

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**



COMPARACIÓN DE LOS COSTOS Y LAS PROPIEDADES MECANICAS EN LA ELABORACIÓN DE CONCRETOS BOMBEABLES CON ADITIVOS REDUCTORES DE AGUA Y RETARDANTES DE FRAGUADO SIKAPLAST 200VE Y POLYHEED 755, CON UN F´C= 250KG/CM².

TRABAJO FINAL DE GRADO PRESENTADO POR LOS BACHILLERES AMARISTA S, WUAINER S. Y LEÓN D., JAUDENC D. PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

CIUDAD BOLÍVAR FEBRERO 2011

HOJA DE APROBACIÓN

Este trabajo de grado intitulado “Comparación de los costos y las propiedades mecánicas en la elaboración de concretos bombeables con aditivos reductores de agua y retardantes de fraguado SikaPlast 200VE y POLYHEED 755, con un $f'c= 250\text{kg/cm}^2$ ”, presentado por los bachilleres Amarista S, Wuainer S., y León D, Jaudenc D., ha sido aprobado, de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombres:

Profesor Grieco, Giovanni.

(Asesor)

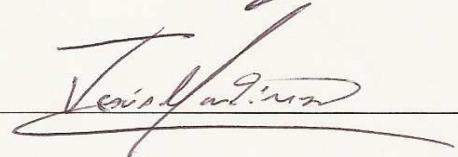
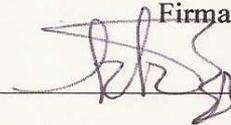
Profesor Martinez, Jesus.

(Jurado)

Profesora Jiménez, Milangeli.

(Jurado)

Firmas:



Profesor Jacques Edlibi
Jefe del Departamento de Ingeniería Civil

CIUDAD BOLÍVAR; FEBRERO DEL 2011

DEDICATORIA

En primer lugar a Dios mi padre celestial, que nunca me ha abandonado en el camino y me ha permitido realizar este proyecto, a mis padres Geol Amarista y Carmen Sánchez que con su impulso me han ayudado de gran manea.

A Geny Bolívar excelente profesora y amiga, A mi novia Natacha Abreu, a Gehomar Amarista por ser un ejemplo a seguir, a mi abuela Zoila Martinez y a la memoria de mis abuelos Luis Sánchez y Jesús Chauran.

A mis amigos en especial a Mariangela Rios y Virguinia Permuy y a todos aquellos que sirvieron de inspiración en la realización de este trabajo.

Wuainer Amarista

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero dar gracias a Dios mi padre celestial por escuchar mis oraciones, a mi señor Jesús porque a través de él mis oraciones han sido escuchadas y al Espíritu Santo por estar siempre conmigo durante todo este proceso, a mis padres Geol Amarista Y Carmen Sánchez por su apoyo, comprensión, por sus palabras de aliento.

También quisiera agradecer a mi novia Natacha Abreu por su apoyo, por su compañía a través de todo este proceso y por no permitirme desfallecer , al señor José Luis Gutiérrez por estar pendiente de los ensayos realizados, por aclararnos las dudas, y estar en todo este proceso, a las señora Yohana Presilla por habernos abierto las puertas de la Concretera de Cemex Puerto Ordaz por permitir hacer nuestro estudio y por compartir su conocimiento con nosotros, al Ingenieros Iran Ferrer y Cesar Mejías por su colaboración, consejos y asesoría, a mi compañero de tesis Jaudenc León por su concentración y energía invertida en este proyecto.

A nuestro tutor el profesor Giovanni Grieco por aceptar dirigirnos, por su paciencia en todo momento, por compartir su conocimiento no solo en la realización de este proyecto sino también en clases. Quisiera agradecer además a todos los profesores que formaron parte de mi educación universitaria mi más sincero agradecimiento, a la Universidad de Oriente por permitirme ser parte de esta especial y prestigiosa familia.

Wuainer Amarista

DEDICATORIA

Principalmente a Dios todopoderoso, a mis padres, Jaudenc León y Ana Dommar, a mis hermanos Junior, Sissi y Augusto y a mi novia y mejor amiga Lisbeth González.

A mis abuelas Ana Pasarella y Carmen Marrero al igual que a mis tías, tíos, primas y primos que me han apoyado y a la memoria de mis abuelos César Dommar y Manuel León.

No puedo dejar de mencionar a los padres de mi novia, señor Nolberto González y Señora. Ascensión Santamaría.

Finalmente a mis amigos en especial a uno que ya no está físicamente, pero si en mis recuerdos, mi amigo y hermano, el Ingeniero Víctor Rosales.

En resumen dedico este trabajo de grado a todas aquellas personas que me sirvieron de inspiración para finalizar mi carrera universitaria.

Jaudenc León

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a Dios Todopoderoso y Jesús de Nazaret, por darme la vida, guiarme y llevarme por el mejor camino. A mis padres, Jaudenc León y Ana Dommar que siempre me apoyaron y animaron en mi formación académica, a mis hermanos, Junior, Sissi y Augusto y a mi novia Lisbeth que no me permiten decaer en los malos momentos. A sus padres por su ayuda incondicional sobre todo en la parte final de mi carrera universitaria. A mis abuelas que fueron de gran ayuda y ejemplo, al igual que a mis abuelos que me sirvieron de inspiración por haber sido grandes personas y grandes profesionales durante su vida.

Agradezco mucho a mis amigos y a la Universidad de Oriente y todos mis profesores que me sirvieron en mi formación profesional, en especial a mi tutor académico el Profesor Giovanni Grieco por dedicar su tiempo en mi trabajo de grado, además de sus enseñanzas en clases y su preocupación por ver terminada mi tesis de la mejor manera.

Finalmente agradezco a la empresa Cemex Puerto Ordaz, al señor José Luis Gutiérrez por ayudarnos a mi compañero de tesis y a mí en la elaboración de los ensayos de la tesis, parte fundamental del trabajo. También a los ingenieros Iran Ferrer y Cesar Mejías, trabajadores de EDELCA que me aportaron un poco de sus conocimientos en mezclas de concretos y aditivos.

Jaudenc Le

RESUMEN

En este trabajo de grado se realizó un estudio cuyo objetivo general fue comparar los costos y las propiedades mecánicas en la elaboración de concretos bombeables con aditivos reductores de agua y retardantes de fraguado SIKAPLAST 200VE y POLYHEED 755, con un $f'c = 250\text{kg/cm}^2$. La investigación es de tipo descriptiva, con un diseño que aplica estrategia de campo, documental y experimental. Las técnicas utilizadas para recolección de datos en la realización del estudio fueron: observación directa e indirecta, revisión documental y consultas académicas y profesionales. El estudio consistió en realizar ensayos (asentamiento, peso unitario, % de aire, penetración y resistencia a compresión) a las mezclas de concreto para asegurarnos que cumplen con las normas COVENIN 633:2001 y así poder comparar eficazmente. Se realizaron tres mezclas, la primera, cuya dosificación fue suministrada por la empresa CEMEX contiene aditivo POLYHEED 755, la segunda sin aditivo, siendo la mezcla patrón y finalmente la mezcla con aditivo SIKAPLAST 200VE. Los resultados obtenidos demuestran que nuestra comparación es que el aditivo SikaPlast 200VE a pesar de ser más costoso cada litro que el Polyheed 755, es más rentable debido a que la mezcla requiere menor cantidad de aditivo, las propiedades de la mezcla en estado fresco y en estado endurecido sigue siendo buena, además realmente es un reductor de agua y retardante de fraguado, por lo tanto también se puede reducir cemento y proveer a la mezcla de concreto fluidez y retardos óptimos unido a su reducción de costos de producción, lo hace la opción mas idónea.

CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vi
RESUMEN.....	vii
CONTENIDO	viii
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABLAS	xii
LISTA DE APÉNDICES	xiii
LISTA DE ANEXOS	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. SITUACIÓN A INVESTIGAR	4
1.1 Planteamiento del problema.....	4
1.2 Objetivos de la investigación.....	7
1.2.1 Objetivo general.....	7
1.2.2 Objetivos específicos	7
1.3 Justificación de la investigación	8
1.4 Alcance de la investigación	8
CAPÍTULO II. GENERALIDADES	10
2.1 Ubicación geográfica del área.....	10
2.2 Acceso al área	11
2.3 Empresa	12
2.3.1 Misión	
2.3.2 Visión.....	
2.3.3 Reseña Histórica	12
CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO	16
3.1 Antecedentes de la investigación.....	16
3.2 Bases teóricas.....	17
3.2.1 Resistencia y mecanismo de falla del concreto	17
3.2.2 Cemento	20
3.2.3 Agregados	21
3.2.4 Agua.....	24
3.2.5 Aditivos.....	25

3.2.5.1	Clasificación: los aditivos se clasifican por su función en el concreto. La clasificación de la Norma COVENIN 356-94 es la siguiente	25
3.2.5.2	Efectos de estos aditivos	25
3.2.6	Diseño de mezcla	28
3.2.7	Evaluación de los ensayos de resistencia.....	30
3.2.8	Ley de Abrams.....	31
3.2.9	Trabajabilidad	32
3.2.10	Relación triangular.....	33
3.3	Bases legales	34
3.3.1	Cemento portland.....	34
3.3.2	Ensayo granulométrico.	35
3.3.3	Determinación de la densidad y la adsorción	36
3.3.4	Ensayo a compresión de cilindros de concreto.	37
3.3.5	Aditivos químicos utilizados en concretos.	39
3.4	Definición de términos.....	39

CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA DE TRABAJO..... 45

4.1	Tipos de investigación	45
4.2	Diseño de la investigación	45
4.3	Población y muestra de la investigación.....	47
4.3.1	Población	47
4.3.2	Muestra	47
4.4	Técnicas de recolección de datos.....	47
4.4.1	Observación directa	48
4.4.2	Revisión literaria.....	48
4.4.3	Revisión documental.....	49
4.4.4	Consultas académicas e industriales	49
4.5	Instrumentos de recolección de datos	50
4.5.1	Equipos de oficina	50
4.5.2	Equipos de campo.....	50

CAPÍTULO V. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS 53

5.1	Ensayos de calidad a los agregados utilizados para las diferentes mezclas (Granulometría, Peso Unitario Suelto y Compactado, Peso Específico, % de Absorción y Colorimetría).....	53
5.2	Diseño de mezclas y sus respectivos ajustes de mezclas.....	59
5.3	Ensayos en concreto fresco (Peso Unitario, Trabajabilidad, Tiempo de Fraguado, Contenido de Aire.) y en concreto endurecido (ensayos	

	a compresión a diferentes edades en probetas cilíndricas tomadas de las diferentes mezclas).....	63
5.4	Comparar resultados obtenidos para conocer cuál de los aditivos nos brinda mejores resultados.	66
5.5	Comprobar si el uso del aditivo SikaPlast 200VE reduce la cantidad de cemento en la mezcla y produce un concreto más económico.	71
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	76
	Conclusiones	76
	Recomendaciones.....	77
	REFERENCIAS	78
	APÉNDICES.....	80
	ANEXOS	111

LISTA DE FIGURAS

	Página
2.1	Mapa de ubicación de Puerto Ordaz en Venezuela. 11
2.2	Vista aérea de acceso a Cemex Puerto Ordaz. 11
5.1	Curva granulométrica de la arena Ceiba según norma COVENIN 277 55
5.2	Curva granulométrica de la arena triturada según norma COVENIN 277 57
5.3	Curva granulométrica de la piedra picada según norma COVENIN 277 58
5.4	Comparación de la dosis del aditivo Polyheed 755 y el SikaPlast 200VE para 1 m ³ y 35 l de concreto. 66
5.5	Diferencia en las cantidades de agua en los distintos concretos. 67
5.6	Comparación de los porcentajes de reducción de agua. 68
5.7	Comparación del tiempo de fraguado de las tres mezclas de concreto en estudio. 69
5.8	Comparación de las resistencias del concreto mezclado con ambos aditivos y sin aditivo a los siete (7) y a los veintiocho (28) días. 70
5.9	Cantidad de agua requerida para un metro cúbico (1 m ³) de concreto. 71
5.10	Comparación de costos para un metro cúbico (1 m ³) de concreto con los dos aditivos en estudio. 72
5.11	Comparación anual de costos para 1 m ³ de concreto con ambos aditivos. 72
5.12	Comparación de costos de concreto mensuales. 73
5.13	Comparación de costos de 250 m ³ de concreto diario con aditivo. 74
5.14	Diferencias anuales de costos de concreto con ambos aditivos en estudio. 74

LISTA DE TABLAS

	Página
3.1	Limites granulométricos recomendados para distintos tamaños máximos del agregado, porcentajes pasantes (Porrero J, 1996). 23
3.2	Factores para corregir por tipo de agregado. (Porrero J, 1996). 31
3.3	Factores para corregir por tamaño máximo, mm (pulgadas). (Porrero J, 1996). 32
3.4	Valores usuales de asentamiento (Porrero J, 1996) 33
5.1	Especificaciones de los ensayos a los agregados 53
5.2	Porcentajes retenidos y porcentajes de pasantes de la arena Ceiba. 55
5.3	Porcentajes retenidos y porcentajes de pasantes de la arena triturada (arrocillo) 56
5.4	Porcentajes retenidos y porcentajes de pasantes de la piedra picada. 58
5.5	Dosificación de Cemex para 1 m ³ de concreto con aditivo Polyheed 755 59
5.6	Dosificación de Cemex para 35 l de concreto con aditivo Polyheed 755 para una resistencia de 250 kg/cm ² 60
5.7	Dosificación ajustada para treinta y cinco litros (35 l) de concreto con aditivo Polyheed 755 61
5.8	Dosificación final para treinta y cinco litros (35 l) de concreto sin aditivo 61
5.9	Dosificación final para treinta y cinco litros 35 l de concreto con aditivo SikaPlast 200VE. 62
5.10	Ensayos al concreto fresco con aditivo Polyheed 755. 63
5.11	Ensayos al concreto fresco sin aditivo. 64
5.12	Ensayos al concreto fresco con aditivo SikaPlast 200VE. 64
5.13	Ensayos a compresión al concreto endurecido. 65

LISTA DE APÉNDICES

	Página
A	FOTOGRAFÍAS DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS EN LOS ENSAYOS REALIZADOS..... 81
A.1	Horno para secado de muestras de agregados. 82
A.2	Balanza electrónica para muestra de agregado fino..... 82
A.3	Balanza electrónica de capacidad 30 kg. 83
A.4	Maquina Tamizadora para agregado grueso. 83
A.5	Equipo para ensayo a la penetración..... 84
A.6	Prensa hidráulica electrónica para ensayo a la compresión 84
A.7	Tamizadora eléctrica para agregado fino 85
A.8	Equipo Humbolt para ensayo de contenido de aire 85
A.9	Trompo mezclador para muestras de concreto 86
A.10	Cono de abrans para ensayo de asentamiento..... 86
A.11	Cuarteadora de muestra 87
A.12	Carretilla para transporte de mezcla y agregados 87
B.	FOTOGRAFÍAS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS A LOS AGREGADOS..... 88
B.1	Muestra de agregado fino para ensayo granulométrico 89
B.2	Acople de la tapa superior y tamizado de agregado fino 89
B.3	Ensayo de peso unitario Agregado grueso..... 90
B.4	Tarado de agregado grueso para ensayo de peso unitario 90
B.5	Ensayo de peso unitario agregado fino 91
B.6	Compactación de la muestra para ensayo de peso unitario 91
C.	FOTOGRAFÍAS DE MEZCLADO Y ENSAYOS AL CONCRETO 92
C.1	Colocación de dosificación de materiales para 35 l de muestra. 93
C.2	Adición de agua y aditivo a la muestra para mezclado..... 93
C.3	Proceso de mezclado para una muestra de 35 l de concreto. 94
C.4	Realización de ensayo de asentamiento mediante cono de Abrams 94
C.5	Determinación de contenido de aire de la muestra 95
C.6	Preparación para el llenado de cilindro..... 95
C.7	Cilindros vaciados listos para el curado 96
C.8	Cilindros en la piscina de curado identificados para ensayar a diferentes edades..... 96
D.	PLANTA DE CEMEX PUERTO ORDAZ..... 97

D.1	Oficinas administrativas de Cemex Puerto Ordaz	98
D.2	Planta concretera de Cemex Puerto Ordaz	98
D.3	Proceso de traslado a través de cinta transportadora de agregado fino y grueso	99
D.4	Proceso de carga de concreto premezclado en camiones	99
E.	AGREGADO FINO Y GRUESO.....	100
E.1	Agregado Fino la Ceiba proveniente de la cantera la Ceiba.....	101
E.2	Agregado fino Arrocillo proveniente de la cantera Compiedra.....	101
E.3	Agregado grueso piedra gneis proveniente de la cantera Compiedra.....	102
E.4	Selección de muestra para la realización de los ensayos	102
F.	MUESTRAS SELECCIONADAS Y PESADAS PARA DOSIFICACIÓN	103
F.1	Selección de muestra de piedra gneis para el pesado	104
F.2	Muestra pesada de arena la Ceiba.....	104
F.3	Muestras pesadas de piedra gneis y arena la Ceiba	105

LISTA DE ANEXOS

1. HOJA TÉCNICA ADITIVO SIKAPLAST 200VE
2. HOJA TÉCNICA ADITIVO POLYHEED 755
3. CEMENTO PORTLAND. ESPECIFICACIONES. COVENIN 28:1998
4. AGREGADOS. DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA. COVENIN 255:1998
5. AGREGADO FINO. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y LA ABSORCIÓN. COVENIN 268:1998
6. CONCRETO. MÉTODO PARA LA ELABORACIÓN, CURADO Y ENSAYO A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO. COVENIN 338:2002
7. ADITIVOS QUÍMICOS UTILIZADOS EN LOS CONCRETOS. COVENIN 351:1994
8. CONCRETO PREMEZCLADO. REQUISITOS. COVENIN 633:2001

INTRODUCCIÓN

Los antecedentes más remotos de los aditivos químicos se encuentran en los concretos romanos, a los cuales se incorporaba sangre y clara de huevo. La fabricación del cemento Portland alrededor de 1850 y el desarrollo del concreto armado, llevó a regular el fraguado con el cloruro de calcio, patentado en 1885. Al inicio del siglo se efectuaron sin éxito comercial estudios sobre diferentes aditivos. El primer antecedente de los aditivos químicos modernos se encuentra en el empleo ocasional del sulfonato naftaleno formaldehído, que fue utilizado en 1930 para actuar como dispersante en concretos con adiciones negro de humo, destinados a carriles de pavimentos que por su coloración pudieran llamar la atención de los conductores de vehículos. Si bien en 1932 se registro una patente de los EE.UU. no se aplicó por su elevado costo y exceder los requerimientos de las construcciones de concreto de esa época.

En el último tercio del siglo XX, el desarrollo de la tecnología del concreto se enfocó, principalmente, en mejorar el desempeño de este material por medio del uso de otros componentes diferentes al cemento, el agua o los agregados pétreos. Los principales ejemplos de estos nuevos ingredientes son: aditivos químicos, adiciones minerales, fibras naturales y sintéticas, etc. En todo el mundo, día tras día, es cada vez más común la preparación del concreto con algún ingrediente adicional a los tres básicos, sea para dar respuesta a necesidades específicas de carácter técnico, o para dar soluciones alternas a los problemas constructivos, atendiendo a criterios de sustentabilidad y cuidado del medio ambiente.

Los aditivos, a diferencia del cemento, los agregados y el agua, no son componentes esenciales de la mezcla de concreto, si son importantes y su uso se extiende cada vez más, por la aportación que hacen a la economía de la mezcla; por la

necesidad de modificar las características del concreto de tal forma que éstas se adapten a las condiciones de la obra y a los requerimientos del constructor.

La reducción del costo en la elaboración de concreto con aditivos y las cualidades que incorpora al mismo, debe ser una de las razones principales que debe tomarse en cuenta cuando se selecciona el aditivo a utilizar. La eficiencia de un aditivo depende de factores tales como: tipo, marca y cantidad del material cementante; contenido de agua; forma, granulometría y proporción de los agregados; tiempo de mezclado y temperatura del concreto.

El siguiente trabajo pretende realizar una investigación que consiste en la comparación de los costos y de las propiedades mecánicas en la producción de concreto premezclado bombeables utilizando aditivos reductores de agua retardante de fraguado SikaPlast 200VE y Polyheed 755 en concretos con $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, para de esta manera tratar de determinar si el SikaPlast 200VE es compatible con los agregados de la región de Guayana, reducir los costos y mejorar las propiedades del concreto premezclado producido en la concretera de Cemex Puerto Ordaz. Dentro de este mismo orden de ideas, este proyecto contempla cinco capítulos, básicos, en los cuales se describen las ideas principales así como el porqué y el cómo se llevará a cabo la investigación.

Para cumplir con los objetivos planteados, se estructuró el proyecto por capítulos de la siguiente manera:

El capítulo I. Situación a investigar: el cual hace referencia de forma clara y precisa sobre el planteamiento del problema a estudiar, los objetivos de la investigación, la justificación y el alcance de la investigación.

El capítulo II. Generalidades: se describe en esta fase la zona donde se realizó el estudio, la cual fue Puerto Ordaz, Estado Bolívar, se describe la ubicación geográfica, las características físicas y naturales, también el acceso a la empresa Cemex Venezuela en Puerto Ordaz.

El capítulo III. Bases teóricas: se establece específicamente los fundamentos teóricos y legales relacionados con el tema de investigación.

En el capítulo IV. Metodología de trabajo: se describe de manera clara y precisa la metodología empleada, indicando la importancia y factores que constituyen el proyecto.

El capítulo V. Análisis e interpretación de los Resultados: en este capítulo se describe los materiales a utilizar, también se presentan los análisis de los ensayos realizados a las muestras de concreto, así como también se analizan el costo de 1 m³ de concreto con cada uno de los aditivos en estudio.

Finalmente las conclusiones y recomendaciones insertando los apéndices y anexos.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Planteamiento del problema

Actualmente a nivel mundial el concreto es un material fundamental para la construcción de edificaciones, cimientos, puentes, carreteras y cualquier otra estructura donde por su alta resistencia a la compresión, a ataques de un ambiente agresivo y gran versatilidad sea conveniente el uso de éste.

En Asia, Medio Oriente, y Europa, donde se están concentrando al presente las grandes obras arquitectónicas, el concreto ha sido llevado a su máxima expresión; ya que para lograr grandes vaciados y poder transportarlos se ha acudido a la aplicación de aditivos reductores de agua retardantes de fraguado, en lugar de solo incrementar la cantidad de cemento presente en el concreto o solo modificar la relación agua/cemento, lo cual permite producir un concreto muy resistente sin afectar negativamente la trabajabilidad y sin incrementar los costos de las obras.

Presentemente en Venezuela se están llevando a cabo amplios proyectos de construcción de tipo social, como Centros de Diagnósticos Integral, Módulos Asistenciales, urbanismos y complejos habitacionales; así como también grandes proyectos estructurales de alcance regional y nacional, como la ampliación de las líneas del Metro de Caracas y el Metro Maracaibo, construcción del Metro Cable en la ciudad de Caracas, construcción del Tercer Puente Sobre el Orinoco, esto solo por citar algunas obras. Estas obras cuentan con la participación de entes públicos y privados los cuales se encargaran de proyectar y ejecutar las mismas lo más económicamente posible sin afectar la calidad y seguridad estructural.

Teniendo en cuenta que en Venezuela la base de la construcción es el concreto, se debe lograr que el mismo sea tan resistente como se requiera y tan económico como se pueda. Aunque existen aditivos químicos que permiten concretos más fuertes y baratos, las Normas Venezolanas exigen verificar la compatibilidad del mismo con la mezcla de concreto a utilizar. Debido a que Venezuela es un país con gran diversidad geológica e hidrológica, los suelos y aguas de ríos varían drásticamente en cada región, lo que quiere decir que, quizás un aditivo químico reductor de agua retardante de fraguado resulte muy efectivo en el Estado Zulia utilizando agregados y agua de la zona, pero al utilizar el mismo aditivo en el Estado Bolívar con materiales y aguas de la zona el resultado no sea tan favorable o incluso reaccione negativamente afectando las características del concreto.

