

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Arquitectura, Ingeniería Civil y del Ambiente

Escuela Profesional De Ingeniería Civil



**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO -
MECÁNICAS DE LOS CEMENTOS COMERCIALES PORTLAND TIPO IP, HE
Y HS, EN LA REGIÓN AREQUIPA”**

Tesis Presentada por el Bachiller:

Carlos Gonzales, Luis Antonio

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Asesor:

Mgtr. Díaz Galdós, Miguel Renato

AREQUIPA – PERU

2019

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS

VISTO

El BORRADOR DE TESIS Titulado:

"Análisis Comparativo de las Características
Físico Mecánicas de los Cementos comerciales Portland
tipo IP, HE y HS, en la región Arequipa"

Presentado por el (la) (los) Bachiller (es):


Luis Antonio Carlos Gonzales

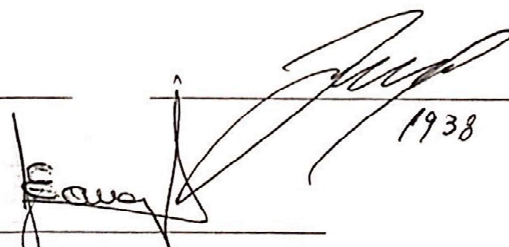
Nuestro DICTAMEN es:

APROBADO

OBSERVACIONES:

Arequipa, 24 de Abril del 2018


1949


1938
2778

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad Católica de Santa María, presento la tesis de investigación que por título lleva:

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO - MECÁNICAS DE LOS CEMENTOS COMERCIALES PORTLAND TIPO IP, HE Y HS, EN LA REGIÓN AREQUIPA”

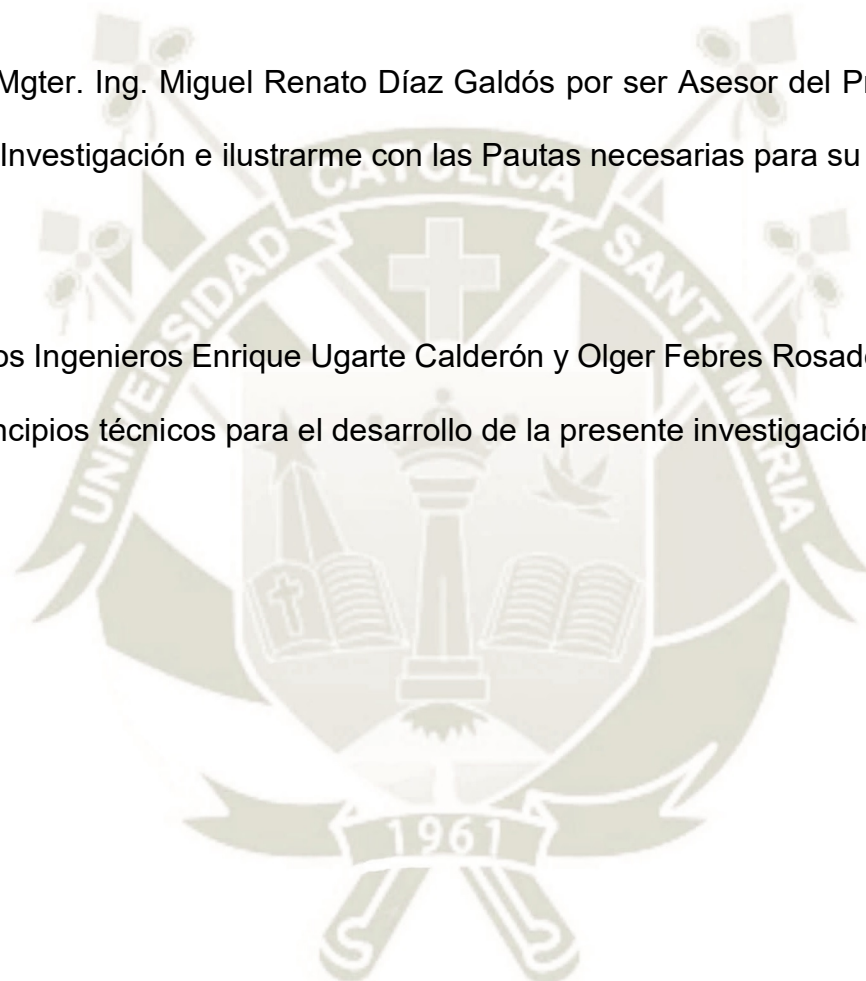
Tema de investigación que fue realizado en el Laboratorio de suelos y Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Santa María.

Bach. Luis Antonio Carlos Gonzales

AGRADECIMIENTO

Al Mgter. Ing. Miguel Renato Díaz Galdós por ser Asesor del Presente Trabajo de Investigación e ilustrarme con las Pautas necesarias para su elaboración.

A los Ingenieros Enrique Ugarte Calderón y Olger Febres Rosado por brindarme principios técnicos para el desarrollo de la presente investigación.



DEDICATORIA

A Dios, por brindarme la Fe que me motiva a cumplir los objetivos trazados en mi vida.

A mi Padre Lucio, la persona más Buena que conozco de este mundo quien nunca dejo de creer en mis sueños y metas, solo espero llegar siquiera a ser la mitad del gran Padre que eres.

A mi Madre Rina, por ser quien inicio todo este camino aquella vez que me enviaste en la parte delantera del Bus para Arequipa, solo espero te sientas orgullosa de mi como yo lo estoy de ti.

A mi Hermana Daniela, por cuidarme siempre y ser la cómplice leal de mi niñez, por ser la brújula y modelo que siempre guio mi camino con tu gran carisma y nobleza.

A Tracy Velarde por ser la persona que me brinda su apoyo en todo momento y con su cariño me hace ver la vida de forma distinta, Te Amo.

A mi Familia, por ser el mejor ejemplo del éxito y de la complejidad que ello concierne.

A mi Alma Mater, La Universidad Católica de Santa María, por brindarme la Educación Profesional y Formación de Vida.

ÍNDICE

<u>INDICE DE TABLAS</u>	<u>IX</u>
--------------------------------------	------------------

<u>ÍNDICE DE GRAFICOS.....</u>	<u>XIII</u>
---------------------------------------	--------------------

<u>RESUMEN</u>	<u>XIV</u>
-----------------------------	-------------------

<u>ABSTRACT</u>	<u>XV</u>
------------------------------	------------------

<u>CAPÍTULO I: GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN</u>	<u>- 2 -</u>
---	---------------------

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:	- 2 -
1.1.1. ANTECEDENTES:	- 2 -
1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:	- 2 -
1.1.3. DESARROLLO DE LA PROBLEMÁTICA:.....	- 3 -
1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN:	- 4 -
1.2.1. OBJETIVO GENERAL:	- 4 -
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	- 4 -
1.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	- 5 -
1.4. HIPÓTESIS:	- 6 -
1.5. LIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN:	- 6 -
1.6. VIABILIDAD	- 7 -

<u>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</u>	<u>- 9 -</u>
--	---------------------

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	- 9 -
2.2 BASES TEÓRICAS	- 9 -
2.2.1 CEMENTO PORTLAND IP	- 9 -
2.2.2 PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS CEMENTOS	- 16 -
2.2.3 AGREGADO FINO	- 17 -
2.2.4 AGREGADO GRUESO	- 20 -
2.2.5 AGUA.....	- 22 -
2.3 ENSAYOS Y PRUEBAS DEL CONCRETO	- 23 -
2.3.1 CONSISTENCIA NORMAL	- 23 -
2.3.2 CONTENIDO DE AIRE	- 25 -
2.3.3 FACTOR DE COMPACIDAD	- 25 -
2.3.4 PESO UNITARIO	- 26 -
2.3.5 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	- 27 -
2.3.6 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	- 29 -
2.3.7 TEMPERATURA	- 30 -

2.3.8 TIEMPO DE FRAGUADO	- 31 -
2.3.9 TRABAJABILIDAD.....	- 34 -
<u>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....</u>	- 37 -
3.1 TIPO DE LA INVESTIGACIÓN.....	- 37 -
3.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN	- 37 -
3.3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	- 37 -
3.4 VARIABLES.....	- 38 -
<u>CAPÍTULO IV: RESULTADOS DE ENSAYOS DE LOS MATERIALES</u>	- 42 -
4.1 CEMENTO.....	- 42 -
4.1.1 CEMENTO IP	- 42 -
4.1.2 CEMENTO HE.....	- 42 -
4.1.3 CEMENTO HS.....	- 43 -
4.2 AGREGADO FINO	- 43 -
4.2.1 GRANULOMETRÍA	- 43 -
4.2.2 PESO UNITARIO SUELTO (PUS).....	- 45 -
4.2.3 PESO UNITARIO COMPACTADO (PUC).....	- 46 -
4.2.4 PESO ESPECÍFICOS Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	- 46 -
4.2.5 CONTENIDO DE HUMEDAD	- 48 -
4.2.6 CONTENIDO DE IMPUREZAS ORGÁNICAS.....	- 48 -
4.3 AGREGADO GRUESO	- 49 -
4.3.1 GRANULOMETRÍA	- 49 -
4.3.2 PESO UNITARIO SUELTO (PUS).....	- 50 -
4.3.3 PESO UNITARIO COMPACTADO (PUC).....	- 51 -
4.3.4 PESO ESPECÍFICOS Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	- 52 -
4.3.5 CONTENIDO DE HUMEDAD	- 52 -
4.3.6 RESISTENCIA A LA ABRASIÓN Y DESGASTE.....	- 53 -
4.4 CUADRO DE RESULTADOS.....	- 55 -
<u>CAPÍTULO V: DISEÑOS DE MEZCLAS.....</u>	- 57 -
5.1 DISEÑOS DE MEZCLA.....	- 57 -
5.2 MÉTODO DEL COMITÉ 211 ACI.....	- 58 -
5.2.1 SECUENCIA DE DISEÑO.....	- 58 -
5.2.2 DISEÑO DE MEZCLA CON CEMENTO IP	- 64 -
PRESENTAMOS EL DISEÑO EN FUNCIÓN DE LOS ÍTEMS DEL ACÁPITE 05.02.....	- 64 -
5.2.3 DISEÑO DE MEZCLA CON CEMENTO HE	- 66 -
5.2.4 DISEÑO DE MEZCLA CON CEMENTO HS	- 68 -
5.3 MÉTODO DEL MÓDULO DE FINEZA DE COMBINACIÓN DE AGREGADOS.....	- 70 -

5.3.1 SECUENCIA DE DISEÑO.....	- 70 -
5.3.2 DISEÑO DE MEZCLA CON CEMENTO IP.....	- 77 -
5.3.3 DISEÑO DE MEZCLA CON CEMENTO HE.....	- 79 -
5.3.4 DISEÑO DE MEZCLA CON CEMENTO HS.....	- 81 -
5.4 MÉTODO DE WALKER.....	- 83 -
5.4.1 SECUENCIA DE DISEÑO.....	- 83 -
5.4.2 DISEÑO DE MEZCLA CON CEMENTO IP.....	- 90 -
5.4.3 DISEÑO DE MEZCLA CON CEMENTO HE.....	- 92 -
5.4.4 DISEÑO DE MEZCLA CON CEMENTO HS.....	- 94 -
<u>CAPÍTULO VI: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....</u>	<u>- 97 -</u>
6.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F'c = 280$ KG/CM² CEMENTO IP.....	- 97 -
6.1.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F'c = 280$ KG/CM² MÉTODO ACI.....	- 97 -
6.1.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F'c = 280$ KG/CM² MÉTODO MODULO DE FINEZA .-	99
-	-
6.1.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F'c = 280$ KG/CM² MÉTODO WALKER.....	- 101 -
6.2 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F'c = 280$ KG/CM² CEMENTO HE.....	- 103 -
6.1.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F'c = 280$ KG/CM² MÉTODO ACI.....	- 103 -
6.1.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F'c = 280$ KG/CM² MÉTODO MODULO DE FINEZA.....	- 105 -
6.1.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F'c = 280$ KG/CM² MÉTODO WALKER.....	- 107 -
6.3 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F'c = 280$ KG/CM² CEMENTO HS.....	- 109 -
6.1.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F'c = 280$ KG/CM² MÉTODO ACI.....	- 109 -
6.1.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F'c = 280$ KG/CM² MÉTODO MODULO DE FINEZA.....	- 111 -
6.1.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F'c = 280$ KG/CM² MÉTODO WALKER.....	- 113 -
6.4 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F'c = 280$ KG/CM² CEMENTO IP+A.....	- 115 -
6.1.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F'c = 280$ KG/CM² MÉTODO ACI.....	- 115 -
6.1.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F'c = 280$ KG/CM² MÉTODO MODULO DE FINEZA.....	- 117 -
6.1.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F'c = 280$ KG/CM² MÉTODO WALKER.....	- 119 -
6.5 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN $F'c = 280$ KG/CM².....	- 121 -
6.5.1 CEMENTO TIPO IP.....	- 121 -
6.5.2 CEMENTO TIPO HE.....	- 121 -
6.5.3 CEMENTO TIPO HS.....	- 122 -
6.5.4 CEMENTO TIPO IP + ACCELERANTE DE FRAGUA.....	- 122 -
6.6 ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO.....	- 123 -
6.6.1 CEMENTO TIPO IP.....	- 123 -
6.6.2 CEMENTO TIPO HE.....	- 124 -
6.6.3 CEMENTO TIPO HS.....	- 125 -
6.7 ENSAYO DE CONSISTENCIA NORMAL.....	- 126 -
6.8 ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE.....	- 127 -

6.9 ENSAYO DE TEMPERATURA	- 128 -
6.10 ENSAYO DE FACTOR DE COMPACIDAD.....	- 129 -
6.11 ENSAYO DE PESOS UNITARIOS	- 130 -
<u>CAPÍTULO VII: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS</u>	<u>- 132 -</u>
7.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F'c = 280 \text{ KG/CM}^2$ DISEÑO COMITÉ 211 ACI	- 132 -
7.2 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F'c = 280 \text{ KG/CM}^2$ DISEÑO MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS	- 134 -
7.3 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F'c = 280 \text{ KG/CM}^2$ DISEÑO WALKER.....	- 136 -
<u>CAPÍTULO VIII: ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS.....</u>	<u>- 138 -</u>
8.1 DISEÑO DE MEZCLA COMITÉ 211 ACI RESISTENCIA $F'c = 280 \text{ KG/CM}^2$	- 138 -
8.2 DISEÑO DE MEZCLA MODULO DE FINEZA DE COMBINACIÓN DE AGREGADOS RESISTENCIA $F'c = 280 \text{ KG/CM}^2$	- 141 -
8.3 DISEÑO DE MEZCLA WALKER RESISTENCIA $F'c = 280 \text{ KG/CM}^2$	- 144 -
CONCLUSIONES.....	- 147 -
<u>RECOMENDACIONES.....</u>	<u>- 151 -</u>
<u>LINEAS FUTURAS DE INVESTIGACION.....</u>	<u>- 152 -</u>
<u>BIBLIOGRAFIA.....</u>	<u>- 153 -</u>
<u>FUENTES INFORMATICAS</u>	<u>- 154 -</u>
<u>GLOSARIO.....</u>	<u>- 155 -</u>
<u>PANEL FOTOGRAFICO.....</u>	<u>- 156 -</u>
<u>ANEXOS.....</u>	<u>- 163 -</u>

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Evolución del Cemento en el Perú.....	- 10 -
Tabla 2: Componentes Químicos del Cemento, Boletín ASOCEM.....	- 14 -
Tabla 3: Propiedades Físicas del Cemento.....	- 16 -
Tabla 4: Parámetros de Granulometría de Agregado Fino.....	- 17 -
Tabla 5: Parámetro HUSO 67 Agregado Grueso.....	- 20 -
Tabla 6: Límites permisibles para agua de mezcla.....	- 22 -
Tabla 7: Tolerancia permisible para tiempo de curado.....	- 28 -
Tabla 8: Porcentaje de dispersión máxima.....	- 29 -
Tabla 9: Grado de Trabajabilidad y revenimiento del Concreto.....	- 34 -
Tabla 10: Operacionalización de Variables.....	- 38 -
Tabla 11: Análisis Granulométrico para 03 muestras de Agregado Fino.....	- 44 -
Tabla 12: Peso Unitario Suelto de Agregado Fino.....	- 46 -
Tabla 13: Peso Unitario Compactado de Agregado Fino.....	- 46 -
Tabla 14: Peso específico y Absorción del Agregado Fino.....	- 47 -
Tabla 15: Contenido de Humedad del Agregado Fino.....	- 48 -
Tabla 16: Contenido de Impurezas Orgánicas Agregado Fino.....	- 48 -
Tabla 17: Análisis Granulométrico para 03 muestras de Agregado Grueso.....	- 49 -
Tabla 18: Análisis Granulométrico para 03 muestras de Agregado Grueso.....	- 50 -
Tabla 19: Peso unitario Suelto del Agregado Grueso.....	- 51 -
Tabla 20: Peso unitario compactado del Agregado Grueso.....	- 51 -
Tabla 21: Peso específico y Absorción del Agregado Grueso.....	- 52 -
Tabla 22: Contenido de Humedad del Agregado Grueso.....	- 52 -
Tabla 23: Granulometría de muestra para ensayo de los Ángeles.....	- 53 -
Tabla 24: Cantidad de esferas por granulometría de ensayo.....	- 53 -
Tabla 25: Porcentaje de desgaste del Agregado Grueso.....	- 54 -
Tabla 26: Resultados de Propiedades de los Materiales para diseño.....	- 55 -
Tabla 27: Resistencia requerida Comité 211 ACI.....	- 58 -
Tabla 28: Parámetros de Asentamiento Comité 211 ACI.....	- 59 -
Tabla 29: Contenido de Agua Comité 211 ACI.....	- 60 -
Tabla 30: Tamaño Máximo Nominal Comité 211 ACI.....	- 60 -
Tabla 31: Relación agua/cemento Comité 211 ACI.....	- 61 -
Tabla 32: Selección de Agregado Grueso Comité 211 ACI.....	- 61 -
Tabla 33: Diseño de Mezcla $f'c=280$ kg/cm ² Comité ACI 211 - Cemento IP.....	- 64 -
Tabla 34: Obtención de consistencia plástica Comité 211 ACI - Cemento IP.....	- 65 -
Tabla 35: Presentación de diseño Comité ACI 211 - Cemento IP.....	- 65 -
Tabla 36: Diseño de mezclas $f'c=280$ kg/cm ² Comité 211 ACI - Cemento HE.....	- 66 -
Tabla 37: Obtención de consistencia plástica Comité 211 ACI - Cemento HE.....	- 67 -
Tabla 38: Presentación de diseño Comité ACI 211 - Cemento HE.....	- 67 -
Tabla 39: Diseño de mezclas $f'c=280$ kg/cm ² Comité 211 ACI - Cemento HS.....	- 68 -
Tabla 40: Obtención de consistencia plástica Comité 211 ACI - Cemento HS.....	- 69 -
Tabla 41: Presentación de diseño Comité ACI 211 - Cemento HS.....	- 69 -

Tabla 42: Resistencia requerida Modulo de fineza.....	- 70 -
Tabla 43: Parámetros de Asentamiento Modulo de Fineza.....	- 71 -
Tabla 44: Selección de contenido de Agua Modulo de Fineza	- 72 -
Tabla 45: Contenido de Aire - Modulo de Fineza	- 72 -
Tabla 46: Selección de Relación a/c - Modulo de fineza.....	- 73 -
Tabla 47: Selección del Módulo de fineza de la combinación de agregados	- 74 -
Tabla 48: Diseño de Mezclas $f'c=280$ kg/cm ² Modulo de Fineza Cemento IP.....	- 77 -
Tabla 49: Obtención de consistencia plástica Modulo de Fineza - Cemento IP	- 78 -
Tabla 50: Presentación diseño de Mezcla Modulo de Fineza - Cemento IP	- 78 -
Tabla 51: Diseño de Mezclas $f'c=280$ kg/cm ² Módulo de Fineza - Cemento HE	- 79 -
Tabla 52: Obtención de consistencia plástica Módulo de Fineza - Cemento HE.....	- 80 -
Tabla 53: Presentación diseño de Mezcla Módulo de Fineza - Cemento HE.....	- 80 -
Tabla 54: Diseño de mezclas $f'c=280$ kg/cm ² Módulo de fineza - Cemento HS.....	- 81 -
Tabla 55: Obtención de consistencia plástica Módulo de Fineza - Cemento HS.....	- 82 -
Tabla 56: Presentación diseño de Mezcla Módulo de Fineza - Cemento HS.....	- 82 -
Tabla 57: Resistencia requerida Método Walker.....	- 83 -
Tabla 58: Selección de Asentamiento Método de Walker	- 84 -
Tabla 59: Selección de contenido de Agua - Método de Walker	- 85 -
Tabla 60: Selección de contenido de Aire - Método de Walker	- 85 -
Tabla 61: Selección relación a/c - Método de Walker.....	- 86 -
Tabla 62: Selección de porcentaje de Agregado fino - Método de Walker	- 87 -
Tabla 63: Diseño de mezcla $f'c=280$ kg/cm ² Método de Walker - Cemento IP.....	- 90 -
Tabla 64: Obtención de consistencia plástica Método de Walker - Cemento IP.....	- 91 -
Tabla 65: Presentación diseño de Mezcla Método de Walker - Cemento IP.....	- 91 -
Tabla 66: Diseño de mezclas $f'c=280$ kg/cm ² Método de Walker - Cemento HE.....	- 92 -
Tabla 67: Obtención de consistencia plástica Método de Walker - Cemento HE	- 93 -
Tabla 68: Presentación diseño de Mezcla Método de Walker - Cemento HE	- 93 -
Tabla 69: Diseño de mezclas $f'c=280$ kg/cm ² Método de Walker - Cemento HS.....	- 94 -
Tabla 70: Obtención de consistencia plástica Método de Walker - Cemento HS.....	- 95 -
Tabla 71: Presentación diseño de Mezcla Método de Walker - Cemento HS	- 95 -
Tabla 72: Resistencia Compresión 01 día Comité 211 ACI - Cemento IP.....	- 97 -
Tabla 73: Resistencia Compresión 03 días Comité 211 ACI - Cemento IP	- 97 -
Tabla 74: Resistencia Compresión 07 días Comité 211 ACI - Cemento IP.....	- 98 -
Tabla 75: Resistencia Compresión 14 días Comité 211 ACI - Cemento IP	- 98 -
Tabla 76: Resistencia Compresión 01 día Modulo de Fineza - Cemento IP	- 99 -
Tabla 77: Resistencia Compresión 03 días Modulo de Fineza - Cemento IP	- 99 -
Tabla 78: Resistencia Compresión 07 días Modulo de Fineza - Cemento IP	- 100 -
Tabla 79: Resistencia Compresión 14 días Modulo de Fineza - Cemento IP	- 100 -
Tabla 80: Resistencia Compresión 01 día Método de Walker - Cemento IP.....	- 101 -
Tabla 81: Resistencia Compresión 03 días Método de Walker - Cemento IP.....	- 101 -
Tabla 82: Resistencia Compresión 07 días Método de Walker - Cemento IP	- 102 -
Tabla 83: Resistencia Compresión 14 días Método de Walker - Cemento IP.....	- 102 -
Tabla 84: Resistencia Compresión 01 día Comité 211 ACI - Cemento HE	- 103 -

Tabla 85: Resistencia Compresión 03 días Comité 211 ACI - Cemento HE	103 -
Tabla 86: Resistencia Compresión 07 días Comité 211 ACI - Cemento HE	104 -
Tabla 87: Resistencia Compresión 14 días Comité 211 ACI - Cemento HE	104 -
Tabla 88: Resistencia Compresión 01 día Modulo de fineza - Cemento HE	105 -
Tabla 89: Resistencia Compresión 03 días Modulo de fineza - Cemento HE	105 -
Tabla 90: Resistencia Compresión 07 días Modulo de fineza - Cemento HE	106 -
Tabla 91: Resistencia Compresión 14 días Modulo de fineza - Cemento HE	106 -
Tabla 92: Resistencia Compresión 01 día Método de Walker - Cemento HE	107 -
Tabla 93: Resistencia Compresión 03 días Método de Walker - Cemento HE	107 -
Tabla 94: Resistencia Compresión 07 días Método de Walker - Cemento HE	108 -
Tabla 95: Resistencia Compresión 14 días Método de Walker - Cemento HE	108 -
Tabla 96: Resistencia Compresión 01 día Comité 211 ACI - Cemento HS	109 -
Tabla 97: Resistencia Compresión 03 días Comité 211 ACI - Cemento HS	109 -
Tabla 98: Resistencia Compresión 07 días Comité 211 ACI - Cemento HS	110 -
Tabla 99: Resistencia Compresión 14 días Comité 211 ACI - Cemento HS	110 -
Tabla 100: Resistencia Compresión 01 día Modulo de Fineza - Cemento HS	111 -
Tabla 101: Resistencia Compresión 03 días Modulo de Fineza - Cemento HS	111 -
Tabla 102: Resistencia Compresión 07 días Modulo de Fineza - Cemento HS	112 -
Tabla 103: Resistencia Compresión 14 días Modulo de Fineza - Cemento HS	112 -
Tabla 104: Resistencia Compresión 01 día Método de Walker - Cemento HS	113 -
Tabla 105: Resistencia Compresión 03 días Método de Walker - Cemento HS	113 -
Tabla 106: Resistencia Compresión 07 días Método de Walker - Cemento HS	114 -
Tabla 107: Resistencia Compresión 14 días Método de Walker - Cemento HS	114 -
Tabla 108: Resistencia Compresión 01 día Comité 211 ACI - Cemento IP+A	115 -
Tabla 109: Resistencia Compresión 03 días Comité 211 ACI - Cemento IP+A	115 -
Tabla 110: Resistencia Compresión 07 días Comité 211 ACI - Cemento IP+A	116 -
Tabla 111: Resistencia Compresión 14 días Comité 211 ACI - Cemento IP+A	116 -
Tabla 112: Resistencia Compresión 01 día Modulo de Fineza - Cemento IP+A	117 -
Tabla 113: Resistencia Compresión 03 días Modulo de Fineza - Cemento IP+A	117 -
Tabla 114: Resistencia Compresión 07 días Modulo de Fineza - Cemento IP+A	118 -
Tabla 115: Resistencia Compresión 14 días Modulo de Fineza - Cemento IP+A	118 -
Tabla 116: Resistencia Compresión 01 día Método de Walker - Cemento IP+A	119 -
Tabla 117: Resistencia Compresión 03 días Método de Walker - Cemento IP+A	119 -
Tabla 118: Resistencia Compresión 07 días Método de Walker - Cemento IP+A	120 -
Tabla 119: Resistencia Compresión 14 días Método de Walker - Cemento IP+A	120 -
Tabla 120: Resistencia Tracción $f'c=280$ kg/cm ² Cemento IP	121 -
Tabla 121: Resistencia Tracción $f'c=280$ kg/cm ² Cemento HE	121 -
Tabla 122: Resistencia Tracción $f'c=280$ kg/cm ² Cemento HS	122 -
Tabla 123: Resistencia Tracción $f'c=280$ kg/cm ² Cemento IP+A	122 -
Tabla 124: Ensayo aguja de vicat para Cemento IP	123 -
Tabla 125: Resultado de Tiempos de Fraguado - Cemento IP	123 -
Tabla 126: Ensayo aguja de vicat para Cemento HE	124 -
Tabla 127: Resultado de Tiempos de Fraguado - Cemento HE	124 -

Tabla 128: Ensayo aguja de vicat para Cemento HS	- 125 -
Tabla 129: Resultado de Tiempos de Fraguado - Cemento HS	- 125 -
Tabla 130: Ensayo de Consistencia normal.....	- 126 -
Tabla 131: Análisis comparativo de Consistencia Normal.....	- 126 -
Tabla 132: Ensayo de Contenido de Aire	- 127 -
Tabla 133: Análisis comparativo contenido de Aire.....	- 127 -
Tabla 134: Ensayo de Temperatura	- 128 -
Tabla 135: Análisis de Ensayo de Temperatura.....	- 128 -
Tabla 136: Ensayo de Factor de Compacidad.....	- 129 -
Tabla 137: Análisis ensayo de compacidad.....	- 129 -
Tabla 138: Ensayo de Pesos Unitarios	- 130 -
Tabla 139: Análisis de los Pesos Unitarios.....	- 130 -
Tabla 140: Comparación de Cementos por Variación de Porcentaje.	- 132 -
Tabla 141: Comparación por Variación de Porcentaje según Diseño Modulo de Fineza.	- 134 -
Tabla 142: Comparación por Variación de Porcentaje según Diseño Método Walker: .. 136 -	-
Tabla 143: Análisis de Costos unitarios para diseño Comité 211 ACI - Cemento IP- 138 -	-
Tabla 144: Análisis de Costos unitarios Diseño Comité 211 ACI - Cemento HE	- 139 -
Tabla 145: Análisis de Costos unitarios Diseño Comité 211 ACI - Cemento HS....	- 139 -
Tabla 146: Análisis de Costos unitarios Diseño Comité 211 ACI - Cemento IP+A. - 140 -	-
Tabla 147: Análisis de costos unitarios Diseño Modulo de fineza - Cemento IP	- 141 -
Tabla 148: Análisis de costos unitarios Diseño Modulo de Fineza - Cemento HE .-	- 142 -
Tabla 149: Análisis de costos unitarios Diseño Modulo de Fineza - Cemento HS .-	- 142 -
Tabla 150: Análisis de costos unitarios Diseño Modulo de Fineza - Cemento IP+A - 143 -	-
Tabla 151: Análisis de costos unitarios Diseño Walker - Cemento IP	- 144 -
Tabla 152: Análisis de costos unitarios Diseño Walker - Cemento HE.....	- 145 -
Tabla 153: Análisis de costos unitarios Diseño Walker - Cemento HS.....	- 145 -
Tabla 154: Análisis de costos unitarios Diseño Walker - Cemento IP+A	- 146 -

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfica 1: Fabricación de Clinker.....	- 13 -
Gráfica 2: Generación de Molienda.....	- 13 -
Gráfica 3: Expedición de Cemento.....	- 14 -
Gráfica 4: Curva Granulométrica del Agregado Fino.....	- 45 -
Gráfica 5: Curva Granulométrica del Agregado Grueso.....	- 50 -
Gráfica 6: Tiempo de Fraguado para Cemento IP.....	- 123 -
Gráfica 7: Resultado de Tiempos de Fraguado - Cemento HE.....	- 124 -
Gráfica 8: Resultado de Tiempos de Fraguado - Cemento HS.....	- 125 -
Gráfica 9: Comparación de Cementos según diseño Comité 211 ACI.....	- 132 -
Gráfica 10: Comparación de Cementos según diseño Modulo de Fineza.....	- 134 -
Gráfica 11: Comparación de Cementos según diseño Método de Walker.....	- 136 -



RESUMEN

En la presente investigación cualitativa y comparativa, denominado Análisis Comparativo de las características físico-mecánicas de los cementos comerciales portland tipo IP, HE y HS, en la región de Arequipa. Se presenta un diseño experimental, y tiene como objetivo principal el análisis comparativo de sus propiedades más significativas en estado fresco y endurecido.

El análisis determina el proceso de cada cemento para así evitar un pensamiento del cemento multipropósito y poder definir el cemento ideal para el diseño estructural que se rige a nueva era de la tecnología, asumiendo la necesidad de productividad en tiempos y costos, los datos que resultaron del análisis de los cementos con resistencia acelerada en comparación del cemento de uso típico y aditivo comercial.

Para tal motivo se desarrolló la presente investigación utilizando agregado grueso de $\frac{3}{4}$ " , utilizando los 03 diseños de mezclas; a) Comité ACI 211, b) Modulo de Fineza de la combinación de agregados y c) Método de Walker, a partir de los resultados obtenidos desarrollar un análisis comparativo de sus resultados tanto en estado fresco (Slump) y como en estado endurecido (resistencia a la tracción y compresión), adicionalmente se desarrolló el ensayo de tiempo de fragua para poder determinar el parámetro de tiempo que indican dichos cementos.

Palabras Claves: Cemento Portland, Cemento Portland HE, Cemento Portland HS, Diseño de Mezclas y Norma Técnica Peruana.

ABSTRACT

In the present qualitative and comparative study, called Comparative Analysis of the physical-mechanical characteristics of commercial Portland Type cements IP, HE and HS, in the region of Arequipa. The design of the research was experimental, and aims at comparative analysis of its most significant properties in fresh and hardened state.

The analysis determines the process of each cement to avoid a thought of the multipurpose cement and changing the idea of the specialty for each structural element that governs a new era of the technology, assuming the necessity of productivity in times and costs, data that resulted from the Analysis of cements with accelerated resistance in comparison to the cement of typical use and commercial additive.

For this reason the present investigation was developed using thick aggregate of $\frac{3}{4}$ " for each Type of Cement HE, HS and IP, within the 03 mix designs a) Committee ACI 211, b) Module of the combination of aggregates and C) Walker, from The results obtained to develop a comparative analysis of their results both in the slump and in the hardened state (tensile strength and compression), the weaving time test was also developed to be able to determine the time parameter indicated by said Cements.

Keywords: Portland cement, Portland Cement HE, Portland Cement HS, Mixture Design and Peruvian Technical Standar



CAPÍTULO I

CAPÍTULO I: GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema:

1.1.1. Antecedentes:

En la actualidad la industria de la construcción se ha convertido en sector más dinámico de la economía sin contar a la minería, el crecimiento poblacional y demanda interna de desarrollo influyen en su crecimiento de 14% anual durante la última década y de 298% la última década (*Crecimiento del consumo interno del Cemento, INEI*)

Cabe mencionar que esto va directamente relacionado con el material significativo dentro del concreto, el cemento como tal, la industria cementera en el Perú ha podido evolucionar hasta llegar a los mencionados cementos de tercera generación, la masiva creciente de las empresas y el mercado competitivo genera que se venga diferenciando por sus componentes y precios, pero con la misma finalidad.

Si bien los cementos HE y HS ya vienen siendo producidos a nivel regional los últimos años de modo pre mezclado y ventas big bag, su comercialización no llega al nivel del cemento portland IP, en la presente Tesis estudiaremos el comportamiento de estos cementos que vienen siendo utilizados en diversas obras de la ciudad de Arequipa.

1.1.2. Formulación del Problema:

Debido a la creciente demanda en los proyectos de construcción en general y el uso primordial del concreto, se busca optimizar el trabajo

evitar un idea del cemento multipropósito; podemos ver que un concreto convencional requiere de mucho tiempo para obtener su resistencia y fraguado óptimo lo cual genera pérdidas de tiempo en obra.

1.1.3. Desarrollo de la Problemática:

En la actualidad, en el mercado competitivo de las empresas constructoras los productos finales exigen un mayor estándar de calidad que a su vez significa un buen trabajo, dentro del cual el insumo fundamental resulta ser el concreto, el cual ha sido sometido a muchas innovaciones donde el Perú no ha podido desarrollar su utilización en los proyectos de construcción. (*Foro Económico Mundial (WEF) Puesto 61 de 144 Países en Innovación América Latina 2016*).

Hoy en día se presenta los cementos de tercera generación con una evolución que se presenta en cementos especializados, desterrando la idea del cemento multipropósito; generando acelerar los procesos constructivos con resistencias adecuadas y características propias de cada proyecto.

La realización de los proyectos a nivel de toda la región de Arequipa describe muchas variables, y un control de ingredientes para cada estructura específica, siendo muy económico la utilización de un concreto que posea las mismas características y con un precio competitivo y considerado con propiedades especiales según NTP 334.009 (Requisitos de Cemento Portland)

1.2. Objetivos de la Investigación:

1.2.1. Objetivo General:

Realizar un concreto con resistencia acelerada mediante pruebas de laboratorio, a partir de diseños de mezcla convencional con la utilización de cemento portland HE HS, IP e IP más aditivo acelerante utilizando agregado de $\frac{3}{4}$ " para la mezcla, y de este modo poder solucionar el problema de los elementos estructurales puesto en obra según su diseño específico.

1.2.2. Objetivos Específicos:

Conocer la calidad de los cementos comerciales portland tipo IP, HE y HS, para la realización del concreto con resistencia acelerada y resistencia a sulfatos.

La realización de ensayos en estado fresco según la norma americana ASTM (*American Section of the International Testing Materials*) para el caso específico de concretos con resistencia acelerada.

Determinar las propiedades físicas del agregado de $\frac{3}{4}$ " en la elaboración del concreto con resistencia acelerada.

Realizar ensayos a compresión y tracción indirecta/diametral de testigos hechos de concreto con resistencia acelerada a edades tempranas (1, 3, 7 y 14 días) y con los resultados analizar para determinar un diseño óptimo.

Realizar ensayo con las Agujas de Vicat, para conocer el tiempo de fraguado del concreto a realizar.

