencia a la compresión de 21 Mpa (3000 psi) a los 28 días de fraguado.

Agua/Cemento: 0.58

Resistencia a la compresión a los 28 días en kg/cm ² (psi)	Concreto sin incluir de aire	Concreto con incluir de aire
	Relación absoluta por peso	Relación absoluta por peso
175 (2 500)	0,65	0,56
210 (3 000)	0,58	0,50
245 (3 500)	0,52	0,46
280 (4 000)	0,47	0,42
315 (4 500)	0,43	0,38
350 (5 000)	0,40	0,35

Figura 42. Relación Agua/Cemento. Fuente: Obtenido de Asocreto. (2010)

- **Cantidad de cemento**

El cálculo de la cantidad de cemento por metro cúbico de concreto se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$C = \frac{a}{a/c}$$

Donde:

C: Contenido de cemento

a: Cantidad de Agua

a/c: Relación Agua/Cemento

Reemplazando los valores correspondientes obtenemos:

$$C = \frac{200 \text{ kg}}{0.58}$$

$$C = 344.87 \text{ kg}$$

- **Porcentaje y cantidad de agregados para la mezcla**

Un buen concreto fresco y endurecido depende en gran medida de la granulometría de los agregados. Por este motivo, antes de dosificar las cantidades de arena y grava es necesario verificar que su distribución de tamaños esté comprendida dentro de un rango preestablecido y no obtener proporciones de agrado grueso y fino, no convenientes. (Asocreto, 2010).

En este caso los agregados disponibles poseen la gradacion mostrada en la Figura 35 y Figura 36; obtenidos mediante el procedimiento estipulado en la NTC 77 "Métodos para el análisis por tamizado de los agregados finos y gruesos"; se realiza una comparación con distribución granulométrica propuesta por la NTC 174 "Especificaciones de los Agregados Para Concreto" (Tabla 35 y Figura 43) y se observa que no cumple con la gradación propuesta con la norma, por lo cual se procede a realizar el análisis por el método de la Road Note Laboratory (RNL).

Tabla 35
Granulometría recomendada para el Agregado Fino

Tamiz NTC 32 (ASTM E 11)	Porcentaje que pasa
9,5 mm	100
4,75 mm	95 a 100
2,36 mm	80 a 100
1,18 mm	50 a 85
600 μm	25 a 60
300 μm	10 a 30

150 μ m

2 a 10

Fuente: (Norma Técnica Colombiana 174, 2000)

Número del tamaño del agregado	Tamaño nominal (tamices de abertura cuadrada)	Material que pasa uno de los siguientes tamices (porcentaje en masa)												
		100 mm	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	37,5 mm	25,0 mm	19,0 mm	12,5 mm	9,5 mm	4,75 mm (No.4)	2,36 mm (No.8)	1,18 mm (No.16)
1	90 mm a 37,5 mm	100	90-100	-	25-80	-	0-15	-	0-5	-	-	-	-	-
2	63 mm a 37,5 mm	-	-	100	90-100	35-70	0-15	-	0-5	-	-	-	-	-
3	50 mm a 25,0 mm	-	-	-	100	90-100	35-70	0-15	-	0-5	-	-	-	-
357	50 mm a 4,75 mm (No.4)	-	-	-	100	95-100	-	35-70	-	10-30	-	0-5	-	-
4	37,5 mm a 19,0 mm	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-15	-	0-5	-	-	-
467	37,5 mm a 4,75 mm (No.4)	-	-	-	-	100	95-100	-	35-70	-	10-30	0-5	-	-
5	25,0 mm a 12,5 mm	-	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-10	0-5	-	-	-
56	25,0 mm a 9,5 mm	-	-	-	-	-	100	90-100	40-85	10-40	0-15	0-5	-	-
57	25,0 mm a 4,75 mm (No.4)	-	-	-	-	-	100	95-100	-	25-60	-	0-10	0-5	-
6	19,0 mm a 9,5 mm	-	-	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-15	0-5	-	-
67	19,0 mm a 4,75 mm (No.4)	-	-	-	-	-	-	100	90-100	-	20-55	0-10	0-5	-
7	12,5 mm a 4,75 mm (No.4)	-	-	-	-	-	-	100	100	90-100	40-70	0-15	0-5	-
8	9,5 mm a 2,36 mm (No.8)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85-100	10-30	0-10	0-5

Figura 43. Granulometría recomendada para el Agregado Grueso. Fuente: Obtenido de Asocreto. (2010)

Una vez comprobado que es necesario emplear el método propuesto por la RNL debido a la granulometría disponible, se procede a escoger los límites de análisis propuestos por Fuller y Thompson en la tabla 7 teniendo en cuenta el Tamaño máximo del agregado grueso es de 1".

Posteriormente se utiliza el método gráfico, el cual consiste en lo siguiente:

1. Se dibuja un cuadro de 10 divisiones en ordenadas y 10 divisiones en abscisas.
2. Se enumeran los ejes de las ordenadas de abajo hacia arriba de 0 a 100 y los ejes de las abscisas, el superior de 0 a 100 de izquierda a derecha y el inferior de derecha a izquierda, de este modo cualquier valor de arriba sumado al correspondiente valor de abajo da 100.
3. Se escoge el eje superior como eje de porcentajes de arena y al inferior como eje de porcentajes de grava.
4. sobre el eje de las ordenadas correspondientes al 100% de la arena se coloca la granulometría de la arena y sobre el eje correspondiente al 100% de la grava se coloca la granulometría de dicho material.

5. Se unen por medio de líneas rectas los puntos correspondientes a cada tamiz en las dos granulometrías. Se tienen entonces líneas inclinadas que representan los posibles porcentajes de mezcla de agregados que pueden pasar por cada uno de los tamices.

6. Sobre las líneas inclinadas se colocan los puntos correspondientes a la especificación elegida de la Figura 44.

7. Se traza un eje vertical que separe los puntos hallados en igual cantidad a izquierda y derecha. A este eje le corresponde un porcentaje de arena y un porcentaje de grava que representa la mezcla óptima. (Asocreto, 2010).

Tamiz		Límite de los porcentajes que pasan los siguientes tamaños máximos								
pulg	mm	90,6 mm (3½")	76,1 mm (3")	64,0 mm (2½")	50,8 mm (2")	38,1 mm (1½")	25,4 mm (1")	19,0 mm (¾")	12,7 mm (½")	9,51 mm (¾")
3½	90,6	100								
3	76,1	94 91	100							
2½	64,0	89 83	94 91	100						
2	50,8	82 73	87 80	92 88	100					
1½	38,1	74 62	78 68	83 75	90 85	100				
1	25,4	64 50	68 55	72 60	78 68	87 80	100			
¾	19,0	58 42	62 47	65 51	71 58	78 68	90 85	100		
½	12,7	50 34	53 37	57 41	62 47	68 55	78 68	87 80	100	
⅜	9,51	45 29	48 32	51 35	56 40	62 47	71 58	78 68	90 85	100
No. 4	4,76	36 20	38 22	40 24	44 27	48 32	56 40	62 47	71 58	78 68
No. 8	2,36	28 13	30 15	32 16	34 18	38 22	44 27	48 32	55 40	61 46
No. 16	1,18	22 9	23 10	25 11	27 13	30 15	34 18	38 22	44 27	48 32
No. 30	600μ	17 6	18 7	20 8	21 9	23 10	27 13	30 15	34 19	38 22
No. 50	300μ	14 4	14 4	15 5	17 8	18 7	21 9	23 10	27 13	30 15
No. 100	150μ	11 3	11 3	12 4	13 4	14 5	17 6	18 7	21 9	23 10

Figura 44. Límites de análisis según Fuller y Thompson. Fuente: Obtenido de Asocreto. (2010)

Con el fin de realizar un cálculo más exacto del porcentaje de Grava y Arena óptimos se realizó la Tabla 36 para encontrar dichos valores. Donde se encuentran los puntos exactos de intersección por medio del punto intercepto entre la línea que une los valores del Porcentaje que pasa del agregado y la línea horizontal del límite recomendado según Fuller y Thompson. Finalmente se muestra en la Figura 45 el procedimiento mencionado para comprobar los resultados.

Agregado grueso: 43.14%

Agregado Fino: 56.83%

Tabla 36
Cálculo del % de adición del Agregado fino y grueso

					Límite Inferior		Límite Superior	
		% Agregado	% Pasa	Pendiente	Recomendado	Intercepto	Recomendado	Intercepto
3/4"	A. Grueso	0	85	0,15	85	0	90	33,33
	A. Fino	100	100					
1/2"	A. Grueso	0	27,56	0,7244	68	55,83	78	69,63
	A. Fino	100	100					
3/8"	A. Grueso	0	7,17	0,9283	58	54,76	71	68,76
	A. Fino	100	100					
No. 4	A. Grueso	0	2,01	0,951	40	39,95	56	56,77
	A. Fino	100	97,11					
No. 8	A. Grueso	0	1,91	0,8147	27	30,80	44	51,66
	A. Fino	100	83,38					
No. 16	A. Grueso	0	0	0,5913	18	30,44	34	57,50
	A. Fino	100	59,13					
No. 30	A. Grueso	0	0	0,2716	13	47,86	27	99,41
	A. Fino	100	27,16					

No. 50	A. Grueso	0	0	0,1468	9	61,31	21	100,00
	A. Fino	100	14,68					
No. 100	A. Grueso	0	0	0,0925	6	64,86	17	100,00
	A. Fino	100	9,25					
Promedio						42,87		70,79
							Agregado Fino	56,83
							Agregado Grueso	43,17

Fuente: Autor 2019.

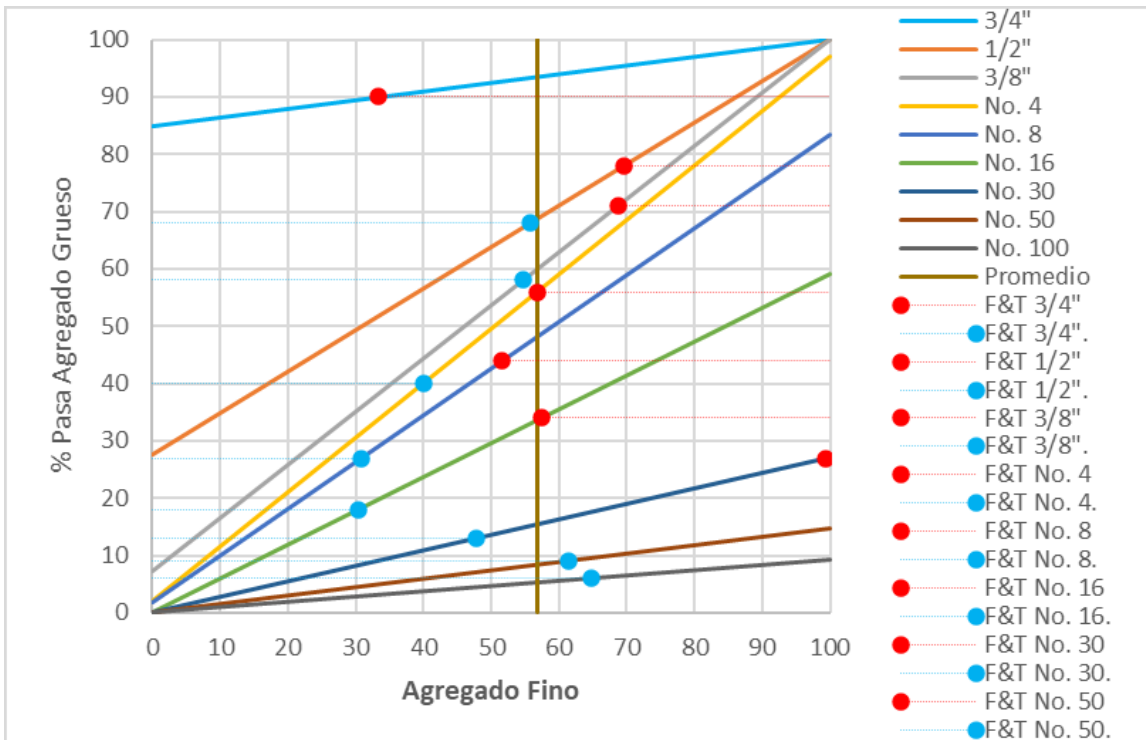


Figura 45. Porcentaje de adición del Agregado Fino y Grueso. Fuente: Autor 2019.

- **Cantidad de agregados para la mezcla**

Se realiza el cálculo de la densidad promedio de los agregados con la siguiente ecuación con el fin de determinar la cantidad de partículas de agregado grueso y fino

$$d_{prom} = \frac{dg \times df}{(\%f \times dg) + (\%g \times df)}$$

donde:

d prom: Densidad promedio

dg: Densidad del Agregado Grueso

df: Densidad del Agregado Fino

%f: Porcentaje de agregado fino RNL

%g: Porcentaje de agregado grueso RNL

$$d_{prom} = \frac{2814.065 \times 2517.75}{(56.86\% \times 2814.065) + (43.14\% \times 2517.75)}$$

$$d_{prom} = 2678.09 \text{ kg/m}^3$$

Una vez conocida la densidad promedio de los agregados se despeja de la ecuación descrita a continuación “Wt” y así completar todos los datos consignados en la tabla 37 teniendo en cuenta el porcentaje de adición asignado para cada tipo de agregado.

$$d_{prom} = \frac{Wt}{Vt}$$

donde:

d prom: Densidad promedio

Wt: Pesos total de los agregados por m³ de concreto

Vt: Volumen total de los agregados por m³ de concreto

Peso del agregado grueso (Wg): 784.13 kg

Peso del agregado fino (Wf): 1033.51 kg

- **Dosificación de la mezcla**

El cálculo del volumen se realiza teniendo en cuenta la siguiente ecuación:

$$Volumen = \frac{Peso}{Densidad}$$

Tabla 37
Dosificación de la mezcla

	Peso (kg)	Densidad (kg/m ³)	Volumen	Relación
Agua	200	1000	0,2	
Cemento	344,83	2843	0,12	1
Ag. Grueso	784,13	2814,065	0,28	2,30
Ag. Fino	1033,51	2517,75	0,41	3,38
	2362,48		1,01	m ³

Fuente: Autor 2019.

- **Agua añadida a la mezcla**

Los agregados siempre tendrán un exceso de agua (agua libre) o un defecto, dicha cantidad debe incluirse en el cálculo del agua de mezclado y por lo tanto se le debe restar la cantidad de exceso o sumar la cantidad en defecto (Asocreto, 2010).

Para determinar el sobrante o faltante de agua se utiliza la ecuación:

$$A = M(H \pm Abs)$$

Donde:

A: Agua en exceso o defecto

M: Peso de la muestra seca

H: Humedad del agregado

Abs: Absorción del agregado

En el caso del agregado fino, posee una Humedad del 5,01% y una absorción del 1,62%, lo que significa que le está aportando agua a la mezcla, por lo cual hay que restar dicho valor y en el caso del agregado grueso, posee una Humedad del 0,46% y una absorción del 6,33%, lo que significa que le está quitando agua a la mezcla, por lo cual hay que sumar dicho valor para encontrar el valor total del agua de la mezcla.

Af	35,04
Ag	46,03
	<hr/>
	10,99
Total	kg

Realizando la corrección de los valores de agua añadida a la mezcla se realiza el cálculo de la dosificación de la mezcla para 0,02 m³ como mezcla de prueba debido a que es el volumen necesario para realizar tres cilindros de prueba. (Tabla 38)

- **Dosificación de la mezcla para la mezcla de prueba**

Tabla 38
Dosificación para la mezcla de prueba

	Peso (kg)	Densidad (kg/m ³)	Volumen	Relación
Agua	4,22	1000	0,004	
Cemento	6,90	2843	0,002	1
Ag. Grueso	15,68	2814,07	0,006	2,30
Ag. Fino	20,67	2517,75	0,008	3,38

		47,47	0,02	m3
Ag	0,53			
Af	0,70		Total Agua	4,39
Total	0,17	kg		

Fuente: Autor 2019.

Luego de realizar la mezcla de prueba se encuentra que para obtener un asentamiento de 10 cm (Figura 46) es necesario incluir 5,2 kg de agua y no 4,39 kg como se calculó, por lo cual se realiza la corrección de la dosificación. Como se muestra en la tabla 39.



Figura 46. Mezcla de prueba. Fuente: Autor 2019.


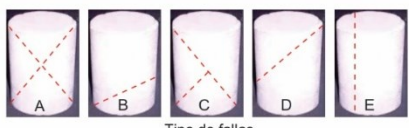
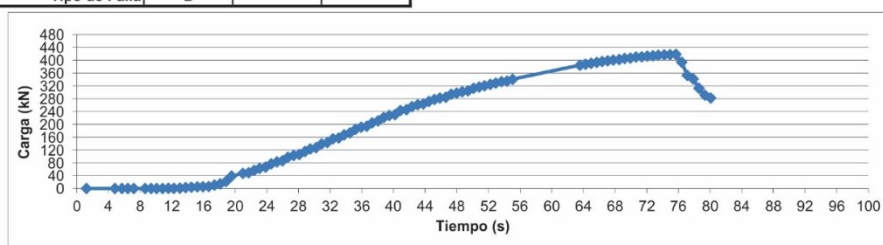

Tabla 39
Corrección de la dosificación


	0,02 m3		1 m3	
Agua necesaria para cumplir con el asentamiento	5,2	kg	260	kg
Ajuste Cantidad Cemento	8,97	kg	448,28	kg
	Peso (kg)	Densidad (kg/m3)	Volumen	Relación
Agua	260	1000	0,26	
Cemento	448,28	2843	0,158	1
Agregado Grueso	672,77	2814,07	0,239	1,52

Agregado Fino	886,74	2517,75	0,352	2,23
	2267,79		1,01	
Wg	672,77	kg		
Wf	886,74	kg		

Fuente: Autor 2019.

Apéndice C. Formatos de ensayos de compresión en cilindros de concreto proporcionados por el laboratorio de concretos de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Codigo	Fecha	Revisión
	F-AC-LRE-001	10-11-2011	A	
FORMATO DE SERVICIO		Dependencia	Aprobado	Pág.
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA		DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)
COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO HIDRÁULICO (NTC 550-673)				
			Ensayo No.: 10474 Fecha de Ensayo: 23/05/2019	
CLIENTE: UFPSO OBRA: Concreto Corriente TIPO DE MEZCLA: Concreto Corriente DESCRIPCION: LOCALIZACION:			Muestra número: 1.1.1 F. Mustreo: 8/04/2019 F. Recepción: 23/05/2019 Slump (cm): 10	
Resistencia Esperada: <u>21</u> Mpa			Vel Ensayo: <u>0,25</u> (MPa/s)	
Resultados de ensayo				
No. Del Cilindro	1	2	3	
Peso (kg)	12,6			
Densidad (kg/m³)	2.246			
Altura (mm)	307			
Diametro (mm)	152,52			
Area (mm²)	18270			
Edad (días)	45			
Carga (kN)	418,1			
Resistencia Real (Mpa)	22,88			
Resistencia proyectada a los 28 días Mpa				
Resistencia (psi):				
Desarrollo (%)	108,97			
Tipo de Falla	D			
				
Tipo de fallas				
				
Observaciones: CEMENTO: _____				
ARENA: _____				
TRITURADO: _____				
Nota: El laboratorio solo se limita a dar resultado de resistencia a la compresión de la muestra sometida a ensayo. _____				
Laboratorista: Iván Dario Bustos Arias			Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.	
Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda.		Rango: 1000 kN	No. se serie: 109	Fecha de Calibración: 9/11/2017
		Via Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104 info@ufps.edu.co - www.ufps.edu.co		
				28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO DE SERVICIO	F-AC-LRE-001	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
LABORATIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	

COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO HIDRÁULICO (NTC 550-673)

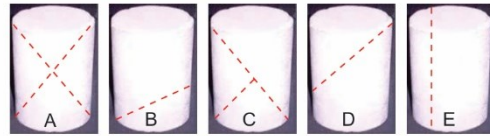
Ensayo No.: 10475
Fecha de Ensayo 23/05/2019

CLIENTE: UFPSS
OBRA: Concreto Corriente
TIPO DE MEZCLA: Concreto Corriente
DESCRIPCION: _____
LOCALIZACION: _____

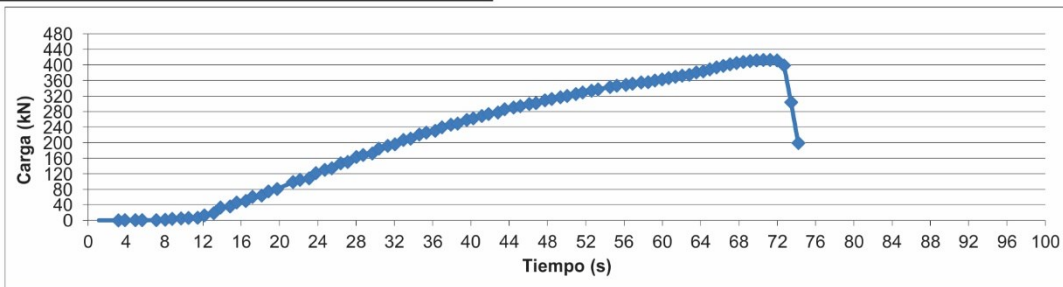
Muestra número: 1.1.2
F. Mustreo: 8/04/2019
F. Recepción: 23/05/2019
Slump (cm): 10

Resistencia Esperada: 21 Mpa Vel Ensayo: 0,25 (MPa/s)

Resultados de ensayo			
No. Del Cilindro	1	2	3
Peso (kg)			
Densidad (kg/m³)			
Altura (mm)	305,3		
Diametro (mm)	152,29		
Area (mm²)	18215		
Edad (días)	45		
Carga (kN)	412,1		
Resistencia Real (Mpa)	22,62		
Resistencia proyectada a los 28 días Mpa			
Resistencia (psi):			
Desarrollo (%)	107,72		
Tipo de Falla	D		



Tipo de fallas




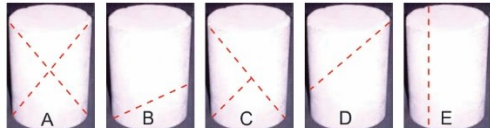
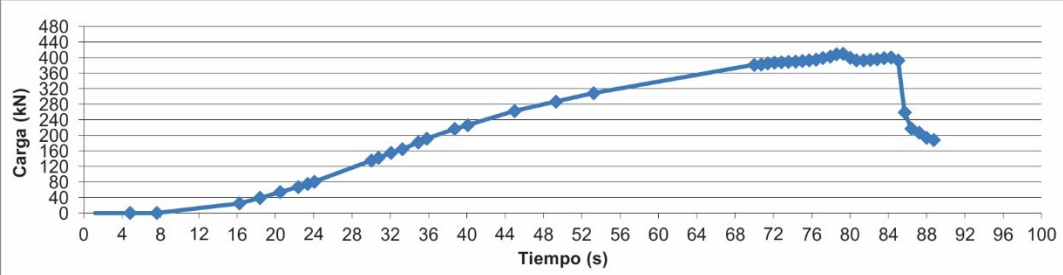

Observaciones: CEMENTO: _____
ARENA: _____
TRITURADO: _____


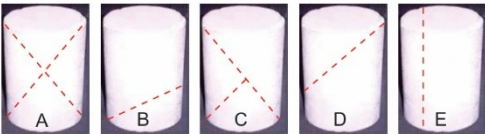
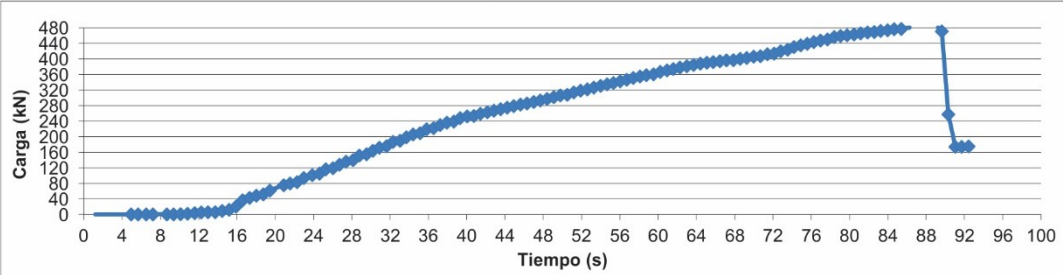

Nota: El laboratorio solo se limita a dar resultado de resistencia a la compresión de la muestra sometida a ensayo.


