



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE LA
SOBREDOSIFICACIÓN DE ADITIVOS
SUPERPLASTIFICANTES EN CONCRETO**

Autores: Numa Barboza
C.I. 21.584.999
Adonay Muñoz
C.I. 25.985.621

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Telefono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE LA SOBREDOSIFICACIÓN DE
ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES EN CONCRETO**

Proyecto del Trabajo de Grado para optar al título de
INGENIERO CIVIL

Autores: Numa Alberto Barboza García
C.I. 21.584.999
Adonay Adolfo Muñoz Martínez
C.I. 25.985.621
Tutor: Ing. Jutzy Herrada
C.I.12.809.606

San Diego, septiembre de 2020



REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ing. **JUTZY HERRADA**, portadora de la Cédula de Identidad N° **V-12.809.606**, en mi carácter de tutor de trabajo de grado presentado por los ciudadanos: **NUMA A. BARBOZA G.** y **ADONAY A. MUÑOZ M.**, portadores de la cédula de identidad N° **V-21.584.999** y **V-25.985.621**, titulado “**EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE LA SOBREDOSIFICACIÓN DE ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES EN CONCRETO**”, presentado como requisito parcial para optar para el título de Ingeniero Civil, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 10 días del mes de septiembre del año 2020.

ING. JUTZY HERRADA
C.I. V-12.809.606



REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

San Diego, 10 de septiembre de 2020

**ACTA DE REVISIÓN METODOLÓGICA DEL PROYECTO DE TRABAJO
DE GRADO**

Quienes suscriben esta Acta, dejan constancia que el Proyecto de Trabajo de Grado:
**EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE LA SOBREDOSIFICACIÓN DE
ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES EN CONCRETO**, ha sido revisado y,
cumpliendo con los requisitos exigidos para su aprobación, recomiendan su tramitación
ante el organismo académico correspondiente.

Ing. Jutzy Herrada

10 de septiembre
de 2020

Tutor Académico

Firma

Ing. Alicia de Pizzella

10 de septiembre
de 2020

Tutor Metodológico

Firma

DEDICATORIA

A Dios:

Por habernos permitido llegar hasta este punto y lograr nuestros objetivos, por la fortaleza, sabiduría y perseverancia que nos ha traído hasta aquí.

A nuestros padres:

Por darnos su apoyo incondicional, su amor, consejos, valores y motivaciones haciéndonos personas de bien, con ganas de seguir adelante y triunfar en todo momento ante los retos que la vida nos presente.

A nuestros hermanos:

Agradecidos porque participaron directa o indirectamente en la elaboración de este trabajo de grado, por el apoyo incondicional en todo momento.

¡Gracias a ustedes!

Adonay y Numa

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, deseamos expresar nuestro agradecimiento a nuestra tutora Ing. Jutzy Herrada en conjunto con el apoyo del Ing. Reinaldo Riveros por la dedicación y apoyo brindado a este trabajo, para lograr alcanzar nuestro último peldaño en nuestra carrera de pregrado, por los consejos, sugerencia e ideas brindadas en aporte a este trabajo. por el respeto a sus sugerencias e ideas, muchos respetos y admiración a este par de profesionales que encaminaron nuestro rumbo ser colegas.

Así mismo, agradecemos al personal de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez (UJAP) por su calidad humana, y forjar nuestros conocimientos para el desarrollo de nuestra carrera.

De esta manera extender nuestro agradecimiento a las empresas FRAMEX, C.A. e IMMERC, C.A. por ser partícipes en nuestra investigación dotándonos de sus instalaciones y materiales para hacer posibles la obtención de los objetivos planteados.

Gracias a nuestros amigos, que siempre nos prestaron gran apoyo moral y humano, necesarios en los momentos difíciles vividos durante el desarrollo de esta carrera universitaria.

A todos, muchas gracias.

Adonay y Numa

INDICE GENERAL

LISTADO DE TABLAS	ix
LISTADO DE FIGURAS	x
RESUMEN INFORMATIVO	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
EL PROBLEMA	3
1.1 Planteamiento del Problema	3
1.3 Objetivos de la Investigación	5
1.4 Justificación	5
1.5. Delimitación	6
CAPÍTULO II	8
MARCO TEÓRICO	8
2.1 Antecedentes	8
2.2 Bases Teóricas	10
2.3 Bases legales	38
2.4 Definición de Términos Básicos	40
CAPITULO III	43
MARCO METODOLÓGICO	43
3.1 Tipo de Investigación	43
3.2 Diseño de Investigación	43
3.3 Nivel de Investigación	44
3.4 Población y Muestra	44
3.5 Técnica e Instrumentación de Recolección de Datos	46
3.6 Técnica de análisis de los datos	47
3.7 Fases metodológicas	47
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	49
4.1 Fase I. Diseño de patrones de mezclas de concreto en probetas de ensayo, con diferentes proporciones de aditivos superplastificantes.	49

4.2 Fase II: Determinación la Resistencia a compresión del concreto mediante la prueba de compresión mecánica de los cilindros.	66
4.3 Fase III: Análisis los resultados obtenidos mediante los ensayos de laboratorio de las mezclas con diferentes configuraciones de aditivos superplastificante	82
4.4 Fase IV: Comparación de la capacidad de resistencia de los concretos sobre dosificados y la mezcla patrón	83
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	89
Conclusiones	89
Recomendaciones	91
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	92
ANEXO 1. Diseño de mezcla realizado por la Empresa FRAMEX, C.A.....	95
ANEXO 2. Hoja técnica de usos del aditivo super plastificante IMERPLAST.	96
ANEXO 3. Hoja técnica de especificaciones del aditivo super plastificante IMERPLAST. .	97
ANEXO 4. Carta de agradecimiento dirigida a FRAMEX, C.A.	98
ANEXO 5. Cronograma de ensayos de laboratorio.....	99

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Componentes del Cemento Portland.....	16
Tabla 2. Óxidos componentes del Cemento.....	17
Tabla 3. Límites en la Granulometría.	19
Tabla 4.Enumeración de los cedazos para calcular el módulo de finura.	20
Tabla 5.Límites de los porcentajes que pasan los (2) cedazos de abertura cuadrada.....	21
Tabla 6.Valores usuales de las relaciones peso/volumen de los agregados no livianos.	21
Tabla 7. Resistencia Promedio a la Compresión f'_{cr} cuando no se disponen de datos para establecer la desviación estándar. (Tabla 5.4.2.2 de la Norma COVENIN 1753:2006).....	27
Tabla 8.	

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Curvas típicas esfuerzo-deformación unitaria a la compresión típicas para concreto de densidad normal	11
Figura 2. Efectos de la edad en la resistencia	12
Figura 3. Efecto de la relación agua /cemento en el concreto	13
Figura 4. Asiento y Tolerancia ensayo de consistencia con Cono de Abrams.	15
Figura 5. Pasos diseño de mezclas de concreto	26
Figura 6. Factor de modificación para la desviación estándar de la muestra cuando se dispone de menos de 30 ensayos.	34
Figura 7. Resistencia promedio a la compresión requerida cuando hay datos disponibles para el cálculo de la desviación estándar de la muestra.	35
Figura 8. Valores de Rc y Rm	36
Figura 9. Curvas normales de idéntica Rm, pero de distinta desviación	37
Figura 10. Esquematización procedimiento análisis de agregados mediante ensayos COVENIN 268-98	50
Figura 11. Análisis agregado Fino	51
Figura 12. Granulometría agregado Fino	52
Figura 13. Análisis agregado Grueso	53
Figura 14. Granulometría agregado Grueso	54
Figura 15. Tamizado de agregados fino y grueso.	55
Figura 16. Secado de la muestra en horno.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 17. Pesado de la muestra en balanza electrónicas	56
Figura 18. Molde cónico para observación de la muestra visual de superficie seca	57
Figura 19. Porcentaje reducción cemento, relación A/C y % IMERPLAST	57
Figura 20. Datos Técnicos de IMERPLAST	58
Figura 21. Etiqueta del galón utilizado IMERPLAST	58
Figura 22. Esquematización del proceso de elaboración, toma de muestra y curado de cilindros.	67
Figura 23. Pesado de agregados y cemento para la mezcla.	67
Figura 24. Pesado del aditivo para la mezcla	68
Figura 25. Mezclado con trompo	68
Figura 26. Elaboración de la mezcla	69
Figura 27. Comprobación del asentamiento de la mezcla Como de Abrams de 5 “	69
Figura 28. Preparación de moldes de los cilindros	70
Figura 29. Toma de cilindros para diferentes dosificaciones de aditivo	70
Figura 30. Enrasado de cilindros.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 31. Desencofrado e identificación de cilindros de la muestra patrón	71
Figura 32. Desencofrado e identificación de cilindros dosis mínima de 0,5 % de superplastificante ...	72
Figura 33. Desencofrado e identificación de cilindros dosis mínima de 20 % de superplastificante	72
Figura 34. Curado de cilindros pruebas.	73
Figura 35. Esquematización del ensayo de compresión en cilindros en el laboratorio	74
Figura 36. Prensa para la realización del Ensayo de compresión del concreto	75
Figura 37. Certificación de la empresa especialista de control de calidad	75
Figura 38. Cilindros ensayados	76

Figura 39. Cilindros ensayados	77
Figura 40. Variación de la resistencia con la edad	81
Figura 41. Variación de Resistencia de diseño 250 kgf/cm ² en mezclas (Patrón vs 0,5%SP).....	¡Error!
Marcador no definido.	
Figura 42. Variación de Resistencia de diseño 250 kgf/cm ² en mezclas (Patrón vs 1,5%SP).....	84
Figura 43. Variación de Resistencia de diseño 250 kgf/cm ² en mezclas (Patrón vs 20 %SP).....	85
Figura 44. Variación de Resistencia de diseño 250 kgf/cm ² en mezclas (Patrón vs 20 %SP).....	85
Figura 45. Variación de Resistencia de diseño 250 kgf/cm ² en mezclas (1.5 SP vs 20 %SP).....	86
Figura 46. Variación de Resistencia de diseño 250 kgf/cm ² en mezclas (1.5 SP vs 40 %SP).....	87
Figura 47. Resumen de Variación de Resistencia de diseño 250 kgf/cm ² en mezclas con superplastificante en edades comprendidas entre 7 y 28 días de la mezcla patrón.....	88



REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE LA SOBREDOSIFICACIÓN DE
ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES EN CONCRETO**

Autores: Numa Barboza
Adonay Muñoz
Tutora: Ing. Jutzy Herrada
Fecha: agosto 2020

RESUMEN INFORMATIVO

Actualmente el hombre se ha dedicado a diseñar y experimentar nuevos productos que ofrecen un mejor acabado y calidad en las diferentes aplicaciones del concreto en el área de la construcción, es por ello que este trabajo de grado investigo la realidad experimental de la incidencia de la sobredosificación de aditivos superplastificantes en mezclas de concreto de resistencia 250 Kg/cm^2 . Para tal efecto, se adicionaron dosificaciones mínimas y máximas recomendadas por el fabricante, así como también sobredosificaciones con este aditivo en proporciones de 20% y 40%, determinando de esta manera la dosificación con mejores resultados a la prueba de compresión mecánica del concreto de acuerdo los parámetros señalados en las normas COVENIN; apoyada metodológicamente en una investigación de campo, de nivel descriptivo con diseño experimental, cuyo principal aporte fue que la variación de la resistencia a la compresión de la muestra con sobredosificación con superplastificante al 20 % mantuvo valores de resistencia tolerables mayores de 250 Kg/cm^2 a los 28 días, de igual manera se incrementó el tiempo de fraguado de 2:40 h a 3:10 h, así mismo el asentamiento paso de 5" a 7" haciendo la mezcla más trabajable, ahora bien para la mezcla con 40 % de sobredosificación disminuyo drásticamente los valores de resistencia en un 56,28 %, produciéndose en el caso de los 7 días un desmoronamiento de los cilindro por disgregación del material dando lugar a su desgaste superficial o a su pérdida de integridad, en vista de los resultados se recomienda utilizar sobredosificaciones mayores al 1,5% pero menores al 20 % para optimizar la mezcla.

Palabras clave: Concreto, Aditivo superplastificante, Sobredosificación y Compresión

INTRODUCCIÓN

En los últimos tiempos, la modernización y sistematización de todos los procesos en la industria de la construcción, han llevado al hombre a mejorar la fabricación de los materiales con productos innovadores que modifican sus propiedades. Ahora bien, el concreto es el material de construcción más utilizado en obras, por lo tanto, se hace indispensable conocer sus características para lograr mejorarlas, donde la tendencia en los últimos años es el uso de aditivos en la tecnología del concreto que al ser añadidos a la mezcla modifican las propiedades físicas de la misma.

Cabe destacar que a diferencia del cemento, los agregados y el agua, los aditivos no son componentes esenciales de la mezcla de concreto, pero son importantes y su uso se extiende cada vez más, motivado al aporte que realizan en la economía de la mezcla y a la necesidad de modificar las características del concreto, ya sea con el uso de retardadores de fraguado, aceleradores y reductores de agua de alto rango o mejor conocidos como superplastificantes, donde empresas globales de productos químicos en el sector construcción comercializan especialidades químicas para mejorar las características del concreto, tal es caso de la empresa SIKA quien presenta un superplastificante Viscocrete-1078 en el cual se pueden obtener hasta un 35% de reducción de agua, mejorando así la resistencia del concreto en todas las edades.

Ahora bien en Venezuela, especialmente en el estado Carabobo, no es muy frecuente el empleo de aditivos superplastificantes debido al desconocimiento de su uso y de los beneficios que podrían aportar, sin embargo existen algunos casos en los cuales se emplean las dosis recomendadas por los fabricantes de dicho producto, pero son relativamente pocos los profesionales que conocen cómo modificar el resultado de las propiedades en las mezclas y su resistencia a compresión, modificando las dosificaciones con este componente.

Basado en las consideraciones anteriores, el presente trabajo de grado asumió como objetivo principal estudiar una mezcla de concreto de resistencia 250 kg/cm^2 ,

variando las dosis de aditivo superplastificante, para comparar el comportamiento ante sobredosificaciones de esta mezcla en los ensayos de compresión, permitiendo de esta manera evaluar sus efectos estableciendo conclusiones y recomendaciones de sus beneficios para los futuros estudios sobre el tema, es por ello que para cumplir con los objetivos planteados, se estructuró el trabajo en cuatro capítulos cuyos contenidos fueron los siguientes:

Capítulo I: se detalló el planteamiento del problema, especificando los objetivos de la investigación tanto general como específicos, todo esto conjuntamente con la justificación de las razones que motivaron este estudio, así como el alcance o estrategia abordada.

Capítulo II: contenido de los antecedentes relacionados con el tema en estudio, así como también las bases teóricas y legales que se aplicaron e igualmente se enseñó la definición de términos básicos de los conceptos principales o variables involucradas en el problema formulado.

Capítulo III: en el mismo se expuso el marco metodológico mostrando el tipo, nivel y diseño de la investigación, de igual forma se definieron los elementos relativos a métodos y procedimientos empleados para realizar la investigación.

Capítulo IV: En esta etapa se enseñaron los resultados obtenidos, reflejando de manera resumida todas las respuestas a las interrogantes planteadas.

Finalmente se describió las conclusiones derivadas del proceso de investigación, destacando el cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos planteados, como medios para conseguir el objetivo general que enmarco este estudio. Y, por último, no menos importante, se detallaron las recomendaciones que se consideraron relevantes derivadas de las conclusiones anteriores.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

El concreto es una mezcla cuidadosamente proporcionada de cemento, arena, grava u otro agregado y agua, que se endurece en moldes o formaletas con las formas y dimensiones obteniéndose concretos en un amplio rango de propiedades ajustando apropiadamente las proporciones de los materiales constitutivos, donde estas propiedades dependen en gran medida a las proporciones de esta mezcla, del cuidado con el cual se combinan los materiales, de las condiciones de humedad y a la temperatura bajo los cuales se mantenga la composición desde el momento en que se coloca en los moldes hasta que se encuentra totalmente endurecida.

Por otro lado los factores que hacen del concreto un material de construcción universal son tan evidentes que ha sido utilizado desde las antiguas civilizaciones las cuales erigieron grandes obras que aún persisten en la actualidad, utilizando ladrillos o rocas que se unían a través de pastas creadas a partir de elementos rocosos pulverizados y mezclados con agua y actualmente con el avance de la tecnología del concreto, conlleva a la evolución de las exigencias en el uso del mencionado elemento, razón por la cual el diseño de mezcla juega un papel muy importante, ya que permite a los usuarios elaborar proporciones iniciales y calculadas por diferentes métodos con dosis precisas en sus componentes, probada mediante ensayos de control de calidad y resistencia a la compresión.

Actualmente en el diseño de mezclas de concreto se consideran el uso de aditivos, para cambiar ciertas características del concreto tales como la trabajabilidad, ductilidad, durabilidad y tiempo de fraguado, estimados en el diseño de mezclas como un elemento más no como una opción y según estudios de la europea Cement Research

Academy (2005) revelan que en este continente más del 90% de concretos son preparados bajo el uso de aditivos y de estos un 70% son aditivos súper plastificantes.

Por otro lado, dentro de los aditivos los de tipo súper plastificantes han tomado una enorme importancia, debido a la gran trabajabilidad del concreto que se obtiene con el uso de este tipo de aditivos obteniéndose importantes reducciones en la relación agua/cemento, de forma que se pueden alcanzar resistencias elevadas, estimándose en algunos casos una reducción de agua de hasta el 35%. Es por ello que en algunas obras dependiendo del resultado, se usan distintas configuraciones de concreto variando las cantidades de súper plastificantes, agua y cemento causando incertidumbre de cómo varían las propiedades de este concreto y su resistencia a la compresión cuando aumentamos las dosis de aditivos súper plastificante, ya que la dosis recomendada es aproximadamente el 1% del peso del cemento.

En vista de la situación planteada , surgió la idea de realizar pruebas que determinen la realidad existente detrás de los errores operativos a la hora de dosificar el diseño de la mezcla de concreto, puesto que en obras donde es requerido diseño con características adicionales a las que proporcionan la mezcla estándar, razón por la cual surgen dosificaciones no controladas o gestionadas de manera empírica, sobrepasando la prescripción del fabricante con respecto a la medida, ya que los operadores del material desestiman el uso de herramientas de precisión para dosificar.

Siguiendo este cumulo de ideas se generó una evaluación cualitativa y cuantitativa, de las características física y de resistencia ante los esfuerzos a compresión de un concreto 250 kg/cm^2 , ajustando con mayor exactitud la incidencia de la sobredosificación de aditivos superplastificantes en el concreto y si estos generan beneficios o son contraproducentes para las mezclas en la trabajabilidad y la puesta en servicios luego de su endurecimiento.

1.2 Formulación del problema

En base a lo anteriormente expuesto surge la siguiente interrogante:

¿Cuál fue la resistencia alcanzada a compresión en la mezcla de concreto con una configuración sobre dosificada de aditivo súper plastificante?

Los resultados que se obtuvieron de los ensayos, fueron sometidos a un análisis comparativo entre las mezclas experimentales respecto a las mezclas patrones. Donde la respuesta ante las sobredosificaciones del aditivo superplastificante ocasione un incremento en la trabajabilidad del concreto, retraso brevemente en el tiempo de fraguado, y además de obtener resistencias a la compresión por encima del concreto patrón (referente 28 días), para la sobredosis de aditivo superplastificante no hubo reducción de cemento, así como también para las sobre dosificadas con igual relación de cemento que la mezcla patrón.