Obtener características propias de cada tipo de cemento, factor de compactación, peso unitario, contenido de aire y trabajabilidad.

Obtener las características, ventajas, desventajas, eficiencia y costos, logrados con diseños hechos con materiales de las canteras de la ciudad de Arequipa.

1.3. Justificación del estudio

La presente tesis de laboratorio busca elaborar un concreto que alcance alta resistencia en menor cantidad de tiempo utilizando un tipo de cemento comercial para mejorar su desempeño y puesta en servicio, de este modo se reducirán los costos en cuanto al tiempo de uso del encofrado en elementos estructurales y en la ejecución. Además de realizar una comparación de los tipos de cementos más comerciales dentro de la región, de esta forma brindar una información correcta sobre cual se comporta de mejor manera de acuerdo a las distintas necesidades.

Generar una variedad clasificada para el uso del Cemento HE y HS, en función de sus características y control de sus ingredientes para conjugarse con el cumplimiento de previsiones igualmente eficaces en relación del diseño y especificaciones.

1.4. Hipótesis:

La Hipótesis Principal plantea obtener un grado más alto de resistencia a la compresión a edades tempranas para el caso del cemento tipo HE, en comparación con el cemento tipo IP más aditivo acelerante, Cemento tipo IP y Cemento tipo HS.

Se plantea obtener un tiempo de fraguado menor en el caso del Cemento tipo HS, en comparación del cemento tipo IP, cemento tipo HE y cemento tipo IP más aditivo acelerante.

Se busca obtener una mayor trabajabilidad en los cementos tipo HE y tipo HS debido a su peso específico y sus relaciones de agua cemento en comparación con el cemento tipo IP.

1.5. Limitación de la investigación:

La falta de equipo de Laboratorio específico para ensayos de tiempo óptimo de Fraguado, y por lo mismo la adquisición de un PENETROMETRO o agujas de Vicat para cumplir con la norma ASTM C-403.

Los cementos a emplear debe de cumplir con características y normas específicas, por lo tanto la obtención del mismo es más compleja.

Se acondicionara la prensa del laboratorio para realizar ensayos a tracción indirecta.

El traslado de agregado de $\frac{3}{4}$ " hacia el laboratorio de las diferentes canteras de la ciudad de Arequipa.

1.6. Viabilidad

Fuentes de información relacionadas con el tema en investigación.

Acceso a la biblioteca virtual Cybertesis de la Universidad Católica de Santa María

Autorización del Director de Programa para el uso del Laboratorio de Ensayos de Materiales de la Universidad Católica de Santa María.

Autorización del coordinador de laboratorios de Ingeniería Civil, Ing. Alejandro Hidalgo Valdivia.

Asesoramiento por el Mgter. Miguel Renato Díaz Galdós, Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y del Ambiente.



CAPÍTULO II

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

La Presente tesis es experimental del tipo descriptivo, y tiene como desarrollo describir las propiedades de los cementos tipo HE, HS e IP.

La Presente tesis describe los aspectos históricos de la evolución de este material dentro de nuestra región y la presentación de los cementos de tercera generación para una pronta consolidación dentro de nuestro mercado. Cabe recalcar las limitaciones de estudio, por lo cual es necesario realizar ensayos más detallados sobre el comportamiento de los Cementos descritos.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Cemento Portland IP

a) Aspectos Generales del Cemento Portland IP

El cemento se define como un material aglomerante con propiedades adhesivas y cohesivas con la facultad de unir fragmentos sólidos, para formar un material resistente y durable, dentro del cual se incluye los materiales cementantes como cales, asfaltos.

Dentro de ellos se registran los cementos calcáreos que tengan propiedades hidráulicas, es decir, que logren sus propiedades con la presencia de agua (fraguado y resistencia), como consecuencia de la reacción química entre los dos materiales.

Tabla 1: Evolución del Cemento en el Perú.

EVOLUCION DEL CEMENTO EN EL PERU	
1864	Introducción del Arancel de Aduanas, para el denominado Cemento Romano.
1869	Primera Obra con el llamado cemento romano, obras de canalización de lima
1902	Importación de 4.5 toneladas de cemento como principal material de construcción.
1904	Ingeniero Michel Ford publico estudio sobre los yacimientos calizos de Atocongo y proyecciones para la fabricación de cemento.
1915	Llega al Perú la compañía norteamericana Foundation Co. Que explota las canteras de Atocongo.
1916	La Compañía de Cemento Peruana compra los hornos a Foundation Co. y se instala en Rímac la primera planta peruana de Cemento.
1928	Se detallan las primeras especificaciones sobre cementos y reglamentos para construcción, según el Ministerio de Fomento y Obras Públicas del Estado.
1937	Se inicia la fabricación del Clinker, cambiando el desarrollo del proceso de fabricación del cemento.
1956	Se crea la empresa Cemento Andino en Tarma a 4,000.00 msnm, siendo la primera del sector privado en fabricación del cemento.
1956	Se empieza a desarrollar la idea de Cemento Pre mezclado con la empresa COPRESA.
1957	Se crea la empresa Cementos Pacasmayo S.A, dando lugar al mercado privado con pluralidad de fabricación.
1963	Se inicia operación de nueva tecnología del cemento en Condorcocha horno con proceso seco a intercambiar de calor.
1966	Se crea Cemento Yura S.A. que aporta un eje de desarrollo a toda la macro región sur del país siendo hasta la fecha el principal proveedor de toda la zona sur del Estado.

1967	Cemento Andino desarrolla cementos de segunda generación con desarrollos de hornos y molinos de 300 Toneladas por día, siendo la fábrica más grande del mundo de la época.
1987	Planta de Condorcocha desarrolla Cementos de Tercera Generación con la Horno doble intercambiar de calor y pre calcinador en línea.
1959	Se crea la planta de Cementos Chilca.
1962	Se dicta la primera Norma peruana para concreto y su producción según INANTIC.
1967	Se cambia la razón a Cementos Lima S.A, a partir de nuevos hornos y procesos.
1970	Se dicta la Segunda Norma Peruana para concretos desde su producción y calidad, a través de ITINTEC
1971	ACI publica código 318, la cual es referencia para las disposiciones de la norma E.060
1976	Se masifica el concreto Pre mezclado a partir de la creación de HORMEC, y así la pluralidad de producción dentro del mercado local.
1980	Cemento Yura inicia fabricación de cementos de segunda generación con lo cual entra al mercado internacional en las regiones de Chile y Bolivia.
1989	Se inicia exportaciones a gran escala desde Muelle Conchan, por 1 millón de toneladas al año con destinos de Chile y Panamá.
1992	Se dicta la Tercera edición de la Norma peruana para producción, sector técnico y calidad de consumo de concretos, a través de INDECOPI.
1996	Desarrollo a gran escala del concreto Premezclado con funciones de alto rendimiento a partir de la unión de 02 empresas de cemento premezclado más antiguas.
2014	Se dicta la cuarta edición de la Norma Peruana que es hasta la fecha la que se mantiene en vigencia, además se crea el sistema nacional de calidad y el Instituto Nacional de Calidad INACAL.

Fuente: Elaboración propia.

c) Obtención y Preparación del Cemento Portland IP

El proceso inicia con la recolección de las materias primas de las canteras en su mayoría a cielo abierto como en Arequipa. Una vez extraído y clasificado el material, este se tritura hasta el punto de granulometría de molienda y se dirige a la fábrica mediante fajas transportadoras al parque de pre homogeneización, aquí se almacena en capas de forma controlada. Es aquí donde se prepara la dosificación adecuada de los distintos componentes reduciendo su variabilidad.

Posteriormente, el material se muele en molinos verticales o de bolas para reducir su tamaño (harina o crudo) y se almacena en un silo para incrementar la uniformidad de la mezcla.

En el pre-calentador de ciclones, antes de su entrada al horno de Clinker, se distinguen 04 tipos de procesos: vía seca, vía húmeda, vía Semi húmeda y vía húmeda. En la actualidad las empresas peruanas prefieren el uso de la vía seca, el crudo desciende a contracorriente de los gases del horno a altas temperaturas, precalentando así el crudo a 1000°C antes de entrar al horno.

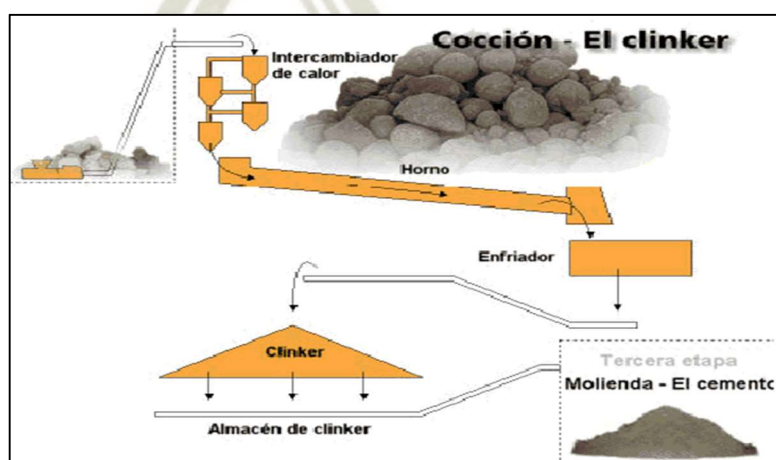
A medida de que avanza llega a las 1500°C se genera reacciones químicas que dan lugar al Clinker, en horno llega a una llama de 2000°C en ciertos casos cuenta con un llama secundaria que se encuentra en la torre del pre calentador, estos se alimentan con combustibles tradicionales.



Gráfica 1: Fabricación de Clinker.
Fuente: ASOCEM 2008.

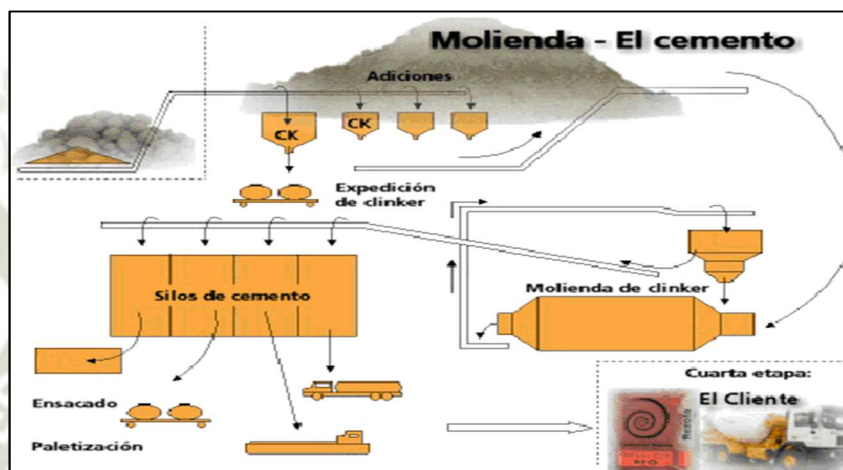
A la salida del horno, el Clinker se coloca en el enfriador que inocula aire frío del exterior para poder reducir su temperatura de los 1500°C a los 100°C.

A la salida del mismo el Clinker se combina con yeso y adiciones, en proporciones determinadas, dentro de un molino de cemento. Dentro de él, los materiales se trituran, se combinan y homogeneizan. Estos molinos pueden ser de rodillos y de bolas, dentro del mismo con bolas de acero se produce la tritutación, el polvo fino resulta; el Cemento.



Gráfica 2: Generación de Molienda.
Fuente: ASOCEM 2008.

El cemento se almacena en silos, separado según sus clases, antes del transporte que puede ser por carretera o ferrocarril según la cantidad deseada como en un camión cisterna.



Gráfica 3: Expedición de Cemento.
Fuente: ASOCEM 2008.

El cemento se clasifica según sus componentes para su característica química según la siguiente nomenclatura:

Tabla 2: Componentes Químicos del Cemento, Boletín ASOCEM.

OXIDO COMPONENTE	PORCENTAJE TIPICO	ABREVIATURA
CaO	62.5% - 64.5%	C
SiO ₂	19% - 22%	S
AL ₂ O ₃	4% - 6%	A
Fe ₂ O ₃	3% - 3.5%	F
SO ₃	2.3% - 2.6%	
MgO	0.9% - 2.99	

Fuente: ASOCEM 2008.

d) Tipos de cemento y sus aplicaciones

i) Sin Adición

Según la Norma NTP 334.009 de acuerdo a sus propiedades específicas están clasificados:

Tipo I: Uso General sin propiedades especiales

Tipo II: Uso General para moderada resistencia a los sulfatos

Tipo III: Uso General con Altas resistencias iniciales

Tipo IV: Para emplearse con bajo calor de hidratación

Tipo V: Para alta resistencia a los sulfatos

ii) Con Adición

GU: Uso General sin propiedades especiales

HE: Alta resistencia inicial

MS: Moderada resistencia a los sulfatos

HS: Alta resistencia a los sulfatos

MH: De moderado calor de hidratación

2.2.2 Propiedades Físicas y Mecánicas de los Cementos

Las propiedades físicas más importantes del cemento son:

Tabla 3: Propiedades Físicas del Cemento.

PROPIEDAD	DEFINICIÓN	ENSAYO	IMPORTANCIA
Finura	Es el grado de molienda del polvo, sus unidades están en m^2/kg .	Permeabilímetro de Blaine Turbidímetro de Wagner	A mayor finura, crece la resistencia pero aumenta el calor de hidratación y cambios de volumen.
Peso específico (NTP 334.005)	Se refiere al peso del cemento por unidad de volumen, se expresa en gr/cm^3 .	Ensayo de frasco de Le Chatelier	Importancia debido a estar directamente relacionado con el diseño de mezclas.
Tiempo de Fraguado (NTP 334.006)	Se denomina como el tiempo en que la mezcla pasa de un estado físico, se mide en minutos para determinar el fraguado inicial y final.	Agujas de Vicat	Importancia debido a la puesta en obra y endurecimiento de los concretos y morteros.
Estabilidad de Volumen (NTP 334.004)	Representa la verificación de los cambios volumétricos por la presencia de agentes expansivos, se expresa en %.	Ensayo de Autoclave	
Resistencia a la compresión (NTP 334.051)	Mide la capacidad mecánica del cemento, se expresa en Kg/cm^2 .	Ensayo a la compresión de probetas	Se ensaya a diferentes edades de 1 a 28 y su importancia radica en que decide la calidad de los concretos.
Contenido de aire (NTP 334.064)	Indica la cantidad de aire atrapado o retenido de mezcla (mortero), se expresa en cal/gr .	Ensayo de calorímetro de Langavant o el de la botella aislante, se emplea morteros estándar	Importancia que concretos con aire atrapado reduce su resistencia (5% del $f'c$ por cada 1% de aire)
Calor de Hidratación (NTP 334.064)	Mide el calor por la reacción exotérmica de la hidratación del cemento, se expresa en cal/gr .	Ensayo de calorímetro de Langavant o el de la botella aislante, se emplea morteros estándar	

Fuente: Elaboración Propia.

2.2.3 Agregado Fino

2.2.3.1 Granulometría

Representa la distribución por peso y tamaño que posee el agregado, de ello parte las propiedades del concreto debido a que genera mayor estabilidad volumétrica, resistencia y por ello conviene que cumplan con los parámetros de la norma y la masa del concreto sea compatible con la trabajabilidad.

- Normas: NTP 400.012 – ASTM C136/C33

Tabla 4: Parámetros de Granulometría de Agregado Fino

MALLA	PORCENTAJE QUE PASA
9.5 mm (3/8")	100
4.75 mm (#4)	95 - 100
2.36 mm (#8)	80 - 100
1.18 mm (#16)	50 - 85
600 µm (#30)	25 - 60
300 µm (#50)	10 - 30
150 µm (#100)	2 - 10

Fuente: NTP 400.012.

Se tamiza la muestra seca mayor a 500g a partir del cuarto, y se pesa el material retenido por malla, el ensayo se realizara 03 veces siendo el promedio el resultado para diseño.

2.2.2.2 Módulo de Fineza

A partir del ensayo de Granulometría que tengan iguales módulos de fineza independientemente de la gradación de sus partículas, el peso retenido en las mallas estándares, dan el modulo indicado de trabajabilidad y resistencia.

- Norma: NTP 400.012

$$MF = \left(\frac{\sum \left[\% \text{ Ret. Acum}(N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100) \right]}{100} \right) /$$

Según Norma ASTM

- MF debe ser no menor de 2.3 y no mayor de 3.1
- Entre los módulos 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad
- Entre los módulos 2.8 y 3.1 son más favorables para concretos de alta resistencia.

2.2.2.3 Peso Unitario Suelto (PUS)

Concepto para el manejo, transporte y almacenamiento de los agregados debido a que estos se hacen de manera suelta. Se usara invariablemente para la conversión de peso a volumen.

- Normas: NTP 400.012 - ASTM C 29

Colocar el material seco suavemente en el recipiente hasta el punto de derrame y nivelar con una carilla, repetir este proceso 03 veces para determinar su resultado promedio.

2.2.2.4 Peso Unitario Compactado (PUC)

Su valor es determinante para el 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 del hormigón.

- Normas: NTP 400.017 ASTM C 29

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 masa unitaria.

2.2.2.5 Contenido de Humedad (w)

Cantidad de agua retenida por partícula, la cual es directamente proporcional a la influencia de mayor o menor cantidad de agua necesaria en la mezcla.

- Normas: NTP 339.185 - ASTM C566

2.2.2.6 Porcentaje de Absorción (abs)

Cantidad de agua que llega a retener la partícula la cual influye en la mayor o menor cantidad de agua necesaria para la mezcla.

- Normas: NTP 400.022 ASTM C128

2.2.2.7 Impurezas Orgánicas

Limita las cantidades de impurezas orgánicas máximas que puede contener el agregado a utilizar a partir de la comparación con el patrón Gardner.

- Normas: NTP 400.013 ASTM C 40

2.2.4 Agregado Grueso

2.2.4.1 Granulometría

De ello parte las propiedades del concreto debido a que genera mayor estabilidad volumétrica, resistencia y por ello conviene que los agregados ocupen la mayor masa del concreto compatible con la trabajabilidad.

- Normas: NTP 400.037 - ASTM C136/33

Tabla 5: Parámetro HUSO 67 Agregado Grueso

MALLA	PORCENTAJE QUE PASA
1"	100%
$\frac{3}{4}$ "	100% - 90%
$\frac{3}{8}$ "	55% - 20%
#4	10% - 0%
#8	5% - 0%

Fuente: NTP 400.037.

Para el ensayo se toma una muestra seca mayor a 2000 gr a partir de cuarteo y se pesa el material retenido por malla, este proceso se repite 03 veces para obtener como resultado el promedio.

2.2.4.2 Modulo de Fineza

Índice de la finura del agregado, entre mayor sea, más grueso será el agregado.

Necesario para determinar las proporciones de los agregados tanto finos como gruesos.

- Norma: NTP 400.012

$$MF = \frac{(\sum \text{\% Ret. Acum}(1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4"))}{100}$$

2.2.4.3 Peso Unitario Suelto (PUS)

El procedimiento es el indicado por la norma mencionada, para la piedra se usa un recipiente metálico 1/3 pie³, ya que el TMN del agregado grueso es de 3/4".

- Norma: NTP 400.017 - ASTM C29

2.2.4.4 Peso Unitario Compactado (PUC)

Su valor es determinante para el diseño de mezclas, debido a que indica el peso de los agregados absolutos, similar al de la mezcla debido a que durante el proceso de colocación del hormigón también se compactada.

Se coloca el material según especificado la norma en un recipiente metálico de 1/3 pie³, ya que el TMN del agregado grueso es de 3/4".

- Norma: NTP 400.017 - ASTM C29

2.2.4.5 Contenido de Humedad (w)

Cantidad de agua retenida por partícula, la cual es directamente proporcional a la influencia de mayor o menor cantidad de agua necesaria en la mezcla.

- Normas: NTP 339.185 - ASTM C566

2.2.4.6 Porcentaje de Absorción (abs)

Cantidad de agua que llega a retener la partícula la cual influye en la mayor o menor cantidad de agua necesaria para la mezcla.

- Normas: NTP 400.022 - ASTM C128

2.2.4.7 Resistencia a la Abrasión

Valor producto del carguío y descarga de material en casos donde el material está sujeto al esponjamiento y desgaste por rozamiento; se prueba el desgaste mediante el empleo de la máquina de los ángeles.

- Normas: NTP 400.019 – 2002 ASTM C131

2.2.5 Agua

Agua potable que no tengan olores ni sabores pueden ser utilizadas en concreto, sin embargo algunas aguas no potables también pueden ser utilizadas siempre y cuando cumplan:

Norma: NTP 339.088

Tabla 6: Límites permisibles para agua de mezcla.

DESCRIPCIÓN	LÍMITES PERMISIBLES		
Sólidos en Suspensión	5000	ppm	Máximo
Materia Orgánica	3	ppm	Máximo
Alcalinidad (NaHCO ₃)	1000	ppm	Máximo
Sulfatos (ion SO ₄)	600	ppm	Máximo
Cloruros (ion CL ⁻)	1000	ppm	Máximo
Carbonatos y Bicarbonatos	1000	ppm	Máximo
PH	5 a 8		Máximo
Ion Férrico	1	ppm	Máximo

Fuente: NTP 339.088

- En la región suele usarse aguas no potables debido a la lejanía de las obras, en el desarrollo de la presente tesis se usara agua

del subsuelo del laboratorio por lo cual no describe estudio detallado del mismo.

- Dentro de ellas recomendaciones adicionales podemos tener:
- El agua deberá estar libre de azúcares o sus derivados al igual que sales de potasio o sodio.

2.3 Ensayos y Pruebas del Concreto

2.3.1 Consistencia Normal

- Normas: NTP 339.035 – ASTM C143

También considerado como revenimiento o “Slump Test”, es utilizado para describir el comportamiento del concreto fresco. Esta Prueba, desarrollada por Duff Abrams, fue aplicada en 1921 por el ASTM.

El ensayo se basa en medir el asentamiento de la mezcla en un molde tronco cónico, según la cantidad de diferencia entre el molde y la mezcla luego del desmoldado.

El resultado del ensayo indica su “consistencia” es decir su capacidad de adaptarse al tipo encofrado o forma con facilidad, sin perder homogeneidad con un mínimo de vacíos.

La consistencia es directamente proporcional por variaciones de la relación agua cemento o contenido de agua.

El equipo necesario para el ensayo depende de un tronco de cono o llamado cono de Abrams.

De forma de tronco la base superior mide 20 cm y la parte inferior 10 cm de diámetros respectivos, la altura del molde es 30cm.

Procedimiento del Ensayo:

El molde troncocónico debe estar sobre una superficie plana y humedecida inmóvil a su vez pisando las aletas del molde, de inmediato se vierte el concreto hasta un tercio del volumen. Se aplica apisonamiento con una varilla de punta esférica, aplicando 25 golpes, distribuidos por toda el área impacta.

En seguido se colocan otras dos capas de concreto con el mismo procedimiento, a un tercio restante del volumen del cono y varillando 25 golpes de manera que la barra esférica penetre la parte inferior.

La última capa se deberá llenar en reboso, para después enrasar con una regla metálica al final del apisonamiento., Se levanta el molde lenta y cuidadosamente en dirección vertical de la superficie, en caso de no cumplir se repetirá el proceso hasta este paso.

El concreto fresco se moldeara y la diferencia entre la altura del molde y la altura de la mezcla se denomina Slump y esta distancia se medirá en pulgadas para su posterior dato de diseño.

Un tiempo aproximado de desarrollo no debe exceder más de 02 minutos de los cuales el proceso de desmolde no debe tomar más de 05 segundos.

2.3.2 Contenido de Aire

- Normas: NTP 339.046 – ASTM C138

El contenido de aire tiene una relación directa con concretos expuestos a climas límites con ciclos de congelación y deshielo. Los vacíos microscópicos de aire en el concreto generan descansos de presión que alivian cuando se cristaliza, en efecto de su ausencia se escamara y/o astillara dando como resultado una falla en su durabilidad. Sin embargo, debemos ser cuidadosos de no tener demasiado aire incluido en el concreto ya que afecta directamente su resistencia.

En concretos diseñados para alcanzar 200 a 350 kg/cm² como del tema de investigación conforme se incrementa el contenido de aire en más de un 5%, habrá una reducción correspondiente en la resistencia del concreto.

Típicamente, esta reducción de resistencia es del 3 al 5% en relación al 1% de contenido de aire por encima de resultado de nuestro diseño.

2.3.3 Factor de Compacidad

- Norma: Norma BS 1881 part3

El Factor de compacidad del concreto, indica la capacidad de acomodamiento que tienen las partículas de los ingredientes solidos que lo componen.

El denominado “Factor de Compactación”, mide la cantidad de trabajo que se necesita para la compactación total de la mezcla y este consiste

en el cociente entre la densidad suelta de la mezcla, dividido entre la densidad de la mezcla compactada.

La prueba consiste en llenar el cono superior del compacimetro de Glanville con concreto depositándolo sin abrir su compuerta, para que no exista compactación adicional. De inmediato se abre la compuerta inferior para que caiga por gravedad y llene el segundo molde del compacimetro con lo que se homogeneiza la condición de compactación inicial.

Por Ultimo, después de enrasar el cono se libera el concreto de la segunda compuerta y el concreto cae por su propio peso para llenar un molde cilíndrico estándar.

La norma indica en que el resultado de la densidad se acerque más a la unidad (1), el diseño indicara mayor compacidad.

2.3.4 Peso Unitario

- Normas: NTP 339.046 – ASTM C138

Es el Peso del Concreto empleado en estructuras convencionales, tiene un peso unitario entre los parámetros de 2,240 y 2,400 kg/m³.

El peso unitario del concreto varia, dependiendo de la cantidad y de la densidad relativa del agregado y sus características, de la cantidad de aire atrapado o intencionalmente incluido, y de los contenidos de tipo cemento y agua o hasta a veces de aditivos, que su vez se ven afectados por el tamaño máximo del agregado.

Para el diseño de estructuras de concreto convencional y de las barras de refuerzo pesa 2400 kg/m³. Además del concreto convencional, existe una amplia variedad de otros concretos para hacer frente a otras necesidades.

Mientras el valor este dentro del rango 0.98 a 1.02, el rendimiento es aceptable y no conviene hacer correcciones a las proporciones hasta obtener un valor estable, en cuyo caso por una regla de 3, se recalculan las proporciones para obtener 1m³. (PASQUEL E. 1999)

$$P.U. = \frac{\text{Peso Total} - \text{Peso del Molde}}{\text{Volumen del Molde}}$$

2.3.5 Resistencia a la Compresión

- Normas: Norma 339.034 – ASTM C39

La resistencia del concreto se mida en estado sólido, por lo mismo que el procedimiento detalla en tomar muestras de testigos y llevarlas a la poza de curado para recién someterlas a las pruebas de compresión.

La resistencia a la compresión de un concreto ($f'c$) debe ser alcanzado a los 28 días, después del vaciado y realizado el curado respectivo, para la presente investigación se basa en edades tempranas de 1, 7, 14 y 28 días en una línea de proyección por las características de los cementos a usar y el tiempo para el cual se estima su uso.

Equipo en obra:

- Moldes cilíndricos, cuya longitud es el doble de su diámetro (6" x 12") o (4"x8") de doble hoja.

- Barra compactadora de acero liso. De 5/8" de diámetro y 60 cm de longitud. La barra será terminada en forma de semiesfera o redondeada.
- Cucharon para toma de muestras.
- Petróleo, como grasa mineral antiadherente del molde.

Los moldes deberán ser de material impermeable, no absorbente y no reactivo con el cemento a utilizar. Los moldes normalizados se construyen de acero. Eventualmente se usan de material plástico duro, de hojalata y de cartón parafinado.

La práctica se realiza con compactación cada 1/3 de capa, varillando a 25 golpes uniformemente, y enrasando la última capa, el desmolde se realizara 24 horas posteriores.

Tabla 7: Tolerancia permisible para tiempo de curado.

EDAD DE ENSAYO	TOLERANCIA PERMISIBLE
24 Horas	± 0.5 horas o 2.1%
3 días	± 2 horas o 2.8%
7 días	± 6 horas o 3.6%
28 días	± 20 horas o 3.0%

Fuente: Norma 339.034.

Para la presente tesis de investigación usamos probetas definidas de (6" x 12"), de material metálico y apertura a dos cuerpos por bisagras incluidas, en medida del porcentaje de dispersión y controlar para cada

caso por tal motivo definimos moldes grandes por su rango de resistencias individuales.

Tabla 8: Porcentaje de dispersión máxima

	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	RANGO ACEPTABLE DE RESISTENCIAS INDIVIDUALES POR CILINDRO	
6" x 12" (150mm x 300mm)			
Condiciones de laboratorio	2.40%	6.60%	7.80%
Condiciones de campo			
4" x 8" (100mm x 200mm)			
Condiciones de laboratorio	3.20%	9.00%	10.60%

Fuente: Norma 339.034.

2.3.6 Resistencia a la Tracción

- Norma: ASTM C31/C78

La resistencia a la tracción se medirá como una viga simplemente apoyada con carga en el punto medio, los resultados obtenidos se basan en un promedio de 06 datos.

Usaremos moldes de las dimensiones para ensayos a la compresión de 6" x 12" pulg. Doble hoja.

Varilla compactadora: debe ser de acero estructural, cilíndrico, lisa de 16 mm de diámetro y de longitud de 60 cm, la punta debe ser redondeada o semiesférica.

La utilización de la varilla o el vibrador para compactar, se hace de acuerdo a los criterios del ensayo de resistencia a la compresión, a menos que las especificaciones de la obra indiquen lo contrario.

- Asentamiento $> 7,5$ cm se debe utilizar varilla
- Asentamiento $< 2,5$ cm se debe utilizar vibrador
- Asentamiento entre $2,5$ y $7,5$ cm se puede utilizar varilla o vibradora, preferiblemente el método empleado en la obra.

La resistencia a la flexión del concreto se debe determinar como el promedio de al menos 04 probetas probadas al mismo tiempo de vaciado y con una proximidad de $0,1 \text{ kg/cm}^2$.

2.3.7 Temperatura

- Norma: NTP 339.184 – ASTM C1064

La principal consideración es cuando se generan cambios o condiciones extremas, el concreto debe ser: Manejado, colocado, compactado, acabado y curado cuidadosamente. Las condiciones extremas de calor o frío son la principal razón de fisuramiento o agrietamiento.

La hidratación de la pasta de concreto, genera en sus granos cristales microscópicos que crecen entrelazándose y después se engranan.

Si se presente temperaturas elevados durante el proceso de endurecimiento, la formación de cristales se acelera, al principio es positivo para la resistencia a la compresión. Pero de acuerdo a que estos ingredientes reaccionantes tienen una estructura poco ordenada, la

mezcla de concreto se vuelve más porosa y la resistencia a la compresión se debilita cada vez más que un concreto fresco, que se endurece aproximadamente 20°C. Por lo cual la pérdida de resistencia a 28 días es más de 10% cuando la temperatura del concreto fresco y la temperatura de endurecimiento pasan de 20°C a 30°C.

En clima frío, el agua congelada o muy fría demora el tiempo de fraguado, lo que puede causar costosos retrasos.

El concreto a temperaturas mínimas genera la formación interior de hielo. Esto genera una expansión que puede agrietar el concreto ya endurecido. Para evitar esto se podría mantener todos los materiales calientes, usar aditivos aceleradores de fragua o incorporadores de agua, mantener la mezcla de concreto superior a los 10°C los primeros días.

2.3.8 Tiempo de Fraguado

- Norma: NTP 334.006 – ASTM C191

El fraguado es el paso en una pasta o mezcla, del estado plástico al rígido, esto no tiene relación con el endurecimiento que es solo la ganancia de resistencia de la pasta o mezcla. Vemos dos tiempos de fraguados en el proceso en general:

Fraguado Inicial: Es el tiempo donde la pasta pierde fluidez y deja de ser plástica.

Fraguado Final: Es cuando la pasta termina el fraguado inicial hasta que comienza a ganar cierta resistencia (endurecimiento).

El cemento se vuelve un enlazante al combinarse con el agua, estas reacciones son las que dan el paso de estados físicos.

Después del Tiempo de fraguado inicial no se recomienda colocar el concreto, ya que la resistencia del concreto no asimila el nuevo concreto y produce disminución en su resistencia.

El Tiempo de Fraguado inicial del concreto convencional es de 150 minutos, al tener un clima templado, pero esto varía debido a ciudades donde la temperatura es mayor y el Tiempo de fraguado inicial disminuye y por el contrario en ciudades donde la temperatura es menor el Tiempo de fraguado inicial aumenta.

El tiempo de Fraguado Inicial y final influye directamente en los tiempos de obra debido a que marca los parámetros para operaciones de colocación y acabo del mismo.

Algunos factores que se ven involucrados en los tiempos de fragua son:

Relación agua/cemento: entre más líquida sea la pasta más tardará el tiempo de fraguado pues es muy fluida y tardará su tiempo en perder esa fluidez.

Temperatura ambiente: si la temperatura es más alta más rápido se seca el agua de la pasta y perderá el componente que le da fluidez a la mezcla.

Humedad relativa: si la saturación de humedad es baja, el ambiente quitará la humedad a la pasta y este se seca a mayor rapidez.

Finura del cemento: el grado de finura afecta de manera que se necesita más agua para hidratar todas las partículas.

Existen 02 tipos de fraguados que podrían presentarse en la mezcla:

Fraguado relámpago: cuando la mezcla se vuelve rígida o consistente de manera veloz perdiendo toda su plasticidad, esta se da debido a una deficiencia de yeso o cal.

Fraguado Falso: La mezcla se vuelve rígida parcialmente después del mezclado pero no pierde plasticidad, puede volver a ser fluida solo con vibración sin añadir agua aunque pierde un poco de la resistencia final, esto se produce por malas condiciones de almacenaje o la mezcla del yeso con Clinker caliente en la etapa de elaboración del cemento.

Determinación del tiempo de Fraguado:

Determinar la penetración de la aguja de vicat de 1mm en ese momento y luego cada 15min hasta que se obtenga una penetración de 25mm o menos, si ocurriera un desfase se interpolara para obtener el tiempo de fraguado inicial.

El tiempo de fraguado final será la primera medición de la penetración que no deje marca visible la superficie de la pasta con una impresión circular completa. Verificar el tiempo final mediante la realización de dos mediciones de penetraciones adicionales en diferentes áreas de la superficie de la muestra. Obtener mediciones de verificación dentro de los 90s de la primera lectura final.

2.3.9 Trabajabilidad

- Norma: NTP 339.035/339.114 – ASTM C143/C94

Parámetro que define la dificultad o facilidad de mezclado, colocado y compactado del concreto, influenciado principalmente por la pasta, relación agua cemento y capacidad de interrelación de finos y gruesos.

La trabajabilidad define un límite a llegar a exudar en demasía, o la segregación exagerada, el asentamiento propio generara ascendencia a la superficie del agua.

A mayor aire incluida se mejora la trabajabilidad y a su vez reduce la exudación y segregamiento en el concreto.

No se ha desarrollado un ensayo para determinar valores exactos de esta propiedad, por lo cual su valor se indica mediante el cono de Abrams.

Tabla 9: Grado de Trabajabilidad y revenimiento del Concreto

GRADO DE TRABAJABILIDAD	REVENIMIENTO		USO CONVENIENTE DEL CONCRETO
	mm	In	
Muy Baja	0-25	0-1	En caminos vibrados por máquinas de poder. En el Final más trabajable de este grupo, el concreto se puede compactarse en ciertos con máquinas manuales.
Baja	25-50	1-2	En caminos vibrados con máquinas manuales. En el final más trabajable de este grupo, el concreto se puede compactar

			<p>manualmente en caminos usando agregado de forma redonda o irregular.</p> <p>Cimentaciones de concreto en masa sin vibración o secciones reforzadas ligeramente en vibración.</p>
Media	50-100	.2-4	<p>En el final menos trabajable de este grupo, se encuentra las losas planas compactadas manualmente que usan agregados triturados, concreto reforzado normal, compactado manualmente y secciones muy reforzadas con vibración.</p>
Alta	100-75	.4-7	<p>Para secciones con refuerzo aglomerado. Normalmente no es adecuado para ser vibrado</p>

Fuente: Norma 339.035/339.114.



CAPÍTULO III

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Tipo de la Investigación

Podemos describir la siguiente tesis de investigación como:

Cuantitativa: Debido a que el tema se presenta incógnitas de la cual se establece la hipótesis principal y se presenta las variables; seguidamente, se desarrolla un plan para demostrarlas (diseño); se miden las variables en un programado contexto (pruebas); se analizan los datos obtenidos (con frecuencia utilizando métodos estadísticos), y se presenta una serie de conclusiones respecto a la hipótesis planteada.

