

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN LAS
MEZCLAS DE CONCRETO EN EL PROYECTO URBANIZACIÓN ESTACIÓN
DE LA ALEJANDRÍA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA-BOYACÁ.**

**CARLOS ANDRÉS CASTILLO SOLANO
CÓDIGO: 2185413**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TUNJA, BOYACÁ**

2020

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN LAS
MEZCLAS DE CONCRETO EN EL PROYECTO URBANIZACIÓN ESTACIÓN
DE LA ALEJANDRÍA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA-BOYACÁ.**

CARLOS ANDRÉS CASTILLO SOLANO

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE PROFESIONAL EN
INGENIERIA CIVIL**

DIRECTOR:

CARLOS ANDRES CARO CAMARGO

INGENIERO CIVIL

MAGISTER EN INGENIERÍA CIVIL CON ÉNFASIS EN RECURSOS HÍDRICOS

PH. D INGENIERÍA CIVIL

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TUNJA, BOYACÁ

2020

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, debo agradecer a DIOS quien fue mi guía y mi luz en aquellos caminos de oscuridad

A mis Padres Nubia Stella Solano López y Isaías Castillo Parra que, con su apoyo, paciencia y comprensión, a los que siempre estaré debiéndoles la vida tan hermosa que me han dado.

A mi Hermano Diego Hernando Castillo Solano quien de otra manera me apoyo durante el trascurso de mi carrera.

A mis tíos quienes dieron un granito de arena para apoyarme en los momentos que necesite, especialmente mi tío Jaime Solano López que sin su apoyo como jefe, amigo y gran consejero no había podido lograr esta meta.

A la Universidad Santo Tomas, por abrirme las puertas y convertirse en mi segundo hogar de formación en el ámbito profesional como Ingeniero Civil.

A mis profesores por brindarme cada uno de sus conocimientos durante este tiempo de formación y aún más al Ingeniero Carlos Andrés Caro Camargo quien fue mi Tutor y Guía durante la realización de esta Monografía

A mis amigos que de otra manera se convirtieron en familia y fueron un gran apoyo incondicional.

Al Consorcio Estación De Alejandría quien me permitió hacer participe de sus proyectos y confiar en las distintas labores asignadas y así ayudándome a fortalecer mi formación como Ingeniero Civil.

Carlos Andrés Castillo Solano

DEDICATORIA

A mi padre, Isaías Castillo Parra. A mi madre, Nubia Stella Solano López.

A mi hermano, Diego Hernando Castillo Solano.

A mis tíos, Jaime Solano López, Manuel Solano López

A mi tía, Ana Elizabeth Solano Mariño

Y a mi primo, Manuel Hernando Solano Sosa

Gracias por apoyarme en mi camino de vida.

Resumen

Título: Análisis comparativo de la resistencia a compresión en las mezclas de Concreto en el proyecto Urbanización Estación de la Alejandría en el Municipio de Paipa-Boyacá.

Autores: Carlos Andrés Castillo Solano.

Palabras claves: concreto, viga de cimentación, losas entre pisos, dovelas, pisos, ensayo de compresión.

Descripción

El presente trabajo consistió en la experimentación, observación y análisis de los diferentes componentes de las mezclas para elaborar concreto en el Consorcio Estación Alejandría, en el Municipio de Paipa, Boyacá, con el objetivo de determinar la resistencia a la compresión en la elaboración de las mezclas, a partir de diferentes aditivos, para sí evaluar la mezcla más efectiva en términos de resistencia. Desde mi rol de apoyo al ingeniero residente, pude relacionar todo el proceso de experimentación con fuentes teóricas y metodológicas, expresadas en los antecedentes, de modo que se contrastaran las mezclas ya establecidas con el tipo de mezcla de concreto que desde el consorcio se pretende lograr, para mejorar sus propiedades mecánicas. Se trabajó con los concretos mezclados en obra, de acuerdo con el tipo de estructura a fundir, como lo son: vigas de cimentaciones, losas entre pisos, dovelas y pisos. Los resultados de las experimentaciones fueron registrados a medida que la experimentación avanzaba. Su seguimiento y categorización se realizó mediante el

ensayo de compresión de cilindros, según las Normas Técnicas Colombianas. Como resultado de todo el proceso, se concluye que, al mejorar la resistencia por compresión, de acuerdo con el tipo de mezcla elaborada, se obtiene un concreto de mejora calidad para el usuario y de mayor efectividad para la empresa.

Abstract

Title: Comparative analysis of the resistance to understanding in concrete mixtures in the Project Urbanization Station of Alexandria in the Municipality of Paipa-Boyacá.

Authors: Carlos Andrés Castillo Solano.

Keywords: concrete, foundation beam, slabs between floors, segments, floors, compression test.

Description

The present work consisted of the experimentation, observation and analysis of the different components of the mixtures to elaborate concrete in the Estación Alexandria Consortium, in the Municipality of Paipa, Boyacá, with the aim of determining the resistance to understanding in the elaboration of mixtures, from different additives, to evaluate the most effective mixture in terms of resistance. From my role of support to the resident engineer, I was able to relate the entire process of experimentation with theoretical and methodological sources, expressed in the background, so that the mixtures already established with the type of concrete mixture that the consortium aims to achieve, to improve its mechanical properties, were contrasted. Concretes mixed in construction were worked on site, according to the type of structure to be melted, as they are: foundation beams, slabs between floors, dovelas and

floors. The results of the experiments were recorded as the experimentation progressed. Its monitoring and categorization was carried out by the cylinder compression test, according to the Colombian Technical Standards. As a result of the whole process, it is concluded that by improving the resistance by compression, according to the type of mixture elaborated, a concrete of improvement quality for the user and greater effectiveness for the company is obtained.

Contenido

Resumen	6
Abstract	7
Introducción	17
1. Objetivos	19
1.1 Objetivo General.....	19
1.2 Objetivos Específicos	19
2. Marco referencial	20
2.1 Estado del arte.....	20
2.1.1 Internacionales	20
2.1.2 Nacionales.....	25
2.1.3 Regionales.....	30
3. Marco Teórico.....	32
3.1 Aspectos Teóricos Pertinentes	32
3.1.1 Cemento	32
3.1.1.1 Definición	32
3.1.1.2 Propiedad Hidráulica	32
3.1.1.3 Propiedad Puzolánica.....	32
3.1.1.4 Clinker Pórtland.....	33
3.1.1.5 Cemento Portland	33

3.1.1.6 Tipos De Cemento	34
3.1.1.7 Cemento Portland De Uso General.....	35
3.1.1.8 Fabricación Del Cemento Portland.....	36
3.1.1.9 Cemento De Uso Especializado “Cemento Estructural Argos”	36
3.1.1.10 Mecanismo De Hidratación Del Cemento	38
3.1.1.11 Estado Plástico.....	39
3.1.1.12 Fraguado Inicial	39
3.1.1.13 Fraguado Final	41
3.1.1.14 Endurecimiento.....	41
3.1.2 Agregados	41
3.1.2.1 Definición	41
3.1.2.2 Clasificación De Los Agregados	42
3.1.2.3 Clasificación Por Su Tamaño	43
3.1.2.4 Características Físicas.....	46
3.1.2.5 Características Resistentes.....	53
3.1.2.5.1 Resistencia	53
3.1.2.5.2 Tenacidad.....	54
3.1.2.5.3 Dureza.....	54
3.1.2.5.4 Modo De Elasticidad	54
3.1.2.6 Funciones Del Agregado En El Concreto.....	54

3.1.2.7 Agua.....	56
3.1.2.7.1 Agua De Mezcla	56
3.1.2.7.2 Consideraciones De Agua De Mezcla	57
3.1.2.7.3 Agua Para Curado	58
3.1.2.8 Concreto	59
3.1.2.8.1 Definición Del Concreto	59
3.1.2.8.2 Tipos De Concreto	60
3.1.2.8.3 Propiedades Del Concreto	61
3.1.2.8.2.1.3 Homogeneidad Y Uniformidad	62
3.1.2.9 Aditivos.....	66
3.1.2.9.1 Aditivo Acelerante	66
3.1.2.9.2 Aditivo Retardante	67
3.1.2.9.3 Aditivo Reductor De Agua	69
3.1.2.9.4 Aditivo Reductor De Agua, De Alto Rango	70
3.1.2.9.5 Aditivo Reductor De Agua Y Acelerante	71
3.1.2.9.6 Aditivo Reductor De Agua Y Retardante	73
3.1.2.10 Fibras	74
3.1.2.10.1 Tipos De Fibras.....	75
3.1.2.10.2 Clasificación De Fibras.....	75
3.1.2.10.3 Propiedades Y Ensayos Aplicables A Las Fibras	77

3.1.2.11 Ensayo De Consistencia Con El Cono De Abrams (Ntc-396).....	77
3.1.2.11.1 Toma De Muestras.....	77
3.1.2.12 Toma De Muestra Del Concreto	82
3.1.2.12.1 Tamaño De Las Muestras	82
3.1.2.12.2 Toma De Muestras De Camiones Mezcladores (Mixers) O Camiones Agitadores.....	82
3.1.2.13 Fabricación De Cilindros Concreto (NTC-550)	82
3.1.2.13.1 Moldes	83
3.1.2.13.2 Toma De Muestras.....	83
4. Metodología	85
4.1 Metodología De La Investigación.	85
4.1.1 Tipo De Investigación.....	85
4.1.2 Nivel De La Investigación	85
4.1.3 Método De La Investigación.....	86
4.1.4 Diseño De La Investigación.....	86
4.1.4.1 Diseño Metodológico.....	82
4.1.4.2 Diseño De Ingeniería.....	82
4.1.5 Población Y Muestra	86
4.1.5.1 Población.....	83
4.1.5.1.1 Descripción De La Población.....	83

4.1.5.1.2 Los Agregados.....	83
4.1.5.1.3 Agua.....	83
4.1.5.1.4 Cemento.....	83
4.1.5.1.5 Aditivos.....	84
4.1.5.2 Muestra	89
4.1.5.2.1 Descripción De La Muestra.....	85
4.1.5.2.2 Método De Muestreo.....	85
4.1.5.2.3 Criterios De Evaluación De La Muestra.....	85
4.1.5.2.4 Resistencia A La Compresión.....	86
4.1.6 Instrumentos.....	91
4.1.6.1 Instrumentos Metodológicos o Instrumentos De Recolección De Datos.....	87
4.1.7 Equipos y Materiales.....	89
4.1.7.1 Procedimiento-----	89
4.1.7.2 Toma De Datos.....	90
4.1.8Consistencia Del Concreto (Ntc-396).....	91
4.1.8.1 Procedimiento.....	91
4.1.9Elaboración De Probetas De Concreto.....	92
4.1.9.1 Elaboración De Los cilindros De Concreto (Ntc-550).....	92
4.1.9.1.1 Procedimiento.....	92

4.1.10 Ensayo De Compresión Uniaxial.....	95
4.1.10.1 Procedimiento.....	95
5. Desarrollo De Objetivos Específicos	112
5.1 Objetivo Especifico 1.....	112
5.2 Objetivo Especifico 2.....	116
5.3 Objetivo Especifico 3.....	138
5.3.1 Procedimiento De Análisis De Datos	138
5.3.2 Porcentaje De Humedad Del Agregado Fino	154
5.3.3 Porcentaje De Humedad Del Agregado Grueso	157
5.4 Diseño De Mezclas Del Concreto.....	159
5.5 Análisis De La Resistencia A La Compresión Del Concreto.....	159
6. Conclusiones	178
7. Recomendaciones	180
8. Glosario.....	182
9. Referencias.....	184
10. Anexos	191
10.1 Tabla A1: Cuadro General De Mezclas Con Sus Respectivas Resistencias A Diferentes Edades.....	178
10.2 Gráfica A1: Consumo De Agua De Cada Mezcla Viga De Cimentación.....	180
10.3 Gráfica A2: asentamiento de cada mezcla Viga De Cimentación.....	180

10.4 Gráfica A3: resistencia a la compresión 7 días Viga De Cimentación.....	181
10.5 Gráfica A4 Resistencia A La Compresión 14 Días Viga De Cimentación.....	181
10.6 Gráfica A5 Resistencia A La Compresión 28 Días Viga De Cimentación.....	182
10.7 Gráfica A6 Resistencia Promedio A Compresión De Las Distintas Mezclas De Viga De Cimentación.....	182
10.8 Tabla B1: Cuadro General De Mezclas Con Sus Respektivas Resistencias A Diferentes Edades.....	183
10.9 Gráfica B1: Consumo De Agua De Cada Mezcla Losas.....	185
10.10 Gráfica B2: asentamiento de cada mezcla Losas.....	186
10.11 Gráfica B3 resistencia a la compresión 7 días Losas.....	186
10.12 Gráfica B4 Resistencia A La Compresión 14 Días Losas.....	187
10.13 Gráfica B5 Resistencia A La Compresión 28 Días Losa.....	187
10.14 Gráfica B6 Resistencia Promedio A Compresión De Las Distintas Mezclas De Losas.....	188
10.15 Tabla C1: Cuadro General De Mezclas Con Sus Respektivas Resistencias A Diferentes Edades	189
10.16 Gráfica C1: Consumo De Agua De Cada Mezcla Pisos.....	191
10.17 Gráfica C2: Asentamiento de cada mezcla Pisos.....	192
10.18 Gráfica C3: Resistencia a la compresión 7 días Pisos.....	192

10.19 Gráfica C4 Resistencia A La Compresión 14 Días Pisos.....	193
10.20 Gráfica C6 Resistencia Promedio A Compresión De Las Distintas Mezclas De Pisos.....	194
10.21 Tabla D1: Cuadro General De Mezclas Con Sus Respectivas Resistencias A Diferentes Edades.....	195
10.22 Gráfica D1: Consumo De Agua De Cada Mezcla Dovelas.....	197
10.23 Gráfica D2: Asentamiento de cada mezcla Dovelas.....	197
10.24 Gráfica D3 resistencia a la compresión 7 días Dovelas.....	198
10.25 Gráfica D4 Resistencia A La Compresión 14 Días Dovelas.....	198
10.26 Gráfica D5 Resistencia A La Compresión 28 Días Dovelas.....	199
10.27 Gráfica D6 Resistencia Promedio A Compresión De Las Distintas Mezclas De Pisos.....	199

Introducción

En el área de la construcción, el concreto es uno de los elementos más importantes. Dado que de él depende la seguridad y fijación en el tiempo de las estructuras de cualquier edificación. Por este motivo, la investigación sobre las mezclas de concreto son una fuente de primera mano para identificar las más eficientes. En toda preparación inciden factores que alteran las propiedades de la mezcla, en específico, los factores mecánicos en relación a la resistencia. Elemento determinante en su rendimiento y efectividad.

En toda mezcla se tiene en cuenta, principalmente, la relación agua/cemento (A/C); ya que de ella dependen varias propiedades mecánicas, para el caso, la resistencia a la compresión. Del balance de esta ecuación se puede lograr una mezcla de calidad y efectiva. En así que en todas las mezclas se trata de mitigar la pérdida de resistencia a causa del agua, y para ayudar en este efecto se trabaja con aditivos que se agregan a las mezclas de acuerdo al resultado buscado.

En este sentido, el presente trabajo consistió en la experimentación, observación y análisis de los diferentes componentes de las mezclas para elaborar concreto en el Proyecto Urbanización Estación de la Alejandría, en el Municipio de Paipa, Boyacá, con el objetivo de determinar la resistencia a la compresión en la elaboración de las mezclas, a partir de diferentes aditivos, para sí evaluar la mezcla más efectiva en términos de resistencia.

Esta experimentación se realizó de la mano de fuentes teóricas y metodológicas, expresadas en los antecedentes, de modo que se contrastaran los mezclas ya establecidas con el tipo de mezcla de concreto que desde el Consorcio se pretende lograr, para mejorar sus propiedades mecánicas.

Se trabajó con los concretos mezclados en obra, de acuerdo con el tipo de estructura a fundir, como lo son: vigas de cimentaciones, losas entre pisos, dovelas y pisos. Y según los aditivos: plastificante, retardante, acelerante, plastificante retardante, plastificante acelerante, superplastificante, superplastificante retardante y superplastificante acelerante.

Los resultados de las experimentaciones fueron registrados a medida que la experimentación avanzaba. Su seguimiento y categorización se realizó mediante el ensayo de compresión de cilindros, según las Normas Técnicas Colombianas. Como resultado de todo el proceso, se concluye que, al mejorar la resistencia por compresión, de acuerdo con el tipo de mezcla elaborada, se obtiene un concreto de mejora calidad para el usuario y de mayor efectividad para la empresa.

Determinar la efectividad de las mezclas es de gran importancia para la industria cementera, ya que en todos los sectores de la construcción se busca que los productos y materiales locales sean de buena calidad. Y cumplan con los diferentes estándares de calidad de las normas NTC.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Determinar el tipo de concreto más eficiente en su resistencia, por medio del análisis de falla a compresión, en el proceso de realización de las diferentes mezclas de concreto en el Consorcio Estación de Alejandría, Paipa – Boyacá.

1.2 Objetivos Específicos

- Identificar los tipos de mezcla mediante tomas de cilindros con base a la norma NTC454 para tomas de concreto fresco.
- Registrar los resultados obtenidos de los distintos diseños de mezclas según el ensayo de resistencia a la compresión NTC-550 y las normas de elaboración y curado NTC1377.
- Analizar los resultados obtenidos de los distintos diseños de mezcla durante el proceso de ensayo de compresión, de acuerdo con las normas NTC454, NTC-550 y NTC1377.

2 Marco referencial

2.1 Estado del arte

Para la formulación de este documento, se busca información relacionada con la temática central, a continuación, se presentan proyectos realizados cuyo enfoque es similar al objetivo de este proyecto.

2.1.1 Internacionales

En la búsqueda de criterios para mejorar la resistencia en el diseño del concreto, se han aplicado nuevas tecnologías para determinar los componentes de las mezclas. De esta manera, se han hecho experimentaciones con adiciones de diferentes componentes que permitan aumentar su consistencia, disminuyendo costos de elaboración. Hasta obtener una mezcla óptima para el funcionamiento de las diferentes estructuras.

En esta medida, existen estudios que han incursionado en la explotación de nuevos materiales para la preparación de las mezclas de concreto. Algunos de ellos encaminados a mejorar las propiedades mecánicas, otros, en cambio, a examinar la interacción del comportamiento del concreto con las condiciones ambientales. A continuación, se presentan las diferentes investigaciones consultadas para conocer sus procesos y hallazgos.

En materia de resistencia a la compresión, se destacan los proyectos que incursionan con materiales novedosos en la elaboración de mezclas. Es el caso del trabajo de Galicia y Velásquez (2016), que presentan un *Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto adicionado con ceniza de rastrojo de maíz elaborado con agregados de las canteras de cunyac y vicho con respecto a un concreto patrón de calidad $f'_c=210$ KG/CM²*.

Este estudio tuvo por objeto analizar la adición de ceniza de rastrojo de maíz al concreto, el cual determinó si este produce un incremento en la resistencia a la compresión y flexión. Se realizó un análisis comparativamente de la resistencia a la compresión y a la flexión. Y consistencia de un concreto adicionado con diferentes porcentajes de ceniza de rastrojo de maíz, elaborado con agregados de las canteras de Cunyac y Vicho con respecto a la resistencia a la compresión de un concreto patrón de calidad $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$.

En esta misma línea de trabajo, De la Cruz Mercado y Quispe Ccahuin (2014) experimentan con fibras de acero en la construcción de concreto para pavimentos. En su estudio: *Influencia de la adición de fibras de acero en el concreto empleado para pavimentos en la construcción de pistas en la provincia de huamanga -aya cucho*, desarrollan una guía de diseño de concreto reforzado con fibras de acero (SFRC) aplicado a pavimentos. Debido a las ventajas que se obtienen en la construcción y operación de estas estructuras por el uso de este material. Para ello, el trabajo se dividió en dos fases: una investigación bibliográfica que determinó la metodología de diseño y una investigación experimental para corroborar los conceptos inherentes al uso del SFRC y a su vez, comprobar los parámetros de diseño existentes en diferentes especificaciones técnicas de fibras metálicas.

Otro material experimentado ha sido el vidrio, el proyecto *Comportamiento mecánico de hormigón reforzado con fibra de vidrio*, analiza específicamente la influencia de la fibra de vidrio sobre las propiedades mecánicas del hormigón. Para ello, Godoy (2015) confecciona distintas mezclas variando el porcentaje de fibra adicionada y se comparó su comportamiento con el de una mezcla patrón, sin fibra. Los resultados obtenidos muestran una leve mejora en la resistencia a la compresión, pero un aumento significativo en la resistencia a la tracción y fatiga.

Otro caso relevante, es la investigación de Ávila y Gutiérrez (2015), que se propone un *Análisis del concreto estructural con sustitución del desecho producto de la escarificación del asfalto (ripio del 20% al 25%) en el agregado fino como alternativa para el diseño de mezclas*. Este trabajo consiste en la evaluación del comportamiento mecánico del concreto estructural, sustituyendo parcialmente el agregado fino en porcentajes de 20 % y 25 % por residuos del producto de la escarificación del asfalto, los cuales fueron extraídos del lugar de la escarificación y llevados al IMME para su estudio. Para cumplir con los objetivos de la investigación se elaboró el diseño de mezcla de concreto sustituyendo parcialmente el agregado fino por ripio y para su posterior caracterización se realizaron ensayos a compresión, velocidad del pulso ultrasónico, módulo de elasticidad, ensayo esclerométrico y ensayo de tracción indirecta.

En este mismo campo de acción, se hayan los estudios de Soto (2008) y Chavarry (2018). En el primer caso, la investigación se dirige a evaluar y analizar las mezclas de concreto, elaboradas con agregados de origen pétreo (cantorodado y trituración) y escoria de acería. Su trabajo caracterizó concretos elaborados con tres tipos de agregados gruesos utilizando la misma proporción, trabajabilidad y agregado fino, con el objetivo de evaluar la incidencia que tienen en el concreto, los agregados eran de diferente origen, composición y características físicas y mecánicas. Dos de origen pétreo (triturado y canto rodado) y la otra escoria de acería de horno de arco eléctrico, originada en los procesos de producción de la empresa Siderúrgica de Guatemala SIDEGUA, material que en otros países se utiliza en esta y otras aplicaciones, la empresa MULTISERV en Guatemala se encarga de procesarla en tamaños de interés para los usuarios.

En el segundo caso, el proyecto desarrollado consistió en la *Elaboración de concreto de alta resistencia incorporando partículas residuales del chancado de piedra de la cantera Talambo, Chepén*. En él se buscó un nuevo uso a un material que se encuentra constantemente contaminando no solo al medio ambiente de zonas aledañas, sino también a los trabajadores, dentro de la cantera Talambo de Chepén. La arena blanca se obtiene de las partículas residuales del proceso de chancado de piedra, el cual es llevado mediante bandas transportadoras y almacenado al aire libre. La arena blanca se acumula por montones en forma de cerros, se conforma de partículas que quedan de la piedra de granito y un material muy fino (polvo), que al no ser manejado adecuadamente puede resultar perjudicial.

También se ha experimentado con compuestos químicos en el mejoramiento de las mezclas. Es el caso de Gómez y Castillo (2016) quienes en su investigación: *Modificación de las propiedades de matrices cementantes mediante la adición de nanopartículas de sílice*. Evalúa el efecto de adicionar nanopartículas de sílice a dos matrices cementes buscando establecer su influencia en las propiedades finales de dichos materiales. Para llevar a cabo esta evaluación, se adicionaron las nanopartículas en dosificaciones desde 0.30% - 5.0% en peso, con la finalidad de determinar la dosificación a la cual se obtienen los mejores resultados.

En cuanto a la observación de las propiedades mecánicas, destacan los trabajos de Armas (2016) y García (2017). La primera investigación tuvo como foco el *Efecto de la adición de fibras sintéticas sobre las propiedades plásticas y mecánicas del concreto*. En ella se llevó a cabo la evaluación de los resultados de un estudio experimental, realizado en el laboratorio de materiales del Instituto de Ingeniería de la UNAM. Donde se evaluó el comportamiento de la adición de una fibra sintética en la fabricación de concreto. El estudio comprende la

fabricación de mezclas de concreto con dos tamaños de agregado grueso, 3/4" y 3/8". En cada caso se fabricaron cuatro mezclas incorporando 0, 1, 3 y 5 kg/m³ de una fibra sintética de tipo monofilamento no fibrilada. Los parámetros para el diseño de mezclas fueron el revenimiento de 10 cm y una resistencia a compresión a 28 días de 300 kg/cm² para el concreto sin fibra. En el caso de las mezclas con fibra sintética, se mantuvo el diseño de mezclas del concreto de referencia, más la adición de la fibra y en algunos casos se añadió un aditivo supe plastificante para mantener el revenimiento en el rango deseado.

Por su parte, la segunda investigación se concentró en el *Efecto de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto $f'_c=210$ kg/cm² en la ciudad de puno*. En ella se describe un estudio experimental de la resistencia a la compresión del concreto reforzado con fibras de vidrio. Asimismo, esta investigación está diseñada para conocer el efecto que tiene la incorporación de fibras de vidrio en la resistencia a la compresión y el costo de producción del Concreto Normal $f'_c=210$ kg/cm² a los 7, 14 y 28 días respectivamente. Las variables dependientes estudiadas son la resistencia a la compresión y costo de producción del concreto. Y como variable independiente la fibra de vidrio incorporada en 0.025%, 0.075% y 0.125% con respecto al peso de los materiales. Los resultados indican que la resistencia a la compresión incrementa en 6.65%, 2.26% y 1.26% incorporando fibra de vidrio en 0.025%, 0.075% y 0.125% respectivamente, y el costo de producción disminuye en 2.94% con 0.025% de fibra de Vidrio.

Finalmente, en el artículo: *Diferencias en la resistencia de concretos sujetos a curados húmedos y al ambiente en clima cálido subhúmedo*. Solís y Vázquez (2011) consideran las interacciones del medio ambiente con la resistencia del concreto. En este texto, hablan sobre la comparación de las resistencias a la compresión que se obtienen cuando el concreto es

sometido a procesos de curado húmedo y al ambiente durante las diferentes épocas del año, en un contexto de clima cálido subhúmedo. Los resultados mostraron a edad temprana poca influencia del curado húmedo en la resistencia, y a edad mediana una influencia moderada. Se encontró también poca variación en los resultados a lo largo de un año.

2.1.2 Nacionales

En el estudio de mezclas para reducir la resistencia en el concreto se han explorado diferentes métodos. Uno de ellos es adicionar compuestos químicos en el proceso de mezclado, tal como lo muestra la tesis de Farfán (2018), quien en su trabajo: *Análisis de la resistencia a la compresión f'_c del concreto hidráulico adicionado con silicato de sodio, mediante ensayos de madurez y resistencia a la compresión*, se enfoca en investigar el comportamiento del concreto hidráulico al adicionar silicato de sodio. Componente que es usado como material cementante natural para lograr una posible reducción de la pérdida de resistencia, ocasionada por factores ambientales y de mezclado en obra.

Otra de las estrategias empleadas, para mejorar la efectividad de las mezclas, ha sido agregar limalla al concreto. De ahí que algunos estudios, como el de Reyes y Rodríguez (2010) se concentren en determinar las cantidades adecuadas para elaborar el concreto. En su trabajo titulado: *Análisis de la resistencia a la compresión del concreto al adicionar limalla fina en un 3%, 4% y 5% respecto al peso de la mezcla*, los autores logran establecer los porcentajes de adición de limalla, además de las cantidades relativas de cada material de la mezcla de concreto, para garantizar el aumento de la resistencia a la compresión en comparación con las mezclas convencionales.

En esta misma línea de trabajo, se encuentra la investigación de Sosa (2016) quien exploró la resistencia a la compresión del concreto mediante el uso de fibras de polipropileno. La fibra de polipropileno es un aditivo de reforzamiento que se le añade al concreto para mejorar la calidad de su resistencia. Debido a que ayuda a que el agua no dañe al concreto y sufra fisuras por la humedad. Así se evita que se agriete y se fracture una vez esté compactado.

También se ha experimentado la mejora de las mezclas con adiciones de ceniza volante. Una muestra de este tipo de ensayos es la investigación de Agudelo y Espinosa (2017), que analizó la resistencia a la compresión de mezclas de concreto con adiciones de ceniza volante termopaipa. Este estudio se realizó con porcentajes de inclusión de ceniza mayores al 10% y obtuvo resistencias a la compresión inferiores a las establecidas en las mezclas convencionales. Se identifica que el comportamiento de la resistencia es relativo al porcentaje de cemento reemplazado por la ceniza volante.

Otro proyecto similar al anterior, es el de Gonzáles (2017), que analiza la efectividad de en la retracción de concretos al adiciona ceniza volante más un aditivo compensador. En él se propone estudiar la influencia del fenómeno de la retracción en el concreto, según el diseño de la mezcla. Específicamente, en diseños que combinan ceniza volante, la cual tiene como característica principal la retención de agua que, al combinarse con un aditivo compensador, aumenta su capacidad para reducir el agua de mezclado y generar hormigones resistentes y durables. A partir de esto, puede inferirse si distintas variaciones de la relación A/C y del porcentaje de los compuestos anteriormente mencionados mejoran las propiedades del concreto.

En esta misma dirección, la investigación de Cárdenas y Robles (2016) compara la resistencia del concreto normal con relación a la compresión en el proceso de curado. En

este trabajo se sometió el concreto a dos métodos distintos de curado mediante la prueba de resistencia a la compresión I.N.V. E – 410 – 07, para la cual se tomaron dos distintos diseños de mezcla con resistencias esperadas a la falla de 3000 psi y 4000 psi. En ellas se identificó el proceso de hidratación directa y la exudación por recubrimiento.

Existen estudios que han incursionado en la explotación de nuevos materiales en la elaboración de las mezclas de concreto. En esta línea de investigación, se encuentran los trabajos de Carvajal y Terreros (2016) y Hernández (2010). El primero, realiza un análisis de las propiedades mecánicas del concreto: compresión y flexión al adicionar fibra de cáñamo. Al realizar un estudio experimental, mediante la realización de pruebas de laboratorio, los autores pudieron determinar la viabilidad del concreto con fibra de cáñamo. Y el segundo, caracterizó el comportamiento del residuo de granilla de acero en las mezclas de concreto. En el análisis realizado, se estudiaron tres modelos en laboratorio en los que se simulaban las condiciones ambientales para observar el comportamiento de la mezcla y así determinar la eficacia de las mezclas conformadas por residuos de granalla de acero como llenante mineral.

La viruta de acero ha sido un material explorado para mejorar la resistencia a la flexión del concreto. Así lo muestra la investigación de Delgado y Delgado (2008) quien explora mezclas de concreto con adiciones de virutas de concreto en porcentajes de 6,8,10,12 y 14 %. En ella se lleva a cabo una serie de pruebas de flexión entre el concreto estándar (concreto normal sin a adiciones) y concreto con adiciones de viruta de acero, las cuales fueron analizadas una a una para observar su comportamiento como pavimento rígido.

Se ha analizado también las mezclas de concreto con proporciones de vidrio tamizado y granular como aditivo, con el fin de aumentar la resistencia a la compresión. En esta vía, Cano y Cruz (2017) se trazaron el objetivo de diseñar una mezcla ideal para la resistencia de

concreto al incluir vidrio molido, tamizado y granular en su composición. Además, compararon la resistencia última de la mezcla común con las mezclas con proporciones de vidrio. Se constató una mejora de las características mecánicas en las mezclas con adiciones de vidrio.

De igual manera, en otros estudios comparativos como el de Valencia y Quinta (2016), se realiza un análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 12 y al 14 %. En él se determinó experimentalmente el comportamiento del concreto convencional, en comparación con el concreto modificado con fibra de acero. Se elaborarán los ensayos de laboratorios pertinentes y establecidos por norma INV E- 402 -07.

Ramos (2019), realiza un análisis comparativo del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de polipropileno. En él se determina la influencia de la fibra de acero y el polipropileno en el concreto a través de los ensayos a compresión, flexión y tracción indirecta por compresión diagonal. Se utilizan las fibras ya mencionadas debido a que optimizan las propiedades del concreto y asimismo realizar aportes en lo que concierne a mejorar la resistencia del concreto. El diseño de mezcla se realiza mediante el método de combinación de agregados de un concreto de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$. Se utilizó los agregados de la cantera “Margarita” ubicada en Chilete y cemento Pacasmayo fortimax 3 tipo MS. El objetivo principal de esta investigación es comparar los resultados de la resistencia mecánica del concreto patrón, concreto reforzado con fibra de acero “Sikafiber CHO 80/60 NB” en dosificaciones de 15, 30 y 45 kg/m³, concreto reforzado con fibra de polipropileno “Sikafiber PE” en dosis de 400, 600 y 800 g/m³ y concreto reforzado con fibra de acero “Sikafiber CHO 80/60 NB” y fibra de polipropileno “Sikafiber PE” en proporción 1:2 respectivamente a la edad de 28 días.

El análisis de las propiedades mecánicas es importante en las mezclas de concreto. Razón por la que se ha insistido en la observación de su comportamiento. Un estudio que recoge diversos estudios en esta materia, el de Gonzáles (2013), que revisa las principales características del concreto reforzado con fibras, a partir de los diferentes aportes que realizan sus componentes (cemento, agregados, adiciones en general, y fibra) sobre sus propiedades mecánicas, en el artículo *Influencia de los componentes del concreto reforzado con fibras en sus propiedades mecánicas*.

Según estudios técnicos realizados en los últimos cincuenta años, la industria ha desarrollado fibras de polipropileno, vidrio, nylon y acero, que cumplen la misma función de las fibras utilizadas siglos atrás, con la diferencia de que son creadas con especificaciones técnicas y en materiales más resistentes, para responder a estas necesidades.

De acuerdo con Valencia y Quintana (2016), se pueden emplear diferentes materiales en las mezclas de concreto, siempre y cuando cumplan con las condiciones mecánicas de calidad. Así pues, otro de los materiales utilizados ha sido el caucho. En este campo, Valencia y Quintana (2016) hicieron un estudio que indagó por los resultados y características mecánicas del concreto al adicionar caucho reciclado en las mezclas. En ellos comparó su eficacia con relación a los parámetros f_c (NTC) y la (NSR10) que estipulan los materiales sísmo resistente. Para esto se desarrollaron en laboratorio una mezcla de concreto tradicional (normal 3500 psi) 3 mezclas diferentes de concreto de 3500 psi con su respectivo porcentaje de caucho fino y grueso en 5% total en peso, respectivamente se realizaron las pruebas de tracción indirecta método brasilero, y compresión, obteniendo valores para determinar cuál muestra se acerca a los valores esperados y posibles ventajas, de esta manera definiendo que cantidad de caucho reciclado de llantas es conveniente utilizar en proyectos que se esté

analizando este material Concreto al cual se le adicionó el caucho molido provenientes de neumáticos.

Finalmente, frente al análisis y descripción de la producción de concretos se consultó a Ortiz (2015), quien sistematiza los estudios sobre la producción de concretos en cinco proyectos de vivienda en Colombia, con el fin de identificar los variables que intervienen en la resistencia final del concreto preparado en cinco proyectos de vivienda de interés prioritario en el país. Este objetivo sustentado en diferentes estudios como los adelantados por Solís, Moreno, y Arcudia (2008), que demuestran que algunas características de los materiales evidencian cierta influencia sobre la resistencia final del concreto, así como las investigaciones de Moreno(2005) quienes identificaron como causas de la deficiencia del concreto, la falta de un diseño adecuado de mezcla, el mal manejo de materias primas y el exceso de agua en las mezclas como procesos primordiales que inciden en la calidad final de una estructura.

2.1.3 Regionales

Esta investigación EFECTIVIDAD DEL USO DE LA CENIZA DE LA TERMO PAIPA COMO SUSTITUTO DEL CEMENTO desarrolla un estudio de los concretos en los cuales se sustituyó el cemento por ceniza de la Termo Paipa (tercera unidad) los cuales son sometidos a ensayos de compresión en diferentes edades con el objetivo de evaluar su resistencia la compresión de concretos con sustitución de cemento por ceniza de la TERMOPAIPA (tercera unidad) en proporciones del 10%, 20%, 30%, con el fin de ver la reacción que tiene la ceniza en las diferentes edades 3, 7, 14, 28 días de curado. (Jiménez, 2020).

El artículo publicado PRÁCTICAS EN EL CURADO DEL CONCRETO, CASO DE ESTUDIO TUNJA en la revista Ingenio Magno presenta los resultados de la investigación realizada cuyo objetivo principal consistió en identificar los diferentes métodos de curado comúnmente usados en distintas obras de la ciudad de Tunja y adicionalmente establecer el tipo y procedencia de los materiales comúnmente usados en la elaboración de concreto (agregados finos, gruesos, cemento y agua). (*Medina, 2014*).

El presente trabajo ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO ADICIONADO CON EAFS Y POLVO DE VIDRIO RECICLADO muestra el análisis del comportamiento del concreto hidráulico adicionado con materiales no convencionales, concretamente, EAFS y PVR, en sustitución parcial de los agregados convencionales en volumen (grava y arena respectivamente). La proporción de sustitución de la grava (AG) por EAFS, es del 25% y 75% de grava para cada una de las mezclas. Se hará la sustitución del agregado fino (AF) por vidrio molido reciclado en 20%, 30% y 40%. (*PITA & LÓPEZ RODRÍGUEZ, 2018*)

El objetivo principal del presente trabajo de investigación DESEMPEÑO DE UN CONCRETO HIDRÁULICO ADICIONADO CON VIDRIO MOLIDO RECICLADO Y EAFS es realizar el procedimiento para analizar y evaluar el desempeño de una mezcla de un concreto hidráulico adicionado con vidrio molido reciclado PVR y escoria de horno de arco eléctrico EAFS. Teniendo en cuenta la normatividad vigente, las especificaciones y normas del Instituto Nacional de Vías, INVIAS del año 2013, se van a evaluar las propiedades mecánicas de los materiales especificados, mediante cuatro tipos de mezclas (*MORENO & PUERTO PORRAS, 2018*)

3. Marco Teórico

Para la realización del presente trabajo se tuvieron presente diferentes conceptos técnicos relacionados con la elaboración de mezclas de concreto, al igual sobre los compuestos del mismo. En este sentido, se presentan a continuación las conceptualizaciones que sirvieron de guía para las experimentaciones de las mezclas, con el fin de determinar la más efectiva en términos de resistencia.

3.1 Aspectos Teóricos Pertinentes

3.1.1 Cemento

3.1.1.1 Definición

Se adoptó la definición aportada por la norma NTC – 30 de 1966, según la cual, el cemento es un material pulverizado que además de óxido de calcio contiene sílice alúmina y óxido de hierro y que forma, por adición de una cantidad apropiada de agua, una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto en el agua como en el aire. Se excluyen las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos. *(NTC-30, 1966)* . A continuación, se definen las propiedades del cemento, para conocer sus elementos en detalle:

3.1.1.2 Propiedad Hidráulica

En la elaboración de las mezclas es fundamental la relación Agua / Cemento. Razón por la que se hizo importante trabajar con el concepto de propiedad hidráulica. Definida como la aptitud de un material pulverizado de fraguar y endurecer en presencia de agua y de formar compuestos estables. *(NTC-30, 1966)*

3.1.1.3 Propiedad Puzolánica

Dado que las condiciones del ambiente inciden en la resistencia del cemento a causa del comportamiento del agua, es necesario tener presente la propiedad puzolánica del concreto. Es decir, su capacidad de reaccionar químicamente en presencia de agua con hidróxido de calcio a la temperatura ambiente, formando compuestos que poseen propiedades hidráulicas. *(NTC-30, 1966)*

3.1.1.4 Clinker Pórtland

Componente del cemento en forma granulada, constituido principalmente por silicatos, aluminatos y ferroaluminatos de calcio y que se obtiene por la cocción, hasta fusión parcial (clinkerización), de una mezcla convenientemente proporcionada y homogenizada de materiales debidamente seleccionados. (NTC-30, 1966)

3.1.1.5 Cemento Portland

Producto que se obtiene por la pulverización del clinker Pórtland con la adición de una o más formas de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos siempre que su inclusión no afecte las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionales deben ser pulverizados conjuntamente con el clinker. (NTC-30, 1966)

3.1.1.5.1 Componentes del Cemento Portland

Cuando la relación de porcentaje de óxido de aluminio a óxido férrico sea 0,64 o más, los porcentajes de silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico y ferroaluminatos tetracálcico serán calculados con base en el siguiente análisis:

- **Silicato tricálcico** = $(4,07 \times \% \text{CaO}) - (7,6 \times \% \text{SiO}_2) - (6,718 \times \% \text{Al}_2\text{O}_3) - (1,430 \times \% \text{Fe}_2\text{O}_3) - (2,852 \times \% \text{SO}_3)$.
- **Silicato dicálcico** = $(2,867 \times \% \text{SiO}_2) - (0,7544 \times \% \text{C}_3\text{S})$ Aluminato tricálcico = $(2,650 \times \% \text{Al}_2\text{O}_3) - (1,692 \times \% \text{Fe}_2\text{O}_3)$
- **Ferrialuminato tetracálcico** = $3,043 \times \% \text{Fe}_2\text{O}_3$

Cuando la relación entre la alúmina y el óxido férrico sea menor de 0,64 se formará una solución sólida de Ferrialuminato cálcico (expresada como ss (C4AF + C2F)). Los contenidos de esta solución sólida y de silicato tricálcico se calcularán por las siguientes fórmulas:

$$\text{ss (C4 AF + C2 F)} = (2,1 \times \% \text{Al}_2 \text{ O}_3) + (1,702 \times \% \text{Fe}_2\text{O}_3)$$

- **Silicato tricálcio** = $(4,071 \times \% \text{Ca O}) - (7,6 \times \% \text{SiO}_2) - (4,479 \times \% \text{AL}_2\text{O}_3) - (2,859 \times \% \text{Fe}_2\text{O}_3) - (2,852 \times \% \text{SO}_3)$

Ningún aluminato tricálcico estará presente en los cementos de esta composición. El silicato dicálcico se calculará como se mostró anteriormente. En el cálculo de C3 A se usarán

los valores de Al_2O_3 y Fe_2O_3 determinados al 0,01%. En el cálculo de otros compuestos se usarán los óxidos determinados al 0,1%. Los valores de C_3A y los de la suma de $\text{C}_4\text{AF} + 2\text{C}_3\text{A}$ se calcularán con aproximación del 0,1%. Los valores de otros compuestos se calcularán con aproximación del 1%. (NTC-121, 2014)

3.1.1.6 Tipos De Cemento

Los tipos de cemento portland se clasifican de la siguiente manera:

3.1.1.6.1 Tipo UG- Uso general

Es utilizado en construcciones generales, cuando uno o más de los tipos especiales no son requeridos y cuando los elementos no van a estar expuestos al contacto con agentes agresivos, como por ejemplo sulfatos presentes en el suelo o en el agua, o a concretos que tengan un aumento considerable de su temperatura debido al calor generado durante la hidratación. Entre sus usos frecuentes se encuentran: pavimentos, pisos, edificios de concreto reforzado, puentes, estructuras para vías férreas, tanques y depósitos, tuberías, mampostería y otros productos de concreto reforzado. (NTC-121, 2014)

3.1.1.6.2 Tipo ART- Alta resistencia temprana

Normalmente este tipo de cemento desarrolla altas resistencias en una semana o menos. Contiene partículas que han sido molidas más finamente y se utiliza para la elaboración de concretos y morteros en plantas concreteras y centrales de mezclas, construcciones con producción industrializada de concretos, estructuras de concreto con requisitos de rápida puesta en servicio, producción de concreto para alta solicitudes estructurales y desempeño en ambientes agresivos dependiendo del tipo y la cantidad de adición que se utilice. (NTC-121, 2014)

3.1.1.6.3 Tipo MRS- Moderada resistencia a los sulfatos

Se utiliza para elaborar concretos con requerimientos de desempeño moderados en resistencias a la compresión y resistencias a los sulfatos. Se utiliza en ambientes moderadamente agresivos y en producción de concretos para cimentaciones, muros, contenciones, estructuras, rellenos y todo tipo de obra en general. (NTC-121, 2014)

3.1.1.6.4 Tipo ARS- Alta resistencia a los sulfatos

Se utiliza para la elaboración de concretos para ambientes agresivos (con presencia de sulfatos en suelos o en agua de mar), como por ejemplo canales, alcantarillas, obras portuarias y plantas de tratamiento de aguas, entre otras. Su resistencia se adquiere más lentamente que la de un cemento UG. (NTC-121, 2014)

3.1.1.6.5 Tipo MCH- Moderado calor hidratado

Desarrolla resistencia a una velocidad muy inferior a la de otros tipos. Se usa para desarrollar concretos con requerimientos de desempeño moderados en calor de hidratación y la construcción de puentes y tuberías de concreto. (NTC-121, 2014)

3.1.1.6.6 Tipo BCH- Bajo calor de hidratación

Es utilizado para proyectos en los que se requiere bajo calor de hidratación donde no se deban producir dilataciones durante el fraguado, ni retracciones durante el secado; para estructuras de concreto masivo, en construcciones de estructuras de gran volumen como presas de gravedad, muros y diques, donde el aumento de temperatura resultante en el transcurso del endurecimiento se tenga que conservar en el menor valor posible. (NTC-121, 2014)

3.1.1.7 Cemento Portland De Uso General

También llamado cemento gris, está diseñado para brindar amplias posibilidades de aplicación y por eso, es adecuado para proyectos de pequeñas obras, remodelaciones y reparaciones. Se puede utilizar para fabricar morteros, lechadas y concretos para la construcción en general. Disponible en sacos de 1, 5, 25 y 50 kg. Cerón, Ruge y Rodríguez (2014).

3.1.1.7.1 Aplicaciones

- Elaboración de morteros para pisos, nivelaciones, lechadas y emboquillados.
- Reparaciones, remodelaciones, pequeñas obras y diversas aplicaciones domésticas.

- Producción de elementos prefabricados de pequeño y mediano formato.
- Preparación de morteros para mampostería, pega de cerámicos, enchapes, acabados, recubrimientos y morteros de relleno.
- En general, todo tipo de elementos de concreto que no requieren características especiales.

3.1.1.7.2 Beneficios

- Cemento versátil, con muchas posibilidades de aplicación.
- Para la certificación LEED, este producto puede contribuir a obtener el crédito Materiales y Recursos: transparencia y optimización de los productos de construcción-fuentes de materias primas.

3.1.1.8 Fabricación Del Cemento Portland

Las materias primas, finamente molidas e íntimamente mezcladas, se calientan hasta el principio de la fusión (1400-1900°C), usualmente en grandes hornos giratorios, que pueden llegar a medir más de 200 metros de longitud y 5.50 metros de diámetro.

Al material parcialmente fundido que sale del horno se le denomina "Clinker" (pequeñas esferas de color gris negruzco, duras y de diferentes tamaños). El Clinker enfriado y molido a polvo muy fino, es lo que constituye el cemento portland comercial. Durante la molienda se agrega una pequeña cantidad de yeso (3 a 4%), para regular la fragua del cemento (CASTILLO, 2009)

3.1.1.9 Cemento De Uso Especializado “Cemento Estructural Argos”

Es un cemento especial para la producción de concretos estructurales, tales como los destinados para columnas, vigas, losas, muros y cimentaciones en todo tipo de edificaciones y obras de infraestructura. Las especificaciones del Cemento Uso Estructural cumplen con los valores de la Norma Técnica Colombiana NTC 121 (tipo UG) y de la Norma Americana ASTM C-1157 (tipo GU). Disponible en sacos de 42.5 kg. (ARGOS, CEMENTO USO ESTRUCTURAL, 2018)

3.1.1.9.1 Aplicaciones

- Elaboración de concretos y morteros en plantas concreteras y centrales de mezclas.
- Producción de concreto para altas solicitudes estructurales.
- Construcciones con producción industrializada de concretos.
- Concretos para pavimentos y pisos industriales.
- Diversos formatos de prefabricados con altas prestaciones estructurales.
- Lechadas de inyección.
- Elementos de concreto pretensado y postensado.
- Producción de concretos que requieren una mayor resistencia inicial

3.1.1.9.2 Ventajas constructivas

- Es un cemento empacado de altas prestaciones, lo que permite la producción en obra de mezclas de concreto más eficientes.
- Este cemento ofrece además un buen desempeño a edades iniciales y finales, lo que permite reducir los tiempos de ejecución en obra.