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Evaluar la incidencia de la sobredosificación de aditivos súper plastificantes en la resistencia del concreto.

1.3.2 Objetivos Específicos

Diseñar los patrones de mezclas de concreto 250 kg/cm^2 en probetas de ensayo, con diferentes proporciones de aditivos superplastificantes.

Determinar la resistencia a compresión en probetas de concreto.

Analizar los resultados obtenidos mediante los ensayos de laboratorio.

Comparar la capacidad de resistencia de concreto con sobredosificados con respecto a la muestra patrón.

1.4 Justificación

Una de la diversidad de acciones que puede traer consecuencias perjudiciales en el desempeño estructural lo constituye la sobredosificación de aditivos superplastificantes, en el caso de los elementos de concreto armado, el mismo actúa como protector del acero de refuerzo, sin embargo, este también brinda sus propiedades de resistencia a compresión, situación que evidencia la importancia de conocer el comportamiento bajo los efectos de la incorporación desmedida de los aditivos de esta naturaleza al diseño de mezcla, afectando su resistencia a compresión y en consecuencia el desempeño estructural del elemento, en este sentido el presente trabajo

de investigación se planteó evaluar la incidencia de la sobredosificación de aditivos superplastificantes sobre la resistencia a compresión del concreto a ensayar, variando el procedimiento de la incorporación de aditivos y cambiando la configuración de estas partículas en el diseño de la mezcla, cuya importancia se fundamentó en lo siguiente:

Desde el punto de vista técnico los resultados obtenidos en esta investigación sirvieron de referencia a profesionales interesados en el tema, contribuyendo con los nuevos controles de calidad de las mezclas de concreto superplastificantes obteniéndose información técnica y precisa, de acuerdo a los resultados obtenidos en los ensayos realizados a las diferentes muestras.

Desde el punto de vista académico, este trabajo permitió la aplicación de los conocimientos adquiridos durante la carrera, en lo correspondiente al comportamiento de materiales bajo acciones extraordinarias, en este caso los súper plastificantes; y a su vez se convirtió en material de consulta para profesores y estudiantes de la Escuela de Ingeniería Civil, inmerso en la línea de investigación establecida en la Universidad José Antonio Páez en lo referente al Concreto y diseño de mezclas de concreto cuyas unidades curriculares involucradas en las áreas del conocimiento del Pensum fueron: Materiales y ensayos, Concreto armado. Resistencia de materiales y Geología.

1.5. Delimitación

Espacial: Esta investigación se realizó en colaboración con la empresa de premezclados de concreto FRAMEX, C.A, ubicada en el Municipio San Diego del Estado Carabobo.

Temporal: El lapso estipulado para la elaboración de esta investigación comprendió el período de junio a julio del 2020, ejecutando los respectivos ensayos en el Laboratorio de Materiales y Ensayos en esta compañía. En cuanto a los aditivos superplastificantes fueron suministrados por la empresa especializada en la fabricación de estos productos reductores del contenido de agua del concreto.

Científica: Para lograr los objetivos planteados se elaboraron mezclas de concreto de resistencia 250 Kg/cm² en probetas de ensayos con superplastificante a diferentes

proporciones en un proceso de fraguado durante 28 días, para ser sometidas a la prueba de laboratorio de materiales y evaluar su resistencia a compresión.

Poblacional: Estuvo conformada por el número total de probetas para ensayos, los cuales serán dispuestos para la prueba de compresión mecánica a los 7 y 28 días en la etapa de endurecimiento, contando con la cantidad de 43 cilindros o probetas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Según, Hernández, Fernández y Baptista (2010) "El marco teórico implica analizar y exponer teorías, enfoques teóricos investigaciones antecedentes en general que se consideran válidos para el correcto examen del estudio", (p. 65).

2.1 Antecedentes

Según Arias (2010), "Los antecedentes de la investigación se refieren a los estudios previos relacionados con el tema, es decir, investigaciones realizadas anteriormente y que guardan relación con el trabajo objeto de estudio" (p. 23). A tal fin se llevó a cabo una revisión de trabajos de grado que se mencionan a continuación:

Fernández y Morales (2015) en su trabajo de grado titulado **“Evaluación del comportamiento de la resistencia a compresión del concreto con la aplicación del aditivo superplastificante PSP NLS, para edades mayores que 28 días”**, presentado en la escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo, estudio la resistencia de probetas de concreto, usando el aditivo superplastificante PSP NLS, dado que en algunos casos de concreto ensayado en el laboratorio de la Universidad, no se obtuvo el valor esperado a los 28 días, mientras que en pruebas no destructivas realizadas a 60 días in situ, si lo alcanzaron, y se plantea la hipótesis de que este efecto puede relacionarse con el exceso en la dosificación del aditivo.

La Metodología empleada fue un estándar del laboratorio, que consiste en realizar la comparación de una mezcla, patrón, sin el aditivo, con mezclas dosificadas con el aditivo de acuerdo al fabricante con 1,7 % del peso del cemento y con un exceso al 2,1 %; para verificar si produce variaciones en la resistencia. Se pudo comprobar que con la utilización del aditivo superplastificante PSP NLS, no se producen disminuciones de las resistencias, pero si se retarda el proceso de fraguado de las mezclas.

Mendoza y Sandoval (2015), en Universidad José Antonio Páez Estado Carabobo, en su trabajo de grado sobre **“Influencia en la resistencia del concreto durante su proceso de fraguado y estado final al utilizar altas dosis de aditivo reductor de agua de super alto rango”**, en este estudio se propuso indagar en la influencia de altas dosis de aditivo reductor de agua en el concreto, para así determinar su impacto directo en la resistencia y calidad del mismo en su proceso de fraguado, fue un estudio experimental basado en comparaciones entre una mezcla de concreto patrón vs distintas mezclas en combinación con el aditivo, dando como resultado que las mezclas con el aditivo a los 28 días tuvieron un aumento significativo en su resistencia con un desarrollo un poco más lento que la mezcla patrón.

Moreno (2017), en la Universidad nacional de Colombia sede Medellín, Facultad de arquitectura, presento su tesis para optar al título de magister en construcción sobre **“Efecto del contenido de agua y adición de superplastificantes sobre la trabajabilidad y resistencia a la compresión de pastas y morteros hechos a base de cemento híbrido (ch)”**, donde la investigación evaluó el efecto de los superplastificantes sobre la trabajabilidad y las propiedades mecánicas de pastas y morteros hechos a base de Cemento Híbrido como aglutinante. El Cemento híbrido estaba compuesto de 70% de Cemento Activado Alcalinamente con hidróxido de sodio (NaOH) en estado sólido y 30% Cemento Portland Ordinario y el cemento activado alcalinamente que fue usado es una ceniza volante clase F activada. Igualmente, se utilizaron tres tipos diferentes de Superplastificantes: los basados en lignosulfonatos, los basados en naftaleno sulfonatos y los basados en poli carboxílicos.

Los resultados de la investigación fueron que el contenido de agua tiene mucha influencia en la fluidez de pastas, pero no en morteros, así como tampoco tiene mayor influencia en la resistencia a compresión. Los diferentes Superplastificantes tienen efectos diferentes, mientras que los lignosulfonatos y policarboxilatos afectan la fluidez de pastas y morteros, el NS tiene muy poco efecto. En términos de resistencia, tanto LS como NS mostraron aumentos respecto la muestra control, mientras que el PC redujo, considerablemente, su resistencia.

2.2 Bases Teóricas

Las bases teóricas hacen referencia a todos aquellos conceptos que sirvieron de fundamento para la presente investigación, de acuerdo Arias (2010), expresa que “las bases teóricas comprenden un conjunto de conceptos y proposiciones que constituyen un punto de vista o enfoque determinado, dirigido a explicar el fenómeno o problema planteado” (p. 39). A los fines de sustentar teóricamente el trabajo de investigación se efectuó una revisión bibliográfica, mediante la selección de aquellos autores reconocidos, los cuales permitieron desarrollar y lograr los objetivos planteados al inicio de esta investigación.

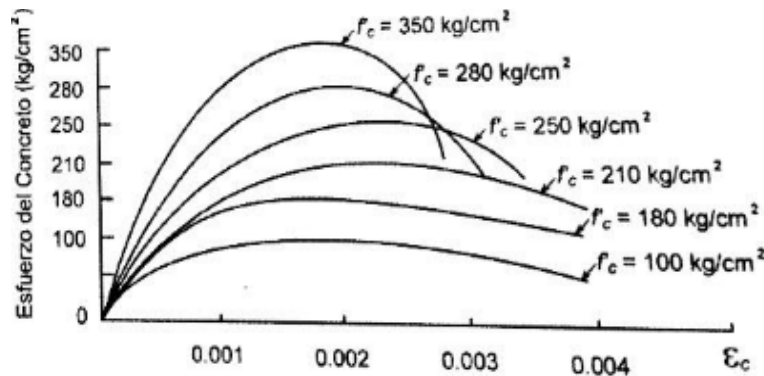
2.2.1 Concreto

El concreto para Barboza y Delgado (2014) lo definen como una mezcla en determinadas proporciones de agua, cemento, agregados grueso (piedra) y finos (arena) y eventualmente aditivos, la cual al comienzo poseen consistencia plástica y al endurecerse (fragar) adquieren consistencia pétreo, adoptando la forma del recipiente que lo contiene; donde la piedra le da su consistencia, el cemento es el aglomerante, la arena elimina espacios vacíos, el agua es el solvente y el aditivo introduce o modifica sus características (fluidifica, aumenta resistencia, acelera o retarda el fraguado, entre otros).

2.2.2 Curva esfuerzo-deformación del concreto

Se obtienen del ensayo de prismas cilíndricos sujetos a una carga axial de compresión, repartida uniformemente en la sección transversal mediante dos placas rígida. Los prismas tienen dimensiones de 15 cm x 30 cm y el ensayo se efectúa aplicando el esfuerzo de $2,1 \text{ kg/cm}^2/\text{seg}$, en un lapso de pocos minutos desde su iniciación hasta el colapso, realizando en una Máquina Universal de Ensayo. Cuando el prisma tiene 28 días de edad, los valores de esfuerzo se obtienen dividiendo en cada instante el valor de la fuerza entre el área inicial del prisma, y los valores de la deformación unitaria se obtiene dividiendo la deformación correspondiente entre la altura original del prisma, ver figura 1.

Figura 1. **Curvas típicas esfuerzo-deformación unitaria a la compresión típicas para concreto de densidad normal.**



Fuente: Barboza y Delgado (2014)

La curva de esfuerzo- deformación permite conocer:

Que el concreto no es un material elástico, sin embargo, sin mucho error se puede considerar que hasta un 50% del esfuerzo máximo.

El esfuerzo máximo se denomina “resistencia característica del concreto a la compresión a los 28 días f'_c ”, donde este valor es quizás el más importante obtenido del ensayo, pues se considera en los cálculos como resistencia del concreto.

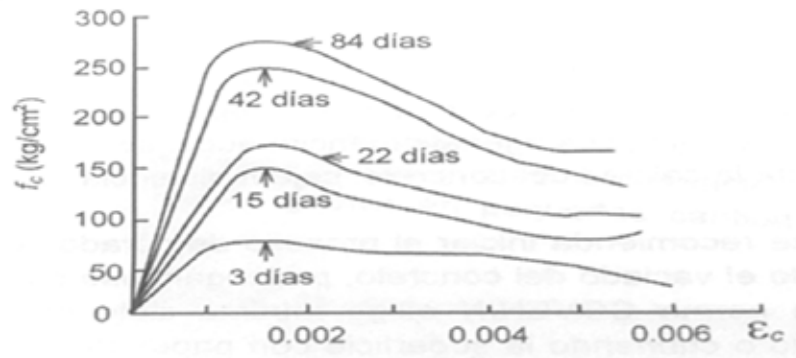
El esfuerzo máximo para los diferentes concretos se alcanza para un valor de 0,002.

La rotura se produce normalmente para una carga menor que la máxima y para la deformación por lo general mayor de 0,003.

2.2.3 Efecto de la edad en el concreto

El concreto aumenta su resistencia con la edad, en la figura 2, se muestran las curvas de ensayos de un mismo concreto ensayado a diferentes edades, donde se puede observar lo siguiente:

Figura 2. Efectos de la edad en la resistencia.



Fuente: Barboza y Delgado (2014)

Se aprecia el incremento de la pendiente inicial cuando la edad del concreto y por consiguiente la resistencia.

El aumento de f_c no es linealmente proporcional a la edad, sino que a medida que el tiempo aumenta, el incremento es menor y luego de los primeros 90 días el aumento es despreciable.

Existe una expresión empírica que sirve a título de orientación para conocer la resistencia del concreto a diferentes edades en función de f_c (resistencia a los 28 días)

Siendo:

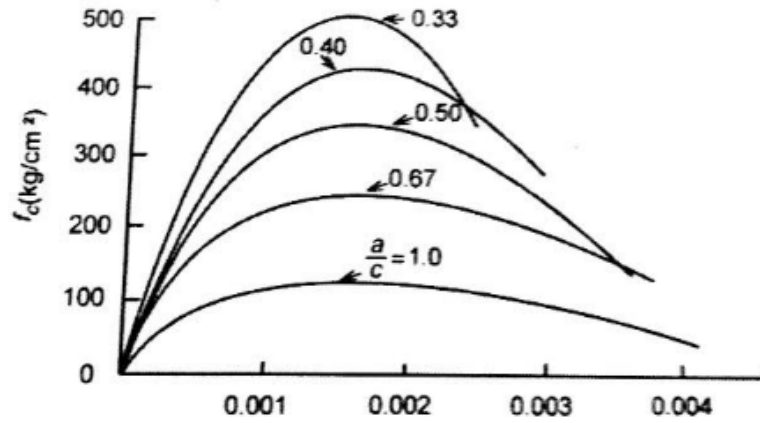
J: número de días (> 5)

f_c, j : resistencia a los días j días

2.2.4 Efecto de la relación agua/cemento

Un concreto al tener mayor relación a/c, poseerá menor resistencia y a menor relación a/c tendrá mayor resistencia como puede observarse en la figura 3.

Figura 3. Efecto de la relación agua/cemento en el concreto.



Fuente: Barboza y Delgado (2014)

Desafortunadamente, la trabajabilidad del concreto (facilidad de colocarlo en el encofrado) exige un mínimo de a/c dependiendo del tipo de pieza a ser vaciada, pues de lo contrario, si se pretende tener una relación a/c muy baja para ganar resistencia, se podría conseguir un concreto tan seco que se haría difícil colocarlo en obra, con el peligro de presentar oquedades y cangrejeras (concreto no compactado) en su masa.

2.2.5 Módulo de Elasticidad

El concreto en realidad no es un material elástico, por lo tanto, el concepto convencional de módulo de elasticidad no tiene sentido, por lo que se define de manera empírica. Se ha definido el módulo secante entre un valor cero del esfuerzo y el cuarenta por ciento (40 %) de f'_c para una curva con cargas a corta duración, también se ha recurrido a un módulo tangente inicial, para una curva construida con varios ciclos de cargas y descargas a esfuerzos relativamente pequeños, consiguiendo una relación prácticamente lineal y se considera la pendiente de esa curva como el módulo de elasticidad, ahora bien la reciente norma ACI 318-14 en la sección 19.2.2.1 establece la expresión:

$$\text{---} \quad (\text{en kg/cm}^2) \quad \text{para } 1440 < W_c < 2420 \text{ kg/m}^3$$

Para concreto de peso normal $E_c = 15100$. —

Dónde: W_c es el peso específico del concreto en kg/m^3

2.2.6 Ley de Abrams

Para León (2012) “La resistencia a la compresión de un concreto está en proporción inversa a la relación agua/cemento empleada. Esto significa que el concreto será mejor mientras menos agua se use en su preparación.” (p. 31).

Cono de Abrams

- En la preparación de la mezcla de concreto es muy importante que la combinación cemento/agregados y su relación con el agua, sean las adecuadas para lograr las propiedades fundamentales de la mezcla, primero en estado fresco la consistencia y luego en estado endurecido la resistencia.

- El asentamiento puede variar entre 2 cm y 18 cm, según sea el tipo de elemento estructura, los valores de resistencia deseados a los 28 días y la colocación.

- Procedimiento según la Norma Venezolana COVENIN 339:2003 Concreto. Método para la medición del asentamiento con el cono de Abrams (2003)

- Se humedece el interior del molde y se coloca sobre una superficie horizontal rígida, plana y no absorbente (se recomienda una lámina metálica que garantice las condiciones anteriores). El molde se sujeta firmemente por las aletas con los pies y se llena con la muestra de concreto, vaciando ésta en tres capas, cada una de ellas de un tercio del volumen del molde. Estos volúmenes corresponden respectivamente a las alturas de 6.5 cm y 15 cm a partir de la base.

- Cada capa se compacta con 25 golpes de la barra compactadora, distribuidos uniformemente en toda la sección transversal. Para la capa inferior es necesario inclinar ligeramente la barra y dar aproximadamente la mitad de los golpes cerca del perímetro, acercándose progresivamente en espiral hacia el centro de la sección.

- Esta capa debe compactarse en todo su espesor, las capas siguientes se compactan, en su espesor respectivo de modo que la barra penetre ligeramente en la capa inmediata inferior.

- El molde se llena por exceso antes de compactar la última capa. Si después de compactar, el concreto se asienta por debajo del borde superior, se agrega concreto hasta lograr un exceso sobre el molde. Luego se enrasa mediante la barra compactadora o una cuchara de albañilería. Inmediatamente se retira el molde alzándolo cuidadosamente en dirección vertical. Deben evitarse los movimientos laterales o de torsión. Esta operación debe realizarse en un tiempo aproximado de 5 a 10 seg.

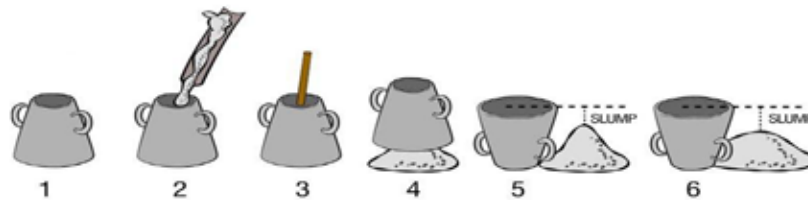
- La operación completa desde que se comienza a llenar el molde hasta que se retira, debe hacerse sin interrupción y en un tiempo máximo de 1 min 30 seg.

- El asentamiento se mide inmediatamente después de alzar el molde y se determina por la diferencia entre la altura del molde y la altura promedio de la base superior del cono deformado

- En caso de que se presente una falla o corte, donde se aprecie separación de una parte de la masa, debe rechazarse el ensayo, y se hace nuevamente la determinación con otra parte de la mezcla.

- Si dos ensayos consecutivos sobre una misma mezcla de concreto arrojan el resultado de 5.6, el concreto probablemente carece de la plasticidad y cohesión necesaria para la validez del ensayo. (p.1) , en la figura 4 se visualiza de manera gráfica el procedimiento y la tolerancia del ensayo de consistencia del concreto.(ver figura 4)

Figura 4. Asiento y Tolerancia ensayo de consistencia con Cono de Abrams.