Descriptiva: Porque describe y toma datos de información tal y como están en los libros, tesis, journales y manuales sin modificarlos.

3.2 Nivel de Investigación

Descriptiva porque la investigación utilizara estadística aplicada para comparar los resultados obtenidos en los ensayos y pruebas del laboratorio de la facultad de Ingeniería Civil.

3.3 Diseño de Investigación

Experimental: Debido a que se utilizó el Laboratorio de Suelos y concreto de la Universidad Católica de Santa María para sustentar la investigación.

Prospectivos: Porque las pruebas y ensayos determinan la veracidad de la hipótesis general en un futuro cercano.

Longitudinal: Porque todas las pruebas y ensayos se realizan en laboratorio para obtener características que sirvieron para diferenciar o asemejar los dos tipos de concreto.

3.4 Variables

Las variables dependientes en la investigación serían los tres tipos de concretos para los 03 cementos debido a que poseen propiedades que se compararon entre sí, a fin de determinar cuál presenta mejores resultados.

3.4.1 Operacionalización de Variables

Tabla 10: Operacionalización de Variables

Variable	Indicadores	Índices	Instrumento
Cemento Portland IP, Cemento Portland HE, Cemento Portland HS.	Consistencia Normal	Ensayo de Consistencia de Abrams	NTP 339.035 ASTM C143
	Contenido de Aire	Ensayo de Contenido de Aire Balanza Digital (kg)	NTP 339.046 ASTM C138
	Factor de Compacidad	Ensayo de Factor de Compacidad (kg)	Norma BS 1881
	Peso Unitario	Ensayo de Peso Unitario	NTP 339.046
	Resistencia a Compresión	Ensayo de Resistencia a Compresión. Prensa para medir compresión.	NTP 339.034
	Resistencia a Flexión	Ensayo de resistencia a flexión Prensa para medir flexión.	ASTM C31
	Temperatura	Ensayo a la Temperatura	NTP 339.184
	Tiempo de Fraguado	Ensayo de Tiempo de fraguado Aguja de Vicat	NTP 334.006 ASTM C 191
	Trabajabilidad	Ensayo de Trabajabilidad Asentamiento del cono de Abrams	NTP 339.035

Fuente: Elaboración propia.

Definición operacional de variables

1. Propiedades del concreto con Cemento HE

Variable dependiente del tipo cuantitativa longitudinal

2. Propiedades del concreto con Cemento HS

Variable dependiente del tipo cuantitativa longitudinal

3. Propiedades del concreto con Cemento IP

Variable dependiente del tipo cuantitativa longitudinal

3.4.2 Técnicas de Investigación

Para la presente investigación se empleó estadística aplicada, a fin de analizar los resultados obtenidos en las pruebas y ensayos siguientes.

- Ensayo para medir consistencia
- Ensayo para determinar el contenido de aire
- Ensayo para medir el factor de compactación
- Ensayo para medir el peso unitario
- Resistencia a la compresión
- Resistencia a la flexión
- Ensayo para determinar la temperatura
- Tiempo de Fraguado

Así mismo, la comparación se realizara mediante el programa Microsoft Excel con la construcción de tablas y gráficos.

3.4.3 Instrumentos para recolección de Datos

Para determinar las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido en la presente investigación, se aplicó como instrumentos los siguientes procedimientos.

Porcentaje de Contenido de Aire: Indicador de prueba, balanza digital

Peso Unitario: Indicador de Prueba, Balanza Digital

Consistencia Normal: Indicador de prueba, Cono de Abrams.

Resistencia a la Compresión: Indicador de prueba, medición de la resistencia del concreto a compresión a través de Prensa Hidráulica

Resistencia la Flexión: Indicador de prueba, medición de la resistencia del concreto a flexión a través de Prensa Hidráulica.

Temperatura: Indicador de Prueba, medición de la temperatura del concreto a través del termómetro digital.

Tiempo inicial y final de fraguado: Indicador de Prueba, medición de la resistencia del concreto a la penetración a través de la aguja de Vicat para determinar el inicio y fin del fraguado.

Ensayo para determinar la trabajabilidad: Indicador de prueba, tabla para determinar la trabajabilidad con Slump obtenido.

Los ensayos y pruebas mencionados serán realizados bajo los estándares normados por las NTP vigentes.



CAPÍTULO IV

CAPÍTULO IV: RESULTADOS DE ENSAYOS DE LOS MATERIALES

4.1 Cemento

En la región de Arequipa el mercado está técnicamente copado por la empresa cementera Yura S.A. y en términos de Pre Mezclados por Supermix, para la presente investigación se tendrá en cuenta los cementos desarrollados por dicha empresa, y manejando sus propiedades y porcentajes de componentes propios por cada tipo de cemento.

4.1.1 Cemento IP

Norma - NTP 334.090

El cemento a desarrollar será Cemento Portland IP, considerado el más comercial de la región de Arequipa, el mismo que cumple 40% de puzolana, 55% de Clinker y 5% de Yeso, y cuyas características se describen en la ficha técnica (Anexo 01).

4.1.2 Cemento HE

Norma - NTP 334.082

Cemento de tercera generación a base de Clinker de alta calidad, puzolana de origen natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso (18% de puzolana, 76% de Clinker y 6% de Yeso), composición que permite la producción de concretos con requerimientos de altas resistencias iniciales, otorgando propiedades adicionales para lograr concretos de alta durabilidad. Ficha técnica (Anexo 02).

4.1.3 Cemento HS

Norma - NTP 334.082

Cemento Anti – Salitre, de consideración HS que permite según su composición (25% de puzolana, 69% de Clinker y 6% de Yeso), una alta resistencia al ataque de sulfatos, resistencia a los cloruros, aumento de impermeabilidad, menor calor de hidratación y disminuye la reacción nociva álcali-agregado.

4.2 Agregado Fino

4.2.1 Granulometría

Permite obtener el módulo de fineza del agregado y su expresión gráfica representada por la curva granulométrica a partir del tamizado.

Para determinar la granulometría del agregado se considera la masa de una muestra de ensayo; se tamiza la muestra y se determina las masas de las fracciones del agregado retenidas en cada uno de los tamices en porcentaje del peso total usado para muestra.

En la presente investigación se usó 1kg como muestra y como resultado el promedio de 03 ensayos.

Tabla 11: Análisis Granulométrico para 03 muestras de Agregado Fino.

Muestra 1						Peso (gr) :	1000
Malla pulg	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado		
3/8"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00		
#4	4.75	6.82	0.68	0.68	99.32		
#8	2.36	36.87	3.69	4.37	95.63		
#16	1.18	137.85	13.79	18.15	81.85		
#30	0.60	315.90	31.59	49.74	50.26		
#50	0.30	294.53	29.45	79.20	20.80		
#100	0.15	138.94	13.89	93.09	6.91		
#200	0.074	50.21	5.02	98.11	1.89		
fondo	0.00	18.88	1.89	100.00	0.00		
Σ		1000	100.00				
% Error		0%					
Módulo de Fineza		2.452					

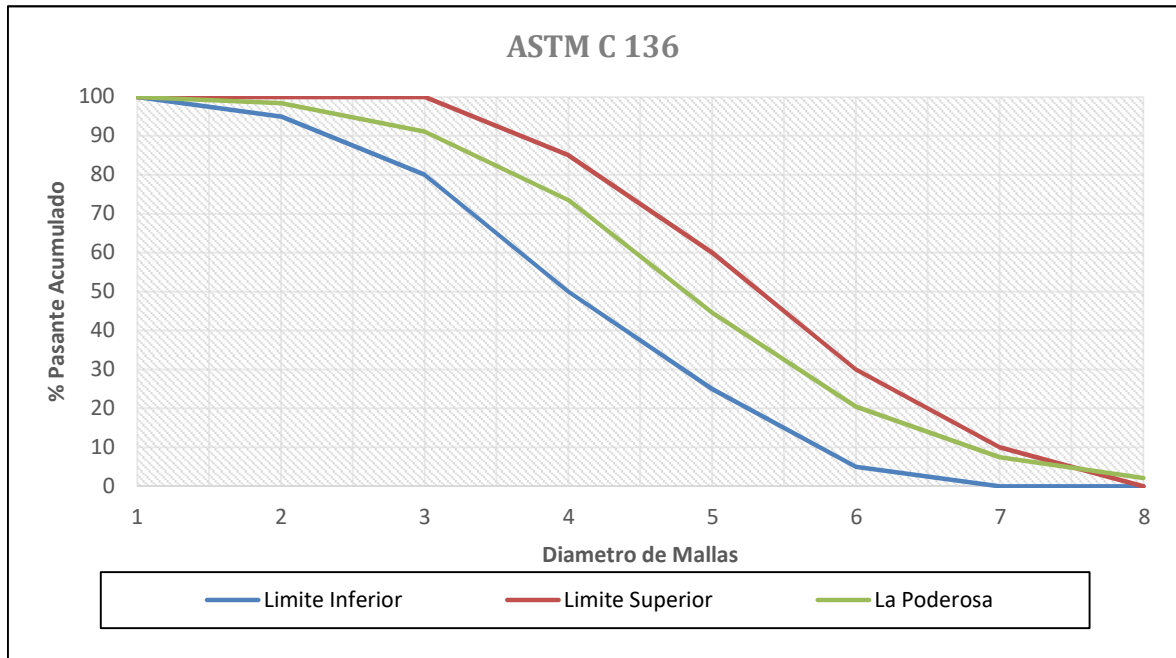
Muestra 2						Peso (gr)	1000
Malla pulg	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado		
3/8"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00		
#4	4.75	25.80	2.58	2.58	97.42		
#8	2.36	87.30	8.73	11.31	88.69		
#16	1.18	151.60	15.16	26.47	73.53		
#30	0.60	292.30	29.23	55.70	44.30		
#50	0.30	237.00	23.70	79.40	20.60		
#100	0.15	145.00	14.50	93.90	6.10		
#200	0.074	45.00	4.50	98.40	1.60		
fondo	0.00	16.00	1.60	100.00	0.00		
Σ		1000	100.00				
% Error		0%					
Módulo de Fineza		2.694					

Muestra 3						Peso (gr)	1000
Malla pulg	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado		
3/8"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00		
#4	4.75	13.60	1.36	1.36	98.64		
#8	2.36	95.60	9.56	10.92	89.08		
#16	1.18	240.10	24.01	34.93	65.07		
#30	0.60	260.20	26.02	60.95	39.05		
#50	0.30	190.60	19.06	80.01	19.99		
#100	0.15	106.50	10.65	90.66	9.34		
#200	0.074	64.50	6.45	97.11	2.89		
fondo	0.00	28.90	2.89	100.00	0.00		
Σ		1000	100.00				
% Error		0%					
Módulo de Fineza		2.788					

MODULO DE FINEZA PROMEDIO				2.645	
----------------------------------	--	--	--	-------	--

Fuente: Elaboración propia.

Se calculan los porcentajes parciales tenidos y se expresa la granulometría: Luego tenemos.



Gráfica 4: Curva Granulométrica del Agregado Fino.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 Peso Unitario Suelto (PUS)

Proceso en el cual el molde de volumen específico es llenado de manera continua por agregado fino sin ejercer ninguna presión. Para este ensayo se utilizó un recipiente metálico de 1/10 pie³ de volumen, de acuerdo a las tablas indicadas en la norma mencionada.

$$Vm = \frac{\pi * D^2 * H}{4}$$

$$Vm = \frac{\pi * 0.1525^2 * 0.155}{4}$$

$$Vm = 0.00283 \text{ m}^3$$

Tabla 12: Peso Unitario Suelto de Agregado Fino

			Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
A	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	5.73	5.74	5.79
B	Peso del Recipiente	kg	1.637	1.637	1.637
C	Peso de la Muestra (A-B)	kg	4.102	4.107	4.162
D	Volumen del Molde ($\pi \cdot r^2 \cdot h$)	m ³	0.0028	0.0028	0.0028
E	Peso Unitario Suelto (C/D)	kg/m ³	1448.89	1450.48	1469.90
F	Peso Unitario Suelto Promedio (kg/m ³)		1456.42		

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3 Peso Unitario Compactado (PUC)

De los resultados podemos clasificar como un agregado de peso normal, ya que el peso unitario compactado clasifica como tal.

Tabla 13: Peso Unitario Compactado de Agregado Fino

			Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
A	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	6.269	6.273	6.300
B	Peso del Recipiente	kg	1.637	1.637	1.637
C	Peso de la Muestra (A-B)	kg	4.632	4.638	4.664
D	Volumen del Molde	m ³	0.0028	0.0028	0.0028
E	Peso Unitario Suelto (C/D)	kg/m ³	1636.09	1638.03	1647.22
F	Peso Unitario Suelto Compactado (kg/m ³)		1640.45		

Fuente: Elaboración propia.

4.2.4 Peso Específicos y Porcentaje de Absorción

Peso específico (densidad) aparente.- Es la relación a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de

material, a la masa en el aire de igual densidad de un volumen igual de agua destilada libre de gas. Si el material es un sólido, el volumen es que de la porción impermeable.

Peso específico (densidad) masa.- Es la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de material permeable (incluyendo los poros permeables e impermeables, naturales del material) a la masa en el aire de la misma densidad, de un volumen igual de agua destilada libre de gas.

Peso específico de masa saturado superficialmente seco.- Es lo mismo que peso específico de masa, a excepción que la masa adiciona el agua atrapada en los poros de la superficie.

Tabla 14: Peso específico y Absorción del Agregado Fino

Nro. Muestra	Peso Seco (1)	Peso picnómetro + agua (2)	Peso picnómetro + agua + muestra (3)	Peso muestra SSS (4)	P.Específico de Masa $(1/(2+4-3)) = (5)$	Específico SSS $(4/(2+4-3))=(6)$	P.Específico Aparente $(1/(2+1-4))=(7)$	Absorción (%) $((4-1)/1)*100$
Muestra 1	495.90	1268.00	1560.10	500.00	2.385	2.405	2.433	0.83%
Muestra 2	496.10	1268.20	1564.10	500.00	2.431	2.450	2.478	0.79%
Muestra 3	496.40	1269.00	1566.30	500.00	2.449	2.467	2.493	0.73%
PROMEDIO DE PESO ESPECIFICO A ABSORCION					2.422	2.440	2.468	0.78%

Fuente: Elaboración propia.

4.2.5 Contenido de Humedad

Es Cantidad de agua retenida por la partícula, su influencia deriva en que esta determinara cantidad de agua necesaria en la mezcla.

Tabla 15: Contenido de Humedad del Agregado Fino

		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
A	Peso de la muestra estado natural	gr	1000.00	1000.00	1000.00
B	Peso de la muestra seca al Horno	gr	980.10	983.10	978.30
C	Peso del agua perdida (A-B)	gr	19.90	16.90	21.70
D	Contenido de humedad (C/B)*100	%	2.03	1.72	2.22
Contenido de Humedad Promedio		%	1.99		

Fuente: Elaboración propia.

4.2.6 Contenido de Impurezas Orgánicas

Tabla 16: Contenido de Impurezas Orgánicas Agregado Fino

Color Gardner Estándar N°	Placa Orgánica N°
5	1
8	2
11	3
13	4
16	5

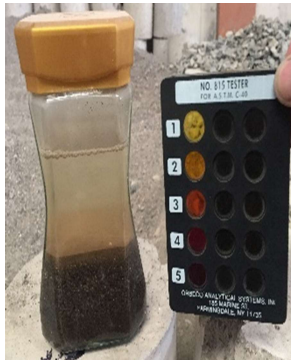


Imagen 1: Escala Gardner de Agregado Fino

Fuente: Elaboración propia.

No contiene Impurezas Orgánicas

4.3 Agregado Grueso

4.3.1 Granulometría

La granulometría se realizó con los tamices 1", ¾", ½", 3/8" y ¼" de acuerdo a la norma. La tabla representa los requisitos para los agregados gruesos.

Tabla 17: Análisis Granulométrico para 03 muestras de Agregado Grueso

Muestra 1 Peso (gr) : 4000 TM = 1" TMN = ¾"

Malla in	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	33.69	0.84	0.84	99.16
¾"	19.00	238.45	5.97	6.81	93.19
½"	12.50	1918.13	47.99	54.79	45.21
3/8"	9.50	982.63	24.58	79.38	20.62
¼"	6.3	692.30	17.32	96.70	3.30
N°4	4.75	87.34	2.19	98.88	1.12
fondo	0	44.69	1.12	100.00	0.00
Σ		3997.23	100		
% Error		0.07%			
Módulo de Fineza		6.85			

Muestra 2 Peso (gr) : 4000 TM = 1" TMN = ¾"

Malla in	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	23.20	0.58	0.58	99.42
¾"	19.00	255.90	6.40	6.98	93.02
½"	12.50	1893.65	47.37	54.36	45.64
3/8"	9.50	896.12	22.42	76.77	23.23
¼"	6.3	793.52	19.85	96.63	3.37
N°4	4.75	96.10	2.40	99.03	0.97
fondo	0	36.90	0.92	99.95	0.05
Σ		3995.39	99.95		
% Error		0.12%			
Módulo de Fineza		6.83			

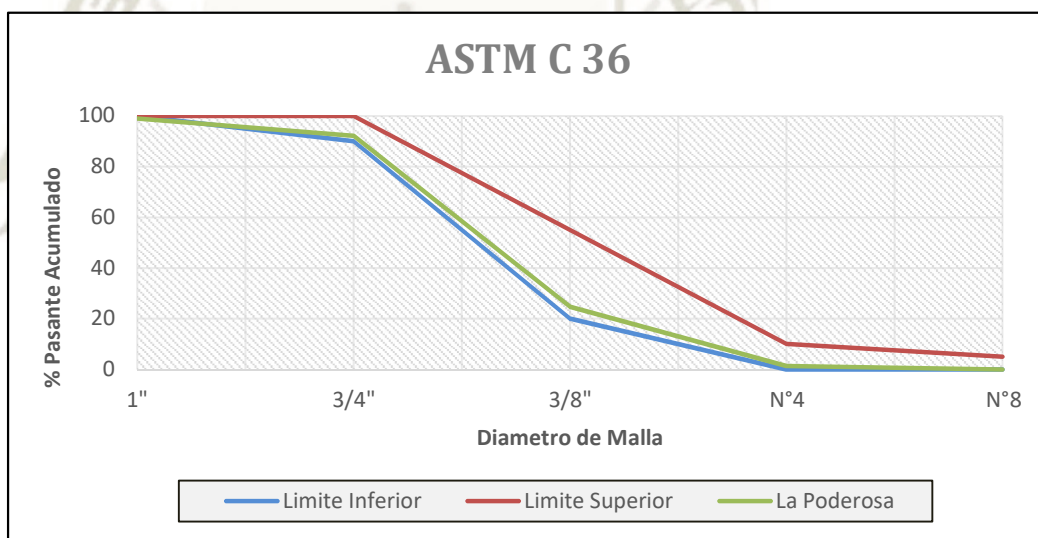
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18: Análisis Granulométrico para 03 muestras de Agregado Grueso

Muestra 3 Peso (gr) : 4000 TM = 1" TMN = 3/4"

Malla in	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	56.88	1.42	1.42	98.58
3/4"	19.00	323.16	8.08	9.51	90.49
1/2"	12.50	1609.53	40.27	49.77	50.23
3/8"	9.50	796.18	19.92	69.69	30.31
1/4"	6.3	943.96	23.62	93.31	6.69
N°4	4.75	186.90	4.68	97.98	2.02
fondo	0	79.84	2.00	99.98	0.02
Σ		3996.45	99.98		
% Error		0.09%			
Módulo de Fineza		6.77			
MODULO DE FINEZA PROMEDIO					6.816

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 5: Curva Granulométrica del Agregado Grueso

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2 Peso Unitario Suelto (PUS)

El procedimiento es el seguido por la norma mencionada, para la piedra usamos un recipiente metálico de 1/3 pie³, ya que el TMN del agregado es de 3/4".

$$Vm = \frac{\pi * D^2 * H}{4}$$

$$Vm = \frac{\pi * 0.203^2 * 0.292}{4}$$

$$Vm = 0.009451 m^3$$

Tabla 19: Peso unitario Suelto del Agregado Grueso

		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
A	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	18.725	18.648	18.585
B	Peso del Recipiente	kg	5.1945	5.1945	5.1945
C	Peso de la Muestra (A-B)	kg	13.5305	13.4535	13.3905
D	Volumen del Recipiente	m ³	0.009451	0.009451	0.00945
E	Peso Unitario Suelto	kg/m ³	1431.65	1423.50	1416.98
Peso Unitario Suelto Promedio (kg/m ³)		1424.04			

Fuente: Elaboración propia.

4.3.3 Peso Unitario Compactado (PUC)

Se usó según el Agregado Grueso un recipiente metálico de 1/3 pie³, ya que el TMN del agregado es de ¾".

Tabla 20: Peso unitario compactado del Agregado Grueso

		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
A	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	19.724	19.805	19.893
B	Peso del Recipiente	kg	5.1945	5.1945	5.1945
C	Peso de la Muestra (A-B)	kg	14.5295	14.6105	14.6985
D	Volumen del Recipiente	m ³	0.009451	0.009451	0.00945
E	Peso Unitario Suelto	kg/m ³	1537.35	1545.92	1555.40
Peso Unitario Compactado (kg/m ³)		1546.22			

Fuente: Elaboración propia.

4.3.4 Peso Específicos y Porcentaje de Absorción

Se calcula siguiendo los pasos de la norma en mención, se usan con ciertos cálculos para abporcionamientos de mezcla y control.

El porcentaje de absorción se calculó siguiendo los pasos de la norma mencionada, y se elaboró el siguiente cuadro.

Tabla 21: Peso específico y Absorción del Agregado Grueso

Nro. Muestra	Peso Agregado Seco (1)	Peso Agregado SSS (2)	Peso Agregado Sumergido (3)	P.E. de Masa (1/(2-3))	P.E. Superficie Seca Saturada (2/2-3))	P.E. Aparente (1/(1-3))	Absorción ((2-1)/1)*100
Muestra 1	2969.72	2995.6	1662.3	2.227	2.247	2.271	0.87%
Muestra 2	2961.30	2986.5	1656.6	2.227	2.246	2.270	0.85%
Muestra 3	2959.69	2990.4	1659.4	2.224	2.247	2.276	1.04%
PROMEDIO DE PESO ESPECIFICO A ABSORCION				2.226	2.246	2.272	0.92%

Fuente: Elaboración propia.

4.3.5 Contenido de Humedad

El contenido de Humedad se calculó siguiendo los pasos de la norma mencionada, y se elaboró el siguiente cuadro.

Tabla 22: Contenido de Humedad del Agregado Grueso

			Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
A	Peso de la muestra en estado natural	gr	1000	1000	1000
B	Peso de la muestra secada al horno	gr	993.22	993.81	994.05
C	Peso de Agua Perdida (A-B)	gr	6.78	6.19	5.95
D	Contenido de Humedad (C/B)*100	%	0.6826	0.6229	0.5986
Contenido Promedio de Humedad %			0.6347		

Fuente: Elaboración propia.

4.3.6 Resistencia a la Abrasión y Desgaste

Determina la resistencia al desgaste del agregado grueso por medio de la máquina de los ángeles, con el peso y la carga abrasiva según norma.

Tabla 23: Granulometría de muestra para ensayo de los Ángeles.
GRANULOMETRIA DE LA MUESTRA DE AGREGADO PARA ENSAYO

PASA TAMIZ		RETENIDO TAMIZ		PESO Y GRANULOMETRIA DE LA MUESTRA PARA ENSAYO (g)			
MM	PULG	MM	PULG	A	B	C	D
37.5	1 1/2	-25	1	1250 ± 10			
25	1	-19	3/4	1250 ± 10			
19	1/4	-12.5	1/2	1250 ± 10	2500 ± 10		
12.5	1/2	-9.5	3/8	1250 ± 10	2500 ± 10		
9.5	3/8	-6.3	1/4			2500 ± 10	
6.3	1/4	-4.75	N°4			2500 ± 10	
4.75	N° 4	-2.36	N°8				5000 ± 10
TOTALES				5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24: Cantidad de esferas por granulometría de ensayo.

GRANULOMETRIA DE ENSAYO	NUMERO DE ESFERAS	PESO TOTAL
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 25
D	6	2500 ± 10

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25: Porcentaje de desgaste del Agregado Grueso

			Muestra 1	Muestra 2
A	Peso inicial de muestra	kg	5000.00	5000.00
B	Peso final de muestra	kg	3892.15	3715.96
C	Porcentaje de desgaste (A-B)/(A)	%	22.16%	25.68%
PROMEDIO PORCENTAJE DE DESGASTE %			23.92%	

Fuente: Elaboración propia.



4.4 Cuadro de Resultados

Presentación de los ensayos de los materiales propios del diseño de mezcla.

Tabla 26: Resultados de Propiedades de los Materiales para diseño.

CEMENTO			
Marca y Tipo	HE	HS	IP
Procedencia	Yura	Yura	Yura
Peso Específico (gr/cm ³)	2.92	2.97	2.85
AGUA			
Agua Potable del Subsuelo del Laboratorio de concreto			
Peso Específico kg/m ³	1000		
AGREGADOS	FINO	GRUESO	
Cantera	La poderosa	La Poderosa	
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1456.42	1424.04	
Peso Unitario Compactado (kg/m ³)	1640.45	1546.22	
Peso Específico Seco (kg/m ³)	2421.63	2225.90	
Módulo de Fineza	2.645	6.816	
TMN	-	3/4"	
% de Absorción	0.83	0.92	
Contenido de Humedad %	1.99	0.63	
Impurezas Orgánicas	No presenta	No presenta	

Fuente: Elaboración propia.



CAPITULO V

CAPÍTULO V: DISEÑOS DE MEZCLAS

5.1 Diseños de Mezcla

Definimos el proceso de diseño de una mezcla de concreto como la determinación de las cantidades relativas de los materiales necesarios en la composición de la mezcla para obtener un concreto adecuado según sus características deseadas para cada tipo de concreto.

La dosificación puede ser puramente empírico basada en lo que podrían considerar experiencia de antiguos ensayos y especificaciones técnicas, recalcando que no es la forma adecuada.

El método más recomendado, consiste en proporcionar y diseñar las mezclas de prueba, especificadas en un control de la relación agua-cemento, contenido de aire, tamaño nominal y tomando en cuenta los factores que afectan al contenido del concreto (cemento, granulometría y propiedades del agregado, etc.) Las propiedades del concreto parten a partir de sus propios ensayos, estos se comprueban, prácticamente y pueden hacerse después de los ajustes necesarios.

Antes de dosificar una mezcla se debe reajustar toda la información de las especificaciones técnicas y comportamiento según norma:

- De los materiales (agregados).
- Del elemento a vaciar, tamaño y forma de estructuras
- Condiciones a la que está expuesta la estructura
- Características de los cementos para su diseño de mezcla

5.2 Método del Comité 211 ACI

5.2.1 Secuencia de Diseño

a. Resistencia a la Compresión f'_c

Nos basamos en la resistencia que deseamos que nuestro concreto llegue a la resistencia a la compresión a su edad de maduración, se expresa en kg/cm^2 .

b. Resistencia Requerida f'_{cr}

Como no se tiene registro de resistencia de probetas correspondientes a obras y proyectos anteriores no si tiene datos para una desviación estándar, se toma el f'_{cr} tomando en cuenta la siguiente tabla a partir de la resistencia a la compresión:

Tabla 27: Resistencia requerida Comité 211 ACI

f'_c especificado	f'_{cr}
< 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
> 350	$f'_c + 98$

Fuente: Diseño de Mezclas Comité ACI 211.

c. Tamaño máximo nominal

Nos basamos en los estándares para la característica de la estructura, cumpliendo los parámetros siguientes:

- Un 1/3 del peralte de las losas.

- Un 1/5 de la menor dimensión de las caras a encofrar.
- $\frac{3}{4}$ de espaciamiento libre entre barras o aceros individuales del refuerzo, paquete de barras; tendones o ductos de pre esfuerzos.

d. Asentamiento

Como no se tiene especificaciones técnicas de obras, se tendrá en cuenta el proceso de varillado donde el asentamiento debe ser menor a 5 pulgadas, se toma en cuenta el siguiente cuadro de asentamiento.

Tabla 28: Parámetros de Asentamiento Comité 211 ACI

Tipo de Estructura	SLUMP	
	Mínimo	Máximo
Zapatas y muros de cimentación armada	1	3
Cimentaciones simples y calzaduras	1	3
Vigas, losas y muros armados	1	4
Columnas	2	4
Muros y Pavimentos	1	3
Concreto Ciclópeo	1	2

Fuente: Diseño de Mezclas Comité ACI 211

e. Contenido de Agua

Está en función a las condiciones de trabajabilidad y el TMN del agregado grueso.

Tabla 29: Contenido de Agua Comité 211 ACI

ASENTAMIENTO	AGUA EN LT/M3 PARA TMN AGREGADOS INDICADOS							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO								
1" - 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" - 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" - 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
CONCRETO CON AIRE INCORPORADO								
1" - 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" - 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" - 7"	216	205	187	184	174	166	154	-

Fuente: Diseño de Mezclas Comité ACI 211

f. Contenido de Aire total

Está en función del tamaño máximo nominal de agregado grueso y de la condición de exposición.

Tabla 30: Tamaño Máximo Nominal Comité 211 ACI

T.M.N del Agregado Grueso	Aire atrapado %
3/8"	3.00
1/2"	2.50
3/4"	2.00
1"	1.50
1 1/2"	1.00
2"	0.50
3"	0.30
4"	0.20

Fuente: Diseño de Mezclas Comité ACI 211

g. Relación agua/cemento a/c

Para el diseño se basa en función de la resistencia requerida a la compresión con la ayuda de la siguiente tabla.

Tabla 31: Relación agua/cemento Comité 211 ACI

f'cr kg/cm2	Relación a/c en peso	
	Concreto sin Aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	-
450	0.38	-

Fuente: Diseño de Mezclas Comité ACI 211

h. Contenido de Cemento

El factor del cemento se basa en la división de la relación agua/cemento (Ítem g) y el contenido de agua (Ítem e).

$$\text{Cemento} = \frac{a/c}{\text{Contenido de Agua}}$$

i. Selección del Agregado Grueso

En función del TMN y el módulo de fineza del agregado fino, se obtiene el volumen del A. Grueso siguiendo los parámetros siguientes.

Tabla 32: Selección de Agregado Grueso Comité 211 ACI

T.M.N del Agregado Grueso	Vol. Del A. Grueso seco y compactado por unidad de Vol. De concreto para diversos módulos de fineza del fino.			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Diseño de Mezclas Comité ACI 211

El resultado en mención se multiplica por el Peso unitario compactado del agregado que da como resultado su peso seco.

j. Calculo de Suma de Volúmenes Absolutos

Suma de todos los materiales previamente divididos entre su peso específico.

$$\sum Vol = \sum \frac{Material\ Seco}{Peso\ Especifico}$$

k. Calculo de volumen del Agregado Fino

Resultante de la resta (Ítem j) -1.

$$Vol. Agregado Fino = 1 - \sum Vol$$

l. Calculo del peso en estado seco del agregado fino

Al Resultado del (Ítem k) se multiplica por su peso seco específico de masa, para así tener el peso seco del agregado.

$$Peso\ Seco\ Agregado\ Fino = Vol. Agregado Fino * P.E. Agregado$$

m. Presentación de diseño en estado seco

Presentación de los pesos de los materiales en estado seco.

n. Corrección por humedad de agregados (Peso Húmedo)

Se aplica el porcentaje de absorción de cada agregado a su peso seco (Ítem m) y el contenido de absorción para el contenido de agua libre.

$$Peso\ Humedo\ de\ Agregado = Peso\ Seco\ Agregado * \left(1 + \frac{\% w}{100}\right)$$

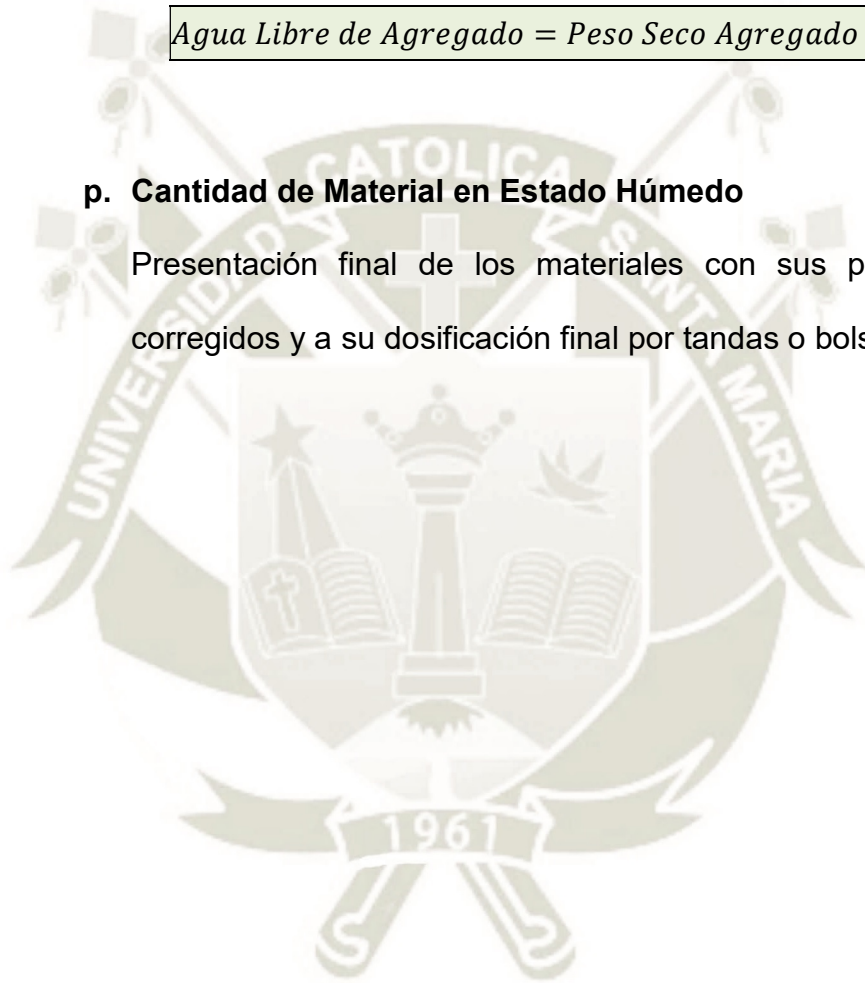
o. Aporte de Humedad de los agregados

El agua libre por agregado se basa en la diferencia de la húmeda y absorción por su peso seco, la suma de agua libre es el aporte a la cantidad de agua.

$$\text{Agua Libre de Agregado} = \text{Peso Seco Agregado} * \left(\frac{\% w - \% abs}{100} \right)$$

p. Cantidad de Material en Estado Húmedo

Presentación final de los materiales con sus pesos húmedos corregidos y a su dosificación final por tandas o bolsas.



5.2.2 Diseño de Mezcla con Cemento IP

Presentamos el diseño en función de los Ítems del acápite 05.02.