Los aditivos reductores de agua y retardantes de fraguado son capaces de reducir considerablemente la cantidad de agua contenida en la mezcla de concreto y retardar satisfactoriamente su fraguado cuanto se requiera. Las normas de construcción en Venezuela, específicamente la COVENIN 356-94 establece las especificaciones para los aditivos químicos del concreto, ésta clasifica los aditivos según su uso o propiedades que le aporta al mismo, colocando a los reductores de agua retardantes de fraguado como aditivos tipo D; sin embargo a diferencia de la Euro Norma 206-1-2000, la norma COVENIN 356-94 es muy conservadora en cuanto a la cantidad mínima de agua que puede reducir el aditivo en el mezclado, estableciendo solo un 15% en la capacidad de reducción.

La calidad de los agregados es primordial para la resistencia del concreto. Teniendo en cuenta que los agregados representan el 75 a 80% del volumen en el concreto, debe asegurarse que los mismos sean resistentes, durables y que sea compatible con el cemento de la mezcla.

No se puede olvidar que la relación agua/cemento es la variable más importante que afecta en mayor grado la resistencia del concreto, mientras esta relación se mantenga por debajo de 0,45 el concreto tendrá una buena resistencia, y mientras más bajo sea ese valor se obtendrá un concreto más resistente pero menos fluido y trabajable; he ahí la importancia de los aditivos reductores de agua retardantes de fraguado que no afecten estas cualidades y si posible que disminuya la cantidad de cemento a utilizar sin afectar su resistencia y de esta manera hacer mas económica su producción, esto siempre y cuando el aditivo sea compatible con los diferentes elementos que conforman el concreto a usar.

Lo antes expuesto evidencia la importancia que tiene para la industria de la construcción en el Estado Bolívar evaluar estos nuevos aditivos con los agregados y agua de la zona, porque los aditivos que arrojen buenos resultados de resistencia y durabilidad pueden ser desde ya utilizados en las obras de infraestructura del Estado obteniéndose obras de calidad y seguridad con menos costo.

Si los organismos públicos o entes contratantes exigieran a los contratistas que para el concurso de grandes obras de ingeniería que requieran vaciados de concreto se utilicen aditivos de esta clase rigiéndose por las normas COVENIN 633-2001, y COVENIN 356-94 se tendrá una obra menos costosa que utilizando otros aditivos ya en uso.

Ante tal situación y en la búsqueda de posibles soluciones, surgen las siguientes interrogantes:

¿Se puede lograr un concreto más resistente, económico y con mejores características aplicando un aditivo reductor de agua retardante de fraguado SIKAPLAST 200VE que el usado actualmente Por Cemex Puerto Ordaz POLYHEED 755 y agregados de la zona?

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Comparar los costos y las propiedades mecánicas en la elaboración de concretos bombeables con aditivo reductor de agua y retardante de fraguado SIKAPLAST 200VE y POLYHEED 755, con un $f'c = 250\text{kg/cm}^2$ aplicando agregados de la zona.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Realizar ensayos de calidad a los agregados utilizados para las diferentes mezclas (Granulometría, Peso Unitario Suelto y Compacto, Peso Específico, % de Absorción, Colorimetría).
2. Diseñar mezclas y sus respectivos ajustes de mezclas.
3. Realizar ensayos en concreto fresco (Peso Unitario, Trabajabilidad, Tiempo de Fraguado, Contenido de Aire.) y en concreto endurecido (ensayos a compresión a diferentes edades en probetas cilíndricas tomadas de las diferentes mezclas).
4. Comparar resultados obtenidos para conocer cuál de los aditivos nos brinda mejores resultados.
5. Comprobar si el uso del aditivo SIKAPLAST 200VE reduce la cantidad de cemento en la mezcla y produce un concreto más económico.

1.3 Justificación de la investigación

Teniendo en cuenta que en Venezuela el capital para una obra estructural es muy volátil debido a la inflación y el encarecimiento de los materiales de construcción, cualquier ahorro que se pueda lograr sin afectar la seguridad y calidad es muy bien recibido por Contratistas y Contratantes. Ahora, sí el principal elemento de construcción en el país es el concreto, una reducción en el costo actual de éste permitiría presupuestos más flexibles y económicos.

En la actualidad el concreto premezclado está compuesto por, cemento, áridos, agua y aditivos; lo que quiere decir que es imposible hablar de concreto sin la utilización de aditivos, pues éstos lejos de perjudicarlo lo benefician. Ya sea incorporando aire, mejorando su trabajabilidad, retardando o acelerando el fraguado, o simplemente incrementando su resistencia, los aditivos permiten adaptar el concreto a los requerimientos y especificaciones de la obra.

Por lo antes expuesto, indagar sobre la aplicación de nuevos aditivos reductores de agua retardantes de fraguado específicamente SikaPlast 200VE en la región y su coexistencia con los áridos de la zona bajo norma venezolana COVENIN; permitiría colocar en el mercado un nuevo concreto, resistente y económico que los actualmente ofertados y utilizados por la concretera de Cemex Puerto Ordaz.

1.4 Alcance de la investigación

Se pretende en el siguiente estudio realizar diferentes mezclas de concreto adicionándoles el aditivo reductor de agua retardante de fraguado (SikaPlast 200VE) y otras mezclas con el aditivo también reductor de agua retardante de fraguado (Polyheed 755), variando la relación agua/cemento en cada una de ellas y

compararlas entre si, también determinar las características de cada una de las mezclas en forma individual, utilizando materiales de la zona como piedra gneis de la cantera Compiedra y arena de río de la arenera la Ceiba y arena triturada (arrocillo) de la cantera Compiedra, cemento obtenido por Cemex Venezuela (Puerto Ordaz), con la finalidad de medir verificando si sus características se encuentran dentro de las especificaciones de las normas venezolanas verificando cual de ambas nos lleva a la opción más económica sin comprometer las características antes mencionadas.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1 Ubicación geográfica del área

El estado Bolívar limita por el Norte con el río Orinoco que lo separa de los estados Monagas, Anzoátegui y Guárico; por el Sur con el estado Amazonas y Brasil; por el Este con Guyana y el estado Delta Amacuro y por el Oeste con el río Orinoco que lo separa del estado Apure. La frontera con Guyana esta en litigio y la zona en reclamación se extiende hasta el río Esequibo.

La entidad se divide, según la Ley de División Político - Territorial del 29 de diciembre de 1995 en once (11) municipios, y cuarenta (40) parroquias. Ocupa el 26.24 % del territorio Nacional, con una superficie de 240528 Km², es el estado con mayor superficie del país.

La ciudad más importante desde el punto de vista económico es Puerto Ordaz que junto a San Félix conforman Ciudad Guayana, nueva ciudad planificada del Estado Bolívar, en el sur de Venezuela. Fundada en 1952 como puerto de exportación minera a orillas del Río Caroní, en el punto donde éste fluye al Río Orinoco; Puerto Ordaz es sede de empresas mineras e hidroeléctricas y ha evolucionado como una pujante ciudad bien planificada. Su aeropuerto sirve de enlace entre los pequeños aeropuertos en la zona selvática del Estado Bolívar y el resto del país. (Figura 2.1).



Figura 2.1 Mapa de ubicación de Puerto Ordaz en Venezuela.

2.2 Acceso al área

En la ciudad de Puerto Ordaz, Zona Industrial Matanzas, Carretera El Saman, Parcela UD-502-00-22, al lado del antiguo local de Cerámicas Carabobo. (Figura 2.2).



Figura 2.2 Vista aérea de acceso a Cemex Puerto Ordaz.

2.3 Empresa

Es líder en Venezuela en el mercado de cemento y concreto premezclado. Contamos con tres plantas de cementos, ubicadas en Pertigalete, Estado Anzoátegui, Barquisimeto, Estado Lara y Maracaibo, Estado Zulia, así como una Molienda de clinker, ubicada en Ciudad Guayana, Estado Bolívar. Cemex Venezuela ofrece a sus clientes la más variada oferta de productos de ferretería, a precios competitivos que maximizan su inversión. También cuenta con una gama variada de servicios como lo son: asesoría técnica, centro de servicios, e-selling, proveedores, cemento, concreto y productos para ferretería.

2.3.1 Misión

Satisfacer globalmente las necesidades de construcción de sus clientes y crear valor para sus grupos de interés consolidándose como la compañía de materiales para la construcción más eficiente y rentable del mundo.

2.3.2 Visión

Continuar su trayectoria de beneficiar a quienes sirve a través de la búsqueda constante de soluciones innovadoras para la industria, mejoras en eficiencia y al promover un futuro sustentable.

2.3.3 Reseña Histórica

CEMEX fue fundada en 1906 en la ciudad de Monterrey con la apertura de la planta de Cementos Hidalgo. Durante sus primeros años, se enfrenta con diversos problemas dada la situación política del México de inicios de siglo XX, e incluso

llega a cerrar su planta durante un lapso de la Revolución Mexicana. Sin embargo, al finalizar el periodo revolucionario, retoma sus actividades y comienza su ascenso a escala nacional.

A principios de los años 20's, abre su planta de Cementos Portland Monterrey, con una capacidad anual de 20,000 toneladas, lo que le permite abastecer la demanda de cemento del noroeste de la república. Gracias a la instalación del primer horno de un solo paso y proceso seco del país, la empresa se coloca a la vanguardia en tecnología. En 1930, Cementos Portland Monterrey instala su segundo horno e incrementa su capacidad en un 100%. Al año siguiente, Cementos Hidalgo y Cementos Portland Monterrey se fusionan para formar Cementos Mexicanos S.A. El nuevo consorcio comienza la década de los 40's con una producción de 92,000 toneladas al año, y llega hasta las 124,000 toneladas anuales a finales de 1948, casi cuatro veces más que a sus inicios en 1906.

A principios de 1963, CEMEX adquiere a Cementos Maya de Mérida para satisfacer la demanda del sur de México, a través de su marca Cemento Portland Maya. En 1966 abre sus plantas de Valles y Torreón, para satisfacer el mercado de la Huasteca y del Norte de la república, respectivamente. CEMEX adquiere Cementos Portland del Bajío en 1973, con la intención de acceder al mercado del centro del país, y en 1976 comienza su cotización en la bolsa Mexicana de Valores. La compra de Cementos Guadalajara ese mismo año, convierten a CEMEX en el mayor productor de cemento de México.

Con la firma del acuerdo del GATT en 1985, CEMEX inicia su transformación hacia ser un productor multinacional de cemento. Durante ese año, el corporativo alcanza la cifra récord de 6.7 millones toneladas de cemento y clinker, y tres de sus plantas cementeras - Monterrey, Guadalajara y Torreón - sobrepasan el millón de toneladas producidas. Así mismo, las exportaciones de CEMEX alcanzan las 574 mil

toneladas anuales de cemento y clinker. Para el siguiente año, la apertura de la nueva planta en Huichiapan con la más alta tecnología, catapultó a CEMEX hasta llegar a una producción de 10.7 millones de toneladas al año. Así mismo, consolida su presencia internacional, con coinversiones en cementeras norteamericanas. Además, adquiere Cementos Anahuac e instala su sistema satelital de comunicaciones CEMEX.Net, permitiendo comunicar todas las instalaciones de la compañía. En 1989, con la adquisición de Cementos Tolteca, segundo productor de cemento de México, CEMEX se convierte en una de las diez cementeras más grandes del mundo.

Para 1992, comienza la expansión internacional del consorcio con la adquisición de Valencia y Sansón, las dos cementeras más grandes de España. En 1994, con la compra de Vencemos, la cementera más grande de Venezuela, y Cemento Bayano en Panamá, Cemex comienza sus operaciones en Sudamérica y Centroamérica. Así mismo, adquiere Balcones, una cementera de Estados Unidos. Ese mismo año, comienza su estrategia de energía alternativa con la utilización de coque de petróleo en sus plantas, iniciando así, su programa de ecoeficiencia para el desarrollo sustentable. Entre 1995 y 1997 la compañía adquiere Cementos Nacionales de República Dominicana, Cementos Diamante y Samper en Colombia y Rizal Cement en Filipinas que lo convierten en la tercera cementera del mundo, accediendo además, a varios mercados internacionales.

En 1999, CEMEX adquiere APO de Filipinas, y aumenta su inversión en Rizal Cement. Ese año, al comprar Assiut Cement Company, la cementera más grande de Egipto, la empresa comienza operaciones en África. Además, refuerza su presencia en Centroamérica, con la adquisición de Cementos del Pacífico, la mayor cementera de Costa Rica. El año lo finaliza con la introducción de sus acciones en la Bolsa de Valores de Nueva York, bajo el símbolo de pizarra "CX".

A comienzos del siglo XXI, se inauguran operaciones en Nicaragua, y se adquiere Saraburi Cement Company de Tailandia, lo que refuerza su presencia en el sudeste asiático. En el año 2001, CEMEX abre Construrama, que en menos de un año se convierte en la mayor cadena mexicana de establecimientos de materiales para la construcción. Al siguiente año, expande su presencia en el mercado caribeño, al comprar Puerto Rican Cement Company. Con la adquisición en 2004 de Southtown, hace de CEMEX la cementera más grande de Norteamérica. Ese mismo año, el corporativo recibe el "Wharton Infosys Business Transformation Award", por su uso creativo y eficiente de las tecnologías de la información.

Con la adquisición de RMC en 2005, la cementera de mayor tamaño en Inglaterra, CEMEX duplica su tamaño, sumando operaciones en 20 países adicionales, principalmente de Europa. En junio de 2007, la compañía adquiere el 67.8% de Rinker, compañía australiana con gran presencia en el mercado estadounidense. Tal adquisición le permite consolidar su presencia en los 5 continentes. Sin embargo, en junio de 2009, vende sus operaciones en Australia a Holcim por un monto de US\$ 1.75 mil millones con el propósito de reestructurar una deuda de US\$ 14 mil millones proveniente de la adquisición de Rinker.

En abril de 2008, el presidente de Venezuela, Hugo Chávez, anuncia la nacionalización de la industria cementera en dicho país, aduciendo al hecho de que las cementeras estaban exportando sus productos con la finalidad de recibir precios por encima de los autorizados por el gobierno venezolano. A mediados del 2008, la autoridad venezolana toma las operaciones de CEMEX.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes de la investigación

Chaparro Indiagari y Rodríguez Jomar. (2004), realizó un estudio titulado: “Estudio de la variación de la resistencia a la compresión en concretos sin micro sílice y concretos con micro sílice mediante la variación de la relación agua/cemento”, Donde establece lo siguiente: “Para orientar el diseño de las mezclas, fue empleado el método del American Concrete Institute (ACI), manteniendo fijos ciertos parámetros y variando las relaciones agua/cemento. También, involucra la presentación de tablas y gráficas que indiquen el comportamiento en cuanto a resistencia a la compresión se refiere, para hacer posible una comparación entre los resultados obtenidos y los fijados en las Normas, y de alguna manera representar un porcentaje de variación entre los valores de cada mezcla individual, mostrando las características que presenta un concreto fabricado con estos elementos”. (p. v)

Centeno Ulymar y Pino Joleixis. (2009), realizó un estudio titulado: “Estudio del dióxido de titanio como aditivo en el concreto hidráulico para carpetas de rodamientos de vialidades urbanas.”. Para llevar a cabo este estudio se analizaron las características físicas del agregado grueso y fino en cuanto a dureza, granulometría, peso unitario entre otros. Se realizaron ensayos en estado fresco de fraguado: menor de 5 horas de fraguado inicial, contenido de aire 1,5%, asentamiento de 5 ½” y ensayos de resistencia en estado endurecido. Se obtuvieron resultados favorables a 1, 3, 7 y 28 días en las mezclas de concreto con dióxido de titanio con respecto a la mezcla patrón. Resultando a los 28 días una resistencia a la compresión de 339 Kg/cm² con dióxido de titanio y 388,71 Kg/cm² para la patrón, respectivamente, evaluados de acuerdo a las normas establecidas. Estos ensayos son de gran

importancia por su directa influencia en la calidad final de la mezcla de concreto, proporcionando el asentamiento deseado, la densidad requerida o la resistencia deseada. El análisis de toda la información recolectada permitió determinar la factibilidad de la mezcla de concreto con dióxido de titanio en obra y su futuro en la construcción, basado en las características económicas y geográficas de la zona y en la resistencia, asentamiento y granulometría. (p. vi)

3.2 Bases teóricas

3.2.1 Resistencia y mecanismo de falla del concreto

Merrit, F. (1992), Manual del Ingeniero Civil, señala, “la resistencia es una propiedad del concreto que, casi siempre, es motivo de preocupación. Por lo general, se determina por la resistencia final de una probeta en compresión; pero, en ocasiones por la capacidad de flexión o tensión. Como el concreto suele aumentar su resistencia en un periodo largo, la resistencia a la compresión a los 28 días es la medida más común de esta propiedad. (pp. 3-8)”.

El concreto como masa constituida por materiales heterogéneos, está sujeto a la influencia de numerosas variables. Las variables de las características de cada uno de los componentes del concreto pueden ocasionar cambios en su resistencia y en otras propiedades. Entre estas, se tiene presente diferencias en la dosificación, mezclado, colocación, curado, entre otras.

Por otra parte, la existencia de vacíos es un parámetro que tiene una gran influencia en la resistencia del concreto y que puede ser relacionada con el mecanismo de falla, para establecer esta relación se considera el concreto un material

frágil, aunque presente una cantidad de acciones plásticas, ya que la fractura bajo cargas estáticas ocurre a una deformación moderadamente baja.

La resistencia de la pasta de cemento o de cualquier material similar como la piedra es más baja que la teórica calculada, en base a la cohesión molecular y considerada a partir de la energía superficial de un sólido que se supone perfectamente homogéneo y sin fallas.

No obstante, Porrero, J. (1996), establece y afirma que esta diferencia se puede explicar por la existencia de defectos postulados por Griffith. Tales defectos conducen a altas concentraciones de esfuerzos de volúmenes muy pequeños del espécimen, lo que causa fracturas microscópicas mientras que el esfuerzo nominal promedio en toda la muestra es comparativamente bajo. (p 9).

Estos defectos varían en tamaño y solo unos cuantos de los más grandes son los que causan la falla, por lo que la resistencia de espécimen es un problema de probabilidad estadística y el tamaño del mismo afecta el esfuerzo nominal probable en el que se observa la falla.

Es conocido que la pasta de cemento presenta numerosas discontinuidades (fisuras, poros y cavidades), pero aun no se conoce el mecanismo mediante el cual éstas afectan la resistencia. Las cavidades en si no actúan necesariamente como defecto, aunque los daños pueden ocurrir en las grietas individuales relacionadas con ésta, o bien por contracción o mala adherencia.

En el concreto no segregado las cavidades se distribuyen de manera aleatoria, condición necesaria para la aplicación de las hipótesis de Griffith. Aunque no se conoce el mecanismo exacto de ruptura del concreto, es probable que se relacione con la adherencia dentro de la pasta de cemento y entre la pasta y el agregado.

La hipótesis de Griffith postula que existen fallas microscópicas ubicadas donde hay defecto y supone que la “unidad de volumen” que contenga el defecto más débil es la que determina la resistencia del espécimen de concreto. Este enunciado implica que cualquier grieta se esparcirá por toda la sección del espécimen sujeto a determinado esfuerzo, en otras palabras, un incidente que tiene lugar en un elemento, se identifica con el mismo incidente que ocurre en el cuerpo del espécimen como un todo.

Debido a que una fractura local se inicia en determinado punto y es gobernada por las condiciones que en él prevalezcan, el hecho de conocer los esfuerzos en el punto altamente esforzado del cuerpo mencionado no es suficiente para pronosticar en una falla. También es necesario conocer la distribución de esfuerzos en un volumen de extensión suficiente alrededor de ese punto, ya que la respuesta de deformación dentro del material, especialmente cerca de la falla, depende del comportamiento y estado del material que rodea al punto crítico; con lo cual la posibilidad de expansión de la falla se ve fuertemente afectada por tal estado. La hipótesis de Griffith se aplica a fallas causadas por la acción de fuerzas de tensión, pero se puede extrapolar a fracturas producidas por esfuerzos bi y triaxiales, y por compresión uniaxial. Aún en el caso que los esfuerzos principales sean de compresión, existe un punto en el que el esfuerzo que sigue los bordes de la imperfección es de tensión y entonces puede ocurrir una falla.

Existen ciertas dificultades para relacionar algunos aspectos de la hipótesis de Griffith con las direcciones observadas de las grietas que se presentan en especímenes sujetos a compresión. Es posible, sin embargo, que la falla en una probeta este dirigida por la deformación lateral inducida por el modulo de Poisson.

El orden de los valores del modulo de Poisson para el concreto es tal que, para elementos suficientemente alejados de las placas de la máquina de prueba, la

deformación lateral resultante puede exceder el valor de la deformación final por tensión del concreto. La falla ocurre entonces por una partición perpendicular a la dirección de la carga, y esto se ha observado, sobre todo en muestras cuya altura es mayor que su ancho.

Por lo general el módulo de Poisson varía entre 0.11 para concreto de alta resistencia, y entre 0.15 y 0.21 para mezclas normales, y es significativo que la relación entre las resistencias nominales a la tensión y a la compresión de diferentes concretos varíe en forma similar y aproximadamente entre los mismos límites.

Existe entonces la posibilidad que haya cierta coherencia entre la relación de resistencias nominales y el módulo de Poisson, y existen buenos fundamentos para sugerir que los mecanismos que producen las grietas iniciales a compresión uniaxial y a tensión por flexión son las mismas.

Por otra parte, Porrero, J. (1996), señala que los componentes de una mezcla de concreto y las propiedades que estos presenten, son los que en definitiva proporcionarán las características requeridas anteriormente descritas. A continuación se describen en forma general tales componentes.

3.2.2 Cemento

El cemento Pórtland es el producto obtenido de la pulverización de un clinker que consiste, esencialmente, en silicatos hidráulicos de calcio obtenido por un calentamiento a fusión parcial de una mezcla homogénea de materiales que contienen principalmente: Cal (CaO). Sílice (SiO₂), con una pequeña porción de alúmina (Al₂O₃) y oxígeno férrico (Fe₂O₃). Este producto tiene la propiedad de endurecer al mezclarse con el agua, formando la llamada pasta cementante. De acuerdo a CEMEX

VENEZUELA empresa productora de cemento en Venezuela (www.cemexvenezuela.com).

El cemento es el componente activo del concreto e influye en todas las características de este material, especialmente en la ganancia de resistencia tanto a tracción como a compresión; sin embargo, constituye solo el 15 % del peso total del concreto.

En Venezuela se fabrica en su mayoría cemento Pórtland Tipo I, que debe cumplir con las especificaciones de calidad previstas en la Norma COVENIN 28 “Cemento. Especificaciones para Cemento Pórtland”.

En esta misma forma, Porrero J., (1996). En su Manual del concreto fresco, señala que “Los índices principales que se usan para determinar directamente la calidad del cemento, son: fraguado, finura y resistencia mecánica. Hay además otros índices directos a los que usualmente se les pone menos atención considerándolas parámetros más o menos estables”. (p 64).

3.2.3 Agregados

Los agregados son fragmentos o granos pétreos que abaratan la mezcla y la dotan de características favorables relacionadas con el desarrollo de resistencias mecánicas, trabajabilidad, la adherencia con la pasta de cemento y la disminución de retracción plástica, entre otras.

La mayor parte de la masa de concreto está formada por los agregados (finos y gruesos) que generalmente constituyen el 75% de su peso, por lo cual resultan tan importantes para la calidad final de la mezcla. Se han clasificado como agregado

grueso a todo aquel material retenido en el tamiz N° 4, y el que pasa dicho tamiz como agregado fino.

La forma y textura del agregado grueso influyen en la resistencia a la flexión del concreto; por ejemplo, el agregado triturado genera una mayor resistencia que el redondeado o canto rodado, ya que la rugosidad incrementa la adherencia entre la pasta de cemento y el agregado.

Para producir concretos con mejor comportamiento se requiere que los agregados (gruesos y finos) tengan una gradación continua, lo que origina una reducción en la cantidad de agua para cierta trabajabilidad, incrementándose la resistencia, durabilidad del concreto y disminuyéndose los costos.

Por consiguiente, se puede afirmar que los agregados son el componente que requiere un mayor control para poder asegurar una buena calidad del concreto y generan grandes cambios en la dosificación debido a la gran variedad y procedencia de estos.

En Venezuela los agregados deben cumplir las especificaciones de la Norma COVENIN 277 en lo referente a las características de tipo físico y químico. Existen además una serie de ensayos aplicables a los agregados. Entre los de uso más común o rutinario se encuentran: Granulometría, Modulo de Finura y tamaño máximo (COVENIN 255), Peso específico y absorción (COVENIN 268 y 269), Contenido de cloruros y sulfatos (COVENIN 261), Cantidad de materia orgánica (COVENIN 256), Resistencia al desgaste (COVENIN 266).