3.1.1.9.3 Ventajas en sostenibilidad

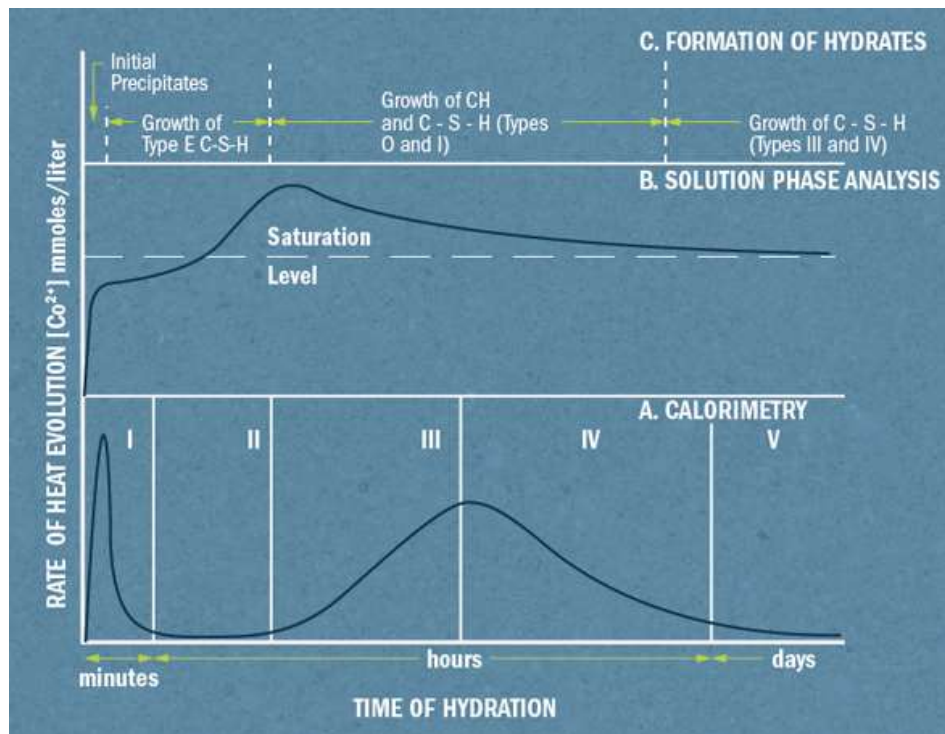
- Aporte certificación LEED®: este producto puede contribuir a la obtención del crédito Materiales y Recursos: Transparencia y Optimización de los Productos de Construcción-Fuentes de Materias Primas, aplicando a la opción 1. Opción 1: Argos realiza anualmente su reporte de sostenibilidad corporativo “Reporte Integrado” basado en el Global Reporting Initiative (GRI) en donde publica el detalle de su desempeño y los planes con relación a cada uno de los aspectos más relevantes para la sostenibilidad del negocio y para sus grupos de interés. En ese mismo reporte, Argos informa la comunicación del progreso que ha realizado frente al compromiso con el U.N. Global Compact.
- EPD por demanda. (EPD: Environmental Product Declaration–Declaraciones ambientales de producto). (*ARGOS, CEMENTO USO ESTRUCTURAL, 2018*)

3.1.1.10 Mecanismo De Hidratación Del Cemento

La hidratación del cemento es el proceso mediante el cual este material, al mezclarse con el agua, reacciona y empieza a generar enlaces o estructuras cristalinas, que lo convierten en un material aglutinante. Los componentes principales del Clinker son: el silicato tricálsico (C3S), silicato dicálsico (C2S), aluminato tricálsico (C3A), ferro aluminato tetracálsico (C4AF), óxido de magnesio (MgO), Cal libre (CAO) y sulfatos de Alcalis.

La composición anteriormente relacionada va en orden de mayor a menor proporción dentro del Clinker. Todos ellos se pulverizan conjuntamente con el yeso y otras adiciones que le proporcionan características particulares en cuanto a su color, fraguado y progreso en las resistencias a la compresión. Cada uno de los constituyentes tiene diferentes comportamientos en cuanto a generación de calor de hidratación, fraguado y su reacción ante la presencia de agua. Las reacciones químicas, aunque son muy complejas las podemos describir de una manera relativamente sencilla observando el gráfico adjunto por etapas que van desde los minutos iniciales de la reacción química a los días siguientes. (OSORIO, 2020)

Figura 1. Proceso de hidratación del cemento.



Fuente: ARGOS 360° <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/proceso-hidratacion-del-cemento>

3.1.1.11 Estado Plástico

Unión del agua y el polvo de cemento formando una pasta moldeable. Cuanto menor es la relación Agua/Cemento, mayor es la concentración de partículas de cemento en la pasta compactada y por ende la estructura de los productos de hidratación es mucho más resistente.

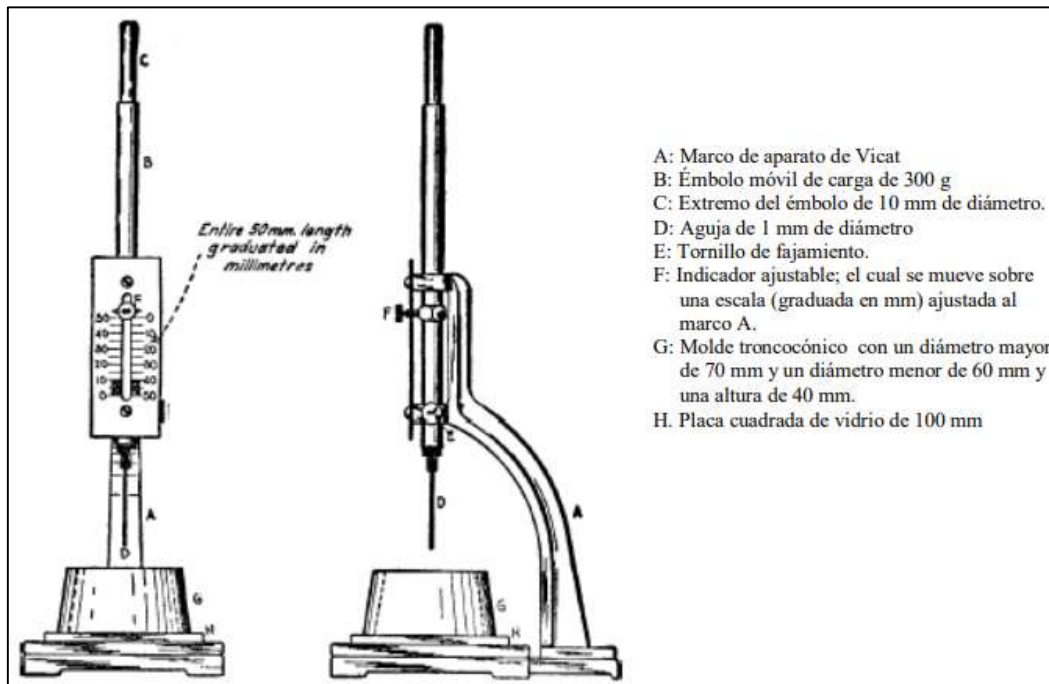
3.1.1.12 Fraguado Inicial

Al mezclar el cemento con el agua, se forma una pasta en estado plástico, en el cual la pasta es trabajable y moldeable, después de un tiempo que depende de la composición química del cemento, la pasta adquiere rigidez; es conveniente distinguir entre el fraguado y el endurecimiento, pues este último se refiere a resistencia de una pasta fraguada. El tiempo que transcurre desde el momento que se agrega el agua, hasta que la pasta pierde viscosidad y eleva su temperatura se denomina “tiempo de fraguado inicial”, e indica que la pasta esta semidura y parcialmente hidratada. Posteriormente

La determinación de los tiempos de fraguado es arbitraria y da una idea del tiempo disponible para mezclar, transportar, colocar, vibrar y apisonar los concretos y morteros de una obra, así como el tiempo necesario para transitar sobre ellos y el tiempo para empezar el curado.

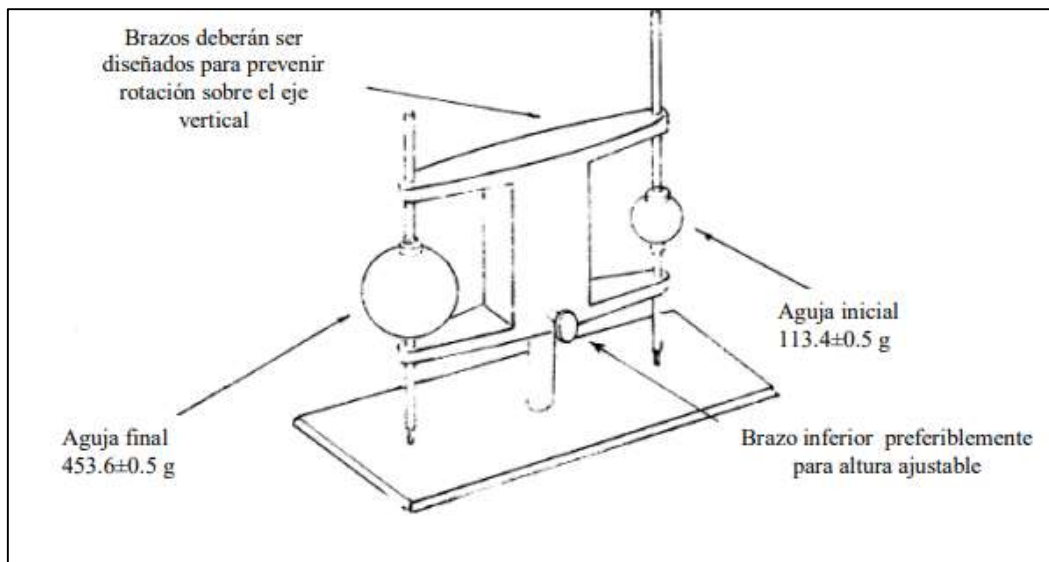
La medida de los tiempos de fraguado se hace en el laboratorio siguiendo los métodos de la norma NTC-109 mediante las agujas de Gillmore y la norma NTC-118 mediante el aparato de Vicat.

Figura 2. Aparato de Vicat



Fuente: <http://www.uca.edu.sv/mecanicaestructural/materias/materialesCostruccion/guiasLab/ensayoCemento/Fraguado%20inicial%20y%20final%20del%20cemento.pdf>

Figura 3. Agujas de Gillmore



Fuente: <http://www.uca.edu.sv/mecanicaestructural/materias/materialesCostruccion/guiasLab/ensayoCemento/Fraguado%20inicial%20y%20final%20del%20cemento.pdf>

3.1.1.13 Fraguado Final

la pasta sigue endureciendo hasta que deja de ser deformable con cargas relativamente pequeñas, se vuelve rígida y llega al mínimo de temperatura; el tiempo transcurrido desde que se echa el agua hasta que llega al estado descrito anteriormente se denomina “tiempo de fraguado final”, e indica que el cemento se encuentra aún más hidratado (no totalmente) y la pasta ya está dura. A partir de este momento empieza el proceso de endurecimiento y la pasta ya fraguada va adquiriendo resistencia.

3.1.1.14 Endurecimiento

Se produce a partir del fraguado final y es el estado en que se mantienen e incrementan con el tiempo las características resistentes. La reacción predominante es la hidratación permanente de los silicatos de calcio, y en teoría continua de manera indefinida.

En el estado final de la pasta, en que se evidencian totalmente las influencias de la composición del cemento. Los sólidos de hidratación manifiestan su muy baja solubilidad por lo que el endurecimiento es factible aún bajo agua. (CARVAJAL, 2016)

3.1.2 Agregados

3.1.2.1 Definición

Los agregados son un conjunto de partículas, de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados. Pueden tener tamaños que van desde partículas casi invisibles hasta pedazos de piedra, junto con el agua y el cemento, conforman el trío de ingredientes necesarios para la fabricación de concreto.

La importancia del uso, tipo y calidad correcta del agregado no se puede subestimar. Los agregados fino y grueso ocupan cerca del 60% al 75% del volumen del concreto, e influyen fuertemente en las propiedades tanto en estado fresco como endurecido, en las propiedades de la mezcla del concreto.

Los agregados deben de ser transportados y acopiados de manera que se evite su segregación y contaminación, debiendo mantener las características granulométricas de cada una de sus fracciones hasta su incorporación a la mezcla, tienen que cumplir con las especificaciones técnicas establecidas en la norma NTC-174.

3.1.2.2 Clasificación De Los Agregados

3.1.2.2.1 Clasificación Por Su Origen

Dentro de la clasificación por origen, la cual se realiza con base en la procedencia de las rocas y los procesos físico-químicos involucrados en su formación, se pueden encontrar las siguientes clases de agregados:

3.1.2.2.1.1 Agregados ígneos

Son todos los agregados provenientes de rocas ígneas, generalmente, este tipo de rocas son conocidas también como originales, endógenas o magmáticas. Se pueden clasificar en:

- Intrusivas, abisales o plutónicas.
- Filonianas o hipoabisales.
- Extrusivas, efusivas o volcánicas. (SILVA, 2020)

3.1.2.2.1.2 Agregados sedimentarios:

Son los agregados provenientes de rocas sedimentarias, las cuales son las de mayor abundancia en la superficie terrestre. Este tipo de rocas está formado por fragmentos de rocas

ígneas, metamórficas u otras sedimentarias. Se pueden originar por descomposición y desintegración o por precipitación o deposición química. (SILVA, 2020)

4.1.2.2.1.3 Agregados metamórficos:

Son todos los agregados provenientes de rocas metamórficas, que a su vez provienen de ígneas y sedimentarias, las cuales experimentan grandes presiones y altas temperaturas generadas en los mismos metamorfismos de contacto o metamorfismo regional o dinámico. (SILVA, 2020)

3.1.2.3 Clasificación Por Su Tamaño

Esta identificación de los agregados se deriva de dividirlos de acuerdo con aquel que pasa o no la frontera nominal de 4,75 mm (Tamiz N°4), de acuerdo con lo estipulado en la Norma Técnica Colombiana NTC 32, Tejido de alambre y tamices para propósito de ensayo. (SILVA, 2020)

3.1.2.2.2.1 Agregado Fino

Se considera como tal, a la fracción que pase el tamiz de 4.75 mm (N° 4). Proviene de arenas naturales o de la trituración de rocas, gravas, escorias siderúrgicas. El porcentaje de arena triturada no podrá constituir más del 30% del agregado fino. (MIX, 2017)

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

Tabla 3. Análisis granulométrico del agregado Fino
Fuente: Norma Técnica Colombiana NTC-174

3.1.2.2.2 Agregado Grueso

El agregado grueso debe estar compuesto de grava, grava triturada, roca triturada, escoria de alto horno enfriada al aire, o concreto triturado con cemento hidráulico o una combinación de ellos, conforme a los requisitos de esta norma. *(NTC-176, 1995)*

Número del tamaño del agregado	Tamaño nominal (tamices de abertura cuadrada)	Material que pasa uno de los siguientes tamices (porcentaje en masa)												
		100 mm	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	37,5 mm	25,0 mm	19,0 mm	12,5 mm	9,5 mm	4,75 mm (No.4)	2,36 mm (No.8)	1,18 mm (No.16)
1	90 mm a 37,5 mm	100	90-100	-	25- 80	-	0-15	-	0-5	-	-	-	-	-
2	83 mm a 37,5 mm	-	-	100	90-100	35-70	0-15	-	0-5	-	-	-	-	-
3	50 mm a 25,0 mm	-	-	-	100	90-100	35-70	0-15	-	0- 5	-	-	-	-
357	50 mm a 4,75 mm (No.4)	-	-	-	100	95-100	-	35-70	-	10-30	-	0 - 5	-	-
4	37,5 mm a 19,0 mm	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-15	-	0- 5	-	-	-
487	37,5 mm a 4,75 mm (No.4)	-	-	-	-	100	95-100	-	35-70	-	10- 30	0- 5	-	-
5	25,0 mm a 12,5 mm	-	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0- 10	0- 5	-	-	-
56	25,0 mm a 9,5 mm	-	-	-	-	-	100	90-100	40- 85	10-40	0- 15	0 - 5	-	-
57	25,0 mm a 4,75 mm (No.4)	-	-	-	-	-	100	95-100	-	25-60	-	0-10	0- 5	-
6	19,0 mm a 9,5 mm	-	-	-	-	-	-	100	90-100	20 - 55	0- 15	0- 5	-	-
67	19,0 mm a 4,75 mm (No.4)	-	-	-	-	-	-	100	90-100	-	20 - 55	0- 10	0- 5	-
7	12,5 mm a 4,75 mm (No.4)	-	-	-	-	-	-	-	100	90 - 100	40 - 70	0- 15	0- 5	-
8	9,5 mm a 2,36 mm (No.8)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 - 100	10- 30	0- 10	0-5

Tabla 4. Análisis granulométrico del agregado Grueso

Fuente: Norma Técnica Colombiana NTC-174

3.1.2.4 Características Físicas

En general son primordiales en los agregados las características de densidad, resistencia, porosidad, y la distribución volumétrica de las partículas, que se acostumbra a denominar granulometría o gradación.

Asociadas a estas características se encuentran una serie de ensayos o pruebas estándar que miden estas propiedades para compararlas con valores de referencia establecidos o para emplearlas en el diseño de mezclas.

Es importante para evaluar estos requerimientos el tener claros los conceptos relativos de las siguientes características físicas de los agregados y sus expresiones numéricas. Pasquel, C. y Carbajal, J. (2009).

3.1.2.4.1 Granulometría

Por granulometría o análisis granulométrico de un agregado se entenderá todo procedimiento manual o mecánico por medio del cual se pueda separar las partículas constitutivas del agregado según tamaños, de tal manera que se puedan conocer las cantidades en peso de cada tamaño que aporta el peso total. Para separar por tamaños se utilizan las mallas de diferentes aberturas, las cuales proporcionan el tamaño máximo de agregado en cada una de ellas. En la práctica los pesos de cada tamaño se expresan como porcentajes retenidos en cada malla con respecto al total de la muestra. Estos porcentajes retenidos se calculan tanto parciales como acumulados, en cada malla, ya que con estos últimos se procede a trazar la gráfica de valores de material (granulometría).

3.1.2.4.2 Granulometría Del Agregado Grueso

El tamaño máximo del agregado grueso que se utiliza en el concreto tiene su fundamento en la economía. Comúnmente se necesita más agua y cemento para agregados de tamaño pequeño que para tamaños mayores, para revenimiento de aproximadamente 7.5 cm para un amplio rango de tamaños de agregado grueso. El número de tamaño de la granulometría (o tamaño de la granulometría). El número de tamaño se aplica a la cantidad colectiva de agregado que pasa a través de un arreglo mallas. El tamaño máximo nominal de un agregado es el menor tamaño de la malla por el cual debe pasar la mayor parte del agregado. La malla de tamaño máximo nominal puede retener de 5% a 15% del agregado dependiendo del número de tamaño. Por ejemplo, el agregado de número de tamaño 67 tiene un tamaño máximo de 25 mm y un tamaño máximo nominal de 19 mm. De noventa a cien por ciento de este agregado debe pasar la malla de 19 mm y todas sus partículas deberán pasar la malla 25 mm. Por lo común el tamaño máximo de las partículas de agregado no debe pasar: 1): Un quinto de la dimensión más pequeña del miembro de concreto. 2): Tres cuartos del espaciamiento libre entre barras de refuerzo. 3): Un tercio del peralte de las losas. (CDT)

3.1.2.4.3 Granulometría Del Agregado Fino

Depende del tipo de trabajo, de la riqueza de la mezcla, y el tamaño máximo del agregado grueso. En mezclas más pobres, o cuando se emplean agregados gruesos de tamaño pequeño, la granulometría que más se aproxime al porcentaje máximo que pasa por cada criba resulta lo más conveniente para lograr una buena trabajabilidad. En general, si la relación agua – cemento se mantiene constante y la relación de agregado fino a grueso se elige correctamente, se puede hacer uso de un amplio rango de granulometría sin tener un efecto apreciable en la resistencia. Entre más uniforme sea la granulometría, mayor será la economía. Estas especificaciones permiten que los

porcentajes mínimos (en peso) del material que pasa las mallas de 0.30mm (No. 50) y de 15mm (No. 100) sean reducidos a 15% y 0%, respectivamente, siempre y cuando: 1): El agregado que se emplee en un concreto que contenga más de 296 Kg de cemento por metro cubico cuando el concreto no tenga inclusión de aire. 2): Que el módulo de finura no sea inferior a 2.3 ni superior a 3.1, el agregado fino se deberá rechazar a menos de que se hagan los ajustes adecuados en las proporciones el agregado fino y grueso. Las cantidades de agregado fino que pasan las mallas de 0.30 mm (No. 50) y de 1.15 mm (No. 100), afectan la trabajabilidad, la textura superficial, y el sangrado del concreto. (CDT)

3.1.2.4.4 Modulo De Fineza Del Agregado Fino

El módulo de finura es un parámetro que se obtiene de la suma de los porcentajes retenidos acumulados de la serie de tamices especificados que cumplan con la relación 1:2 desde el tamiz # 100 en adelante hasta el tamaño máximo presente y dividido en 100, para este cálculo no se incluyen los tamices de 1" y ½".

Se considera que el Módulo de Finura de una arena adecuada para producir concreto debe estar entre 2,3, y 3,1 o, donde un valor menor que 2,0 indica una arena fina 2,5 una arena de finura media y más de 3,0 una arena gruesa. (GUILLEN)

3.1.2.4.5 Tamaño Máximo Del Agregado Grueso

Tamaño máximo (TM): Se define como la abertura del menor tamiz por el cual pasa el 100% de la muestra. (GUILLEN)

3.1.2.4.6 Tamaño Máximo Nominal Del Agregado Grueso

Tamaño Máximo Nominal (TMN): El tamaño máximo nominal es otro parámetro que se deriva del análisis granulométrico y está definido como el siguiente tamiz que le sigue en abertura

(mayor) a aquel cuyo porcentaje retenido acumulado es del 15% o más. La mayoría de los especificadores granulométricos se dan en función del tamaño máximo nominal y comúnmente se estipula de tal manera que el agregado cumpla con los siguientes requisitos.

- El TMN no debe ser mayor que $1/5$ de la dimensión menor de la estructura, comprendida entre los lados de una formaleta.
- El TMN no debe ser mayor que $1/3$ del espesor de una losa.
- El TMN no debe ser mayor que $3/45$ del espaciamiento libre máximo entre las barras de refuerzo. (GUILLÉN)

3.1.2.4.7 Peso Específico

Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen de estas sin considerar los vacíos entre ellas. Las normas NTP 400.021 (ASTM C-127) y NTP 400.022 (ASTM C-128) establecen el procedimiento estandarizado para su determinación en laboratorio, distinguiéndose tres maneras de expresarlo en función de las condiciones de saturación. Hay que tener en cuenta que las expresiones de la norma son adimensionales, luego hay que multiplicarlas por la densidad del agua en las unidades que se deseen para obtener el parámetro a usar en los cálculos. Pasquel, C. y Carbajal, J. (2009).

3.1.2.4.8 Peso Unitario

El peso específico unitario, es la relación de la masa del agregado que ocupa un volumen patrón unitario entre la magnitud de éste, incluyendo el volumen de vacíos propio del agregado, que ha de ir a ocupar parte de este volumen unitario patrón. El peso específico unitario, tiene idéntica definición al peso unitario simplemente, es decir, peso dividido por el volumen, pero la diferencia fundamental con el peso específico es que el volumen es el aparente, es decir este volumen incluye los vacíos ínter granulares, el peso no difiere. El peso específico unitario, es el peso de la muestra

sobre un volumen definido del molde, viene a ser a la vez una constante de cada material, que sirve para transformar pesos a volúmenes o viceversa, principalmente en la dosificación de hormigones. Existen dos valores para el peso unitario de un material granular, dependiendo del sistema que se emplee para acomodar el material; la denominación que se le dará a cada uno de ellos será: Peso Unitario Suelto y Peso Unitario Compactado. (*CALDERON ALAYO, 2015*)

Peso Unitario Suelto (PUS): Se denomina PUS cuando para determinarla se coloca el material seco suavemente en el recipiente hasta el punto de derrame y a continuación se nivela a ras una carilla. El concepto PUS es importante cuando se trata de manejo, transporte y almacenamiento de los agregados debido a que estos se hacen en estado suelto. (*CALDERON ALAYO, 2015*)

Peso Unitario Compactado (PUC): Se denomina PUC cuando los granos han sido sometidos a compactación incrementando así el grado de acomodamiento de las partículas de agregado y por lo tanto el valor de la masa unitaria. El PUC es importante desde el punto de vista diseño de mezclas ya que con él se determina el volumen absoluto de los agregados por cuanto estos van a estar sometidos a una compactación durante el proceso de colocación de agregado. (*CALDERON ALAYO, 2015*)

3.1.2.4.9 Porcentaje De Vacíos

Es la medida del volumen expresada en porcentaje de espacios entre las partículas de agregados. Depende también del acomodo entre partículas, por lo que su valor es relativo como en el caso del peso unitario. (*CALDERON ALAYO, 2015*)

3.1.2.4.10 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. El agregado se considera como “seco” cuando se ha mantenido a una temperatura de 110° C +- 5°C por suficiente tiempo para remover toda el agua no combinada. (NTC-176, 1995)

3.1.2.4.11 Peso Específico De Masa (Pem)

Es la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de agregado (incluyendo los poros permeables e impermeables en las partículas, pero no incluyendo los poros entre partículas); a la masa en el aire de igual volumen de agua destilada libre de gas. (PLUS, s.f.)

$$P_{em} = A B - C$$

A: Peso de la muestra seca en el aire, gramos.

B: Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, gramos

C: Peso en el agua de la muestra saturada, gramos

3.1.2.4.12 Peso Específico De Masa Saturado Superficialmente Seco (SSS)

Es la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de agregado incluyendo la masa de agua de los poros llenos hasta colmarse por sumersión en agua por 24 horas aproximadamente (pero no incluyendo los poros entre partículas), comparada con la masa en el aire de un igual volumen de agua destilada libre de gas. (PLUS, s.f.)

$$P_{eSSS} = B B - C$$

B: Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, gramos

C: Peso en el agua de la muestra saturada, gramos

3.1.2.4.13 Peso Específico Aparente (Pea)

Es la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de la porción impermeable del agregado, a la masa en el aire de igual volumen de agua destilada libre de gas. El peso específico aparente (Pea) se determina por medio de la siguiente fórmula:

$$Pea = \frac{Wo}{(V - Va) - (500 - Wo)} * 100$$

Dónde:

Pea = Peso específico aparente,

Wo = Peso del aire en la muestra secada en el horno (Gramos), V = Volumen del frasco en cm³

Va = Peso en gramos o volumen cm³ de agua añadida al frasco

3.1.2.4.14 Porosidad

Los tamaños de los poros en el agregado varían en un amplio rango, pero hasta los más pequeños son mayores que los poros del gel en la pasta de cemento. Algunos poros del agregado están totalmente inmersos dentro de la partícula, pero otros se abren a la superficie, de modo que el agua, y otros agentes agresores, pueden penetrar en ellos. El grado de porosidad de las rocas comunes varía de 0 a 50%. Teniendo en cuenta que el agregado representa aproximadamente tres cuartas partes del volumen del concreto, es claro que la calidad de la roca utilizada como agregado es un factor que podría contribuir a la porosidad total del concreto. Sin embargo, la porosidad capilar es la que generalmente influye en la durabilidad del concreto. (CARCAÑO, 2006)

3.1.2.4.15 Contenido De Humedad

Los agregados pueden tener algún grado de humedad lo cual está directamente relacionado con la porosidad de las partículas. la porosidad depende a su vez del tamaño de los poros, su permeabilidad y la cantidad o volumen total de poros. las partículas de agregado pueden pasar por cuatro estados, los cuales se describen a continuación. De la Cruz Mercado y Quispe Ccahuin (2014)

- **Totalmente seco:** se logra mediante un secado al horno a 110°C hasta que los agregados

tengan un peso constante (generalmente 24 horas).

- **Parcialmente seco:** se logra mediante exposición al aire libre.
- **Saturado:** En un estado límite en el que los agregados tienen todos sus poros llenos de agua, pero superficialmente se encuentran secos. Este estado sólo se logra en el laboratorio.
- **Totalmente húmedo:** Todos los agregados están llenos de agua y además existe agua libre superficial.

El contenido de humedad en los agregados se puede calcular mediante la utilización de la siguiente fórmula:

$$P = [(W - D) / D] * 100$$

Dónde:

P: es el contenido de humedad (%)

W: es la masa inicial de la muestra (g)

D: es la masa de la muestra seca (g) (CRUZ, 2012)

3.1.2.5 Características Resistentes

3.1.2.5.1 Resistencia

La resistencia del concreto no puede ser mayor que el de los agregados; la textura la estructura y composición de las partículas del agregado influyen sobre la resistencia.

Si los granos de los agregados no están bien cementados unos a otros consecuentemente serán débiles. La resistencia al chancado o compresión del agregado deberá ser tal que permita la resistencia total de la matriz cementante.

3.1.2.5.2 Tenacidad

Esta característica está asociada con la resistencia al impacto del material. Está directamente relacionada con la flexión, angularidad y textura del material.

3.1.2.5.3 Dureza

Se define como dureza de un agregado a su resistencia a la erosión abrasión o en general al desgaste. La dureza de las partículas depende de sus constituyentes.

Entre las rocas a emplear en concretos éstas deben ser resistentes a procesos de abrasión o erosión y pueden ser el cuarzo, la cuarzita, las rocas densas de origen volcánico y las rocas silicosas.

3.1.2.5.4 Modo De Elasticidad

Es definido como el cambio de esfuerzos con respecto a la deformación elástica, considerándosele como una medida de la resistencia del material a las deformaciones.

El módulo elástico se determina en muy inusual su determinación en los agregados sin embargo el concreto experimentara deformaciones por lo que es razonable intuir que los agregados también deben tener elasticidades acordes al tipo de concreto. El valor del módulo de elasticidad además influye en el escurrimiento plástico y las contracciones que puedan presentarse.

3.1.2.6 Funciones Del Agregado En El Concreto

El agregado dentro del concreto cumple principalmente las siguientes funciones:

- Como esqueleto o relleno adecuado para la pasta (cemento y agua), reduciendo el contenido de pasta en el metro cúbico.
- Proporciona una masa de partículas capaz de resistir las acciones mecánicas de desgaste

o de intemperismo, que puedan actuar sobre el concreto.

- Reducir los cambios de volumen resultantes de los procesos de fraguado y endurecimiento, de humedecimiento y secado o de calentamiento de la pasta

La función de los agregados en el concreto es la de crear un esqueleto rígido y estable lo que se logra uniéndolos con cemento y agua (pasta). Cuando el concreto está fresco, la pasta también lubrica las partículas de agregado otorgándole cohesión y trabajabilidad a la mezcla.

Para cumplir satisfactoriamente con estas funciones la pasta debe cubrir totalmente la superficie de los agregados. Si se fractura una piedra, como se observa en la figura, se reducirá su tamaño y aparecerán nuevas superficies sin haberse modificado el peso total de piedra.

Por la misma razón, los agregados de menor tamaño tienen una mayor superficie para lubricar y demandarán mayor cantidad de pasta. En consecuencia, para elaborar concreto es recomendable utilizar el mayor tamaño de agregado compatible con las características de la estructura.

Los agregados gruesos consisten en una grava o una combinación de grava o agregado triturado cuyas partículas sean predominantemente mayores que 5mm y generalmente entre 9.5 mm y 38mm. Algunos depósitos naturales de agregado, a veces llamados gravas de mina, río, lago o lecho marino. El agregado triturado se produce triturando roca de cantera, piedra bola, gujarros, o grava de gran tamaño. La escoria de alto horno enfriada al aire y triturada también se utiliza como agregado grueso o fino.

Otro aspecto que tiene que ver con el tamaño máximo del agregado es el hecho de que existe una mayor probabilidad de encontrar fisuras o fallas en una partícula de mayor tamaño provocadas por los procesos de explotación de las canteras (dinamitado) y debido a la reducción de tamaño (trituration), lo cual lo convertirá en un material indeseable para su utilización en concreto.

3.1.2.7 Agua

El agua es el componente del concreto que entra en contacto con el cemento generando el proceso de hidratación, que desencadena una serie de reacciones que terminan entregando al material sus propiedades físicas y mecánicas, su buen uso se convierte en el parámetro principal de evaluación para establecer el eficiente desempeño del concreto en la aplicación. (OSORIO, 2020)

3.1.2.7.1 Agua De Mezcla

Es la cantidad de agua adicional que requiere el concreto una vez endurecido a fin de que alcance los niveles de resistencia para los cuales fue diseñado. Este proceso adicional es muy importante en vista de que, una vez colocado, el concreto pierde agua por diversas situaciones como: altas temperaturas por estar expuesto al sol o por el calor reinante en los alrededores, alta absorción donde se encuentra colocado el concreto, fuertes vientos que incrementan la velocidad de evaporación. Aunque en la actualidad existen productos que minimizan la pérdida superficial del agua, en el caso de que no sean utilizados se requiere adicionársela periódicamente a los elementos contruidos para que alcancen el desempeño deseado.

El agua en el concreto es fundamental porque al relacionarla con la cantidad de cemento contenido en la mezcla (relación agua/cemento), es la que determina la resistencia de este y en condiciones normales su durabilidad. Concretos con altos contenidos de agua (relaciones agua/cemento por encima de 0,5) pueden proporcionar resistencias bajas y ser susceptibles de ser atacados fácilmente por los agentes externos. Por el contrario, relaciones agua/cemento bajas (menores de 0,45) contribuyen de forma significativa a la resistencia de los elementos, tanto a la compresión y mejor desempeño de la estructura, como al ataque de agentes que se encuentran en el medio ambiente, y en consecuencia a la durabilidad.

Por ello, es fundamental el control de adición de agua a la mezcla durante su preparación o colocación ya que al alterar la condición inicial de esta (aumentar la relación agua/cemento para conseguir mayor facilidad en la acomodación y el acabado, puede afectar de forma apreciable el desempeño de este consiguiéndose menores resistencias a la compresión o desgastes prematuros de los elementos contruidos.

Si se requiere utilizar el agua de mar esta debe ser empleada en concretos que no requieran refuerzo metálico, si no, es conveniente tomar acciones encaminadas a evitar que sus sales afecten el buen desempeño de las varillas. De acuerdo con todo lo anterior, en la medida en que se establezcan controles para el uso y manejo del agua apropiados, obtendremos concretos con los desempeños deseados y evitaremos inconvenientes posteriores en las obras que generalmente se traducen en sobre costos de las mismas. (OSORIO, 2020)

3.1.2.7.2 Consideraciones De Agua De Mezcla

- Las aguas que contengan menos de 2000 p.p.m. de sólidos disueltos generalmente son aptas para hacer concretos; si tienen más de esta cantidad deben ser ensayados para determinar sus efectos sobre la resistencia del concreto.
- Si se registra presencia de carbonatos y bicarbonatos de sodio o de potasio en el agua de la mezcla, estos pueden reaccionar con el cemento produciendo rápido fraguado; en altas concentraciones también disminuyen la resistencia del concreto.
- El alto contenido de cloruros en el agua de mezclado puede producir corrosión en el acero de refuerzo o en los cables de tensionamiento de un concreto pre esforzado.
- El agua que contenga hasta 10000 p.p.m. de sulfato de sodio, puede ser usada sin problemas para el concreto.
- Las aguas acidas con pH por debajo de 3 pueden crear problemas en el manejo u deben ser evitadas en lo posible.

- Cuando el agua contiene aceite mineral (petróleo) en concentraciones superiores a 2%, pueden reducir la resistencia del concreto en un 20%.
- Cuando la salinidad del agua del mar es menor del 3.5%, se puede utilizar en concretos no reforzados y la resistencia del mismo disminuye en un 12%, pero si la salinidad aumenta al 5% la reducción de la resistencia es del 30%.

3.1.2.7.3 Agua Para Curado

El agua del curado tiene por objeto mantener el concreto saturado para que se logre la casi total hidratación del cemento, permitiendo el incremento de la resistencia.

Las sustancias presentes en el agua para el curado pueden producir manchas en el concreto y atacarlo causando su deterioro, dependiendo del tipo de sustancias presentes. Las causas más frecuentes de manchas son: El hierro o la materia orgánica disuelta en el agua.

Métodos De Curado

Existen diversos métodos de curado para el concreto, el curado con aplicación de agua y el curado con el uso de materiales selladores. El primer método implica el uso de agua y materiales humectados que se ponen en contacto directo con la superficie del concreto, y el segundo método es con el uso de materiales selladores que se aplican sobre la superficie del concreto y el uso de materiales impermeables como protección. (*CONCRETO, 2020*)

- Se puede realizar una inmersión del concreto en agua, controlada constantemente para así evitar daños en el concreto.
- El agua puede rociarse en estado de niebla directamente al concreto, en donde se debe evitar aplicar agua en grandes cantidades o a chorro ya que puede erosionar el material.
- El uso de materiales como costales, mantas de algodón y alfombras humectadas con agua para que tengan contacto permanente con las superficies del concreto. Estos materiales deben ser colocados inmediatamente el concreto tenga una dureza superficial aceptable,

para que de este modo se puedan evitar daños en el acabado del mismo.

- La tierra es otro método utilizado para el curado del concreto. La estructura se recubre con tierra y ésta a la vez se está humectando constantemente. Es de gran importancia verificar que la tierra no contenga materia orgánica que reaccione al contacto con el concreto.
- Aserrín y arena que se humedecen constantemente con el fin de tener las condiciones de humedad óptimas sobre la superficie del concreto. Estos tipos de material en algunas ocasiones contienen ácido tánico en grandes cantidades, afectando el acabado final.
- La paja o heno es igualmente utilizado con la misma metodología de humectación, aunque en este caso se aplican capas con un espesor de 150 mm. Películas plásticas de bajo peso (polietileno) en el concreto, de por lo menos 0,1 mm de espesor, y que se pueden conseguir en diversas presentaciones como plásticos transparentes, blancas o negras. Estas se colocan sobre la superficie del concreto una vez pueda soportarlas y sin dañar los acabados finales. El polietileno genera un ambiente hermético entre el plástico y la superficie del concreto. Sin embargo, se pueden presentar coloraciones en la superficie del concreto por acumulación de agua.
- El papel impermeable de dos capas es otra opción para el curado del concreto. Estas dos capas están unidas por medio de material bituminoso e impermeabilizado con fibras.
- Los compuestos líquidos se usan para formar membranas de curado para el concreto. Los líquidos de curado se aplican en la superficie del concreto cuando el agua por efectos de exudación ha desaparecido y antes que el producto que se va a aplicar pueda ser absorbido por el concreto. Por tal razón se necesita de gran experiencia para saber el momento el cual ya puede ser aplicado el producto (*CONCRETO, 2020*).

3.1.2.8 Concreto

3.1.2.8.1 Definición Del Concreto

Según la empresa BUDENHEIM el concreto es una mezcla de materiales como la arena, grava y gravilla (también llamados agregados), y cemento, que sirve como aglutinante. El concreto es un material que para endurecer sólo necesita agua durante el mezclado, es por eso que también

puede ser utilizado bajo el agua. Puede tomar casi cualquier forma si se vierte en un molde o encofrado y se transforma en piezas prefabricadas para la construcción. Como un concreto especial mezclado con materiales de relleno y de alta dureza, ofrece un sólido fundamento para los edificios. En cambio, el hormigón armado y el hormigón pre comprimido resisten grandes fuerzas de tensión en la construcción de techos amplios y en la edificación de viaductos.

(Budenheim, 2010)

3.1.2.8.2 Tipos De Concreto

Según la empresa contratista F&S SAS clasifica los concretos de la siguiente manera:

TIPO DE CONCRETO	DEFINICION
Concreto Simple	Este tipo de concreto no tiene armadura de refuerzo. Generalmente, es utilizado para la construcción de veredas y pavimentos.
Concreto Ciclópeo	Es también un concreto simple, compuesto por grandes piedras o bloques. No contiene armadura y es utilizado en cimientos corridos, bases o rellenos que no requieren una alta resistencia.
Concreto Armado	Este tipo de concreto es estructural y tiene armadura de refuerzo (hierro) para obtener mayor resistencia en las edificaciones, tales como: columnas, vigas y losas.
Concreto Premezclado	Se dosifica en planta, que puede ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores, para después ser transportado a la obra. Existe una gran variedad de concretos premezclados, según la necesidad específica de cada obra: de alta resistencia, de resistencia acelerada, de baja permeabilidad, de fraguado acelerado, liviano, entre otros.
Concreto Prefabricado	Utilizado para elementos de concreto simple o armado, fabricados en un lugar diferente a su posición final en la estructura.
Concreto Arquitectónico o Coloreado	Utilizado en construcciones con elementos cara vista y puede solicitarse en la tonalidad que se desee. La resistencia varía de acuerdo con especificación del proyecto, sus costos son variables, no sólo por el pigmento empleado en su coloración, sino también por la complejidad en la logística que conlleva el proceso de producción para evitar el cambio de tonalidad en todo el volumen despachado.
Concreto Permeable	Conocido como “concreto ecológico”, “verde” o sostenible, permite que el agua fluya a través de su estructura, permitiendo recuperar el agua y evitar la desertificación de los suelos. Principalmente, se emplea para la construcción de estacionamientos, piletas, pistas, veredas, ciclo vías, entre otras.

Tabla 5. Tipos de concreto

Fuente. Contratistas F&S SAS

3.1.2.8.3 Propiedades Del Concreto

3.1.2.8.3.1 En Estado Plástico

3.1.2.8.3.1.1 La Trabajabilidad

Es la facilidad que tiene el concreto para ser mezclado, manipulado y puesto en obra, con los medios de compactación del que se disponga.

3.1.2.8.3.1.2 Consistencia

Denominamos consistencia a la mayor o menor facilidad que tiene el hormigón fresco para deformarse o adaptarse a una forma específica. La consistencia depende de

- Agua de amasado.
- Tamaño máximo del agregado.
- Granulometría.
- Forma de los agregados influye mucho el método de compactación.

3.1.2.8.3.1.2.1 Tipos De Consistencia

- SECA – Vibrado enérgico.
- PLÁSTICA – Vibrado normal.
- BLANDA – Apisonado.
- FLUIDA – Barra.

TABLA DE TOLERANCIA

CONSISTENCIA	TOLERANCIA (cm)	INTERVALO
Seca	0	0-2
Plástica	± 1	3-5
Blanda	± 1	6-9
Fluida	± 1	10-15

Tabla 6. Tolerancia

Fuente. <https://es.slideshare.net/tahinariveraquo/concreto-y-sus-propiedades>

3.1.2.8.2.1.3 Homogeneidad Y Uniformidad

- **Homogeneidad**

Es la cualidad que tiene un concreto para que sus componentes se distribuyan regularmente en la masa.

- **Uniformidad**

Se le llama cuando es en varias amasadas. Esta característica depende de:

- Buen amasado.
- Buen transporte.
- Buena colocación en obra.

Se pierde la homogeneidad por tres causas:

- Irregularidad en el mezclado.
- Exceso de agua.
- Cantidad y tamaño máximo de los agregados gruesos

- **Esto Provoca**

- **Segregación**

separación de los áridos gruesos y finos.

- Decantación

los áridos gruesos van al fondo y los finos se quedan arriba. Compacidad. Es la relación entre el volumen real de los componentes del hormigón y el volumen aparente del hormigón. No se tiene en cuenta el aire ocluido.

3.1.2.8.2.2 En Estado Endurecido

3.1.2.8.2.2.1 Impermeabilidad

El concreto es un sistema poroso y nunca va a ser totalmente impermeable. Se entiende por permeabilidad como la capacidad que tiene un material de dejar pasar a través de sus poros un fluido.

Para lograr una mayor impermeabilidad se pueden utilizar aditivos impermeabilizantes, así como mantener una relación agua cemento muy baja. La permeabilidad depende de:

- Finura del cemento.
- Cantidad de agua.
- Compacidad.

La permeabilidad se corrige con una buena puesta en obra.

3.1.2.8.2.2.2 Durabilidad

El concreto debe ser capaz de resistir la intemperie, acción de productos químicos y desgaste, a los cuales estará sometido en el servicio. Gran parte de los daños por intemperie sufrido por el concreto pueden atribuirse a los ciclos de congelación y descongelación. La resistencia del concreto a esos daños puede mejorarse aumentando la impermeabilidad incluyendo de 2 a 6% de aire con un agente incluso de aire, o aplicando un revestimiento protector a la superficie.

En relación con la durabilidad, el grado de agresividad del ambiente al que se ve expuesta una estructura depende del microclima que la rodea (humedad relativa, temperatura, viento) con sus respectivas fluctuaciones, así como del conjunto de procesos físicos y químicos a los que se ve expuesta en servicio y de la presencia de sustancias que la degraden, como consecuencia de efectos diferentes a los de las cargas y demandas mecánicas consideradas en el análisis estructural.

Se puede observar que la estructura interna del concreto dependerá de cuatro factores fundamentales:

- **Diseño de la estructura:** dimensionamiento, cálculo, valoración del tipo de agresores en el medio, definición del espesor de recubrimiento, selección de los materiales, especificación del concreto durable frente al tipo de ataque y el tipo de protección adicional cuando es requerida, definición del tipo y frecuencia del mantenimiento.
- **Materiales:** uso de materiales adecuados y control de calidad.
- **Ejecución:** buena práctica constructiva, transporte, colocación y vibrado adecuados
- **Curado:** etapa en obra que reviste gran importancia para la durabilidad de la estructura.

Antes de utilizar nuevos materiales como cemento, adiciones, aditivos, agregados y acero de refuerzo o nuevas tecnologías, se debe analizar su posible influencia respecto a la durabilidad. Se deben realizar las pruebas necesarias sobre el concreto para garantizar el desempeño de estos nuevos materiales, de acuerdo con de las características del ambiente a las que estará sometida la estructura. (*NTC-5551, 2007*)

3.1.2.8.2.2.3 Resistencia

La resistencia a la compresión se puede definir como la máxima resistencia medida de un espécimen de concreto o de mortero a carga axial. Generalmente se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm^2) a una edad de 28 días se le designe con el símbolo $f'c$. Para determinar la resistencia a la compresión, se realizan pruebas de mortero o de concreto.

La resistencia a la flexión del concreto se utiliza generalmente al diseñar pavimentos y otras losas sobre el terreno. La resistencia a la compresión se puede utilizar como índice de la resistencia a la flexión, una vez que entre ellas se ha establecido la relación empírica para los materiales y el tamaño del elemento en cuestión.

El valor de la resistencia a la tensión del concreto es aproximadamente de 8% a 12% de su resistencia a compresión y a menudo se estima como 1.33 a 1.99 veces la raíz cuadrada de la resistencia a compresión.

La resistencia a la torsión para el concreto está relacionada con el módulo de ruptura y con las dimensiones del elemento de concreto.

La resistencia al cortante del concreto puede variar desde el 35% al 80% de la resistencia a compresión. La correlación existe entre la resistencia a la compresión y resistencia a flexión, tensión, torsión, y cortante, de acuerdo con los componentes del concreto y al medio ambiente en que se encuentre.

Los principales factores que afectan a la resistencia son la relación a/c y la edad, o el grado a que haya progresado la hidratación. Estos factores también afectan a la resistencia a flexión y a tensión, así como a la adherencia del concreto con el acero.

3.1.2.9 Aditivos

3.1.2.9.1 Aditivo Acelerante

Un aditivo que acelera el fraguado y el desarrollo de resistencia temprana del concreto. (NTC-1299, 2008)

Ejemplo

3.1.2.9.1.1 Accelguard 25

Es un aditivo que combina un Acelerante con un reductor de agua para concreto, mejorando las propiedades en estado fresco y endurecido como son trabajabilidad, resistencia a compresión y flexión.

Es un aditivo base cloruro, compatible con incorporadores de aire siempre que se dosifiquen separadamente en la mezcla. Cumple con la ASTM C-494 tipo E.

- Usos

ACCELGUARD 25 es recomendado en obras de concreto o mortero donde se requiera:

- Tiempos de fraguado inicial y final.
- Aumentar resistencias iniciales y finales.
- Producir elementos prefabricados con fraguados rápidos, para desencofrar en corto tiempo y la resistencia necesaria para su pronta movilización.
- Colocación de concreto en obras en clima frío.
- Producción y colocación de concreto en obra.

3.1.2.9.1.1.1 Ventajas

- Permite acelerar y plastificar en una sola operación.
- Fraguado uniforme.

- Reduce el fraguado inicial.
 - Aumenta resistencias iniciales y finales.
 - Densifica el concreto.
 - Minimiza el sangrado y la segregación.
 - Aplicable en clima cálido y frío.
 - Economía en mano de obra al facilitar el manejo y trabajabilidad de las mezclas.
- (TOXEMENT, 2020)

3.1.2.9.2 Aditivo Retardante

Un aditivo que retarda el fraguado del concreto. (NTC-1299, 2008)

EJEMPLO

3.1.2.9.2.1 Eucon 75 R

Es un aditivo líquido retardante de fraguado y reductor de agua para hormigón y mortero. Es un líquido color café de olor característico que cumple con las normas ASTM C-494 o ICONTEC 1299 Tipo D.

- **Usos**

Como plastificante, sin aumentar el agua de amasado de la mezcla, puede ser usado para aumentar el asentamiento del concreto o mortero con respecto a una mezcla sin aditivo.

Como reductor de agua, permite una disminución de hasta el 10% del agua de amasado de la mezcla para obtener un asentamiento determinado, permitiendo incrementos en la resistencia a la compresión en todas las edades.

EUCON 75 R se utiliza donde se requiera:

- Prolongar el tiempo de colocación del concreto.
- Colocar concreto bombeable.
- Evitar juntas frías.
- Acelerar resistencias.
- Reducción de agua hasta un 10%.

3.1.2.9.2.1.1 Ventajas

- El uso de EUCON 75 R otorga grandes ventajas al concreto tanto en su estado plástico como en su estado endurecido.
- Concreto en estado plástico
- Control de tiempo de fraguado (retardo).
- Aumenta la trabajabilidad.
- Mejora las características de terminado.
- Reduce los requerimientos de agua.
- Reduce la segregación.
- Aumenta el tiempo de manejabilidad.
- Concreto en estado endurecido
- Incremento en las resistencias mecánicas iniciales y finales.
- Permite excelentes acabados.
- Reduce el agrietamiento.
- Reduce la permeabilidad. (TOXEMENT, 2020)

3.1.2.9.3 Aditivo Reductor De Agua

Un aditivo que reduce la cantidad de agua de mezclado requerida para producir concreto de una consistencia dada. (NTC-1299, 2008)

3.1.2.9.3.1 Eucon 300

Es una solución acuosa de polímeros químicos reductores de agua y plastificantes para concreto. EUCON 300 no tiene cloruros. Es un reductor de agua de fraguado normal que da al concreto, plasticidad, cohesividad en estado fresco y mejor durabilidad, reduce contracción por secado y mejora la impermeabilidad en concreto endurecido. Cumple con la norma ASTM C-494 o NTC 1299 como aditivo Tipo A.