Tabla 33: Diseño de Mezcla $f'c=280$ kg/cm² Comité ACI 211 - Cemento IP

DISEÑO DE MEZCLAS COMITÉ 221 ACI			
CEMENTO			
Tipo de Cemento Portland a Utilizar			YURA IP
Peso Especifico			2850
IT	CARACTERISTICAS DEL CONCRETO		
(a)	Resistencia a la Compresión Especificada ($f'c$)	280	kg/cm ²
(b)	Desviación Estándar de antiguos ensayos	-	kg/cm ²
	Resistencia requerida a la compresión	364	kg/cm ²
(d)	Selección de Asentamiento	Consistencia	Plástica
		Asentamiento	3" - 4"
(e)	Tipo de concreto a diseñar (s/c aire)	si	
	Volumen Unitario de Agua	205	lt/m ³
(f)	Contenido de Aire Total	2	%
(g)	Relación agua/cemento	0.466	
(h)	Factor Cemento	439.91	kg/m ³
		10.35	bolsas/m ³
(i)	Contenido Agregado Grueso	Vol. Agregado Grueso	0.64 m ³
		Peso Agregado Grueso	982.66 kg/m ³
(j)	Calculo de volúmenes Absolutos	Cemento	0.15 m ³
		Agua	0.21 m ³
		A. Grueso	0.44 m ³
		Aire	0.02 m ³
		Suma	0.82 m ³
(k)	Contenido Agregado Fino	Vol. Agregado Fino	0.18 m ³
		Peso Agregado Fino	433.90 kg/m ³
(m)	Presentación en Estado Seco	Cemento	439.91 kg
		Agua	205.00 kg
		A. Grueso	982.66 kg
		A. Fino	433.90 kg
(n)	CORRECCION POR HUMEDAD		
		Agregado Fino	Agregado Grueso
	Peso Húmedo	442.53	988.90 kg
	Aporte Humedad	5.04	-2.80 lts
(o)	Cantidad de Material en Estado Húmedo	Cemento	439.91 kg/m ³
		Agua	207.24 kg/m ³
		A. Fino	442.53 kg/m ³
		A. Grueso	988.90 kg/m ³
(p)	DOSIFICACION		
	1	1.01	2.25 0.47

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34: Obtención de consistencia plástica Comité 211 ACI - Cemento IP

DISEÑO DE MEZCLA CON CEMENTO PORTLAND IP					
ENSAYO 1 SLUMP = 6.0 CM	Material	Unidad	x 1m3	Proporción	x Tanda
	Cemento	kg	439.91	1.00	13.747
	Agregado Fino	kg	442.53	1.01	13.829
	Agregado Grueso	kg	988.90	2.25	30.903
	Agua	lt	207.24	0.47	6.476
	Aire %	%	2.00	a/c	0.466
ENSAYO 2 SLUMP = 8.5 CM	Material	Unidad	x 1m3	Proporción	x Tanda
	Cemento	kg	372.73	1.000	11.648
	Agregado Fino	kg	453.36	1.216	14.168
	Agregado Grueso	kg	1031.89	2.768	32.247
	Agua	lt	207.24	0.556	6.476
	Aire %	%	2.00	a/c	0.55

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35: Presentación de diseño Comité ACI 211 - Cemento IP

DISEÑO DE MEZCLA CON CEMENTO PORTLAND IP				
PRESENTACIÓN 1	Material	Unidad	x 1m3	Proporción
	Cemento	kg	439.91	1.00
	Agregado Fino	kg	290.17	0.66
	Agregado Grueso	kg	1127.09	2.56
	Agua	lt	205.11	0.47
PRESENTACIÓN 2	Material	Unidad	x Bolsa	Proporción
	Cemento	kg	42.50	1.00
	Agregado Fino	kg	28.03	0.66
	Agregado Grueso	kg	108.89	2.56
	Agua	lt	19.82	0.47
PRESENTACIÓN 3	Material	Unidad	x Tanda	Proporción
	Cemento	kg	13.75	1.00
	Agregado Fino	kg	9.07	0.66
	Agregado Grueso	kg	35.22	2.56
	Agua	lt	6.41	0.47

Fuente: Elaboración propia.

5.2.3 Diseño de Mezcla con Cemento HE

Presentamos el diseño en función de los Ítems del acápite 05.02

Tabla 36: Diseño de mezclas $f'c=280$ kg/cm² Comité 211 ACI - Cemento HE

DISEÑO DE MEZCLAS COMITÉ 221 ACI			
CEMENTO			
Tipo de Cemento Portland a Utilizar			YURA HE
Peso Especifico			2920
IT	CARACTERISTICAS DEL CONCRETO		
(a)	Resistencia a la Compresión Especificada ($f'c$)	280	kg/cm ²
(b)	Desviación Estándar de antiguos ensayos	-	kg/cm ²
	Resistencia requerida a la compresión	364	kg/cm ²
(d)	Selección de Asentamiento	Consistencia	Plástica
		Asentamiento	3" - 4"
(e)	Tipo de concreto a diseñar (s/c aire)	si	
	Volumen Unitario de Agua	205	lt/m ³
(f)	Contenido de Aire Total	2	%
(g)	Relación agua/cemento	0.466	
(h)	Factor Cemento	439.91	kg/m ³
		10.35	bolsas/m ³
(i)	Contenido Agregado Grueso	Vol. Agregado Grueso	0.64 m ³
		Peso Agregado Grueso	982.66 kg/m ³
(j)	Calculo de volúmenes Absolutos	Cemento	0.15 m ³
		Agua	0.21 m ³
		A. Grueso	0.44 m ³
		Aire	0.02 m ³
		Suma	0.82 m ³
(k)	Contenido Agregado Fino	Vol. Agregado Fino	0.18 m ³
		Peso Agregado Fino	442.86 kg/m ³
(m)	Presentación en Estado Seco	Cemento	439.91 kg
		Agua	205.00 kg
		A. Grueso	982.66 kg
		A. Fino	442.86 kg
(n)	CORRECCION POR HUMEDAD		
		Agregado Fino	Agregado Grueso
	Peso Húmedo	451.67	988.90 kg
	Aporte Humedad	5.15	-2.80 lts
(o)	Cantidad de Material en Estado Húmedo	Cemento	439.91 kg/m ³
		Agua	207.34 kg/m ³
		A. Fino	451.67 kg/m ³
		A. Grueso	988.90 kg/m ³
(p)	DOSIFICACION		
	1	1.03	2.25 0.47

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37: Obtención de consistencia plástica Comité 211 ACI - Cemento HE

DISEÑO DE MEZCLA CON CEMENTO PORTLAND HE					
ENSAYO 1 SLUMP = 6.0 CM	Material	Unidad	x 1m3	Proporción	x Tanda
	Cemento	kg	439.91	1.00	13.747
	Agregado Fino	kg	451.67	1.03	14.115
	Agregado Grueso	kg	988.90	2.25	30.903
	Agua	lt	207.34	0.47	6.479
	Aire %	%	2.00	a/c	0.466
ENSAYO 2 SLUMP = 8.0 CM	Material	Unidad	x 1m3	Proporción	x Tanda
	Cemento	kg	372.73	1.00	11.648
	Agregado Fino	kg	453.36	1.22	14.168
	Agregado Grueso	kg	1031.89	2.77	32.247
	Agua	lt	207.24	0.56	6.476
	Aire %	%	2.00	a/c	0.55

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 38: Presentación de diseño Comité ACI 211 - Cemento HE

DISEÑO DE MEZCLA CON CEMENTO PORTLAND HE				
PRESENTACIÓN 1	Material	Unidad	x 1m3	Proporción
	Cemento	kg	439.91	1.00
	Agregado Fino	kg	451.67	1.03
	Agregado Grueso	kg	988.90	2.25
	Agua	lt	207.34	0.47
PRESENTACIÓN 2	Material	Unidad	x Bolsa	Proporción
	Cemento	kg	42.50	1.00
	Agregado Fino	kg	43.64	1.03
	Agregado Grueso	kg	95.54	2.25
	Agua	lt	20.03	0.47
PRESENTACIÓN 3	Material	Unidad	x Tanda	Proporción
	Cemento	kg	13.75	1.00
	Agregado Fino	kg	14.11	1.03
	Agregado Grueso	kg	30.90	2.25
	Agua	lt	6.48	0.47

Fuente: Elaboración propia.

5.2.4 Diseño de Mezcla con Cemento HS

Presentamos el diseño en función de los Ítems del acápite 05.02

Tabla 39: Diseño de mezclas $f'c=280$ kg/cm² Comité 211 ACI - Cemento HS

DISEÑO DE MEZCLAS COMITÉ 221 ACI			
CEMENTO			
Tipo de Cemento Portland a Utilizar			YURA HS
Peso Especifico			2970
IT	CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO		
(a)	Resistencia a la Compresión Especificada ($f'c$)	280	kg/cm ²
(b)	Desviación Estándar de antiguos ensayos	-	kg/cm ²
	Resistencia requerida a la compresión	364	kg/cm ²
(d)	Selección de Asentamiento	Consistencia	Plástica
		Asentamiento	3" - 4"
(e)	Tipo de concreto a diseñar (s/c aire)	si	
	Volumen Unitario de Agua	205	lt/m ³
(f)	Contenido de Aire Total	2	%
(g)	Relación agua/cemento	0.466	
(h)	Factor Cemento	439.91	kg/m ³
		10.35	bolsas/m ³
(i)	Contenido Agregado Grueso	Vol. Agregado Grueso	0.64 m ³
		Peso Agregado Grueso	982.66 kg/m ³
(j)	Calculo de volúmenes Absolutos	Cemento	0.15 m ³
		Agua	0.21 m ³
		A. Grueso	0.44 m ³
		Aire	0.02 m ³
		Suma	0.81 m ³
(k)	Contenido	Vol. Agregado Fino	0.19 m ³
(l)	Agregado Fino	Peso Agregado Fino	449.00 kg/m ³
		Cemento	439.91 kg
(m)	Presentación en Estado Seco	Agua	205.00 kg
		A. Grueso	982.66 kg
		A. Fino	449.00 kg
		CORRECCION POR HUMEDAD	
(n)		Agregado Fino	Agregado Grueso
	Peso Húmedo	457.94	988.90 kg
	Aporte Humedad	5.22	-2.80 lts
(o)	Cantidad de Material en Estado Húmedo	Cemento	439.91 kg/m ³
		Agua	207.42 kg/m ³
		A. Fino	457.94 kg/m ³
		A. Grueso	988.90 kg/m ³
(p)	DOSIFICACION		
	1	1.04	2.25 0.47

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 40: Obtención de consistencia plástica Comité 211 ACI - Cemento HS

DISEÑO DE MEZCLA CON CEMENTO PORTLAND HS					
ENSAYO 1 SLUMP = 6.5 CM	Material	Unidad	x 1m3	Proporción	x Tanda
	Cemento	kg	439.91	1.00	13.747
	Agregado Fino	kg	457.94	1.04	14.311
	Agregado Grueso	kg	988.90	2.25	30.903
	Agua	lt	207.42	0.47	6.482
	Aire %	%	2.00	a/c	0.466
ENSAYO 2 SLUMP = 7.8 CM	Material	Unidad	x 1m3	Proporción	x Tanda
	Cemento	kg	372.73	1.000	11.648
	Agregado Fino	kg	453.36	1.216	14.168
	Agregado Grueso	kg	1031.89	2.768	32.247
	Agua	lt	207.24	0.556	6.476
	Aire %	%	2.00	a/c	0.55

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 41: Presentación de diseño Comité ACI 211 - Cemento HS

DISEÑO DE MEZCLA CON CEMENTO PORTLAND HS				
PRESENTACION 1	Material	Unidad	x 1m3	Proporción
	Cemento	kg	439.91	1.00
	Agregado Fino	kg	457.94	1.04
	Agregado Grueso	kg	988.90	2.25
	Agua	lt	207.42	0.47
PRESENTACION 2	Material	Unidad	x Bolsa	Proporción
	Cemento	kg	42.50	1.00
	Agregado Fino	kg	44.24	1.04
	Agregado Grueso	kg	95.54	2.25
	Agua	lt	20.04	0.47
PRESENTACION 3	Material	Unidad	x Tanda	Proporción
	Cemento	kg	13.75	1.00
	Agregado Fino	kg	14.31	1.04
	Agregado Grueso	kg	30.90	2.25
	Agua	lt	6.48	0.47

Fuente: Elaboración propia.

5.3 Método del Módulo de Fineza de combinación de Agregados

5.3.1 Secuencia de Diseño

a. Resistencia a la Compresión f'_c

Nos basamos en la resistencia que deseamos que nuestro concreto llegue a la resistencia a la compresión a su edad de maduración, se expresa en kg/cm^2 .

b. Resistencia Requerida f'_{cr}

Como no se tiene registro de resistencia de probetas correspondientes a obras y proyectos anteriores no se puede obtener una desviación estándar, se toma el f'_{cr} tomando en cuenta la siguiente tabla.

Tabla 42: Resistencia requerida Modulo de fineza.

f'_c especificado	f'_{cr}
< 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
> 350	$f'_c + 98$

Fuente: Diseño de Mezclas módulo de fineza de la combinación de agregados.

c. Tamaño máximo nominal

Nos basamos en los estándares para la característica de la estructura, cumpliendo los parámetros siguientes:

- Un 1/3 del peralte de las losas.
- Un 1/5 de la menor dimensión de las caras a encofrar.

- $\frac{3}{4}$ de espaciamiento libre entre barras o aceros individuales del refuerzo, paquete de barras; tendones o ductos de pre esfuerzos.

d. Asentamiento

Como no se tiene especificaciones técnicas de obras, se tendrá en cuenta el proceso de varillado donde el asentamiento debe ser menor a 5 pulgadas, se toma en cuenta el siguiente cuadro de asentamiento.

Tabla 43: Parámetros de Asentamiento Modulo de Fineza

Tipo de Estructura	SLUMP	
	Mínimo	Máximo
Zapatas y muros de cimentación armada	1	3
Cimentaciones simples y calzaduras	1	3
Vigas, losas y muros armados	1	4
Columnas	2	4
Muros y Pavimentos	1	3
Concreto Ciclópeo	1	2

Fuente: Diseño de Mezclas módulo de fineza de la combinación de agregados.

e. Contenido de Agua

Está en función a las condiciones de trabajabilidad y el TMN del agregado grueso.

Tabla 44: Selección de contenido de Agua Modulo de Fineza

ASENTAMIENTO	AGUA EN LT/M3 PARA TMN AGREGADOS INDICADOS							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO								
1" - 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" - 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" - 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
CONCRETO CON AIRE INCORPORADO								
1" - 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" - 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" - 7"	216	205	187	184	174	166	154	-

Fuente: Diseño de Mezclas módulo de fineza de la combinación de agregados.

f. Contenido de Aire total

Está en función del tamaño máximo nominal de agregado grueso y de la condición de exposición.

Tabla 45: Contenido de Aire - Modulo de Fineza

T.M.N del Agregado Grueso	Aire atrapado %
3/8"	3.00
1/2"	2.50
3/4"	2.00
1"	1.50
1 1/2"	1.00
2"	0.50
3"	0.30
4"	0.20

Fuente: Diseño de Mezclas módulo de fineza de la combinación de agregados.

g. Relación agua/cemento a/c

Para el diseño se basa en función de la resistencia requerida a la compresión con la ayuda de la siguiente tabla.

Tabla 46: Selección de Relación a/c - Modulo de fineza

f'cr kg/cm2	Relación a/c en peso	
	Concreto sin Aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	-
450	0.38	-

Fuente: Diseño de Mezclas módulo de fineza de la combinación de agregados.

h. Contenido de Cemento

El factor del cemento se basa en la división de la relación agua/cemento (Ítem g) y el contenido de agua (Ítem e).

$$Cemento = \frac{a/c}{Contenido\ de\ Agua}$$

i. Calculo de Suma de Volúmenes Absolutos sin Agregados

Suma de todos los materiales previamente divididos entre su densidad específica, sin contar el de los agregados.

$$\sum Vol = \sum \frac{Material}{Peso Especifico}$$

j. Cálculo del módulo de fineza de la combinación de agregados

El módulo de fineza (m) se obtiene de la siguiente tabla en función directamente proporcional del T.M.N y de la cantidad de bolsas de cemento.

Tabla 47: Selección del Módulo de fineza de la combinación de agregados

T.M.N del agregado grueso	Módulo de fineza de la combinación de agregados el cual da las mejores condiciones de trabajabilidad para distintos contenidos de cemento en bolsas/m3			
	6.00	7.00	8.00	9.00
3/8"	3.96	4.04	4.11	4.19
1/2"	4.46	4.54	4.61	4.69
3/4"	4.96	5.04	5.11	5.19
1"	5.26	5.34	5.41	5.49
1 1/2"	5.56	5.64	5.71	5.79
2"	5.86	5.94	6.01	6.09
3"	6.16	6.24	6.31	6.39

Fuente: Diseño de Mezclas módulo de fineza de la combinación de agregados.

k. Cálculo del porcentaje de Agregado Fino

Se obtiene a partir de los módulos de fineza de los agregados y (m) en la siguiente formula.

$$\% \text{ Agregado Fino} = \left(\frac{Mg - m}{Mg - Mf} \right) * 100$$

I. Cálculo del peso en estado seco de los agregados

Al Resultado del (Ítem k) se multiplica por su peso seco específico de masa, para así tener el peso seco del agregado.

$$\text{Peso Seco Agregado Fino} = \text{Vol. Agregado Fino} * P.E. \text{ Agregado}$$

Para el agregado grueso se multiplica el volumen global por la diferencia del agregado fino del 100%. Y este resultado multiplicar por el Peso específico del agregado grueso.

$$\text{Vol. Agregado Grueso} = \text{Vol. Agregado Global} * (100\% - \% \text{ Agregado Fino})$$

$$\text{Peso Seco Agregado Grueso} = \text{Vol. Agregado Grueso} * P.E. A. Grueso$$

m. Presentación de diseño en estado seco

Presentación de los pesos de los materiales en estado seco.

n. Corrección por humedad de agregados (Peso Húmedo)

Se aplica el porcentaje de absorción de cada agregado a su peso seco (Ítem m) y el contenido de absorción para el contenido de agua libre.

$$\text{Peso Humedo de Agregado} = \text{Peso Seco Agregado} * \left(1 + \frac{\% w}{100}\right)$$

o. Aporte de Humedad de los agregados

El agua libre por agregado se basa en la diferencia de la húmeda y absorción por su peso seco, la suma de agua libre es el aporte a la cantidad de agua.

$$\text{Agua Libre de Agregado} = \text{Peso Seco Agregado} * \left(\frac{\% w - \% abs}{100} \right)$$

q. Cantidad de Material en Estado Húmedo

Presentación final de los materiales con sus pesos húmedos corregidos y a su dosificación final por tandas o bolsas.

5.3.2 Diseño de Mezcla con Cemento IP

Presentamos el diseño en función de los Ítems del acápite 05.03

Tabla 48: Diseño de Mezclas $f'c=280$ kg/cm² Modulo de Fineza Cemento IP

DISEÑO DE MEZCLAS - M.F. DE COMBINACION DE AGREGADOS			
CEMENTO			
Tipo de Cemento Portland a Utilizar			YURA IP
Peso Especifico			2850
IT	CARACTERISTICAS DEL CONCRETO		
(a)	Resistencia a la Compresión Especificada ($f'c$)	280	kg/cm ²
(b)	Desviación Estándar de antiguos ensayos	-	kg/cm ²
	Resistencia requerida a la compresión	364	kg/cm ²
(d)	Selección de Asentamiento	Consistencia	Plástica
		Asentamiento	3" - 4"
(e)	Tipo de concreto a diseñar (s/c aire)	si	
	Volumen Unitario de Agua	205	lt/m ³
(f)	Contenido de Aire Total	2	%
(g)	Relación agua/cemento	0.466	
(h)	Factor Cemento	439.91	kg/m ³
		10.35	bolsas/m ³
(i)	Calculo de volúmenes Absolutos sin Agregados	Cemento	0.15 m ³
		Agua	0.21 m ³
		Aire	0.02 m ³
		Suma	0.38 m ³
(j)	Módulo de fineza de combinación de agregados	Bolsas de Cemento	10.35 kg
		T.M.N.	3/4" in
		M.F. de la comb. A.	5.29
(k)	Contenido A. Fino	Vol. Agregado Fino	0.37
(l)	Peso Secos de los Agregados	Vol. Agregado Fino	0.23 m ³
		Peso Seco A. Fino	549.78 kg/m ³
		Vol. Agregado Grueso	0.39
		Peso Seco A. Grueso	876.15
(m)	Presentación en Estado Seco	Cemento	439.91 kg
		Agua	205.00 kg
		A. Grueso	876.15 kg
		A. Fino	549.78 kg
(n)	CORRECCION POR HUMEDAD		
		Agregado Fino	Agregado Grueso
	Peso Húmedo	560.71	881.71 kg
	Aporte Humedad	6.39	-2.50 lts
(o)	Cantidad de Material en Estado Húmedo	Cemento	439.91 kg/m ³
		Agua	208.89 kg/m ³
		A. Fino	560.71 kg/m ³
		A. Grueso	881.71 kg/m ³
(p)	DOSIFICACION		
	1	1.27	2.00 0.47

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 49: Obtención de consistencia plástica Modulo de Fineza - Cemento IP

DISEÑO DE MEZCLA CON CEMENTO PORTLAND IP					
ENSAYO 1 SLUMP = 7.0 CM	Material	Unidad	x 1m3	Proporción	x Tanda
	Cemento	kg	439.91	1.00	13.75
	Agregado Fino	kg	560.71	1.27	17.52
	Agregado Grueso	kg	881.71	2.00	27.55
	Agua	lt	208.89	0.47	6.53
Aire %	%	2.00	a/c	0.47	
ENSAYO 2 SLUMP = 7.8 CM	Material	Unidad	x 1m3	Proporción	x Tanda
	Cemento	kg	372.73	1.00	11.65
	Agregado Fino	kg	582.01	1.56	18.19
	Agregado Grueso	kg	915.21	2.46	28.60
	Agua	lt	209.04	0.56	6.53
Aire %	%	2.00	a/c	0.55	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 50: Presentación diseño de Mezcla Modulo de Fineza - Cemento IP

DISEÑO DE MEZCLA CON CEMENTO PORTLAND IP				
PRESENTACIÓN 1	Material	Unidad	x 1m3	Proporción
	Cemento	kg	439.91	1.00
	Agregado Fino	kg	560.71	1.27
	Agregado Grueso	kg	881.71	2.00
Agua	lt	208.89	0.47	
PRESENTACIÓN 2	Material	Unidad	x Bolsa	Proporción
	Cemento	kg	42.50	1.00
	Agregado Fino	kg	54.17	1.27
	Agregado Grueso	kg	85.18	2.00
Agua	lt	20.18	0.47	
PRESENTACIÓN 3	Material	Unidad	x Tanda	Proporción
	Cemento	kg	13.75	1.00
	Agregado Fino	kg	17.52	1.27
	Agregado Grueso	kg	27.55	2.00
Agua	lt	6.53	0.47	

Fuente: Elaboración propia.

5.3.3 Diseño de Mezcla con Cemento HE

Presentamos el diseño en función de los Ítems del acápite 05.03

Tabla 51: Diseño de Mezclas $f'c=280$ kg/cm² Módulo de Fineza - Cemento HE

DISEÑO DE MEZCLAS - M.F. DE COMBINACION DE AGREGADOS				
CEMENTO				
Tipo de Cemento Portland a Utilizar			YURA HE	
Peso Especifico			2920	
IT	CARACTERISTICAS DEL CONCRETO			
(a)	Resistencia a la Compresión Especificada ($f'c$)	280	kg/cm ²	
(b)	Desviación Estándar de antiguos ensayos	-	kg/cm ²	
	Resistencia requerida a la compresión	364	kg/cm ²	
(d)	Selección de Asentamiento	Consistencia	Plastica	
		Asentamiento	3" - 4"	
(e)	Tipo de concreto a diseñar (s/c aire)	si		
	Volumen Unitario de Agua	205	lt/m ³	
(f)	Contenido de Aire Total	2	%	
(g)	Relación agua/cemento	0.466		
(h)	Factor Cemento	439.91	kg/m ³	
		10.35	bolsas/m ³	
(i)	Calculo de volúmenes Absolutos sin Agregados	Cemento	0.15	m ³
		Agua	0.21	m ³
		Aire	0.02	m ³
		Suma	0.38	m ³
(j)	Módulo de fineza de combinación de agregados	Bolsas de Cemento	10.35	kg
		T.M.N.	3/4"	in
		M.F. de la comb. A.	5.29	
(k)	Contenido A. Fino	Vol. Agregado Fino	0.37	
(l)	Peso Secos de los Agregados	Vol. Agregado Fino	0.23	m ³
		Peso Seco A. Fino	553.05	kg/m ³
		Vol. Agregado Grueso	0.40	
		Peso Seco A. Grueso	881.38	
(m)	Presentación en Estado Seco	Cemento	439.91	kg
		Agua	205.00	kg
		A. Grueso	881.38	kg
		A. Fino	553.05	kg
(n)	CORRECCION POR HUMEDAD			
		Agregado Fino	Agregado Grueso	
	Peso Húmedo	564.06	886.97	kg
	Aporte Humedad	6.43	-2.51	lts
(o)	Cantidad de Material en Estado Húmedo	Cemento	439.91	kg/m ³
		Agua	208.91	kg/m ³
		A. Fino	564.06	kg/m ³
		A. Grueso	886.97	kg/m ³
(p)	DOSIFICACION			
	1	1.28	2.02	0.47

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 52: Obtención de consistencia plástica Módulo de Fineza - Cemento HE

DISEÑO DE MEZCLA CON CEMENTO PORTLAND HE					
ENSAYO 1 SLUMP = 7.0 CM	Material	Unidad	x 1m3	Proporción	x Tanda
	Cemento	kg	439.91	1.00	13.75
	Agregado Fino	kg	564.06	1.28	17.63
	Agregado Grueso	kg	886.97	2.02	27.72
	Agua	lt	208.91	0.47	6.53
	Aire %	%	2.00	a/c	0.47
ENSAYO 2 SLUMP = 7.8 CM	Material	Unidad	x 1m3	Proporción	x Tanda
	Cemento	kg	372.73	1.00	11.65
	Agregado Fino	kg	584.84	1.57	18.28
	Agregado Grueso	kg	919.66	2.47	28.74
	Agua	lt	209.06	0.56	6.53
	Aire %	%	2.00	a/c	0.55

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 53: Presentación diseño de Mezcla Módulo de Fineza - Cemento HE

DISEÑO DE MEZCLA CON CEMENTO PORTLAND HE				
PRESENTACIÓN 1	Material	Unidad	x 1m3	Proporción
	Cemento	kg	439.91	1.00
	Agregado Fino	kg	564.06	1.28
	Agregado Grueso	kg	886.97	2.02
	Agua	lt	208.91	0.47
PRESENTACIÓN 2	Material	Unidad	x Bolsa	Proporción
	Cemento	kg	42.50	1.00
	Agregado Fino	kg	54.49	1.28
	Agregado Grueso	kg	85.69	2.02
	Agua	lt	20.18	0.47
PRESENTACIÓN 3	Material	Unidad	x Tanda	Proporción
	Cemento	kg	13.75	1.00
	Agregado Fino	kg	17.63	1.28
	Agregado Grueso	kg	27.72	2.02
	Agua	lt	6.53	0.47

Fuente: Elaboración propia.

5.3.4 Diseño de Mezcla con Cemento HS

Presentamos el diseño en función de los Ítems del acápite 05.03

Tabla 54: Diseño de mezclas $f'c=280$ kg/cm² Módulo de fineza - Cemento HS

DISEÑO DE MEZCLAS - M.F. DE COMBINACION DE AGREGADOS				
CEMENTO				
Tipo de Cemento Portland a Utilizar			YURA HS	
Peso Especifico			2970	
IT	CARACTERISTICAS DEL CONCRETO			
(a)	Resistencia a la Compresión Especificada ($f'c$)	280	kg/cm ²	
(b)	Desviación Estándar de antiguos ensayos	-	kg/cm ²	
	Resistencia requerida a la compresión	364	kg/cm ²	
(d)	Selección de Asentamiento	Consistencia	Plástica	
		Asentamiento	3" - 4"	
(e)	Tipo de concreto a diseñar (s/c aire)	si		
	Volumen Unitario de Agua	205	lt/m ³	
(f)	Contenido de Aire Total	2	%	
(g)	Relación agua/cemento	0.466		
(h)	Factor Cemento	439.91	kg/m ³	
		10.35	bolsas/m ³	
(i)	Calculo de volúmenes Absolutos sin Agregados	Cemento	0.15	m ³
		Agua	0.21	m ³
		Aire	0.02	m ³
		Suma	0.37	m ³
(j)	Módulo de fineza de combinación de agregados	Bolsas de Cemento	10.35	kg
		T.M.N.	3/4"	in
		M.F. de la comb. A.	5.29	
(k)	Contenido A. Fino	Vol. Agregado Fino	0.37	
(l)	Peso Secos de los Agregados	Vol. Agregado Fino	0.23	m ³
		Peso Seco A. Fino	555.30	kg/m ³
		Vol. Agregado Grueso	0.40	
		Peso Seco A. Grueso	884.96	
(m)	Presentación en Estado Seco	Cemento	439.91	kg
		Agua	205.00	kg
		A. Grueso	884.96	kg
		A. Fino	555.30	kg
(n)	CORRECCION POR HUMEDAD			
		Agregado Fino	Agregado Grueso	
	Peso Húmedo	566.35	890.57	kg
	Aporte Humedad	6.45	-2.53	lts
(o)	Cantidad de Material en Estado Húmedo	Cemento	439.91	kg/m ³
		Agua	208.93	kg/m ³
		A. Fino	566.35	kg/m ³
		A. Grueso	890.57	kg/m ³
(p)	DOSIFICACION			
	1	1.29	2.02	0.47

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 55: Obtención de consistencia plástica Módulo de Fineza - Cemento HS

DISEÑO DE MEZCLA CON CEMENTO PORTLAND HS					
ENSAYO 1 SLUMP = 7.0 CM	Material	Unidad	x 1m3	Proporción	x Tanda
	Cemento	kg	439.91	1.00	13.75
	Agregado Fino	kg	566.35	1.29	17.70
	Agregado Grueso	kg	890.57	2.02	27.83
	Agua	lt	208.93	0.47	6.53
	Aire %	%	2.00	a/c	0.47
ENSAYO 2 SLUMP = 7.8 CM	Material	Unidad	x 1m3	Proporción	x Tanda
	Cemento	kg	372.73	1.00	11.65
	Agregado Fino	kg	586.78	1.57	18.34
	Agregado Grueso	kg	922.71	2.48	28.83
	Agua	lt	209.04	0.56	6.53
	Aire %	%	2.00	a/c	0.55

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 56: Presentación diseño de Mezcla Módulo de Fineza - Cemento HS

DISEÑO DE MEZCLA CON CEMENTO PORTLAND HS				
PRESENTACIÓN 1	Material	Unidad	x 1m3	Proporción
	Cemento	kg	439.91	1.00
	Agregado Fino	kg	566.35	1.29
	Agregado Grueso	kg	890.57	2.02
	Agua	lt	208.93	0.47
PRESENTACIÓN 2	Material	Unidad	x Bolsa	Proporción
	Cemento	kg	42.50	1.00
	Agregado Fino	kg	54.71	1.29
	Agregado Grueso	kg	86.04	2.02
	Agua	lt	20.18	0.47
PRESENTACIÓN 3	Material	Unidad	x Tanda	Proporción
	Cemento	kg	13.75	1.00
	Agregado Fino	kg	17.70	1.29
	Agregado Grueso	kg	27.83	2.02
	Agua	lt	6.53	0.47

Fuente: Elaboración propia.

5.4 Método de Walker

5.4.1 Secuencia de Diseño

a. Resistencia a la Compresión f'_c

Nos basamos en la resistencia que deseamos que nuestro concreto llegue a la resistencia a la compresión a su edad de maduración, se expresa en kg/cm^2 .

b. Resistencia Requerida f'_{cr}

Como no se tiene registro de resistencia de probetas correspondientes a obras y proyectos anteriores no se puede obtener una desviación estándar, se toma el f'_{cr} tomando en cuenta la siguiente tabla.

Tabla 57: Resistencia requerida Método Walker

f'_c especificado	f'_{cr}
< 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
> 350	$f'_c + 98$

Fuente: Diseño de mezclas Método de Walker.

c. Tamaño máximo nominal

Nos basamos en los estándares para la característica de la estructura, cumpliendo los parámetros siguientes:

- Un 1/3 del peralte de las losas.
- Un 1/5 de la menor dimensión de las caras a encofrar.

- $\frac{3}{4}$ de espaciamiento libre entre barras o aceros individuales del refuerzo, paquete de barras; tendones o ductos de pre esfuerzos.

d. Asentamiento

Como no se tiene especificaciones técnicas de obras, se tendrá en cuenta el proceso de varillado donde el asentamiento debe ser menor a 5 pulgadas, se toma en cuenta el siguiente cuadro de asentamiento.

Tabla 58: Selección de Asentamiento Método de Walker

Tipo de Estructura	SLUMP	
	Mínimo	Máximo
Zapatas y muros de cimentación armada	1	3
Cimentaciones simples y calzaduras	1	3
Vigas, losas y muros armados	1	4
Columnas	2	4
Muros y Pavimentos	1	3
Concreto Ciclópeo	1	2

Fuente: Diseño de mezclas Método de Walker.

e. Contenido de Agua

Está en función a las condiciones de trabajabilidad y el TMN del agregado grueso.

Tabla 59: Selección de contenido de Agua - Método de Walker

ASENTAMIENTO	AGUA EN LT/M3 PARA TMN AGREGADOS INDICADOS							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO								
1" - 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" - 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" - 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
CONCRETO CON AIRE INCORPORADO								
1" - 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" - 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" - 7"	216	205	187	184	174	166	154	-

Fuente: Diseño de mezclas Método de Walker.

f. Contenido de Aire total

Está en función del tamaño máximo nominal de agregado grueso y de la condición de exposición.

Tabla 60: Selección de contenido de Aire - Método de Walker

T.M.N del Agregado Grueso	Aire atrapado %
3/8"	3.00
1/2"	2.50
3/4"	2.00
1"	1.50
1 1/2"	1.00
2"	0.50
3"	0.30
4"	0.20

Fuente: Diseño de mezclas Método de Walker.

g. Relación agua/cemento a/c

Para el diseño se basa en función de la resistencia requerida a la compresión con la ayuda de la siguiente tabla.

Tabla 61: Selección relación a/c - Método de Walker

f'cr kg/cm2	Relación a/c en peso	
	Concreto sin Aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	-
450	0.38	-

Fuente: Diseño de mezclas Método de Walker.

h. Contenido de Cemento

El factor del cemento se basa en la división de la relación agua/cemento (Ítem g) y el contenido de agua (Ítem e).

$$Cemento = \frac{a/c}{Contenido\ de\ Agua}$$

i. Calculo de Suma de Volúmenes Absolutos sin Agregados

Suma de todos los materiales previamente divididos entre su densidad específica, sin contar el de los agregados.

$$\sum Vol = \sum \frac{Material}{Peso\ Especifico}$$

j. Porcentaje de Agregado Fino

Se determina en función del T.M.N, el Modulo de fineza del agregado fino y el factor por bolsas de cemento según la características del agregado, se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 62: Selección de porcentaje de Agregado fino - Método de Walker

T.M.N del agregado grueso	Agregado Redondeado				Agregado Angular			
	Factor cemento expresado en sacos por metro cubico.				Factor cemento expresado en sacos por metro cubico.			
1/2"	5.00	6.00	7.00	8.00	5.00	6.00	7.00	8.00
Agregado Fino - Modulo de Fineza de 2.3 a 2.4								
3/8"	60	57	54	51	69	65	61	58
1/2"	49	46	43	40	57	54	51	48
3/4"	41	38	35	33	48	45	43	41
1"	40	37	34	32	47	44	42	40
1 1/2"	37	34	32	30	44	41	39	37
2"	36	33	31	29	43	40	38	36
Agregado Fino - Modulo de Fineza de 2.6 a 2.7								
3/8"	66	62	59	56	75	71	67	64
1/2"	53	50	47	44	61	58	55	53
3/4"	44	41	38	36	51	48	46	44
1"	42	39	37	35	49	46	44	42
1 1/2"	40	37	35	33	47	44	42	40
2"	37	35	33	32	45	42	40	38
Agregado Fino - Modulo de Fineza de 3.0 a 3.1								
3/8"	74	70	66	62	84	80	76	73
1/2"	59	56	53	50	70	66	62	59
3/4"	49	46	43	40	57	54	51	48
1"	47	44	41	38	55	52	49	46
1 1/2"	44	41	38	36	52	49	46	44
2"	42	38	36	34	49	46	44	42

Fuente: Diseño de mezclas Método de Walker.

k. Cálculo de los pesos secos de los Agregados

Al Resultado del (Ítem j) se multiplica por el Volumen del agregado global, que será el volumen del agregado fino, de este resultado se multiplica por peso específico del A. fino para determinar su peso seco.

$$\text{Volumen Agregado Fino} = \text{Vol. Agregado Global} * \% \text{ Agregado Fino}$$

$$\text{Peso Seco Agregado Fino} = \text{Vol. Agregado Fino} * P.E. \text{ Agregado}$$

Para el agregado grueso se multiplica el volumen global por la diferencia del agregado fino del 100%. Y este resultado multiplicar por el Peso específico del agregado grueso.

$$\text{Vol. Agregado Grueso} = \text{Vol. Agregado Global} * (100\% - \% \text{ Agregado Fino})$$

$$\text{Peso Seco Agregado Grueso} = \text{Vol. Agregado Grueso} * P.E. \text{ A. Grueso}$$

l. Presentación de diseño en estado seco

Presentación de los pesos de los materiales en estado seco.

m. Corrección por humedad de agregados (Peso Húmedo)

Se aplica el porcentaje de absorción de cada agregado a su peso seco (Ítem m) y el contenido de absorción para el contenido de agua libre.

$$\text{Peso Húmedo de Agregado} = \text{Peso Seco Agregado} * \left(1 + \frac{\% w}{100}\right)$$

n. Aporte de Humedad de los agregados

El agua libre por agregado se basa en la diferencia de la húmeda y absorción por su peso seco, la suma de agua libre es el aporte a la cantidad de agua.

$$\text{Agua Libre de Agregado} = \text{Peso Seco Agregado} * \left(\frac{\% w - \% abs}{100} \right)$$

r. Cantidad de Material en Estado Húmedo

Presentación final de los materiales con sus pesos húmedos corregidos y a su dosificación final por tandas o bolsas.