Se da el nombre de granulometría a la distribución de los tamaños de las partículas que lo constituyen, expresados en porcentaje acumulativo del material que pasa o es retenido en un conjunto de cedazos o tamices colocados en cascadas con el

de mayor abertura arriba y los de menor abertura abajo. Los tamices normalizados más utilizados son: #4, #8, #16, #30, #50, #100, y #200 para agregado fino, y 1 ½”, 1”, ¾”, 3/8”, ¼”, #4, y #200 para agregado grueso. (Tabla 3.1).

Tabla 3.1 Límites granulométricos recomendados para distintos tamaños máximos del agregado, porcentajes pasantes (Porrero J, 1996).

ABERTURA TAMAÑOS MÁXIMOS: mm (pulgadas)											
Malla	88.9	76.2	63.5	50.8	38.1	25.4	19.0	12.7	9.53	6.35	
mm	Pulg.	(3 1/2)	(3)	(2 1/2)	(2)	(1 1/2)	(1)	(3/4)	(1/2)	(3/8)	(1/4)
88.9	(3 1/2)	100-90	100	-	-	-	-	-	-	-	-
76.2	(3)	100-90	100-90	100	-	-	-	-	-	-	-
65	(2 1/2)	100-85	100-90	100-90	100	-	-	-	-	-	-
50.8	(2)	97-80	97-75	96-75	100-90	100	-	-	-	-	-
38.1	(1 1/2)	77-48	85-55	85-52	95-85	100-90	100	-	-	-	-
25.4	(1)	60-35	70-40	73-45	90-75	85-65	100-90	100	-	-	-
19.0	(3/4)	55-30	65-35	65-43	80-56	77-55	95-70	100-90	100	100	-
12.7	(1/2)	50-28	58-32	60-38	65-45	68-48	75-50	80-55	100-90	100-90	-
9.53	(3/8)	48-25	55-30	55-33	60-40	63-43	69-44	65-50	95-70	95-75	100
6.35	(1/4)	45-22	50-25	50-30	57-35	58-35	65-40	60-45	78-55	75-60	100-90
4.76	# 4	43-20	46-22	45-25	52-30	53-30	58-33	55-40	68-50	65-50	80-65
2.38	# 8	38-18	40-18	42-20	45-25	48-25	45-20	50-30	50-32	50-35	60-40
1.19	# 16	30-15	35-15	37-15	35-20	41-18	38-15	45-25	38-20	35-20	50-20
0.59	# 30	22-8	25-10	28-9	25-10	33-10	28-8	30-10	28-10	30-10	30-8
0.29	# 50	18-4	18-4	18-4	18-4	18-4	15-4	15-4	15-4	15-4	15-2
0.14	# 100	8-1	8-1	8-1	8-1	8-1	8-1	8-1	8-1	8-1	8-1

El tamaño máximo del agregado es un factor que se deriva del análisis granulométrico y está definido como la abertura del menor tamiz de la serie que permite el paso del 95% del material aproximadamente. El parámetro tiene especial significado para el agregado grueso cuyo tamaño máximo debe ajustarse a las

dimensiones y especificaciones de la estructura. Por otra parte, desde el punto de vista del diseño de mezcla, cuanto mayor sea el tamaño del agregado grueso, menos agua y cemento se requieren para producir concreto de una calidad dada.

El tamaño tiene gran influencia en la resistencia a la flexión, ya que para un mayor tamaño habrá una mayor superficie de contacto entre el agregado grueso y el medio cementante, lo cual se refleja en una mayor resistencia. La clasificación y el tamaño máximo del material granular son importantes debido a su efecto en las clasificaciones, docilidad, economía, porosidad y contracción de la mezcla.

3.2.4 Agua

El agua se puede definir como aquel componente del concreto en virtud del cual el cemento experimenta reacciones químicas que le dan propiedad de fraguar y endurecer para formar un sólido único con los agregados.

El agua de mezclado está definida como la cantidad de agua por volumen unitario de concreto que requiere el cemento contenido en ese volumen unitario, para producir una pasta eficientemente hidratada, con una fluidez tal que permita una lubricación adecuada de los agregados cuando la mezcla se encuentra en estado fresco.

Por lo general, es recomendable que el agua sea potable y que no tenga un pronunciado olor o sabor.

3.2.5 Aditivos

Según Porrero, J. (1996). Aditivos son: los productos químicos que se añaden en pequeña proporción a la mezcla de concreto durante su mezclado, para modificar algunas de las propiedades de la mezcla en estado fresco o endurecido. (pp 83).

3.2.5.1 Clasificación: los aditivos se clasifican por su función en el concreto. La clasificación de la Norma COVENIN 356-94 es la siguiente:

Tipo A Reductores de agua.

Tipo B Retardantes.

Tipo C Acelerante.

Tipo D Reductores de agua y retardantes.

Tipo E Reductores de agua y acelerante.

Tipo F Reductores de agua de alto rango o superfluidificantes.

Tipo G Reductores de agua de alto rango y retardantes o superfluidificantes y retardantes.

Tipo H Reductores de agua de alto rango y acelerante o superfluidificantes y acelerante.

3.2.5.2 Efectos de estos aditivos: las características de los aditivos más utilizados se orientan a modificar las velocidades del tiempo de fraguado, acelerándolo o

retardándolo, y a buscar mayor plasticidad en la mezcla. El mecanismo mediante el cual se logra mayor plasticidad es a través de procesos físico-químicos que permiten la reducción de parte del agua de mezclado, lo que en muchos casos acelera la ganancia de resistencia luego de producirse el fraguado inicial.

La reducción de agua se produce porque el aditivo crea fuerzas intermoleculares que facilitan tanto la reacción sobre las partículas de cemento, como su menor apelmazamiento y mayor fluidez. En igualdad de condiciones, esta nueva mezcla requiere menor cantidad de agua para obtener el mismo asentamiento. Por eso mismo conduce a menores relaciones agua/cemento, y con ello, a mayores resistencias mecánicas, mayor compacidad y menor porosidad.

Las moléculas grandes al doblarse alrededor de las partículas de cemento dan una carga altamente negativa y se repelen unas con otras, dando por resultado la defloculación y dispersión de las partículas de cemento. Por lo tanto el mejoramiento resultante de trabajabilidad se puede explotar de dos formas:

La producción de concreto con una trabajabilidad muy alta. A una relación agua/cemento y contenido de agua constantes en la mezcla, la acción de dispersión incrementa la trabajabilidad del concreto y típicamente eleva el revenimiento de 7.5 a 20 cm., permaneciendo la mezcla cohesiva.

La producción de concreto con una resistencia muy alta. En la elaboración de concreto de trabajabilidad normal, pero con una alta resistencia hay una considerable reducción en la relación agua/cemento. Los requisitos para los superfluidificantes para concreto fluido y para producir concreto de alta resistencia se encuentran respectivamente, en Los aditivos cuyo comportamiento se conoce a temperatura normal ambiente pueden comportarse de manera diferente a temperaturas muy altas o muy bajas.

Los aditivos cuyo comportamiento se conoce cuando se emplean separadamente, pueden no ser compatibles cuando se utilizan juntos, por esta razón es esencial una mezcla de prueba para cualquier combinación de aditivos.

Al ser descargados dentro de la mezcladora los aditivos, no sólo se han de medir exactamente, también deben descargarse adecuadamente durante el ciclo de mezclado y en la dosificación correcta. Los cambios en el procedimiento de mezclado pueden afectar el comportamiento de los aditivos.

Es importante saber si algún aditivo que se va a usar contiene cloruros, porque generalmente, se especifica un límite sobre el contenido total de iones de cloruro en la mezcla de concreto, de manera que se deben tener en cuenta todas las fuentes de cloruro, aún los llamados "aditivos libres de cloruro".

Las características de los aditivos más utilizados se orientan a modificar las velocidades del tiempo de fraguado, acelerándolo o retardándolo, y a buscar mayor plasticidad en la mezcla. El mecanismo mediante el cual se logra mayor plasticidad es a través de procesos físico-químicos que permiten la reducción de parte del agua de mezclado, lo que en muchos casos acelera la ganancia de resistencia luego de producirse el fraguado inicial.

La reducción de agua se produce porque el aditivo crea fuerzas intermoleculares que facilitan tanto la reacción sobre las partículas de cemento, como su menor apelmazamiento y mayor fluidez. En igualdad de condiciones, esta nueva mezcla requiere menor cantidad de agua para obtener el mismo asentamiento. Por eso mismo conduce a menores relaciones agua/cemento, y con ello, a mayores resistencias mecánicas, mayor compacidad y menor porosidad.

3.2.6 Diseño de mezcla

Para el desarrollo de la parte experimental, el diseño de mezcla juega un papel importante porque de ello depende la confiabilidad de los resultados obtenidos en los ensayos realizados al concreto. En tal sentido, Porrero, J. (1979), en su obra Manual del concreto fresco, señala “Se conoce como diseño de mezcla al procedimiento mediante el cual se calculan o estiman las proporciones que debe haber entre los materiales que componen la mezcla, para lograr las propiedades deseadas para el concreto.” (p.83).

Por otra parte, las características que definen la calidad del concreto son muy numerosas. De tal forma, Porrero, J. (1979), acota igualmente:

En la práctica, usamos fundamentalmente dos índices de calidad como representativos, son estos: la trabajabilidad, en estado fresco, y la resistencia normalizada a compresión; en estado endurecido. Las características del concreto dependen de las condiciones del producto, primordialmente de las características y proporciones de sus componentes constitutivos. (p. 3).

Los parámetros que constituyen las condiciones de ensayo, es decir, en la preparación y conservación del concreto, no solo se hacen directamente sobre el material colocado en obra, sino en probetas que lo representarán, establecido como decisivo la preparación y conservación de estas. En tal sentido, el autor antes reseñado, señala:

A través de los tiempos, la experiencia estableció la necesidad de procedimientos de base estadística que ayudaran a planificar la ejecución de ensayos

y el manejo de los resultados de la manera más eficiente posible, tanto en lo que respecta al control de calidad como el cumplimiento de las especificaciones. (p 164).

Los procedimientos para ensayos de materiales se han modificado de acuerdo al avance tecnológico, preparados con referencia al análisis, tratamiento y ensayos realizados con anterioridad, como también las experiencias acumuladas de los mismos.

Así mismo este autor, también hace acotación con respecto a los procedimientos y parámetros en cuanto a los resultados de los ensayos y se refiere en tal sentido a:

De gran relevancia en el desarrollo de los ensayos, técnicas y procedimientos, ha generado los principios establecidos por tener validez de carácter general y útiles para el tratamiento de resultados de los ensayos correspondientes. Mediante los procedimientos, desde el mismo momento que se disponga de resultados de los primeros ensayos se podrá lograr una estimación con una base probabilística que sirva de apoyo para controlar todos aquellos parámetros que a futuro proporcionan mayor precisión y seguridad de datos obtenidos y de las más acertadas medidas correctivas que se puedan sugerir.

Por otra parte, los procedimientos estadísticos se basan en el supuesto de que los ensayos han sido hechos y suponen muestras representativas del material, ya que la selección de muestras en criterios personales, carecen de validez. Las variaciones que presentan los resultados de los ensayos tienen dos orígenes, uno son las variaciones reales de calidad que tiene el material y el otro son aparentes, proveniente de la imprecisión intrínseca de los ensayos /procedimientos, personal, equipos y medio ambiente). (p 181).

Cuando los ensayos se hacen en forma adecuada siguiendo determinadamente sus métodos, las variaciones que producen son menor que las producidas por las reales alternativas. Por el contrario, cuando los ensayos se hacen en forma inadecuada o desviada en alguna de sus partes, las variaciones que se producen pueden llegar a superar ampliamente a las correspondientes al material ensayado. Los ensayos mal hechos indican graves niveles de calidad y variabilidad que en realidad no existen, basados en los resultados, es importante cualquier plan de control.

3.2.7 Evaluación de los ensayos de resistencia

Porrero, J. (1996). La calidad del concretó depende de muchas variables, tanto de las características de cada uno de los materiales que lo componen como de las proporciones en que estos son mezclados, así como de las operaciones de mezclado y de los procedimientos de colocación y curado. Esto conlleva a que para un mismo tipo de concreto se pueda presentar cierta variabilidad en sus propiedades.

Además, los métodos para determinar las propiedades del concreto son pocos precisos debido a que se producen variaciones en la preparación de las probetas y en los ensayos propiamente dichos.

Aún cuando se tomen las precauciones necesarias para un buen control de calidad en la producción del concreto, los resultados de los ensayos realizados a un mismo tipo de concreto en distintos períodos pueden resultar desiguales.

Estos resultados varían de acuerdo a cierta distribución con respecto al valor promedio, apelándose a principios estadísticos para medir la variabilidad.

3.2.8 Ley de Abrams

Esta ley establece la correspondencia entre la resistencia del concreto y la relación agua/cemento ($\&$) en peso y se representa mediante la siguiente ecuación:

$$R = \frac{M}{N} \quad (3.1)$$

Donde R representa la resistencia media esperada, M y N son constantes que dependen de las características de los materiales que componen la mezcla y la edad de ensayo.

El valor modificado mediante factores de corrección según el tipo de agregado y el tamaño máximo del mismo. En el caso de piedra picada, arena natural y tamaño máximo 1", los factores de corrección toman ambos el valor de 1.00. (Tablas 3.2 y 3.3).

Tabla 3.2 Factores para corregir por tipo de agregado.
(Porrero, J, 1996).

Agregado	Triturados	Semitriturados	Canto Rodado
Arena Natural	1.00	0.97	0.91
Arena Triturada	1.14	1.10	0.93

Tabla 3.3 Factores para corregir por tamaño máximo, mm (pulgadas). (Porrero, J, 1996).

Tamaño	6.4	9.5	12.7	19.0	25.4	36.1	50.8	63.5	76.2
Máximo	(1/4)	(3/8)	(1/2)	(3/4)	(1)	(1 1/2)	(2)	(2 1/2)	(3)
Factor de Corrección	1.60	1.30	1.10	1.05	1.00	0.91	0.82	0.78	0.74

3.2.9 Trabajabilidad

Según Porrero, J. (1996), da el termino trabajabilidad, con dos acepciones distintas. Una, general, con la cual designamos el conjunto de propiedades del concreto que permiten manejarlo sin que se produzca segregación, colocarlo en los moldes y compactarlo adecuadamente. La otra designación es específica para designar el término asentamiento medido por el procedimiento normalizado del Cono de Abrams. Esta segunda aceptación es discutible porque, en realidad, el ensayo no es representativo del conjunto de propiedades referidas.

El método del Cono de Abrams para determinar el asentamiento de la mezcla, tiene en la actualidad una amplia aplicación, en el entendido de que si no revela específicamente ciertas propiedades reológicas de la mezcla, el uso de la información que ofrece permite la toma de decisiones acertadas. (Tabla 3.4).

Tabla 3.4 Valores usuales de asentamiento (Porrero, J, 1996).

ELEMENTO	ASENTAMIENTO CENT.	
	DE	A
Prefabricados	-	6
Fundaciones Ciclópeas	3	8
Pedestales y muros de fundación armados	4	8
Pavimentos	5	8
Losas, vigas, columnas, muros de corte	6	11
Paredes estructurales delgadas	10	18
Transportado por bombeo	6	18
Superplastificado	Mayor de 18	

3.2.10 Relación triangular

Esta relación asocia la trabajabilidad (T), determinada mediante el cono de Abrams, con dos parámetros importantes en el diseño de mezcla como es la relación agua/cemento (γ) y la dosis de cemento (C), a través de la siguiente expresión:

$$C = K \times \gamma^m \times T \quad (3.2)$$

En donde, K, m y n son constantes que dependen de las características de los componentes de la mezcla, para los materiales utilizados: piedra picada, arena natural, tamaño máximo 1" y cemento Pórtland Tipo 1, se obtienen buenos ajustes con la ecuación:

$$C = 136 \times \gamma^{-1.3} \times T^{0.16} \quad (3.3)$$

3.3 Bases legales

La ejecución de este estudio o trabajo de investigación se encuentra sustentado en una serie de instrumentos legales representado en las Normas Venezolanas COVENIN 633:2001

3.3.1 Cemento portland

La Norma COVENIN 28-93 lo define de la siguiente manera: Es el producto obtenido por la pulverización del clinker Portland, el cual consiste esencialmente en silicatos de calcio hidráulico con la adición de agua y sulfato de calcio.

Se admiten también las adiciones neutras que no excedan el 5 % del peso total, u otras adiciones activas en un porcentaje tal que en ambos se cumpla con los requisitos establecido en esta norma COVENIN. Todos los productos que señalan deben ser pulverizados conjuntamente con el clinker.

Cuando los productos incluidos cambien las propiedades del cemento (tales como incorporadotes de aire, plastificadotes, aceleradores, sustancias hidrófobas y otros), se debe completar la denominación del cemento indicando la naturaleza de la acción ejercida por el producto.

3.3.1.2 Clasificación: la Norma COVENIN 28-93 clasifica el cemento Portland de la siguiente manera:

Tipo I: Para usarse en las construcciones de concreto en general, cuando no se requieran las propiedades especiales correspondientes a los otros tipos. El cemento Portland blanco entra en esta clasificación.

Tipo II: Para usarse en obras expuestas a la acción moderada de los sulfatos, o donde se requiera un calor de hidratación moderado.

Tipo III: Para usarse en construcciones que requieran alta resistencias iniciales.

Tipo IV: Para usarse en obras donde sea necesario un muy bajo calor de hidratación.

Tipo V: Para usarse en construcciones que requieran alta resistencia a los sulfatos.

3.3.2 Ensayo granulométrico.

La Norma COVENIN 255-98 nos expresa lo siguiente: Se separa una muestra de agregado seco de masa conocida, a través de una serie de cedazos de aberturas progresivamente mas reducidas para determinar la distribución de los tamaños de las partículas.

3.3.2.1 Agregado fino: agregado con un mínimo del 95% del material que pasa el cedazo COVENIN 2,38 mm (#8): 100 gr.

Agregado con un mínimo del 85% del material que pasa el cedazo COVENIN 4,76 mm (#4): 500 gr.

3.3.2.2 Agregado grueso: la muestra de agregado grueso debe tener después de secada al horno las masa mínimas dadas a continuación. (Tabla 3.5).

Tabla 3.5 Tamaños máximos y mínimos de los agregados

Tamaño maximo nominal de las particulas (mm)	Masa minimo de la muestra en (kg)
9,51	1
12,7	2
19	5
25	10
38,1	15
50,8	20
64	35
76,1	60
90,5	100
101,6	150
107,6	200
127	300
150	500

3.3.3 Determinación de la densidad y la adsorción

La Norma COVENIN 268-98 y COVENIN 269-98 expresa lo siguiente: Una muestra de agregado se sumerge en agua durante (24 ± 4) h aproximadamente para saturar los poros. Luego se remueve el agua y se seca en un recipiente adecuado, y se determina su masa una primera vez. Posteriormente la muestra se sumerge en agua y se determina su masa una segunda vez. Finalmente, se seca al horno y se determina su masa una tercera vez. Con las masa obtenidas y las formulas de este método de ensayo, se calculan tres (3) formas de densidad y la adsorción.

3.3.3.1 Densidad aparente: es la relación entre la masa en el aire de un volumen dado de agregado, incluyendo los poros saturables y no saturables, (sin incluir los vacíos entre partículas) y la masa de un volumen igual de agua destilada libre de gas a una temperatura establecida.

3.3.3.2 Densidad aparente con muestra saturada y de superficie seca (SSS): es la relación entre la masa del aire de un volumen dado de agregado, incluyendo la masa del agua dentro de los poros saturables, después de la inmersión en agua durante (24 ± 4) h, pero sin incluir los vacíos entre las partículas, comparado con la masa de un volumen igual de agua destilada libre de gas a una temperatura establecida.

3.3.3.3 Densidad nominal: es la relación entre la masa del aire de un volumen dado de agregado, sin incluir los espacios de los poros saturables, pero sí los de los no saturables; y la masa de un volumen de agua destilada libre de gas a una temperatura establecida.

3.3.3.4 Adsorción: es el incremento de la masa de agregado debido al agua en los poros del material, pero sin incluir el agua adherida a la superficie exterior de las partículas, expresado como un porcentaje de la masa seca.

3.3.4 Ensayo a compresión de cilindros de concreto.

La norma COVENIN 338-2002 nos expresa que el concreto se vacía en los moldes, en dos capas, si se va a compactar por el método de vibrado y en tres si se va a compactar por el método de la barra, asegurándose al mínimo la segregación del material dentro del molde, utilizando la barra para tal fin.

El concreto se coloca en el molde en tres capas de igual volumen aproximadamente. Cada capa debe compactarse con el número de golpes que se expresa en la tabla 3.8, para lo cual se utiliza la barra compactadora. Los golpes deben distribuirse uniformemente en toda la sección transversal del molde. La capa del fondo debe compactarse en toda su profundidad.

Cuando se compacta la capa inmediata superior, la barra debe penetrar aproximadamente de 20 a 30 mm en la capa inmediata inferior. Si al retirar la barra quedan huecos en el cilindro, estos se deben cerrar golpeando suavemente las paredes del molde.

Tabla 3.8 Compactación

Diámetro nominal del cilindro (mm)	Números de golpes
150	25
200	50
250	75

Las probetas deben retirarse de los moldes en un lapso de tiempo comprendido entre 20 y 48 horas, después de su elaboración y se almacenarán hasta el momento del ensayo en cualquiera de los siguientes ambientes:

1. Directamente bajo agua saturada de cal (Véase nota 1).
2. Arena limpia y saturada constantemente de agua.
3. Cámara húmeda, con una humedad relativa entre 90 y 100%.

Nota 1: el agua debe ser potable, limpia, exenta de materiales extraños y mantenerse en el rango de temperatura de $(23 \pm 3) ^\circ\text{C}$. La renovación del agua depende del número de probetas que se están curando como promedio, se recomienda renovarla, cada 15 días.

Si los cilindros se ensayan en un laboratorio fuera de la obra, deben llegar dos días hábiles antes del ensayo, 7 y 28 días y el mismo día del ensayo para edades más tempranas.

3.3.5 Aditivos químicos utilizados en concretos.

La Norma COVENIN 351-94 nos dice lo siguiente:

3.3.5.1 Tipos de mezcla: se deben preparar las mezclas de concreto tanto con aditivo como sin este. La mezcla de concreto sin aditivo químico se llama mezcla de concreto de referencia o control. Se añade el aditivo en la forma y cantidades recomendadas por el fabricante para cumplir con los requisitos especificados en la norma venezolana COVENIN 356, en lo que respecta a reducción de agua, tiempo de fraguado o ambos (Nota 2).

Nota 2: cuando así lo desee la persona u organismo para quien se realizan los ensayos, el aditivo puede ser añadido en una cantidad tal que produzca un tiempo de fraguado determinado, y o reducción de agua específica de la mezcla de concreto dentro de los límites previstos en la Norma COVENIN 356.

3.3.5.2 Resistencia a la compresión: se ensayan las probetas de acuerdo a lo especificado en la norma venezolana COVENIN 338. Las probetas se ensayan a edades 1, 3, 7 y 28 días, 6 meses y 1 año. Se calcula la resistencia a la compresión del concreto que contiene el aditivo por ensayar, como un porcentaje de la resistencia a la compresión del concreto de referencia.

3.4 Definición de términos básicos

Agregado fino: es aquella porción de un agregado que pasa el tamiz N° 4 (4,76 mm), y esta retenido en el tamiz N° 200 (0,074 mm), se conoce generalmente como la arena.

Agregado Grueso: es aquella porción de un agregado cuyo tamaño de partícula es superior a 4,76 mm.

Agregado: es un material granular, duro, de composición mineralógica como la arena, grava o la roca triturada, usado para ser mezclado en diferentes tamaños.

Agrietamiento Plástico: agrietamiento que ocurre en la superficie del concreto fresco poco después de ser colocado y mientras esta aún plástico, generado por la pérdida de agua superficial (evaporación) ó por pérdida de agua de la mezcla, al producirse absorción del terreno por no haber sido saturado previo al vaciado.

Agrietamiento por Contracción: agrietamiento de un elemento debido a falla de tensión causada por restricciones extremas ó internas como el desarrollo de la reducción del contenido de humedad, la carbonatación o ambas.