- **Usos**

EUCON 300 está recomendado en todo tipo de concreto en donde se requiera:

- Incrementar el asentamiento del concreto manteniendo el agua constante.
- Reducir el agua de amasado aumentando las resistencias.
- Un concreto de fraguado normal o con mínimo retardo.
- Reducir la permeabilidad.
- Obtener mejores acabados.
- Optimizar diseños de mezcla y contenidos de cemento.

3.1.2.9.3.1.1 Ventajas

El uso del EUCON 300 aporta grandes ventajas al concreto tanto en su estado plástico como en su estado endurecido.

En concreto fresco

- Mejora las características de terminado.
- Aumenta la trabajabilidad.
- Reduce los requerimientos de agua.
- Reduce la segregación.
- En concreto endurecido
- Incrementa las resistencias mecánicas iniciales y finales.
- Reduce la permeabilidad.
- Reduce el agrietamiento. (*TOXEMENT, 2020*)

3.1.2.9.4 Aditivo Reductor De Agua, De Alto Rango

Un aditivo que reduce la cantidad de agua de mezclado requerida para producir un concreto de una consistencia dada en un 12 % o más. (*NTC-1299, 2008*)

Ejemplo

3.1.2.9.4.1 Eucon 35 F

Es un aditivo reductor de agua de alto poder para hormigón. cumple con la norma ASTM C-494 Tipo A y F o ICONTEC 1299.

- **Usos**

EUCON 35 F es especialmente recomendado cuando se requiere:

- Concreto de alto desempeño.
- Concreto premezclado en general
- Concreto fuertemente reforzado

- Concreto para losas y concreto masivo
- Concreto con relación baja de agua / cemento.
- Concreto fluido.

3.1.2.9.4.1.1 Ventajas

- Reduce la permeabilidad de la mezcla.
- Densifica el concreto y disminuye el riesgo de hormigueros.
- No contiene cloruros ni agentes corrosivos.
- Elimina la segregación de los componentes del hormigón.
- Disminuye la exudación.
- Disminuye las retracciones por fraguado.
- Acelera las resistencias de diseño.
- Reduce costos por facilidad de colocación del concreto.
- Es compatible con el agente incorporador de aire AIRMIX D de TOXEMENT.
- El concreto adicionado con EUCON 35 F mantiene las características plásticas entre 15 y 45 minutos dependiendo de: Tipo de cemento, diseño de mezcla, relación A/C, temperatura y dosis empleada. (TOXEMENT, 2020)

3.1.2.9.5 Aditivo Reductor De Agua Y Acelerante

Un aditivo que reduce la cantidad de agua de mezclado requerida para producir un concreto de una consistencia dada y acelera el fraguado y el desarrollo de resistencia temprana del concreto. (NTC-1299, 2008)

Ejemplo

3.1.2.9.5.1 Accelguard 90

Es un aditivo Acelerante, reductor de agua listo para usarse en el concreto y no contiene Cloruro de Calcio ni iones cloruro adiciones. Aumenta la resistencia a edades tempranas a temperaturas bajas y es especialmente efectivo a temperaturas bajas extremas tales como - 7°C. también aumenta la trabajabilidad del concreto y reduce la exudación y la segregación. Este producto es compatible con la mayoría de los aditivos comúnmente usados en el concreto convencional.

Cumple con la norma ASTM C-494, aditivos Tipo C y E. Cumple con la norma ACI-201 Guide for Durable Concrete (Guía para Concreto Durable) y ACI-302, Guide for Concrete Floor and Slab Construction (Guía para la Construcción de Pisos y Losas de Concreto), prohíben el uso de cloruros en muchos tipos de concreto. puede ser utilizado en estos tipos de concreto, tales como, pisos sobre concreto pretensado o cubiertas galvanizadas, pisos con dos tipos de metal embebido, concreto reforzado en ambientes húmedos y/o expuestos a sales deshielantes de cloruro.

- **Usos**
 - Colocación de concretos en climas fríos.
 - Concreto estructural y convencional.
 - Mortero y bloques de concreto.
 - Concreto prefabricado y concreto pretensado.

3.1.2.9.5.1.1 Ventajas

- Reduce de 1 a 6 horas el fraguado inicial, dependiendo de las temperaturas del concreto.

- Reduce los costos de construcción; se acelera el ciclo de colocación del concreto.
- Mejora la trabajabilidad y produce un concreto más denso.
- Minimiza la exudación y la segregación.
- Mejora el desarrollo de resistencias a la compresión a edades tempranas.
- Disminuye las horas extras de trabajo ya que permite realizar el acabado el mismo día.

3.1.2.9.6 Aditivo Reductor De Agua Y Retardante

Un aditivo que reduce la cantidad de agua de mezclado requerida para producir un concreto de una consistencia dada y retarda el fraguado del concreto. 3.1.7 Aditivo reductor de agua, de alto rango y retardante. Un aditivo que reduce la cantidad de agua de mezclado requerida para producir un concreto de una consistencia dada en un 12 % o más y retarda el fraguado del concreto. (NTC-1299, 2008)

Ejemplo

3.1.2.9.6.1 Eucon Retarder 250

Es un aditivo líquido, reductor de agua, de prolongado tiempo manejabilidad para concreto. Está formulado para dar un óptimo desempeño en concretos que requieren reducir agua o que van a ser trabajados en ambientes de mediana a alta temperatura. No contiene cloruro de calcio y otros materiales con potencial de oxidación. Cumple con las especificaciones de la norma ASTM C-494 como Tipo B y D.

• Usos

EUCON RETARDER 250 es recomendado en la fabricación de:

- Concreto de uso general y/o concreto arquitectónico.

- Concreto que requiere un fraguado prolongado y mayor tiempo de manejabilidad.
- Aplicaciones de concreto en clima cálido e intermedio donde se requiera largo tiempo para su colocación.
- Concretos lanzados.
- Concretos masivos. (*TOXEMENT, 2020*)

3.1.2.9.6 .1.1 Ventajas

- Incrementa la trabajabilidad.
- Reduce el requerimiento de agua.
- Reduce la segregación.
- Es compatible con otros aditivos.
- Permite reducción de agua mayor al 10%.
- Incrementa el desarrollo de resistencias mecánicas.
- Fraguado retardado en las dosis recomendadas.

3.1.2.10 Fibras

En los últimos años, el uso de fibras como refuerzo del concreto ha tenido un auge importante en Colombia. Sin embargo, esta técnica no es nueva en el mundo de la construcción; de hecho, se remonta muchos años antes de la aparición del cemento Pórtland y del concreto, cuando se utilizaban materiales como pasto, fique, junco y hasta pelo animal que eran agregados al adobe con el fin de evitar la fisuración y mejorar la resistencia a tensión.

No obstante, la inclusión de tecnología ha permitido desarrollar fibras de vidrio de diversos materiales (especialmente resistentes a los álcalis) como polipropileno, polivinilos, polietilenos, acero, carbono, entre otros. *Cabrera, H. (2018).*

3.1.2.10.1 Tipos De Fibras

3.1.2.10.1.1 Microfibras

Normalmente son fibras de plástico, polipropileno, polietileno nylon, que ayudan a reducir la segregación de la mezcla de concreto y previenen la formación de fisuras durante la construcción. Las fibras multifilamento permiten obtener mejores resultados y sus longitudes oscilan entre los 12 y los 75 mm y se dosifican en el concreto entre 0,6 kg/m³ y 1 kg/m³. *Cabrera, H. (2018).*

3.1.2.10.1.2 Macrofibras

Generalmente son de materiales como acero, vidrio, materiales sintéticos o naturales (fique y otros), los cuales se utilizan como refuerzo distribuido en todo el espesor del elemento y orientado en cualquier dirección. Las fibras actúan como malla electrosoldada y varillas de refuerzo, incrementando la tenacidad del concreto y agregando al material capacidad de carga posterior al agrietamiento. Entre los beneficios del uso de concreto reforzado con fibras -CRF-se encuentran el incremento de la resistencia al impacto y a la fatiga. Su diámetro oscila entre los 0,25 mm y 1,5 mm con longitudes variables entre 13 mm y 70 mm. *Cabrera, H. (2018).*

3.1.2.10.2 Clasificación De Fibras

3.1.2.10.2.1 Fibras De Polipropileno, Vidrio Y Nylon

Estos materiales son empleados como microfibras y están especialmente diseñados para ser compatibles con el ambiente alcalino de la matriz del concreto. Algunas fibras existentes en el

mercado pueden contener aditivos destinados a combatir bacterias o aumentar el asentamiento. *Cabrera, H. (2018).*

3.1.2.10.2.2 Fibras De Acero

Dependiendo del sistema de fabricación en el mercado se encuentran fibras de diferentes tamaños, secciones, rugosidad superficial y formas. Pueden ser trefiladas en frío, cortadas o maquinadas. Su forma puede ser variable, recta, ondulada o con aplastamientos.

Para comparar fibras se utilizan tres conceptos: relación de esbeltez, anclaje y resistencia a la tracción del alambre. A mayor número de fibras, mejor desempeño del refuerzo, teniendo en cuenta que los concretos reforzados con fibras de acero fallan principalmente por la adherencia entre el refuerzo y la matriz cementante.

La dosificación de este material oscila normalmente entre 15 y 25 kg/m³ para pisos convencionales. En pisos sin juntas, normalmente se emplean dosificaciones mayores a 30 kg/m³ y para las aplicaciones en concretos lanzados como los utilizados en túneles es de 40 kg/m³.

Cabrera, H. (2018).

3.1.2.10.2.3 Fibras Sintéticas

Generalmente, las fibras sintéticas son utilizadas como Macrofibras, cuyo propósito es asegurar que la tenacidad sea acorde con las necesidades de diseño estructural. La proporción de la mezcla depende de la longitud y el diámetro, pero las dosificaciones usualmente empleadas están comprendidas entre el 1 y 2% en volumen (9 a 18 kg/m³), aunque existen aplicaciones con contenidos mínimos del 0,1%, o máximos del 8%, en volumen. *Cabrera, H. (2018).*

3.1.2.10.3 Propiedades Y Ensayos Aplicables A Las Fibras

El rol principal de las fibras está ligado al control de la propagación de una fisura en un material en estado de servicio, reduciendo la abertura de las fisuras, y la transformación del comportamiento de frágil a dúctil de un material.

El aspecto más importante del desempeño mecánico para el concreto reforzado con fibras es el comportamiento a la tensión. Sin embargo, es complicado realizar ensayos uniaxiales de resistencia a la tensión, especialmente si se busca conocer la respuesta del material después de la carga máxima. Las propiedades en estado fresco tienen influencia de la geometría de las fibras y la dosificación de las mismas.

La manejabilidad del concreto reforzado con fibras depende de la dosificación en volumen de las fibras, la geometría, el estado superficial y el enlace entre ellas, las dimensiones de los agregados y su cantidad relativa.

El ensayo de asentamiento con el cono de Abrams al concreto reforzados con fibras presenta ciertas dificultades, ya que la matriz del concreto en la mayoría de los casos es muy cohesiva y no fluye libremente. El ensayo adecuado para determinar la fluidez en este tipo de concreto es por medio del cono invertido, en el cual se utiliza una vibración interna, *Cabrera, H. (2018)*.

3.1.2.11 Ensayo De Consistencia Con El Cono De Abrams (Ntc-396)

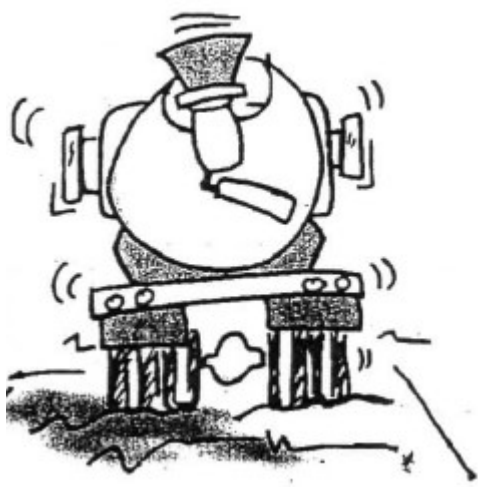
3.1.2.11.1 Toma De Muestras

Si el ensayo se realiza para determinar la aceptabilidad del concreto certificado, las muestras deberán tomarse entre $1/4$ y los $3/4$ de la descarga del concreto.

Si el ensayo se realiza para comprobar la uniformidad del concreto certificado, las muestras deberán tomarse aproximadamente a $1/4$ y a los $3/4$ de la descarga.

Cada muestra deberá contener una cantidad de concreto por lo menos algo mayor del doble de la necesaria para hacer el ensayo, y se volverá a mezclar en una carretilla de hacerlo. *González (2017)*

Figura 4: Imagen tomada de la Cartilla José Concreto

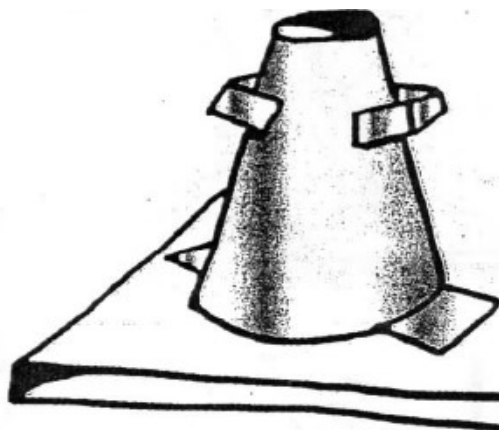


Pasos para determinar la consistencia con el cono de Abrams:

1° Colocar cono sobre una bandeja o chapa rígida

Humedezca el interior del cono y colóquese sobre una superficie plana, horizontal y firme, también humedecida, cuya área sea superior a la base del cono, Cuando se coloque el concreto manténgase el cono firmemente sujeto en su posición mediante las aletas inferior. *González (2017)*

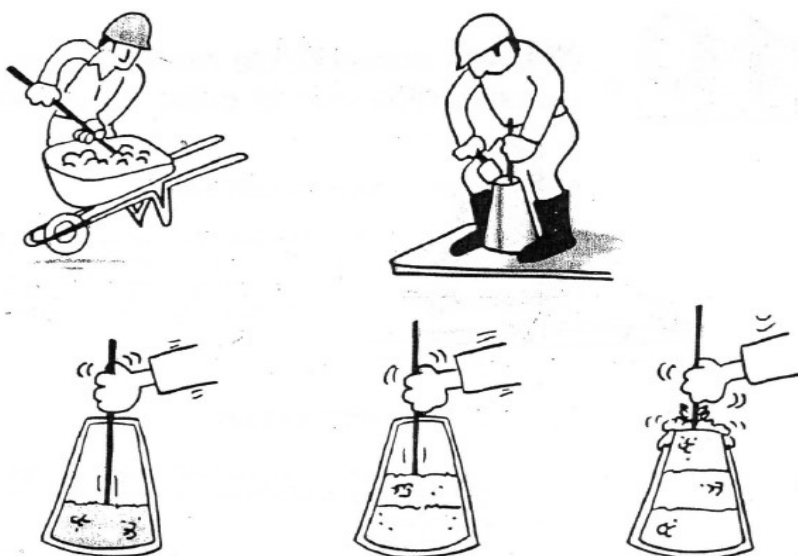
Figura 5: imagen tomada de la Cartilla José Concreto



2° Llenar el cono entre capas

Llénese el cono hasta $\frac{1}{3}$ de su capacidad y compáctese con una varilla metálica de 16 milímetros de diámetro, 60 centímetros de longitud y de extremo redondeado, dando 25 golpes repartidos uniformemente por toda la superficie. *González (2017)*

Figura 6: imagen tomada de la Cartilla José Concreto



3° Utilizar la varilla con extremo redondeado en forma de bala

Llénese el cono con la segunda capa hasta $\frac{2}{3}$ de su volumen y compactar esta capa con 25 golpes uniformemente repartidos en la superficie del concreto y penetrando en él, cuidando en que penetre ligeramente en la capa anterior rellenando todos los huecos. *González (2017)*

4° Compactar cada capa con 25 golpes

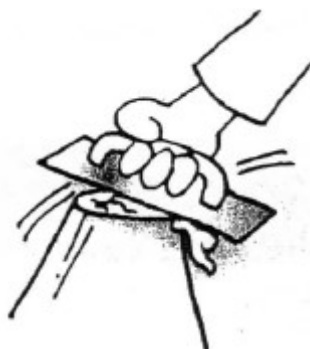
Llénese el cono de forma que haya un ligero exceso de concreto y luego compáctese esta última capa con 25 golpes que penetren uniformemente y cuidando de que penetre ligeramente en la capa anterior, rellenando todos los huecos. *González (2017)*

5° Retirar el exceso de concreto

Retírese el exceso de concreto con una regla metálica de forma que el cono que de perfectamente lleno y enrasado.

Quitar el concreto que haya caído alrededor de la base del cono. *(ASOCRETO, 2007)*

Figura 7: imagen tomada de la Cartilla José Concreto



6° Sacar el molde con cuidado

Sáquese el molde levantándolo con cuidado en dirección vertical lo más rápidamente posible.

No mover nunca el concreto en este momento. *González (2017)*

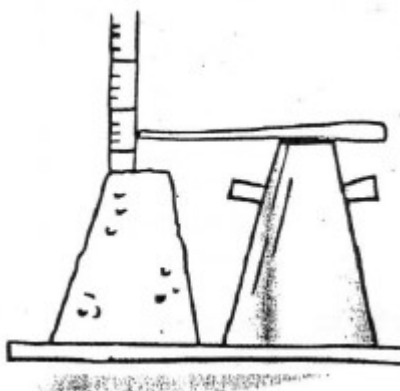
Figura 8: imagen tomada de la Cartilla José Concreto



7° Medida del asentamiento

Mídase el asentamiento como se indica en la figura. Si la superficie superior del cono es irregular, el índice de consistencia se determina midiendo la diferencia entre la altura del molde y la del punto más alto de la muestra después del ensayo. (*ASOCRETO, 2007*)

Figura8: imagen tomada de la Cartilla José Concreto



3.1.2.12 Toma De Muestra Del Concreto

El tiempo total transcurrido entre la obtención de la primera y la última muestra individual, deberá ser tan corto como sea posible y en ningún caso, podrá exceder de 15 minutos.

3.1.2.12.1 Tamaño De Las Muestras

Las muestras para ensayo deberán tener un volumen mínimo de 28 litros, (1 pie³). Se permiten tamaños de muestra más pequeños para ensayos rutinarios de contenido de aire y de asentamiento, dependiendo del tamaño máximo del agregado.

3.1.2.12.2 Toma De Muestras De Camiones Mezcladores (Mixers) O Camiones Agitadores

Las muestras individuales se tomarán en dos o más intervalos de tiempo dentro del plazo, espaciados regularmente durante la descarga de la porción media del concreto. En ningún caso se tomarán de las porciones inicial y final. Las muestras individuales se toman después de haber adicionado y mezclado toda el agua en el camión mezclador. Las muestras individuales se toman haciendo pasar repetidamente un recipiente a través de todo el chorro de descarga del concreto o desviando completamente el chorro hacia un recipiente. La velocidad de descarga de la bachada se deberá regular mediante la velocidad de giro del tambor y nunca por la abertura de la compuerta. Las muestras individuales así obtenidas se deberán mezclar para formar la muestra compuesta.

3.1.2.13 Fabricación De Cilindros Concreto (NTC-550)

Solamente se puede garantizar la resistencia del concreto Si las probetas son realizadas y curadas de acuerdo con métodos normalizados.

Los ensayos de compresión del concreto se efectúan para determinar la calidad general del concreto. Si se permite que varían las condiciones de curado, toma de muestras y métodos de llenado y acabado de las probetas, los resultados obtenidos carecen de valor por qué no se pueden

determinar si una resistencia baja es debida a una mala calidad del concreto o a faltas en la confección de las probetas

Para obtener resultados dignos de confianza se deberán seguir las siguientes técnicas operativas.

(ASOCRETO, 2007)

3.1.2.13.1 Moldes

Se utilizarán moldes no absorbentes ni deformables, estancos, de 15 cm de diámetro, por 30 cm de altura. Antes de llenarlos deberán colocarse sobre una superficie lisa, dura y horizontal es muy conveniente hacer más de una probeta por cada amasada y cada edad en que se realiza el ensayo normalmente a 3,7 y 28 Días. *(ASOCRETO, 2007)*

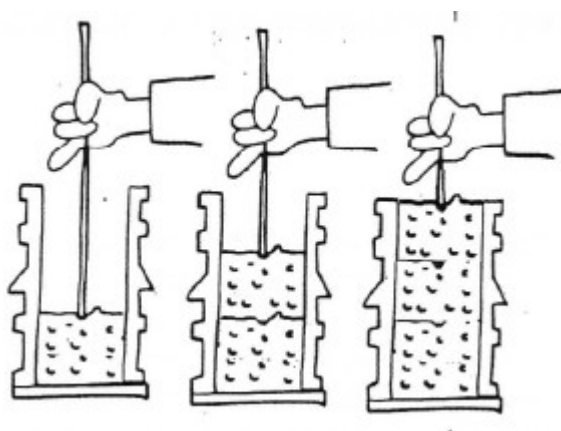
3.1.2.13.2 Toma De Muestras

Toma de muestras las muestras se obtendrán de acuerdo con el indicado en la norma **NTC 550**, antes de llenar los moldes, las muestras deberán ser completamente remezcladas en una batería grande, carretilla u otra superficie limpia y no absorbente

Sí parte del agregado que contiene el concreto es tamaño superior a 50 milímetros. Se tamizará el concreto fresco por un cedazo de 50 milímetros para separar el agregado que no cumpla con la condición del párrafo anterior.

Si los moldes se compactan mediante apisonado, llenarlos en tres capas y apisonar cada capa con una varilla metálica hasta su total compactación dando 25 golpes.

Figura 9: imagen tomada de la Cartilla José Concreto



Todos los moldes se llenarán uniformemente, es decir colocación y compactación de la primera capa en todos los moldes, después de la segunda Capa en todos, la tercera capa contendrá un exceso de concreto cada.

Capa deberá ser chuzado uniformemente con una varilla metálica de 16 mm de diámetro con un extremo de forma semiesférica, los golpes deberán producirse de tal forma que cosan ligeramente cada una de las capas subyacentes.

Si durante el chuzado de las capas quedarán marcadas las huellas de la barra se deberá golpear ligeramente los lados del molde con un martillo de goma hasta que desaparezcan las citadas huellas.

Después de la compactación se procederá a retirar el concreto sobrante, alistándose su superficie y manipulándose lo menos posible para dejar la cara lisa de la forma tal que cumple la tolerancia del acabado.

Las probetas se dejarán, sin tocarlas, hasta que han endurecido lo suficiente para resistir el manejo, al menos, 24 horas después del moldeado.

Después de al menos 24 horas de su elaboración se desmolde harán las probetas y se colocarán en ambiente de saturación (mínimo 90% de humedad relativa) o en agua a una temperatura de $20^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$. (ASOCRETO, 2007)

4. Metodología

4.1 Metodología De La Investigación.

4.1.1 Tipo De Investigación

La presente monografía es una investigación tipo cuantitativa ya que se habla de cantidades y estadísticas de las diferentes mezclas propuestas por el ingeniero residente, dándonos diferentes resultados de resistencia en la búsqueda de una mezcla ideal que beneficie la calidad y economía de la empresa.

4.1.2 Nivel De La Investigación

Esta monografía es una investigación nivel Exploratorio y Descriptivo ya que se observó y cuantificó la resistencia a la compresión, de la modificación del concreto adicionado con diferentes cantidades de arena, de gravilla, de cemento y aditivos.

Se puede decir que para comparar cada una de las mezclas de concreto se tuvo en cuenta la resistencia inicial solicitada para cada uno de nuestros elementos estructurales:

- **Viga de cimentación** $f'_c = 3000 \text{ PSI} = 20.68 \text{ MPa}$
- **Losas** $f'_c = 3000 \text{ PSI} = 20.68 \text{ MPa}$
- **Pisos** $f'_c = 2500 \text{ PSI} = 17.236 \text{ MPa}$
- **Dovelas** $f'_c = 2000 \text{ PSI} = 13.789 \text{ MPa}$

PSI: Libras/pulgadas²

MPa: N ewtones/milímetros² (Ver anexo Resistencias en MPa).

4.1.3 Método De La Investigación

4.1.3.1 Método Deductivo

El método que se utilizó fue el deductivo ya que se plantearon varios diseños de mezclas de concreto que nos dejaron determinar las distintas resistencias, variando algunos elementos que componen el concreto.

4.1.4 Diseño De La Investigación

4.1.4.1 Diseño Metodológico

El trabajo de investigación fue experimental ya que el objetivo fue conocer las causas y los fenómenos que ocurren al modificar las cantidades de materiales adicionados, analizando los cambios que se producen para poder explicar los fenómenos ocurridos, mediante la tabla de control de resistencias.

4.1.4.2 Diseño De Ingeniería

- Como primer paso fue la recopilación, elaboración y presentación de conceptos de los materiales a utilizar, para conocer como ensayarlos.
- En la segunda etapa se procedió a realizar análisis de los ensayos experimentando testigos de concreto a compresión, teniendo en cuenta la resistencia requerida para cada elemento estructural, cada uno con sus respectivas dosificaciones de agregados
- Todos y cada uno de los distintos resultados obtenidos fueron analizados y discutidos por el comité de obra para determinar cambio alguno.

4.1.5 Población Y Muestra

4.1.5.1 Población

4.1.5.1.1 Descripción De La Población

Una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (p. 65). Es la totalidad del fenómeno a estudiar, donde las entidades de la

población poseen una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación. (HERNANDEZ, 2010)

La población se obtuvo del Proyecto Estación de Alejandría, dicho concreto fue conformado con los agregados de diferentes canteras cercanas a la obra, y aditivos adicionados de la empresa TOXEMENT.

4.1.5.1.2 Los Agregados

Para dichos agregados se buscó que estuvieran entre los rangos establecidos para Colombia:

- **Para el Agregado Fino**, de la cantera Bonza, Salitre alto, Tuta, Tunal, Cardozo; debe cumplir con los parámetros establecidos en la NTC-174.
- **Para el Agregado Grueso**, de la cantera Bonza, Salitre; debe cumplir con los parámetros establecidos en la INV-E 213-214.

4.1.5.1.3 Agua

Según la NTC-3459 se sugiere que el agua recomendable es el agua potable y en este caso se implementa ya que su utilización es en obra.

4.1.5.1.4 Cemento

El cemento utilizado para el desarrollo de cada mezcla es “CEMENTO ESTRUCTURAL ARGOS”

Es un cemento especial para la producción de concretos estructurales, tales como los destinados para columnas, vigas, losas, muros y cimentaciones en todo tipo de edificaciones y obras de infraestructura. Las especificaciones del Cemento Uso Estructural cumplen con los valores de la Norma Técnica Colombiana NTC 121 (tipo UG) y de la Norma Americana ASTM C-1157 (tipo GU). Disponible en sacos de 42.5 kg. (ARGOS, CEMENTO USO ESTRUCTURAL, 2018)

4.1.5.1.5 Aditivos

- **EUCON 35 F:** Es un aditivo reductor de agua de alto poder para hormigón. cumple con la norma ASTM C-494 Tipo A y F o ICONTEC 1299.
- **EUCON MR 2250:** Es un aditivo de rango medio, reductor de agua y retardante de fraguado para concreto.
- **PLASTOL 3500 ULTRA:** Es un aditivo reductor de agua de alto rango, diseñado con policarboxilatos de última generación, que permite ofrecer buenos tiempos de trabajabilidad bajo condiciones de bajas relaciones agua / material cementante y frente a concretos con contenidos altos de adición. Adicionalmente mantiene las características propias de los policarboxilatos, altas resistencias a la compresión y flexión a todas las edades. También brinda alta estabilidad en la matriz de las mezclas de alta fluidez, evitando fenómenos que se pueden presentar como el de la segregación.
- **EUCON MR 250:** Es un aditivo reductor de agua y plastificante de rango medio para concreto. Mejora las características del concreto en estado fresco y en estado endurecido. EUCON MR 250 no contiene cloruros.
- **FIBRA TUF - STRAND SF:** son fibras sintéticas estructurales mezcla de polipropileno / polietileno, monofilamento, las cuales se auto fibrilan cuando se incorporan en la mezcla de concreto, utilizadas exitosamente para reemplazar la malla electrosoldada y las fibras metálicas en una amplia variedad de aplicaciones. Las fibras TUF – STRAND SF cumplen con la norma ASTM C-1116, para el tipo III (Syntetic Fiber – Reinforced Concrete o Shotcrete). Especificación para concreto y concreto lanzado reforzado con fibra, y están diseñadas específicamente para proveer una resistencia a la tensión equivalente a la de los refuerzos convencionales.

4.1.5.2 Muestra

4.1.5.2.1 Descripción De La Muestra

La muestra es obtenida con el fin de investigar, que mediante el previo estudio de las características que poseen cada uno de los aditivos y agregados que componen cada una de las mezclas de concreto.

4.1.5.2.2 Método De Muestreo

El método de muestreo consistió en la elección por métodos no aleatorios. En este tipo de muestra la “representatividad” la determina el investigador de modo subjetivo, siendo este el mayor inconveniente del método ya que no podemos cuantificar la representatividad de la muestra.

4.1.5.2.3 Criterios De Evaluación De La Muestra

Para poder evaluar esta muestra se aplican criterios muestrales, es decir esta muestra fue evaluada mediante elementos fabricados con concreto y concretos adicionados para poderlos someterlos a pruebas de compresión, por lo tanto, los elementos muestrales estuvieron definidos y cuantificados de la siguiente manera:

- El número de cilindros para el ensayo de resistencia a la compresión fue en un número de 8 por mezcla, que en total hacen una muestra de 2384 cilindros.
- Para cada edad de cilindros se debe realizar un debido proceso de curado. Las probetas serán ensayadas a los 7, 14 y 28 días o a la edad de ensayo establecida para determinar f'_c (resistencia a la compresión), teniendo en cuenta que quedan 2 cilindros que servirán de testigos llegado el caso que se encuentre incertidumbre en algún resultado.

4.1.5.2.4 Resistencia A La Compresión

El ensayo con el cual se mide la resistencia a la compresión del concreto está establecido en la norma NTC-673.

Se empleó moldes cilíndricos de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura; para cada edad se ensayaron como mínimo 2 cilindros y se trabajó con el valor promedio; en el momento de realizar la prueba de medir la consistencia con el cono de Abrams (asentamiento), se tuvo en cuenta la norma NTC-396 donde habla el debido proceso del ensayo.

Se estableció en obra que para cada uno de los elementos estructuras se iba a manejar un rango de asentamiento o consistencia del concreto de la siguiente forma:

- **Viga de cimentación:** Asentamiento 10 cm a 12 cm
- **Losas:** Asentamiento 12 cm a 14 cm
- **Pisos:** Asentamiento 12 cm a 14 cm
- **Dovelas:** Asentamiento 21 cm a 25 cm

El método de Consistencia con el cono de Abrams se realizó con una compactación de 25 golpes con una varilla de 16 mm de diámetro, 60 cm de longitud y de extremo redondeado, esta compactación se realizó en tres capas, cada una con 25 golpes repartidos uniformemente.

Los cilindros se dejaron sin desmoldar por un periodo de tiempo de 24 horas a una temperatura entre 16°C – 27°C, después de pasado las 24 horas se sacaban de su molde se introducían en una piscina para continuar con su curado a una temperatura de 20° +- 1°C.

4.1.4 Instrumentos

4.1.4.1 Instrumentos Metodológicos o Instrumentos De Recolección De Datos

4.1.4.1.1 Hoja De Cálculo Para Granulometría De Agregados

Obra: _____

Descripción: _____

Fecha de muestreo: _____

Peso de muestra seca antes de lavar (gr) _____

Peso de muestra seca después de lavar (gr) _____

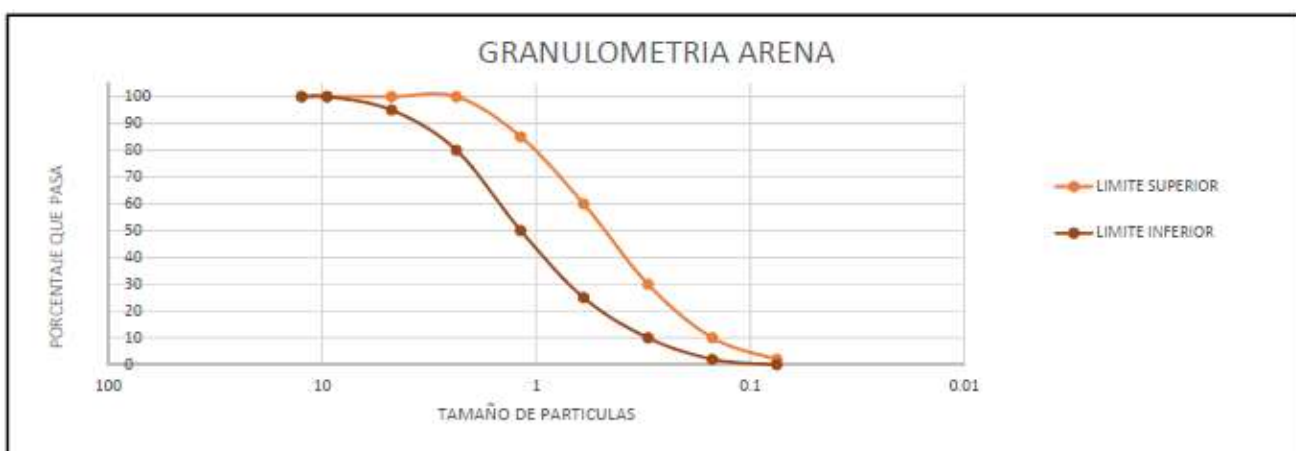
Destino o uso de la arena _____

TAMIZ	DIAMETRO	PESO	PESO	PESO MUESTRA	CORRECCION	PESO MUESTRA	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	NORMA	
No	mm	tamiz	mas muestra	retenida		ret corregida	retenido	acumulado	que pasa	NTC-174 Arena	
		g	g	g		g	%	%	%	% pasa	
1/2"	12.7									100	100
3/8"	9.51									100	100
4	4.76									100	95
8	2.38									100	80
16	1.19									85	50
30	0.6									60	25
50	0.3									30	10
100	0.15									10	0
200	0.074									2	0
FONDO	0										

MODULO DE FINURA: _____

Tabla 7: granulometría arena.

Fuente: Propia



Grafica 1: granulometría de la arena

Fuente: propia

Obra: _____

Descripción: _____

Fecha de muestreo: _____

Peso de muestra seca antes de lavar (gr) _____

Peso de muestra seca después de lavar (gr) _____

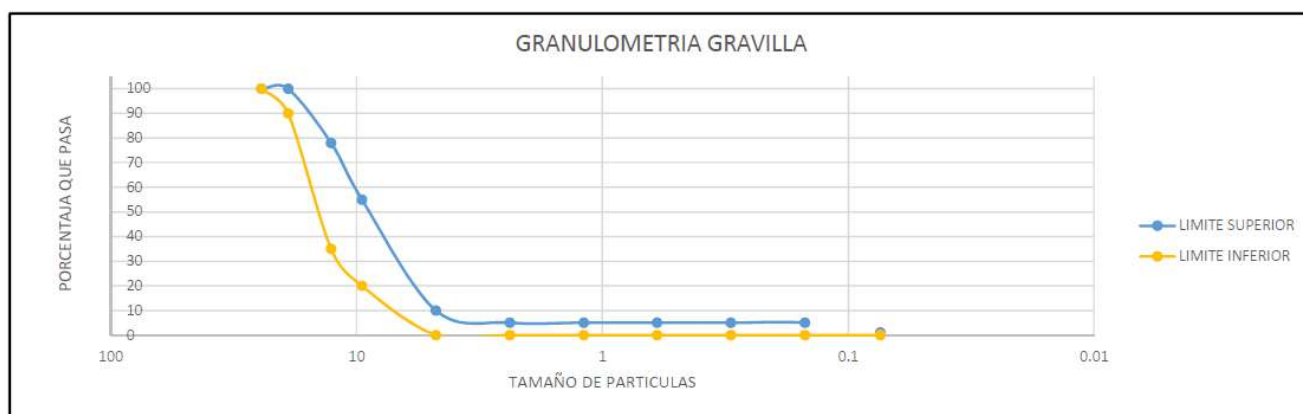
Destino o uso de la gravilla _____

TAMIZ	DIAMETRO	PESO	PESO	PESO MUESTRA	CORRECCION	PESO MUESTRA	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	NORMA
No	mm	tamiz	mas muestra	retenida		ret corregida	retenido	acumulado	que pasa	INV E 213-214
		g	g	g		g	%	%	%	% pasa
1	24.4									100 100
3/4"	19									100 90
1/2"	12.7									78 35
3/8"	9.51									55 20
4	4.76									10 0
8	2.38									5 0
16	1.19									5 0
30	0.6									5 0
50	0.3									5 0
100	0.15									5 0
200	0.074									1 0
FONDO	0									

MODULO DE FINURA: _____

Tabla 8: granulometría de la gravilla.

Fuente: Propia



Grafica 1: granulometría de la arena

Fuente: propia

4.1.4.1.2. Hoja De Cálculo Para Porcentaje De Humedad

FECHA	TIPO DE MATERIAL	NUMERO DE TARA	PESO DE LA TARA	PESO MATERIAL HUMEDO	PESO MATERIAL SECO	% HUMEDAD
PROMEDIO						

ESTUFA
HORNO
HORNO

Tabla 9: Porcentaje De Humedad.

Fuente: Propia

4.1.4.1.3 Hoja De Control Mezclas De Concreto

CUADRO GENERAL DE MEZCLAS REALIZADAS EN OBRA								
ACTIVIDAD	ARENA (Kg)	GRAVA (Kg)	CEMENTO (BULTOS)	AGUA (Lt)	ASENTAMIENTOS (cm)	RESISTENCIA 7 DIAS/ PSI	RESISTENCIA 14 DIAS/ PSI	RESISTENCIA 28 DIAS/ PSI

Tabla 10: Control Mezclas De Concreto.

Fuente: Propia

4.1.5 Instrumentos De Ingeniería

4.1.5.1 Granulometría De Los Agregados Finos.

- Balanza
- Brocha
- Tamices según los solicitados por la norma NTC-174

4.1.5.2 Granulometría Del Agregado Grueso.

- Balanza
- Brocha
- Tamices según los solicitados por la norma INV-E 213-214

4.1.6 Procedimiento De Recolección De Datos

4.1.6.1 Muestreo Del Agregado Fino

4.1.6.1.1 Equipos Y Materiales

- 30 Kg. De agregado fino para el cuarteo.
- Brocha.
- Regla de madera.
- Espátula.
- Pala.
- Balanza.
- Bolsa para la muestra.

4.1.6.1.2 Procedimiento

- Se toma una muestra de varias partes del acopio de un peso más o menos de 10 Kg.
- Luego de haber tomado esta muestra se debe realiza un mezclado general en forma cónica.
- Con la pala bajamos la punta del cono para facilitar la división.
- Con ayuda de la regla se procede a realizar un cuarteo que es dividir esta masa circulas en 4 partes.
- Se debe escoger el material de 2 partes de esta en diagonal, las otras 2 partes se desechan.
- Con la muestra que queda se realiza el ensayo.

4.1.6 Granulometría Del Agregado Fino

4.1.6.1 Equipos Y Materiales

- Balanza de precisión.
- Brocha.
- Recipiente.

- Juego de tamices, 1/2", 3/8", No 4, No. 8, No. 10, No. 16, No. 30, No. 50, No. 100, No. 200, fondo.

4.1.6.2 Procedimiento

- A. Se toma una muestra de 2 Kg como mínimo, aproximadamente del cuarteo que se hizo en la toma de muestra.
- B. Se pone a secar en el horno a una temperatura 110°C +- 5°C.
- C. Se coloca los tamices de acuerdo a la norma NTC-174 de mayor a menor.
- D. Se vacía toda la muestra de agregado.
- E. El tamizado se realiza en forma circular.
- F. Se determina el peso del agregado retenido en los tamices y con los datos de los pesos retenidos se desarrolla el cálculo.
- G. Una vez procesado los cálculos se obtiene la gráfica de la curva granulométrica.

4.1.6.3 Toma De Datos

ARENA BONZA

TAMIZ	DIAMETRO	PESO	PESO	PESO MUESTRA
No	mm	tamiz	Más muestra	retenida
		g	g	g
1/2"	12.7	557.5	557.5	0
3/8"	9.51	587.5	588.5	1
4	4.76	542.5	572.5	30
8	2.38	525	1210	685
16	1.19	477	1302	825
30	0.6	422.5	1216.5	794
50	0.3	418	1008.5	590.5
100	0.15	400.5	579	178.5
200	0.074	346	395	49
FONDO	0	399	402	3

Tabla 11: Peso Retenido Arena Bonza.

Fuente: Propia

ARENA BONZA 2

TAMIZ	DIAMETRO	PESO	PESO	PESO MUESTRA
No	mm	tamiz	Más muestra	retenida
		g	g	g
1/2"	12.5	557.5	557.5	0
3/8"	9.5	587	587	0
4	4.75	542.5	578	35.5
8	2.36	525	1230	705
16	1.18	477	1128.5	651.5
30	0.6	421.5	689	267.5
50	0.3	415.5	602	186.5
100	0.15	400	526	126
200	0.075	404	442.5	38.5
FONDO	0	399	423.5	24.5

Tabla 12: Peso Retenido Arena Bonza 2

Fuente: Propia

ARENA SALITRE ALTO

TAMIZ	DIAMETRO	PESO	PESO	PESO MUESTRA
No	mm	tamiz	más muestra	retenida
		g	g	g
1/2"	12.5	557.5	557.5	0
3/8"	9.5	587	587	0
4	4.75	542.5	562.5	20
8	2.36	525	571	46
16	1.18	477	2009	1532
30	0.6	421.5	877.5	456
50	0.3	415.5	821.5	406
100	0.15	399.5	752.5	353
200	0.075	404.5	454.5	50
FONDO	0	399.5	436.5	37

Tabla 13: PESO Retenido Arena Salitre Alto

Fuente: Propia.

ARENA TUTA

TAMIZ	DIAMETRO	PESO	PESO	PESO
No	mm	tamiz	más muestra	MUESTRA retenida
		g	g	g
1/2"	12.5	557.5	557.5	0
3/8"	9.5	587	587	0
4	4.75	542.5	555	12.5
8	2.36	525	588.5	63.5
16	1.18	477	827.5	350.5
30	0.6	422	1077	655
50	0.3	416	944.5	528.5
100	0.15	400	739	339
200	0.075	346	488	142
FONDO	0	399	416.5	17.5

Tabla 14: Peso Retenido Arena Tuta

Fuente: Propia

ARENA TUNAL

TAMIZ	DIAMETRO	PESO	PESO	PESO
No	mm	tamiz	más muestra	MUESTRA retenida
		g	g	g
1/2"	12.5	557.5	557.5	0
3/8"	9.5	587	587	0
4	4.75	542.5	542.5	0
8	2.36	525	525	0
16	1.18	477	477	0
30	0.6	422	1958.5	1536.5
50	0.3	415.5	836.5	421
100	0.15	400	560.5	160.5
200	0.075	346	383	37
FONDO	0	399	405	6

Tabla 15: Peso Retenido Arena Tunal

Fuente: Propia

ARENA CARDOZO

TAMIZ	DIAMETRO	PESO	PESO	PESO
No	mm	tamiz	Más muestra	MUESTRA retenida
		g	g	g
1/2"	12.5	557.5	561.5	4
3/8"	9.5	587	597	10
4	4.75	542.5	581.5	39
8	2.36	525	572	47
16	1.18	477	578.5	101.5
30	0.6	421.5	638.5	217
50	0.3	415	1639	1224
100	0.15	399.5	660	260.5
200	0.075	346	455	109
FONDO	0	399	404	5

Tabla 16: Peso Retenido Arena Cardozo

Fuente: Propia

4.1.7 Contenido De Humedad Del Agregado Fino

4.1.7.1 Equipos Y Materiales

- Balanza.
- Horno para m materiales.
- Recipientes.

4.1.7.2 Procedimiento

- Procedemos a tomar una cantidad adecuada de agregado en diferentes taras.
- Pesamos cada una de nuestras taras vacías y las taras con el material.
- Luego colocamos los agregados en sus respectivos recipientes al horno a temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, durante 24 horas.

4.1.7.3 Toma De Datos

TIPO DE MATERIAL	NUMERO DE TARA	PESO DE LA TARA	PESO MATERIAL HUMEDO	PESO MATERIAL SECO	
ARENA	SARTEN	645.7	131.8	122.3	ESTUFA
ARENA	11	20.3	68.4	61.8	HORNO
ARENA	75	21.2	67.4	61.1	HORNO

Tabla 17: Datos De Contenido De Humedad Agregado Fino

Fuente: Propia.

TIPO DE MATERIAL	NUMERO DE TARA	PESO DE LA TARA	PESO MATERIAL HUMEDO	PESO MATERIAL SECO	
ARENA	SARTEN	429.5	80.7	76	ESTUFA
ARENA	85	20.7	81.7	76.9	HORNO
ARENA	37	21	82	77.3	HORNO

Tabla 18: Datos De Contenido De Humedad Agregado Fino

Fuente: Propia.

TIPO DE MATERIAL	NUMERO DE TARA	PESO DE LA TARA	PESO MATERIAL HUMEDO	PESO MATERIAL SECO	
ARENA	SARTEN	429.4	139.6	130.5	ESTUFA
ARENA	75	21.2	79	75.5	HORNO
ARENA	34	20.1	80.3	76.8	HORNO

Tabla 19: Datos De Contenido De Humedad Agregado Fino

Fuente: Propia.

TIPO DE MATERIAL	NUMERO DE TARA	PESO DE LA TARA	PESO MATERIAL HUMEDO	PESO MATERIAL SECO	
ARENA	SARTEN	646.7	207.3	196.2	ESTUFA
ARENA	66	20	80	76.6	HORNO
ARENA	11	20.3	80.7	77	HORNO

Tabla 20: Datos De Contenido De Humedad Agregado Fino

Fuente: Propia

TIPO DE MATERIAL	NUMERO DE TARA	PESO DE LA TARA	PESO MATERIAL HUMEDO	PESO MATERIAL SECO	
ARENA	SARTEN	645.2	162.2	153.4	ESTUFA
ARENA	1	20.8	79.9	74.8	HORNO
ARENA	25	21.6	80	75	HORNO

Tabla 21: Datos De Contenido De Humedad Agregado Fino
Fuente: Propia

TIPO DE MATERIAL	NUMERO DE TARA	PESO DE LA TARA	PESO MATERIAL HUMEDO	PESO MATERIAL SECO	
ARENA	SARTEN	429.4	171	167.5	ESTUFA
ARENA	36	21.8	89	87	HORNO
ARENA	37	21	84.4	82.4	HORNO

Tabla 22: Datos De Contenido De Humedad Agregado Fino
Fuente: Propia

TIPO DE MATERIAL	NUMERO DE TARA	PESO DE LA TARA	PESO MATERIAL HUMEDO	PESO MATERIAL SECO	
ARENA	SARTEN	644.5	312.5	295.5	ESTUFA
ARENA	3	120.5	177.5	168	HORNO
ARENA	4	73.5	178.5	169	HORNO

Tabla 23: Datos De Contenido De Humedad Agregado Fino
Fuente: Propia

TIPO DE MATERIAL	NUMERO DE TARA	PESO DE LA TARA	PESO MATERIAL HUMEDO	PESO MATERIAL SECO	
ARENA	SARTEN	428	298	279.5	ESTUFA
ARENA	1	132	180	168	HORNO
ARENA	2	99	184	172.5	HORNO

Tabla 24: Datos De Contenido De Humedad Agregado Fino
Fuente: Propia

TIPO DE MATERIAL	NUMERO DE TARA	PESO DE LA TARA	PESO MATERIAL HUMEDO	PESO MATERIAL SECO	
ARENA	SARTEN	645	500	421.5	ESTUFA
ARENA	31	20.5	100	85	HORNO
ARENA	28	21.5	100	84.5	HORNO

Tabla 25: Datos De Contenido De Humedad Agregado Fino
Fuente: Propia

4.1.8 Muestreo Del Agregado Grueso

4.1.8.1 Equipos Y Materiales

- 30 Kg de agregado grueso para el cuarteo.
- Brocha.
- Regla de madera.
- Escoba.
- Espátula.
- Pala.
- Balanza.
- Bolsa para la muestra.

4.1.8.2 Procedimiento

- A. Se toma una muestra de varias partes del acopio de un peso más o menos de 30 Kg,
- B. Luego de haber tomado esta muestra se debe realiza un mezclado general en forma cónica.
- C. Con la pala bajamos la punta del cono para facilitar la división.
- D. Con ayuda de la regla se procede a realizar un cuarteo que es dividir esta masa circulas en 4 partes.
- E. Se debe escoger el material de 2 partes de esta en diagonal, las otras 2 partes se desechan.
- F. Con la muestra que queda se realiza el ensayo.

4.1.9 Granulometría Del Agregado Grueso

4.1.9.1 Equipos Y Materiales

- Balanza de precisión.
- Brocha.
- Recipiente.
- Serie de tamices.

4.1.9.2 Procedimiento

- Se toma una muestra de 4000 gr. Aproximadamente del agregado grueso por el método del cuarteo y se procede con la operación del tamizado.
- Se determina la granulometría del agregado haciendo pasar una serie de tamices que van de la mayor abertura a la mínima, dichos tamices están especificados en la norma INV-E 213-214.
- Enseguida se procede con el zarandeo durante aproximadamente 1 a 2 minutos sin permitir pérdida del material.
- Se procede a realizar el pesaje de cada uno de los tamices y será anotado en el formato.
- Al tener ya los datos se realiza la gráfica de la curva granulométrica.

4.1.9.3 Toma De Datos

GRAVILLA BONZA

TAMIZ	DIAMETRO	PESO	PESO	PESO
No	mm	tamiz	más muestra	MUESTRA retenida
		g	g	g
1	24.4	555	555	0
3/4"	19	549	549	0
1/2"	12.7	557.5	1852.5	1295
3/8"	9.51	587	3369.5	2782.5
4	4.76	542.5	546.7	4.2
8	2.38	525	525.5	0.5
16	1.19	477	477.5	0.5
30	0.6	421.5	422.2	0.7
50	0.3	415.5	416	0.5

100	0.15	399.5	400	0.5
200	0.074	346	346.5	0.5
FONDO	0	399.5	399.5	0

Tabla 26: Peso Retenido De Gravilla Bonza
Fuente: Propia.

GRAVILLA BONZA 2

TAMIZ	DIAMETRO	PESO	PESO	PESO
No	mm	tamiz	más	MUESTRA
			muestra	retenida
		g	g	g
1	24.4	555	555	0
3/4"	19	549	549	0
1/2"	12.7	557.5	1980.5	1423
3/8"	9.51	587	1839	1252
4	4.76	542.5	1354.5	812
8	2.38	525	604.3	79.3
16	1.19	477	482.6	5.6
30	0.6	421.5	422.7	1.2
50	0.3	415.5	416.6	1.1
100	0.15	399.5	400.7	1.2
200	0.074	346	346	0
FONDO	0	399.5	399.5	0

Tabla 27: Peso Retenido De Gravilla Bonza 2
Fuente: Propia

GRAVILLA SALITRE

TAMIZ	DIAMETRO	PESO	PESO	PESO
No	mm	tamiz	más	MUESTRA
			muestra	retenida
		g	g	g
1	24.4	555	555	0
3/4"	19	549	549	0
1/2"	12.7	557.5	1968	1410.5
3/8"	9.51	587	1559.5	972.5
4	4.76	542.5	1099	556.5
8	2.38	525	587.5	62.5
16	1.19	477	479.5	2.5
30	0.6	421.5	423.5	2

50	0.3	415.5	418.5	3
100	0.15	399.5	400	0.5
200	0.074	346	346	0
FONDO	0	399.5	399.5	0

Tabla 28: Peso Retenido De Gravilla Salitre
Fuente: Propia

GRAVILLA SALITRE 2				
TAMIZ	DIAMETRO	PESO	PESO	PESO
No	mm	tamiz	más	MUESTRA
			muestra	retenida
		g	g	g
1	24.4	555	555	0
3/4"	19	549	672	123
1/2"	12.7	557.5	1986.5	1429
3/8"	9.51	587	1212.5	625.5
4	4.76	542.5	766	223.5
8	2.38	525	578.5	53.5
16	1.19	477	550.5	73.5
30	0.6	421.5	422.5	1
50	0.3	415.5	416.5	1
100	0.15	399.5	399.5	0
200	0.074	346	346	0
FONDO	0	399.5	399.5	0

Tabla 29: Peso Retenido De Gravilla Salitre 2
Fuente: Propia

4.1.10 Contenido De Humedad Del Agregado Grueso

4.1.10.1 Equipos Y Materiales

- Balanza.
- Horno para m materiales.
- Recipientes.

4.1.10.2 Procedimiento

- A. Procedemos a tomar una cantidad adecuada de agregado grueso en diferentes recipientes.
- B. Procedemos a pesarlo en balanza sensible al 0.1 % de peso medido, para agregado fino y para agregado grueso en balanza sensible a 0.5 gr y con capacidad de 10000 gramos.
- C. Luego colocamos los agregados en sus respectivos recipientes al horno a temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, durante 24hrs.
- D. Igualmente se saca una muestra en un sartén o recipiente para ser colocado a todo fuego en la estufa y se calcula unos 5 minutos y dejamos enfriar hasta llegar a temperatura ambiente o a un peso constante y procedemos a pesar, con el fin de comparar las humedades del horno y del sartén llegando a sí a una prueba rápida.

4.1.10.3 Toma De Datos

TIPO DE MATERIAL	NUMERO DE TARA	PESO DE LA TARA	PESO MATERIAL HUMEDO	PESO MATERIAL SECO	
GRAVILLA	SARTEN	126.9	264	239.1	ESTUFA
GRAVILLA	2	21.5	135.5	122.5	HORNO
GRAVILLA	4	20.5	111	100	HORNO

Tabla 30: Datos De Contenido De Humedad De Agregado Grueso
Fuente: Propia.

TIPO DE MATERIAL	NUMERO DE TARA	PESO DE LA TARA	PESO MATERIAL HUMEDO	PESO MATERIAL SECO	
GRAVILLA	SARTEN	126.9	249.8	239.1	ESTUFA
GRAVILLA	6	21	127.2	121.5	HORNO
GRAVILLA	10	21	123	117.5	HORNO

Tabla 31: Datos De Contenido De Humedad De Agregado Grueso
Fuente: Propia.

TIPO DE MATERIAL	NUMERO DE TARA	PESO DE LA TARA	PESO MATERIAL HUMEDO	PESO MATERIAL SECO	
GRAVILLA	SARTEN	126.9	315	298	ESTUFA
GRAVILLA	1	20	152	143.5	HORNO
GRAVILLA	12	20.5	118.5	111.5	HORNO

Tabla 32: Datos De Contenido De Humedad De Agregado Grueso
Fuente: Propia

4.1.11 Consistencia Del Concreto (Ntc-396)

4.1.11.1 Procedimiento

- Para determinar la consistencia del concreto se ha realizado el ensayo de consistencia, donde inicialmente se toma la muestra de $\frac{1}{4}$ o $\frac{3}{4}$ del descargue del concreto
- Se coloca el cono de Abrams sobre la platina de asentamiento en su defecto sobre una superficie plana y humedecida, para después llenar el recipiente en 3 partes iguales y cada capa deberá tener un apisonamiento de 25 golpes bien distribuidos, la varilla de punta redondeada deberá penetrar hasta la capa inferior.
- En la última capa se deberá dejar con una cantidad de concreto que rebose el recipiente para en el momento de terminar los apisonamientos, realizar un enrace en forma de zigzag, sin producir un empuje en la mezcla.
- Se debe retirar los sobrantes que hay alrededor del cono, una vez de limpiado esta zona se procede al retiro del cono verticalmente.

- La medida de consistencia se obtiene de la diferencia de altura entre el cono y la mezcla tomando su lectura por debajo de la varilla en centímetros.

4.1.12 Elaboración De Probetas De Concreto

4.1.12.1 Elaboración De Los cilindros De Concreto (Ntc-550)

4.1.12.1.1 Procedimiento

- A. Se debe realizar una limpieza a los moldes que se van a utilizar para la muestra y con ACPM lubricar las paredes para evitar que la mezcla quede adherida.
- B. Se debe definir un lugar en donde ubicar los moldes, el cual debe ser un sector plano y que nadie transite por este lugar ya que estos deberán estar quietos por 24 horas para poder desmoldarlos.
- C. El llenado de los moldes se realiza en 3 capas iguales cada una con 25 apisonamientos distribuidos uniformemente y cada capa deberá ser golpeada de 10 a 15 veces con el martillo de goma, con el fin de eliminar vacíos que se generaron.
- D. Finalmente se realiza un enrazado de la superficie en zigzag con la varilla y con una llana metálica se le da un acabado para evitar el refrentado de las caras del cilindro.
- E. Al cumplirlas 24 horas se realizará el desmolde e inmediatamente los cilindros se deberán llevar a la piscina para seguir ayudando con su curado.



Imagen 1: Elaboración De La Mezcla De Concreto
Fuente: Propia.



Imagen 2: Medición Del Slump Del Concreto Patrón
Fuente: Propia.



Imagen 3: Toma De Cilindros 15X30 cm
Fuente: Propia.



Figura 4: Cilindros De Concreto
Fuente: Propia.



Imagen 5: Curado De Muestras De Concreto
Fuente: Propia.

4.1.13 Ensayo De Compresión Uniaxial

4.1.13.1 Procedimiento

- Los cilindros realizados deberán ser sometidos al ensayo de compresión uniaxial, donde obtendremos las resistencias de cada uno de ellos.
- Para evitar el refrentado de las caras de los cilindros con azufre, se deberán colocar en cada una de ellas el neopreno para así poder asegurar que la fuerza o carga que se ejerza sea la misma en toda su superficie de contacto.
- Se colocan los cilindros en la máquina y se aplica la carga hasta el punto de la falla de cada espécimen.
- Por último, se procede a anotar la resistencia obtenida en la hoja de resultados de mezclas.



*Imagen 6: Montaje Para Ensayo De Compresión Uniaxial
Fuente: Propia.*



*Figura 7: Montaje Para Ensayo De Compresión Uniaxial
Fuente: Propia.*

5. Desarrollo De Objetivos Específicos

5.1 Objetivo Especifico 1

Identificar los diferentes tipos de mezcla mediante tomas de cilindros que tendrán un diseño de mezcla según lo estipulado por el residente de obra, las cuales se tendrán que tomar como lo dice la Norma Técnica Colombiana NTC454-ingeniería civil y arquitectura. Concretos. Concreto fresco. Tomas de muestras.

VIGA DE CIMENTACIÓN

- 10 DE MARZO 2018 AL 15 DE MARZO 2018

Arena 950kg + Gravilla 1100kg + Cemento 8,5 bultos + Agua 165 litros

- 31 DE MARZO 2018 AL 21 DE JUNIO 2018

Arena 835kg + Gravilla 1010kg + Cemento 8 bultos + Agua 165litros

- 30 DE JUNIO 2018 AL 19 DE JULIO 2018

Arena 810kg + Gravilla kg 1030 + Cemento 7,5 bultos +Agua 150 litros

- 21 DE JULIO 2018 AL 9 DE AGOSTO 2018

Arena 810kg + Gravilla 1030kg + Cemento 7 bultos + Agua 150litros

- 16 DE AGOSTO 2018 AL 29 DE NOVIEMBRE 2018

Arena 810kg + Gravilla 1030kg + Cemento 7,5 bultos + Agua 150litros

- 14 DE ENERO 2019 AL 13 DE DICIEMBRE 2019

Arena 825kg + Gravilla 1050kg + Cemento 7 bultos + Plastol 3500: 1381gr + Agua 150litros

LOSA

- 10 DE MARZO 2018 AL 15 DE MARZO 2018

Arena 780kg + Gravilla 920kg + Cemento 8,5 bultos + Agua 165 litros

- 31 DE MARZO 28 DE JUNIO

Arena 835kg + Gravilla 1010kg + Cemento 8 bultos+ Agua 165 litros

- 26 DE MAYO 2018 AL 31 DE MAYO 2018

Arena 835kg + Gravilla 1010kg + Cemento 8 bultos + Eucon 35F: 748gr +MR 250: 876gr + Agua 165 litros

- 2 DE JUNIO 2018 AL 28 DE JUNIO 2018

Arena 835kg + Gravilla 1010kg + Cemento 8 bultos+ Eucon 35 F: 880gr+ Agua 165 litros

- 30 DE JUNIO 2018 AL 5 DE JULIO 2018

Arena 815kg + Gravilla 1030kg + Cemento 7,5 bultos + Eucon MR 250: 1243gr+ Agua 150 litros

- 21 DE JULIO 2018 AL 13 DE SEPTIEMBRE 2018

Arena 815kg + Gravilla 1030kg + Cemento 7,5 bultos + Eucon 35 F: 880gr + Agua 150 litros

- 15 DE SEPTIEMBRE 2018 AL 1 DE NOVIMBRE 2018

Arena 815kg + Gravilla 1030kg + Cemento 7,5 bultos + Eucon 35 F: 1595gr+ Agua 150 litros

8. 14 DE ENERO 2019 AL 13 DE DICIEMBRE 2019

Arena 815kg + Gravilla 1030kg + Cemento 7,5 bultos + Eucon 35 F: 1595gr+ Agua 150 litros

PISOS

- 17 DE MARZO 2018 AL 29 DE MARZO 2018

Arena 760kg + Gravilla 1050kg + Cemento 7 bultos + Agua 150 litros

- DE ABRIL 2018 AL 26 DE ABRIL 2018

Arena 756kg + Gravilla 1060kg + Cemento 7 bultos + Agua 150 litros

- 28 DE ABRIL 2018 AL 24 DE MAYO 2018

Arena 790kg + Gravilla 1050kg + Cemento 7,5 bultos+ Agua 150 litros

- 2 DE JUNIO 2018 AL 7 DE JUNIO 2018

Arena 810kg + Gravilla 1020kg + Cemento 7,5 bultos+ Agua 150 litros

- 9 DE JUNIO 2018 AL 30 DE AGOSTO 2018

Arena 810kg + Gravilla 1030kg + Cemento 7 bultos+ Agua 150 litros

- 25 DE AGOSTO 2018 AL 18 DE OCTUBRE 2018

Arena 810kg + Gravilla 1050kg + Cemento 6,5 bultos + Eucon 35 F: 1105g+ Agua 140 litros

- 20 DE OCTUBRE AL 29 DE NOVIEMBRE

Arena 810kg + Gravilla 1050kg + Cemento 6,5 bultos + Eucon 35 F: 1381g+ Agua 140 litros

- 14 DE ENERO 2019 AL 13 DICIEMBRE 2019

Arena 825kg + Gravilla 1050kg + Cemento 6 bultos + Eucon 35 F 1381g + Fibra:1800gr+ Agua 130 litros

DOVELAS

- DE MAYO 2018 AL 10 DE MAYO 2018

Arena 815kg + Gravilla 1020kg + Cemento 7 bultos + Agua 150 litros

- 12 DE MAYO 2018 AL 24 DE MAYO 2018

Arena 835kg + Gravilla 1010kg + Cemento 8 bultos + Agua 165 litros

- 26 DE MAYO 2018 AL 7 DE JUNIO 2018

Arena 870kg + Gravilla 1100kg + Cemento 7,5 bultos + MR 250: 1487,5gr+ Agua 150 litros

- 23 DE JUNIO 2018 AL 28 DE JUNIO 2018

Arena 870kg + Gravilla 1080kg + Cemento 7 bultos + MR 2250: 967gr+ Agua 150 litros

- 30 DE JUNIO 2018 AL 5 DE JULIO 2018

Arena 840kg + Gravilla 1030kg + Cemento 6,5 bultos + Agua 140 litros

- 28 DE JULIO 2018 AL 2 DE AGOSTO 2018

Arena 830kg + Gravilla 1010kg + Cemento 6,5 bultos + MR 2250: 1156gr + Agua 140 litros

- DE AGOSTO 2018 AL 9 DE AGOSTO 2018

Arena 830kg + Gravilla 1010kg + Cemento 6,5 bultos + Eucon MR2250: 2550gr+ Agua 140 litros

- 11 DE AGOSTO 2018 AL 16 DE AGOSTO 2018

Arena 780kg + Gravilla 960kg + Cemento 6,5 bultos + Eucon MR 2250: 1105gr+ Agua 140 litros

- 18 DE AGOSTO 2018 AL 6 DE DICIEMBRE 2018

Arena 830kg + Gravilla 1010kg + Cemento 6,5 bultos + Eucon MR 2250: 1105gr+ Agua 140 litros

- 14 DE ENERO 2019 AL 13 DE DICIEMBRE 2019

Arena 825kg + Gravilla 1050kg + Cemento 6,5 bultos + Eucon MR 2250: 1105gr+ Agua 140 litros

5.2 Objetivo Especifico 2

Registrar los resultados obtenidos de los distintos diseños de mezclas como lo indica el Ensayo de las resistencias a la compresión NTC-550-Concretos. Elaboración y curado especímenes de concreto en obra, o NTC 1377-Ingeniería civil y arquitectura. Elaboración y curado de especímenes de concreto para ensayos de laboratorio

VIGA DE CIMENTACIÓN

1. 10 DE MARZO 2018 AL 15 DE MARZO 2018

- Arena 950kg + Gravilla 1100kg + Cemento 8,5 bultos + Agua 165 litros

ACTIVIDAD	ARENA (Kg)	GRAVA (Kg)	CEMENTO (BULTOS)	AGUA (Lt)	ASENTAMIENTOS (cm)	RESISTENCIA 7 DIAS(MPa)	RESISTENCIA 14 DIAS(MPa)	RESISTENCIA 28 DIAS(MPa)
VIGA DE CIMENTACION	1910	2090	17	380	7,5	11,40	14,75	18,39
VIGA DE CIMENTACION	1910	2210	17	360	7,5	8,74	12,34	16,04

Tabla 33: características del concreto de la viga de cimentación mezcla 1
Fuente: Propia

2. 31 DE MARZO 2018 AL 21 DE JUNIO 2018

- Arena 835kg + Gravilla 1010kg + Cemento 8 bultos+ Agua 165 litros

ACTIVIDAD	ARENA (Kg)	GRAVA (Kg)	CEMENTO (BULTOS)	AGUA (Lt)	ASENTAMIENTOS (cm)	RESISTENCIA 7 DIAS(MPa)	RESISTENCIA 14 DIAS(MPa)	RESISTENCIA 28 DIAS(MPa)
VIGA DE CIMENTACION	1680	2020	16	325	16	17,09	25,31	27,24
VIGA DE CIMENTACION	1680	2020	16	343	16	20,35	23,64	27,66

VIGA DE CIMENTACION	1680	2020	16	340	7,5	22,24	29,21	32,38
VIGA DE CIMENTACION	1680	2020	16	345	9	22,18	27,90	31,54
VIGA DE CIMENTACION	1670	2020	16	300	11,5	16,23	19,87	24,44
VIGA DE CIMENTACION	1670	2020	16	315	9	17,13	21,30	29,97
VIGA DE CIMENTACION	1660	2000	16	370	11	15,56	19,79	24,68
VIGA DE CIMENTACION	1660	2040	16	370	10,5	16,04	21,84	27,02
VIGA DE CIMENTACION	1680	2030	16	334	11	22,29	24,07	29,52
VIGA DE CIMENTACION	1670	2020	16	320	12	18,99	22,13	27,32
VIGA DE CIMENTACION	1660	2020	16	345	14,5	16,52	21,12	27,67
VIGA DE CIMENTACION	1670	2010	16	365	10	17,96	23,90	28,47

Tabla 34: características del concreto de la viga de cimentación mezcla 2
Fuente: Propia

3. 30 DE JUNIO 2018 AL 19 DE JULIO 2018

- Arena 810kg + Gravilla kg 1030 + Cemento 7,5 bultos+ Agua 150 litros

ACTIVIDAD	ARENA (Kg)	GRAVA (Kg)	CEMENTO (BULTOS)	AGUA (Lt)	ASENTAMIENTOS (cm)	RESISTENCIA 7 DIAS(MPa)	RESISTENCIA 14 DIAS(MPa)	RESISTENCIA 28 DIAS(MPa)
VIGA DE CIMENTACION	1610	2060	15	340	9,5	20,16	24,45	28,59

VIGA DE CIMENT ACION	1610	2050	15	350	13	23,47	26,29	30,22
VIGA DE CIMENT ACION	1620	2060	15	355	9	17,74	20,06	23,60
VIGA DE CIMENT ACION	1630	2070	15	360	12,5	17,48	20,15	26,03
VIGA DE CIMENT ACION	1620	2050	15	300	7,5	17,70	19,41	24,18
VIGA DE CIMENT ACION	1620	2050	15	340	9,5	21,29	23,03	28,81
VIGA DE CIMENT ACION	1630	2060	15	345	9,5	19,29	25,05	30,39
VIGA DE CIMENT ACION	1610	2050	15	360	10	20,40	29,86	34,95
VIGA DE CIMENT ACION	1600	2050	15	365	12	16,21	20,34	26,86
VIGA DE CIMENT ACION	1620	2060	15	375	11,5	20,40	23,73	27,37
VIGA DE CIMENT ACION	1620	2060	15	365	12	18,87	20,96	25,47
VIGA DE CIMENT ACION	1610	2070	15	340	9	18,18	23,94	26,21
VIGA DE CIMENT ACION	1620	2060	15	360	13,5	14,12	17,77	22,24
VIGA DE CIMENT ACION	1610	2070	15	370	14	14,24	16,32	20,69
VIGA DE CIMENT ACION	1630	2080	15	330	9	18,91	23,65	26,24
VIGA DE CIMENT ACION	1600	2060	15	320	12	19,28	22,51	27,79

Tabla 35: características del concreto de la viga de cimentación mezcla3
Fuente: Propia

4. 21 DE JULIO 2018 AL 9 DE AGOSTO 2018

- Arena 810kg + Gravilla 1030kg + Cemento 7 bultos + Agua 150 litros

ACTIVIDAD	ARENA (Kg)	GRAVA (Kg)	CEMENTO (BULTOS)	AGUA (Lt)	ASENTAMIENTOS (cm)	RESISTENCIA 7 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 14 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 28 DIAS (MPa)
VIGA DE CIMENTACION	1720	2180	16	320	13	20,09	21,99	27,06
VIGA DE CIMENTACION	1610	2060	15	380	10	15,89	19,42	22,45
VIGA DE CIMENTACION	1620	2050	15	300	10	17,71	20,34	24,46
VIGA DE CIMENTACION	1630	2050	15	330	12,5	22,17	23,44	28,44
VIGA DE CIMENTACION	1600	2080	15	340	12	17,67	21,75	25,15
VIGA DE CIMENTACION	1640	2060	15	325	13,5	19,78	22,77	28,82
VIGA DE CIMENTACION	1630	2070	15	355	9	17,54	24,19	27,57

Tabla 36: características del concreto de la viga de cimentación mezcla 4
Fuente: Propia

5. 16 DE AGOSTO 2018 AL 29 DE NOVIEMBRE 2018

- Arena 810kg + Gravilla 1030kg + Cemento 7,5 bultos+ Agua 150 litros

ACTIVIDAD	ARENA (Kg)	GRAVA (Kg)	CEMENTO (BULTOS)	AGUA (Lt)	ASENTAMIENTOS (cm)	RESISTENCIA 7 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 14 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 28 DIAS (MPa)
VIGA DE CIMENTACION	1630	2060	15	350	11	17,95	22,90	28,63
VIGA DE CIMENTACION	1610	2050	15	335	11	19,06	22,11	29,20

VIGA DE CIMENT ACION	1640	2050	15	350	13,5	16,02	19,78	24,07
VIGA DE CIMENT ACION	1610	2060	15	310	10	17,00	19,98	25,06
VIGA DE CIMENT ACION	1610	2060	15	355	11,5	16,44	19,22	22,51
VIGA DE CIMENT ACION	1620	2080	15	325	11,5	21,68	22,96	26,58
VIGA DE CIMENT ACION	1620	2040	16	325	12,5	19,23	23,94	28,46
VIGA DE CIMENT ACION	1610	2050	15	345	10	17,34	20,66	26,80
VIGA DE CIMENT ACION	1610	2070	15	305	11,5	18,03	19,95	27,32
VIGA DE CIMENT ACION	1630	2070	15	315	10	20,79	22,19	28,63
VIGA DE CIMENT ACION	1630	2080	15	320	10,5	19,96	24,62	29,60
VIGA DE CIMENT ACION	1620	2060	15	310	11	19,53	23,96	29,29
VIGA DE CIMENT ACION	1620	2060	15	320	12	24,26	24,50	30,29
VIGA DE CIMENT ACION	1640	2070	15	320	8	27,43	31,34	33,81
VIGA CIMENT ACION	1630	2060	15	340	9,5	22,46	26,71	33,80
VIGA CIMENT ACION	1620	2070	15	350	9,5	19,99	24,20	29,40
VIGA DE CIMENT ACION	1630	2050	15	345	11	16,93	22,21	26,81
VIGA DE CIMENT ACION	1630	2070	15	335	12,5	20,77	24,39	27,39

Tabla 37: características del concreto de la viga de cimentación mezcla5
Fuente: Propia

6. 14 DE ENERO 2019 AL 13 DE DICIEMBRE 2019

- Arena 825kg + Gravilla 1050kg + Cemento 7 bultos + Plastol 3500: 1381gr + Agua 150 litros

ACTIVIDAD	ARENA (Kg)	GRAVA (Kg)	CEMENTO (BULTOS)	AGUA (Lt)	ASENTAMIENTOS (cm)	RESISTENCIA 7 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 14 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 28 DIAS (MPa)
VIGA DE CIMENTACION	1610	2070	15	365	10,5	20,18	23,74	28,95
VIGA DE CIMENTACION	1650	2110	14	310	13	21,29	24,10	32,65
VIGA DE CIMENTACION	1640	2100	14	280	12,5	23,82	28,71	36,25
VIGA DE CIMENTACION	1650	2110	14	300	12	20,62	22,84	31,29
VIGA DE CIMENTACION	1640	2110	14	300	11,5	23,13	29,43	38,00
VIGA DE CIMENTACION	1640	2120	14	275	10	20,90	27,33	30,60
VIGA DE CIMENTACION	1640	2100	14	330	12,5	19,75	22,04	24,13
VIGA DE CIMENTACION	1670	2090	14	330	11,5	19,59	23,67	27,25
VIGA DE CIMENTACION	1670	2110	14	320	13	24,69	27,57	28,65
VIGA DE CIMENTACION	1670	2100	14	300	12	18,88	31,49	36,39
VIGA DE CIMENTACION	1890	2410	16	330	12	23,44	25,50	30,11
VIGA DE CIMENTACION	1640	2090	14	290	15	17,41	21,66	24,72
VIGA DE CIMENTACION	1670	2120	14	270	11	31,57	25,61	30,83
VIGA DE CIMENTACION	1640	2120	14	295	13	23,32	27,86	36,40

ACION								
VIGA DE CIMENTACION	1670	2100	14	270	11	16,44	20,88	25,92
VIGA DE CIMENTACION	1680	2110	14	180	13	17,44	21,86	23,44
VIGA DE CIMENTACION	1670	2110	14	270	13	19,68	22,14	25,43
VIGA DE CIMENTACION	1650	2090	14	260	12	19,86	22,72	27,24
VIGA DE CIMENTACION	1650	2110	14	270	12,5	22,04	24,40	26,42
VIGA DE CIMENTACION	1670	2110	14	165	13	20,84	23,57	28,67
VIGA DE CIMENTACION	1650	2110	14	240	14	18,53	21,90	28,90
VIGA DE CIMENTACION	1670	2120	14	260	13	18,71	19,35	25,35
VIGA DE CIMENTACION	1660	2120	14	260	12,5	16,97	22,40	26,24
VIGA DE CIMENTACION	1640	2100	14	280	12	18,60	21,95	24,62
VIGA DE CIMENTACION	1640	2090	14	240	12	23,85	28,32	32,71
VIGA DE CIMENTACION	1660	2090	14	215	12	19,31	27,79	32,36
VIGA DE CIMENTACION	1690	2100	14	240	14	24,41	26,26	33,63
VIGA DE CIMENTACION	1630	2120	14	295	12	18,57	23,01	26,52
VIGA DE CIMENTACION	1670	2090	14	340	12	16,97	21,51	22,48
VIGA DE CIMENTACION	1660	2120	14	350	12,5	20,60	24,12	28,69
VIGA DE	1640	2090	14	310	12	18,58	21,27	26,15

CIMENT ACION								
VIGA DE CIMENT ACION	1650	2090	14	310	12	16,68	20,33	22,92
VIGA DE CIMENT ACION	1670	2110	14	340	12	20,27	16,22	27,53
VIGA DE CIMENT ACION	1670	2090	13	310	11,5	19,20	22,79	27,38
VIGA DE CIMENT ACION	1680	2100	14	280	11,5	22,23	25,10	30,24
VIGA DE CIMENT ACION	1650	2110	13	335	13	14,88	19,30	22,41
VIGA DE CIMENT ACION	1640	2130	13	345	10	12,31	19,71	22,04
VIGA DE CIMENT ACION	1670	2110	13	320	12	20,06	24,63	27,24
VIGA DE CIMENT ACION	1650	2110	13	320	11,5	20,83	25,30	28,21
VIGA DE CIMENT ACION	1660	2090	13	320	12	19,35	23,06	28,06
VIGA DE CIMENT ACION	1670	2120	14	240	12	18,85	25,01	27,53
VIGA DE CIMENT ACION	1670	2110	14	280	12	27,03	27,41	32,47
VIGA DE CIMENT ACION	1670	2090	14	250	11,5	23,46	28,14	31,50
VIGA DE CIMENT ACION	1650	2110	14	275	11,5	21,92	26,70	32,36
VIGA DE CIMENT ACION	1670	2090	14	225	11,5	26,40	22,15	33,52
VIGA DE CIMENT ACION	1770	2090	14	245	12	17,74	21,79	23,32

Tabla 38: características del concreto de la viga de cimentación mezcla 6
Fuente: Propia

LOSA

1. 10 DE MARZO 2018 AL 15 DE MARZO 2018

- Arena 780kg + Gravilla 920kg + Cemento 8,5 bultos + Agua 165 litros

ACTIVIDAD	ARENA (Kg)	GRAVA (Kg)	CEMENTO (BULTOS)	AGUA (Lt)	ASENTAMIENTOS (cm)	RESISTENCIA 7 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 14 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 28 DIAS (MPa)
LOSA	1560	1850	17	365	13.5	17.24	19.28	19.51
LOSA	1740	2010	17	360	9	15.40	17.05	23.64

Tabla 39: características del concreto de la losa mezcla1
Fuente: Propia

2. 31 DE MARZO 2018 AL 28 DE JUNIO 2018

- Arena 835kg + Gravilla 1010kg + Cemento 8 bultos + Agua 165 litros

ACTIVIDAD	ARENA (Kg)	GRAVA (Kg)	CEMENTO (BULTOS)	AGUA (Lt)	ASENTAMIENTOS (cm)	RESISTENCIA 7 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 14 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 28 DIAS (MPa)
LOSA	1660	2030	16	355	10	18.55	24.33	28.91
LOSA	1660	2020	16	340	10	20.28	26.52	29.43
LOSA	1660	2010	16	320	9.5	22.97	26.19	28.56
LOSA	1670	2020	16	290	10	20.64	24.73	29.35
LOSA	1680	2020	16	325	16.5	21.23	24.35	28.67

Tabla40: características del concreto de la losa mezcla2
Fuente: Propia

3. 26 DE MAYO 2018 AL 31 DE MAYO 2018

- Arena 835kg + Gravilla 1010kg + Cemento 8 bultos + Eucon 35F: 748gr +MR 250: 876gr+ Agua 165 litros

ACTIVIDAD	ARENA (Kg)	GRAVA (Kg)	CEMENTO (BULTOS)	AGUA (Lt)	ASENTAMIENTOS (cm)	RESISTENCIA 7 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 14 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 28 DIAS (MPa)
LOSA	1660	2010	16	350	10	15.99	22.75	26.79
LOSAS	1670	2010	16	338	14	18.25	21.96	27.20
LOSAS	1680	2030	16	320	17	24.44	24.93	33.16

Tabla 41: características del concreto de la losa mezcla 3
Fuente: Propia

4. 2 DE JUNIO 2018 AL 28 DE JUNIO 2018

- Arena 835kg + Gravilla 1010kg + Cemento 8 bultos+ Eucon 35 F: 880gr + Agua 165 litros

ACTIVIDAD	ARENA (Kg)	GRAVA (Kg)	CEMENTO (BULTOS)	AGUA (Lt)	ASENTAMIENTOS (cm)	RESISTENCIA 7 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 14 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 28 DIAS (MPa)
LOSAS	1810	2220	18	435	14	17.58	20.16	27.98
LOSAS	1660	2030	16	346	18	22.40	24.22	29.74
LOSAS	1660	2040	16	420	12.5	17.01	23.12	27.61
LOSAS	1670	2010	16	325	14.5	19.34	26.00	24.85

Tabla 42: características del concreto de la losa mezcla 4
Fuente: Propia

5. 30 DE JUNIO 2018 AL 5 DE JULIO 2018

- Arena 815kg + Gravilla 1030kg + Cemento 7,5 bultos + Eucon MR 250: 1243gr+ Agua 150 litros

ACTIVIDAD	ARENA (Kg)	GRAVA (Kg)	CEMENTO (BULTOS)	AGUA (Lt)	ASENTAMIENTOS (cm)	RESISTENCIA 7 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 14 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 28 DIAS (MPa)
-----------	------------	------------	------------------	-----------	--------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------

LOSAS	1620	2050	15	320	14	19.98	24.91	29.36
--------------	------	------	----	-----	----	-------	-------	-------

Tabla 43: características del concreto de la losa mezcla 5

Fuente: Propia

6. 21 DE JULIO 2018 AL 13 DE SEPTIEMBRE 2018

- Arena 815kg + Gravilla 1030kg + Cemento 7,5 bultos + Eucon 35 F: 880gr + Agua 150 litros

ACTIVIDAD	ARENA (Kg)	GRAVA (Kg)	CEMENTO (BULTOS)	AGUA (Lt)	ASENTAMIENTOS (cm)	RESISTENCIA 7 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 14 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 28 DIAS (MPa)
LOSA	1630	2070	15	365	10	16.98	22.22	25.97
LOSA	1640	2060	15	355	15	18.07	24.18	25.84
LOSA	1630	2070	15	340	19	15.23	20.20	23.78
LOSA	1630	2070	15	270	13.5	20.14	23.19	27.47
LOSA	1640	2050	15	280	13.5	18.02	22.14	27.75
LOSA	1610	2040	15	250	14	21.63	24.29	30.77
LOSA	1620	2060	15	330	15.5	15.05	18.04	23.39
LOSA	1640	2050	15	315	13.5	13.24	18.86	21.49
LOSA AMPLIACION	1630	2050	15	325	13.5	16.98	21.27	27.65

Tabla 44: características del concreto de la losa mezcla 6

Fuente: Propia

7. 15 DE SEPTIEMBRE AL 1 DE NOVIEMBRE

- Arena 815kg + Gravilla 1030kg + Cemento 7,5 bultos + Eucon 35 F: 1595gr+ Agua 150 litros

ACTIVIDAD	ARENA (Kg)	GRAVA (Kg)	CEMENTO (BULTOS)	AGUA (Lt)	ASENTAMIENTOS (cm)	RESISTENCIA 7 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 14 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 28 DIAS (MPa)
LOSA	1610	2060	15	235	10	17.95	21.74	27.10
LOSA	1610	2050	15	320	14.5	16.23	19.87	24.07
LOSA	1600	2080	15	310	18.5	16.45	21.24	24.30
LOSAS	1630	2070	15	325	13	21.22	24.77	30.23
LOSA	1620	2050	15	310	15	19.02	26.03	28.49

LOSA	1620	2070	16	285	13.5	18.39	22.97	27.95
LOSA	1610	2070	15	295	14.5	18.80	23.01	27.98
LOSA	1620	2060	15	325	14.5	19.84	23.10	30.19

Tabla 45: características del concreto de la losa mezcla 7

Fuente: Propia

8. 14 DE ENERO 2019 AL 13 DEDICIEMBRE 2019

- Arena 815kg + Gravilla 1030kg + Cemento 7,5 bultos + Eucon 35 F: 1595gr + Agua 150 litros

ACTIVIDAD	ARENA (Kg)	GRAVA (Kg)	CEMENTO (BULTOS)	AGUA (Lt)	ASENTAMIENTOS (cm)	RESISTENCIA 7 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 14 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 28 DIAS (MPa)
LOSA	1610	2060	15	335	15	20.91	24.88	32.90
LOSA	1670	2110	15	245	14	22.04	24.31	32.12
LOSA	1640	2090	15	265	14	22.45	26.15	29.59
LOSA AMPLIACION	1630	2130	14	370	13.5	20.01	23.62	30.59
LOSA	1640	2110	14	315	13.5	19.71	23.59	27.98
LOSA	1670	2120	14	290	13	18.09	24.27	25.75
LOSA AMPLIACION	1640	2110	14	305	14.5	20.89	23.42	26.80
LOSA	1660	2110	14	300	13	16.24	20.94	25.76
LOSA	1680	2170	14	260	13	20.43	22.17	31.33
LOSA	1650	2120	14	210	13.5	19.79	26.06	29.48
LOSA	1720	2130	14	215	14	20.26	24.23	25.08
LOSA	1720	2140	14	230	13	24.28	26.60	29.76
LOSA	1660	2090	14	135	13.5	21.98	26.13	37.00
LOSA	1640	2100	14	220	13.5	20.72	24.86	29.86
LOSA	1650	2090	14	220	13	17.58	22.20	26.83
LOSA	1650	2120	14	245	13	19.68	23.04	27.70
LOSA	1640	2120	14	250	12.5	18.64	21.77	24.54
LOSA	1650	2100	14	275	13	22.09	25.75	32.34
LOSA	1670	2100	14	300	12	20.28	23.35	27.22
LOSA	1670	2130	14	295	14	20.45	24.72	25.84
LOSA	1710	2120	14	230	14	23.35	26.99	31.60
LOSA	1650	2110	14	315	14	20.20	23.32	25.17
LOSA	1680	2100	14	280	12.5	20.75	23.19	26.88
LOSA	1650	2110	14	240	13.5	20.35	24.48	32.16
LOSA	1670	2120	14	255	14	19.69	24.27	27.48

Tabla 46: características del concreto de la losa mezcla 8
Fuente: Propia

PISOS

1. 17 DE MARZO 2018 AL 29 DE MARZO 2018

- Arena 760kg + Gravilla 1050kg + Cemento 7 bultos + Agua 150 litros

ACTIVIDAD	ARENA (Kg)	GRAVA (Kg)	CEMENTO (BULTOS)	AGUA (Lt)	ASENTAMIENTOS (cm)	RESISTENCIA 7 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 14 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 28 DIAS (MPa)
PISOS	1720	2280	17	430	7,5	15,20	19,25	23,42
PISOS	1510	2110	14	365	6,5	15,88	19,82	24,39
PISOS	1140	1590	10,5	250	7,5	14,81	20,33	24,08

Tabla 47: características del concreto del piso mezcla 1
Fuente: Propia

2. 7 DE ABRIL 2018 AL 26 DE ABRIL 2018

- Arena 756kg + Gravilla 1060kg + Cemento 7 bultos + Agua 150 litros

ACTIVIDAD	ARENA (Kg)	GRAVA (Kg)	CEMENTO (BULTOS)	AGUA (Lt)	ASENTAMIENTOS (cm)	RESISTENCIA 7 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 14 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 28 DIAS (MPa)
PISOS	1480	2060	14	320	12,5	22,05	23,47	26,50
PISOS	1510	2100	14	335	9	15,44	17,46	20,06
PISOS	1520	2100	14	330	9,5	17,08	20,15	20,43
PISOS	1520	2090	14	355	9,5	16,33	19,13	21,84

Tabla 48: características del concreto del piso mezcla 2
Fuente: Propia

3. 28 DE ABRIL 2018 AL 24 DE MAYO 2018

- Arena 790kg + Gravilla 1050kg + Cemento 7,5 bultos+ Agua 150 litros

ACTIVIDAD	ARENA (Kg)	GRAVILLA (Kg)	CEMENTO (BULTOS)	AGUA (Lt)	ASENTAMIENTOS (cm)	RESISTENCIA 7 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 14 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 28 DIAS (MPa)
PISOS AMPLIACION	950	1240	9	195	14	16,15	19,22	23,83
PISOS	1590	2090	15	355	12	12,96	16,26	22,42
PISOS	1590	2090	15	345	10	11,96	15,00	20,29
PISOS	1600	2090	15	310	9,5	16,24	20,13	25,88
PISOS	1620	2050	15	360	9	13,97	20,67	25,35

Tabla 49: características del concreto del piso mezcla 3

Fuente: Propia

4. 2 DE JUNIO 2018 AL 7 DE JUNIO 2018

- Arena 810kg + Gravilla 1020kg + Cemento 7,5 bultos+ Agua 150 litros

ACTIVIDAD	ARENA (Kg)	GRAVILLA (Kg)	CEMENTO (BULTOS)	AGUA (Lt)	ASENTAMIENTOS (cm)	RESISTENCIA 7 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 14 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 28 DIAS (MPa)
PISOS	1610	2070	15	388	12	15,06	19,14	20,77

Tabla 50: características del concreto del piso mezcla 4

Fuente: Propia

5. 9 DE JUNIO 2018 AL 30 DE AGOSTO 2018

- Arena 810kg + Gravilla 1030kg + Cemento 7 bultos+ Agua 150 litros

ACTIVIDAD	ARENA (Kg)	GRAVILLA (Kg)	CEMENTO (BULTOS)	AGUA (Lt)	ASENTAMIENTOS (cm)	RESISTENCIA 7 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 14 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 28 DIAS (MPa)
PISOS	1640	2050	14	385	13	17,13	19,97	25,87

PISOS	1620	2060	14	380	14	16,08	16,35	23,15
PISOS	1620	2060	14	360	12	19,15	17,09	25,72
PISOS	1650	2050	14	400	14,5	14,79	18,08	23,79
PISOS	1620	2050	14	350	14,5	15,92	18,86	24,88
PISOS	1620	2070	14	375	10,5	13,48	16,91	24,07
PISOS	1620	2060	14	350	18,5	15,79	17,92	21,24
PISOS	1640	2070	14	325	14	14,76	18,59	22,70
PISOS	1620	2060	14	340	14,5	12,90	18,60	22,08
PISOS	1610	2070	14	355	14,5	13,66	17,49	21,72
PISOS	1610	2060	14	300	17,5	12,52	13,71	17,37
PISOS	1620	2060	14	330	13	16,77	18,35	21,91
PISOS	1640	1740	14	345	17	18,63	20,84	25,04

Tabla 51: características del concreto del piso mezcla 5

Fuente: Propia

6. 25 DE AGOSTO 2018 AL 18 DE OCTUBRE 2018

- Arena 810kg + Gravilla 1050kg + Cemento 6,5 bultos + Eucon 35 F: 1105gr+ Agua 140 litros

ACTIVIDAD	ARENA (Kg)	GRAVILLA (Kg)	CEMENTO (BULTOS)	AGUA (Lt)	ASENTAMIENTO (cm)	RESISTENCIA 7 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 14 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 28 DIAS (MPa)
PISOS Y ANDENES	1610	2100	13	340	10,5	12,65	14,80	21,40
PISOS	1620	2090	13	320	13,5	15,43	19,08	22,99
PISOS	1600	2090	13	270	13,5	10,81	16,82	18,26
PISOS Y ANDENES	1590	2090	13	295	12,5	13,78	16,92	20,79
PISO	1600	2100	13	300	14	13,85	16,64	21,67
PISOS	1590	2080	13	300	13,5	18,40	22,78	26,85
PISOS	1590	2100	13	280	10	14,40	18,11	22,95
PISOS	1640	2110	13	320	11,5	13,45	16,91	21,10
PISOS	1630	2090	13	310	12,5	12,02	15,22	16,79
PISOS	1630	2100	13	345	13	11,76	15,13	16,40

Tabla 52: características del concreto del piso mezcla 6

Fuente: Propia

7. 20 DE OCTUBRE 2018 AL 29 DE NOVIEMBRE 2018

- Arena 810kg + Gravilla 1050kg + Cemento 6,5 bultos + Eucon 35 F: 1381gr+ Agua 140 litros

ACTIVIDAD	ARENA (Kg)	GRAVA (Kg)	CEMENTO (BULTOS)	AGUA (Lt)	ASENTAMIENTOS (cm)	RESISTENCIA 7 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 14 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 28 DIAS (MPa)
PISOS	1630	2100	13	280	11	12,15	16,18	20,35
PISOS	1620	2120	13	385	10	15,38	18,22	22,64
PISOS	1620	2100	13	310	11	13,48	16,49	20,52
PISOS	1590	2090	13	340	12	12,16	17,85	22,39
PISOS	1600	2100	13	280	13,5	11,73	15,44	19,82
PISOS	1600	2100	13	300	12,5	17,96	19,47	23,84
PISOS	1610	2100	13	310	14	13,61	20,19	20,15
PISOS	1620	2110	13	300	9,5	15,84	21,17	25,92
PISOS	1640	2100	13	280	12	15,23	18,83	23,49
PISOS	1590	2100	13	300	13	21,24	27,37	29,52

Tabla 53: características del concreto del piso mezcla 7

Fuente: Propia

8. 14 DE ENERO 2019 AL 13 DE DICIEMBRE 2019

- Arena 825kg + Gravilla 1050kg + Cemento 6 bultos + Eucon 35 F 1381g + Fibra:1800gr+ Agua 130 litros

ACTIVIDAD	ARENA (Kg)	GRAVA (Kg)	CEMENTO (BULTOS)	AGUA (Lt)	ASENTAMIENTOS (cm)	RESISTENCIA 7 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 14 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 28 DIAS (MPa)
PISOS	1630	2100	13	285	14	14,92	18,64	24,32
PISOS	1930	2460	14	380	13,5	14,35	17,64	19,48
PISOS	1660	2090	12	300	14	17,06	17,62	20,51
PISOS	1660	2120	12	315	12	13,69	17,46	21,69
PISOS	1660	2090	12	320	14	13,45	17,33	21,04
PISOS	1640	2110	12	270	13	14,79	18,38	20,02
PISOS	1660	2090	12	300	13	12,00	16,64	20,42

PISOS	1670	2090	12	270	12,5	12,16	16,18	20,91
PISOS	1650	2100	12	270	14	13,67	15,67	19,54
PISOS	1660	2120	12	245	12	13,15	16,97	20,42
PISOS	1670	2090	12	275	12,5	13,39	19,11	21,69
PISOS	1660	2110	12	180	13	13,43	17,64	21,51
PISOS	1670	2100	12	210	13	16,92	20,28	23,17
PISOS	1660	2100	12	220	12	14,12	19,74	21,71
PISOS	1670	2110	12	290	12,5	11,35	13,15	18,07
PISOS	1940	2440	14	320	13	15,58	18,08	21,37
PISOS	1660	2110	12	250	14	13,97	17,55	21,42
PISOS	1680	2100	12	370	13	12,21	15,89	20,35
PISOS	1660	2090	12	250	13	16,20	18,46	22,54
PISOS	1650	2110	12	265	13	19,07	20,72	22,04
PISOS	1670	2100	12	295	12	14,52	16,45	22,57
PISOS	1650	2090	12	370	13	15,45	17,08	20,05
PISOS	1660	2100	12	340	12	13,82	16,40	18,11
PISOS	1650	2100	12	335	13	14,79	17,79	19,87
PISOS	1670	2090	12	345	13	12,54	16,57	21,78
PISOS	1660	2120	12	340	13	14,20	16,55	19,33
PISOS	1650	2100	12	320	14	12,23	16,24	19,00
PISOS	1670	2100	12	250	14	19,85	25,10	28,23
PISOS	1760	2110	12	325	12,5	11,01	14,17	18,91
PISOS	1760	2090	12	230	13,5	13,55	17,52	21,91

Tabla 54: características del concreto del piso mezcla 8
Fuente: Propia

DOVELAS

1. 5 DE MAYO 2018 AL 10 DE MAYO 2018

- Arena 815kg + Gravilla 1020kg + Cemento 7 bultos+ Agua 150 litros

ACTIVIDAD	ARENA (Kg)	GRAVA (Kg)	CEMENTO (BULTOS)	AGUA (Lt)	ASENTAMIENTOS (cm)	RESISTENCIA 7 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 14 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 28 DIAS (MPa)
DOVELAS	1260	1510	12	340	18	8.62	12.30	15.71
DOVELAS	1670	2010	16	405	16	16.10	18.66	24.56
DOVELAS	1610	2050	14	300	19.5	7.18	9.54	14.40

AS								
DOVELAS	1630	2060	14	380	21.5	11.65	16.09	20.84

Tabla 55: características del concreto de las dovelas mezcla 1
Fuente: Propia

2. 12 DE MAYO 2018 AL 24 DE MAYO 2018

- Arena 835kg + Gravilla 1010kg + Cemento 8 bultos + Agua 165 litros

ACTIVIDAD	ARENA (Kg)	GRAVA (Kg)	CEMENTO (BULTOS)	AGUA (Lt)	ASENTAMIENTOS (cm)	RESISTENCIA 7 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 14 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 28 DIAS (MPa)
DOVELAS	1630	2050	14	355	18.5	13.31	18.17	16.26

Tabla 56: características del concreto de las dovelas mezcla 2
Fuente: Propia

3. 26 DE MAYO 2018 AL 7 DE JUNIO 2018

- Arena 870kg + Gravilla 1100kg + Cemento 7,5 bultos + MR 250: 1487,5gr+ Agua 150 litros

ACTIVIDAD	ARENA (Kg)	GRAVA (Kg)	CEMENTO (BULTOS)	AGUA (Lt)	ASENTAMIENTOS (cm)	RESISTENCIA 7 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 14 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 28 DIAS (MPa)
DOVELAS	1740	2220	15	400	18	12.09	15.58	18.65
DOVELAS	1740	2200	15	420	21	10.37	14.54	18.57
DOVELAS	1750	2190	15	430	20	10.36	14.32	17.09
DOVELAS	1220	1550	11	275	20	16.05	18.11	20.75
DOVELAS	1630	2040	14	400	21	11.76	13.66	19.63