5.4.2 Diseño de Mezcla con Cemento IP

Presentamos el diseño en función de los Ítems del acápite 05.04.

Tabla 63: Diseño de mezcla $f'c=280$ kg/cm² Método de Walker - Cemento IP

DISEÑO DE MEZCLAS - METODO DE WALKER			
CEMENTO			
Tipo de Cemento Portland a Utilizar			YURA IP
Peso Específico			2850
IT	CARACTERISTICAS DEL CONCRETO		
(a)	Resistencia a la Compresión Especificada ($f'c$)	280	kg/cm ²
(b)	Desviación Estándar de antiguos ensayos	-	kg/cm ²
	Resistencia requerida a la compresión	364	kg/cm ²
(d)	Selección de Asentamiento	Consistencia	Plástica
		Asentamiento	3" - 4"
(e)	Tipo de concreto a diseñar (s/c aire)	si	
	Volumen Unitario de Agua	205	lt/m ³
(f)	Contenido de Aire Total	2	%
(g)	Relación agua/cemento	0.466	
(h)	Factor Cemento	439.91	kg/m ³
		10.35	bolsas/m ³
(i)	Calculo de Volúmenes Absolutos sin Agregados	Cemento	0.15 m ³
		Agua	0.21 m ³
		Aire	0.02 m ³
		Suma	0.38 m ³
(j)	Módulo de fineza de combinación de agregados	Bolsas de Cemento	10.35 kg
		M.F. A. Fino	2.64 in
		% A. Fino	39.30
(l)	Peso Secos de los Agregados	Vol. Agregado Fino	0.24 m ³
		Peso Seco A. Fino	590.64 kg/m ³
		Vol. Agregado Grueso	0.38
		Peso Seco A. Grueso	838.59
(m)	Presentación en Estado Seco	Cemento	439.91 kg
		Agua	205.00 kg
		A. Grueso	838.59 kg
		A. Fino	590.64 kg
(n)	CORRECCION POR HUMEDAD		
		Agregado Fino	Agregado Grueso
	Peso Húmedo	602.39	843.91 kg
	Aporte Humedad	6.87	-2.39 lts
(o)	Cantidad de Material en Estado Húmedo	Cemento	439.91 kg/m ³
		Agua	209.47 kg/m ³
		A. Fino	602.39 kg/m ³
		A. Grueso	843.91 kg/m ³
(p)	DOSIFICACION		
	1	1.37	1.92 0.48

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 64: Obtención de consistencia plástica Método de Walker - Cemento IP

DISEÑO DE MEZCLA CON CEMENTO PORTLAND IP					
ENSAYO 1 SLUMP = 7.5 CM	Material	Unidad	x 1m3	Proporción	x Tanda
	Cemento	kg	439.91	1.00	13.75
	Agregado Fino	kg	602.39	1.37	18.82
	Agregado Grueso	kg	843.91	1.92	26.37
	Agua	lt	209.47	0.48	6.55
	Aire %	%	2.00	a/c	0.47
ENSAYO 2 SLUMP = 8.5 CM	Material	Unidad	x 1m3	Proporción	x Tanda
	Cemento	kg	372.73	1.00	11.65
	Agregado Fino	kg	625.27	1.68	19.54
	Agregado Grueso	kg	875.97	2.35	27.37
	Agua	lt	209.64	0.56	6.55
	Aire %	%	2.00	a/c	0.55

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 65: Presentación diseño de Mezcla Método de Walker - Cemento IP

DISEÑO DE MEZCLA CON CEMENTO PORTLAND IP				
PRESENTACIÓN 1	Material	Unidad	x 1m3	Proporción
	Cemento	kg	439.91	1.00
	Agregado Fino	kg	602.39	1.37
	Agregado Grueso	kg	843.91	1.92
	Agua	lt	209.47	0.48
PRESENTACIÓN 2	Material	Unidad	x Bolsa	Proporción
	Cemento	kg	42.50	1.00
	Agregado Fino	kg	58.20	1.37
	Agregado Grueso	kg	81.53	1.92
	Agua	lt	20.24	0.48
PRESENTACIÓN 3	Material	Unidad	x Tanda	Proporción
	Cemento	kg	13.75	1.00
	Agregado Fino	kg	18.82	1.37
	Agregado Grueso	kg	26.37	1.92
	Agua	lt	6.55	0.48

Fuente: Elaboración propia.

5.4.3 Diseño de Mezcla con Cemento HE

Presentamos el diseño de mezcla en función de los Ítems del acápite 5

Tabla 66: Diseño de mezclas $f'c=280$ kg/cm² Método de Walker - Cemento HE

DISEÑO DE MEZCLAS - MÉTODO DE WALKER			
CEMENTO			
Tipo de Cemento Portland a Utilizar			YURA HE
Peso Especifico			2920
IT	CARACTERISTICAS DEL CONCRETO		
(a)	Resistencia a la Compresión Especificada ($f'c$)	280	kg/cm ²
(b)	Desviación Estándar de antiguos ensayos	-	kg/cm ²
	Resistencia requerida a la compresión	364	kg/cm ²
(d)	Selección de Asentamiento	Consistencia	Plástica
		Asentamiento	3" - 4"
(e)	Tipo de concreto a diseñar (s/c aire)	si	
	Volumen Unitario de Agua	205	lt/m ³
(f)	Contenido de Aire Total	2	%
(g)	Relación agua/cemento	0.466	
(h)	Factor Cemento	439.91	kg/m ³
		10.35	bolsas/m ³
(i)	Calculo de Volúmenes Absolutos sin Agregados	Cemento	0.15 m ³
		Agua	0.21 m ³
		Aire	0.02 m ³
		Suma	0.38 m ³
(j)	Módulo de fineza de combinación de agregados	Bolsas de Cemento	10.35 kg
		M.F. A. Fino	2.64 in
		% A. Fino	39.30
(l)	Peso Secos de los Agregados	Vol. Agregado Fino	0.25 m ³
		Peso Seco A. Fino	594.16 kg/m ³
		Vol. Agregado Grueso	0.38
		Peso Seco A. Grueso	843.59
(m)	Presentación en Estado Seco	Cemento	439.91 kg
		Agua	205.00 kg
		A. Grueso	843.59 kg
		A. Fino	594.16 kg
(n)	CORRECCION POR HUMEDAD		
		Agregado Fino	Agregado Grueso
	Peso Húmedo	605.98	848.95 kg
	Aporte Humedad	6.91	-2.41 lts
(o)	Cantidad de Material en Estado Húmedo	Cemento	439.91 kg/m ³
		Agua	209.50 kg/m ³
		A. Fino	605.98 kg/m ³
		A. Grueso	848.95 kg/m ³
(p)	DOSIFICACION		
	1	1.38	1.93 0.48

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 67: Obtención de consistencia plástica Método de Walker - Cemento HE

DISEÑO DE MEZCLA CON CEMENTO PORTLAND HE					
ENSAYO 1 SLUMP = 7.2 CM	Material	Unidad	x 1m3	Proporción	x Tanda
	Cemento	kg	439.91	1.00	13.75
	Agregado Fino	kg	605.98	1.38	18.94
	Agregado Grueso	kg	848.95	1.93	26.53
	Agua	lt	209.50	0.48	6.55
	Aire %	%	2.00	a/c	0.47
ENSAYO 2 SLUMP = 8.5 CM	Material	Unidad	x 1m3	Proporción	x Tanda
	Cemento	kg	372.73	1.00	11.65
	Agregado Fino	kg	628.31	1.69	19.63
	Agregado Grueso	kg	880.23	2.36	27.51
	Agua	lt	209.67	0.56	6.55
	Aire %	%	2.00	a/c	0.55

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 68: Presentación diseño de Mezcla Método de Walker - Cemento HE

DISEÑO DE MEZCLA CON CEMENTO PORTLAND HE				
PRESENTACIÓN 1	Material	Unidad	x 1m3	Proporción
	Cemento	kg	439.91	1.00
	Agregado Fino	kg	605.98	1.38
	Agregado Grueso	kg	848.95	1.93
	Agua	lt	209.50	0.48
PRESENTACIÓN 2	Material	Unidad	x Bolsa	Proporción
	Cemento	kg	42.50	1.00
	Agregado Fino	kg	58.54	1.38
	Agregado Grueso	kg	82.02	1.93
	Agua	lt	20.24	0.48
PRESENTACIÓN 3	Material	Unidad	x Tanda	Proporción
	Cemento	kg	13.75	1.00
	Agregado Fino	kg	18.94	1.38
	Agregado Grueso	kg	26.53	1.93
	Agua	lt	6.55	0.48

Fuente: Elaboración propia.

5.4.4 Diseño de Mezcla con Cemento HS

Presentamos el diseño de mezcla en función de los Ítems del acápite 5

Tabla 69: Diseño de mezclas $f'c=280$ kg/cm² Método de Walker - Cemento HS

DISEÑO DE MEZCLAS - MÉTODO DE WALKER				
CEMENTO				
Tipo de Cemento Portland a Utilizar			YURA HS	
Peso Especifico			2970	
IT	CARACTERISTICAS DEL CONCRETO			
(a)	Resistencia a la Compresión Especificada ($f'c$)	280	kg/cm ²	
(b)	Desviación Estándar de antiguos ensayos	-	kg/cm ²	
	Resistencia requerida a la compresión	364	kg/cm ²	
(d)	Selección de Asentamiento	Consistencia	Plástica	
		Asentamiento	3" - 4"	
(e)	Tipo de concreto a diseñar (s/c aire)	si		
	Volumen Unitario de Agua	205	lt/m ³	
(f)	Contenido de Aire Total	2	%	
(g)	Relación agua/cemento	0.466		
(h)	Factor Cemento	439.91	kg/m ³	
		10.35	bolsas/m ³	
(i)	Calculo de Volúmenes Absolutos sin Agregados	Cemento	0.15	m ³
		Agua	0.21	m ³
		Aire	0.02	m ³
		Suma	0.37	m ³
(j)	Módulo de fineza de combinación de agregados	Bolsas de Cemento	10.35	kg
		M.F. A. Fino	2.64	in
		% A. Fino	39.30	
(l)	Peso Secos de los Agregados	Vol. Agregado Fino	0.25	m ³
		Peso Seco A. Fino	596.57	kg/m ³
		Vol. Agregado Grueso	0.38	
		Peso Seco A. Grueso	847.02	
(m)	Presentación en Estado Seco	Cemento	439.91	kg
		Agua	205.00	kg
		A. Grueso	847.02	kg
		A. Fino	596.57	kg
(n)	CORRECCION POR HUMEDAD			
		Agregado Fino	Agregado Grueso	
	Peso Húmedo	608.44	852.40	kg
	Aporte Humedad	6.93	-2.42	lts
(o)	Cantidad de Material en Estado Húmedo	Cemento	439.91	kg/m ³
		Agua	209.52	kg/m ³
		A. Fino	608.44	kg/m ³
		A. Grueso	852.40	kg/m ³
(p)	DOSIFICACION			
	1	1.38	1.94	0.48

Tabla 70: Obtención de consistencia plástica Método de Walker - Cemento HS

DISEÑO DE MEZCLA CON CEMENTO PORTLAND HS					
ENSAYO 1 SLUMP = 7.0 CM	Material	Unidad	x 1m3	Proporción	x Tanda
	Cemento	kg	439.91	1.00	13.75
	Agregado Fino	kg	608.44	1.38	19.01
	Agregado Grueso	kg	852.40	1.94	26.64
	Agua	lt	209.52	0.48	6.55
	Aire %	%	2.00	a/c	0.47
ENSAYO 2 SLUMP = 8.0 CM	Material	Unidad	x 1m3	Proporción	x Tanda
	Cemento	kg	372.73	1.00	11.65
	Agregado Fino	kg	630.40	1.69	19.70
	Agregado Grueso	kg	883.15	2.37	27.60
	Agua	lt	209.68	0.56	6.55
	Aire %	%	2.00	a/c	0.55

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 71: Presentación diseño de Mezcla Método de Walker - Cemento HS

DISEÑO DE MEZCLA CON CEMENTO PORTLAND HS				
PRESENTACIÓN 1	Material	Unidad	x 1m3	Proporción
	Cemento	kg	439.91	1.00
	Agregado Fino	kg	608.44	1.38
	Agregado Grueso	kg	852.40	1.94
	Agua	lt	209.52	0.48
PRESENTACIÓN 2	Material	Unidad	x Bolsa	Proporción
	Cemento	kg	42.50	1.00
	Agregado Fino	kg	58.78	1.38
	Agregado Grueso	kg	82.35	1.94
	Agua	lt	20.24	0.48
PRESENTACIÓN 3	Material	Unidad	x Tanda	Proporción
	Cemento	kg	13.75	1.00
	Agregado Fino	kg	19.01	1.38
	Agregado Grueso	kg	26.64	1.94
	Agua	lt	6.55	0.48

Fuente: Elaboración propia.



CAPÍTULO VI

CAPÍTULO VI: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

6.1 Resistencia a la Compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ Cemento IP

6.1.1 Resistencia a la Compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ Método ACI

EDAD (01) DIA

Tabla 72: Resistencia Compresión 01 día Comité 211 ACI - Cemento IP

Cod. Probeta	P 1-1	P 1-2	P 1-3	P 1-4	P 1-5	P 1-6	P 1-7	P 1-8
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.80	2.80	2.80	2.80
d (cm)	15.02	15.10	15.05	15.20	15.05	15.20	14.97	15.00
A (cm)	177.19	179.08	177.89	181.46	177.89	181.46	176.01	176.71
F (kg)	20331	19628	18817	16977	20964	20098	17840	18402
$f'c$ (kg/cm ²)	114.74	109.61	105.78	93.56	117.85	110.76	101.36	104.13
σ (desv. Est)	7.75							
coef. Var (%)	7.2%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
$f'c$ promedio (kg/cm ²)	107.22							
$f'c$ min (kg/cm ²)	112							

Fuente: Elaboración propia.

EDAD (03) DIAS

Tabla 73: Resistencia Compresión 03 días Comité 211 ACI - Cemento IP

Cod. Probeta	P 3-1	P 3-2	P 3-3	P 3-4	P 3-5	P 3-6	P 3-7	P 3-8
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.80	2.80	2.80	2.80
d (cm)	15.22	15.19	15.12	15.09	15.26	15.28	15.21	15.18
A (cm)	181.94	181.22	179.60	178.82	182.89	183.37	181.70	180.98
F (kg)	28931	31812	29602	30205	29833	33204	29873	30741
$f'c$ (kg/cm ²)	159.02	175.54	164.82	168.91	163.12	181.07	164.41	169.86
σ (desv. Est)	7.16							
coef. Var (%)	4.3%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
$f'c$ promedio (kg/cm ²)	168.34							
$f'c$ min (kg/cm ²)	154							

Fuente: Elaboración propia.

EDAD (07) DIAS

Tabla 74: Resistencia Compresión 07 días Comité 211 ACI - Cemento IP

Cod. Probeta	P 7-1	P 7-2	P 7-3	P 7-4	P 7-5	P 7-6	P 7-7	P 7-8
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.80	2.80	2.80	2.80
d (cm)	15.21	15.26	15.09	15.18	15.09	15.08	15.17	15.16
A (cm)	181.70	182.89	178.84	180.98	178.84	178.60	180.74	180.50
F (kg)	38977	41963	40293	41123	42665	40201	41263	41828
f _c (kg/cm ²)	214.52	229.44	225.30	227.22	238.56	225.08	228.30	231.73
σ (desv. Est)	6.80							
coef. Var (%)	3.0%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
f _c promedio (kg/cm ²)	227.52							
f _c min (kg/cm ²)	196							

Fuente: Elaboración propia.

EDAD (14) DIAS

Tabla 75: Resistencia Compresión 14 días Comité 211 ACI - Cemento IP

Cod. Probeta	P 14-1	P 14-2	P 14-3	P 14-4	P 14-5	P 14-6	P 14-7	P 14-8
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.80	2.80	2.80	2.80
d (cm)	15.21	15.08	15.16	15.21	15.09	15.23	15.20	15.00
A (cm)	181.70	178.60	180.50	181.70	178.84	182.18	181.46	176.71
F (kg)	50982	48902	49363	47442	50022	46988	46421	47922
f _c (kg/cm ²)	280.59	273.80	273.47	261.10	279.70	257.93	255.82	271.18
σ (desv. Est)	9.67							
coef. Var (%)	3.6%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
f _c promedio (kg/cm ²)	269.20							
f _c min (kg/cm ²)	224.00							

Fuente: Elaboración propia.

6.1.1 Resistencia a la Compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ Método

Modulo de Fineza

EDAD (01) DIA

Tabla 76: Resistencia Compresión 01 día Modulo de Fineza - Cemento IP

Cod. Probeta	P 1-9	P 1-10	P 1-11	P 1-12	P 1-13	P 1-14	P 1-15	P 1-16
Slump (pulg)	3.00	3.00	3.00	3.00	2.90	2.90	2.90	2.90
d (cm)	14.98	15.02	15.02	15.00	15.05	15.03	15.12	15.08
A (cm)	176.24	177.19	177.19	176.71	177.89	177.42	179.55	178.60
F (kg)	19884	20598	20331	18393	18064	21987	19061	21354
$f'c$ (kg/cm ²)	112.82	116.25	114.74	104.08	101.54	123.92	106.16	119.56
σ (desv. Est)	7.84							
coef. Var (%)	7.0%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
$f'c$ promedio (kg/cm ²)	112.39							
$f'c$ min (kg/cm ²)	112							

Fuente: Elaboración propia.

EDAD (03) DIAS

Tabla 77: Resistencia Compresión 03 días Modulo de Fineza - Cemento IP

Cod. Probeta	P 3-9	P 3-10	P 3-11	P 3-12	P 3-13	P 3-14	P 3-15	P 3-16
Slump (pulg)	3.00	3.00	3.00	3.00	2.90	2.90	2.90	2.90
d (cm)	15.12	15.09	15.17	15.21	15.16	15.23	15.29	15.22
A (cm)	179.55	178.84	180.74	181.70	180.50	182.18	183.61	181.94
F (kg)	30098	25462	28664	27445	28548	31940	26125	30902
$f'c$ (kg/cm ²)	167.63	142.37	158.59	151.05	158.16	175.33	142.28	169.85
σ (desv. Est)	12.38							
coef. Var (%)	7.8%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
$f'c$ promedio (kg/cm ²)	158.16							
$f'c$ min (kg/cm ²)	154							

Fuente: Elaboración propia.

EDAD (07) DIAS

Tabla 78: Resistencia Compresión 07 días Modulo de Fineza - Cemento IP

	P 7-9	P 7-10	P 7-11	P 7-12	P 7-13	P 7-14	P 7-15	P 7-16
Slump (pulg)	3.00	3.00	3.00	3.00	2.90	2.90	2.90	2.90
d (cm)	15.13	15.09	15.21	15.24	15.06	15.04	15.12	15.22
A (cm)	179.79	178.84	181.70	182.41	178.13	177.66	179.55	181.94
F (kg)	41982	39878	39587	38982	41366	37011	39054	41992
f _c (kg/cm ²)	233.50	222.98	217.87	213.70	232.22	208.33	217.51	230.81
σ (desv. Est)	9.32							
coef. Var (%)	4.2%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
f _c promedio (kg/cm ²)	222.11							
f _c min (kg/cm ²)	196							

Fuente: Elaboración propia.

EDAD (14) DIAS

Tabla 79: Resistencia Compresión 14 días Modulo de Fineza - Cemento IP

	P 14-9	P 14-10	P 14-11	P 14-12	P 14-13	P 14-14	P 14-15	P 14-16
Slump (pulg)	3.00	3.00	3.00	3.00	2.70	2.70	2.70	2.70
d (cm)	15.06	15.12	15.16	15.12	15.09	15.08	14.96	15.06
A (cm)	178.13	179.55	180.50	179.55	178.84	178.60	175.77	178.13
F (kg)	38503	44577	45108	44828	45091	47305	48312	39154
f _c (kg/cm ²)	216.15	248.27	249.90	249.66	252.13	264.86	274.85	219.80
σ (desv. Est)	20.11							
coef. Var (%)	8.1%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
f _c promedio (kg/cm ²)	246.95							
f _c min (kg/cm ²)	224							

Fuente: Elaboración propia.

6.1.1 Resistencia a la Compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ Método

Walker

EDAD (01) DIA

Tabla 80: Resistencia Compresión 01 día Método de Walker - Cemento IP

Cod. Probeta	P 1-17	P 1-18	P 1-19	P 1-20	P 1-21	P 1-22	P 1-23	P 1-24
Slump (pulg)	2.80	2.80	2.80	2.80	2.90	2.90	2.90	2.90
d (cm)	15.25	15.21	15.12	15.09	15.31	15.22	15.14	15.13
A (cm)	182.65	181.70	179.55	178.84	184.09	181.94	180.03	179.79
F (kg)	19748	20844	23321	21903	18744	21132	21078	21878
$f'c$ (kg/cm ²)	108.12	114.72	129.88	122.47	101.82	116.15	117.08	121.69
σ (desv. Est)	8.71							
coef. Var (%)	7.5%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
$f'c$ promedio (kg/cm ²)	116.49							
$f'c$ min (kg/cm ²)	112							

Fuente: Elaboración propia.

EDAD (03) DIAS

Tabla 81: Resistencia Compresión 03 días Método de Walker - Cemento IP

Cod. Probeta	P 3-17	P 3-18	P 3-19	P 3-20	P 3-21	P 3-22	P 3-23	P 3-24
Slump (pulg)	2.80	2.80	2.80	2.80	2.90	2.90	2.90	2.90
d (cm)	15.29	15.26	15.16	15.26	15.20	15.18	15.06	15.12
A (cm)	183.61	182.89	180.50	182.89	181.41	180.98	178.13	179.55
F (kg)	30058	31655	30977	29681	30286	26574	34008	31914
$f'c$ (kg/cm ²)	163.70	173.08	171.61	162.29	166.95	146.83	190.92	177.74
σ (desv. Est)	12.81							
coef. Var (%)	7.6%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
$f'c$ promedio (kg/cm ²)	169.14							
$f'c$ min (kg/cm ²)	154							

Fuente: Elaboración propia.

EDAD (07) DIAS

Tabla 82: Resistencia Compresión 07 días Método de Walker - Cemento IP

Cod. Probeta	P 7-17	P 7-18	P 7-19	P 7-20	P 7-21	P 7-22	P 7-23	P 7-24
Slump (pulg)	3.00	3.00	3.00	3.00	2.50	2.50	2.50	2.50
d (cm)	15.08	15.03	15.03	15.09	15.06	15.08	15.11	15.07
A (cm)	178.60	177.42	177.42	178.84	178.13	178.60	179.32	178.37
F (kg)	39563	40162	40779	39049	44270	42837	40626	38784
f _c (kg/cm ²)	221.51	226.36	229.84	218.34	248.52	239.84	226.56	217.44
σ (desv. Est)	10.78							
coef. Var (%)	4.7%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
f _c promedio (kg/cm ²)	228.55							
f _c min (kg/cm ²)	196							

Fuente: Elaboración propia.

EDAD (14) DIAS

Tabla 83: Resistencia Compresión 14 días Método de Walker - Cemento IP

	P 14-17	P 14-18	P 14-19	P 14-20	P 14-21	P 14-22	P 14-23	P 14-24
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.90	2.90	2.90	2.90
d (cm)	15.31	15.28	15.23	15.19	15.08	15.24	15.26	15.21
A (cm)	184.09	183.37	182.18	181.22	178.60	182.41	182.89	181.70
F (kg)	43922	44953	40905	48744	46199	48411	46779	46554
f _c (kg/cm ²)	238.58	245.14	224.54	268.98	258.67	265.39	255.77	256.22
σ (desv. Est)	14.76							
coef. Var (%)	5.9%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
f _c promedio (kg/cm ²)	251.66							
f _c min (kg/cm ²)	224							

Fuente: Elaboración propia.

6.2 Resistencia a la Compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ Cemento HE

6.1.1 Resistencia a la Compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ Método ACI

EDAD (01) DIA

Tabla 84: Resistencia Compresión 01 día Comité 211 ACI - Cemento HE

Cod. Probeta	P 1-25	P 1-26	P 1-27	P 1-28	P 1-29	P 1-30	P 1-31	P 1-32
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	3.00	3.00	3.00	3.00
d (cm)	15.25	15.19	15.32	15.29	15.35	15.28	15.09	15.17
A (cm)	182.65	181.22	184.33	183.61	185.06	183.37	178.84	180.74
F (kg)	26083	25874	24810	26844	26877	24819	20541	26098
$f'c$ (kg/cm ²)	142.80	142.78	134.59	146.20	145.24	135.35	114.86	144.39
σ (desv. Est)	10.42							
coef. Var (%)	7.5%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
$f'c$ promedio (kg/cm ²)	138.27							
$f'c$ min (kg/cm ²)	112							

Fuente: Elaboración propia.

EDAD (03) DIAS

Tabla 85: Resistencia Compresión 03 días Comité 211 ACI - Cemento HE

Cod. Probeta	P 3-25	P 3-26	P 3-27	P 3-28	P 3-29	P 3-30	P 3-31	P 3-32
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
d (cm)	15.25	15.30	15.31	15.28	15.23	15.26	15.32	15.22
A (cm)	182.65	183.85	184.09	183.37	182.18	182.89	184.33	181.94
F (kg)	38972	39174	38475	40848	33911	36201	42941	40984
$f'c$ (kg/cm ²)	213.36	213.07	209.00	222.76	186.14	197.93	232.95	225.27
σ (desv. Est)	15.15							
coef. Var (%)	7.1%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
$f'c$ promedio (kg/cm ²)	212.56							
$f'c$ min (kg/cm ²)	154							

Fuente: Elaboración propia.

EDAD (07) DIAS

Tabla 86: Resistencia Compresión 07 días Comité 211 ACI - Cemento HE

	P 7-25	P 7-26	P 7-27	P 7-28	P 7-29	P 7-30	P 7-31	P 7-32
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	3.00	3.00	3.00	3.00
d (cm)	15.17	15.24	15.33	15.20	14.99	15.25	15.26	15.36
A (cm)	180.74	182.41	184.58	181.46	176.48	182.65	182.89	185.30
F (kg)	43349	50283	49079	46987	47339	46899	42155	42021
f'c (kg/cm ²)	239.84	275.65	265.90	258.94	268.24	256.76	230.49	226.77
σ (desv. Est)	18.24							
coef. Var (%)	7.2%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
f'c promedio (kg/cm ²)	252.83							
f'c min (kg/cm ²)	196							

Fuente: Elaboración propia.

EDAD (14) DIAS

Tabla 87: Resistencia Compresión 14 días Comité 211 ACI - Cemento HE

Cod. Probeta	P 14-25	P 14-26	P 14-27	P 14-28	P 14-29	P 14-30	P 14-31	P 14-32
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
d (cm)	15.22	15.23	15.28	15.26	14.98	15.32	15.26	15.21
A (cm)	181.94	182.18	183.37	182.89	176.24	184.33	182.89	181.70
F (kg)	54542	57333	46042	48732	51082	48407	54716	54095
f'c (kg/cm ²)	299.79	314.71	251.08	266.45	289.84	262.60	299.17	297.72
σ (desv. Est)	22.31							
coef. Var (%)	7.8%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
f'c promedio (kg/cm ²)	285.17							
f'c min (kg/cm ²)	224							

Fuente: Elaboración propia.

6.1.1 Resistencia a la Compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ Método

Modulo de Fineza

EDAD (01) DIA

Tabla 88: Resistencia Compresión 01 día Modulo de fineza - Cemento HE

Cod. Probeta	P 1-33	P 1-34	P 1-35	P 1-36	P 1-37	P 1-38	P 1-39	P 1-40
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.80	2.80	2.80	2.80
d (cm)	15.10	15.22	15.33	15.24	15.15	15.21	15.09	15.36
A (cm)	179.08	181.94	184.58	182.41	180.27	181.70	178.84	185.30
F (kg)	24891	27843	28974	25974	28474	29589	25024	24598
$f'c$ (kg/cm ²)	138.99	153.04	156.98	142.39	157.95	162.85	139.92	132.75
σ (desv. Est)	10.93							
coef. Var (%)	7.4%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
$f'c$ promedio (kg/cm ²)	148.11							
$f'c$ min (kg/cm ²)	112							

Fuente: Elaboración propia.

EDAD (03) DIAS

Tabla 89: Resistencia Compresión 03 días Modulo de fineza - Cemento HE

Cod. Probeta	P 3-33	P 3-34	P 3-35	P 3-36	P 3-37	P 3-38	P 3-39	P 3-40
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	3.00	3.00	3.00	3.00
d (cm)	15.30	15.32	15.33	15.24	15.25	15.21	15.32	15.36
A (cm)	183.85	184.33	184.58	182.41	182.65	181.70	184.33	185.30
F (kg)	40012	41541	43102	39882	44985	42642	48560	42874
$f'c$ (kg/cm ²)	217.63	225.36	233.52	218.63	246.29	234.69	263.43	231.38
σ (desv. Est)	15.14							
coef. Var (%)	6.5%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
$f'c$ promedio (kg/cm ²)	233.87							
$f'c$ min (kg/cm ²)	154							

Fuente: Elaboración propia.

EDAD (07) DIAS

Tabla 90: Resistencia Compresión 07 días Modulo de fineza - Cemento HE

Cod. Probeta	P 7-33	P 7-34	P 7-35	P 7-36	P 7-37	P 7-38	P 7-39	P 7-40
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.80	2.80	2.80	2.80
d (cm)	15.33	15.24	15.27	15.09	15.31	15.26	15.21	15.18
A (cm)	184.58	182.41	183.13	178.84	184.09	182.89	181.70	180.98
F (kg)	51724	52936	50943	49522	51098	50983	54788	48960
f _c (kg/cm ²)	280.23	290.20	278.17	276.90	277.56	278.76	301.53	270.53
σ (desv. Est)	9.66							
coef. Var (%)	3.4%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
f _c promedio (kg/cm ²)	281.74							
f _c min (kg/cm ²)	196							

Fuente: Elaboración propia.

EDAD (14) DIAS

Tabla 91: Resistencia Compresión 14 días Modulo de fineza - Cemento HE

	P 14-33	P 14-34	P 14-35	P 14-36	P 14-37	P 14-38	P 14-39	P 14-40
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
d (cm)	15.30	15.33	15.29	15.14	15.26	15.29	15.26	15.35
A (cm)	183.85	184.58	183.61	180.03	182.89	183.61	182.89	185.06
F (kg)	60746	61700	51804	57555	58147	59782	56580	57649
f _c (kg/cm ²)	330.40	334.28	282.14	319.70	317.93	325.59	309.36	311.52
σ (desv. Est)	16.30							
coef. Var (%)	5.2%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
f _c promedio (kg/cm ²)	316.36							
f _c min (kg/cm ²)	224							

Fuente: Elaboración propia.

6.1.1 Resistencia a la Compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ Método

Walker

EDAD (01) DIA

Tabla 92: Resistencia Compresión 01 día Método de Walker - Cemento HE

Cod. Probeta	P 1-41	P 1-42	P 1-43	P 1-44	P 1-45	P 1-46	P 1-47	P 1-48
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
d (cm)	15.26	15.31	15.22	15.29	15.19	15.26	15.34	15.25
A (cm)	182.89	184.09	181.94	183.61	181.22	182.89	184.82	182.65
F (kg)	24886	27511	24032	28955	27811	24985	25014	28153
$f'c$ (kg/cm ²)	136.07	149.44	132.09	157.70	153.47	136.61	135.35	154.13
σ (desv. Est)	10.30							
coef. Var (%)	7.1%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
$f'c$ promedio (kg/cm ²)	144.36							
$f'c$ min (kg/cm ²)	112							

Fuente: Elaboración propia.

EDAD (03) DIAS

Tabla 93: Resistencia Compresión 03 días Método de Walker - Cemento HE

	P 3-41	P 3-42	P 3-43	P 3-44	P 3-45	P 3-46	P 3-47	P 3-48
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.80	2.80	2.80	2.80
d (cm)	15.21	15.32	15.23	15.34	15.25	15.31	15.22	15.08
A (cm)	181.70	184.33	182.18	184.82	182.65	184.09	181.94	178.60
F (kg)	42921	41854	39874	40987	34233	42152	40184	40872
$f'c$ (kg/cm ²)	236.22	227.05	218.88	221.77	187.42	228.97	220.87	228.84
σ (desv. Est)	14.76							
coef. Var (%)	6.7%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
$f'c$ promedio (kg/cm ²)	221.25							
$f'c$ min (kg/cm ²)	154							

Fuente: Elaboración propia.

EDAD (07) DIAS

Tabla 94: Resistencia Compresión 07 días Método de Walker - Cemento HE

	P 7-41	P 7-42	P 7-43	P 7-44	P 7-45	P 7-46	P 7-47	P 7-48
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.80	2.80	2.80	2.80
d (cm)	15.25	15.32	15.29	15.28	15.16	14.98	15.33	15.29
A (cm)	182.65	184.33	183.61	183.37	180.50	176.24	184.58	183.61
F (kg)	50403	54064	48091	49764	49366	45847	47942	50764
f'c (kg/cm ²)	275.95	293.29	261.91	271.38	273.49	260.13	259.74	276.47
σ (desv. Est)	11.23							
coef. Var (%)	4.1%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
f'c promedio (kg/cm ²)	271.55							
f'c min (kg/cm ²)	196							

Fuente: Elaboración propia.

EDAD (14) DIAS

Tabla 95: Resistencia Compresión 14 días Método de Walker - Cemento HE

	P 14-41	P 14-42	P 14-43	P 14-44	P 14-45	P 14-46	P 14-47	P 14-48
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.80	2.80	2.80	2.80
d (cm)	15.28	15.32	15.34	15.36	15.26	15.20	15.30	15.36
A (cm)	183.37	184.33	184.82	185.30	182.89	181.46	183.85	185.30
F (kg)	53315	58910	59773	52424	53881	58042	64873	56963
f'c (kg/cm ²)	290.75	319.58	323.42	282.92	294.60	319.86	352.85	307.41
σ (desv. Est)	22.48							
coef. Var (%)	7.2%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
f'c promedio (kg/cm ²)	311.42							
f'c min (kg/cm ²)	224							

Fuente: Elaboración propia.

6.3 Resistencia a la Compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ Cemento HS

6.1.1 Resistencia a la Compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ Método ACI

EDAD (01) DIA

Tabla 96: Resistencia Compresión 01 día Comité 211 ACI - Cemento HS

Cod. Probeta	P 1-49	P 1-50	P 1-51	P 1-52	P 1-53	P 1-54	P 1-55	P 1-56
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
d (cm)	15.25	15.28	15.21	15.30	15.25	15.19	15.24	15.31
A (cm)	182.65	183.37	181.70	183.85	182.65	181.22	182.41	184.09
F (kg)	13781	13381	16411	16408	13855	15220	15285	17843
$f'c$ (kg/cm ²)	75.45	72.97	90.32	89.24	75.85	83.99	83.79	96.92
σ (desv. Est)	8.40							
coef. Var (%)	10.1%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
$f'c$ promedio (kg/cm ²)	83.57							
$f'c$ min (kg/cm ²)	112							

Fuente: Elaboración propia.

EDAD (03) DIAS

Tabla 97: Resistencia Compresión 03 días Comité 211 ACI - Cemento HS

	P 3-49	P 3-50	P 3-51	P 3-52	P 3-53	P 3-54	P 3-55	P 3-56
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	3.00	3.00	3.00	3.00
d (cm)	15.30	15.38	15.35	15.25	15.35	15.29	15.34	15.10
A (cm)	183.85	185.78	185.06	182.65	185.06	183.61	184.82	179.08
F (kg)	27012	30974	29754	29899	30414	31495	31087	29764
$f'c$ (kg/cm ²)	146.92	166.72	160.78	163.69	164.35	171.53	168.20	166.21
σ (desv. Est)	7.44							
coef. Var (%)	4.5%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
$f'c$ promedio (kg/cm ²)	163.55							
$f'c$ min (kg/cm ²)	154							

Fuente: Elaboración propia.