Agrietamiento: el proceso de contracción ó reflejo de la presión en el concreto estructural, causado por esfuerzos de contracción, cambios de humedad o temperatura.

Aplastamiento: hacer más compacta la mezcla.

Arena: agregado fino resultante de la desintegración y abrasión de las rocas.

Cemento: mezcla de caliza y arcilla trituradas, materiales hidráulicos que fragua con el agua. Constituye un material que es base en la construcción, insustituible para formar morteros y hormigones.

Concreto: es una mezcla de aglomerante, arena y grava con agua, utilizada en la construcción, que al fraguar y endurecer adquiere una resistencia muy elevada. El

aglomerante puede ser cemento o cal, o ambos a la vez. En este caso recibe el nombre de bastardo.

Cono de abrams: dispositivo cónico de 30 cm. de alto con diámetro superior de 10.2 cm. e inferior de 20.3 cm. para medir la consistencia del concreto fresco. Se llena de concreto en tres capas, cada una compactada con veinticinco golpes de una barra. Cuando se levanta el cono (lentamente), el concreto se acomoda bajo su propio peso. Se llama “Asentamiento”, en centímetros o pulgadas lo que ha bajado el concreto.

Contracción: acortamiento en una medida de un material, por efecto del calor o del frío.

Control de Calidad: parámetros para el control rutinario en planta o en obra:
Agregados Gruesos: aspecto, estado del clima, presencia de piedras blandas.
Agregados Finos: Aspecto, granulometría, polvillo.

Corrosión: destrucción de una superficie metálica por la oxidación.

Curado: es un proceso mediante el cual se logra la conservación de la temperatura y humedad del concreto fresco colocado, durante algún periodo, para asegurar una hidratación adecuada y endurecimiento apropiado del concreto.

Deformación elástica: deformación que desaparece cuando la fuerza causante de la deformación es removida.

Deformación plástica: deformación que no desaparece cuando la fuerza causante de la deformación es removida.

Densidad aparente: es la que se utiliza para conocer la dosificación en volumen de los agregados, la cual varía entre 1300 y 1600 kg/m³, según el contenido de agua y su naturaleza mineralógica.

Dilatación: aumento en la longitud, superficie o volumen de un cuerpo por la acción del calor.

Diseño de mezcla: es el procedimiento mediante el cual se calculan o estiman las proporciones que deben existir entre los materiales que componen la mezcla, para lograr las propiedades deseadas para el concreto.

Dosificación: es la proporción en peso o en volumen de los distintos elementos que integran la mezcla.

Evaluación estadística: de resultados de ensayos, permite establecer la calidad de la operación de elaboración y control de concreto. Aplicable solamente a resultados obtenidos con un cierto tipo de mezcla. Mientras más grande es el número de resultados, más exacta es la evaluación estadística. Treinta resultados, es generalmente aceptado como un mínimo.

Fibra: son elementos metálicos, minerales o vegetales diseñados para el concreto como refuerzo secundario que ayuda a la disminución de agrietamientos por efectos de la retracción.

Fraguado: Es el proceso de hidratación de los distintos componentes de un aglomerante hidráulico por el cual esta adquiere una mayor consistencia puesta en evidencia por ensayos específicos.

Granulometría: estudio que tiene por objeto determinar la composición más adecuada de los agregados destinados a la preparación de un concreto.

Grieta: raja, fisura, hendidura que se produce en la obra por un fallo en una construcción. Tratándose de hormigones, la causa suele estar en la incapacidad de este material para aceptar alargamientos.

Materiales aglomerantes: son aquellos materiales que se obtienen de materiales pétreos naturales y tienen la propiedad de adherir a otros. Se emplean como vinculantes de materiales pétreos naturales y pétreos artificiales.

Materiales: son los elementos que intervienen en una obra o en un conjunto, que tiene volumen y peso. Y por ende ocupan un lugar en el espacio.

Mezcla: es la cantidad de concreto o mortero que se prepara de una sola vez.

Mortero: mezcla de cemento, agregado fino y agua.

Muestra: es una porción representativa de un material.

Peso unitario: se utiliza para realizar una dosificación en peso de los agregados, este varía poco para la mayor parte de los agregados naturales corrientes, en media tiene valor de 2450 a 2650 kg/m³. Para los agregados naturales muy pesados, se pueden alcanzar valores de 4000 a 5000 kg/m³, como el caso de la baritina y la magnetita.

Probeta cilíndrica: son monolitos que se realizan para conocer la resistencia del concreto en determinado lapso de tiempo. Estas se toman del concreto al momento de ser vaciada una estructura. El tiempo de ensayo varía desde las 24 horas hasta los 28 días.

Relación agua/cemento: es la relación de un material o de una obra, para soportar las cargas y la acción de distintos agentes exteriores.

Resistencia a la compresión: la oposición que presenta un espécimen o elemento de mortero o concreto bajo carga axial, expresada como la fuerza por unidad de área recta, generalmente presentada en (kg./cm²).

Resistencia a la flexión: la oposición que presenta un espécimen o elemento de mortero o concreto bajo una carga a tracción.

Resistencia: capacidad de un material o de una obra, para soportar las cargas y la acción de distintos agentes exteriores.

Segregación: es la separación de los distintos componentes de una mezcla de concreto o mortero fresco, durante su transporte y colocación.

Tamaño máximo: es la abertura del tamiz de malla menor a través del cual puede pasar como mínimo el 95% del agregado.

Tamiz: es el conjunto inalterable y rígido formado por un tejido fijado a un marco, y se usa como sinónimo cedazo.

Trabajabilidad: es aquella propiedad que determina el esfuerzo requerido para manejar una cantidad de concreto recién mezclado con el mínimo de pérdida de homogeneidad al ser transportado y colocado.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1 Tipos de investigación

El estudio se enmarca dentro de una investigación descriptiva, a la cual Sampieri (1997) hace referencia, afirmando: “los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier tipo de fenómeno que sea sometido a análisis, además de medir y evaluar diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno o fenómenos a investigar” (p.61). En la presente investigación se realiza una comparación de dos tipos de concretos preparados con diferentes aditivos reductores de agua retardadores de fraguado, busca encontrar la mejor opción tanto en las cualidades que se le pueden adicionar al concreto, como la economía de la elaboración del mismo. La investigación a realizar se acopla a una investigación del tipo descriptiva ya que trata de mejorar un producto a través de ensayos de laboratorio, preparación de mezcla, análisis de resultados para mejorar el producto y disminuir su costo.

4.2 Diseño de la investigación

Atendiendo a los objetivos delimitados, la investigación se orienta hacia la incorporación de tres estrategias de diseño estas son:

4.2.1 De campo

Según Salvador Mercado (2003): “la investigación de campo es la observación, anotación y obtención de datos directamente de las personas objetos o fenómenos sujetos a estudio” (p 65).

Por lo tanto, se considera que el presente estudio tiene un diseño de campo, puesto que se realizó en las instalaciones de la premezcladora Cemex Puerto Ordaz; donde la recopilación de datos e información necesaria para el desarrollo del proyecto se obtuvieron en el sitio del área de trabajo.

4.2.2 Documental

Según Salvador Mercado (2003): “la investigación es una técnica que consiste en la selección y recopilación por medio la lectura y crítica de documentos y materiales bibliográficos, de bibliotecas, hemerotecas, centros de documentación e información” (p 75). Ya que se citaron diversas Normas Venezolanas, además de hojas técnicas de aditivos, entre otros.

4.2.3 Experimental

De acuerdo a la estrategia empleada, la investigación es experimental; definido por Sabino, C (2002) como aquella que: “consiste en someter el objeto de estudio a la influencia de ciertas variables en condiciones controladas por el investigador para observar los resultados de cada variable produce en el objeto. (p. 68).

4.3 Población y muestra de la investigación

4.3.1 Población

El ámbito del presente estudio será todas las mezclas de concreto de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ bombeable de la planta premezcladora Cemex Puerto Ordaz ubicada en la Zona Industrial Matanzas Ciudad Guayana, como establece Galtung (1971): “La población representa la totalidad de elementos que conforman el ámbito de un estudio o investigación”. (p 54).

4.3.2 Muestra

En el presente estudio solo será objeto de investigación la preparación de treinta y cinco litros (35 l) de concreto con adición del aditivo reductor de agua, retardante de fraguado SikaPlast 200VE, la preparación de treinta y cinco litros (35 l) de concreto con adición del aditivo reductor de agua, retardante de fraguado Polyheed 755 y la preparación de treinta y cinco litros (35 l) sin aditivo, para realizar los ensayos y las comparaciones correspondientes, Tal como lo define Tamayo (2003): “Una muestra es una reducida parte de un todo, de la cual nos serviremos para describir las principales características de aquel” (p 320).

4.4 Técnicas de recolección de datos

Las técnicas manejadas para la recolección de los datos estudiados en el presente estudio, fueron las siguientes:

4.4.1 Observación directa

Se realizó el chequeo de la producción de material diaria, así también se tomaron los tiempos de ejecución de los equipos para la realización de los trabajos; de modo que pudo establecerse condiciones adecuadas para realizar una evaluación del proceso, como lo expresa Sabino (1988): “La observación directa puede definirse el uso sistemático de nuestros sentidos, en la búsqueda de datos que necesitamos para resolver un problema de investigación”. (p 153).

4.4.2 Observación indirecta

Por las mediciones y apoyadas en la utilización de los instrumentos de medición, que permitió verificar el cambio y la temperatura en el tanque de mando, entre otros.

4.4.3 Revisión literaria

Es necesario obtener información sobre los antecedentes de la investigación, es decir, aquellos estudios previos y tesis que estén relacionado con el problema planteado. Es necesario la revisión de textos que aporten conceptos básicos y proposiciones relacionadas al tema de tesis, consultar aquellos artículos de las normas, decretos y aplicar los artículos que sean necesarios en el proyecto., como lo expresa Tamayo (2003): “La Revisión Literaria, es el fundamento de la parte teórica de la investigación, y permite conocer a nivel documental las investigaciones relacionadas con el problema planteado. Presenta la teoría del problema aplicada a casos y circunstancias concretas y similares a las que se investiga”. (p 325).

4.4.4 Revisión documental

Según Hernández (2000) define la revisión documental como: “Los libros que nos proporcionan datos para el análisis y tratamiento del problema de investigación planteado.” (p.44).

Se consultó documentación bibliográfica relacionada con el tema de estudio, con el propósito de adquirir conocimientos de gran importancia que servirán de base para el desarrollo del trabajo de investigación.

4.4.5 Encuestas no estructuradas

Entrevistas a técnicos de laboratorio, ingenieros de EDELCA, se realizaron consultas a los tutores, tanto industrial como académico, así como también a profesionales conocedores de la materia para lograr la orientación necesaria y así poder definir los pasos a seguir para el desarrollo de la investigación.

4.4.6 Realización de ensayos

El comportamiento de los elementos a la resistencia establecido en la norma 1976:2003, mediciones de la resistencia alcanzado por el concreto según la norma 338:2002, así como el asentamiento de la mezcla expresado en la norma COVENIN 339:1994.

4.5 Instrumentos de recolección de datos

4.5.1 Equipos de oficina

1. Papel.
2. Lápices.
3. Calculadora.
4. Computadora.
5. Impresora.
6. Documentación de soporte.
7. Pendrive.
8. Tablas de datos.

4.5.2 Equipos de campo

1. Papel.
2. Lápiz.
3. Cámara fotográfica.

4. Cinta Métrica.
5. Balanzas.
6. Balde con capacidad de 4000 a 7000 cm³.
7. Barra compactadora.
8. Carretillas.
9. Cedazos.
10. Cesta de alambre.
11. Cilindros Graduados.
12. Compactadores.
13. Cuchara de albañil.
14. Aguja proctor.
15. Horno de secado.
16. Prensa hidráulica para ensayos a compresión.
17. Mesa de caídas y molde de la mesa de caídas.
18. Mezcladora, recipiente de mezclado y paleta.

19. Moldes para probetas cúbicas de 50.8 mm de lado de tres compartimientos.
20. Moldes para probetas cilíndricas de 30 cm de altura y 15 cm de diámetro.
21. Palas.
22. Pipeta o instrumento adecuado para extraer el agua libre de la superficie de la probeta de ensayo.
23. Recipientes para probetas de mortero para ensayo de exudación.
24. Recipientes para toma de muestras para realizar ensayos de agregados finos y gruesos.
25. Termómetros.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 Ensayos de calidad a los agregados utilizados para las diferentes mezclas (Granulometría, Peso Unitario Suelto y Compactado, Peso Específico, % de Absorción y Colorimetría).

Para la elaboración de estos ensayos a los agregados se necesitaron los equipos de Cemex Puerto Ordaz para obtener los resultados correctos que permiten conocer si los agregados utilizados en las mezclas son los idóneos. A continuación se muestran los tipos de ensayos con sus resultados. (Tabla 5.1).

Tabla 5.1 Especificaciones de los ensayos a los agregados

Material	Tipo de Ensayo	Resultado
Agregado fino (arena ceiba)	Granulometría	Se sale del rango (COVENIN 277) en la curva granulométrica.
	Peso unitario suelto	1691. Kg./m ³
	Peso unitario compacto	1843. Kg./m ³
	Peso especifico	2,63. gr./cm ³
	% Absorción	0,58.
	Colorimetría	#2. Patrón Garner.

Continuación tabla 5.1

Material	Tipo de Ensayo	Resultado
Agregado fino (arrocillo)	Granulometría	Se sale del rango (COVENIN 277) en la curva granulométrica.
	Peso unitario suelto	1560 Kg./m ³
	Peso unitario compacto	1723 Kg./m ³
	Peso específico	2,62 gr./m ³
	% Absorción	1,2
	Colorimetría	#3. Patrón Garner.
Agregado grueso (piedra picada)	Granulometría	Entra en rango (COVENIN 277) de la curva granulométrica.
	Peso unitario suelto	1390 Kg./m ³
	Peso unitario compacto	1471 Kg./m ³
	Peso específico	2,57 gr./cm ³
	% Absorción	0,17

La norma venezolana COVENIN 277 establece los límites granulométricos superiores e inferiores, sabiendo esto, tenemos las siguientes tablas y figuras que nos permiten comprender mejor los datos de granulometría de la tabla anterior. Seguidamente se representa el porcentaje de pasante y el porcentaje retenido de la arena Ceiba. (Tabla 5.2).

Tabla 5.2 Porcentajes retenidos y porcentajes de pasantes de la arena Ceiba.

TAMIZ	PESO RET.	% RET	PESO PAS	% PAS
3/8"	1.10	0.20	548.90	100
#4	1.20	0.22	547.70	100
#8	6.30	1.15	541.40	98
#16	42.90	7.80	498.50	91
#30	183.10	33.29	315.40	57
#50	226.90	41.25	88.50	16
#100	58.10	10.56	30.40	6
#200	21.10	3.84	9.30	2

El peso total de la muestra era de 550 gr, con esta tabla se hace posible la construcción de la curva granulométrica. A continuación se muestra la curva granulométrica de la arena Ceiba. (Figura 5.1).

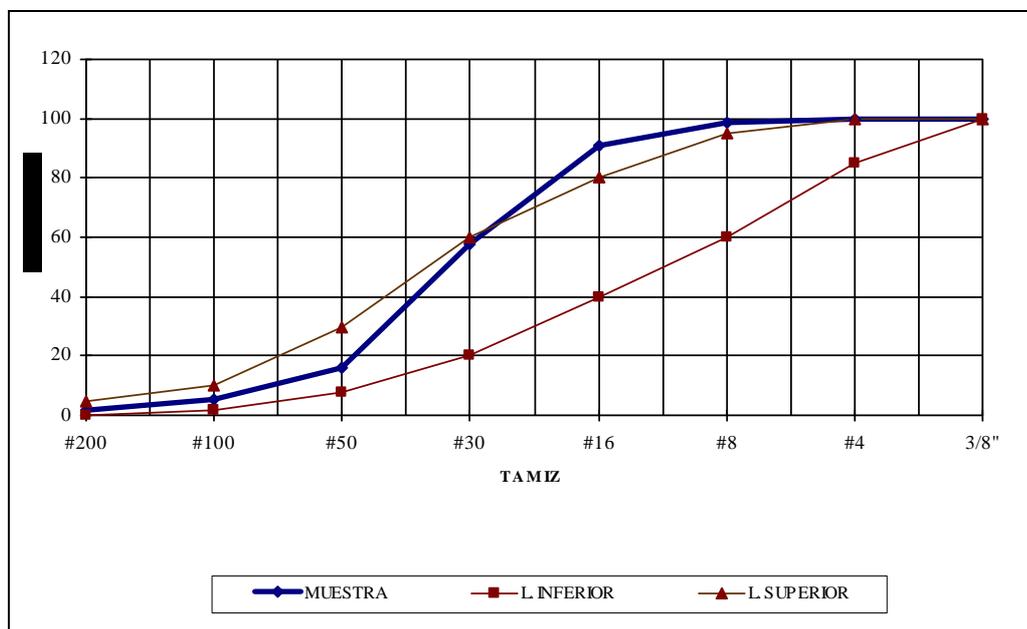


Figura 5.1 Curva granulométrica de la arena Ceiba según norma COVENIN 277

Se observa que la curva granulométrica de la arena Ceiba se sale de los límites en los tamices #8 y #16, por lo tanto podemos afirmar que no cumple con las especificaciones. En la siguiente tabla observamos el porcentaje de pasantes y el porcentaje retenido de la arena triturada (arrocillo). (Tabla 5.3).

Tabla 5.3 Porcentajes retenidos y porcentajes de pasantes de la arena triturada (arrocillo)

TAMIZ	PESO RET.	% RET	PESO PAS	% PAS
3/8"	80.70	16.25	415.90	83.75
#4	59.50	11.98	356.40	71.77
#8	129.00	25.98	227.40	45.79
#16	94.30	18.99	133.10	26.80
#30	57.20	11.52	75.90	15.28
#50	41.30	8.32	34.60	6.97
#100	23.50	4.73	11.10	2.24
#200	8.90	1.79	2.20	0.44

El peso total de la muestra es de 496,6 gr., con esta tabla se hace posible la construcción de la curva granulométrica. En la siguiente figura se muestra la curva granulométrica de la arena triturada. (Figura 5.2).

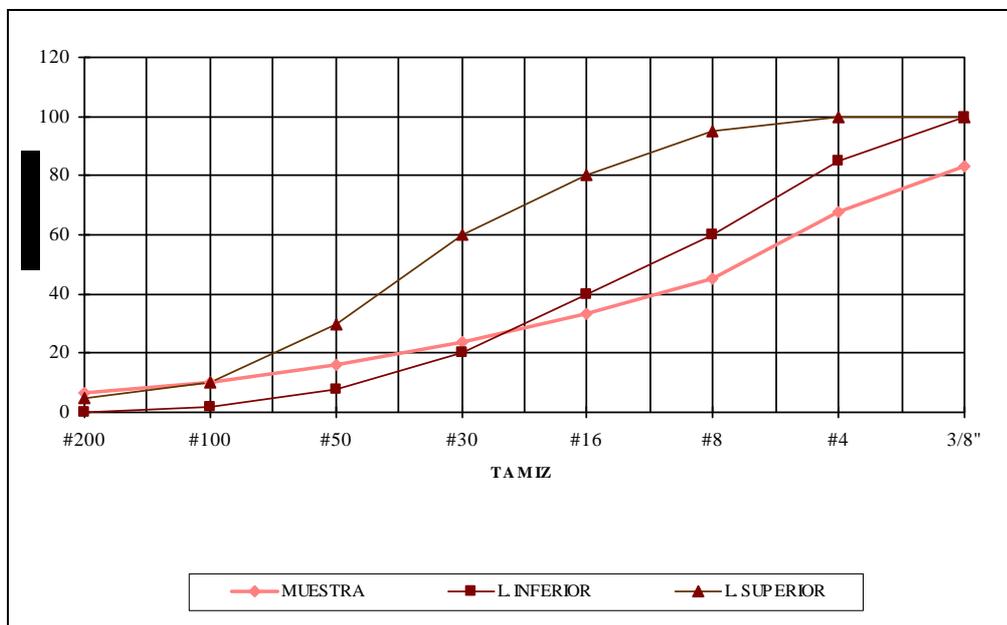


Figura 5.2 Curva granulométrica de la arena triturada según norma COVENIN 277

Se observa que la curva granulométrica de la arena triturada se sale de los límites en los tamices 3/8'', #4, 8, 16 y 30 con lo que también se afirma que no cumple con la norma al igual que la arena Ceiba, es por esta razón que la mezcla de CEMEX contiene dos tipos de arenas, debido a que al combinarlas en una proporción definida estas entraban en los rangos recomendados en la norma COVENIN 277. En la siguiente tabla 5.4 observamos el porcentaje de pasantes y el porcentaje retenido de la piedra picada.

Tabla 5.4 Porcentajes retenidos y porcentajes de pasantes de la piedra picada.

TAMIZ	PESO RET.	% RET	PESO PAS	% PAS
1 1/2"	0.00	0.00	10600.00	100.00
1"	976.00	9.21	9624.00	90.79
3/4"	3193.00	30.12	6431.00	60.67
1/2"	2573.00	24.27	3858.00	36.40
3/8"	2992.00	28.23	866.00	8.17
1/4"	552.00	5.21	314.00	2.96

El peso total de la muestra es de 10600 gr., con esta tabla se hace posible la construcción de la curva granulométrica. En la figura 5.3 se muestra la curva granulométrica de la piedra picada. (Figura 5.3).

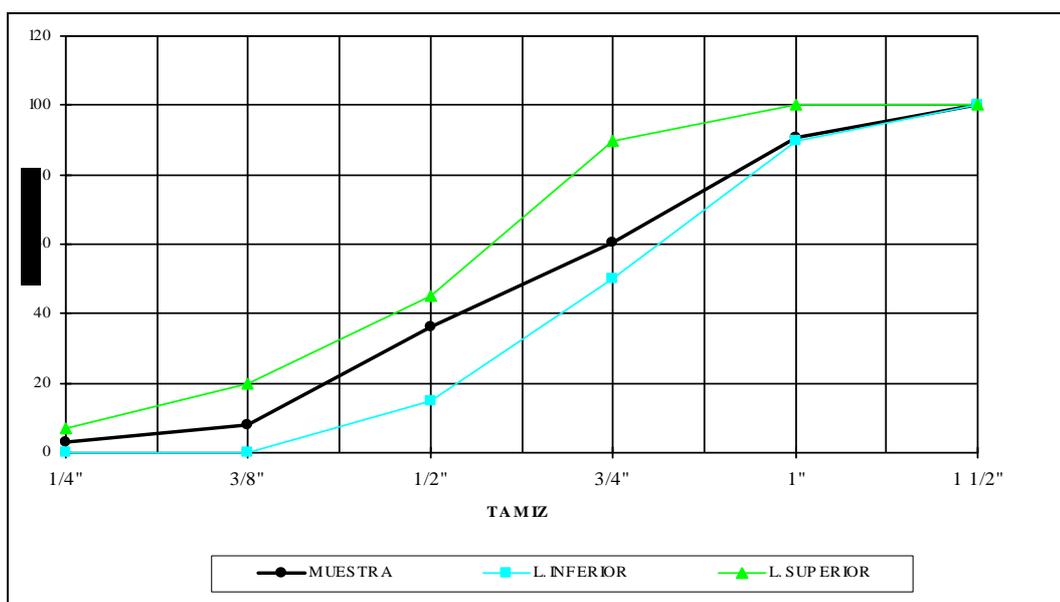


Figura 5.3 Curva granulométrica de la piedra picada según norma COVENIN 277

La piedra picada procedente de la cantera Compiedra utilizada en nuestro trabajo de grado, cumple con la norma COVENIN 277.

5.2 Diseño de mezclas y sus respectivos ajustes de mezclas.

La Premezcladora Cemex Puerto Ordaz nos proporcionó la dosificación utilizada por ellos para un metro cúbico (1m^3) de concreto de resistencia de doscientos cincuenta kilogramos sobre centímetros cuadrados (250 kg/cm^2) para un concreto bombeable, la tabla 5.5 muestra la dosificación. (Tabla 5.5).

Tabla 5.5 Dosificación de Cemex para 1 m^3 de concreto con aditivo Polyheed 755

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	303	kg.
Agua	173	L
Agregado grueso	914	kg.
Agregado fino (arrocillo)	618	kg.
Agregado fino (ceiba)	412	kg.
Aditivo	1,666	L

Para efectos del estudio la dosificación de un metro cúbico se reduce a treinta y cinco litros (35 l). Cálculo que se realizó con simples reglas de tres, en la tabla 5.6 se representa la misma dosificación de Cemex para treinta y cinco litros (35 l). (Tabla 5.6).