CONSISTENCIA	ASIENTO (cm)	TOLERANCIA (cm)
Seca (S)	0 – 2	0
Plástica (P)	3 – 5	± 1
Blanda (B)	6 – 9	± 1
Fluida (F)	10 – 15	± 2
Líquida (L)	16 – 20	± 2

Fuente: <https://www.cuevadelcivil.com/2017/07/practicar-de-laboratorio-de-concreto.html>

2.2.7 Cemento Portland

El cemento más frecuentemente usado es el cemento portland, el cual, en palabras de Porrero y otros (1996) señalan "...es una especie de cal hidráulica perfeccionada, donde hidráulica quiere decir que tiene capacidad para endurecer tanto al aire como bajo el agua, sin la colaboración del anhídrido carbónico, como sucedía primitivamente."

Por lo tanto, el cemento portland es un aluminio silicato de calcio, patentado por J. Aspdin en 1824, y denominado Portland por su semejanza a una piedra que abundaba en esa localidad de Inglaterra, la cual se obtiene por calentamiento incipiente (aproximadamente 1300 °C) de una mezcla de minerales finamente molidos, formados por piedra caliza y arcilla, este calentamiento se efectúa en hornos giratorios levemente inclinados de 3 m de diámetro y 100 m de largo y el material obtenido denominado "clinker" se muele finamente adicionándole de un 2% a 3% de yeso para evitar que fragüe instantáneamente, en la tabla 1 se especifica la relación porcentual de los estos componentes del cemento portland:

Tabla 1. Componentes del Cemento Portland.

Nombre	Fórmula	Fórmula De Óxidos	Porcentaje
Silicato Di cálcico	Ca ₂ SiO ₄	SiO ₂ .2CaO	32%
Silicato Tricálcico	Ca ₃ SiO ₅	SiO ₂ .3CaO	40%
Aluminato Tricálcico	Ca ₃ Al ₂ O ₆	Al ₂ O ₃ .3CaO	10%
Ferro aluminato Tetracálcico	Ca ₂ Al ₂ Fe ₂ O ₁₀	Al ₂ O ₃ .Fe ₂ O ₃ .4CaO	9%
Sulfato de Calcio	CaSO ₄		2-3%

Fuente. Composición de Cemento Portland.

En estos compuestos el magnesio puede reemplazar al calcio, existen también silicatos y ferro aluminatos de sodio y potasio. Para expresar la composición de un determinado cemento, generalmente se determinan en conjunto los óxidos que forman

los compuestos antes mencionados. La composición química media porcentual de los tipos de cemento es ubicada en Tabla 2.

Tabla 2. **Óxidos componentes del Cemento.**

Óxidos Componentes	Lento	Rápido
Sílice SiO ₂	20%	22%
Óxido ácido sulfúrico SO ₃	1.6%	2.7%
Óxido férrico Fe ₂ O ₃	4%	4%
Óxido de aluminio Al ₂ O ₃	4%	10%
Óxido de calcio CaO	62%	55%
Óxido de magnesio MgO	2%	2.8%
Óxidos de Na y K	0.3%	0.3%
Perdidas por calcinación	7.4%	3.1%

Fuente. Composición de Cemento Portland.

Según la norma ASTM C150 clasifica los cementos según Tipo, nombre y aplicación.

Tipo I: Normal. Este tipo de cemento es de uso general, y se emplea cuando no se requiere de propiedades y características especiales que lo protejan del ataque de factores agresivos como sulfatos, cloruros y temperaturas originadas por calor de hidratación

Tipo II: Moderado. Para uso general y además en construcciones donde existe un moderado ataque de sulfatos o se requiera un moderado calor de hidratación, se utiliza cuando es necesario la protección contra el ataque moderado de sulfatos, como por ejemplo en las tuberías de drenaje, siempre y cuando las concentraciones de sulfatos sean ligeramente superiores a lo normal, pero sin llegar a ser severas.

Tipo III: Altas resistencias. Para uso donde se requieren altas resistencias a edades tempranas. Este tipo de cemento desarrolla altas resistencias a edades tempranas, a 3 y 7 días. Esta propiedad se obtiene al molerse el cemento más finamente durante el

proceso de molienda. Su utilización se debe a necesidades específicas de la construcción, cuando es necesario retirar cimbras lo más pronto posible o cuando por requerimientos particulares en una obra tiene que ponerse en servicio muy rápidamente, como en el caso de carreteras y autopistas.

Tipo IV: Bajo calor de hidratación. Para uso donde se requiere un bajo calor de hidratación. Se utiliza cuando por necesidades de la obra, se requiere que el calor generado por la hidratación sea mantenido a un mínimo. El desarrollo de resistencias de este tipo de cemento es muy lento en comparación con los otros tipos de cemento. Los usos y aplicaciones del cemento tipo IV están dirigidos a obras con estructuras de tipo masivo, como por ejemplo grandes presas

Tipo V: Resistente a la acción de los sulfatos. Para uso general y además en construcciones donde existe un alto ataque de sulfatos, ideal para obras que estén expuestas al daño por sulfatos. Este cemento se fabrica mediante la molienda conjunta de Clinker Tipo V (con bajo contenido de aluminato tricálcico <5%) y yeso. Ideal para losas, tuberías y postes de concreto en contacto con suelos o aguas con alto contenido de sulfatos.

2.2.8 Agregado Fino (Arena)

Se define como agregado fino al proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa el tamiz N° 200. El agregado fino puede consistir de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas serán limpias, de perfiles preferentemente angulares, duros, compactos y resistentes; libres de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales, u otras sustancias dañinas para el concreto.

La selección de las canteras deberá incluir estudios del origen geológico; clasificación petrográfica y composición mineral del material; propiedades y comportamiento del material como agregado., clasificado en:

Arenas lavadas:

Extraídas de los ríos, por lo que contienen muy pocas impurezas al ser sometidas,

durante su obtención, a un lavado que las limpie de impurezas y partículas finas, haciendo más difícil la obtención de mezclas trabajables.

Arenas de mina:

Son obtenidas de la explotación de yacimientos naturales. Son las más utilizadas, sometiéndose después de su extracción tan solo a una operación de cernido que elimina las partículas mayores que el tamiz N° 4. Esta arena presenta cierta cantidad de arcillas y otras impurezas, que pueden afectar la resistencia, pero puede ser ventajosa al aumentar la trabajabilidad del mortero, lo cual permite la colocación de las capas del revestimiento con mayor facilidad

Arenas manufacturadas:

Se obtienen del molido de piedras, por medios mecánicos especiales, y son procesadas para asegurar una finura apropiada de los granos, así como una buena gradación. Esta arena no es la más utilizada para frisos ya que son preferibles materiales que se encuentren en estado natural y que no requieran procesos de trituración que aumentan los costos por metro cúbico. (p.300). La granulometría determinada según la Norma Venezolana COVENIN 277 debe estar comprendida entre los límites que se indican a continuación en Tabla 3:

Tabla 3. Límites en la Granulometría.

Cedazos Covenin (*)	Porcentaje Que Pasa (%)
9,51mm; (3/8)	100
4,76mm; (#4)	85 – 100
2,38mm; (#8)	60 – 95
1,19mm; (#16)	40 – 80
595µm; (#30)	20 – 60
297µm; (#50)	8 – 30
149µm; (#100)	2 – 10
75µm; (#200)	0 – 5

Fuente. Norma COVENIN 277:2000 Concretos. Agregados. Requisitos (p – 4) por Fondo Norma. (2000)

Módulo de Finura

Para Porrero y Otros (2004) se denomina módulo de finura de las arenas a un parámetro que se obtiene sumando los porcentajes retenidos acumulados en los cedazos de la serie normativa y dividiendo la suma entre 100. En cierto modo, este valor es representativo de la finura de la arena; se considera que el módulo de finura adecuado de una arena para producir concreto dentro de una granulometría aceptable, debe estar entre 2,3 y 3,1 donde un valor menor de 2,0 indica una arena fina, 2,5 una arena media y más de 3,0 una arena gruesa. (p. 71) detallado en la tabla 4.

Tabla 4.Enumeración de los cedazos para calcular el módulo de finura.

Cedazo	#100	#50	#30	#16	#8	#4	#3/8	#3/4
Módulo	1	2	3	4	5	6	7	8

Fuente: Manual del Concreto Estructural. Porrero y otros (2004) (p. 72)

Estos son los diferentes cedazos establecidos por la norma COVENIN 273-1998 para determinar el módulo de finura del agregado fino, los mismos se van colocando de abajo arriba en orden comenzando por el número 100 y terminando con el número 3/4".

2.2.9 Agregado grueso (Piedra)

Está formado por roca o grava triturada cuyo tamaño mínimo debe ser de 4,8 mm, duro, resistente, limpio y sin materiales que puedan contaminar, como polvo, donde pueden ser removidos mediante un procedimiento adecuado. La calidad del agregado grueso deber cumplir con la norma ASTM C-33, o la norma aplicada en el país a evaluar el agregado y los porcentajes de sustancia que puedan comprometer el agregado grueso, deberán tener un porcentaje (ver Tabla 5).

Tabla 5. Límites de los porcentajes que pasan los (2) cedazos de abertura cuadrada.

Piedra Picada o Grava COVENIN	N° 0	N° 1	N° 2	N°3
75 mm (3")				100
64,0 mm (2 ½")				100 a 90
50,8 mm (2")			100 a 95	95 a 65
38,1 mm (1 ½")		100	90 a 75	60 a 20
25,4 mm (1")		100 a 90	75 a 35	10 a 0
19,0 mm (¾")	100	90 a 50	30 a 5	5 a 0
12,7 mm (½")	100 a 80	45 a 15	10 a 0	
9,51 mm (3/8")	85 a 50	20 a 0	5 a 0	
6,35 mm (1/4")	60 a 25	7 a 0		
4,76 mm (N° 4)	40 a 15			
2,38 mm (N° 8)	20 a 5			
1,19 mm (N° 16)	10 a 0			
	5 a 0			

Fuente: Norma venezolana COVENIN 277:2000 concretos. Agregados. Requisitos (p – 4) por Fondo Norma. (2000)

Peso Específico

Para Porrero y otros (2004) “En el peso del volumen absoluto de la materia sólida del agregado, sin incluir huecos entre granos (Normas COVENIN 268 y COVENIN 269). Se usa para establecer la condición de volumen en ciertos métodos de diseño de mezcla.” (p. 81), ver tabla 6.

Tabla 6. Valores usuales de las relaciones peso/volumen de los agregados no livianos.

Propiedad	Gruesos	Arena
Peso unitario suelto (kgf/litro)	1,4 a 1,5	1,5 a 1,6
Peso unitario compacto (kgf/litro)	1,5 a 1,7	1,6 a 1,9
Densidad (peso específico)	2,5 a 2,7	2,5 a 2,7

Fuente: Manual de Concreto Estructural. Porrero y otros (2004) (p.81).

Esta tabla indica los rangos que deben existir en pesos unitarios y específicos para los agregados fino y grueso, donde se puede observar que en peso específico son sustancialmente el mismo valor, variando solamente en los pesos unitarios.

2.2.10 Agua para Mezclas

Se entiende por agua de mezclado a la cantidad de agua total contenida en el concreto fresco. Esta cantidad es utilizada para el cálculo de la relación agua/cemento (a/c) y está compuesta por el agua agregada a la mezcla y la humedad superficial de los agregados. El agua es un elemento fundamental para la hidratación del cemento y el desarrollo de sus propiedades, por lo que debe cumplir requisitos para realizar la combinación química. El agua como mezcla tiene por función:

Reaccionar con el cemento para hidratarlo.

Actuar como lubricante para contribuir con la trabajabilidad.

Dar la estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse.

El problema que existe en el agua de mezcla reside en las impurezas y la cantidad de éstas, que ocasionan reacciones químicas con los componentes del cemento, produciendo efectos dañinos para el concreto como: retardo en el endurecimiento, reducción de su resistencia, eflorescencia, contribución a la corrosión del acero, cambios volumétricos, etc. Hasta el momento, no existen criterios uniformes en cuanto a los límites permisibles para las sustancias que pueden presentarse en el agua que va a ser empleada en la preparación del concreto.

2.2.11 Aditivos

Los aditivos son sustancias añadidas a los componentes fundamentales del concreto con el propósito de modificar alguna de sus propiedades. El desarrollo del concreto y la aparición de nuevas técnicas propiciaron el uso de aditivos destinados a mejorar sus propiedades. Según la norma se le define como: “Un material distinto al agua, agregados y cemento hidráulico que se usó con ingrediente en concretos o morteros y se añade a la mezcla inmediatamente antes o durante su mezclado”, existen aditivos para acelerar o retardar el fraguado el endurecimiento, para manejar la manejabilidad,

para aumentar la resistencia para mejorar la durabilidad, para disminuir la permeabilidad, donde los aditivos químicos deben cumplir con los requisitos de la norma ASTM C494 "Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete"

2.2.12. Aditivos Superplastificantes

Estos aditivos se han vuelto muy comunes en las mezclas de concreto este es un aditivo que, sin modificar la consistencia, permite reducir fuertemente el contenido en agua de un determinado hormigón, o que, sin modificar el contenido en agua, aumenta considerablemente el asiento, o ambos efectos a la vez. Sika nos dice que en algunas mezclas puede reducir hasta un 30% o 35% de agua sin modificar la resistencia. y se usan en cantidades desde 0,9% a 1,5% del peso del concreto todo dependiendo del resultado que se desea obtener. El uso sin control de estos puede ocasionar perdidas en las propiedades en la mezcla como la consistencia, la resistencia y hasta retrasos en el fraguado.

Según Spiratos et al. (2003), "comprende varias familias de polímeros orgánicos sintéticos solubles en agua que llevan grupos ionizables (cargables eléctricamente) principalmente sulfonatos (SO_3^-) y carboxilatos (COO^-)". Como tensoactivo, están compuestos de grupos hidrofílicos (sulfónico, fenil hidroxilo, alcohol hidroxílico) y grupos hidrofóbicos (cadenas de carbono). Los superplastificantes son clasificados en cuatro grupos: los SMF (formaldehido melanina sulfatado condensado); los SNF (formaldehido naftaleno sulfonatado condensado); los MLS (lignosulfonatos modificados); y otros que incluyen sulfonatos policíclicos compuestos aromáticos, o esterres carbohidratos.

La dosificación de aditivo acostumbra a ser elevada debido a que debe reducirse una importante proporción de agua de amasado y a su vez fluidificar hasta la consistencia deseada (en ocasiones hasta como líquido). En función de la demanda de la resistencia requerida o en caso contrario del mantenimiento de consistencia requerida, siempre en relación con las características de los materiales empleados, así como de las condiciones ambientales, deberá seleccionarse el aditivo superplastificante (reductor de agua de alto rango) adecuado en función de sus propiedades. La norma COVENIN

356:1994 sugiere la siguiente clasificación para los aditivos reductores de agua y/o químicos controladores del fraguado:

Tipo A aditivos reductores de agua: Son aquellos aditivos que reducen al menos un 5% la cantidad de agua de mezclado requerida para producir un concreto de una consistencia igual a la mezcla de referencia, incrementando su resistencia.

Tipo B aditivos retardadores de fraguado: Son aquellos aditivos que retardan el fraguado del concreto.

Tipo C aditivos acelerantes de fraguado Son aquellos aditivos que aceleran el fraguado y el desarrollo de la resistencia inicial del concreto.

Tipo D aditivos reductores de agua y retardantes: Son aquellos aditivos que reducen al menos 5% la cantidad de agua de mezclado requerida para producir un concreto de una consistencia igual a la mezcla de referencia, que retardan el fraguado e incrementan su resistencia.

Tipo E aditivos reductores de agua y acelerantes: Son aquellos aditivos que reducen al menos un 5% la cantidad de agua de mezclado requerida para producir un concreto de una consistencia igual a la mezcla de referencia, acelerando el fraguado y el desarrollo de la resistencia inicial y final del mismo.

Tipo F aditivos reductores de agua de alto rango: Son aquellos aditivos que reducen al menos un 15% de agua de mezclado requerida, para producir un concreto de una consistencia igual a la mezcla de referencia, incrementando su resistencia.

Tipo G aditivos reductores de agua de alto rango y retardadores de fraguado: Son aquellos aditivos que reducen al menos un 15% de agua de mezclado requerida para producir un concreto de una consistencia igual a la mezcla de referencia, retardando el fraguado e incrementando su resistencia.

Tipo H aditivos reductores de agua de alto rango y aceleradores: Son aquellos aditivos que reducen al menos un 15% la cantidad de agua de mezclado requerida para producir un concreto de una consistencia igual a la mezcla de referencia, acelerando el desarrollo de la resistencia inicial y final del mismo.

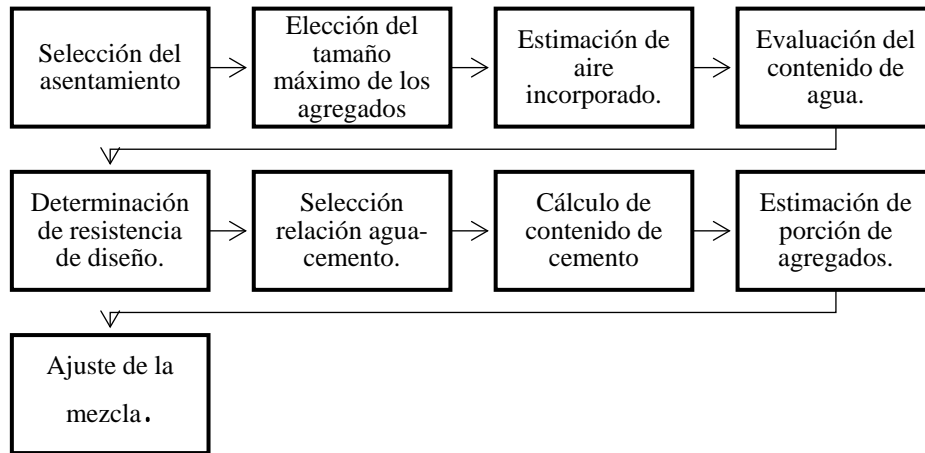
2.2.13 Diseño de Mezcla

Proporcionar o diseñar una mezcla consiste en determinar las cantidades relativas de los materiales que se deben emplear en las mismas para obtener un concreto adecuado para un uso determinado, en la actualidad los métodos más usados son los empíricos directos respaldados por consideraciones y principios técnicos que consiste en proporcionar y hacer amasados de pruebas basados de prueba basados en la relación resultante tales como cemento, gradación y propiedades de los agregados, siendo los métodos más utilizados internacionalmente el de la mezcla tentativa (trial-Bach method), el método de dosificación de la Asociación Internacional de Concreto (ACI) y nacionales como el de Porrero y Grases y del profesor Roberto Rosario (RARH).

Ahora bien, el método propuesto por Porrero y Grases (1993) ha sido probado ampliamente., obteniéndose excelentes resultados, concebido especialmente para el caso de empleo de agregados poco controlados, considera en primer lugar un grupo de variables que constituyen su eje fundamental (dosis de cemento, trabajabilidad, relación agua cemento y resistencia), las cuales se vinculan a través de dos leyes básicas la Relación triangular y la Ley de Abrams”, también se incluyen factores de corrección para la influencia de las variables que tiene que ver con el tamaño máximo y el tipo de agregado.

Una de las ventajas de este método es que no impone limitaciones a la granulometría ni a la combinación de agregados, la combinación de agregados puede ser variada a voluntad, a fin de alcanzar el objetivo propuesto, que en la mayoría de los casos es Máxima compacidad y Economía. Es importante destacar que este método es especialmente valido para concretos con asentamientos en el Cono de Abrams entre 2,5 cm (1”) y 15 cm (6”) y con resistencia a la compresión entre 189 y 430 kg/cm² a los 28 días. Razón por la cual es necesario disponer de un procedimiento detallado, exacto y complicado para obtener resultados óptimos en cuanto a cantidades y proporciones de los componentes del concreto se refiere, reducido en los pasos que se señalan en la figura 5:

Figura 5. Pasos diseño de mezclas de concreto.



Fuente: Barboza y Muñoz (2020)

Cabe destacar que el diseño de mezcla se establece en la norma COVENIN 1753-2006 Proyecto y Construcción de obras en Concreto Estructural, el cual toma en cuenta todos los aspectos en cuanto a peso y absorción de los materiales y además a ello es la norma usada en Venezuela y de acuerdo al Manual del Concreto Estructural. Porrero y otros. SIDETUR: Caracas (2009) resume el procedimiento en el siguiente:

- Establecer el Peso específico de los agregados (fino y grueso en kg/lts) y % de absorción de estos agregados.
- Especificar la resistencia promedio a la compresión en (kg/cm²) F'_{cr} cuando no se disponen de datos para establecer la desviación estándar. En la tabla 7 se especifica Resistencia Promedio a la Compresión f'_{c} cuando no se disponen de datos para establecer la desviación estándar.

Dónde:

F'_{c} = Resistencia a la compresión especificada para la mezcla (ver tabla 7)

Tabla 7. Resistencia Promedio a la Compresión f'_{cr} cuando no se disponen de datos para establecer la desviación estándar. (Tabla 5.4.2.2 de la Norma COVENIN 1753:2006)

Resistencia Especificada a la compresión $F'c$ (Kg/cm ²)		Resistencia promedio a la Compresión Requerida f'_{cr} (Kg/cm ²)		
		Excelente control de calidad	Control de Calidad Aceptable	Sin Control de calidad
Menor de 210	Kg. /cm ²	$f'c + 45$	$f'c + 80$	$f'c + 130$
De 210 a 350	Kg. /cm ²	$f'c + 60$	$f'c + 95$	$f'c + 170$
Más de 350	Kg. /cm ²	$f'c + 75$	$f'c + 110$	$f'c + 210$
En áreas sísmicas $f'c$ no será menor de 210 Kg. /cm ²				

Fuente: Norma COVENIN 1753:2006. Proyecto y construcción de obras en concreto estructural (p - 30). Fondo norma Caracas (2006).

Calcular el valor de la relación agua/cemento con la fórmula correspondiente a los 28 días ya que esa es la edad normada de ensayo. La fórmula es la siguiente:

Corrección de alfa en base al tipo de agregado que se está utilizando, para corregir

de los Tablas 8 y 9 respectivamente. Los mismos sirven para corregir por tamaño máximo de agregado y por tipo de agregado.

Tabla 8. K_r factor de corrección de grueso. según agregado

Tamaño	pulg.	1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	2 1/2	3
máximo	mm.	6,35	9,53	12,70	19,10	25,40	38,10	50,80	63,50	76,20
Factor K_r .		1,60	1,30	1,10	1,05	1,00	0,91	0,82	0,78	0,74

Fuente: Manual del Concreto Estructural. Porrero y otros (p - 136). Sidetur: Caracas (2009).

Tabla 9.

fino.

Grueso	Triturados	Semitriturados	Canto Rodado (Grava Natural)
Fino			
Arena Natural	1,00	0,97	0,91
Arena Triturada	1,14	1,10	0,93

Fuente: Manual del Concreto Estructural. Porrero y otros (p - 137). SIDETUR: CARACAS (2009).

Escoger un asentamiento (T) en cm de acuerdo a la tabla 10

Tabla 10. **Valores usuales de asentamiento con el cono de Abrams.**

Elemento	Rangos de Asentamiento (cm)
Prefabricados	Nulo – 6
Fundaciones Ciclópeas	3 a 8
Pedestales, muros de fundación armados	4 a 8
Pavimentos	5 a 8
Losas, vigas, columnas, muros de corte	6 a 11
Paredes estructurales delgadas	10 a 18
Transportado por Bombeo	6 a 18
Autonivelante	Mayor de 18

Fuente: Manual del Concreto Estructural. Porrero y otros (p – 141). Sidetur. Caracas (2009).

c y asentamiento (T) cm determinamos la cantidad de cemento con la fórmula siguiente.

$$C = 117,2 \cdot \frac{T^{0,16}}{\alpha^{1,3}}$$

Dónde:

C= cantidad de Cemento en kg.

T= asentamiento en cm.

Al igual que ocurre con la relación agua/cemento, la cantidad de cemento debe ser corregida por el tamaño máximo y por el tipo de agregado. Los factores son

denominados C_1 y C_2 , los cuales son extraídos de Tablas 11 y 12 respectivamente y al igual que en el caso de corrección anterior esto ayuda a que en nuestra mezcla tenga la menor cantidad de espacios vacíos ya que está tomando muy en cuenta a los agregados.

Tabla 11. C_1 Factor para corregir C por tamaño máximo grueso, mm, (pulgadas).

Tamaño	pulg.	1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	2 1/2	3
máximo	mm.	6,35	9,53	12,7	19,1	25,4	38,1	50,8	63,5	76,2
Factor C_1.		1,33	1,2	1,14	1,05	1	0,93	0,88	0,85	0,82

Fuente: Manual del Concreto Estructural. Porrero y otros (p – 141). SIDETUR. Caracas (2009).

Tabla 12. C_2 Factor para corregir C por Tipo de agregado fino.

Grueso	Triturados	Semi triturados	Canto Rodado (Grava Natural)
Fino			
Arena Natural	1,00	0,93	0,90
Arena Triturada	1,28	1,23	0,96

Fuente: Manual del Concreto Estructural. Porrero y otros (p – 142). SIDETUR. Caracas (2009).

Corregir la cantidad de cemento multiplicando los factores C_1 y C_2 con la cantidad de cemento calculada anteriormente, con esto se obtiene la cantidad de cemento en kg a utilizar para 1 m³.

(kg)

Calcular el volumen de cemento

$$C_d = C_c \cdot 0,3 \text{ (lts/m}^3\text{)}$$

Posterior a esto se calcula un estimado de aire atrapado en el concreto para 1 m³ con la siguiente fórmula:

$$V = \frac{C}{P}$$

Dónde:

C= Es la cantidad de cemento total en kg.

P= Tamaño máximo de agregado en mm.

Con los valores del cemento y la relación agua/cemento podemos realizar un despeje y calcular la cantidad de agua requerida para la mezcla.

$$\alpha = \frac{a}{C}$$
$$a = \alpha.C$$

Aplicar la fórmula siguiente para conocer el peso por metro cúbico de la piedra más la arena conociendo antes los pesos específicos de los agregados y promediando dichos resultados tenemos que:

$$A + G = \gamma_{(A+G)} \cdot [1000 - 0,3.C - a - V]$$

Utilizar la siguiente fórmula para obtener la cantidad de arena o agregado fino

Calcular G por diferencia

-Ajuste en relación a la humedad y la absorción de los agregados ya que hay que tomar en consideración que los agregados no están saturados con superficie seca.

Dónde:

A= arena

G= grava

G_{sss}= peso del agregado saturado con superficie seca.

G_w= peso del material húmedo.

Ab= capacidad de absorción.

W= humedad del agregado.

Con la arena se procede de forma similar

-
- Corregir la relación agua/cemento y por ende es necesario corregir la cantidad de agua a la calculada Tenemos que:

2.2.14 Control De La Resistencia Del Hormigón. Norma ACI

La American Concret Institute es una institución fundada en 1908 que publica una serie de normas y recomendaciones técnicas para el hormigón armado, de aplicación tanto en Estados Unidos como sus países de influencia, especialmente Sudamérica. En la ACI 318S-11 “Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary” encontramos los requerimientos exigidos a la resistencia del hormigón, donde la norma ACI presta mucha más atención tanto a las resistencias previas obtenidas como a la experiencia de las plantas de hormigón en la dosificación de los concreto, relegando el control en obra a la supervisión y control de las resistencias estimadas inicialmente en la dosificación del hormigón.

En el caso de que el control en obra sea no conforme con los resultados esperados, la norma ACI incluye un artículo de Investigación de los resultados de ensayos con baja resistencia “, en el punto 5.6 del capítulo 5 “Calidad del hormigón, mezclado y preparación” encontramos las características que debe cumplir la dosificación del hormigón para su validación:

- El concreto debe dosificarse para que proporcione una resistencia media a compresión f'_{cr} y debe satisfacer los criterios de durabilidad establecidos (capítulo 4).

- El concreto debe producirse de forma que se minimice la frecuencia de resultados de resistencias inferiores a f'_c , como se indica posteriormente, e acuerdo con la norma, la resistencia del hormigón f'_c no puede ser inferior a los 17Mpa (173, 35 kgf/cm²).

En los comentarios de la instrucción se pone un especial énfasis en que la resistencia media a compresión del hormigón debe ser siempre superior al valor $f'c$ especificado en el diseño estructural. El cálculo de $f'c$ se debe realizar a través de probetas ensayadas a 28 días, en caso de adoptar otra edad se debe reflejar por escrito en los documentos contractuales.

Dosificación del concreto

La dosificación del concreto debe lograr:

La trabajabilidad y consistencia necesaria que permitan la correcta puesta en obra del concreto, sin exudaciones ni segregaciones.

La resistencia a exposiciones especiales.

Conformidad con los requisitos de resistencia.

La norma hace especial hincapié en el uso de la experiencia en obra o en la realización de pruebas de mezcla en laboratorio para seleccionar la correcta dosificación del hormigón. Al dosificar la mezcla de hormigón, esta se debe realizar para alcanzar una resistencia mayor que la exigida en obra. Esta resistencia requerida (f'_{cr}) se calcula mediante la siguiente expresión:

$$f'_{cr} = f'c + t * D$$

Donde

t: factor de probabilidad

Ds: la desviación estándar.

El factor de probabilidad t recomendado por la ACI es 2,33, que permite que únicamente el 1% de los resultados de ensayos de resistencia arrojen resultados inferiores a la resistencia especificada y el grado de calidad también puede generar el empleo de resistencias equivalentes mediante la definición de otros valores de “t” (Tabla 4.1; ACI 214) y los de la desviación estándar, con los que pueden calcularse estas resistencias de compresión, equivalentes de un grado a otro.

Se dispone de más de 30 ensayos consecutivos

Cuando una planta de hormigón posee resultados de ensayos con antigüedad no superior a los 24 meses, se debe calcular la desviación estándar s_s

$$s_s = \left[\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{1/2}$$

Donde:

S: Desviación estándar de la muestra, MPa

Xi: Ensayo individual de resistencia

\bar{X} : Promedio de n resultados de ensayos de resistencia

n: Número de ensayos consecutivos de resistencia

En el caso de usar dos grupos de ensayos, que sumen un total de 30, se emplea la fórmula:

$$\bar{s}_s = \left[\frac{(n_1 - 1)(s_{s1})^2 + (n_2 - 1)(s_{s2})^2}{(n_1 + n_2 - 2)} \right]^{1/2}$$

Los ensayos existentes que:

- Representan materiales, procedimientos de control de calidad y condiciones similares a las esperadas. Las variaciones de materiales y sus dosificaciones no deben haber sido más restrictivas que la obra a ejecutar.

- Representan un hormigón con una variación de resistencia respecto de la exigida inferior a 7Mpa de $f'c$.

- Poseer al s promedio estadístico de la desviación estándar cuando se emplean dos registros de ensayos para calcular la desviación estándar de la muestra.

ss1, ss2: Desviaciones estándar de la muestra calculadas de dos registros de ensayos, 1 y 2, respectivamente.

n1, n2: Número de ensayos en cada registro de ensayos, respectivamente.

Debiendo cumplir menos 30 ensayos consecutivos o dos grupos de ensayos totalizando al menos 30 ensayos (Un ensayo de resistencia se define como el promedio de al menos dos probetas de 150 x 300 mm o tres probetas de 100 x 200 mm ensayadas a 28 días) excepto lo especificado en 5.3.1.2

Se dispone de 15 a 29 ensayos consecutivos.

Los ensayos deben cumplir los puntos 1 y 2 del apartado anterior, así como que deben representar un único registro de ensayos en un plazo máximo de 45 días consecutivos.

En el caso de que se dispongan registros de 15 a 29 ensayos consecutivos con una antigüedad no superior a los 24 meses o no se cumplan los 3 puntos del apartado anterior, se debe determinar una nueva desviación estándar de la muestra multiplicando la desviación estándar calculada por el siguiente factor, ver figura 6:

Figura 6. Factor de modificación para la desviación estándar de la muestra cuando se dispone de menos de 30 ensayos.

Número de ensayos*	Factor de modificación para la desviación estándar de la muestra †
Menos de 15	Emplee la tabla 5.3.2.2
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30 o más	1.00

* Interpolar para un número de ensayos intermedios.

† Desviación estándar de la muestra modificada, s_s , para usar en la determinación de la resistencia promedio requerida f'_{cr} de 5.3.2.1.

Fuente. ACI 214 (2020)

Aplicando este factor, nos encontramos del lado de la seguridad, de forma que el pequeño tamaño de la muestra no distorsiona el valor de la verdadera desviación estándar.

Resistencia media requerida.

La resistencia media a la compresión requerida, f'_{cr} , usada como base para la dosificación del hormigón, se determina según la figura 7.

Figura 7. **Resistencia promedio a la compresión requerida cuando hay datos disponibles para el cálculo de la desviación estándar de la muestra.**

Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa
$f'_c \leq 35$	Usar el mayor valor obtenido de las ecuaciones (5-1) y (5-2) $f'_{cr} = f'_c + 1.34s_s$ (5-1) $f'_{cr} = f'_c + 2.33s_s - 3.5$ (5-2)
$f'_c > 35$	Usar el mayor valor obtenido con las ecuaciones (5-1) y (5-3) $f'_{cr} = f'_c + 1.34s_s$ (5-1) $f'_{cr} = 0.90f'_c + 2.33s_s$ (5-3)

Fuente. ACI 214 (2020)

La ecuación (5-1) se basa en una probabilidad de 1 en 100 que los promedios de tres ensayos consecutivos sean inferiores a la resistencia a la compresión f'_c especificada.

La ecuación (5-2) se basa en una probabilidad similar de que un ensayo individual pueda ser inferior a la resistencia a la compresión f'_c especificada en más de 3.5 MPa.

La ecuación (5-3) se basa en la misma probabilidad 1 en 100 que un ensayo individual puede ser inferior a $0.90 f'_c$.

Cuando se dispone de 30 ensayos, la probabilidad de fallo será quizá algo mayor que 1 en 100.

Los ajustes adicionales requeridos para lograr la probabilidad de 1 en 100 no se consideran necesarios, debido a la incertidumbre inherente al suponer que las condiciones imperantes cuando se acumularon los registros de ensayo serán similares a las condiciones imperantes cuando se vaya a producir el hormigón.

2.2.15 Control de calidad estadístico

Uno de los objetivos principales de la Norma de Evaluación del concreto COVENIN es de garantizar la resistencia a la compresión que presenta el concreto, sea correcta. Dicha resistencia es la característica fundamental de un buen material, es por ello que cuando se hace un diseño de mezcla de concreto, es importante tomar en consideración

tres valores especiales que indicaran la bondad del material diseñado, estos valores son la Resistencia media (Rm), la Resistencia característica (Rc) y la desviación Típica σ , donde la principal medida de calidad estructural del concreto es su resistencia a la compresión.

Estadísticamente los resultados de los ensayos sobre las muestras de concreto permiten inferir que la resistencia de un determinado concreto se distribuye en la forma de Campana de Gauss, donde el área debajo de la curva representa la cantidad de material producido, todo ella es el 100 % del concreto.

La resistencia media es el valor promedio de las resistencias de un determinado volumen de concreto y a cada lado de él se ubican los valores extremos. Y se ubica en el centro de la gráfica sobre el eje de las abscisas, la curva es simétrica respecto a este valor.

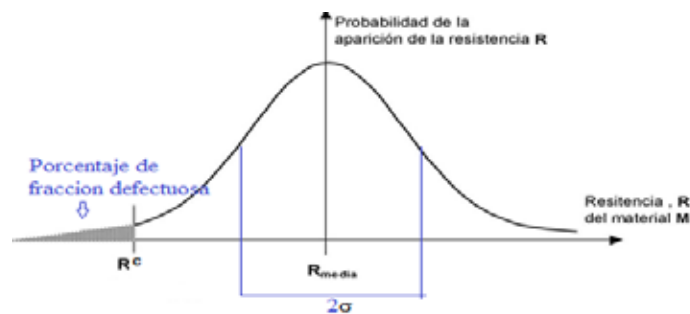
La resistencia característica es un valor escogido de manera que tan solo un cierto porcentaje del volumen total del concreto tenga menor resistencia.

La desviación típica es una medida de dispersión de la distribución estadística, Indica la medida absoluta de dispersión de una distribución simétrica respecto al promedio aritmético.

$$S = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 \cdot f_i}{n}$$

Esto se representa en la figura 8 los valores Rc y Rm (ver figura 8)

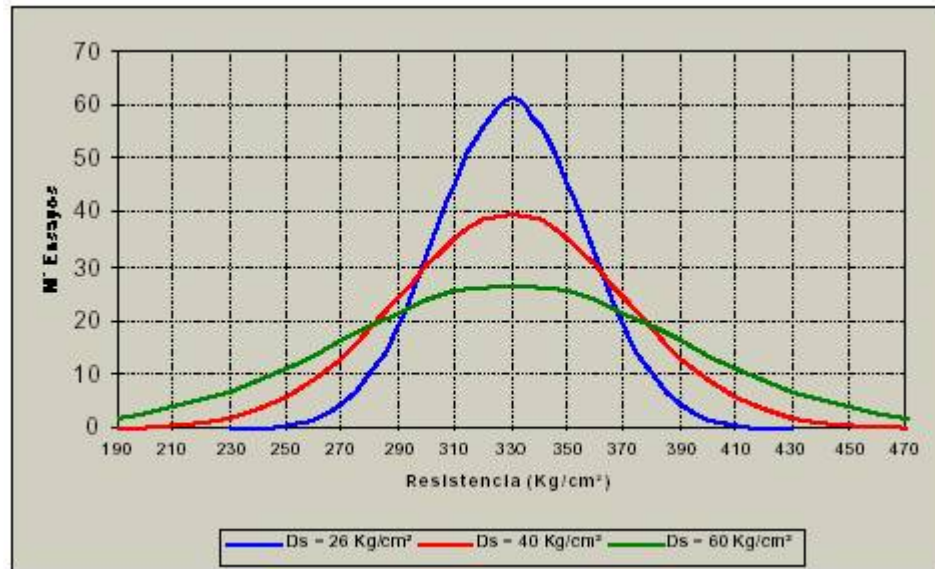
Figura 8. Valores de Rc y Rm.



Fuente: Normas venezolanas de concreto

Del mismo se establecen curvas de frecuencia y resistencia promedio para varios grados de control de concreto con resistencia especifica de diseño (ver figura 9).

Figura 9. Curvas normales de idéntica R_m , pero de distinta desviación.



Fuente: Normas venezolanas de concreto

2.2.16 Relación entre los valores notables

Para alcanzar la resistencia característica R_c exigida, la resistencia media R_m del concreto, deberá mayor o igual a característica, el aumento necesario para pasar de la resistencia característica a la media se conoce como mayoración de resistencia.

Si se quiere determinar la resistencia media R_m que garantice la resistencia característica R_c deseada (que es la que generalmente el calculista llama f'_c se debe usar la siguiente formula:

Donde el valor de z viene a ser un índice estadístico de la fracción defectiva que se espera tener por debajo del valor de R_c , m sus valores pueden ser obtenidos con la tabla 13 de la norma Covenin de 1976.

Tabla 13. **Porcentaje de fracción defectuosa por debajo.**

% de fracción defectuosa por debajo	Valor de Z
1	2,326
2	2,056
5	1,642
7	1,476
10	1,282
15	1,036
20	0,842
25	0,674
40	0,253
45	0.126
50	0,000

Fuente. Normas COVENIN (1976)

2.3 Bases legales

Está constituida por el conjunto de documentos de naturaleza legal que sirven de testimonio referencial y de soporte a la investigación que realizamos, entre esos documentos tenemos: Normas, Leyes, Reglamentos, Decretos, Resoluciones. En este sentido; es importante para el investigador desarrollar el aspecto legislativo donde considera significativo destacar: normas, leyes y reglamentos que sustenten y amparen la propuesta realizada.

Normativa Nacional

COVENIN 263-78: Métodos de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.

COVENIN 1896:82. “Métodos de Ensayo para determinar la Resistencia a la Compresión de Concreto Liviano Aislante.

COVENIN 28:1993: Cemento portland, Requisitos. Contempla los requisitos del cemento portland para ser usado en construcción.

COVENIN 356:1994: Aditivos químicos utilizados en el concreto. Especificaciones. Esta norma venezolana establece las características mínimas que rigen para los materiales que se usan como aditivos químicos en mezcla de concreto a base de cemento Portland.

COVENIN 255:1998: Agregados. Composición granulométrica (Primera Revisión). Especifica los procedimientos para la clasificación de los agregados según su tamaño nominal, así como también los parámetros para su aceptación o rechazo.

COVENIN 268:1998: Agregado fino determinación de la densidad y la absorción. Esta norma venezolana contempla el método de ensayo para determinar la densidad aparente, la densidad aparente con muestra saturada y de superficie seca, densidad nominal, y la absorción.

COVENIN 269:1998: Agregado Grueso determinación de la densidad y la absorción. Establece el método de ensayo para determinar la densidad aparente, con muestras saturadas y de superficie seca, la densidad aparente y la absorción del agregado grueso.

COVENIN 277:2000: Concreto, agregados. Requisitos (3ra. Revisión): Establece los estándares de calidad que requieren los materiales para preparar concreto

COVENIN 1976:2003. Concreto. Evaluación y Métodos de Ensayo

COVENIN 342:2004: Concreto. Método para el mezclado en el laboratorio, La presente norma venezolana contempla los métodos de mezclado del concreto en el laboratorio, a mano o con máquina, del concreto destinado a estudiar alguna característica de los materiales componente de la mezcla, las proporciones de mezcla o condiciones de esta operación.

Normativa Internacional

ACI 318 S-05 y 318SR-05: Requisitos de Reglamento para concreto estructural, producido por el comité de la ACI 318. Estableciendo en la parte dos, las “Normas para ensayos y materiales”, detallando en el capítulo 3 “ Características del cemento,

agregados y agua, aditivos”, e igualmente en la parte tres de esta normativa se detalla los “Requisitos de construcción”, explicando en el capítulo 4 los “Requisitos de durabilidad” describiendo la relación agua /material cementante y en el capítulo 5 se establece la “Calidad del concreto, mezclado y colocación” puntualizando las dosificación en mezclas de pruebas, reducción de la resistencia promedio a la compresión, así como los criterios de evaluación y aceptación del concreto.

Norma ASTM C-33: Especificaciones estándares para agregados de concreto. Define los requerimientos para la gradación y calidad de los agregados finos y gruesos, para el uso del concreto.

Norma ASTM C 136: Método de prueba estándar para análisis de tamices de agregado fino y grueso. El método prueba el valor de la distribución de los tamaños de partículas de los agregados.

Norma ACI 301: Calidad del agua para el concreto.

2.4 Definición de Términos Básicos

Adhesión: Es la propiedad de la materia por la cual se unen y plasman dos superficies de sustancias iguales o diferentes cuando entran en contacto, y se mantienen juntas por fuerzas intermoleculares.

A/C: Es uno de los parámetros más importantes de la tecnología del hormigón, pues influye considerablemente en la resistencia final del mismo.

Ácidos: atacan el concreto, excepto ácido oxálico y los ácidos grasos cuyas sales de calcio son insolubles.

Aditivos: son aquellos agregados que se agregan a la mezcla de concreto y que le proporcionan características especiales (aumento de la resistencia, aceleración del fraguado, reducción de agua, entre otros.)

Agregados: Generalmente se entiende por "agregado" a la mezcla de arena y piedra de granulometría variable.

ASTM: Es una organización de normas internacionales que desarrolla y publica acuerdos voluntarios de normas técnicas para una amplia gama de materiales, productos, sistemas y servicios.

Cemento: Es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse después de ponerse en contacto con el agua.

Cohesión: Unión entre las moléculas de un cuerpo, debida a la fuerza de atracción molecular.

Compresión: El esfuerzo de compresión es la resultante de las tensiones o presiones que existen dentro de un sólido deformable o medio continuo, caracterizada porque tiende a una reducción de volumen del cuerpo, y a un acortamiento del cuerpo en determinada dirección.

Covenin: Corresponde al acrónimo de la Comisión Venezolana de Normas Industriales, como se conoció desde 1958 hasta 2004 al ente encargado de velar por la estandarización y normalización bajo lineamientos de calidad en Venezuela.

Curado: Se realiza durante el proceso de fraguado del hormigón para asegurar su adecuada humedad, adoptando las medidas oportunas durante el plazo que se establezca en las Especificaciones Técnicas, en función del tipo, clase y categoría del cemento, de la temperatura y grado de humedad del ambiente.

Fraguado: Es el proceso de endurecimiento y pérdida de plasticidad del hormigón, producido por la desecación y recristalización de los hidróxidos metálicos procedentes de la reacción química del agua de amasado con los óxidos metálicos presentes en el Clinker que compone el cemento.

Granulometría: Es el estudio de la distribución estadística de los tamaños de una colección de elementos de un material sólido fraccionado o de un líquido multifásico. El análisis granulométrico es el conjunto de operaciones cuyo fin es determinar la distribución del tamaño de los elementos que componen una muestra.

Histograma: Gráfico de la representación de distribuciones de frecuencias, en el que se emplean rectángulos dentro de unas coordenadas.

Hormigón: Es un material de construcción formado por una mezcla de cemento, arena, agua y grava o piedra machacada. Además, el hormigón puede llevar algún tipo

de aditivo para mejorar sus características dependiendo del uso que se le vaya a dar a la mezcla.

Permeabilidad: La permeabilidad es la capacidad que tiene un material de permitirle a un flujo que lo atraviese sin alterar su estructura interna.

Retracción: Es la disminución del volumen del concreto durante el proceso de fraguado del mismo, y se produce por la pérdida de agua (debida a evaporación). Dicha pérdida de volumen genera tensiones internas de tracción que dan lugar a las fisuras de retracción.

Silicatos: Unión de silicio y oxígeno, también denominados sales del Ácido silícico, son los minerales más abundantes en la corteza terrestre.

Trabajabilidad del hormigón: No responde a una definición precisa. Este engloba varias propiedades interdependientes como la consistencia, la cohesión (adherencia interna), la tendencia a la homogeneidad, la plasticidad y la tixotropía.

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

En el siguiente capítulo se especificaron las actividades, procedimientos y herramientas empleadas para desarrollar los objetivos planteados en el presente trabajo especial de grado, lográndose obtener resultados precisos en cuanto al comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto con distintas variaciones en los diseños de mezcla, enseñando para ello el tipo, nivel y diseño de investigación, así como también se definió la población, muestra y técnicas e instrumentación de recolección de datos.

3.1 Tipo de Investigación

Arias (2012) “delimita la investigación experimental como un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente)” (p.34).

Por lo tanto, el tipo de investigación que se empleó fue experimental, dado que se realizaron una serie de ensayos en probetas con sobredosificación de superplastificantes en varias mezclas de concreto con respecto al diseño de mezcla patrón, cuyas experimentaciones se llevaron a cabo en la empresa Framex ubicada en el Municipio San Diego, del estado Carabobo.

3.2 Diseño de Investigación

En cuanto al diseño de investigación Palella y Martins (2010), explica “que la investigación de campo es aquella en la cual la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar las variables”. (p.47)

Razón por la cual, el diseño asumido en este estudio fue de campo, motivado a que se ejecutaron pruebas y ensayos de laboratorio, de mezclas de concreto en diferentes proporciones de superplastificantes con datos tomados directamente del laboratorio, e

igualmente es documental ya que fue necesario la extracción de información de estudios, teorías previas y normas aplicadas a dicho trabajo, recopilando toda la información documental necesaria para el estudio.

3.3 Nivel de Investigación

Arias (2012), define la investigación descriptiva como “aquella que caracteriza un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento, donde los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere” (p.24)

En consecuencia, el nivel de esta investigación fue descriptivo, ya que se detallaron los procedimientos y dosificaciones necesarios para la preparación de mezclas de concreto con aditivos superplastificantes, con ensayos de resistencia a la compresión en probetas, dando así muestra de las características y condiciones durante las diferentes etapas del procedimiento experimental.

3.4 Población y Muestra

Población

Según Wigodski (2010) la población es el conjunto total de individuos, objetos o medidas que poseen algunas características comunes observables en un lugar y en un momento determinado, considerando algunas características esenciales al seleccionarse la población bajo estudio (p.43)

Cabe señalar, que en este caso la población que se estableció fue el número total de probetas para ensayos, dispuestos para la prueba de compresión mecánica del concreto a los 28 días en la etapa de endurecimiento, contando con la cantidad de 43 moldes o probetas, para el cual se utilizaron moldes por cada configuración de aditivo especificado en la tabla 14, donde se muestra los programas para la ejemplares patrón, los que contienen el porcentaje mínimo y máximo recomendado de aditivo superplastificante, así como porcentaje de sobredosificación de 20% y 40 %, conviene resaltar que para la mezcla patrón y para la 0,5 % de sobredosificación mínima se

elaboraron cinco(5) cilindros de cada una y se ensayaron dos (2) en la edad de 7 días y tres (3) en la edad de 28 días.

De la misma forma para la mezcla diseño de mezcla al 1,5 % y 20 % de sobredosificación se trabajaron con quince (15) cilindros y se ensayaron seis (6) en la edad de 7 días y nueve (9) en la edad de 28 días y para la dosificación del cuarenta por ciento (40%) solo se ensayaron tres (3) cilindros (Ver tabla 14)

Tabla 14. Números de probetas por edad y dosificación.

Descripción	Tipo de Mezcla	Edad (días)	Número Probetas (Un)
Patrón	1	7	2
		28	3
Dosificación mínima 0,5%	1	7	2
		28	3
Dosificación Máxima 1,5%	1	7	6
		28	9
Dosificación Máxima 20%	1	7	6
		28	9
Sobre Dosificación al 40%	1	7	0
		28	3
Total			43

Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

Muestra

Ahora bien, la muestra es una parte de la población, o sea, un número de individuos u objetos seleccionados científicamente, cada uno de los cuales es un elemento del universo, donde Balestrini (1997) destaca que “muestra es obtenida con el fin de investigar, a partir del conocimiento de sus características particulares, las propiedades de una población (p.6).

En vista de que la población es pequeña se tomó todas las probetas para el estudio y esta se denomina muestreo censal, definido por López (1998), “la muestra es censal es aquella porción que representa toda la población” (p.123)

Siendo la muestra total para este estudio igual a la población, por lo tanto, se ensayaron la totalidad de 31 cilindros en el laboratorio sometidos a la prueba de compresión mecánica.

3.5 Técnica e Instrumentación de Recolección de Datos

Bernal (2002), establece que las técnicas de recolección de información son “un aspecto importante en el proceso de una investigación, ya que tiene relación con la obtención de la información pues de ello depende la validez y confiabilidad del estudio. (p.171), utilizando como técnicas e instrumentos para recolección de información las siguientes:

Observación directa

Definida por Pardinias (2005) como “la acción de visualizar, detenidamente, en el sentido del investigador es la experiencia, el proceso de mirar, o sea, en sentido amplio, el experimento, el proceso de someter conductas de algunas cosas o condiciones manipuladas de acuerdo a ciertos principios para llevar a cabo la observación (p.89)

Revisión Documental

Con esta técnica se obtuvieron datos e información a partir de fuentes documentales, dependiendo exclusivamente de documentos escritos de variada índole, como fueron los antecedentes, normativas y teorías, los cuales sirvieron de sustento a las bases del proyecto.

Registro Fotográfico

Sirvió para a ilustrar los procesos de elaboración de la mezcla, la toma de muestra, los equipos utilizados y los ensayos de compresión del concreto a diferentes dosificaciones realizados, capturando de esta manera la realidad del momento.

Ensayos de Laboratorio de agregados y de concreto

Los ensayos fueron producto de criterios iniciales de las muestras de campo o de laboratorio, dando un veredicto de calidad y durabilidad del concreto, basados en las

Normas COVENIN, los cuales fueron elaborados de manera precisa y aceptables obteniendo resultados válidos y confiables en la obtención de la resistencia esperada.

Registro Experimental

Refiere a la organización de los resultados experimentales, haciendo referencia a las observaciones cualitativas o cuantitativas del fenómeno, registrados en tablas de resultados, gráficas y dibujos o esquemas.

3.6 Técnica de análisis de los datos

El análisis de los datos como lo menciona Tamayo (1.998), no es otra cosa “que el registro de los datos obtenidos por los instrumentos empleados, mediante una técnica analítica en la cual se obtienen conclusiones”. (p.125).

Dentro de este orden de ideas, es importante señalar, que se llevó a cabo como técnicas de análisis de los datos aplicando la “Estadística Descriptiva” definida por Berenson, (2013) como los “métodos que posibilitan la estimación de una característica de una población o la toma de decisiones concerniente a una población, tan solo con base en los resultados de un muestreo” (p10).

En esta dirección dicha técnica fue aplicada a la investigación en la fase III, para realizar los exámenes estadísticos de la tendencia de la información obtenida, creando cuadros estadísticos en función de las variables estudiadas y los cruces de información generados, relacionados en porcentajes simples y representado en histograma y gráficas.

3.7 Fases metodológicas

Refiere a los pasos o etapas con una secuencia de la información, lo que justifica que cada acción se lleve a cabo en el momento adecuado del esquema investigador, y no antes o después, siendo las fases de esta investigación las siguientes:

Fase I. Diseño de patrones de mezclas de concreto en probetas de ensayo, con diferentes proporciones de aditivos superplastificantes.

En esta etapa se procedió a realizar las pruebas de ensayos de las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los distintos tipos de materiales empleados en la preparación

de concreto siguiendo lo establecido en las normas COVENIN 277:2000. Entre los ensayos a realizar podemos citar: granulometría de agregados y peso específico de los materiales e igualmente se estableció las características de superplastificante de acuerdo a lo establecido en la Norma COVENIN 356:1994 de Aditivos químicos utilizados en el concreto. Seguidamente se procedió a diseño de mezcla con las cantidades relativas de los materiales que se deben emplear en las mismas para obtener un concreto adecuado siguiendo ACI considerando dosis de cemento, trabajabilidad, relación agua cemento y resistencia y cantidad de aditivo.

Fase II: Determinación de la Resistencia a compresión del concreto mediante la prueba de compresión mecánica de lo cilindros.

Una vez realizados los vaciados de concreto en sus respectivos moldes, en la etapa de endurecimiento luego de 28 días, se dispondrán las muestras de cada tipo de diseño de mezcla, para ser ensayados en la máquina de tracción mecánica del laboratorio de la empresa FRAMEX, C.A observando el desarrollo de las propiedades resistentes de las muestras.

Fase III: Análisis de los resultados obtenidos mediante los ensayos de laboratorio de las mezclas con diferentes configuraciones de aditivos superplastificante.

Se ejecutó la interpretación de los resultados individuales de cada muestra estableciendo diagramas de la efectividad y resistencia ante esfuerzos de compresión de cada una de las especies según su diseño de mezcla.

Fase IV: Comparación de la capacidad de resistencia de los concretos sobre dosificados y la mezcla patrón.

Se realizaron y cotejaron las gráficas generadas y características reveladas por las muestras ensayadas, contrastadas con la muestra patrón.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

A continuación, se presentó el análisis e interpretación de los resultados producto de la recolección, registro y organización de la información del trabajo de campo, la cual permitió observar si nuestros planteamientos teóricos son soportados con los datos empíricos, dando así respuesta a los objetivos formulados, detallando las principales líneas de análisis, el orden establecido y el tipo de pruebas o técnicas de análisis aplicada sobre los datos, los cuales fueron ordenados siguiendo lo establecido en cada una de las fases cuya duración del proceso fue aproximadamente ocho (8) meses iniciando en el mes de noviembre del año 2019 y finalizando en el mes de Agosto del año 2020.

4.1 Fase I. Diseño de patrones de mezclas de concreto en probetas de ensayo, con diferentes proporciones de aditivos superplastificantes.

4.1.1. Descripción de los Materiales utilizados en la elaboración de mezcla de concreto

Tabla 15. Especificaciones de los materiales.

Descripción	Observación
Agregado fino	Arena lavada de mina. Tinaquillo “Las Abejas”. Proveedor Niteroi, C.A.
Agregado Grueso	Piedra Picada N0. 1. Rio Acarigua. Proveedor Arenera Rio Sele, C.A.
Cemento	Clasificación Portland, tipo I, producido por la empresa Corporación Socialista del Cemento (CSC) (antigua Holcim), planta Puerto Cumarebo, Estado Falcón.
Aditivo	IMERPLAST. Proveedor IMMERC, C.A.

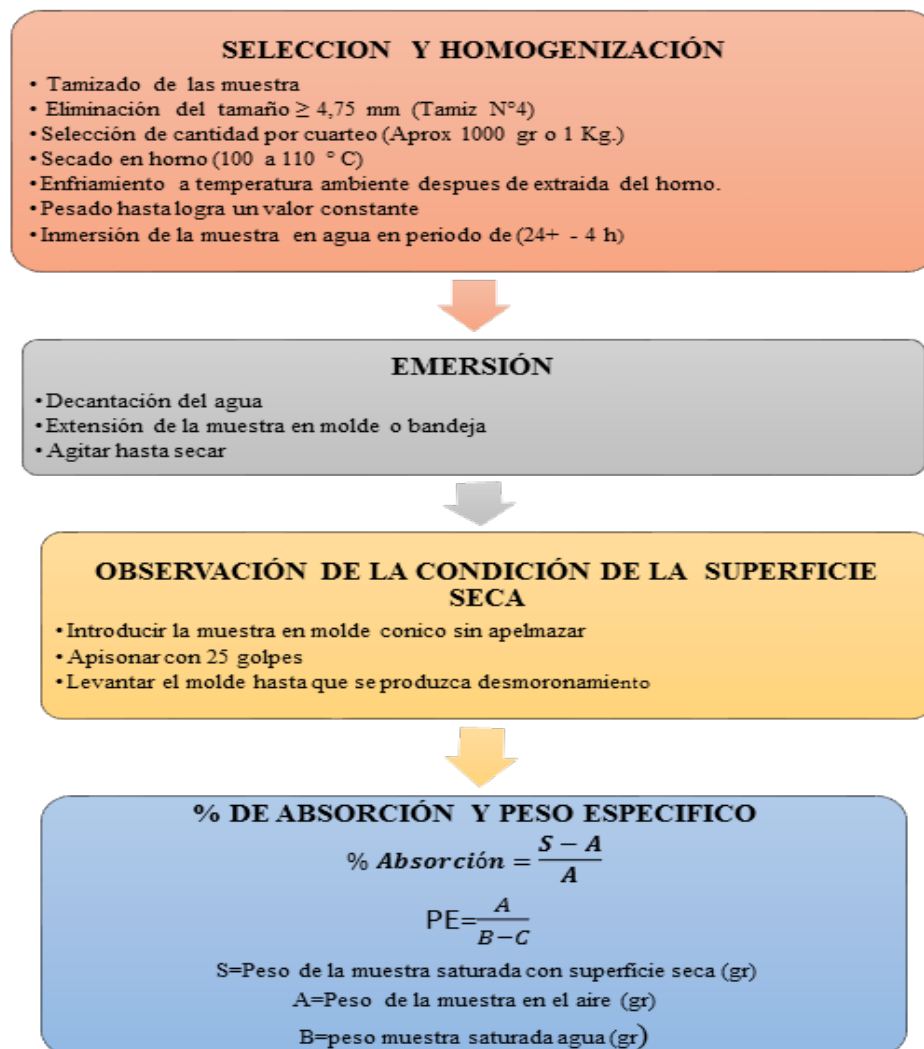
Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

4.1.2 Caracterización de los agregados fino y grueso

En esta etapa se siguió el método de ensayos para análisis de agregados fino y grueso establecido en la norma COVENIN 268-98.

- Procedimiento de Ensayos granulométricos de los agregados ejecutados para determinación de densidad y absorción de agregados finos (ver figura 10)

Figura 10. Esquematización procedimiento análisis de agregados mediante ensayos COVENIN 268-98.



Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

En relación a las curvas granulométricas obtenidas que representaron la distribución de los tamaños de las partículas de estos agregados, se observó que ambos agregados dieron por debajo del porcentaje (%) pasante del límite superior e inferior establecido en Norma venezolana COVENIN 277:2000 Concretos. Agregados. Requisitos (p – 4) por Fondo Norma. (2000) (Ver figura 12 y 14).

Igualmente, los valores obtenidos para el peso específico del agregado fino fueron de 2,54 y 2,66 para el agregado grueso, ubicándose entre el rango de (2,5 a 2,7) según Porrero, Grace y otros (ver figura 11 y 13).

-Fotografías del proceso

Figura 15. Tamizado de agregados fino y grueso.



Fuente. Barboza y Muñoz, Elaborado en la Empresa FRAMEX, C.A (2020)

Figura 16. Secado de la muestra en horno.



Fuente. Barboza y Muñoz, Elaborado en la Empresa FRAMEX, C.A (2020)

Figura 17. Pesado de la muestra en balanza electrónicas.



Fuente. Barboza y Muñoz, Elaborado en la Empresa FRAMEX, C.A (2020)

Figura 18. Molde cónico para observación de la muestra visual de superficie seca.



Fuente. Barboza y Muñoz, Elaborado en la Empresa FRAMEX, C.A (2020)

4.1.3 Caracterización del aditivo reductor de agua para concreto (IMERPLAST)

Usos:

Superplastificante que le concede al concreto formulado una plasticidad óptima para un fácil colado o asentamiento.

Figura 19. Porcentaje reducción cemento, relación A/C y % IMERPLAST.

	CONTROL	VARIANTES			
% REDUCCION CEMENTO	0	15	20	25	30
RELACION A / C	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
% IMERPLAST Lt. / Sac. De Cemento)	0	0,5 (0,2)	0,75 (0,3)	1,0 (0,4)	1,5 (0,5)
Asentamiento (cm)	1,50	4,09	4,20	4,24	4,30

Fuente: Especificaciones del fabricante IMMERC, C.A. Carabobo. Venezuela (2020)

- Cualidades

- Facilita el manejo del concreto.
- No tiene efecto sobre el fraguado.
- No promueve la corrosión de los refuerzos
- Reduce la cantidad de agua hasta un 25%.
- No provoca espuma
- Estabilidad térmica del producto hasta 150°C
- No afecta el calor de hidratación ni contribuye al crecimiento de microorganismos

-Datos Técnicos

Figura 20. Datos Técnicos de IMERPLAST.

PRESENTACIÓN	Galón 4,5 Kg., Cuñete 22,50 Kg., Tambor 238,50 Kg.
ALMACENAJE	6 meses en envases cerrados
ESTADO FISICO	Líquido
COLOR	Marrón oscuro
DENSIDAD	De la mezcla 1,2 Kg / Lt
DOSIFICACIÓN	0,5 a 1,5% en peso por saco de cemento (se recomienda hacer pruebas hasta alcanzar la consistencia deseada)
TIEMPO MINIMO COMIENZO DE COLADO	3 – 4 min. después de añadido el IMERPLAST bajo constante mezcla.
DURACIÓN EFECTO PLASTIFICANTE	30 minutos aprox.

Fuente. Especificaciones del fabricante IMMERC, C.A. Carabobo. Venezuela (2020)

Figura 21. Etiqueta del galón utilizado IMERPLAST.



Fuente: Especificaciones del fabricante IMMERC, C.A. Carabobo. Venezuela (2020)

4.1.4 Diseño de mezcla

El diseño de mezcla seleccionado para la investigación es el establecido en la norma COVENIN 1753-2006 Proyecto y Construcción de obras en Concreto Estructural, es importante resaltar que todas las fórmulas usadas fueron extraídas del Manual del Concreto Estructural. Porrero y Grases otros. SIDETUR, Caracas (2009).

- Resistencia especificada del concreto a los 28 días $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$.
- Desviación estándar de la empresa Framex es $= 30 \text{ kg/cm}^2$
- Fracción defectuosa (d) considerando un 10 % $d = 1,282$ (Ver Tabla 13)
- Resistencia promedio compresion

—

-

Ecuación

-

-

$K_a = 1$

- Relación (c)

- Selección del asentamiento (T)

De acuerdo a las características de este estudio fue $5'' = 12,70 \text{ cm}$

- Cantidad de cemento (C)

— = 404 kg

- C_1 Factor para corregir C por tamaño máximo, mm, (pulgadas).

$C_1 = 1$ (ver tabla 11)

- C_2 Factor para corregir C por Tipo de agregado fino

$C_2 = 1$ (ver tabla 12)

- Cantidad de cemento corregido (Cc)

Según los contenidos de cemento mínimo, recomendado en función de las condiciones de servicio o ambiental, según la Norma COVENIN 1753-2003 como se muestra en la Tabla 16.

Tabla 16. **Contenidos mínimos de cemento en función de las condiciones de servicio o ambientales.**

Condiciones ambientales	Dosis mínima de cemento (—)
En cualquier circunstancia los concretos masivos de represa son un caso especial	270
En ambientes agresivos, marinos o concretos sometidos a desgastes.	350

Fuente: Norma 1753:2003

- Cantidad de agua (A)
 - Despejando
- Cálculo de las proporciones de agregados ()

Asumió para el diseño 58,68 % Arena y 41,32 % Piedra picada.

- Calculo del Peso específico de los agregados (A+G)

Donde — — (ver figura 11 y 13)

—= —

- Calculo de cantidad de agregados (A+G)

Se parte del principio de que los volúmenes absolutos de todos los componentes de la mezcla deben completar 1 m³ o 1000 lts, para lo cual se deben calcular los volúmenes absolutos de cada uno de los componentes, para relacionar “peso/Volumen” se debe conocer la densidad (peso específico) de cada componente.

$$(A+G) = (A+G). (1 - V_{\text{cemento}} - V_{\text{Agua}} - V_{\text{Aire}})$$

$$\text{—————} = 1705,88 \text{ kg}$$

Donde:

C= Cantidad cemento =404 kg

c = peso específico del cemento= 3,150 kg/lts

a = Contenido de agua =213 lts

(A+G) = Peso específico promedio arena y piedra=

Entonces:

$$\text{Cantidad de arena} = 58,68\% * (1705,88) = 1001,01 \text{ kg}$$

$$\text{Cantidad de piedra} = 41,32\% * (1705,88) = 704,87 \text{ kg}$$

Cabe destacar diseño fue reajustado en el contenido de cemento considerando un valor de 360 kg mayor que el 350 especificado en la tabla 16 siguiendo el diseño elaborado por la empresa Framex para este tipo de mezcla en cual fue suministrado de manera formal según oficio de fecha 22 de julio del año en curso para su experimentación por parte del estudiantado. (Ver anexo 1).

$$\text{Cantidad de agua (A)} = A/C$$

$$\text{Despejando } A = .C = 0,527. (360) = 190 \text{ lts}$$

$$\text{—————} = 1801,61 \text{ kg}$$

Entonces:

Cantidad de arena = $58.68\% \cdot (1801,61) = 1057,18 \text{ kg} = 1060 \text{ kg}$ (aproximación)

Cantidad de piedra = $41,32\% \cdot (1801,61) = 744,43 \text{ kg} = 750 \text{ kg}$ (aproximación)

Esta información se resume en la tabla 17 estableciendo la cantidad de materiales para 1 m³ de concreto y considerando un asentamiento de 5" de diseño

Tabla 17. Materiales para 1m³de concreto y asentamiento (muestra patrón).

Componentes	Cantidades	Unidad	P. específico	Unidad	Volumen parcial de cada elemento (m ³)
Cemento	360	kgf	3150	kgf/m ³	0,114285714
Agua	190	Lts	1000	kgf/m ³	0,19
Arena	1065	kgf	2540	kgf/m ³	0,419291339
piedra	750	kgf	2660	kgf/m ³	0,281954887
Aditivo	0	cc			1,0
	0,5278	A/C			
	58,68	%			

Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

4.1.5. Compensación de las mezclas de diseño

Esta compensación se realizó en dos partes, en la primera se consideró la dosis mínima de 0,5 % y máxima de 1,5 % de superplastificante,

Reducción del volumen de agua de 11,67 % y 35 % respectivamente en los 190 lts de agua necesarios para la muestra patrón, cuyos valores alcanzados fueron 22,173 y 66,50 lts. (ver tabla 18)

Volumen (V) calculado como la semisuma de volúmenes parciales de cada elemento cemento, agua, arena y piedra cuyos valores alcanzados.

Volumen compensado (Vcom) derivado de la diferencia del valor de uno menos V es decir (1- V).

Arena compensada igual al producto del Volumen compensado de arena por coeficiente de arena (Beta) por el Peso específico arena.

Piedra compensada igual al producto del Volumen compensado de piedra por Beta por el Peso específico piedra.

Volumen compensado de arena computado como la relación de la (sumatoria de la cantidad de arena patrón y la compensada) entre el peso específico de la arena.

Volumen compensado de piedra picada contado como el cociente de la (sumatoria de la cantidad de la piedra patrón y la compensada) entre el peso específico de la piedra.

Comprobación de la cantidad compensada igual a la unidad.

Los resultados anteriormente descritos se establecieron en las tablas 16 y 17 para más detalle siendo las mismas las siguientes:

Tabla 18. Volúmenes compensados (m³) para dosis mínima de 0,5% de superplastificante.

Dosis mínima 0.5%		Vol reducción agua (11.67%)	22,173		
Componentes	Cantidad	Unidad	Peso específico	Unidad	Volumen parcial de cada elemento (m³)
Cemento	360	kgf	3150	kgf/m ³	0,114285714
Agua	167,827	lts	1000	kgf/m ³	0,167827000
Arena	1065	kgf	2540	kgf/m ³	0,419291339
pedra	760	kgf	2660	kgf/m ³	0,285714286
Aditivo	1,49929412	lts	1200	V	0,987118339
	58,68%	%		Vcomp	0,012881661
Arena compensada	19,1997557	kgf		Volumen compensado (m³)	
Piedra compensada	14,1583886	kgf		Cemento	0,114285714
				Agua	0,167827000
				Arena	0,426850298
				pedra	0,291036988
					1,000

Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

Tabla 19. Volúmenes compensados (m3) para dosis máxima de 1,5% de superplastificante.

Dosis máxima 1.5%		Vol reducción agua (35%)	66,500		
Componentes	Cantidad	Unidad	Peso especifico	Unidad	Volumen parcial de cada elemento (m^3)
Cemento	360	kgf	3150	kgf/m^3	0,114285714
Agua	123,5	lts	1000	kgf/m^3	0,123500000
Arena	1065	kgf	2540	kgf/m^3	0,419291339
pedra	760	kgf	2660	kgf/m^3	0,285714286
Aditivo	4,4894118	lts	1200	V	0,942791339
	58,68%	%		Vcomp	0,057208661
Arena compensada	85,267908	kgf		Volumen compensado (m^3)	
Piedra compensada	62,878726	kgf		Cemento	0,114285714
				Agua	0,123500000
				Arena	0,452861381
				pedra	0,309352905
					1,000

Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

Tabla 20. **Volúmenes compensados (m3) para sobredosificación al 20 % de superplastificante.**

Sobredosificación al 20%		
Cemento	kgf	360
Agua	lts	123,5
Arena	kgf	1150,267908
Piedra	kgf	822,8787263
Aditivo	lts	5,387294118
	%	58,68%

Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

Tabla 21. **Volúmenes compensados (m3) para sobredosificación al 20 % de superplastificante.**

Sobredosificación al 40%		
Cemento	kgf	360
Agua	lts	123,5
Arena	kgf	1150,267908
piedra	kgf	822,8787263
Aditivo	lts	6,285176471
	%	58,68%

Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

4.2 Fase II: Determinación de la Resistencia a compresión del concreto mediante la prueba de compresión mecánica de los cilindros.

De acuerdo a lo establecido en la Norma COVENIN 1896-82 “Métodos de ensayo para

4.2.1. Esquematización del Proceso de elaboración, toma de muestra y curado de cilindros.

Figura 22. Esquematzación del proceso de elaboración, toma de muestra y curado de cilindros.



Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

4.2.2 Fotografías del proceso de elaboración, toma de muestra y curado de cilindros en el laboratorio

Figura 23. Pesado de agregados y cemento para la mezcla.



Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

Figura 24. Pesado del aditivo para la mezcla.



Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

Figura 25. Mezclado con trompo.



Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

Figura 26. Elaboración de la mezcla.



Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

Figura 27. Comprobación del asentamiento de la mezcla Cono de Abrams de 5”.



Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

Figura 28. Preparación de moldes de los cilindros.



Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

Figura 29. Toma de cilindros para diferentes dosificaciones de aditivo.



Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

Figura 30. Enrasado de cilindros.



Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

Figura 31. Desencofrado e identificación de cilindros de la muestra patrón.



Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

Figura 32. Desencofrado e identificación de cilindros dosis mínima de 0,5 % de superplastificante.



Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

Figura 33. Desencofrado e identificación de cilindros dosis mínima de 20 % de superplastificante.



Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

Figura 34. Curado de cilindros pruebas.

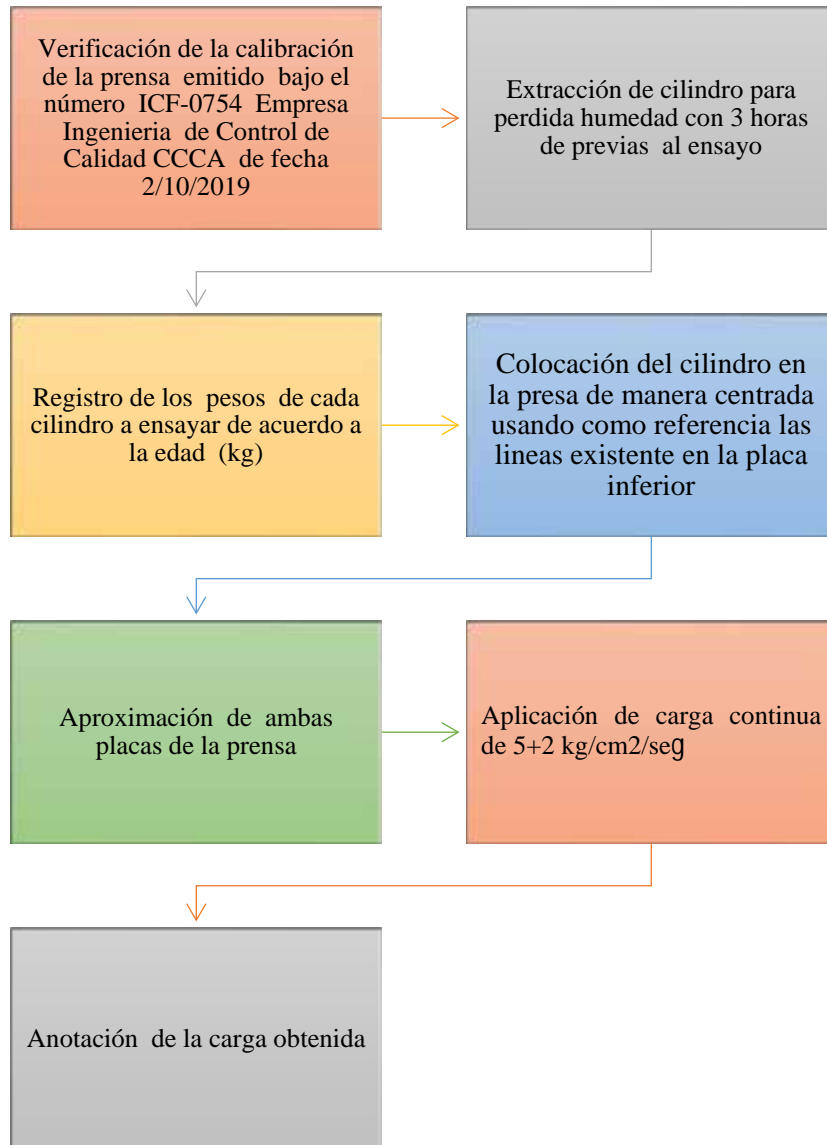


Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

4.2.3 Elaboración del ensayo de compresión en cilindros en el laboratorio

- Esquematización del ensayo de compresión en cilindros en el laboratorio

Figura 35. Esquemmatización del ensayo de compresión en cilindros en el laboratorio.



Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

Fotografías del proceso ensayo de compresión en cilindros en el laboratorio

Figura 36. Prensa para la realización del Ensayo de compresión del concreto.



Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

Figura 37. Certificación de la empresa especialista de control de calidad.



Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

Figura 38. Equipo de trabajo y cilindros ensayados.



Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

Figura 39. Cilindros ensayados.



Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

Tabulación de Resultados obtenidos

Tabla 22. Resultados ensayo de resistencia a la compresión de la mezcla patrón.

Muestra Patrón		1:30:00 h		Tiempo de Fraguado		
Mezcla	Resultados	7 días		28 días		
		Cilindros				
		1	2	3	4	5
18/06/2020	Peso Kg	12,407	12,316	12,518	12,44	12,307
	Resistencia Kg/cm ²	165,8	177,34	275,13	271,33	284,09
Promedio	kg/cm ²	171,570		276,850		

Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

Tabla 23. **Resultados ensayo de resistencia a la compresión de dosis mínima de 0,5% de superplastificante.**

Dosificación Min 0.5%		2:10:00 h		Tiempo de Fraguado		
Mezcla	Resultados	7 días		28 días		
		Cilindros				
		1	2	3	4	5
18/06/2020	Peso Kg	12,63	12,496	12,623	12,541	12,678
	Resistencia Kgf/cm ²	251,85	255,55	323,49	318,96	341,76
Promedio	kgf/cm ²	253,700		328,070		

Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

Tabla 24. Resultados de ensayo de resistencia a la compresión dosis máxima de 1,5% de superplastificante.

Dosificación Max 1.5%											2:40:00 h	Tiempo de Fraguado				
Mezcla	Resultados	7 días						28 días								
		Cilindros														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
18/06/2020	Peso Kg	12,765	12,818	12,606	12,547	12,701	12,643	12,743	12,739	12,815	12,610	12,632	12,716	12,720	12,618	12,698
	Resistencia Kgf/cm ²	335,11	336,94	307,16	311,38	327,18	316,18	409,98	408,58	405,61	372,56	356,19	359,12	401,040	381,580	399,480
Promedio	kgf/cm ²	322,325						388,238								

Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

Tabla 25. Resultados ensayo de resistencia a la compresión al 20% de sobredosificación de superplastificante.

Muestra Sobredosificación al 20%											3:10:00 h	Tiempo de Fraguado				
Mezcla	Resultados	7 días						28 días								
		Cilindros														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
22/06/2020	Peso Kg	12,619	12,542	12,577	12,575	12,555	12,637	12,583	12,606	12,566	12,575	12,681	12,709	12,599	12,601	12,621
	Resistencia Kgf/cm ²	333,06	320,44	299,24	298,64	299,75	338,54	398,12	365,20	391,50	361,30	360,33	368,23	366,20	365,73	367,21
Promedio	kgf/cm ²	314,945						371,536								

Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

Tabla 26. Resultados ensayo de resistencia a la compresión al 40% de sobredosificación de superplastificante.

Sobredosificación al 40%						
Mezcla	Resultados	7 días		28 días		
		Cilindros				
		1	2	3	4	5
22/06/2020	Peso Kg			12,804	12,798	12,699
	Resistencia Kg/cm ²			168,90	164,81	171,63
Promedio	kg/cm ²			168,447		

Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

Tabla 27. Resumen de los resultados de tiempo de fraguado y asentamiento.

Mezcla	Tiempo fraguado (Hora)	Asentamiento(pulgada)
Patrón	1:30	5"
0,5 %	2:10	5"
1,5%	2:40	5"
20%	3:10	7"
40%	-	>7"

Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

Figura 40. Variación de la resistencia con la edad.

DIAS	180	210	250	280	300	310
3	112	131	156	175	187	193
4	118	138	164	184	197	204
5	124	144	172	192	208	213
6	129	150	179	200	214	221
7	133	155	185	207	222	229
8	137	160	190	213	229	238
9	141	164	196	219	235	243
10	144	168	200	225	241	249
11	148	172	205	230	246	254
12	151	176	209	234	251	259
13	153	179	213	239	256	264
14	156	182	217	243	260	269
15	158	185	220	246	264	273
16	161	187	223	250	268	277
17	163	190	226	253	271	280
18	165	192	229	256	275	284
19	167	194	232	259	278	287
20	169	197	234	262	281	290
21	170	199	236	265	284	293
22	172	200	239	267	286	296
23	173	202	241	270	289	299
24	175	204	243	272	291	301
25	176	206	245	274	294	303
26	177	207	246	276	296	306
27	179	209	248	278	298	308
28	180	210	250	280	300	310
29	181	211	251	282	302	312
30	182	213	253	283	304	314
31	183	214	254	285	305	316

Fuente. Normas MOP,1967

4.3 Fase III: Análisis de los resultados obtenidos mediante los ensayos de laboratorio de las mezclas con diferentes configuraciones de aditivos superplastificante

Los tablas presentadas precedentemente corresponden a los resultados obtenidos de los ensayos de los cilindros de concreto sometidos a compresión en diferentes mezclas que van desde la prototipo patrón, dosificación mínima y máxima de superplastificante, así como la sobredosificación en un 20 % y 40 % del mismo, logrando evaluar sus efectos, los cuales se sintetizaron en las tablas número 22, 23, 24, 25 y 26 que detallan los valores de resistencia de los cuarenta tres (43) cilindros en edades comprendida entre 7 y 28 días de resistencia 250 kg/cm², realizados en colaboración de la empresa FRAMEX, C.A ubicada en Valencia, Estado Carabobo,

El procedimiento realizado fue el especificado en la Norma COVENIN 1976:2003, numeral 7.5 para determinar los parámetros entre las diferentes mezclas de un mismo tipo de concreto, es necesario recalcar que para la mezcla patrón y la de la dosis mínima 0,5% de sobredosificación se tomaron cinco probetas, dos en edad de 7 días y tres en edad de 28 días, es decir se elaboraron como mínimo dos pruebas idénticas, cuyo resultado fue el valor promedio de las dos o más, los cuales fueron los siguientes:

Mezcla patrón: (171.57 kg/cm², 7 días); (276.85 kg/cm², 28 días).

Dosificación 0,5 % (mínima): (253.70 kg/cm², 7 días) y (328.07 kg/cm², 28 días).

Dosificación 1,5 % (máxima): (322.33 kg/cm², 7 días) y (388.24 Kg/cm², 28 días).

Sobredosificación 20 %: (314.95 kg/cm², 7 días) y (371.594 kg/cm², 28 días).

Sobredosificación 40 %: (168.45 kg/cm², 28 días).

Es importante dejar claro que con el uso de plastificante los valores de resistencia obtenidos exceden de los valores de resistencia establecido en las Normas a los 7 días de 172 kg/cm² (Ver figura 40) y comprobado en la muestra patrón, así mismo para los cilindros de la edad de 28 días la norma establece 250 kg/cm² sin embargo los valores

excedieron también al valor de la resistencia esperada, a excepción del 40 % que presento una disminución del 56,16 % de sobredosificación disminuyo drásticamente los valores de resistencia en un 56,16 %, produciéndose en el caso de los 7 días un desmoronamiento de los cilindro por disgregación del material dando lugar a su desgaste superficial o a su pérdida de integridad.

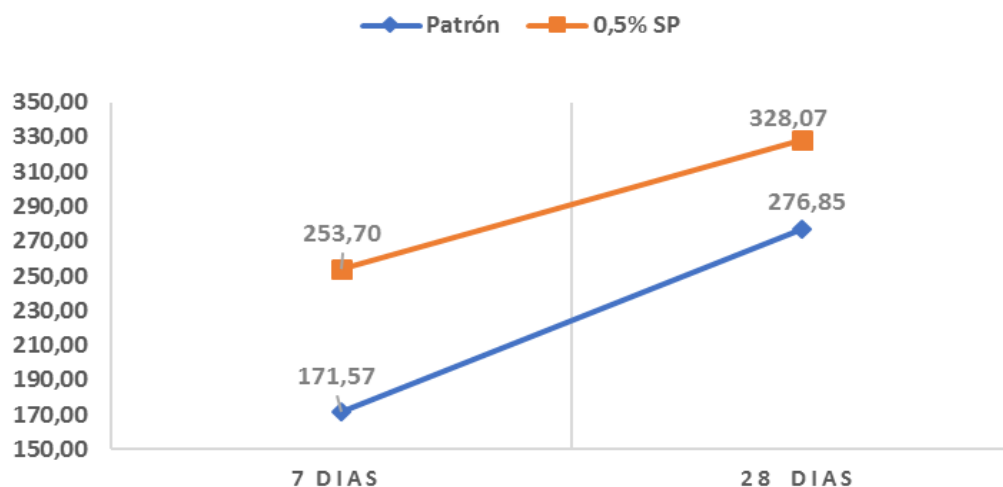
Otro rasgo importante se condensa en la tabla 27 donde se colocó los tiempos de fraguado y asentamiento alcanzado en cada una de las mezclas observándose incrementos en el tiempo de fraguado de 2:40 h a 3:10 h, así mismo el asentamiento paso de 5" a 7" haciendo la mezcla más trabajable.

Así mismo, conviene resaltar que para cada mezcla realizada se preparó 80 litros de material de acuerdo a la capacidad de la mezcladora utilizada, tomando los cilindros respectivos y descartando el material sobrante, para repetir el procedimiento con las mezclas restantes.

4.4 Fase IV: Comparación de la capacidad de resistencia de los concretos sobre dosificados y la mezcla patrón

4.4.1 Representación de los resultados de resistencia obtenidas en el laboratorio

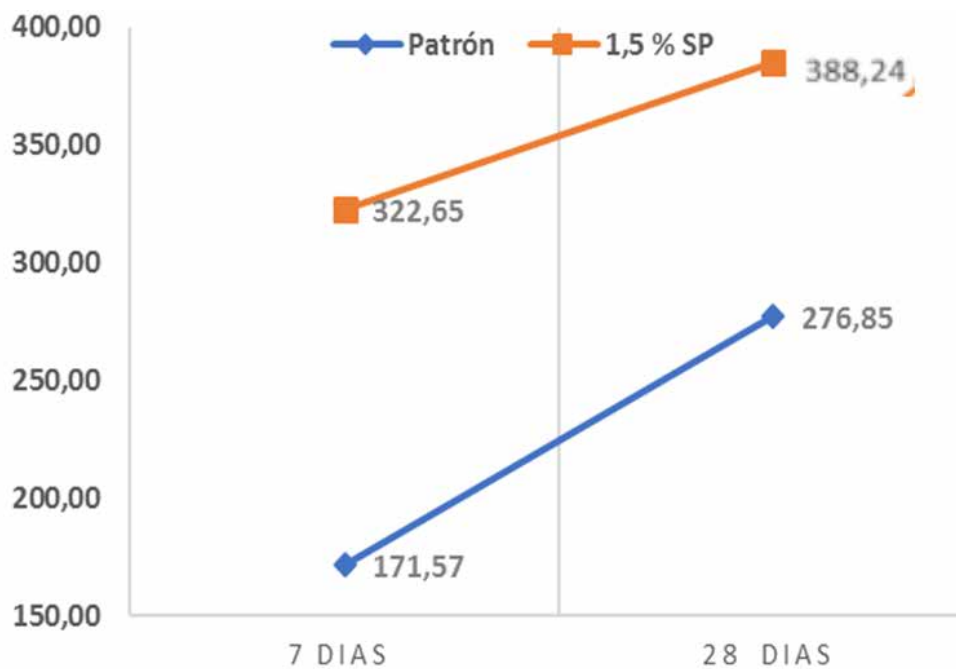
Figura 41. Variación de Resistencia de diseño 250 kgf/cm² en mezclas (Patrón vs 0,5%SP)



Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

En la figura 41 se observó que la mezcla con superplastificante al 0,5 % incrementó los valores de resistencia a la compresión a los 7 días en un 47,87 % y a los 28 días en un 18,50 % con respecto al valor obtenido en la muestra patrón, así mismo se puede hacer notar que el incremento mayor sucedió a la edad de 7 días.

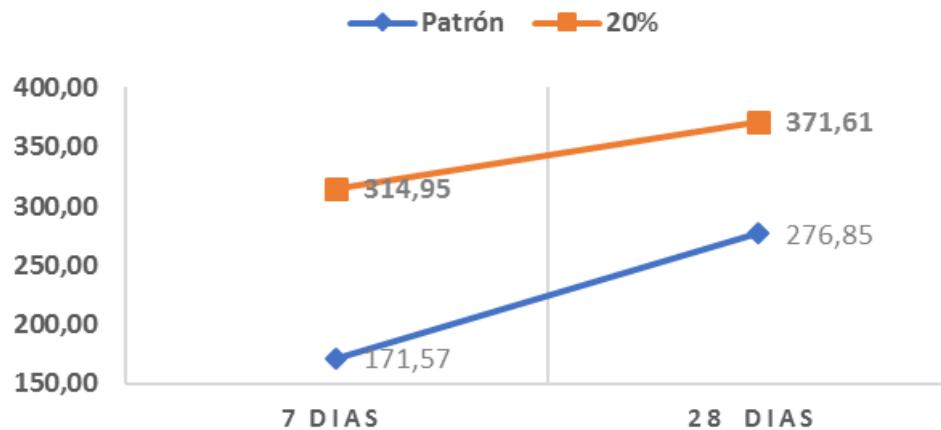
Figura 42. Variación de Resistencia de diseño 250 kgf/cm² en mezclas (Patrón vs 1,5%SP).



Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

En la figura 42 se ratificó que la mezcla con superplastificante al 1,5 % incrementó los valores de resistencia a la compresión a los 7 días en un 88,06 % y a los 28 días aumentó en un 38,10 % con respecto al valor de la muestra patrón, así mismo se puede hacer notar que el incremento mayor sucedió menor

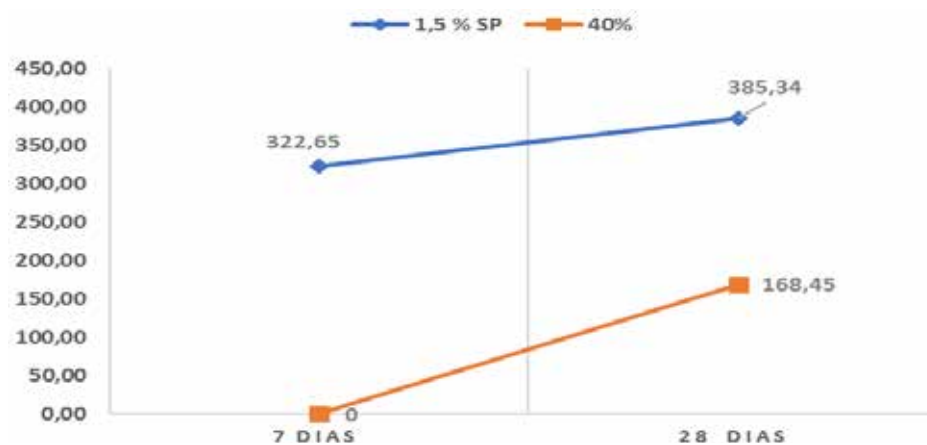
Figura 43. Variación de Resistencia de diseño 250 kgf/cm² en mezclas (Patrón vs 20 %SP).



Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

En la figura 43 se ratificó que la mezcla con superplastificante al 20 % incrementó los valores de resistencia a la compresión a los 7 días en un 82,35 % y a los 28 días aumentó en un 34,23 % con respecto al valor de la muestra patrón, e igualmente se puede hacer notar que el incremento mayor sucedió a la edad menor, ocurriendo así la misma tendencia anterior.

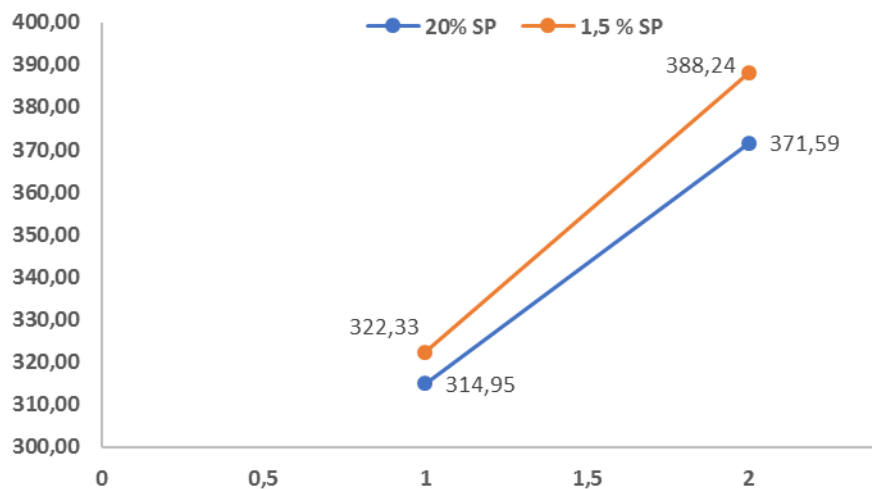
Figura 44. Variación de Resistencia de diseño 250 kgf/cm² en mezclas (1.5% max vs 40 %SP).



Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

Mientras que en la figura 44 se observó que la mezcla con superplastificante al 40 % disminuyó en un 56,28 % los valores de resistencia a la compresión en ambas edades con respecto al valor de la muestra patrón, razón por lo cual los valores de resistencia en la gráfica se ubican por debajo de los valores de iniciales.

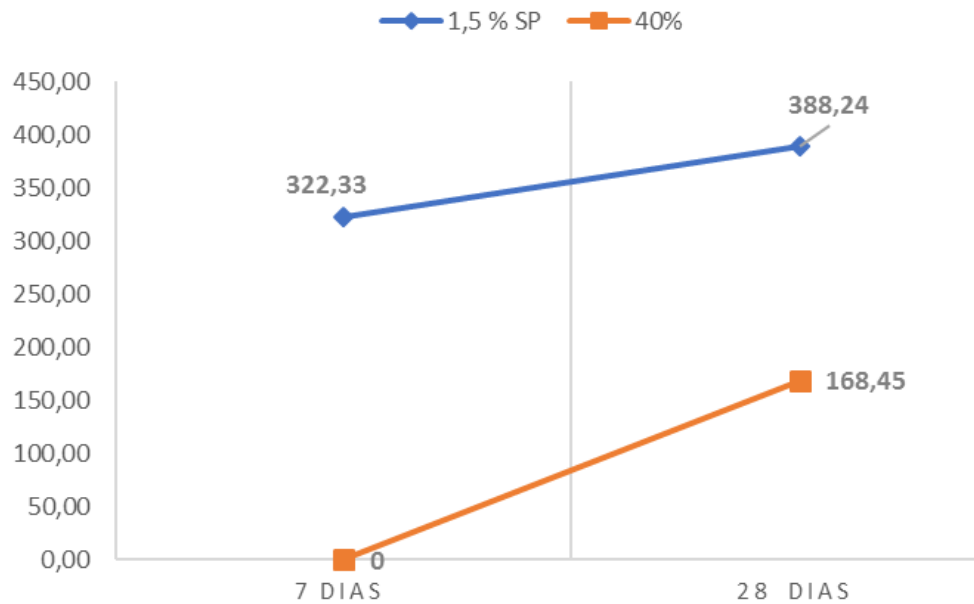
Figura 45. **Variación de Resistencia de diseño 250 kgf/cm² en mezclas (1.5 SP vs 20 %SP).**



Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

Mientras que en la figura 45 se observó que la mezcla con una sobredosificación de superplastificante al 20 % disminuyó ligeramente en un 2,29 % y 4,36 % de los valores de resistencia a la compresión de la muestra utilizando el superplastificante máximo de 1,5 % recomendado por la empresa fabricante a las edades de 7 y 28 días respectivamente.

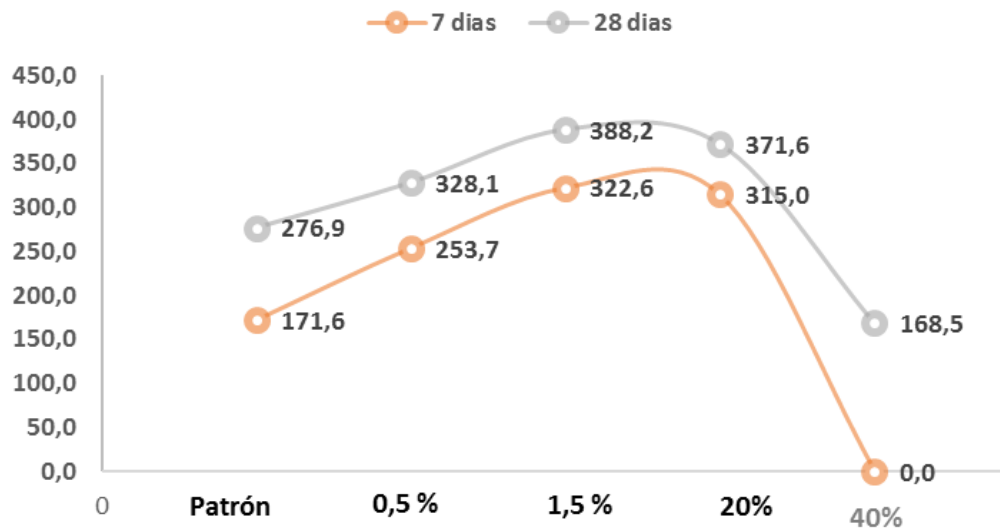
Figura 46. Variación de Resistencia de diseño 250 kgf/cm² en mezclas (1.5 SP vs 40 %SP).



Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

Mientras que en la figura 46 se observó que la mezcla con una sobredosificación de superplastificante al 40 % disminuyó a los 28 días drásticamente en un 56,61 % el valor de la resistencia a la compresión en la muestra con superplastificante máximo de 1,5 % recomendado por la empresa fabricante y produciéndose en el caso de los 7 días un desmoronamiento del cilindro, disgregación del material dando lugar a su desgaste superficial o a su pérdida de integridad.

Figura 47. Resumen de Variación de Resistencia de diseño 250 kgf/cm² en mezclas con superplastificante en edades comprendidas entre 7 y 28 días de la mezcla patrón.



Fuente. Barboza y Muñoz (2020)

En la figura 47 se observó la variación total Resistencia de diseño 250 kgf/cm² con respecto a la mezcla con superplastificante en edades comprendidas entre 7 y 28 días respectivamente, observándose una parte es ascenso hasta valores mayores recomendados por los fabricantes del aditivo, con una disminución de 2.29 % y 4,36 % hasta el 20 % y al 40 % disminuyó de manera rápida en un 56,61 % de la muestra con sobredosificaciones no recomendándose su uso en porcentajes mayores a este último debido a la pérdida de resistencia y disgregación de los materiales.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Entre las principales conclusiones que se derivan del presente estudio podemos destacar las siguientes:

Los agregados utilizados para el diseño de mezcla 250 kg/cm² con asentamiento 5”, con el uso de superplastificante, se caracterizaron por ser una arena lavada traída de Tinaquillo sector “Las Abejas” y la piedra picada N° es proveniente del río Acarigua, cuyas curva granulométricas obtenidas, se observó que ambos agregados dieron por debajo del porcentaje (%) pasante del límite superior e inferior), así como los valores obtenidos para el peso específico del agregado fino fueron de 2,54 y 2,66 para el agregado grueso, ubicándose entre el rango de (2,5 a 2,7) establecido en Norma venezolana COVENIN 277:2000 Concretos. Agregados. Requisitos (p – 4).

En este proceso de la investigación se elaboraron cuarenta y tres (43) cilindros de concreto, distribuidos de la manera siguiente cinco (5) para ensayos de la muestra patrón, cinco (5) con la dosificación mínima de aditivo superplastificante de 0,5 % recomendada por el fabricante, quince (15) con la dosificación máxima de aditivo superplastificante de 1,5 % recomendada por el fabricante, quince (15) agregando el 20 % de sobredosificación y tres (3) adicionando el 40 % de superplastificante, cuyas edades consideradas para la realización de los ensayos fue de 7 y 28 días respectivamente.

Los patrones de mezclas diseñados para cada caso combinando cemento, agua, arena, piedra picada, aditivo siendo los componentes por muestras los siguientes: Patrón (360;190;1065;760;0), SP dosis mínima 0,5% (360;167,83;1065;760;1,5); SP dosis máxima 1,5% (360;123.5; 1065;760;4,4), SP sobredosificación al 20 % (360;123.5; 1150,27;822,88;5,38) y SP sobredosificación al 40 % (360;123.5; 1150,27;822,88;6,28) , cabe destacar que en los tres primeros casos se compensó el

contenido de agua y el aditivo, así mismo en los últimos casos se rectificaron los agregados (grueso y fino) y el aditivo.

Para la prueba de resistencia a la compresión se seleccionaron dos (2) cilindros 1 y su testigo 2 en edad de 7 días y tres(3) cilindros en la edad de 28 días para la elaboración del ensayo de compresión de resistencia 250 kg/cm^2 y asentamiento 5” realizados en la empresa FRAMEX, C.A. considerando lo especificado en la Norma COVENIN 1976:2003, numeral 7.5 que destaca “a cada muestra del material se le deben hacer como mínimo dos pruebas idénticas, cuyo resultado vendrá dado por el valor promedio de las dos o más”, razón por la cual se realizaron los promedios obtenidos de resistencia para cada una de las edades en la muestra patrón, la de dosificación mínima y máxima de superplastificante, así como la sobredosificación porcentual en un 20 % y 40 % del superplastificante para logra evaluar sus efectos.

En cuanto al comportamientos de los cilindros de concreto de resistencia 250 kg/cm^2 se evidencio un incremento en los valores de resistencia usado las cantidades mínimas y máximas de superplastificantes recomendadas por el fabricante oscilando entre un valor a los 28 días oscilaron entre 47,87 % y 88,06 % en relación con la muestra patrón; e igualmente en cuanto a la variación de la resistencia a la compresión de la muestra con una sobredosificación de superplastificante al 20 % con respecto a dosis máxima recomendada por el fabricante disminuyó ligeramente en un rango de (4,36 %) a los 28 días respectivamente y para la mezcla con una sobredosificación de superplastificante al 40 % disminuyó a los 28 días drásticamente en un 56,28 %, produciéndose en el caso de los 7 días un desmoronamiento de los cilindro por disgregación del material dando lugar a su desgaste superficial o a su pérdida de integridad o disgregación.

En cuanto a los tiempos de fraguado y asentamiento alcanzado en cada una de las mezclas se observó incrementos en el tiempo de fraguado de 2:40 h a 3:10 h, así mismo el asentamiento paso de 5” a 7” haciendo la mezcla más trabajable.

Recomendaciones

Se sugiere ajustar las diferentes proporciones de aditivo para lograr la mezcla óptima, por lo cual se propone realizar investigaciones definiendo menores porcentajes de aditivos del 20 % de sobredosificación, debido a la situación actual presente en el país impidieron realizar estos ajustes necesarios.

Es recomendable que, si se desea continuar con la investigación, se evalúe la parte económica de la misma, para poder concluir sobre lo conveniente del uso del aditivo para disminuir costos en la elaboración del concreto.

En el caso que se conozca la cantidad de agua presente en el aditivo reductor de agua, es recomendable que esta sea tomada en cuenta cuando se elabore el diseño de la mezcla de concreto para poder ajustar correctamente la relación agua/cemento de la mezcla a elaborar.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arias (2012) El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología Científica Edición sexta. Editorial Episteme-
- Balestrini (1997) Como se elabora un proyecto de investigación [Libro en línea] Disponible en: [Consulta: 2019, diciembre 20].
- Barboza y Delgado (2014) Concreto Armado. Segunda edición. Ediciones Astro Data S.A
- Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN 356:1994 Clasificación de Aditivos Reductores de Agua.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN 356:44.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN 1896:82. Métodos de Ensayo para determinar la Resistencia a la Compresión de Concreto Liviano Aislante.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN 1976:2003. Concreto. Evaluación y Métodos de Ensayo.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN 255:1998: “Agregados. Composición granulométrica (Primera Revisión)
- Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN 263-78: Métodos de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN 268:1998: Agregado fino determinación de la densidad y la absorción”
- Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN 269:1998: Agregado Grueso determinación de la densidad y la absorción.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN 277:2000: Concreto, agregados. Requisitos (3ra. Revisión)
- Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN 28:1993: “Cemento portland, Requisitos”

- Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN 342:2004: “Concreto. Método para el mezclado en el laboratorio”
- Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN 356:1994: “Aditivos químicos utilizados en el concreto. Especificaciones.”
- Europea Cement Research Academy (2005) [Documento en línea] Disponible en: <https://es.slideshare.net/jhonathan390/influencia-del-aditivo-superplastificante-en-las-propiedades-del-concreto> [Consulta: 2019, enero 20].
- Fernández A. y Morales J. (2015) Evaluación del comportamiento de la resistencia a compresión del concreto con la aplicación del aditivo superplastificante PSP NLS, para edades mayores que 28 días. Trabajo de grado Universidad de Carabobo.
- Hernández, Fernández y Baptista (2010) “Metodología de la Investigación” (Quinta edición), Editorial Mc-Graw. Hill
- Mendoza y Sandoval (2015) Influencia en la resistencia del concreto durante su proceso de fraguado y estado final al utilizar altas dosis de aditivo reductor de agua de super alto rango, trabajo de grado Universidad José Antonio Páez Estado Carabobo.
- Moreno (2017) Efecto del contenido de agua y adición de superplastificantes sobre la trabajabilidad y resistencia a la compresión de pastas y morteros hechos a base de cemento híbrido (ch) trabajo de grado Universidad nacional de Colombia.
- Óxidos Cemento Portland [Documento en línea] Disponible en: <https://www.scribd.com/document/347849687/Cemento-Portland> [Consulta: 2019, febrero 20].
- Palella y Martins (2010) Metodología de la Investigación Cuantitativa. Fedeupel. Caracas
- Porrero, Ramos, Grases y Velazco (2014) “Manual de Concreto estructural”. Primera Edición Abaco arte.
- Spiratos (2003) Investigación de Superplastificantes para Concreto [Documento en línea] Disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/64804/7/1053821427.2018.pdf>. [Consulta: 2020, marzo 8].

Wigodski J. (2010) Metodología de la investigación. [Documento en línea] Disponible en:<http://metodologiaeninvestigacion.blogspot.com/2010/07/poblacion-y-muestra.html> [Consulta: 2020, febrero 21].

ANEXO 1. Diseño de mezcla realizado por la Empresa FRAMEX, C.A.



FRAMEX, C.A.

CALIDAD, SERIEDAD Y SERVICIO
Venta, Producción y Distribución
de Concreto Premezclado

San Diego, 28 de Julio del 2020

Atención:

- Adonay Muñoz CI V-25.985.621
- Numa Barboza CI V-21.584.999.

Estimados Señores:

A continuación, indicamos el diseño de mezcla patrón como referencia para la elaboración de sus mezclas para el desarrollo de su tesis.

Resistencia diseño: R'c 250 kg/cm² 28d asentamiento 4-5"

Cemento Portland Tipo: 360 kg/m³

Arena Lavada: 1065 Kg/m³

Piedra Picada Tamaño max 1": 750 kg/m³

Agua: 190 lts/m³.

Los materiales son procedentes de la zona central, específicamente:

Cemento tipo I: San Sebastián de los Reyes Edo. Aragua

Arena: Tinaquillo Edo. Cojedes

Piedra: Rio Acarigua. Edo. Portuguesa.

Sin más a que referirnos.

Atentamente,



Miguel Teixeira

Gerencia de Producción



FRAMEX, C.A.
RIF. J-31234711-2

RIF. J-31234711-2

Autopista Variante Guacara - Bárbula - Sector Hacienda Montesperino - Lote B4 - A
Telf.: (0241) 619.70.63 - 619.02.69 - San Diego, Estado Carabobo
E-mail: framex_produccion@yahoo.com

ANEXO 2. Hoja técnica de usos del aditivo super plastificante IMERPLAST.



IMMERC

ADITIVOS

IMERPLAST

Aditivo reductor de agua para concreto

USOS:

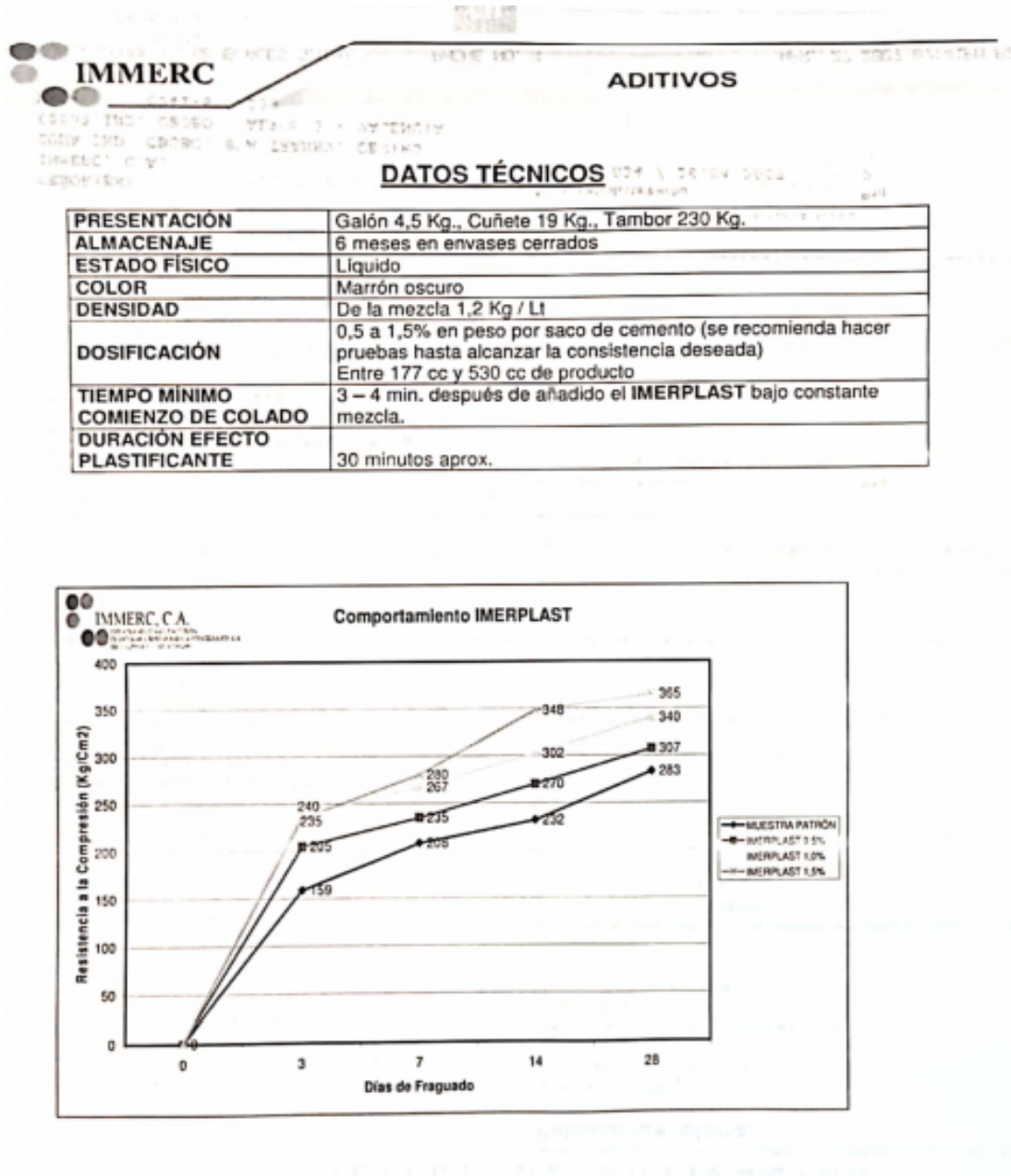
Superplastificante que le concede al concreto formulado una plasticidad óptima para un fácil colado o asentamiento.

	CONTROL	VARIANTES			
% REDUCCIÓN CEMENTO	0	15	20	25	30
RELACION A / C	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
% IMERPLAST Lt. / Sac. de Cemento	0	0,5 (0,2)	0,75 (0,3)	1,0 (0,4)	1,5 (0,5)
ASENTAMIENTO (cm)	1,50	4,09	4,20	4,24	4,30

CUALIDADES:

- Facilita el manejo del concreto
- No tiene efecto sobre el fraguado
- No promueve la corrosión de los refuerzos
- Reduce la cantidad de agua hasta un 35%
- No provoca espuma
- Estabilidad térmica del producto hasta 150°C
- No afecta el calor de hidratación ni contribuye al crecimiento de microorganismos.

ANEXO 3. Hoja técnica de especificaciones del aditivo super plastificante IMERPLAST.



ANEXO 4. Carta de agradecimiento dirigida a FRAMEX, C.A.

San Diego, 15 de Junio de 2020

Señores
FRAMEX, C.A.
Planta San Diego, Edo. Carabobo

Atn. Sr. Rafael Betancourt

Gerente de Operaciones

Estimados Señores

Reciban un cordial saludo de parte de la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez.

Nos dirigimos a ustedes para agradecerles el apoyo que prestan a los bachilleres Adonay Muñoz Martínez y Numa Barboza García, titulares de la cédula de identidad número 25.985.621 y 21.584.999 respectivamente, al permitirles hacer uso de las instalaciones y equipos del Laboratorio de Ensayo de Materiales de esa empresa para la realización de las pruebas contempladas en el cronograma de su trabajo de grado.

La realización de dichos ensayos constituye una etapa fundamental para el desarrollo y culminación del Trabajo de Grado titulado **"EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE LA SOBREDOSIFICACIÓN DE ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES EN CONCRETO"**, requisito indispensable para optar al título de Ingeniero Civil de esta universidad.

Adjunto a esta comunicación el cronograma de trabajo correspondiente, debidamente avalado por la Tutora Académica Prof. Jutzy Herrada.

Reiterándoles el agradecimiento por la cooperación con nuestros estudiantes y con nuestra Escuela de Ingeniería Civil.

Ing. Emerly Castillo,
Directora Escuela de Ingeniería Civil.
Universidad José Antonio Páez
Celular: 0414 – 5922649



DIRECCIÓN DE ESCUELA



Nombre

ANEXO 5. Cronograma de ensayos de laboratorio.



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

CRONOGRAMA DE ENSAYOS DE LABORATORIO

DATOS DE ALUMNOS	Apellidos y Nombres: Barboza García Numa Alberto Muñoz Martínez Adonay Adolfo		Nº de Cédula: 21.584.999 25.985.621
	Correo Electrónico: numaabarbozag@gmail.com adonaymunoz96@gmail.com		Nº de Tlf: 0414-4153595 0412-1398720
	Facultad: Ingeniería	Escuela de Civil	Trabajo de Grado II
	EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE LA SOBREDOSIFICACIÓN DE ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES EN CONCRETO		Tutor: JUTZY HERRADA Nº de Tlf: 0416-4411383
DATOS DEL RECEPTOR	Rafael Betancourt (GERENTE DE OPERACIONES)		Nº de Cédula: 11.352.664
	FRAMEX, C.A		
Municipio: San Diego		Estado: Carabobo	

ACTIVIDADES	HORA DE INICIO	HORA DE CULMINACIÓN	SEMANA	FECHA
Ensayo Granulometría de Agregados	8:00 AM	3:30 PM	12	15/06/20 al 19/06/20
Preparación de Mezcla Patrón de Mortero y con sobredosificaciones de Aditivos Superplastificantes	8:00 AM	3:30 PM	12	15/06/20 al 19/06/20
Vaciado de Mezcla Patrón de Mortero y con sobredosificaciones de Aditivos Superplastificantes en Cilindros de Ensayos de 30cm x 15cm	8:00 AM	3:30 PM	12	15/06/20 al 19/06/20
Ensayo de Compresión Mecánica de Cilindros de Mortero 30cm x 15cm	8:00 AM	3:30 PM	16	13/07/20 al 17/07/20

Firma del Tutor Académico	Firma Director de Escuela	Firma del Receptor	Sello