EDAD (07) DIAS

Tabla 98: Resistencia Compresión 07 días Comité 211 ACI - Cemento HS

	P 7-49	P 7-50	P 7-51	P 7-52	P 7-53	P 7-54	P 7-55	P 7-56
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.80	2.80	2.80	2.80
d (cm)	15.29	15.19	15.20	15.25	15.36	15.26	15.30	15.32
A (cm)	183.61	181.22	181.46	182.65	185.30	182.89	183.85	184.33
F (kg)	37658	33528	33654	34584	42989	38954	41725	40197
f _c (kg/cm ²)	205.09	185.01	185.46	189.34	232.00	212.99	226.95	218.07
σ (desv. Est)	18.68							
coef. Var (%)	9.0%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
f _c promedio (kg/cm ²)	206.86							
f _c min (kg/cm ²)	196							

Fuente: Elaboración propia.

EDAD (14) DIAS

Tabla 99: Resistencia Compresión 14 días Comité 211 ACI - Cemento HS

	P 14-49	P 14-50	P 14-51	P 14-52	P 14-53	P 14-54	P 14-55	P 14-56
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.70	2.70	2.70	2.70
d (cm)	15.26	15.32	15.16	15.33	15.26	15.38	15.40	15.31
A (cm)	182.89	184.33	180.50	184.58	182.89	185.78	186.27	184.09
F (kg)	37680	50411	41341	45908	45172	43006	40994	42955
f _c (kg/cm ²)	206.02	273.48	229.03	248.72	246.98	231.49	220.08	233.33
σ (desv. Est)	20.41							
coef. Var (%)	8.6%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
f _c promedio (kg/cm ²)	236.14							
f _c min (kg/cm ²)	224							

Fuente: Elaboración propia.

6.1.1 Resistencia a la Compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ Método

Modulo de Fineza

EDAD (01) DIA

Tabla 100: Resistencia Compresión 01 día Modulo de Fineza - Cemento HS

Cod. Probeta	P 1-57	P 1-58	P 1-59	P 1-60	P 1-61	P 1-62	P 1-63	P 1-64
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	3.00	3.00	3.00	3.00
d (cm)	15.22	15.31	15.25	15.18	15.02	15.29	15.19	15.28
A (cm)	181.94	184.09	182.65	180.98	177.19	183.61	181.22	183.37
F (kg)	15220	18285	17843	17201	16283	16987	18036	18896
$f'c$ (kg/cm ²)	83.66	99.32	97.69	95.04	91.90	92.51	99.53	103.05
σ (desv. Est)	6.03							
coef. Var (%)	6.3%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
$f'c$ promedio (kg/cm ²)	95.34							
$f'c$ min (kg/cm ²)	112							

Fuente: Elaboración propia.

EDAD (03) DIAS

Tabla 101: Resistencia Compresión 03 días Modulo de Fineza - Cemento HS

	P 3-57	P 3-58	P 3-59	P 3-60	P 3-61	P 3-62	P 3-63	P 3-64
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
d (cm)	15.31	15.29	15.24	15.40	15.35	15.33	15.24	15.13
A (cm)	184.09	183.61	182.41	186.27	185.06	184.58	182.41	179.79
F (kg)	29832	30166	33984	29420	34841	30541	32950	35602
$f'c$ (kg/cm ²)	162.05	164.29	186.30	157.95	188.27	165.47	180.63	198.02
σ (desv. Est)	14.78							
coef. Var (%)	8.4%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
$f'c$ promedio (kg/cm ²)	175.37							
$f'c$ min (kg/cm ²)	154							

Fuente: Elaboración propia.

EDAD (07) DIAS

Tabla 102: Resistencia Compresión 07 días Modulo de Fineza - Cemento HS

	P 7-57	P 7-58	P 7-59	P 7-60	P 7-61	P 7-62	P 7-63	P 7-64
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	3.00	3.00	3.00	3.00
d (cm)	15.12	15.30	15.25	15.28	15.33	15.39	15.32	15.28
A (cm)	179.55	183.85	182.65	183.37	184.58	186.02	184.33	183.37
F (kg)	38941	44465	38922	39451	40092	41056	39412	38746
f _c (kg/cm ²)	216.88	241.85	213.09	215.14	217.21	220.70	213.81	211.30
σ (desv. Est)	9.77							
coef. Var (%)	4.5%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
f _c promedio (kg/cm ²)	218.75							
f _c min (kg/cm ²)	196							

Fuente: Elaboración propia.

EDAD (14) DIAS

Tabla 103: Resistencia Compresión 14 días Modulo de Fineza - Cemento HS

	P 14-57	P 14-58	P 14-59	P 14-60	P 14-61	P 14-62	P 14-63	P 14-64
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.80	2.80	2.80	2.80
d (cm)	15.24	15.36	15.46	15.29	15.31	15.26	15.32	15.18
A (cm)	182.41	185.30	187.72	183.61	184.09	182.89	184.33	180.98
F (kg)	52212	49554	49512	46975	55528	46663	48807	50069
f _c (kg/cm ²)	286.23	267.43	263.76	255.84	301.63	255.14	264.77	276.65
σ (desv. Est)	15.97							
coef. Var (%)	5.9%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
f _c promedio (kg/cm ²)	271.43							
f _c min (kg/cm ²)	224							

Fuente: Elaboración propia.

6.1.1 Resistencia a la Compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ Método

Walker

EDAD (01) DIA

Tabla 104: Resistencia Compresión 01 día Método de Walker - Cemento HS

Cod. Probeta	P 1-65	P 1-66	P 1-67	P 1-68	P 1-69	P 1-70	P 1-71	P 1-72
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.80	2.80	2.80	2.80
d (cm)	15.33	15.20	15.25	15.18	15.33	15.36	15.29	15.10
A (cm)	184.50	181.46	182.65	180.98	184.58	185.30	183.61	179.08
F (kg)	16541	17281	16221	14551	16021	17457	18302	18022
$f'c$ (kg/cm ²)	89.66	95.23	88.81	80.40	86.80	94.21	99.68	100.64
σ (desv. Est)	6.83							
coef. Var (%)	7.4%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
$f'c$ promedio (kg/cm ²)	91.93							
$f'c$ min (kg/cm ²)	112							

Fuente: Elaboración propia.

EDAD (03) DIAS

Tabla 105: Resistencia Compresión 03 días Método de Walker - Cemento HS

	P 3-65	P 3-66	P 3-67	P 3-68	P 3-69	P 3-70	P 3-71	P 3-72
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.70	2.70	2.70	2.70
d (cm)	15.32	15.30	15.23	15.28	15.33	15.40	15.22	15.28
A (cm)	184.33	183.85	182.18	183.37	184.58	186.27	181.94	183.37
F (kg)	32911	30981	25945	30971	30751	31664	32941	34682
$f'c$ (kg/cm ²)	178.54	168.51	142.42	168.90	166.60	169.99	181.06	189.13
σ (desv. Est)	13.80							
coef. Var (%)	8.1%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
$f'c$ promedio (kg/cm ²)	170.64							
$f'c$ min (kg/cm ²)	154							

Fuente: Elaboración propia.

EDAD (07) DIAS

Tabla 106: Resistencia Compresión 07 días Método de Walker - Cemento HS

	P 7-65	P 7-66	P 7-67	P 7-68	P 7-69	P 7-70	P 7-71	P 7-72
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.80	2.80	2.80	2.80
d (cm)	15.34	15.32	15.28	15.18	15.30	15.32	15.33	15.36
A (cm)	184.82	184.33	183.37	180.98	183.85	184.33	184.58	185.30
F (kg)	40620	42922	42297	36053	37715	39176	38715	33287
f'c (kg/cm ²)	219.79	232.85	230.66	199.21	205.14	212.53	209.75	179.64
σ (desv. Est)	17.33							
coef. Var (%)	8.2%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
f'c promedio (kg/cm ²)	211.19							
f'c min (kg/cm ²)	196							

Fuente: Elaboración propia.

EDAD (14) DIAS

Tabla 107: Resistencia Compresión 14 días Método de Walker - Cemento HS

	P 14-65	P 14-66	P 14-67	P 14-68	P 14-69	P 14-70	P 14-71	P 14-72
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.70	2.70	2.70	2.70
d (cm)	15.26	15.29	15.36	15.35	15.32	15.29	15.33	15.28
A (cm)	182.89	183.61	185.30	185.06	184.33	183.61	184.58	183.37
F (kg)	38384	39232	49170	39201	42051	44563	37846	43564
f'c (kg/cm ²)	209.87	213.67	265.36	211.83	228.12	242.70	205.04	237.57
σ (desv. Est)	20.75							
coef. Var (%)	9.1%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
f'c promedio (kg/cm ²)	226.77							
f'c min (kg/cm ²)	224							

Fuente: Elaboración propia.

6.4 Resistencia a la Compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ Cemento IP+A

6.1.1 Resistencia a la Compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ Método ACI

EDAD (01) DIA

Tabla 108: Resistencia Compresión 01 día Comité 211 ACI - Cemento IP+A

Cod. Probeta	P 1-73	P 1-74	P 1-75	P 1-76	P 1-77	P 1-78	P 1-79	P 1-80
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
d (cm)	15.25	15.38	15.40	15.32	15.26	15.15	15.26	15.28
A (cm)	182.65	185.78	186.27	184.33	182.89	180.27	182.89	183.37
F (kg)	25917	27913	25506	24089	27815	24265	26985	23695
$f'c$ (kg/cm ²)	141.89	150.25	136.93	130.68	152.08	134.61	147.54	129.22
σ (desv. Est)	8.88							
coef. Var (%)	6.3%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
$f'c$ promedio (kg/cm ²)	140.40							
$f'c$ min (kg/cm ²)	112							

Fuente: Elaboración propia.

EDAD (03) DIAS

Tabla 109: Resistencia Compresión 03 días Comité 211 ACI - Cemento IP+A

Cod. Probeta	P 3-73	P 3-74	P 3-75	P 3-76	P 3-77	P 3-78	P 3-79	P 3-80
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.80	2.80	2.80	2.80
d (cm)	15.25	15.32	15.28	15.15	15.18	15.26	15.36	15.10
A (cm)	182.65	184.33	183.37	180.27	180.98	182.89	185.30	179.08
F (kg)	38974	40182	45497	36841	38432	40922	38416	36501
$f'c$ (kg/cm ²)	213.38	217.98	248.11	204.37	212.35	223.75	207.32	203.83
σ (desv. Est)	14.51							
coef. Var (%)	6.7%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
$f'c$ promedio (kg/cm ²)	216.39							
$f'c$ min (kg/cm ²)	154							

Fuente: Elaboración propia.

EDAD (07) DIAS

Tabla 110: Resistencia Compresión 07 días Comité 211 ACI - Cemento IP+A

Cod. Probeta	P 7-73	P 7-74	P 7-75	P 7-76	P 7-77	P 7-78	P 7-79	P 7-80
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.70	2.70	2.70	2.70
d (cm)	15.32	15.40	15.36	15.23	15.13	15.24	15.24	15.40
A (cm)	184.33	186.27	185.30	182.18	179.79	182.41	182.41	186.27
F (kg)	43901	50063	49053	51698	48125	48036	52874	51488
f'c (kg/cm ²)	238.16	268.77	264.72	283.78	267.67	263.33	289.86	276.42
σ (desv. Est)	15.64							
coef. Var (%)	5.8%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
f'c promedio (kg/cm ²)	269.09							
f'c min (kg/cm ²)	196							

Fuente: Elaboración propia.

EDAD (14) DIAS

Tabla 111: Resistencia Compresión 14 días Comité 211 ACI - Cemento IP+A

Cod. Probeta	P 14-73	P 14-74	P 14-75	P 14-76	P 14-77	P 14-78	P 14-79	P 14-80
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
d (cm)	15.25	15.38	15.00	15.32	15.26	15.35	15.41	15.28
A (cm)	182.65	185.78	176.71	184.33	182.89	185.06	186.51	183.37
F (kg)	58945	52897	54698	54874	52691	55785	51998	56982
f'c (kg/cm ²)	322.71	284.73	309.53	297.69	288.10	301.45	278.80	310.74
σ (desv. Est)	14.88							
coef. Var (%)	5.0%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
f'c promedio (kg/cm ²)	299.22							
f'c min (kg/cm ²)	224							

Fuente: Elaboración propia.

6.1.1 Resistencia a la Compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ Método

Modulo de Fineza

EDAD (01) DIA

Tabla 112: Resistencia Compresión 01 día Modulo de Fineza - Cemento IP+A

Cod. Probeta	P 1-81	P 1-82	P 1-83	P 1-84	P 1-85	P 1-86	P 1-87	P 1-88
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
d (cm)	15.30	15.35	15.33	15.26	15.27	15.38	15.30	15.29
A (cm)	183.85	185.06	184.58	182.89	183.13	185.78	183.85	183.61
F (kg)	26874	27959	29866	30484	26984	26589	25948	25193
$f'c$ (kg/cm ²)	146.17	151.08	161.81	166.68	147.35	143.12	141.13	137.21
σ (desv. Est)	10.19							
coef. Var (%)	6.8%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
$f'c$ promedio (kg/cm ²)	149.32							
$f'c$ min (kg/cm ²)	112							

Fuente: Elaboración propia.

EDAD (03) DIAS

Tabla 113: Resistencia Compresión 03 días Modulo de Fineza - Cemento IP+A

Cod. Probeta	P 3-81	P 3-82	P 3-83	P 3-84	P 3-85	P 3-86	P 3-87	P 3-88
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.80	2.80	2.80	2.80
d (cm)	15.20	15.25	15.33	15.36	15.27	15.08	15.19	15.27
A (cm)	181.46	182.65	184.58	185.30	183.13	178.60	181.22	183.13
F (kg)	44895	43487	42849	42984	43978	50694	51032	45926
$f'c$ (kg/cm ²)	247.41	238.08	232.15	231.97	240.14	283.83	281.60	250.78
σ (desv. Est)	20.80							
coef. Var (%)	8.3%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
$f'c$ promedio (kg/cm ²)	250.75							
$f'c$ min (kg/cm ²)	154							

Fuente: Elaboración propia.

EDAD (07) DIAS

Tabla 114: Resistencia Compresión 07 días Modulo de Fineza - Cemento IP+A

Cod. Probeta	P 7-81	P 7-82	P 7-83	P 7-84	P 7-85	P 7-86	P 7-87	P 7-88
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.80	2.80	2.80	2.80
d (cm)	15.38	15.32	15.23	15.32	15.25	15.26	15.35	15.42
A (cm)	185.78	184.33	182.18	184.33	182.65	182.89	185.06	186.75
F (kg)	50064	50905	53487	51926	53948	55144	60985	49978
f _c (kg/cm ²)	269.48	276.16	293.60	281.69	295.36	301.51	329.55	267.62
σ (desv. Est)	20.42							
coef. Var (%)	7.1%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
f _c promedio (kg/cm ²)	289.37							
f _c min (kg/cm ²)	196							

Fuente: Elaboración propia.

EDAD (14) DIAS

Tabla 115: Resistencia Compresión 14 días Modulo de Fineza - Cemento IP+A

Cod. Probeta	P 14-81	P 14-82	P 14-83	P 14-84	P 14-85	P 14-86	P 14-87	P 14-88
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.70	2.70	2.70	2.70
d (cm)	15.30	15.35	15.33	15.26	15.40	15.45	15.42	15.38
A (cm)	183.85	185.06	184.58	182.89	186.27	187.48	186.75	185.78
F (kg)	59875	58630	61820	60599	52981	66388	58974	56764
f _c (kg/cm ²)	325.67	316.82	334.93	331.33	284.44	354.11	315.79	305.54
σ (desv. Est)	20.84							
coef. Var (%)	6.5%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
f _c promedio (kg/cm ²)	321.08							
f _c min (kg/cm ²)	224							

Fuente: Elaboración propia.

6.1.1 Resistencia a la Compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ Método

Walker

EDAD (01) DIA

Tabla 116: Resistencia Compresión 01 día Método de Walker - Cemento IP+A

Cod. Probeta	P 1-89	P 1-90	P 1-91	P 1-92	P 1-93	P 1-94	P 1-95	P 1-96
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
d (cm)	15.31	15.32	15.24	15.15	15.20	15.12	15.06	15.36
A (cm)	184.09	184.33	182.41	180.27	181.46	179.55	178.13	185.30
F (kg)	26482	29455	25274	26311	25425	28441	29874	25067
$f'c$ (kg/cm ²)	143.85	159.79	138.55	145.96	140.11	158.40	167.71	135.28
σ (desv. Est)	11.75							
coef. Var (%)	7.9%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
$f'c$ promedio (kg/cm ²)	148.71							
$f'c$ min (kg/cm ²)	112							

Fuente: Elaboración propia.

EDAD (03) DIAS

Tabla 117: Resistencia Compresión 03 días Método de Walker - Cemento IP+A

Cod. Probeta	P 3-89	P 3-90	P 3-91	P 3-92	P 3-93	P 3-94	P 3-95	P 3-96
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.80	2.80	2.80	2.80
d (cm)	15.30	15.25	15.33	15.26	15.27	15.38	15.32	15.24
A (cm)	183.85	182.65	184.58	182.89	183.13	185.78	184.33	182.41
F (kg)	35910	41165	35984	39402	35755	40981	42877	34848
$f'c$ (kg/cm ²)	195.32	225.37	194.96	215.44	195.24	220.59	232.60	191.04
σ (desv. Est)	16.46							
coef. Var (%)	7.9%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
$f'c$ promedio (kg/cm ²)	208.82							
$f'c$ min (kg/cm ²)	154							

Fuente: Elaboración propia.

EDAD (07) DIAS

Tabla 118: Resistencia Compresión 07 días Método de Walker - Cemento IP+A

	P 7-89	P 7-90	P 7-91	P 7-92	P 7-93	P 7-94	P 7-95	P 7-96
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
d (cm)	15.31	15.36	15.23	15.25	15.29	15.38	15.33	15.20
A (cm)	184.09	185.30	182.18	182.65	183.61	185.78	184.58	181.46
F (kg)	47552	50752	52486	48941	52587	49788	47980	47841
f _c (kg/cm ²)	258.30	273.89	288.11	267.94	286.40	267.99	259.95	263.65
σ (desv. Est)	11.30							
coef. Var (%)	4.2%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
f _c promedio (kg/cm ²)	270.78							
f _c min (kg/cm ²)	196							

Fuente: Elaboración propia.

EDAD (14) DIAS

Tabla 119: Resistencia Compresión 14 días Método de Walker - Cemento IP+A

Cod. Probeta	P 14-89	P 14-90	P 14-91	P 14-92	P 14-93	P 14-94	P 14-95	P 14-96
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
d (cm)	15.30	15.24	15.33	15.26	15.27	15.38	15.30	15.19
A (cm)	183.85	182.41	184.58	182.89	183.13	185.78	183.85	181.22
F (kg)	54923	57945	58960	60784	60898	62894	51954	56449
f _c (kg/cm ²)	298.73	317.66	319.44	332.35	332.53	338.54	282.58	311.49
σ (desv. Est)	18.88							
coef. Var (%)	6.0%							
max. Coef var.(ASTM C39)	7.8							
f _c promedio (kg/cm ²)	316.66							
f _c min (kg/cm ²)	224							

Fuente: Elaboración propia.

6.5 Resistencia a la Tracción $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

6.5.1 Cemento Tipo IP

Tabla 120: Resistencia Tracción $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ Cemento IP

	T. IP 1	T. IP 2	T. IP 3	T. IP 4
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50
Ancho Prom. (cm)	15.00	15.00	15.00	15.00
Altura Prom. (cm)	15.00	15.00	15.00	15.00
Luz libre (cm)	30.00	30.00	30.00	30.00
F (kg)	22088	22875	21968	22478
$f'c$ (kg/cm ²)	31.25	32.36	31.08	31.80
σ (desv. Est)	0.58			
coef. Var (%)	1.8%			
max. Coef var.(ASTM C39)	16			
$f'c$ promedio (kg/cm ²)	31.62			
$f'c$ min (kg/cm ²)	28			

Fuente: Elaboración propia.

6.5.2 Cemento Tipo HE

Tabla 121: Resistencia Tracción $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ Cemento HE

	T. HE 1	T. HE 2	T. HE 3	T. HE 4
Slump (pulg)	2.70	2.70	2.70	2.70
Ancho Prom. (cm)	15.00	15.00	15.00	15.00
Altura Prom. (cm)	15.00	15.00	15.00	15.00
Luz libre (cm)	30.00	30.00	30.00	30.00
F (kg)	24785	25743	25488	26215
$f'c$ (kg/cm ²)	35.06	36.42	36.06	37.09
σ (desv. Est)	0.84			
coef. Var (%)	2.3%			
max. Coef var.(ASTM C39)	16			
$f'c$ promedio (kg/cm ²)	36.16			
$f'c$ min (kg/cm ²)	28			

Fuente: Elaboración propia.

6.5.3 Cemento Tipo HS

Tabla 122: Resistencia Tracción $f'c=280$ kg/cm² Cemento HS

	T. HS 1	T. HS 2	T. HS 3	T. HS 4
Slump (pulg)	2.50	2.50	2.50	2.50
Ancho Prom. (cm)	15.00	15.00	15.00	15.00
Altura Prom. (cm)	15.00	15.00	15.00	15.00
Luz libre (cm)	30.00	30.00	30.00	30.00
F (kg)	19458	20147	19970	21036
$f'c$ (kg/cm ²)	27.53	28.50	28.25	29.76
σ (desv. Est)	0.93			
coef. Var (%)	3.3%			
max. Coef var.(ASTM C39)	16			
$f'c$ promedio (kg/cm ²)	28.51			
$f'c$ min (kg/cm ²)	28			

Fuente: Elaboración propia.

6.5.4 Cemento Tipo IP + Acelerante de Fragua

Tabla 123: Resistencia Tracción $f'c=280$ kg/cm² Cemento IP+A

	T. IPa 1	T. IPa 2	T. IPa 3	T. IPa 4
Slump (pulg)	2.80	2.80	2.80	2.80
Ancho Prom. (cm)	15.00	15.00	15.00	15.00
Altura Prom. (cm)	15.00	15.00	15.00	15.00
Luz libre (cm)	30.00	30.00	30.00	30.00
F (kg)	22365	22754	21873	23644
$f'c$ (kg/cm ²)	31.64	32.19	30.94	33.45
σ (desv. Est)	1.06			
coef. Var (%)	3.3%			
max. Coef var.(ASTM C39)	16			
$f'c$ promedio (kg/cm ²)	32.06			
$f'c$ min (kg/cm ²)	28			

Fuente: Elaboración propia.

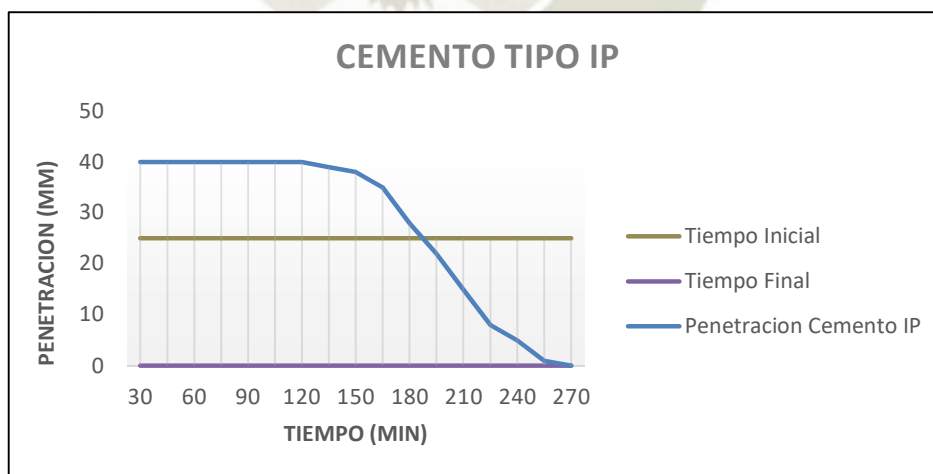
6.6 Ensayo de Tiempo de Fraguado

- Norma NTP 334.006 – ASTM C 191

6.6.1 Cemento Tipo IP

Tabla 124: Ensayo aguja de vicat para Cemento IP

Peso del Cemento	350 gr	
Volumen del Agua	160.3 ml	
CEMENTO IP		
N° Lectura	Tiempo (min)	Penetración (mm)
1	30	40
2	45	40
3	60	40
4	75	40
5	90	40
6	105	40
7	120	40
8	135	39
9	150	38
10	165	35
11	180	28
12	195	22
13	210	15
14	225	8
15	240	5
16	255	1
17	270	0



Gráfica 6: Tiempo de Fraguado para Cemento IP

Tabla 125: Resultado de Tiempos de Fraguado - Cemento IP

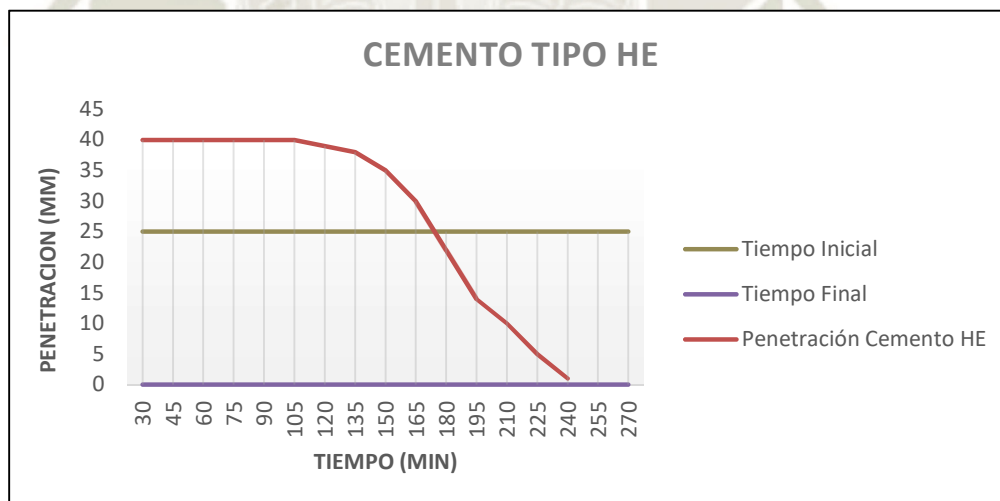
Tiempo Inicial de Fraguado	Tiempo Final de Fraguado
188	270

Fuente: Elaboración propia.

6.6.2 Cemento Tipo HE

Tabla 126: Ensayo aguja de vicat para Cemento HE

Peso del Cemento	350 gr	
Volumen del Agua	160.3 ml	
CEMENTO HE		
N° Lectura	Tiempo (min)	Penetración (mm)
1	30	40
2	45	40
3	60	40
4	75	40
5	90	40
6	105	40
7	120	39
8	135	38
9	150	35
10	165	30
11	180	22
12	195	14
13	210	10
14	225	5
15	240	1
16	255	0
17	270	-



Gráfica 7: Resultado de Tiempos de Fraguado - Cemento HE

Fuente: Elaboración propia.

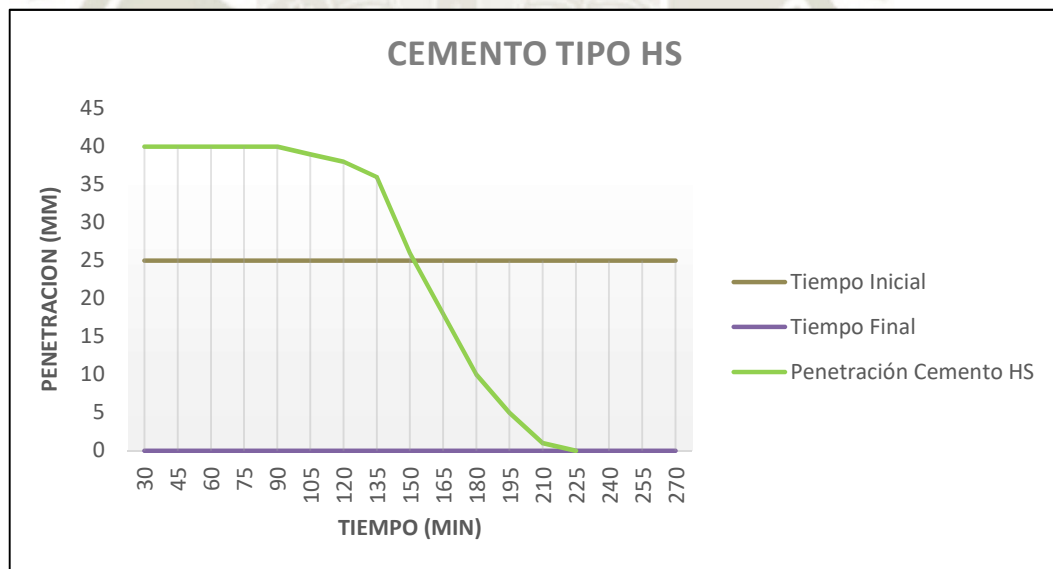
Tabla 127: Resultado de Tiempos de Fraguado - Cemento HE

Tiempo Inicial de Fraguado	Tiempo Final de Fraguado
175	255

6.6.3 Cemento Tipo HS

Tabla 128: Ensayo aguja de vicat para Cemento HS

Peso del Cemento	350 gr	
Volumen del Agua	160.3 ml	
CEMENTO HS		
N° Lectura	Tiempo (min)	Penetración (mm)
1	30	40
2	45	40
3	60	40
4	75	40
5	90	40
6	105	39
7	120	38
8	135	36
9	150	26
10	165	18
11	180	10
12	195	5
13	210	1
14	225	0
15	240	-
16	255	-
17	270	-



Gráfica 8: Resultado de Tiempos de Fraguado - Cemento HS

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 129: Resultado de Tiempos de Fraguado - Cemento HS

Tiempo Inicial de Fraguado	Tiempo Final de Fraguado
152	225

6.7 Ensayo de Consistencia Normal

Se detalla un proceso del peso por cantidad de muestra y en función del cono de Abrams, rellenando cada tercio del cono y apisonando 25 golpes por capa, se levanta en sentido vertical y se toma como Slump la distancia entre la capa superior del cono y la parte superior de la pasta, se toma el promedio de Slump para cada relación a/c por tipo de Cemento.

Tabla 130: Ensayo de Consistencia normal.

Tipo de Cemento	Relación a/c	Peso por Tanda			Volumen		Peso Total Materiales (kg)	Slump (pulg)	Rango Plástico (cm)	Tolerancia ASTM C94 (cm)
		Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua	Aditivo				
		(kg)	(kg)	(kg)	(lt)	(lt)				
Cemento IP	0.466	13.75	9.07	35.22	6.41	0	64.92	2.40	[7.60-10.15]	± 2.54
Cemento IP	0.550	11.65	10.89	35.22	6.43	0	64.74	3.30	[7.60-10.15]	± 2.54
Cemento HE	0.466	13.75	9.35	35.22	6.41	0	65.20	3.10	[7.60-10.15]	± 2.54
Cemento HE	0.550	11.65	11.13	35.22	6.43	0	64.98	3.80	[7.60-10.15]	± 2.54
Cemento HS	0.466	13.75	9.55	35.22	6.42	0	65.41	2.80	[7.60-10.15]	± 2.54
Cemento HS	0.550	11.65	11.3	35.22	6.44	0	65.16	3.60	[7.60-10.15]	± 2.54

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 131: Análisis comparativo de Consistencia Normal.

Tipo de Cemento	Relación a/c	
	0.45	0.55
Cemento IP	100%	100%
Cemento HE	129%	115%
Cemento HS	117%	109%

Fuente: Elaboración propia.

Cemento HE presenta un 29% mayor de consistencia que el cemento IP, y HS tiene más consistencia 17% mayor que el Cemento IP, en ambos casos y para ambas dosificaciones el asentamiento siempre es mayor.

6.8 Ensayo de Contenido de Aire

Se detalla un proceso del peso por cantidad de muestra y en función del peso, se toma el promedio de concreto para cada relación a/c por tipo de Cemento, se halla un densidad de cada muestra hecha en laboratorio para comparar con la fórmula de ensayo peso gravimétrico para contenido de aire, considerando la densidad teoría (T) del concreto 2400 kg/m³.

Contenido de aire.-

$$A = \left[\frac{(T - D)}{T} \right] * 100$$

$$D = \frac{(M_c - M_m)}{V_m}$$

Tabla 132: Ensayo de Contenido de Aire

Tipo de Cemento	Relación a/c	Volumen Absoluto de cada Material en la Mezcla				Total (m3)	Peso Concreto (kg)	Densidad Teórica (kg)	Aire Atrapado (m3)
		Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua				
		(m3)	(m3)	(m3)	(m3)				
Cemento IP	0.466	0.154	0.269	0.639	0.207	1.27	12.09	2359.02	1.71%
Cemento IP	0.550	0.131	0.305	0.639	0.208	1.28	12.16	2372.68	1.14%
Cemento HE	0.466	0.151	0.275	0.639	0.207	1.27	12.11	2362.93	1.54%
Cemento HE	0.550	0.127	0.309	0.639	0.208	1.28	12.18	2376.59	0.98%
Cemento HS	0.466	0.148	0.279	0.639	0.207	1.27	12.15	2370.73	1.22%
Cemento HS	0.550	0.125	0.313	0.639	0.208	1.29	12.20	2380.49	0.81%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 133: Análisis comparativo contenido de Aire

Tipo de Cemento	Relación a/c	
	0.45	0.55
Cemento IP	100%	100%
Cemento HE	90%	86%
Cemento HS	71%	71%

Fuente: Elaboración propia.

El cemento HE y HS presentan menor contenido de aire que el cemento IP, donde incluso el cemento HS resulta siendo el de menor contenido de aire.

6.9 Ensayo de Temperatura

Se detalla un proceso en función del tiempo y la variación de temperatura hasta que se tenga la menor variación.

Se mide con termómetro en la pasta fresca y en temperatura ambiente de vaciado, los tiempos son controlados hasta que obtienen una temperatura sin variación.

Tabla 134: Ensayo de Temperatura

Tipo de Cemento	Relación a/c	Temperatura		Variación de Temperatura del Concreto en el tiempo (°C)					
		Laboratorio	Agua	1 min	3 min	5 min	10 min	15 min	20 min
		(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)
Cemento IP	0.466	19.20	22.10	22.50	22.50	22.60	22.70	22.80	22.80
Cemento IP	0.550	19.50	22.80	22.20	22.30	22.40	22.50	22.50	22.50
Cemento HE	0.466	20.30	23.00	22.80	23.00	23.10	23.20	23.30	23.40
Cemento HE	0.550	20.40	23.50	22.20	22.30	22.40	22.60	22.60	22.70
Cemento HS	0.466	21.80	22.90	23.20	23.20	23.30	23.40	23.40	23.50
Cemento HS	0.550	22.00	22.20	23.00	23.10	23.20	23.20	23.30	23.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 135: Análisis de Ensayo de Temperatura.

Tipo de Cemento	Relación a/c	
	0.45	0.55
Cemento IP	100.00%	100.00%
Cemento HE	102.63%	100.89%
Cemento HS	103.07%	102.22%

Fuente: Elaboración propia.

El cemento HE y HS presentan mayor grado de temperatura que el cemento IP, donde incluso el cemento HS resulta siendo el de mayor grado de ascenso en temperatura por función del tiempo.

6.10 Ensayo de Factor de Compacidad

Se detalla un proceso donde el peso del concreto previo proceso de compactación se compara con el de llenado por gravedad, el compacimetro de Glanville dará como resultado el ensayo mencionado, los valores más próximos a 1 indican el grado de compacidad máximo.

Tabla 136: Ensayo de Factor de Compacidad

Tipo de Cemento	Relación a/c	Peso Molde Cilíndrico	P. Molde cilíndrico + concreto lleno por Gravedad	P. Molde cilíndrico + concreto compactado	P. Concreto Lleno por gravedad	P. Concreto compactado	Factor de Compacidad
		(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)
Cemento IP	0.466	4.09	10.74	11.78	7.52	7.69	0.86
Cemento IP	0.550	4.15	11.12	11.97	7.68	7.82	0.89
Cemento HE	0.466	4.20	10.97	12.23	7.62	8.03	0.84
Cemento HE	0.550	4.22	11.23	12.34	7.81	8.12	0.86
Cemento HS	0.466	4.03	10.69	11.85	7.71	7.82	0.85
Cemento HS	0.550	3.95	10.79	11.44	7.31	7.49	0.91

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 137: Análisis ensayo de compacidad.

Tipo de Cemento	Relación a/c	
	0.45	0.55
Cemento IP	100.00%	100.00%
Cemento HE	97.47%	96.86%
Cemento HS	98.49%	102.46%

Fuente: Elaboración propia.

Los Cementos IP y HS tienen mejor grado compacidad en comparación con el Cemento HE, que resulta siendo el de menor grado.

6.11 Ensayo de Pesos Unitarios

Se detalla un proceso donde el peso del concreto previo proceso de compactación se divide entre el volumen del molde de ensayo usado en laboratorio y se obtiene su peso unitario, el resultado es el promedio del análisis de 03 ensayos para cada tipo de cemento y relación a/c.