Tabla 5.6 Dosificación de Cemex para 35 l de concreto con aditivo Polyheed 755 para una resistencia de 250 kg/cm².

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	10,605	kg.
Agua	6,055	L
Agregado grueso	32	kg.
Agregado fino (arrocillo)	21,63	kg.
Agregado fino (ceiba)	14,42	kg.
Aditivo	0,058	L

Otro ajuste se realizó con el agua, restándole la cantidad de humedad de los agregados finos para evitar así que se altere la dosificación. Para calcular la humedad se trabajó con el horno del laboratorio y se determinó el porcentaje de humedad del arrocillo que resultó igual a dos coma cuarenta y cuatro por ciento (2,44%) y de la arena ceiba igual a tres coma seiscientos veinticuatro por ciento (3,624%). Lo que resultó cero coma cincuenta y tres litros (0,53 L) y cero coma cincuenta y dos litros (0,52 L), respectivamente, si restamos esto se le deben agregar a la mezcla la cantidad de agua de cinco litros con cinco mililitros (5,005 L) y la cantidad final de agua que lleva la mezcla es de seis litros con cincuenta y cinco mililitros (6,055 L). Sabiendo esto, cada uno de los componentes de la mezcla fueron pesados y medidos con la mayor exactitud posible y almacenados en bolsas plásticas para reducir las posibles alteraciones. Finalmente se procedió a mezclar con el aditivo Polyheed 755 y otra mezcla sin aditivo para tomarla como patrón. En las siguientes tablas representan las dosificaciones con sus ajustes finales de material al momento de mezclar en el trompo. (Tablas 5.7 y 5.8).

Tabla 5.7 Dosificación ajustada para treinta y cinco litros (35 L) de concreto con aditivo Polyheed 755

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	10,605	kg.
Agua	6,055	L
Agregado grueso	32	kg.
Agregado fino (arrocillo)	21,63	kg.
Agregado fino (ceiba)	14,42	kg.
Aditivo	0,058	L

No se le agrego agua adicional.

Tabla 5.8 Dosificación final para treinta y cinco litros (35 L) de concreto sin aditivo

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	10,605	kg.
Agua	7,055	L
Agregado grueso	32	kg.
Agregado fino (arrocillo)	21,63	kg.
Agregado fino (ceiba)	14,42	kg.

En esta mezcla se agregó un litro (1 L) exacto de agua para lograr el asentamiento deseado. Para la mezcla con el aditivo SikaPlast 200VE se tuvo que

volver a calcular el porcentaje de humedad, debido a que los materiales estuvieron mucho tiempo perdiendo humedad, dichos porcentajes de humedad del arcillo y la arena Ceiba fueron de un por ciento (1%) y cero coma seis por ciento (0,6%), respectivamente, lo que se traduce a cero coma veintidós y cero coma cero nueve litros (0,22 y 0,09 L) de agua respectivamente. Al restar esta cantidad a la de agua inicial de seis litros con cincuenta y cinco mililitros (6,055 L), resulta cinco litros con setecientos cuarenta y cinco mililitros (5, 745 L) de agua. La siguiente tabla representa la mezcla con el aditivo SikaPlast 200VE. (Tabla 5.9).

Tabla 5.9 Dosificación final para treinta y cinco litros 35 L de concreto con aditivo SikaPlast 200VE.

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	10,605	kg.
Agua	5,905	L
Agregado grueso	32	kg.
Agregado fino (arcillo)	21,63	kg.
Agregado fino (ceiba)	14,42	kg.
Aditivo	0,032	L

En esta mezcla se le adiciona ciento cincuenta mililitros (0,15 L) de agua, también varía la cantidad de aditivo, debido a que por ser otra marca su dosificación varía, esto se calcula dependiendo de la cartilla técnica de cada aditivo que receta la cantidad recomendada. Para objeto de estudio se trabajó con la dosificación media.

5.3 Ensayos en concreto fresco (Peso Unitario, Trabajabilidad, Tiempo de Fraguado, Contenido de Aire.) y en concreto endurecido (ensayos a compresión a diferentes edades en probetas cilíndricas tomadas de las diferentes mezclas).

Los ensayos del concreto fresco se hacen justo después de mezclar, primero y sin perder tiempo se hace la prueba de Trabajabilidad (asentamiento) con el cono de abrams , seguido se llena el cilindro del equipo medidor de aire ocluido (Humboldt) con la mezcla de concreto para medir el porcentaje de aire, se calcula el peso unitario y para terminar con los ensayos al concreto fresco se toma el tiempo de fraguado dejando en un cilindro pequeño una muestra de la mezcla fresca, siendo tamizada antes por la malla # 4, se deja reposar 15 minutos a temperatura ambiente y finalmente se lleva al laboratorio para medir el fraguado en la penetradora (Humboldt). En las tablas siguientes muestran el resultado de los ensayos realizados al concreto fresco con aditivo Polyheed 755, sin aditivo y con aditivo SikaPlast 200VE. (Tablas 5.10, 5.11 y 5.12).

Tabla 5.10 Ensayos al concreto fresco con aditivo Polyheed 755.

Ensayo	Resultado
Asentamiento	5"
% aire	1,7%
Peso Unitario	2357kg/m ³
Fraguado inicial	8h
Fraguado final	9h 30min

Tabla 5.11 Ensayos al concreto fresco sin aditivo.

Ensayo	Resultado
Asentamiento	4,5''
% aire	1,2%
Peso Unitario	2350kg/m ³
Fraguado inicial	4h
Fraguado final	4h 15min

Tabla 5.12 Ensayos al concreto fresco con aditivo SikaPlast 200VE.

Ensayo	Resultado
Asentamiento	5''
% aire	1,65%
Peso Unitario	2382kg/m ³
Fraguado inicial	6h 20min
Fraguado final	8h

Las mezclas de concreto cumplen con las normas COVENIN en todos sus ensayos. Para los ensayos al concreto endurecido se vaciaba la mezcla en cilindros desencoformables metálicos, llenándolos con capas de un tercio (1/3) de su altura y golpeando veinticinco (25) veces por capa de manera vertical y con golpes laterales con martillo de goma para liberar las burbujas de aire en la mezcla, luego se dejan endurecer durante un periodo de tiempo de un (1) día para desencoformar los cilindros

de concreto y meterlos en la piscina de curado. Finalmente se procede a ensayar a compresión a los siete (7) y veintiocho (28) días.

El tiempo de fraguado real es aproximadamente la mitad del tiempo de fraguado en el laboratorio, esto quiere decir, por ejemplo: Si el fraguado es de seis (6) horas en laboratorio que se evalúa en condiciones ideales, entonces en obras de la zona será de tres (3) horas aproximadamente.

En la siguiente tabla muestra los resultados a compresión de las mezclas de concreto a los 7 días y a los 28 días de fraguado. (Tabla 5.13).

Tabla 5.13 Ensayos a compresión al concreto endurecido.

Mezcla de concreto	Ensayo a compresión a los 7 días (kg./cm ²)		Ensayo a compresión a los 28 días (kg./cm ²)	
Concreto con aditivo Polyheed 755	397	390	474,4	476,3
Concreto sin aditivo	259	261	336,5	330,6
Concreto con aditivo Sika Plast 200VE	278	287	355	368

Al ensayar los cilindros de concreto a compresión, como se muestra en la tabla, ya a los siete (7) días de fraguado la resistencia en todos los casos resulto mayor a la resistencia deseada de doscientos cincuenta kilogramo sobre centímetro cuadrado (250 kg/cm²), esto se debe a la alta cantidad de cemento que contiene la dosificación del concreto realizada en la empresa, cabe destacar que los técnicos de Cemex Puerto Ordaz posteriormente redosificaron y bajaron la cantidad de cemento. El hecho de tener altas cantidades de cemento no es precisamente malo para el concreto, pero si

afecta la parte económica. A los veintiocho (28) días el concreto obviamente excedía por mucho la resistencia deseada.

5.4 Comparar resultados obtenidos para conocer cuál de los aditivos nos brinda mejores resultados.

Luego de realizar todos los ensayos correspondientes al concreto tanto fresco como endurecido y tener los resultados, procedemos a comparar los datos para concluir la efectividad de los aditivos en estudio. En la siguiente figura se representa gráficamente la cantidad de aditivo Polyheed 755 contenida en la mezcla de concreto suministrada por la empresa Cemex y la cantidad de aditivo SikaPlast 200VE. (Figura 5.4).

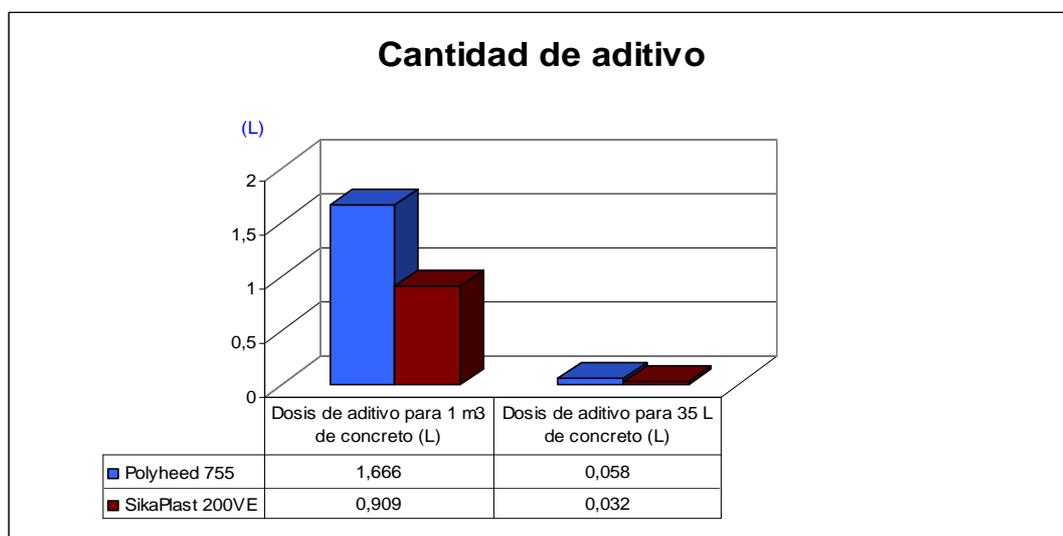


Figura 5.4 Comparación de la dosis del aditivo Polyheed 755 y el SikaPlast 200VE para 1 m³ y 35 l de concreto.

Como se muestra en la figura la cantidad suministrada de aditivo Polyheed 755 al concreto es cuarenta y cinco coma cuarenta y cuatro por ciento (45,44%) mayor

que la cantidad de aditivo SikaPlast 200VE suministrada al concreto. A pesar de ser menor la dosis de aditivo SikaPlast 200VE se trabajó con la dosificación media para efectos de estudio, según la tarjeta técnica del aditivo, mientras que la dosis del aditivo Polyheed 755 es un poco mayor que la dosificación mínima que es de un litro con doscientos doce mililitros (1,212 L) de aditivo, según la tarjeta técnica de este. Se mantuvo esa cantidad para respetar la mezcla proporcionada por Cemex que ya estaba probada y se sabía que cumple con las normas COVENIN.

En la siguiente grafica se muestra la diferencia en las cantidades de agua según las mezclas de concreto con los diferentes aditivos en estudio y sin aditivo. (Figura 5.5).

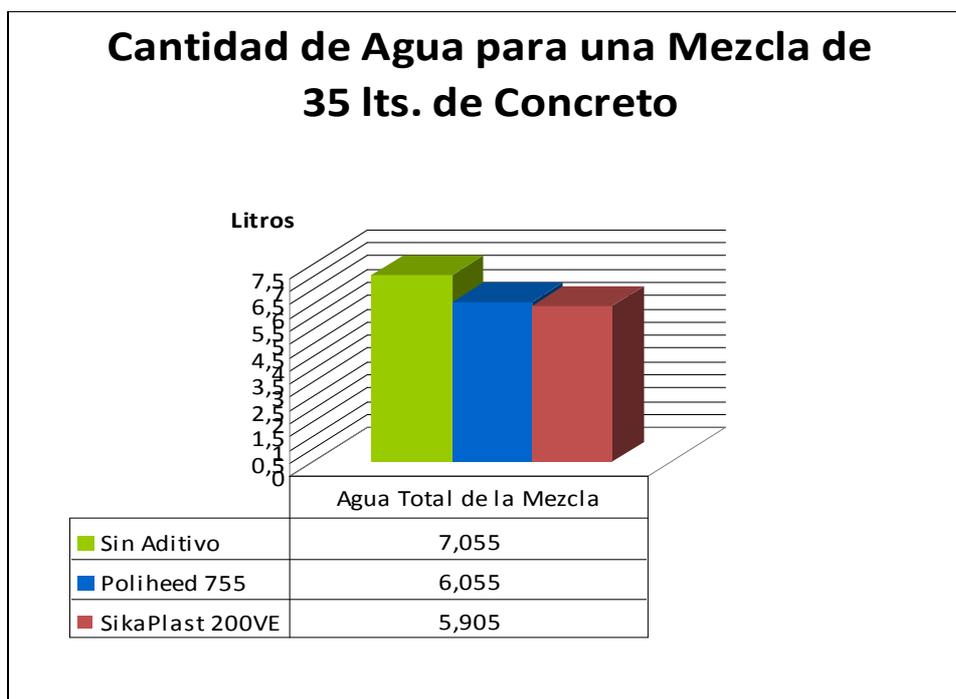


Figura 5.5 Diferencia en las cantidades de agua en los distintos concretos.

El concreto mezclado con el aditivo SikaPlast 200VE efectivamente es un reductor de agua, debido a que requirió un litro con ciento cincuenta mililitros (1,15 L) de agua menos que la mezcla de concreto control y ciento cincuenta mililitros (0,15 ml) menos de agua que el concreto mezclado con el aditivo Polyheed 755 y este a su vez también es reductor de agua, ya que notamos que contiene un litro (1 L) menos de agua en comparación a la mezcla de concreto control o patrón. Todos los resultados anteriores son de las mezclas de concreto de treinta y cinco litros. A continuación se muestra una figura con la comparación del porcentaje de agua que reduce cada aditivo. (Figura 5.6).

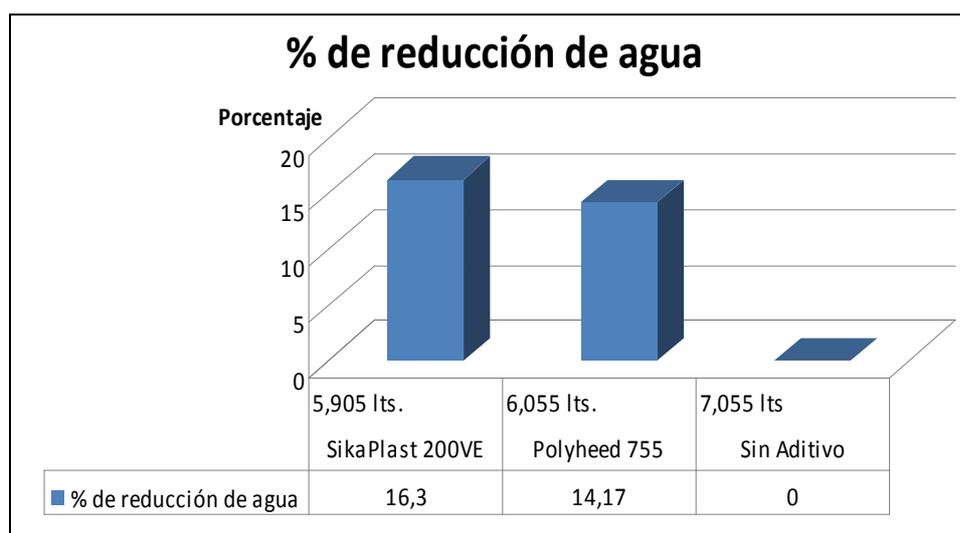


Figura 5.6 Comparación de los porcentajes de reducción de agua.

Podemos notar que el aditivo SikaPlast 200VE reduce dieciséis coma tres por ciento (16,3%) de agua en el concreto al compararlo con la mezcla de concreto sin aditivo (control) y dos coma trece por ciento (2,13%) menos agua que el aditivo Polyheed 755 que a su vez reduce catorce coma diecisiete por ciento (14,17%) de agua en comparación con la mezcla de concreto control, lo que certifica la información de la cartilla técnica del aditivo.

A continuación comparamos los resultados obtenidos en el ensayo de penetración, realizados para el cálculo del tiempo de fraguado. (Figura 5.7).

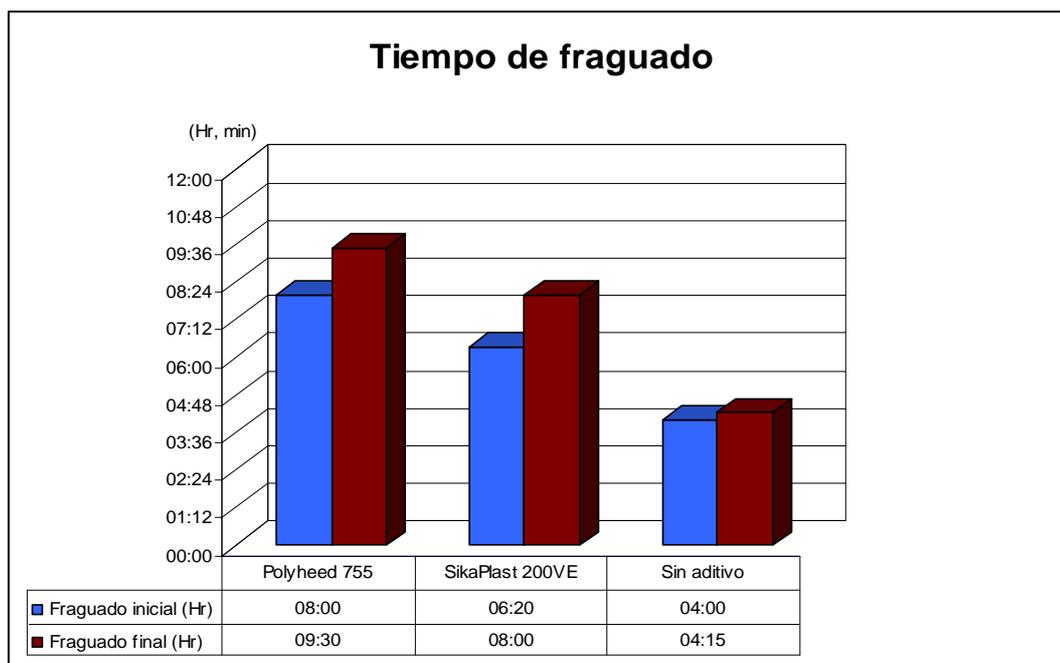


Figura 5.7 Comparación del tiempo de fraguado de las tres mezclas de concreto en estudio.

El concreto mezclado con aditivo Polyheed 755 es el que ofrece mayor tiempo de fraguado, una hora y media más que el tiempo de fraguado del concreto mezclado con el aditivo SikaPlast 200VE. Aunque en este aspecto el concreto con Polyheed 755 es mejor, el tiempo de fraguado que ofrece el aditivo SikaPlast 200VE también es efectivo y al compararlos con el concreto sin aditivo (control) observamos que tarda cuatro horas y quince minutos en fraguar y así se demuestra que ambos aditivos son retardantes de fraguado.

Los ensayos realizados a las muestras de concreto ya endurecidos arrojaron varios datos de resistencia a la compresión que permiten comparar la efectividad de

los aditivos, sabiendo que el diseño es para una resistencia de doscientos cincuenta kilogramos sobre centímetro cuadrado (250 kg./cm^2), se presenta la figura para plasmarlo gráficamente. (Figura 5.8).

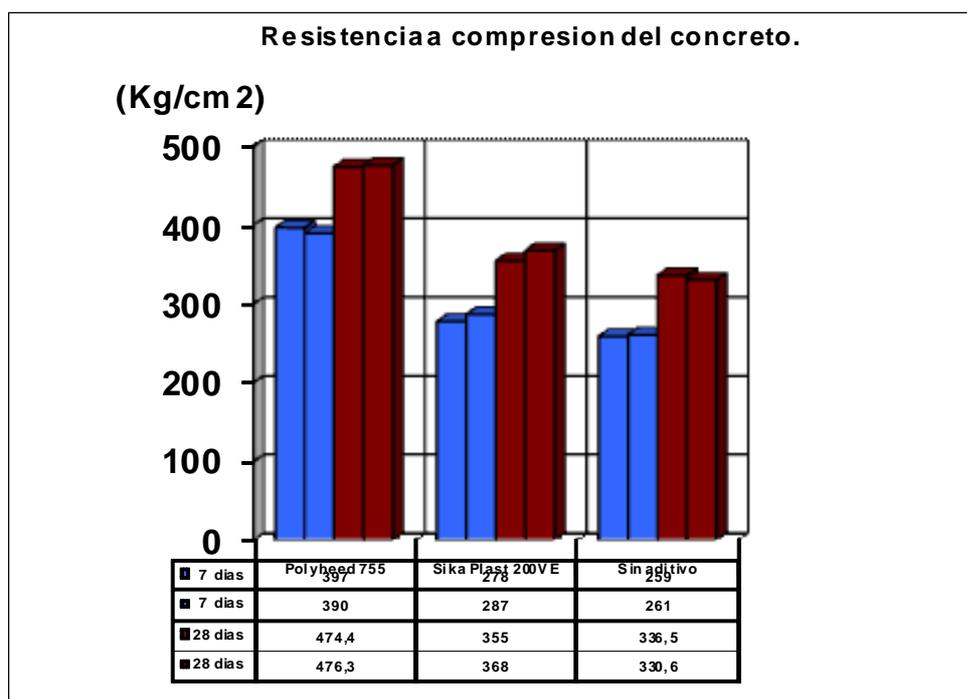


Figura 5.8 Comparación de las resistencias del concreto mezclado con ambos aditivos y sin aditivo a los siete (7) y a los veintiocho (28) días.

Se puede observar que todas las muestras de concreto superaban la resistencia de diseño tan solo a los siete (7) días, debido al alto contenido de cemento en las mezclas, también observando la grafica, podemos notar que las mezclas con aditivos obtienen mayores resistencias por efectos de la reducción de agua en las mezclas que nos arroja una relación agua/cemento más baja. El aditivo Polyheed 755 resulto ser el que permite desarrollar mayores resistencias, a los veintiocho (28) días obtuvo un veintinueve coma treinta y cinco por ciento (29,35 %) y un veintidós coma setenta y

cuatro por ciento (22,74%) más que la mezclas de concreto con aditivo SikaPlast 200VE y sin aditivo respectivamente. El aditivo SikaPlast 200VE dio resultados de hasta ocho coma cincuenta y seis por ciento (8,56%) mayor resistente que el concreto patrón sin aditivo.

5.5 Comprobar si el uso del aditivo SikaPlast 200VE reduce la cantidad de cemento en la mezcla y produce un concreto más económico.

El aditivo SikaPlast 200VE en su cartilla técnica dice que se puede aprovechar el incremento de resistencia logrado con la reducción de agua para disminuir el contenido de cemento y así optimizar y hacer más económico el diseño de la mezcla. (Figura 5.9).

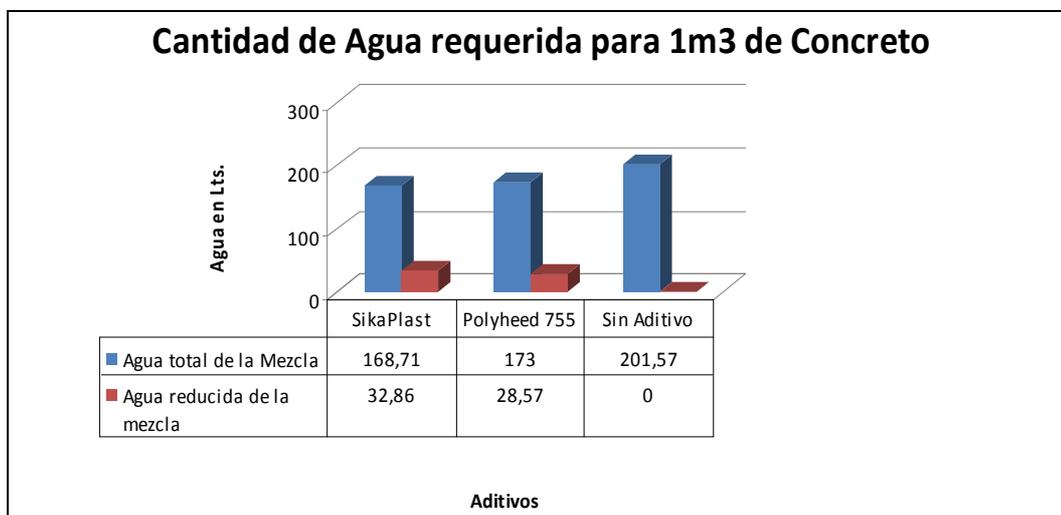


Figura 5.9 Cantidad de agua requerida para un metro cúbico (1 m³) de concreto.