Tabla 57: características del concreto de las dovelas mezcla 3
Fuente: Propia

4. 23 DE JUNIO 2018 AL 28 DE JUNIO 2018

- Arena 870kg + Gravilla 1080kg + Cemento 7 bultos + MR 2250: 967gr+ Agua 150 litros

ACTIVIDAD	ARENA (Kg)	GRAVA (Kg)	CEMENTO (BULTOS)	AGUA (Lt)	ASENTAMIENTOS (cm)	RESISTENCIA 7 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 14 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 28 DIAS (MPa)
DOVELAS	1750	2160	14	400	21	8.69	11.00	15.57

Tabla 58: características del concreto de las dovelas mezcla 4
Fuente: Propia

5. 30 DE JUNIO 2018 AL 5 DE JULIO 2018

- Arena 840kg + Gravilla 1030kg + Cemento 6,5 bultos + Agua 140 litros

ACTIVIDAD	ARENA (Kg)	GRAVA (Kg)	CEMENTO (BULTOS)	AGUA (Lt)	ASENTAMIENTOS (cm)	RESISTENCIA 7 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 14 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 28 DIAS (MPa)
DOVELAS	1680	2060	13	370	22	13.14	17.69	20.10

Tabla 59: características del concreto de las dovelas mezcla 5
Fuente: Propia

6. 28 DE JULIO 2018 AL 2 DE AGOSTO 2018

- Arena 830kg + Gravilla 1010kg + Cemento 6,5 bultos + MR 2250: 1156gr + Agua 140 litros

ACTIVIDAD	ARENA (Kg)	GRAVA (Kg)	CEMENTO (BULTOS)	AGUA (Lt)	ASENTAMIENTOS (cm)	RESISTENCIA 7 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 14 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 28 DIAS (MPa)
DOVELAS	1910	2330	15	420	22.5	11.49	15.11	18.22

Tabla 60: características del concreto de las dovelas mezcla 6
Fuente: Propia

7. 4 DE AGOSTO 2018 AL 9 DE AGOSTO 2018

- Arena 830kg + Gravilla 1010kg + Cemento 6,5 bultos + Eucon MR2250: 2550gr+ Agua 140 litros

ACTIVI DAD	ARE NA (Kg)	GRA VA (Kg)	CEME NTO (BULT OS)	AG UA (Lt)	ASENTAMI ENTOS (cm)	RESISTE NCIA 7 DIAS(MPa)	RESISTE NCIA 14 DIAS(MPa)	RESISTE NCIA 28 DIAS(MPa)
DOVEL AS	1900	2340	15	510	21	9.97	11.91	12.11
DOVEL AS	1750	2150	14	425	21	8.42	9.40	12.39

Tabla 61: características del concreto de las dovelas mezcla 7
Fuente: Propia

8. 11 DE AGOSTO 2018 AL 16 DE AGOSTO 2018

- Arena 780kg + Gravilla 960kg + Cemento 6,5 bultos + Eucon MR 2250: 1105gr+ Agua 140 litros

ACTIVI DAD	ARE NA (Kg)	GRA VA (Kg)	CEME NTO (BULT OS)	AG UA (Lt)	ASENTAMI ENTOS (cm)	RESISTE NCIA 7 DIAS(MPa)	RESISTE NCIA 14 DIAS(MPa)	RESISTE NCIA 28 DIAS(MPa)
DOVEL AS	1910	2370	16	465	22	12.23	14.71	17.28
DOVEL AS	1920	2380	15	370	21	12.00	18.81	18.86

Tabla 62: características del concreto de las dovelas mezcla 8
Fuente: Propia

9. 18 DE AGOSTO 2018 AL 6 DE DICIEMBRE 2018

- Arena 830kg + Gravilla 1010kg + Cemento 6,5 bultos + Eucon MR 2250: 1105gr+ Agua 140 litros

ACTIVIDAD	ARENA (Kg)	GRAVA (Kg)	CEMENTO (BULTOS)	AGUA (Lt)	ASENTAMIENTOS (cm)	RESISTENCIA 7 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 14 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 28 DIAS (MPa)
DOVELAS	1770	2170	14	315	22	11.68	18.51	17.45
DOVELAS	1780	2170	14	300	23	12.87	15.35	20.75
DOVELAS	1630	2050	14	385	21.5	11.60	16.54	18.57
DOVELAS	1920	2340	14	460	21.5	11.07	12.47	18.81
DOVELAS	1940	2350	15	425	21.5	11.95	15.78	19.82
DOVELAS	1690	2060	13	370	22.5	11.24	13.18	17.18
DOVELAS	1250	1530	10	280	22.5	8.95	11.45	15.36
DOVELAS	890	1090	7	165	22	9.74	13.24	17.77
DOVELAS	1510	1830	12	305	23	9.50	11.78	15.93
DOVELAS	1940	2330	15	430	23	9.56	11.23	14.44
DOVELAS	1930	2320	15	410	22.5	9.56	13.13	16.22
DOVELAS	1920	2330	10	210	21.5	19.31	16.38	20.72
DOVELAS	1940	2370	15	405	21.5	15.80	20.54	23.35
DOVELAS	1930	2330	15	415	22	15.73	20.15	23.84
DOVELAS	1910	2350	15	425	22	6.36	13.21	15.01
DOVELAS	770	930	6	170	16	11.61	15.36	18.86
DOVELAS	1910	2350	15	470	21.5	9.99	12.68	17.75
DOVELAS	1940	2330	14	350	22	11.31	14.22	16.82

Tabla 63: características del concreto de las dovelas mezcla 9
Fuente: Propia

10. 14 DE ENERO 2019 AL 13 DE DICIEMBRE 2019

- Arena 825kg + Gravilla 1050kg + Cemento 6,5 bultos + Eucon MR 2250: 1105gr+ Agua 140 litros

ACTIVIDAD	ARENA (Kg)	GRAVA (Kg)	CEMENTO (BULTOS)	AGUA (Lt)	ASENTAMIENTOS (cm)	RESISTENCIA 7 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 14 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 28 DIAS (MPa)
DOVELAS	1650	2100	13	450	23	8.67	11.07	13.28
DOVELAS	1790	2260	14	450	24	9.16	11.50	16.44
DOVELAS	1930	2420	14	480	25	12.86	15.08	19.44
DOVELAS	1670	2100	13	415	23	10.90	16.84	18.60
DOVELAS	1650	2100	13	405	24	9.58	14.42	16.93
DOVELAS	1780	2270	14	490	22.5	10.33	11.42	15.89
DOVELAS	1640	2110	13	360	23	9.58	14.04	18.37
DOVELAS	1650	2110	13	305	24	8.71	13.15	17.77
DOVELAS	1930	2450	15	470	23	8.54	12.93	16.15
DOVELAS	1650	2130	13	440	24	7.65	12.60	15.89
DOVELAS	1920	2420	15	375	22.5	13.91	16.46	17.95
DOVELAS	1670	2110	13	350	22.5	10.74	13.93	17.58
DOVELAS	1640	2110	13	305	22.5	10.96	14.63	18.93
DOVELAS	1660	2120	13	340	23	10.74	15.07	20.66
DOVELAS	1630	2120	13	310	24	7.57	11.93	14.24
DOVELAS	1660	2110	13	350	24	11.07	13.77	16.48
DOVELAS	1670	2110	13	330	23.5	12.60	16.15	16.77
DOVELAS	1650	2110	13	460	24	10.74	12.16	14.93
DOVELAS	1650	2100	13	405	23	10.60	12.44	15.35
DOVELAS	1790	2280	14	515	23	10.19	12.16	15.37
DOVELAS	1920	2440	15	540	22	11.50	15.40	16.82
DOVELAS	1650	2100	13	455	22	9.59	12.30	17.65

DOVEL AS	1660	2090	13	450	24	9.64	11.87	15.51
DOVEL AS	1670	2090	13	410	23	10.77	12.75	16.74
DOVEL AS	1640	2090	13	420	22	9.97	15.97	17.77
DOVEL AS	1640	2100	13	380	25	10.27	12.26	15.32
DOVEL AS	1520	1940	12	450	24	10.70	12.71	17.48
DOVEL AS	1660	2100	13	320	23	12.68	16.08	17.44
DOVEL AS	1750	2140	13	350	24.5	10.94	14.21	19.65

Tabla 64: características del concreto de las dovelas mezcla 10
Fuente: Propia

5.3 Objetivo Especifico 3

Explicar el resultado obtenido de los distintos diseños de mezcla conseguidos durante el proceso de ensayo de compresión de acá unos de los diferentes testigos que fueron fallados a 7,14 y 28 días según lo especificado en las normas mencionadas.

5.3.1 Procedimiento De Análisis De Datos

5.3.1.1 Granulometría Del Agregado Fino

5.3.1.1.1 Procedimiento O Cálculo De La Prueba

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de las granulometrías son las siguiente:

1) **Peso muestra retenida** = *Peso del Tamiz – Peso Tamiz mas muestra*

$$2) \text{ Corrección} = \left(\frac{\text{Peso muestra retenida} * \sum \text{corrección}}{100} \right)$$

3) **Peso muestra retenida corregida** = *Peso muestra retenida + corrección*

$$4) \% \text{ Porcentaje retenido} = \left(\frac{\text{Peso muestra retenida corregida}}{\text{Peso muestra seca despues de lavar}} \right) * 100$$

5)% **Porcentaje retenido acumulado** = % **retenido** + % **retenido anterior**

$$6) \text{Modulo de finura} = \left(\frac{\sum \% \text{retenido de los tamices N}^\circ 4 \text{ hasta N}^\circ 100}{100} \right)$$

5.3.1.1.2 Diagramas Y Tablas

Obra: SOLZA S.A.S

Descripción: ARENA BONZA

Fecha de muestreo: 15/02/2018

Peso de muestra seca antes de lavar (gr) 3286

Peso de muestra seca después de lavar (gr) 3156

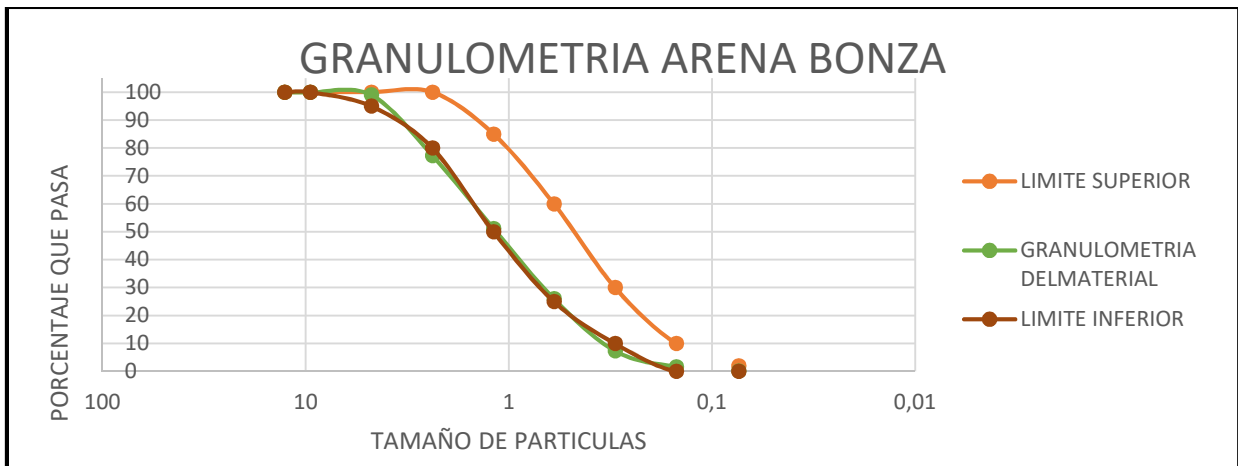
Destino o uso de la arena

TAMI Z	DIAMET RO	PES O	PESO	PESO MUEST RA	PORCENT AJE	RETENI DO	PORCENT AJE	NORMA	
No	mm	tami z	mas muest ra	retenida	retenido	acumulad o	que pasa	NTC- 174 Arena	
		g	g	g	%	%	%	% pasa	
1/2"	12.7	557.5	557.5	0	0.0	0.00	100.00	100	100
3/8"	9.51	587.5	588.5	1	0.0	0.03	99.97	100	100
4	4.76	542.5	572.5	30	1.0	0.98	99.02	100	95
8	2.38	525	1210	685	21.7	22.69	77.31	100	80
16	1.19	477	1302	825	26.1	48.83	51.17	85	50
30	0.6	422.5	1216.5	794	25.2	73.99	26.01	60	25
50	0.3	418	1008.5	590.5	18.7	92.70	7.30	30	10
100	0.15	400.5	579	178.5	5.7	98.35	1.65	10	0
200	0.074	346	395	49	1.6	99.90	0.10	2	0
FOND O	0	399	402	3	0.1	100.00	0.00	0	0

3156 100.0

MODULO DE
FINURA: 3.38

Tabla 64: Granulometría Arena Bonza
Fuente: Propia



Grafica 3: Granulometría De La Arena De Bonza
Fuente: Propia.

Obra: SOLZA S.A.S

Descripción: ARENA BONZA 2

Fecha de muestreo: 4/06/2018

Peso de muestra seca antes de lavar (gr) 2500

Peso de muestra seca después de lavar (gr) 2035

Destino o uso de la arena

TAMI Z	DIAMET RO	PES O	PESO	PESO MUEST RA	PORCENT AJE	RETENI DO	PORCENT AJE	NORMA
-----------	--------------	----------	------	---------------------	----------------	--------------	----------------	-------

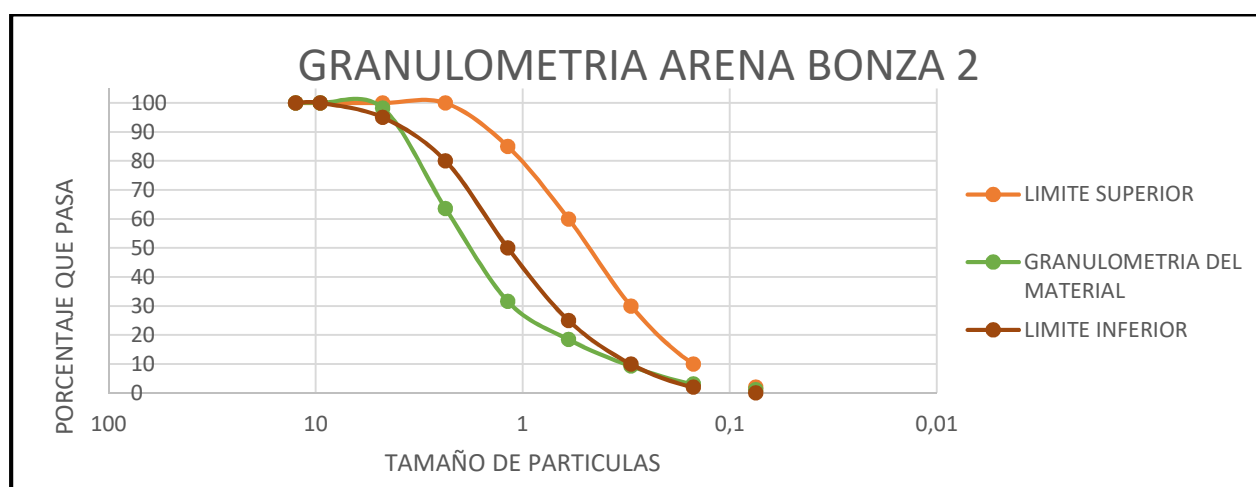
No	mm	tami z	mas muestr ra	retenida	retenido	acumulad o	que pasa	NTC-174 Arena	
		g	g	g	%	%	%	% pasa	
1/2"	12.5	557.5	557.5	0	0.0	0.00	100.00	100	100
3/8"	9.5	587	587	0	0.0	0.00	100.00	100	100
4	4.75	542.5	578	35.5	1.7	1.74	98.26	100	95
8	2.36	525	1230	705	34.6	36.39	63.61	100	80
16	1.18	477	1128.5	651.5	32.0	68.40	31.60	85	50
30	0.6	421.5	689	267.5	13.1	81.55	18.45	60	25
50	0.3	415.5	602	186.5	9.2	90.71	9.29	30	10
100	0.15	400	526	126	6.2	96.90	3.10	10	2
200	0.075	404	442.5	38.5	1.9	98.80	1.20	2	0
FONDO	0	399	423.5	24.5	1.2	100.00	0.00	0	0

2035 100.0

**MODULO DE
FINURA:**

3.76

*Tabla 65: Granulometría Arena Bonza 2
Fuente: Propia*



*Grafica 4: Granulometría De La Arena De Bonza 2
Fuente: Propia*

Obra: SOLZA S.A.S

Descripción: ARENA SALITRE ALTO

Fecha de muestreo: 20/08/2018

Peso de muestra seca antes de lavar (gr) 3000

Peso de muestra seca después de lavar (gr) 2000

Destino o uso de la arena

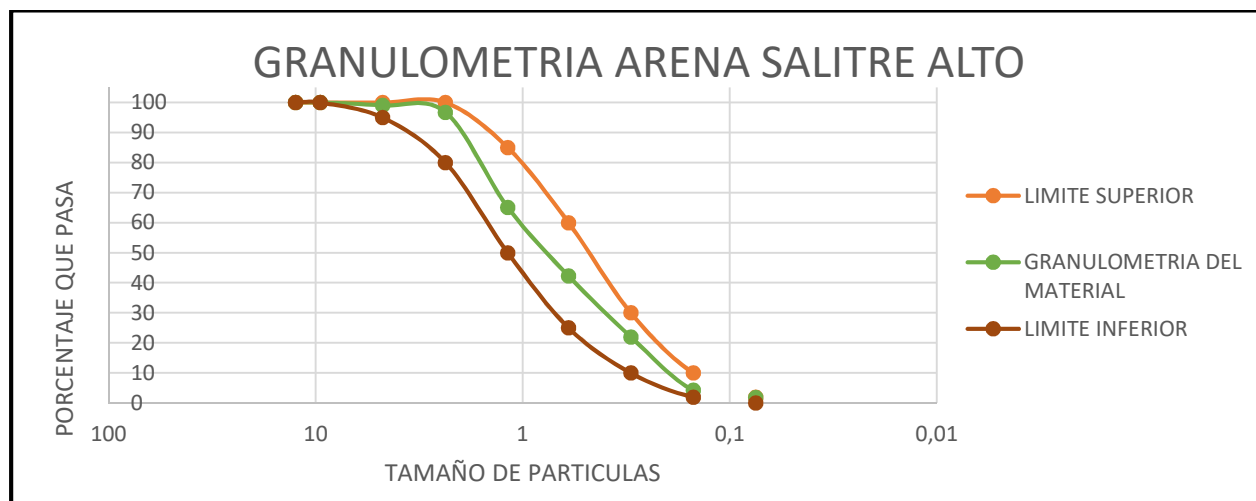
TAMI Z	DIAMET RO	PES O	PESO	PESO MUEST RA	PORCENTA JE	RETENI DO	PORCENTA JE	NORMA	
No	mm	tami z	mas muest ra	retenida	retenido	acumulad o	que pasa	NTC- 174 Arena	
		g	g	g	%	%	%	% pasa	
1/2"	12.5	557.5	557.5	0	0.0	0.00	100.00	100	100
3/8"	9.5	587	587	0	0.0	0.00	100.00	100	100
4	4.75	542.5	562.5	20	1.0	1.00	99.00	100	95
8	2.36	525	571	46	2.3	3.30	96.70	100	80
16	1.18	477	1109	632	31.6	34.90	65.10	85	50
30	0.6	421.5	877.5	456	22.8	57.70	42.30	60	25
50	0.3	415.5	821.5	406	20.3	78.00	22.00	30	10
100	0.15	399.5	752.5	353	17.7	95.65	4.35	10	2
200	0.075	404.5	454.5	50	2.5	98.15	1.85	2	0
FOND O	0	399.5	436.5	37	1.9	100.00	0.00	0	0

2000 100.0

MODULO DE
FINURA: 2.71

Tabla 65: Granulometría Arena Salitre Alto

Fuente: Propia



Grafica 5: Granulometría De La Arena De Salitre Alto

Fuente: Propia

Obra: SOLZA S.A.S

Descripción: ARENA TUTA

Fecha de muestreo: 18/02/2019

Peso de muestra seca antes de lavar (gr) 2300

Peso de muestra seca después de lavar (gr) 2109.5

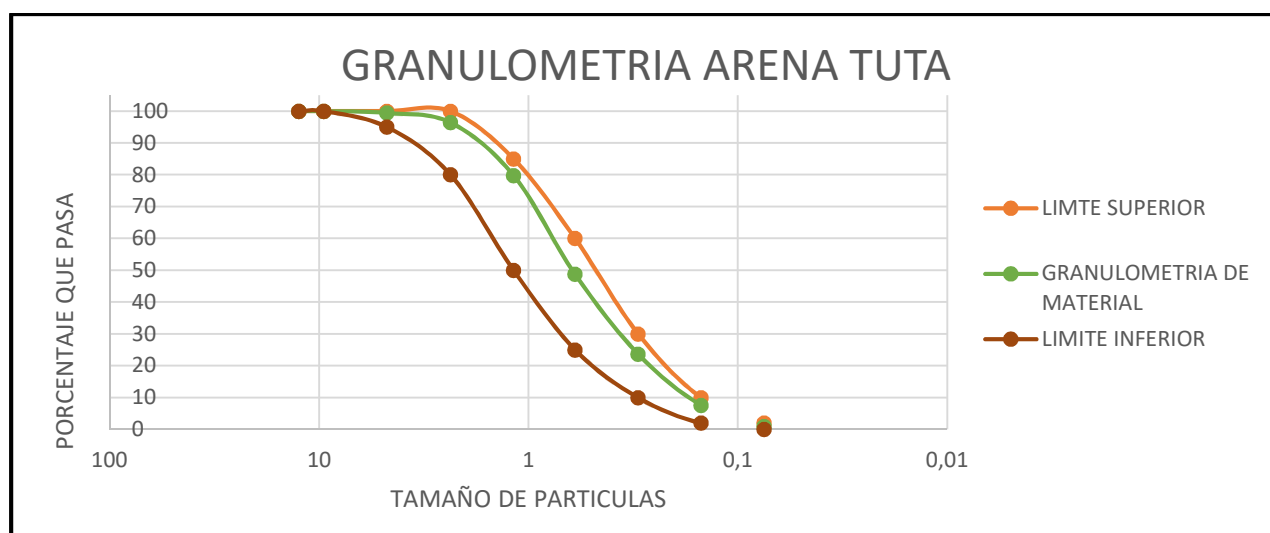
Destino o uso de la arena

TAMI Z	DIAMET RO	PES O	PESO	PESO MUEST RA	PORCENTA JE	RETENI DO	PORCENTA JE	NORM A
No	mm	tami z	mas muest ra	retenida	retenido	acumulad o	que pasa	NTC- 174 Arena
		g	g	g	%	%	%	% pasa
1/2"	12.5	557.5	557.5	0	0.0	0.00	100.00	100 100
3/8"	9.5	587	587	0	0.0	0.00	100.00	100 100

4	4.75	542.5	555	12.5	0.6	0.59	99.41	100	95
8	2.36	525	588.5	63.5	3.0	3.60	96.40	100	80
16	1.18	477	827.5	350.5	16.6	20.22	79.78	85	50
30	0.6	422	1077	655	31.1	51.27	48.73	60	25
50	0.3	416	944.5	528.5	25.1	76.32	23.68	30	10
100	0.15	400	739	339	16.1	92.39	7.61	10	2
200	0.075	346	488	142	6.7	99.12	0.88	2	0
FONDO	0	399	416.5	17.5	0.8	99.95	0.05	0	0
2108.5				100.0					

**MODULO DE
FINURA:** 2.44

*Tabla 66: Granulometría Arena Tuta
Fuente: Propia*



Peso de muestra seca antes de lavar (gr)

2500

Peso de muestra seca después de lavar (gr)

2161.5

Destino o uso de la arena

TAMI Z	DIAMET RO	PES O	PESO	PESO MUEST RA	PORCENTA JE	RETENI DO	PORCENTA JE	NORMA	
No	mm	tami z	mas muest ra	retenida	retenido	acumulad o	que pasa	NTC-174 Arena	
		g	g	g	%	%	%	% pasa	
1/2"	12.5	557.5	557.5	0	0.0	0.00	100.00	100	100
3/8"	9.5	587	587	0	0.0	0.00	100.00	100	100
4	4.75	542.5	542.5	0	0.0	0.00	100.00	100	95
8	2.36	525	525	0	0.0	0.00	100.00	100	80
16	1.18	477	477	0	0.0	0.00	100.00	85	50
30	0.6	422	1958.5	1536.5	71.1	71.08	28.92	60	25
50	0.3	415.5	836.5	421	19.5	90.56	9.44	30	10
100	0.15	400	560.5	160.5	7.4	97.99	2.01	10	2
200	0.075	346	383	37	1.7	99.70	0.30	2	0
FOND O	0	399	405	6	0.3	99.98	0.02	0	0

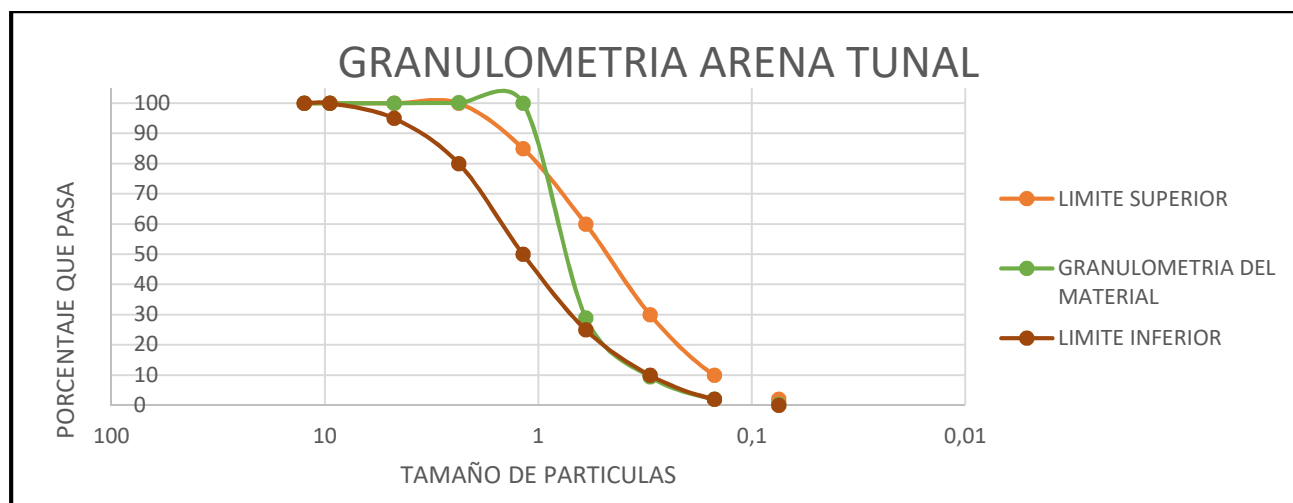
2161

100.0

MODULO DE
FINURA:

2.60

Tabla 66: Granulometría Arena Tunal
Fuente: Propia



Gráfica 7: Granulometría Arena Tunal
Fuente: Propia

Obra: SOLZA S.A.S

Descripción: ARENA CARDOZO

Fecha de muestreo: 12/07/2019

Peso de muestra seca antes de lavar (gr) 2205

Peso de muestra seca después de lavar (gr) 2017

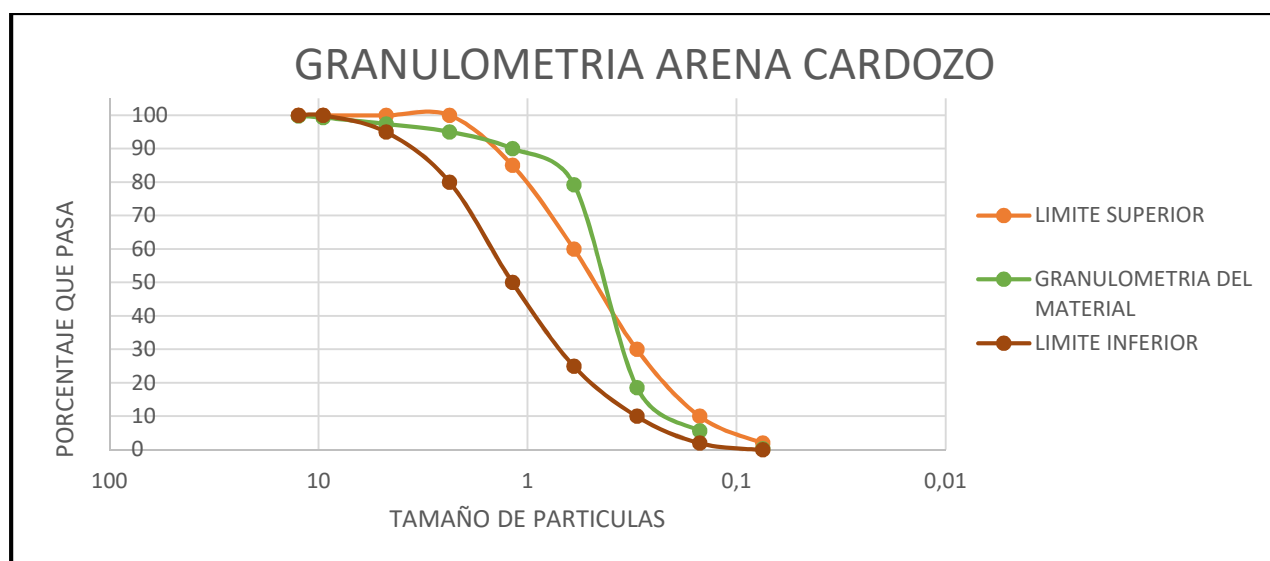
Destino o uso de la arena

TAMI Z	DIAMET RO	PES O	PESO	PESO MUEST RA	PORCENTA JE	RETENI DO	PORCENTA JE	NORMA	
No	mm	tami z	mas muest ra	retenida	retenido	acumulad o	que pasa	NTC- 174 Arena	
		g	g	g	%	%	%	% pasa	
1/2"	12.5	557.5	561.5	4	0.2	0.20	99.80	100	100
3/8"	9.5	587	597	10	0.5	0.69	99.31	100	100
4	4.75	542.5	581.5	39	1.9	2.63	97.37	100	95
8	2.36	525	572	47	2.3	4.96	95.04	100	80
16	1.18	477	578.5	101.5	5.0	9.99	90.01	85	50

30	0.6	421.5	638.5	217	10.8	20.75	79.25	60	25
50	0.3	415	1639	1224	60.7	81.43	18.57	30	10
100	0.15	399.5	660	260.5	12.9	94.35	5.65	10	2
200	0.075	346	455	109	5.4	99.75	0.25	2	0
FONDO	0	399	404	5	0.2	100.00	0.00	0	0
2017					100.0				

**MODULO DE
FINURA:** 2.14

*Tabla 67: Granulometría Arena Cardozo
Fuente: Propia*



*Grafica 8: Granulometría De La Arena De Cardozo
Fuente: Propia*

5.3.1.1.3 Análisis de la prueba

Al realizar la granulometría del agregado fino de cada una de las canteras se pudo ver que las arenas tenían una granulometría diferente, y trataban de estar dentro de los parámetros que exigía la norma. Se presentaron varias granulometrías ya que por temas de consumo de obra era necesario buscar varios proveedores, las granulometrías no se realizaron a todos los viajes que llegaban sino por elección aleatoria se escogía y se le realizaba el ensayo.

5.3.1.2 Módulo De Finura Del Agregado Fino

5.3.1.2.1 Análisis De La Prueba

El módulo de fineza de la arena se obtiene sumando el % retenido en los tamices N°4 al tamiz N°100 divididos en 100, los resultados obtenidos son:

- **Arena Bonza:** 3.38
- **Arena Bonza 2:** 3.76
- **Arena Salitre alto:** 2.71
- **Arena Tuta:** 2.44
- **Arena Tunal:** 2.60
- **Arena Cardozo:** 2.14

5.3.1.3 Granulometría Del Agregado Grueso

5.3.1.3.1 Procedimiento O Cálculo De La Prueba

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de las granulometrías son las siguiente:

$$1) \text{ **Peso muestra retenida** } = \text{Peso del Tamiz} - \text{Peso Tamiz mas muestra}$$

$$2) \text{ **Corrección** } = \left(\frac{\text{Peso muestra retenida} * \Sigma \text{corrección}}{100} \right)$$

$$3) \text{ **Peso muestra retenida corregida** } = \text{Peso muestra retenida} + \text{corrección}$$

$$4) \% \text{ **Porcentaje retenido** } = \left(\frac{\text{Peso muestra retenida corregida}}{\text{Peso muestra seca despues de lavar}} \right) * 100$$

$$5) \% \text{ **Porcentaje retenido acumulado** } = \% \text{ **retenido** } + \% \text{ **retenido anterior** }$$

$$6) \text{ **Modulo de finura** } = \left(\frac{\Sigma \% \text{ **retenido de los tamices N°4 hasta N°100**}}{100} \right)$$

5.3.1.3.2 Diagramas Y Tablas

Obra: SOLZA S.A.S

Descripción: GRAVA BONZA

Fecha de muestreo: 2/03/2018

Peso de muestra seca antes de lavar (gr) 4303.5

Peso de muestra seca después de lavar (gr) 4089.5

Destino o uso de la gravilla

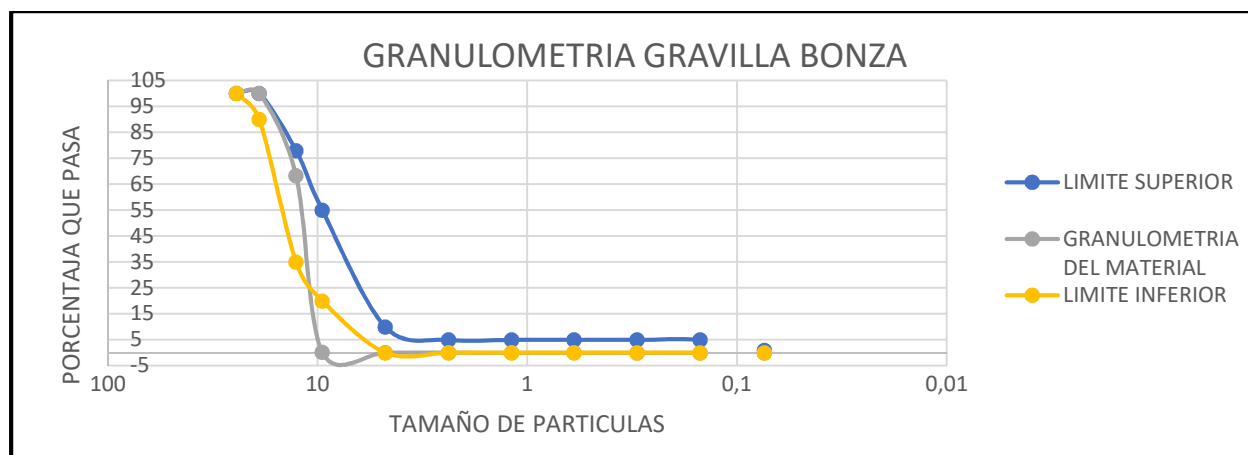
TAMIZ	DIAMETRO	PESO	PESO	PESO MUESTRA	%	RETENIDO	%	NORMA	
No	mm	tamiz	mas muestra	retenida	retenido	acumulado	que pasa	INV E 213-214	
		g	g	g	%	%	%	% pasa	
1	24.4	555	555	0	0.0	0.00	100.00	100	100
3/4"	19	549	549	0	0.0	0.00	100.00	100	90
1/2"	12.7	557.5	1852.5	1295	31.7	31.70	68.30	78	35
3/8"	9.51	587	3369.5	2782.5	68.1	99.82	0.18	55	20
4	4.76	542.5	546.7	4.2	0.1	99.92	0.08	10	0
8	2.38	525	525.5	0.5	0.0	99.93	0.07	5	0
16	1.19	477	477.5	0.5	0.0	99.95	0.05	5	0
30	0.6	421.5	422.2	0.7	0.0	99.96	0.04	5	0
50	0.3	415.5	416	0.5	0.0	99.98	0.02	5	0
100	0.15	399.5	400	0.5	0.0	99.99	0.01	5	0
200	0.074	346	346.5	0.5	0.0	100.00	0.00	1	0
FONDO	0	399.5	399.5	0	0.0	100.00	0.00	0	0

4084.9 100.0

MODULO DE FINURA: 7.31

Tabla 68: Granulometría Gravilla Bonza

Fuente: Propia

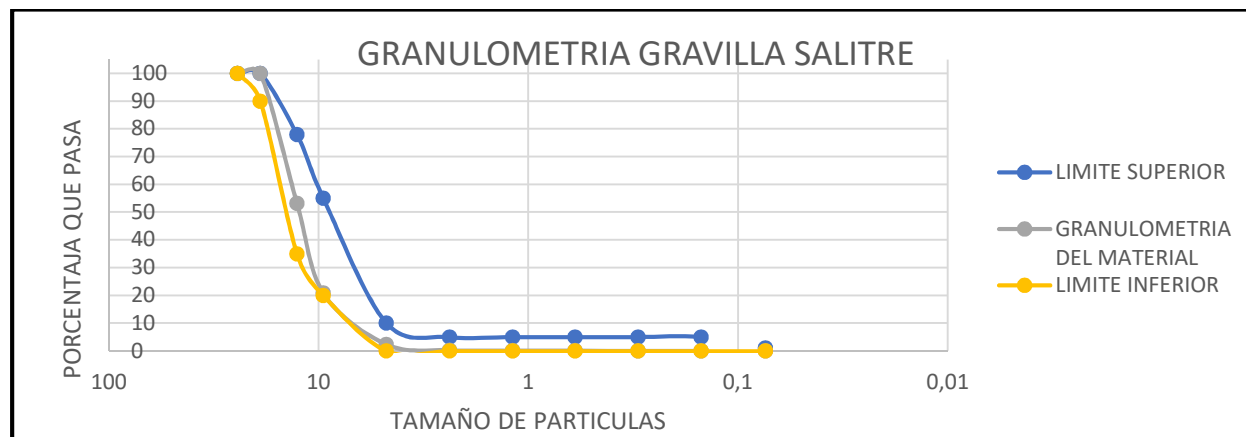


TAMIZ	DIAMETRO	PESO	PESO	PESO MUESTRA	%	RETENIDO	%	NORMA	
No	mm	tamiz	mas muestra	retenida	retenido	acumulado	que pasa	INV E 213-214	
		g	g	g	%	%	%	% pasa	
1	24.4	555	555	0	0.0	0.00	100.00	100	100
3/4"	19	549	549	0	0.0	0.00	100.00	100	90
1/2"	12.7	557.5	1968	1410.5	46.9	46.86	53.14	78	35
3/8"	9.51	587	1559.5	972.5	32.3	79.17	20.83	55	20
4	4.76	542.5	1099	556.5	18.5	97.66	2.34	10	0
8	2.38	525	587.5	62.5	2.1	99.73	0.27	5	0
16	1.19	477	479.5	2.5	0.1	99.82	0.18	5	0
30	0.6	421.5	423.5	2	0.1	99.88	0.12	5	0
50	0.3	415.5	418.5	3	0.1	99.98	0.02	5	0
100	0.15	399.5	400	0.5	0.0	100.00	0.00	5	0
200	0.074	346	346	0	0.0	100.00	0.00	1	0
FONDO	0	399.5	399.5	0	0.0	100.00	0.00	0	0

3010 100.0

MODULO DE
FINURA: 7.23

Tabla 70: Granulometría Gravilla Del Salitre
Fuente: Propia



Grafica 11: Granulometría De La Gravilla Del Salitre
Fuente: Propia

Obra: SOLZA S.A.S

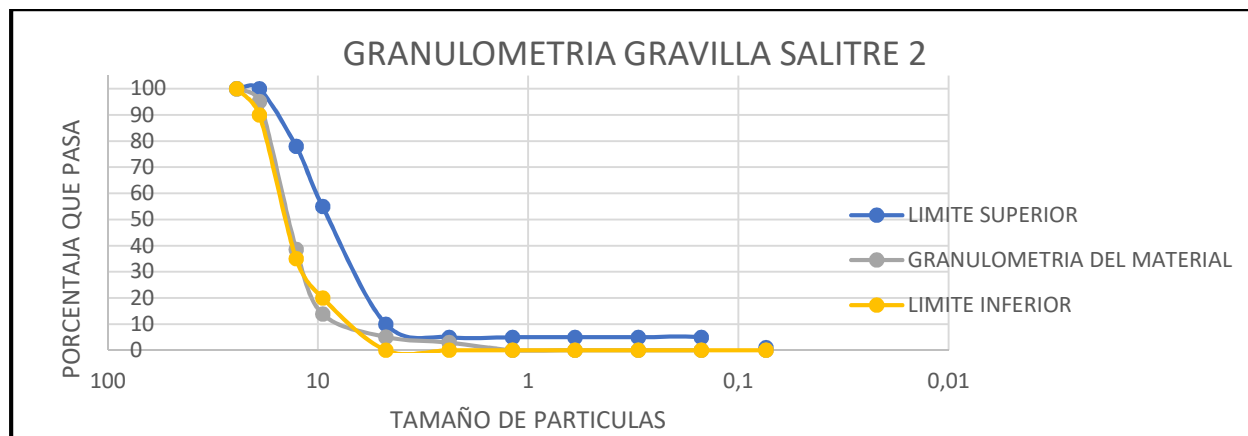
Descripción:	GRAVA SALITRE 2
Fecha de muestreo:	27/05/2019
Peso de muestra seca antes de lavar (gr)	3015
Peso de muestra seca después de lavar (gr)	2530
Destino o uso de la gravilla	

TAMIZ	DIAMETRO	PESO	PESO	PESO MUESTRA	%	RETENIDO	%	NORMA	
No	mm	tamiz	mas muestra	retenida	retenido	acumulado	que pasa	INV E 213-214	
		g	g	g	%	%	%	% pasa	
1	24.4	555	555	0	0.0	0.00	100.00	100	100
3/4"	19	549	672	123	4.9	4.86	95.14	100	90
1/2"	12.7	557.5	1986.5	1429	56.5	61.34	38.66	78	35
3/8"	9.51	587	1212.5	625.5	24.7	86.07	13.93	55	20
4	4.76	542.5	766	223.5	8.8	94.90	5.10	10	0
8	2.38	525	578.5	53.5	2.1	97.02	2.98	5	0
16	1.19	477	550.5	73.5	2.9	99.92	0.08	5	0
30	0.6	421.5	422.5	1	0.0	99.96	0.04	5	0
50	0.3	415.5	416.5	1	0.0	100.00	0.00	5	0
100	0.15	399.5	399.5	0	0.0	100.00	0.00	5	0
200	0.074	346	346	0	0.0	100.00	0.00	1	0
FONDO	0	399.5	399.5	0	0.0	100.00	0.00	0	0

2530 100.0

MODULO DE FINURA: 7.44

Tabla 71: Granulometría Gravilla Del Salitre 2
Fuente: Propia



5.3.2.2 Diagramas Y Tablas

Tabla 72: humedades de arena

Fuente: propia

FECH A	TIPO DE MATERIA L	NUMER O DE TARA	PESO DE LA TARA	PESO MATERIA L HUMEDO	PESO MATERIA L SECO	% HUMEDA D	
12-03- 2018	ARENA	SARTEN	645.7	131.8	122.3	7.768	ESTUFA
12-03- 2018	ARENA	11	20.3	68.4	61.8	10.680	HORNO
12-03- 2018	ARENA	75	21.2	67.4	61.1	10.311	HORNO
PROMEDIO						9.132	

Tabla 73: humedades de arena

Fuente: propia

FECH A	TIPO DE MATERIA L	NUMER O DE TARA	PESO DE LA TARA	PESO MATERIA L HUMEDO	PESO MATERIA L SECO	% HUMEDA D	
22-05- 2018	ARENA	SARTEN	429.5	80.7	76	6.184	ESTUFA
22-05- 2018	ARENA	85	20.7	81.7	76.9	6.242	HORNO
22-05- 2018	ARENA	37	21	82	77.3	6.080	HORNO
PROMEDIO						6.173	

FECH A	TIPO DE MATERIA AL	NUMER O DE TARA	PESO DE LA TARA	PESO MATERIA AL HUMEDO	PESO MATERIA AL SECO	% HUMEDA D	
01-08- 2018	ARENA	SARTEN	429.4	139.6	130.5	6.973	ESTUFA
01-08- 2018	ARENA	75	21.2	79	75.5	4.636	HORNO
01-08- 2018	ARENA	34	20.1	80.3	76.8	4.557	HORNO
PROMEDIO						5.785	

Tabla 74: humedades de arena

Fuente: propia

FECH	TIPO DE	NUMER	PESO	PESO	PESO	%
------	---------	-------	------	------	------	---

A	MATERIA L	O DE TARA	DE LA TARA	MATERIA L HUMEDO	MATERIA L SECO	HUMEDA D	
18-10-2018	ARENA	SARTEN	646.7	207.3	196.2	5.657	ESTUFA
18-10-2018	ARENA	66	20	80	76.6	4.439	HORNO
18-10-2018	ARENA	11	20.3	80.7	77	4.805	HORNO
PROMEDIO						5.140	

Tabla 75: humedades de arena

Fuente: propia

FECHA	TIPO DE MATERIA L	NUMERO DE TARA	PESO DE LA TARA	PESO MATERIA L HUMEDO	PESO MATERIA L SECO	% HUMEDA D	
11-02-2019	ARENA	SARTEN	645	500	421.5	18.624	ESTUFA
11-02-2019	ARENA	31	20.5	100	85	17.647	HORNO
11-02-2019	ARENA	28	21.5	100	84.5	18.343	HORNO
PROMEDIO						18.310	

Tabla 76: humedades de arena

Fuente: propia

FECHA	TIPO DE MATERIA L	NUMERO DE TARA	PESO DE LA TARA	PESO MATERIA L HUMEDO	PESO MATERIA L SECO	% HUMEDA D	
04-07-2019	ARENA	SARTEN	645.2	162.2	153.4	5.737	ESTUFA
04-07-2019	ARENA	1	20.8	79.9	74.8	6.818	HORNO
04-07-2019	ARENA	25	21.6	80	75	6.667	HORNO
PROMEDIO						6.240	

Tabla 77: humedades de arena

Fuente: propia

FECHA	TIPO DE MATERIA	NUMERO DE	PESO DE LA	PESO MATERIA	PESO MATERIA	% HUMEDA
-------	--------------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-------------

5.3.3.2 Diagramas Y Tablas

FECHA	TIPO DE MATERIAL	NUMERO DE TARA	PESO DE LA TARA	PESO MATERIAL HUMEDO	PESO MATERIAL SECO	% HUMEDAD	
12-02-2018	GRAVILLA	SARTEN	126.9	264	239.1	10.414	ESTUFA
12-02-2018	GRAVILLA	2	21.5	135.5	122.5	10.612	HORNO
12-02-2018	GRAVILLA	4	20.5	111	100	11.000	HORNO
PROMEDIO						10.610	

Tabla 79: humedades de la gravilla

Fuente: propia

FECHA	TIPO DE MATERIAL	NUMERO DE TARA	PESO DE LA TARA	PESO MATERIAL HUMEDO	PESO MATERIAL SECO	% HUMEDAD	
24-08-2018	GRAVILLA	SARTEN	126.9	249.8	239.1	4.475	ESTUFA
24-08-2018	GRAVILLA	6	21	127.2	121.5	4.691	HORNO
24-08-2018	GRAVILLA	10	21	123	117.5	4.681	HORNO
PROMEDIO						4.581	

Tabla 80: humedades de la gravilla

Fuente: propia

FECHA	TIPO DE MATERIAL	NUMERO DE TARA	PESO DE LA TARA	PESO MATERIAL HUMEDO	PESO MATERIAL SECO	% HUMEDAD	
09-06-2019	GRAVILLA	SARTEN	126.9	315	298	5.705	ESTUFA
09-06-2019	GRAVILLA	1	20	152	143.5	5.923	HORNO
09-06-2019	GRAVILLA	12	20.5	118.5	111.5	6.278	HORNO
PROMEDIO						5.903	

Tabla 81: humedades de la gravilla

Fuente: propia

5.3.3.3 *Análisis De La Prueba*

El contenido de humedad de la grava también depende del clima si ha llovido o ha sido un día soleado, pero una humedad ideal sería entre 2% a 5%.

5.4 Diseño De Mezclas Del Concreto

En los diseños de mezclas que se hicieron las proporciones fueron entregadas por el ingeniero residente quien suministro cantidades de material de arena, gravilla, cemento, agua y aditivos. Los diseños realizados se hicieron con el fin de cumplir la resistencia de cada uno de los elementos estructurales, siendo estipulados de la siguiente forma:

- **Viga de cimentación** $f'_c = 3000 \text{ PSI} = 20.68 \text{ MPa}$
- **Losas** $f'_c = 3000 \text{ PSI} = 20.68 \text{ MPa}$
- **Pisos** $f'_c = 2500 \text{ PSI} = 17.236 \text{ MPa}$
- **Dovelas** $f'_c = 2000 \text{ PSI} = 13.789 \text{ MPa}$

PSI: Libras/pulgadas²

MPa: N wtones/mm²

5.5 Análisis De La Resistencia A La Compresión Del Concreto

VIGA DE CIMENTACIÓN

- 10 DE MARZO 2018 AL 15 DE MARZO 2018

Arena 950kg + Gravilla 1100kg + Cemento 8,5 bultos + Agua 165 litros

- 31 DE MARZO 2018 AL 21 DE JUNIO 2018

Arena 835kg + Gravilla 1010kg + Cemento 8 bultos + Agua 165litros

- 30 DE JUNIO 2018 AL 19 DE JULIO 2018

Arena 810kg + Gravilla kg 1030 + Cemento 7,5 bultos + Agua 150 litros

- 21 DE JULIO 2018 AL 9 DE AGOSTO 2018

Arena 810kg + Gravilla 1030kg + Cemento 7 bultos + Agua 150litros

- 16 DE AGOSTO 2018 AL 29 DE NOVIEMBRE 2018

Arena 810kg + Gravilla 1030kg + Cemento 7,5 bultos + Agua 150litros

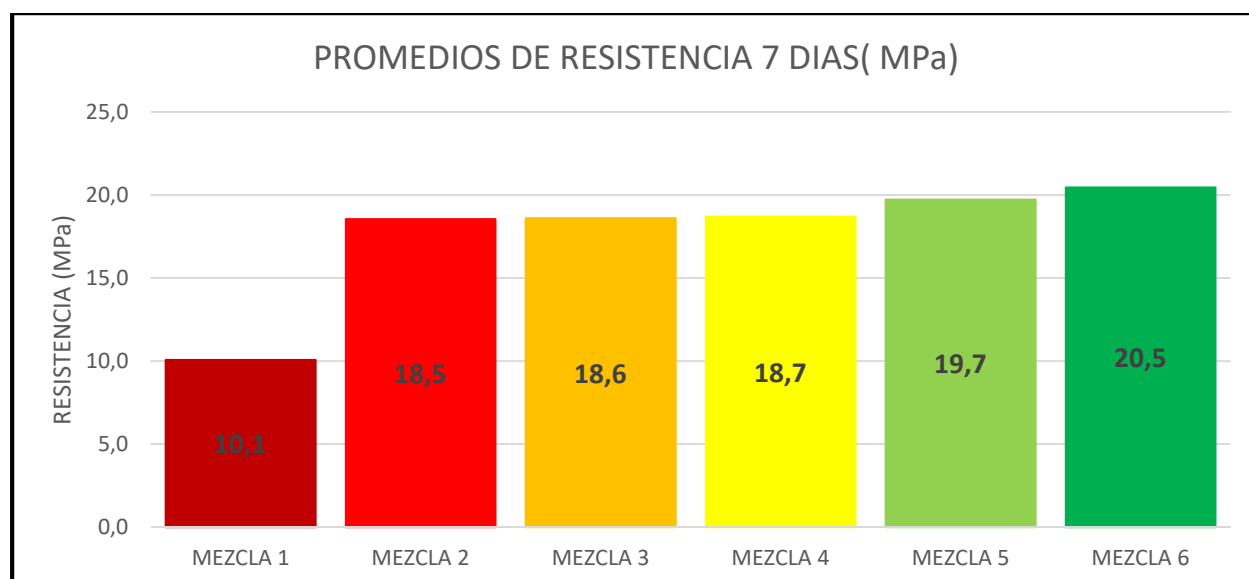
- 14 DE ENERO 2019 AL 13 DE DICIEMBRE 2019

Arena 825kg + Gravilla 1050kg + Cemento 7 bultos + Plastol 3500: 1381gr + Agua 150litros

Resistencia promedio a la compresión de las distintas mezclas a una edad de 7 días, de las vigas de cimentación.

	PROMEDIOS DE RESISTENCIA 7 DIAS(MPa)
MEZCLA 1	10.1
MEZCLA 2	18.5
MEZCLA 3	18.6
MEZCLA 4	18.7
MEZCLA 5	19.7
MEZCLA 6	20.5

*Tabla 82: Resistencias Promedio A La Compresión Del Concreto A Los 7 Días
Fuente: Propia*



Grafica13: Resistencia A La compresión A 7 Días

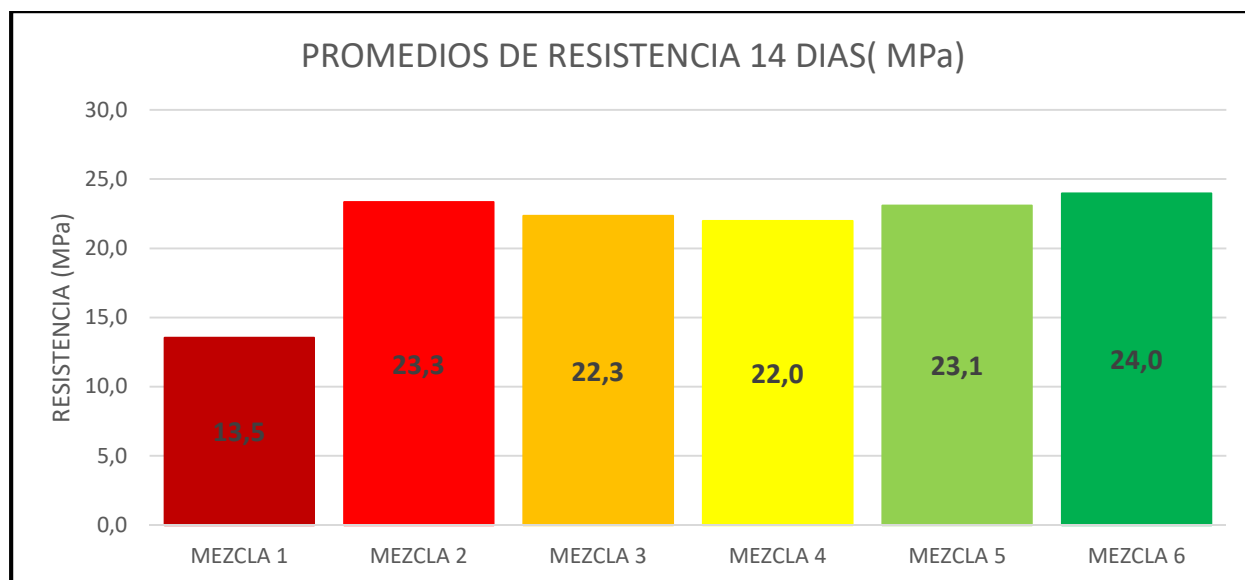
Fuente: Propia

Resistencia promedio a la compresión de las distintas mezclas a una edad de 14 días, de las vigas de cimentación.

	PROMEDIOS DE RESISTENCIA 14 DIAS(MPa)
MEZCLA 1	13.5
MEZCLA 2	23.3
MEZCLA 3	22.3
MEZCLA 4	22.0
MEZCLA 5	23.1
MEZCLA 6	24.0

Tabla 83: Resistencias Promedio A La Compresión Del Concreto A Los 14 Días

Fuente: Propia

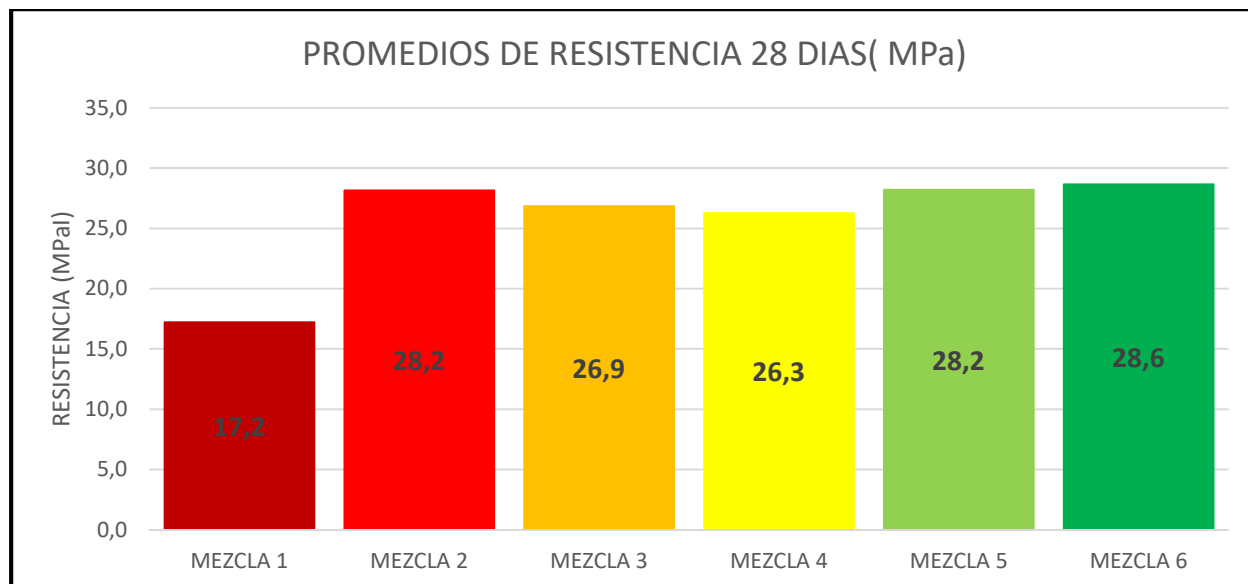


Grafica 14: Resistencia A La compresión A 14 Días
Fuente: Propia

Resistencia promedio a la compresión de las distintas mezclas a una edad de 28 días, de las vigas de cimentación

	PROMEDIOS DE RESISTENCIA 28 DIAS(MPa)
MEZCLA 1	17.2
MEZCLA 2	28.2
MEZCLA 3	26.9
MEZCLA 4	26.3
MEZCLA 5	28.2
MEZCLA 6	28.6

Tabla 84: Resistencias Promedio A La Compresión Del Concreto A Los 28 Días
Fuente: Propia



Gráfica 15: Resistencia A La compresión A 28 Días
Fuente: Propia

En los gráficos 13,14 y 15 podemos observar que la mezcla con mejor resistencia a la compresión es la numero 6 cumpliendo un 138.5 % de la resistencia requerida para la cimentación, a pesar que es una mezcla con una menor cantidad de cemento a comparación de la 1, 2,3 y 5, es una mezcla que se comporta bien gracias al aporte que le da el aditivo Plastol 3500, al ser este un reductor de agua ayuda a mejorar la resistencia ya que se disminuye la relación agua cemento.

Con la mezcla 6 podemos decir que, al reducir bulto y medio con respecto a la primera, el costo del concreto bajaría y sería un beneficio para la empresa sin perder resistencia antes mejorando con respecto a las de más.

LOSA

- 10 DE MARZO 2018 AL 15 DE MARZO 2018

Arena 780kg + Gravilla 920kg + Cemento 8,5 bultos + Agua 165 litros

- 31 DE MARZO 28 DE JUNIO

Arena 835kg + Gravilla 1010kg + Cemento 8 bultos+ Agua 165 litros

- 26 DE MAYO 2018 AL 31 DE MAYO 2018

Arena 835kg + Gravilla 1010kg + Cemento 8 bultos + Eucon 35F: 748gr +MR 250: 876gr + Agua 165 litros

- 2 DE JUNIO 2018 AL 28 DE JUNIO 2018

Arena 835kg + Gravilla 1010kg + Cemento 8 bultos+ Eucon 35 F: 880gr+ Agua 165 litros

- 30 DE JUNIO 2018 AL 5 DE JULIO 2018

Arena 815kg + Gravilla 1030kg + Cemento 7,5 bultos + Eucon MR 250: 1243gr+ Agua 150 litros

- 21 DE JULIO 2018 AL 13 DE SEPTIEMBRE 2018

Arena 815kg + Gravilla 1030kg + Cemento 7,5 bultos + Eucon 35 F: 880gr + Agua 150 litros

- 15 DE SEPTIEMBRE 2018 AL 1 DE NOVIMBRE 2018

Arena 815kg + Gravilla 1030kg + Cemento 7,5 bultos + Eucon 35 F: 1595gr+ Agua 150 litros

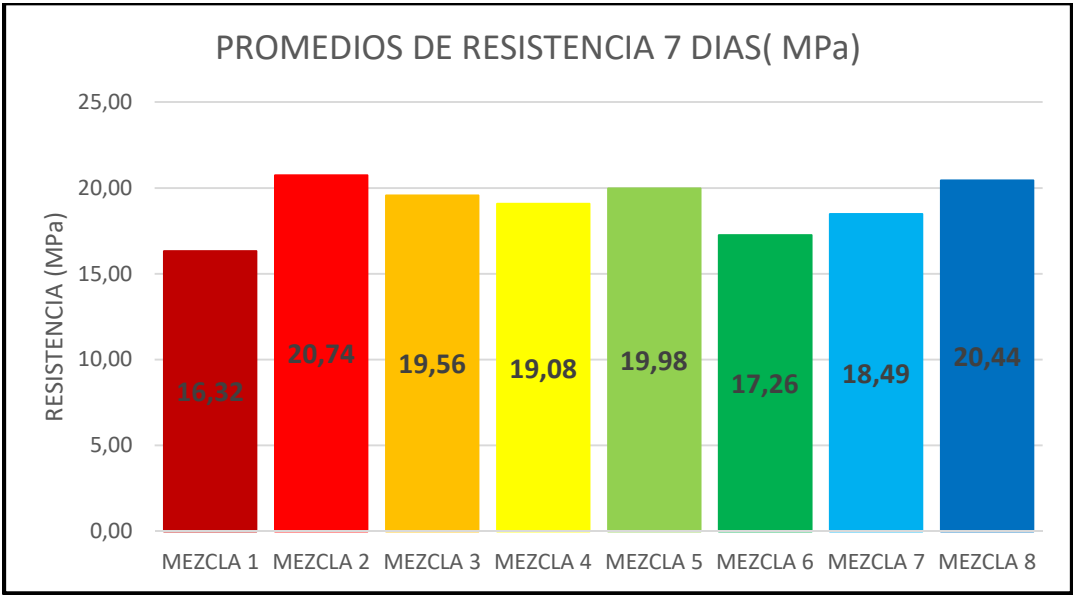
- 14 DE ENERO 2019 AL 13 DE DICIEMBRE 2019

Arena 815kg + Gravilla 1030kg + Cemento 7,5 bultos + Eucon 35 F: 1595gr+ Agua 150 litros

Resistencia

	PROMEDIOS DE RESISTENCIA 7 DIAS(MPa)
MEZCLA 1	16.32
MEZCLA 2	20.74
MEZCLA 3	19.56
MEZCLA 4	19.08
MEZCLA 5	19.98
MEZCLA 6	17.26
MEZCLA 7	18.49
MEZCLA 8	20.44

Tabla 85: Resistencias Promedio A La Compresión Del Concreto A Los 7 Días
Fuente: Propia

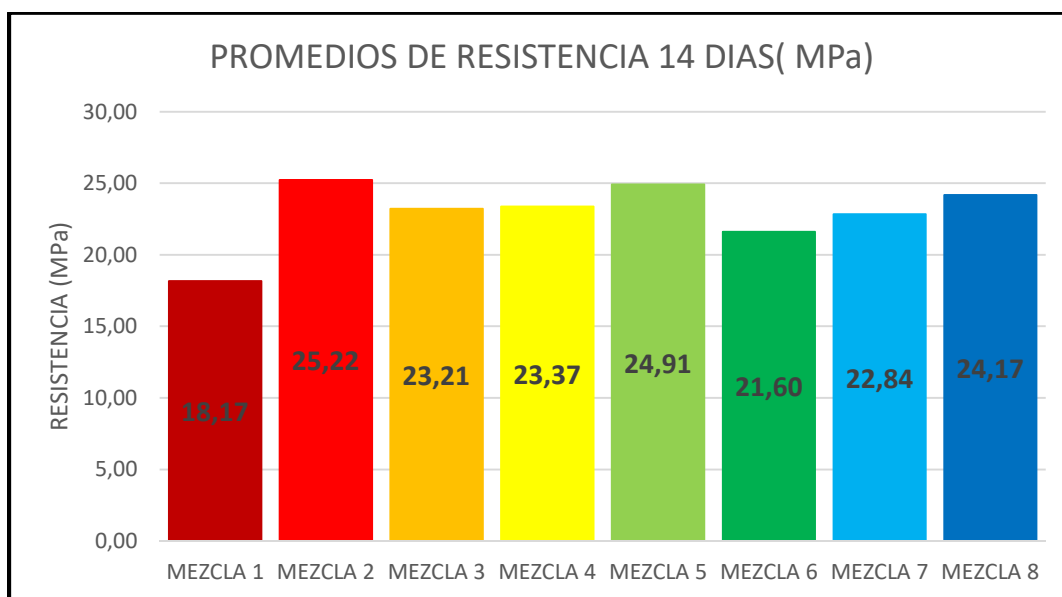


Grafica 16: Resistencia A La compresión A 7 Días
Fuente: Propia

Resistencia promedio a la compresión de las distintas mezclas a una edad de 14 días, de las losas.

	PROMEDIOS DE RESISTENCIA 14 DIAS(MPa)
MEZCLA 1	18.17
MEZCLA 2	25.22
MEZCLA 3	23.21
MEZCLA 4	23.37
MEZCLA 5	24.91
MEZCLA 6	21.60
MEZCLA 7	22.84
MEZCLA 8	24.17

*Tabla 86: Resistencias Promedio A La Compresión Del Concreto A Los 14 Días
Fuente: Propia*



*Grafica 17: Resistencia A La compresión A 14 Días
Fuente: Propia*

Resistencia promedio a la compresión de las distintas mezclas a una edad de 28 días, de las losas.

	PROMEDIOS DE RESISTENCIA 28 DIAS(MPa)
MEZCLA 1	21.57
MEZCLA 2	28.98
MEZCLA 3	29.05
MEZCLA 4	27.54
MEZCLA 5	29.36
MEZCLA 6	26.01
MEZCLA 7	27.54
MEZCLA 8	28.87

Tabla 87: Resistencias Promedio A La Compresión Del Concreto A Los 28 Días
Fuente: Propia

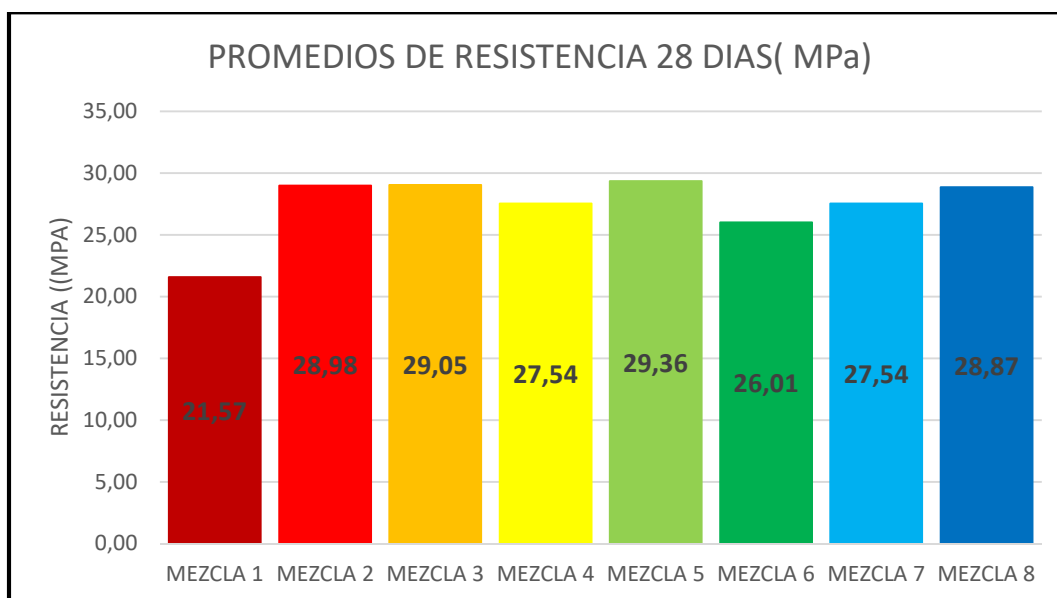


Grafico18: Resistencia A La compresión A 28 Días
Fuente: Propia

En los gráficos 16,17 y 18 podemos observar que la mezcla con mejor resistencia a la compresión es la numero 5 cumpliendo un 141.93 % de la resistencia requerida para la losa, a pesar que es una mezcla con una menor cantidad de cemento a comparación de la 1, 2,3 y 4, es una mezcla que se comporta bien gracias al aporte que le da el aditivo Eucon MR 250, al ser este un reductor de agua y plastificante ayuda a mejorar la resistencia ya que se disminuye la relación agua cemento.

Con la mezcla 7 y 8 podemos decir que, al cambiar por un aditivo más económico como lo es el Eucon 35 f que nos cumple con ambas funciones de reducir agua y plastificar la mezcla, teniendo un cumplimiento de resistencia entre un 130% a un 140% y así reduciendo costos para la empresa.

PISOS

- 17 DE MARZO 2018 AL 29 DE MARZO 2018

Arena 760kg + Gravilla 1050kg + Cemento 7 bultos + Agua 150 litros

- DE ABRIL 2018 AL 26 DE ABRIL 2018

Arena 756kg + Gravilla 1060kg + Cemento 7 bultos + Agua 150 litros

- 28 DE ABRIL 2018 AL 24 DE MAYO 2018

Arena 790kg + Gravilla 1050kg + Cemento 7,5 bultos+ Agua 150 litros

- 2 DE JUNIO 2018 AL 7 DE JUNIO 2018

Arena 810kg + Gravilla 1020kg + Cemento 7,5 bultos+ Agua 150 litros

- 9 DE JUNIO 2018 AL 30 DE AGOSTO 2018

Arena 810kg + Gravilla 1030kg + Cemento 7 bultos+ Agua 150 litros

- 25 DE AGOSTO 2018 AL 18 DE OCTUBRE 2018

Arena 810kg + Gravilla 1050kg + Cemento 6,5 bultos + Eucon 35 F: 1105g+ Agua 140 litros

- 20 DE OCTUBRE 2018 AL 29 DE NOVIEMBRE 2018

Arena 810kg + Gravilla 1050kg + Cemento 6,5 bultos + Eucon 35 F: 1381g+ Agua 140 litros

- 14 DE ENERO 2019 AL 13 DICIEMBRE 2019

Arena 825kg + Gravilla 1050kg + Cemento 6 bultos + Eucon 35 F 1381g + Fibra:1800gr+ Agua 130 litros

Resistencia promedio a la compresión de las distintas mezclas a una edad de 7 días, de los pisos.

	PROMEDIOS DE RESISTENCIA 7 DIAS(MPa)
MEZCLA 1	15.3
MEZCLA 2	17.7
MEZCLA 3	14.3
MEZCLA 4	15.1
MEZCLA 5	15.5
MEZCLA 6	13.7
MEZCLA 7	14.9
MEZCLA 8	14.2

Tabla 88: Resistencias Promedio A La Compresión Del Concreto A Los 7 Días
Fuente: Propia

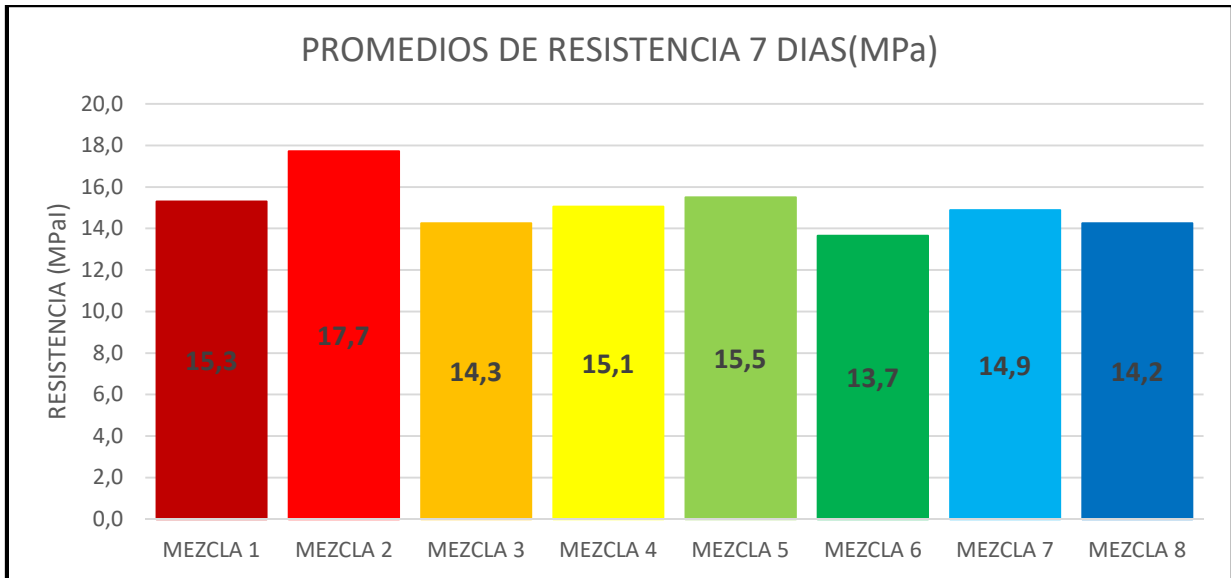
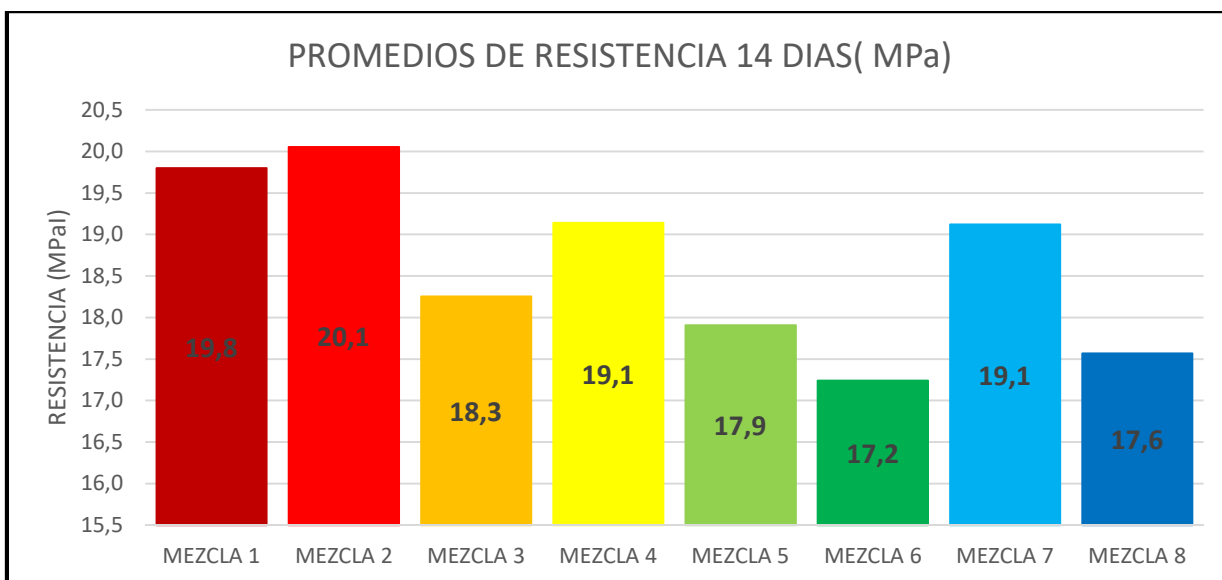


Grafico 19: Resistencia A La compresión A 7 Días
Fuente: Propia

Resistencia promedio a la compresión de las distintas mezclas a una edad de 14 días, de los pisos.

	PROMEDIOS DE RESISTENCIA 14 DIAS(MPa)
MEZCLA 1	19.8
MEZCLA 2	20.1
MEZCLA 3	18.3
MEZCLA 4	19.1
MEZCLA 5	17.9
MEZCLA 6	17.2
MEZCLA 7	19.1
MEZCLA 8	17.6

Tabla 89: Resistencias Promedio A La Compresión Del Concreto A Los 14 Días
Fuente: Propia



Grafica 20: Resistencia A La compresión A 14 Días

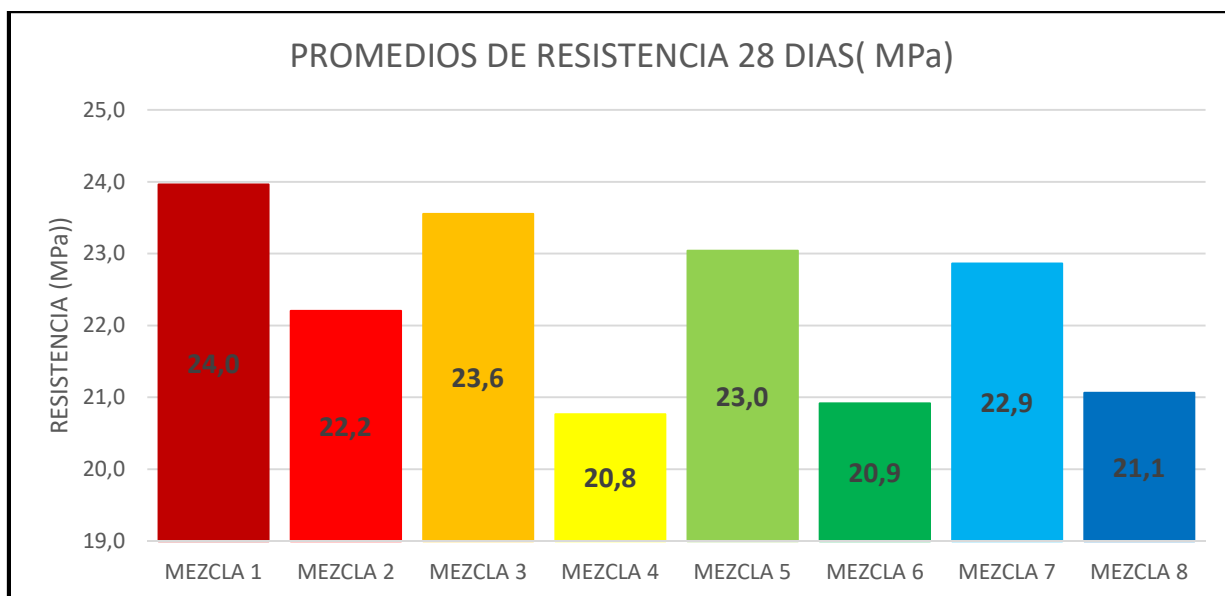
Fuente: Propia

Resistencia promedio a la compresión de las distintas mezclas a una edad de 28 días, de los pisos.

	PROMEDIOS DE RESISTENCIA 28 DIAS(MPa)
MEZCLA 1	24.0
MEZCLA 2	22.2
MEZCLA 3	23.6
MEZCLA 4	20.8
MEZCLA 5	23.0
MEZCLA 6	20.9
MEZCLA 7	22.9
MEZCLA 8	21.1

Tabla 90: Resistencias Promedio A La Compresión Del Concreto A Los 28 Días

Fuente: Propia



Grafica 21: Resistencia A La compresión A 28 Días

Fuente: Propia

En los gráficos 19, 20 y 21 podemos observar que la mezcla con mejor resistencia a la compresión es la numero 1 cumpliendo un 139 % de la resistencia requerida para los pisos, superando a todas las mezclas, es una mezcla que se comporta bien gracias a sus proporciones de agregados, todas las mezclas cumplen con la resistencia requerida, pero de la mezcla 1 a la 7 se les tiene que tener en cuenta que se utiliza malla electro-soldada para fundir el piso, y en la mezcla número 8 se utilizó aditivo Eucon 35 F que nos ayuda a reducir agua y mejorar manejabilidad, igualmente se le adiciona una fibra de toxement llamada FIBRA TUF - STRAND SF que remplaza la malla electro-soldada y es una adición más económica y que ayuda a minimizar la fisuración del concreto y ayuda a la resistencia a la flexión, con la mezcla 8 se cumple con un 122.2% de la resistencia.

DOVELAS

- DE MAYO 2018 AL 10 DE MAYO 2018

Arena 815kg + Gravilla 1020kg + Cemento 7 bultos + Agua 150 litros

- 12 DE MAYO 2018 AL 24 DE MAYO 2018

Arena 835kg + Gravilla 1010kg + Cemento 8 bultos + Agua 165 litros

- 26 DE MAYO 2018 AL 7 DE JUNIO 2018

Arena 870kg + Gravilla 1100kg + Cemento 7,5 bultos + MR 250: 1487,5gr+ Agua 150 litros

- 23 DE JUNIO 2018 AL 28 DE JUNIO 2018

Arena 870kg + Gravilla 1080kg + Cemento 7 bultos + MR 2250: 967gr+ Agua 150 litros

- 30 DE JUNIO 2018 AL 5 DE JULIO 2018

Arena 840kg + Gravilla 1030kg + Cemento 6,5 bultos + Agua 140 litros

- 28 DE JULIO 2018 AL 2 DE AGOSTO 2018

Arena 830kg + Gravilla 1010kg + Cemento 6,5 bultos + MR 2250: 1156gr + Agua 140 litros

- 4 DE AGOSTO 2018 AL 9 DE AGOSTO 2018

Arena 830kg + Gravilla 1010kg + Cemento 6,5 bultos + Eucon MR2250: 2550gr+ Agua 140 litros

- 11 DE AGOSTO 2018 AL 16 DE AGOSTO 2018

Arena 780kg + Gravilla 960kg + Cemento 6,5 bultos + Eucon MR 2250: 1105gr+ Agua 140 litros

- 18 DE AGOSTO 2018 AL 6 DE DICIEMBRE 2018

Arena 830kg + Gravilla 1010kg + Cemento 6,5 bultos + Eucon MR 2250: 1105gr+ Agua 140 litros

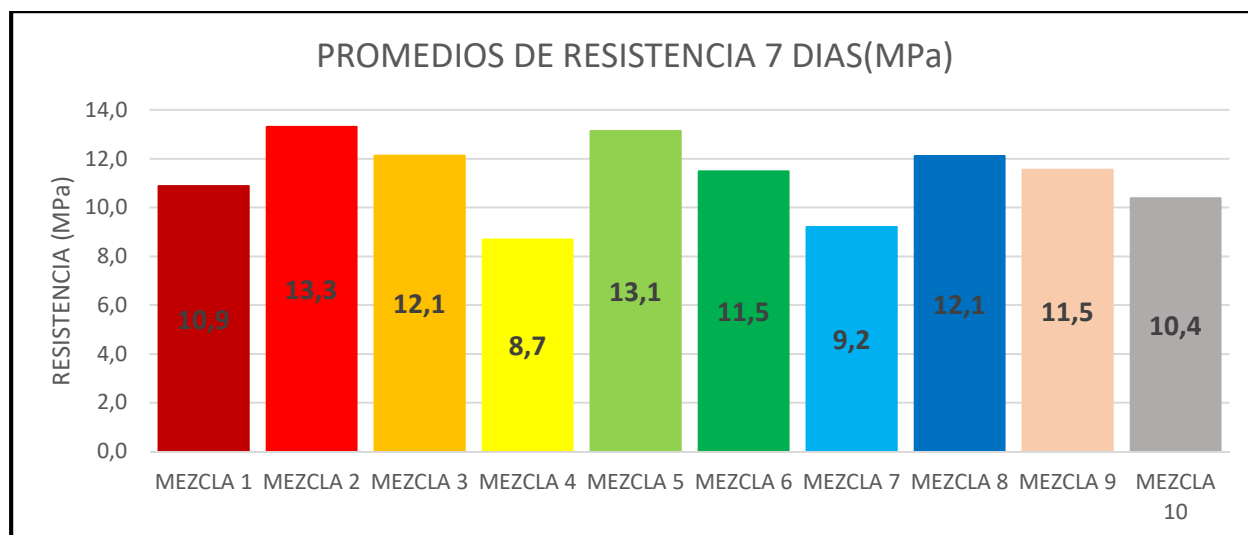
- 14 DE ENERO 2019 AL 13 DE DICIEMBRE 2019

Arena 825kg + Gravilla 1050kg + Cemento 6,5 bultos + Eucon MR 2250: 1105gr+ Agua 140 litros.

Resistencia promedio a la compresión de las distintas mezclas a una edad de 7 días, de las dovelas

	PROMEDIOS DE RESISTENCIA 7 DIAS(MPa)
MEZCLA 1	10.9
MEZCLA 2	13.3
MEZCLA 3	12.1
MEZCLA 4	8.7
MEZCLA 5	13.1
MEZCLA 6	11.5
MEZCLA 7	9.2
MEZCLA 8	12.1
MEZCLA 9	11.5
MEZCLA 10	10.4

Tabla 91: Resistencias Promedio A La Compresión Del Concreto A Los 7 Días
Fuente: Propia

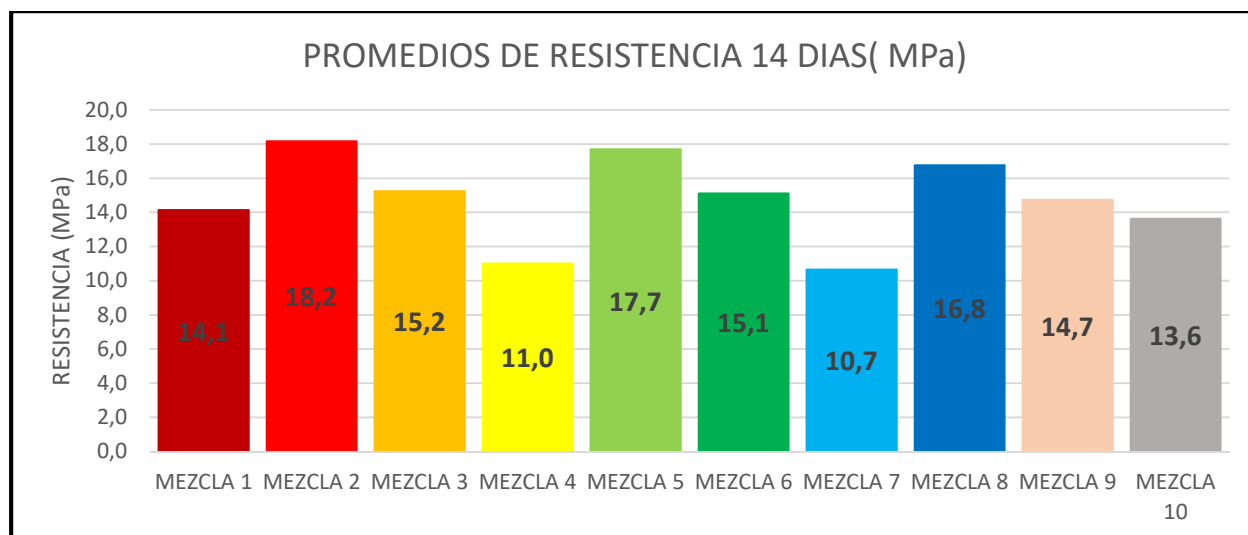


Grafica 22: Resistencia A La compresión A 7 Días
Fuente: Propia

Resistencia promedio a la compresión de las distintas mezclas a una edad de 14 días, de las dovelas.

	PROMEDIOS DE RESISTENCIA 14 DIAS(MPa)
MEZCLA 1	14.1
MEZCLA 2	18.2
MEZCLA 3	15.2
MEZCLA 4	11.0
MEZCLA 5	17.7
MEZCLA 6	15.1
MEZCLA 7	10.7
MEZCLA 8	16.8
MEZCLA 9	14.7
MEZCLA 10	13.6

Tabla 92: Resistencias Promedio A La Compresión Del Concreto A Los 14 Días
Fuente: Propia

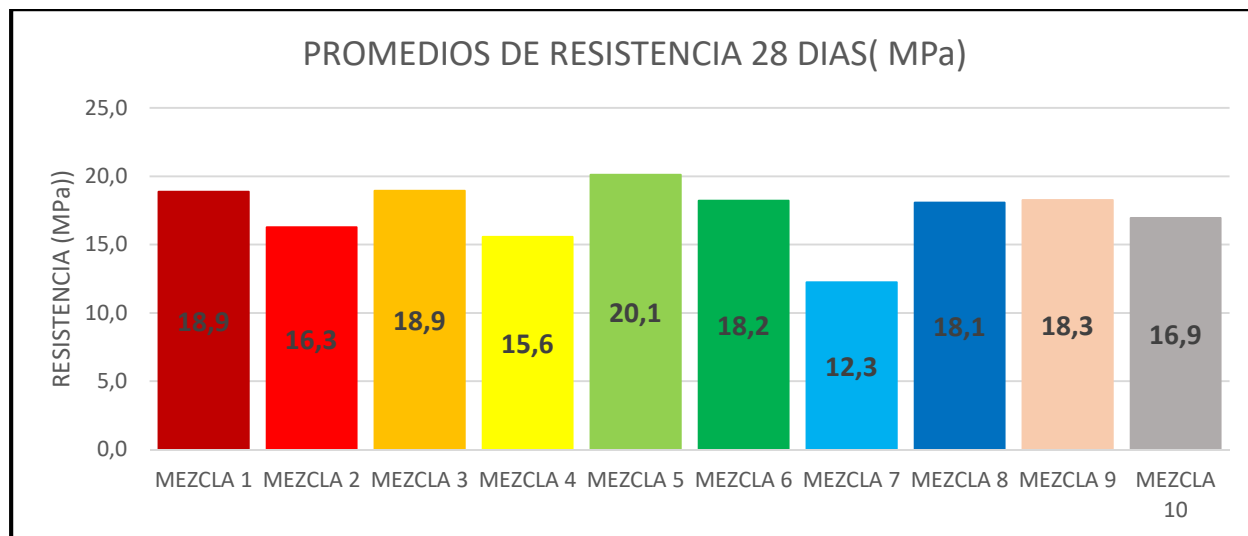


Grafica 23: Resistencia A La compresión A 14 Días
Fuente: Propia

Resistencia promedio a la compresión de las distintas mezclas a una edad de 28 días, de las dovelas.

	PROMEDIOS DE RESISTENCIA 28 DIAS(MPa)
MEZCLA 1	18.9
MEZCLA 2	16.3
MEZCLA 3	18.9
MEZCLA 4	15.6
MEZCLA 5	20.1
MEZCLA 6	18.2
MEZCLA 7	12.3
MEZCLA 8	18.1
MEZCLA 9	18.3
MEZCLA 10	16.9

. Tabla 93: Resistencias Promedio A La Compresión Del Concreto A Los 28 Días
Fuente: Propia



Grafica 24: Resistencia A La compresión A 28 Días

Fuente: Propia

En los gráficos 22, 23 y 24 podemos observar que las mezclas con mejor resistencia a la compresión son la numero 3 y 5 cumpliendo un 135.25 % de la resistencia requerida para las Dovelas, superando a todas las mezclas, es una mezcla que se comporta bien gracias a sus proporciones de agregados, todas las mezclas cumplen con la resistencia requerida, pero de la mezcla 1 a la 5 se les tiene que tener en cuenta que se utiliza mayor cantidad de cemento, a comparación de las mezclas 6 a la 10. La mezcla escogida y que se encuentra con un mejor comportamiento tanto en resistencia como en manejabilidad y todo gracias a una mejor proporción en sus agregados, igualmente con un aditivo adicionado llamado Eucon MR 2250 que ayuda a reducir agua y a dar un retardo en la mezcla llevándola así a dar más tiempo para su colocación.

6. Conclusiones

Determinar el tipo de mezcla más efectiva en términos de resistencia, conllevó a la experimentación de diferentes mezclas de acuerdo con el tipo de aditivo utilizado. Sin embargo, debe tenerse presente que la efectividad de la mezcla depende también del uso para el que sea empleada. De ahí la definición de las características mecánicas con las que deba contar cada mezcla.

En términos generales, hay tres materiales importantes en la elaboración de las mezclas: la gravilla, la arena y el cemento, pero de acuerdo con el empleo de la mezcla, debe tener presente la relación agua – cemento. Puesto que de esta relación depende el nivel de resistencia de las mezclas, el cual puede variar según los aditivos agregados. Por ejemplo, al agregar reductores o plastificantes a las mezclas se obtiene una mayor flexibilidad en el resultado. Condición mecánica que puede alterarse si, en cambio, se trabaja con aditivos retardantes o acelerantes. Puesto que se altera el proceso de secado. En este sentido, durante todo el proceso de experimentación para realizar las mezclas, se tuvo en cuenta el comportamiento y las características de los materiales utilizados. Para ello se siguieron las normas NTC-174 para determinar la granulometría de los materiales; la NTC – 237, para establecer el nivel de absorción de los agregados; y la NTC – 129 para clasificar las muestras de los diseños de cada mezcla.

Al diseñar las mezclas se tuvo presente el uso de las mismas, pues de él dependió el tipo de compuestos y aditivos utilizados. De esta manera, se procedió a realizar varias dosificaciones experimentales de cada mezcla y se analizaron sus resultados de prueba hasta adecuarlos a las condiciones de obra para la cual era requerido el concreto. Sin embargo, es de aclarar que al lograr la mezcla ideal, el nivel de resistencia no es uniforme tanto en su uso de prueba como en su empleo

final. La variación en la resistencia de cada una de las mezclas diseñadas se debe a que los distintos componentes (arenan y gravilla) no todas las veces conservan, en su uso final, las mismas características de las pruebas diseñadas, pero en nuestro caso, estos materiales no tuvieron mucha variación; ya que los proveedores que suministraron los distintos agregados se percataron de entregar materiales con las mismas particularidades. De esta manera, se podrán tener varios diseños de mezclas de concreto y así determinar la mejor combinación de los agregados, para mejorar los beneficios del producto, así como el rendimiento para la compañía.

En el seguimiento durante en el proceso de curado, se pudo contrastar con las gráficas de resistencias a compresión de los concretos del Consorcio, que la mayoría de estos a la edad de 7 días cumplían con un 75% de su resistencia esperada, la cual aumentó gradualmente hasta la edad de 28 días, llegando a obtener un 100% o más de su resistencia. Esta medición se realizó mediante una máquina de ensayos a compresión. Se ejerció una carga axial a los cilindros de concreto que tienen una dimensión de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura hasta llevarlos a su ruptura. Proceso que se realizó con la medición de la carga de ruptura dividida en el área de la sección del cilindro. Finalmente, se determinó la resistencia en las mezclas de concreto realizadas, con base en el aumento de agua en la relación estándar Agua /Cemento entre el 0.4 % y 0.5 %. Se notó que, si esta relación aumenta, es decir, si se agrega más agua, la mezcla puede bajar su resistencia; sin embargo, se debe tener presente el efecto de los aditivos de acuerdo con la empleabilidad final del concreto. De igual modo, deben considerarse la granulometría de los agregados, ya que ellos inciden directamente en la conservación de la resistencia en el proceso de secado y curación.

7. Recomendaciones

Garantizar la efectividad de la resistencia del concreto no solo depende de las preparaciones de las mezclas, debido a que inciden otros factores que pueden afectar esta característica del concreto. A continuación, se dan algunas recomendaciones para mitigar el impacto de las condiciones y proceso externos a la preparación de las mezclas que pueden afectar a la resistencia.

- Uno de los factores que afectan la resistencia de la mezcla en su uso, es la distancia de transporte entre el lugar en el que se prepara la mezcla para ser utilizada y el lugar donde se aplica, dado que la exposición a las condiciones externas afecta las condiciones mecánicas del concreto. De igual manera, al prepararse la mezcla se deben respetar los tiempos entre los que cambia el estado de la misma, para agregar los aditivos sin que se afecte la homogeneidad del concreto. En el momento de vaciado la altitud incide en la mecánica de la mezcla; puesto que, si esta supera un metro de altura en la caída, el concreto puede sufrir separación de los agregados y se no se obtendrá un resultado homogéneo. También debe tenerse en cuenta el vibrado del concreto, éste debe hacerse de forma vertical y no puede durar mucho tiempo. Este procedimiento se realiza para que las partículas gruesas de la mezcla no queden al fondo, separadas de la pasta, lo cual genera fisuras al secarse la mezcla.
- Si bien debe mantenerse en las mezclas de cemento un balance de agua entre el 0.4 y 0.5 % para garantizar la efectividad de la resistencia, a no ser que se realice algún tipo de mezcla especial con aditivos, es necesario saber que la resistencia también depende del proceso de curado. Razón por la que no se puede descuidar el momento de fraguación, es decir, cuando el concreto pasa de estado plástico ha endurecido. Dado que en fase se genera

una exudación de pérdida de agua, de hidratación de las partículas cementantes, de ahí que se deba seguir un curado riguroso para conservar la resistencia. Así mismo, cuando el concreto comienza a fraguar (proceso de pasar de un estado plástico a un estado endurecido) se debe realizar un debido curado, ya sea aplicando directamente agua, aserrín húmedo u otros elementos; ya que, si no se realiza este procedimiento con rigurosidad, se puede afectar la resistencia del concreto y posiblemente haya fisuración.

- Al determinar la resistencia en laboratorio es necesario cerciorarse que la fabricación de los elementos de prueba corresponda con las condiciones reales de uso del concreto, es por esto que los cilindros deben realizarse siguiendo las normas estipuladas. Ya que la elaboración irregular de un cilindro afectaría la calidad del concreto, además de poner en riesgo las construcciones realizadas con el mismo. Una mala muestra, ocasionada por un cilindro irregular afecta el proceso para determinar la resistencia de las mezclas. Para la toma de la muestra del concreto es recomendable guiarse por la guía NTC – 454, y para determinar la resistencia a la compresión, por la NTC 550.

8. Glosario

- **Arena:** Conjunto de fragmentos sueltos de rocas o minerales, Clasificado por un tamaño definido entre 0.074 mm y 4.75 mm, permitiendo brindar a la industria de la construcción múltiples posibilidades de uso y soluciones a la medida.
- **Aditivos Para Concreto:** Los aditivos son ingredientes del concreto o mortero que, además del agua, agregados, cemento hidráulico y, en algunos casos, fibra de refuerzo, son adicionados a la mezcla inmediatamente antes o durante el mezclado. Se utilizan con el objeto de modificar las propiedades del concreto o mortero, ya sea en estado fresco, durante el fraguado o en estado endurecido, para hacerlo más adecuado según el trabajo o exigencia dada y para que cumpla los requisitos y especificaciones particulares de cada tipo de estructura
- **Cantera:** Deposito natural de material apropiado para ser utilizado en la construcción, rehabilitación, mejoramiento y/o mantenimiento de las carreteras.
- **Cemento:** El cemento es un agente adherente hidráulico que se obtiene calentando y moliendo una mezcla de piedra caliza y arcilla. La mayoría de los cementos se producen con Clinker y aditivos que, normalmente, se utilizan en forma de polvo. El cemento fragua cuando se mezcla con agua. Combinado con arena y áridos se convierte en mortero o en hormigón, ambos con la dureza de la piedra.
- **Cilindro De Concreto:** son elementos para medir la resistencia a compresión del concreto se mide para asegurar que el concreto entregado verifique el cumplimiento de los requisitos y especificaciones de la obra.
- **Cimentación:** sistema de miembros estructurales que transmiten las cargas de la estructura que se encuentra encima de ella al terreno.

- **Concreto:** El Concreto es una mezcla de piedras, arena, agua y cemento que al solidificarse constituye uno de los materiales de construcción más resistente para hacer bases y paredes. La combinación entre la arena, el agua y el cemento en algunos países latinoamericanos se le conoce como Mortero, mientras que cuando el concreto ya está compactado en el lugar que le corresponde recibe el nombre de hormigón.
- **Cono De Abrams:** Molde de metal con forma de cono truncado, con un diámetro en la base de 20 cm (8 pulgadas) y un diámetro en la parte superior de 10 cm (4 pulgadas), con una altura de 30 cm (12 pulgadas). Se lo utiliza para realizar ensayos de consistencia de hormigón fresco.
- **Contenido De Humedad:** Volumen de agua de un material determinado bajo ciertas condiciones y expresado como porcentaje de la masa del elemento húmedo, es decir, la masa original incluyendo la sustancia seca y cualquier humedad presente.
- **Cuarteo:** Procedimiento de reducción del tamaño de una muestra.

9. Referencias

- Agudelo, A. y Espinosa, B, (2017). *Análisis de la resistencia a la compresión de mezclas de concreto con adición de ceniza volante de termopaipa*. (Tesis de Grado). Universidad Católica de Colombia. Bogotá
- Armas, C. (2016). Efectos de la fibra de polipropileno en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto hidráulico. *Rev. Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación* 3(2), 79-91
- Asocreto. (2007). Concreto arquitectónico. Recuperado de: http://www.redbiblioucacue.com/opac_css/index.php?lvl=publisher_see&id=6035
- Argos. (2016) Cemento. Recuperado de: <http://www.argos.co/colombia/productos/Cemento?type=Cemento>.
- Ávila, L., Gutiérrez, J. (2015). *Análisis del concreto estructural con sustitución del desecho producto de la escarificación del asfalto (ripió del 20% al 25%) en el agregado fino como alternativa para el diseño de mezclas*. (Tesis de grado). Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- Cabrera, H. (2018). *Caracterización del comportamiento del residuo de granalla de acero al ser incluido en elementos de concretos*. (Tesis de Maestría). Barranquilla, Colombia
- Calderón, A. (2015). *Análisis de la resistencia a la compresión f'_c del concreto hidráulico adicionado con silicato de sodio, mediante ensayos de madurez y resistencia a la compresión*. (Tesis de Grado) Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia.

- Cano, J. y Cruz, C. (2017). *Análisis de mezclas de concreto con proporciones de vidrio molido, tamizado y granular como aditivo, a fin de aumentar la resistencia a la compresión del hormigón*. (Tesis de Grado). Universidad Libre. Pereira, Colombia.
- Castillo (2009). Estudio del concreto de alta resistencia con el uso de cenizas de materiales orgánicos y polímeros. *I+D Tecnológico*, 14(2), 29-37.
- Carcaño, R. (2006). Riesgos en la salud de los trabajadores de la construcción. *Ingeniería*, 10 (2), 67-74.
- Cárdenas, N. y Robles, S. (2016). *Comparación de la resistencia del concreto normal a la compresión, mediante el proceso de curado por el método de hidratación directa o inmersión vs exudación por recubrimiento en vinipel*. (Tesis de Grado). Universidad Católica de Colombia. Bogotá D.C.
- Carvajal, J. (2007). *Manual de consejos prácticos sobre el concreto*. Bogotá
- Carvajal, I. y Terreros, L. (2016). *Uso de la fibra de cáñamo para mejorar las propiedades mecánicas del Concreto*. (Tesis de Grado). Universidad Católica de Colombia. Bogotá, Colombia
- Cerón, S., Ruge, C. y Rodríguez, P. (2014). Una Mirada Probabilística al Concreto de Alta Resistencia. *Ingenio Magno*. Vol 5, pp. 18-27

- Chavarry, G. (2018). *Elaboración de concreto de alta resistencia incorporando partículas residuales del chancado de piedra de la Cantera Talambo, Chepén*. (Tesis de Grado). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Perú.
- Delgado, R. y Delgado, E. (2008). *Mejoramiento de la resistencia a la flexión del concreto con adición de viruta de acero con porcentajes 6, 8, 10, 12% y 14% respecto al agregado fino de la mezcla*. (Tesis de Grado). Universidad Pontificia Bolivariana. Bucaramanga, Colombia.
- De La Cruz Mercado, W. R., y Quispe Ccahuin, W. R. (2014). *Influencia de la adición de fibras de acero en el concreto empleado para pavimentos en la construcción de pistas en la Provincia de Huamanga - Ayacucho*. (Tesis de Grado). Universidad Nacional de Huancavelica, Perú.
- García, B. (2017). *Universidad nacional del altiplano facultad de ingeniería civil y arquitectura escuela profesional de ingeniería civil “efecto de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² en la ciudad de puno*. (Tesis de grado). Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Galicia, M., Velásquez, M. (2016). *Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto adicionado con ceniza de rastrojo de maíz elaborado con agregados de las canteras de cunyac y vicho con respecto a un concreto patrón de calidad $f'c=210$ kg/cm²”*. Universidad Andina del Cusco. Cusco, Perú.
- Godoy, I. (2015). *Comportamiento mecánico de hormigón reforzado con fibra de vidrio*. (Tesis de Grado). Universidad Austral de Chile.

- Gómez, L., y Castillo, C. (2016). Modificación de las propiedades de matrices cementantes mediante la adición de partículas de nanosílice. *Revista ALCONPAT*, 6(2), 101-115. <https://doi.org/10.21041/ra.v6i2.132>
- González, G. (2017) *Análisis de la efectividad en la retracción de concretos al adicionar ceniza volante y un aditivo compensador*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Guillen, P. (2010). *Propiedades mecánicas del hormigón reciclado con áridos procedentes de piezas prefabricadas desechadas*.
- Hernández, N. (2010). Efectos del Curado Sobre Un Concreto de Resistencia de Diseño de 210kg/cm^2 . 3. Valencia, Facultad de Ingeniería. 17, 92-96
- Hernández, C. (2010). *Metodología de la Investigación*: McGraw-Hill. México.
- ICONTEC. (2017). *Norma Técnica Colombiana (NTC 31). Ingeniería civil y arquitectura. Cemento*. Bogotá
- ICONTEC. (2014). *Norma Técnica Colombiana (NTC-121). Especificación de desempeño para cemento hidráulico*. Bogotá
- ICONTEC. (2000). *Norma Técnica Colombiana (NTC-3459), Concretos. Agua para la elaboración de Concreto*. Bogotá
- ICONTEC. (2000). *Norma Técnica Colombiana (NTC-174), Concretos. Especificaciones de los agregados para concreto*. Bogotá
- ICONTEC. (1992). *Norma Técnica Colombiana (NTC-396), Ingeniería Civil y Arquitectura. Método de Ensayo para Determinar el Asentamiento del Concreto*. Bogotá

- ICONTEC. (1995). *Norma Técnica Colombiana (NTC-176), Método de ensayo para determinar la densidad y la absorción del agregado grueso*. Bogotá
- ICONTEC. (1995). *Norma Técnica Colombiana (NTC-237), Método de ensayo para determinar la densidad y la absorción del agregado fino*. Bogotá
- ICONTEC. (1994). *Norma Técnica Colombiana (NTC-1776), Método de ensayo para determinar por secado el contenido total de humedad de los agregados*. Bogotá
- ICONTEC. (2010). *Norma Técnica Colombiana (NTC-1377) Elaboración y curado de especímenes de concreto par ensayo en el laboratorio*. Bogotá
- ICONTEC. (2010). *Norma Técnica Colombiana (NTC-673), Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto*. Bogotá
- ICONTEC. (1999). *Norma Técnica Colombiana (NTC-385), Terminología relativa al concreto y sus agregados*. Bogotá.
- ICONTEC. (2007). *Norma Técnica Colombiana (NTC-5551), concretos. Durabilidad de estructuras de concreto*. Bogotá.
- Jiménez, P. (2020). *Efectividad del uso de la ceniza de la Termopaipa como sustituto del cemento en la fabricación del concreto*. (Tesis de grado). Universidad Santo Tomás. Medellín, Colombia.
- Medina, W. (2014). Prácticas en el Curado del Concreto Caso de Estudio Tunja. *Ingenio Magno*. 5, pp. 61-71
- Moreno, E. (2005), Influencia del curado húmedo en la resistencia a la compresión del concreto en clima cálido subhúmedo. *Red ingeniería Revista Académica*, 9 (003), 5-17.

- Moreno, L. C. y Puerto, J. A. (2018). *Desempeño de un concreto hidráulico adicionado con vidrio molido reciclado y EAFS*. (Trabajo de pregrado). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja. <http://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/3083>.
- Ortiz, A. (2015). *Análisis y descripción de la producción de concretos en obra de cinco proyectos de vivienda en Colombia*. (Tesis de Grado). UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA. Bogotá, Colombia.
- Pita, J. A. y López, M. A. (2018). *Análisis del comportamiento de concreto hidráulico adicionado con EAFS y polvo de vidrio reciclado*. (Trabajo de pregrado). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja. <http://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/3079>
- Reyes. Juan, y Rodríguez. (2010). *Análisis de la resistencia a la compresión del concreto al adicionar limalla fina en un 3%, 4% y 5% respecto al peso de la mezcla*. (Tesis de Grado). Universidad Pontificia Bolivariana. Bucaramanga, Colombia.
- Silva, C. (2020). *Modificación de las propiedades de matrices cementantes mediante la adición de nanopartículas de sílice*. (Tesis Doctoral). Universidad Autónoma de Nuevo León. México
- Solís-Carcaño, R., Moreno, E. y Arcudia-Abad, C. (2008). Estudio de la resistencia del concreto por el efecto combinado de la relación agua-cemento, la relación grava-arena y el origen de los agregados. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*, 31(3), 213-224. Recuperado en 12 de agosto de 2020, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-07702008000300002&lng=es&tlng=es.

- Solís, Éric. y Vázquez, C. (2011). Diferencias en la resistencia de concretos sujetos a curados húmedos y al ambiente en clima cálido subhúmedo. *Concreto y cemento. Investigación y desarrollo*, 3(1), 25-35. Recuperado en 11 de agosto de 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-30112011000200003&lng=es&tlng=es.
- Sosa, L. (2016). *Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de concreto con fibras de polipropileno sikafiber® ad de sika y toc fibra500 de toxement*. (Tesis de Grado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia
- Soto, R. (2008). *Evaluación y análisis de mezcla de concreto, elaboradas con agregados de origen pétreo (canto rodado y trituración) y escoria de acería*. (Tesis de Grado). Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Pasquel, C. y Carbajal, J. (2009). La resistencia a compresión del hormigón, condición necesaria pero no suficiente para el logro de la durabilidad de las obras. *Ciencia y Sociedad*, XXXIV (4), 463-504.
- Valencia, A. y Quinta, C. (2016). *Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 12% y 14%*. (Tesis de Grado). Universidad Católica De Colombia. Bogotá

10.Anexos

Tabla A1: Cuadro General De Mezclas Con Sus Respektivas Resistencias A Diferentes Edades Viga De Cimentación

ACTIVIDAD	ARENA (Kg)	GRAVA (Kg)	CEMENTO (BULTOS)	AGUA (Lt)	ASENTA MIENTOS (cm)	RESISTEN CIA 7 DIAS(MPa)	RESISTEN CIA 14 DIAS(MPa)	RESISTEN CIA 28 DIAS(MPa)	PROMEDI OS DE RESISTEN CIA 7 DIAS(MPa)	PROMEDI OS DE RESISTEN CIA 14 DIAS(MPa)	PROMEDI OS DE RESISTEN CIA 28 DIAS(MPa)
VIGA DE CIMENTACION	1910	2090	17	380	7.5	11.40	14.75	18.39	10.07	13.54	17.22
VIGA DE CIMENTACION	1910	2210	17	360	7.5	8.74	12.34	16.04			
VIGA DE CIMENTACION	1680	2020	16	325	16	17.09	25.31	27.24	18.55	23.34	28.16
VIGA DE CIMENTACION	1680	2020	16	343	16	20.35	23.64	27.66			
VIGA DE CIMENTACION	1680	2020	16	340	7.5	22.24	29.21	32.38			
VIGA DE CIMENTACION	1680	2020	16	345	9	22.18	27.90	31.54			
VIGA DE CIMENTACION	1670	2020	16	300	11.5	16.23	19.87	24.44			
VIGA DE CIMENTACION	1670	2020	16	315	9	17.13	21.30	29.97			
VIGA DE CIMENTACION	1660	2000	16	370	11	15.56	19.79	24.68			
VIGA DE CIMENTACION	1660	2040	16	370	10.5	16.04	21.84	27.02			
VIGA DE CIMENTACION	1680	2030	16	334	11	22.29	24.07	29.52			

VIGA DE CIMENTACION	1670	2020	16	320	12	18.99	22.13	27.32			
VIGA DE CIMENTACION	1660	2020	16	345	14.5	16.52	21.12	27.67			
VIGA DE CIMENTACION	1670	2010	16	365	10	17.96	23.90	28.47			
VIGA DE CIMENTACION	1610	2060	15	340	9.5	20.16	24.45	28.59	18.61	22.35	26.85
VIGA DE CIMENTACION	1610	2050	15	350	13	23.47	26.29	30.22			
VIGA DE CIMENTACION	1620	2060	15	355	9	17.74	20.06	23.60			
VIGA DE CIMENTACION	1630	2070	15	360	12.5	17.48	20.15	26.03			
VIGA DE CIMENTACION	1620	2050	15	300	7.5	17.70	19.41	24.18			
VIGA DE CIMENTACION	1620	2050	15	340	9.5	21.29	23.03	28.81			
VIGA DE CIMENTACION	1630	2060	15	345	9.5	19.29	25.05	30.39			
VIGA DE CIMENTACION	1610	2050	15	360	10	20.40	29.86	34.95			
VIGA DE CIMENTACION	1600	2050	15	365	12	16.21	20.34	26.86			
VIGA DE CIMENTACION	1620	2060	15	375	11.5	20.40	23.73	27.37			
VIGA DE CIMENTACION	1620	2060	15	365	12	18.87	20.96	25.47			
VIGA DE CIMENTACION	1610	2070	15	340	9	18.18	23.94	26.21			
VIGA DE CIMENTACION	1620	2060	15	360	13.5	14.12	17.77	22.24			
VIGA DE CIMENTACION	1610	2070	15	370	14	14.24	16.32	20.69			
VIGA DE CIMENTACION	1630	2080	15	330	9	18.91	23.65	26.24			
VIGA DE CIMENTACION	1600	2060	15	320	12	19.28	22.51	27.79			

VIGA DE CIMENTACION	1720	2180	16	320	13	20.09	21.99	27.06	18.69	21.99	26.28
VIGA DE CIMENTACION	1610	2060	15	380	10	15.89	19.42	22.45			
VIGA DE CIMENTACION	1620	2050	15	300	10	17.71	20.34	24.46			
VIGA DE CIMENTACION	1630	2050	15	330	12.5	22.17	23.44	28.44			
VIGA DE CIMENTACION	1600	2080	15	340	12	17.67	21.75	25.15			
VIGA DE CIMENTACION	1640	2060	15	325	13.5	19.78	22.77	28.82			
VIGA DE CIMENTACION	1630	2070	15	355	9	17.54	24.19	27.57			
VIGA DE CIMENTACION	1630	2060	15	350	11	17.95	22.90	28.63	19.72	23.09	28.20
VIGA DE CIMENTACION	1610	2050	15	335	11	19.06	22.11	29.20			
VIGA DE CIMENTACION	1640	2050	15	350	13.5	16.02	19.78	24.07			
VIGA DE CIMENTACION	1610	2060	15	310	10	17.00	19.98	25.06			
VIGA DE CIMENTACION	1610	2060	15	355	11.5	16.44	19.22	22.51			
VIGA DE CIMENTACION	1620	2080	15	325	11.5	21.68	22.96	26.58			
VIGA DE CIMENTACION	1620	2040	16	325	12.5	19.23	23.94	28.46			
VIGA DE CIMENTACION	1610	2050	15	345	10	17.34	20.66	26.80			
VIGA DE CIMENTACION	1610	2070	15	305	11.5	18.03	19.95	27.32			
VIGA DE CIMENTACION	1630	2070	15	315	10	20.79	22.19	28.63			
VIGA DE CIMENTACION	1630	2080	15	320	10.5	19.96	24.62	29.60			
VIGA DE CIMENTACION	1620	2060	15	310	11	19.53	23.96	29.29			

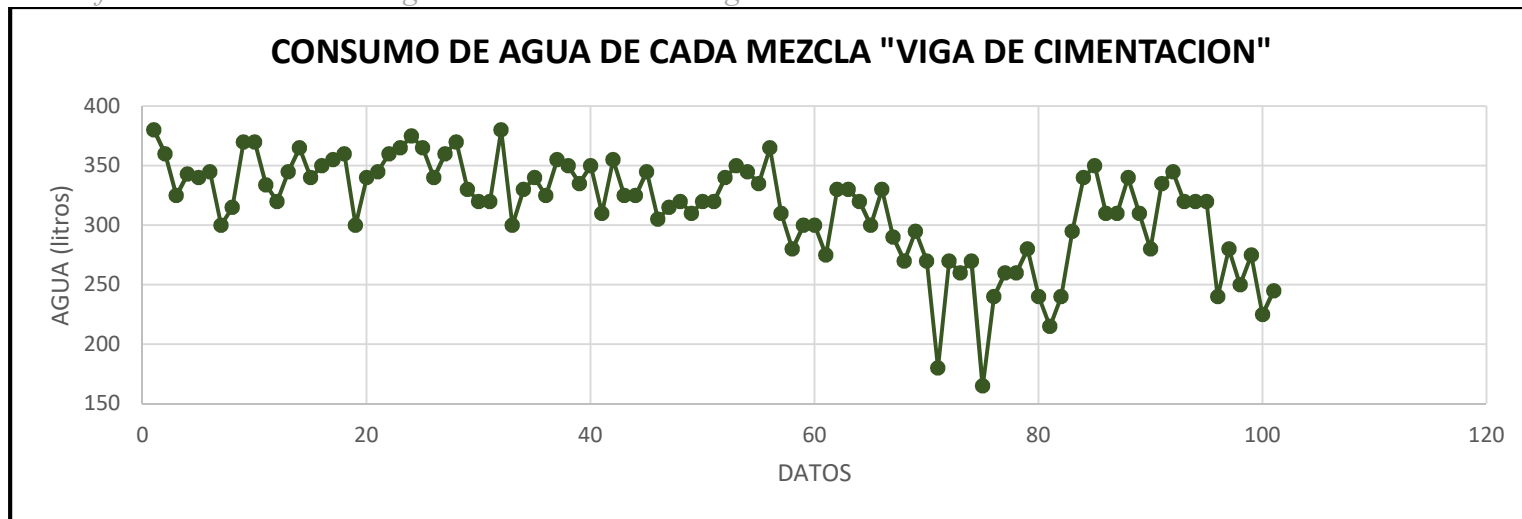
VIGA DE CIMENTACION	1620	2060	15	320	12	24.26	24.50	30.29			
VIGA DE CIMENTACION	1640	2070	15	320	8	27.43	31.34	33.81			
VIGA CIMENTACION	1630	2060	15	340	9.5	22.46	26.71	33.80			
VIGA CIMENTACION	1620	2070	15	350	9.5	19.99	24.20	29.40			
VIGA DE CIMENTACION	1630	2050	15	345	11	16.93	22.21	26.81			
VIGA DE CIMENTACION	1630	2070	15	335	12.5	20.77	24.39	27.39			
VIGA DE CIMENTACION	1610	2070	15	365	10.5	20.18	23.74	28.95	20.46	23.97	28.65
VIGA DE CIMENTACION	1650	2110	14	310	13	21.29	24.10	32.65			
VIGA DE CIMENTACION	1640	2100	14	280	12.5	23.82	28.71	36.25			
VIGA DE CIMENTACION	1650	2110	14	300	12	20.62	22.84	31.29			
VIGA DE CIMENTACION	1640	2110	14	300	11.5	23.13	29.43	38.00			
VIGA DE CIMENTACION	1640	2120	14	275	10	20.90	27.33	30.60			
VIGA DE CIMENTACION	1640	2100	14	330	12.5	19.75	22.04	24.13			
VIGA DE CIMENTACION	1670	2090	14	330	11.5	19.59	23.67	27.25			
VIGA DE CIMENTACION	1670	2110	14	320	13	24.69	27.57	28.65			
VIGA DE CIMENTACION	1670	2100	14	300	12	18.88	31.49	36.39			
VIGA DE CIMENTACION	1890	2410	16	330	12	23.44	25.50	30.11			
VIGA DE CIMENTACION	1640	2090	14	290	15	17.41	21.66	24.72			
VIGA DE CIMENTACION	1670	2120	14	270	11	31.57	25.61	30.83			

VIGA DE CIMENTACION	1640	2120	14	295	13	23.32	27.86	36.40			
VIGA DE CIMENTACION	1670	2100	14	270	11	16.44	20.88	25.92			
VIGA DE CIMENTACION	1680	2110	14	180	13	17.44	21.86	23.44			
VIGA DE CIMENTACION	1670	2110	14	270	13	19.68	22.14	25.43			
VIGA DE CIMENTACION	1650	2090	14	260	12	19.86	22.72	27.24			
VIGA DE CIMENTACION	1650	2110	14	270	12.5	22.04	24.40	26.42			
VIGA DE CIMENTACION	1670	2110	14	165	13	20.84	23.57	28.67			
VIGA DE CIMENTACION	1650	2110	14	240	14	18.53	21.90	28.90			
VIGA DE CIMENTACION	1670	2120	14	260	13	18.71	19.35	25.35			
VIGA DE CIMENTACION	1660	2120	14	260	12.5	16.97	22.40	26.24			
VIGA DE CIMENTACION	1640	2100	14	280	12	18.60	21.95	24.62			
VIGA DE CIMENTACION	1640	2090	14	240	12	23.85	28.32	32.71			
VIGA DE CIMENTACION	1660	2090	14	215	12	19.31	27.79	32.36			
VIGA DE CIMENTACION	1690	2100	14	240	14	24.41	26.26	33.63			
VIGA DE CIMENTACION	1630	2120	14	295	12	18.57	23.01	26.52			
VIGA DE CIMENTACION	1670	2090	14	340	12	16.97	21.51	22.48			
VIGA DE CIMENTACION	1660	2120	14	350	12.5	20.60	24.12	28.69			
VIGA DE CIMENTACION	1640	2090	14	310	12	18.58	21.27	26.15			
VIGA DE CIMENTACION	1650	2090	14	310	12	16.68	20.33	22.92			

VIGA DE CIMENTACION	1670	2110	14	340	12	20.27	16.22	27.53			
VIGA DE CIMENTACION	1670	2090	13	310	11.5	19.20	22.79	27.38			
VIGA DE CIMENTACION	1680	2100	14	280	11.5	22.23	25.10	30.24			
VIGA DE CIMENTACION	1650	2110	13	335	13	14.88	19.30	22.41			
VIGA DE CIMENTACION	1640	2130	13	345	10	12.31	19.71	22.04			
VIGA DE CIMENTACION	1670	2110	13	320	12	20.06	24.63	27.24			
VIGA DE CIMENTACION	1650	2110	13	320	11.5	20.83	25.30	28.21			
VIGA DE CIMENTACION	1660	2090	13	320	12	19.35	23.06	28.06			
VIGA DE CIMENTACION	1670	2120	14	240	12	18.85	25.01	27.53			
VIGA DE CIMENTACION	1670	2110	14	280	12	27.03	27.41	32.47			
VIGA DE CIMENTACION	1670	2090	14	250	11.5	23.46	28.14	31.50			
VIGA DE CIMENTACION	1650	2110	14	275	11.5	21.92	26.70	32.36			
VIGA DE CIMENTACION	1670	2090	14	225	11.5	26.40	22.15	33.52			
VIGA DE CIMENTACION	1770	2090	14	245	12	17.74	21.79	23.32			

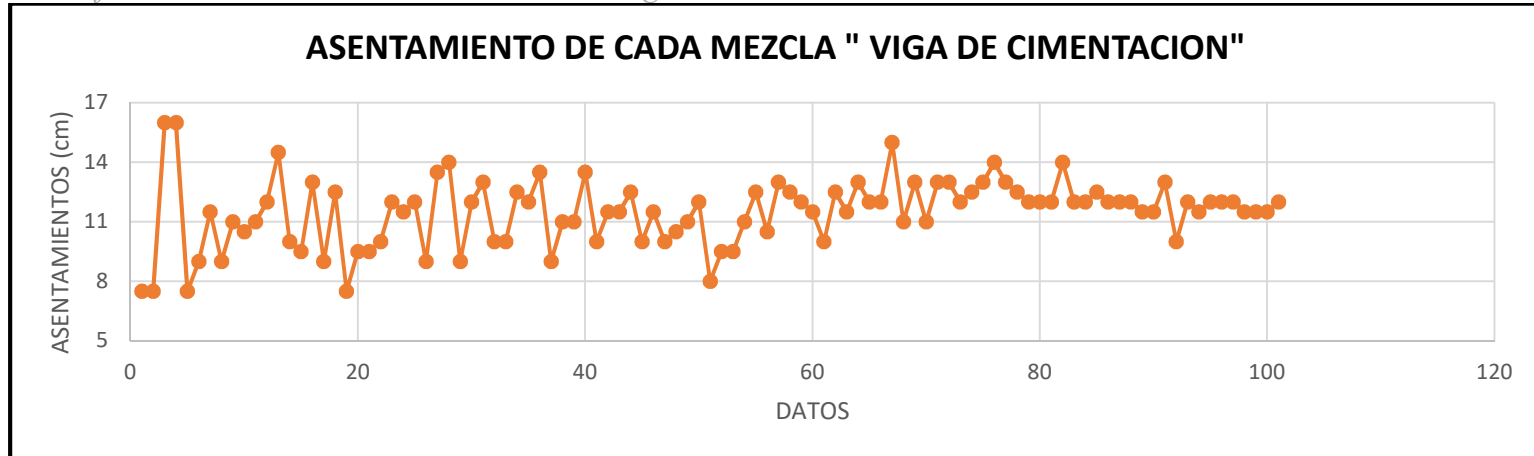
Fuente: Propia

Grafica A1: Consumo De Agua De Cada Mezcla "Viga De Cimentación"



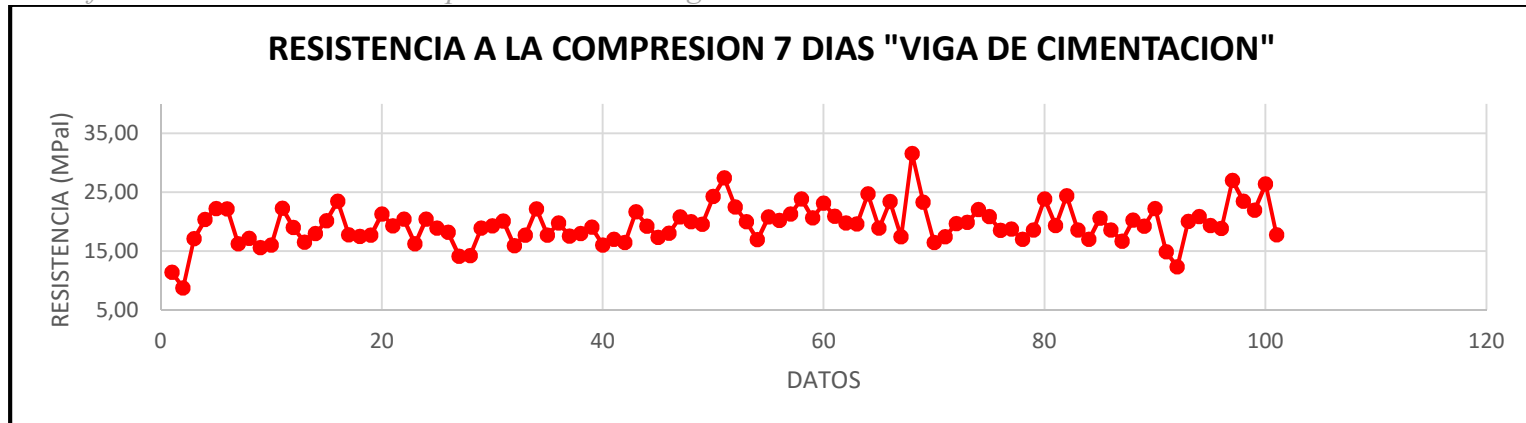
Fuente: Propia

Grafica A2: asentamiento de cada mezcla " Viga De Cimentación "

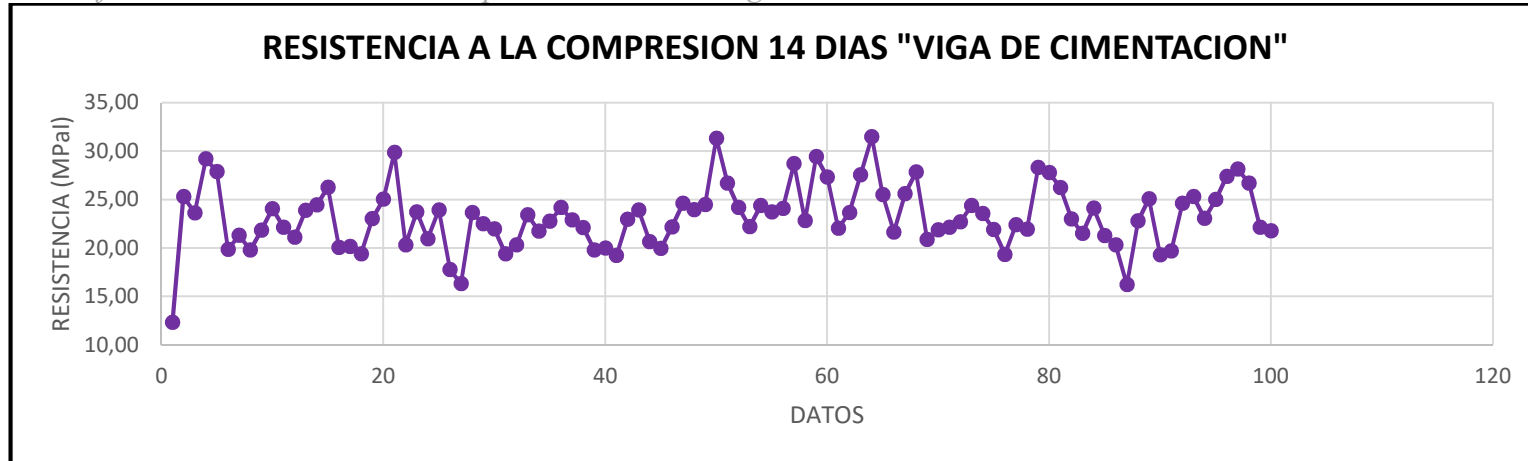
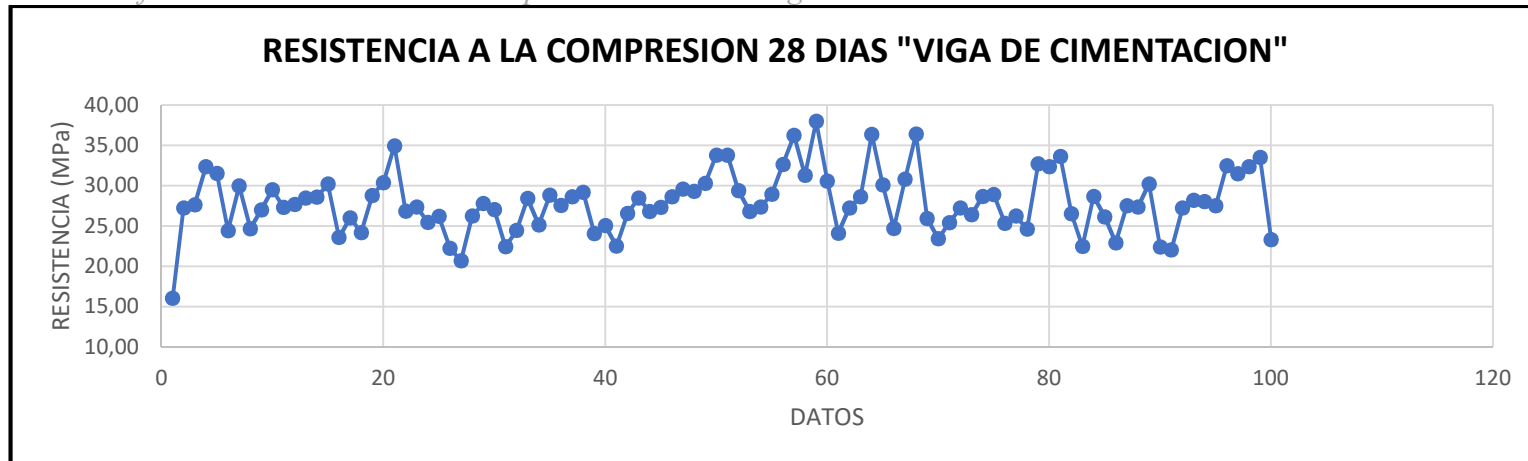


Fuente: Propia

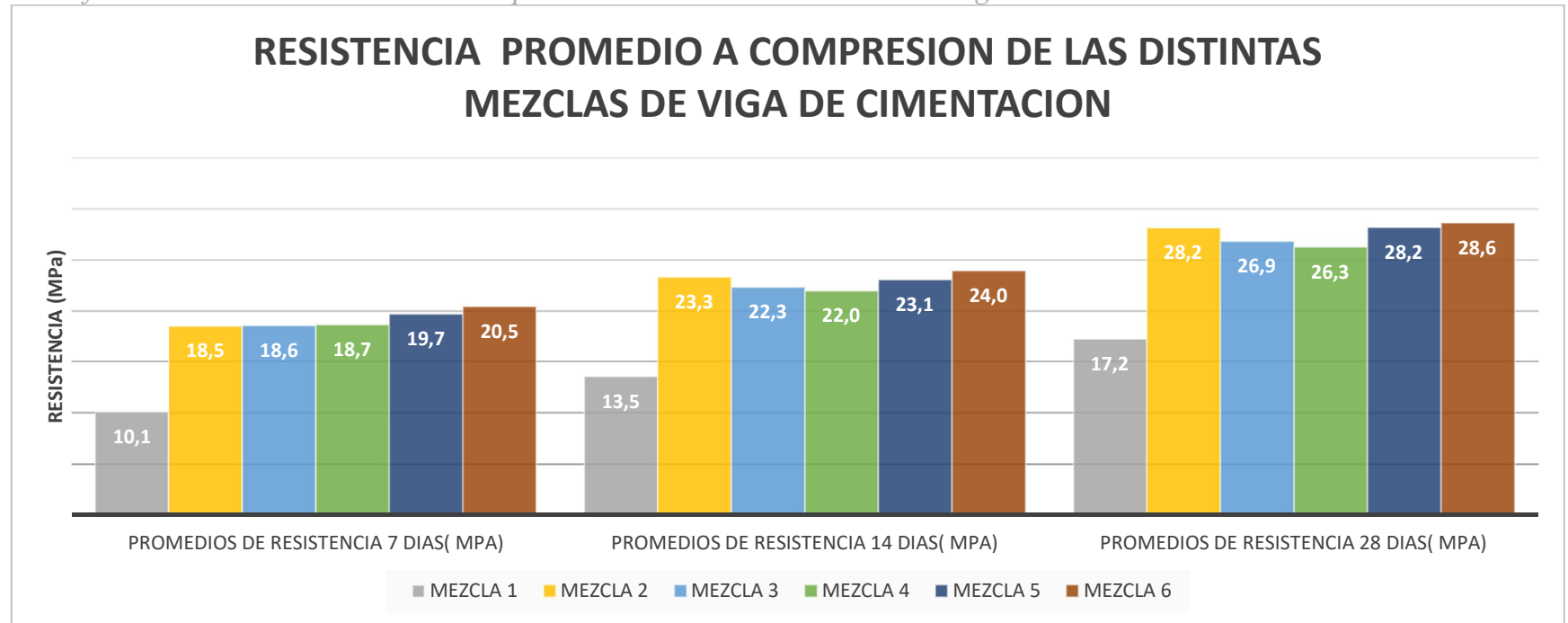
Grafica A3 resistencia a la compresión 7 días " Viga De Cimentación "



Fuente: Propia

Grafica A4 Resistencia A La Compresión 14 Días " Viga De Cimentación "*Fuente: Propia**Grafica A5 Resistencia A La Compresión 28 Días " Viga De Cimentación "**Fuente: Propia*

Grafica A6 Resistencia Promedio A Compresión De Las Distintas Mezclas De Viga De Cimentación



Fuente: Propia

Tabla B1: Cuadro General De Mezclas Con Sus Respectivas Resistencias A Diferentes Edades losas

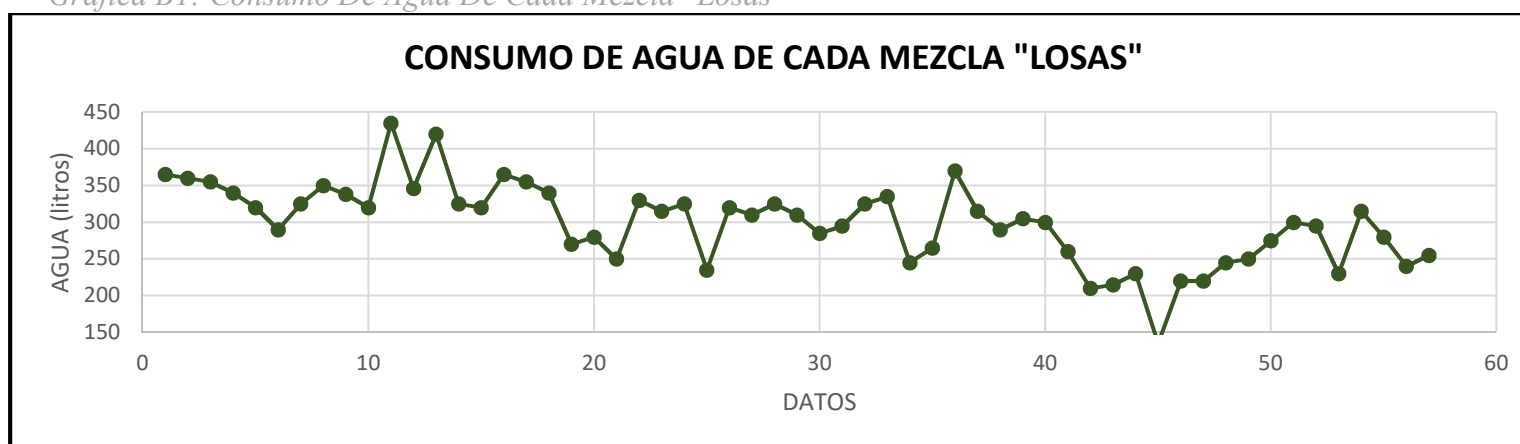
ACTIVIDAD	ARENA (Kg)	GRAVA (Kg)	CEMENTO (BULTOS)	AGUA (Lt)	ASENTA MIENTOS (cm)	RESISTEN CIA 7 DIAS(MPa)	RESISTEN CIA 14 DIAS(MPa)	RESISTEN CIA 28 DIAS(MPa)	PROMEDI OS DE RESISTEN CIA 7 DIAS(MPa)	PROMEDI OS DE RESISTEN CIA 14 DIAS(MPa)	PROMEDI OS DE RESISTEN CIA 28 DIAS(MPa)
LOSA	1560	1850	17	365	13.5	17.24	19.28	19.51	16.32	18.17	21.57
LOSA	1740	2010	17	360	9	15.40	17.05	23.64			
LOSA	1660	2030	16	355	10	18.55	24.33	28.91	20.74	25.22	28.98
LOSA	1660	2020	16	340	10	20.28	26.52	29.43			
LOSA	1660	2010	16	320	9.5	22.97	26.19	28.56			
LOSA	1670	2020	16	290	10	20.64	24.73	29.35			
LOSA	1680	2020	16	325	16.5	21.23	24.35	28.67			
LOSA	1660	2010	16	350	10	15.99	22.75	26.79	19.56	23.21	29.05
LOSAS	1670	2010	16	338	14	18.25	21.96	27.20			
LOSAS	1680	2030	16	320	17	24.44	24.93	33.16			
LOSAS	1810	2220	18	435	14	17.58	20.16	27.98	19.08	23.37	27.54
LOSAS	1660	2030	16	346	18	22.40	24.22	29.74			
LOSAS	1660	2040	16	420	12.5	17.01	23.12	27.61			
LOSAS	1670	2010	16	325	14.5	19.34	26.00	24.85			
LOSAS	1620	2050	15	320	14	19.98	24.91	29.36	19.98	24.91	29.36
LOSA	1630	2070	15	365	10	16.98	22.22	25.97	17.26	21.60	26.01
LOSA	1640	2060	15	355	15	18.07	24.18	25.84			
LOSA	1630	2070	15	340	19	15.23	20.20	23.78			
LOSA	1630	2070	15	270	13.5	20.14	23.19	27.47			
LOSA	1640	2050	15	280	13.5	18.02	22.14	27.75			
LOSA	1610	2040	15	250	14	21.63	24.29	30.77			
LOSA	1620	2060	15	330	15.5	15.05	18.04	23.39			
LOSA	1640	2050	15	315	13.5	13.24	18.86	21.49			

LOSA AMPLIACION	1630	2050	15	325	13.5	16.98	21.27	27.65			
LOSA	1610	2060	15	235	10	17.95	21.74	27.10	18.49	22.84	27.54
LOSA	1610	2050	15	320	14.5	16.23	19.87	24.07			
LOSA	1600	2080	15	310	18.5	16.45	21.24	24.30			
LOSAS	1630	2070	15	325	13	21.22	24.77	30.23			
LOSA	1620	2050	15	310	15	19.02	26.03	28.49			
LOSA	1620	2070	16	285	13.5	18.39	22.97	27.95			
LOSA	1610	2070	15	295	14.5	18.80	23.01	27.98			
LOSA	1620	2060	15	325	14.5	19.84	23.10	30.19			
LOSA	1610	2060	15	335	15	20.91	24.88	32.90	20.44	24.17	28.87
LOSA	1670	2110	15	245	14	22.04	24.31	32.12			
LOSA	1640	2090	15	265	14	22.45	26.15	29.59			
LOSA AMPLIACION	1630	2130	14	370	13.5	20.01	23.62	30.59			
LOSA	1640	2110	14	315	13.5	19.71	23.59	27.98			
LOSA	1670	2120	14	290	13	18.09	24.27	25.75			
LOSA AMPLIACION	1640	2110	14	305	14.5	20.89	23.42	26.80			
LOSA	1660	2110	14	300	13	16.24	20.94	25.76			
LOSA	1680	2170	14	260	13	20.43	22.17	31.33			
LOSA	1650	2120	14	210	13.5	19.79	26.06	29.48			
LOSA	1720	2130	14	215	14	20.26	24.23	25.08			
LOSA	1720	2140	14	230	13	24.28	26.60	29.76			
LOSA	1660	2090	14	135	13.5	21.98	26.13	37.00			
LOSA	1640	2100	14	220	13.5	20.72	24.86	29.86			
LOSA	1650	2090	14	220	13	17.58	22.20	26.83			
LOSA	1650	2120	14	245	13	19.68	23.04	27.70			
LOSA	1640	2120	14	250	12.5	18.64	21.77	24.54			
LOSA	1650	2100	14	275	13	22.09	25.75	32.34			
LOSA	1670	2100	14	300	12	20.28	23.35	27.22			
LOSA	1670	2130	14	295	14	20.45	24.72	25.84			
LOSA	1710	2120	14	230	14	23.35	26.99	31.60			
LOSA	1650	2110	14	315	14	20.20	23.32	25.17			

LOSA	1680	2100	14	280	12.5	20.75	23.19	26.88			
LOSA	1650	2110	14	240	13.5	20.35	24.48	32.16			
LOSA	1670	2120	14	255	14	19.69	24.27	27.48			

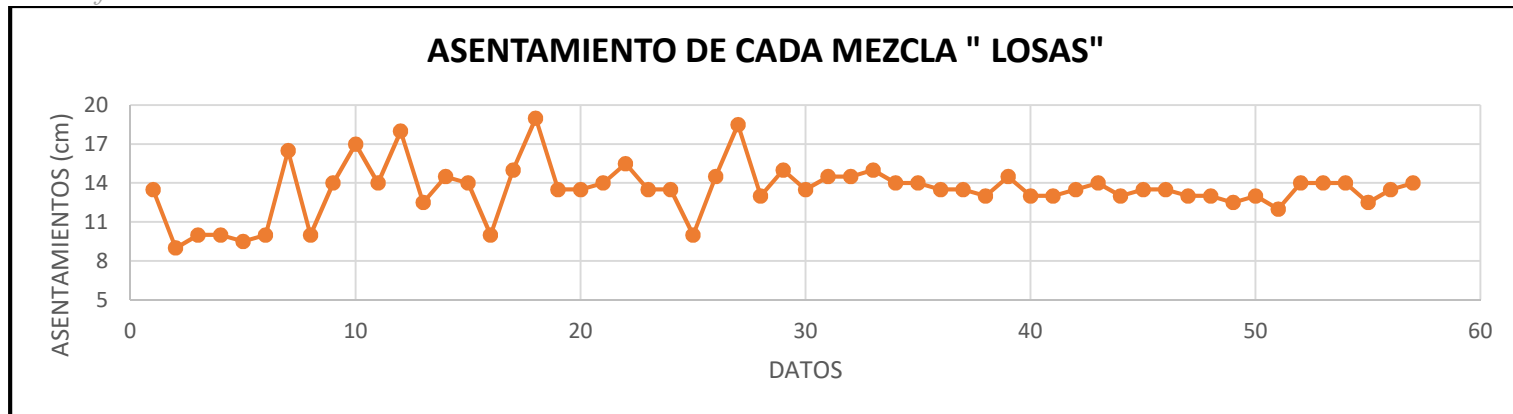
Fuente: Propia

Grafica B1: Consumo De Agua De Cada Mezcla "Losas"



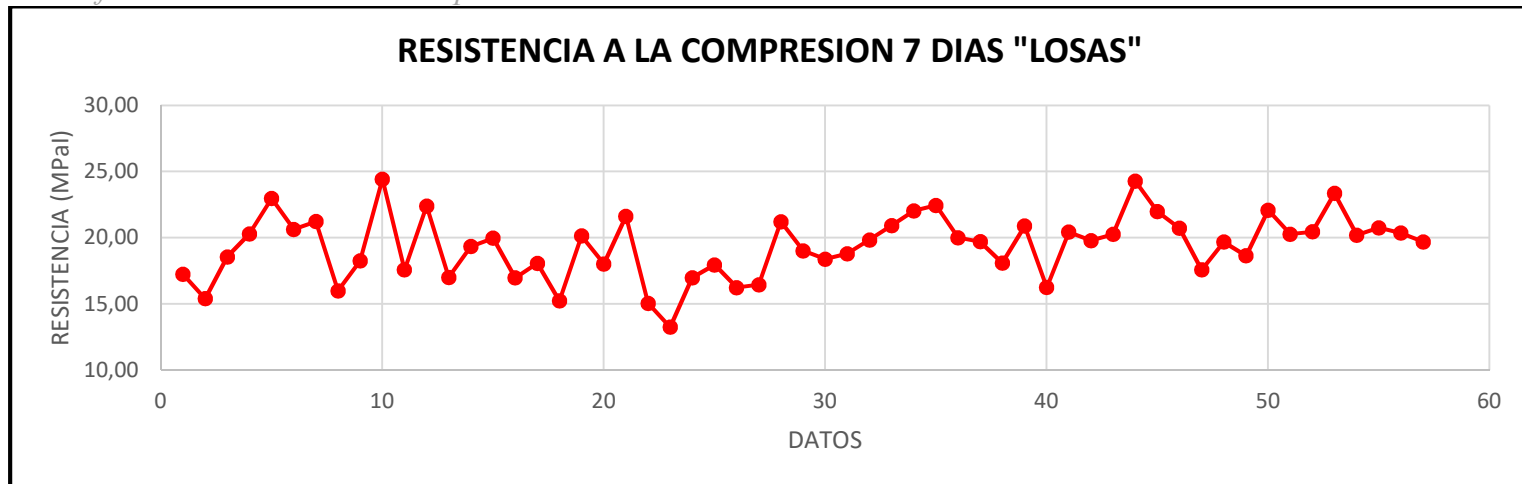
Fuente: Propia

Grafica B2: asentamiento de cada mezcla " losas"



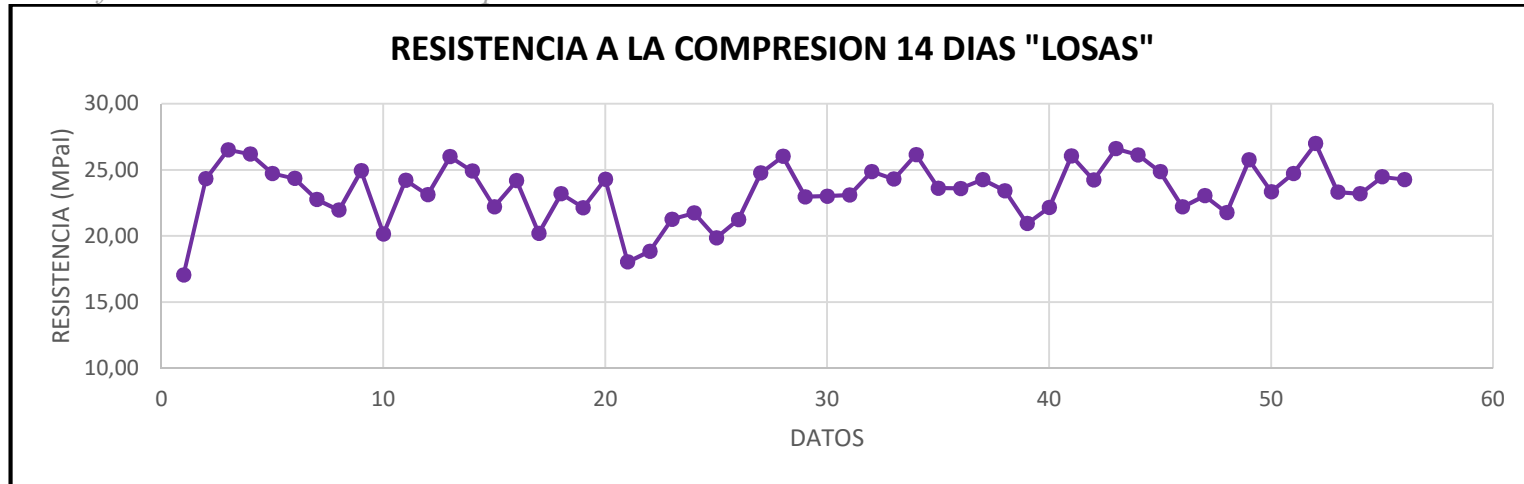
Fuente: Propia

Grafica B3 resistencia a la compresión 7 días "losas"



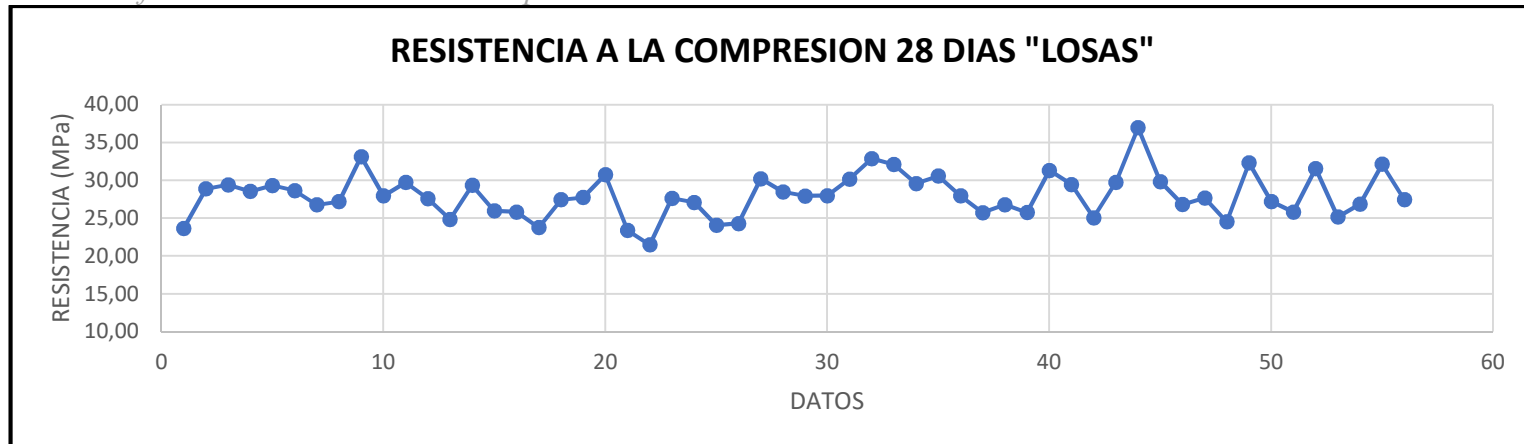
Fuente: Propia

Grafica B4 Resistencia A La Compresión 14 Días "Losas"



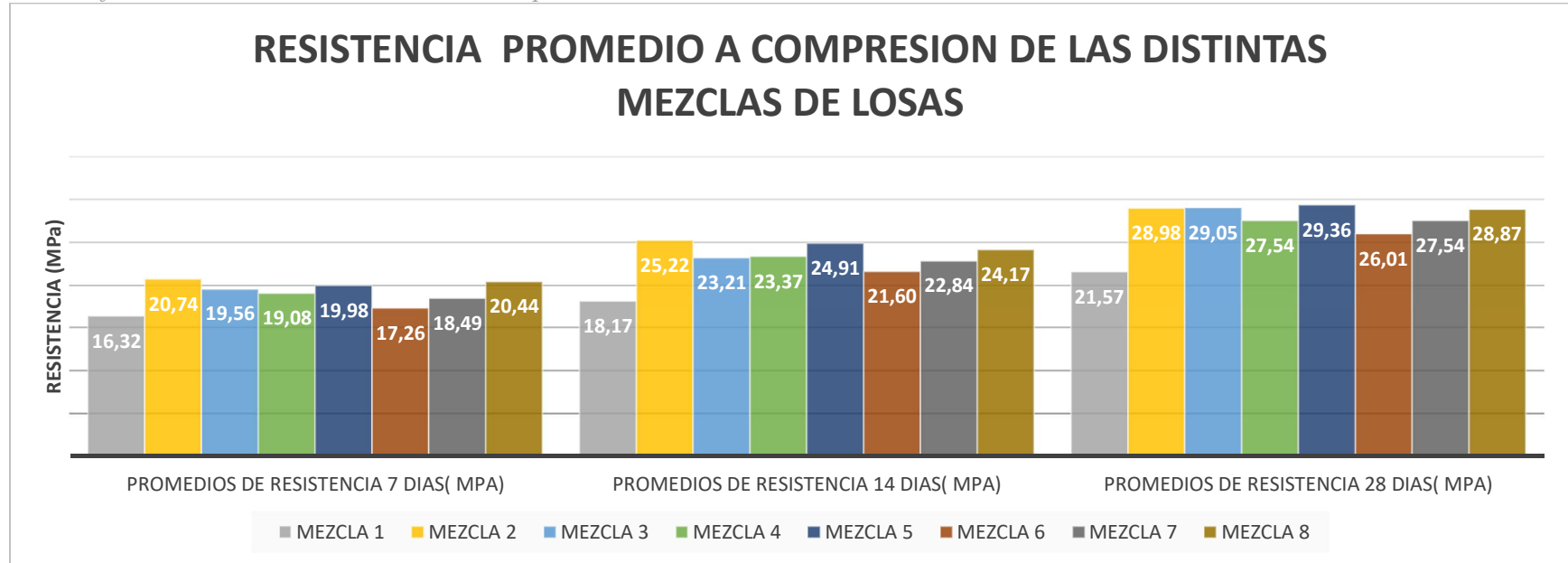
Fuente: Propia

Grafica B5 Resistencia A La Compresión 28 Días "Losas"



Fuente: Propia

Grafica B6 Resistencia Promedio A Compresión De Las Distintas Mezclas De Losas



Fuente: Propia

Tabla C1: Cuadro General De Mezclas Con Sus Respectivas Resistencias A Diferentes Edades Pisos

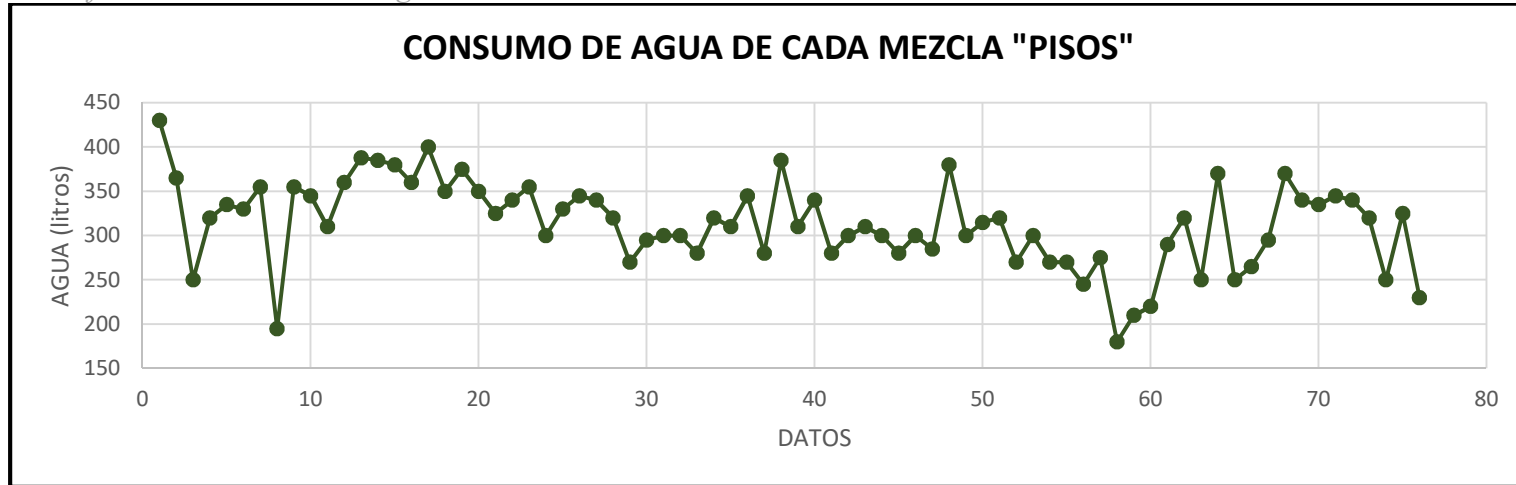
ACTIVIDAD	ARENA (Kg)	GRAVA (Kg)	CEMENTO (BULTOS)	AGUA (Lt)	ASENTAMIENTOS (cm)	RESISTENCIA 7 DIAS(MPa)	RESISTENCIA 14 DIAS(MPa)	RESISTENCIA 28 DIAS(MPa)	PROMEDIOS DE RESISTENCIA 7 DIAS(MPa)	PROMEDIOS DE RESISTENCIA 14 DIAS(MPa)	PROMEDIOS DE RESISTENCIA 28 DIAS(MPa)
PISOS	1720	2280	17	430	7.5	15.20	19.25	23.42	15.30	19.80	23.96
PISOS	1510	2110	14	365	6.5	15.88	19.82	24.39			
PISOS	1140	1590	10.5	250	7.5	14.81	20.33	24.08			
PISOS	1480	2060	14	320	12.5	22.05	23.47	26.50	17.73	20.05	22.21
PISOS	1510	2100	14	335	9	15.44	17.46	20.06			
PISOS	1520	2100	14	330	9.5	17.08	20.15	20.43			
PISOS	1520	2090	14	355	9.5	16.33	19.13	21.84			
PISOS AMPLIACION	950	1240	9	195	14	16.15	19.22	23.83	14.25	18.26	23.56
PISOS	1590	2090	15	355	12	12.96	16.26	22.42			
PISOS	1590	2090	15	345	10	11.96	15.00	20.29			
PISOS	1600	2090	15	310	9.5	16.24	20.13	25.88			
PISOS	1620	2050	15	360	9	13.97	20.67	25.35			
PISOS	1610	2070	15	388	12	15.06	19.14	20.77	15.06	19.14	20.77
PISOS	1640	2050	14	385	13	17.13	19.97	25.87	15.50	17.91	23.04
PISOS	1620	2060	14	380	14	16.08	16.35	23.15			
PISOS	1620	2060	14	360	12	19.15	17.09	25.72			
PISOS	1650	2050	14	400	14.5	14.79	18.08	23.79			
PISOS	1620	2050	14	350	14.5	15.92	18.86	24.88			
PISOS	1620	2070	14	375	10.5	13.48	16.91	24.07			
PISOS	1620	2060	14	350	18.5	15.79	17.92	21.24			
PISOS	1640	2070	14	325	14	14.76	18.59	22.70			
PISOS	1620	2060	14	340	14.5	12.90	18.60	22.08			
PISOS	1610	2070	14	355	14.5	13.66	17.49	21.72			

PISOS	1610	2060	14	300	17.5	12.52	13.71	17.37			
PISOS	1620	2060	14	330	13	16.77	18.35	21.91			
PISOS	1640	1740	14	345	17	18.63	20.84	25.04			
PISOS Y ANDENES	1610	2100	13	340	10.5	12.65	14.80	21.40	13.65	17.24	20.92
PISOS	1620	2090	13	320	13.5	15.43	19.08	22.99			
PISOS	1600	2090	13	270	13.5	10.81	16.82	18.26			
PISOS Y ANDENES	1590	2090	13	295	12.5	13.78	16.92	20.79			
PISO	1600	2100	13	300	14	13.85	16.64	21.67			
PISOS	1590	2080	13	300	13.5	18.40	22.78	26.85			
PISOS	1590	2100	13	280	10	14.40	18.11	22.95			
PISOS	1640	2110	13	320	11.5	13.45	16.91	21.10			
PISOS	1630	2090	13	310	12.5	12.02	15.22	16.79			
PISOS	1630	2100	13	345	13	11.76	15.13	16.40			
PISOS	1630	2100	13	280	11	12.15	16.18	20.35	14.88	19.12	22.86
PISOS	1620	2120	13	385	10	15.38	18.22	22.64			
PISOS	1620	2100	13	310	11	13.48	16.49	20.52			
PISOS	1590	2090	13	340	12	12.16	17.85	22.39			
PISOS	1600	2100	13	280	13.5	11.73	15.44	19.82			
PISOS	1600	2100	13	300	12.5	17.96	19.47	23.84			
PISOS	1610	2100	13	310	14	13.61	20.19	20.15			
PISOS	1620	2110	13	300	9.5	15.84	21.17	25.92			
PISOS	1640	2100	13	280	12	15.23	18.83	23.49			
PISOS	1590	2100	13	300	13	21.24	27.37	29.52			
PISOS	1630	2100	13	285	14	14.92	18.64	24.32	14.25	17.57	21.07
PISOS	1930	2460	14	380	13.5	14.35	17.64	19.48			
PISOS	1660	2090	12	300	14	17.06	17.62	20.51			
PISOS	1660	2120	12	315	12	13.69	17.46	21.69			
PISOS	1660	2090	12	320	14	13.45	17.33	21.04			
PISOS	1640	2110	12	270	13	14.79	18.38	20.02			
PISOS	1660	2090	12	300	13	12.00	16.64	20.42			

PISOS	1670	2090	12	270	12.5	12.16	16.18	20.91
PISOS	1650	2100	12	270	14	13.67	15.67	19.54
PISOS	1660	2120	12	245	12	13.15	16.97	20.42
PISOS	1670	2090	12	275	12.5	13.39	19.11	21.69
PISOS	1660	2110	12	180	13	13.43	17.64	21.51
PISOS	1670	2100	12	210	13	16.92	20.28	23.17
PISOS	1660	2100	12	220	12	14.12	19.74	21.71
PISOS	1670	2110	12	290	12.5	11.35	13.15	18.07
PISOS	1940	2440	14	320	13	15.58	18.08	21.37
PISOS	1660	2110	12	250	14	13.97	17.55	21.42
PISOS	1680	2100	12	370	13	12.21	15.89	20.35
PISOS	1660	2090	12	250	13	16.20	18.46	22.54
PISOS	1650	2110	12	265	13	19.07	20.72	22.04
PISOS	1670	2100	12	295	12	14.52	16.45	22.57
PISOS	1650	2090	12	370	13	15.45	17.08	20.05
PISOS	1660	2100	12	340	12	13.82	16.40	18.11
PISOS	1650	2100	12	335	13	14.79	17.79	19.87
PISOS	1670	2090	12	345	13	12.54	16.57	21.78
PISOS	1660	2120	12	340	13	14.20	16.55	19.33
PISOS	1650	2100	12	320	14	12.23	16.24	19.00
PISOS	1670	2100	12	250	14	19.85	25.10	28.23
PISOS	1760	2110	12	325	12.5	11.01	14.17	18.91
PISOS	1760	2090	12	230	13.5	13.55	17.52	21.91

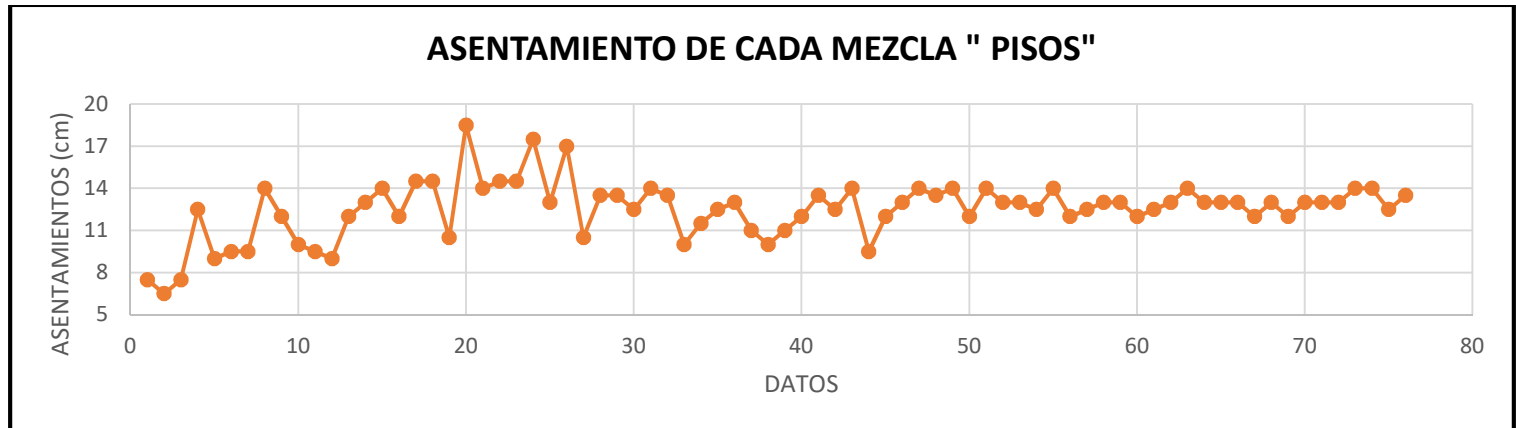
Fuente: Propia

Grafica C1: Consumo De Agua De Cada Mezcla "Pisos"



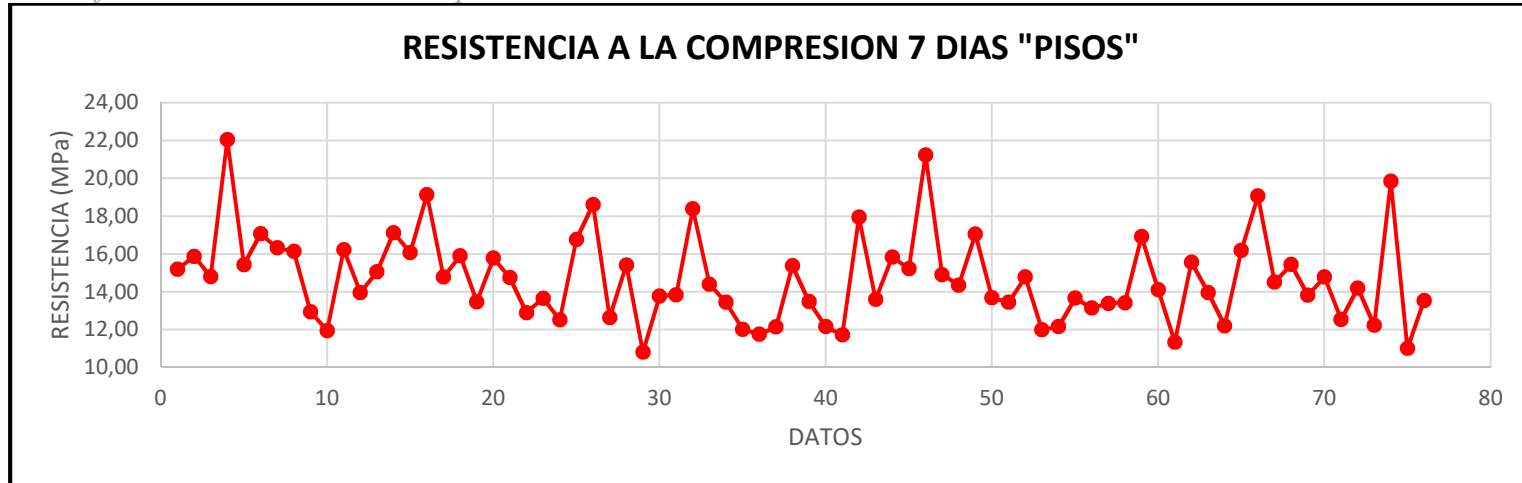
Fuente: Propia

Grafica C2: asentamiento de cada mezcla " Pisos "



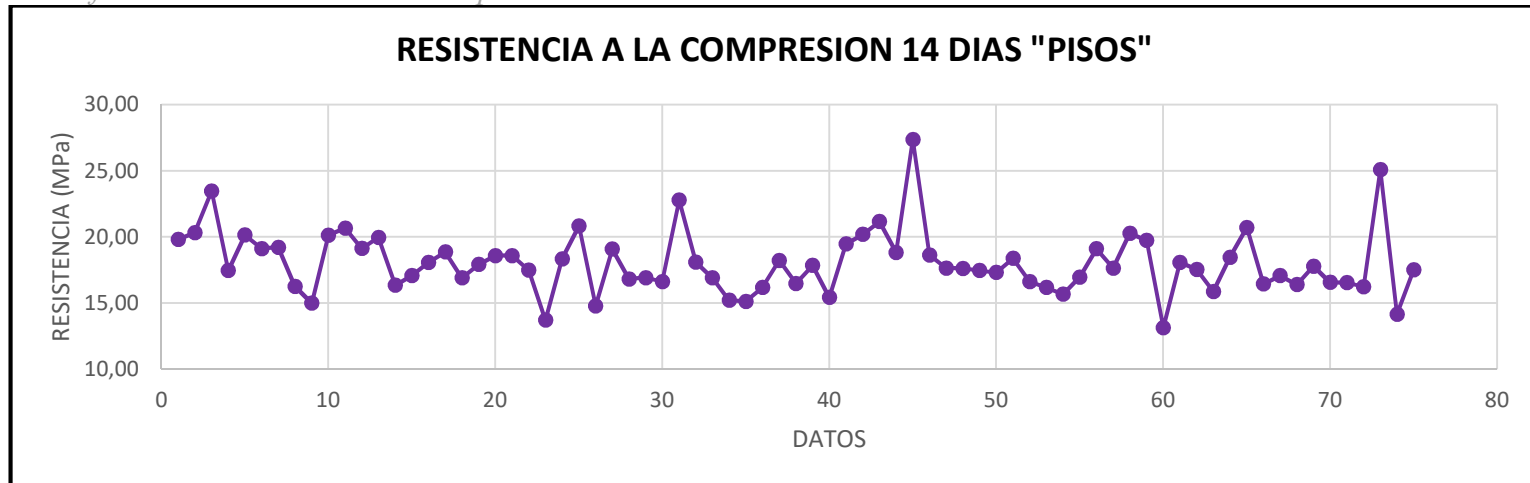
Fuente: Propia

Grafica C3 resistencia a la compresión 7 días "Pisos"



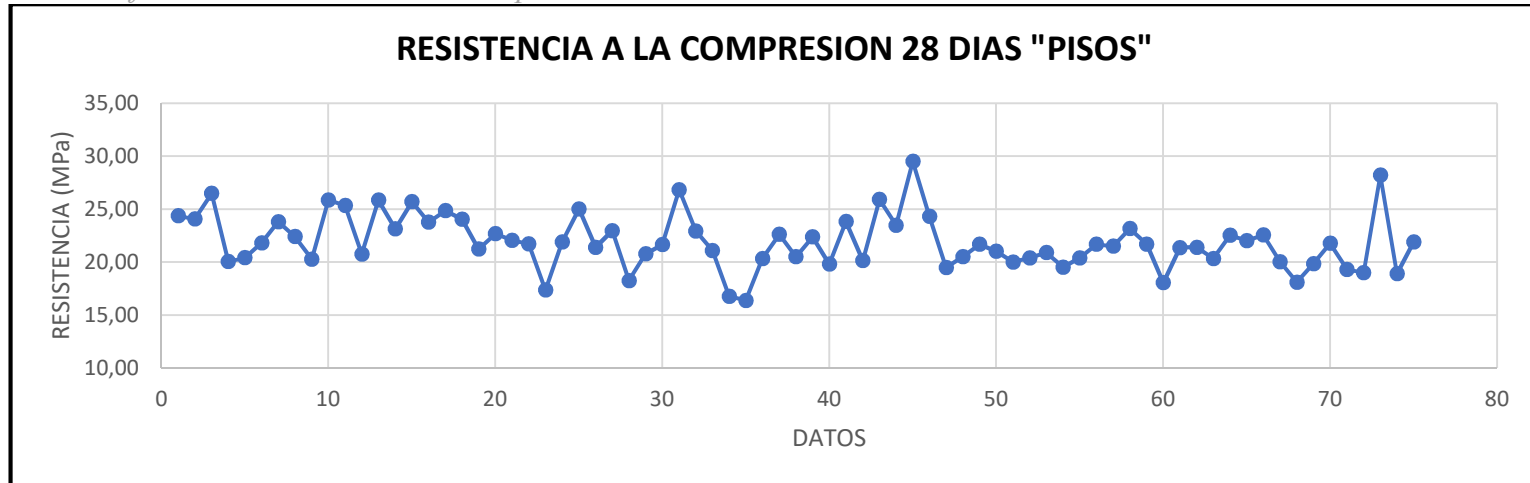
Fuente: Propia

Grafica C4 Resistencia A La Compresión 14 Días "Pisos"



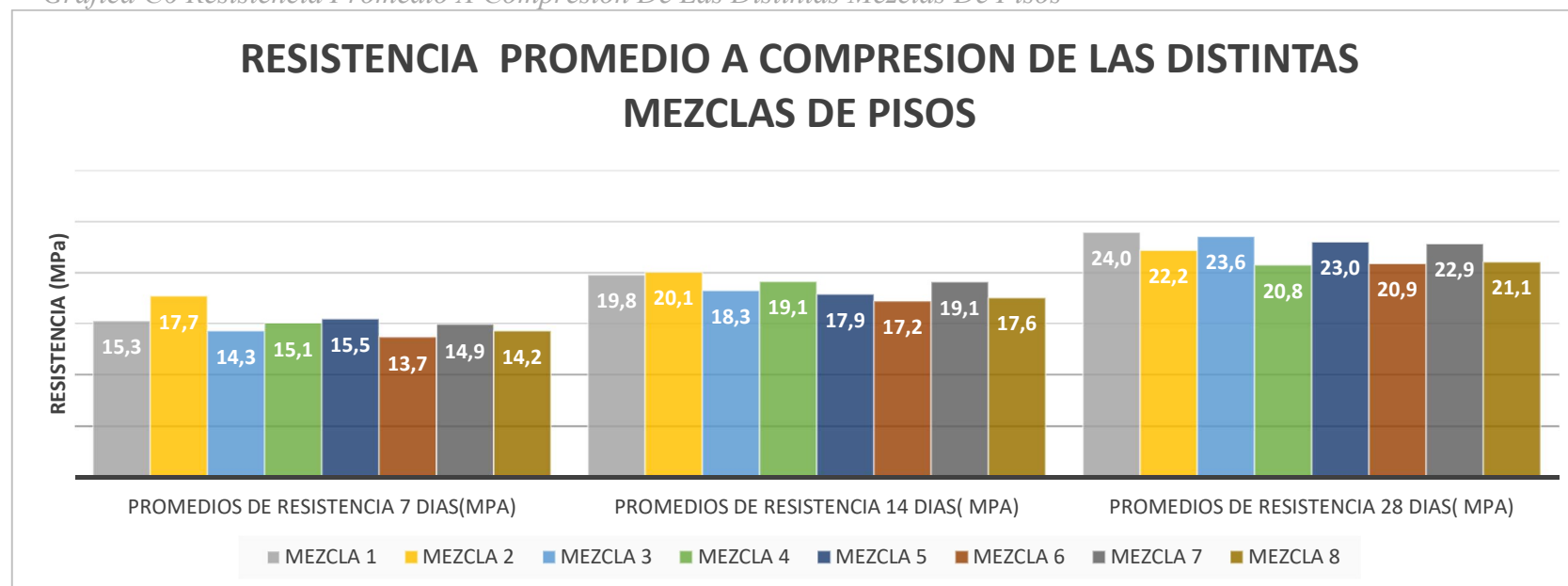
Fuente: Propia

Grafica B5 Resistencia A La Compresión 28 Días "Pisos"



Fuente: Propia

Grafica C6 Resistencia Promedio A Compresión De Las Distintas Mezclas De Pisos



Fuente: Propia

Tabla D1: Cuadro General De Mezclas Con Sus Respectivas Resistencias A Diferentes Edades Dovelas

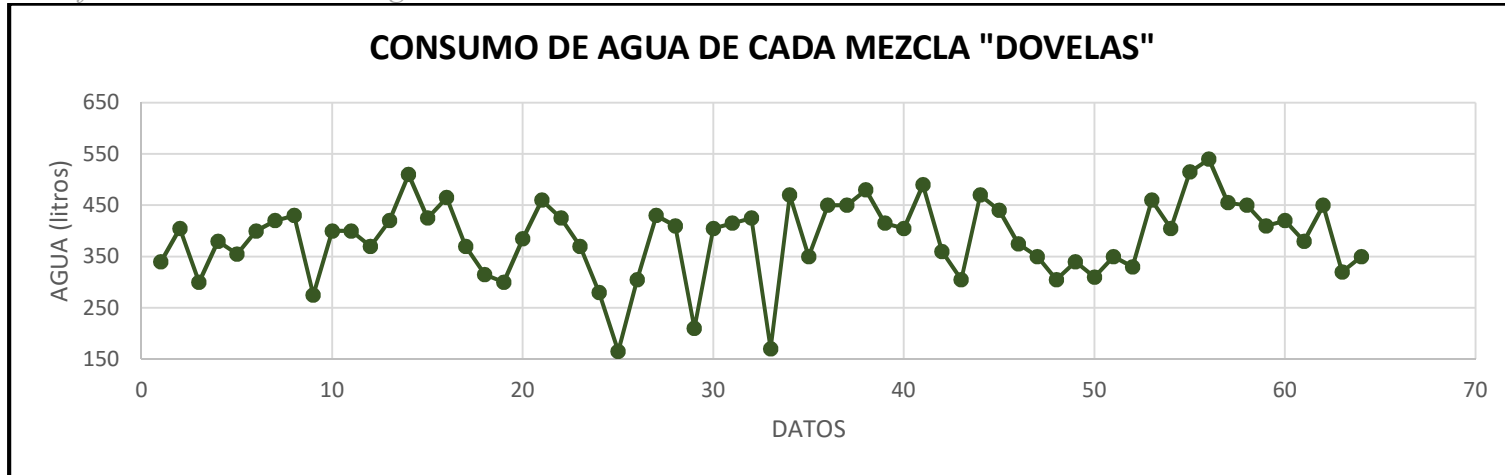
ACTIVIDAD	ARENA (Kg)	GRAVA (Kg)	CEMENTO (BULTOS)	AGUA (Lt)	ASENTAMIENTOS (cm)	RESISTENCIA 7 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 14 DIAS (MPa)	RESISTENCIA 28 DIAS (MPa)	PROMEDIOS DE RESISTENCIA 7 DIAS (MPa)	PROMEDIOS DE RESISTENCIA 14 DIAS (MPa)	PROMEDIOS DE RESISTENCIA 28 DIAS (MPa)
DOVELAS	1260	1510	12	340	18	8.62	12.30	15.71	10.89	14.15	18.88
DOVELAS	1670	2010	16	405	16	16.10	18.66	24.56			
DOVELAS	1610	2050	14	300	19.5	7.18	9.54	14.40			
DOVELAS	1630	2060	14	380	21.5	11.65	16.09	20.84			

DOVELAS	1630	2050	14	355	18.5	13.31	18.17	16.26	13.31	18.17	16.26
DOVELAS	1740	2220	15	400	18	12.09	15.58	18.65	12.13	15.24	18.94
DOVELAS	1740	2200	15	420	21	10.37	14.54	18.57			
DOVELAS	1750	2190	15	430	20	10.36	14.32	17.09			
DOVELAS	1220	1550	11	275	20	16.05	18.11	20.75			
DOVELAS	1630	2040	14	400	21	11.76	13.66	19.63			
DOVELAS	1750	2160	14	400	21	8.69	11.00	15.57	8.69	11.00	15.57
DOVELAS	1680	2060	13	370	22	13.14	17.69	20.10	13.14	17.69	20.10
DOVELAS	1910	2330	15	420	22.5	11.49	15.11	18.22	11.49	15.11	18.22
DOVELAS	1900	2340	15	510	21	9.97	11.91	12.11	9.20	10.66	12.25
DOVELAS	1750	2150	14	425	21	8.42	9.40	12.39			
DOVELAS	1910	2370	16	465	22	12.23	14.71	17.28	12.11	16.76	18.07
DOVELAS	1920	2380	15	370	21	12.00	18.81	18.86			
DOVELAS	1770	2170	14	315	22	11.68	18.51	17.45	11.55	14.73	18.26
DOVELAS	1780	2170	14	300	23	12.87	15.35	20.75			
DOVELAS	1630	2050	14	385	21.5	11.60	16.54	18.57			
DOVELAS	1920	2340	14	460	21.5	11.07	12.47	18.81			
DOVELAS	1940	2350	15	425	21.5	11.95	15.78	19.82			
DOVELAS	1690	2060	13	370	22.5	11.24	13.18	17.18			
DOVELAS	1250	1530	10	280	22.5	8.95	11.45	15.36			
DOVELAS	890	1090	7	165	22	9.74	13.24	17.77			
DOVELAS	1510	1830	12	305	23	9.50	11.78	15.93			
DOVELAS	1940	2330	15	430	23	9.56	11.23	14.44			
DOVELAS	1930	2320	15	410	22.5	9.56	13.13	16.22			
DOVELAS	1920	2330	10	210	21.5	19.31	16.38	20.72			
DOVELAS	1940	2370	15	405	21.5	15.80	20.54	23.35			
DOVELAS	1930	2330	15	415	22	15.73	20.15	23.84			
DOVELAS	1910	2350	15	425	22	6.36	13.21	15.01			
DOVELAS	770	930	6	170	16	11.61	15.36	18.86			
DOVELAS	1910	2350	15	470	21.5	9.99	12.68	17.75			

DOVELAS	1940	2330	14	350	22	11.31	14.22	16.82			
DOVELAS	1650	2100	13	450	23	8.67	11.07	13.28			
DOVELAS	1790	2260	14	450	24	9.16	11.50	16.44			
DOVELAS	1930	2420	14	480	25	12.86	15.08	19.44			
DOVELAS	1670	2100	13	415	23	10.90	16.84	18.60			
DOVELAS	1650	2100	13	405	24	9.58	14.42	16.93			
DOVELAS	1780	2270	14	490	22.5	10.33	11.42	15.89			
DOVELAS	1640	2110	13	360	23	9.58	14.04	18.37			
DOVELAS	1650	2110	13	305	24	8.71	13.15	17.77			
DOVELAS	1930	2450	15	470	23	8.54	12.93	16.15			
DOVELAS	1650	2130	13	440	24	7.65	12.60	15.89			
DOVELAS	1920	2420	15	375	22.5	13.91	16.46	17.95			
DOVELAS	1670	2110	13	350	22.5	10.74	13.93	17.58			
DOVELAS	1640	2110	13	305	22.5	10.96	14.63	18.93			
DOVELAS	1660	2120	13	340	23	10.74	15.07	20.66			
DOVELAS	1630	2120	13	310	24	7.57	11.93	14.24	10.38	13.63	16.94
DOVELAS	1660	2110	13	350	24	11.07	13.77	16.48			
DOVELAS	1670	2110	13	330	23.5	12.60	16.15	16.77			
DOVELAS	1650	2110	13	460	24	10.74	12.16	14.93			
DOVELAS	1650	2100	13	405	23	10.60	12.44	15.35			
DOVELAS	1790	2280	14	515	23	10.19	12.16	15.37			
DOVELAS	1920	2440	15	540	22	11.50	15.40	16.82			
DOVELAS	1650	2100	13	455	22	9.59	12.30	17.65			
DOVELAS	1660	2090	13	450	24	9.64	11.87	15.51			
DOVELAS	1670	2090	13	410	23	10.77	12.75	16.74			
DOVELAS	1640	2090	13	420	22	9.97	15.97	17.77			
DOVELAS	1640	2100	13	380	25	10.27	12.26	15.32			
DOVELAS	1520	1940	12	450	24	10.70	12.71	17.48			
DOVELAS	1660	2100	13	320	23	12.68	16.08	17.44			
DOVELAS	1750	2140	13	350	24.5	10.94	14.21	19.65			

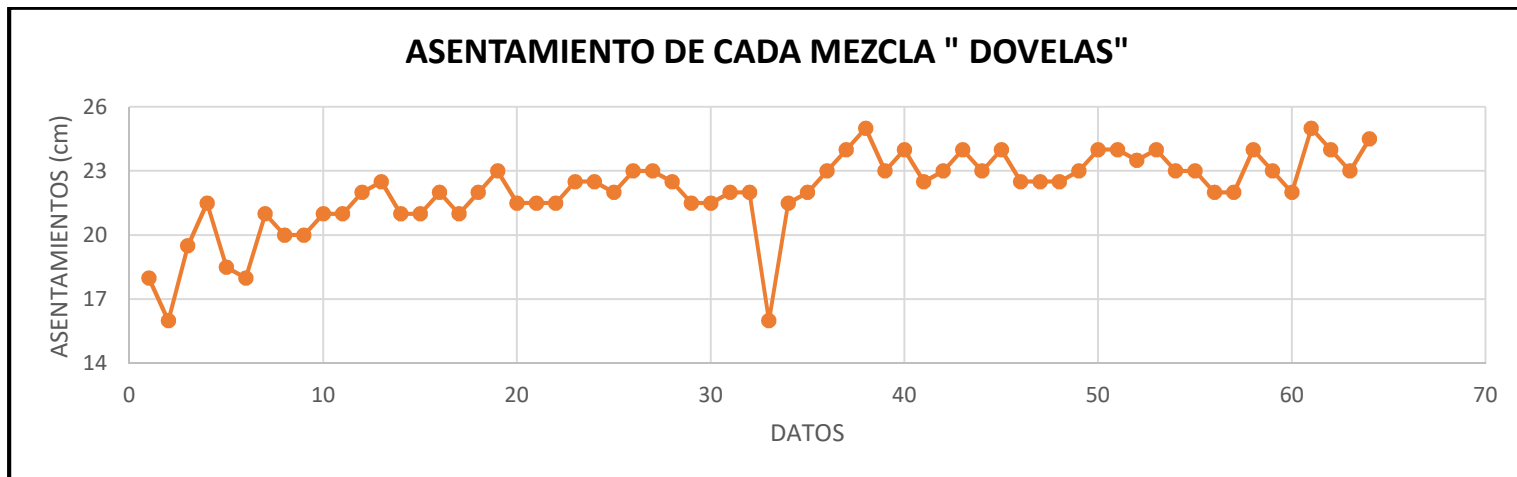
Fuente: Propia

Grafica D1: Consumo De Agua De Cada Mezcla "Dovelas"



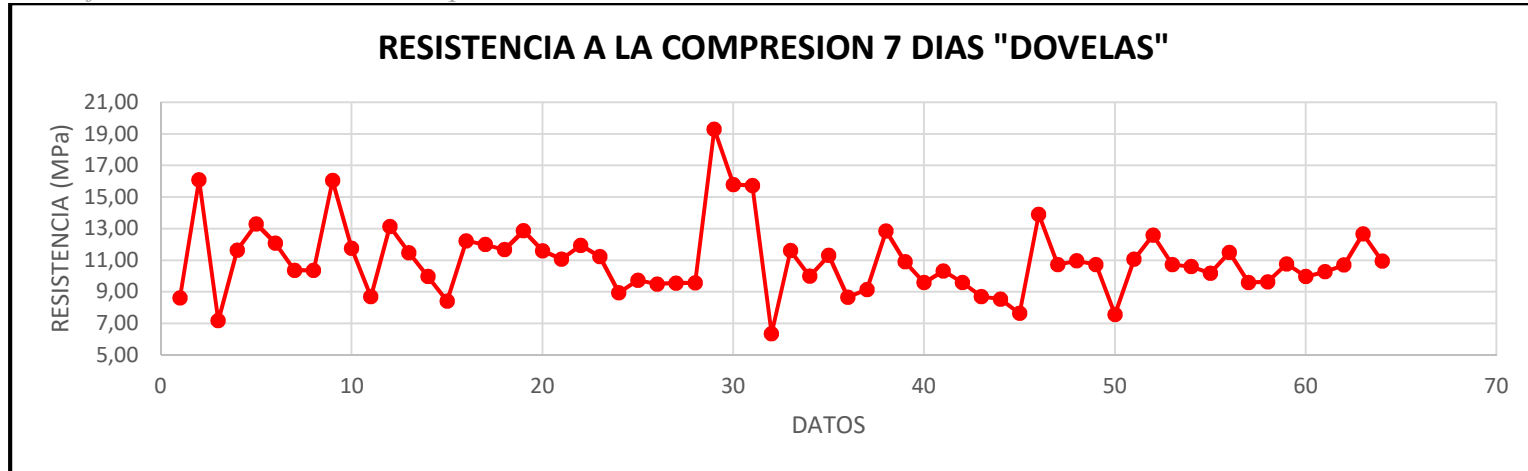
Fuente: Propia

Grafica D2: asentamiento de cada mezcla "Dovelas"



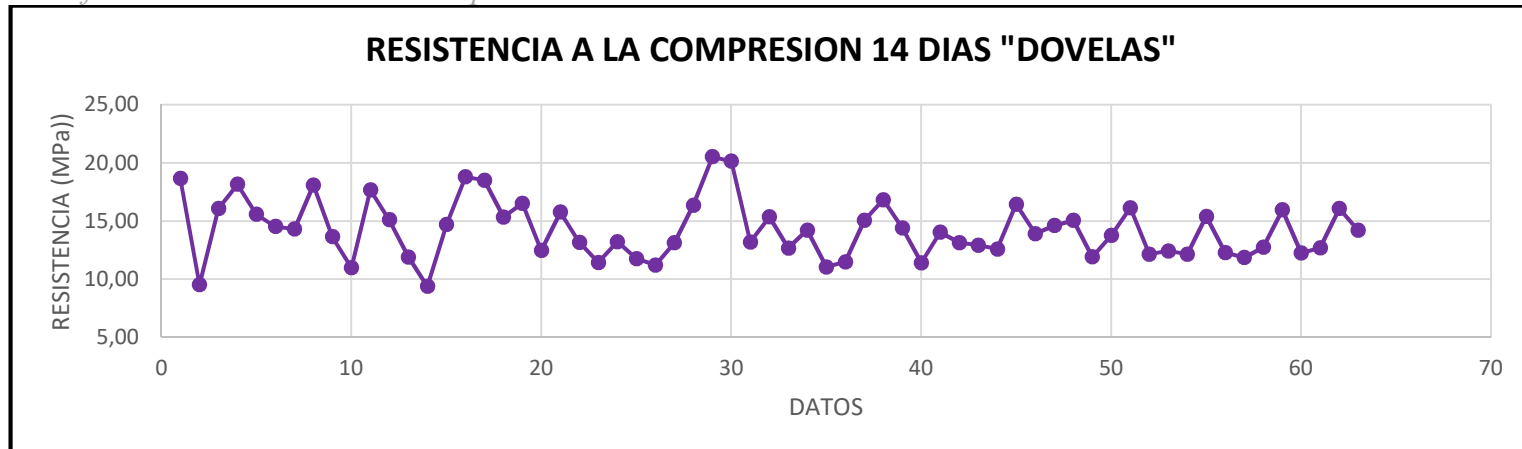
Fuente: Propia

Grafica D3 resistencia a la compresión 7 días "Dovelas"



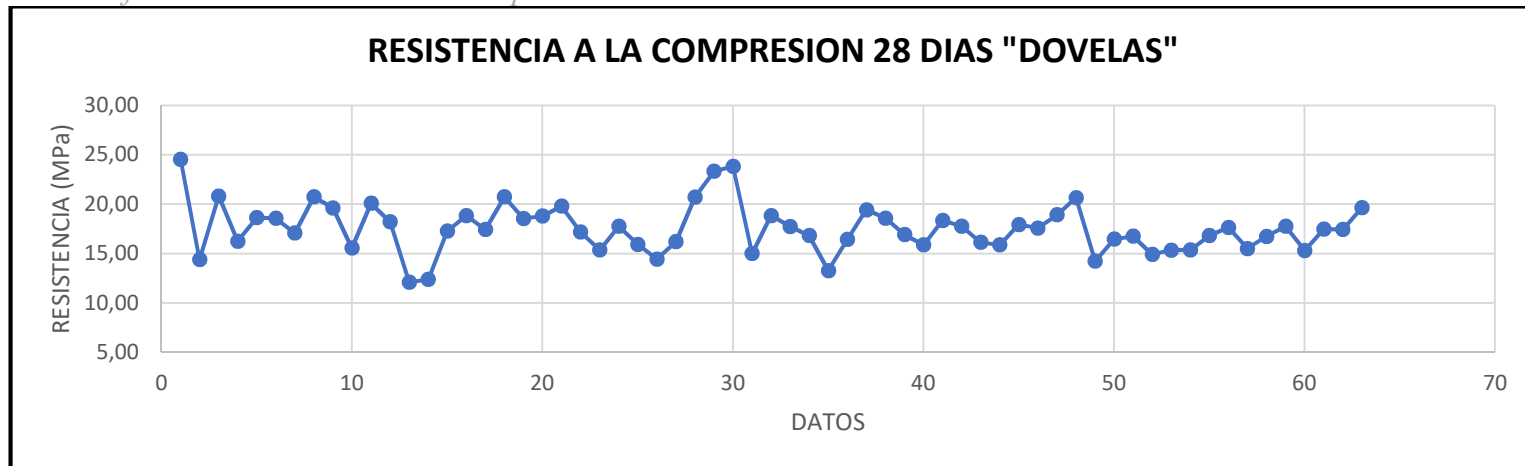
Fuente: Propia

Grafica D4 Resistencia A La Compresión 14 Días "Dovelas"



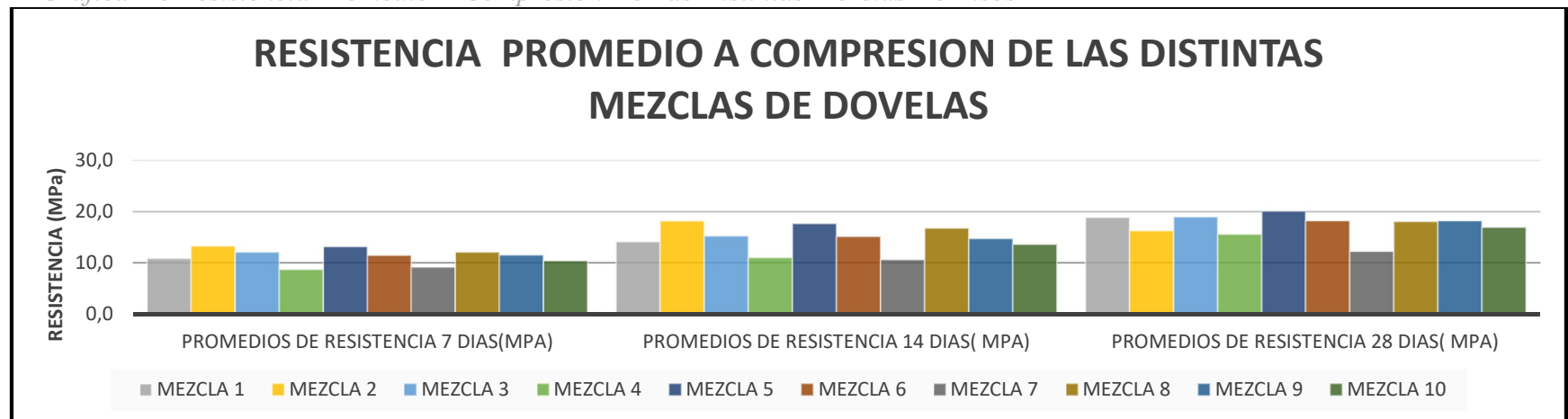
Fuente: Propia

Grafica D5 Resistencia A La Compresión 28 Días "Dovelas"



Fuente: Propia

Grafica D6 Resistencia Promedio A Compresión De Las Distintas Mezclas De Pisos



Fuente: Propia

Anexo. Resistencias en MPa