Tabla 138: Ensayo de Pesos Unitarios

Tipo de Cemento	Relación a/c	Peso de molde + concreto	Peso Molde	Peso Concreto	Volumen Molde	Peso Unitario
		(kg)	(kg)	(kg)	(m3)	(kg/m3)
Cemento IP	0.466	15.87	4.090	11.78	0.005125	2298.661
Cemento IP	0.550	16.05	4.109	11.941	0.005125	2330.077
Cemento HE	0.466	16.22	4.050	12.17	0.005125	2374.762
Cemento HE	0.550	16.28	4.156	12.124	0.005125	2365.786
Cemento HS	0.466	15.97	4.106	11.864	0.005125	2315.052
Cemento HS	0.550	16.12	4.006	12.114	0.005125	2363.835

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 139: Análisis de los Pesos Unitarios.

Tipo de Cemento	Relación a/c	
	0.45	0.55
Cemento IP	100.00%	100.00%
Cemento HE	103.31%	101.53%
Cemento HS	100.71%	101.45%

Fuente: Elaboración propia.

Los Cementos HE y HS presentan un mayor peso unitario en comparación con el Cemento IP, relación donde el cemento HS resulta siendo el de mayor peso unitario, sin llegar a alcanzar la densidad teórica del concreto.

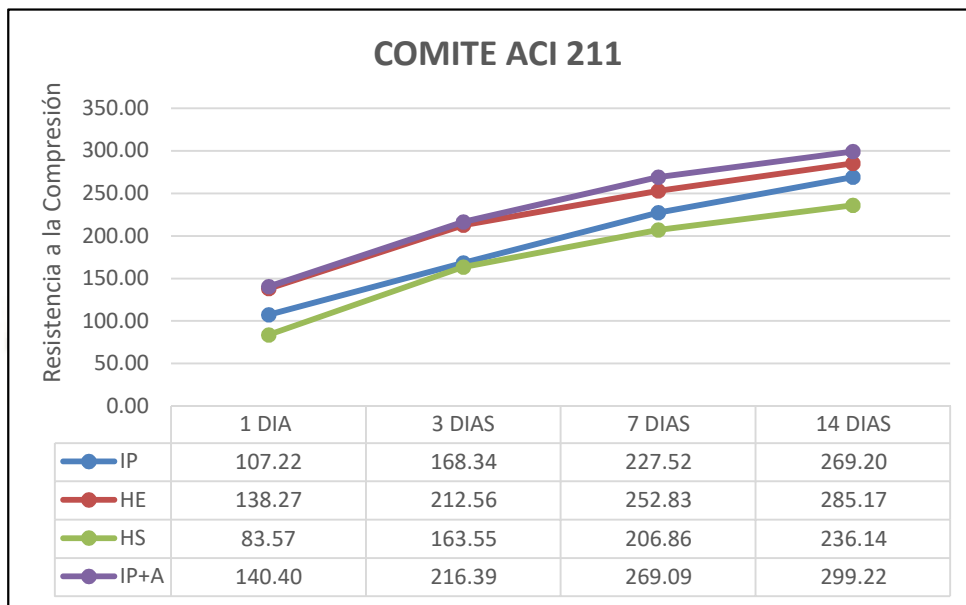


CAPÍTULO VII

CAPÍTULO VII: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

7.1 Resistencia a la Compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ Diseño Comité 211

ACI



Gráfica 9: Comparación de Cementos según diseño Comité 211 ACI

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 140: Comparación de Cementos por Variación de Porcentaje.

DISEÑO COMITÉ 211 ACI				
	1 DIA	3 DIAS	7 DIAS	14 DIAS
IP	100%	100%	100%	100%
HE	129%	126%	111%	106%
HS	78%	97%	91%	88%
IP+A	131%	129%	118%	111%

Fuente: Elaboración propia.

COMENTARIO:

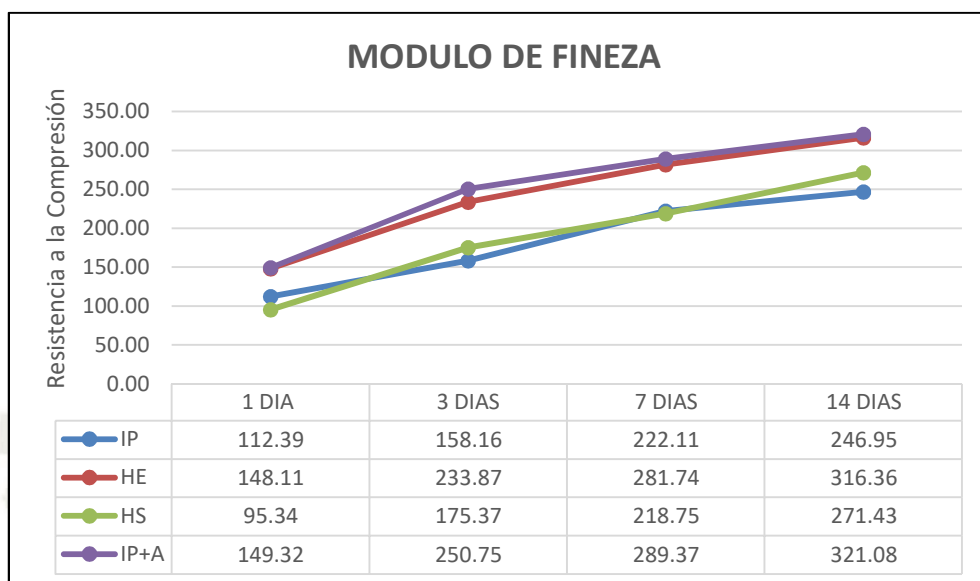
De la Tabla 141, se analiza que el Cemento Tipo HE, presenta 29% de resistencia mayor a 01 día en relación con el cemento típico IP, el cual reduce su diferencia con el pasar de los días.

El cemento HS, presenta irregularidades en su resistencia a la compresión siendo el más cercano al cemento típico IP, siendo el que presenta menor resistencia entre promedio.

Del cemento con adición de acelerante A, presenta un 31% mayor de resistencia inicial en comparación con el cemento típico IP, de todos los cementos es el que presenta el mayor porcentaje en la línea del tiempo con proyección cercana a la de tipo HE.

El diseño comité 211 ACI presenta una marcada tendencia entre todos los cementos, mencionando el flujo corriente entre el cemento HE y Cemento IP con acelerante A, mientras que los cementos IP y HS marcan la misma proyección siendo su más cercana a los 03 días en función de su resistencia.

7.2 Resistencia a la Compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ Diseño Modulo de Fineza de la combinación de agregados



Gráfica 10: Comparación de Cementos según diseño Modulo de Fineza
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 141: Comparación por Variación de Porcentaje según Diseño Modulo de Fineza.

DISEÑO DE MODULO DE FINEZA				
	1 DIA	3 DIAS	7 DIAS	14 DIAS
IP	100%	100%	100%	100%
HE	132%	148%	127%	128%
HS	85%	111%	98%	110%
IP+A	133%	159%	130%	130%

Fuente: Elaboración propia.

COMENTARIO:

De la Tabla se analiza que el Cemento Tipo HE, presenta 32% de resistencia mayor que del cemento típico IP, a partir de ello crece su porcentaje a un 48% y mantiene promedio un 28% para los 14 días.

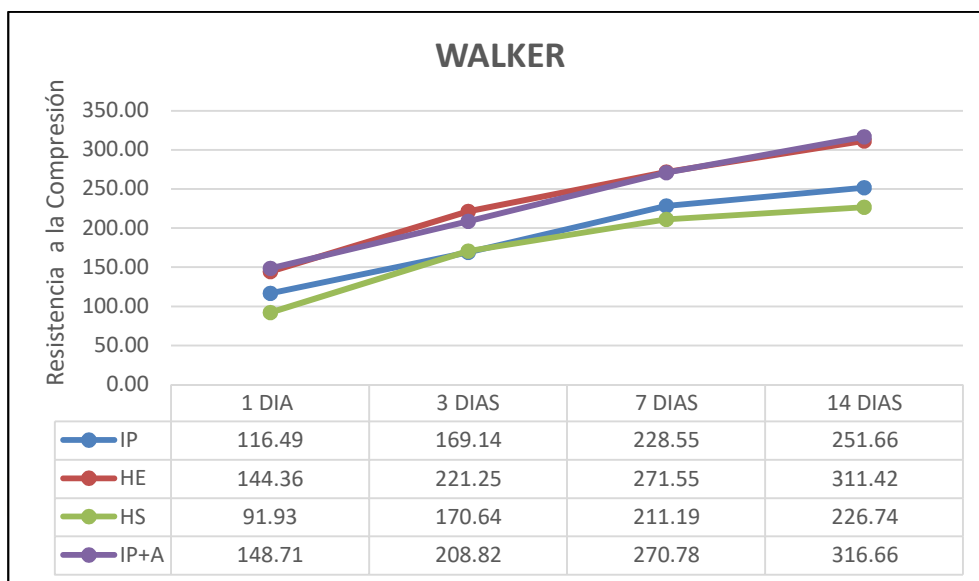
El cemento HS, presenta irregularidades en su resistencia a la compresión siendo el más cercano al cemento típico IP, alternando su

resistencia del mismo cerrando con un porcentaje mayor al 10% a los 14 días.

Del cemento con adición de acelerante A, presenta un 33% mayor de resistencia inicial en comparación con el cemento típico IP, su mayor porcentaje es a los 3 días que llega a un 55% mayor, es quien mantiene su porcentaje mayor en 30% para los días finales.

El diseño de mezclas de módulo de fineza de la combinación de agregados presenta un alto grado de resistencia inicial marcado por el cemento IP + Acelerante A, se acerca inicialmente el cemento tipo HE y tiene la resistencia más cercana a los 14 días, los cementos HS y Cemento IP marcan la misma proyección siendo su más cercana a los 07 días en función de su resistencia.

7.3 Resistencia a la Compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ Diseño Walker



Gráfica 11: Comparación de Cementsos según diseño Método de Walker
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 142: Comparación por Variación de Porcentaje según Diseño Método Walker:

DISEÑO DE WALKER				
	1 DIA	3 DIAS	7 DIAS	14 DIAS
IP	100%	100%	100%	100%
HE	124%	131%	119%	124%
HS	79%	101%	92%	90%
IP+A	128%	123%	118%	126%

Fuente: Elaboración propia.

COMENTARIO:

De la Tabla se analiza que el Cemento Tipo HE, presenta 24% de resistencia mayor que del cemento típico IP, a partir de ello crece su porcentaje a un 31% y mantiene promedio un 24% para los 14 días.

El cemento HS, presenta irregularidades en su resistencia a la compresión siendo el más cercano al cemento típico IP, alternando su resistencia del mismo cerrando con un porcentaje más cercano al 1% a los 03 días.

Del cemento con adición de acelerante A, presenta un 28% mayor de resistencia inicial en comparación con el cemento típico IP, su mayor porcentaje es a los 14 días que llega a un 26% mayor.

El diseño de mezclas de módulo de fineza de la combinación de agregados presenta un alto grado de resistencia inicial marcado por el cemento IP + Acelerante A, se acerca inicialmente el cemento tipo HE y tiene la resistencia más cercana a los 14 días siendo el HE quien llega a los 14 días con un porcentaje más alto, los cementos HS y Cemento IP marcan la misma proyección siendo su más cercana a los 03 días en función de su resistencia.



CAPÍTULO VIII

CAPÍTULO VIII: ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

8.1 Diseño de Mezcla Comité 211 ACI Resistencia $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 143: Análisis de Costos unitarios para diseño Comité 211 ACI - Cemento IP

DISEÑO DE MEZCLA COMITÉ 211 ACI - CEMENTO IP					
CONCRETO PARA LOSA MACISA, LOSA ALIGERADA Y VIGAS DE CONCRETO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ CEMENTO IP					
Rendimiento	25.0000	m³/DIA	Costo unitario directo por : m ³		307.48
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	17.77	0.57
OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	16.15	10.34
OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	13.54	4.33
PEON	hh	8.0000	2.5600	12.18	31.18
					46.42
Materiales					
PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.6395	50.00	31.98
ARENA GRUESA	m3		0.2697	40.00	10.79
CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 KG)	bol		10.3509	20.30	210.12
AGUA	und		0.2072	1.10	0.23
					253.12
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	46.42	1.39
WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	0.5000	0.1600	13.50	2.16
VIBRADOR A GASOLINA	hm	0.5000	0.1600	7.50	1.20
MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	0.5000	0.1600	20.00	3.20
					7.95

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 144: Análisis de Costos unitarios Diseño Comité 211 ACI - Cemento HE

DISEÑO DE MEZCLA COMITÉ 211 ACI - CEMENTO HE					
CONCRETO PARA LOSA MACISA, LOSA ALIGERADA Y VIGAS DE CONCRETO F'C = 280 kg/cm² CEMENTO HE					
Rendimiento	25.0000	m³/DIA	Costo unitario directo por : m ³		320.13
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	17.77	0.57
OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	16.15	10.34
OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	13.54	4.33
PEON	hh	8.0000	2.5600	12.18	31.18
					46.42
Materiales					
PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.6395	50.00	31.98
ARENA GRUESA	m3		0.2753	40.00	11.01
CEMENTO PORTLAND TIPO HE (42.5 KG)	bol		10.3509	21.50	222.54
AGUA	und		0.2073	1.10	0.23
					265.76
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	46.42	1.39
WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	0.5000	0.1600	13.50	2.16
VIBRADOR A GASOLINA	hm	0.5000	0.1600	7.50	1.20
MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	0.5000	0.1600	20.00	3.20
					7.95

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 145: Análisis de Costos unitarios Diseño Comité 211 ACI - Cemento HS

DISEÑO DE MEZCLA COMITÉ 211 ACI - CEMENTO HS					
CONCRETO PARA LOSA MACISA, LOSA ALIGERADA Y VIGA DE CONCRETO F'C = 280 kg/cm² CEMENTO HS					
Rendimiento	25.0000	m³/DIA	Costo unitario directo por : m ³		307.72
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	17.77	0.57
OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	16.15	5.17
OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	13.54	4.33
PEON	hh	8.0000	2.5600	12.18	31.18
					41.25
Materiales					
PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.6395	50.00	31.98
ARENA GRUESA	m3		0.2791	40.00	11.16
CEMENTO PORTLAND TIPO HS (42.5 KG)	bol		10.3509	20.80	215.30
AGUA	und		0.2074	1.10	0.23
					258.67
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	41.25	1.24
WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	0.5000	0.1600	13.50	2.16
VIBRADOR A GASOLINA	hm	0.5000	0.1600	7.50	1.20
MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	0.5000	0.1600	20.00	3.20
					7.80

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 146: Análisis de Costos unitarios Diseño Comité 211 ACI - Cemento IP+A

DISEÑO DE MEZCLA COMITÉ 211 ACI - CEMENTO IP+A					
CONCRETO LOSA ALIGERADA LOSA MACIZA Y VIGAS CONCRETO F'C = 280 kg/cm² - ADITIVO A					
Rendimiento	25.0000 m³/DIA		Costo unitario directo por : m ³		384.73
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	17.77	0.57
OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	16.15	10.34
OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	13.54	4.33
PEON	hh	8.0000	2.5600	12.18	31.18
					46.42
Materiales					
PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.6395	50.00	31.98
ARENA GRUESA	m3		0.2072	40.00	8.29
ADITIVO A	gal		1.4500	55.00	79.75
CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 KG)	bol		10.3500	20.30	210.11
AGUA	und		0.2072	1.10	0.23
					330.36
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	46.42	1.39
WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	0.5000	0.1600	13.50	2.16
VIBRADOR A GASOLINA	hm	0.5000	0.1600	7.50	1.20
MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	0.5000	0.1600	20.00	3.20
					7.95

Fuente: Elaboración propia.

- Comparación de Resultados por tipo de Cemento.

	COMITE 211 ACI	% VARIACION
CEMENTO IP	307.48	100.00%
CEMENTO HE	320.13	104.11%
CEMENTO HS	307.72	100.08%
CEMENTO IP+A	384.73	125.12%

Fuente: Elaboración propia.

- Los cementos IP y HS, tiene variación menor a 1% en un rango bastante bajo, el costo del cemento HE sube en un 4.11% siendo superado por el cemento tipo IP con acelerante que supera los 25.12% sobre el precio del cemento típico.

8.2 Diseño de Mezcla Modulo de Fineza de combinación de agregados

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

Tabla 147: Análisis de costos unitarios Diseño Modulo de fineza - Cemento IP

DISEÑO DE MEZCLA MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACION DE AGREGADOS					
CONCRETO PARA LOSA MACISA, LOSA ALIGERADA Y VIGAS DE CONCRETO F'C = 280 kg/cm² CEMENTO IP					
Rendimiento	25.0000 m³/DIA		Costo unitario directo por : m ³		306.90
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	17.77	0.57
OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	16.15	10.34
OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	13.54	4.33
PEON	hh	8.0000	2.5600	12.18	31.18
					46.42
Materiales					
PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.5702	50.00	28.51
ARENA GRUESA	m3		0.3418	40.00	13.67
CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 KG)	bol		10.3509	20.30	210.12
AGUA	und		0.2088	1.10	0.23
					252.53
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	46.42	1.39
WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	0.5000	0.1600	13.50	2.16
VIBRADOR A GASOLINA	hm	0.5000	0.1600	7.50	1.20
MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	0.5000	0.1600	20.00	3.20
					7.95

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 148: Análisis de costos unitarios Diseño Modulo de Fineza - Cemento HE

DISEÑO DE MEZCLA MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACION DE AGREGADOS					
CONCRETO PARA LOSA MACISA, LOSA ALIGERADA Y VIGAS DE CONCRETO F'C = 280 kg/cm² CEMENTO HE					
Rendimiento	25.0000	m³/DIA	Costo unitario directo por : m ³		319.57
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	17.77	0.57
OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	16.15	10.34
OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	13.54	4.33
PEON	hh	8.0000	2.5600	12.18	31.18
					46.42
Materiales					
PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.5736	50.00	28.68
ARENA GRUESA	m3		0.3438	40.00	13.75
CEMENTO PORTLAND TIPO HE (42.5 KG)	bol		10.3509	21.50	222.54
AGUA	und		0.2089	1.10	0.23
					265.20
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	46.42	1.39
WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	0.5000	0.1600	13.50	2.16
VIBRADOR A GASOLINA	hm	0.5000	0.1600	7.50	1.20
MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	0.5000	0.1600	20.00	3.20
					7.95

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 149: Análisis de costos unitarios Diseño Modulo de Fineza - Cemento HS

DISEÑO DE MEZCLA MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACION DE AGREGADOS					
CONCRETO PARA LOSA MACISA, LOSA ALIGERADA Y VIGA DE CONCRETO F'C = 280 kg/cm² CEMENTO HS					
Rendimiento	25.0000	m³/DIA	Costo unitario directo por : m ³		307.19
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	17.77	0.57
OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	16.15	5.17
OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	13.54	4.33
PEON	hh	8.0000	2.5600	12.18	31.18
					41.25
Materiales					
PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.5760	50.00	28.80
ARENA GRUESA	m3		0.3452	40.00	13.81
CEMENTO PORTLAND TIPO HS (42.5 KG)	bol		10.3509	20.80	215.30
AGUA	und		0.2089	1.10	0.23
					258.14
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	41.25	1.24
WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	0.5000	0.1600	13.50	2.16
VIBRADOR A GASOLINA	hm	0.5000	0.1600	7.50	1.20
MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	0.5000	0.1600	20.00	3.20
					7.80

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 150: Análisis de costos unitarios Diseño Modulo de Fineza - Cemento IP+A

DISEÑO DE MEZCLA MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACION DE AGREGADOS					
CONCRETO LOSA ALIGERADA LOSA MACIZA Y VIGAS CONCRETO F'C = 280 kg/cm² - ADITIVO A					
Rendimiento	25.0000	m³/DIA	Costo unitario directo por : m ³	386.65	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	17.77	0.57
OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	16.15	10.34
OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	13.54	4.33
PEON	hh	8.0000	2.5600	12.18	31.18
					46.42
Materiales					
PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.5702	50.00	28.51
ARENA GRUESA	m3		0.3418	40.00	13.67
ADITIVO A	gal		1.4500	55.00	79.75
CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 KG)	bol		10.3509	20.30	210.12
AGUA	und		0.2088	1.10	0.23
					332.28
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	46.42	1.39
WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	0.5000	0.1600	13.50	2.16
VIBRADOR A GASOLINA	hm	0.5000	0.1600	7.50	1.20
MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	0.5000	0.1600	20.00	3.20
					7.95

Fuente: Elaboración propia.

- Comparación de Resultados por tipo de Cemento.

	MODULO DE FINEZA	% VARIACION
CEMENTO IP	306.90	100.00%
CEMENTO HE	319.57	104.13%
CEMENTO HS	307.19	100.09%
CEMENTO IP+A	386.65	125.99%

Fuente: Elaboración propia.

- Los cementos IP y HS, tiene variación de 1% en un rango bastante bajo de comparación significativa, el costo del cemento HE sube en un 4.13% siendo superado por el cemento tipo IP con acelerante que supera los 25.99% sobre el precio del cemento típico.

8.3 Diseño de Mezcla Walker Resistencia $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 151: Análisis de costos unitarios Diseño Walker - Cemento IP

DISEÑO DE MEZCLA MODULO DE WALKER					
CONCRETO PARA LOSA MACISA, LOSA ALIGERADA Y VIGAS DE CONCRETO F'C = 280 kg/cm² CEMENTO IP					
Rendimiento	25.0000	m³/DIA	Costo unitario directo por : m ³		306.70
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	17.77	0.57
OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	16.15	10.34
OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	13.54	4.33
PEON	hh	8.0000	2.5600	12.18	31.18
					46.42
Materiales					
PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.5457	50.00	27.29
ARENA GRUESA	m3		0.3672	40.00	14.69
CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 KG)	bol		10.3509	20.30	210.12
AGUA	und		0.2094	1.10	0.23
					252.33
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	46.42	1.39
WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	0.5000	0.1600	13.50	2.16
VIBRADOR A GASOLINA	hm	0.5000	0.1600	7.50	1.20
MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	0.5000	0.1600	20.00	3.20
					7.95

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 152: Análisis de costos unitarios Diseño Walker - Cemento HE

DISEÑO DE MEZCLA MODULO DE WALKER					
CONCRETO PARA LOSA MACISA, LOSA ALIGERADA Y VIGAS DE CONCRETO F'C = 280 kg/cm² CEMENTO HE					
Rendimiento	25.0000	m³/DIA	Costo unitario directo por : m ³		319.37
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	17.77	0.57
OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	16.15	10.34
OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	13.54	4.33
PEON	hh	8.0000	2.5600	12.18	31.18
					46.42
Materiales					
PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.5490	50.00	27.45
ARENA GRUESA	m3		0.3694	40.00	14.78
CEMENTO PORTLAND TIPO HE (42.5 KG)	bol		10.3509	21.50	222.54
AGUA	und		0.2095	1.10	0.23
					265.00
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	46.42	1.39
WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	0.5000	0.1600	13.50	2.16
VIBRADOR A GASOLINA	hm	0.5000	0.1600	7.50	1.20
MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	0.5000	0.1600	20.00	3.20
					7.95

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 153: Análisis de costos unitarios Diseño Walker - Cemento HS

DISEÑO DE MEZCLA MODULO DE WALKER					
CONCRETO PARA LOSA MACISA, LOSA ALIGERADA Y VIGA DE CONCRETO F'C = 280 kg/cm² CEMENTO HS					
Rendimiento	25.0000	m³/DIA	Costo unitario directo por : m ³		306.99
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	17.77	0.57
OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	16.15	5.17
OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	13.54	4.33
PEON	hh	8.0000	2.5600	12.18	31.18
					41.25
Materiales					
PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.5513	50.00	27.57
ARENA GRUESA	m3		0.3709	40.00	14.84
CEMENTO PORTLAND TIPO HS (42.5 KG)	bol		10.3509	20.80	215.30
AGUA	und		0.2095	1.10	0.23
					257.94
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	41.25	1.24
WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	0.5000	0.1600	13.50	2.16
VIBRADOR A GASOLINA	hm	0.5000	0.1600	7.50	1.20
MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	0.5000	0.1600	20.00	3.20
					7.80

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 154: Análisis de costos unitarios Diseño Walker - Cemento IP+A

DISEÑO DE MEZCLA MODULO DE WALKER					
CONCRETO LOSA ALIGERADA LOSA MACIZA Y VIGAS CONCRETO F'C = 280 kg/cm² - ADITIVO A					
Rendimiento	25.0000 m³/DIA		Costo unitario directo por : m ³		386.45
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	17.77	0.57
OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	16.15	10.34
OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	13.54	4.33
PEON	hh	8.0000	2.5600	12.18	31.18
					46.42
Materiales					
PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.5458	50.00	27.29
ARENA GRUESA	m3		0.3672	40.00	14.69
ADITIVO A	gal		1.4500	55.00	79.75
CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 KG)	bol		10.3509	20.30	210.12
AGUA	und		0.2094	1.10	0.23
					332.08
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	46.42	1.39
WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	0.5000	0.1600	13.50	2.16
VIBRADOR A GASOLINA	hm	0.5000	0.1600	7.50	1.20
MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	0.5000	0.1600	20.00	3.20
					7.95

Fuente: Elaboración propia.

- Comparación de Resultados por tipo de Cemento.

	WALKER	% VARIACION
CEMENTO IP	306.70	100.00%
CEMENTO HE	319.37	104.13%
CEMENTO HS	306.99	100.09%
CEMENTO IP+A	386.45	126.00%

Fuente: Elaboración propia.

- Los cementos IP y HS, tiene variación de 1% en un rango bastante bajo de comparación significativa, el costo del cemento HE sube en un 4.13% siendo superado por el cemento tipo IP con acelerante que supera los 26% sobre el precio del cemento típico.

CONCLUSIONES

1. A partir de los resultados se acepta la Hipótesis principal donde el Cemento tipo HE obtiene un grado de resistencia a la compresión mayor que la del cemento típico IP y cemento tipo HS.
2. El cemento tipo HE adquiere un 30% de resistencia adicional en relación del Cemento tipo IP y un 34% de resistencia adicional en función del Cemento tipo HS.
3. El cemento tipo IP con aditivo A presenta un 7% de resistencia adicional en relación al cemento tipo HE.
4. Se acepta el uso de los cementos descritos para diseños con resistencias a la compresión altas por demostrar así su eficiencia de este cemento a edades tempranas.
5. A partir de los resultados de diseño de mezcla, se obtiene mayor resistencia por el método de Walker seguido por el diseño comité 211 ACI y Método de la combinación de agregados de Modulo de fineza.

	1 DIA	3 DIAS	7 DIAS	14 DIAS
ACI	107.22	168.34	227.52	269.20
MF	112.39	158.16	222.11	246.95
WALKER	116.49	169.14	228.55	251.66
f'c min	112.00	154.00	196.00	224.00

6. En función de los diseños de mezcla se obtiene para Cemento tipo HE, resistencias más altas por diseño de Modulo de Fineza.

7. Para el Cemento tipo HS los resultados obtienen mayor resistencia por el Diseño por Modulo de fineza de la combinación de agregados apenas logrando superar los valores mínimos de resistencia.

	1 DIA	3 DIAS	7 DIAS	14 DIAS
ACI	83.57	163.55	206.86	236.14
MF	95.34	175.37	218.75	271.43
WALKER	91.93	170.64	211.19	226.74
f'c min	98	140	182	210

8. El cemento tipo IP con acelerante A presenta resistencia inicial muy por encima de los valores mínimos.

	1 DIA	3 DIAS	7 DIAS	14 DIAS
ACI	140.40	216.39	269.09	299.22
MF	149.32	250.75	289.37	321.08
WALKER	148.71	208.82	270.78	316.66
f'c min	112.00	196.00	280.00	296.00

9. Se obtiene tiempos de fraguado menores para el cemento tipo HS, siendo considerado fraguado relámpago en algunos casos, los casos de desmoldes de este cemento logran a desarrollarse el mismo día de vaciado, esto no tiene injerencia en los resultados de resistencia a compresión.
10. El ensayo de contenido de aire demuestra que el cemento tipo IP presenta mayor cantidad de contenido de aire, seguido por el cemento HE y cemento tipo HS, siendo importante su uso en climas fríos.
11. El cemento tipo HS muestra un grado mayor de temperatura de la pasta en relación al cemento tipo HE y cemento Tipo IP.
12. El cemento tipo HS muestra un mayor grado de compacidad de 0.91 seguido por el cemento tipo IP y cemento HE.

13. El análisis de pesos unitarios muestra que el cemento tipo HE tiene el mayor peso unitario con 2374.76 kg/m³ seguido por el cemento tipo IP 2298.66 kg/cm² y el Cemento HS 2315 kg/cm².
14. Las resistencias a tracción tienen coeficientes de variación de 7% entre ellas, manejando aproximadamente un 10% en relación de los resultados de resistencia a compresión, siendo invariable a los resultados de resistencia acelerada debido a que los resultados se basan a edad de 28 días.
15. Para los diseños óptimos de cada cemento por diseño de mezcla tenemos en cuenta, la cantidad de material y trabajabilidad, se confirma un mejor desarrollo con el diseño módulo de fineza de la combinación de agregados debido a que la relación inicial 0.466 se mantiene en los rangos permisibles, para COMITÉ 211 ACI y Walker se obtuvo de una relación 0.55, cumpliendo satisfactoriamente los parámetros de diseño, en relación de Cemento IP más acelerante indico relativo crecimiento de a/c por adición de 4% de Aditivo A sin necesidad de hacer variaciones al respecto.
16. Según el análisis de costos unitarios se presenta mayor gasto en los diseños de mezcla Comité 211 ACI y Método de Walker en gran parte por su mayor contenido de agregado grueso, sin estar relacionados al tipo de cemento.
17. Según el análisis de costos unitarios el cemento tipo HE indicado genera mayor costo en relación del cemento típico tipo IP y el cemento tipo HS con un 4.11% mayor del costo por m³.

18. El cemento tipo IP con aditivo A resulta con mayor costo en relación de todos los tipos de cementos principalmente por el aditivo A que sube considerablemente el costo por dosificación.
19. El cemento HS presenta una fragua rápida sin adición de acelerante, no directamente relacionado con su resistencia a la compresión, su uso recomendado en resistencias de sulfatos va relacionado a esta propiedad y denominado fragua relámpago por su característica.
20. Finalmente la investigación determina que en comportamiento general del concreto HE, genera mayor rendimiento en función de su resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, trabajabilidad, peso unitario, consistencia y tiempo de fraguado.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar el cemento Portland HE ya que al demostrarse que posee una resistencia acelerada, podrá minimizar los tiempos de ejecución de estructuras que requieran esta característica, eliminando brechas y generando mayor productividad.
2. Se plantea utilizar los cementos descritos para diseños con resistencias más altas para demostrar así su eficiencia de este cemento.
3. Se recomienda el diseño de mezcla módulo de fineza de la combinación de agregados debido a que el porcentaje de agregado grueso y fino genera una pasta más homogénea que los otros dos diseños descritos, esto a su vez mejora la trabajabilidad y evita cangrejeras o burbujas en el concreto.
4. Para el proceso de mezclado de Cemento Portland HE en obra se recomienda el siguiente proceso de trabajo:
 - Colocar el 80% de agua en la tolva de la mezcladora.
 - Colocar el agregado grueso
 - Colocar el agregado fino
 - Colocar el Cemento en dos tandas.
 - Colocar el Resto de agua a proceso de una vuelta de la mezcladora.

LINEAS FUTURAS DE INVESTIGACION

Debido a la gran demanda y con aras de un próximo desarrollo, se espera que el presente estudio sea usado como base para futuros estudios, y así complementar las conclusiones producidas por el presente estudio de investigación, trabajar con otras variables influyentes para estimación de la Resistencia a compresión del concreto en base a los estudios propios de cada cemento, por lo tanto se recomienda tomar en cuenta los siguientes temas a tratar:

- Velocidad de pulso ultrasónico de los concretos de alta resistencia.
- Simulación de Cangrejeras o presencia de vacíos para resistencias a los sulfatos.
- Influencia de proceso incompleto de curado en desarrollo de altas resistencias.
- Monitoreo del cambio de propiedades del concreto para una misma estructura en un tiempo prolongado.
- Estudio del módulo de elasticidad del concreto de altas resistencias, y estudio de curva deformación.
- Estudio de absorción o difusión de isotopos (con sulfatos).

BIBLIOGRAFIA

- **Abanto, F. (1997).** Tecnología del concreto – Teoría y Problemas (1era ed.) Lima – Perú: Editorial San Marcos
- **ACI (American Concrete Instituto). (2005)** “In Place Methods to estimate Concrete Strength” (228.IR-03) USA.
- **ASTM (American Society for Testing and Materials). (2000).** “Estándar Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens” (ASTM C31) USA.
- **ASOCEM (Asociación de Productores de cemento). (2008).** Boletines Técnicos. Lima – Perú: Asocem
- **Frederick, L. (1988).** The Chemistry of Cement and Concrete (1st ed.) London – England: Edward Arnold Publishers.
- **INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual). (2001).** Normas Técnicas Peruanas. Lima – Perú: 2da Edición.
- **Neville, A (1977).** Tecnología del concreto (1era ed.) México: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto.
- **Pasquel, E. (1999).** Tópicos de Tecnología del concreto (2da ed.). Perú: Colegio de Ingenieros del Perú.
- **Rivera, G. (1992).** Concreto Simple, Popayán - Colombia: Universidad del Cauca.
- **Rivva, E. (1993).** Diseño de Mezcla. Lima – Perú: ACI

- **Steven H. Kosmatka, Beatrix Kerkhoff, William C. Panarese, y Jussara Tanesi. (2004).** Diseño y control de Mezclas de Concreto; Portland Cement Association
- **Norma Técnica Colombiana para Ensayo de Fraguado NTC 118**

FUENTES INFORMATICAS

- <http://www.yura.com.pe/m/productos.html>
- <http://www.uca.edu.sv/mecanica-estructural/materias/materialesCostruccion/guiasLab/ensayoCemento/DETERMINACION%20DEL%20PESO%20ESPECIFICO%20DEL%20CEMENTO.pdf>
- <http://www.unicon.com.pe/principal/categoria/alta-resistencia/118/c-118>
- <http://www.concretolasilla.com/ConcRestAc.html>
- <http://itacanet.org/esp/construccion/concreto/dise%C3%B1o%20de%20mezclas.pdf>
- http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_146_164_97_1351.pdf

GLOSARIO

Cemento Portland Puzolánico

Cemento modificado a nivel de porcentaje de puzolana que agrega resistencia a los sulfatos debido a su menor calor de hidratación que resulta en la disminución del tiempo de fragua, aumentando su impermeabilidad.

Concreto con Resistencia Acelerada

Mezcla de agregados y cemento portland que genera aglomerante a lo cual por un diseño específico y controlado permite su temprano desarrollo de resistencia a la compresión requerida.

Tiempo de Fraguado

Tiempo estudiado para que la mezcla conglomerante pase del estado plástico al estado sólido siendo capacidad de desarrollar su resistencia diseñada, el tiempo relacionado genera parámetros para su tiempo óptimo evitando fraguados relámpagos o de espera, cada cemento posee su tiempo propio indiferente de las propiedades de la mezcla.

PANEL FOTOGRAFICO



Imagen: 1 Cuarteo de Agregado Grueso

Fuente: Elaboración propia.



Imagen: 2 Tamizado de Agregado Fino.

Fuente: Elaboración propia.



Imagen: 3 Ensayo Peso Unitario Suelo Agregado fino.

Fuente: Elaboración propia.



Imagen: 4 Ensayo de Peso unitario compactado Agregado grueso

Fuente: Elaboración propia.



Imagen: 5 Ensayo porcentaje de absorción Agregado Grueso

Fuente: Elaboración propia.



Imagen: 6: Ensayo Peso específico Agregado Fino

Fuente: Elaboración propia.



Imagen: 7 Preparación de materiales para Mezcla

Fuente: Elaboración propia.



Imagen: 8 Mezcla en estado Plástico para diseño optimo

Fuente: Elaboración propia.



Imagen: 9 Proceso de Curado de probetas.

Fuente: Elaboración propia.

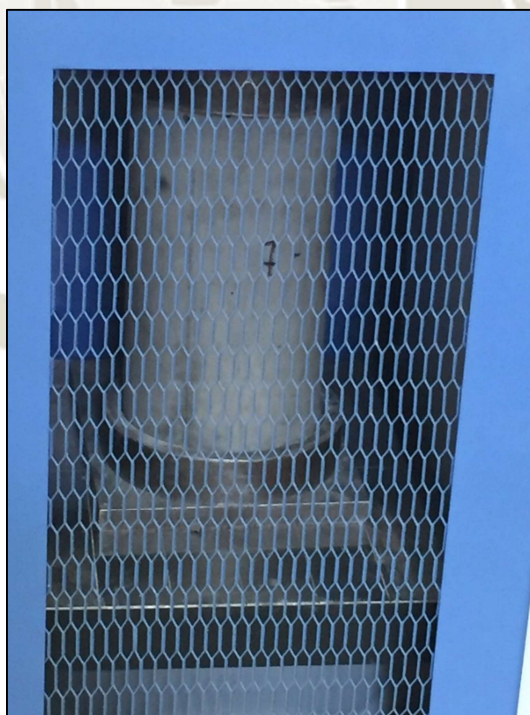


Imagen: 10 Ensayo de Resistencia a la Compresión

Fuente: Elaboración propia.



Imagen: 11: Modulo de Rotura de concreto

Fuente: Elaboración propia.



Imagen: 12 Ensayo de Resistencia a Tracción

Fuente: *Elaboración propia.*



Imagen: 13 Ensayo de Peso Unitario de Concreto

Fuente: Elaboración propia.



Imagen: 14 Ensayo de Cono de Abrams

Fuente: Elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 01: Ficha Técnica Cemento Portland IP

FICHA TÉCNICA



CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA IP – ALTA DURABILIDAD



DESCRIPCIÓN

El Cemento Portland Puzolánico Yura IP, ALTA DURABILIDAD, es un cemento elaborado bajo los más estrictos estándares de la industria cementera, colaborando con el medio ambiente, debido a que en su producción se reduce ostensiblemente la emisión de CO₂, contribuyendo a la reducción de los gases con efecto invernadero.

Es un producto fabricado a base de Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Esta mezcla es molida industrialmente en molinos de última generación, logrando un alto grado de finura. La fabricación es controlada bajo un sistema de gestión de calidad certificado con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001, asegurando un alto estándar de calidad.

Sus componentes y la tecnología utilizada en su fabricación, hacen que el Cemento Portland Puzolánico YURA IP, tenga propiedades especiales que otorgan a los concretos y morteros cualidades únicas de ALTA DURABILIDAD, permitiendo que el concreto mejore su resistencia e impermeabilidad y también pueda resistir la acción del intemperismo, ataques químicos (aguas saladas, sulfatadas, ácidas, desechos industriales, reacciones químicas en los agregados, etc.), abrasión, u otros tipos de deterioro.

Puede ser utilizado en cualquier tipo de obras de infraestructura y construcción en general. Especialmente para OBRAS DE ALTA EXIGENCIA DE DURABILIDAD.

LA DURABILIDAD

"Es aquella propiedad del concreto endurecido que define la capacidad de éste para resistir la acción del medio ambiente que lo rodea, permitiendo alargar su vida útil".

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

REQUISITOS QUÍMICOS	CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA TIPO IP		Requisitos Norma NTP 334.090 ASTM C-595	
MgO (%)	1.99		6.00 Máx.	
SO ₃ (%)	1.75		4.00 Máx.	
Pérdida por ignición (%)	2.14		5.00 Máx.	

REQUISITOS FÍSICOS	CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA TIPO IP		Norma NTP 334.090 ASTM C-595		Consultar con Norma Tipo I y Tipo V Requisitos Normas Técnicas NTP 334.090 / ASTM C 150	
	Kg/cm ²	MPa	Kg/cm ²	MPa	Cemento Tipo I Kg/cm ²	MPa
Peso específico (gr/cm ³)	2.85		-	-	-	-
Expansión en autoclave (%)	0		0.80 Máx.		-	-
Fraguado Vicat inicial (minutos)	170		45 Min.		-	-
Fraguado Vicat final (minutos)	270		420 Máx.		-	-
Resistencia a la compresión						
1 días	104	10	-	-	-	-
3 días	199	20	133 Mín.	13	122	12
7 días	247	24	204 Mín.	20	194	19
28 días	342	34	255 Mín.	25	-	-
60 días	397	39	-	-	-	-
Resistencia a los sulfatos	Cemento IP				Cemento Tipo V	
% Expansión a los 14 días	0.018		-	-	0.04 Máx.	

VERSIÓN NOVIEMBRE 2014

PLANTA: Estación Yura Km 26 s/n, Yura, Arequipa - Perú
 OFICINA COMERCIAL: Av. General Díaz Canezo N° 527 - Arequipa
 TELÉFONO: (054) 4195888 - 225000 - FAX: (054) 220650
 www.yura.com.pe

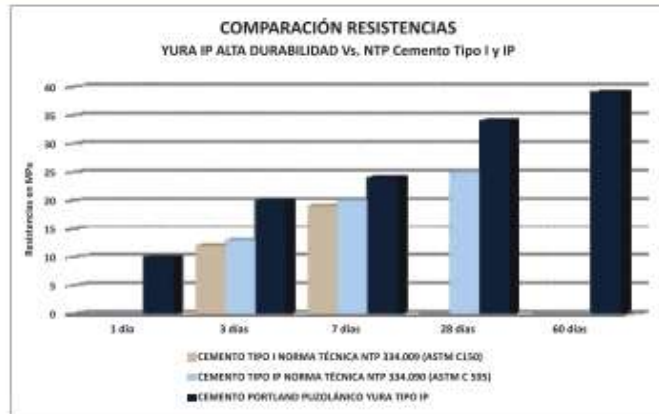
TIPO IP – ALTA DURABILIDAD



CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA IP – ALTA DURABILIDAD

COMPARATIVO CON
REQUISITOS DE
RESISTENCIA DE
NORMAS TÉCNICAS

TIPO IP – ALTA DURABILIDAD



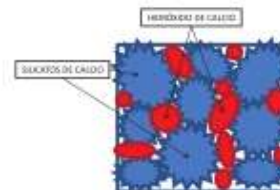
PROPIEDADES

1. MAYOR RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN:

Debido a su contenido de puzolana natural de origen volcánico, la cual tiene mayor superficie específica interna en comparación con otros tipos de puzolana, hacen que el cemento Yura IP desarrolle con el tiempo resistencias a la compresión superiores a las que ofrecen otros tipos de cemento.

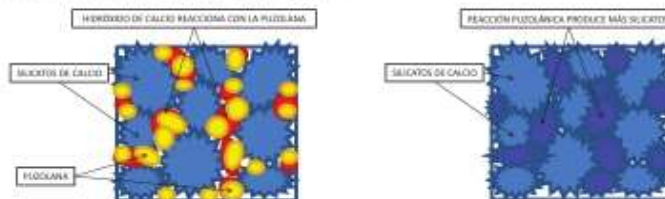
Los aluminosilicatos de la puzolana reaccionan con el hidróxido de calcio liberado de la reacción de hidratación del cemento formando silicatos cálcicos que son compuestos hidráulicos que le dan una resistencia adicional al cemento, superando a otros tipos de cemento que no contienen puzolana.

CON CEMENTO TIPO I



El cemento Tipo I produce un 75% de silicatos de calcio (resistencia), el otro 25% es hidróxido de calcio que no ofrece resistencia y es susceptible a los ataques químicos, produciendo erosiones y/o expansiones.

CON CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA IP



La puzolana que contiene el cemento YURA IP, reacciona con el hidróxido de calcio, produciendo más silicatos de calcio, lo que otorga mayor resistencia, sellando los poros haciendo un concreto más impermeable.

VERSIÓN NOVIEMBRE 2014

PLANTA: Estación Yura Km 26 s/n, Yura, Arequipa - Perú
OFICINA COMERCIAL: Av. General Díaz Canezo N° 527 - Arequipa
TELÉFONO: (054) 495088 - 225000 - FAX: (054) 220650
www.yura.com.pe

FICHA TÉCNICA



CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA IP – ALTA DURABILIDAD

PROPIEDADES

2 RESISTENCIA AL ATAQUE DE SULFATOS:

El hidróxido de calcio, liberado en la hidratación del cemento, reacciona con los sulfatos produciendo sulfato de calcio dihidratado que genera una expansión del 18% del sólido y produce también etringita que es el compuesto causante de la fisuración del concreto.

Debido a la capacidad de la puzolana de Yura para fijar este hidróxido de calcio liberado y a su mayor impermeabilidad, el cemento Yura Tipo IP es más resistente a los sulfatos y al ataque químico de otras iones agresivos.

Resultados de laboratorio demuestran que el cemento Portland Tipo IP, tiene mayor resistencia a los sulfatos que el cemento Tipo V.

Resistencia a los sulfatos	Resultado Cemento YURA IP	Resultado Cemento YURA Tipo V	Requisitos de Norma NTP 334.009 Tipo V
Máximo % de Expansión a los 14 días	0.016	0.029	0.040 Mx.

* La expansión del cemento YURA IP - ALTA DURABILIDAD, es menor que la del cemento Tipo V y mucho menor al exigido en la norma.

3 MAYOR IMPERMEABILIDAD:

El cemento portland puzolánico YURA IP, produce mayor cantidad de silicatos cálcicos, debido a la reacción de los aluminosilicatos de la puzolana con los hidróxidos de calcio producidos en la hidratación del cemento, disminuyendo la porosidad capilar, así el concreto se hace menos permeable y protege a la estructura metálica de la corrosión.

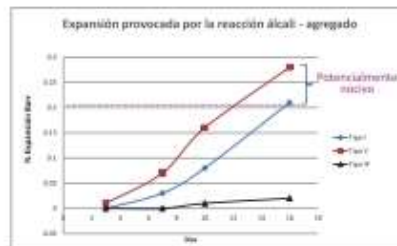
4 DISMINUYE LA REACCIÓN NOCIVA ÁLCALI - AGREGADO:

La puzolana de Yura remueve los álcalis de la pasta de cemento antes que estos puedan reaccionar con los agregados evitando así la fisuración del concreto debido a la reacción expansiva álcali - agregado, ante la presencia de agregados álcali reactivos.

El ensayo de expansión del mortero es un requisito opcional de los cementos portland puzolánicos y se solicita cuando el cemento es utilizado con agregados álcali reactivos. El cemento Yura tipo IP cumple con este requisito opcional demostrado en ensayos de laboratorio. Así se demuestra la efectividad de su puzolana en controlar la expansión causada por la reacción entre los agregados reactivos y los álcalis del cemento.

ENSAYO DE COMPROBACIÓN DEL CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA TIPO IP QUE INHIBE LA REACCIÓN ÁLCALI - AGREGADO.

Comparación de potencial de reactividad alcalina de los cementos tipos I, V y IP según método de la norma ASTM C1260-07



El cemento Yura IP neutraliza esta reacción protegiendo al concreto contra este tipo de ataque.

* Los cementos tipo I y V presentan un porcentaje de expansión de 0.20 a los 16 días lo cual se les considera potencialmente dañino.

** Bajo riesgo de expansión en condiciones de campo.

Días	% Expansión Mort.		
	Cemento tipo I	Cemento tipo V	Cemento tipo IP
3 días	0	0.01	0
7 días	0.03	0.07	0
10 días	0.06	0.16	0.01
16 días	0.21*	0.28*	0.02**

VERSIÓN NOVIEMBRE 2014

PLANTA: Estación Yura Km 26 S/N, Yura, Arequipa - Perú
OFICINA COMERCIAL: Av. General Díaz Canessa N° 527 - Arequipa
TELÉFONO: (054) 405000 - 225000 - FAX: (054) 220650
www.yura.com.pe

TIPO IP – ALTA DURABILIDAD



CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA IP – ALTA DURABILIDAD

TIPO IP – ALTA DURABILIDAD

PROPIEDADES

5 MENOR CALOR DE HIDRATACION:

La reacción entre el Hidróxido de Calcio, liberado en la hidratación el cemento, con el aluminato tricálcico(C3A) presente en el cemento, genera gran calor de hidratación. La puzolana al reaccionar con el hidróxido de calcio, inhibe esta reacción, generando menor calor de hidratación, evitando contracciones y fisuraciones que afectan la calidad del concreto, principalmente en obra de gran volumen.

El cemento de Yura tipo IP cumple con el requisito, a los 7 y 28 días, de generar un moderado calor de hidratación. Por lo tanto, puede utilizarse al igual que el cemento Portland tipo II.

BENEFICIOS AMBIENTALES

Menor consumo energético.
Cemento fabricado con menor emisión de CO₂.

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

- El contacto con este producto provoca irritación cutánea e irritación ocular grave, evite el contacto directo en piel y mucosas.
- En caso de contacto con los ojos, lavar con abundante agua limpia.
- En caso de contacto con la piel, lavar con agua y jabón.
- Para su manipulación es obligatorio el uso de los siguientes elementos de protección:

Guantes Impermeables

Protección Ocular

Botas Impermeables

Protección Respiratoria

ALMACENAMIENTO

Para mantener el cemento en óptimas condiciones, se recomienda:

- Almacenar en un ambiente seco, separado del suelo y de las paredes.
- Protegerlos contra la humedad o corriente de aire húmedo.
- En caso de almacenamiento prolongado, cubrir el cemento con polietileno.
- No apilar más de 10 bolsas o en 2 pallet de altura.

PRESENTACIONES DISPONIBLES

- Bolsas 42.5 Kg Ideal para proyectos medianos y pequeños, o con accesos complicados y pocas áreas de almacenamiento.
- Big Bag 1.0 TM Para proyectos de constructoras que tienen planta de concreto. Facilita la manipulación de grandes volúmenes.
- Big Bag 1.5 TM Para proyectos mineros y de gran construcción, requiere la utilización de equipos de carga.
- Granel Abastecido en bombonas para descargar en silos contenedores.

NORMAS TÉCNICAS

EL CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA IP - ALTA DURABILIDAD, cumple con las especificaciones técnicas de los siguientes países:

PAIS	NORMA	DENOMINACIÓN
Perú	Norma Técnica Peruana NTP 334.090	CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP
Chile	Norma Chilena Oficial NCh 148 Of68	CEMENTO PUZOLÁNICO GRADO COMENTE
USA	Norma Americana ASTM C595	PORTLAND PUZZOLAN CEMENT TYPE IP
Bolivia	Norma Boliviana NB-011	CEMENTO PORTLAND CON PUZOLANA TIPO IP 30
Ecuador	Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 490	CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP
Brasil	Norma Brasileña NBR 5736	CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO TIPO CP IV 32
Colombia	Norma Técnica Colombiana NTC 121 - 321	CEMENTO PORTLAND TIPO I

DURACIÓN

Almacenar y consumir de acuerdo a la fecha de producción utilizando el más antiguo. Se recomienda que el cemento sea utilizado antes de 60 días de la fecha de envasado indicada en la bolsa, luego de esa fecha, verifique la calidad del mismo.

VERSIÓN NOVIEMBRE 2014

PLANTA: Estación Yura Km 26 s/n, Yura, Arequipa - Perú
 OFICINA COMERCIAL: Av. General Díaz Canedo N° 527 - Arequipa
 TELÉFONO: (054) 495060 - 225000 FAX: (054) 220650
 www.yura.com.pe


Fuente: Cementos Yura S.A.

Anexo 02: Ficha Técnica Cemento Portland HE

FICHA TÉCNICA



CEMENTO YURA TIPO HE ALTA RESISTENCIA INICIAL



DESCRIPCIÓN

El cemento YURA ALTA RESISTENCIA INICIAL, clasificado como cemento tipo HE según la norma NTP 334.082 (ASTM C 1157), es un cemento portland de última generación, elaborado bajo los más altos estándares de la industria cementera, colaborando con el cuidado del medio ambiente, debido a que en su producción se genera menor cantidad de CO₂, contribuyendo a una reducción de los gases con efecto invernadero.

Es un producto fabricado a base de Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Esta mezcla es molida industrialmente hasta lograr un alto grado de finura. La fabricación es controlada bajo un sistema de gestión de calidad con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001, asegurando un alto estándar de calidad.

La composición de este producto permite la producción de concretos con requerimientos de altas resistencias iniciales, otorgando propiedades adicionales para lograr alta durabilidad por lo que puede ser utilizado en obras de infraestructura y construcción en general.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

REQUISITOS FÍSICOS	REQUISITOS NORMA TÉCNICA NTP 334.082 ASTM C 1157		DESEMPEÑO CEMENTO YURA ALTA RESISTENCIA INICIAL - TIPO HE		REQUISITOS NORMA TÉCNICA CEMENTO TIPO I NTP 334.009 / ASTM C 150	
• Superficie específica Blaine (cm ² /g)	•		4400		2600 Mínimo	
• Expansión en autoclave (%)	0,80 Máximo		0,00		0,80 Máximo	
• Fraguado Vicat Inicial (minutos)	45 Mínimo		170		45 Mínimo	
• Fraguado Vicat Final (minutos)	420 Máximo		230		375 Máximo	
• Contenido aire Mortero (%)	•		4,50		12,00 Máximo	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	kg/cm ²	MPa	kg/cm ²	MPa	kg/cm ²	MPa
1 día	122	12	135 - 145	13,2 - 14,20	•	•
3 días	244	24	252 - 272	24,7 - 26,07	122	12
7 días	•	•	306 - 366	30,0 - 35,90	194	19
28 días	-	-	430 - 435	42,2 - 42,70	•	-

*EL CEMENTO YURA TIPO HE – ALTA RESISTENCIA INICIAL reemplaza al cemento tipo I, donde esté especificado técnicamente.

EQUIVALENCIA O CARACTERÍSTICAS SIMILARES A OTROS TIPOS DE CEMENTOS

COMPARACIÓN RESISTENCIAS
YURA HE ALTA RESISTENCIA INICIAL vs CEMENTO TIPO I



Legend: ■ Cemento Yura Alta Resistencia Inicial - Tipo HE □ Cemento Tipo I ▨ Requisito Norma Técnica ASTM C150 NTP 334.009 Cemento Tipo I

VERSIÓN DICIEMBRE 2013

PLANTA: Estación Yura Km 26 1/2, Yura, Arequipa - Perú
 OFICINA COMERCIAL: Av. General Díaz Canedo N° 527 - Arequipa
 TELÉFONO: (054) 495080 - 225000 - FAX: (054) 220650
www.yura.com.pe

TIPO HE - ALTA RESISTENCIA INICIAL
TYPE HE - HIGH EARLY STRENGTH

FICHA TÉCNICA



CEMENTO YURA TIPO HE ALTA RESISTENCIA INICIAL

PROPIEDADES

EL CEMENTO YURA TIPO HE – ALTA RESISTENCIA INICIAL, por su formulación especial, proporciona al concreto las siguientes propiedades:

- Alta resistencia inicial.
- Aumento de impermeabilidad.
- Resistencia a los sulfatos.
- Resistencia a los cloruros.
- Menor calor de hidratación.
- Disminuye la reacción nociva alcali-agregado (Según grado de reactividad del agregado).
- Mayor plasticidad y trabajabilidad en concretos.

BENEFICIOS AMBIENTALES

- Menor consumo energético.
- Cemento fabricado con menor emisión de CO₂.

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

- El contacto con este producto provoca irritación cutánea e irritación ocular grave, evite el contacto directo en piel y mucosas.
- En caso de contacto con los ojos, lavar con abundante agua limpia.
- En caso de contacto con la piel, lavar con agua y jabón.
- Para su manipulación es obligatorio el uso de los siguientes elementos de protección:



Guantes
Impermeables



Protección
Ocular



Botas
Impermeables



Protección
Respiratoria

ALMACENAMIENTO

Para mantener el cemento en óptimas condiciones, se recomienda:

- Almacenar en un ambiente seco, separado del suelo y de las paredes.
- Protegerlos contra la humedad o corriente de aire húmedo.
- En caso de almacenamiento prolongado, cubrir el cemento con polietileno.
- No apilar más de 10 bolsas o en 2 pallet de altura.

PRESENTACIONES DISPONIBLES

- Bolsas 42.5 Kg Ideal para proyectos medianos y pequeños, o con accesos complicados y pocas áreas de almacenamiento.
- Big Bag 1.0 TM Para proyectos de constructoras que tienen planta de concreto. Facilita la manipulación de grandes volúmenes.
- Big Bag 1.5 TM Para proyectos mineros y de gran construcción, requiere la utilización de equipos de carga.
- Granel Abastecido en bombonas para descargar en silos contenedores.

NORMAS TÉCNICAS

EL CEMENTO YURA ALTA RESISTENCIA INICIAL, cumple con las especificaciones técnicas de los siguientes países:

PAIS	NORMA	DENOMINACIÓN
Perú	Norma Técnica Peruana NTP 334.082	CEMENTO PORTLAND TIPO HE
Chile	Norma Chilena Oficial NCh 148 Of68	CEMENTO PORTLAND FURDOLÁNICO GRADO ALTA RESISTENCIA
USA	Norma Americana ASTM C.1157	PORTLAND CEMENT TIPO HE
Bolivia	Norma Boliviana NB-011	CEMENTO PORTLAND CON PLAZOLANA TIPO IP 40
Ecuador	Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2380	CEMENTO HIDRÁULICO TIPO HE
Colombia	Norma Técnica Colombiana NTC 121 - 321	CEMENTO PORTLAND TIPO I

DURACIÓN

Almacenar y consumir de acuerdo a la fecha de producción utilizando el más antiguo. Se recomienda que el cemento sea utilizado antes de 60 días de la fecha de envasado indicada en la bolsa, luego de esa fecha, verifique la calidad del mismo.

VERSIÓN DICIEMBRE 2013


PLANTA: Estación Yura Km 26 s/n, Yura, Arequipa - Perú
OFICINA COMERCIAL: Av. General Díaz Canedo N° 527 - Arequipa
TELÉFONO: (054) 495000 - 225000 - FAX: (054) 220650
www.yura.com.pe

TIPO HE - ALTA RESISTENCIA INICIAL
TYPE HE - HIGH EARLY STRENGTH

Fuente: Cementos Yura S.A.


Anexo 03: Ficha Técnica Cemento Portland HS

FICHA TÉCNICA



CEMENTO YURA TIPO HS

ANTI SALITRE - Alta Resistencia a los Sulfatos



DESCRIPCIÓN

El Cemento YURA Anti Salitre, clasificado como cemento tipo HS según la norma NTP 334.082 (ASTM C 1157), es un cemento portland de última generación, elaborado bajo los más altos estándares de la industria cementera, colaborando con el cuidado del medio ambiente, debido a que en su producción se genera menor cantidad de CO₂ contribuyendo a una reducción de los gases con efecto invernadero.

Es un producto formado en base a Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Esta mezcla es molida industrialmente hasta lograr un alto grado de finura. La fabricación es controlada bajo un sistema de gestión de calidad con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001, asegurando un alto estándar de calidad.

Es un cemento de propiedades especiales, diseñado para todo tipo de estructuras y construcciones en general, que requieran una **Alta Resistencia a los Sulfatos**.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

REQUISITOS FÍSICOS	REQUISITOS NORMA TÉCNICA NTP 334.082 ASTM C 1157	REQUISITOS NORMA TÉCNICA CEMENTO TIPO V NTP 334.009 / ASTM C 150	DESEMPEÑO CEMENTO YURA ANTI SALITRE TIPO HS
• Superficie específica Blaine (cm ² /g)	-	2600 Mínimo	4400
• Expansión en autoclave (%)	0.80 Máximo	0.80 Máximo	0.00
• Fraguado Vitcat Inicial (minutos)	45 Mínimo	45 Mínimo	100
• Fraguado Vitcat Final (minutos)	420 Máximo	375 Máximo	230
• Contenido aire Mortero (%)	-	19.00 Máximo	4.55


RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		Kgf/cm ²		MPa	
1 día	kgf/cm ²	MPa	-	-	-
3 días	kgf/cm ²	MPa	112	11	82
7 días	kgf/cm ²	MPa	184	18	153
28 días	kgf/cm ²	MPa	255	25	214

RESISTENCIA A LOS SULFATOS		Kgf/cm ²		MPa	
14 días	%	-	0.04 máximo	-	0.01
6 meses	%	0.25 máximo	-	-	0.02
1 año	%	0.10 máximo	-	-	0.03

EQUIVALENCIA O CARACTERÍSTICAS SIMILARES A OTROS TIPOS DE CEMENTOS

El cemento YURA ANTI SALITRE, TIPO HS, supera AMPLIAMENTE las resistencias al ataque de sulfatos exigidos al cemento tipo V, indicadas en la norma NTP 334.009 (ASTM C150) por lo que reemplaza al tipo V, donde esté especificado técnicamente.

COMPARACIÓN RESISTENCIAS A LOS SULFATOS CEMENTO TIPO HS vs CEMENTO TIPO V



* El cemento Yura Anti Salitre, Tipo HS, tiene mayor Resistencia al Ataque de Sulfatos, en comparación al cemento Tipo V, debido a su menor porcentaje de expansión.

PLANTA: Estación s/h, Yura, Arequipa - Perú
 OFICINA COMERCIAL: Av. General Díaz Canevaro Nº 527 - Arequipa
 TELÉFONO: (054) 225000 - FAX: (054) 220550
 www.yura.com.pe

TIPO HS - ALTA RESISTENCIA A SULFATOS
 TYPE HS - HIGH SULFATE RESISTANCE

VERSIÓN MARZO 2014

FICHA TÉCNICA

CEMENTO YURA TIPO HS

ANTI SALITRE – Alta Resistencia a los Sulfatos

PROPIEDADES

BENEFICIOS AMBIENTALES

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

ALMACENAMIENTO

PRESENTACIONES DISPONIBLES

NORMAS TÉCNICAS

DURACIÓN

El cemento Yura Anti Salitre, por su formulación especial, proporciona al concreto las siguientes propiedades:

- Alta resistencia al ataque de sulfatos.
- Resistencia a los cloruros.
- Alta resistencia a la compresión.
- Aumento de impermeabilidad.
- Menor calor de hidratación.
- Mayor plasticidad y trabajabilidad en concretos.
- Disminuye la reacción nociva alcali-agregado (Según grado de reactividad del agregado)

Menor consumo energético.
Menor cantidad de emisiones de CO₂ al ambiente en su fabricación.

El contacto con este producto provoca irritación cutánea e irritación ocular grave, evite el contacto directo en piel y mucosas.
En caso de contacto con los ojos, lavar con abundante agua limpia.
En caso de contacto con la piel, lavar con agua y jabón.
Para su manipulación es obligatorio el uso de los siguientes elementos de protección:

Guantes Impermeables

Protección Ocular

Botas Impermeables

Protección Respiratoria

Para mantener el cemento en óptimas condiciones, se recomienda:

- Almacenar en un ambiente seco, separado del suelo y de las paredes.
- Protegerlos contra la humedad o corriente de aire húmedo.
- En caso de almacenamiento prolongado, cubrir el cemento con polietileno.
- No apilar más de 10 bolsas de altura o en 2 pallet de altura.

- Bolsa 42.5 kg Ideal para proyectos medianos y pequeños, o con accesos complicados y pocas áreas de almacenamiento.

- Big Bag 1.0 TM Para proyectos de constructoras que tienen planta de concreto. Facilita la manipulación de grandes volúmenes.

- Big Bag 1.5 TM Para proyectos mineros y de gran construcción, requiere la utilización de equipos de carga.

- Granel Abastecido en bombonas para descargar en silos contenedores.

EL CEMENTO YURA ANTI SALITRE, cumple con las especificaciones técnicas de los siguientes países:

PAIS	NORMA		DENOMINACIÓN	
Perú	Norma Técnica Peruana	NTP 334.082	CEMENTO PORTLAND	TIPO HS
Chile	Norma Chilena Oficial	NCh 148 Of68	CEMENTO PORTLAND PUCELANCO	GRADO ALTA RESISTENCIA
USA	Norma Americana	ASTM C1157	PORTLAND CEMENT	TIPO HS
Brasil	Norma Brasileña	NBR 5736	CEMENTO PORTLAND PORTLANCO	TIPO CP IV 32
Ecuador	Norma Técnica Ecuatoriana	NTE INEN 2380	CEMENTO HIDRÁULICO	TIPO HS
Colombia	Norma Técnica Colombiana	NTC 121 - 321	CEMENTO PORTLAND	TIPO I

Almacenar y consumir de acuerdo a la fecha de producción utilizando el mas antiguo. Se recomienda que el cemento sea utilizado antes de 60 días de la fecha de envasado indicada en la bolsa, luego de esa fecha, verifique la calidad del mismo.

VERSIÓN MARZO 2014

PLANTA: Estación s/n, Yura, Arequipa - Perú
 OFICINA COMERCIAL: Av. General Díaz Canedo Nº 527 - Arequipa
 TELÉFONO: (054) 225000 - FAX: (054) 220650
www.yura.com.pe

TIPO HS - ALTA RESISTENCIA A SULFATOS
TYPE HS - HIGH SULFATE RESISTANCE

Fuente: Cementos Yura S.A.

- 170 -

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Anexo 04: Ficha técnica Aditivo Acelerante



Chema
Calidad que Construye

Hoja Técnica

CHEMA ESTRUCT

Acelerante de fragua para concreto armado, sin cloruros

AD1.2.1.4
RMP – V.8

DESCRIPCIÓN

CHEMA ESTRUCT es una sustancia química líquida que al ser adicionado a la mezcla de concreto acelera el proceso de endurecimiento y produce importantes ganancias tempranas de la resistencia a la compresión, contiene agentes plastificantes y en climas de bajas temperaturas trabaja como anticongelante. Su efecto es sobre toda mezcla de concreto, tanto con cementos Portland como también Puzolánicos, muy resistente a las sales y sulfatos. Puede ser empleado tanto en climas normales como bajo cero grados, no contiene cloruros, mas bien trabaja como un inhibidor de corrosión. Producto adecuado a la norma ASTM C-494; este aditivo protege al concreto en su estado fresco, evitando la cristalización o congelamiento en especial para concreto armado.

VENTAJAS

- Actúa como inhibidor de la corrosión del hierro de refuerzo.
- Permite lograr altas resistencias iniciales en el concreto, ahorrándose tiempo de espera para desencofrar estructuras o elementos prefabricados.
- Permite abrir el tránsito en pisos o losas de concreto.
- Al ser anticongelante evita que los morteros y concretos se malogren por las bajas temperaturas.
- Reduce los costos de construcción al reducir los tiempos de espera.
- Mayor trabajabilidad.

USOS

- Para vaciados de elementos estructurales en cualquier clima, donde se desee obtener en 3 días la fuerza a la compresión (f'c) que se obtendría con el diseño de mezcla a los 7 días sin el **CHEMA ESTRUCT**.
- Para vaciados en climas fríos o donde se espera una helada; hará que el concreto fragüe en la mitad de tiempo a pesar de la baja temperatura.
- En obras de concreto donde se necesite poner en servicio en menos tiempo.
- Para construir en climas a bajas temperaturas.
- En terrenos con nivel freático superficial.
- Cuando se espera una helada para evitar la cristalización o congelamiento
- Para desencofrar en menor tiempo y acortar tiempos de entrega.

DATOS TÉCNICOS

Color:	Amarillo verdoso
Ph:	9.0 – 11.0
Apariencia:	Líquida
Densidad a 25°C:	1.27 ± 0.01 gr/ml

PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO

1. Agregue la dosificación requerida de **CHEMA ESTRUCT** en el agua de amasado al momento en que se va a usar y bátilo bien. La relación a/c recomendada máxima debe ser 0.45 o reduzca hasta 10% la cantidad de agua. La trabajabilidad del concreto no disminuye debido a que el **CHEMA ESTRUCT** contiene plastificantes.


(Vea cuadro Comparativo de Resistencia a la Compresión respecto a un Testigo)

ATENCIÓN AL CLIENTE:

(511) 336-8407

Página 1 de 3

Hoja Técnica



CHEMA ESTRUCT

Acelerante de fragua para concreto armado, sin cloruros

AD12.1.4
RMP - V.0

RENDIMIENTO	Las dosificaciones de CHEMA ESTRUCT de acuerdo al clima y necesidades son: <ul style="list-style-type: none">- REDUCIDA 250 cc x bolsa de cemento (en el agua de amasado)- NORMAL 375 cc x bolsa de cemento (en el agua de amasado)- SUPERIOR 500 cc x bolsa de cemento (en el agua de amasado) <p>La dosis como porcentaje es 0.6% a 2% del peso del cemento.</p>
--------------------	--

PRESENTACIÓN	Envase de 1 gal. (Código: 09012004) Envase de 5 gal. (Código: 09012005) Envase de 55 gal. (Código: 09012055)
---------------------	--

ALMACENAMIENTO	De almacenarse en un lugar fresco, ventilado y sellado bajo techo el tiempo de vida útil será de 2 años.
-----------------------	--

PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES	En caso de emergencia, llame al CETOX (Centro Toxicológico). Producto tóxico, NO INGERIR, mantenga el producto fuera del alcance de los niños. No comer ni beber mientras manipula el producto. Lavarse las manos luego de manipular el producto. Utilizar guantes, gafas protectoras y ropa de trabajo. Almacene el producto bajo sombra y en ambientes ventilados. En caso de contacto con los ojos y la piel, lávelos con abundante agua. Si es ingerido, no provocar vómitos, procurar ayuda médica inmediata.
---------------------------------------	---

La información que suministramos está basada en ensayos que consideramos seguros y correctos de acuerdo a nuestra experiencia. Los usuarios quedan en libertad de efectuar las pruebas y ensayos previos que estimen conveniente, para determinar si son apropiados para un uso en particular. El uso, aplicación y manejo correcto de los productos, quedan fuera de nuestro control y es de exclusiva responsabilidad del usuario.

ATENCIÓN AL CLIENTE:
(511) 336-8407

Página 2 de 3



Chema
Calidad que Construye

Hoja Técnica

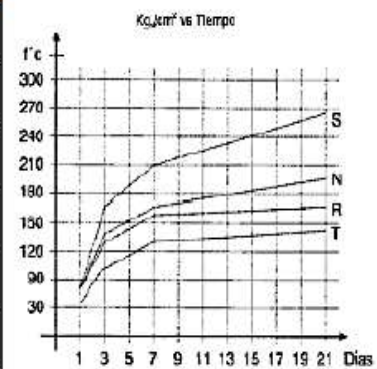
CHEMA ESTRUCT

Acelerante de fragua para concreto armado, sin cloruros

ADL2.1.4
RMP - V.0

CUADRO COMPARATIVO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
RESPECTO A UN TESTIGO

EFFECTOS		TESTIGO	SUPERIOR	NORMAL	REDUCIDA
Tiempo fragua	20° C	5.30 Hrs.	4.0 Hrs.	4.30 Hrs.	5 Hrs.
GAN F c	1d	44 (100%)	74 (168%)	72 (163%)	59 (134%)
GAN F c	3d	96 (100%)	155 (161%)	135 (138%)	133 (138%)
GAN F c	7d	133 (100%)	193 (145%)	169 (127%)	161 (121%)
GAN F c	21d	145 (100%)	260 (133%)	190 (131%)	164 (110%)
Relación A/C	-	0.5	0.45	0.47	0.3
Tiempo fragua	6° C.	19 Hrs.	6.30 Hrs.	-	-



Fuente: Aditivos Chema.



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONSTANCIA

El que suscribe, **Ing. Alejandro Hidalgo Valdivia**, Coordinador de Laboratorio de Suelos y Concreto del Programa Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa,

HACE CONSTAR

Que el Señor Bachiller en Ingeniería Civil:
LUIS ANTONIO CARLOS GONZALES

Código N° 2008223821

Han realizado los ensayos de Laboratorio de Concreto y Materiales de Construcción para complementar su trabajo de tesis para optar el título de Ingeniero Civil cuyo Título es: **"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECANICAS DE LOS CEMENTOS COMERCIALES PORTLAND TIPO IP, HE Y HS EN LA REGION AREQUIPA"**.

Los ensayos efectuados por el señor testista fueron los siguientes:

- 06 Contenido de Humedad Agregado Fino y Grueso
- 06 Análisis Granulométrico Agregado Fino y Grueso
- 06 Peso Unitario Suelto Agregado Fino y Grueso
- 06 Peso Unitario Compactado Agregado Fino y Grueso
- 01 Ensayo de Impurezas Orgánicas
- 02 Ensayos de Abrasión
- 426 Compresión Probetas de Concreto
- 03 Diseños de Mezcla
- 03 Ensayos de Tiempo de Fraguado
- 03 Ensayos de Pesos Unitarios de Concreto
- 03 Ensayos de Compacidad del concreto
- 03 Ensayos de Temperatura

Los trabajos realizados en las instalaciones del Laboratorio de Suelos y Concreto, han sido realizados entre el 20/12/16 y el 17/03/17.

Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados para los fines que estimen conveniente.

Arequipa, 15 de Junio del 2017



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Alejandro Hidalgo Valdivia
De Ing. **ALEJANDRO VICTOR HIDALGO VALDIVIA**
COORDINADOR DE LOS LABORATORIOS DE INGENIERIA CIVIL
EPIC - P.A.C.A. - CAMPUSES INDUSTRIAL