En esta figura observamos que el aditivo SikaPlast 200VE, como ya se había planteado, reduce agua, por lo tanto también se puede reducir cemento para ajustar la mezcla, sabiendo que la resistencia final es mucho mayor a la esperada. También al

reducir cemento se reduce costo. En las figuras se representan gráficamente los análisis económicos de las mezclas de concreto. (Figuras 5.10, 5.11, 5.12, 5.13 y 5.14).

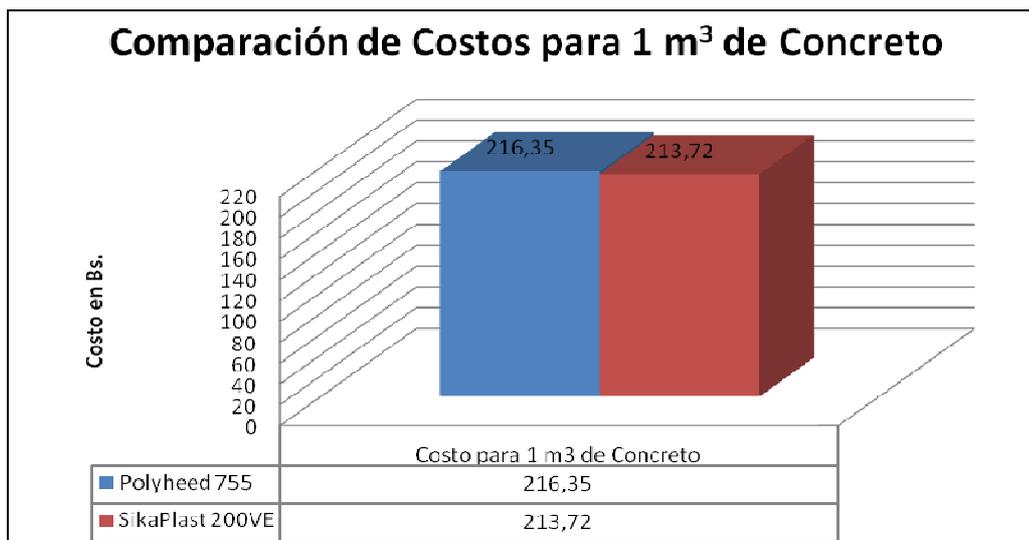


Figura 5.10 Comparación de costos para un metro cúbico (1 m³) de concreto con los dos aditivos en estudio.

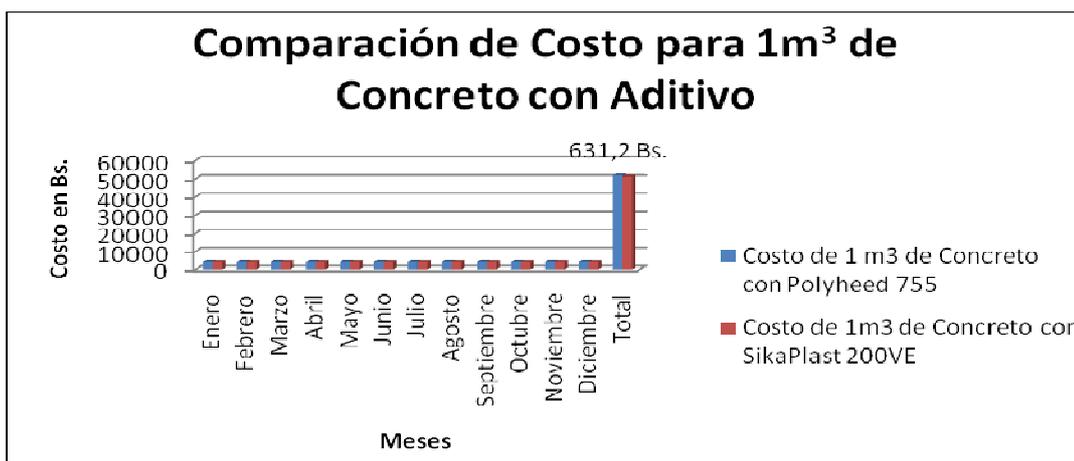


Figura 5.11 Comparación anual de costos para 1 m³ de concreto con ambos aditivos.

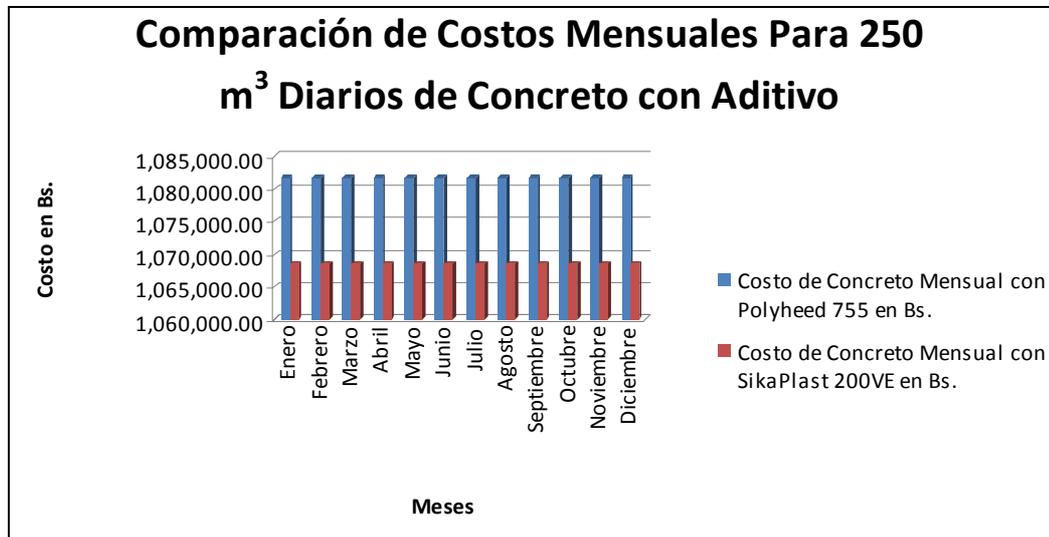


Figura 5.12 Comparación de costos de concreto mensuales.

Podemos apreciar que los costos mensuales de concreto con aditivo Polyheed 755 son más elevados que el concreto preparado con SikaPlast 200VE, la diferencia de costo es apreciable y asciende a trece mil ciento cincuenta (13150 Bs.), lo que nos evidencia la economía al seleccionar el aditivo SikaPlast 200VE. A continuación se presenta la figura 5.10 en donde se aprecia los costos de producción para doscientos cincuenta metro cubico (250m³) de concreto premezclado.

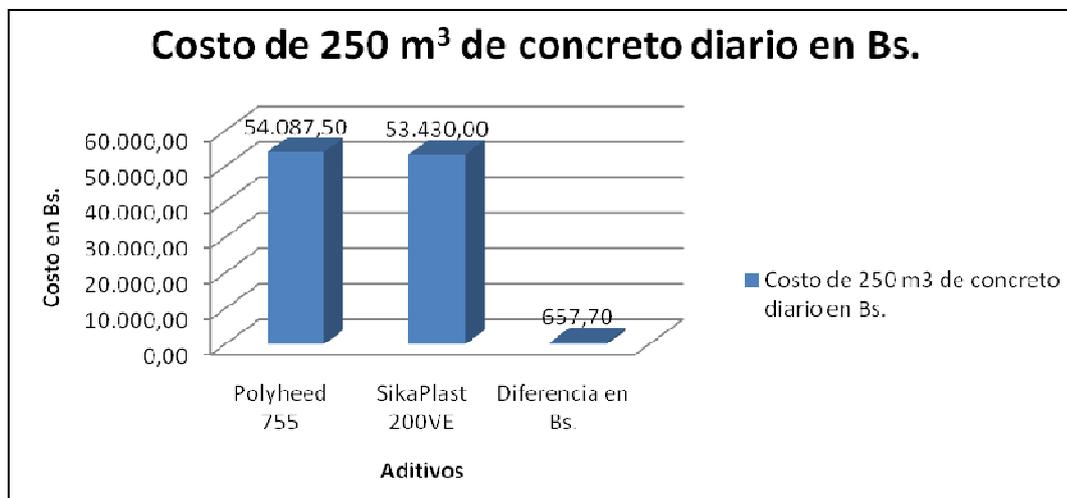


Figura 5.13 Comparación de costos de 250 m³ de concreto diario con aditivo.

En la elaboración de 250 m³ de concreto se ahorra 657,5 Bs. usando el aditivo SikaPlast 200VE.

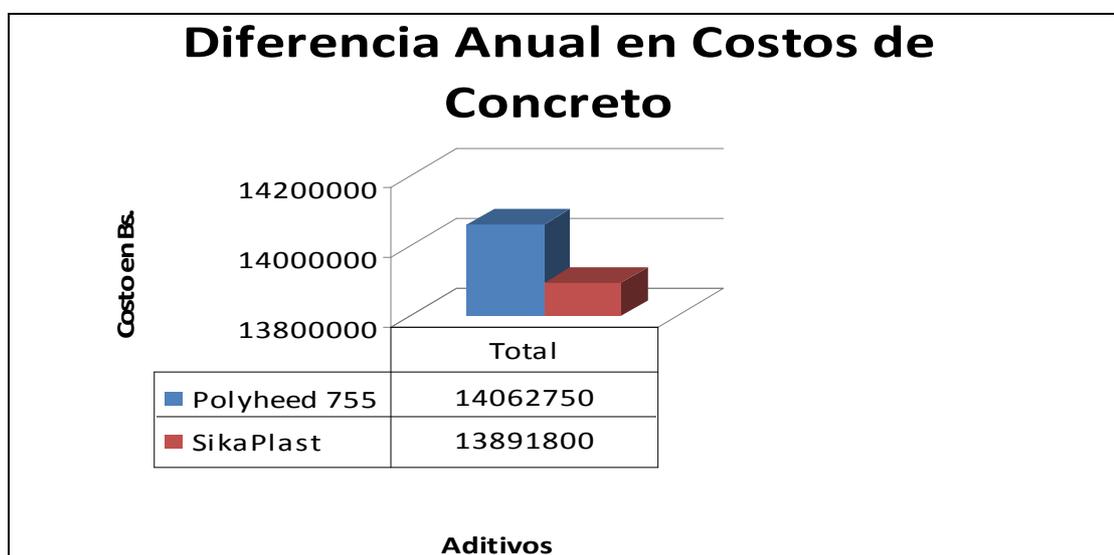


Figura 5.14 Diferencias anuales de costos de concreto con ambos aditivos en estudio.

Un litro de aditivo Polyheed 755 es más económico que un litro de aditivo Sika Plast 200VE, pero como se muestra en las figuras se necesita mayor cantidad de Polyheed 755 en cada muestra de concreto por lo que el aditivo SikaPlast 200VE resulta más económico mientras mayor sea la cantidad de concreto que se necesite.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Los ensayos realizados mostraron que los agregados utilizados para las mezclas de concreto cumplen con las normas COVENIN 255:98, 256:77, 268:98, 269:98, 277:2000.
2. El concreto mezclado con aditivo SikaPlast 200VE necesita menor cantidad del mismo en comparación al aditivo Polyheed 755.
3. Ambos aditivos efectivamente reducen la cantidad de agua en el concreto, siendo el aditivo SikaPlast 200VE el que mayor cantidad de agua reduce.
4. Los dos aditivos ofrecen muy buen tiempo de retardo en el fraguado, pero en este aspecto el Polyheed 755 es el que resultó tener mayor tiempo de fraguado.
5. Tanto el concreto mezclado con el aditivo SikaPlast 200VE como el aditivo Polyheed 755 arrojaron resultados que permiten entender que ambos aditivos incrementan la resistencia del concreto por su cualidad reductora de agua en la mezcla de concreto, en este aspecto también resulta más eficiente el Polyheed 755, pero sin dejar de ser buenos los resultados con el Sikaplast 200VE.
6. El aditivo SikaPlast 200VE resulta más económico que el Polyheed 755 a largo plazo debido a que su dosis es menor en cada mezcla de concreto, lo que es un beneficio extra a su capacidad reductora de agua, su incremento de resistencia a la compresión por su capacidad reductora. Todo esto lo hace la opción más idónea al seleccionar entre los dos aditivos en estudio.

Recomendaciones

1. Para mezclar dosificaciones de concreto se recomienda pesar y medir bien cada uno de los elementos antes de mezclar para ser mas organizado a la hora de vaciar en el trompo.
2. Al momento de mezclar se recomienda realizar todas las muestras en el menor tiempo posible para evitar así variantes en el % de humedad y no tener que repetir ensayos de humedad y en el peor de los casos, repetir el mezclado de la propia muestra de concreto.
3. Para efectos de tesis es preferible realizar cada uno de los ensayos bajo la estricta supervisión del técnico del laboratorio.
4. Se recomienda a los técnicos de laboratorio de Cemex tomar en consideración los resultados obtenidos como una opción que nos arroja buenos resultados tanto en estado fresco como en estado endurecido.
5. Utilizar los implementos de seguridad (botas, guantes, mascarillas, lentes y casco) para evitar accidentes.

REFERENCIAS

- Centeno Ulymar y Pino Joleixis. (2009), **“ESTUDIO DEL DIÓXIDO DE TITANIO COMO ADITIVO EN EL CONCRETO HIDRÁULICO PARA CARPETAS DE RODAMIENTOS DE VIALIDADES URBANAS.”** Universidad de Oriente. Núcleo Bolívar. Venezuela. (p. v)
- Chaparro Indiarari y Rodríguez Jomar. (2004), **“ESTUDIO DE LA VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETOS SIN MICRO SÍLICE Y CONCRETOS CON MICRO SÍLICE MEDIANTE LA VARIACIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO”** Universidad de Oriente. Núcleo Bolívar. Venezuela. (p. vi)
- Comité Venezolano de Normas Industriales (1977) **“MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUALITATIVA DE IMPUREZAS ORGÁNICAS EN ARENAS PARA CONCRETO (ENSAYO COLORIMÉTRICO)”** (256: 77).
- Comité Venezolano de Normas Industriales (1993) **“CEMENTO. ESPECIFICACIONES PARA EL CEMENTO PORTLAND”** (28:93).
- Comité Venezolano de Normas Industriales (1994) **“ADITIVOS QUÍMICOS UTILIZADOS EN EL CONCRETO. METODOS DE ENSAYOS”** (356:94).
- Comité Venezolano de Normas Industriales (1998) **“AGREGADO FINO. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y LA ADSORCIÓN”** (268: 98).

Comité Venezolano de Normas Industriales (1998) **“AGREGADO GRUESO. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y LA ADSORCIÓN”** (269: 98).

Comité Venezolano de Normas Industriales (1998) **“AGREGADOS. DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA”** (255: 98).

Comité Venezolano de Normas Industriales (2000) **“CONCRETO. AGREGADOS, REQUISITOS”** (277: 2000).

Merritt, F; (1992) **“MANUAL DEL INGENIERO CIVIL”**. 3ra. Edición. Editorial Mc Graw – Hill, Mexico. (p 83).

Porrero, J; (1996). **“MANUAL DEL CONCRETO FRESCO”**. Venezuela; Editorial Sidetur. (pp. 9- 17- 64- 84).

Porrero, J; Grases, J; Ramos, C; (1979). **“MANUAL DEL CONCRETO FRESCO”**. 2da. Edición; Caracas; Avesipe. (pp. 3, 83, 164, 181).

Abadi, E. (1990). **“CONCRETO PRECOMPIMIDO / NOCIONES Y PRACTICAS”**. Caracas; Editorial Sidetur, (pp. 129).

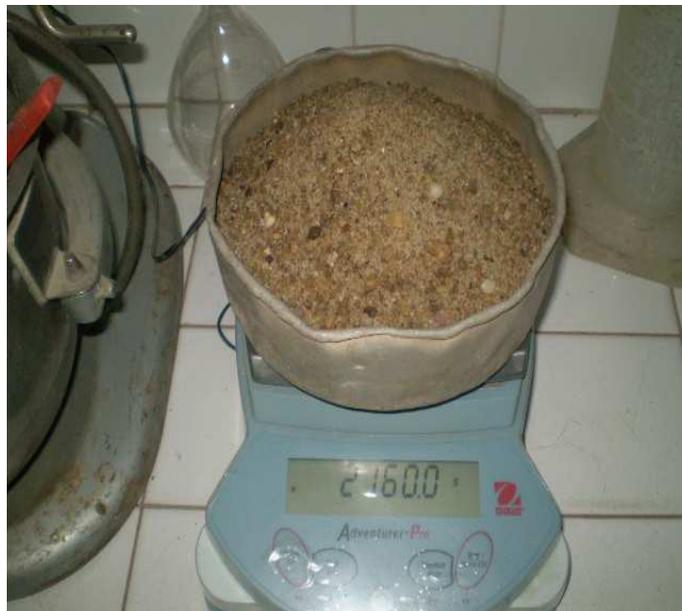
APÉNDICES

APÉNDICE A

**FOTOGRAFÍAS DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS EN LOS ENSAYOS
REALIZADOS**



A.1 Horno para secado de muestras de agregados.



A.2 Balanza electrónica para muestra de agregado fino



A.3 Balanza electrónica de capacidad 30 Kg.



A.4 Maquina Tamizadora para agregado grueso.



A.5 Equipo para ensayo a la penetración



A.6 Prensa hidráulica electrónica para ensayo a la compresión



A.7 Tamizadora eléctrica para agregado fino



A.8 Equipo Humbolt para ensayo de contenido de aire



A.9 Trompo mezclador para muestras de concreto



A.10 Cono de abrams para ensayo de asentamiento



A.11 Cuarteadora de muestra



A.12 Carretilla para transporte de mezcla y agregados

APÉNDICE B

FOTOGRAFÍAS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS A LOS AGREGADOS



B.1 Muestra de agregado fino para ensayo granulométrico



B.2 Acople de la tapa superior y tamizado de agregado fino



B.3 Ensayo de peso unitario Agregado grueso



B.4 Tarado de agregado grueso para ensayo de peso unitario



B.5 Ensayo de peso unitario agregado fino



B.6 Compactación de la muestra para ensayo de peso unitario

APÉNDICE C

FOTOGRAFÍAS DE MEZCLADO Y ENSAYOS AL CONCRETO



C.1 Colocación de dosificación de materiales para 35 l de muestra.



C.2 Adición de agua y aditivo al muestra para mezclad.



C.3 Proceso de mezclado para una muestra de 35 l de concreto.



C.4 Realización de ensayo de asentamiento mediante cono de Abrams



C.5 Determinación de contenido de aire de la muestra



C.6 Preparación para el llenado de cilindro



C.7 Cilindros vaciados listos para el curado



C.8 Cilindros en la piscina de curado identificados para ensayar a diferentes edades

APÉNDICE D

PLANTA DE CEMEX PUERTO ORDAZ



D.1 Oficinas administrativas de Cemex Puerto Ordaz



D.2 Planta concretera de Cemex Puerto Ordaz



D.3 Proceso de traslado a través de cinta transportadora de agregado fino y grueso



D.4 Proceso de carga de concreto pre mezclado en camiones

APENDICE E

AGREGADO FINO Y GRUESO



E.1 Agregado Fino la Ceiba proveniente de la cantera la Ceiba



E.2 Agregado fino Arrocillo proveniente de la cantea Compiedra



E.3 Agregado grueso piedra gneis proveniente de la cantera Compiedra



E.4 Selección de muestra para la realización de los ensayos

APENDICE F

MUESTRAS SELECCIONADAS Y PESADAS PARA DOSIFICACIÓN



F.1 Selección de muestra de piedra gneis para el pesado



F.2 Muestra pesada de arena la Ceiba



F.3 Muestras pesadas de piedra gneis y arena la Ceiba

ANEXOS

ANEXO 1

HOJA TECNICA ADITIVO SIKAPLAST 200VE

Hoja de Datos de Producto

Edición 30.01.2010

Identificación N°

Versión N° 001

Sika® Plast® 200VE

Sika® Plast® 200VE

Reductor de agua - Retardador de fraguado controlado de mezclas de concreto.

Descripción

SikaPlast 200VE es un aditivo líquido, reductor de agua, retardador del tiempo de fraguado controlado. Aditivo tipo D según norma ASTM C-494 / COVENIN 356. No contiene cloruros.

Usos

- **Como Plastificante:** Adicionándola a una mezcla de consistencia normal se consigue incrementar su asentamiento sin tener que agregar agua.
- **SikaPlast 200VE** extiende el tiempo de manejabilidad y retarda el tiempo de fraguado de la mezcla, facilitando el transporte, colocación, vibrado y acabado del concreto.
- **Como Reductor de agua:** Adicionándolo disuelto en el agua de amasado permite reducir el agua de amasado, sin variar la manejabilidad normal, obteniéndose un incremento de las resistencias mecánicas. La impermeabilidad y durabilidad del concreto se ven incrementadas.
- **Como economizador de cemento:** Se puede aprovechar el incremento de resistencia logrado con la reducción de agua, para disminuir el contenido de cemento y así optimizar y hacer más económico el diseño de la mezcla.
- **SikaPlast 200VE**, se recomienda especialmente para la elaboración, transporte y bombeo de concreto en clima medio y cálido, para concretos con largo tiempo de transporte y para evitar juntas frías, cuando se colocan grandes masas de concreto.

Ventajas**En el concreto fresco**

- Extender el tiempo de manejabilidad de la mezcla permitiendo su transporte a grandes distancias.
- Incrementar la manejabilidad de la mezcla a bajas relaciones a/c, facilitando su colocación.
- Reducir el agua de amasado de la mezcla.
- Reducir la segregación y aumentar la cohesividad de la mezcla.
- Disminuir los riesgos de formación de juntas frías o de construcción.
- Facilitar notablemente las labores de producción, transporte y colocación en clima cálido.
- Modificar controladamente el tiempo de fraguado del concreto de acuerdo a la dosis usada.
- Elaborar mezclas para concreto tremie y concretos bombeados en todos los climas.

En el concreto endurecido

- Aumentar la compactación y disminuir la permeabilidad.
- Mejorar el acabado del concreto a la vista.



Datos Técnicos	Granel
Presentación	Tambor con 220 kg.
Color	Café oscuro.
Almacenaje	1 año en sitio fresco y bajo techo en su envase original bien cerrado.
Estado Físico	Líquido.
Densidad	1,11 ± 0,03 kg/l
Dosificación	0,15 a 0,45% por kg de cemento.
Modo de Empleo	Adicionarlo disuelto en la última porción de agua de amasado de la mezcla o directamente a la mezcla ya preparada.
Precauciones	<ul style="list-style-type: none"> ■ La dosis óptima se debe determinar mediante ensayos con los materiales y en las condiciones de la obra. ■ Se recomienda realizar ensayos previos cuando se utilice con otros productos. ■ Dosificaciones superiores a las recomendadas pueden ocasionar retardos prolongados que no afectan la resistencia final del concreto. ■ Dosificar por separado cuando se use en combinación con otros aditivos en la misma mezcla. ■ El curado del concreto con agua o Antisol es indispensable antes y después del fraguado.
Medidas de Seguridad	Manténgase fuera del alcance de los niños. Usar guantes de caucho y gafas de protección durante su manipulación. Consultar la Hoja de Seguridad del producto.
Códigos R/S	R: 22/25 S: 26
Advertencia	La información y, en específico, las recomendaciones relacionadas con la aplicación y el uso final de los productos Sika, son proporcionadas de buena fe con base en los conocimientos actuales y la experiencia de Sika con los productos, siempre y cuando los mismos sean debidamente almacenados, manejados y aplicados en condiciones normales, de conformidad con las recomendaciones de Sika. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones reales de la obra son tales que no puede inferirse garantía alguna con respecto a la comerciabilidad o adecuación para un objeto específico, ni responsabilidad alguna derivada de relación jurídica alguna, o bien de esta información, o bien de recomendaciones escritas, o bien de cualquier otra asesoría suministrada, salvo con respecto a algún defecto o vicio oculto del producto. El usuario del producto deberá probar la adecuación del producto a la aplicación y objeto propuestos para que la garantía dada por Sika pueda ser opuesta a nosotros. Sika se reserva el derecho de cambiar las propiedades de sus productos. Los derechos propios de terceros deberán ser observados. Todos los pedidos se encuentran sujetos a nuestras condiciones actuales de venta y entrega, las cuales manifiesta usted conocer. Los usuarios deberán en todo momento referirse a la edición más reciente de la Hoja de Datos del Producto en lo que se refiere al respectivo producto, de las cuales serán suministradas copias previa solicitud o requerimiento del cliente.