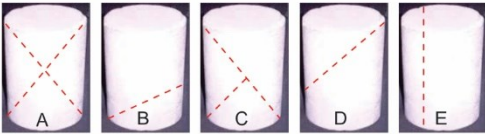
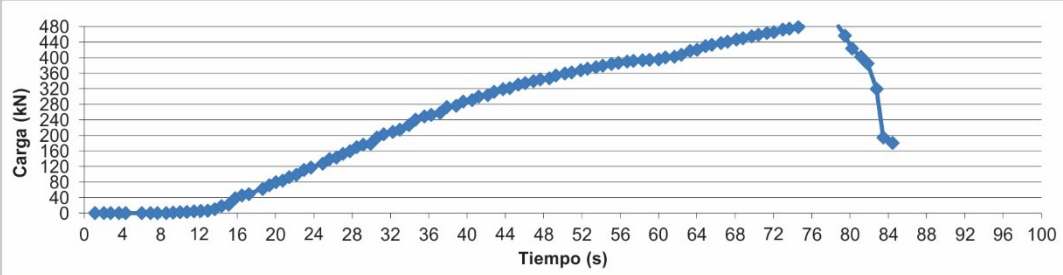

Laboratorista: Iván Darío Bustos Arias Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador García I.C. Ms.C.
Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda. Rango: 1000 kN No. se serie: 109 Fecha de Calibración: 9/11/2017




Via Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104
info@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCANA				
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO DE SERVICIO	F-AC-LRE-001	10-11-2011	A
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	Dependencia	Aprobado		Pág.
	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO			1(1)
COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO HIDRÁULICO (NTC 550-673)				
			Ensayo No.: <u>10476</u>	
			Fecha de Ensayo <u>23/05/2019</u>	
CLIENTE: UFPSO			Muestra número: <u>1.1.3</u>	
OBRA: <u>Concreto Corriente</u>			F. Mustreo: <u>8/04/2019</u>	
TIPO DE MEZCLA: <u>Concreto Corriente</u>			F. Recepción: <u>23/05/2019</u>	
DESCRIPCION: _____			Slump (cm): <u>10</u>	
LOCALIZACION: _____				
Resistencia Esperada: <u>21</u> Mpa	Vel Ensayo: <u>0,25</u> (MPa/s)			
Resultados de ensayo				
No. Del Cilindro	1	2	3	
Peso (kg)				
Densidad (kg/m ³)				
Altura (mm)	303,8			
Diametro (mm)	152,22			
Area (mm ²)	18198			
Edad (días)	45			
Carga (kN)	409,9			
Resistencia Real (Mpa)	22,53			
Resistencia proyectada a los 28 días Mpa				
Resistencia (psi):				
Desarrollo (%)	107,26			
Tipo de Falla	D			
				
Tipo de fallas				
				
Observaciones: CEMENTO: _____				
ARENA: _____				
TRITURADO: _____				
Nota: El laboratorio solo se limita a dar resultado de resistencia a la compresión de la muestra sometida a ensayo.				
Laboratorista: <u>Iván Darío Bustos Arias</u>	Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda.		Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>109</u>
	Jefe de Laboratorio: <u>Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.</u>		Fecha de Calibración: <u>9/11/2017</u>	
				
Via Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104 info@ufps.edu.co - www.ufps.edu.co				
28/12/2010				

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA				
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO DE SERVICIO	F-AC-LRE-001	10-11-2011	A
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	Dependencia	Aprobado		Pág.
	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	
COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO HIDRÁULICO (NTC 550-673)				
CLIENTE: UFPSO OBRA: <u>Concreto Corriente</u> TIPO DE MEZCLA: <u>Concreto Corriente</u> DESCRIPCION: _____ LOCALIZACION: _____			Ensayo No.: <u>10478</u> Fecha de Ensayo <u>27/05/2019</u> Muestra número: <u>1.2.1</u> F. Mustreo: <u>10/04/2019</u> F. Recepción: <u>27/05/2019</u> Slump (cm): _____	
Resistencia Esperada: <u>21</u> Mpa		Vel Ensayo: <u>0,25</u> (MPa/s)		
Resultados de ensayo				
No. Del Cilindro	1	2	3	
Peso (kg)				
Densidad (kg/m³)				
Altura (mm)	307,3			
Diametro (mm)	152,31			
Area (mm²)	18220			
Edad (días)	47			
Carga (kN)	487,8			
Resistencia Real (Mpa)	26,77			
Resistencia proyectada a los 28 días Mpa				
Resistencia (psi):				
Desarrollo (%)	127,49			
Tipo de Falla				
				
Tipo de fallas				
				
Observaciones: CEMENTO: _____				
ARENA: _____				
TRITURADO: _____				
Nota: El laboratorio solo se limita a dar resultado de resistencia a la compresión de la muestra sometida a ensayo.				
Laboratorista: <u>Iván Darío Bustos Arias</u>			Jefe de Laboratorio: <u>Nelson Afanador García I.C. Ms.C.</u>	
Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>		Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>109</u>	Fecha de Calibración: <u>9/11/2017</u>
		Via Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104 info@ufps.edu.co - www.ufps.edu.co		
				28/12/2010

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA				
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO DE SERVICIO	F-AC-LRE-001	10-11-2011	A
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	Dependencia	Aprobado		Pág.
	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO			1(1)
COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO HIDRÁULICO (NTC 550-673)				
			Ensayo No.: <u>10479</u>	
			Fecha de Ensayo <u>27/05/2019</u>	
CLIENTE: <u>UFPSO</u>			Muestra número: <u>1.2.2</u>	
OBRA: <u>Concreto Corriente</u>			F. Mustreo: <u>10/04/2019</u>	
TIPO DE MEZCLA: <u>Concreto Corriente</u>			F. Recepción: <u>27/05/2019</u>	
DESCRIPCION: _____			Slump (cm): _____	
LOCALIZACION: _____				
Resistencia Esperada: <u>21</u> Mpa	Vel Ensayo: <u>0,25</u> (MPa/s)			
Resultados de ensayo				
No. Del Cilindro	1	2	3	
Peso (kg)				
Densidad (kg/m ³)				
Altura (mm)	307,2			
Diametro (mm)	152,07			
Area (mm ²)	18163			
Edad (días)	47			
Carga (kN)	489,2			
Resistencia Real (Mpa)	26,93			
Resistencia proyectada a los 28 días Mpa				
Resistencia (psi):				
Desarrollo (%)	128,25			
Tipo de Falla				
				
Tipo de fallas				
				
Observaciones: CEMENTO: _____				
ARENA: _____				
TRITURADO: _____				
Nota: El laboratorio solo se limita a dar resultado de resistencia a la compresión de la muestra sometida a ensayo.				
Laboratorista: <u>Iván Dario Bustos Arias</u>	Jefe de Laboratorio: <u>Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.</u>			
Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>	Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>109</u>	Fecha de Calibración: <u>9/11/2017</u>	
		Via Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104 info@ufpsa.edu.co - www.ufpsa.edu.co		
Iván Dar		28/12/2010		

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
FORMATO DE SERVICIO		F-AC-LRE-001	10-11-2011	A
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA		Dependencia	Aprobado	Pág.
		DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)

COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO HIDRÁULICO (NTC 550-673)

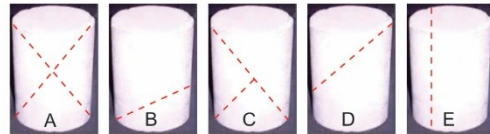
Ensayo No.: 10480
Fecha de Ensayo: 27/05/2019

CLIENTE: UFPSO
 OBRA: Concreto Corriente
 TIPO DE MEZCLA: Concreto Corriente
 DESCRIPCION: _____
 LOCALIZACION: _____

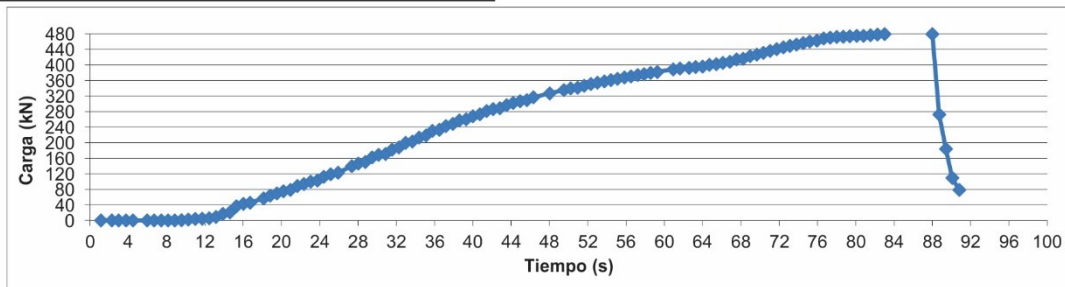
Muestra número: 1.2.3
 F. Mustreo: 10/04/2019
 F. Recepción: 27/05/2019
 Slump (cm): _____

Resistencia Esperada: 21 Mpa Vel Ensayo: 0,25 (MPa/s)

Resultados de ensayo			
No. Del Cilindro	1	2	3
Peso (kg)			
Densidad (kg/m³)			
Altura (mm)	307,7		
Diametro (mm)	152,34		
Area (mm²)	18227		
Edad (días)	47		
Carga (kN)	502,9		
Resistencia Real (Mpa)	27,59		
Resistencia proyectada a los 28 días Mpa			
Resistencia (psi):			
Desarrollo (%)	131,38		
Tipo de Falla			



Tipo de fallas



Observaciones: CEMENTO: _____
 ARENA: _____
 TRITURADO: _____


Nota: El laboratorio solo se limita a dar resultado de resistencia a la compresión de la muestra sometida a ensayo.






Laboratorista: Iván Darío Bustos Arias Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador García I.C. Ms.C.

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda. Rango: 1000 kN No. se serie: 109 Fecha de Calibración: 9/11/2017

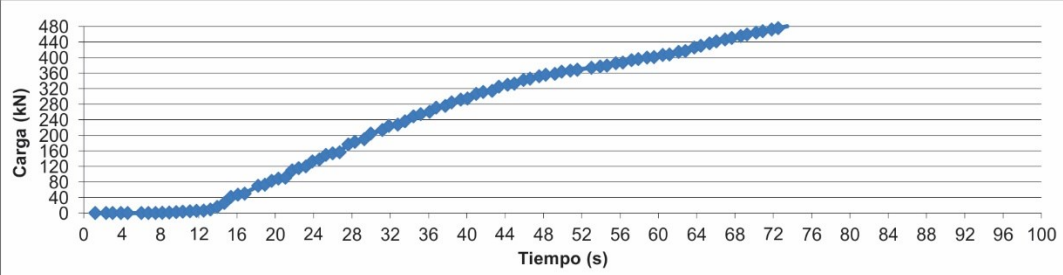


Via Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104
 info@ufps.edu.co - www.ufps.edu.co

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCANA				
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO DE SERVICIO	F-AC-LRE-001	10-11-2011	A
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	Dependencia	Aprobado		Pág.
	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO			1(1)
COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO HIDRÁULICO (NTC 550-673)				
			Ensayo No.: <u>10481</u>	
			Fecha de Ensayo: <u>27/05/2019</u>	
CLIENTE: UFPSO			Muestra número: <u>1.3.1</u>	
OBRA: Concreto Corriente			F. Mustreo: <u>11/04/2019</u>	
TIPO DE MEZCLA: Concreto Corriente			F. Recepción: <u>27/05/2019</u>	
DESCRIPCION:			Slump (cm): _____	
LOCALIZACION:				
Resistencia Esperada: <u>21</u> Mpa		Vel Ensayo: <u>0,25</u> (MPa/s)		
Resultados de ensayo				
No. Del Cilindro	1	2	3	
Peso (kg)				
Densidad (kg/m ³)				
Altura (mm)	305,5			
Diametro (mm)	152,36			
Area (mm ²)	18232			
Edad (días)	46			
Carga (kN)	570,7			
Resistencia Real (Mpa)	31,30			
Resistencia proyectada a los 28 días Mpa				
Resistencia (psi):				
Desarrollo (%)	149,06			
Tipo de Falla				

Tipo de fallas




Observaciones: CEMENTO: _____
 ARENA: _____
 TRITURADO: _____

Nota: El laboratorio solo se limita a dar resultado de resistencia a la compresión de la muestra sometida a ensayo.

Laboratorista: Iván Darío Bustos Arias **Jefe de Laboratorio:** Nelson Afanador García I.C. Ms.C.


Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda. Rango: 1000 kN No. se serie: 109 Fecha de Calibración: 9/11/2017



Iván Darío Bustos Arias

Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104
 info@ufps.edu.co - www.ufps.edu.co

28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCANA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO DE SERVICIO	F-AC-LRE-001	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado	Pág.		
LABORATIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO	1(1)		

COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO HIDRÁULICO (NTC 550-673)

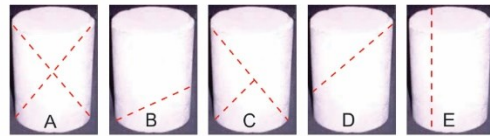
Ensayo No.: 10482
Fecha de Ensayo 27/05/2019

CLIENTE: UFPSO
 OBRA: Concreto Corriente
 TIPO DE MEZCLA: Concreto Corriente
 DESCRIPCION: _____
 LOCALIZACION: _____

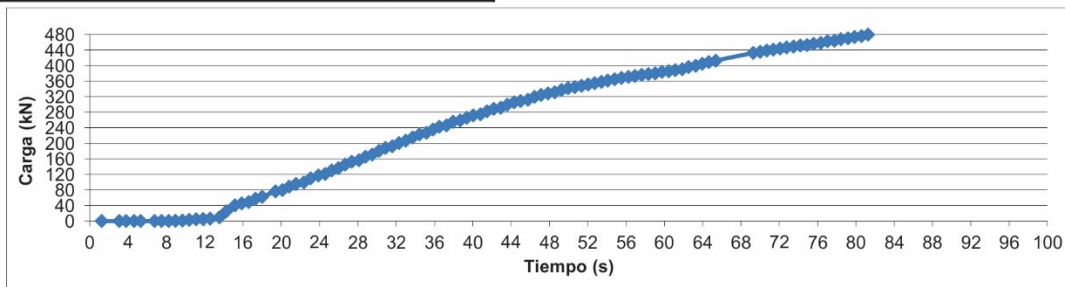
Muestra número: 1.3.2
 F. Mustreo: 11/04/2019
 F. Recepción: 27/05/2019
 Slump (cm): _____

Resistencia Esperada: 21 Mpa Vel Ensayo: 0,25 (MPa/s)

Resultados de ensayo			
No. Del Cilindro	1	2	3
Peso (kg)			
Densidad (kg/m³)			
Altura (mm)	306,8		
Diametro (mm)	153,22		
Area (mm²)	18438		
Edad (días)	46		
Carga (kN)	563,4		
Resistencia Real (Mpa)	30,56		
Resistencia proyectada a los 28 días Mpa			
Resistencia (psi):			
Desarrollo (%)	145,51		
Tipo de Falla			



Tipo de fallas




Observaciones: CEMENTO: _____
 ARENA: _____
 TRITURADO: _____

Nota: El laboratorio solo se limita a dar resultado de resistencia a la compresión de la muestra sometida a ensayo.

Laboratorista: Iván Darío Bustos Arias Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador García I.C. Ms.C.
 Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda. Rango: 1000 kN No. se serie: 109 Fecha de Calibración: 9/11/2017



Via Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104
 info@ufps.edu.co - www.ufps.edu.co

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCANA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO DE SERVICIO	F-AC-LRE-001	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado	Pág.		
LABORATIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO	1(1)		

COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO HIDRÁULICO (NTC 550-673)

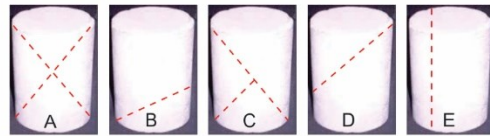
Ensayo No.: 10483
Fecha de Ensayo 27/05/2019

CLIENTE: UFPSO
 OBRA: Concreto Corriente
 TIPO DE MEZCLA: Concreto Corriente
 DESCRIPCION: _____
 LOCALIZACION: _____

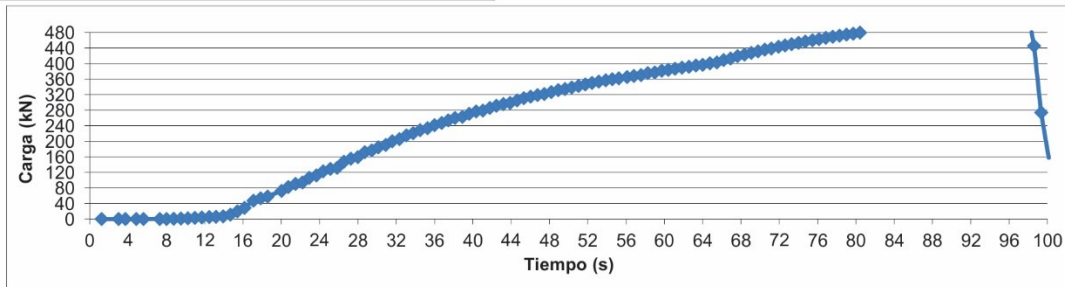
Muestra número: 1.3.3
 F. Mustreo: 11/04/2019
 F. Recepción: 27/05/2019
 Slump (cm): _____

Resistencia Esperada: 21 Mpa Vel Ensayo: 0,25 (MPa/s)

Resultados de ensayo			
No. Del Cilindro	1	2	3
Peso (kg)			
Densidad (kg/m³)			
Altura (mm)	306,1		
Diametro (mm)	152,64		
Area (mm²)	18299		
Edad (días)	46		
Carga (kN)	540,8		
Resistencia Real (Mpa)	29,55		
Resistencia proyectada a los 28 días Mpa			
Resistencia (psi):			
Desarrollo (%)	140,72		
Tipo de Falla			



Tipo de fallas




Observaciones: CEMENTO: _____
 ARENA: _____
 TRITURADO: _____






Nota: El laboratorio solo se limita a dar resultado de resistencia a la compresión de la muestra sometida a ensayo.

Laboratorista: Iván Dario Bustos Arias Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.
 Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda. Rango: 1000 kN No. se serie: 109 Fecha de Calibración: 9/11/2017

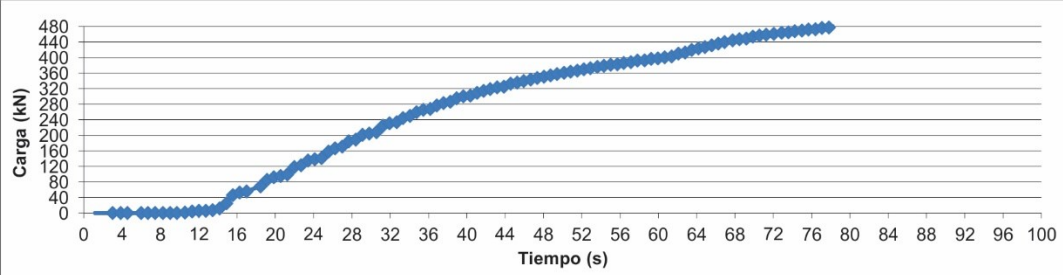


Via Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104
 info@ufps.edu.co - www.ufps.edu.co

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCANA				
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO DE SERVICIO	F-AC-LRE-001	10-11-2011	A
	Dependencia	Aprobado	Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	
COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO HIDRÁULICO (NTC 550-673)				
			Ensayo No.: 10529	
			Fecha de Ensayo: 6/06/2019	
CLIENTE: UFPSO _____ OBRA: Concreto Corriente _____ TIPO DE MEZCLA: Concreto Corriente _____ DESCRIPCION: _____ LOCALIZACION: _____			Muestra número: 1.4.1 _____ F. Mustreo: 22/04/2019 _____ F. Recepción: 6/06/2019 _____ Slump (cm): 10 _____	
Resistencia Esperada: <u>21</u> Mpa			Vel Ensayo: <u>0,25</u> (MPa/s)	
Resultados de ensayo				
No. Del Cilindro	1	2	3	
Peso (kg)				
Densidad (kg/m ³)				
Altura (mm)	305,7			
Diametro (mm)	152,43			
Area (mm ²)	18249			
Edad (días)	45			
Carga (kN)	579,4			
Resistencia Real (Mpa)	31,75			
Resistencia proyectada a los 28 días Mpa				
Resistencia (psi):				
Desarrollo (%)	151,18			
Tipo de Falla				


Tipo de fallas



Observaciones: CEMENTO: _____
 ARENA: _____
 TRITURADO: _____

Nota: El laboratorio solo se limita a dar resultado de resistencia a la compresión de la muestra sometida a ensayo.


Laboratorista: Iván Darío Bustos Arias **Jefe de Laboratorio:** Nelson Afanador García I.C. Ms.C.
 Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda. Rango: 1000 kN No. se serie: 109 Fecha de Calibración: 9/11/2017



Iván Darío

Via Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104
 info@ufps.edu.co - www.ufps.edu.co

28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCANA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO DE SERVICIO	F-AC-LRE-001	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado	Pág.		
LABORATIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO	1(1)		

COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO HIDRÁULICO (NTC 550-673)

Ensayo No.: 10530

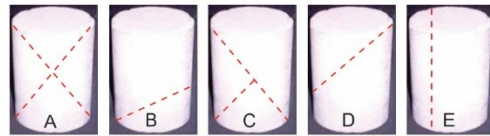
Fecha de Ensayo: 6/06/2019

CLIENTE: UFPSO
OBRA: Concreto Corriente
TIPO DE MEZCLA: Concreto Corriente
DESCRIPCION: _____
LOCALIZACION: _____

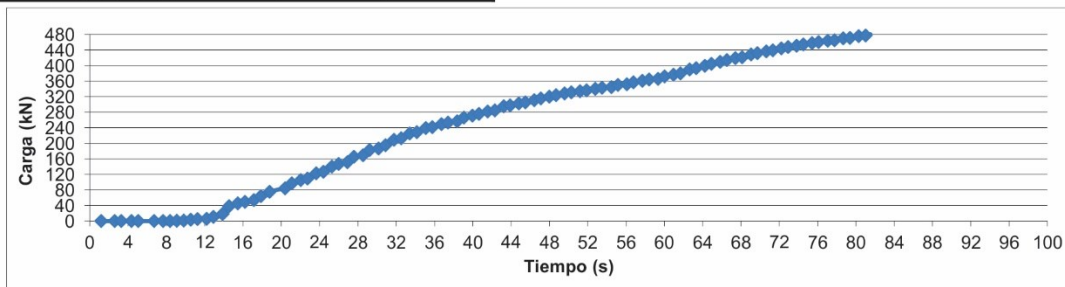
Muestra número: 1.4.2
F. Mustreo: 22/04/2019
F. Recepción: 6/06/2019
Slump (cm): 10

Resistencia Esperada: 21 Mpa Vel Ensayo: 0,25 (MPa/s)

Resultados de ensayo			
No. Del Cilindro	1	2	3
Peso (kg)			
Densidad (kg/m ³)			
Altura (mm)	306		
Diametro (mm)	152,49		
Area (mm ²)	18263		
Edad (días)	45		
Carga (kN)	581,7		
Resistencia Real (Mpa)	31,85		
Resistencia proyectada a los 28 días Mpa			
Resistencia (psi):			
Desarrollo (%)	151,66		
Tipo de Falla			



Tipo de fallas




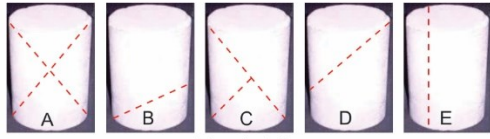
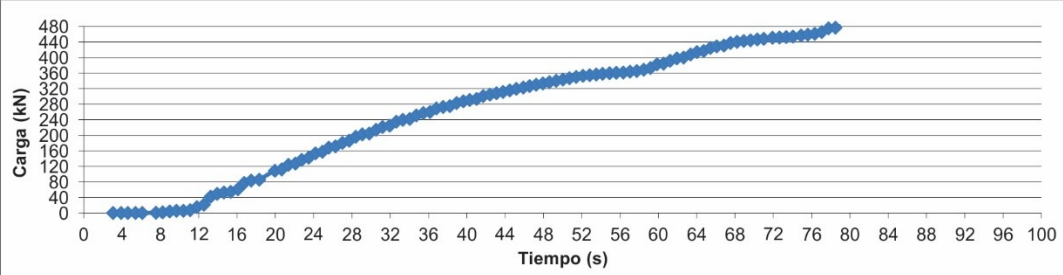

Observaciones: CEMENTO: _____
ARENA: _____
TRITURADO: _____


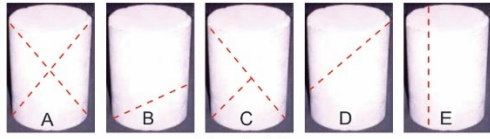
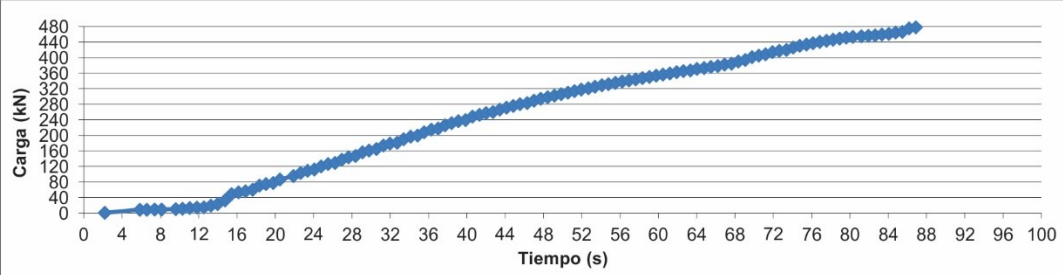

Nota: El laboratorio solo se limita a dar resultado de resistencia a la compresión de la muestra sometida a ensayo.


Laboratorista: Iván Darío Bustos Arias **Jefe de Laboratorio:** Nelson Afanador García I.C. Ms.C.
 Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda. Rango: 1000 kN No. se serie: 109 Fecha de Calibración: 9/11/2017



Via Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104
 info@ufps.edu.co - www.ufps.edu.co

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCANA				
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO DE SERVICIO	F-AC-LRE-001	10-11-2011	A
	Dependencia	Aprobado	Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	
COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO HIDRÁULICO (NTC 550-673)				
CLIENTE: UFPSO OBRA: Concreto Corriente TIPO DE MEZCLA: Concreto Corriente DESCRIPCION: LOCALIZACION:			Ensayo No.: 10531 Fecha de Ensayo: 6/06/2019 Muestra número: 1.4.3 F. Mustreo: 22/04/2019 F. Recepción: 6/06/2019 Slump (cm): 10	
Resistencia Esperada: <u>21</u> Mpa		Vel Ensayo: <u>0,25</u> (MPa/s)		
Resultados de ensayo				
No. Del Cilindro	1	2	3	
Peso (kg)				
Densidad (kg/m ³)				
Altura (mm)	305,6			
Diametro (mm)	152,31			
Area (mm ²)	18220			
Edad (días)	45			
Carga (kN)	589,0			
Resistencia Real (Mpa)	32,33			
Resistencia proyectada a los 28 días Mpa				
Resistencia (psi):				
Desarrollo (%)	153,94			
Tipo de Falla				
				
Tipo de fallas				
				
Observaciones: CEMENTO: _____				
ARENA: _____				
TRITURADO: _____				
Nota: El laboratorio solo se limita a dar resultado de resistencia a la compresión de la muestra sometida a ensayo.				
Laboratorista: Iván Darío Bustos Arias			Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador García I.C. Ms.C.	
Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda.		Rango: 1000 kN	No. se serie: 109	Fecha de Calibración: 9/11/2017
		Via Aclosure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104 info@ufps.edu.co - www.ufps.edu.co		
				28/12/2010

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCANA				
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO DE SERVICIO	F-AC-LRE-001	10-11-2011	A
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	Dependencia	Aprobado		Pág.
	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO			1(1)
COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO HIDRÁULICO (NTC 550-673)				
			Ensayo No.: <u>10532</u>	
			Fecha de Ensayo <u>7/06/2019</u>	
CLIENTE: <u>UFPSO</u>			Muestra número: <u>1.5.1</u>	
OBRA: <u>Concreto Corriente</u>			F. Mustreo: <u>24/04/2019</u>	
TIPO DE MEZCLA: <u>Concreto Corriente</u>			F. Recepción: <u>7/06/2019</u>	
DESCRIPCION: _____			Slump (cm): _____	
LOCALIZACION: _____				
Resistencia Esperada: <u>21</u> Mpa	Vel Ensayo: <u>0,25</u> (MPa/s)			
Resultados de ensayo				
No. Del Cilindro	1	2	3	
Peso (kg)				
Densidad (kg/m ³)				
Altura (mm)	307,1			
Diametro (mm)	152,54			
Area (mm ²)	18275			
Edad (días)	44			
Carga (kN)	552,7			
Resistencia Real (Mpa)	30,24			
Resistencia proyectada a los 28 días Mpa				
Resistencia (psi):				
Desarrollo (%)	144,01			
Tipo de Falla				
				
Tipo de fallas				
				
Observaciones: CEMENTO: _____				
ARENA: _____				
TRITURADO: _____				
Nota: El laboratorio solo se limita a dar resultado de resistencia a la compresión de la muestra sometida a ensayo.				
Laboratorista: <u>Iván Dario Bustos Arias</u>	Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda.		Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>109</u>
	Jefe de Laboratorio: <u>Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.</u>		Fecha de Calibración: <u>9/11/2017</u>	
				
Via Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104 info@ufps.edu.co - www.ufps.edu.co				
28/12/2010				

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO DE SERVICIO	F-AC-LRE-001	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado	Pág.		
LABORATIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO	1(1)		

COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO HIDRÁULICO (NTC 550-673)

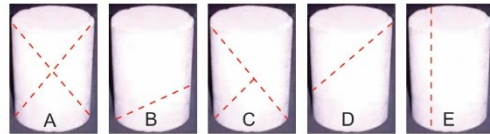
Ensayo No.: 10533
Fecha de Ensayo 7/06/2019

CLIENTE: UFPSO
 OBRA: Concreto Corriente
 TIPO DE MEZCLA: Concreto Corriente
 DESCRIPCION: _____
 LOCALIZACION: _____

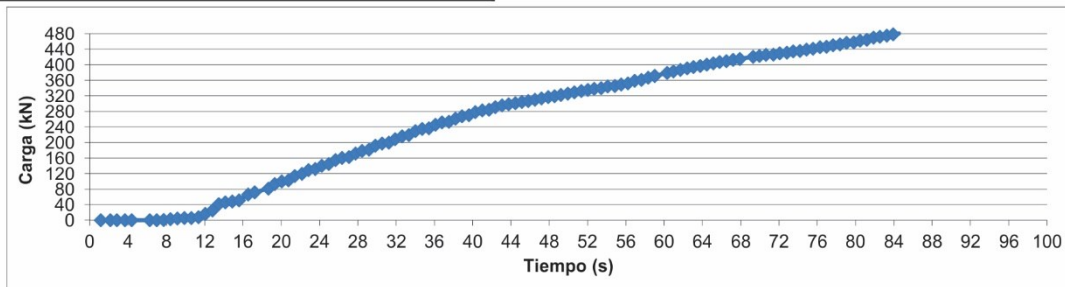
Muestra número: 1.5.2
 F. Mustreo: 24/04/2019
 F. Recepción: 7/06/2019
 Slump (cm): 10

Resistencia Esperada: 21 Mpa Vel Ensayo: 0,25 (MPa/s)

Resultados de ensayo			
No. Del Cilindro	1	2	3
Peso (kg)			
Densidad (kg/m³)			
Altura (mm)	306,4		
Diametro (mm)	151,95		
Area (mm²)	18134		
Edad (dias)	44		
Carga (kN)	560,6		
Resistencia Real (Mpa)	30,91		
Resistencia proyectada a los 28 días Mpa			
Resistencia (psi):			
Desarrollo (%)	147,20		
Tipo de Falla			



Tipo de fallas



Observaciones: CEMENTO: _____
ARENA: _____
TRITURADO: _____


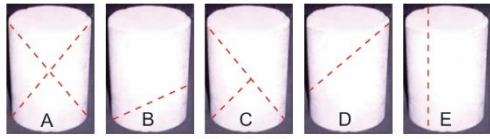
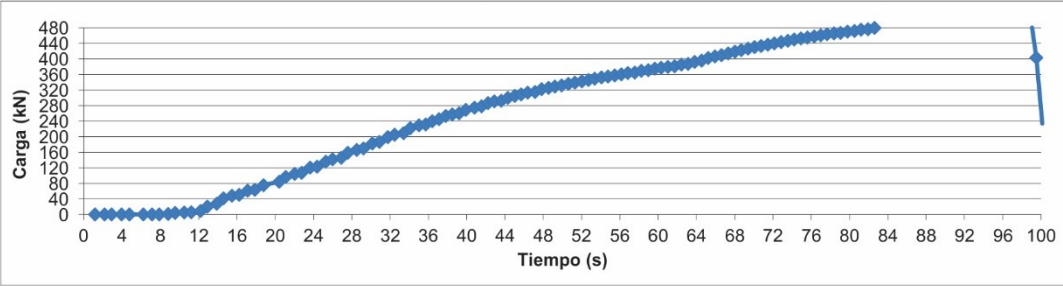

Nota: El laboratorio solo se limita a dar resultado de resistencia a la compresión de la muestra sometida a ensayo.


Laboratorista: Iván Dario Bustos Arias Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.
 Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda. Rango: 1000 kN No. se serie: 109 Fecha de Calibración: 9/11/2017



Via Aclosure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104
 info@ufps.edu.co - www.ufps.edu.co

28/12/2010

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA				
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO DE SERVICIO	F-AC-LRE-001	10-11-2011	A
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	Dependencia	Aprobado		Pág.
	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	
COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO HIDRÁULICO (NTC 550-673)				
			Ensayo No.: <u>10534</u>	
			Fecha de Ensayo: <u>7/06/2019</u>	
CLIENTE: UFPSO			Muestra número: <u>1.5.3</u>	
OBRA: <u>Concreto Corriente</u>			F. Mustreo: <u>24/04/2019</u>	
TIPO DE MEZCLA: <u>Concreto Corriente</u>			F. Recepción: <u>7/06/2019</u>	
DESCRIPCION: _____			Slump (cm): <u>10</u>	
LOCALIZACION: _____				
Resistencia Esperada: <u>21</u> Mpa	Vel Ensayo: <u>0,25</u> (MPa/s)			
Resultados de ensayo				
No. Del Cilindro	1	2	3	
Peso (kg)				
Densidad (kg/m ³)				
Altura (mm)	306,4			
Diametro (mm)	152,46			
Area (mm ²)	18256			
Edad (días)	44			
Carga (kN)	536,1			
Resistencia Real (Mpa)	29,36			
Resistencia proyectada a los 28 días Mpa				
Resistencia (psi):				
Desarrollo (%)	139,83			
Tipo de Falla				
				
Tipo de fallas				
				
Observaciones: CEMENTO: _____				
ARENA: _____				
TRITURADO: _____				
Nota: El laboratorio solo se limita a dar resultado de resistencia a la compresión de la muestra sometida a ensayo.				
Laboratorista: Iván Darío Bustos Arias			Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador García I.C. Ms.C.	
Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda.		Rango: 1000 kN	No. se serie: 109	Fecha de Calibración: 9/11/2017
		Via Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104 info@ufps.edu.co - www.ufps.edu.co		
Iván Darío Bustos Arias		28/12/2010		

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCANA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO DE SERVICIO	F-AC-LRE-001	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado	Pág.		
LABORATIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO	1(1)		

COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO HIDRÁULICO (NTC 550-673)

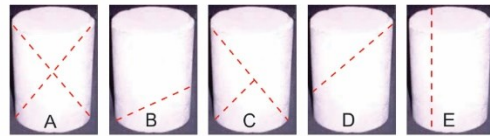
Ensayo No.: 10535
Fecha de Ensayo 7/06/2019

CLIENTE: UFPSO
OBRA: Concreto Corriente
TIPO DE MEZCLA: Concreto Corriente
DESCRIPCION: _____
LOCALIZACION: _____

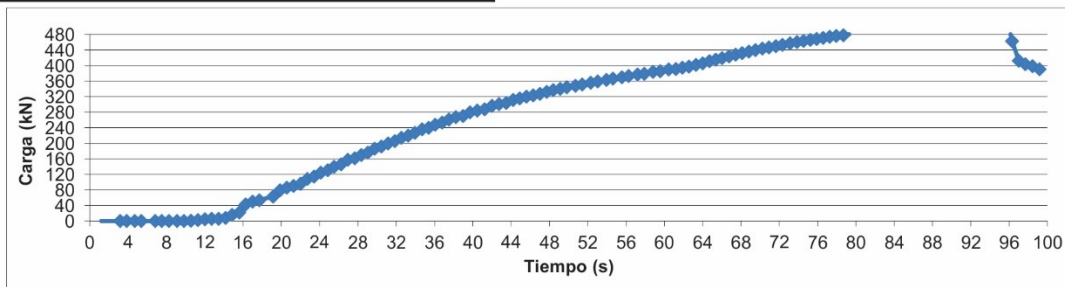
Muestra número: 1.6.1
F. Mustreo: 25/04/2019
F. Recepción: 7/06/2019
Slump (cm): 10

Resistencia Esperada: 21 Mpa Vel Ensayo: 0,25 (MPa/s)

Resultados de ensayo			
No. Del Cilindro	1	2	3
Peso (kg)			
Densidad (kg/m³)			
Altura (mm)	305,2		
Diametro (mm)	152,21		
Area (mm²)	18196		
Edad (días)	43		
Carga (kN)	541,2		
Resistencia Real (Mpa)	29,74		
Resistencia proyectada a los 28 días Mpa			
Resistencia (psi):			
Desarrollo (%)	141,63		
Tipo de Falla			



Tipo de fallas




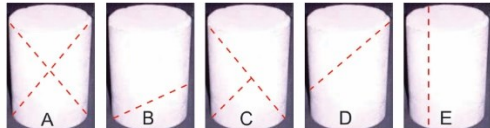
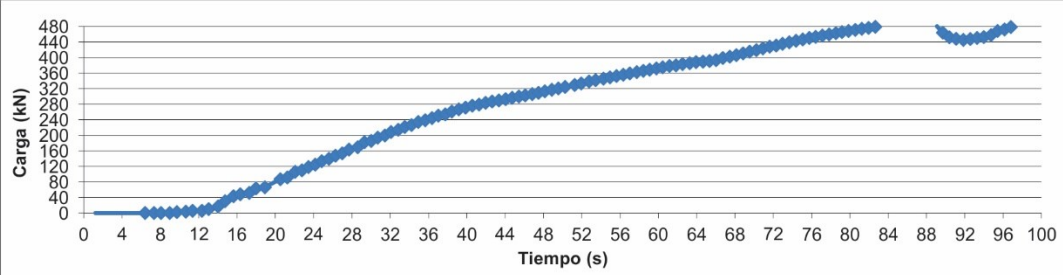

Observaciones: CEMENTO: _____
ARENA: _____
TRITURADO: _____


Nota: El laboratorio solo se limita a dar resultado de resistencia a la compresión de la muestra sometida a ensayo.

Laboratorista: Iván Dario Bustos Arias Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.
Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda. Rango: 1000 kN No. se serie: 109 Fecha de Calibración: 9/11/2017



Via Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104
info@ufps.edu.co - www.ufps.edu.co

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCANA				
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO DE SERVICIO	F-AC-LRE-001	10-11-2011	A
	Dependencia	Aprobado		Pág.
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	
COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO HIDRÁULICO (NTC 550-673)				
			Ensayo No.: <u>10536</u>	
			Fecha de Ensayo <u>7/06/2019</u>	
CLIENTE: <u>UFPSO</u>			Muestra número: <u>1.6.2</u>	
OBRA: <u>Concreto Corriente</u>			F. Mustreo: <u>25/04/2019</u>	
TIPO DE MEZCLA: <u>Concreto Corriente</u>			F. Recepción: <u>7/06/2019</u>	
DESCRIPCION: _____			Slump (cm): <u>10</u>	
LOCALIZACION: _____				
Resistencia Esperada: <u>21</u> Mpa	Vel Ensayo: <u>0,25</u> (MPa/s)			
Resultados de ensayo				
No. Del Cilindro	1	2	3	
Peso (kg)				
Densidad (kg/m ³)				
Altura (mm)	305,7			
Diametro (mm)	151,91			
Area (mm ²)	18124			
Edad (días)	43			
Carga (kN)	499,4			
Resistencia Real (Mpa)	27,55			
Resistencia proyectada a los 28 días Mpa				
Resistencia (psi):				
Desarrollo (%)	131,20			
Tipo de Falla				
				
Tipo de fallas				
				
Observaciones: CEMENTO: _____				
ARENA: _____				
TRITURADO: _____				
Nota: El laboratorio solo se limita a dar resultado de resistencia a la compresión de la muestra sometida a ensayo.				
Laboratorista: <u>Iván Darío Bustos Arias</u>	Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>		Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>109</u>
Jefe de Laboratorio: <u>Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.</u>		Fecha de Calibración: <u>9/11/2017</u>		
				
Via Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104 info@ufps.edu.co - www.ufps.edu.co				
28/12/2010				

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCANA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO DE SERVICIO	F-AC-LRE-001	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado	Pág.		
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO	1(1)		

COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO HIDRÁULICO (NTC 550-673)

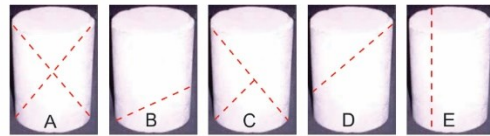
Ensayo No.: 10537
Fecha de Ensayo: 7/06/2019

CLIENTE: UFPSO
OBRA: Concreto Corriente
TIPO DE MEZCLA: Concreto Corriente
DESCRIPCION: _____
LOCALIZACION: _____

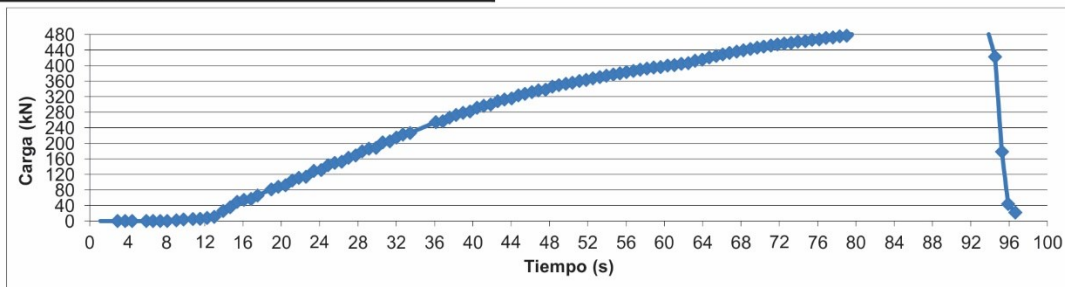
Muestra número: 1.6.3
F. Mustreo: 25/04/2019
F. Recepción: 7/06/2019
Slump (cm): 10

Resistencia Esperada: 21 Mpa Vel Ensayo: 0,25 (MPa/s)

Resultados de ensayo			
No. Del Cilindro	1	2	3
Peso (kg)			
Densidad (kg/m ³)			
Altura (mm)	305,3		
Diametro (mm)	152,55		
Area (mm ²)	18277		
Edad (días)	43		
Carga (kN)	522,7		
Resistencia Real (Mpa)	28,60		
Resistencia proyectada a los 28 días Mpa			
Resistencia (psi):			
Desarrollo (%)	136,19		
Tipo de Falla			



Tipo de fallas



Observaciones: CEMENTO: _____
ARENA: _____
TRITURADO: _____


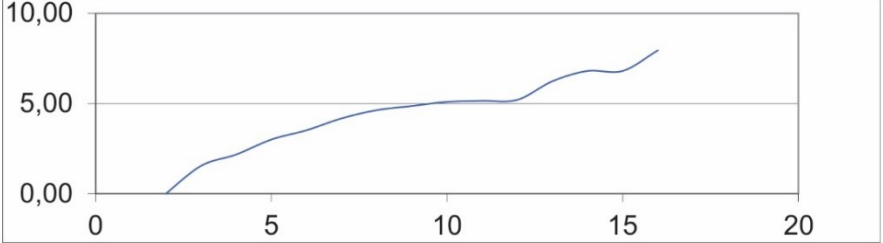

Nota: El laboratorio solo se limita a dar resultado de resistencia a la compresión de la muestra sometida a ensayo.


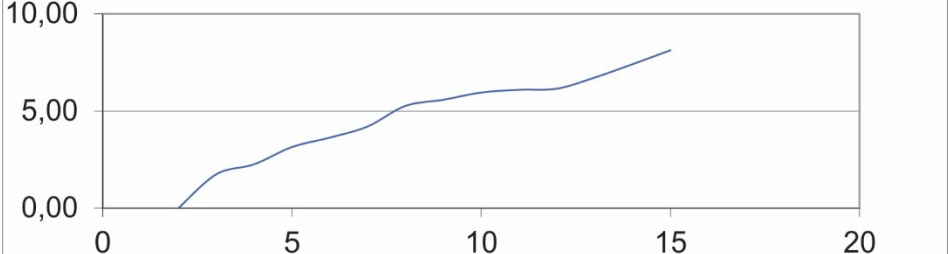

Laboratorista: Iván Darío Bustos Arias **Jefe de Laboratorio:** Nelson Afanador García I.C. Ms.C.
 Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda. Rango: 1000 kN No. se serie: 109 Fecha de Calibración: 9/11/2017


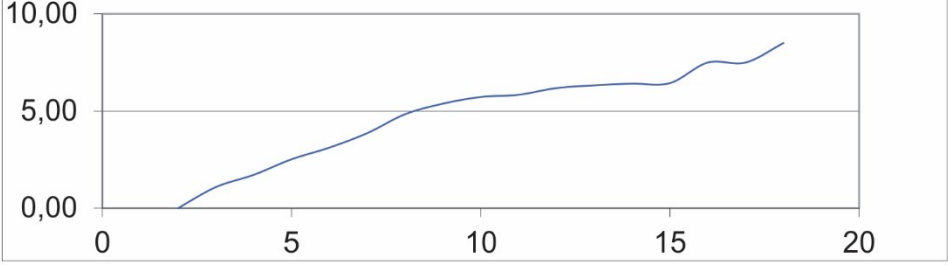




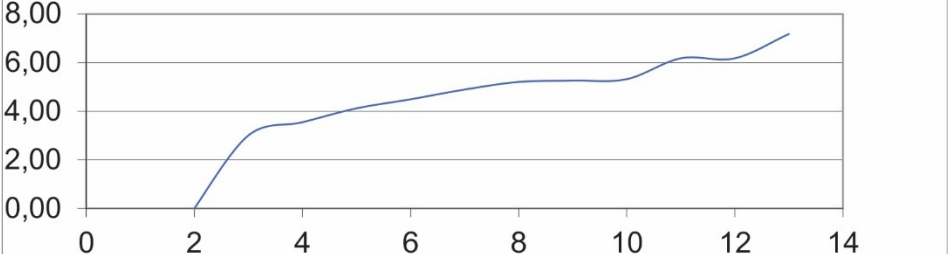

Via Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104
 info@ufps.edu.co - www.ufps.edu.co


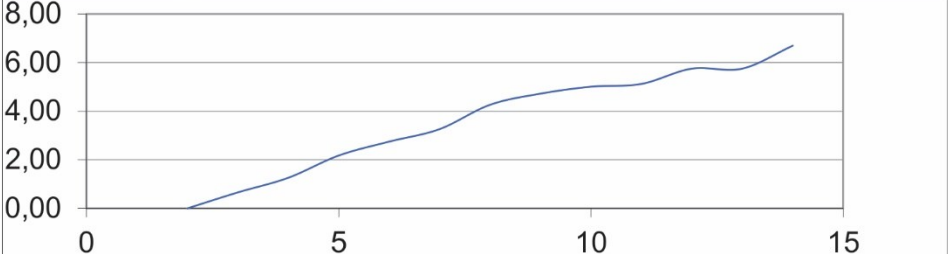

Apéndice D. Formatos de ensayos de flexión en vigas de concreto proporcionados por el laboratorio de concretos de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.


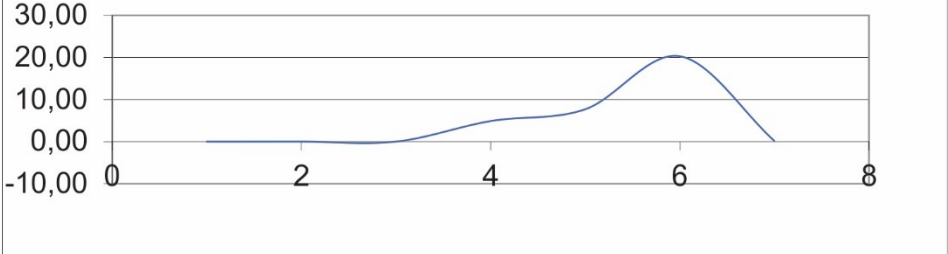

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA										
	Documento	Código	Fecha	Revisión						
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A						
	Dependencia	Aprobado		Pág.						
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)							
FLEXIÓN CON CUATRO APOYOS (NTC 2871)										
Ensayo No.: 10500										
Fecha de ensayo: 4/06/2019										
CLIENTE: UFPSO	Número de la Muestra: 2.1.1									
OBRA: _____	Fecha de producción: 6/05/2019									
TIPO DE MEZCLA: <u>Concreto Corriente</u>	F. Recepción: 4/06/2019									
DESCRIPCION: _____	0									
LOCALIZACION: _____	RESISTENCIA NOMINAL: 3.5 Mpa									
	Vel de ensayo : 0,017 Mpa/Seg									
Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	150									
Ancho 'b' (mm)	150									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	450									
Área Transv. Efect.(mm ²)	7500									
Carga Máxima (kN)	23,91766									
Esfuerzo Real (Mpa)	3,19									
										
Gráfico : Fuerza Vs Tiempo										
Observaciones: <u>Cemento:</u> _____										
<u>Arena:</u> _____										
<u>Triturado:</u> _____										
Nota: El laboratorio solo se limita a dar resultado de resistencia a Flexión de la muestra sometida a ensayo.										
Laboratorista: Iván Darío Bustos Arias					Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.					
Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda.			Rango: 1000 kN		No. se serie: 1			Fecha de Calibración: 9/11/2017		
			Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104 info@ufps.edu.co - www.ufps.edu.co							
Iván Darío Bustos Arias										28/12/2010


 <p style="font-size: small;">Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Colombia Vigilada Mineducación</p>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA									
	Documento	Código	Fecha	Revisión						
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO		F-AC-LRE-002	10-11-2011	A					
Dependencia		Aprobado		Pág.						
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA		DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)						
FLEXIÓN CON CUATRO APOYOS (NTC 2871)										
			Ensayo No.: 10501							
			Fecha de ensayo: <u>4/06/2019</u>							
CLIENTE: <u>UFPSO</u> OBRA: _____ TIPO DE MEZCLA: <u>Concreto Corriente</u> DESCRIPCION: _____ LOCALIZACION: _____			Número de la Muestra: <u>2.1.2</u> Fecha de producción: <u>6/05/2019</u> F. Recepción: <u>4/06/2019</u> 0							
			RESISTENCIA NOMINAL: <u>3,5</u> Mpa Vel de ensayo : <u>0,017</u> Mpa/Seg							
Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	154,2									
Ancho 'b' (mm)	153,2									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	483,2									
Área Transv. Efect.(mm ²)	7538,77									
Carga Máxima (kN)	21,42762									
Esfuerzo Real (Mpa)]	2,84									
										
Gráfico : Fuerza Vs Tiempo										
Observaciones: <u>Cemento:</u> _____ <u>Arena:</u> _____ <u>Triturado:</u> _____										
Nota: <u>El laboratorio solo se limita a dar resultado de resistencia a Flexión de la muestra sometida a ensayo.</u>										
Laboratorista: <u>Iván Dario Bustos Arias</u>					Jefe de Laboratorio: <u>Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.</u>					
Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>			Rango: <u>1000 kN</u>		No. se serie: <u>100</u>		Fecha de Calibración: <u>9/11/2017</u>			
 <p style="font-size: x-small;">Iván Dario Bustos Arias SC-CER102673 GP-CER102674</p>			Via Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104 info@ufpsa.edu.co - www.ufpsa.edu.co							
28/12/2010										

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA										
	Documento	Código	Fecha	Revisión						
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A						
	Dependencia	Aprobado		Pág.						
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)							
FLEXIÓN CON CUATRO APOYOS (NTC 2871)										
Ensayo No.: 10502										
Fecha de ensayo: 4/06/2019										
CLIENTE: <u>UFPSO</u>	Número de la Muestra: <u>2.1.3</u>									
OBRA: _____	Fecha de producción: <u>6/05/2019</u>									
TIPO DE MEZCLA: <u>Concreto Corriente</u>	F. Recepción: <u>4/06/2019</u>									
DESCRIPCION: _____	0									
LOCALIZACION: _____	RESISTENCIA NOMINAL: <u>3,5</u> Mpa									
	Vel de ensayo : <u>0,017</u> Mpa/Seg									
Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	154,1									
Ancho 'b' (mm)	154,75									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	483,2									
Área Transv. Efect.(mm ²)	7605,17									
Carga Máxima (kN)	22,14475									
Esfuerzo Real (Mpa)	2,91									
										
Gráfico : Fuerza Vs Tiempo										
Observaciones: Cemento: _____										
Arena: _____										
Triturado: _____										
Nota: El laboratorio solo se limita a dar resultado de resistencia a Flexión de la muestra sometida a ensayo.										
Laboratorista: Iván Dario Bustos Arias					Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.					
Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda.			Rango: 1000 kN		No. se serie: 100		Fecha de Calibración: 9/11/2017			
			Via Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104 info@ufps.edu.co - www.ufps.edu.co							
28/12/2010										

 <p style="font-size: small;">Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Colombia Vigilada Mineducación</p>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA									
	Documento	Código	Fecha	Revisión						
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO		F-AC-LRE-002	10-11-2011	A					
Dependencia		Aprobado		Pág.						
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA		DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)						
FLEXIÓN CON CUATRO APOYOS (NTC 2871)										
			Ensayo No.: 10503							
			Fecha de ensayo: 5/06/2019							
CLIENTE: <u>UFPSO</u> OBRA: _____ TIPO DE MEZCLA: <u>Concreto Corriente</u> DESCRIPCION: _____ LOCALIZACION: _____			Número de la Muestra: <u>2.2.1</u> Fecha de producción: <u>8/05/2019</u> F. Recepción: <u>5/06/2019</u> 0							
			RESISTENCIA NOMINAL: <u>3,5</u> Mpa Vel de ensayo : <u>0,017</u> Mpa/Seg							
Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	154									
Ancho 'b' (mm)	153,97									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	483,2									
Área Transv. Efect.(mm ²)	7557,02									
Carga Máxima (kN)	21,43426									
Esfuerzo Real (Mpa)	2,84									
										
Gráfico : Fuerza Vs Tiempo										
Observaciones: <u>Cemento:</u> _____ <u>Arena:</u> _____ <u>Triturado:</u> _____										
Nota: <u>El laboratorio solo se limita a dar resultado de resistencia a Flexión de la muestra sometida a ensayo.</u>										
Laboratorista: <u>Iván Dario Bustos Arias</u>					Jefe de Laboratorio: <u>Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.</u>					
Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>			Rango: <u>1000 kN</u>		No. se serie: <u>100</u>		Fecha de Calibración: <u>9/11/2017</u>			
			Via Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104 info@ufps.edu.co - www.ufps.edu.co							
28/12/2010										

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA									
	Documento	Código	Fecha	Revisión						
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO		F-AC-LRE-002	10-11-2011	A					
Dependencia		Aprobado		Pág.						
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA		DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)						
FLEXIÓN CON CUATRO APOYOS (NTC 2871)										
			Ensayo No.: 10504							
			Fecha de ensayo: <u>5/06/2019</u>							
CLIENTE: <u>UFPSO</u> OBRA: _____ TIPO DE MEZCLA: <u>Concreto Corriente</u> DESCRIPCION: _____ LOCALIZACION: _____			Número de la Muestra: <u>2.2.2</u> Fecha de producción: <u>8/05/2019</u> F. Recepción: <u>5/06/2019</u> 0							
			RESISTENCIA NOMINAL: <u>3,5</u> Mpa Vel de ensayo : <u>0,017</u> Mpa/Seg							
Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	154,3									
Ancho 'b' (mm)	154,23									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	483,2									
Área Transv. Efect.(mm²)	7599,3									
Carga Máxima (kN)	19,59495									
Esfuerzo Real (Mpa)]	2,58									
										
Gráfico : Fuerza Vs Tiempo										
Observaciones: Cemento: _____										
Arena: _____										
Triturado: _____										
Nota: El laboratorio solo se limita a dar resultado de resistencia a Flexión de la muestra sometida a ensayo.										
Laboratorista: Iván Dario Bustos Arias					Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.					
Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda.			Rango: 1000 kN		No. se serie: 100		Fecha de Calibración: 9/11/2017			
			Via Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104 info@ufps.edu.co - www.ufps.edu.co							
28/12/2010										

 <p style="font-size: small;">Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Colombia Vigilada Mineducación</p>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA									
	Documento	Código	Fecha	Revisión						
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO		F-AC-LRE-002	10-11-2011	A					
Dependencia		Aprobado		Pág.						
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA		DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)						
FLEXIÓN CON CUATRO APOYOS (NTC 2871)										
			Ensayo No.: 10505							
			Fecha de ensayo: <u>5/06/2019</u>							
CLIENTE: <u>UFPSO</u> OBRA: _____ TIPO DE MEZCLA: <u>Concreto Corriente</u> DESCRIPCION: _____ LOCALIZACION: _____			Número de la Muestra: <u>2.2.3</u> Fecha de producción: <u>8/05/2019</u> F. Recepción: <u>5/06/2019</u> 0							
			RESISTENCIA NOMINAL: <u>3,5</u> Mpa Vel de ensayo : <u>0,017</u> Mpa/Seg							
Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	154,5									
Ancho 'b' (mm)	152,88									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	483,2									
Área Transv. Efect.(mm ²)	7552,33									
Carga Máxima (kN)	20,2988									
Esfuerzo Real (Mpa)	2,69									
										
Gráfico : Fuerza Vs Tiempo										
Observaciones: <u>Cemento:</u> _____ <u>Arena:</u> _____ <u>Triturado:</u> _____										
Nota: <u>El laboratorio solo se limita a dar resultado de resistencia a Flexión de la muestra sometida a ensayo.</u>										
Laboratorista: <u>Iván Dario Bustos Arias</u>					Jefe de Laboratorio: <u>Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.</u>					
Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>			Rango: <u>1000 kN</u>		No. se serie: <u>100</u>		Fecha de Calibración: <u>9/11/2017</u>			
 <p style="font-size: x-small;">Iván Dario Bustos Arias SC-CER102673 GP-CER102674</p>			Via Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104 info@ufps.edu.co - www.ufps.edu.co							
28/12/2010										

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO		F-AC-LRE-002	10-11-2011
Dependencia		Aprobado		Pág.
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA		DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)

FLEXIÓN CON CUATRO APOYOS (NTC 2871)

Ensayo No.: 10526
Fecha de ensayo: 6/06/2019

CLIENTE: UFPSO
OBRA: _____
TIPO DE MEZCLA: Concreto Corriente
DESCRIPCION: _____
LOCALIZACION: _____

Número de la Muestra: 2.3.1
Fecha de producción: 9/05/2019
F. Recepción: 6/06/2019
0

RESISTENCIA NOMINAL: 3,5 Mpa
Vel de ensayo : 0,017 Mpa/Seg

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	154,2									
Ancho 'b' (mm)	153,63									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	483,2									
Área Transv. Efect.(mm²)	7559,93									
Carga Máxima (kN)	21,62019									
Esfuerzo Real (Mpa)	2,86									

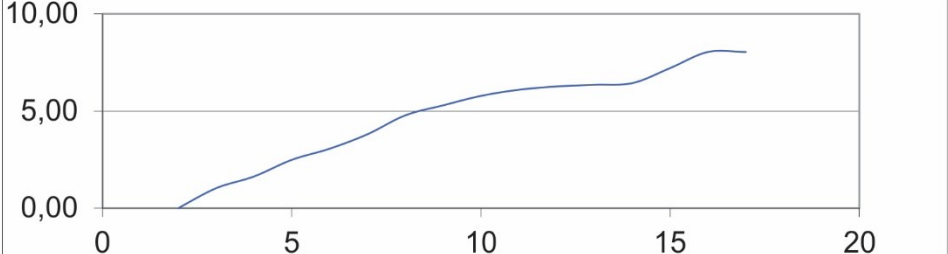


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo


Observaciones: Cemento: _____
Arena: _____
Triturado: _____

Nota: El laboratorio solo se limita a dar resultado de resistencia a Flexión de la muestra sometida a ensayo.

Laboratorista: Iván Dario Bustos Arias

Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.


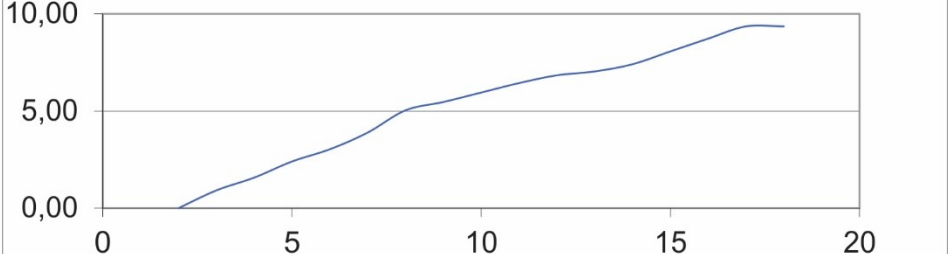

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda. Rango: 1000 kN No. se serie: 100 Fecha de Calibración: 9/11/2017




Iván Da

Via Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104
info@ufps.edu.co - www.ufps.edu.co

28/12/2010

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA										
	Documento	Código	Fecha	Revisión						
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A						
	Dependencia	Aprobado		Pág.						
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)							
FLEXIÓN CON CUATRO APOYOS (NTC 2871)										
Ensayo No.: 10528										
Fecha de ensayo: 6/06/2019										
CLIENTE: <u>UFPSO</u>	Número de la Muestra: <u>2.3.3</u>									
OBRA: _____	Fecha de producción: <u>9/05/2019</u>									
TIPO DE MEZCLA: <u>Concreto Corriente</u>	F. Recepción: <u>6/06/2019</u>									
DESCRIPCION: _____	0									
LOCALIZACION: _____	RESISTENCIA NOMINAL: <u>3,5</u> Mpa									
	Vel de ensayo : <u>0,017</u> Mpa/Seg									
Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	154,2									
Ancho 'b' (mm)	153,63									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	483,2									
Área Transv. Efect.(mm ²)	7559,93									
Carga Máxima (kN)	15,40505									
Esfuerzo Real (Mpa)]	2,04									
										
Gráfico : Fuerza Vs Tiempo										
Observaciones: <u>Cemento:</u> _____										
<u>Arena:</u> _____										
<u>Triturado:</u> _____										
Nota: <u>El laboratorio solo se limita a dar resultado de resistencia a Flexión de la muestra sometida a ensayo.</u>										
Laboratorista: <u>Iván Dario Bustos Arias</u>					Jefe de Laboratorio: <u>Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.</u>					
Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>			Rango: <u>1000 kN</u>		No. se serie: <u>100</u>		Fecha de Calibración: <u>9/11/2017</u>			
			Via Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104 info@ufps.edu.co - www.ufps.edu.co							
28/12/2010										

 <p style="font-size: small;">Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Colombia Vigilada Mineducación</p>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO		F-AC-LRE-002	10-11-2011
Dependencia		Aprobado		Pág.
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA		DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)

FLEXIÓN CON CUATRO APOYOS (NTC 2871)

Ensayo No.: 10621
Fecha de ensayo: 13/06/2019

CLIENTE: UFPSO
OBRA: _____
TIPO DE MEZCLA: Concreto Corriente
DESCRIPCION: _____
LOCALIZACION: _____

Número de la Muestra: 2.4.1
Fecha de producción: 13/05/2019
F. Recepción: 13/06/2019
0

RESISTENCIA NOMINAL: 3,5 Mpa
Vel de ensayo : 0,01 Mpa/Seg

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	154,6									
Ancho 'b' (mm)	154,63									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	483,2									
Área Transv. Efect.(mm ²)	7648,67									
Carga Máxima (kN)	22,749									
Esfuerzo Real (Mpa)	2,97									

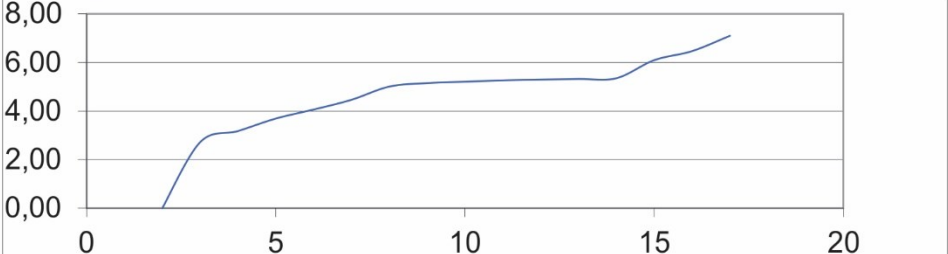


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo


Observaciones: Cemento: _____
Arena: _____
Triturado: _____

Nota: El laboratorio solo se limita a dar resultado de resistencia a Flexión de la muestra sometida a ensayo.

Laboratorista: Iván Dario Bustos Arias

Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.


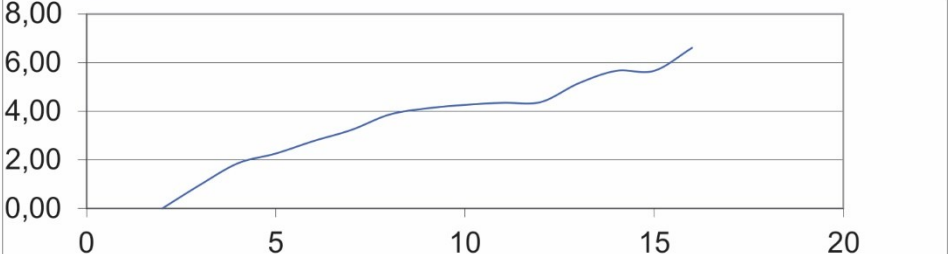

Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda. Rango: 1000 kN No. se serie: 100 Fecha de Calibración: 9/11/2017


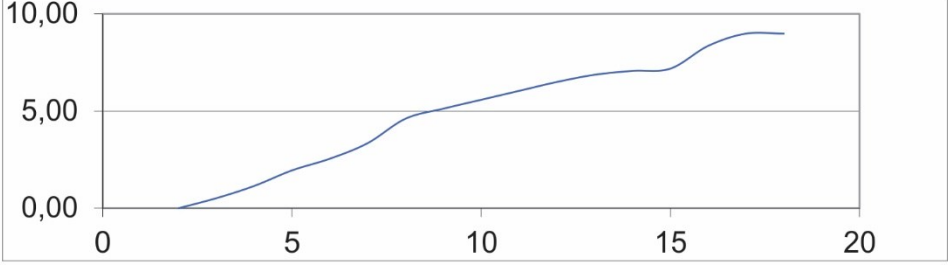




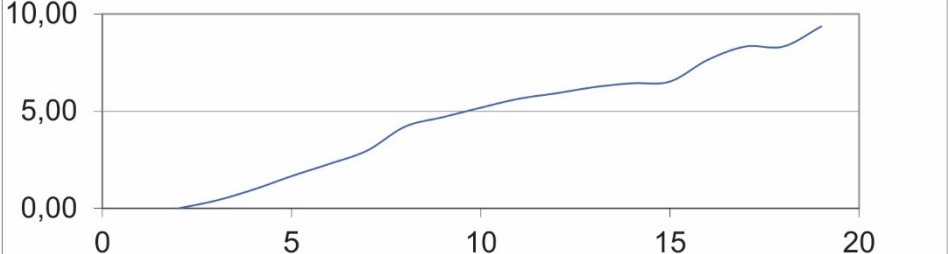

Iván Da


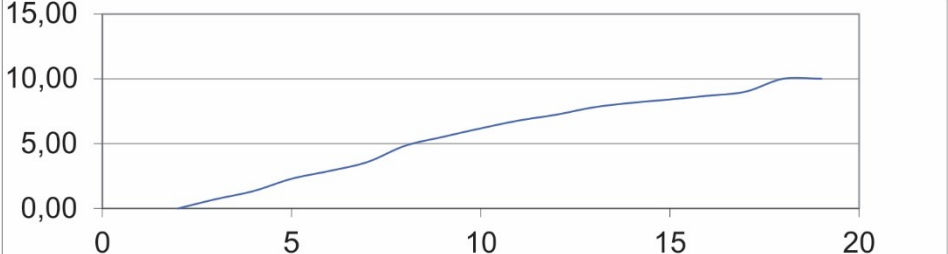

Via Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104
 info@ufps.edu.co - www.ufps.edu.co


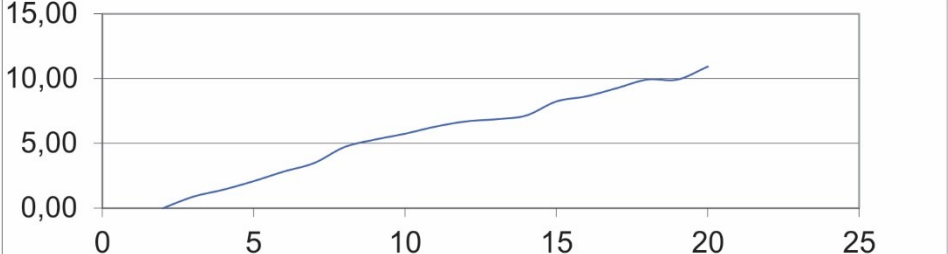

28/12/2010

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA										
	Documento	Código	Fecha	Revisión						
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A						
	Dependencia	Aprobado		Pág.						
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)							
FLEXIÓN CON CUATRO APOYOS (NTC 2871)										
Ensayo No.: 10622										
Fecha de ensayo: 13/06/2019										
CLIENTE: <u>UFPSO</u>	Número de la Muestra: <u>2.4.2</u>									
OBRA: _____	Fecha de producción: <u>13/05/2019</u>									
TIPO DE MEZCLA: <u>Concreto Corriente</u>	F. Recepción: <u>13/06/2019</u>									
DESCRIPCION: _____	0									
LOCALIZACION: _____	RESISTENCIA NOMINAL: <u>3,5</u> Mpa									
	Vel de ensayo : <u>0,017</u> Mpa/Seg									
Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	154,6									
Ancho 'b' (mm)	155,29									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	483,2									
Área Transv. Efect.(mm ²)	7681,31									
Carga Máxima (kN)	22,35724									
Esfuerzo Real (Mpa)	2,91									
										
Gráfico : Fuerza Vs Tiempo										
Observaciones: Cemento: _____										
Arena: _____										
Triturado: _____										
Nota: El laboratorio solo se limita a dar resultado de resistencia a Flexión de la muestra sometida a ensayo.										
Laboratorista: Iván Dario Bustos Arias					Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.					
Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda.			Rango: 1000 kN		No. se serie: 1000		Fecha de Calibración: 9/11/2017			
			Via Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104 info@ufps.edu.co - www.ufps.edu.co							
28/12/2010										


 <p style="font-size: small;">Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Colombia Vigilada Mineducación</p>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA									
	Documento	Código	Fecha	Revisión						
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO		F-AC-LRE-002	10-11-2011	A					
Dependencia		Aprobado		Pág.						
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA		DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)						
FLEXIÓN CON CUATRO APOYOS (NTC 2871)										
			Ensayo No.: 10623							
			Fecha de ensayo: <u>13/06/2019</u>							
CLIENTE: <u>UFPSO</u> OBRA: _____ TIPO DE MEZCLA: <u>Concreto Corriente</u> DESCRIPCION: _____ LOCALIZACION: _____			Número de la Muestra: <u>2.4.3</u> Fecha de producción: <u>13/05/2019</u> F. Recepción: <u>13/06/2019</u> 0							
			RESISTENCIA NOMINAL: <u>3,5</u> Mpa Vel de ensayo : <u>0,017</u> Mpa/Seg							
Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	155,3									
Ancho 'b' (mm)	155,23									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	483,2									
Área Transv. Efect.(mm ²)	7748,04									
Carga Máxima (kN)	15,84329									
Esfuerzo Real (Mpa)]	2,04									
										
Gráfico : Fuerza Vs Tiempo										
Observaciones: <u>Cemento:</u> _____ <u>Arena:</u> _____ <u>Triturado:</u> _____										
Nota: <u>El laboratorio solo se limita a dar resultado de resistencia a Flexión de la muestra sometida a ensayo.</u>										
Laboratorista: <u>Iván Dario Bustos Arias</u>					Jefe de Laboratorio: <u>Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.</u>					
Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>			Rango: <u>1000 kN</u>		No. se serie: <u>100</u>		Fecha de Calibración: <u>9/11/2017</u>			
 <p style="font-size: x-small;">Iván Dario Bustos Arias SC-CER102673 GP-CER102674</p>			Via Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104 info@ufps.edu.co - www.ufps.edu.co							
28/12/2010										

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA										
	Documento	Código	Fecha	Revisión						
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A						
	Dependencia	Aprobado		Pág.						
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)							
FLEXIÓN CON CUATRO APOYOS (NTC 2871)										
Ensayo No.: 10624										
Fecha de ensayo: 13/06/2019										
CLIENTE: <u>UFPSO</u>	Número de la Muestra: <u>2.5.1</u>									
OBRA: _____	Fecha de producción: <u>16/05/2019</u>									
TIPO DE MEZCLA: <u>Concreto Corriente</u>	F. Recepción: <u>13/06/2019</u>									
DESCRIPCION: _____	0									
LOCALIZACION: _____	RESISTENCIA NOMINAL: <u>3,5</u> Mpa									
	Vel de ensayo : <u>0,017</u> Mpa/Seg									
Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	154,8									
Ancho 'b' (mm)	154,8									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	483,2									
Área Transv. Efect.(mm ²)	7676,9									
Carga Máxima (kN)	18,36653									
Esfuerzo Real (Mpa)	2,39									
										
Gráfico : Fuerza Vs Tiempo										
Observaciones: Cemento: _____										
Arena: _____										
Triturado: _____										
Nota: El laboratorio solo se limita a dar resultado de resistencia a Flexión de la muestra sometida a ensayo.										
Laboratorista: Iván Dario Bustos Arias					Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.					
Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda.			Rango: 1000 kN		No. se serie: 100		Fecha de Calibración: 9/11/2017			
			Via Aclosure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104 info@ufps.edu.co - www.ufps.edu.co							
28/12/2010										

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA										
	Documento	Código	Fecha	Revisión						
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A						
	Dependencia	Aprobado		Pág.						
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)							
FLEXIÓN CON CUATRO APOYOS (NTC 2871)										
Ensayo No.: 10625										
Fecha de ensayo: 13/06/2019										
CLIENTE: <u>UFPSO</u>	Número de la Muestra: <u>2.5.2</u>									
OBRA: _____	Fecha de producción: <u>16/05/2019</u>									
TIPO DE MEZCLA: <u>Concreto Corriente</u>	F. Recepción: <u>13/06/2019</u>									
DESCRIPCION: _____	0									
LOCALIZACION: _____	RESISTENCIA NOMINAL: <u>3,5</u> Mpa									
	Vel de ensayo : <u>0,017</u> Mpa/Seg									
Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	154,7									
Ancho 'b' (mm)	156,08									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	483,2									
Área Transv. Efect.(mm ²)	7730,38									
Carga Máxima (kN)	18,55246									
Esfuerzo Real (Mpa)	2,40									
										
Gráfico : Fuerza Vs Tiempo										
Observaciones: Cemento: _____										
Arena: _____										
Triturado: _____										
Nota: El laboratorio solo se limita a dar resultado de resistencia a Flexión de la muestra sometida a ensayo.										
Laboratorista: Iván Dario Bustos Arias					Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.					
Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda.			Rango: 1000 kN		No. se serie: 100		Fecha de Calibración: 9/11/2017			
			Via Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104 info@ufps.edu.co - www.ufps.edu.co							
28/12/2010										

 <p style="font-size: small;">Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Colombia Vigilada Mineducación</p>	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA									
	Documento	Código	Fecha	Revisión						
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO		F-AC-LRE-002	10-11-2011	A					
Dependencia		Aprobado		Pág.						
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA		DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)						
FLEXIÓN CON CUATRO APOYOS (NTC 2871)										
			Ensayo No.: 10626							
			Fecha de ensayo: <u>13/06/2019</u>							
CLIENTE: <u>UFPSO</u> OBRA: _____ TIPO DE MEZCLA: <u>Concreto Corriente</u> DESCRIPCION: _____ LOCALIZACION: _____			Número de la Muestra: <u>2.5.3</u> Fecha de producción: <u>16/05/2019</u> F. Recepción: <u>13/06/2019</u> 0							
			RESISTENCIA NOMINAL: <u>3.5</u> Mpa Vel de ensayo : <u>0.017</u> Mpa/Seg							
Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	154,8									
Ancho 'b' (mm)	155,52									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	483,2									
Área Transv. Efect.(mm ²)	7712,61									
Carga Máxima (kN)	11,88579									
Esfuerzo Real (Mpa)]	1,54									
										
Gráfico : Fuerza Vs Tiempo										
Observaciones: <u>Cemento:</u> _____ <u>Arena:</u> _____ <u>Triturado:</u> _____										
Nota: <u>El laboratorio solo se limita a dar resultado de resistencia a Flexión de la muestra sometida a ensayo.</u>										
Laboratorista: <u>Iván Dario Bustos Arias</u>					Jefe de Laboratorio: <u>Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.</u>					
Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>			Rango: <u>1000 kN</u>		No. se serie: <u>100</u>		Fecha de Calibración: <u>9/11/2017</u>			
			Via Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104 info@ufps.edu.co - www.ufps.edu.co							
28/12/2010										

Apéndice E. Formatos de ensayos de Flexión en adoquines de concreto proporcionados por el laboratorio de concretos de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Codigo	Fecha	Revision
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia		Aprobado	Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA		DIRECTOR DE DEPARTAMENTO	1(1)	

FLEXIÓN CON TRES APOYOS (NTC 663)

Ensayo No.: 10756

Fecha de ensayo: 15/08/2019

CLIENTE: UFPSO
 DIRECCIÓN: _____
 MATERIAL: Arriente
 DESCRIPCIÓN: _____

Número de la Muestra: 3.1.1
 Fecha de producción: 12:00:00 a. m.
 F. Recepción: #####
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa
 Vel de ensayo : 0,02 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	101,9									
Ancho 'b' (mm)	99,87									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	160									
Area Transv. Efect.(mm²)	4317									
Carga Máxima (kN)	20,35857									
Esfuerzo Real (Mpa)	4,72									

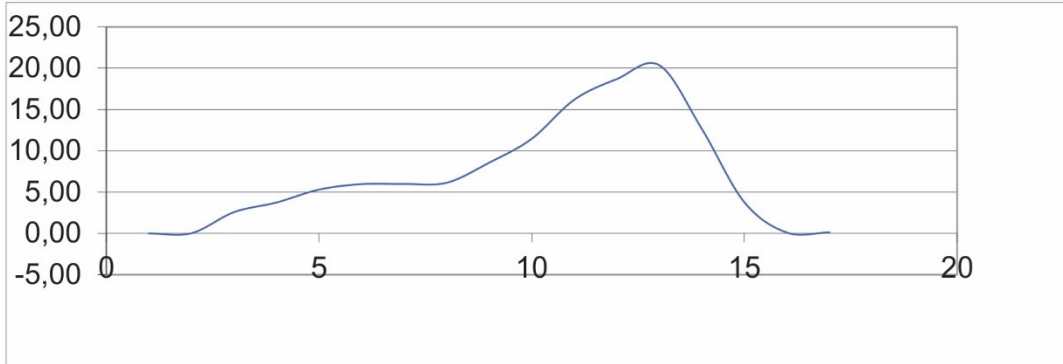


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo

Observaciones: _____

Laboratorista

Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.


Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>	Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>100</u>	Fecha de Calibración: <u>10/08/2017</u>
------------------------------------------	-----------------------	--------------------------	-----------------------------------------



VIA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL OCAÑA N. DE S.
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
 www.ufps.edu.co



28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revision
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO		F-AC-LRE-002	10-11-2011
Dependencia	Aprobado		Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	

FLEXIÓN CON TRES APOYOS (NTC 663)

Ensayo No.: 10757

Fecha de ensayo: **15/08/2019**

CLIENTE: UFPSO
 DIRECCIÓN: _____
 MATERIAL: hormigón
 DESCRIPCIÓN: _____

Número de la Muestra: 3.1.2
 Fecha de producción: 12:00:00 a. m.
 F. Recepción: #####
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa
 Vel de ensayo : 0,02 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	100,9									
Ancho 'b' (mm)	99,74									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	160									
Área Transv. Efect. (mm ²)	4227									
Carga Máxima (kN)	16,15538									
Esfuerzo Real (Mpa)	3,82									

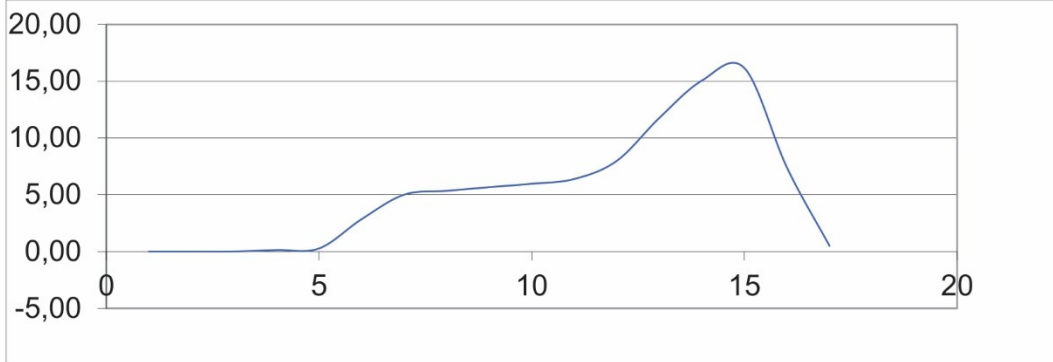


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo

Observaciones: _____

Laboratorista

Jefe de Laboratorio: **Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.**


Máquina de ensayos: Pinzuar Ltda.	Rango: 1000 kN	No. se serie: 186	Fecha de Calibración: 10/08/2017
-----------------------------------	-----------------------	--------------------------	-----------------------------------------



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL, OCAÑA N. DE S.
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufps.edu.co



28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Codigo	Fecha	Revision
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	

FLEXIÓN CON TRES APOYOS (NTC 663)

Ensayo No.: 10758

Fecha de ensayo: 15/08/2019

CLIENTE: UFPSO
 DIRECCIÓN: _____
 MATERIAL: hormigón
 DESCRIPCIÓN: _____

Número de la Muestra: 3.1.3
 Fecha de producción: 12:00:00 a. m.
 F. Recepción: #####
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa
 Vel de ensayo : 0,02 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	100,4									
Ancho 'b' (mm)	99,62									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	160									
Área Transv. Efect.(mm²)	4180									
Carga Máxima (kN)	16,09562									
Esfuerzo Real (Mpa)	3,85									

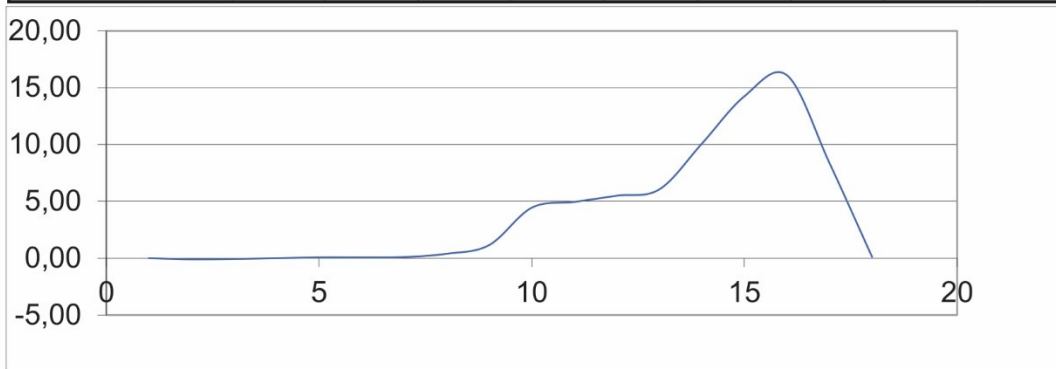


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo

Observaciones: _____

Laboratorista

Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.


Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>	Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>1000</u>	Fecha de Calibración: <u>10/08/2017</u>
------------------------------------------	-----------------------	---------------------------	-----------------------------------------



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL, OCAÑA N. DE S.
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufps.edu.co



28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Codigo	Fecha	Revision
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	

FLEXIÓN CON TRES APOYOS (NTC 663)

Ensayo No.: 10759

Fecha de ensayo: 15/08/2019

CLIENTE: UFPSO
 DIRECCIÓN: _____
 MATERIAL: hormigón
 DESCRIPCIÓN: _____

Número de la Muestra: 3.2.1
 Fecha de producción: 12:00:00 a. m.
 F. Recepción: #####
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa
 Vel de ensayo : 0,02 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	101,3									
Ancho 'b' (mm)	99,86									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	160									
Área Transv. Efect.(mm²)	4265									
Carga Máxima (kN)	18,61222									
Esfuerzo Real (Mpa)	4,36									

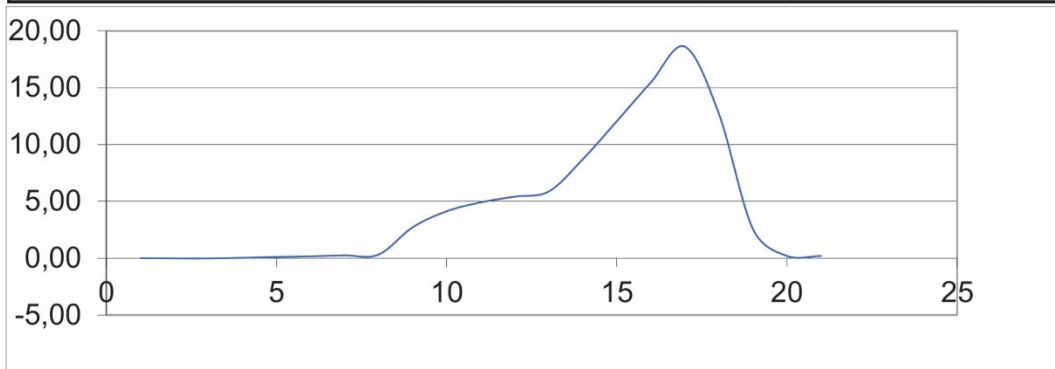


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo

Observaciones: _____

Laboratorista

Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.


Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>	Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>1000</u>	Fecha de Calibración: <u>10/08/2017</u>
------------------------------------------	-----------------------	---------------------------	-----------------------------------------



VIA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL. OCAÑA N. DE S.
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufps.edu.co



28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Codigo	Fecha	Revision
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	

FLEXIÓN CON TRES APOYOS (NTC 663)

Ensayo No.: 10760

Fecha de ensayo: 15/08/2019

CLIENTE: UFPSO
 DIRECCIÓN: _____
 MATERIAL: hormigón
 DESCRIPCIÓN: _____

Número de la Muestra: 3.2.2
 Fecha de producción: 12:00:00 a. m.
 F. Recepción: #####
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa
 Vel de ensayo : 0,02 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	100,6									
Ancho 'b' (mm)	99,63									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	160									
Área Transv. Efect.(mm²)	4197									
Carga Máxima (kN)	19,01726									
Esfuerzo Real (Mpa)	4,53									

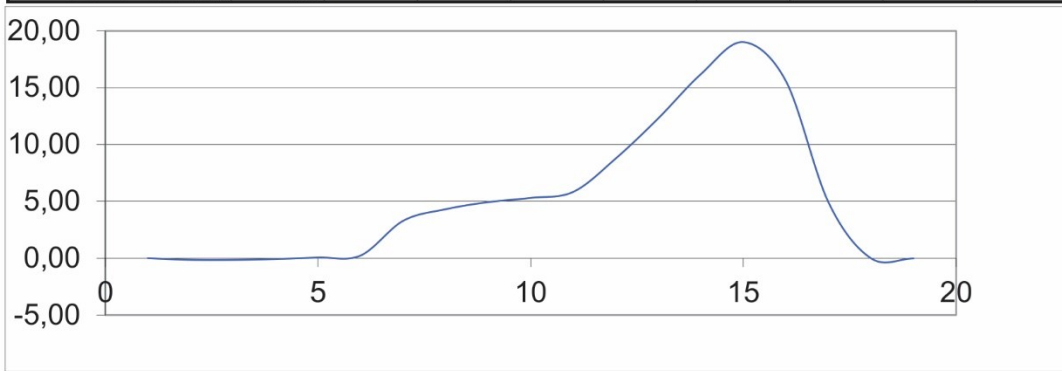


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo

Observaciones: _____

Laboratorista

Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.


Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>	Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>1000</u>	Fecha de Calibración: <u>10/08/2017</u>
------------------------------------------	-----------------------	---------------------------	-----------------------------------------



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL, OCAÑA N. DE S.
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufps.edu.co



28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Codigo	Fecha	Revision
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	

FLEXIÓN CON TRES APOYOS (NTC 663)

Ensayo No.: 10761

Fecha de ensayo: 15/08/2019

CLIENTE: UFPSO
 DIRECCIÓN: _____
 MATERIAL: hormigón
 DESCRIPCIÓN: _____

Número de la Muestra: 3.2.3
 Fecha de producción: 12:00:00 a. m.
 F. Recepción: #####
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa
 Vel de ensayo : 0,02 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	100,6									
Ancho 'b' (mm)	100,51									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	160									
Área Transv. Efect.(mm²)	4234									
Carga Máxima (kN)	15,77689									
Esfuerzo Real (Mpa)	3,73									

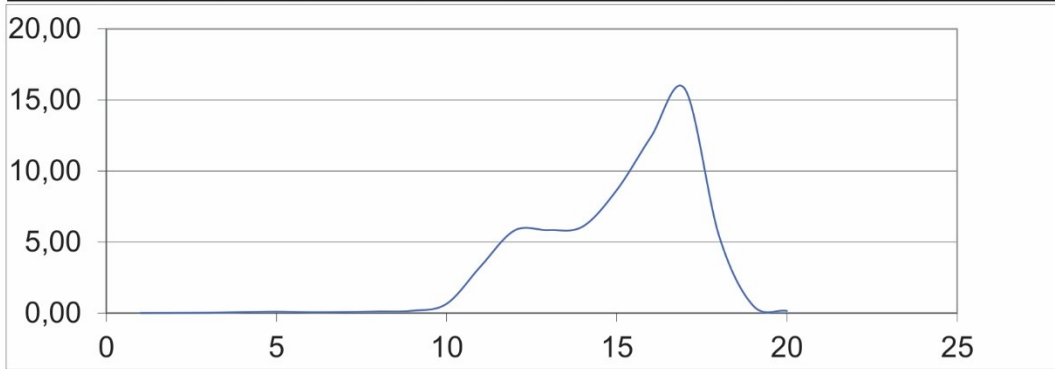


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo

Observaciones: _____

Laboratorista

Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.


Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>	Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>1000</u>	Fecha de Calibración: <u>10/08/2017</u>
------------------------------------------	-----------------------	---------------------------	-----------------------------------------



VIA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL. OCAÑA N. DE S.
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufps.edu.co



28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Codigo	Fecha	Revision
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	

FLEXIÓN CON TRES APOYOS (NTC 663)

Ensayo No.: 10763

Fecha de ensayo: 15/08/2019

CLIENTE: UFPSO
 DIRECCIÓN: _____
 MATERIAL: Concreto Corriente
 DESCRIPCIÓN: _____

Número de la Muestra: 3.3.1
 Fecha de producción: 12:00:00 a. m.
 F. Recepción: #####
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa
 Vel de ensayo : 0,02 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	100,6									
Ancho 'b' (mm)	99,63									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	160									
Área Transv. Efect.(mm²)	4197									
Carga Máxima (kN)	13,49133									
Esfuerzo Real (Mpa)	3,21									

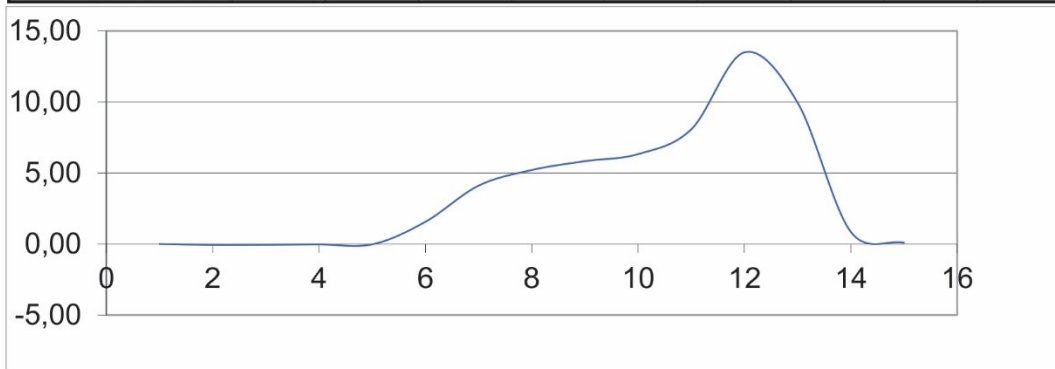


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo

Observaciones: _____

Laboratorista

Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.


Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>	Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>1000</u>	Fecha de Calibración: <u>10/08/2017</u>
------------------------------------------	-----------------------	---------------------------	-----------------------------------------



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL. OCAÑA N. DE S.
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufps.edu.co



28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Codigo	Fecha	Revision
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	

FLEXIÓN CON TRES APOYOS (NTC 663)

Ensayo No.: 10762

Fecha de ensayo: 15/08/2019

CLIENTE: UFPSO
 DIRECCIÓN: _____
 MATERIAL: hormigón
 DESCRIPCIÓN: _____

Número de la Muestra: 3.3.2
 Fecha de producción: 12:00:00 a. m.
 F. Recepción: #####
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa
 Vel de ensayo : 0,02 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	101,3									
Ancho 'b' (mm)	99,86									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	160									
Área Transv. Efect.(mm²)	4265									
Carga Máxima (kN)	13,45918									
Esfuerzo Real (Mpa)	3,16									

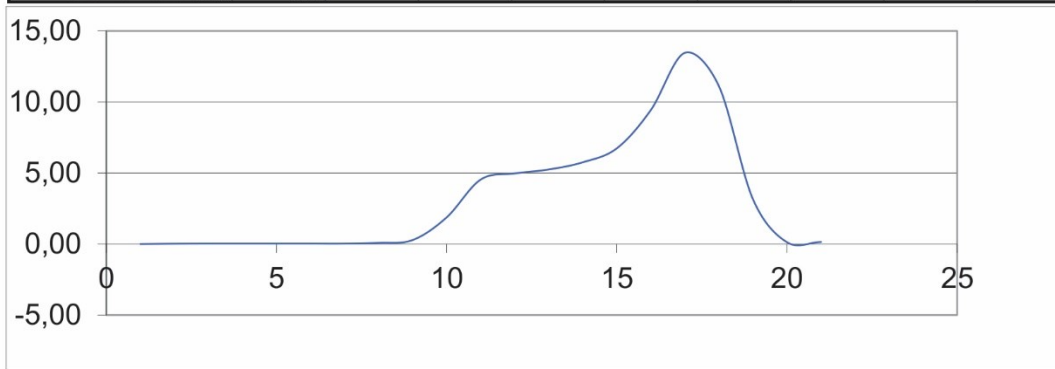


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo

Observaciones: _____

Laboratorista

Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.


Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>	Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>1000</u>	Fecha de Calibración: <u>10/08/2017</u>
------------------------------------------	-----------------------	---------------------------	-----------------------------------------



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL, OCAÑA N. DE S.
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufps.edu.co



28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Codigo	Fecha	Revision
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	

FLEXIÓN CON TRES APOYOS (NTC 663)

Ensayo No.: 10764

Fecha de ensayo: 15/08/2019

CLIENTE: UFPSO
 DIRECCIÓN: _____
 MATERIAL: hormigón
 DESCRIPCIÓN: _____

Número de la Muestra: 3.3.3
 Fecha de producción: 12:00:00 a. m.
 F. Recepción: #####
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa
 Vel de ensayo : 0,02 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	101,2									
Ancho 'b' (mm)	99,75									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	160									
Área Transv. Efect.(mm²)	4252									
Carga Máxima (kN)	15,07416									
Esfuerzo Real (Mpa)	3,54									

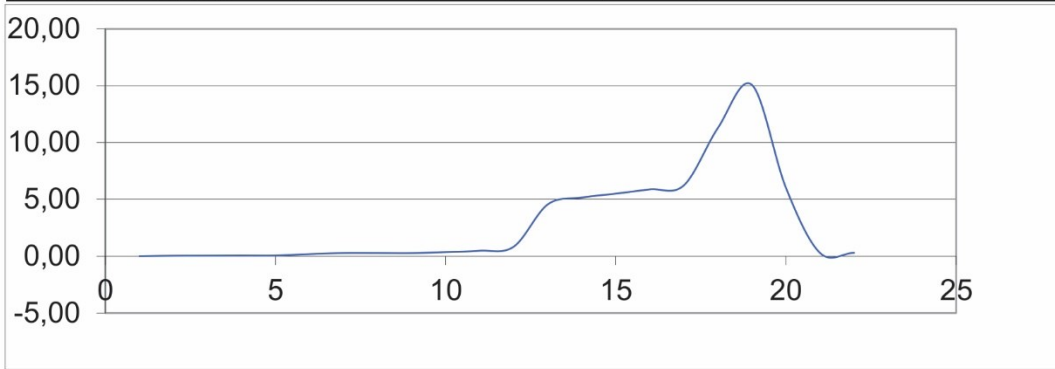


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo

Observaciones: _____

Laboratorista

Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.


Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>	Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>1000</u>	Fecha de Calibración: <u>10/08/2017</u>
------------------------------------------	-----------------------	---------------------------	-----------------------------------------



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL. OCAÑA N. DE S.
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufps.edu.co



28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Codigo	Fecha	Revision
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	

FLEXIÓN CON TRES APOYOS (NTC 663)

Ensayo No.: 10762

Fecha de ensayo: 15/08/2019

CLIENTE: UFPSO
 DIRECCIÓN: _____
 MATERIAL: hormigón
 DESCRIPCIÓN: _____

Número de la Muestra: 3.4.1
 Fecha de producción: 12:00:00 a. m.
 F. Recepción: #####
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa
 Vel de ensayo : 0,02 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	101,3									
Ancho 'b' (mm)	99,86									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	160									
Área Transv. Efect.(mm²)	4265									
Carga Máxima (kN)	13,53918									
Esfuerzo Real (Mpa)	3,17									

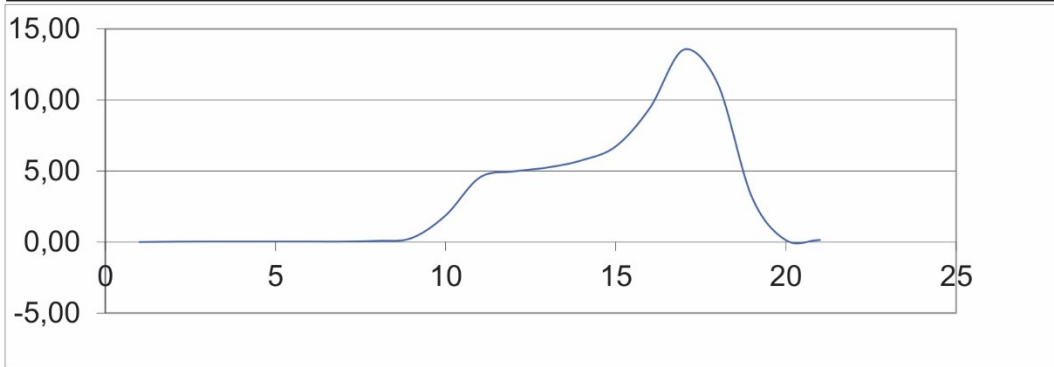


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo

Observaciones: _____

Laboratorista

Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.


Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>	Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>1000</u>	Fecha de Calibración: <u>10/08/2017</u>
------------------------------------------	-----------------------	---------------------------	-----------------------------------------



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL, OCAÑA N. DE S.
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufps.edu.co



28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Codigo	Fecha	Revision
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	

FLEXIÓN CON TRES APOYOS (NTC 663)

Ensayo No.: 10763

Fecha de ensayo: 15/08/2019

CLIENTE: UFPSO
 DIRECCIÓN: _____
 MATERIAL: hormigón
 DESCRIPCIÓN: _____

Número de la Muestra: 3.4.2
 Fecha de producción: 12:00:00 a. m.
 F. Recepción: #####
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa
 Vel de ensayo : 0,02 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	100,6									
Ancho 'b' (mm)	99,63									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	160									
Área Transv. Efect.(mm²)	4197									
Carga Máxima (kN)	13,00133									
Esfuerzo Real (Mpa)	3,10									

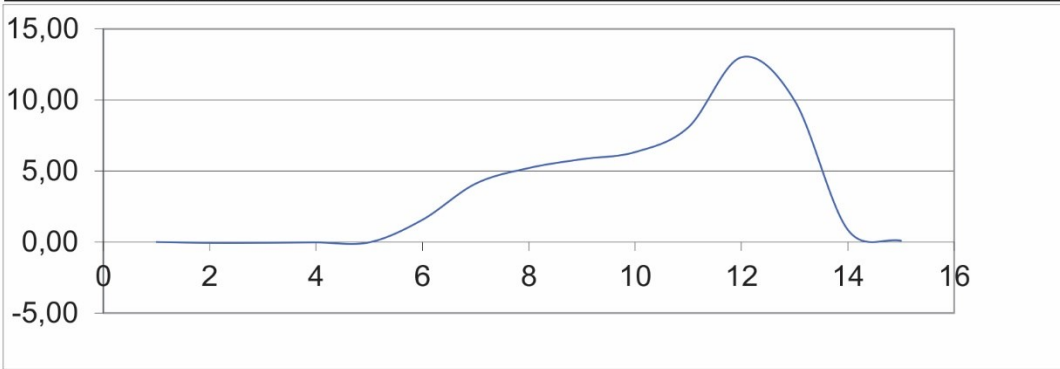


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo

Observaciones: _____

Laboratorista

Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.


Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>	Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>1000</u>	Fecha de Calibración: <u>10/08/2017</u>
------------------------------------------	-----------------------	---------------------------	-----------------------------------------



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL, OCAÑA N. DE S.
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufps.edu.co



28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Codigo	Fecha	Revision
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	

FLEXIÓN CON TRES APOYOS (NTC 663)

Ensayo No.: 10764

Fecha de ensayo: 15/08/2019

CLIENTE: UFPSO
 DIRECCIÓN: _____
 MATERIAL: hormigón
 DESCRIPCIÓN: _____

Número de la Muestra: 3.4.3
 Fecha de producción: 12:00:00 a. m.
 F. Recepción: #####
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa
 Vel de ensayo : 0,02 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	101,2									
Ancho 'b' (mm)	99,75									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	160									
Área Transv. Efect.(mm²)	4252									
Carga Máxima (kN)	14,79416									
Esfuerzo Real (Mpa)	3,48									

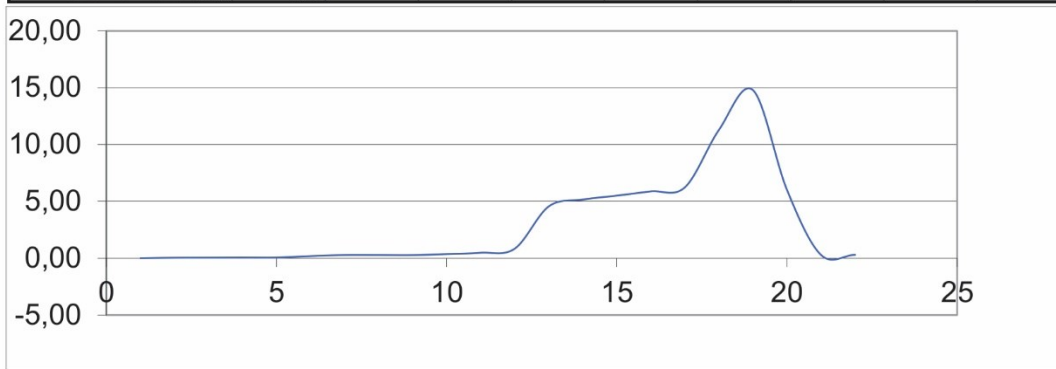


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo

Observaciones: _____

Laboratorista

Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.


Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>	Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>1000</u>	Fecha de Calibración: <u>10/08/2017</u>
------------------------------------------	-----------------------	---------------------------	-----------------------------------------



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL. OCAÑA N. DE S.
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufps.edu.co



28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Codigo	Fecha	Revision
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	

FLEXIÓN CON TRES APOYOS (NTC 663)

Ensayo No.: 10765

Fecha de ensayo: 15/08/2019

CLIENTE: UFPSO
 DIRECCIÓN: _____
 MATERIAL: hormigón
 DESCRIPCIÓN: _____

Número de la Muestra: 3.5.1
 Fecha de producción: 12:00:00 a. m.
 F. Recepción: #####
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa
 Vel de ensayo : 0,02 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	102,8									
Ancho 'b' (mm)	99,44									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	160									
Área Transv. Efect.(mm²)	4374									
Carga Máxima (kN)	15,86985									
Esfuerzo Real (Mpa)	3,63									

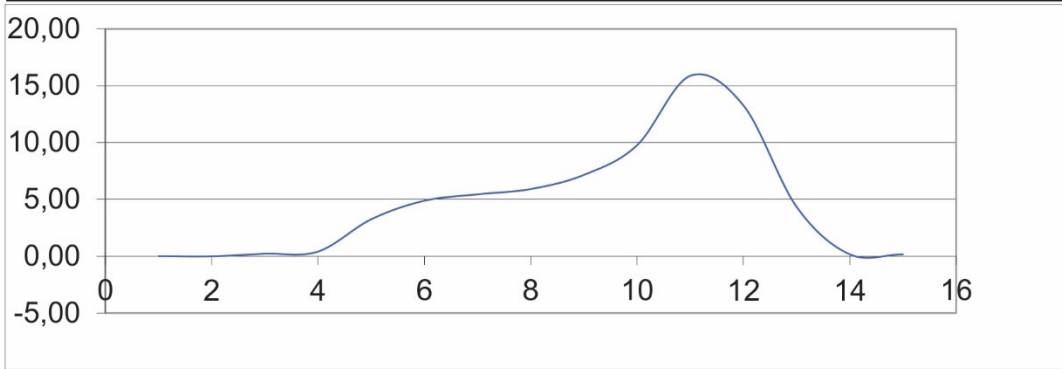


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo

Observaciones: _____

Laboratorista

Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.


Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>	Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>1000</u>	Fecha de Calibración: <u>10/08/2017</u>
------------------------------------------	-----------------------	---------------------------	-----------------------------------------



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL, OCAÑA N. DE S.
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufps.edu.co



28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Codigo	Fecha	Revision
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	

FLEXIÓN CON TRES APOYOS (NTC 663)

Ensayo No.: 10766

Fecha de ensayo: 15/08/2019

CLIENTE: UFPSO
 DIRECCIÓN: _____
 MATERIAL: hormigón
 DESCRIPCIÓN: _____

Número de la Muestra: 3.5.2
 Fecha de producción: 12:00:00 a. m.
 F. Recepción: #####
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa
 Vel de ensayo : 0,02 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	102,8									
Ancho 'b' (mm)	99,44									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	160									
Área Transv. Efect.(mm²)	4374									
Carga Máxima (kN)	18,39309									
Esfuerzo Real (Mpa)	4,20									

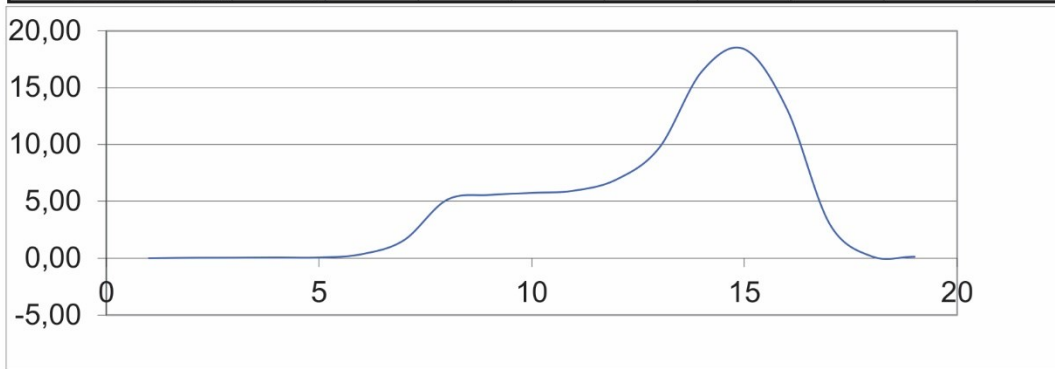


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo

Observaciones: _____

Laboratorista

Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.


Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>	Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>1000</u>	Fecha de Calibración: <u>10/08/2017</u>
------------------------------------------	-----------------------	---------------------------	-----------------------------------------



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL, OCAÑA N. DE S.
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufps.edu.co



28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Codigo	Fecha	Revision
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	

FLEXIÓN CON TRES APOYOS (NTC 663)

Ensayo No.: 10767

Fecha de ensayo: 15/08/2019

CLIENTE: UFPSO
 DIRECCIÓN: _____
 MATERIAL: hormigón
 DESCRIPCIÓN: _____

Número de la Muestra: 3.5.3
 Fecha de producción: 12:00:00 a. m.
 F. Recepción: #####
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa
 Vel de ensayo : 0,02 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	100,4									
Ancho 'b' (mm)	99,22									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	160									
Área Transv. Efect.(mm²)	4163									
Carga Máxima (kN)	16,4409									
Esfuerzo Real (Mpa)	3,95									

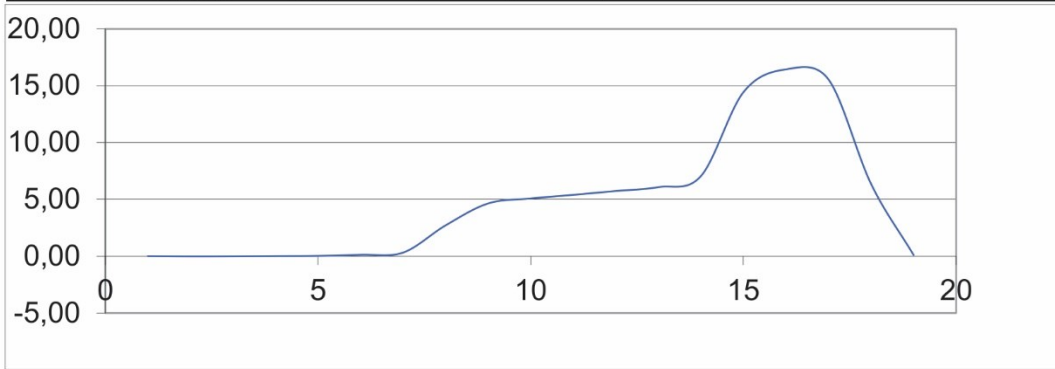


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo

Observaciones: _____

Laboratorista

Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.


Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>	Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>1000</u>	Fecha de Calibración: <u>10/08/2017</u>
------------------------------------------	-----------------------	---------------------------	-----------------------------------------



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL, OCAÑA N. DE S.
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufps.edu.co



28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Codigo	Fecha	Revision
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	

FLEXIÓN CON TRES APOYOS (NTC 663)

Ensayo No.: 10768

Fecha de ensayo: 15/08/2019

CLIENTE: UFPSO
 DIRECCIÓN: _____
 MATERIAL: hormigón
 DESCRIPCIÓN: _____

Número de la Muestra: 3.6.1
 Fecha de producción: 12:00:00 a. m.
 F. Recepción: #####
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa
 Vel de ensayo : 0,02 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	102,6									
Ancho 'b' (mm)	99,8									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	160									
Área Transv. Efect.(mm²)	4373									
Carga Máxima (kN)	13,67862									
Esfuerzo Real (Mpa)	3,13									

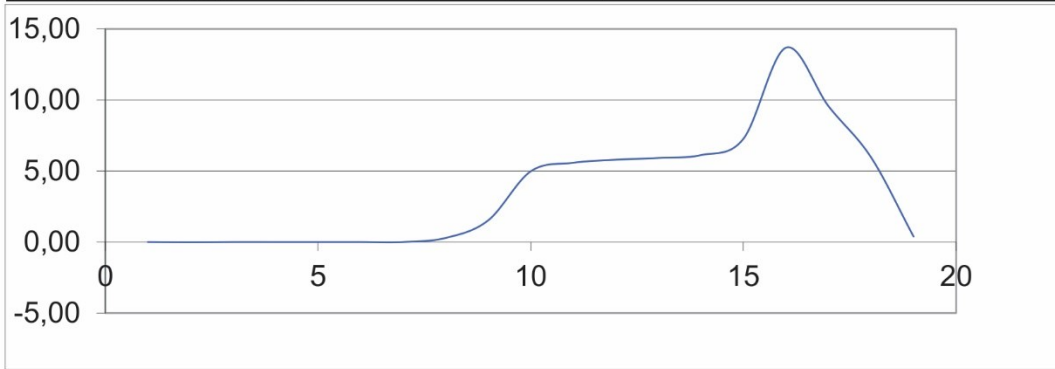


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo

Observaciones: _____

Laboratorista

Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.


Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>	Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>1000</u>	Fecha de Calibración: <u>10/08/2017</u>
------------------------------------------	-----------------------	---------------------------	-----------------------------------------



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL. OCAÑA N. DE S.
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufps.edu.co



28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Codigo	Fecha	Revision
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	

FLEXIÓN CON TRES APOYOS (NTC 663)

Ensayo No.: 10769

Fecha de ensayo: 15/08/2019

CLIENTE: UFPSO
 DIRECCIÓN: _____
 MATERIAL: hormigón
 DESCRIPCIÓN: _____

Número de la Muestra: 3.6.2
 Fecha de producción: 12:00:00 a. m.
 F. Recepción: #####
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa
 Vel de ensayo : 0,02 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	102,8									
Ancho 'b' (mm)	102,58									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	160									
Área Transv. Efect.(mm²)	4512									
Carga Máxima (kN)	13,91766									
Esfuerzo Real (Mpa)	3,08									

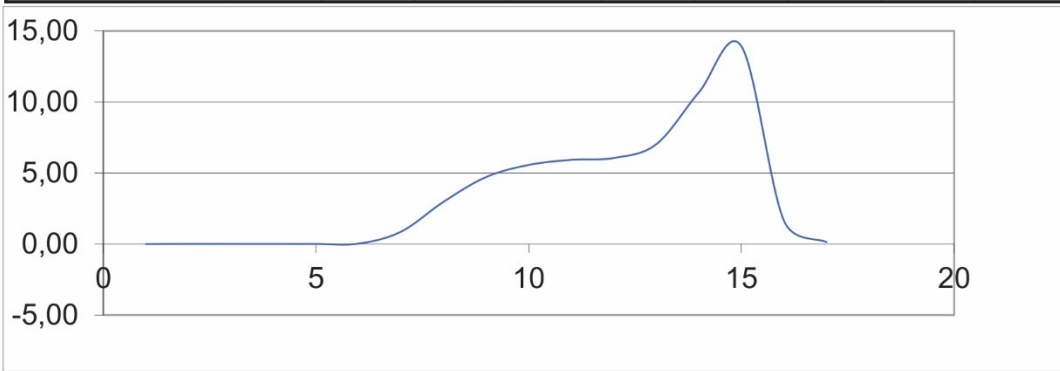


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo

Observaciones: _____

Laboratorista

Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.


Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>	Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>1000</u>	Fecha de Calibración: <u>10/08/2017</u>
------------------------------------------	-----------------------	---------------------------	-----------------------------------------



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL. OCAÑA N. DE S.
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufps.edu.co



28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Codigo	Fecha	Revision
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	

FLEXIÓN CON TRES APOYOS (NTC 663)

Ensayo No.: 10770

Fecha de ensayo: 15/08/2019

CLIENTE: UFPSO
 DIRECCIÓN: _____
 MATERIAL: hormigón
 DESCRIPCIÓN: _____

Número de la Muestra: 3.6.3
 Fecha de producción: 12:00:00 a. m.
 F. Recepción: #####
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa
 Vel de ensayo : 0,02 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	101,3									
Ancho 'b' (mm)	100,53									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	160									
Área Transv. Efect.(mm²)	4294									
Carga Máxima (kN)	12,3174									
Esfuerzo Real (Mpa)	2,87									

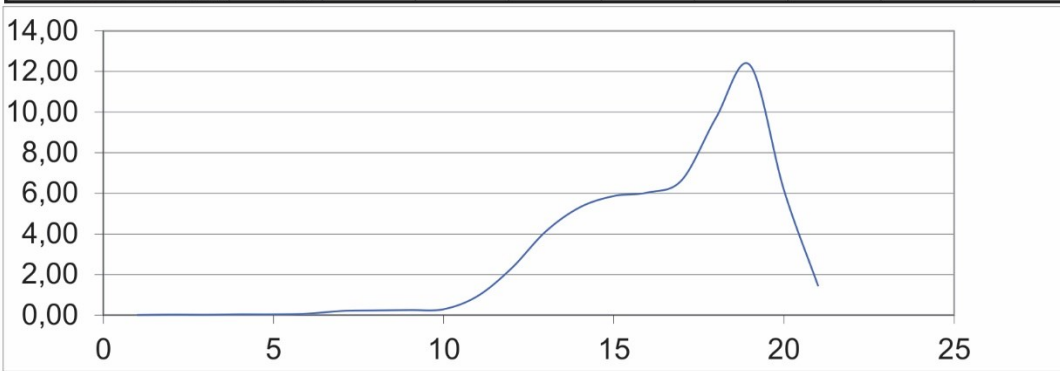


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo

Observaciones: _____

Laboratorista

Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.


Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>	Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>100</u>	Fecha de Calibración: <u>10/08/2017</u>
------------------------------------------	-----------------------	--------------------------	-----------------------------------------



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL. OCAÑA N. DE S.
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufps.edu.co



28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Codigo	Fecha	Revision
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	

FLEXIÓN CON TRES APOYOS (NTC 663)

Ensayo No.: 10771

Fecha de ensayo: 15/08/2019

CLIENTE: UFPSO
 DIRECCIÓN: _____
 MATERIAL: hormigón
 DESCRIPCIÓN: _____

Número de la Muestra: 3.7.1
 Fecha de producción: 12:00:00 a. m.
 F. Recepción: #####
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa
 Vel de ensayo : 0,02 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	101,8									
Ancho 'b' (mm)	100,35									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	160									
Área Transv. Efect.(mm²)	4329									
Carga Máxima (kN)	12,29084									
Esfuerzo Real (Mpa)	2,84									

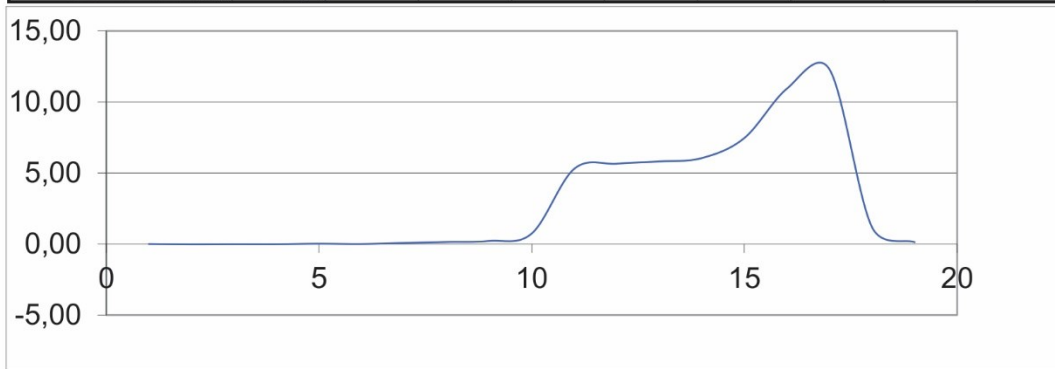


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo

Observaciones: _____

Laboratorista

Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.


Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>	Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>1000</u>	Fecha de Calibración: <u>10/08/2017</u>
------------------------------------------	-----------------------	---------------------------	-----------------------------------------



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL, OCAÑA N. DE S.
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufps.edu.co



28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Codigo	Fecha	Revision
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	

FLEXIÓN CON TRES APOYOS (NTC 663)

Ensayo No.: 10772

Fecha de ensayo: 15/08/2019

CLIENTE: UFPSO
 DIRECCIÓN: _____
 MATERIAL: hormigón
 DESCRIPCIÓN: _____

Número de la Muestra: 3.7.2
 Fecha de producción: 12:00:00 a. m.
 F. Recepción: #####
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa
 Vel de ensayo : 0,02 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	101,4									
Ancho 'b' (mm)	100,28									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	160									
Área Transv. Efect.(mm²)	4292									
Carga Máxima (kN)	14,07703									
Esfuerzo Real (Mpa)	3,28									

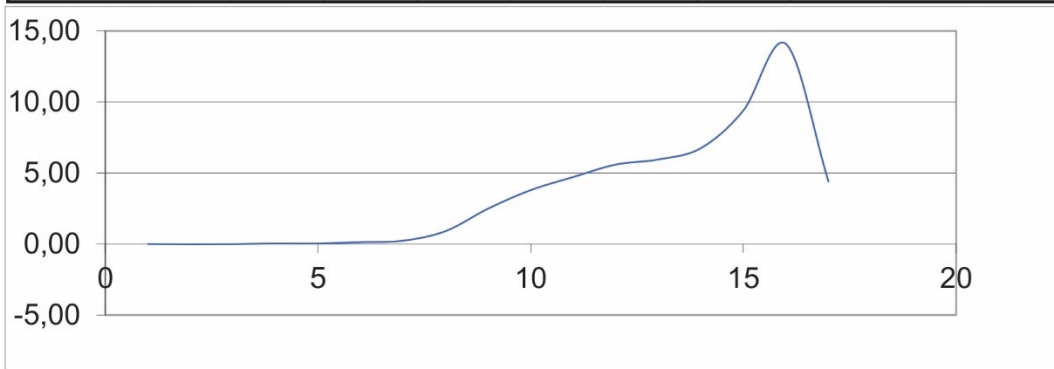


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo

Observaciones: _____

Laboratorista

Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.


Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>	Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>1000</u>	Fecha de Calibración: <u>10/08/2017</u>
------------------------------------------	-----------------------	---------------------------	-----------------------------------------



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL, OCAÑA N. DE S.
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufps.edu.co



28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Codigo	Fecha	Revision
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	

FLEXIÓN CON TRES APOYOS (NTC 663)

Ensayo No.: 10773

Fecha de ensayo: 15/08/2019

CLIENTE: UFPSO
 DIRECCIÓN: _____
 MATERIAL: hormigón
 DESCRIPCIÓN: _____

Número de la Muestra: 3.7.3
 Fecha de producción: 12:00:00 a. m.
 F. Recepción: #####
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa
 Vel de ensayo : 0,02 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	101,3									
Ancho 'b' (mm)	100,31									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	160									
Área Transv. Efect.(mm²)	4285									
Carga Máxima (kN)	13,21381									
Esfuerzo Real (Mpa)	3,08									

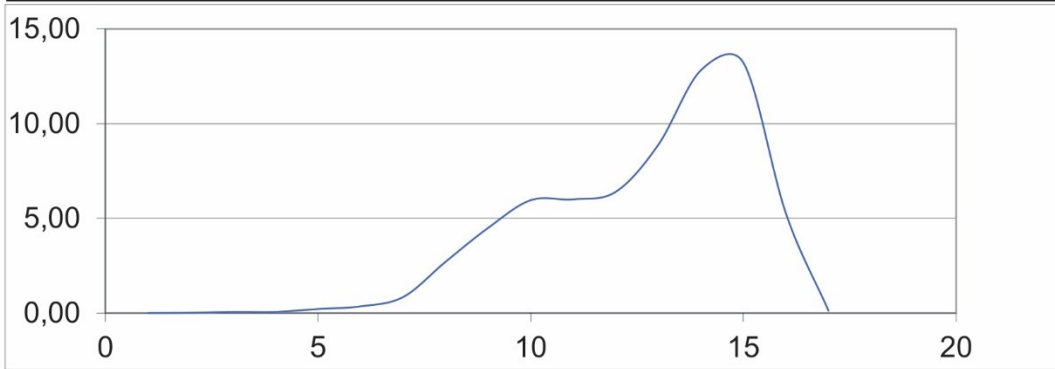


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo

Observaciones: _____

Laboratorista

Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.


Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>	Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>100</u>	Fecha de Calibración: <u>10/08/2017</u>
------------------------------------------	-----------------------	--------------------------	-----------------------------------------



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL. OCAÑA N. DE S.
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufps.edu.co



28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Codigo	Fecha	Revision
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	

FLEXIÓN CON TRES APOYOS (NTC 663)

Ensayo No.: 10774

Fecha de ensayo: 15/08/2019

CLIENTE: UFPSO
 DIRECCIÓN: _____
 MATERIAL: hormigón
 DESCRIPCIÓN: _____

Número de la Muestra: 3.8.1
 Fecha de producción: 12:00:00 a. m.
 F. Recepción: #####
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa
 Vel de ensayo : 0,02 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	103,6									
Ancho 'b' (mm)	100,02									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	160									
Área Transv. Efect.(mm²)	4468									
Carga Máxima (kN)	13,39973									
Esfuerzo Real (Mpa)	3,00									

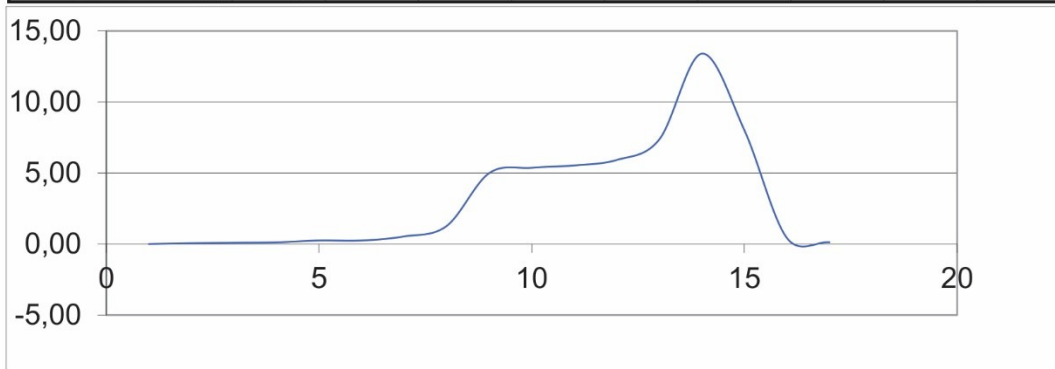


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo

Observaciones: _____

Laboratorista

Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.


Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>	Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>1000</u>	Fecha de Calibración: <u>10/08/2017</u>
------------------------------------------	-----------------------	---------------------------	-----------------------------------------



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL. OCAÑA N. DE S.
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufps.edu.co



28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Codigo	Fecha	Revision
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	

FLEXIÓN CON TRES APOYOS (NTC 663)

Ensayo No.: 10775

Fecha de ensayo: 15/08/2019

CLIENTE: UFPSO
 DIRECCIÓN: _____
 MATERIAL: hormigón
 DESCRIPCIÓN: _____

Número de la Muestra: 3.8.2
 Fecha de producción: 12:00:00 a. m.
 F. Recepción: #####
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa
 Vel de ensayo : 0,02 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	101,1									
Ancho 'b' (mm)	101,52									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	160									
Área Transv. Efect.(mm²)	4319									
Carga Máxima (kN)	13,25365									
Esfuerzo Real (Mpa)	3,07									

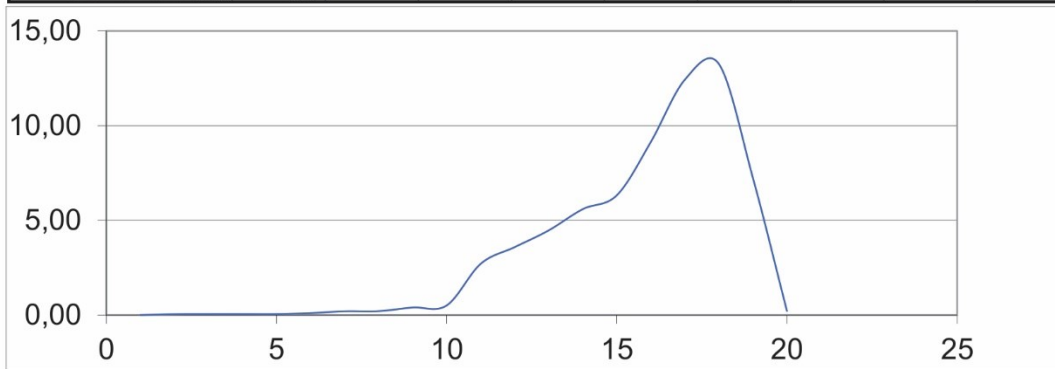


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo

Observaciones: _____

Laboratorista

Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.


Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>	Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>1000</u>	Fecha de Calibración: <u>10/08/2017</u>
------------------------------------------	-----------------------	---------------------------	-----------------------------------------



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL. OCAÑA N. DE S.
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufps.edu.co



28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Codigo	Fecha	Revision
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	

FLEXIÓN CON TRES APOYOS (NTC 663)

Ensayo No.: 10776

Fecha de ensayo: 15/08/2019

CLIENTE: UFPSO
 DIRECCIÓN: _____
 MATERIAL: hormigón
 DESCRIPCIÓN: _____

Número de la Muestra: 3.8.3
 Fecha de producción: 12:00:00 a. m.
 F. Recepción: #####
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa
 Vel de ensayo : 0,02 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	102,3									
Ancho 'b' (mm)	100,72									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	160									
Área Transv. Efect.(mm²)	4388									
Carga Máxima (kN)	12,7158									
Esfuerzo Real (Mpa)	2,90									

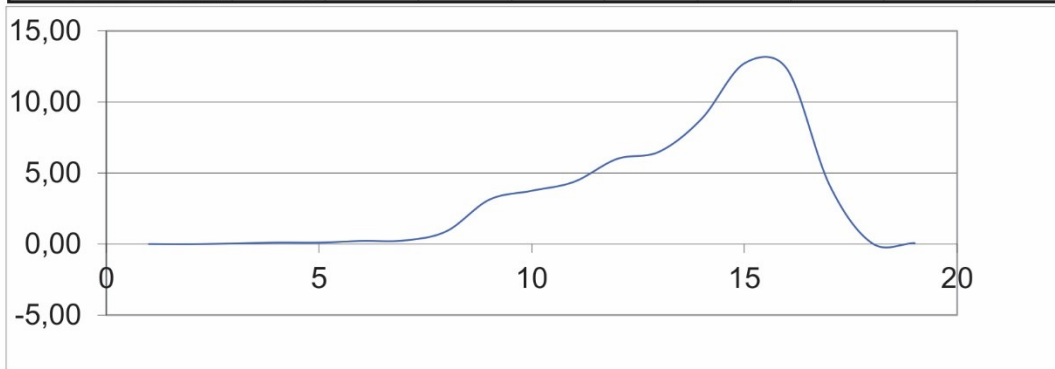


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo

Observaciones: _____

Laboratorista

Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.


Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>	Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>1000</u>	Fecha de Calibración: <u>10/08/2017</u>
------------------------------------------	-----------------------	---------------------------	-----------------------------------------



VIA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL. OCAÑA N. DE S.
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufps.edu.co



28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Codigo	Fecha	Revision
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	

FLEXIÓN CON TRES APOYOS (NTC 663)

Ensayo No.: 10777

Fecha de ensayo: 15/08/2019

CLIENTE: UFPSO
 DIRECCIÓN: _____
 MATERIAL: hormigón
 DESCRIPCIÓN: _____

Número de la Muestra: 3.9.1
 Fecha de producción: 12:00:00 a. m.
 F. Recepción: #####
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa
 Vel de ensayo : 0,02 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	100,5									
Ancho 'b' (mm)	102,76									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	160									
Área Transv. Efect.(mm²)	4320									
Carga Máxima (kN)	11,04914									
Esfuerzo Real (Mpa)	2,56									

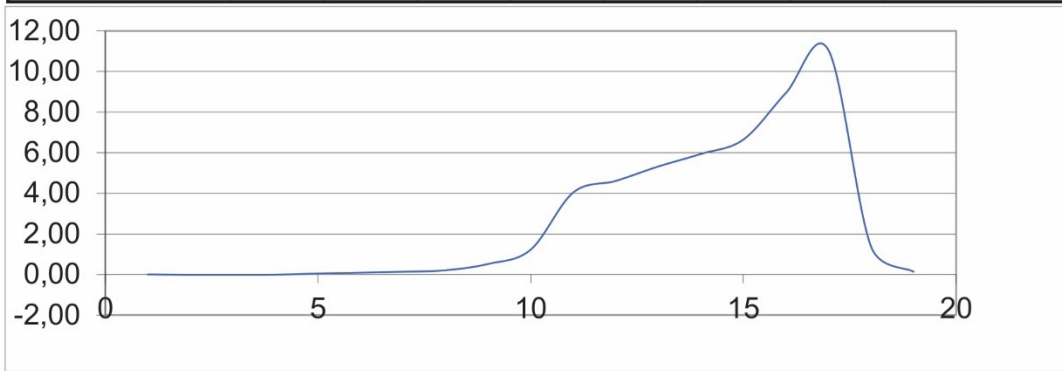


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo

Observaciones: _____

Laboratorista

Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.


Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>	Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>1000</u>	Fecha de Calibración: <u>10/08/2017</u>
------------------------------------------	-----------------------	---------------------------	-----------------------------------------



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL, OCAÑA N. DE S.
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufps.edu.co



28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Codigo	Fecha	Revision
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	

FLEXIÓN CON TRES APOYOS (NTC 663)

Ensayo No.: 10778

Fecha de ensayo: 15/08/2019

CLIENTE: UFPSO
 DIRECCIÓN: _____
 MATERIAL: hormigón
 DESCRIPCIÓN: _____

Número de la Muestra: 3.9.2
 Fecha de producción: 12:00:00 a. m.
 F. Recepción: #####
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa
 Vel de ensayo : 0,02 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	101,4									
Ancho 'b' (mm)	100,43									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	160									
Área Transv. Efect.(mm²)	4298									
Carga Máxima (kN)	8,73838									
Esfuerzo Real (Mpa)	2,03									

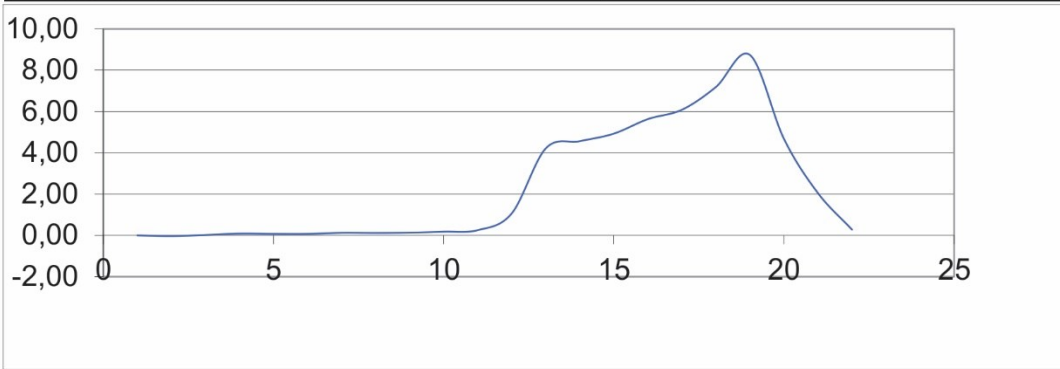


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo

Observaciones: _____

Laboratorista

Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.


Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>	Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>1000</u>	Fecha de Calibración: <u>10/08/2017</u>
------------------------------------------	-----------------------	---------------------------	-----------------------------------------



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL, OCAÑA N. DE S.
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufps.edu.co



28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Codigo	Fecha	Revision
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	

FLEXIÓN CON TRES APOYOS (NTC 663)

Ensayo No.: 10779

Fecha de ensayo: 15/08/2019

CLIENTE: UFPSO
 DIRECCIÓN: _____
 MATERIAL: hormigón
 DESCRIPCIÓN: _____

Número de la Muestra: 3.9.3
 Fecha de producción: 12:00:00 a. m.
 F. Recepción: #####
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa
 Vel de ensayo : 0,02 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	100,6									
Ancho 'b' (mm)	100,54									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	160									
Área Transv. Efect.(mm²)	4235									
Carga Máxima (kN)	7,47012									
Esfuerzo Real (Mpa)	1,76									

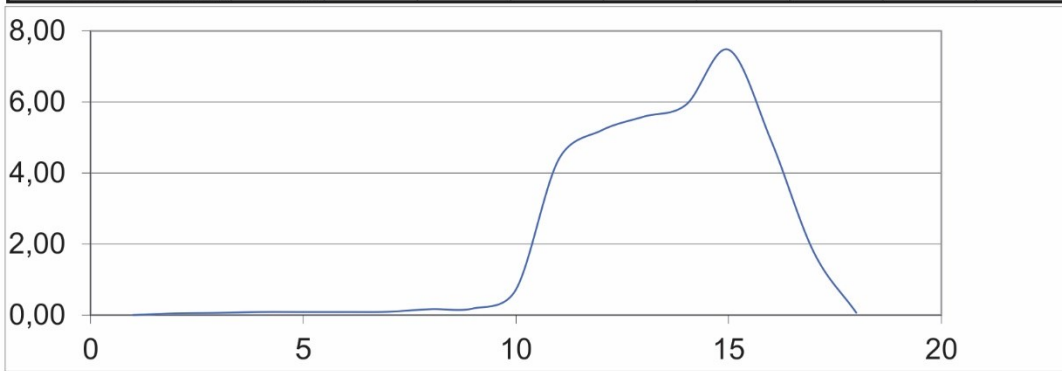


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo

Observaciones: _____

Laboratorista

Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.


Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>	Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>1000</u>	Fecha de Calibración: <u>10/08/2017</u>
------------------------------------------	-----------------------	---------------------------	-----------------------------------------



VIA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL. OCAÑA N. DE S.
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufps.edu.co



28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Codigo	Fecha	Revision
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	

FLEXIÓN CON TRES APOYOS (NTC 663)

Ensayo No.: 10780

Fecha de ensayo: 15/08/2019

CLIENTE: UFPSO
 DIRECCIÓN: _____
 MATERIAL: hormigón
 DESCRIPCIÓN: _____

Número de la Muestra: 3.10.1
 Fecha de producción: 12:00:00 a. m.
 F. Recepción: #####
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa
 Vel de ensayo : 0,02 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	102,5									
Ancho 'b' (mm)	100,05									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	160									
Área Transv. Efect.(mm²)	4375									
Carga Máxima (kN)	11,22178									
Esfuerzo Real (Mpa)	2,56									

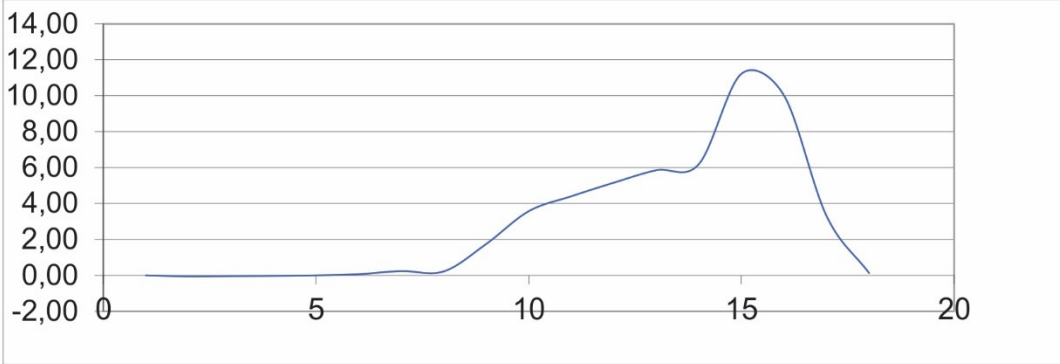


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo

Observaciones: _____

Laboratorista

Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.


Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>	Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>1000</u>	Fecha de Calibración: <u>10/08/2017</u>
------------------------------------------	-----------------------	---------------------------	-----------------------------------------



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL, OCAÑA N. DE S.
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufps.edu.co



28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Codigo	Fecha	Revision
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	

FLEXIÓN CON TRES APOYOS (NTC 663)

Ensayo No.: 10781

Fecha de ensayo: 15/08/2019

CLIENTE: UFPSO
 DIRECCIÓN: _____
 MATERIAL: hormigón
 DESCRIPCIÓN: _____

Número de la Muestra: 3.10.2
 Fecha de producción: 12:00:00 a. m.
 F. Recepción: #####
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa
 Vel de ensayo : 0,02 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	101,6									
Ancho 'b' (mm)	100,27									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	160									
Área Transv. Efect.(mm²)	4308									
Carga Máxima (kN)	10,68393									
Esfuerzo Real (Mpa)	2,48									

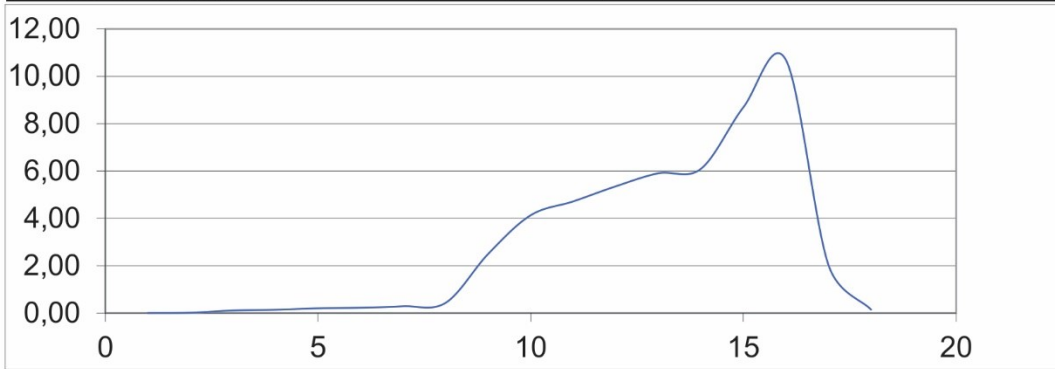


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo

Observaciones: _____

Laboratorista

Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.


Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>	Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>100</u>	Fecha de Calibración: <u>10/08/2017</u>
------------------------------------------	-----------------------	--------------------------	-----------------------------------------



VIA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL. OCAÑA N. DE S.
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufps.edu.co



28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Codigo	Fecha	Revision
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	

FLEXIÓN CON TRES APOYOS (NTC 663)

Ensayo No.: 10782

Fecha de ensayo: 15/08/2019

CLIENTE: UFPSO
 DIRECCIÓN: _____
 MATERIAL: hormigón
 DESCRIPCIÓN: _____

Número de la Muestra: 3.10.3
 Fecha de producción: 12:00:00 a. m.
 F. Recepción: #####
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa
 Vel de ensayo : 0,02 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	102,6									
Ancho 'b' (mm)	100,47									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	160									
Área Transv. Efect.(mm²)	4402									
Carga Máxima (kN)	9,694555									
Esfuerzo Real (Mpa)	2,20									

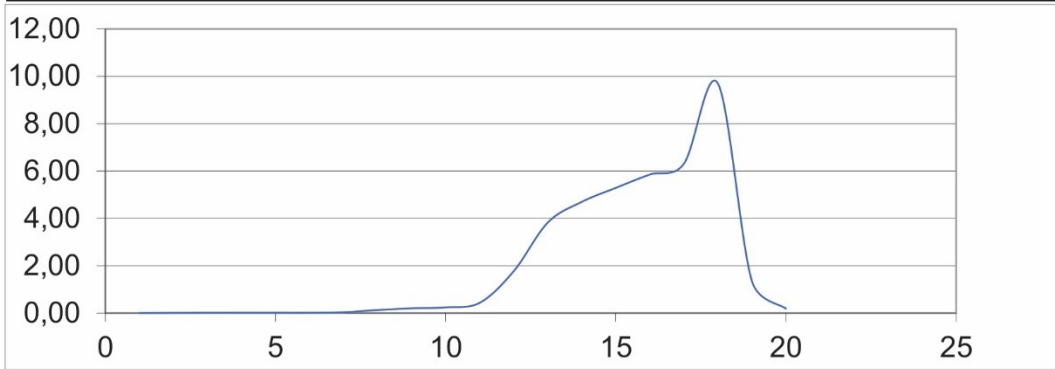


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo

Observaciones: _____

Laboratorista

Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.


Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>	Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>100</u>	Fecha de Calibración: <u>10/08/2017</u>
------------------------------------------	-----------------------	--------------------------	-----------------------------------------



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL, OCAÑA N. DE S.
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufps.edu.co



28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Codigo	Fecha	Revision
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	

FLEXIÓN CON TRES APOYOS (NTC 663)

Ensayo No.: 10783

Fecha de ensayo: 15/08/2019

CLIENTE: UFPSO
 DIRECCIÓN: _____
 MATERIAL: hormigón
 DESCRIPCIÓN: _____

Número de la Muestra: 3.11.1
 Fecha de producción: 12:00:00 a. m.
 F. Recepción: #####
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa
 Vel de ensayo : 0,02 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	102,5									
Ancho 'b' (mm)	100,86									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	160									
Área Transv. Efect.(mm²)	4411									
Carga Máxima (kN)	8,7251									
Esfuerzo Real (Mpa)	1,98									

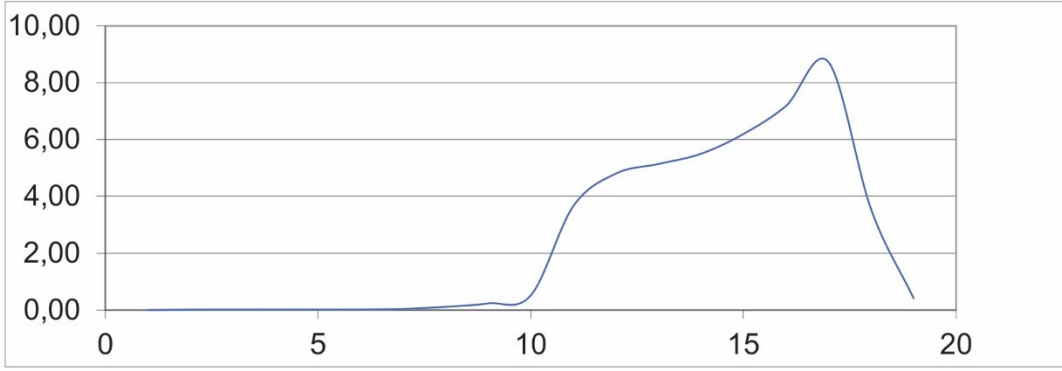


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo

Observaciones: _____

Laboratorista

Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.


Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>	Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>1000</u>	Fecha de Calibración: <u>10/08/2017</u>
------------------------------------------	-----------------------	---------------------------	-----------------------------------------



VIA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL. OCAÑA N. DE S.
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufps.edu.co



28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Codigo	Fecha	Revision
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	

FLEXIÓN CON TRES APOYOS (NTC 663)

Ensayo No.: 10784

Fecha de ensayo: 15/08/2019

CLIENTE: UFPSO
 DIRECCIÓN: _____
 MATERIAL: hormigón
 DESCRIPCIÓN: _____

Número de la Muestra: 3.11.2
 Fecha de producción: 12:00:00 a. m.
 F. Recepción: #####
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa
 Vel de ensayo : 0,02 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	102,6									
Ancho 'b' (mm)	100,97									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	160									
Área Transv. Efect.(mm²)	4424									
Carga Máxima (kN)	8,054449									
Esfuerzo Real (Mpa)	1,82									

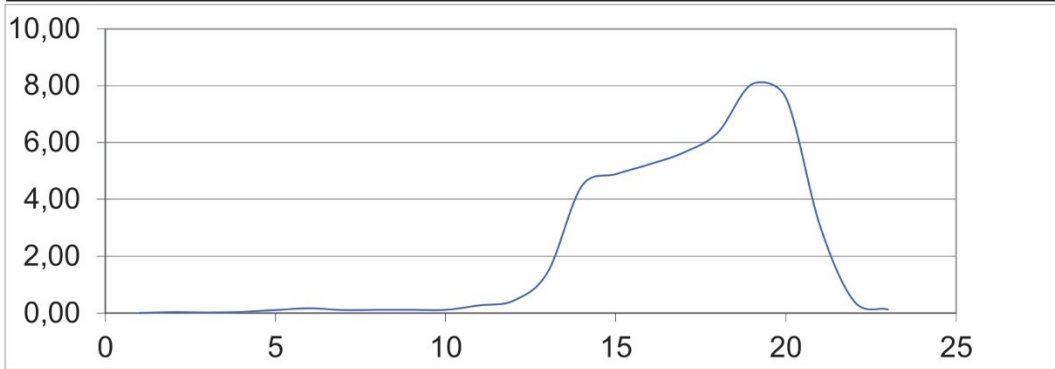


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo

Observaciones: _____

Laboratorista

Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.


Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>	Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>1000</u>	Fecha de Calibración: <u>10/08/2017</u>
------------------------------------------	-----------------------	---------------------------	-----------------------------------------



VIA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL. OCAÑA N. DE S.
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufps.edu.co



28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Codigo	Fecha	Revision
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	

FLEXIÓN CON TRES APOYOS (NTC 663)

Ensayo No.: 10785

Fecha de ensayo: 15/08/2019

CLIENTE: UFPSO
 DIRECCIÓN: _____
 MATERIAL: hormigón
 DESCRIPCIÓN: _____

Número de la Muestra: 3.11.3
 Fecha de producción: 12:00:00 a. m.
 F. Recepción: #####
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa
 Vel de ensayo : 0,02 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	102,7									
Ancho 'b' (mm)	100,51									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	160									
Área Transv. Efect.(mm²)	4413									
Carga Máxima (kN)	8,7251									
Esfuerzo Real (Mpa)	1,98									

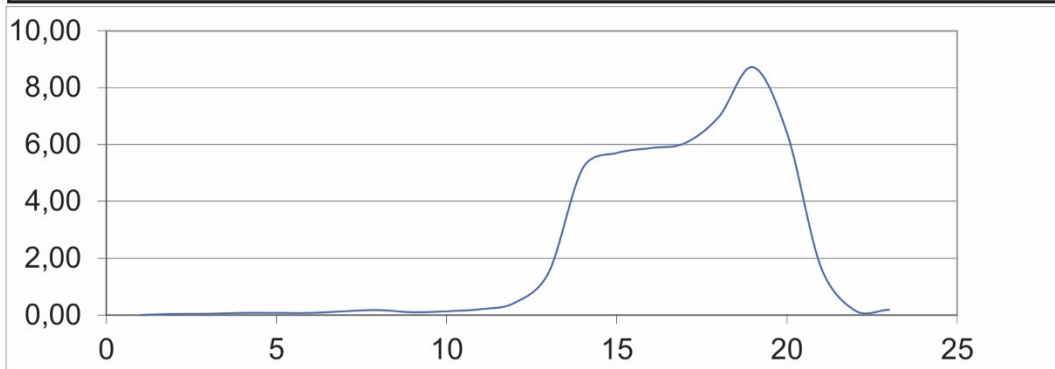


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo

Observaciones: _____

Laboratorista

Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.


Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>	Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>1000</u>	Fecha de Calibración: <u>10/08/2017</u>
------------------------------------------	-----------------------	---------------------------	-----------------------------------------



VIA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL. OCAÑA N. DE S.
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufps.edu.co



28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Codigo	Fecha	Revision
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	

FLEXIÓN CON TRES APOYOS (NTC 663)

Ensayo No.: 10786

Fecha de ensayo: 15/08/2019

CLIENTE: UFPSO
 DIRECCIÓN: _____
 MATERIAL: hormigón
 DESCRIPCIÓN: _____

Número de la Muestra: 3.12.1
 Fecha de producción: 12:00:00 a. m.
 F. Recepción: #####
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa
 Vel de ensayo : 0,02 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	101,3									
Ancho 'b' (mm)	100,52									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	160									
Área Transv. Efect.(mm²)	4294									
Carga Máxima (kN)	8,034529									
Esfuerzo Real (Mpa)	1,87									

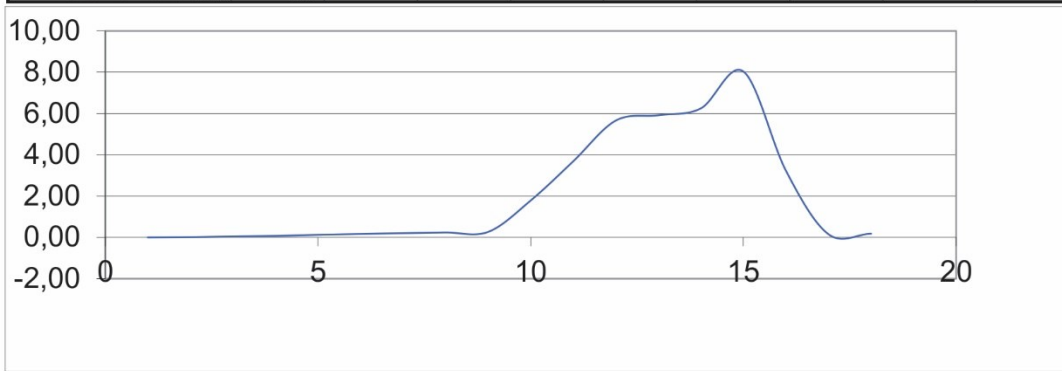


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo

Observaciones: _____

Laboratorista

Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.


Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>	Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>1000</u>	Fecha de Calibración: <u>10/08/2017</u>
------------------------------------------	-----------------------	---------------------------	-----------------------------------------



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL, OCAÑA N. DE S.
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufps.edu.co



28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Codigo	Fecha	Revision
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	

FLEXIÓN CON TRES APOYOS (NTC 663)

Ensayo No.: 10787

Fecha de ensayo: 15/08/2019

CLIENTE: UFPSO
 DIRECCIÓN: _____
 MATERIAL: hormigón
 DESCRIPCIÓN: _____

Número de la Muestra: 3.12.2
 Fecha de producción: 12:00:00 a. m.
 F. Recepción: #####
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa
 Vel de ensayo : 0,02 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	102,6									
Ancho 'b' (mm)	99,9									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	160									
Área Transv. Efect.(mm²)	4377									
Carga Máxima (kN)	8,645418									
Esfuerzo Real (Mpa)	1,98									

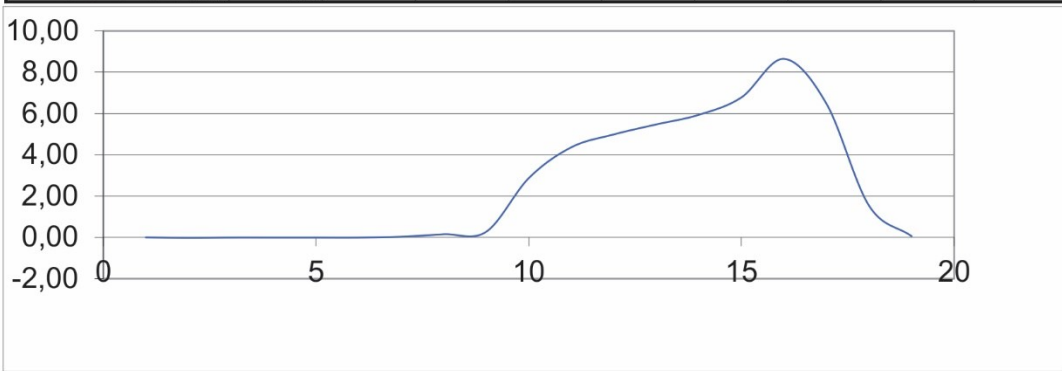


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo

Observaciones: _____

Laboratorista

Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.


Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>	Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>1000</u>	Fecha de Calibración: <u>10/08/2017</u>
------------------------------------------	-----------------------	---------------------------	-----------------------------------------



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL, OCAÑA N. DE S.
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufps.edu.co



28/12/2010

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Codigo	Fecha	Revision
	RESULTADO PRUEBAS DE LABORATORIO	F-AC-LRE-002	10-11-2011	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y SISMICA	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO		1(1)	

FLEXIÓN CON TRES APOYOS (NTC 663)

Ensayo No.: 10788

Fecha de ensayo: 15/08/2019

CLIENTE: UFPSO
 DIRECCIÓN: _____
 MATERIAL: hormigón
 DESCRIPCIÓN: _____

Número de la Muestra: 3.12.3
 Fecha de producción: 12:00:00 a. m.
 F. Recepción: #####
 Slump (cm): 0

RESISTENCIA NOMINAL: 4 Mpa
 Vel de ensayo : 0,02 mm/min

Resultados de ensayo										
No. De la Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensiones										
Altura 'd' (mm)	101,5									
Ancho 'b' (mm)	100,57									
Dist. Apoyos 'l' (mm)	160									
Área Transv. Efect.(mm²)	4313									
Carga Máxima (kN)	7,715803									
Esfuerzo Real (Mpa)	1,79									

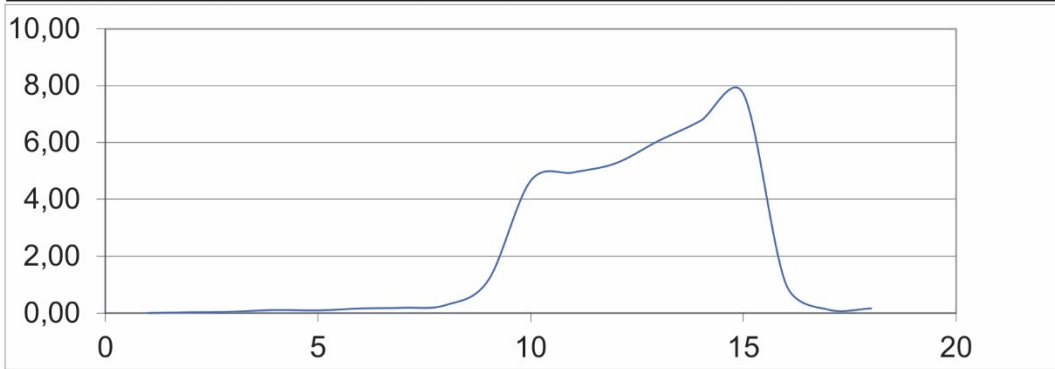


Gráfico : Fuerza Vs Tiempo

Observaciones: _____

Laboratorista

Jefe de Laboratorio: Nelson Afanador Garcia I.C. Ms.C.

Máquina de ensayos: <u>Pinzuar Ltda.</u>	Rango: <u>1000 kN</u>	No. se serie: <u>1000</u>	Fecha de Calibración: <u>10/08/2017</u>
------------------------------------------	-----------------------	---------------------------	-----------------------------------------



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL, OCAÑA N. DE S.
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufps.edu.co



28/12/2010