Sika Venezuela S.A.
Valencia, Av. Iribarren Borges, parcela N° 8-1, Zona Industrial Sur, Telf.: 0241/8324860 – Fax 0241/8333384.
Caracas, Zona 1, Sector Sur Manzana B-6, Calle 9 Parcela B-11, La Urbina. Telf./Fax: 0212/2437777 -2435774,
Barcelona, Calle Principal Tierra Adentro Nro.15 Teléfonos: (0281) 2689081 / 2637365 Fax. (0281) 2679334,
Pto. Ordaz, Av. Norte Sur Unare 2 Redoma la Piña galpón # 08, Telf./Fax: 0286/9531026 – 9525049,
Maracaibo, Av. 2- "El Milagro" entre Av. 77 y Av. 78 .Teléfonos: (0261) 7922467 Fax: (0261) 7921775,
WEB: www.sika.com.ve

ANEXO 2

HOJA TECNICA ADITIVO POLYHEED 755



The Chemical Company

116

POLYHEED® 755

Aditivo reductor de agua de rango medio y retardante

USOS RECOMENDADOS

- Concreto donde se requiera extender el fraguado y la trabajabilidad.
- Concreto arquitectónico blanco y de color.
- Concreto donde se requiera un rango de revenimiento medio de 15 a 20 cm (6 a 8 pulg).
- Mezclas de concreto con una amplia variedad de cementos Tipo Pórtland o adicionados.

DESCRIPCION

POLYHEED 755 es un aditivo líquido, listo para usarse, reductor de agua de rango medio que mantiene su trabajabilidad en ambientes con altas temperaturas. POLYHEED 755 cumple con las especificaciones ASTM C-494 Tipo B y D, AASHTO M 194 y CRD C-87.

VENTAJAS

- Reduce la Segregación en concretos de altos revenimientos.
- Reducción de agua de 12 al 20 % y excelente desempeño en un amplio rango de revenimientos, especialmente de 10 a 20 cm (4 a 8 pulg).
- Mejora las características de manejabilidad, capacidad de bombeo y acabado aún en mezclas de concreto con bajas cantidades de material cementante.
- Incremento en el desarrollo de resistencia a compresión y flexión durante su vida útil.
- Características de fraguado normal para las dosis recomendadas.
- Mejor desempeño con una amplia variedad de cementos, cenizas volantes, escorias granuladas y agregados, incluyendo arenas gruesas de trituración.
- Mejor resistencia al daño por los ciclos de congelamiento y deshielo.

DOSIFICACION

POLYHEED 755 se aplica en un rango de 4 a 12 ml por kg de material cementante (6 a 18 oz. fl por 100 lb de material cementante). Para usar otras dosificaciones que estén fuera del rango recomendado consulte a su representante local de BASF Construction Chemicals.

CARACTERÍSTICAS DE USO

Compatibilidad

POLYHEED 755 puede utilizarse en combinación con cualquier otro aditivo de BASF Construction Chemicals. Cuando se usa con otros aditivos, cada uno deberá vaciarse a la mezcla en forma separada. POLYHEED 755 puede utilizarse con aditivos inclusores de aire siempre que satisfagan las especificaciones ASTM, AASHTO y CRD.

Corrosividad

POLYHEED 755 no es corrosivo, no contiene cloruros. POLYHEED 755 no iniciará o promoverá la corrosión del acero de refuerzo en el concreto.

Temperatura

Si el POLYHEED 755 se congela, se recomienda elevar la temperatura a 2°C (32°F) o más y agitarlo hasta que esté completamente reconstituido. No se debe usar aire a presión para agitarlo.

EMPAQUE

POLYHEED 755 se suministra en tambores de 208 litros o a granel.

ALMACENAMIENTO

POLYHEED 755 debe almacenarse a temperaturas superiores a 0°C (32°F) en sus tambores originales sellados. POLYHEED 755 tiene una vida útil de 18 meses como mínimo. Dependiendo de las condiciones de almacenamiento, esta puede ser mayor.

**Master
Builders**



The Chemical Company

117

DATOS TECNICOS

Estado Físico: Líquido
Color: Café Oscuro
Densidad 25°C (77°F): 1,115 ± 0,015 g/ml
pH: 10 ± 1

SEGURIDAD

POLYHEED 755 No contiene sustancias peligrosas que deban indicarse en la etiqueta. Se usa con seguridad siguiendo las precauciones estándares para la industria de la construcción como, guantes, lentes de seguridad, etc.

La información indicada representa nuestro leal saber y entender y se basa no solamente en el trabajo de laboratorio, sino también en la experiencia de campo. Sin embargo, debido a los diferentes factores que afectan los resultados, ofrecemos esta información sin garantía y sin asumir una responsabilidad manifiesta.

BASF Construction Chemicals
 23700 Chagrin Blvd
 Cleveland, OH, USA, 44122
 1-216-839-7550

México 55-5899-3984 www.basf-cc.com.mx	Guadalajara 33-3811-7335	Monterrey 81-8335-4425	Mérida 999-925-6127	Tijuana 664-686-6655
Costa Rica 506-2440-9110 www.centroamerica.basf-cc.com	Panamá 507-300-1360	Puerto Rico 1-787-258-2737 www.caribbean.basf-cc.com	Rep. Dominicana 809-334-1026 www.basf-cc.com.do	

ANEXO 3

CEMENTO PORLAND. ESPECIFICACIONES. COVENIN 28:1993

**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
28-93**

**CEMENTO PORTLAND.
ESPECIFICACIONES.**

(5^{ta.} REVISION)



2 OBJETO Y CAMPO DE APLICACION

Esta Norma Venezolana establece los requisitos mínimos que debe cumplir el cemento portland para ser usado en construcciones de concreto en general.

3 DEFINICIONES

3.1 CEMENTO PORTLAND

Es el producto obtenido por la pulverización de Clinker Portland, el cual consiste esencialmente en silicatos de calcio hidráulico con la adición de agua y sulfato de calcio.

3.1.1 Se admitan también las adiciones neutras que no excedan el 5% del peso total, u otras adiciones activas en un porcentaje tal que en ambos se cumpla con los requisitos establecidos en esta Norma COVENIN. Todos los productos que se añadan deben ser pulverizados conjuntamente con el clinker.

3.1.2 Cuando los productos incluidos cambien las propiedades del cemento (tales como incorporadores de aire, plastificadores, aceleradores, sustancias hidrófobas, y otros), se debe completar la denominación del cemento indicando la naturaleza de la acción ejercida por el producto.

3.2 Cualquier definición adicional puede ser consultada en la Norma Venezolana COVENIN 483.

4 CLASIFICACION

El cemento portland según su uso, se clasificará en:

4.1 TIPO I

Para usarse en las construcciones de concreto en general, cuando no se requieran las propiedades especiales correspondientes a los otros tipos.

El cemento portland blanco entra en esta clasificación.

4.2 TIPO II

Para usarse en obras expuestas a la acción moderada de los sulfatos, o donde se requiera un calor de hidratación moderado.

4.3 TIPO III

Para usarse en construcciones que requieran altas resistencias iniciales.

4.4 TIPO IV

Para usarse en obras donde sea necesario un muy bajo calor de hidratación.

4.5 TIPO V

Para usarse en construcciones que requieran alta resistencia a los sulfatos.

ANEXO 4

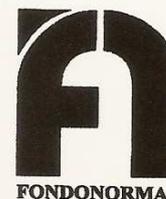
**AGREGADOS. DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN
GRANULOMÉTRICA. COVENIN 255:1998**

**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
255:1998**

**AGREGADOS. DETERMINACIÓN
DE LA COMPOSICIÓN
GRANULOMÉTRICA**

(1^{ra} Revisión)



**NORMA VENEZOLANA
AGREGADOS.
DETERMINACIÓN DE LA
COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA**

**COVENIN
255:1998
(1^{ra} Revisión)**

1 OBJETO

1.1 Esta Norma Venezolana contempla un procedimiento para la determinación por cernido de la distribución de los tamaños de las partículas de agregados finos y gruesos.

1.2 Algunas especificaciones para agregados que se referencian en esta Norma Venezolana contienen requisitos de gradación que abarcan tanto la fracción gruesa como la fina. Se incluyen, por lo tanto las instrucciones para el análisis de la composición granulométrica de agregados finos y gruesos.

2 REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Venezolana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión se recomienda, a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones más recientes de las normas citadas seguidamente:

COVENIN 254:1998 Cedazos de ensayo.

COVENIN 258:1977 Agregado fino. Determinación por lavado del material que pasa el cedazo COVENIN 75 μm (#200).

COVENIN 270:1998 Agregados. Extracción de muestras para morteros y concretos.

COVENIN 273:1998 Concreto, mortero y componentes. Terminología.

COVENIN 288:1998/ISO 1000 Sistema internacional de unidades SI y recomendaciones para el uso de sus múltiplos y otras unidades.

3 RESUMEN DEL MÉTODO

Se separa una muestra de agregado seco de masa conocida, a través de una serie de cedazos de aberturas progresivamente más reducidas para determinar la distribución de los tamaños de las partículas.

4 EQUIPO DE ENSAYO

4.1 Aparatos

4.1.1 Balanza

Deben tener la siguiente precisión y legibilidad:

4.1.1.1 Para agregados finos: que se pueda leer hasta 0,1 g y con una precisión del 0,1% de la carga de ensayo, cualquiera sea su valor, en cualquier punto dentro del intervalo de uso.

4.1.1.2 Para agregados gruesos, o para mezclas de agregados gruesos y finos, una lectura y aproximación del 0,1% de la carga de ensayo, cualquiera sea su valor, en cualquier punto dentro del intervalo de uso.

4.1.2 Cedazos

Deben estar montados en marcos firmes y contruidos de tal manera que impidan la pérdida de material durante el cernido. Los tamaños se seleccionan de forma tal que suministren la información requerida por las especificaciones para los materiales a ensayar y que cumplan con la Norma Venezolana COVENIN 254.

Nota 1. Los cedazos con aberturas superiores al COVENIN 125 mm (#120) tienen una variación permisible en la abertura media de $\pm 2\%$ y tienen un diámetro nominal del hilo de alambre de 8,0 mm ó mayor.

4.1.3 Cernidora mecánica

Si se usa, debe impartir un movimiento vertical, o un movimiento lateral y vertical al cedazo, haciendo que las partículas presenten diferentes orientaciones con respecto a la superficie del cedazo. La acción de cernido debe ser aquella que cumpla con el criterio de calidad descrito en el punto 6.4 en un tiempo razonable.

Nota 2. El uso de una cernidora mecánica se recomienda cuando el tamaño de la muestra es de 20 kg ó mayor, y se pueda usar para pequeñas muestras, incluidas las de agregado fino. Un tiempo excesivo (superior a 10 min) de la operación de cernido, puede producir la degradación de la muestra. Una misma cernidora mecánica puede no ser apropiada para todos los tamaños de muestras, dado que la mayor área de cernido necesario para un cernido práctico de agregados gruesos con tamaños nominales puede producir la pérdida de una porción de muestra.

4.1.3 Horno

De tamaño adecuado capaz de mantener una temperatura uniforme de $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

5 MATERIAL A ENSAYAR

5.1 Consiste en una muestra de agregado, la cual se mezcla completamente y se reduce a una cantidad apropiada para el ensayo.

5.2 La muestra previamente se humedece para disminuir la segregación y la pérdida de polvo; dicha muestra debe ser representativa del material, para lo cual se emplea un divisor de muestras o el método de *cuarteo* descrito en la Norma Venezolana COVENIN 270. Se seca la muestra y se obtiene aproximadamente la masa deseada para el ensayo. No se debe intentar seleccionar muestras de una masa exacta prefijada.

Nota 3. Cuando el único propósito del ensayo es el de analizar el cernido, incluyendo la fracción cernida de finos menores de $75 \mu\text{m}$ (véase Norma Venezolana COVENIN 258) puede reducirse el tamaño de la muestra con el fin de evitar el envío de cantidades excesivas de material extra al laboratorio.

5.2.1 Agregado fino

La muestra de agregado fino se debe pesar, luego de pasar por el proceso de secado, se tomarán aproximadamente las siguientes cantidades:

5.2.1.1 Agregado con un mínimo del 95% del material que pasa el cedazo COVENIN 2,38 mm (#8): 100 g.

5.1.1.2 Agregado con un mínimo del 85% del material que pasa el cedazo COVENIN 4,76 mm (#4) y más del 5% retenido en el cedazo COVENIN 2,38 mm (#8): 500 g.

5.2.2 Agregado grueso

La muestra de agregado grueso debe tener después de secada al horno las masas mínimas dadas en la tabla 1.

5.2.3 Mezclas de agregados finos y gruesos

La masa de la muestra de la mezcla de agregados finos y gruesos debe ser separada en dos (2) tamaños y se preparan según los puntos 5.2.1 y 5.2.2.

5.2.4 El tamaño de la muestra requerido para agregados con tamaños máximos nominales grandes es de tal magnitud que excluye todo tipo de ensayos, excepto los llevados a cabo con grandes cernidores mecánicos. Sin embargo, los propósitos de la norma se pueden satisfacer por muestras de agregados con tamaños máximos nominales superiores a 50,80 mm si se usa una masa de muestra baja, sin olvidar que el criterio para la aceptación o rechazo del material está basado en el promedio de los resultados de muchas muestras, de forma tal que el tamaño de muestra usado en las muestras promediadas debe igualar el mínimo de masa de muestras presentado en el punto 5.2.2.

5.2.5 En el caso de que la cantidad de material fino menor que 75 μm (COVENIN #200) se procese según la Norma Venezolana COVENIN 258, se debe realizar de la siguiente forma:

5.2.5.1 Para agregados con tamaños máximos de 12,70 mm o inferiores, se usa la misma cantidad de muestra de la Norma Venezolana COVENIN 258 y las presentadas en esta norma. Primero se ensaya la muestra según la norma antes mencionada, luego de la operación de secado se cierne en seco la muestra como se indica en el punto 6.

5.2.5.2 Para agregados con tamaños nominales mayores de 12,70 mm, se puede utilizar una única muestra como se describe en 5.2.5.1, o diferentes muestras siguiendo la presente Norma Venezolana y la COVENIN 258.

5.2.5.3 Cuando por las especificaciones, se requiera la determinación de la cantidad total de material de finos menores de 75 μm por cernido, lavado y vuelto a cernir en seco, se utiliza el procedimiento 5.2.5.1.

Tabla 1

Tamaño máximo nominal de la partícula (mm)	Masa mínima de la muestra (kg)
9,51	1
12,70	2
19,00	5
25,00	10
38,10	15
50,80	20
64,00	35
76,10	60
90,50	100
101,60	150
107,60	200
127,00	300
150,00	500

6 PROCEDIMIENTO

6.1 Se seca la muestra en el horno hasta que alcance una masa constante a una temperatura de $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

Nota 4. Para propósitos de control, particularmente cuando se desee obtener resultados rápidos, generalmente no es necesario secar el agregado grueso para el análisis del método de cernido. Los resultados se ven ligeramente afectados por el contenido de humedad cuando:

- a) El tamaño máximo nominal es menor de 12,70 mm, o sea que pasa el cedazo COVENIN $\frac{1}{2}$ ".
- b) El agregado grueso contiene una fracción importante de finos menores de 4,76 mm (cedazo COVENIN #4).
- c) El agregado grueso es altamente absorbente (un agregado de masa ligero, por ejemplo). Así mismo, las muestras pueden someterse a secado por altas temperaturas en hornos provistos de escape de vapor sin que se afecten los resultados y sin que se generen presiones lo suficientemente grandes como para fracturar las partículas, y bajo temperaturas no tan elevadas como para causar la descomposición química del agregado.

ANEXO 5

**AGREGADO FINO. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y LA
ABSORCIÓN. COVENIN 268:1998**

**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
268:1998**

**AGREGADO FINO.
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD
Y LA ABSORCIÓN**

(1^{ra} Revisión)



**NORMA VENEZOLANA
AGREGADO FINO.
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD
Y LA ABSORCIÓN**

**COVENIN
268:1998
(1^{ra} Revisión)**

1 OBJETO

Esta norma venezolana contempla el método de ensayo para determinar la densidad aparente, la densidad aparente con muestra saturada y de superficie seca (densidad aparente SSS), la densidad nominal (todas a $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) y la absorción (después de 24 horas en agua) del agregado fino.

2 REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que, al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Venezolana. La edición indicada estaba vigente para el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas que analicen la conveniencia de usar la edición más reciente de las normas citadas seguidamente:

COVENIN 254:1998	Cedazos de ensayo.
COVENIN 255:1998	Agregados. Determinación de la composición granulométrica.
COVENIN 269:1998	Agregado grueso. Determinación de la densidad y la absorción.
COVENIN 270:1998	Agregados. Extracción de muestras para morteros y concretos.
COVENIN 273:1998	Concreto, mortero y componentes. Terminología.
COVENIN 288:1998/ISO 1000	Sistema internacional de unidades SI y recomendaciones para el uso de sus múltiplos y otras unidades.

3 TERMINOLOGÍA

La densidad es la masa por unidad de volumen. Los calificativos nominal o aparente, se refieren a la forma de tomar el volumen del cuerpo, puesto que las partículas de los agregados para el concreto tienen porosidad; esa porosidad puede ser saturable o no saturable. Si se toma el volumen externo, el aparente, la densidad calculada será la *densidad aparente*; pero si del volumen aparente se elimina la porosidad saturable, entonces la densidad se llama *densidad nominal*, y si además de la porosidad saturable se elimina la porosidad no saturable, obtenemos un volumen resultante de material puro, y por lo tanto el cociente de la masa y ese volumen será la densidad real.

Nota 1. En las normas ASTM se utiliza el término *apparent* para referirse a lo que en esta norma venezolana se denomina *nominal*, y el término *bulk* al de *aparente*.

4 DEFINICIONES

Para los propósitos de esta Norma Venezolana, se aplican las siguientes definiciones:

4.1 Densidad

4.1.1 Densidad aparente

Es la relación entre la masa en el aire de un volumen dado de agregado, incluyendo los poros saturables y no saturables, (sin incluir los vacíos entre partículas) y la masa de un volumen igual de agua destilada libre de gas a una temperatura establecida.

4.1.2 Densidad aparente con muestra saturada y de superficie seca (SSS)

Es la relación entre la masa en el aire de un volumen dado de agregado, incluyendo la masa del agua dentro de los poros saturables, después de la inmersión en agua durante (24 ± 4) h, pero sin incluir los vacíos entre las partículas, comparado con la masa de un volumen igual de agua destilada libre de gas a una temperatura establecida.

4.1.3 Densidad nominal

Es la relación entre la masa en el aire de un volumen dado de agregado, sin incluir los espacios de los poros saturables, pero sí los de los no saturables; y la masa de un volumen de agua destilada libre de gas a una temperatura establecida.

4.2 Absorción

Es el incremento en la masa del agregado debido al agua en los poros del material, pero sin incluir el agua adherida a la superficie exterior de las partículas, expresado como un porcentaje de la masa seca.

Nota 2. La muestra de agregado se considera *seca*, cuando se ha mantenido a una temperatura de $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ por suficiente tiempo para remover toda el agua de su superficie.

5 RESUMEN DEL MÉTODO DE ENSAYO

Una muestra de agregado se sumerge en agua durante (24 ± 4) h aproximadamente para saturar los poros. Luego se remueve el agua y se seca en un recipiente adecuado, y se determina su masa una primera vez. Posteriormente, la muestra se sumerge en agua y se determina su masa una segunda vez. Finalmente, se seca al horno y se determina su masa una tercera vez. Con las masas obtenidas y las fórmulas de este método de ensayo, se calculan tres (3) formas de densidad y la absorción.

6 SIGNIFICADO Y USO

6.1 La *densidad aparente* es la característica generalmente utilizada para calcular el volumen ocupado por el agregado en mezclas que incluyen al concreto de cemento hidráulico, concreto bituminoso y otras que son dosificadas o analizadas en base al volumen absoluto. También se usa en el cálculo de vacíos del agregado y en la determinación de la humedad del agregado por desplazamiento del agua.

6.2 La densidad aparente determinada sobre la base de muestra saturada y de superficie seca (*densidad aparente SSS*), se utiliza si el agregado está húmedo, es decir, si se ha cumplido la absorción. En cambio, la densidad aparente determinada sobre la base de muestra secada al horno es usada cuando el agregado está seco o se asume seco.

6.3 La *densidad nominal*, se refiere al material sólido formado por partículas constituyentes sin incluir los espacios de los poros saturables. Este valor es poco usado en la tecnología de la construcción.

6.4 Los valores de la *absorción* se utilizan para calcular el cambio en la masa de un agregado por el agua retenida en los espacios de los poros saturables, comparado con la condición seca, cuando se considera que el agregado ha estado en contacto con el agua el tiempo suficiente para satisfacer la mayoría del potencial de absorción. El estándar de laboratorio para la absorción es el que se obtiene después de sumergir el agregado seco durante (24 ± 4) h en agua. El agregado extraído por debajo del nivel freático puede tener una absorción mayor si no se permite su secado. Inversamente, puede contener una cantidad de humedad absorbida menor que la condición húmeda de las (24 ± 4) h. Para un agregado que ha estado en contacto con el agua y que por lo tanto tiene humedad libre en la superficie de sus partículas, el porcentaje de humedad libre puede determinarse deduciendo la absorción del contenido de humedad total.

7 EQUIPO DE ENSAYO

7.1 Aparatos

7.1.1 **Balanza:** con una capacidad de 1 kg o más, debe permitir lecturas de 0,1 g ó menos y con precisión del 0,1%, o sea, dentro de cualquier rango de 100 g de la carga de ensayo, la diferencia entre lecturas debe ser exacta dentro de 0,1 g.

ANEXO 6

**CONCRETO. METODO PARA LA ELABORACIÓN, CURADO Y ENSAYO
A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO. COVENIN 338:2002**

**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
338:2002**

**CONCRETO. MÉTODO PARA
LA ELABORACIÓN, CURADO
Y ENSAYO A COMPRESIÓN
DE CILINDROS DE CONCRETO**

(2^{da} Revisión)



3.4 Vibradores

3.4.1 Vibradores internos

De eje rígido o flexible, preferiblemente accionado por un motor eléctrico; cuya frecuencia de vibración sea de 7.000 r.p.m. o más; el diámetro exterior del elemento vibrador debe estar comprendido entre 19 mm y 38 mm. La longitud mínima del eje debe ser de 40 mm, en todo caso la longitud del eje más el elemento vibrador debe exceder en por lo menos 75 mm la profundidad del elemento que se vibra.

3.4.2 Vibradores externos

De mesa o de plancha, que tengan dispositivos para que el molde quede bien ajustado. La frecuencia de vibración debe ser de 3.400 r.p.m. y un tacómetro para verificar la frecuencia de vibración.

3.5 Herramientas

Tales como palas, baldes, llanas metálicas y de madera, cucharas, envasadores, cucharones, guantes de goma y recipientes metálicos de mezclado.

4 MUESTREO

4.1 Se toma una muestra del concreto fresco según la Norma Venezolana COVENIN 344.

4.2 Por cada muestra combinada o de ensayo se debe elaborar dos cilindros por cada condición de ensayo (véase nota 1).

Nota 1: El número especificado de probeta por cada muestra es de dos en el caso de que se tome un número de probetas diferentes, ello influirá en la magnitud de los parámetros estadísticos del material, lo cual debe tomarse en cuenta al calcularlos.

5 PROCEDIMIENTO

5.1 Preparación del molde

5.1.1 El molde debe estar limpio, su superficie interior así como su base, deben estar aceitadas, a este fin sólo se permite el uso de aceites minerales u otros productos destinados a este uso.

5.1.2 Se deben evitar las pérdidas de agua. Las zonas de contacto entre molde y base se pueden sellar con una mezcla de parafina y cera virgen, trabajable a temperatura ambiente, o algún otro material que no afecta la resistencia del concreto.

5.2 Preparación del cilindro

5.2.1 Sitio del moldeo

Las probetas deben moldearse en el lugar donde se almacenarán durante las primeras 20 horas (véase nota 2).

Nota 2: En el caso que sea imprescindible el traslado de las probetas antes de 24 horas, éstas deben ser manejadas con cuidados especiales siempre en su molde. Evitando toda percusión, golpe e inclinación de las mismas, así como daños en su superficie al ser transportados al lugar de almacenamiento.

5.2.2 Vaciado

El concreto se vacía en los moldes, en dos capas, si se va a compactar por el método de vibrado y en tres si se va a compactar por el método de la barra, asegurándose al mínimo la segregación del material dentro del molde, utilizando la barra para tal fin.

Nota 3: Los moldes deben estar en la sombra y cuidarse de la evaporación.

5.2.3 Compactación

El método de compactación se debe seleccionar en base al asentamiento, a menos que el mismo se establezca especialmente en las especificaciones bajo las cuales se ejecuta el trabajo. Los métodos son: con barra y vibrado. Si el asentamiento es inferior a 25 mm (1 pulgada) debe usarse el método de vibrado, si el

asentamiento está entre 25 mm (1 pulgada) a 75 mm (3 pulgadas) se puede usar cualquiera de los dos métodos, siendo preferible el método usado en la obra y si es mayor de 75 mm (3 pulgadas) debe usarse el método de la barra.

5.2.3.1 Compactación con barra

El concreto se coloca en el molde en tres capas de igual volumen aproximadamente. Cada capa debe compactarse con el número de golpes que se indica en la tabla 1, para lo cual se utiliza la barra compactadora. Los golpes deben distribuirse uniformemente en toda la sección transversal del molde. La capa del fondo debe compactarse en toda su profundidad.

Cuando se compacta la capa inmediata superior, la barra debe penetrar aproximadamente de 20 a 30 mm en la capa inmediatamente inferior. Si al retirar la barra quedan huecos en el cilindro, éstos se deben cerrar golpeando suavemente las paredes del molde.

Tabla 1. Compactación

Diámetro nominal del cilindro (mm)	Número de golpes
150	25
200	50
250	75

5.2.3.2 Vibrador

El concreto se debe vibrar lo suficiente para lograr su compactación, se debe evitar el exceso de vibrado pues éste causa segregación. El concreto de cada capa se debe colocar en su totalidad en el molde antes de iniciar su vibrado. Al llegar a la última capa se debe evitar un exceso de concreto de más de 6 mm de altura, después de ser vibrada la última capa se agrega suficiente concreto de forma que sobrepase la corona del molde en unos 3 mm se golpean suavemente las paredes del molde y se enrasa con una cuchara de albañil. La duración de vibración requerida depende de la trabajabilidad del concreto y la eficiencia del vibrador. Usualmente, se considera suficiente el vibrador, cuando el concreto presenta una superficie relativamente brillante y lisa.

5.2.3.2.1 Vibrador interno

El diámetro del vibrador no debe ser mayor de 1/4 del ancho del molde. El vibrador no debe tocar ni las paredes, ni el fondo del molde. Al compactar la segunda capa el vibrador debe penetrar de 20 a 30 mm aproximadamente dentro de la primera. El vibrador se debe retirar suavemente y funcionando para evitar que se formen bolsas de aire.

5.2.3.2.2 Vibrador externo

Cuando se usa el vibrador externo, el molde debe estar rígidamente unido al elemento vibrador.

5.2.3.3 Enrase

Después de compactar el concreto, por el método de la barra o mediante el vibrador, debe enrasarse la probeta con la barra o con la cuchara de albañilería, de manera que la superficie quede perfectamente lisa y al ras con el borde del molde. Aún cuando las superficies vayan a ser posteriormente rematadas no deben hacerse marcas grabadas sobre ella.

5.2.4 Curado de los cilindros

5.2.4.1 Una vez elaboradas las probetas deben protegerse de la pérdida de agua por evaporación cubriéndolas adecuadamente con un material impermeable y a menos que se especifiquen otras condiciones debe almacenarse a una temperatura ambiente a la sombra (véase nota 4). Los moldes deben mantenerse en una superficie horizontal rígida libre de vibraciones y otras perturbaciones.

5.2.4.2 Las probetas deben retirarse de los moldes en un lapso de tiempo comprendido entre 20 y 48 horas, después de su elaboración y se almacenarán hasta el momento del ensayo en cualquiera de los siguientes ambientes:

- a) Directamente bajo agua saturada de cal (véase nota 5).
- b) Arena limpia y saturada constantemente de agua.
- c) Cámara húmeda, con una humedad relativa entre 90 y 100%.

NOTA 4: En el caso de que se desee reproducir las condiciones de curado en obra, las probetas deberán permanecer constantemente a la sombra, controlando periódicamente su temperatura, el ambiente y la temperatura de curado deben ser anotadas por ser datos indispensables para la interpretación de los resultados.

NOTA 5: El agua debe ser potable, limpia, exenta de materiales extraños y mantenerse en el rango de temperatura de $(23 + 3)$ °C. La renovación del agua depende del número de probetas que se están curando como promedio, se recomienda renovarla, cada 15 días.

5.2.5 Envío de los cilindros al laboratorio

5.2.5.1 Si los cilindros se ensayan en un laboratorio fuera de la obra, deben llegar dos días hábiles antes del ensayo, 7 y 28 días y el mismo día del ensayo para edades más tempranas.

5.2.5.2 Los cilindros se deben transportar en cajas dentro de las cuales están cubiertos de arena húmeda u otro material inerte adecuado para evitar golpes y vibraciones. Si esto no se cumple se debe hacer constar en el informe-

5.2.5.3 Se debe suministrar los siguientes datos:

- a) Hora y fecha de elaboración.
- b) Ambiente, tiempo y temperatura de curado.
- c) Localización de la representación del concreto de la muestra con respecto a la estructura.
- d) Toda información que el laboratorio considere de importancia para la interpretación de los resultados (tipo y marca de cemento usado, relación de agua-cemento, tamaño máximo del agregado, asentamiento, temperatura elevada de algunos de los componentes y otros).

5.3 Método de ensayo

5.3.1 Preparación de la muestra

5.3.1.1 Las caras de compresión deben ser rematadas de tal forma que se logre el paralelismo entre las caras del cilindro. Las superficies de compresión deben ser visiblemente planas, sin grumos, ralladuras o defectos visibles.

5.3.1.2 Para el momento del ensayo el remate debe tener una resistencia superior a la del concreto que se va a ensayar, (véase nota 6); pudiéndose emplear cualquier material capaz de proporcionar en el momento el ensayo, la resistencia y la adherencia necesaria. El espesor de la capa de remate debe estar entre 2 y 3% de la dimensión lateral (cara de la probeta).

NOTA 6: Uno de los materiales más usados para el remate de las caras de los cilindros, es el mortero de azufre, el cual debe tener una resistencia mínima de 350 kgf/cm^2 a las dos horas y ensayado en cubos de $50 \times 50 \text{ mm}$.

5.3.1.3 Los cilindros se deben ensayar a la edad prevista, con una tolerancia de $\pm t/14$.

$$t = \text{EDAD PREVISTA PARA EL ENSAYO}$$

5.3.1.4 La sección del cilindro se determina en su zona central y el diámetro de cálculo es el promedio de los diámetros ortogonales aproximados hasta el milímetro entero más próximo.

5.3.1.5 La altura del cilindro se determina después de ser rematadas sus caras. La altura se aproxima al milímetro más cercano.

5.3.2 Procedimiento

5.3.2.1 Los cilindros se colocan en la máquina de ensayo, se centran cuidadosamente y se comprimen. Tanto las superficies rematadas de los cilindros y los platos de la máquina deben estar exentos de polvo, grasa y de cualquier otro material extraño.

5.3.2.2 En el caso de las máquinas de tipo mecánico el desplazamiento del cabezal debe ser aproximadamente de 1,3 mm. por minuto; en las máquinas operadas hidráulicamente se aplicará una presión

ANEXO 7

ADITIVOS QUIMICOS UTILIZADOS EN LOS CONCRETOS. COVENIN

351:1994

**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
351:1994**

**ADITIVOS QUIMICOS UTILIZADOS
EN EL CONCRETO.
METODOS DE ENSAYO.**

(1^{era} REVISION)



Norma COVENIN 277, excepto cuando los ensayos se hagan de acuerdo con el punto 3.4 usando los agregados propuestos para un trabajo específico, así mismo la granulometría de estos agregados debe cumplir con los siguientes requisitos:

3.2.1 Granulometría del Agregado Fino

Cedazo	Porcentaje en peso que pasa
4,76 mm (Nº. 4)	100
1,19 mm (Nº 16)	65 - 75
297 mm (Nº 50)	12 - 20
149 mm (Nº 100)	2 - 5

3.2.2 Granulometría del agregado grueso

Debe ser separado en los cedazos de 25,4 mm (1 pulg), 19,0 mm (3/4 pulg), 12,7 mm (1/2 pulg), 9,5 mm (3/8 pulg) y 4,76 mm (No. 4), descartándose el material retenido en el tamiz 25,4 mm (1 pulg) y tomando porciones iguales en peso, de los cuatro tamaños del material retenido en los restantes tamices de la serie.

3.3 ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE

Debe ser un material que incorpore una cantidad específica de aire en la mezcla del concreto, según Norma Venezolana COVENIN 357 y de acuerdo con lo especificado en el punto 4.2 de esta Norma, obteniendo un concreto de resistencia satisfactoria a la congelación y deshielo. En caso de no asignarse ningún material específico, se usará la "resina Vinsol neutralizada" (NOTA 2). Cuando se elaboren ensayos de acuerdo a lo descrito en el punto 3.4 se usa un aditivo incorporador de aire específico.

NOTA 2. Se puede realizar la neutralización tratando 100 partes de la resina Vinsol con 9 a 15 partes en peso de hidróxido de sodio. En una solución acuosa, la relación entre el agua y la resina no debe exceder 12: 1 en peso.

3.4 MATERIALES UTILIZABLES EN ENSAYOS PARA USOS ESPECIFICOS

Para el ensayo de un aditivo químico que se va a usar en un trabajo específico, el cemento, los agregados y los aditivos incorporador de aire empleados, deben ser representativos de aquellos a ser utilizados en obra, y se deben dosificar las mezclas de concreto para tener el contenido de aire especificado para la obra. Si el tamaño del agregado es mayor de 25, 4 mm (1 pulg), se debe cernir el concreto a

través de un cedazo de 25,4 mm (1 pulg) antes de moldear las probetas de ensayo.

4. PROCEDIMIENTO

4.1. DOSIFICACION DE MEZCLAS DE CONCRETO

4.1.1 Proporciones

Se debe cumplir con los requisitos descritos en los puntos 4.1.1.1 hasta el 4.1.1.3 exceptuando el caso en el que se realicen ensayos para usos específicos (punto 3.4) . Los efectos de un aditivo químico en el tiempo de fraguado y la cantidad de agua necesaria para el concreto, pueden variar de acuerdo con el momento de su incorporación durante el mezclado y el orden seguido en el mismo. Por consiguiente, en las especificaciones para un determinado trabajo, se debe indicar que el aditivo sea añadido en la misma forma y en el mismo momento durante el mezclado, emulando las condiciones reales que se presentaron en el trabajo específico, recomendándose seguir las instrucciones del fabricante en cuanto a la incorporación del aditivo.

4.1.1.1 El contenido de cemento debe ser de $307 \pm 3 \text{ kg/m}^3$

4.1.1.2 El contenido de aire usado para las mezclas sin aire incorporado al calcular las proporciones debe ser de 1,5 %.

4.1.1.3 Se debe ajustar el contenido de agua para obtener un asentamiento comprendido entre 7,5 y 10,0 cm(3 pulg y 4 pulg). La trabajabilidad de la mezcla de concreto debe ser adecuada para su consolidación por medio de compactación a mano y la mezcla de concreto debe tener el mínimo contenido de agua posible. Estas condiciones se alcanzan por medio de ajustes finales en la proporción de agregado fino o agregado grueso o en la cantidad total de agregado, o ambas, manteniendo el asentamiento dentro de los rangos requeridos.

4.1.2 Tipos de Mezclas

Se deben preparar las mezclas de concreto tanto como aditivo como sin éste. La mezcla de concreto sin aditivo químico se llama mezcla de concreto de referencia o control. Se añade el aditivo en la forma y cantidad recomendada por el fabricante para cumplir con los requisitos especificado en la Norma Venezolana COVENIN 356, en lo que respecta a reducción de agua, tiempo de fraguado o ambos (NOTA 3)

NOTA 3. Cuando así lo desee la persona u organismo para quien se realizan los ensayos, el aditivo puede ser añadido en una cantidad tal que produzca un tiempo de fraguado determinado, y/o reducción de agua específica de la mezcla

Se determina el contenido de agua del concreto en litros por metro cúbico, dividiendo el contenido neto de agua en kg entre el volumen de la mezcla en m³.

4.3.1.4.2 Se calcula el contenido relativo de agua del concreto que contiene el aditivo por ensayar, como un porcentaje del contenido de agua del concreto de referencia:

Se divide el contenido de agua de todas las mezclas de concreto que contienen el aditivo por ensayar, entre el contenido promedio de agua de todas las mezclas de concreto de referencia y el cociente se multiplica por 100.

NOTA 4. Véase el punto 4.5.2

NOTA 5. Determinado en cada mezcla de concreto.

NOTA 6. Véase el punto 4.3.1.3

4.4 ELABORACION DE LAS PROBETAS PARA ENSAYOS DE CONCRETO ENDURECIDO

4.4.1 Se elaboran las probetas de concreto endurecido que representan cada ensayo, edad de éste y cada condición del concreto que se compara.

4.4.2 Se deben elaborar por lo menos tres mezclas diferentes y el número mínimo de probetas, debe ser según lo descrito en la **Tabla 1**.

Se elaboran por lo menos tres probetas en un determinado día por cada ensayo y edad de éste, para cada condición del concreto. Se debe completar la preparación de todas las probetas en un tiempo máximo de 3 días.

4.5 ENSAYO DE PROBETAS DE CONCRETO ENDURECIDO

4.5.1 Número de Probetas

Se elaborarán seis o más probetas para el ensayo de congelación y deshielo, y tres o más probetas para cada uno de los otros tipos de ensayos y edad de éste especificado en la **Tabla 1**, para cada condición de concreto que se va a comparar.

4.5.2 Tipos de Probetas

Se elaboran probetas de concreto con aditivo químico o sin él, de acuerdo con los siguientes requisitos:

4.5.2.1 Resistencia a la compresión:

Se elaboran, se curan y se ensayan las probetas de acuerdo

con lo especificado en la Norma Venezolana COVENIN 338.

4.5.2.2 Resistencia a la flexión

Se elaboran, se curan y se ensayan las probetas de acuerdo con lo especificado en la Norma Venezolana COVENIN 340.

4.5.2.3 Resistencia a Congelación y Deshielo

Se elaboran y se curan las probetas de acuerdo con lo especificado en la Norma Venezolana COVENIN 340.

Las prismas de ensayo no deben tener menos de 76 mm de ancho, ni más de 127 mm de altura y no más de 40 mm de long, se elaboran una serie de probetas con la mezcla de concreto que contienen el aditivo por ensayar y con la mezcla de concreto de referencia; las mezclas deberán tener un contenido de aire según se indica en el punto 4.1.4

4.5.2.4 Adherencia con el Acero

Se elaboran y se curan las probetas de ensayo de acuerdo con lo especificado en la Norma Venezolana COVENIN 1429.

4.5.2.5 Cambio de longitud

Se elaboran, se curan y se ensayan las probetas, de acuerdo con lo especificado en la Norma Venezolana COVENIN 346. El periodo de curado húmedo, incluyendo el tiempo de los moldes, debe ser de 14 días.

4.6 ENSAYOS SOBRE PROBETAS DE CONCRETO ENDURECIDO

4.6.1 Se ensayan de acuerdo con lo especificado en la Norma Venezolana COVENIN 356, atendiendo a los siguientes métodos:

4.6.1.1 Resistencia a la compresión

Se ensayan las probetas de acuerdo con lo especificado en la Norma venezolana COVENIN 338. Las probetas se ensayan a edades de 1,3,7 y 28 días, 6 meses y 1 año. Se calcula la resistencia a la compresión del concreto que contiene el aditivo por ensayar, como un porcentaje de la resistencia a la compresión del concreto de referencia.

4.6.1.1.1 Se divide la resistencia promedio a la compresión, de las probetas elaboradas con el concreto, que contiene el aditivo por ensayar a una edad de ensayo determinada, entre la resistencia promedio a la compresión de las probetas elaboradas con el concreto de referencia, a

ANEXO 8

CONCRETO PREMEZCLADO. REQUISITOS. COVENIN 633:01

**NORMA VENEZOLANA
CONCRETO PREMEZCLADO.
REQUISITOS**

**COVENIN
633:2001
(3^{ra} Revisión)**

1 OBJETO

1.1 La presente Norma Venezolana establece los requisitos que debe cumplir el concreto premezclado, elaborado y entregado al comprador, recién mezclado y no endurecido.

1.2 En aquellos casos en los cuales los requisitos del comprador para evaluar la calidad del concreto premezclado difieran de los indicados en el presente texto, se cumplirá con las especificaciones suministradas por el comprador. Los presentes requisitos no tratan sobre colocación, compactación, curado o protección del concreto después de su entrega al comprador.

Nota 1. A lo largo del presente texto se considera que el fabricante es el productor que suministra el concreto premezclado.

2 REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Venezolana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones más recientes de las normas citadas seguidamente:

COVENIN 28:1993	Cemento Portland. Especificaciones.
COVENIN 277:2000	Concreto. Agregados. Requisitos.
COVENIN 337-78	Definiciones y terminología relativa a concreto.
COVENIN 338-79	Concreto. Elaboración del curado y ensayo a compresión de probetas cilíndricas de concreto.
COVENIN 339-79	Concreto. Medición del asentamiento con el cono de Abrams.
COVENIN 344:1992	Toma de muestras de concreto fresco.
COVENIN 347-79	Concreto. Determinación del contenido de aire en el concreto fresco por el método volumétrico.
COVENIN 348-83	Concreto. Determinación del contenido de aire en el concreto fresco por el método de presión.
COVENIN 349-79	Concreto. Determinación del peso por metro cúbico rendimiento y contenido de aire en el concreto.
COVENIN 356-83	Aditivos químicos para concreto. Especificaciones.
COVENIN 357-83	Aditivos incorporados de aire para concreto. Especificaciones.
COVENIN 935-76	Cementos. Especificaciones para cemento - Portland Escoria.
COVENIN 1753-85	Estructuras de concreto armado para edificaciones. Análisis y diseño.
COVENIN 1895-82	Concreto. Determinación de la presencia de materiales que producen manchas en agregados para concreto liviano.
COVENIN 1896-82	Concreto. Determinación de la resistencia a la compresión de concreto y mortero liviano aislante.
COVENIN 1976:1999	Evaluación de los ensayos de resistencia del concreto.

COVENIN 2385:2000 Agua de mezclado para concretos y morteros. Especificaciones.

COVENIN 3549:1999 Tecnología del Concreto. Manual de elementos de estadística y diseño de experimentos.

3 TERMINOLOGÍA

3.1 Definiciones

Para los propósitos de la presente Norma Venezolana, se aplican las siguientes definiciones:

3.1.1 Mezcla (terceo)

Cantidad de concreto que se prepara de una vez en la mezcladora.

3.1.2 Ensayo

Conjunto de pruebas iguales que se hacen a una muestra de material.

3.1.3 Fractil o fracción por debajo de la resistencia especificada

Es el porcentaje de resultados de resistencia a compresión del concreto, que pueden ser inferiores al valor de la resistencia especificada, cuando el número de ensayos es igual o superior a treinta (30).

3.1.4 Equipo agitador

Equipo usado en construcción, para transportar concreto fresco a cortas distancias.

3.2 Simbología

X_i = Un valor cualquiera.

X = Media muestral.

μ = Media del universo.

δ = Desviación estándar muestral.

δ_e = Desviación estándar.

σ = Desviación estándar del universo.

V = Coeficiente de variación.

N = Número de datos.

d = Amplitud o rango.

k = Factor de ponderación de la amplitud.

Z = Índice tipificado de la probabilidad.

Z' = Índice tipificado de la probabilidad referido a un nivel de confianza.

f'_c = Es la resistencia especificada de cálculo, o la resistencia característica en que se basó el proyecto y aparece en los planos.

f_{cr} = Es la resistencia media obtenida en los ensayos y utilizada como base para seleccionar la dosificación del concreto: $f_{cr} = f'_c + Z * \sigma$.

Nota 2. Cualquier información adicional véase la Norma Venezolana COVENIN 337.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/5

Título	Comparación de los costos y las propiedades mecánicas en la elaboración de concretos bombeables con aditivos reductores de agua y retardantes de fraguado Sikaplast 200VE y Polyheed 755, con un $f'c = 250\text{kg/cm}^2$.
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Amarista S., Wuainer S.	CVLAC	17.657.465
	e-mail	Wuainer_ing_35@hotmail.com
	e-mail	
Leon D., Jaudenc D.	CVLAC	20.263.684
	e-mail	Jaudencd87@hotmail.com
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Palabras o frases claves:

Comparación de costos
concretos
Aditivos
Reductores de agua
Retardantes de fraguado

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/5

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Departamento de Ingeniería Civil	Ingeniería Civil

Resumen (abstract):

Se realizaron tres mezclas, la primera, cuya dosificación fue suministrada por la empresa CEMEX contiene aditivo POLYHEED 755, la segunda sin aditivo, siendo la mezcla patrón y finalmente la mezcla con aditivo SIKAPLAST 200VE. Los resultados obtenidos demuestran que nuestra comparación es que el aditivo SikaPlast 200VE a pesar de ser más costoso cada litro que el Polyheed 755, es más rentable debido a que la mezcla requiere menor cantidad de aditivo, las propiedades de la mezcla en estado fresco y en estado endurecido sigue siendo buena, además realmente es un reductor de agua y retardante de fraguado, por lo tanto también se puede reducir cemento y proveer a la mezcla de concreto fluidez y retardos óptimos unido a su reducción de costos de producción, lo hace la opción mas idónea.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/5

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Grieco Giovanni	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input checked="" type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	8.868.256
	e-mail	griecogiov@yahoo.com
	e-mail	
Martínez Jesús	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	18.236.171
	e-mail	Jesus.martinez.noriega@gmail.com
	e-mail	
Jiménez Milangeli	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	15.252.553
	e-mail	Angelesbert26@hotmail.com
	e-mail	
	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

Año Mes Día

2011	02	09
------	----	----

Lenguaje: spa

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/5

Derechos:

De acuerdo al artículo 44 del reglamento de trabajos de grado
 “Los Trabajos de grado son exclusiva propiedad de la
 Universidad de Oriente y solo podrán ser utilizadas a otros
 fines con el consentimiento del consejo de núcleo respectivo,
 quien lo participara al Consejo Universitario”

Condiciones bajo las cuales los autores aceptan que el trabajo sea distribuido. La idea es dar la máxima distribución posible a las ideas contenidas en el trabajo, salvaguardando al mismo tiempo los derechos de propiedad intelectual de los realizadores del trabajo, y los beneficios para los autores y/o la Universidad de Oriente que pudieran derivarse de patentes comerciales o industriales.

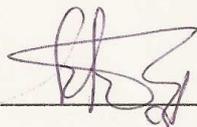


Wuainer Amarista
AUTOR 1



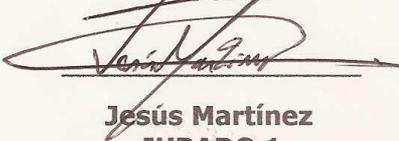
Jaudenc León
AUTOR 2

AUTOR 3

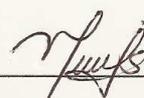


Giovanni Grieco
TUTOR

AUTOR 4



Jesús Martínez
JURADO 1



Milangeli Jiménez
JURADO 2

POR LA SUBCOMISION DE TESIS:

