

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**ESTUDIO DE LA DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO  
UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA  
FIGUEROA EN HUÁNUCO CON ADITIVO  
SUPERPLASTIFICANTE**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. ALMONACID QUIROZ CARLOS ALBERTO  
Bach. PRÉTEL CASAICO MAX KLIZMAN**

**ASESOR: Mg./Ing. LILIANA JANET CHAVARRIA REYES**

**LIMA - PERÚ**

**AÑO: 2015**

## **DEDICATORIAS:**

A mis hermosos padres, Carlos Almonacid y Elizabeth Quiroz, por su incondicional apoyo, Todo su amor y confianza. A mi hermana Cynthia por confiar siempre en mí y ayudarme en todo momento. A mi novia Lucy, por su amor, confianza y enorme apoyo. A mis familiares que siempre confiaron en mi carrera profesional. A todos los que me apoyaron para la culminación de la presente investigación.

### **Carlos Alberto Almonacid Quiroz**

A mis padres Maximo Prétel y Zosima Casaico por su inmenso amor, apoyo incondicional y confianza. A mis hermanas Klein y Jenny por confiar siempre en mí y ayudarme en todo momento. A mis familiares que siempre confiaron en mi carrera profesional. A todos los que apoyaron para la Culminación de la presente investigación.

### **Max Klizman Prétel Casaico**

## **AGRADECIMIENTOS:**

A nuestro metodólogo Dr. Carlos Chavarry Vallejos, por la orientación y conocimientos brindados para el correcto proceso de desarrollo de la presente tesis.

A nuestra asesora de tesis, Mg. Ing. Liliana Chavarría Reyes, por el tiempo, la paciencia, experiencia profesional y constante apoyo brindado durante las etapas de desarrollo de este proyecto de investigación, hasta llegar a su culminación.

## ÍNDICE

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	2
1.2 Formulación del Problema .....	2
1.2.1 Problema principal .....	2
1.2.2 Problemas específicos.....	2
1.3 Objetivos de la investigación .....	3
1.3.1 Objetivo principal .....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Justificación de la investigación .....	3
1.4.1 Conveniencia .....	3
1.4.2 Relevancia Social .....	3
1.4.3 Implicancias prácticas.....	4
1.5 Limitaciones de la investigación.....	4
1.6 Viabilidad de la investigación .....	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	6

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
2.2 BASES TEÓRICAS.....	9
2.2.1 Definiciones conceptuales .....	9
2.2.2 Formulación de hipótesis .....	19
2.2.2.1 Hipótesis general.....	19
2.2.2.2 Hipótesis específicas.....	19
2.2.2.3 Variables .....	19
2.2.2.4 Operacionalización de variables.....	20
CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO .....	21
3.1 Tipo y nivel de la investigación .....	21
3.2 Diseño de la investigación .....	21
3.3 Población y muestra .....	21
3.4 Técnicas de recolección de datos.....	23
3.4.1 Descripción de los instrumentos.....	23
3.4.2 Validez y confiabilidad de los instrumentos .....	23
3.5 Técnicas para el procesamiento y análisis de los datos .....	23
3.6 Aspectos éticos.....	29
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	30
4.1 Resultados de la investigación .....	30
4.2 Análisis e interpretación de los resultados .....	89
4.3 Contrastación de Hipótesis .....	102
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	145
ANEXOS.....	153

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Diseño de mezclas de concreto, para la investigación “Estudio de las propiedades del concreto fresco y endurecido, con superplastificante y retardador de fragua” .....	7
Tabla 2	Dosificación de aditivo en los diseños para la investigación “Efectos de la incorporación del aditivo superplastificante sobre las propiedades del concreto, utilizando el Cemento Tipo I” .....	8
Tabla 3	Operacionalización de las variables.....	20
Tabla 4	Cantidad de muestra.....	22
Tabla 5	Límites granulométricos del agregado fino (ASTM C 33 y NTP 400.037).....	30
Tabla 6	Análisis granulométrico del agregado fino – Muestra N°1.....	32
Tabla 7	Análisis granulométrico del agregado fino – Muestra N°2.....	33
Tabla 8	Análisis granulométrico del agregado fino – Muestra N°3.....	34
Tabla 9	Análisis granulométrico del agregado fino – Promedio.....	35
Tabla 10	Módulo de Finura del Agregado Fino – Promedio.....	36
Tabla 11	Peso Unitario del Agregado Fino – Muestra N°1.....	39
Tabla 12	Peso Unitario del Agregado Fino – Muestra N°2.....	40
Tabla 13	Peso Unitario del Agregado Fino – Muestra N°3.....	41
Tabla 14	Peso Unitario del Agregado Fino – Promedio.....	42
Tabla 15	Peso Específico y Absorción del Agregado Fino – Muestra N°1.....	45
Tabla 16	Peso Específico y Absorción del Agregado Fino – Muestra N°2.....	46
Tabla 17	Peso Específico y Absorción del Agregado Fino – Muestra N°3.....	47
Tabla 18	Peso Específico del Agregado Fino – Promedio.....	48
Tabla 19	Contenido de Humedad del Agregado Fino.....	50
Tabla 20	Material que Pasa la Malla #200 del Agregado Fino.....	52
Tabla 21	Resúmenes de los ensayos al agregado fino.....	53
Tabla 22	Análisis Granulométrico del Agregado Grueso – Muestra N°1.....	55
Tabla 23	Análisis Granulométrico del Agregado Grueso – Muestra N°2.....	56
Tabla 24	Análisis Granulométrico del Agregado Grueso – Muestra N°3.....	57
Tabla 25	Análisis Granulométrico del Agregado Grueso – Promedio.....	58

Tabla 26	Módulo de Finura del Agregado Grueso – Promedio.....	59
Tabla 27	Peso Unitario del Agregado Grueso – Muestra 1.....	61
Tabla 28	Peso Unitario del Agregado Grueso – Muestra 2.....	62
Tabla 29	Peso Unitario del Agregado Grueso – Muestra 3.....	63
Tabla 30	Peso Unitario del Agregado Grueso – Promedio.....	64
Tabla 31	Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso – Muestra 1.....	67
Tabla 32	Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso – Muestra 2.....	68
Tabla 33	Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso – Muestra 3.....	69
Tabla 34	Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso.....	70
Tabla 35	Contenido de Humedad del Agregado Grueso – Promedio.....	71
Tabla 36	Material que Pasa la Malla #200 del Agregado Grueso.....	72
Tabla 37	Resúmenes de los ensayos al Agregado Grueso.....	73
Tabla 38	Diseño Patrón 0,48 de Mezclas de Concreto de Mediana Resistencia.....	77
Tabla 39	Diseño Patrón 0,48 de Mezclas de Concreto de Mediana Resistencia con 0,4% de Aditivo y Reducción de Agua 14%.....	78
Tabla 40	Diseño Patrón 0,48 de Mezclas de Concreto de Mediana Resistencia con 0,7% de Aditivo y Reducción de Agua 30%.....	79
Tabla 41	Diseño Patrón 0,48 de Mezclas de Concreto de Mediana Resistencia con 1% de Aditivo y Reducción de Agua 36%.....	80
Tabla 42	Diseño Patrón 0,55 de Mezclas de Concreto de Mediana Resistencia.....	81
Tabla 43	Diseño Patrón 0,55 de Mezclas de Concreto de Mediana Resistencia con 0,4% de Aditivo y Reducción de Agua 14%.....	82
Tabla 44	Diseño Patrón 0,55 de Mezclas de Concreto de Mediana Resistencia con 0,7% de Aditivo y Reducción de Agua 28%.....	83
Tabla 45	Diseño Patrón 0,55 de Mezclas de Concreto de Mediana Resistencia con 1% de Aditivo y Reducción de Agua 32%.....	84
Tabla 46	Diseño Patrón 0,62 de Mezclas de Concreto de Mediana Resistencia.....	85
Tabla 47	Diseño Patrón 0,62 de Mezclas de Concreto de Mediana Resistencia con 0,4% de Aditivo y Reducción de Agua 12%.....	86
Tabla 48	Diseño Patrón 0,62 de Mezclas de Concreto de Mediana Resistencia con 0,7% de Aditivo y Reducción de Agua 26%.....	87

Tabla 49 Diseño Patrón 0,62 de Mezclas de Concreto de Mediana Resistencia con 1% de Aditivo y Reducción de Agua 30%.....	88
Tabla 50 Curva de resistencia a la compresión relación agua/cemento de 0,48 con aditivo 0,4%; 0,7% y 1,0%.....	90
Tabla 51 Curva de resistencia a la compresión relación agua/cemento de 0,55 con aditivo 0,4%; 0,7% y 1,0%.....	91
Tabla 52 Curva de resistencia a la compresión relación agua/cemento de 0,62 con aditivo 0,4%; 0,7% y 1,0%.....	92
Tabla 53 Curva de resistencia a la tracción relación agua/cemento de 0,48 con aditivo 0,4%; 0,7% y 1,0%.....	93
Tabla 54 Curva de resistencia a la tracción relación agua/cemento de 0,55 con aditivo 0,4%; 0,7% y 1,0%.....	94
Tabla 55 Curva de resistencia a la tracción relación agua/cemento de 0,62 con aditivo 0,4%; 0,7% y 1,0%.....	95
Tabla 56 Curva de resistencia a la flexión relación agua/cemento de 0,48 con aditivo 0,4%; 0,7% y 1,0%.....	96
Tabla 57 Curva de resistencia a la flexión relación agua/cemento de 0,55 con aditivo 0,4%; 0,7% y 1,0%.....	97
Tabla 58 Curva de resistencia a la flexión relación agua/cemento de 0,62 con aditivo 0,4%; 0,7% y 1,0%.....	98
Tabla 59 Resultado del slump obtenidos en todos los diseños.....	99
Tabla 60 Datos de resistencia a la compresión relación a/c = 0,48.....	102
Tabla 61 Pruebas de normalidad relación a/c = 0,48.....	103
Tabla 62 Anova de un factor relación a/c = 0,48.....	104
Tabla 63 Comparaciones múltiples relación a/c = 0,48.....	106
Tabla 64 Datos de resistencia a la compresión relación a/c = 0,55.....	110
Tabla 65 Pruebas de normalidad relación a/c = 0,55.....	111
Tabla 66 Anova de un factor relación a/c = 0,55.....	112
Tabla 67 Comparaciones múltiples relación a/c = 0,55.....	114
Tabla 68 Datos de resistencia a la compresión relación a/c = 0,62.....	119
Tabla 69 Pruebas de normalidad relación a/c = 0,62.....	120
Tabla 70 Anova de un factor relación a/c = 0,62.....	121

Tabla 71	Comparaciones múltiples relación a/c = 0,62.....	123
Tabla 72	Slump relación a/c = 0,48.....	127
Tabla 73	Coeficientes de la ecuación de trabajabilidad relación a/c = 0,48.....	129
Tabla 74	Slump relación a/c = 0,55.....	133
Tabla 75	Coeficientes de la ecuación de trabajabilidad relación a/c = 0,55.....	135
Tabla 76	Slump relación a/c = 0,62.....	139
Tabla 77	Coeficientes de la ecuación de trabajabilidad relación a/c = 0,62.....	141

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Curva de resistencia a la compresión relación agua/cemento de 0,48 con aditivo 0,4%; 0,7% y 1,0%.....	90
Gráfico 2	Curva de resistencia a la compresión relación agua/cemento de 0,55 con aditivo 0,4%; 0,7% y 1,0%.....	91
Gráfico 3	Curva de resistencia a la compresión relación agua/cemento de 0,62 con aditivo 0,4%; 0,7% y 1,0%.....	92
Gráfico 4	Curva de resistencia a la tracción relación agua/cemento de 0,48 con aditivo 0,4%; 0,7% y 1,0%.....	93
Gráfico 5	Curva de resistencia a la tracción relación agua/cemento de 0,55 con aditivo 0,4%; 0,7% y 1,0%.....	94
Gráfico 6	Curva de resistencia a la tracción relación agua/cemento de 0,62 con aditivo 0,4%; 0,7% y 1,0%.....	95
Gráfico 7	Curva de resistencia a la flexión relación agua/cemento de 0,48 con aditivo 0,4%; 0,7% y 1,0%.....	96
Gráfico 8	Curva de resistencia a la flexión relación agua/cemento de 0,55 con aditivo 0,4%; 0,7% y 1,0%.....	97
Gráfico 9	Curva de resistencia a la flexión relación agua/cemento de 0,62 con aditivo 0,4%; 0,7% y 1,0%.....	98
Gráfico 10	Resultado del slump para la relación $a/c = 0,48$ .....	99
Gráfico 11	Resultado del slump para la relación $a/c = 0,55$ .....	100
Gráfico 12	Resultado del slump para la relación $a/c = 0,62$ .....	101
Gráfico 13	Diagrama de medias aritméticas para la relación $a/c = 0,48$ .....	108
Gráfico 14	Diagrama de cajas para la relación $a/c = 0,48$ .....	109
Gráfico 15	Diagrama de medias aritméticas para la relación $a/c = 0,55$ .....	117

Gráfico 16	Diagrama de cajas para la relación $a/c = 0,55$ .....	118
Gráfico 17	Diagrama de medias aritméticas para la relación $a/c = 0,62$ .....	125
Gráfico 18	Diagrama de cajas para la relación $a/c = 0,62$ .....	126
Gráfico 19	Regresión cúbica para la relación $a/c = 0,48$ .....	131
Gráfico 20	Trabajabilidad para la relación $a/c = 0,48$ .....	132
Gráfico 21	Regresión cúbica para la relación $a/c = 0,55$ .....	137
Gráfico 22	Trabajabilidad para la relación $a/c = 0,55$ .....	138
Gráfico 23	Regresión cúbica para la relación $a/c = 0,62$ .....	143
Gráfico 24	Trabajabilidad para la relación $a/c = 0,62$ .....	144

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 - Matriz de consistencia.....	153
Anexo 2 - Panel fotográfico.....	154
Fotografía 1 – Ensayos de granulometría.....	154
Fotografía 2 – Ensayos de Malla N° 200.....	154
Fotografía 3 – Ensayos de Porcentaje de Absorción.....	155
Fotografía 4 – Ensayos de Peso Específico.....	155
Fotografía 5 – Ensayos de Peso Unitario Compactado.....	156
Fotografía 6 – Ensayos de Contenido de Humedad.....	156
Fotografía 7 – Muestras ensayadas en el horno.....	157
Anexo 3 - Hoja técnica del aditivo	
Anexo 4 - Certificados de calibración de los equipos del laboratorio	

## RESUMEN

La presente tesis realizó el estudio de la dosificación del concreto utilizando agregados de la cantera Figueroa en Huánuco con aditivo superplastificante Sika Viscocrete 3330 tercera generación.

El objetivo principal fue el de determinar la dosificación del concreto de mediana resistencia para optimizar la calidad del concreto, y así tener un concreto en condiciones óptimas y resistencias a la compresión considerables.

Para lo cual se basó en investigaciones pasadas referidas a concretos utilizando superplastificante, también se utilizó como fuente una investigación parecida perteneciente a la misma región del presente estudio. Todo ello apporto a dar opciones de solución en concretos de mediana resistencia utilizando aditivos superplastificantes, ya que el problema para esta región es la poca información en cuanto al uso de aditivos en concretos de mediana resistencia.

El tipo de investigación es un análisis mixto, el nivel de investigación es descriptivo correlacional, porque especifica propiedades y características del concreto de mediana resistencia, asocia variables mediante un patrón para una determinada población.

Concluida la investigación se obtuvieron resultados favorables del concreto de mediana resistencia, ya que el diseño patrón de menor relación agua/cemento presento una mejor resistencia a la compresión obteniendo un incremento del 21.13% de resistencia a la compresión, los demás diseños también tuvieron un incremento significativo de resistencia a la compresión los cuales se mencionaran en las conclusiones de esta investigación.

**Palabras clave:** aditivo superplastificante, concretos de mediana resistencia, resistencia a la compresión.

## ABSTRACT

This thesis conducted the study using dosage of concrete aggregates quarry in Huanuco Figueroa with Sika ViscoCrete superplasticizer additive 3330 third generation.

The main objective was to determine the dosage of the particular medium strength to optimize the quality of the concrete, and thus have a particular under optimal conditions and considerable resistance to compression.

For which it relies on past investigations into concrete using superplasticizer, also used a similar research as a source belonging to the same region of the study. I bring all this to give possible solutions in medium strength concrete using superplasticizers, because the problem in this region is the lack of information on the use of additives in concrete of medium strength.

The research is a joint analysis, the level of research is descriptive correlational, for specific properties and characteristics of the particular medium strength, variables associated with a pattern for a given population.

The investigation favorable results of the specific medium strength, since the design pattern of lower water / cement ratio is obtained I present a better compressive strength obtaining an increase of 21.13% of compressive strength, other designs also had an increase significant compressive strength which were mentioned in the conclusions of this investigation.

**Keywords:** superplasticizer, concrete additive medium strength, compressive strength.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación tuvo por finalidad mostrar la importancia del uso de aditivos en concretos de mediana resistencia para la región de Huánuco, en la mencionada región existe poca información de la producción de concretos utilizando aditivos superplastificantes, por tal motivo se busca dar información e importancia al uso de aditivos superplastificantes.

En Huánuco se vienen produciendo concretos convencionales sin darle mayor importancia al uso de aditivos, la presente investigación al ser experimental dará importante información en el uso de aditivos superplastificantes, ya que al usar agregados de la zona podremos tener diseños óptimos, y los resultados serán útiles para guiarse en cuanto a la producción de concretos de medianas resistencia utilizando aditivos superplastificantes.

Los objetivos de la presente investigación se basaron en determinar la dosificación de concretos de mediana resistencia y así optimizar la calidad del concreto, también se determinó la dosificación del aditivo superplastificante para optimizar la resistencia del concreto.

La presente investigación se desarrolla en cinco capítulos, el capítulo I viene a ser el planteamiento del problema donde se describirá el problema, los objetivos, la justificación, limitaciones y viabilidad de la investigación; en el capítulo II veremos el marco teórico donde se encontrara las definiciones conceptuales, hipótesis y variables de la investigación; en capítulo III encontramos el diseño de la investigación, la población utilizada, el nivel de investigación, las técnicas de recolección de datos y aspectos éticos de la investigación; en el capítulo IV se encontrara los resultados, interpretación de resultados y contrastación de hipótesis de la investigación; finalmente tendremos el capítulo V el cual desarrolló la discusión, conclusiones y recomendaciones de la investigación. Todos estos capítulos cumplen una gran importancia porque implican al correcto desarrollo de la esta investigación.

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Descripción de la realidad problemática**

En la región de Huánuco se viene produciendo concreto convencional, esto por falta de información para el uso de aditivos adecuados para determinadas obras, por tal motivo la presente investigación busca solucionar la falta de información en el uso de aditivos superplastificantes y fabricación de un concreto de mediana resistencia, y así poder conseguir un concreto de buena calidad y durabilidad.

### **1.2 Formulación del problema**

#### **1.2.1 Problema principal**

¿En qué medida la dosificación del concreto de mediana resistencia, influye en la optimización de la calidad del concreto?

#### **1.2.2 Problemas secundarios**

¿Se cree que las mezclas de prueba de concreto de mediana resistencia, minimiza la distorsión de la selección de las proporciones de los agregados de la cantera Figueroa en Huánuco?

¿Cómo la dosificación del aditivo superplastificante optimiza la resistencia del concreto?

### **1.3 Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1 Objetivo principal**

Determinar la dosificación del concreto de mediana resistencia para optimizar la calidad del concreto

#### **1.3.2 Objetivos secundarios**

- a) Determinar las mezclas de prueba de concreto de mediana resistencia para minimizar la distorsión de la selección de las proporciones de los agregados de la cantera Figueroa en Huánuco.
- b) Determinar la dosificación del aditivo superplastificante para optimizar la resistencia del concreto.

### **1.4 Justificación de la investigación**

#### **1.4.1 Conveniencia**

La presente investigación tiene por objeto encontrar la dosificación de mezclas del concreto de mediana resistencia y así minimizar la distorsión de la selección de los agregados de la cantera Figueroa en Huánuco, para así mejorar la calidad del concreto para obras elaboradas en Huánuco.

#### **1.4.2 Relevancia Social**

Es importante mencionar la trascendencia social de esta investigación ya que en la región Huánuco es poco usual la utilización del aditivo adecuado para determinadas obras, por tal motivo la presente investigación desarrolla aplicaciones, conceptos, ventajas, desventajas,

costos que permitirán optimizar tiempo, economía, materiales con aplicación de aditivos súper plastificantes.

### **1.4.3 Implicancias prácticas**

Esta investigación podría servir como referencia para estudios más profundos en la elaboración del concreto y su aplicación en distintas obras en la Ciudad de Huánuco, por tal motivo la investigación de un concreto de mediana resistencia utilizando un superplastificante, facilitaría la ejecución de obras en Huánuco.

### **1.5 Limitaciones de la investigación**

La presente investigación es limitada, por lo cual no se estudió el comportamiento de este concreto expuesto a condiciones severas, donde puedan ingresar cloruros, sulfatos o cualquier otro agente agresivo que puedan afectar la dosificación del concreto de mediana resistencia. Por tal motivo la investigación se limita a responder los parámetros de resistencia a la compresión usando un aditivo superplastificante, y todas las comparaciones de resistencia se harán con relaciones agua/cemento que se consideraron como concretos de mediana resistencia.

### **1.6 Viabilidad de la investigación**

Para el desarrollo de la presente investigación contamos con una relación de distintos alcances y recursos, lo cual nos permitió cumplir con el desarrollo del proyecto de investigación.

Para la elaboración de esta investigación contamos con las muestras de agregados de la cantera Figueroa en Huánuco, el cual nos facilitó el estudio de estos mismos en la elaboración del concreto.

También contamos con la facilidad de utilización del laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Ricardo Palma, y así poder hacer los ensayos correspondientes a la presente investigación.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **En el ámbito internacional**

Según ALBORNOZ, R. Y FARIAS, M. (2000) en su Tesis de Grado Titulado “Comportamiento de la resistencia del concreto con el uso de aditivos Superplastificantes”. En la ciudad de Valencia, Dependiendo de la dosis y; tipo de aditivo la resistencia a las 24 horas se incrementan entre un mínimo del 14% y un máximo del 78%; a las 3 días entre un 32% y un 45%; a los 23 días entre un 10% y un 27%. Llegándose a suponer que en el caso de necesitar resistencias elevadas a edades tempranas, el uso de aditivos superplastificantes es muy recomendable. En dicha investigación se utilizó la metodología de observación, recolección de datos, entrevistas, análisis de la información y revisión bibliográfica.

Recomendando realizar estudios del comportamiento de las mezclas de concreto dosis superior de aditivos, pues es de esperarse que llegando a una dosis determinada, la mezcla de concreto se ve afectada desfavorablemente tanto en resistencia, como en asentamiento, por el exceso de dosificación.

#### **En el ámbito nacional**

Según RIVERA, L. (2011), quien en su tesis titulado “Estudio de las propiedades del concreto fresco y endurecido, con superplastificante y retardador de fragua”, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco – 2011, se determinó en qué medida mejora las propiedades del concreto, especialmente en lo referente a la ganancia de resistencia a la compresión,

reducción de agua y tiempo de fraguado, cuando es incluido el aditivo superplastificante “Sika Viscocrete-1110”.

Los porcentajes del agua respecto del concreto patrón fueron (ver Tabla 1)

**Tabla 1** Diseño de mezclas de concreto, para la investigación “Estudio de las propiedades del concreto fresco y endurecido, con superplastificante y retardador de fragua”

<b>a/c</b>	<b>Aditivo (lt/bl)</b>	<b>Reducción de agua (%)</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>
0,578	Patrón	0	Observamos que para a/c=0,578 con 0,48lt/bl de aditivo, reduce hasta el 15% de agua y con 0,56lt/bl de Aditivo, reduce hasta 20% de agua respecto a concreto patrón, obteniendo así dos nuevas relaciones a/c=0,491 y a/c=0,462 respectivamente.
	0,48	15	
	0,56	20	

Fuente: RIVERA, L. (2011), “Estudio de las propiedades del concreto fresco y endurecido, con superplastificante y retardador de fragua”, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco – 2011.

Como se observa en la Tabla 1, los porcentajes de reducción de agua son significativos, conforme se va incrementando la dosificación del aditivo y que la relación a/c sea menor. Para este caso la mayor reducción de agua es de 20%, para a/c=0,578 con 0,56 lt de aditivo/bl de cemento.

Según JIMENEZ, R. (2000), quien en su tesis titulado “Efectos de la incorporación del aditivo superplastificante sobre las propiedades del concreto, utilizando el Cemento Tipo I”, UNI, Lima – 2000”.

El aditivo superplastificante tipo F tiene dos aplicaciones diferentes:

- 1.- Como superfluidificante. Se denominan entre 0,5% al 1% del peso del cemento y según la granulometría de los agregados, cantidad y tipo de cemento, siendo utilizado en:

- Colocación de concretos con ligera vibración en lugares poco accesible o con gran cuantía de acero.
- Rapidez en la colocación de concreto bombeado.
- En morteros y lechadas de inyecciones.

2.- Como súper reductor de agua. Se dosifican ente 1% al 2% del peso del cemento y según la granulometría de los agregados, cantidad y tipo de cemento, logrando las siguientes propiedades:

- Confiere al concreto de altas resistencia iniciales y finales debido a la fuerte reducción de agua.
- Mejora la resistencia al impacto y abrasión.
- Disminuye el calor de hidratación.
- Mejora la adherencia del concreto acero de refuerzo.
- Posibilita el desencofrado en poco tiempo.

En sus ensayos llega a los siguientes resultados (ver Tabla 2)

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS

Tabla 2 Dosificación de aditivo en los diseños para la investigación “Efectos de la incorporación del aditivo superplastificante sobre las propiedades del concreto, utilizando el Cemento Tipo I”

DOSIFICACION DE ADITIVO (%)		1,0	1,5	2,0
PORCENTAJE ALCANZADO (%)	Relación a/c=0,55	108.21	113.07	115.50
	Relación a/c=0,50	108.98	113.77	117.96
	Relación a/c=0,45	108.58	113.61	119.23
	Relación a/c=0,40	108.21	113.20	119.35

Fuente: RUBEN DANTE JIMENEZ GOMEZ, tesis titulado “Efectos de la incorporación del aditivo superplastificante sobre las propiedades del concreto, utilizando el Cemento Tipo I”, UNI, Lima – 2000.

## 2.2 BASES TEÓRICAS

### 2.2.1 Definiciones conceptuales

TECNOLOGIA DEL CONCRETO (Neville, a. M. Y brooks, j. J.) El diseño de la mezcla puede definirse como el proceso de selección de los ingredientes adecuados del concreto, para determinar sus cantidades relativas con el propósito de producir un concreto económico, con ciertas propiedades mínimas, notable manejabilidad, resistencia y durabilidad.

Actualmente se usan mezclas diseñadas, más que mezclas prescritas, para cuyas especificaciones existen valores límite respecto de un rango de propiedades que deben cumplirse. Estas son usualmente la relación máxima de agua/cemento, el contenido mínimo de cemento, la resistencia mínima, la manejabilidad mínima, el tamaño máximo del agregado y el contenido de aire dentro de los límites especificados. Los materiales usados varían en muchos aspectos y muchas de sus propiedades no se pueden evaluar real y cuantitativamente.

La relación agua/cemento es quizás una de las propiedades del hormigón más utilizadas para su caracterización, especialmente para la resistencia a compresión. Su relación con la resistencia a compresión viene por estar la resistencia directamente relacionada con la estructura de hidratación de la pasta de cemento. En la práctica es un hecho poder afirmar que la resistencia a compresión del hormigón a una edad determinada, que haya sido curado en agua y a una temperatura controlada, depende principalmente de dos factores: la relación agua/cemento y del grado de compactación. (Neville, 1997).

Si se añade a su vez que la resistencia a compresión del hormigón está estrechamente vinculada a otras propiedades mecánicas, tales como el módulo de deformación, la resistencia a tracción y la resistencia a flexotracción, la relación agua/cemento es por tanto un parámetro de gran importancia en la dosificación del hormigón.

RIVERA, L. (2011); define el Cemento Portland: En el Perú, los cementos Portland se encuentran sujetos a normas dadas por INDECOPI, que guardan armonía con las establecidas con la Asociación Americana de Ensayo de Materiales ASTM.

El cemento Portland se define en la Norma ASTM C-150 como el producto obtenido por la pulverización del Clinker Portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Admitiéndose la adición de otros productos que no excedan del 1% en peso del total, siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionales deberán ser pulverizados conjuntamente con el Clinker.

Se denomina "Clinker Portland" al producto constituido en su mayor parte por Silicato de calcio, obtenido por la cocción hasta fusión parcial (Clinkerización) de una mezcla conveniente, proporcionada y homogeneizada de materiales debidamente seleccionados.

### **Agregados**

El agregado grueso: es el retenido en el tamiz 4.75 mm (N°4) proveniente de la desintegración natural o mecánica de la roca, que cumple con los límites establecidos en la Norma Técnica Peruana 400.012.

El agregado grueso suele clasificarse en grava y piedra triturada o chancada. La grava es el agregado grueso, proveniente de la desintegración natural de materiales pétreos, encontrándoseles corrientemente en canteras y lechos de ríos, depositados en forma natural.

La piedra triturada o chancada, es el agregado grueso obtenido por trituración artificial de gravas naturales limpias, libres de polvo superficial y debe cumplir con los requisitos especificados en la NORMA ASTM C33.

Agregados Finos: El agregado fino es el material proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasan el tamiz de 3/8" (9.51 mm.) y es retenido en el tamiz N°200 Norma Técnica Peruana 400.011.

Agua: En el concreto, el agua ocupa un papel predominante en las reacciones del cemento durante el estado plástico, el proceso de fraguado y el estado endurecido del concreto; el agua se emplea en el concreto en dos diferentes formas, como ingrediente en la elaboración de las mezclas (agua de mezclado) y como medio de curado de las estructuras recién construidas.

Es permitido el uso de agua potable para consumo humano como agua de mezclado en concreto sin el examen de conformidad con los requerimientos de esta especificación.

El agua en el concreto deberá cumplir con los requisitos de la Norma Técnica Peruana 339.088.

Aditivos Superplastificantes: Los nuevos superplastificantes, denominados también “superfluidicantes. Su aplicación permite obtener una alta fluidez en concretos secos sin asentamiento, evitando además la segregación y exudación.

La gran trabajabilidad que se obtiene con este tipo de aditivos puede ser usada para efectuar importantes reducciones de la relación agua/cemento, de forma que se pueden alcanzar buenas resistencias.

Los superplastificantes son los tipos más recientes y efectivos de ingredientes reductores de agua, conocidos en EUA como reductores de agua de alto rango, llamados tipo F por la ASTM.

Los superplastificadores se usan para producir concreto fluido en situaciones donde se tiene que colocar en lugares inaccesibles: piso, pavimento, o donde se requiera un colado muy rápido (A.M. Neville y J. J. Brooks)

### **Desarrollo**

La primera generación de superplastificantes actuaba por su naturaleza aniónica, por lo cual las partículas de cemento se cargan negativamente, repeliéndose mutuamente y reduciéndose la fricción. La segunda generación actúa además cubriendo la superficie de las partículas de cemento e incide sobre los procesos de hidratación, permitiendo su empleo en temperaturas extremas del concreto, incrementando la reducción del agua de mezcla y ampliando el periodo en que el concreto fresco se mantiene plástico. Los aditivos de tercera generación han aumentado a su vez el rango de plasticidad y permiten mantener las características de fraguado, similar a los concretos normales, en diferentes temperaturas de concreto.

### **Aplicaciones:**

La aplicación de los superplastificantes se da principalmente en el siguiente tipo de obras:

- Elementos congestionados de refuerzo de acero, de difícil acceso y reducida posibilidad de vibración
- En los casos en que se requiere superficies de concreto uniforme y compacta.
- Incremento de resistencia
- Concreto bombeado
- Concretado en climas cálidos.

### **Recomendaciones de Empleo**

Cuando se utilizan aditivos superplastificantes, además de las recomendaciones de tipo general, se deberán adoptar los siguientes controles:

- Pérdida de asentamiento después del mezclado.
- Efectos del módulo de finura.
- Interacciones químicas con los diversos cementos
- Calidad de acabado.

### **Economía**

Los superplastificantes tienen un mayor costo que los plastificantes y en ambos casos se incrementa el costo de producción de concreto. Sin embargo, las mejoras obtenidas pueden ser cuantificadas económicamente para la justificación de su empleo. Las consideraciones pueden ser las siguientes:

- Incremento de resistencia.
- Aumento de la facilidad y velocidad de colocación
- Menor número de trabajadores requerido
- Reducción del vibrado
- Aumento en la velocidad de construcción de los elementos.

### **Normas**

El ASTM ha especificado los superplastificantes bajo la denominación “Water Reducing High Range”. Se normalizan dos tipos: el normal o Tipo F; y el que tiene propiedades retardantes de fragua denominada tipo G.

Estas especificaciones se encuentran dentro la norma general para todos los tipos de aditivos ASTM C 494.

A continuación se hace mención al aditivo que se utilizó en la presente investigación

**SIKA VISCOCRETE-3330:** Es un superplastificante de tercera generación para concretos y morteros.

### **Usos**

Es adecuado para la producción de concreto en obra y concreto pre-mezclado.

Se usa para los siguientes tipos de concreto:

- Concreto pre-fabricado.
- Acelera la fragua del concreto.
- Para concretos de pavimentos tipos Fast Track, concretos de pronta puesta en servicio.
- Concreto con alta reducción de agua (hasta 30%)

- Es adecuado para concreto bajo agua, sistemas Tremie. (La relación agua material cementante debe ser entre 0.30 a 0.45)
- Concreto de alta resistencia.
- Concreto autocompactante.

El alto poder reductor de agua, la excelente fluidez y el corto tiempo de fraguado con altas resistencias tempranas tienen una influencia positiva en las aplicaciones antes mencionadas

### **CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS**

Sika Viscocrete-3330 actúa por diferentes mecanismos porque llega a la absorción superficial y el efecto de separación espacial sobre las partículas de cemento (paralelos al proceso de hidratación) se obtiene las siguientes propiedades:

- ✓ Extrema reducción de agua (que trae consigo una alta densidad y resistencia)
- ✓ Excelente fluidez (reduce en gran medida el esfuerzo de colocación y vibración).
- ✓ Adecuado para la producción de concreto autocompactante.
- ✓ Incrementa las altas resistencias iniciales (producción de prefabricados)
- ✓ Alta impermeabilidad
- ✓ Menor relación agua – cemento la impermeabilidad.
- ✓ Aumenta la durabilidad del concreto.
- ✓ Reduce la exudación y segregación.
- ✓ Aumenta la cohesión del concreto.
- ✓ Aumenta la adherencia entre el concreto y el acero.
- ✓ Comportamiento mejorado de contracción y deslizamiento.
- ✓ Reduce la carbonatación del concreto

Sika Viscocrete-3330 no contiene cloruros ni otros ingredientes que promuevan la corrosión del acero. Por lo tanto, puede usarse sin restricciones en construcciones de concreto reforzado y pre-tensado.

### **Mezclas de prueba**

**Diseño de mezcla:** Es un proceso que consiste en calcular las proporciones de los elementos que forman el concreto, con el fin de obtener los mejores resultados.

Existen diferentes métodos de diseños de mezcla; algunos pueden ser muy complejos como consecuencia a la existencia de múltiples variables de las que dependen los resultados de dichos métodos, aun así, se desconoce el método que ofrezca resultados perfectos, sin embargo, existe la posibilidad de seleccionar alguno según sea la ocasión.

En oportunidades no es necesario tener exactitud en cuanto a las proporciones de los componentes del concreto, en estas situaciones se frecuenta el uso de reglas generales, lo que permite establecer las dosis correctas a través de recetas que permiten contar con un diseño de mezcla apropiado para estos casos.

### **Cálculo de la proporción entre agregados finos y gruesos**

Un determinado tipo de agregado fino se combina con algún agregado grueso, para dar origen a la mezcla, la granulometría de ambos agregados son conocidos previamente. En la parte interna de la mezcla actúa una combinación de agregados, que va desde la partícula más gruesa del agregado hasta la más fina de la arena. La granulometría debe estar dentro de los límites correspondientes, solo así se puede esperar

un buen resultado de la mezcla, tanto en el aspecto de calidad como en el aspecto económico.

En el siguiente gráfico se mostrarán los límites granulométricos de las zonas aconsejables para agregados combinados de los tamaños máximos más usados.

### **Datos para el diseño de mezcla.**

Se refiere a las variables tomadas en cuenta dentro del diseño, probablemente una de las variables sea común dentro de todos los métodos debido a que son de suma importancia, las restantes establecen la diferencia entre cada método.

La información básica del método está constituida por los datos de entrada, gracia a ellas se puede llegar a la dosificación esperada.

El asentamiento es considerado en algunos métodos como dato de entrada, mientras que en otro se selecciona de alguna tabla, con relación al tipo de elemento estructural al que se destine la mezcla próxima a diseñar.

### **Diseños Inversos**

Son los diseños que se desarrollan en forma contraria a los comunes, el más usual es el de averiguar que resistencia se podrá obtener con materiales determinados con cierto asentamiento y una dosis de cemento donde solo es necesario usar la parte superior del esquema.

Las variables que intervienen en los diseños de mezcla no tienen gran precisión ni teórica ni práctica, por ello solo deben tomarse en cuenta tres o cuatro cifras significativas.

Existen otras variables que influyen en el diseño de mezcla, calidad del cemento y aditivos reductores del agua.

Corrección por humedad: El método de diseño expuesto ha considerado la humedad de los agregados como condición ideal de saturados con superficie seca, en la que el material ni sede ni toma agua de la mezcla.

Los agregados pueden estar en cualquier condición de humedad lo que afecta la cantidad de agua que se debe usar, con el fin de mantener las proporciones reales del diseño.

A pesar de que el diseño de mezcla haya sido bien hecho las variables pueden desviar el resultado esperado, por lo que siempre se recurre a la mezcla de prueba, ya sea en laboratorio o en la obra.

Resistencia del concreto: cuando se habla de la resistencia del concreto, generalmente se hace referencia a la resistencia a compresión del concreto endurecido, la etapa de endurecimiento inicia con el fraguado final del concreto y prosigue en el tiempo dependiendo totalmente de las condiciones de curado del material.

Normalmente la resistencia del concreto se evalúa a los 28 días, sin embargo esta evaluación se puede hacer a diferentes edades según la conveniencia de monitorear la ganancia en resistencia. Para evaluar la resistencia del concreto se emplean cilindros de concreto de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura, en la fabricación de los cilindros se sigue la norma NMX-C-160 y en el ensaye de los cilindros se sigue la norma NMX-C-088. Antes de someterse los cilindros al ensaye de compresión se deben cabecear de acuerdo a la norma NMX-C-109, el cabeceo consiste en moldear regularmente con un compuesto de azufre fundido los extremos del cilindro, dejando en cada extremo una capa lo suficientemente delgada y resistente que garantice que los planos de apoyo del cilindro sean perfectamente paralelos entre ellos y a la vez perpendiculares al eje del cilindro (se acepta una desviación no mayor de

0.5). El compuesto de azufre debe aplicarse al menos 2 horas antes del ensaye.

## **2.2.2 Formulación de hipótesis**

### **2.2.2.1 Hipótesis general**

Al determinar la dosificación del concreto de mediana resistencia se optimiza la calidad del concreto.

### **2.2.2.2 Hipótesis específicas**

Al determinar las mezclas de prueba de concreto de mediana resistencia se minimiza la distorsión de la selección de las proporciones de los agregados de la cartera Figueroa en Huánuco

Al determinar la dosificación del aditivo superplastificante se optimiza la resistencia del concreto.

### **2.2.2.3 Variables**

#### **Variable independiente**

- Dosificación del concreto.

#### **Variable dependiente**

- Calidad del concreto

### 2.2.2.4 Operacionalización de las variables

En la operacionalización de las variables, se define las variables y dimensiones en función a las hipótesis de la investigación (ver Tabla 3)

Tabla 3 Operacionalización de las variables

HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES
<p>Hipótesis general:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Al determinar la dosificación del concreto de mediana resistencia se optimiza la calidad del concreto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dosificación del concreto</li> <li>- Calidad del concreto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proporción en peso de los materiales</li> <li>- Kg/cm<sup>2</sup></li> </ul>
<p>Hipótesis específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Al determinar las mezclas de prueba de concreto de mediana resistencia se minimiza la distorsión de la selección de las proporciones de los agregados de la cartera Figueroa en Huánuco</li> <li>- Al determinar la dosificación del aditivo superplastificante se optimiza la resistencia del concreto.</li> </ul>		

Fuente: Elaboración propia

## **CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO**

### **3.1 Tipo y nivel de la investigación**

El tipo de investigación fue básico, el tipo de análisis fue mixto, predominantemente cuantitativo, pero con calificaciones o interpretaciones cualitativas.

El nivel de la investigación será el descriptivo-correlacional, descriptivo porque especifica propiedades y características del concreto de mediana resistencia, es decir miden, evalúan o recolectan datos sobre las variables; y correlacional porque asocia variables mediante un patrón para una población. Hernández (2006)

### **3.2 Diseño de la investigación**

El diseño de nuestra investigación es experimental, debido a que las variables independientes influenciaron en la variable dependiente y el resultado de éste se dio en función a cuan estudiadas estén.

### **3.3 Población y muestra**

Para la presente investigación se consideró una población total de 360 muestras de las cuales se separaron de la siguiente manera:

- 288 Probetas cilíndricas de 10 cm (4pulgadas) de diámetro y 20 cm (8 pulgadas) de altura.
- 72 Vigas las cuales nos servirán para los ensayos a flexión

A continuación se detalla la distribución de las muestras para la investigación (ver Tabla 4)

Tabla 4 Cantidad de muestra

Relación a/c + %aditivo	CANTIDAD DE MUESTRA			Cantidad de Probetas	Cantidad de Vigas
	Compresión (Probetas)	Tracción (Probetas)	Flexión (Vigas)		
0.48	15	9	6	24	6
0.48 - 0.4%	15	9	6	24	6
0.48 - 0.7%	15	9	6	24	6
0.48 - 1.0%	15	9	6	24	6
0.55	15	9	6	24	6
0.55 - 0.4%	15	9	6	24	6
0.55 - 0.7%	15	9	6	24	6
0.55 - 1.0%	15	9	6	24	6
0.62	15	9	6	24	6
0.62 - 0.4%	15	9	6	24	6
0.62 - 0.7%	15	9	6	24	6
0.62 - 1.0%	15	9	6	24	6
<b>TOTAL</b>				<b>288</b>	<b>72</b>

Fuente: Elaboración propia

### **3.4 Técnicas de recolección de datos**

#### **3.4.1 Descripción de los instrumentos**

El procesamiento de datos será el Microsoft Excel y SPSS. Los promedios o sumas serán presentados como informaciones en forma de gráficos, figuras, cuadros estadísticos, cuadros resúmenes, entre otros.

#### **3.4.2 Validez y confiabilidad de los instrumentos**

Los instrumentos utilizados en el laboratorio de ensayo de materiales de la Universidad Ricardo Palma son totalmente confiables, ya que sus equipos cuentan con la calibración adecuada para obtener resultados de distintos ensayos que se le hace al concreto, por tal motivo da confiabilidad en realizar la presente investigación.

### **3.5 Técnicas para el procesamiento y análisis de los datos**

Para el análisis de los resultados de resistencia a la compresión de concretos de mediana resistencia agregando distintos porcentajes de aditivo, se consideró que es indispensable la selección de proporción de los agregados tanto fino y grueso, por tal motivo se realizaron las mezclas de pruebas, donde se demostraran las diferencias significativas de los distintos diseños.

Para realizar la comprobación de la variación significativa de puntaje de resistencia usaremos la prueba estadística Anova de un factor, es una prueba que compara medias aritméticas de dos o más grupos.

Esta comparación se realizara de la siguiente manera, tenemos 3 relaciones agua/cemento que son consideradas para concretos de mediana resistencia cuyos valores son: 0,48; 0,55 y 0,62; a estas relaciones agua/cemento se les agrega un porcentaje del aditivo Sika Viscocrete 3330 en las proporciones de 0,4%, 0,7% y 1,0% respectivamente, la comparación se hará de acuerdo al diseño sin aditivo con sus distintos porcentajes, y con ello se demostrara la diferencia significativa que existe entre ellos, así se podrá determinar la importancia de usar aditivo en concretos de mediana resistencia.

A continuación describiremos los métodos estadísticos a usar para el análisis de la resistencia a compresión.

### **PRUEBA DE SHAPIRO-WILK**

Cuando la muestra es como máximo de tamaño 50 se puede contrastar la normalidad con la prueba de shapiro Shapiro-Wilk. Para efectuarla se calcula la media y la varianza muestral,  $S^2$ , y se ordenan las observaciones de menor a mayor. A continuación se calculan las diferencias entre: el primero y el último; el segundo y el penúltimo; el tercero y el antepenúltimo, etc. y se corrigen con unos coeficientes tabulados por Shapiro y Wilk. El estadístico de prueba es:

$$W = \frac{D^2}{n S^2}$$

Donde D es la suma de las diferencias corregidas.

Se rechazará la hipótesis nula de normalidad si el estadístico W es menor que el valor crítico proporcionado por la tabla elaborada por los autores para el tamaño muestral y el nivel de significación dado.

Como nuestros datos son pocos usamos la prueba de la Normalidad Shapiro-Wilk

H<sub>0</sub>: La Distribución de los datos de Resistencia a la compresión **tiene una distribución normal (hipótesis nula)**.

H<sub>1</sub>: La Distribución de los datos de Resistencia a la compresión **no tiene una distribución normal (hipótesis auxiliar)**

Después de determinar si los valores tienen una distribución normal o no, pasamos al análisis estadístico de Anova de un factor.

### **ANOVA DE UN FACTOR**

Es una prueba paramétrica que se utiliza para comparar las medias aritméticas de dos o más poblaciones independientes.

Esta comparación se realiza a través de las medias aritméticas de las muestras que en nuestro caso son Diseños con diferentes porcentajes de dosificación del concreto con Aditivo.

### **PLANTEAMIENTO DEL MODELO ESTADÍSTICO**

El modelo estadístico es el siguiente:

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij} \quad i = 1, 2, 3, \dots, k \quad j = 1, 2, 3, \dots, k ,$$

Es decir, el sub índice representa el número de grupos, mientras que el sub índice j representa el número de repeticiones que se hacen en cada tratamiento.

Además:

$y_{ij}$ : Es el valor de la variable respuesta correspondiente al j-ésimo elemento en el i-ésimo tratamiento.

$\mu$ : Es la media general o la media de la población.

$\alpha_i$ : Es el efecto del i-ésimo tratamiento.

$\varepsilon_{ij}$ : Es el error aleatorio que existe dentro de cada tratamiento entre los individuos.

### **PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS.**

En el ANOVA de un factor las hipótesis se plantean de la siguiente manera

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$$

$$H_1 : \mu_i \neq \mu_j \text{ Para algún "i" diferente de "j"}$$

Al plantear la hipótesis nula de esta forma significa que la variable respuesta promedio de los tratamientos es la misma, es decir, no existe efecto debido a los tratamientos ( $\alpha_i = 0$ )

Mientras que la hipótesis alternativa significa que al menos uno de los tratamientos difiere del resto, es decir, existe efecto debido al factor sobre la variable respuesta.

### **TABLA DE ANOVA**

Recordemos que el objetivo del ANOVA es comparar los diversos valores medios para determinar si alguno de ellos difiere significativamente del resto. Para ello se utiliza una estrategia bien lógica: si los resultados proporcionados por los diversos grupos no contienen errores sistemáticos, los valores medios respectivos no diferirán mucho los unos de los otros y su dispersión, debida a los errores aleatorios, será comparable a la dispersión presente individualmente en cada grupo.

El secreto está, pues, en descomponer la variabilidad total de los datos en dos fuentes de variación: la debida a los grupos y la debida a la precisión

dentro de cada grupo. Matemáticamente, la suma de cuadrados total,  $SC_T$ , puede descomponerse como una

$$SC_T = SC_{Entre} + SC_{Dentro}$$

La suma de cuadrados totales ( $SC_T$ ) es la suma de las diferencias al cuadrado de cada resultado individual respecto a la media de todos los resultados y por tanto, representa la variación total de los datos. Se calcula mediante:

$$SC_T = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b (y_{ij} - \bar{y})^2$$

La suma de cuadrados entre  $SC_{Entre}$  mide las desviaciones entre los resultados medios de los grupos y el resultado medio global. Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$SC_{Entre} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b (\bar{y}_i - \bar{y})^2$$

La suma de cuadrados dentro  $SC_{Dentro}$  mide las desviaciones entre los resultados individuales de cada grupo y la media de cada grupo, y, por lo tanto, es una medida de la dispersión dentro de los grupos. Se calcula mediante:

$$SC_{Dentro} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b (y_{ij} - \bar{y}_i)^2$$

### **Prueba de hipótesis: (Comparación dos a dos de cada uno de los Diseños)**

$H_0$ : No existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias aritméticas de los puntajes obtenidos en la Resistencia con Dosificación de

aditivo al 0,4%; aditivos al 0,7%; aditivos al 1%, y el Diseño patrón con una Relación Agua Cemento 0,48; 0,55 y 0,62 a los 28 días.

H<sub>1</sub>: Por lo menos una de las medias aritméticas de los puntajes obtenidos en la Resistencia con Dosificación de aditivo al 0,4%; aditivos al 0,7%; aditivos al 1%; y el Diseño patrón con una Relación Agua Cemento 0,48; 0,55 y 0,62 **es diferente** a por lo menos una de las otras obtenidas a los 28 días.

Bajo estos métodos estadísticos de comprobación, se basara el resultado que obtendremos al final de esta investigación y así se podrá resolver la calidad del concreto de mediana resistencia obtenido.

Posteriormente se realizara el método estadístico para el análisis de trabajabilidad del concreto.

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO USANDO REGRESIÓN**

Se define como un procedimiento mediante el cual se trata de determinar si existe o no relación de dependencia entre dos o más variables. Es decir, conociendo los valores de una o más variables dependientes.

### **REGRESION CURVILINEA**

Cuando las variables X e Y se relacionan según una línea curva, se habla de regresión no lineal o curvilínea.

Utilizando las fórmulas de las ecuaciones normales de los datos, obtendremos los coeficientes de regresión y utilizaremos Regresión de Análisis de datos, y con el SPSS podremos calcular los coeficientes de regresión de una ecuación lineal el cual nos permitirá predecir futura proyecciones:

### **El coeficiente de determinación múltiple ( $r^2$ )**

Utilizaremos para determinar la tasa porcentual de “y” para ser explicado

por la variable “x”, utilizando la siguiente formula:  $r^2 = \frac{SC_{regresion}}{SC_{Total}}$

$$r^2 = \text{“Valor”}$$

### **3.6 Aspectos éticos**

La presente investigación se apoyó en investigaciones pasadas, éstas describen ensayos de concretos de mediana resistencia, uso de aditivos, etc. Por tal motivo se utilizó como antecedente a esta investigación.

El aporte de las investigaciones pasadas están citadas como fuentes utilizadas, por tal motivo la presente investigación no perjudica el mérito obtenido por otros investigadores que colaboran en el presente estudio de concretos de mediana resistencia utilizando aditivo superplastificante.

## CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

### 4.1 Resultados de la investigación

#### Granulometría de la Arena

Es la distribución según el tamaño de las partículas que forman el agregado fino, proporción que obedece a un equilibrio ideal para la fabricación del concreto, medido a través del peso retenido en los tamices.

El agregado estará graduado dentro de los límites indicados en la Norma NTP 400.012 o ASTM C33. La granulometría seleccionada será preferentemente uniforme o continua, con valores retenidos en las mallas N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50 y a N° 100 de la serie Tyler. Se recomienda para el agregado los siguientes límites (ver Tabla 5).

Tabla 5 Límites granulométricos del Agregado Fino (ASTM C 33 y NTP 400.037)

<b>Agregado Fino</b>		
<b>NTP 400.012</b>		<b>Porcentaje que pasa</b>
Abertura	Designación previa	
9,5 mm	3/8"	100
4,75 mm	N° 4	95-100
2,36 mm	N° 8	80-100
1,18 mm	N° 16	50-85
600 µm	N° 30	25-60
300 µm	N° 50	10-30
150 µm	N° 100	2-10

Fuente: NTP 400.037

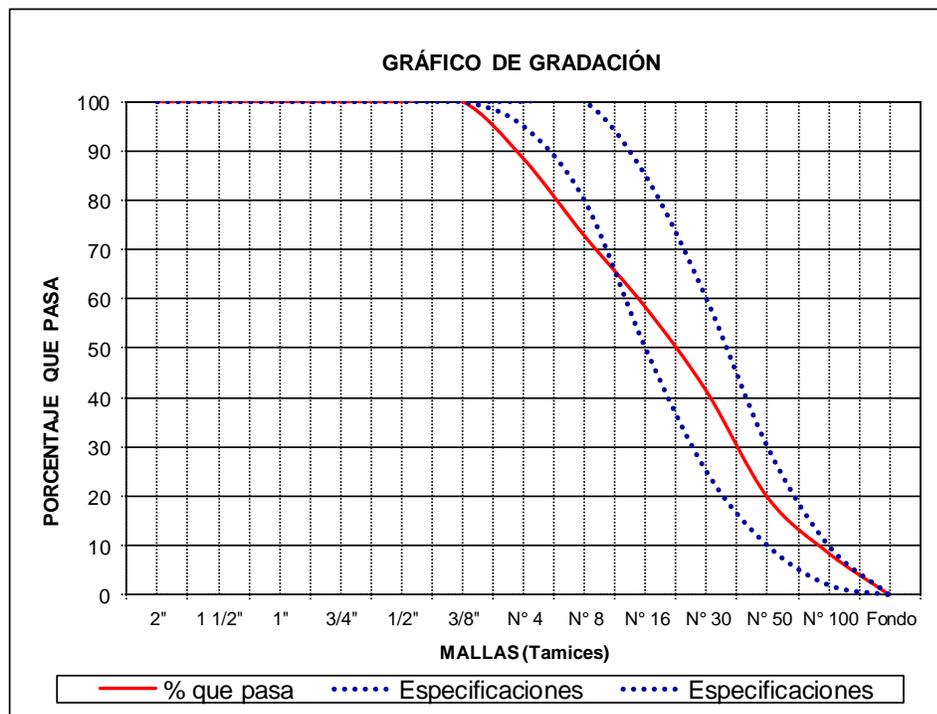
El porcentaje retenido en dos mallas sucesivas no excederá del 45%. Si el agregado es empleado en concretos con aire incorporado o un contenido de cemento mayor de 255 kg/m<sup>3</sup>; o si una adición mineral aprobada es empleada para suplir las deficiencias en el porcentaje que pasa dichas mallas, el porcentaje indicado para las mallas N° 50 y N° 100 podrá ser reducido a 5% y 0% respectivamente.

El módulo de fineza no deberá ser menor de 2,3 ni mayor de 3,1 obteniendo ser mantenido dentro de los límites de más o menos 0,2 del valor asumido para la selección de las proporciones de la mezcla. Si se sobrepasa el valor asumido para la selección de las proporciones de la mezcla.

En la investigación se realizó tres ensayos de granulometría del agregado fino como se muestra en la Tabla 6, Tabla 7 y Tabla 8, cuyo promedio final se muestra en la Tabla 9.

Tabla 6 Análisis granulométrico del agregado fino – Muestra N°1

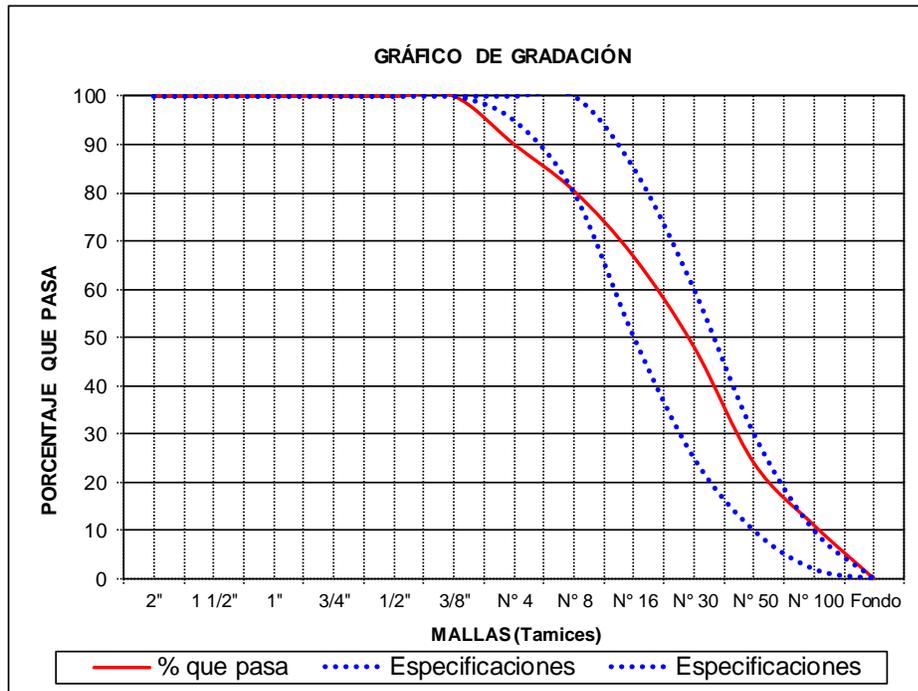
		<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>					
		<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>			<b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
		<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>					
		<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO</b>					
TIPO DE AGREGADO :	ARENA GRUESA			NORMA :	NTP 400.012		
PROCEDENCIA :	ANDABAMBA-HUANUCO -HUANUCO			FECHA :	03/08/2015		
PESO DE LA MUESTRA 1 :	500 gr			MUESTRA N :	1		
				HECHO POR :	Carlos Almonacid Max Prétel		
Malla	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones		
2"	0.00	0	0	100	100	100	
1 1/2"	0.00	0	0	100	100	100	
1"	0.00	0	0	100	100	100	
3/4"	0.00	0	0	100	100	100	
1/2"	0.00	0	0	100	100	100	
3/8"	0.00	0	0	100	100	100	
N° 4	57.80	12	12	88	95	100	
N° 8	78.30	16	27	73	80	100	
N° 16	72.40	14	42	58	50	85	
N° 30	85.10	17	59	41	25	60	
N° 50	107.40	21	80	20	10	30	
N° 100	56.60	11	92	8	2	10	
Fondo	42.40	8	100	0	0	0	
<b>TOTAL</b>	<b>500.00</b>	<b>100</b>			<b>MÓDULO DE FINURA</b>	<b>mg</b>	<b>3.11</b>



Fuente: Elaboración propia

Tabla 7 Análisis granulométrico del agregado fino – Muestra N°2

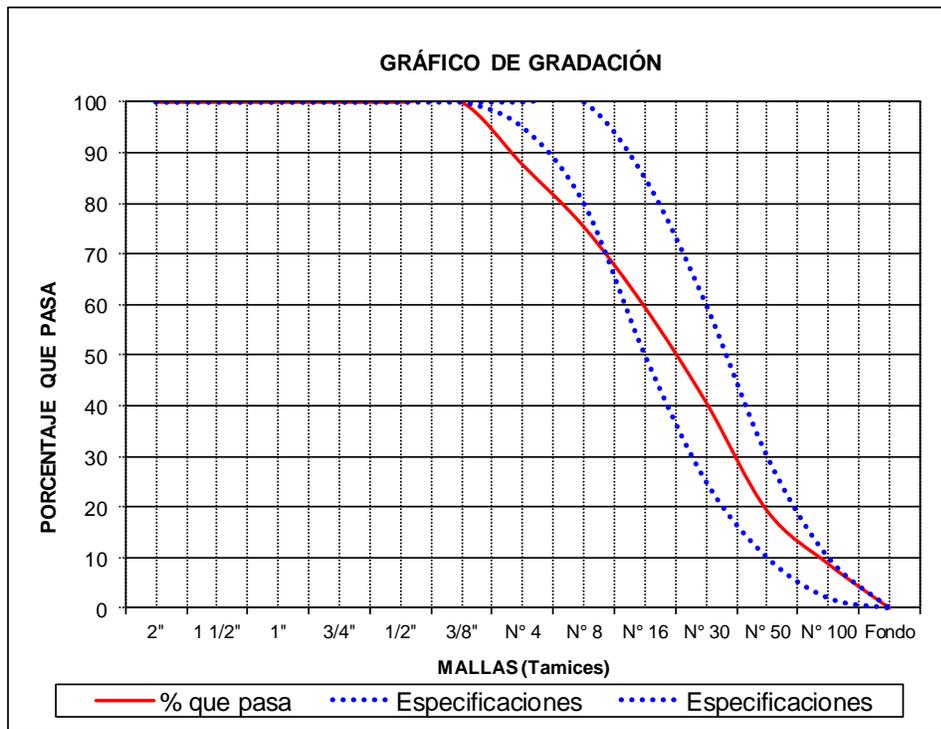
		<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>					
		<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>			<b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
		<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>					
		<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO</b>					
TIPO DE AGREGADO :		ARENA GRUESA			NORMA :		NTP 400.012
PROCEDENCIA :		ANDABAMBA-HUANUCO -HUANUCO			FECHA :		03/08/2015
PESO DE LA MUESTRA 2 :		500 gr			MUESTRA N :		2
					HECHO POR :		Carlos Almonacid Max Prétel
Malla	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones		
2"	0.00	0	0	100	100	100	
1 1/2"	0.00	0	0	100	100	100	
1"	0.00	0	0	100	100	100	
3/4"	0.00	0	0	100	100	100	
1/2"	0.00	0	0	100	100	100	
3/8"	0.00	0	0	100	100	100	
N° 4	49.60	10	10	90	95	100	
N° 8	48.40	10	20	80	80	100	
N° 16	68.60	14	33	67	50	85	
N° 30	93.10	19	52	48	25	60	
N° 50	120.40	24	76	24	10	30	
N° 100	64.40	13	89	11	2	10	
Fondo	55.50	11	100	0	0	0	
<b>TOTAL</b>	<b>500.00</b>	<b>100</b>			<b>MÓDULO DE FINURA</b>	<b>mg</b>	<b>2.80</b>



Fuente: Elaboración propia

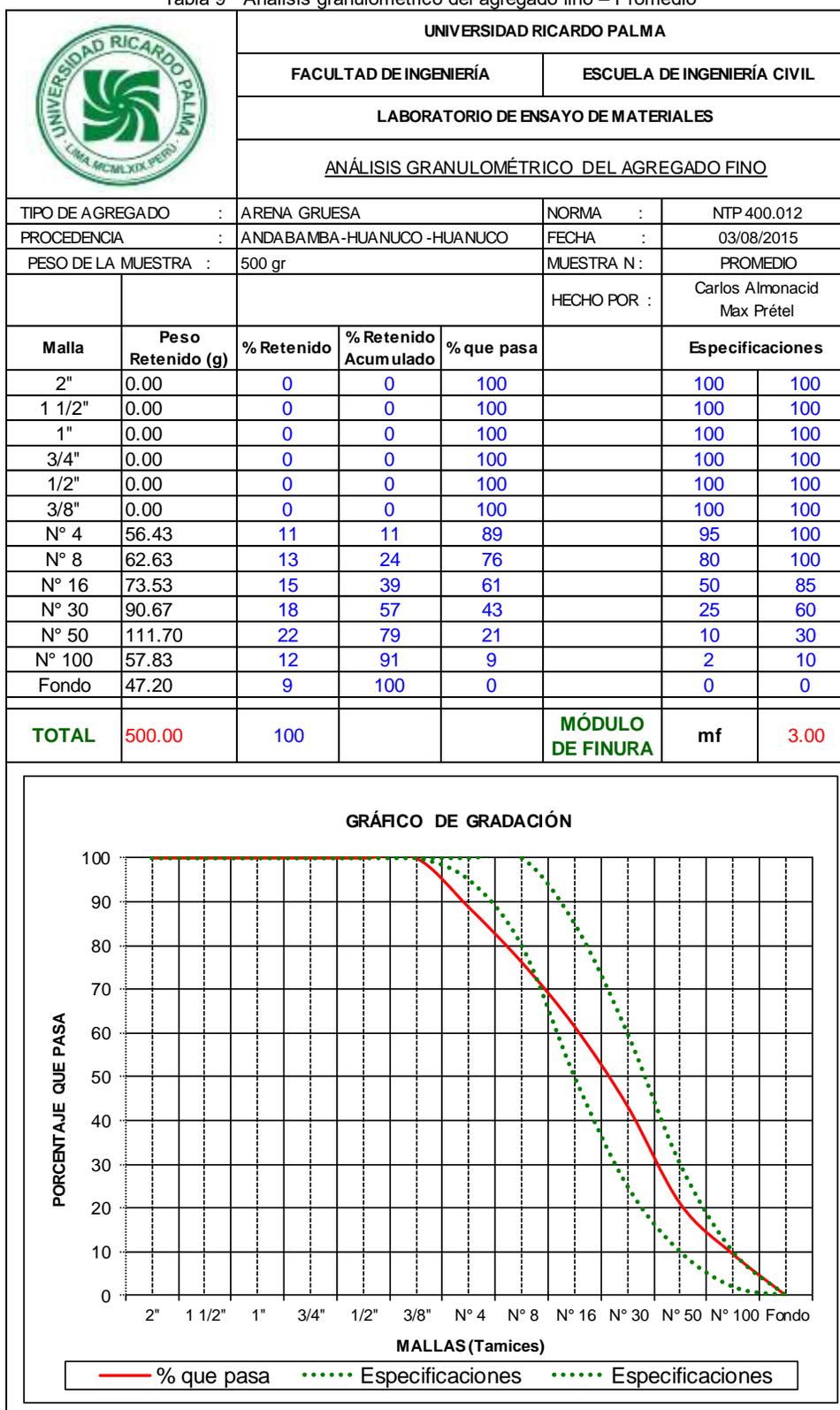
Tabla 8 Análisis granulométrico del agregado fino – Muestra N°3

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>						
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>				<b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>						
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO</b>						
TIPO DE AGREGADO :	ARENA GRUESA			NORMA :	NTP 400.012		
PROCEDENCIA :	ANDABAMBA -HUANUCO -HUANUCO			FECHA :	03/08/2015		
PESO DE LA MUESTRA 3 :	500 gr			MUESTRA N :	3		
				HECHO POR :	Carlos Almonacid Max Prétel		
<b>Malla</b>	<b>Peso Retenido (g)</b>	<b>% Retenido</b>	<b>% Retenido Acumulado</b>	<b>% que pasa</b>	<b>Especificaciones</b>		
2"	0.00	0	0	100	100	100	
1 1/2"	0.00	0	0	100	100	100	
1"	0.00	0	0	100	100	100	
3/4"	0.00	0	0	100	100	100	
1/2"	0.00	0	0	100	100	100	
3/8"	0.00	0	0	100	100	100	
N° 4	61.90	12	12	88	95	100	
N° 8	61.20	12	25	75	80	100	
N° 16	79.60	16	41	59	50	85	
N° 30	93.80	19	59	41	25	60	
N° 50	107.30	21	81	19	10	30	
N° 100	52.50	11	91	9	2	10	
Fondo	43.70	9	100	0	0	0	
<b>TOTAL</b>	<b>500.00</b>	<b>100</b>			<b>MÓDULO DE FINURA</b>	<b>mg</b>	
						<b>3.09</b>	



Fuente: Elaboración propia

Tabla 9 Análisis granulométrico del agregado fino – Promedio



Fuente: Elaboración propia

### Módulo de Finura

Se define el módulo de fineza como la suma de los porcentajes acumulativos retenidos en las mallas de las series estandarizadas, dividido entre 100. Las series estandarizadas consisten en mallas, cada una del doble del tamaño de la precedente: ASTM N° 100, 50, 30, 16, 8, 4, 3/8", hasta la malla de tamaño más grande según la norma NTP 400.011.

El módulo de finura se calcula para el agregado fino más que para un agregado grueso. Las variaciones de más o menos 0,2 en el módulo de fineza pueden ser causa de rechazo, por eso se recomienda que su valor oscile entre 2,3 y 3,1 donde un valor más alto indica una gradación más gruesa.

Para la investigación se tomaron tres muestras, cuyo resultado se observa en la Tabla 10.

$$\text{Módulo de Finura} = mf = \frac{\sum \% \text{ retenido acumulado}}{100}$$

Tabla 10 Módulo de Finura del Agregado Fino - Promedio

DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			
	N°1	N°2	N°3	PROMEDIO
MODULO DE FINURA	3,11	2,80	3,09	3,00
Promedio del Módulo de Finura = 3,00				

Fuente: Elaboración propia

## **Peso Unitario**

El peso unitario o densidad de masa de un agregado, es el peso del agregado que se requiere para llenar un recipiente con un volumen unitario especificado, es decir la masa neta del agregado en el recipiente, dividida entre su volumen, representará el peso unitario para uno u otro grado de compactación, expresado en kg/m<sup>3</sup>.

El peso unitario depende de lo compactado que esté el agregado y de la distribución de formas y tamaños de las partículas. Por ello, para propósitos de prueba, debe especificarse el grado de compactación. La norma N.T.P. 400.017 reconoce dos formas: suelto y compactado.

### **Peso Unitario Suelto:**

Cuando el agregado seco se coloca con cuidado en un recipiente de diámetro y profundidad prescrita que depende del tamaño máximo del agregado hasta que rebose y después es nivelado pasando la varilla por la superficie. Se obtiene el peso unitario suelto multiplicando el peso neto por el factor (f) de calibración del recipiente calculado.

$$f = \frac{1000}{W_a}$$

$$PUS = f \times W_s$$

### **Peso Unitario Compactado:**

El recipiente se llena en tres etapas, se apisona cada tercio del volumen del recipiente con 25 golpes con la varilla compactadora de punta semiesférica de 5/8" de diámetro. Se obtiene el peso unitario compactado multiplicando el peso neto por el factor (f) de calibración del recipiente calculado.

$$f = \frac{1000}{W_a}$$

$$PUS = f \times W_c$$

En la investigación se realizó tres ensayos de peso unitario suelto y peso unitario compactado del agregado fino, las cuales se muestran en la Tabla 11, Tabla 12 y Tabla 13, cuyo promedio final se muestra en la Tabla 14.

Tabla 11 Peso Unitario del Agregado Fino – Muestra N°1

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	<u>PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO</u>		
TIPO DE AGREGADO :	ARENA GRUESA	NORMA :	NTP 400.017
PROCEDENCIA :	CANTERA FIGUEROA	FECHA :	03/08/2015
PESO DE LA MUESTRA :	12000 g	MUESTRA N :	1
MEDIDA DEL RECIPIENTE :	1 / 10 PS <sup>3</sup>	HECHO POR :	Carlos Almonacid Max Prétel
A ) PESO UNITARIO SUELTO ( PUS )			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		6.437	kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.749	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	4.688	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.530	kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.781	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	359.58	m-3
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1686	kg/ m3
$PUS = f \times Ws$			
B ) PESO UNITARIO COMPACTADO ( PUC )			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		6.929	kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.749	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Wc	5.180	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.530	kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.781	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	359.58	m-3
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1863	kg/ m3
$PUC = f \times Wc$			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12 Peso Unitario del Agregado Fino – Muestra N°2

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	<u>PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO</u>		
TIPO DE AGREGADO :	ARENA GRUESA	NORMA :	NTP 400.017
PROCEDENCIA :	CANTERA FIGUEROA	FECHA :	03/08/2015
PESO DE LA MUESTRA :	12000 g	MUESTRA N :	2
MEDIDA DEL RECIPIENTE :	1 / 10 PS <sup>3</sup>	HECHO POR :	Carlos Almonacid Max Prétel
A ) PESO UNITARIO SUELTO ( PUS )			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		6.478	kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.749	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	4.729	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.530	kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.781	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	359.58	m-3
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1700	kg/ m3
$PUS = f \times Ws$			
B ) PESO UNITARIO COMPACTADO ( PUC )			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		6.910	kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.749	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Wc	5.161	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.530	kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.781	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	359.58	m-3
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1856	kg/ m3
$PUC = f \times Wc$			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13 Peso Unitario del Agregado Fino – Muestra N°3

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO		
TIPO DE AGREGADO :	ARENA GRUESA	NORMA :	NTP 400.017
PROCEDENCIA :	CANTERA FIGUEROA	FECHA :	03/08/2015
PESO DE LA MUESTRA :	12000 g	MUESTRA N :	3
MEDIDA DEL RECIPIENTE :	1 / 10 PS <sup>3</sup>	HECHO POR :	Carlos Almonacid Max Prétel
A ) PESO UNITARIO SUELTO ( PUS )			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		6.517	kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.749	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	4.768	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.530	kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.781	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	359.58	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1714	kg/ m <sup>3</sup>
$PUS = f \times Ws$			
B ) PESO UNITARIO COMPACTADO ( PUC )			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		6.937	kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.749	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Wc	5.188	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.530	kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.781	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	359.58	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1866	kg/ m <sup>3</sup>
$PUC = f \times Wc$			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14 Peso Unitario del Agregado Fino – Promedio

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
PROMEDIO DEL PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO			
TIPO DE AGREGAD	ARENA GRUESA	NORMA	: NTP 400.017
PROCEDENCIA	CANTERA FIGUEROA	FECHA	: 03/08/2015
		MUESTRA	: PROMEDIO
		HECHO	: Carlos Almonacid Max Prétel
A ) PESO UNITARIO SUELTO ( PUS )			
	MUESTRA	PUS	UNID
	M - 1	1686	Kg/m3
	M - 2	1700	Kg/m3
	M - 3	1714	Kg/m3
	PROMEDIO	1701	Kg/m3
B ) PESO UNITARIO COMPACTADO ( PUC )			
	MUESTRA	PUC	UNID
	M - 1	1863	Kg/m3
	M - 2	1856	Kg/m3
	M - 3	1866	Kg/m3
	PROMEDIO	1862	Kg/m3

Fuente: Elaboración propia

## **Peso Específico**

El peso específico según la norma ASTM C 128 se define como la relación de la masa (o peso en aire) de una unidad de volumen de material respecto a una masa de agua del mismo volumen a una temperatura determinada, expresada en tres formas.

### **Peso específico de masa (G).**

Se refiere al volumen del material sólido, incluidos todos los poros permeables e impermeables del material.

$$\text{Peso específico de masa } (G) = \frac{A}{V - W}$$

### **Peso específico de masa saturado superficialmente seco (G<sub>sss</sub>).**

Se refiere al volumen del material cuando todos los poros del agregado están llenos de agua.

$$\text{Peso específico de masa saturado superficialmente seco } (G_{sss}) = \frac{500}{V - W}$$

### **Peso específico aparente (G<sub>a</sub>).**

Se refiere al volumen del material sólido, incluidos los poros impermeables, aunque no los capilares.

$$\text{Peso específico aparente } (G_a) = \frac{A}{(V - W) - (500 - A)}$$

## Porcentaje de Absorción

Se denomina así a la relación de la disminución de masa respecto a la masa de la muestra seca, se determina midiendo la disminución de masa de una muestra saturada y de superficie seca después de secarla en un horno durante 24 horas a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

$$\text{Porcentaje de absorcion (\%a)} = 100 \times \frac{500 - A}{A}$$

En la investigación se realizó tres ensayos de peso específico y absorción del agregado fino, las cuales se muestran en la Tabla 15, Tabla 16 y Tabla 17, cuyo promedio final se muestra en la Tabla 18.

Tabla 15 Peso Específico y Absorción del Agregado Fino – Muestra N°1

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL			
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
	<u>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO</u>			
TIPO DE AGREGADO	: ARENA GRUESA	NORMA	: NTP 400.022	
PROCEDENCIA	: CANTERA FIGUEROA	FECHA	: 03/08/2015	
PESO DE LA MUESTRA	: 500 g	MUESTRA N°	: 1	
VOLUMEN DE LA FIOLA	: 500 ml	HECHO POR	: Carlos Almonacid Max Prétel	
DESCRIPCIÓN		SÍMB	CANT	UNIDAD
PESO LA FIOLA			147.8	g
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA			500.000	g
PESO DE LA ARENA SSS + PESO DE LA FIOLA			647.8	g
PESO DE LA ARENA SSS + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA			956.000	g
PESO DEL AGUA		W	308.200	g
PESO DE LA ARENA SECA		A	493.920	g
VOLUMEN DE LA FIOLA		V	500	ml
1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA				
$\left( \frac{A}{V - W} \right) = 2.58 \text{ g/cm}^3$				
2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO				
$\left( \frac{500}{V - W} \right) = 2.61 \text{ g/cm}^3$				
3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE				
$\frac{A}{(V - W) - (500 - A)} = 2.66 \text{ g/cm}^3$				
4.-PORCENTAJE DE ABSORCIÓN				
$\left( \frac{500 - A}{A} \right) \times 100 = 1.23 \%$				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16 Peso Específico y Absorción del Agregado Fino – Muestra N°2

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	<u>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO</u>		
TIPO DE AGREGADO	: ARENA GRUESA	NORMA	: NTP 400.022
PROCEDENCIA	: CANTERA FIGUEROA	FECHA	: 03/08/2015
PESO DE LA MUESTRA	: 500 g	MUESTRA N:	: 2
VOLUMEN DE LA FIOLA	: 500 ml	HECHO POR	: Carlos Almonacid Max Prétel
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
		<b>SÍMB</b>	<b>CANT</b>
			<b>UNIDAD</b>
PESO LA FIOLA			148.2 g
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA			500.000 g
PESO DE LA ARENA SSS + PESO DE LA FIOLA			648.200 g
PESO DE LA ARENA SSS + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA			958.200 g
PESO DEL AGUA		W	310.000 g
PESO DE LA ARENA SECA		A	494.700 g
VOLUMEN DE LA FIOLA		V	500 ml
1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA			
	$\left( \frac{A}{V - W} \right)$	=	2.60 g/cm <sup>3</sup>
2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO			
	$\left( \frac{500}{V - W} \right)$	=	2.63 g/cm <sup>3</sup>
3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE			
	$\frac{A}{(V - W) - (500 - A)}$	=	2.68 g/cm <sup>3</sup>
4.-PORCENTAJE DE ABSORCIÓN			
	$\left( \frac{500 - A}{A} \right) \times 100$	=	1.07 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17 Peso Específico y Absorción del Agregado Fino – Muestra N°3

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	<u>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO</u>		
TIPO DE AGREGADO	: ARENA GRUESA	NORMA	: NTP 400.022
PROCEDENCIA	: CANTERA FIGUEROA	FECHA	: 03/08/2015
PESO DE LA MUESTRA	: 500 g	MUESTRA N°	: 3
VOLUMEN DE LA FIOLA	: 500 ml	HECHO POR	: Carlos Almonacid Max Prétel
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
		<b>SÍMB</b>	<b>CANT</b> <b>UNIDAD</b>
PESO LA FIOLA			148.7    g
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA			500.000    g
PESO DE LA ARENA SSS + PESO DE LA FIOLA			648.700    g
PESO DE LA ARENA SSS + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA			960.900    g
PESO DEL AGUA		W	312.200    g
PESO DE LA ARENA SECA		A	495.100    g
VOLUMEN DE LA FIOLA		V	500    ml
1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA			
$\boxed{\left(\frac{A}{V - W}\right)} = 2.64 \text{ g/cm}^3$			
2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO			
$\boxed{\left(\frac{500}{V - W}\right)} = 2.66 \text{ g/cm}^3$			
3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE			
$\boxed{\frac{A}{(V - W) - (500 - A)}} = 2.71 \text{ g/cm}^3$			
4.-PORCENTAJE DE ABSORCIÓN			
$\boxed{\left(\frac{500 - A}{A}\right) \times 100} = 0.99 \%$			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18 Peso Específico del Agregado Fino – Promedio

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL					
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
PROMEDIO DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO						
TIPO DE AGREGADO :	ARENA GRUESA	NORMA :	NTP 400.022			
PROCEDENCIA :	CANTERA FIGUEROA	FECHA :	03/08/2015			
PESO DE LA MUESTRA :	5000 g	MUESTRA N :	PROMEDIOS			
		HECHO POR :	Carlos Almonacid Max Prétel			
ENSAYO	FORMULA	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO	UNID
1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	$\left(\frac{A}{B - C}\right)$	2.58	2.60	2.64	2.61	g/cm3
2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	$\left(\frac{B}{B - C}\right)$	2.61	2.63	2.66	2.63	g/cm3
3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE	$\left(\frac{A}{A - C}\right)$	2.66	2.68	2.71	2.68	g/cm3
4.-PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	$\left(\frac{B - A}{A}\right) \times 100$	1.23	1.07	0.99	1.10	%

Fuente: Elaboración propia

## Contenido de Humedad

Podemos definir el contenido de humedad como el exceso de agua en un estado saturado y con una superficie seca, expresado en porcentaje (%). Si el agregado tiene una humedad inferior a la absorción, se debe agregar más agua al concreto para compensar lo que absorben los agregados. Por el contrario, si la humedad está por encima de la absorción, el agua a agregar al concreto será menor, ya que los agregados aportarán agua.

Debemos ajustar la cantidad de agua a agregar al concreto teniendo en cuenta la humedad de los agregados en el momento de elaborar el concreto, ya que, si la humedad es alta, aumentará la relación agua-cemento y disminuirá la resistencia, y si es baja, no se logrará la trabajabilidad deseada. Ambas observaciones influyen mucho en la resistencia y propiedades del concreto, por lo que es importante saber controlar este concepto para tener resultados óptimos.

$$\text{Contenido de humedad (\%h)} = \frac{\text{Peso de la muestra húmeda} - \text{Peso de la muestra seca}}{\text{Peso de la muestra seca}} \times 100$$

Para el contenido de humedad del agregado fino se ensayó con tres muestras, cuyo resultado final es el promedio aritmético la cual se muestra en el Tabla 19.

Tabla 19 Contenido de Humedad del Agregado Fino

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
	FACULTAD DE INGENIERÍA				
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL				
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
PROMEDIO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO					
TIPO DE AGREGADO :	ARENA GRUESA		NORMA :	NTP 339.185	
PROCEDENCIA :	CANTERA FIGUEROA		FECHA :	03/08/2015	
PESO DE LA MUESTRA :	500 g		MUESTRA N :	PROMEDIO	
			HECHO POR :	Carlos Almonacid Max Prétel	
ENSAYO	SIMBOLO	M-1	M-2	M-3	UNID
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	A	500	500	500	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	B	485.1	484.5	485.3	g
CONTENIDO DE AGUA	A - B	14.9	15.5	14.7	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	3.07	3.2	3.03	%
PROMEDIO	3.1				%

Fuente: Elaboración propia

CONTENIDO DE HUMEDAD (H)

$$\%h = \left( \frac{A}{B - C} \right) \times 100$$

## MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200

Es la determinación de la cantidad de materiales finos que se presentan en el agregado en forma de revestimientos a través de un procedimiento de sedimentación y tamizado por vía húmeda.

Según la Norma Técnica Peruana N.T.P. 400.018 el Porcentaje que Pasa la Malla N° 200 se calcula como la diferencia del peso de la muestra y el peso de la muestra lavada y secada dividido entre el peso de la muestra y multiplicado por cien.

$$\% \text{ Que pasa la malla N}^\circ 200 = \frac{\text{Peso de la muestra} - \text{Peso de la muestra lavada y secada}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

El procedimiento aplicado se detalla a continuación:

- Se superpone los tamices N° 16 (1,18 mm) y el N° 200 (0,075 mm) de manera que el de mayor abertura quede en la parte superior.
- Se coloca la muestra de ensayo en el recipiente y se agrega suficiente cantidad de agua para cubrirla.
- El contenido del recipiente se agita con el vigor necesario como para separar completamente el polvo de las partículas gruesas, y hacer que éste quede en suspensión, de manera que pueda ser eliminado por decantación de las aguas de lavado.
- Se vierten las aguas del lavado en los tamices cuidando en lo posible que no se produzca el arrastre de las partículas gruesas.
- Se repite la operación hasta que las aguas de lavado sean claras, se reintegra a la muestra lavada todo el material retenido en el tamiz N° 200 y finalmente se seca la muestra a una temperatura de 110°C + 5°C.

Para el ensayo de material que pasa la malla #200 del agregado fino se ensayó tres muestras, cuyo resultado final es el promedio aritmético la cual se muestra en el Tabla 20.

Tabla 20 Material que Pasa la Malla #200 del Agregado Fino

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL					
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
MATERIAL QUE PASA LA MALLA # 200 FINO						
TIPO DE AGREGADO :	ARENA GRUESA	NORMA :	NTP 400.018			
PROCEDENCIA :	CANTERA FIGUEROA	FECHA :	03/08/2015			
PESO DE LA MUESTRA	500 g	MUESTRA N :	PROMEDIO			
		HECHO POR :	Carlos Almonacid Max Prétel			
ENSAYO	SIMBOLO	M-1	M-2	M-3	UNID	
PESO DE LA MUESTRA	P1	500	500	500	g	
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	455.55	458.91	456.15	g	
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N°200	P1 - P2	44.45	41.09	43.85	g	
% QUE PASA LA MALLA N°200	A	8.89	8.22	8.77	%	
PROMEDIO		8.56			%	

Fuente: Elaboración propia

% QUE PASA MALLA # 200

$$A = \left( \frac{P1 - P2}{P1} \right) * 100$$

Concluido los ensayos correspondientes a las características físicas del agregado fino, se muestra el resumen de los ensayos (ver Tabla 21).

## RESUMENES DE LOS ENSAYOS AL AGREGADO FINO

Tabla 21 Resúmenes de los ensayos al agregado fino

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
	FACULTAD DE INGENIERÍA	
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL	
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
TIPO DE AGREGADO :	ARENA GRUESA	HECHO POR :
PROCEDENCIA :	CANTERA FIGUEROA	Carlos Almonacid Max Prétel
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO FINO		
DESCRIPCIÓN		RESULTADO
Peso Específico de Masa Seca (g/cm <sup>3</sup> )		2.61
Peso Específico de Masa SSS (g/cm <sup>3</sup> )		2.63
Peso Específico Aparente (g/cm <sup>3</sup> )		2.68
Porcentaje de Absorción (%)		1.1
Peso Unitario Suelto Seco (Kg/cm <sup>3</sup> )		1701
Peso Unitario Compactado Seco(Kg/cm <sup>3</sup> )		1862
Módulo de Finura		3
Contenido de Humedad (%)		3.1
Material que pasa malla 200 (%)		8.56

Fuente: Elaboración propia

## **Granulometría**

La granulometría del agregado grueso se define como la distribución del tamaño de sus partículas. Esta granulometría se determina haciendo pasar una muestra representativa de agregados por una serie de tamices ordenados, por abertura, de mayor a menor. Esta serie de tamices son  $\frac{1}{2}$ ",  $\frac{3}{8}$ ", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N°50, N°100.

La granulometría y el tamaño máximo de los agregados son importantes debido a su efecto en la dosificación, trabajabilidad, economía, porosidad y contracción del concreto.

### **Método de Combinación**

Existen tres tipos de métodos de combinación de agregados:

- Método gráfico.
- Método matemático.
- Método del peso unitario compactado máximo de los agregados.

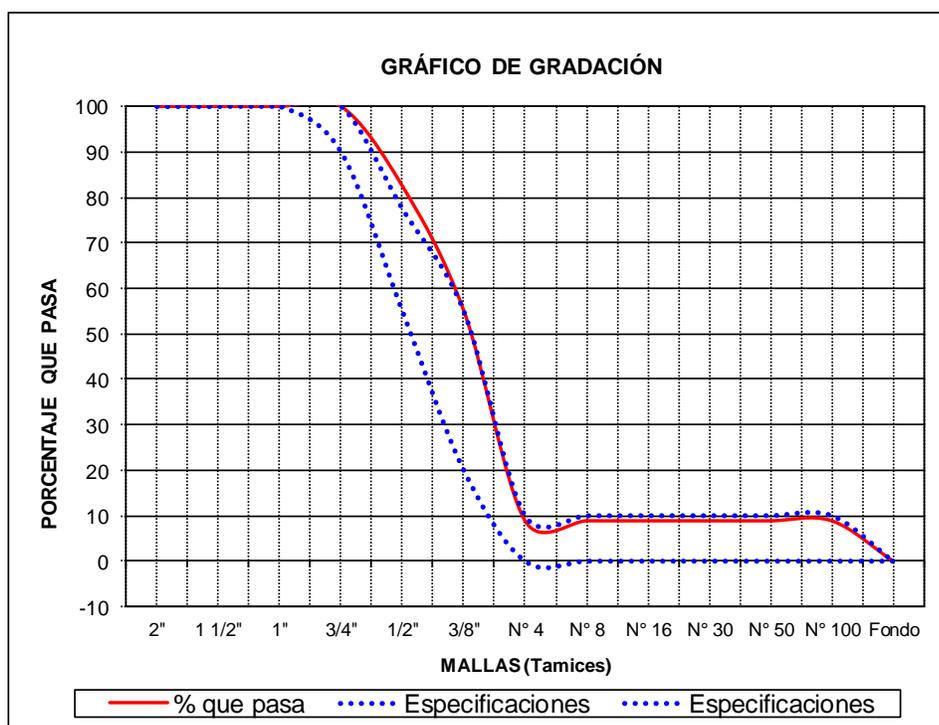
La presente investigación se realizó con el método de del peso unitario compactado máximo de los agregados.

En la investigación se realizó tres ensayos de granulometría del agregado grueso como se muestra en la Tabla 22, Tabla 23 y Tabla 24, cuyo promedio final se muestra en la Tabla 25.

El resultado del módulo de finura se observa en la Tabla 26.

Tabla 22 Análisis Granulométrico del Agregado Grueso – Muestra N°1

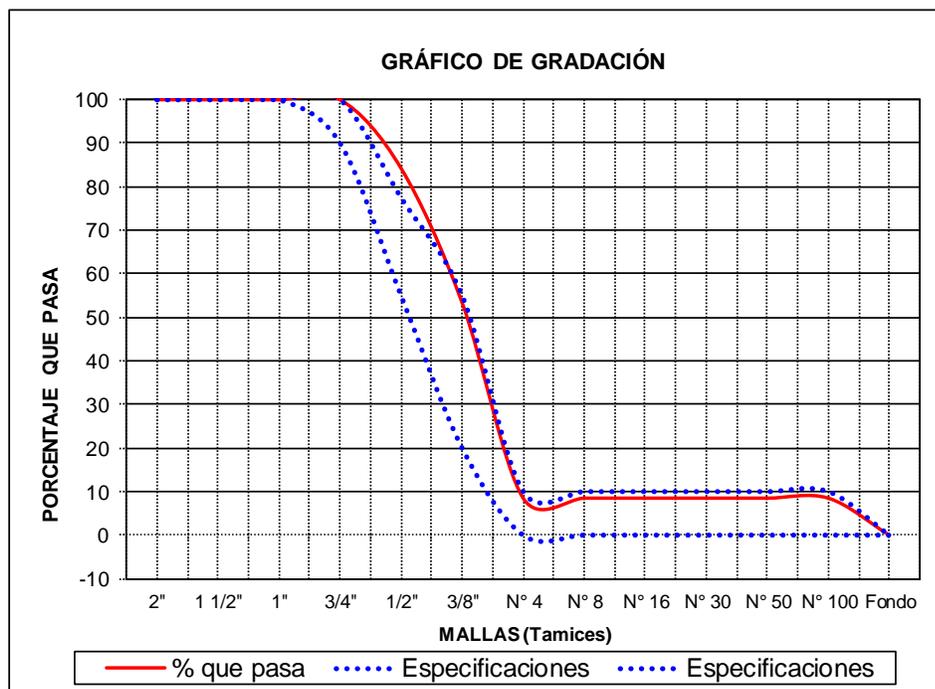
		<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>					
		FACULTAD DE INGENIERÍA			ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL		
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
		<u>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO</u>					
TIPO DE AGREGADO :		PIEDRA CHANCADA			NORMA :	NTP 400.012	
PROCEDENCIA :		ANDABAMBA-HUANUCO -HUANUCO			FECHA :	03/08/2015	
PESO DE LA MUESTRA 1 :		8 kg			MUESTRA N :	1	
HUSO N° :	67				HECHO POR :	Carlos Almonacid Max Prétel	
<b>Malla</b>	<b>Peso Retenido (g)</b>	<b>% Retenido</b>	<b>% Retenido Acumulado</b>	<b>% que pasa</b>	<b>Especificaciones</b>		
2"	0.00	0	0	100	100	100	
1 1/2"	0.00	0	0	100	100	100	
1"	0.00	0	0	100	100	100	
3/4"	0.00	0	0	100	90	100	
1/2"	1.40	18	18	83	55	78	
3/8"	2.19	27	45	55	20	55	
N° 4	3.70	46	91	9	0	10	
N° 8	0.00	0	91	9	0	10	
N° 16	0.00	0	91	9	0	10	
N° 30	0.00	0	91	9	0	10	
N° 50	0.00	0	91	9	0	10	
N° 100	0.00	0	91	9	0	10	
Fondo	0.71	9	100	0	0	0	
<b>TOTAL</b>	<b>8.00</b>	<b>100</b>			<b>MÓDULO DE FINURA</b>	<b>mg</b>	<b>6.09</b>



Fuente: Elaboración propia

Tabla 23 Análisis Granulométrico del Agregado Grueso – Muestra N°2

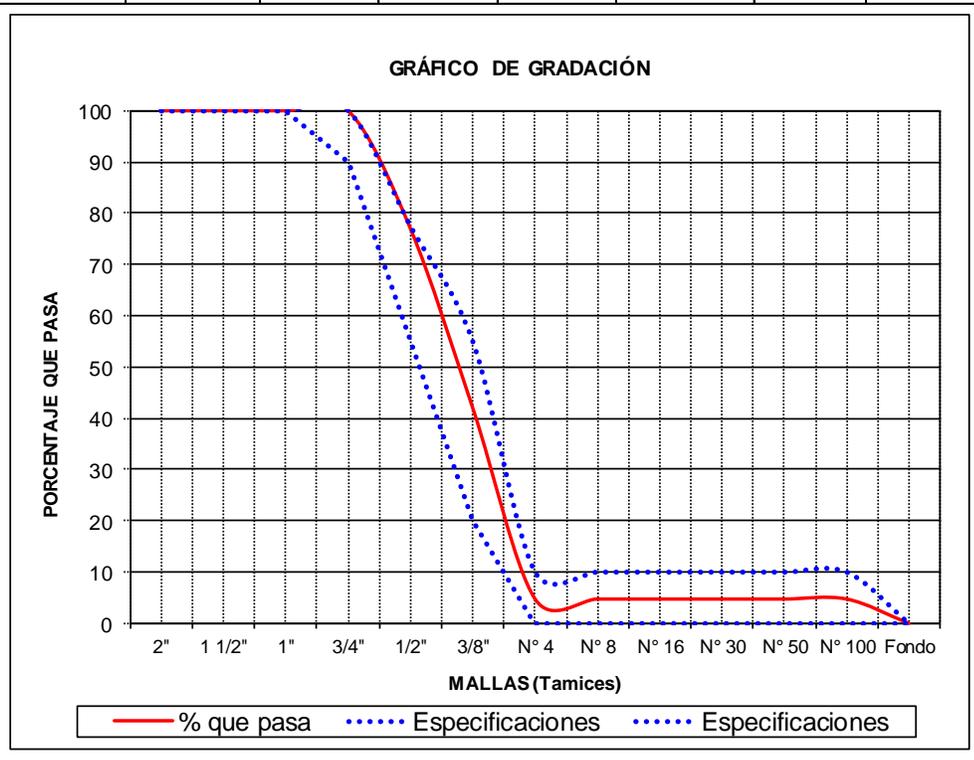
		<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>					
		<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>			<b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
		<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>					
		<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO</b>					
TIPO DE AGREGADO :		PIEDRA CHANCADA		NORMA :	NTP 400.012		
PROCEDENCIA :		ANDABAMBA-HUANUCO -HUANUCO		FECHA :	03/08/2015		
PESO DE LA MUESTRA 2 :		8 kg		MUESTRA N :	2		
HUSO N° :	67			HECHO POR :	Carlos Almonacid Max Prétel		
Malla	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones		
2"	0.00	0	0	100	100	100	
1 1/2"	0.00	0	0	100	100	100	
1"	0.00	0	0	100	100	100	
3/4"	0.00	0	0	100	90	100	
1/2"	1.26	16	16	84	55	78	
3/8"	2.47	31	47	53	20	55	
N° 4	3.59	45	92	9	0	10	
N° 8	0.00	0	92	9	0	10	
N° 16	0.00	0	92	9	0	10	
N° 30	0.00	0	92	9	0	10	
N° 50	0.00	0	92	9	0	10	
N° 100	0.00	0	92	9	0	10	
Fondo	0.68	9	100	0	0	0	
<b>TOTAL</b>	<b>8.00</b>	<b>100</b>			<b>MÓDULO DE FINURA</b>	<b>mg 6.11</b>	



Fuente: Elaboración propia

Tabla 24 Análisis Granulométrico del Agregado Grueso – Muestra N°3

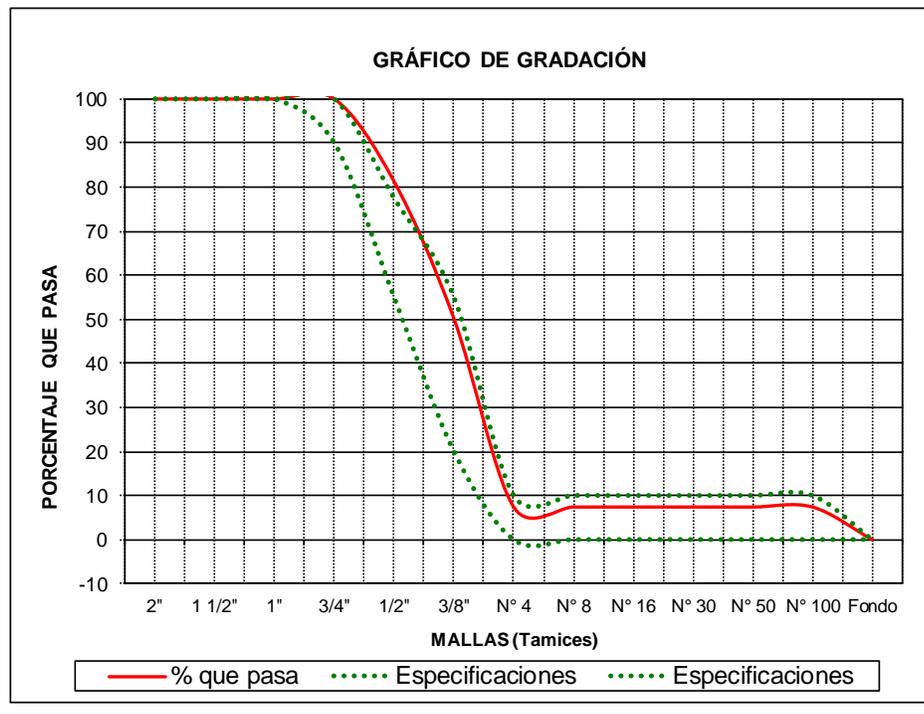
		<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>					
		FACULTAD DE INGENIERÍA		ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL			
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
		<u>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO</u>					
TIPO DE AGREGADO :		PIEDRA CHANCADA		NORMA :	NTP 400.012		
PROCEDENCIA :		ANDABAMBA-HUANUCO -HUANUCO		FECHA :	03/08/2015		
PESO DE LA MUESTRA 3 :		8 kg		MUESTRA N :	3		
HUSO N° :	67				HECHO POR :	Carlos Almonacid Max Prétel	
Malla	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones		
2"	0.00	0	0	100	100	100	
1 1/2"	0.00	0	0	100	100	100	
1"	0.00	0	0	100	100	100	
3/4"	0.00	0	0	100	90	100	
1/2"	1.84	23	23	77	55	78	
3/8"	2.80	35	58	42	20	55	
N° 4	2.98	37	95	5	0	10	
N° 8	0.00	0	95	5	0	10	
N° 16	0.00	0	95	5	0	10	
N° 30	0.00	0	95	5	0	10	
N° 50	0.00	0	95	5	0	10	
N° 100	0.00	0	95	5	0	10	
Fondo	0.38	5	100	0	0	0	
<b>TOTAL</b>	<b>8.00</b>	<b>100</b>			<b>MÓDULO DE FINURA</b>	<b>mg</b>	<b>6.53</b>



Fuente: Elaboración propia

Tabla 25 Análisis Granulométrico del Agregado Grueso – Promedio

		<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>					
		<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>			<b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
		<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>					
		<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO</b>					
TIPO DE AGREGADO :		PIEDRA CHANCADA		NORMA :		NTP 400.012	
PROCEDENCIA :		ANDABAMBA-HUANUCO -HUANUCO		FECHA :		03/08/2015	
PESO DE LA MUESTRA :		8 kg		MUESTRA N :		PROMEDIOS	
HUSO N° :	67			HECHO POR :		Carlos Almonacid Max Prétel	
Malla	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones		
2"	0.00	0	0	100	100	100	
1 1/2"	0.00	0	0	100	100	100	
1"	0.00	0	0	100	100	100	
3/4"	0.00	0	0	100	90	100	
1/2"	1.50	19	19	81	55	78	
3/8"	2.49	31	50	50	20	55	
N° 4	3.42	43	93	7	0	10	
N° 8	0.00	0	93	7	0	10	
N° 16	0.00	0	93	7	0	10	
N° 30	0.00	0	93	7	0	10	
N° 50	0.00	0	93	7	0	10	
N° 100	0.00	0	93	7	0	10	
Fondo	0.59	7	100	0	0	0	
<b>TOTAL</b>		<b>8.00</b>	<b>100</b>		<b>MÓDULO DE FINURA</b>	<b>mg</b>	<b>6.24</b>



Fuente: Elaboración propia

$$Módulo de Finura = mf = \frac{\sum \% \text{ retenido acumulado}}{100}$$

**Tabla 26 Módulo de Finura del Agregado Grueso - Promedio**

DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			
	Nº1	Nº2	Nº3	PROMEDIO
MODULO DE FINURA	6.09	6.11	6.53	6.24
Promedio del Módulo de Finura = 6,24				

Fuente: Elaboración propia

**Peso Unitario**

El peso unitario del agregado grueso, al igual que el agregado fino, es el peso del agregado que se requiere para llenar un recipiente con un volumen unitario especificado, es decir la masa neta del agregado en el recipiente, dividida entre su volumen, expresado en kg/m<sup>3</sup>. Es una característica importante del concreto, porque es índice de propiedades que a su vez influyen decisivamente en el empleo que se le da. El valor del peso unitario para agregados normales oscila entre 1 500 y 1 700 kg/m<sup>3</sup>.

El peso unitario del agregado está influenciado por: su gravedad específica; su granulometría; su perfil y textura superficial; su condición de humedad; y su grado de compactación de masa.

La norma N.T.P. 400.017 reconoce dos formas: suelto y compactado.

### **Peso Unitario Suelto:**

Cuando el agregado seco se coloca con cuidado en un recipiente de diámetro y profundidad prescrita que depende del tamaño máximo del agregado hasta que rebose y después es nivelado pasando la varilla por la superficie. Se obtiene el peso unitario suelto multiplicando el peso neto por el factor (f) de calibración del recipiente calculado.

$$f = \frac{1000}{W_a}$$

$$PUS = f \times W_s$$

### **Peso Unitario Compactado:**

El recipiente se llena en tres etapas, se apisona cada tercio del volumen del recipiente con 25 golpes con la varilla compactadora de punta semiesférica de 5/8" de diámetro, y se remueve de nuevo hasta que lo sobresalga. Luego se obtiene el peso unitario compactado multiplicando el peso neto por el factor (f) de calibración del recipiente calculado.

$$f = \frac{1000}{W_a}$$

$$PUS = f \times W_c$$

En la investigación se realizó tres ensayos de peso unitario suelto y peso unitario compactado del agregado grueso, las cuales se muestran en la Tabla 27, Tabla 28 y Tabla 29, cuyo promedio final se muestra en la Tabla 30.

Tabla 27 Peso Unitario del Agregado Grueso – Muestra 1

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	<u>PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO</u>		
TIPO DE AGREGADO :	PIEDRA CHANCADA	NORMA :	NTP 400.017
PROCEDENCIA :	CANTERA FIGUEROA	FECHA :	03/08/2015
PESO DE LA MUESTRA :	20000 g	MUESTRA N :	1
HUSO N° :	67	HECHO POR :	Carlos Almonacid Max Prétel
MEDIDA DEL RECIPIENTE :	1 / 10 PS <sup>3</sup>		
A ) PESO UNITARIO SUELTO ( PUS )			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		18.44	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	12.86	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.78	kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.20	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.70	m-3
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1398	kg/ m3
$PUS = f \times Ws$			
B ) PESO UNITARIO COMPACTADO ( PUC )			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		19.78	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Wc	14.20	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.78	kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.20	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.70	m-3
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1543	kg/ m3
$PUC = f \times Wc$			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28 Peso Unitario del Agregado Grueso – Muestra 2

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	<u>PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO</u>		
TIPO DE AGREGADO :	PIEDRA CHANCADA	NORMA :	NTP 400.017
PROCEDENCIA :	CANTERA FIGUEROA	FECHA :	03/08/2015
PESO DE LA MUESTRA :	20000 g	MUESTRA N :	2
HUSO N° :	67	HECHO POR :	Carlos Almonacid Max Prétel
MEDIDA DEL RECIPIENTE :	1 / 10 PS <sup>3</sup>		
A ) PESO UNITARIO SUELTO ( PUS )			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		18.80	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	13.22	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.78	kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.20	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.70	m-3
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1437	kg/ m3
$PUS = f \times Ws$			
B ) PESO UNITARIO COMPACTADO ( PUC )			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		19.74	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Wc	14.16	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.78	kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.20	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.70	m-3
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1539	kg/ m3
$PUC = f \times Wc$			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29 Peso Unitario del Agregado Grueso – Muestra 3

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	<u>PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO</u>		
TIPO DE AGREGADO :	PIEDRA CHANCADA	NORMA :	NTP 400.017
PROCEDENCIA :	CANTERA FIGUEROA	FECHA :	03/08/2015
PESO DE LA MUESTRA :	20000 g	MUESTRA N :	3
HUSO N° :	67	HECHO POR :	Carlos Almonacid Max Prétel
MEDIDA DEL RECIPIENTE :	1 / 10 PS <sup>3</sup>		
A ) PESO UNITARIO SUELTO ( PUS )			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		18.41	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	12.83	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.78	kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.20	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.70	kg
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1395	kg
$PUS = f \times Ws$			
B ) PESO UNITARIO COMPACTADO ( PUC )			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		19.75	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Wc	14.17	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.78	kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.20	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.70	m-3
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1540	kg/ m3
$PUC = f \times Wc$			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30 Peso Unitario del Agregado Grueso – Promedio

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
PROMEDIO DEL PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO			
TIPO DE AGREGADO	PIEDRA CHANCADA	NORMA	: NTP 400.017
PROCEDENCIA	CANtera FIGUEROA	FECHA	: 03/08/2015
HUSO N°	67	MUESTRA	: PROMEDIO
		HECHO	: Carlos Almonacid Max Prétel
A ) PESO UNITARIO SUELTO ( PUS )			
	MUESTRA	PUS	UNID
	M - 1	1398	Kg/m3
	M - 2	1437	Kg/m3
	M - 3	1395	Kg/m3
	PROMEDIO	1410	Kg/m3
B ) PESO UNITARIO COMPACTADO ( PUC )			
	MUESTRA	PUC	UNID
	M - 1	1543	Kg/m3
	M - 2	1539	Kg/m3
	M - 3	1540	Kg/m3
	PROMEDIO	1541	Kg/m3

Fuente: Elaboración propia

## **Peso Específico**

El peso específico del agregado grueso es la relación de su peso respecto al peso de un volumen absoluto igual de agua (agua desplazada por inmersión). Se usa en ciertos cálculos para proporcionamiento de mezclas y control. El valor del peso específico para agregados normales oscila entre 2 500 y 2 750.

A continuación se muestran las expresiones que se utilizan para calcular los tres estados de pesos específicos, al igual como hemos aplicado anteriormente con el agregado fino.

$$\text{Peso específico de masa } (G) = \frac{A}{V - W}$$

$$\text{Peso específico de masa saturado superficialmente seco } (G_{SSS}) = \frac{500}{V - W}$$

$$\text{Peso específico aparente } (G_a) = \frac{A}{(V - W) - (500 - A)}$$

## **Porcentaje de Absorción**

Se denomina absorción del agregado grueso cuando tiene todos sus poros saturados pero la superficie del mismo está seca. Es en esta condición como se hacen los cálculos de dosificación para elaborar concreto. La absorción del agregado grueso se determina de acuerdo con la norma ASTM C 566 de manera que se pueda controlar el contenido neto de agua en el concreto y se puedan determinar los pesos correctos de cada

mezcla. A continuación se presenta la expresión que se utiliza para calcular el porcentaje de absorción.

$$\text{Porcentaje de absorcion (\%a)} = 100 \times \frac{500 - A}{A}$$

En la investigación se realizó tres ensayos de peso específico y absorción del agregado grueso, las cuales se muestran en la Tabla 31, Tabla 32 y Tabla 33, cuyo promedio final se muestra en la Tabla 34.

Tabla 31 Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso – Muestra 1

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	<u>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO</u>		
TIPO DE AGREGADO	: PIEDRA CHANCADA	NORMA	NTP 400.022
PROCEDENCIA	: CANTERA FIGUEROA	FECHA	03/08/2015
PESO DE LA MUESTRA	: 5000 g	MUESTRA N	1
HUSO #	67	HECHO POR	Carlos Almonacid Max Prétel
DESCRIPCIÓN			
		SÍM	CANT UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SSS		B	5000 g
PESO DE LA MUESTRA SSS DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA			3517.6 g
PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA			637.6 g
PESO DEL MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA		C	2880 g
PESO DE LA MUESTRA SECA		A	4940 g
1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA			
$\left( \frac{A}{B - C} \right) = 2.33 \text{ g/cm}^3$			
2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO			
$\left( \frac{B}{B - C} \right) = 2.36 \text{ g/cm}^3$			
3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE			
$\frac{A}{A - C} = 2.4 \text{ g/cm}^3$			
4.-PORCENTAJE DE ABSORCIÓN			
$\left( \frac{B - A}{A} \right) \times 100 = 1.21 \%$			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32 Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso – Muestra 2

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO</b>		
TIPO DE AGREGADO :	PIEDRA CHANCADA	NORMA	NTP 400.022
PROCEDENCIA :	CANTERA FIGUEROA	FECHA	03/08/2015
PESO DE LA MUESTRA :	5000 g	MUESTRA N	2
HUSO #	67	HECHO POR	Carlos Almonacid Max Prétel
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
		<b>SÍM</b>	<b>CANT</b> <b>UNIDAD</b>
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SSS		B	5000    g
PESO DE LA MUESTRA SSS DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA			3516.9    g
PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA			637.6    g
PESO DEL MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA		C	2879.3    g
PESO DE LA MUESTRA SECA		A	4947    g
1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA			
	$\left( \frac{A}{B - C} \right) = 2.33 \text{ g/cm}^3$		
2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO			
	$\left( \frac{B}{B - C} \right) = 2.36 \text{ g/cm}^3$		
3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE			
	$\frac{A}{A - C} = 2.39 \text{ g/cm}^3$		
4.-PORCENTAJE DE ABSORCIÓN			
	$\left( \frac{B - A}{A} \right) \times 100 = 1.07 \%$		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33 Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso – Muestra 3

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	<u>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO</u>		
TIPO DE AGREGADO :	PIEDRA CHANCADA	NORMA	NTP 400.022
PROCEDENCIA :	CANtera FIGUEROA	FECHA	03/08/2015
PESO DE LA MUESTRA :	5000 g	MUESTRA N	3
HUSO #	67	HECHO POR	Carlos Almonacid Max Prétel
DESCRIPCIÓN			
		SÍM	CANT UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SSS		B	5000 g
PESO DE LA MUESTRA SSS DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA			3517.9 g
PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA			637.6 g
PESO DEL MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA		C	2880.3 g
PESO DE LA MUESTRA SECA		A	4951 g
1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA			
	$\left( \frac{A}{B - C} \right) = 2.34 \text{ g/cm}^3$		
2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO			
	$\left( \frac{B}{B - C} \right) = 2.36 \text{ g/cm}^3$		
3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE			
	$\frac{A}{A - C} = 2.39 \text{ g/cm}^3$		
4.-PORCENTAJE DE ABSORCIÓN			
	$\left( \frac{B - A}{A} \right) \times 100 = 0.99 \%$		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34 Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL					
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
PROMEDIO DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO						
TIPO DE AGREGADO :	PIEDRA CHANCADA	NORMA :	NTP 400.017			
PROCEDENCIA :	CANTERA FIGUEROA	FECHA :	03/08/2015			
PESO DE LA MUESTRA :	5000 g	MUESTRA N :	PROMEDIOS			
HUSO N° :	67	HECHO POR :	Carlos Almonacid Max Prétel			
ENSAYO	FORMULA	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO	UNID
1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	$\left(\frac{A}{B-C}\right)$	2.33	2.33	2.34	2.33	g/cm <sup>3</sup>
2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	$\left(\frac{B}{B-C}\right)$	2.36	2.36	2.36	2.36	g/cm <sup>3</sup>
3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE	$\frac{A}{A-C}$	2.4	2.39	2.39	2.39	g/cm <sup>3</sup>
4.-PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	$\left(\frac{B-A}{A}\right) \times 100$	1.21	1.07	0.99	1.09	%

Fuente: Elaboración propia

## Contenido de Humedad

Se define como el exceso de agua en un estado saturado y con una superficie seca, expresado en porcentaje (%). Es una característica importante que se debe de tomar en cuenta porque altera la cantidad de agua en el concreto y nos permite efectuar las correcciones necesarias en el proporcionamiento de la mezclas de diseño.

$$\text{Contenido de humedad (\%h)} = \frac{\text{Peso de la muestra húmeda} - \text{Peso de la muestra seca}}{\text{Peso de la muestra seca}} \times 100$$

Para el contenido de humedad del agregado grueso se ensayó con tres muestras, cuyo resultado final es el promedio aritmético la cual se muestra en el Tabla 35.

Tabla 35 Contenido de Humedad del Agregado Grueso – Promedio

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL					
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
PROMEDIO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO						
TIPO DE AGREGADO	:	ARENA GRUESA	NORMA	:	NTP 339.185	
PROCEDENCIA	:	CANTERA FIGUEROA	FECHA	:	03/08/2015	
PESO DE LA MUESTRA	:	2500 g	MUESTRA N	:	PROMEDIO	
HUSO	:	67	HECHO POR	:	Carlos Almonacid Max Prétel	
ENSAYO		SIMBOLO	M-1	M-2	M-3	UNID
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA		A	2500	2500	2500	g
PESO DE LA MUESTRA SECA		B	2494.2	2494.2	2494.3	g
CONTENIDO DE AGUA		A - B	5.8	5.8	5.7	g
CONTENIDO DE HUMEDAD		H	0.23	0.23	0.23	%
PROMEDIO			0.23			%

Fuente: Elaboración propia

## MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200

Consiste en determinar la cantidad de finos que se presenta en el agregado grueso, material que puede ser perjudicial para el concreto. Según la norma técnica peruana NTP 400.018 el porcentaje que pasa la malla N° 200 se calcula como la diferencia del peso de la muestra y el peso de la muestra lavada y secada dividido entre el peso de la muestra y multiplicado por cien.

$$\% \text{ Que pasa la malla N}^\circ 200 = \frac{\text{Peso de la muestra} - \text{Peso de la muestra lavada y secada}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

Para el ensayo de material que pasa la malla #200 del agregado grueso se ensayó tres muestras, cuyo resultado final es el promedio aritmético la cual se muestra en el Tabla 36.

Tabla 36 Material que Pasa la Malla #200 del Agregado Grueso

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
	FACULTAD DE INGENIERÍA				
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL				
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
MATERIAL QUE PASA LA MALLA # 200 GRUESO					
TIPO DE AGREGADO	ARENA GRUESA	NORMA	:	NTP 400.018	
PROCEDENCIA	CANTERA FIGUEROA	FECHA	:	03/08/2015	
PESO DE LA MUESTRA	2500 g	MUESTRA N	:	PROMEDIO	
HUSO	67	HECHO POR	:	Carlos Almonacid Max Prétel	
ENSAYO	SIMBOLO	M-1	M-2	M-3	UNID
PESO DE LA MUESTRA	P1	2500	2500	2500	g
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	2483.4	2484.1	2482.7	g
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N°200	P1 - P2	16.6	15.9	17.3	g
% QUE PASA LA MALLA N°200	A	0.66	0.64	0.69	%
PROMEDIO		0.65			%

Fuente: Elaboración propia

Concluido los ensayos correspondientes a las características físicas del agregado grueso, se muestra el resumen de los ensayos (ver Tabla 37).

## RESUMEN DE LOS ENSAYOS AL AGREGADO GRUESO

Tabla 37 Resúmenes de los ensayos al Agregado Grueso

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
	FACULTAD DE INGENIERÍA	
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL	
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
TIPO DE AGREGADO :	PIEDRA HUSO 67	HECHO POR :
PROCEDENCIA :	CANTERA FIGUEROA	Carlos Almonacid Max Prétel
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO GRUESO		
DESCRIPCIÓN		RESULTADO
Peso Específico de Masa Seca (g/cm <sup>3</sup> )		2.33
Peso Específico de Masa SSS (g/cm <sup>3</sup> )		2.36
Peso Específico Aparente (g/cm <sup>3</sup> )		2.39
Porcentaje de Absorción (%)		1.09
Peso Unitario Suelto Seco (Kg/cm <sup>3</sup> )		1410
Peso Unitario Compactado Seco(Kg/cm <sup>3</sup> )		1541
Módulo de Finura		6.24
Contenido de Humedad (%)		0.23
Material que pasa malla 200 (%)		0.65

Fuente: Elaboración propia

## **DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO**

Actualmente el concreto es el elemento más usado en el ámbito mundial para la construcción, lo que conlleva a la evolución de las exigencias para cada uso del mencionado elemento.

La demanda del concreto ha sido la base para la elaboración de los diferentes diseños de mezcla, ya que estos métodos permiten a los usuarios conocer no sólo las dosis precisas de los componentes del concreto, sino también la forma más apropiada para elaborar la mezcla. Los métodos de diseño de mezcla están dirigidos a mejorar calificativamente la resistencia, la calidad y la durabilidad de todos los usos que pueda tener el concreto.

La selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cúbica de concreto, conocida como diseño de mezcla, puede ser definida como el proceso de selección de los ingredientes más adecuados y de la combinación más conveniente y económica de los mismos, con la finalidad de obtener un producto que en el estado no endurecido tenga la trabajabilidad y consistencia adecuada; y que endurecido cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador o indicados en los planos y/o las especificaciones de obra.

En la selección de las proporciones de la mezcla de concreto, se debe recordar que la composición de la misma está determinada por:

- Las propiedades que debe tener el concreto endurecido, las cuales son determinadas por el ingeniero estructural y se encuentran indicadas en los planos y/o especificaciones de obra.

- Las propiedades del concreto al estado no endurecido, las cuales generalmente son establecidas por el ingeniero constructor en función del tipo y características de la obra y de las técnicas a ser empleadas en la colocación del concreto.
- El costo de la unidad cúbica de concreto.

En la selección de las proporciones de la mezcla de concreto es necesario conocer, además de las propiedades que se requieren y del empleo que se va a dar al concreto, así como las características geográficas y ambientales de la zona en la cual él va a ser utilizado, información básica sobre las propiedades de los materiales integrantes del mismo.

La selección de las proporciones de la unidad cúbica de concreto deberá permitir que este alcance a los 28 días, o a la edad seleccionada, la resistencia en compresión promedio elegida.

En este sentido y como cuestión fundamental, la selección de las proporciones de la mezcla deberá basarse en la información obtenida de los resultados de los ensayos de laboratorio de los materiales a ser utilizados. Otro factor que debe tenerse en cuenta para seleccionar las proporciones de la mezcla son las condiciones de colocación, la calidad y experiencia del personal profesional y técnico, la interrelación entre las diversas propiedades del concreto; así como la consideración de que el concreto debe ser económico no solo en su primer costo sino también en sus futuros servicios.

Los criterios para seguir en un diseño de mezclas son según sean las condiciones de los materiales, clima, temperatura y obra del que será parte el concreto, por lo que se necesita del conocimiento de los

materiales para realizar un diseño de mezcla que obtenga un concreto satisfactorio.

Para nuestra investigación se estudiaron tres relaciones agua/cemento, las cuales son 0.48, 0.55 y 0.62. Cada relación agua/cemento tendrá una dosificación de aditivo de 0.4%, 0.7% y 1%, del peso de cemento de cada diseño, las cuales se observan en la Tabla 38, Tabla 39, Tabla 40, Tabla 41, Tabla 42, Tabla 43, Tabla 44, Tabla 45, Tabla 46, Tabla 47, Tabla 48 y Tabla 49.

Tabla 38 Diseño Patrón 0,48 de Mezclas de Concreto de Mediana Resistencia

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA																																					
	FACULTAD DE INGENIERÍA																																					
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL																																					
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES																																					
DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO DE MEDIANA RESISTENCIA																																						
Fecha	03 de Septiembre 2015			Código Mezcla	DISEÑO PATRON																																	
Diseño	MEDIANA RESISTENCIA			Hora Vaciado	17:30																																	
Relación a/c	0.48			Volumen de Prueba (m3)	0.030																																	
Relación AF : AG	50 - 50																																					
Aditivo a evaluar	SIKA VISCOCRETE 3330																																					
<table border="1"> <tr> <td>Dosificación del aditivo</td> <td>%</td> <td>CC</td> </tr> <tr> <td>VISCOCRETE 3330</td> <td>0</td> <td>0.00</td> </tr> </table>			Dosificación del aditivo	%	CC	VISCOCRETE 3330	0	0.00	<table border="1"> <tr> <td colspan="3">Dosificación de los agregados</td> </tr> <tr> <td>Vol. Aire :</td> <td>2.5</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Vol. Agregados :</td> <td>0.545</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Arena :</td> <td>50</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Piedra # 67 :</td> <td>50</td> <td>%</td> </tr> </table>			Dosificación de los agregados			Vol. Aire :	2.5	%	Vol. Agregados :	0.545		Arena :	50	%	Piedra # 67 :	50	%	<table border="1"> <tr> <td colspan="3">Dosificación material cementante</td> </tr> <tr> <td>Agua Diseño</td> <td>259.0</td> <td>Lts.</td> </tr> <tr> <td>Cemento</td> <td>539.6</td> <td>kg</td> </tr> </table>			Dosificación material cementante			Agua Diseño	259.0	Lts.	Cemento	539.6	kg
Dosificación del aditivo	%	CC																																				
VISCOCRETE 3330	0	0.00																																				
Dosificación de los agregados																																						
Vol. Aire :	2.5	%																																				
Vol. Agregados :	0.545																																					
Arena :	50	%																																				
Piedra # 67 :	50	%																																				
Dosificación material cementante																																						
Agua Diseño	259.0	Lts.																																				
Cemento	539.6	kg																																				
CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA DE PRUEBA																																						
MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m <sup>3</sup>	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m <sup>3</sup>	VOL.	CORRECCION POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA																														
								PESO MEZCLA	UNIDAD																													
CEMENTO	Cementos Lima	3150			539.58	0.1713	539.58	16.19	kg																													
ARENA	CANTERA FIGUEROA (HUÁNUCO)	2610	1.63	1.1	710.84	0.2724	722.42	21.67	kg																													
PIEDRA HUSO 67	CANTERA FIGUEROA (HUÁNUCO)	2330	0.23	1.09	634.58	0.2724	636.04	19.08	kg																													
AGUA	Sedapal	1000			259.00	0.2590	260.69	7.82	lt																													
AIRE					0.00	0.0250																																
TOTAL					2144.00	1																																

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39 Diseño Patrón 0,48 de Mezclas de Concreto de Mediana Resistencia con 0,4% de Aditivo y Reducción de Agua 14%

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA																																													
	FACULTAD DE INGENIERÍA																																													
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL																																													
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES																																													
DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO DE MEDIANA RESISTENCIA																																														
Fecha	05 de Septiembre 2015			Código Mezcla	DISEÑO PATRON																																									
Diseño	MEDIANA RESISTENCIA			Hora Vaciado	08:00																																									
Relación a/c	0.48			Volumen de Prueba (m3)	0.030																																									
Relación AF : AG	50 - 50																																													
Aditivo a evaluar	SIKA VISCOCRETE 3330																																													
Tipo de Concreto	SUPERPLASTIFICANTE																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Dosificación del aditivo</th> <th>%</th> <th>CC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VISCOCRETE 3330</td> <td>0.4</td> <td>1.69</td> </tr> <tr> <td>Para una tanda de prueba de 0.03</td> <td></td> <td>50.83</td> </tr> </tbody> </table>			Dosificación del aditivo	%	CC	VISCOCRETE 3330	0.4	1.69	Para una tanda de prueba de 0.03		50.83	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">Dosificación de los agregados</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vol. Aire</td> <td>:</td> <td>2.5</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Vol. Agregados</td> <td>:</td> <td>0.614</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Arena</td> <td>:</td> <td>50</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Piedra #67</td> <td>:</td> <td>50</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>			Dosificación de los agregados				Vol. Aire	:	2.5	%	Vol. Agregados	:	0.614		Arena	:	50	%	Piedra #67	:	50	%	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Dosificación material cementante</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Agua Diseño</td> <td>217.6</td> <td>Lts.</td> </tr> <tr> <td>Cemento</td> <td>453.3</td> <td>kg</td> </tr> </tbody> </table>			Dosificación material cementante			Agua Diseño	217.6	Lts.	Cemento	453.3	kg
Dosificación del aditivo	%	CC																																												
VISCOCRETE 3330	0.4	1.69																																												
Para una tanda de prueba de 0.03		50.83																																												
Dosificación de los agregados																																														
Vol. Aire	:	2.5	%																																											
Vol. Agregados	:	0.614																																												
Arena	:	50	%																																											
Piedra #67	:	50	%																																											
Dosificación material cementante																																														
Agua Diseño	217.6	Lts.																																												
Cemento	453.3	kg																																												
CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA DE PRUEBA																																														
MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m <sup>3</sup>	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m <sup>3</sup>	VOL.	CORRECCION POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA																																						
								PESO MEZCLA	UNIDAD																																					
CEMENTO	Cementos Lima	3150			453.25	0.1439	453.25	13.60	kg																																					
ARENA	CANTERA FIGUEROA (HUÁNUCO)	2610	2.86	1.1	800.68	0.3068	823.58	24.71	kg																																					
PIEDRA HUSO 67	CANTERA FIGUEROA (HUÁNUCO)	2330	0.23	1.09	714.79	0.3068	716.43	21.49	kg																																					
AGUA	Sedapal	1000			217.56	0.2176	209.62	6.29	lt																																					
AIRE					0.00	0.0250																																								
TOTAL					2186.28	1.0000																																								

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40 Diseño Patrón 0,48 de Mezclas de Concreto de Mediana Resistencia con 0,7% de Aditivo y Reducción de Agua 30%

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA																																																																										
	FACULTAD DE INGENIERÍA																																																																										
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL																																																																										
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES																																																																										
DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO DE MEDIANA RESISTENCIA																																																																											
Fecha	04 de Septiembre 2015	Código Mezcla	DISEÑO PATRON																																																																								
Diseño	MEDIANA RESISTENCIA	Hora Vaciado	17:30																																																																								
Relación a/c	0.48	Volumen de Prueba (m3)	0.030																																																																								
Relación AF : AG	50 - 50																																																																										
Aditivo a evaluar	SIKA VISCOCRETE 3330																																																																										
Tipo de Concreto	SUPERPLASTIFICANTE																																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Dosificación del aditivo</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">CC</td> </tr> <tr> <td>VISCOCRETE 3330</td> <td style="text-align: center;">0.7</td> <td style="text-align: center;">2.47</td> </tr> <tr> <td>Para una tanda de prueba de 0.03</td> <td></td> <td style="text-align: center;">74.13</td> </tr> </table> </td> <td style="width: 33%; text-align: center;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="3">Dosificación de los agregados</td> </tr> <tr> <td>Vol. Aire :</td> <td style="text-align: center;">2.5</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>Vol. Agregados :</td> <td style="text-align: center;">0.674</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Arena :</td> <td style="text-align: center;">50</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>Piedra #67 :</td> <td style="text-align: center;">50</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> </table> </td> <td style="width: 33%; text-align: center;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="3">Dosificación material cementante</td> </tr> <tr> <td>Agua Diseño</td> <td style="text-align: center;">181.3</td> <td style="text-align: center;">Lts.</td> </tr> <tr> <td>Cemento</td> <td style="text-align: center;">377.7</td> <td style="text-align: center;">kg</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Dosificación del aditivo</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">CC</td> </tr> <tr> <td>VISCOCRETE 3330</td> <td style="text-align: center;">0.7</td> <td style="text-align: center;">2.47</td> </tr> <tr> <td>Para una tanda de prueba de 0.03</td> <td></td> <td style="text-align: center;">74.13</td> </tr> </table>	Dosificación del aditivo	%	CC	VISCOCRETE 3330	0.7	2.47	Para una tanda de prueba de 0.03		74.13	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="3">Dosificación de los agregados</td> </tr> <tr> <td>Vol. Aire :</td> <td style="text-align: center;">2.5</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>Vol. Agregados :</td> <td style="text-align: center;">0.674</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Arena :</td> <td style="text-align: center;">50</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>Piedra #67 :</td> <td style="text-align: center;">50</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> </table>	Dosificación de los agregados			Vol. Aire :	2.5	%	Vol. Agregados :	0.674		Arena :	50	%	Piedra #67 :	50	%	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="3">Dosificación material cementante</td> </tr> <tr> <td>Agua Diseño</td> <td style="text-align: center;">181.3</td> <td style="text-align: center;">Lts.</td> </tr> <tr> <td>Cemento</td> <td style="text-align: center;">377.7</td> <td style="text-align: center;">kg</td> </tr> </table>	Dosificación material cementante			Agua Diseño	181.3	Lts.	Cemento	377.7	kg																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Dosificación del aditivo</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">CC</td> </tr> <tr> <td>VISCOCRETE 3330</td> <td style="text-align: center;">0.7</td> <td style="text-align: center;">2.47</td> </tr> <tr> <td>Para una tanda de prueba de 0.03</td> <td></td> <td style="text-align: center;">74.13</td> </tr> </table>	Dosificación del aditivo	%	CC	VISCOCRETE 3330	0.7	2.47	Para una tanda de prueba de 0.03		74.13	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="3">Dosificación de los agregados</td> </tr> <tr> <td>Vol. Aire :</td> <td style="text-align: center;">2.5</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>Vol. Agregados :</td> <td style="text-align: center;">0.674</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Arena :</td> <td style="text-align: center;">50</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>Piedra #67 :</td> <td style="text-align: center;">50</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> </table>	Dosificación de los agregados			Vol. Aire :	2.5	%	Vol. Agregados :	0.674		Arena :	50	%	Piedra #67 :	50	%	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="3">Dosificación material cementante</td> </tr> <tr> <td>Agua Diseño</td> <td style="text-align: center;">181.3</td> <td style="text-align: center;">Lts.</td> </tr> <tr> <td>Cemento</td> <td style="text-align: center;">377.7</td> <td style="text-align: center;">kg</td> </tr> </table>	Dosificación material cementante			Agua Diseño	181.3	Lts.	Cemento	377.7	kg																																								
Dosificación del aditivo	%	CC																																																																									
VISCOCRETE 3330	0.7	2.47																																																																									
Para una tanda de prueba de 0.03		74.13																																																																									
Dosificación de los agregados																																																																											
Vol. Aire :	2.5	%																																																																									
Vol. Agregados :	0.674																																																																										
Arena :	50	%																																																																									
Piedra #67 :	50	%																																																																									
Dosificación material cementante																																																																											
Agua Diseño	181.3	Lts.																																																																									
Cemento	377.7	kg																																																																									
CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA DE PRUEBA																																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">MATERIALES</th> <th rowspan="2">PROCEDENCIA</th> <th rowspan="2">P. ESP kg/m<sup>3</sup></th> <th rowspan="2">HUM. %</th> <th rowspan="2">ABS. %</th> <th rowspan="2">PESO SECO kg/m<sup>3</sup></th> <th rowspan="2">VOL.</th> <th rowspan="2">CORRECCION POR HUMEDAD</th> <th colspan="2">TANDA DE PRUEBA</th> </tr> <tr> <th>PESO MEZCLA</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>Cementos Lima</td> <td style="text-align: center;">3150</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">377.71</td> <td style="text-align: center;">0.1199</td> <td style="text-align: center;">377.71</td> <td style="text-align: center;">11.33</td> <td style="text-align: center;">kg</td> </tr> <tr> <td>ARENA</td> <td>CANTERA FIGUEROA (HUÁNUCO)</td> <td style="text-align: center;">2610</td> <td style="text-align: center;">2.89</td> <td style="text-align: center;">1.1</td> <td style="text-align: center;">879.30</td> <td style="text-align: center;">0.3369</td> <td style="text-align: center;">904.71</td> <td style="text-align: center;">27.14</td> <td style="text-align: center;">kg</td> </tr> <tr> <td>PIEDRA HUSO 67</td> <td>CANTERA FIGUEROA (HUÁNUCO)</td> <td style="text-align: center;">2330</td> <td style="text-align: center;">0.23</td> <td style="text-align: center;">1.09</td> <td style="text-align: center;">784.97</td> <td style="text-align: center;">0.3369</td> <td style="text-align: center;">786.77</td> <td style="text-align: center;">23.60</td> <td style="text-align: center;">kg</td> </tr> <tr> <td>AGUA</td> <td>Sedapal</td> <td style="text-align: center;">1000</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">181.30</td> <td style="text-align: center;">0.1813</td> <td style="text-align: center;">172.31</td> <td style="text-align: center;">5.17</td> <td style="text-align: center;">lt</td> </tr> <tr> <td>AIRE</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">0.00</td> <td style="text-align: center;">0.0250</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td style="text-align: center;">TOTAL</td> <td style="text-align: center;">2223.28</td> <td style="text-align: center;">1.0000</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m <sup>3</sup>	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m <sup>3</sup>	VOL.	CORRECCION POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA		PESO MEZCLA	UNIDAD	CEMENTO	Cementos Lima	3150			377.71	0.1199	377.71	11.33	kg	ARENA	CANTERA FIGUEROA (HUÁNUCO)	2610	2.89	1.1	879.30	0.3369	904.71	27.14	kg	PIEDRA HUSO 67	CANTERA FIGUEROA (HUÁNUCO)	2330	0.23	1.09	784.97	0.3369	786.77	23.60	kg	AGUA	Sedapal	1000			181.30	0.1813	172.31	5.17	lt	AIRE					0.00	0.0250								TOTAL	2223.28	1.0000			
MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m <sup>3</sup>	HUM. %									ABS. %	PESO SECO kg/m <sup>3</sup>	VOL.	CORRECCION POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA																																																											
				PESO MEZCLA	UNIDAD																																																																						
CEMENTO	Cementos Lima	3150			377.71	0.1199	377.71	11.33	kg																																																																		
ARENA	CANTERA FIGUEROA (HUÁNUCO)	2610	2.89	1.1	879.30	0.3369	904.71	27.14	kg																																																																		
PIEDRA HUSO 67	CANTERA FIGUEROA (HUÁNUCO)	2330	0.23	1.09	784.97	0.3369	786.77	23.60	kg																																																																		
AGUA	Sedapal	1000			181.30	0.1813	172.31	5.17	lt																																																																		
AIRE					0.00	0.0250																																																																					
				TOTAL	2223.28	1.0000																																																																					

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41 Diseño Patrón 0,48 de Mezclas de Concreto de Mediana Resistencia con 1% de Aditivo y Reducción de Agua 36%

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA																																								
	FACULTAD DE INGENIERÍA																																								
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL																																								
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES																																								
DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO DE MEDIANA RESISTENCIA																																									
Fecha	05 de Septiembre 2015			Código Mezcla	DISEÑO PATRON																																				
Diseño	MEDIANA RESISTENCIA			Hora Vaciado	14:20																																				
Relación a/c	0.48			Volumen de Prueba (m3)	0.030																																				
Relación AF : AG	50 - 50																																								
Aditivo a evaluar	SIKA VISCOCRETE 3330																																								
Tipo de Concreto	SUPERPLASTIFICANTE																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Dosificación del aditivo</th> <th>%</th> <th>CC</th> </tr> <tr> <td>VISCOCRETE 3330</td> <td>1</td> <td>3.23</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Para una tanda de prueba de 0.03</td> <td>96.82</td> </tr> </table>			Dosificación del aditivo	%	CC	VISCOCRETE 3330	1	3.23	Para una tanda de prueba de 0.03		96.82	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3">Dosificación de los agregados</th> </tr> <tr> <td>Vol. Aire</td> <td>2.5</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Vol. Agregados</td> <td>0.700</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Arena</td> <td>50</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Piedra #67</td> <td>50</td> <td>%</td> </tr> </table>			Dosificación de los agregados			Vol. Aire	2.5	%	Vol. Agregados	0.700		Arena	50	%	Piedra #67	50	%	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3">Dosificación material cementante</th> </tr> <tr> <td>Agua Diseño</td> <td>165.8</td> <td>Lts.</td> </tr> <tr> <td>Cemento</td> <td>345.3</td> <td>kg</td> </tr> </table>			Dosificación material cementante			Agua Diseño	165.8	Lts.	Cemento	345.3	kg
Dosificación del aditivo	%	CC																																							
VISCOCRETE 3330	1	3.23																																							
Para una tanda de prueba de 0.03		96.82																																							
Dosificación de los agregados																																									
Vol. Aire	2.5	%																																							
Vol. Agregados	0.700																																								
Arena	50	%																																							
Piedra #67	50	%																																							
Dosificación material cementante																																									
Agua Diseño	165.8	Lts.																																							
Cemento	345.3	kg																																							
CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA DE PRUEBA																																									
MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m <sup>3</sup>	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m <sup>3</sup>	VOL.	CORRECCION POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA																																	
								PESO MEZCLA	UNIDAD																																
CEMENTO	Cementos Lima	3150			345.33	0.1096	345.33	10.36	kg																																
ARENA	CANTERA FIGUEROA (HUÁNUCO)	2610	2.75	1.1	912.99	0.3498	938.10	28.14	kg																																
PIEDRA HUSO 67	CANTERA FIGUEROA (HUÁNUCO)	2330	0.28	1.09	815.05	0.3498	817.33	24.52	kg																																
AGUA	Sedapal	1000			165.76	0.1658	157.30	4.72	lt																																
AIRE					0.00	0.0250																																			
TOTAL					2239.13	1.0000																																			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42 Diseño Patrón 0,55 de Mezclas de Concreto de Mediana Resistencia

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA																																					
	FACULTAD DE INGENIERÍA																																					
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL																																					
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES																																					
DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO DE MEDIANA RESISTENCIA																																						
Fecha	03 de Septiembre 2015			Código Mezcla	DISEÑO PATRON																																	
Diseño	MEDIANA RESISTENCIA			Hora Vaciado	15:00																																	
Relación a/c	0.55			Volumen de Prueba (m3)	0.030																																	
Relación AF : AG	50 - 50																																					
Aditivo a evaluar	SIKA VISCOCRETE 3330																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Dosificación del aditivo</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">CC</td> </tr> <tr> <td>VISCOCRETE 3330</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0.00</td> </tr> </table>			Dosificación del aditivo	%	CC	VISCOCRETE 3330	0	0.00	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Dosificación de los agregados</td> </tr> <tr> <td>Vol. Aire :</td> <td style="text-align: center;">2.5</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>Vol. Agregados :</td> <td style="text-align: center;">0.571</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Arena :</td> <td style="text-align: center;">50</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>Piedra #67 :</td> <td style="text-align: center;">50</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> </table>			Dosificación de los agregados			Vol. Aire :	2.5	%	Vol. Agregados :	0.571		Arena :	50	%	Piedra #67 :	50	%	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Dosificación material cementante</td> </tr> <tr> <td>Agua Diseño</td> <td style="text-align: center;">256.0</td> <td style="text-align: center;">Lts.</td> </tr> <tr> <td>Cemento</td> <td style="text-align: center;">465.5</td> <td style="text-align: center;">kg</td> </tr> </table>			Dosificación material cementante			Agua Diseño	256.0	Lts.	Cemento	465.5	kg
Dosificación del aditivo	%	CC																																				
VISCOCRETE 3330	0	0.00																																				
Dosificación de los agregados																																						
Vol. Aire :	2.5	%																																				
Vol. Agregados :	0.571																																					
Arena :	50	%																																				
Piedra #67 :	50	%																																				
Dosificación material cementante																																						
Agua Diseño	256.0	Lts.																																				
Cemento	465.5	kg																																				
CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA DE PRUEBA																																						
MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m <sup>3</sup>	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m <sup>3</sup>	VOL.	CORRECCION POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA																														
								PESO MEZCLA	UNIDAD																													
CEMENTO	Cementos Lima	3150			465.45	0.1478	465.45	13.96	kg																													
ARENA	CANTERA FIGUEROA (HUÁNUCO)	2610	3.49	1.1	745.46	0.2856	771.48	23.14	kg																													
PIEDRA HUSO 67	CANTERA FIGUEROA (HUÁNUCO)	2330	0.23	1.09	665.49	0.2856	667.02	20.01	kg																													
AGUA	Sedapal	1000			256.00	0.2560	243.91	7.32	lt																													
AIRE					0.00	0.0250																																
TOTAL					2132.41	1.0000																																

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43 Diseño Patrón 0,55 de Mezclas de Concreto de Mediana Resistencia con 0,4% de Aditivo y Reducción de Agua 14%

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA																																								
	FACULTAD DE INGENIERÍA																																								
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL																																								
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES																																								
DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO DE MEDIANA RESISTENCIA																																									
Fecha	06 de Septiembre 2015			Código Mezcla	DISEÑO PATRON																																				
Diseño	MEDIANA RESISTENCIA			Hora Vaciado	18:00																																				
Relación a/c	0.55			Volumen de Prueba (m3)	0.030																																				
Relación AF : AG	50 - 50																																								
Aditivo a evaluar	SIKA VISCOCRETE 3330																																								
Tipo de Concreto	SUPERPLASTIFICANTE																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Dosificación del aditivo</th> <th>%</th> <th>CC</th> </tr> <tr> <td>VISCOCRETE 3330</td> <td>0.4</td> <td>1.51</td> </tr> <tr> <td>Para una tanda de prueba de 0.03</td> <td></td> <td>45.42</td> </tr> </table>			Dosificación del aditivo	%	CC	VISCOCRETE 3330	0.4	1.51	Para una tanda de prueba de 0.03		45.42	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3">Dosificación de los agregados</th> </tr> <tr> <td>Vol. Aire :</td> <td>2.5</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Vol. Agregados :</td> <td>0.624</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Arena :</td> <td>50</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Piedra #67 :</td> <td>50</td> <td>%</td> </tr> </table>			Dosificación de los agregados			Vol. Aire :	2.5	%	Vol. Agregados :	0.624		Arena :	50	%	Piedra #67 :	50	%	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3">Dosificación material cementante</th> </tr> <tr> <td>Agua Diseño</td> <td>222.7</td> <td>Lts.</td> </tr> <tr> <td>Cemento</td> <td>405.0</td> <td>kg</td> </tr> </table>			Dosificación material cementante			Agua Diseño	222.7	Lts.	Cemento	405.0	kg
Dosificación del aditivo	%	CC																																							
VISCOCRETE 3330	0.4	1.51																																							
Para una tanda de prueba de 0.03		45.42																																							
Dosificación de los agregados																																									
Vol. Aire :	2.5	%																																							
Vol. Agregados :	0.624																																								
Arena :	50	%																																							
Piedra #67 :	50	%																																							
Dosificación material cementante																																									
Agua Diseño	222.7	Lts.																																							
Cemento	405.0	kg																																							
CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA DE PRUEBA																																									
MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m <sup>3</sup>	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m <sup>3</sup>	VOL.	CORRECCION POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA																																	
								PESO MEZCLA	UNIDAD																																
CEMENTO	Cementos Lima	3150			404.98	0.1286	404.98	12.15	kg																																
ARENA	CANTERA FIGUEROA (HUÁNUCO)	2610	2.77	1.1	813.92	0.3118	836.47	25.09	kg																																
PIEDRA HUSO 67	CANTERA FIGUEROA (HUÁNUCO)	2330	0.2	1.09	726.60	0.3118	728.06	21.84	kg																																
AGUA	Sedapal	1000			222.74	0.2227	215.61	6.47	lt																																
AIRE					0.00	0.0250																																			
				TOTAL	2168.25	1.0000																																			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44 Diseño Patrón 0.55 de Mezclas de Concreto de Mediana Resistencia con 0,7% de Aditivo y Reducción de Agua 28%

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA																																									
	FACULTAD DE INGENIERÍA																																									
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL																																									
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES																																									
DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO DE MEDIANA RESISTENCIA																																										
Fecha	06 de Septiembre 2015			Código Mezcla	DISEÑO PATRON																																					
Diseño	MEDIANA RESISTENCIA			Hora Vaciado	20:00																																					
Relación a/c	0.55			Volumen de Prueba (m3)	0.030																																					
Relación AF : AG	50 - 50																																									
Aditivo a evaluar	SIKA VISCOCRETE 3330																																									
Tipo de Concreto	SUPERPLASTIFICANTE																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Dosificación del aditivo</th> <th>%</th> <th>CC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VISCOCRETE 3330</td> <td style="text-align: center;">0.7</td> <td style="text-align: center;">2.99</td> </tr> <tr> <td>Para una tanda de prueba de 0.03</td> <td></td> <td style="text-align: center;">89.78</td> </tr> </tbody> </table>			Dosificación del aditivo	%	CC	VISCOCRETE 3330	0.7	2.99	Para una tanda de prueba de 0.03		89.78	Lt ml	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Dosificación de los agregados</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vol. Aire :</td> <td style="text-align: center;">2.5</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>Vol. Agregados :</td> <td style="text-align: center;">0.681</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Arena :</td> <td style="text-align: center;">50</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>Piedra # 67</td> <td style="text-align: center;">50</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> </tbody> </table>			Dosificación de los agregados			Vol. Aire :	2.5	%	Vol. Agregados :	0.681		Arena :	50	%	Piedra # 67	50	%	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Dosificación material cementante</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Agua Diseño</td> <td style="text-align: center;">186.5</td> <td style="text-align: center;">Lts.</td> </tr> <tr> <td>Cemento</td> <td style="text-align: center;">339.1</td> <td style="text-align: center;">kg</td> </tr> </tbody> </table>			Dosificación material cementante			Agua Diseño	186.5	Lts.	Cemento	339.1	kg
Dosificación del aditivo	%	CC																																								
VISCOCRETE 3330	0.7	2.99																																								
Para una tanda de prueba de 0.03		89.78																																								
Dosificación de los agregados																																										
Vol. Aire :	2.5	%																																								
Vol. Agregados :	0.681																																									
Arena :	50	%																																								
Piedra # 67	50	%																																								
Dosificación material cementante																																										
Agua Diseño	186.5	Lts.																																								
Cemento	339.1	kg																																								
CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA DE PRUEBA																																										
MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m <sup>3</sup>	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m <sup>3</sup>	VOL.	CORRECCION POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA																																		
								PESO MEZCLA	UNIDAD																																	
CEMENTO	Cementos Lima	3150			339.05	0.1076	339.05	10.17	kg																																	
ARENA	CANtera FIGUEROA (HUÁNUCO)	2610	2.81	1.1	888.55	0.3404	913.52	27.41	kg																																	
PIEDRA HUSO 67	CANtera FIGUEROA (HUÁNUCO)	2330	0.23	1.09	793.23	0.3404	795.05	23.85	kg																																	
AGUA	Sedapal	1000			186.48	0.1865	178.11	5.34	lt																																	
AIRE					0.00	0.0250																																				
				TOTAL	2207.32	1.0000																																				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45 Diseño Patrón 0,55 de Mezclas de Concreto de Mediana Resistencia con 1% de Aditivo y Reducción de Agua 32%

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA																																																
	FACULTAD DE INGENIERÍA																																																
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL																																																
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES																																																
DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO DE MEDIANA RESISTENCIA																																																	
Fecha	07 de Septiembre 2015			Código Mezcla	DISEÑO PATRON																																												
Diseño	MEDIANA RESISTENCIA			Hora Vaciado	11:00																																												
Relación a/c	0.55			Volumen de Prueba (m3)	0.030																																												
Relación AF : AG	50 - 50																																																
Aditivo a evaluar	SIKA VISCOCRETE 3330																																																
Tipo de Concreto	SUPERPLASTIFICANTE																																																
<table border="1"> <tr> <th>Dosificación del aditivo</th> <th>%</th> <th>CC</th> </tr> <tr> <td>VISCOCRETE 3330</td> <td>1</td> <td>2.99</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Para una tanda de prueba de 0.03</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>89.78</td> </tr> </table>			Dosificación del aditivo	%	CC	VISCOCRETE 3330	1	2.99	Para una tanda de prueba de 0.03					89.78	Lt ml	<table border="1"> <tr> <th colspan="3">Dosificación de los agregados</th> </tr> <tr> <td>Vol. Aire</td> <td>:</td> <td>2.5</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Vol. Agregados</td> <td>:</td> <td>0.697</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Arena</td> <td>:</td> <td>50</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Piedra #67</td> <td>:</td> <td>50</td> <td>%</td> </tr> </table>			Dosificación de los agregados			Vol. Aire	:	2.5	%	Vol. Agregados	:	0.697		Arena	:	50	%	Piedra #67	:	50	%	<table border="1"> <tr> <th colspan="3">Dosificación material cementante</th> </tr> <tr> <td>Agua Diseño</td> <td>176.1</td> <td>Lts.</td> </tr> <tr> <td>Cemento</td> <td>320.2</td> <td>kg</td> </tr> </table>			Dosificación material cementante			Agua Diseño	176.1	Lts.	Cemento	320.2	kg
Dosificación del aditivo	%	CC																																															
VISCOCRETE 3330	1	2.99																																															
Para una tanda de prueba de 0.03																																																	
		89.78																																															
Dosificación de los agregados																																																	
Vol. Aire	:	2.5	%																																														
Vol. Agregados	:	0.697																																															
Arena	:	50	%																																														
Piedra #67	:	50	%																																														
Dosificación material cementante																																																	
Agua Diseño	176.1	Lts.																																															
Cemento	320.2	kg																																															
CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA DE PRUEBA																																																	
MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m <sup>3</sup>	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m <sup>3</sup>	VOL.	CORRECCION POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA																																									
								PESO MEZCLA	UNIDAD																																								
CEMENTO	Cementos Lima	3150			320.22	0.1017	320.22	9.61	kg																																								
ARENA	CANTERA FIGUEROA (HUÁNUCO)	2610	3.21	1.1	909.88	0.3486	939.08	28.17	kg																																								
PIEDRA HUSO 67	CANTERA FIGUEROA (HUÁNUCO)	2330	0.25	1.09	812.27	0.3486	814.30	24.43	kg																																								
AGUA	Sedapal	1000			176.12	0.1761	163.74	4.91	lt																																								
AIRE					0.00	0.0250																																											
					TOTAL		2218.48	1.0000																																									

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46 Diseño Patrón 0,62 de Mezclas de Concreto de Mediana Resistencia

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA																																						
	FACULTAD DE INGENIERÍA																																						
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL																																						
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES																																						
DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO DE MEDIANA RESISTENCIA																																							
Fecha	03 de Septiembre 2015			Código Mezcla	DISEÑO PATRON																																		
Diseño	MEDIANA RESISTENCIA			Hora Vaciado	10:20																																		
Relación a/c	0.62			Volumen de Prueba (m3)	0.030																																		
Relación AF : AG	50 - 50																																						
Aditivo a evaluar	SIKA VISCOCRETE 3330																																						
<table border="1"> <tr> <td>Dosificación del aditivo</td> <td>%</td> <td>CC</td> </tr> <tr> <td>VISCOCRETE 3330</td> <td>0</td> <td>0.00</td> </tr> </table>			Dosificación del aditivo	%	CC	VISCOCRETE 3330	0	0.00	<table border="1"> <tr> <td colspan="3">Dosificación de los agregados</td> </tr> <tr> <td>Vol. Aire :</td> <td>2.5</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Vol. Agregados :</td> <td>0.630</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Arena :</td> <td>50</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Piedra #67 :</td> <td>50</td> <td>%</td> </tr> </table>			Dosificación de los agregados			Vol. Aire :	2.5	%	Vol. Agregados :	0.630		Arena :	50	%	Piedra #67 :	50	%	<table border="1"> <tr> <td colspan="3">Dosificación material cementante</td> </tr> <tr> <td>Agua Diseño</td> <td>228.0</td> <td>Lts.</td> </tr> <tr> <td>Cemento</td> <td>367.7</td> <td>kg</td> </tr> </table>				Dosificación material cementante			Agua Diseño	228.0	Lts.	Cemento	367.7	kg
Dosificación del aditivo	%	CC																																					
VISCOCRETE 3330	0	0.00																																					
Dosificación de los agregados																																							
Vol. Aire :	2.5	%																																					
Vol. Agregados :	0.630																																						
Arena :	50	%																																					
Piedra #67 :	50	%																																					
Dosificación material cementante																																							
Agua Diseño	228.0	Lts.																																					
Cemento	367.7	kg																																					
CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA DE PRUEBA																																							
MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m <sup>3</sup>	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m <sup>3</sup>	VOL.	CORRECCION POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA																															
								PESO MEZCLA	UNIDAD																														
CEMENTO	Cementos Lima	3150			367.74	0.1167	367.74	11.03	kg																														
ARENA	CANTERA FIGUEROA (HUÁNUCO)	2610	3.49	1.1	822.48	0.3151	851.19	25.54	kg																														
PIEDRA HUSO 67	CANTERA FIGUEROA (HUÁNUCO)	2330	0.22	1.09	734.25	0.3151	735.86	22.08	kg																														
AGUA	Sedapal	1000			228.00	0.2280	214.73	6.44	lt																														
AIRE					0.00	0.0250																																	
				TOTAL	2152.48	1.0000																																	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47 Diseño Patrón 0,62 de Mezclas de Concreto de Mediana Resistencia con 0,4% de Aditivo y Reducción de Agua 12%

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA																															
	FACULTAD DE INGENIERÍA																															
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL																															
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES																															
DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO DE MEDIANA RESISTENCIA																																
Fecha	03 de Septiembre 2015	Código Mezcla	DISEÑO PATRON																													
Diseño	MEDIANA RESISTENCIA	Hora Vaciado	09:00																													
Relación a/c	0.62	Volumen de Prueba (m3)	0.030																													
Relación AF : AG	50 - 50																															
Aditivo a evaluar	SIKA VISCOCRETE 3330																															
Tipo de Concreto	SUPERPLASTIFICANTE																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Dosificación del aditivo</th> <th>%</th> <th>CC</th> </tr> <tr> <td>VISCOCRETE 3330</td> <td style="text-align: center;">0.4</td> <td style="text-align: center;">1.37</td> </tr> <tr> <td>Para una tanda de prueba de 0.03</td> <td></td> <td style="text-align: center;">41.23</td> </tr> </table>		Dosificación del aditivo	%	CC	VISCOCRETE 3330	0.4	1.37	Para una tanda de prueba de 0.03		41.23	Lt ml	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="4">Dosificación de los agregados</th> </tr> <tr> <td>Vol. Aire</td> <td style="text-align: center;">:</td> <td style="text-align: center;">2.5</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>Vol. Agregados</td> <td style="text-align: center;">:</td> <td style="text-align: center;">0.630</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>Arena</td> <td style="text-align: center;">:</td> <td style="text-align: center;">50</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>Piedra</td> <td style="text-align: center;">67 :</td> <td style="text-align: center;">50</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> </table>	Dosificación de los agregados				Vol. Aire	:	2.5	%	Vol. Agregados	:	0.630	%	Arena	:	50	%	Piedra	67 :	50	%
Dosificación del aditivo	%	CC																														
VISCOCRETE 3330	0.4	1.37																														
Para una tanda de prueba de 0.03		41.23																														
Dosificación de los agregados																																
Vol. Aire	:	2.5	%																													
Vol. Agregados	:	0.630	%																													
Arena	:	50	%																													
Piedra	67 :	50	%																													
			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3">Dosificación material cementante</th> </tr> <tr> <td>Agua Diseño</td> <td style="text-align: center;">227.9</td> <td style="text-align: center;">Lts.</td> </tr> <tr> <td>Cemento</td> <td style="text-align: center;">367.6</td> <td style="text-align: center;">kg</td> </tr> </table>	Dosificación material cementante			Agua Diseño	227.9	Lts.	Cemento	367.6	kg																				
Dosificación material cementante																																
Agua Diseño	227.9	Lts.																														
Cemento	367.6	kg																														
CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA DE PRUEBA																																
MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m <sup>3</sup>	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m <sup>3</sup>	VOL.	CORRECCION POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA																								
								PESO MEZCLA	UNIDAD																							
CEMENTO	Cementos Lima	3150			367.61	0.1167	367.61	11.03	kg																							
ARENA	CANTERA FIGUEROA (HUÁNUCO)	2610	3.21	1.1	822.64	0.3152	849.05	25.47	kg																							
PIEDRA HUSO 67	CANTERA FIGUEROA (HUÁNUCO)	2330	0.23	1.09	734.39	0.3152	736.08	22.08	kg																							
AGUA	Sedapal	1000			227.92	0.2279	216.88	6.51	lt																							
AIRE					0.00	0.0250																										
TOTAL					2152.57	1.0000																										

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48 Diseño Patrón 0,62 de Mezclas de Concreto de Mediana Resistencia con 0,7% de Aditivo y Reducción de Agua 26%

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA																										
	FACULTAD DE INGENIERÍA																										
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL																										
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES																										
DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO DE MEDIANA RESISTENCIA																											
Fecha	08 de Septiembre 2015	Código Mezcla	DISEÑO PATRON																								
Diseño	MEDIANA RESISTENCIA	Hora Vaciado	13:00																								
Relación a/c	0.62	Volumen de Prueba (m3)	0.030																								
Relación AF : AG	50 - 50																										
Aditivo a evaluar	SIKA VISCOCRETE 3330																										
Tipo de Concreto	SUPERPLASTIFICANTE																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Dosificación del aditivo</th> <th>%</th> <th>CC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VISCOCRETE 3330</td> <td style="text-align: center;">0.7</td> <td style="text-align: center;">2.02</td> </tr> <tr> <td>Para una tanda de prueba de 0.03</td> <td></td> <td style="text-align: center;">60.67</td> </tr> </tbody> </table>		Dosificación del aditivo	%	CC	VISCOCRETE 3330	0.7	2.02	Para una tanda de prueba de 0.03		60.67	Lt ml	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Dosificación de los agregados</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vol. Aire :</td> <td style="text-align: center;">2.5</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>Vol. Agregados :</td> <td style="text-align: center;">0.685</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Arena :</td> <td style="text-align: center;">50</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>Piedra #67 :</td> <td style="text-align: center;">50</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> </tbody> </table>	Dosificación de los agregados			Vol. Aire :	2.5	%	Vol. Agregados :	0.685		Arena :	50	%	Piedra #67 :	50	%
Dosificación del aditivo	%	CC																									
VISCOCRETE 3330	0.7	2.02																									
Para una tanda de prueba de 0.03		60.67																									
Dosificación de los agregados																											
Vol. Aire :	2.5	%																									
Vol. Agregados :	0.685																										
Arena :	50	%																									
Piedra #67 :	50	%																									
			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Dosificación material cementante</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Agua Diseño</td> <td style="text-align: center;">191.7</td> <td style="text-align: center;">Lts.</td> </tr> <tr> <td>Cemento</td> <td style="text-align: center;">309.1</td> <td style="text-align: center;">kg</td> </tr> </tbody> </table>	Dosificación material cementante			Agua Diseño	191.7	Lts.	Cemento	309.1	kg															
Dosificación material cementante																											
Agua Diseño	191.7	Lts.																									
Cemento	309.1	kg																									
CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA DE PRUEBA																											
MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m <sup>3</sup>	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m <sup>3</sup>	VOL.	CORREC CION POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA																			
								PESO MEZCLA	UNIDAD																		
CEMENTO	Cementos Lima	3150			309.13	0.0981	309.13	9.27	kg																		
ARENA	CANTERA FIGUEROA (HUÁNUCO)	2610	3.19	1.1	894.19	0.3426	922.72	27.68	kg																		
PIEDRA HUSO 67	CANTERA FIGUEROA (HUÁNUCO)	2330	0.23	1.09	798.26	0.3426	800.10	24.00	kg																		
AGUA	Sedapal	1000			191.66	0.1917	179.84	5.40	lt																		
AIRE					0.00	0.0250																					
				TOTAL	2193.24	1.0000																					

Fuente: Elaboración propia

Tabla 49 Diseño Patrón 0,62 de Mezclas de Concreto de Mediana Resistencia con 1% de Aditivo y Reducción de Agua 30%

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA																																													
	FACULTAD DE INGENIERÍA																																													
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL																																													
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES																																													
DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO DE MEDIANA RESISTENCIA																																														
Fecha	08 de Septiembre 2015			Código Mezcla	DISEÑO PATRON																																									
Diseño	MEDIANA RESISTENCIA			Hora Vaciado	19:00																																									
Relación a/c	0.62			Volumen de Prueba (m3)	0.030																																									
Relación AF : AG	50 - 50																																													
Aditivo a evaluar	SIKA VISCOCRETE 3330																																													
Tipo de Concreto	SUPERPLASTIFICANTE																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Dosificación del aditivo</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">CC</td> </tr> <tr> <td>VISCOCRETE 3330</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2.73</td> </tr> <tr> <td>Para una tanda de prueba de 0.03</td> <td></td> <td style="text-align: center;">81.99</td> </tr> </table>			Dosificación del aditivo	%	CC	VISCOCRETE 3330	1	2.73	Para una tanda de prueba de 0.03		81.99	Lt ml	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Dosificación de los agregados</td> </tr> <tr> <td>Vol. Aire</td> <td style="text-align: center;">:</td> <td style="text-align: center;">2.5</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>Vol. Agregados</td> <td style="text-align: center;">:</td> <td style="text-align: center;">0.701</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Arena</td> <td style="text-align: center;">:</td> <td style="text-align: center;">50</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>Piedra 67</td> <td style="text-align: center;">:</td> <td style="text-align: center;">50</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> </table>			Dosificación de los agregados			Vol. Aire	:	2.5	%	Vol. Agregados	:	0.701		Arena	:	50	%	Piedra 67	:	50	%	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Dosificación material cementante</td> </tr> <tr> <td>Agua Diseño</td> <td style="text-align: center;">181.3</td> <td style="text-align: center;">Lts.</td> </tr> <tr> <td>Cemento</td> <td style="text-align: center;">292.4</td> <td style="text-align: center;">kg</td> </tr> </table>			Dosificación material cementante			Agua Diseño	181.3	Lts.	Cemento	292.4	kg
Dosificación del aditivo	%	CC																																												
VISCOCRETE 3330	1	2.73																																												
Para una tanda de prueba de 0.03		81.99																																												
Dosificación de los agregados																																														
Vol. Aire	:	2.5	%																																											
Vol. Agregados	:	0.701																																												
Arena	:	50	%																																											
Piedra 67	:	50	%																																											
Dosificación material cementante																																														
Agua Diseño	181.3	Lts.																																												
Cemento	292.4	kg																																												
CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA DE PRUEBA																																														
MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m <sup>3</sup>	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m <sup>3</sup>	VOL.	CORRECCION POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA																																						
								PESO MEZCLA	UNIDAD																																					
CEMENTO	Cementos Lima	3150			292.42	0.0928	292.42	8.77	kg																																					
ARENA	CANTERA FIGUEROA (HUÁNUCO)	2610	3.19	1.1	914.63	0.3504	943.81	28.31	kg																																					
PIEDRA HUSO 7	CANTERA FIGUEROA (HUÁNUCO)	2330	0.23	1.09	816.51	0.3504	818.39	24.55	kg																																					
AGUA	Sedapal	1000			181.30	0.1813	169.21	5.08	lt																																					
AIRE					0.00	0.0250																																								
				TOTAL	2204.86	1.0000																																								

Fuente: Elaboración propia

## 4.2 Análisis e interpretación de los resultados

Después de los ensayos realizados al concreto se obtuvo los siguientes resultados:

- Diseño patrón con relación a/c 0,48 y aditivo al 0,4%; 0,7% y 1,0%, cuyos resultados se muestran en la Tabla 50 y Gráfico 1.
- Diseño patrón con relación a/c 0,55 y aditivo al 0,4%; 0,7% y 1,0%, cuyos resultados se muestran en la Tabla 51 y Gráfico 2.
- Diseño patrón con relación a/c 0,62 y aditivo al 0,4%; 0,7% y 1,0%, cuyos resultados se muestran en la Tabla 52 y Gráfico 3.

Tabla 50 Curva de resistencia a la compresión relación agua/cemento de 0,48 con aditivo 0,4%; 0,7% y 1,0%

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>																			
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>																			
	<b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b>																			
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>																			
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION</b>																				
<b>DISEÑOS CON RELACION AGUA/CEMENTO = 0.48</b>																				
<b>NÚMERO DE PROBETAS</b>	<b>DISEÑO RELACION AGUA/CEMENTO = 0.48 SIN ADITIVO</b>					<b>DISEÑO RELACION AGUA/CEMENTO = 0.48 CON ADITIVO = 0.4%</b>					<b>DISEÑO RELACION AGUA/CEMENTO = 0.48 CON ADITIVO = 0.7%</b>					<b>DISEÑO RELACION AGUA/CEMENTO = 0.48 CON ADITIVO = 1.0%</b>				
	1 día	3 días	7 días	14 días	28 días	1 día	3 días	7 días	14 días	28 días	1 día	3 días	7 días	14 días	28 días	1 día	3 días	7 días	14 días	28 días
1	248	309	327	376	472	316	375	417	476	530	328	395	448	505	549	301	355	394	419	475
2	252	301	365	393	469	318	384	414	469	526	329	391	440	504	561	305	350	388	411	486
3	240	302	354	377	459	315	360	415	456	535	328	399	444	510	556	298	350	380	414	480
<b>PROMEDIO</b>	<b>246</b>	<b>304</b>	<b>348</b>	<b>382</b>	<b>467</b>	<b>317</b>	<b>373</b>	<b>415</b>	<b>467</b>	<b>530</b>	<b>328</b>	<b>395</b>	<b>444</b>	<b>507</b>	<b>555</b>	<b>301</b>	<b>352</b>	<b>387</b>	<b>414</b>	<b>480</b>

Fuente: Elaboración propia

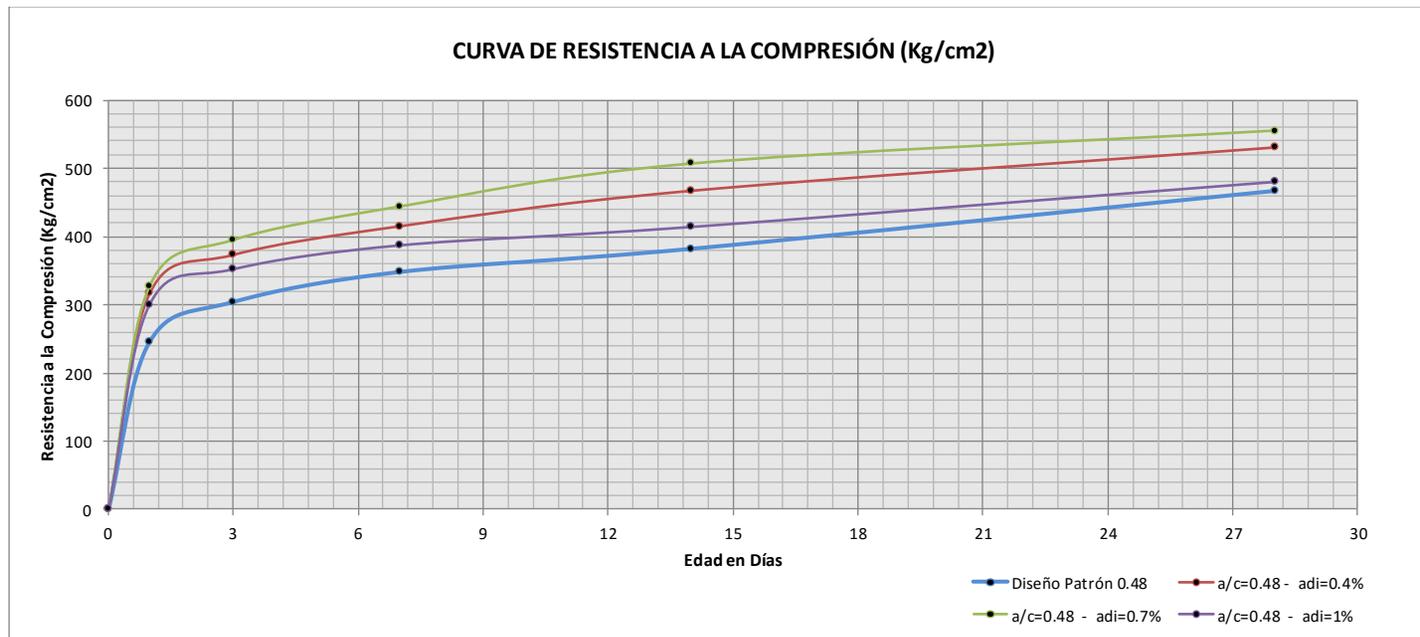


Gráfico 1 Curva de resistencia a la compresión relación agua/cemento de 0,48 con aditivo 0,4%; 0,7% y 1,0%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51 Curva de resistencia a la compresión relación agua/cemento de 0,55 con aditivo 0,4%; 0,7% y 1,0%

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>																			
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>																			
	<b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b>																			
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>																			
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION</b>																				
<b>DISEÑOS CON RELACION AGUA/CEMENTO = 0.55</b>																				
<b>NUMERO DE PROBETAS</b>	<b>DISEÑO RELACION AGUA/CEMENTO = 0.55 SIN ADITIVO</b>					<b>DISEÑO RELACION AGUA/CEMENTO = 0.55 CON ADITIVO = 0.4%</b>					<b>DISEÑO RELACION AGUA/CEMENTO = 0.55 CON ADITIVO = 0.7%</b>					<b>DISEÑO RELACION AGUA/CEMENTO = 0.55 CON ADITIVO = 1.0%</b>				
	<b>1 día</b>	<b>3 días</b>	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>	<b>1 día</b>	<b>3 días</b>	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>	<b>1 día</b>	<b>3 días</b>	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>	<b>1 día</b>	<b>3 días</b>	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>
<b>1</b>	173	237	272	366	390	266	299	337	379	415	280	317	346	387	445	239	289	311	357	399
<b>2</b>	190	236	276	346	375	270	298	342	375	425	278	320	350	392	458	244	282	318	353	403
<b>3</b>	190	233	279	346	380	273	306	342	370	420	270	315	357	385	450	234	282	316	359	405
<b>PROMEDIO</b>	<b>184</b>	<b>235</b>	<b>276</b>	<b>353</b>	<b>382</b>	<b>270</b>	<b>301</b>	<b>340</b>	<b>375</b>	<b>420</b>	<b>276</b>	<b>317</b>	<b>351</b>	<b>388</b>	<b>451</b>	<b>239</b>	<b>284</b>	<b>315</b>	<b>356</b>	<b>402</b>

Fuente: Elaboración propia

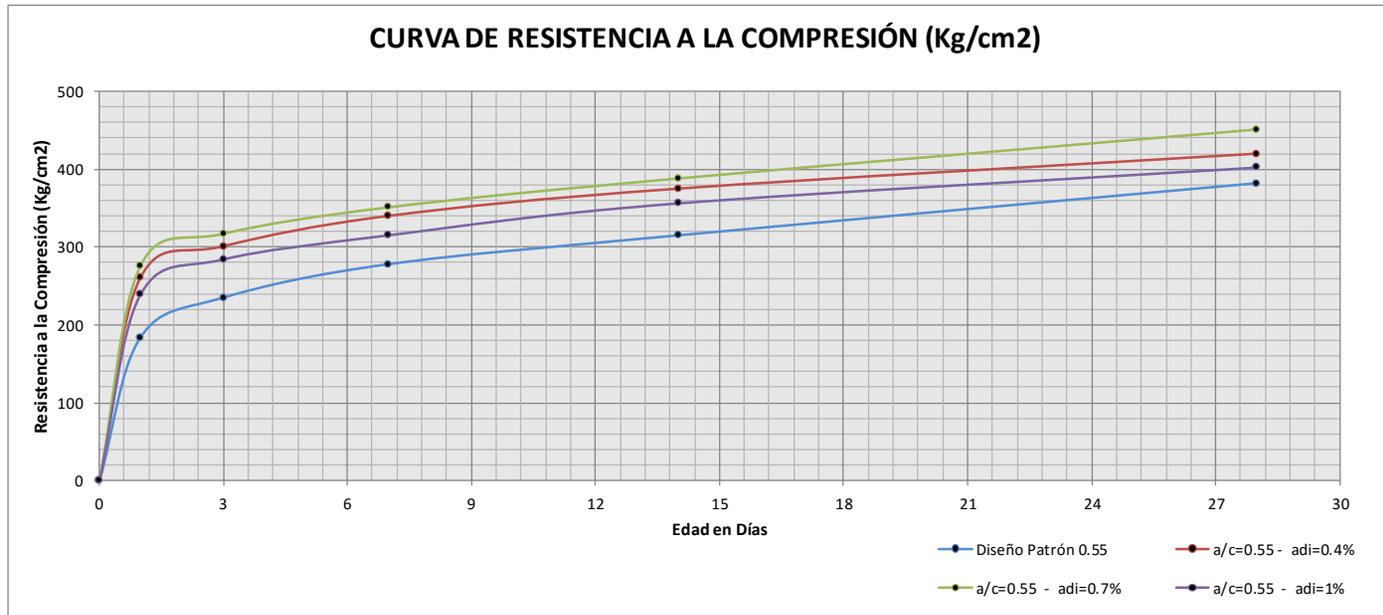


Gráfico 2 Curva de resistencia a la compresión relación agua/cemento de 0,55 con aditivo 0,4%; 0,7% y 1,0%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52 Curva de resistencia a la compresión relación agua/cemento de 0,62 con aditivo 0,4%; 0,7% y 1,0%

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA																			
		FACULTAD DE INGENIERÍA																			
		ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL																			
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES																			
RESISTENCIA A LA COMPRESION																					
DISEÑOS CON RELACION AGUA/CEMENTO = 0.62																					
NUMERO DE PROBETAS	DISEÑO RELACION AGUA/CEMENTO = 0.62 SIN ADITIVO					DISEÑO RELACION AGUA/CEMENTO = 0.62 CON ADITIVO = 0.4%					DISEÑO RELACION AGUA/CEMENTO = 0.62 CON ADITIVO = 0.7%					DISEÑO RELACION AGUA/CEMENTO = 0.62 CON ADITIVO = 1.0%					
	1 día	3 días	7 días	14 días	28 días	1 día	3 días	7 días	14 días	28 días	1 día	3 días	7 días	14 días	28 días	1 día	3 días	7 días	14 días	28 días	
1	147	198	247	292	354	214	271	318	367	371	227	282	337	373	397	194	234	284	313	355	
2	155	205	237	288	350	209	265	312	354	371	219	283	336	389	406	193	243	271	345	360	
3	145	211	245	304	353	213	269	316	371	385	225	287	336	369	404	187	237	279	339	369	
PROMEDIO	149	205	243	295	352	212	268	315	364	376	224	284	336	377	402	191	238	278	332	361	

Fuente: Elaboración propia

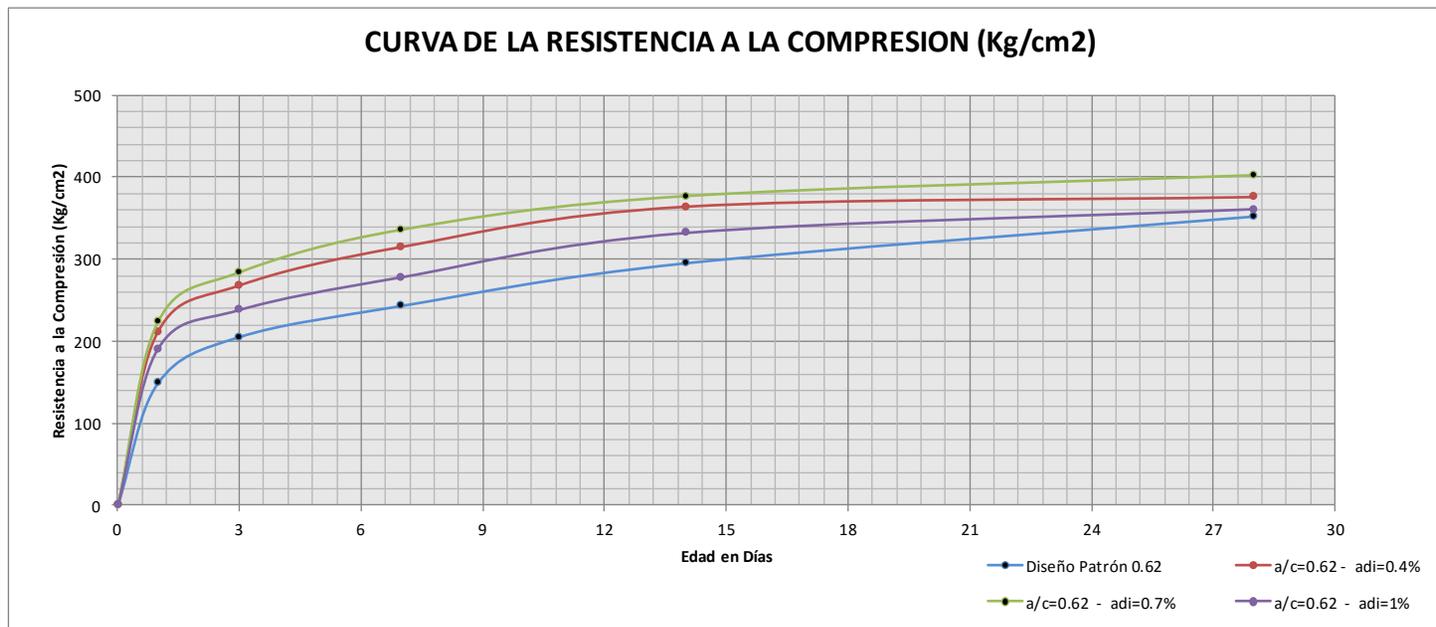


Gráfico 3 Curva de resistencia a la compresión relación agua/cemento de 0,62 con aditivo 0,4%; 0,7% y 1,0%

Fuente: Elaboración propia

## RESULTADOS DE LOS ENSAYOS A LA TRACCIÓN:

Los ensayos a tracción correspondientes al diseño patrón de relación a/c 0,48 se observa en la Tabla 53 y Gráfico 4.

Tabla 53 Curva de resistencia a la tracción relación agua/cemento de 0,48 con aditivo 0,4%; 0,7% y 1,0%

DISEÑO CON RELACION AGUA/CEMENTO = 0.48				
Días	Diseño Patrón 0.48	a/c=0.48 - adi=0.4%	a/c=0.48 - adi=0.7%	a/c=0.48 - adi=1%
0	0	0	0	0
7	31	40	46	37
14	39	47	51	40
28	45	51	56	47

Fuente: Elaboración propia

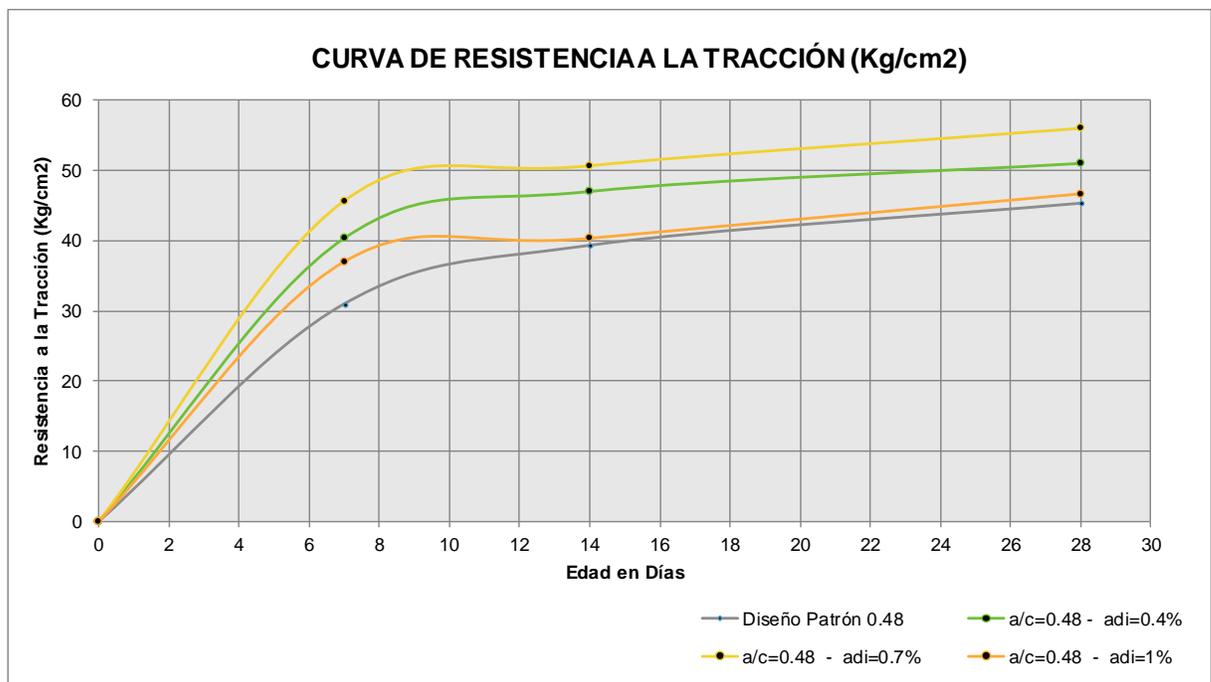


Gráfico 4 Curva de resistencia a la tracción relación agua/cemento de 0,48 con aditivo 0,4%; 0,7% y 1,0%

Fuente: Elaboración propia

Los ensayos a tracción correspondientes al diseño patrón de relación a/c 0,55 se observa en la Tabla 54 y Gráfico 5.

Tabla 54 Curva de resistencia a la tracción relación agua/cemento de 0,55 con aditivo 0,4%; 0,7% y 1,0%

DISEÑO CON RELACION AGUA/CEMENTO = 0.55				
Días	Diseño Patrón 0.55	a/c=0.55 - adi=0.4%	a/c=0.55 - adi=0.7%	a/c=0.55 - adi=1%
0	0	0	0	0
7	26	31	34	30
14	33	37	37	36
28	37	41	45	40

Fuente: Elaboración propia

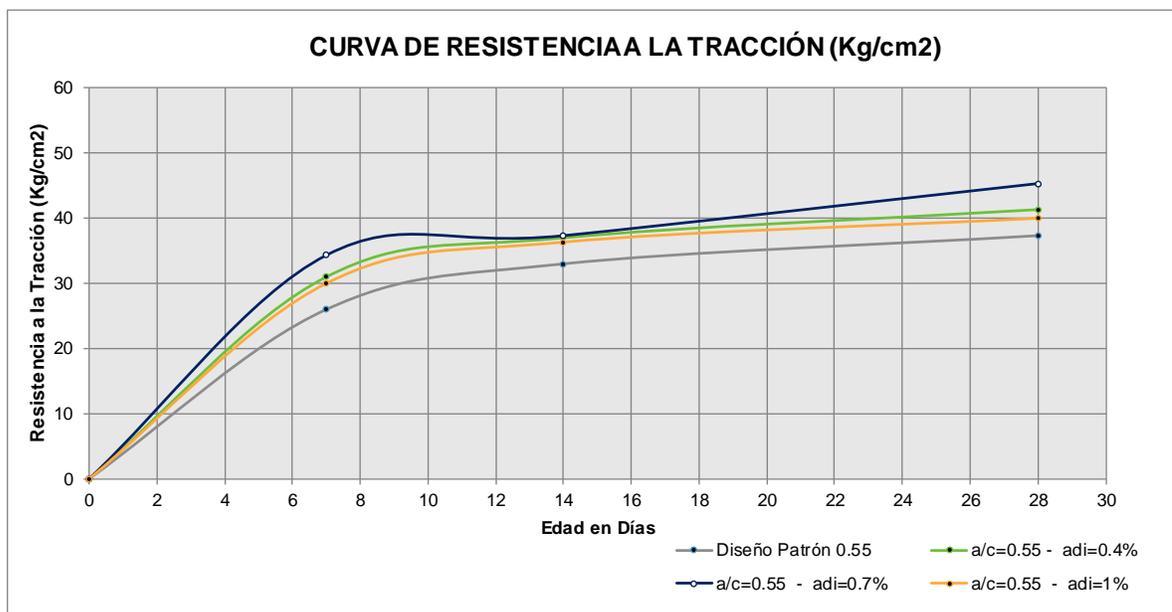


Gráfico 5 Curva de resistencia a la tracción relación agua/cemento de 0,55 con aditivo 0,4%; 0,7% y 1,0%

Fuente: Elaboración propia

Los ensayos a tracción correspondientes al diseño patrón de relación a/c 0,62 se observa en la Tabla 55 y Gráfico 6.

Tabla 55 Curva de resistencia a la tracción relación agua/cemento de 0,62 con aditivo 0,4%; 0,7% y 1,0%

DISEÑO CON RELACION AGUA/CEMENTO = 0.62				
Días	Diseño Patrón 0.62	a/c=0.62 - adi=0.4%	a/c=0.62 - adi=0.7%	a/c=0.62 - adi=1%
0	0	0	0	0
7	22	30	33	28
14	30	35	37	34
28	35	37	41	36

Fuente: Elaboración propia

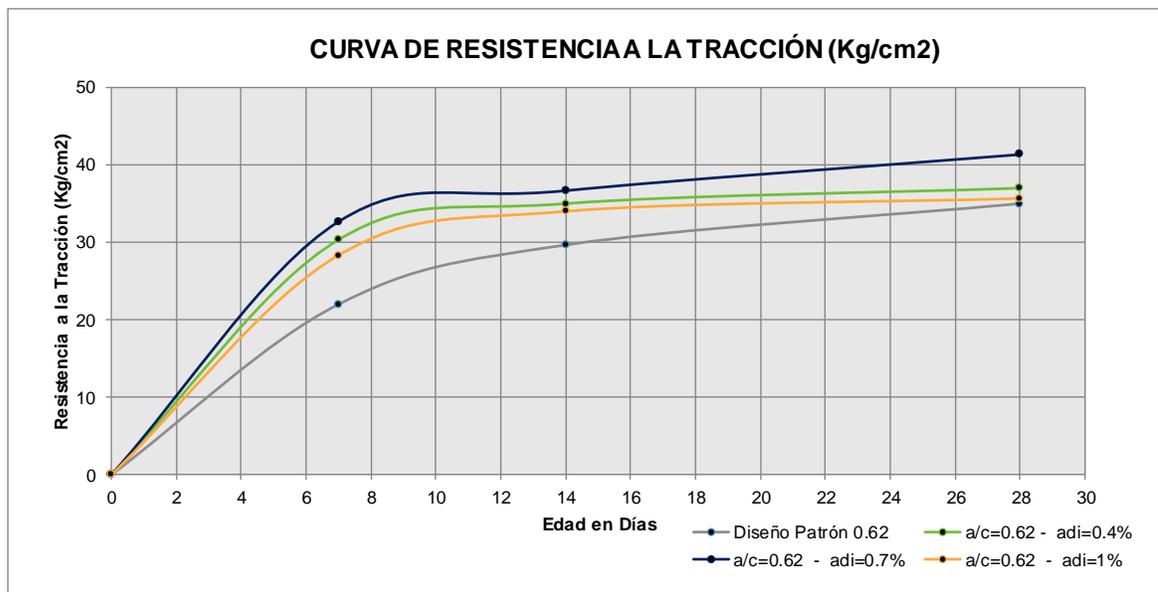


Gráfico 6 Curva de resistencia a la tracción relación agua/cemento de 0,62 con aditivo 0,4%; 0,7% y 1,0%

Fuente: Elaboración propia

## RESULTADOS DE LOS ENSAYOS A LA FLEXIÓN:

Los ensayos a flexión correspondientes al diseño patrón de relación a/c 0,48 se observa en la Tabla 56 y Gráfico 7.

Tabla 56 Curva de resistencia a la flexión relación agua/cemento de 0,48 con aditivo 0,4%; 0,7% y 1,0%

DISEÑO CON RELACION AGUA/CEMENTO = 0.48				
Días	Diseño Patrón 0.48	a/c=0.48 - adit=0.4%	a/c=0.48 - adit=0.7%	a/c=0.48 - adit=1%
0	0	0	0	0
7	30	35	40	32
14	34	38	46	35
28	43	47	50	45

Fuente: Elaboración propia

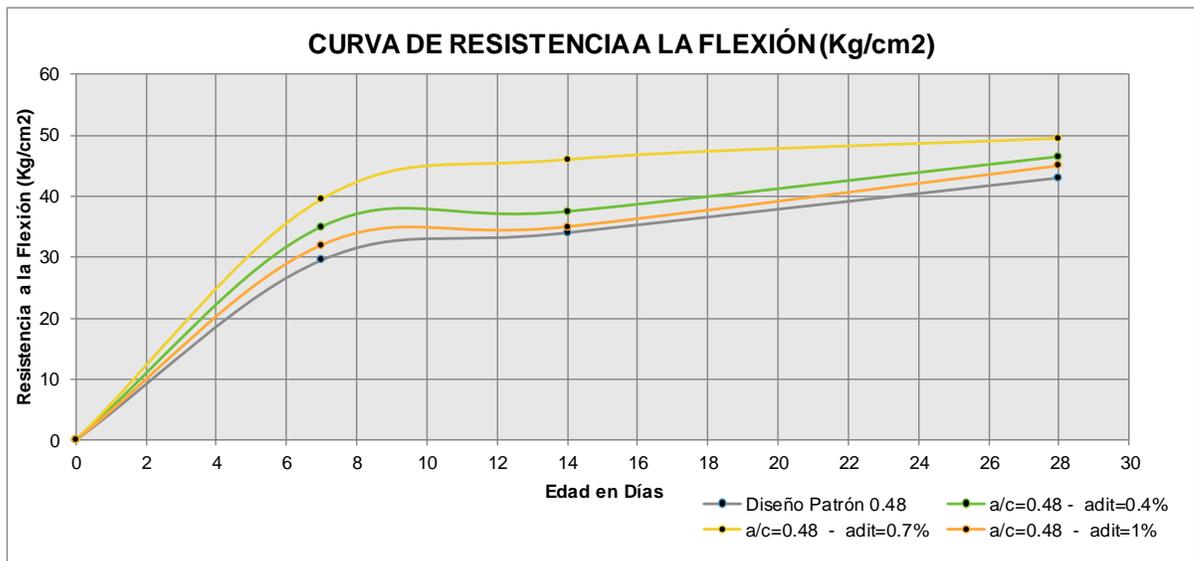


Gráfico 7 Curva de resistencia a la flexión relación agua/cemento de 0,48 con aditivo 0,4%; 0,7% y 1,0%

Fuente: Elaboración propia

Los ensayos a flexión correspondientes al diseño patrón de relación a/c 0,55 se observa en la Tabla 57 y Gráfico 8.

Tabla 57 Curva de resistencia a la flexión relación agua/cemento de 0,55 con aditivo 0,4%; 0,7% y 1,0%

DISEÑO CON RELACION AGUA/CEMENTO = 0.55				
Días	Diseño Patrón 0.55	a/c=0.55 - adi=0.4%	a/c=0.55 - adi=0.7%	a/c=0.55 - adi=1%
0	0	0	0	0
7	26	30	31	29
14	36	36	36	35
28	39	38	42	38

Fuente: Elaboración propia

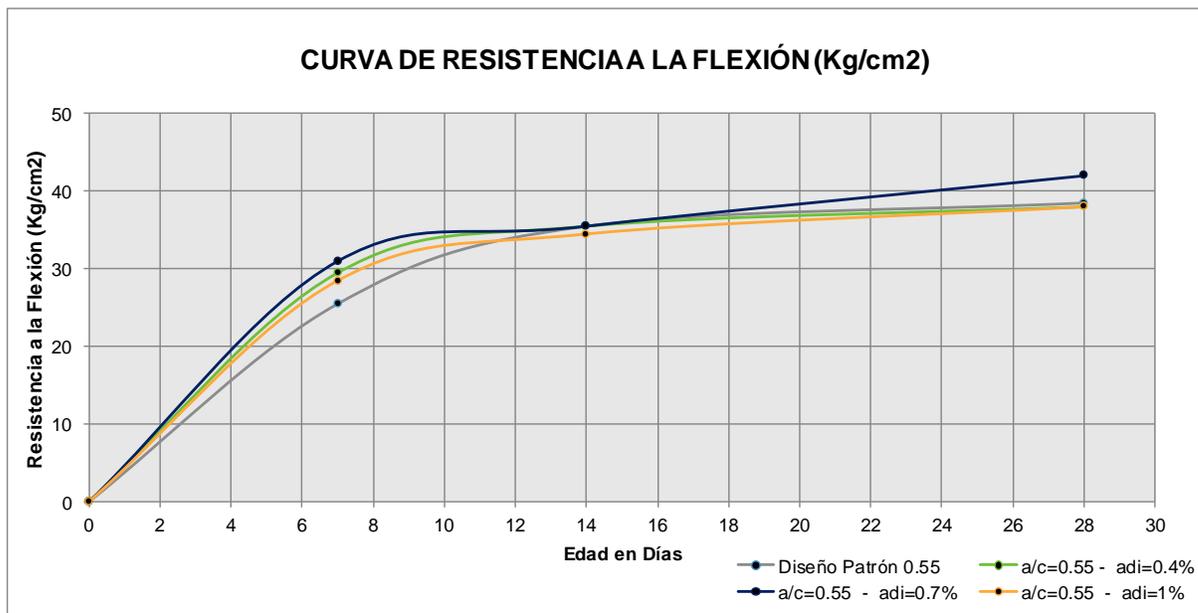


Gráfico 8 Curva de resistencia a la flexión relación agua/cemento de 0,55 con aditivo 0,4%; 0,7% y 1,0%

Fuente: Elaboración propia

Los ensayos a flexión correspondientes al diseño patrón de relación a/c 0,62 se observa en la Tabla 58 y Gráfico 9.

Tabla 58 Curva de resistencia a la flexión relación agua/cemento de 0,62 con aditivo 0,4%; 0,7% y 1,0%

DISEÑO CON RELACION AGUA/CEMENTO = 0.62				
Días	Diseño Patrón 0.62	a/c=0.62 - adi=0.4%	a/c=0.62 - adi=0.7%	a/c=0.62 - adi=1%
0	0	0	0	0
7	22	28	33	25
14	26	32	34	30
28	32	37	41	34

Fuente: Elaboración propia

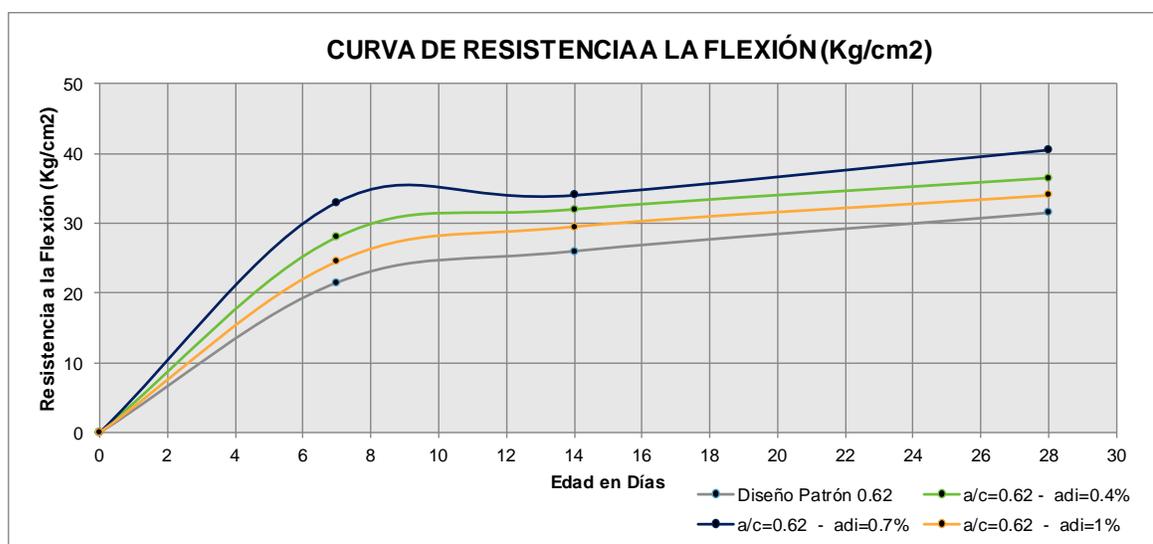


Gráfico 9 Curva de resistencia a la flexión relación agua/cemento de 0,62 con aditivo 0,4%; 0,7% y 1,0%

Fuente: Elaboración propia

## RESULTADOS DE SLUMP OBTENIDO PARA TODOS LOS DISEÑOS:

Se muestra el desarrollo del slump obtenido en los distintos diseños elaborados (ver Tabla 59).

Tabla 59 Resultado del Slump obtenidos en todos los diseños

TABLA DE RESULTADOS DE LOS DISTINTOS SLUMP OBTENIDOS EN LOS DISTINTOS DISEÑOS			
RELACIÓN AGUA / CEMENTO			
% ADITIVO	0.48	0.55	0.62
0.00%	6.75	7.25	7
0.40%	8	7.75	8
0.70%	8	8	8
1.00%	7.75	7	7

Fuente: Elaboración propia

- Se observa el desarrollo del slump de acuerdo al porcentaje de aditivo que se adiciona a la relación agua/cemento 0,48 (ver Gráfico 10).

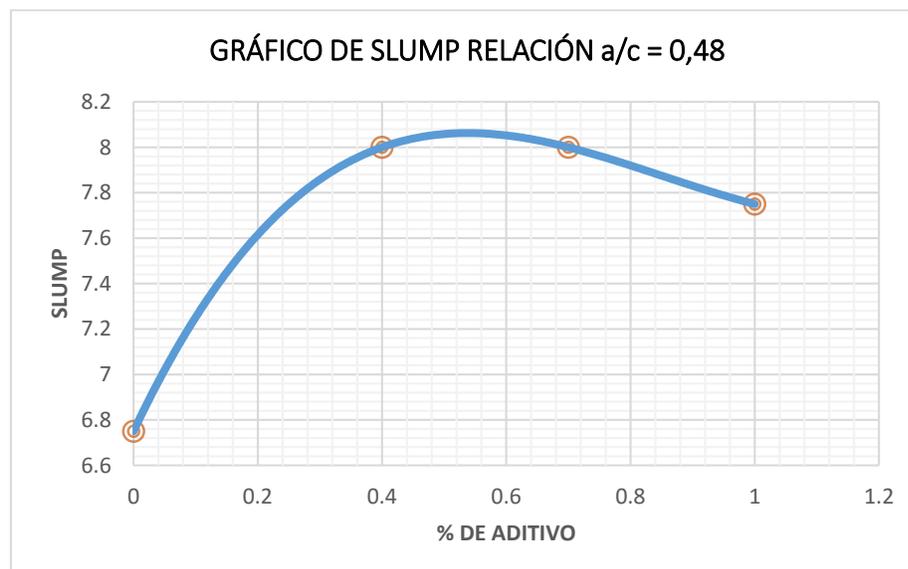


Gráfico 10 Resultado del Slump para la relación a/c = 0,48

Fuente: Elaboración propia

- Se observa el desarrollo del Slump de acuerdo al porcentaje de aditivo que se adiciona a la relación agua/cemento 0,55 (ver Gráfico 11).

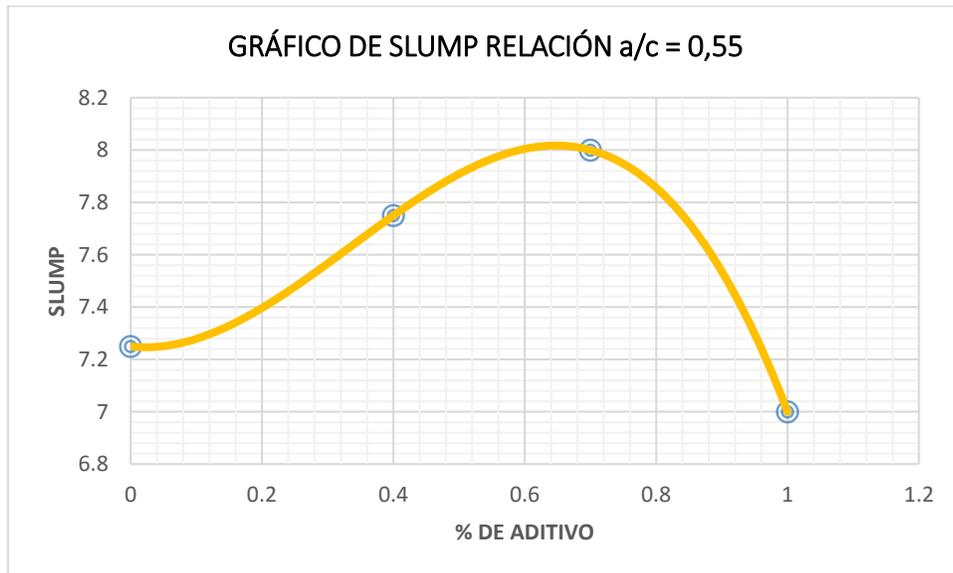
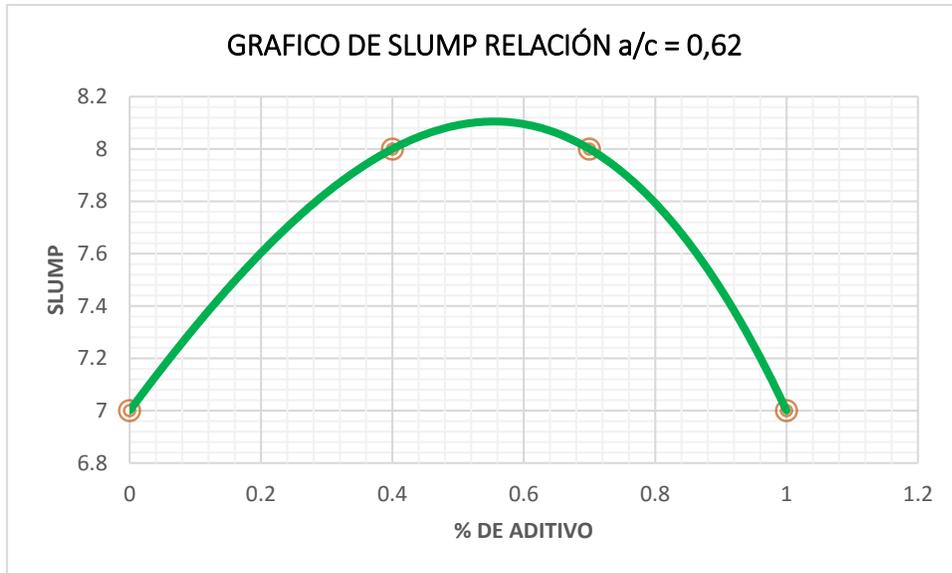


Gráfico 11 Resultado del Slump para la relación a/c = 0,55

Fuente: Elaboración propia

- Se observa el desarrollo del Slump de acuerdo al porcentaje de aditivo que se adiciona a la relación agua/cemento 0,62 (ver Gráfico 12).



**Gráfico 12 Resultado del Slump para la relación a/c = 0,62**  
**Fuente: Elaboración propia**

### 4.3 Contratación de Hipótesis

Para el análisis estadístico se tendrá el orden de acuerdo a la relación agua/cemento 0,48; 0,55 y 0,62 respectivamente.

#### **CONTRASTACION DE HIPOTESIS PARA LOS DISEÑOS CON RELACION AGUA/CEMENTO = 0,48**

El análisis se hará según la cantidad de aditivo que se adicionara al diseño patrón de 0,48, y estas serán comparadas entre sí para ver si hay alguna diferencia significativa, demostrándola estadísticamente y así definiremos la conveniencia de utilizar un aditivo con las características del Sika Viscocrete 3330.

A continuación se muestra los datos a analizar que corresponden a la relación a/c 0,48 (ver Tabla 60).

Tabla 60 Datos de resistencia a la compresión relación a/c = 0.48

<b>A/C = 0,48</b>	<b>A/C=0,48; ADITIVO=0,4%</b>	<b>A/C=0,48; ADITIVO=0,7%</b>	<b>A/C=0,48; ADITIVO=1,0%</b>
472,00	530,00	549,00	475,00
469,00	526,00	561,00	486,00
459,00	535,00	556,00	480,00

Fuente: Elaboración propia

Para determinar si existen diferencias significativas entre los diseños investigados con relación agua/cemento 0,48 analizaremos primero si los datos tienen una distribución normal (ver Tabla 61).

Tabla 61 Pruebas de normalidad relación a/c = 0.48

**Pruebas de normalidad**

Diseño relación agua/cemento = 0,48	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diseño relación a/c = 0,48	0,301	3	0	0,912	3	0,424
Diseño relación a/c = 0,48 con 0,4% de aditivo	0,196	3	0	0,996	3	0,878
Diseño relación a/c = 0,48 con 0,7% de aditivo	0,211	3	0	0,991	3	0,817
Diseño relación a/c = 0,48 con 1,0% de aditivo	0,191	3	0	0,997	3	0,900

Fuente: Elaboración propia

- A. Resultado para la prueba de normalidad de los datos de resistencia a la compresión con relación agua/cemento = 0,48.

El p-valor es de 0,424 > 0,05 esto nos dice que se acepta la hipótesis nula “La Distribución de los datos de resistencia a la compresión con relación agua/cemento 0,48 **tiene una distribución normal**”

- B. Resultado para la prueba de normalidad de los datos de resistencia a la compresión con relación agua/cemento = 0,48 y aditivo = 0,4%.

El p-valor es de 0,878 > 0,05 esto nos dice que se acepta la hipótesis nula “La Distribución de los datos de resistencia a la compresión con relación agua/cemento 0,48 y Aditivo 0,4% **tiene una distribución normal.**”

C. Resultado para la prueba de normalidad de los datos de resistencia a la compresión con relación agua/cemento = 0,48 y aditivo = 0,7%.

El p-valor es de 0,817 > 0,05 esto nos dice que se acepta la hipótesis nula “La Distribución de los datos de resistencia a la compresión con relación agua/cemento 0,48 y aditivo 0,7% **tiene una distribución normal**”

D. Resultado para la prueba de normalidad de los datos de resistencia a la compresión con relación agua/cemento = 0,48 y aditivo = 1,0%.

El p-valor es de 0,900 > 0,05 esto nos dice que se acepta la hipótesis nula “La Distribución de los datos de resistencia a la compresión con relación agua/cemento 0,48 y aditivo 1,0% **tiene una distribución normal**”

Como los datos de diferentes diseños **tienen una distribución normal** y deseamos comparar cuál de ellos es el mejor y ver si entre ellos hay diferencias significativas, para esto usamos Anova de un Factor (ver Tabla 62).

Tabla 62 Anova de un factor relación a/c = 0,48

<b>ANOVA de un factor</b>					
<b>Resistencia a la compresión</b>					
	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Inter-grupos	15 639,000	3	5213,000	156,390	0,000
Intra-grupos	266,667	8	33,333		
Total	15 905,667	11			

Fuente: Elaboración propia

El Sig. del ANOVA de un factor es  $0,000 < 0,05$ ; por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna: “por lo menos una de las medias aritméticas de los puntajes obtenidos en la resistencia a la compresión con dosificación de aditivo al 0,4%, aditivos al 0,7%, aditivos al 1%, y el diseño patrón con una relación agua cemento 0,48 y 0,0% de aditivo **es diferente** a por lo menos una de las otras obtenidas a los 28 días”

Para saber que media difiere de un diseño con respecto a otro diseño, bajo la misma relación agua/cemento debemos utilizar un tipo de contraste denominados comparaciones post hoc. Estas comparaciones permiten controlar la tasa de error al efectuar varios contrastes utilizando las mismas medias, es decir, permiten controlar la probabilidad de cometer errores de tipo I al tomar varias decisiones (ver Tabla 63).

**Tabla 63 Comparaciones múltiples relación a/c = 0,48**  
**Comparaciones múltiples**  
**Resistencia a la compresión**

Diseño relación a/c 0,48	Diseño relación a/c 0,48	Diferencia de medias	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%			
					Limite inferior	Limite superior		
<b>HSD Tukery</b>	Diseño relación a/c 0,48	Diseño relación a/c 0,48 con 0,4% de aditivo	-63,66667	4,71405	0,000	-78,7627	-48,570	
		Diseño relación a/c 0,48 con 0,7% de aditivo	-88,66667	4,71405	0,000	-103,7627	-73,570	
		Diseño relación a/c 0,48 con 1,0% de aditivo	-13,66667	4,71405	0,077	-28,7627	1,429	
	Diseño relación a/c 0,48 con 0,4% de aditivo	Diseño relación a/c 0,48	63,66667	4,71405	0,000	48,5705	78,7627	
		Diseño relación a/c 0,48 con 0,7% de aditivo	-25,00000	4,71405	0,003	-40,0960	-9,9040	
		Diseño relación a/c 0,48 con 1,0% de aditivo	50,00000	4,71405	0,000	34,9040	65,0960	
	Diseño relación a/c 0,48 con 0,7% de aditivo	Diseño relación a/c 0,48	88,66667	4,71405	0,000	73,5705	103,762	
		Diseño relación a/c 0,48 con 0,4% de aditivo	25,00000	4,71405	0,003	9,9040	40,096	
		Diseño relación a/c 0,48 con 1,0% de aditivo	75,00000	4,71405	0,000	59,9040	90,096	
	Diseño relación a/c 0,48 con 1,0% de aditivo	Diseño relación a/c 0,48	13,66667	4,71405	0,077	-1,4294	28,762	
		Diseño relación a/c 0,48 con 0,4% de aditivo	-50,00000	4,71405	0,000	-65,0960	-34,904	
		Diseño relación a/c 0,48 con 0,7% de aditivo	-75,00000	4,71405	0,000	-90,0960	-59,904	
	<b>Scheffé</b>	Diseño relación a/c 0,48	Diseño relación a/c 0,48 con 0,4% de aditivo	-63,66667	4,71405	0,000	-80,1311	-47,2022
			Diseño relación a/c 0,48 con 0,7% de aditivo	-88,66667	4,71405	0,000	-105,1311	-72,2022
			Diseño relación a/c 0,48 con 1,0% de aditivo	-13,66667	4,71405	0,108	-30,1311	2,7978
Diseño relación a/c 0,48 con 0,4% de aditivo		Diseño relación a/c 0,48	63,66667	4,71405	0,000	47,2022	80,1311	
		Diseño relación a/c 0,48 con 0,7% de aditivo	-25,00000	4,71405	0,005	-41,4645	-8,5355	
		Diseño relación a/c 0,48 con 1,0% de aditivo	50,00000	4,71405	0,000	33,5355	66,4645	
Diseño relación a/c 0,48 con 0,7% de aditivo		Diseño relación a/c 0,48	88,66667	4,71405	0,000	72,2022	105,1311	
		Diseño relación a/c 0,48 con 0,4% de aditivo	25,00000	4,71405	0,005	8,5355	41,4645	
		Diseño relación a/c 0,48 con 1,0% de aditivo	75,00000	4,71405	0,000	58,5355	91,4645	
Diseño relación a/c 0,48 con 1,0% de aditivo		Diseño relación a/c 0,48	13,66667	4,71405	0,108	-2,7978	30,1311	
		Diseño relación a/c 0,48 con 0,4% de aditivo	-50,00000	4,71405	0,000	-66,4645	-33,5355	
		Diseño relación a/c 0,48 con 0,7% de aditivo	-75,00000	4,71405	0,000	-91,4645	-58,5355	

Fuente: Elaboración propia

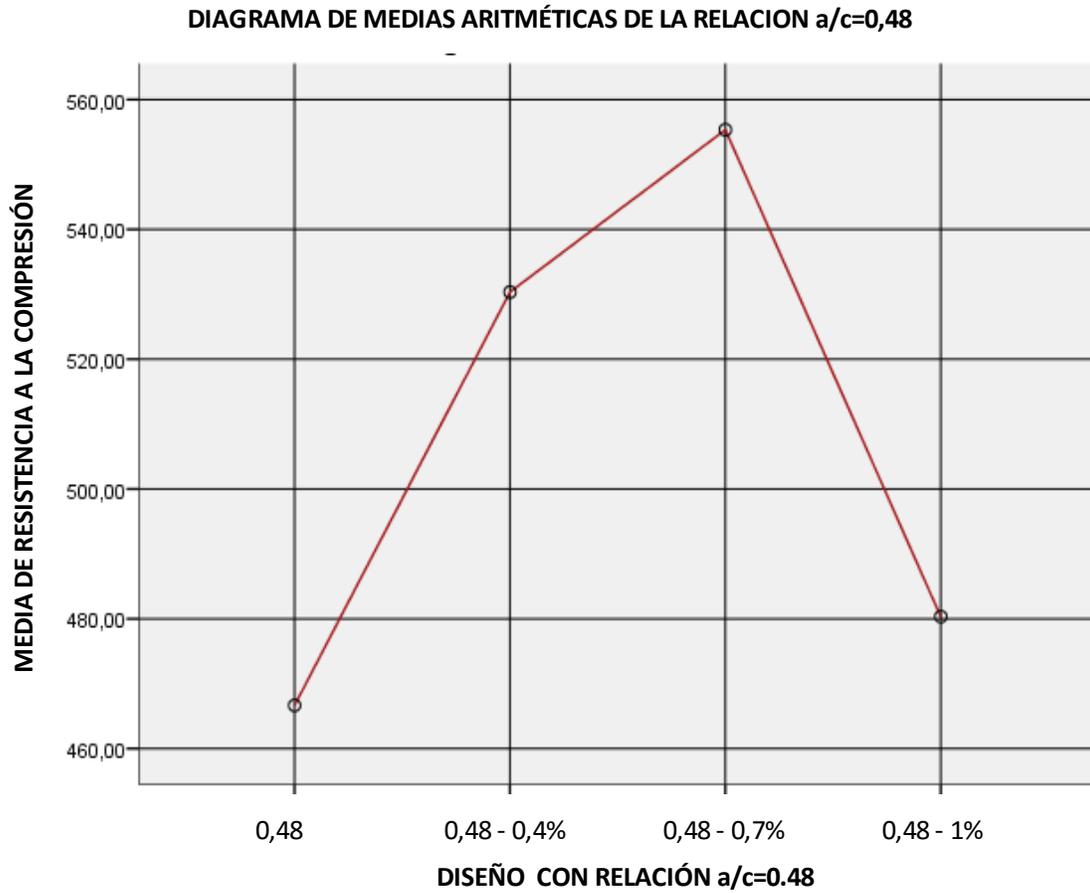
Analizaremos primero con la prueba Post Hoc HSD Tukey, el cual nos arroja que:

- a) Que si existen diferencias significativas entre el diseño de relación agua/cemento 0,48 y el diseño con aditivo al 0,4% con un p-valor  $0,000 < 0,05$
- b) Que si existen diferencias significativas entre el diseño de relación agua/cemento 0,48 y el diseño con aditivo al 0,7% con un p-valor  $0,000 < 0,05$
- c) Que si existen diferencias significativas entre el diseño con aditivo al 0,4% y el diseño con aditivo al 0,7% con un p-valor  $0,003 < 0,05$
- d) Que si existen diferencias significativas entre el diseño con aditivo al 0,4% y el diseño con aditivo al 1,0% con un p-valor  $0,000 < 0,05$
- e) Que si existen diferencias significativas entre el diseño con aditivo al 0,7% y el diseño con aditivo al 1,0% con un p-valor  $0,000 < 0,05$

Ahora analizaremos con la prueba Post Hoc Scheffé, el cual nos comprobara los resultados obtenidos en la prueba HSD Tukey:

- a) Que si existen diferencias significativas entre el diseño de relación agua/cemento 0,48 y el diseño con aditivo al 0,4% con un p-valor  $0,000 < 0,05$
- b) Que si existen diferencias significativas entre el diseño de relación agua/cemento 0,48 y el diseño con aditivo al 0,7% con un p-valor  $0,000 < 0,05$
- c) Que si existen diferencias significativas entre el diseño con aditivo al 0,4% y el diseño con aditivo al 0,7% con un p-valor  $0,005 < 0,05$
- d) Que si existen diferencias significativas entre el diseño con aditivo al 0,4% y el diseño con aditivo al 1,0% con un p-valor  $0,000 < 0,05$
- e) Que si existen diferencias significativas entre el diseño con aditivo al 0,7% y el diseño con aditivo al 1,0% con un p-valor  $0,000 < 0,05$

Como se puede ver estas dos Pruebas Post Hoc HSD Tukey, Post Hoc Scheffé comprueban el análisis de que si hay diferencias significativas entre grupos de diseños (ver Gráfico 13).



**Gráfico 13 Diagrama de medias aritméticas para la relación  $a/c = 0,48$**   
Fuente: Elaboración propia

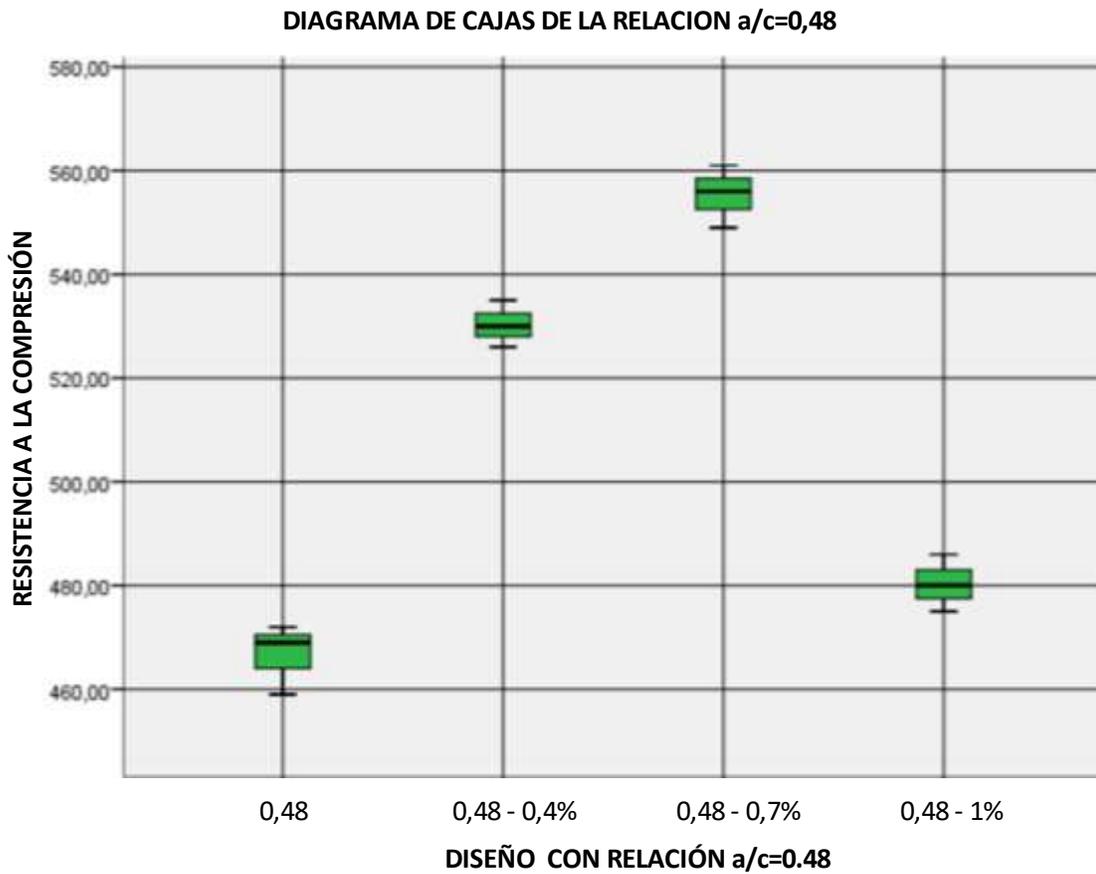


Gráfico 14 Diagrama de cajas para la relación a/c = 0,48  
Fuente: Elaboración propia

En el diagrama de caja nos arroja los valores de la mediana de cada uno de los Diseños comparándolos dos a dos y ver cuál de ellos es el mejor (ver Gráfico 14).

## CONTRASTACION DE HIPÓTESIS PARA LOS DISEÑOS CON RELACIÓN AGUA/CEMENTO = 0,55

El análisis se hará según la cantidad de aditivo que se adicionara al diseño patrón de 0,55 y éstas serán comparadas entre sí para ver si hay alguna diferencia significativa, demostrándola estadísticamente y así definiremos la conveniencia de utilizar aditivo con las características del Sika Viscocrete 3330.

A continuación mostramos los datos a analizar que corresponden a la relación a/c 0,55 (ver Tabla 64).

Tabla 64 Datos de resistencia a la compresión relación a/c = 0,55

A/C = 0,55	A/C=0,55; ADITIVO=0,4%	A/C=0,55; ADITIVO=0,7%	A/C=0,55; ADITIVO=1,0%
390,00	415,00	445,00	399,00
375,00	425,00	458,00	403,00
380,00	420,00	450,00	405,00

Fuente: Elaboración propia

Para determinar si existen diferencias significativas entre los diseños investigados con relación agua/cemento 0,55 analizaremos primero si los datos tienen una distribución normal (ver Tabla 65).

Tabla 65 Pruebas de normalidad relación a/c = 0,55

**Pruebas de normalidad**

Diseño relación agua/cemento = 0,55	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diseño relación a/c = 0,55	0,253	3	0,000	0,964	3	0,637
Diseño relación a/c = 0,55 con 0,4% de aditivo	0,175	3	0,000	1,000	3	1,000
Diseño relación a/c = 0,55 con 0,7% de aditivo	0,227	3	0,000	0,983	3	0,747
Diseño relación a/c = 0,55 con 1,0% de aditivo	0,253	3	0,000	0,964	3	0,637

Fuente: Elaboración propia

A. Resultado para la prueba de normalidad de los datos de resistencia a la compresión con relación agua/cemento = 0,55.

El p-valor es de 0,637 > 0,05 esto nos dice que se acepta la hipótesis nula “La Distribución de los datos de resistencia a la compresión con relación agua/cemento 0,55 **tiene una distribución normal**”

B. Resultado para la prueba de normalidad de los datos de resistencia a la compresión con relación agua/cemento = 0,55 y aditivo = 0,4%.

El p-valor es de 1,000 > 0,05 esto nos dice que se acepta la hipótesis nula “La Distribución de los datos de resistencia a la compresión con relación agua/cemento 0,55 y aditivo 0,4% tiene una distribución normal.”

C. Resultado para la prueba de normalidad de los datos de resistencia a la compresión con relación agua/cemento = 0,55 y aditivo = 0,7%.

El p-valor es de  $0,747 > 0,05$  esto nos dice que se acepta la hipótesis nula “La Distribución de los datos de resistencia a la compresión con relación agua/cemento 0,55 y aditivo 0,7% tiene una distribución normal”

D. Resultado para la prueba de normalidad de los datos de resistencia a la compresión con relación agua/cemento = 0,55 y aditivo = 1,0%.

El p-valor es de  $0,637 > 0,05$  esto nos dice que se acepta la hipótesis nula “La Distribución de los datos de resistencia a la compresión con relación agua/cemento 0,55 y aditivo 1,0% tiene una distribución normal”

Como los datos de diferentes diseños **tienen una distribución normal** y deseamos comparar cuál de ellos es mejor y ver si entre ellos hay diferencias significativas, para esto usamos Anova de un Factor (ver Tabla 66).

Tabla 66 Anova de un factor relación a/c = 0,55

<b>ANOVA de un factor</b>					
<b>Resistencia a la compresión</b>					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	7 758,917	3	2 586,306	76,255	0,000
Intra-grupos	271,333	8	33,917		
Total	8 030,250	11			

Fuente: Elaboración propia

El Sig. del ANOVA de un factor es  $0,000 < 0,05$ ; por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna: “por lo menos una de las medias aritméticas de los puntajes obtenidos en la resistencia a la

compresión con dosificación de aditivo al 0,4%; aditivos al 0,7%; aditivos al 1,0%, y el diseño patrón con una relación agua/cemento 0,55 y 0,0% de aditivo **es diferente** a por lo menos una de las otras obtenidas a los 28 días”

Para saber que media difiere de un diseño con respecto a otro diseño, bajo la misma relación agua/cemento debemos utilizar un tipo de contraste denominados comparaciones post hoc. Estas comparaciones permiten controlar la tasa de error al efectuar varios contrastes utilizando las mismas medias, es decir, permiten controlar la probabilidad de cometer errores de tipo I al tomar varias decisiones (ver Tabla 67).

**Tabla 67 Comparaciones múltiples relación a/c = 0,55**

**Comparaciones múltiples  
Resistencia a la compresión**

Diseño relación a/c 0,55	Diseño relación a/c 0,48	Diferencia de medias	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
					Límite inferior	Límite superior	
<b>HSD Tukery</b>	Diseño relación a/c 0,55	Diseño relación a/c 0,55 con 0,4% de aditivo	-38,33333	4,75511	0,000	-53,5609	-23,1058
		Diseño relación a/c 0,55 con 0,7% de aditivo	-69,33333	4,75511	0,000	-84,5609	-54,1058
		Diseño relación a/c 0,55 con 1,0% de aditivo	-20,66667	4,75511	0,011	-35,8942	-5,4391
	Diseño relación a/c 0,55 con 0,4% de aditivo	Diseño relación a/c 0,55	38,33333	4,75511	0,000	23,1058	53,5609
		Diseño relación a/c 0,55 con 0,7% de aditivo	-31,00000	4,75511	0,001	-46,2275	-15,7725
		Diseño relación a/c 0,55 con 1,0% de aditivo	17,66667	4,75511	0,024	2,4391	32,8942
	Diseño relación a/c 0,55 con 0,7% de aditivo	Diseño relación a/c 0,55	69,33333	4,75511	0,000	54,1058	84,5609
		Diseño relación a/c 0,55 con 0,4% de aditivo	31,00000	4,75511	0,001	15,7725	46,2275
		Diseño relación a/c 0,55 con 1,0% de aditivo	48,66667	4,75511	0,000	33,4391	63,8942
	Diseño relación a/c 0,55 con 1,0% de aditivo	Diseño relación a/c 0,55	20,66667	4,75511	0,011	5,4391	35,8942
		Diseño relación a/c 0,55 con 0,4% de aditivo	-17,66667	4,75511	0,024	-32,8942	-2,4391
		Diseño relación a/c 0,55 con 0,7% de aditivo	-48,66667	4,75511	0,000	-63,8942	-33,4391
<b>Scheffé</b>	Diseño relación a/c 0,55	Diseño relación a/c 0,55 con 0,4% de aditivo	-38,33333	4,75511	0,000	-54,9412	-21,7254
		Diseño relación a/c 0,55 con 0,7% de aditivo	-69,33333	4,75511	0,000	-85,9412	-52,7254
		Diseño relación a/c 0,55 con 1,0% de aditivo	-20,66667	4,75511	0,017	-37,2746	-4,0588
	Diseño relación a/c 0,55 con 0,4% de aditivo	Diseño relación a/c 0,55	38,33333	4,75511	0,000	21,7254	54,9412
		Diseño relación a/c 0,55 con 0,7% de aditivo	-31,00000	4,75511	0,001	-47,6079	-14,3921
		Diseño relación a/c 0,55 con 1,0% de aditivo	17,66667	4,75511	0,037	1,0588	34,2746
	Diseño relación a/c 0,55 con 0,7% de aditivo	Diseño relación a/c 0,55	69,33333	4,75511	0,000	52,7254	85,9412
		Diseño relación a/c 0,55 con 0,4% de aditivo	31,00000	4,75511	0,001	14,3921	47,6079
		Diseño relación a/c 0,55 con 1,0% de aditivo	48,66667	4,75511	0,000	32,0588	65,2746
	Diseño relación a/c 0,55 con 1,0% de aditivo	Diseño relación a/c 0,55	20,66667	4,75511	0,017	4,0588	37,2746
		Diseño relación a/c 0,55 con 0,4% de aditivo	-17,66667	4,75511	0,037	-34,2746	-1,0588
		Diseño relación a/c 0,55 con 0,7% de aditivo	-48,66667	4,75511	0,000	-65,2746	-32,0588

Fuente: Elaboración propia

Analizaremos primero con la prueba Post Hoc HSD Tukey, el cual nos arroja que:

- a) Que si existen diferencias significativas entre el diseño de relación agua/cemento 0,55 y el diseño con aditivo al 0,4% con un p-valor  $0,000 < 0,05$
- b) Que si existen diferencias significativas entre el diseño de relación agua/cemento 0,55 y el diseño con aditivo al 0,7% con un p-valor  $0,000 < 0,05$
- c) Que si existen diferencias significativas entre el diseño de relación agua/cemento 0,55 y el diseño con aditivo al 1,0% con un p-valor  $0,011 < 0,05$
- d) Que si existen diferencias significativas entre el diseño con aditivo al 0,4% y el diseño con aditivo al 0,7% con un p-valor  $0,000 < 0,05$
- e) Que si existen diferencias significativas entre el diseño con aditivo al 0,4% y el diseño con aditivo al 1,0% con un p-valor  $0,024 < 0,05$
- f) Que si existen diferencias significativas entre el diseño con aditivo al 0,7% y el diseño con aditivo al 1,0% con un p-valor  $0,000 < 0,05$

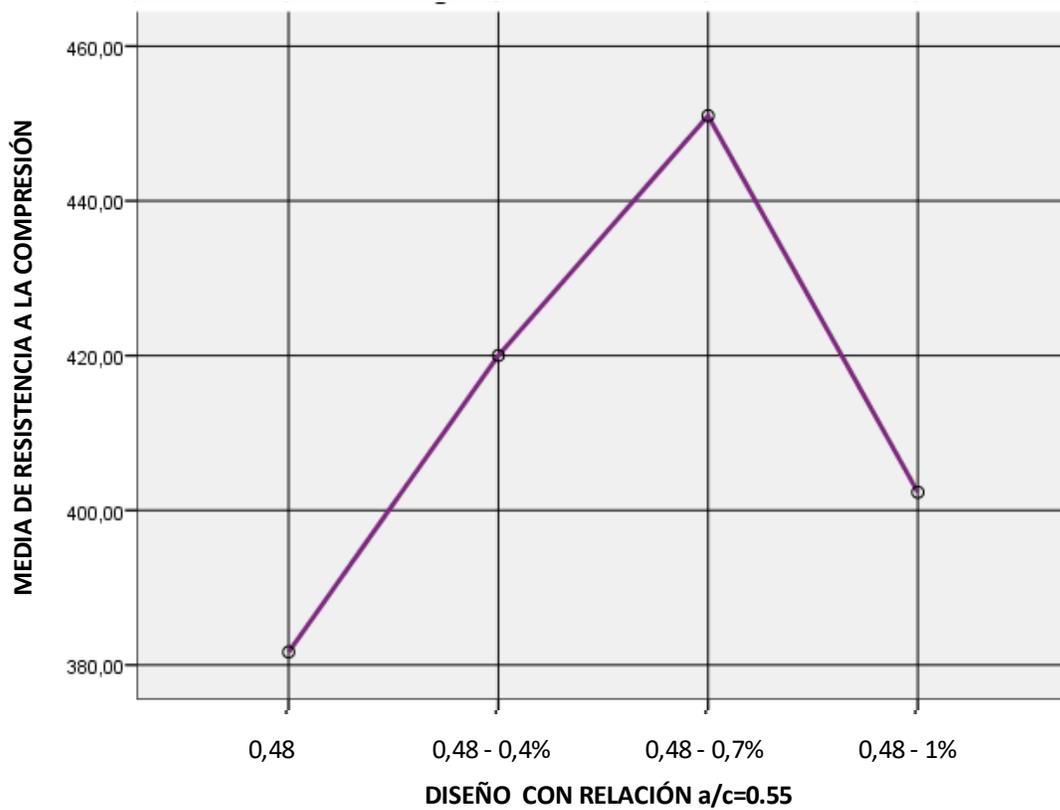
Ahora analizaremos con la prueba Post Hoc Scheffé, el cual nos comprobara los resultados obtenidos en la prueba HSD Tukey:

- a) Que si existen diferencias significativas entre el diseño de relación agua/cemento 0,55 y el diseño con aditivo al 0,4% con un p-valor  $0,000 < 0,05$
- b) Que si existen diferencias significativas entre el diseño de relación agua/cemento 0,55 y el diseño con aditivo al 0,7% con un p-valor  $0,000 < 0,05$
- c) Que si existen diferencias significativas entre el diseño de relación agua/cemento 0,55 y el diseño con aditivo al 1,0% con un p-valor  $0,017 < 0,05$

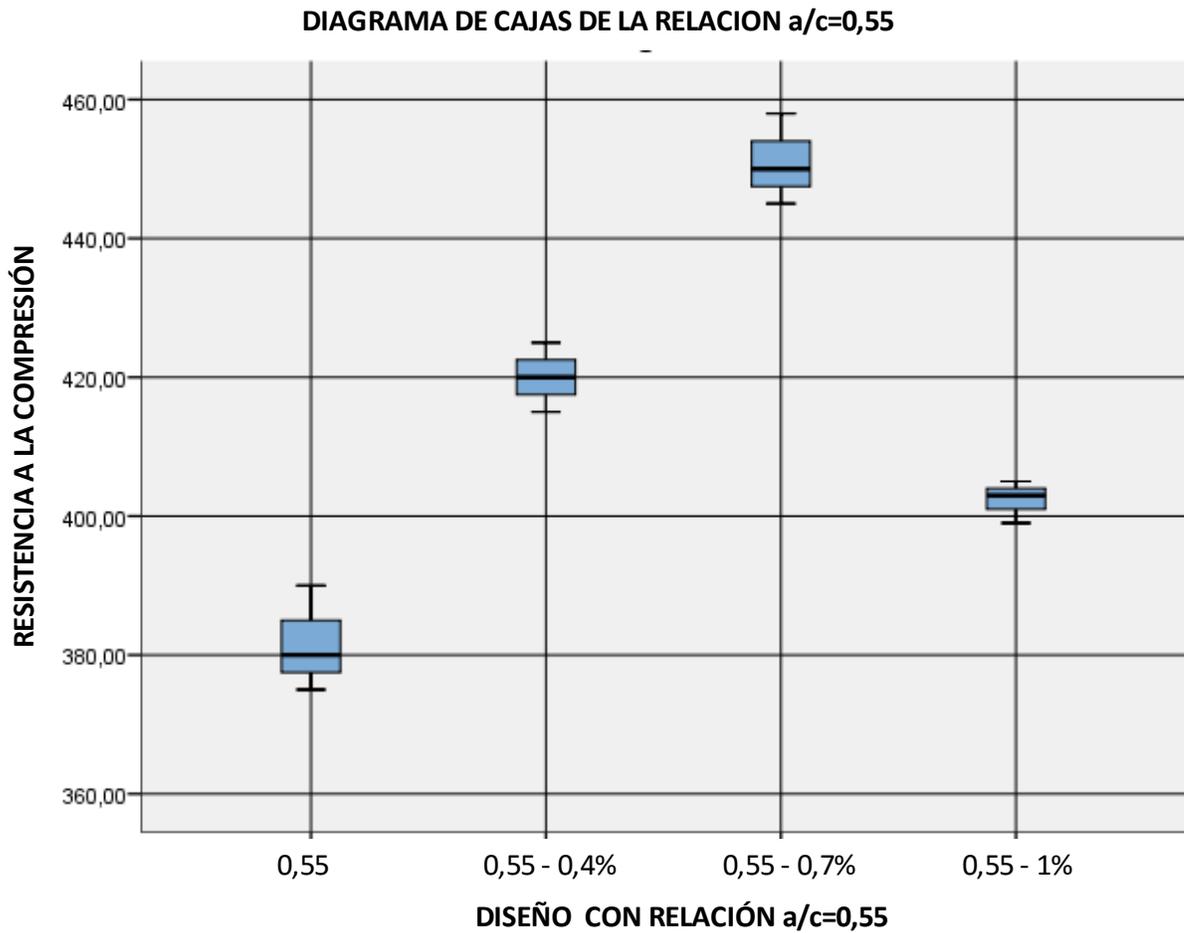
- d) Que si existen diferencias significativas entre el diseño con aditivo al 0,4% y el diseño con aditivo al 1,0% con un p-valor  $0,001 < 0,05$
- e) Que si existen diferencias significativas entre el diseño con aditivo al 0,4% y el diseño con aditivo al 1,0% con un p-valor  $0,037 < 0,05$
- f) Que si existen diferencias significativas entre el diseño con aditivo al 0,7% y el diseño con aditivo al 1,0% con un p-valor  $0,000 < 0,05$

Como se puede ver estas dos Pruebas Post Hoc HSD Tukey, Post Hoc Scheffé comprueban el análisis de que si hay diferencias significativas entre grupos de diseños (ver Gráfico 15).

**DIAGRAMA DE MEDIAS ARITMÉTICAS DE LA RELACION a/c=0,55**



**Gráfico 15 Diagrama de medias aritméticas para la relación a/c = 0,55**  
Fuente: Elaboración propia



**Gráfico 16 Diagrama de cajas para la relación a/c = 0,55**  
 Fuente: Elaboración propia

En el diagrama de caja nos arroja los valores de la mediana de cada uno de los diseños comparándolos dos a dos y ver cuál de ellos es el mejor (ver Gráfico 16).

## CONTRASTACION DE HIPÓTESIS PARA LOS DISEÑOS CON RELACIÓN AGUA/CEMENTO = 0,62

El análisis se hará según la cantidad de aditivo que se adicionara al diseño patrón de 0,62 y éstas serán comparadas entre sí para ver si hay alguna diferencia significativa, demostrándola estadísticamente y así definiremos la conveniencia de utilizar un aditivo con las características del Sika Viscocrete 3330.

A continuación mostramos los datos a analizar que corresponden a la relación a/c 0,62 (ver Tabla 68).

**Tabla 68 Datos de resistencia a la compresión relación a/c = 0,62**

A/C = 0,62	A/C=0,62; ADITIVO=0,4%	A/C=0,62; ADITIVO=0,7%	A/C=0,62; ADITIVO=1,0%
354,00	371,00	397,00	355,00
350,00	371,00	406,00	360,00
353,00	385,00	404,00	369,00

Fuente: Elaboración propia

Para determinar si existen diferencias significativas entre los diseños investigados con Relación Agua/Cemento 0,62 analizaremos primero si los datos tienen una distribución normal (ver Tabla 69).

Tabla 69 Pruebas de normalidad relación a/c = 0,62

**Pruebas de normalidad**

Diseño Relación Agua/Cemento = 0,62	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístic o	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diseño relación a/c = 0,62	0,292	3	0	0,923	3	0,463
Diseño relación a/c = 0,62 con 0,4% de aditivo	0,385	3	0	0,750	3	0,000
Diseño relación a/c = 0,62 con 0,7% de aditivo	0,304	3	0	0,907	3	0,407
Diseño relación a/c = 0,62 con 1,0% de aditivo	0,241	3	0	0,974	3	0,688

Fuente: Elaboración propia

A. Resultado para la prueba de normalidad de los datos de resistencia a la compresión con relación agua/cemento = 0,62.

El p-valor  $0,463 > 0,05$  esto nos dice que se acepta la hipótesis nula “La Distribución de los datos de resistencia a la compresión con relación agua/cemento 0,62 **tiene una distribución normal**”

B. Resultado para la prueba de normalidad de los datos de resistencia a la compresión con relación agua/cemento = 0,62 y aditivo = 0,7%

El p-valor  $0,407 > 0,05$  esto nos dice que se acepta la hipótesis nula “La Distribución de los datos de resistencia a la compresión con relación agua/cemento 0,62 y aditivo al 0,7% tiene una distribución normal”

C. Resultado para la prueba de normalidad de los datos de resistencia a la compresión con relación agua/cemento = 0,62 y aditivo = 1,0%

El p-valor  $0,688 > 0,05$  esto nos dice que se acepta la hipótesis nula “La Distribución de los datos de resistencia a la compresión con relación agua/cemento 0,62 y aditivo al 1,0% tiene una distribución normal”

Como los datos de diferentes diseños **tienen una distribución normal (salvo el diseño con aditivo al 0,4%)** y deseamos comparar cuál de ellos es el mejor y ver si entre ellos hay diferencias significativas, para esto usamos Anova de un Factor (ver Tabla 70).

Tabla 70 Anova de un factor relación a/c = 0,62

<b>ANOVA de un factor</b>					
<b>Resistencia a la compresión</b>					
	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Inter-grupos	4 292,250	3	1 430,750	40,208	0,000
Intra-grupos	284,667	8	35,583		
Total	4 576,917	11			

Fuente: Elaboración propia

El sig. del ANOVA de un factor es  $0,000 < 0,05$ , por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna: “Por lo menos una de las medias aritméticas de los puntajes obtenidos en la resistencia con dosificación de aditivo al 0,4%; aditivos al 0,7%; aditivos al 1,0%; y el diseño patrón con una relación agua/cemento 0,62 **es diferente** a por lo menos una de las otras obtenidas a los 28 días”

Para saber que media difiere de un diseño con respecto a otro diseño, bajo la misma relación agua/cemento debemos utilizar un tipo de contraste denominados comparaciones post hoc. Estas comparaciones permiten

controlar la tasa de error al efectuar varios contrastes utilizando las mismas medias, es decir, permiten controlar la probabilidad de cometer errores de tipo I al tomar varias decisiones (ver Tabla 71).

**Tabla 71 Comparaciones múltiples relación a/c = 0,62**

**Comparaciones múltiples  
Resistencia a la compresión**

Diseño relación a/c 0,62		Diseño relación a/c 0,62	Diferencia de medias	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
<b>HSD Tukey</b>	Diseño relación a/c 0,62	Diseño relación a/c 0,62 con 0,4% de aditivo	-23,33333	4,87055	0,006	-38,9305	-7,7361
		Diseño relación a/c 0,62 con 0,7% de aditivo	-50,00000	4,87055	0,000	-65,5972	-34,4028
		Diseño relación a/c 0,62 con 1,0% de aditivo	-9,00000	4,87055	0,320	-24,5972	6,5972
	Diseño relación a/c 0,62 con 0,4% de aditivo	Diseño relación a/c 0,62	23,33333	4,87055	0,006	7,7361	38,9305
		Diseño relación a/c 0,62 con 0,7% de aditivo	-26,66667	4,87055	0,003	-42,2639	-11,0695
		Diseño relación a/c 0,62 con 1,0% de aditivo	14,33333	4,87055	0,072	-1,2639	29,9305
	Diseño relación a/c 0,62 con 0,7% de aditivo	Diseño relación a/c 0,62	50,00000	4,87055	0,000	34,4028	65,5972
		Diseño relación a/c 0,62 con 0,4% de aditivo	26,66667	4,87055	0,003	11,0695	42,2639
		Diseño relación a/c 0,62 con 1,0% de aditivo	41,00000	4,87055	0,000	25,4028	56,5972
	Diseño relación a/c 0,62 con 1,0% de aditivo	Diseño relación a/c 0,62	9,00000	4,87055	0,320	-6,5972	24,5972
		Diseño relación a/c 0,62 con 0,4% de aditivo	-14,33333	4,87055	0,072	-29,9305	1,2639
		Diseño relación a/c 0,62 con 0,7% de aditivo	-41,00000	4,87055	0,000	-56,5972	-25,4028
<b>Scheffé</b>	Diseño relación a/c 0,62	Diseño relación a/c 0,62 con 0,4% de aditivo	-23,33333	4,87055	0,010	-40,3444	-6,3223
		Diseño relación a/c 0,62 con 0,7% de aditivo	-50,00000	4,87055	0,000	-67,0111	-32,9889
		Diseño relación a/c 0,62 con 1,0% de aditivo	-9,00000	4,87055	0,390	-26,0111	8,0111
	Diseño relación a/c 0,62 con 0,4% de aditivo	Diseño relación a/c 0,62	23,33333	4,87055	0,010	6,3223	40,3444
		Diseño relación a/c 0,62 con 0,7% de aditivo	-26,66667	4,87055	0,004	-43,6777	-9,6556
		Diseño relación a/c 0,62 con 1,0% de aditivo	14,33333	4,87055	0,102	-2,6777	31,3444
	Diseño relación a/c 0,62 con 0,7% de aditivo	Diseño relación a/c 0,62	50,00000	4,87055	0,000	32,9889	67,0111
		Diseño relación a/c 0,62 con 0,4% de aditivo	26,66667	4,87055	0,004	9,6556	43,6777
		Diseño relación a/c 0,62 con 1,0% de aditivo	41,00000	4,87055	0,000	23,9889	58,0111
	Diseño relación a/c 0,62 con 1,0% de aditivo	Diseño relación a/c 0,62	9,00000	4,87055	0,390	-8,0111	26,0111
		Diseño relación a/c 0,62 con 0,4% de aditivo	-14,33333	4,87055	0,102	-31,3444	2,6777
		Diseño relación a/c 0,62 con 0,7% de aditivo	-41,00000	4,87055	0,000	-58,0111	-23,9889

Fuente: Elaboración propia

Analizaremos primero con la prueba Post Hoc HSD Tukey, el cual nos arroja que:

- a) Que si existen diferencias significativas entre el diseño de relación agua/cemento 0,62 y el diseño con aditivo al 0,4% con un p-valor  $0,006 < 0,05$
- b) Que si existen diferencias significativas entre el diseño de relación agua/cemento 0,62 y el diseño con aditivo al 0,7% con un p-valor  $0,000 < 0,05$
- c) Que si existen diferencias significativas entre el diseño con aditivo al 0,4% y el diseño con aditivo al 0,7% con un p-valor  $0,003 < 0,05$
- d) Que si existen diferencias significativas entre el diseño con aditivo al 0,7% y el diseño con aditivo al 1,0% con un p-valor  $0,000 < 0,05$

Ahora analizaremos con la prueba Post Hoc Scheffé, el cual nos comprobara los resultados obtenidos en la prueba HSD Tukey:

- a) Que si existen diferencias significativas entre el diseño de relación agua/cemento 0,62 y el diseño con aditivo al 0,4% con un p-valor  $0,010 < 0,05$
- b) Que si existen diferencias significativas entre el diseño de relación agua/cemento 0,62 y el diseño con aditivo al 0,7% con un p-valor  $0,000 < 0,05$
- c) Que si existen diferencias significativas entre el diseño con aditivo al 0,4% y el diseño con aditivo al 0,7% con un p-valor  $0,004 < 0,05$
- d) Que si existen diferencias significativas entre el diseño con aditivo al 0,7% y el diseño con aditivo al 1,0% con un p-valor  $0,000 < 0,05$

Como se puede ver estas dos Pruebas Post Hoc HSD Tukey, Post Hoc Sheffe comprueban el análisis de que si hay diferencias significativas intragrupos (ver Gráfico 17).

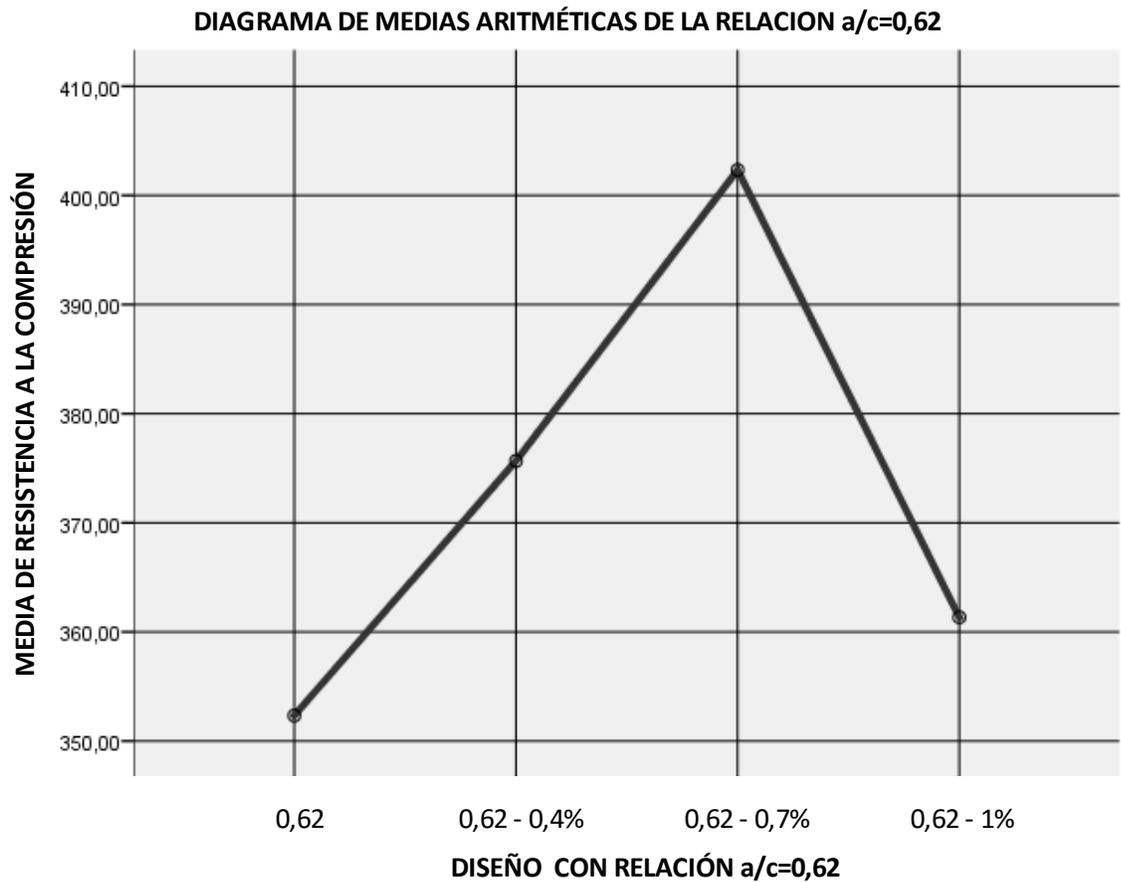
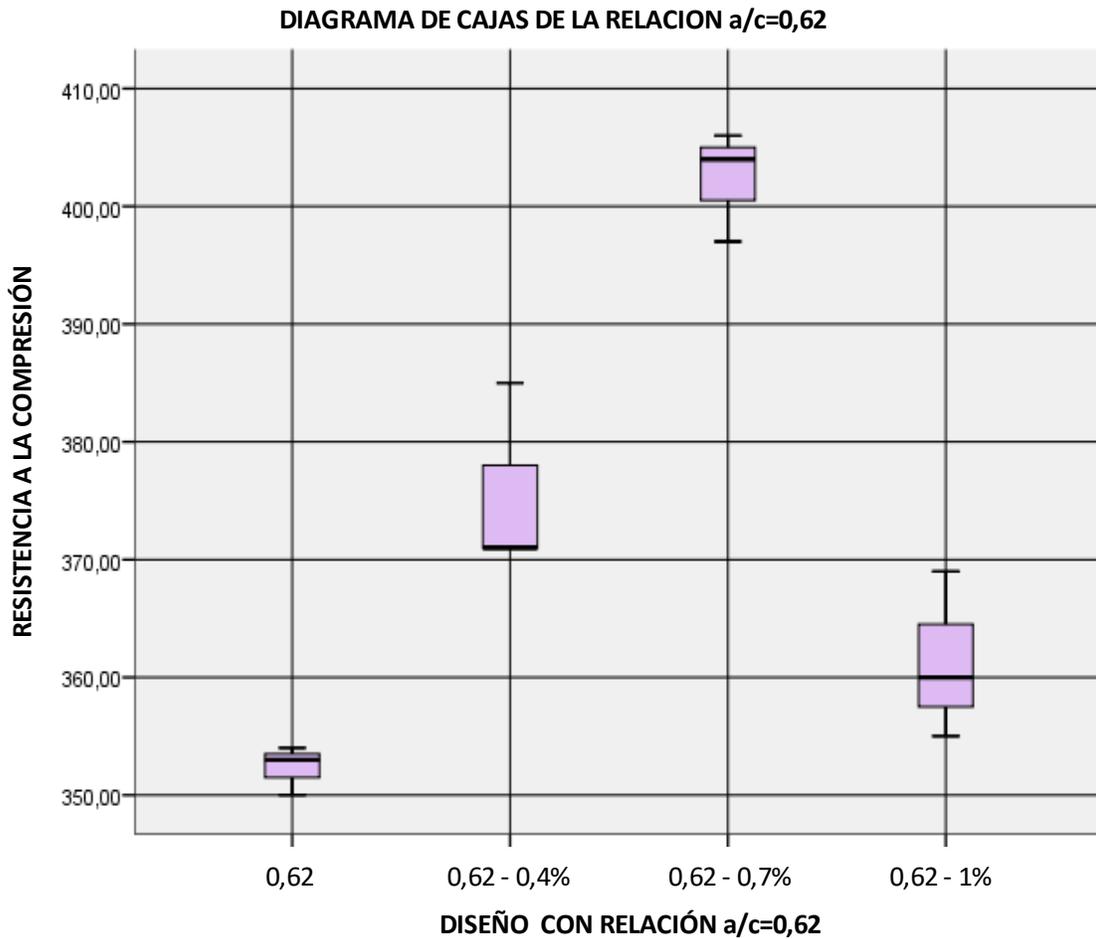


Gráfico 17 Diagrama de medias aritméticas para la relación  $a/c = 0.62$   
Fuente: Elaboración propia



**Gráfico 18 Diagrama de cajas para la relación a/c = 0,62**  
 Fuente: Elaboración propia

En el diagrama de caja nos arroja los valores de la mediana de cada uno de los diseños comparándolos dos a dos y ver cuál de ellos es el mejor (ver Gráfico 18).

## CONTRASTACION DE HIPÓTESIS PARA TRABAJABILIDAD DE LOS DIFERENTES DISEÑOS CON RELACIÓN AGUA/CEMENTO = 0,48

Se analizara el resultado de los slump obtenidos para los distintos diseños con relación a/c 0,48 (ver Tabla 72).

Tabla 72 Slump relación a/c = 0,48

### Resúmenes de casos

	Relación a/c = 0,48 con porcentaje de aditivo	Slump
0,48	0,00	6,75
0,48 - 0,4%	0,40	8,00
0,48 - 0,7%	0,70	8,00
0,48 - 1,0%	1,00	7,75

Fuente: Elaboración propia

## PRUEBA DE HIPÓTESIS B

Para comparar la relación agua/cemento de 0,48 con diferentes dosificación de aditivo (Este modelo se ajusta a una cubica)

## Estimación curvilínea

### Descripción del modelo

Nombre del modelo		MOD_3
Variable dependiente	1	Slump
Ecuación	1	Cúbico
Variable independiente		Relación agua/cemento 0,48 con porcentaje de aditivo
Constante		Incluidos
Variable cuyos valores etiquetan las observaciones en los gráficos		Sin especificar
Tolerancia para la entrada de términos en ecuaciones		0,0001

### PRIMERA HIPÓTESIS AUXILIAR

H<sub>0</sub>: Al dar la cantidad adecuada de aditivo con relación agua/cemento 0,48 **no aumenta** la trabajabilidad.

H<sub>1</sub>: Al dar la cantidad adecuada de aditivo con relación agua/cemento 0,48 **si aumenta** la trabajabilidad.

Consideramos el nivel de significación  $\alpha = 0.05$

### Análisis Estadístico usando Regresión

Utilizando las fórmulas de las ecuaciones normales de los datos, obtendremos los coeficientes de regresión y utilizaremos regresión de análisis de datos, y con el SPSS podremos calcular los coeficientes de regresión de una ecuación lineal que nos permitirá predecir futura proyecciones:

### Recta de Regresión:

El SPSS V22 nos predice la recta de regresión y arroja el siguiente resultado (ver Tabla 73).

Tabla 73 Coeficientes de la ecuación de trabajabilidad relación a/c = 0,48

#### Coeficientes

Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
B	Error típico	Beta		
5,772	0,000	4,143	0	0
-7,847	0,000	-5,823	0	0
3,075	0,000	2,362	0	0
6,750	0,000		0	0

Fuente: Elaboración propia

$$y = a + bx + cx^2 + dx^3$$

y = Trabajabilidad (Slump)

x = Porcentaje de aditivo con relación agua/cemento 0,48

$$y = 6.75 + 5.772 x - 7.847 x^2 + 3.075 x^3$$

Modelo de regresión de la relación agua/cemento con la trabajabilidad (Slump)

### Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
1,000	1,000	0,0	0,0

La variable independiente es Relación agua/cemento  
0.48 con porcentaje de aditivo.

### El coeficiente de determinación múltiple ( $r^2$ )

Utilizaremos para determinar la tasa porcentual de “y” para ser explicado por la variable “x”, utilizando la siguiente formula:  $r^2 = \frac{SC_{regresion}}{SC_{Total}}$

$$r^2 = 1$$

GRÁFICA DE LA CÚBICA REGRESIÓN DE LA  
RELACIÓN a/c=0,48 vs TRABAJABILIDAD

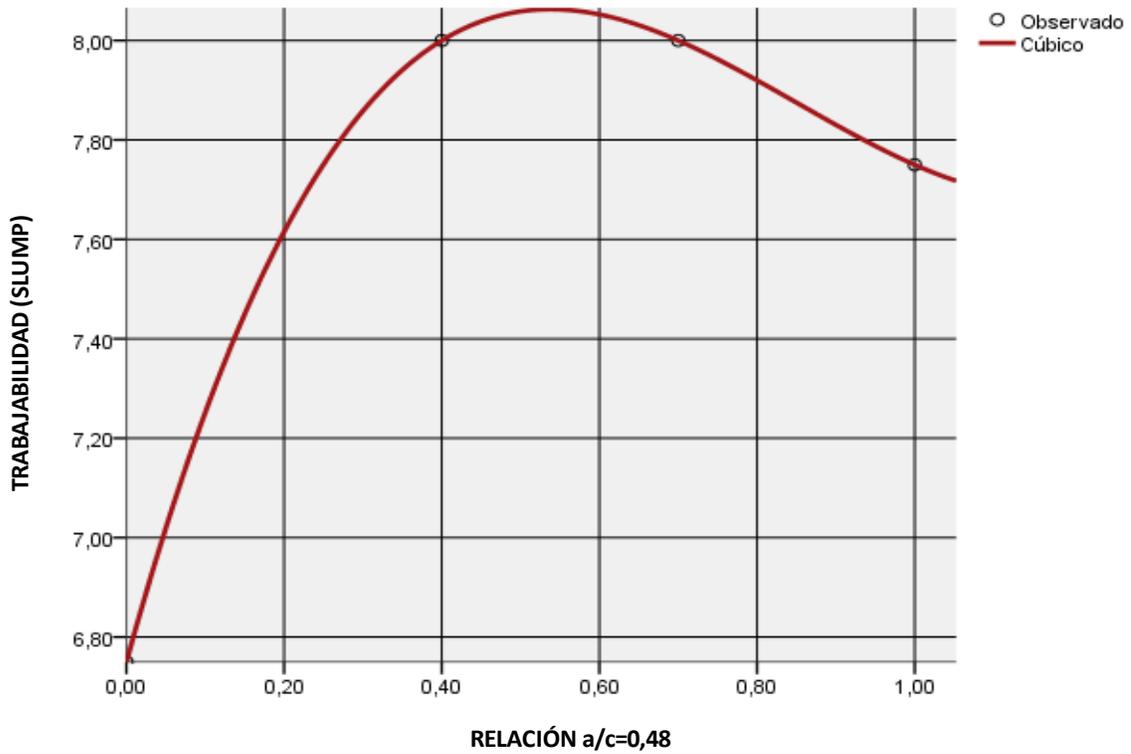


Gráfico 19 Regresión cúbica para la relación a/c = 0,48  
Fuente: Elaboración propia

La ecuación de la cubica de regresión es:  

$$y = 6.75 + 5.772 x - 7.847 x^2 + 3.075 x^3$$

Esta gráfica nos permite decir que nuestro modelo es efectivo dentro del rango de análisis para los valores de x desde 0,00 a 1 es eficiente cuando se le da una dosificación adecuada cercano a 0,7% (ver Gráfico 19).

Este modelo tiene sus restricciones: Para valores de la dosificación de aditivo de la relación agua/cemento 0,48 se encuentran desde 0,00% a 1%.

El modelo es bueno por lo que cumple con el modelo de la ecuación cubica encontrada.

Con este modelo de regresión se tiene que el porcentaje de aditivo de la relación agua/cemento 0,48 **influye en un 100 %** en la trabajabilidad (Slump) cuando la acercamos a un polinomio cubico (ver Gráfico 20).

### Grafica en Excel comprueba lo analizado en el SPSS V22

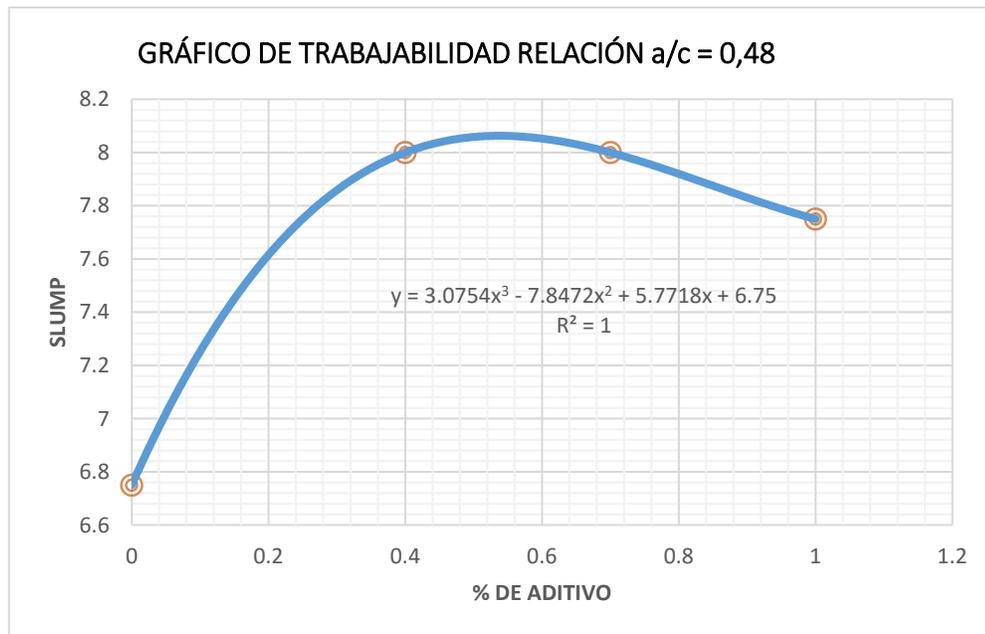


Gráfico 20 Trabajabilidad para la relación a/c = 0,48  
Fuente: Elaboración propia

Se concluye que usando el método de regresión cuya ecuación es una cubica con el SPSS V22 y usando el Excel en el Modelo en donde al dar la cantidad adecuada de aditivo con relación agua/cemento 0,48 si aumenta la trabajabilidad.

## CONTRASTACION DE HIPÓTESIS PARA TRABAJABILIDAD DE LOS DIFERENTES DISEÑOS CON RELACIÓN AGUA/CEMENTO = 0,55

Se analizara el resultado de los slump obtenidos para los distintos diseños con relación a/c 0,55 (ver Tabla 74).

Tabla 74 Slump relación a/c = 0,55

### Resúmenes de casos

	Relación a/c = 0,55 con porcentaje de aditivo	Slump
0,55	0,00	7,25
0,55 – 0.4%	0,40	7,75
0,55 – 0.7%	0,70	8,00
0,55 - 1%	1,00	7,00

Fuente: Elaboración propia

## PRUEBA DE HIPÓTESIS B

Para comparar la relación agua/cemento de 0,55 con diferentes dosificación de aditivo (Este modelo se ajusta a una cubica)

## Estimación curvilínea

### Descripción del modelo

Nombre del modelo	MOD_1
Variable dependiente 1	Slump
Ecuación 1	Cúbico
Variable independiente	Relación agua/cemento 0,55 con porcentaje de aditivo
Constante	Incluidos
Variable cuyos valores etiquetan las observaciones en los gráficos	Sin especificar
Tolerancia para la entrada de términos en ecuaciones	0,0001

### PRIMERA HIPÓTESIS AUXILIAR

H<sub>0</sub>: Al dar la cantidad adecuada de aditivo con relación agua/cemento 0,55 **no aumenta** la trabajabilidad.

H<sub>1</sub>: Al dar la cantidad adecuada de aditivo con relación agua/cemento 0,55 **si aumenta** la trabajabilidad.

Consideramos el nivel de significación  $\alpha = 0.05$

### Análisis estadístico usando regresión

Utilizando las fórmulas de las ecuaciones normales de los datos, obtendremos los coeficientes de regresión y utilizaremos regresión de

análisis de datos, y con el SPSS podremos calcular los coeficientes de regresión de una ecuación lineal que nos permitirá predecir futura proyecciones:

**Recta de regresión:**

El SPSS V22 nos predice la recta de regresión y arroja el siguiente resultado (ver Tabla 75).

**Tabla 75 Coeficientes de la ecuación de trabajabilidad relación a/c = 0,55**

**Coeficientes**

Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
B	Error típico	Beta		
-0,290	0,000	-0,271	0	0
6,389	0,000	6,181	0	0
-6,349	0,000	-6,359	0	0
7,250	0,000		0	0

Fuente: Elaboración propia

$$y = a + bx + cx^2 + dx^3$$

y = Trabajabilidad (Slump)

x = Porcentaje de aditivo con relación agua/cemento 0,55

$$y = 7.250 - 0.290 x + 6.389 x^2 - 6.349 x^3$$

Modelo de regresión de la relación agua/cemento con la trabajabilidad (Slump)

### Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
1,000	1,000	0,0	0,0

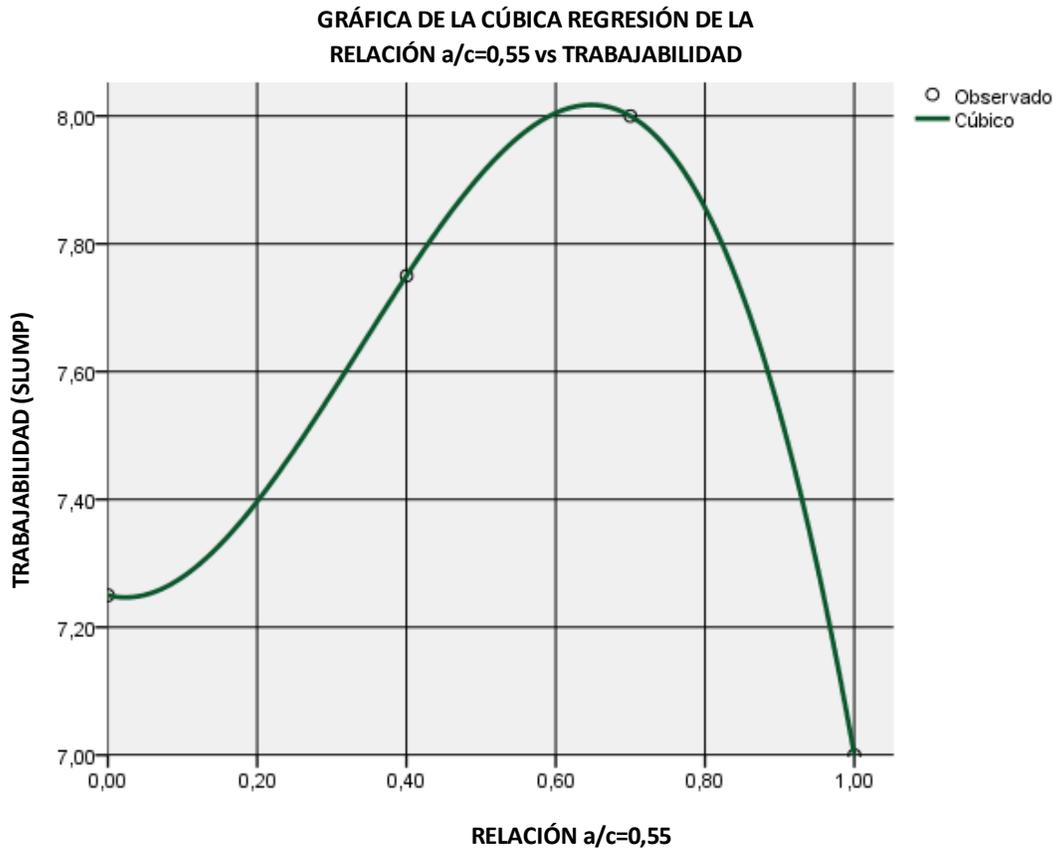
La variable independiente es Relación agua/cemento 0,55 con porcentaje de aditivo.

### El coeficiente de determinación múltiple ( $r^2$ )

Utilizaremos para determinar la tasa porcentual de “y” para ser explicado por la

variable “x”, utilizando la siguiente formula:  $r^2 = \frac{SC_{regresion}}{SC_{Total}}$

$$r^2 = 1$$



**Gráfico 21 Regresión cúbica para la relación a/c = 0,55**  
Fuente: Elaboración propia

La ecuación de la cubica de regresión es:  $y = 7.250 - 0.290 x + 6.389 x^2 - 6.349 x^3$

Esta gráfica nos permite decir que nuestro modelo es efectivo dentro del rango de análisis para los valores de x desde 0,00 a 1 es eficiente cuando se le da una dosificación adecuada cercano a 0,7% (ver Gráfico 21).

Este modelo tiene sus restricciones: Para valores de la dosificación de aditivo de la relación agua/cemento 0,55 se encuentran desde 0,00% a 1%.

El modelo es bueno por lo que cumple con el modelo de la ecuación cubica encontrada.

Con este modelo de regresión se tiene que el porcentaje de aditivo de la relación agua/cemento 0,55 **influye en un 100 %** en la trabajabilidad (Slump) cuando la acercamos a un polinomio cubico (ver Gráfico 22).

Gráfica en Excel comprueba lo analizado en el SPSS V22

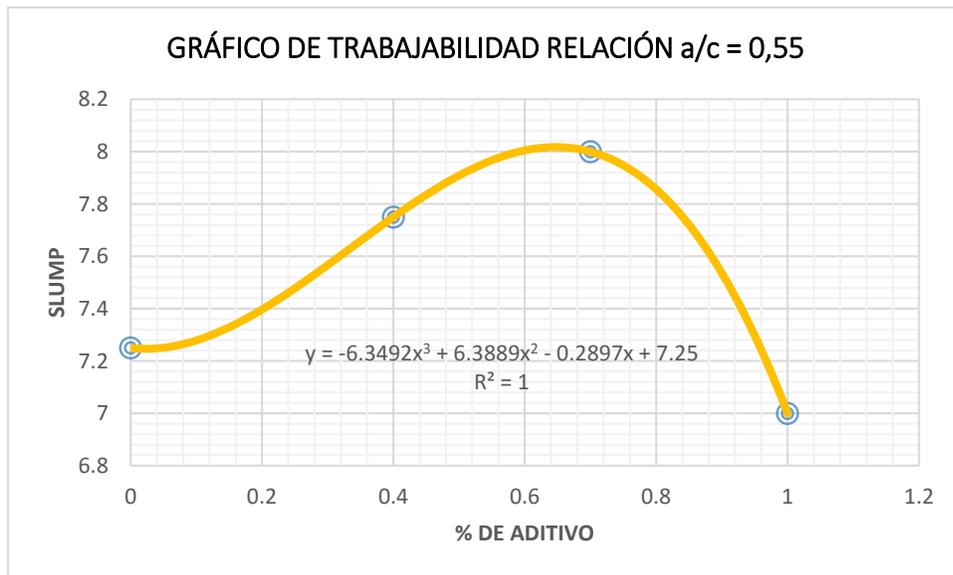


Gráfico 22 Trabajabilidad para la relación a/c = 0,55  
Fuente: Elaboración propia

Se concluye que usando el método de regresión cuya ecuación es una cubica con el SPSS V22 y usando el Excel en el modelo en donde al dar la cantidad adecuada de aditivo con relación agua/cemento 0,55 si aumenta la trabajabilidad.

## CONTRASTACION DE HIPÓTESIS PARA TRABAJABILIDAD DE LOS DIFERENTES DISEÑOS CON RELACIÓN AGUA/CEMENTO = 0,62

Se analizara el resultado de los slump obtenidos para los distintos diseños con relación a/c 0,62 (ver Tabla 76).

Tabla 76 Slump relación a/c = 0,62

### Resúmenes de casos

	Relación a/c = 0,62 con porcentaje de aditivo	Slump
0,62	0,00	7,00
0,62 – 0.4%	0,40	8,00
0,62 – 0.7%	0,70	8,00
0,62 – 1%	1,00	7,00

Fuente: Elaboración propia

## PRUEBA DE HIPÓTESIS B

Para comparar la relación agua/cemento de 0,62 con diferentes dosificación de aditivo (Este modelo se ajusta a una cubica)

## Estimación curvilínea

### Descripción del modelo

Nombre del modelo		MOD_1
Variable dependiente	1	Slump
Ecuación	1	Cúbico
Variable independiente		Relación agua/cemento 0,62 con porcentaje de aditivo
Constante		Incluidos
Variable cuyos valores etiquetan las observaciones en los gráficos		Sin especificar
Tolerancia para la entrada de términos en ecuaciones		0,0001

### PRIMERA HIPÓTESIS AUXILIAR

H<sub>0</sub>: Al dar la cantidad adecuada de aditivo con relación agua/cemento 0,62 **no aumenta** la trabajabilidad.

H<sub>1</sub>: Al dar la cantidad adecuada de aditivo con relación agua/cemento 0,62 **si aumenta** la trabajabilidad.

Consideramos el nivel de significación  $\alpha = 0.05$

## Análisis estadístico usando regresión

Utilizando las fórmulas de las ecuaciones normales de los datos, obtendremos los coeficientes de regresión y utilizaremos regresión de Análisis de datos, y con el SPSS podremos calcular los coeficientes de regresión de una ecuación lineal que nos permitirá predecir futura proyecciones:

### Recta de regresión:

El SPSS V22 nos predice la recta de regresión y arroja el siguiente resultado (ver Tabla 77).

Tabla 77 Coeficientes de la ecuación de trabajabilidad relación a/c = 0,62

#### Coeficientes

Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
B	Error típico	Beta		
3,373	0,000	2,496	0	0
-1,389	0,000	-1,062	0	0
-1,984	0,000	-1,571	0	0
7,000	0,000		0	0

Fuente: Elaboración propia

$$y = a + bx + cx^2 + dx^3$$

y = Trabajabilidad (Slump)

x = Porcentaje de aditivo con relación agua/cemento 0.62

$$y = 7.000 + 3.373 x - 1.389x^2 - 1.984x^3$$

Modelo de regresión de la relación agua/cemento con la trabajabilidad (Slump)

### Resumen del modelo

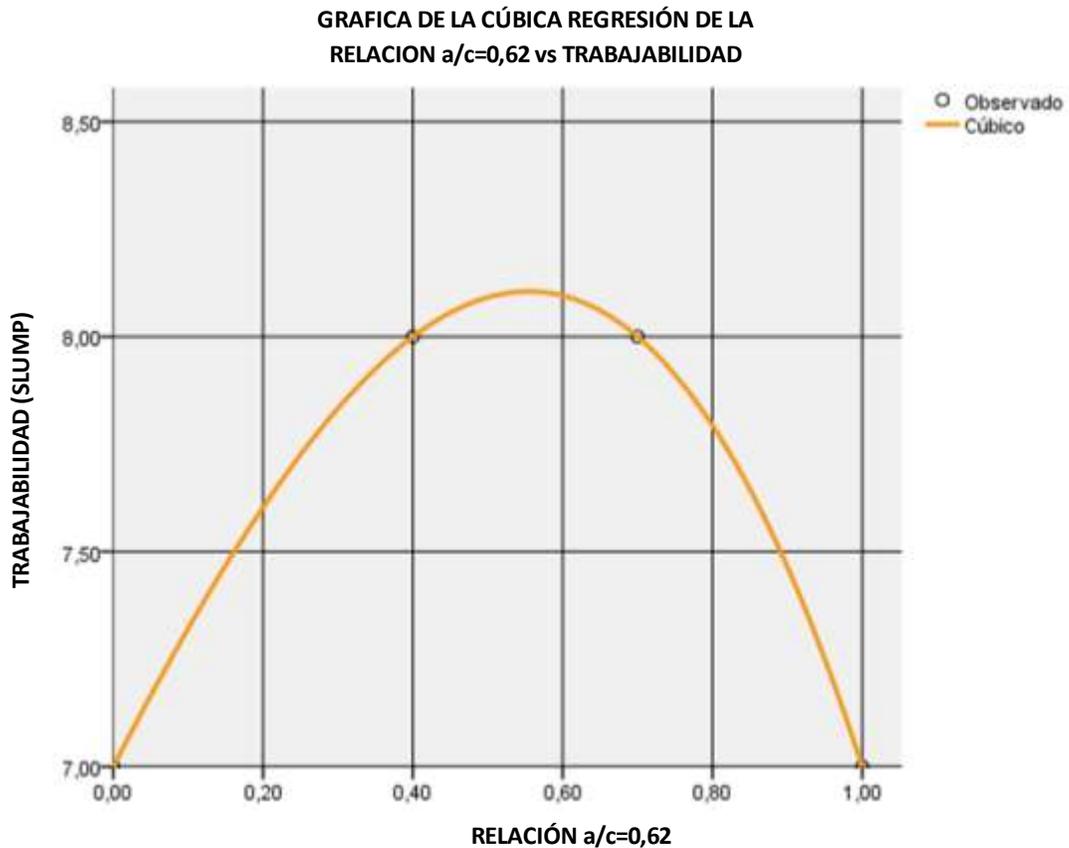
R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
1,000	1,000	.	.

La variable independiente es relación agua/cemento 0,62 con porcentaje de aditivo.

### El coeficiente de determinación múltiple ( $r^2$ )

Utilizaremos para determinar la tasa porcentual de “y” para ser explicado por la variable “x”, utilizando la siguiente formula:  $r^2 = \frac{SC_{regresion}}{SC_{Total}}$

$$r^2 = 1$$



**Gráfico 23 Regresión cúbica para la relación a/c = 0,62**  
Fuente: Elaboración propia

La ecuación de la cubica de regresión es:  $y = 7.000 + 3.373x - 1.389x^2 - 1.984x^3$

Esta grafica nos permite decir que nuestro modelo es efectivo dentro del rango de análisis para los valores de x desde 0,00 a 1,00 % es eficiente cuando se le da una dosificación adecuada cercano a 0,7 % (ver Gráfico 23).

Este modelo tiene sus restricciones: Para valores de la dosificación de aditivo de la relación agua/cemento 0,62 se encuentran desde 0,00% a 1%.

El modelo es bueno por lo que cumple con el modelo de la ecuación cubica encontrada.

Con este modelo de regresión se tiene que el porcentaje de aditivo de la relación agua/cemento 0,62 **influye en un 100 %** en la trabajabilidad (Slump) cuando la acercamos a un polinomio cubico (ver Gráfico 24)

Gráfica en Excel comprueba lo analizado en el SPSS V22

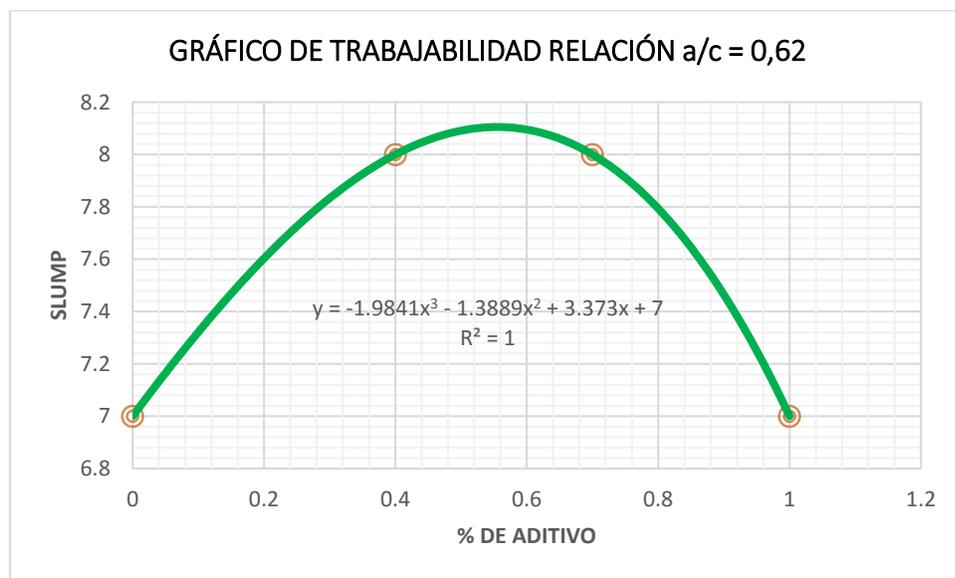


Gráfico 24 Trabajabilidad para la relación a/c = 0,62  
Fuente: Elaboración propia

Se concluye que usando el método de regresión cuya ecuación es una cubica con el SPSS V22 y usando el Excel en el modelo en donde al dar la cantidad adecuada de aditivo con relación agua/cemento 0,62 si aumenta la trabajabilidad.

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Discusión Análisis de Resultados

- Según **ALBORNOZ, R. Y FARIAS, M. (2000)**. Dependiendo de la dosis y; tipo de aditivo la resistencia a las 24 horas se incrementan entre un mínimo del 14% y un máximo del 78%; a las 3 días entre un 32% y un 45%; a los 23 días entre un 10% y un 27%. Llegándose a suponer que en el caso de necesitar resistencias elevadas a edades tempranas, el uso de aditivos superplastificantes es muy recomendable.
- En la presente investigación se obtuvo, que con una dosificación correcta de aditivo superplastificante Sika Viscocrete 3330 de tercera generación, obtenemos un 33.3% de incremento en su resistencia a la compresión a las 24 horas, por lo cual de acuerdo a los parámetros mencionados, cumple también en nuestro caso.

- Según **RIVERA GUARDIAN, LUIS ENRIQUE (2011)**, en la siguiente tabla:

<b>a/c</b>	<b>ADITIVO (lt/bl)</b>	<b>REDUCCION DE AGUA (%)</b>	<b>OBSERVACION</b>
0.578	Patrón	0	Observamos que para a/c=0.578 con 0.48lt/bl de aditivo, reduce hasta el 15% de agua y con 0.56lt/bl de Aditivo, reduce hasta 20% de agua respecto a concreto patrón, obteniendo así dos nuevas relaciones a/c=0.491 y a/c=0.462 respectivamente.
	0.48	15	
	0.56	20	

Se puede observar, los porcentajes de reducción de agua son significativos, conforme se incremente la dosificación del aditivo y que relación a/c sea menor.

La resistencia a la compresión obtenida a los 78 días se da un incremento de 32,87% con relación agua/cemento de 0,578, con lo cual se demuestra que utilizando un aditivo superplastificante obtenemos resistencias medianas.

- En la investigación se tuvo 3 relaciones agua/cemento que son: 0,48; 0,55 y 0,62; las cuales obtuvieron una reducción de agua significativa, siendo el mayor 36% que pertenece a la menor relación agua cemento, por lo tanto se cumple lo que hace mención **RIVERA GUARDIAN, LUIS ENRIQUE (2011)** en su investigación.
- En la investigación se observó que para una relación agua/cemento de 0,55; con porcentaje de aditivo 0,7% del peso del cemento, obtenemos un incremento de 18,42% logrados a los 28 días y consiguiendo así concretos de mediana resistencia.

## Conclusiones

1. Los resultados demuestran que se obtuvo un concreto de calidad, el aditivo superplastificante sika viscocrete 3330 tercera generación mejoro las propiedades del concreto de mediana resistencia, así como también se logró minimizar la distorsión de los criterios de selección de los agregados, provenientes de la cantera Figueroa en Huánuco.
2. En la presente investigación, de los 3 porcentajes de cantidad de aditivo que se estudiaron, se logró obtener una dosificación adecuada del aditivo superplastificante sika viscocrete 3330 tercera generación, siendo 0.7% el mejor porcentaje para todos los diseños elaborados.
3. Para la presente investigación se planteó 3 relaciones agua/cemento 0.48, 0.55 y 0.62 que definen un concreto de mediana resistencia, y se mezclaron con tres dosificaciones de aditivo sika viscocrete 3330 que son 0.4%, 0.7% y 1.0%, de las cuales el mejor puntaje de resistencia a la compresión obtenida fue con la dosificación de aditivo al 0.7% del peso del cemento, obteniendo un incremento considerable que oscila entre 14% y 22% de su resistencia a la edad de 28 días.
4. Para relación agua/cemento 0.48 se obtuvo una resistencia a la compresión de 459 kg/cm<sup>2</sup>, por lo que al adicionar aditivo sika viscocrete 3330 con una dosificación de 0.7% del peso del cemento obtenemos una resistencia a la compresión de 556 kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 28 días, este resultado nos da un incremento del 21.13%, por lo que se concluye que utilizando el aditivo de manera adecuada obtenemos resultados óptimos.
5. Para relación agua/cemento 0.55 se obtuvo una resistencia a la compresión de 380 kg/cm<sup>2</sup>, por lo que al adicionar aditivo sika viscocrete 3330 con una dosificación de 0.7% del peso del cemento obtenemos una resistencia a la

compresión de 450 kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 28 días, este resultado nos da un incremento del 18.42%, por lo que se concluye que utilizando el aditivo de manera adecuada obtenemos resultados óptimos.

6. Para relación agua/cemento 0.62 se obtuvo una resistencia a la compresión de 353 kg/cm<sup>2</sup>, por lo que al adicionar aditivo sika viscocrete 3330 con una dosificación de 0.7% del peso del cemento obtenemos una resistencia a la compresión de 404 kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 28 días, este resultado nos da un incremento del 14.45%, por lo que se concluye que utilizando el aditivo de manera adecuada obtenemos resultados óptimos.
7. La resistencia a la compresión obtenida a las 24 horas con relación agua/cemento 0.48 es de 246 kg/cm<sup>2</sup>, adicionando aditivo al 0.7% obtenemos una resistencia a la compresión de 328 kg/cm<sup>2</sup> a las 24 horas, de esto podemos concluir que hubo un incremento de 33.3%, por lo tanto si se necesitara concretos de resistencias tempranas, el aditivo sika viscocrete 3330 sería el ideal a utilizar.
8. El aditivo sika viscocrete 3330 para nuestro caso nos permite utilizar el rango 0.4% a 1.0% del peso del cemento, al utilizar el extremo mayor de porcentaje de aditivo obtenemos resultados desfavorables que van en un incremento de 4% a 6% de su resistencia a la compresión, mientras que el extremo menor obtiene un incremento de 9% a 17%, por tal motivo se concluye que con las características físicas de los agregados de la Cantera Figueroa, y utilizando el extremo mayor de porcentaje de aditivo, resultara desfavorable conseguir aumentos considerables de la resistencia a la compresión.

9. Los porcentajes de reducción de agua respecto al diseño patrón fueron:

a/c	Aditivo	Reduccion de agua (%)
0.48	Patron	0
	0.40%	14
	0.70%	30
	1.00%	36
0.55	Patron	0
	0.40%	14
	0.70%	28
	1.00%	32
0.62	Patron	0
	0.40%	12
	0.70%	26
	1.00%	30

Como se puede observar los porcentajes de reducción de agua son significativos, y se cumple que a mayor relación agua/cemento menor es la reducción de agua. Según la ficha técnica del aditivo sika viscocrete 3330 tercera generación, hace mención que hay una reducción de hasta 30%, para nuestros diseños con relación agua/cemento de 0.48 y 0.55 se logró reducir en 36% y 32% respectivamente.

10. Los resultados estadísticos comprueban que la dosificación adecuada del aditivo sika viscocrete 3330 de tercera generación, es de 0.7% para todas las relaciones agua/cemento estudiadas.

## **Recomendaciones**

1. El concreto con la aplicación del aditivo superplastificante sika viscocrete 3330 tercera generación, resulta importante para su aplicación en obras que necesiten concretos de mediana resistencia.
2. Es necesario contar con la asesoría técnica para la aplicación correcta del aditivo, esto para obtener mejores resultados y las bondades del aditivo.
3. Para el uso del aditivo se recomienda añadirlo en el agua del concreto, para un aprovechamiento óptimo de la alta capacidad de reducción de agua.
4. Se recomienda hacer otros ensayos a los agregados como es la determinación cualitativa de cloruros y sulfatos, para obtener así un mayor conocimiento de sus características.

## FUENTES DE INFORMACION

### . Referencias bibliográficas

- **ALBORNOZ & FARÍAS (2000)**. Comportamiento de la resistencia del concreto con el uso de aditivos Superplastificantes.
- **JIMÉNEZ R. (2000)**. Efectos de la incorporación del aditivo superplastificante sobre las propiedades del concreto, utilizando el cemento tipo I.
- **MILLONES, A. (2008)**. Concreto de alta densidad con superplastificante.
- **MORATAYA, C. (2006)**. Concreto de alta resistencia.
- Reglamento nacional de Edificaciones, Lima – Perú
- **RIVERA, L. (2011)**. Estudio de las propiedades del concreto fresco y endurecido, con superplastificante y retardador de fragua.
- **SEGUEL C. (2006)**. Hormigones de alta resistencia.
- Reglamento nacional de edificaciones

### . Referencias electrónicas

- [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe)
- [www.unicon.com.pe](http://www.unicon.com.pe)
- [www.civilgeeks.com](http://www.civilgeeks.com)

## ANEXOS

### Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES			DISEÑO METODOLOGICO
			VARIABLES	INDICADORES	INDICES	
<b>Problema General</b>	<b>Objetivos General</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>Variable independiente</b>	Mezclas de prueba	Relación agua/cemento (a/c)	<b>Tipo de investigación:</b> Básica, estudio correlacional - explicativa
¿En qué medida la dosificación del concreto de mediana resistencia, influye en la optimización de la calidad del concreto?	Determinar la dosificación del concreto de mediana resistencia para optimizar la calidad del concreto.	Al determinar la dosificación del concreto de mediana resistencia optimiza la calidad del concreto.	Dosificación del concreto			
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Especificas</b>	<b>Variable dependiente</b>	Selección de la proporción de los agregados	Kilogramo (kg)	
¿Se cree que las mezclas de prueba de concreto de mediana resistencia, minimiza la distorsión de la selección de las proporciones de los agregados de la cantera Figueroa en Huánuco?	Determinar las mezclas de prueba de concreto de mediana resistencia para minimizar la distorsión de la selección de las proporciones de los agregados de la cantera Figueroa en Huánuco.	Al determinar las mezclas de prueba de concreto de mediana resistencia minimizo la distorsión de la selección de las proporciones de los agregados de la cantera Figueroa en Huánuco.	Calidad del concreto			
¿Se piensa que la dosificación del aditivo superplastificante optimiza la resistencia del concreto?	Determinar la dosificación del aditivo superplastificante para optimizar la resistencia del concreto.	Al determinar la dosificación del aditivo superplastificante optimizo la resistencia del concreto.		Resistencia del concreto	Kg/cm <sup>2</sup>	<b>Diseño de la investigación:</b> Experimental

## ANEXO 2 - PANEL FOTOGRÁFICO

A continuación mostramos el panel fotográfico, sobre los ensayos que se realizaron en el laboratorio de ensayo de materiales de la Universidad Ricardo Palma:



Fuente: Elaboración propia

Foto 1 - Para realizar la granulometría se realiza el cuatreo del agregado grueso



Fuente: Elaboración propia

Foto 2 - Antes de realizar el ensayo de Malla #200, para dejarlo 24hrs saturándolo y realizar el ensayo



Fuente: Elaboración propia

Foto 3 - Realizando el ensayo de Porcentaje de Absorción



Fuente: Elaboración propia

Foto 4 - Realizando el ensayo de Peso Específico del agregado fino



Fuente: Elaboración propia

Foto 5 - Para el Peso Unitario Compactado del agregado fino, pesamos el recipiente + el agregado fino



Fuente: Elaboración propia

Foto 6 - Para saber el contenido de Humedad del agregado fino se separa 500g y se coloca 18 a 24 horas en el horno.



Fuente: Elaboración propia

Foto 7 - Las muestras para los distintos ensayos se colocaran en el horno para el respectivo secado

# HOJA TÉCNICA

## Sika® ViscoCrete®-3330

Aditivo superplastificante de alto rango para climas fríos

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Es un superplastificante de tercera generación para concretos y morteros. Ideal para climas fríos y/o se necesita altas resistencias a tempranas edades.

#### USOS

- Es adecuado para la producción de concreto en obra y concreto premezclado.
- Se usa para los siguientes tipos de concreto:
  - Concreto pre-fabricado.
  - Acelera la fragua del concreto.
  - Para concretos de pavimentos tipos Fast Track, concretos de pronta puesta en servicio.
  - Concreto para climas fríos.
  - Concreto con alta reducción de agua (hasta 30%)
  - Es adecuado para concreto bajo agua, sistemas Tremie. (la relación agua material cementante debe ser entre 0.30 a 0.45)
  - Concreto de alta resistencia.
  - Concreto autocompactante.
- El alto poder reductor de agua, la excelente fluidez y el corto tiempo de fraguado con altas resistencias tempranas tienen una influencia positiva en las aplicaciones antes mencionadas.

#### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

Sika® ViscoCrete®-3330 actúa por diferentes mecanismos. Gracias a la absorción superficial y el efecto de separación espacial sobre las partículas de cemento (paralelos al proceso de hidratación) se obtienen las siguientes propiedades:

- Extrema reducción de agua (que trae consigo una alta densidad y resistencia)
- Excelente fluidez (reduce en gran medida el esfuerzo de colocación y vibración).
- Adecuado para la producción de concreto autocompactante.
- Incrementa las altas resistencias iniciales (producción de prefabricados)
- Alta impermeabilidad
- Menor relación agua – cemento la impermeabilidad.
- Aumenta la durabilidad del concreto.

- Reduce la exudación y segregación.
- Aumenta la cohesión del concreto.
- Aumenta la adherencia entre el concreto y el acero.
- Comportamiento mejorado de contracción y deslizamiento.
- Reduce la carbonatación del concreto

Sika® ViscoCrete®-3330 no contiene cloruros ni otros ingredientes que promuevan la corrosión del acero. Por lo tanto, puede usarse sin restricciones en construcciones de concreto reforzado y pre-tensado.

<b>NORMAS</b>	<b>ESTÁNDARES</b>
	Cumple con la norma ASTM C-494 tipo G y ASTM C-1017

## DATOS BÁSICOS

<b>FORMA</b>	<b>ASPECTO</b> Líquido <b>COLORES</b> Marrón claro a marrón oscuro. <b>PRESENTACIÓN</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Granel x 1 L</li> <li>▪ Cilindro x 200 L</li> <li>▪ Dispenser x 1,000 L</li> </ul>
<b>ALMACENAMIENTO</b>	<b>CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL</b> 1 año a partir de la fecha de producción, en su envase original y sin abrir, protegido de la luz directa del sol y de las heladas, a temperaturas entre 5 °C y 35 °C.
<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<b>DENSIDAD</b> 1.07 Kg/L ± 0.01 <b>USGBC VALORACIÓN LEED</b> Sika® ViscoCrete®-3330 cumple con los requerimientos LEED. Conforme con el LEED V3 IEQc 4.1 Low-emitting materials - adhesives and sealants. Contenido de VOC < 420 g/L (menos agua)

## INFORMACIÓN DEL SISTEMA

<b>DETALLES DE APLICACIÓN</b>	<b>CONSUMO / DOSIS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Para concretos plásticos suaves: 0,4 % - 1 % del peso del cemento.</li> <li>▪ Para concretos fluidos y autocompactantes: 1 % - 2 % del peso del cemento.</li> </ul>
<b>MÉTODO DE APLICACIÓN</b>	<b>MODO DE EMPLEO</b> <b>Como plastificante o superplastificante:</b> Sika® ViscoCrete®-3330 se agrega al agua de amasado o junto con el agua a la mezcladora de concreto. Para un aprovechamiento óptimo de la alta capacidad de reducción de agua, recomendamos un mezclado cuidadoso durante 60 segundos como mínimo. Para evitar la exudación en el concreto y lograr la consistencia deseada, el agua restante de la mezcla recién se añadirá cuando hayan transcurrido 40 segundos del tiempo de mezclado. El uso de Sika® ViscoCrete®-3330 garantiza un concreto de la más alta calidad. Sin embargo, también en el caso del concreto preparado con Sika® ViscoCrete®-3330 debe cumplirse con las normas estándar para la buena producción y colocación de concretos.



<b>IMPORTANTE</b>	<p>El concreto fresco debe ser curado apropiadamente con Sika® Antisol® 5. Cuando se trabaja con relaciones a (material cementante) bajas es recomendable mezclar el concreto de 7 a 10 minutos.</p> <p><b>Para Concretos Fluidos y Concretos Autocompactantes.</b></p> <p>Sika® ViscoCrete®-3330 también puede usarse para concretos fluidos y autocompactantes mediante la utilización de dosificaciones especiales de mezclado.</p> <p><b>Cuando el Sika® ViscoCrete®-3330 está Congelado.</b></p> <p>Descongelarlo lentamente a temperatura ambiente y mezclarlo en forma intensiva.</p> <p><b>Combinaciones.</b></p> <p>Sika® ViscoCrete®-3330 puede combinarse con los siguientes productos Sika®: Sika® CNI, Sika® Fume y SikaAer®, SikaRapid® - 1 entre otros.</p> <p>Se recomienda realizar un ensayo previo si se realizan combinaciones de varios de los productos antes mencionados. Favor consultar a nuestro servicio técnico.</p>
<b>PRECAUCIONES DE MANIPULACIÓN</b>	<p>Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma natural o sintéticos y anteojos de seguridad. En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.</p>
<b>ECOLOGÍA</b>	<p>No desechar en vías acuáticas ni en el suelo. Cumplir las normas locales al respecto.</p>
<b>TOXICIDAD</b>	<p>No tóxico según los códigos suizos vigentes sobre salud y seguridad.</p>
<b>NOTAS LEGALES</b>	<p>Esta información y, en particular, las recomendaciones relativas a la aplicación y uso final del producto, están dadas de buena fe, basadas en el conocimiento actual y la experiencia de Sika de los productos cuando son correctamente almacenados, manejados y aplicados, en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, soportes y condiciones reales en el lugar de aplicación son tales que no se puede deducir de la información del presente documento, ni de cualquier otra recomendación escrita, ni de consejo alguno ofrecido, ninguna garantía en términos de comercialización o idoneidad para propósitos particulares, ni obligación alguna fuera de cualquier relación legal que pudiera existir. Los derechos de propiedad de terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos se aceptan de acuerdo a los términos vigentes de venta y suministro. Los usuarios deberán referirse a la última versión de la Hoja de Datos del producto correspondiente, copia de las cuales se mandarán a quién las solicite.</p>

**"La presente Edición anula y reemplaza la Edición N° 8  
la misma que deberá ser destruida"**



---

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE Sika® ViscoCrete®-3330 :

1.- SIKA PRODUCT FINDER: APLICACIÓN DE CATÁLOGO DE PRODUCTOS



2.- SIKA CIUDAD VIRTUAL



Sika Perú S.A.  
Concrete  
Centro Industrial "Las Praderas  
de Lurín" s/n MZ B, Lotes 5 y  
6, Lurín  
Lima  
Perú  
[www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe)

Hoja Técnica  
Sika® ViscoCrete® - 3330  
22.01.13, Edición 5

Versión elaborada por: Sika Perú  
S.A.  
CG, Departamento Técnico  
Tel: 618-6060  
Fax: 618-6070  
Mail: [informacion@pe.sika.com](mailto:informacion@pe.sika.com)



© 2014 Sika Perú S.A.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CMC-054-2015**

Peticionario : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

Atención : Ing. Enriqueta Pereyra Salardi.

Lugar de calibración : Laboratorio de Ensayos de Materiales: Facultad (Escuela de Ingeniería Civil)  
Surco- Lima

Tipo de equipo : Máquina de compresión axial eléctrico-hidráulica digital

Capacidad del equipo : 2,227 kN ( 500,000 lbf ó 227 TN)

División de escala : 0,1 kN

Marca : ELE - INTERNATIONAL

Nº de serie del equipo : 040400000001

Panel digital : DIGITAL TOUCH ELE-INTERNATIONAL

Número serie panel digital : 1887-1-00081

Procedencia : USA

Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing machines"

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 24,8°C / 67%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 25,9°C / 65%

Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8517, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-13a, certificado de calibración reporte N° C-8517A0314

Número de páginas : 2

Fecha de calibración : 2015-04-24

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.  
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.  
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2015-04-28	 Vladimir Tello Torre <small>TECNICO DE LABORATORIO</small>	 <b>JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMENO</b> <b>INGENIERO CIVIL</b> <small>Reg. CIP. N° 89945</small>

**Resultados de medición**

Dirección de carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2 U (%)
(%)	(kN)	1º ascenso (kN)	2º ascenso (kN)	3º ascenso (kN)			
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
4	100,0	99,5	99,6	99,8	99,6	0,4	0,1
9	200,0	199,6	200,1	200,5	200,1	0,0	0,1
13	300,0	299,4	300,7	299,7	299,9	0,0	0,1
18	400,0	399,8	400,3	400,4	400,2	0,0	0,1
27	600,0	599,6	599,7	599,2	599,5	0,1	0,1
36	800,0	799,6	799,2	799,3	799,4	0,1	0,1
45	1000,0	999,2	999,2	999,6	999,3	0,1	0,1
54	1200,0	1199,5	1198,9	1199,3	1199,2	0,1	0,1
72	1600,0	1598,4	1597,6	1598,3	1598,1	0,1	0,1
90	2000,0	1999,8	1998,7	1999,8	1999,4	0,0	0,1

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$  y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Notas**

El usuario esta obligado a tener el equipo verificado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado y cumple con los requisitos de la norma ASTM C-39.



**INFORME TÉCNICO 130-15**

A : Ing. Enriqueta Pereyra Salardi. – URP.  
De : Ing. Vladimir Tello - Asesor Técnico - CELDA EIRL.  
Asunto: Mantenimiento de Máquina de los Ángeles, marca Tecnotest, realizado en sus instalaciones Santiago de Surco - Lima, el 23 de Abril del 2015.  
Fecha : 27 de Abril del 2015.

Estimada Ingeniero; respecto al mantenimiento del equipo arriba descrito, tengo a bien informar lo siguiente:

1.- El equipo se encontraba en buen estado de funcionamiento, se procedió al mantenimiento de acuerdo a nuestro protocolo, que incluye:

- Desarmado general del equipo.
- Limpieza general de todas las partes.
- Lubricación de las partes móviles.
- Cambio de sello de la puerta.
- Revisión del sistema mecánico y electrónico.
- Puesta en marcha y pruebas de funcionamiento.

2.- El equipo se encuentra operativo.

Atentamente;



*Vladimir Tello*  
Ing. Vladimir Tello  
Asesor Técnico  
CELDA EIRL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CMI-003-2015**

Peticionario : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
 Atención : Ing. Enriqueta Pereyra Salardi  
 Lugar de calibración : Laboratorio de Ensayos de Materiales; Facultad (Escuela de Ingeniería Civil)  
 Surco - Lima  
 Tipo de instrumento : Medio Isotermo (Horno de secado para muestras)  
 Marca : Despatch  
 Nº de serie : No indica  
 Modelo : LBB / LEB Series  
 Resolución : 1 °C  
 Código interno : 025866  
 Método de calibración : Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático PC 018 - Indecopi: 2ª Edición.  
 Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 27,8 °C / 48%  
 Temp.(°C) y H.R.(%) final : 28,3 °C / 47%  
 Patrones de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Thermometer mit PT-100, marca MBW Calibration AG, modelo T12, N° de serie 13-0728, certificado de calibración 2999MBW2013 y 3000MBW2013.  
 Número de páginas : 4  
 Fecha de calibración : 2015-01-30

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.  
 Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.  
 El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2015-02-09	 Vladimir Tello Torre TÉCNICO DE LABORATORIO	 <b>JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945



PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	Indicador (°C)	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	T máx - T mín (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	115	110,4	108,5	108,3	108,4	108,0	111,8	107,4	107,8	107,4	105,5	108,4	6,2
2	115	109,7	107,8	108,4	107,5	108,0	110,9	107,1	107,3	107,0	108,1	108,0	4,8
4	115	109,7	108,1	108,1	107,8	108,0	109,6	107,3	107,4	107,2	105,9	107,9	3,7
6	115	111,2	108,9	108,9	108,6	108,0	112,6	107,7	107,9	107,5	106,5	108,9	6,1
8	115	109,1	107,8	108,2	107,4	107,8	108,8	107,0	107,2	106,9	105,4	107,6	3,7
10	115	110,6	108,7	108,9	108,3	108,7	112,3	107,6	108,0	107,5	106,8	108,7	6,6
12	115	108,5	107,3	107,5	106,8	107,3	108,7	108,7	106,9	106,6	105,3	107,2	3,4
14	115	110,0	108,3	108,4	108,0	108,3	109,8	107,3	107,6	107,4	108,3	108,1	3,7
16	115	109,4	107,7	107,9	107,2	107,8	109,8	107,0	107,2	106,9	105,9	107,7	4,0
18	115	109,6	108,1	108,2	107,7	108,0	108,8	107,3	107,6	107,2	105,3	107,9	3,3
20	115	110,8	108,7	108,6	108,6	108,9	112,9	107,5	107,8	107,4	109,4	108,8	6,5
22	115	109,1	107,9	107,7	107,5	107,8	109,0	107,1	107,1	107,0	105,9	107,6	3,2
24	115	111,1	108,1	108,8	108,2	109,1	112,0	107,8	108,0	107,5	108,7	108,9	5,4
26	115	108,9	107,6	107,6	107,4	107,6	108,3	108,9	107,0	108,9	105,9	107,4	3,0
28	115	110,7	108,7	108,6	108,9	108,8	113,0	107,7	108,0	107,5	108,9	108,9	6,2
30	115	108,4	107,2	107,3	108,9	107,3	108,6	108,8	108,8	108,7	105,5	107,2	3,1
32	115	110,3	108,5	108,2	108,5	108,5	112,0	107,4	107,7	107,1	105,7	108,4	6,3
34	115	109,6	107,7	107,8	107,4	108,0	113,3	108,9	107,1	106,7	105,4	108,0	7,9
36	115	109,9	108,2	107,9	108,0	108,1	111,4	107,3	107,4	107,0	105,3	108,0	6,0
38	115	111,0	108,5	108,2	108,3	108,7	114,5	107,4	107,9	107,3	106,2	108,8	8,4
40	115	109,1	107,6	107,5	107,3	107,6	109,6	106,9	107,0	106,8	105,3	107,5	4,3
42	115	111,5	108,9	108,5	109,2	108,9	114,5	107,7	108,0	107,5	106,3	109,1	8,2
44	115	108,7	107,4	107,3	107,2	107,4	109,0	108,9	108,9	106,6	105,3	107,3	3,7
46	115	110,9	108,6	108,6	108,5	108,7	112,4	107,6	108,0	107,5	106,9	108,8	5,6
48	115	108,7	107,3	107,6	106,9	107,3	109,4	108,8	108,8	106,6	105,3	107,3	4,2
50	115	110,0	108,3	108,3	107,9	108,3	110,4	107,5	107,6	107,2	106,2	108,2	4,2
52	115	109,3	107,6	108,0	107,3	107,7	111,0	108,9	107,2	106,8	105,3	107,7	5,6
54	115	109,9	108,2	108,1	108,0	108,2	110,5	107,4	107,5	107,2	105,6	108,1	4,7
56	115	110,6	108,3	108,2	108,4	108,5	114,1	107,3	107,4	107,2	105,6	108,6	8,5
58	115	109,3	107,8	107,6	107,6	107,8	109,9	107,0	107,1	107,0	105,4	107,6	4,5
60	115	111,0	108,6	108,2	108,7	108,7	114,4	107,5	107,6	107,2	108,7	108,9	7,8
T.PROM	115	109,9	108,1	108,1	107,9	108,2	111,1	107,3	107,4	107,1	105,9	108,1	
T.MAX	115	111,5	109,1	108,9	109,2	109,1	114,5	107,8	108,0	107,5	106,9		
T.MIN	115	108,4	107,2	107,3	108,8	107,3	108,3	108,7	108,8	108,8	105,3		
DTT	0	3,1	1,9	1,5	2,4	1,8	6,3	1,1	1,2	0,9	1,8		

Temperatura ambiental promedio : 28,1°C      Tiempo de calibración del equipo : 60 minutos



PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,5	0,4
Mínima Temperatura Medida	105,3	0,3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	6,3	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	5,2	0,6
Estabilidad Medida (s)	3,13	0,04
Uniformidad Medida	8,5	0,8

T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

T.prom : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.

T.MAX : Temperatura máxima

T.MIN : Temperatura mínima

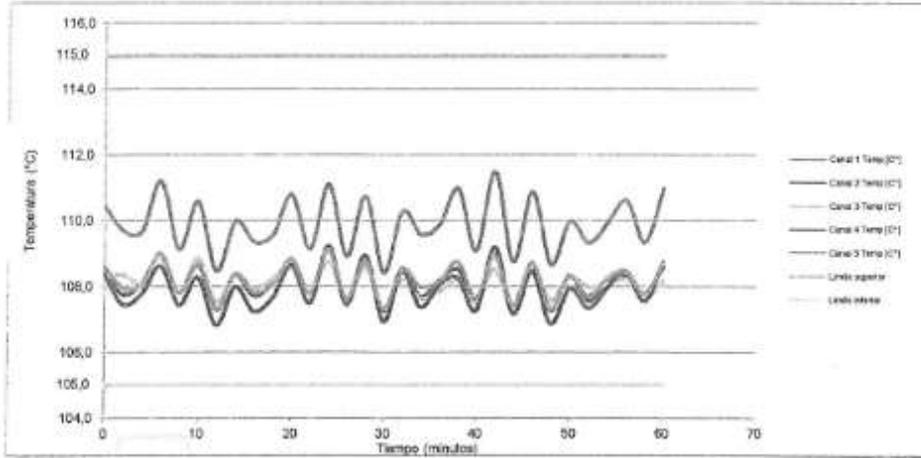
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

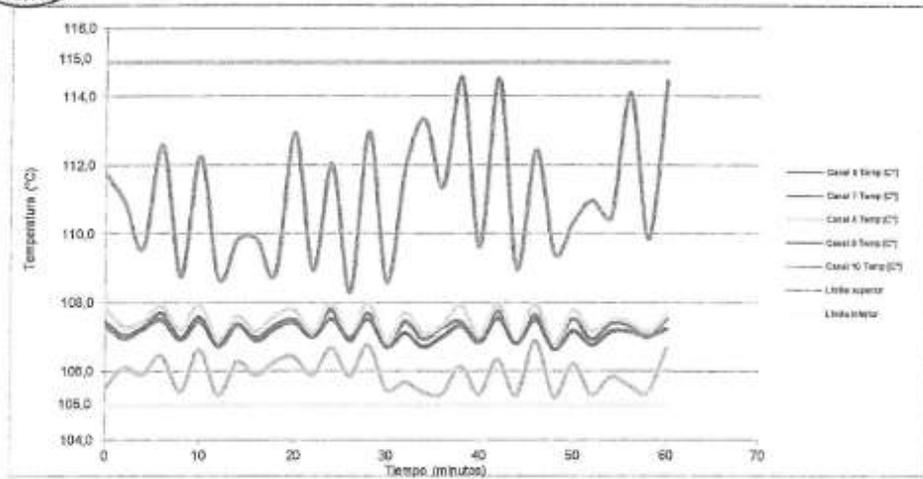
Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.



TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C ± 5 °C

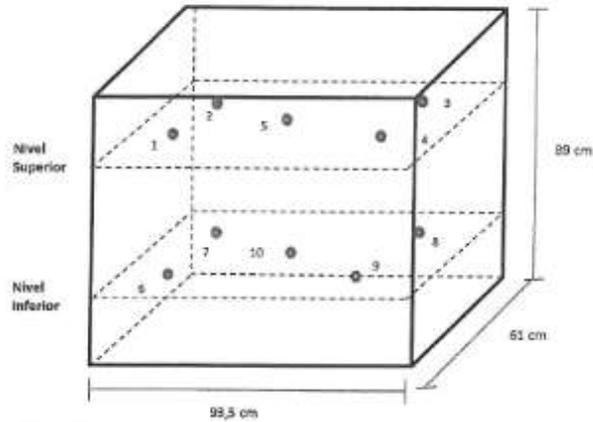


CELDA EIRL



CM-003-2016

Página 5 de 4

**DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES DE TEMPERATURA**


Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivas parrillas.  
 Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 19 cm de las paredes laterales.  
 Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 11 cm del frente y fondo de la estufa.

**Fotografía del interior del medio isoterma**


CH-003-2015

Página 4 de 4

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CMC-032-2014

Peticionario : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
 Atención : Ing. Enriqueta Pereyra Salardi  
 Lugar de calibración : Laboratorio de Ensayos de Materiales: Facultad (Escuela de Ingeniería Civil)  
 Surco- Lima  
 Tipo de equipo : Máquina de compresión axial electro-hidráulica digital  
 Capacidad del equipo : 2,227 kN ( 500,000 lbf ó 227 TN)  
 División de escala : 0,1 kN  
 Marca : ELE - INTERNATIONAL  
 N° de serie del equipo : 04040000001  
 Panel digital : DIGITAL TOUCH ELE-INTERNATIONAL  
 Número serie panel digital : 1887-1-00081  
 Procedencia : USA  
 Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing machines"  
 Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 26,5°C / 64%  
 Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26,6°C / 63%  
 Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8517, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-13a, certificado de calibración reporte N° C-8517A0314.  
 Número de páginas : 2  
 Fecha de calibración : 2014-03-24

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.  
 Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.  
 El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2014-03-31	 Vladimir Tello Torre <small>TÉCNICO DE LABORATORIO</small>	 <b>JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO</b> <b>INGENIERO CIVIL</b> <small>Reg. CIP. N° 89945</small>

**Resultados de medición**

Dirección de carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kN)	1° ascenso	2° ascenso	3° ascenso			
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
4	100,0	99,3	99,4	99,5	99,4	0,6	0,2
9	200,0	198,7	199,1	199,1	199,0	0,5	0,2
13	300,0	299,7	299,6	299,7	299,7	0,1	0,1
18	400,0	399,8	400,1	400,2	400,0	0,0	0,1
27	600,0	600,6	600,5	600,5	600,5	-0,1	0,1
36	800,0	801,7	801,6	801,2	801,5	-0,2	0,1
45	1000,0	1001,6	1001,1	1001,1	1001,3	-0,1	0,1
54	1200,0	1201,5	1201,0	1201,2	1201,2	-0,1	0,1
72	1600,0	1604,4	1604,2	1603,8	1604,1	-0,3	0,1
90	2000,0	2004,9	2004,9	2005,1	2005,0	-0,2	0,1

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$  y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Notas**

El usuario está obligado a tener el equipo verificado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado y cumple con los requisitos de la norma ASTM C-39.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CCB-225-2014**

Peticionario : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

Atención : Ing. Enriqueta Pereyra Salardi

Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL, Av. Brasil N° 1361 - Jesús María - Lima

Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático

Marca : OHAUS Clase : II

Número de serie : 1203130714 Tipo : Electrónica

Código de identificación : 101267 Procedencia : China

Modelo : AV8101

Capacidad máxima : 8100 g

División de escala (d) : 0,1 g

División de verificación (e) : 0,1 g

Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II - PC 011 - Indecopi - cuarta edición

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 24,8°C / 68%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 24,8°C / 68%

Patrones de referencia : Trazabilidad INDECOPI, 01 juego de pesas Hiweigh clase OIML F1 de 1 mg a 1 kg con certificado de calibración N° LM-C-378-2014, 02 pesas Hiweigh clase OIML F1 de 2 kg con certificado de calibración N° LM-896-2014, 01 pesa Hiweigh clase OIML F1 de 2 kg con certificados de calibración N° LM-893-2014 01 pesa Hiweigh clase OIML F1 de 5 kg con certificado de calibración N° LM-894-2014.

Número de páginas : 3

Fecha de calibración : 2014-12-23

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2014-12-30	 Vladimir Tello Torre TÉCNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

CCB-225-2014

Página 1 de 3



**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**INSPECCIÓN VISUAL**

Ajuste a cero	Si
Oscilación Libre	Si
Plataforma	Si
Sistema de Traba	No

Escala	No
Cursor	No
Nivelación	Si

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
	24,8	24,8		68	68

Medición N°	Carga L1 = 4000 g			Carga L2 = 8100 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	4000,0	0,00	0,05	8100,0	0,00	0,05
2	4000,0	0,00	0,05	8100,0	0,00	0,05
3	4000,0	0,00	0,05	8099,9	0,00	-0,05
4	4000,1	0,00	0,15	8099,9	0,00	-0,05
5	4000,0	0,00	0,05	8100,0	0,00	0,05
6	4000,0	0,00	0,05	8100,0	0,00	0,05
7	4000,0	0,00	0,05	8100,0	0,00	0,05
8	4000,0	0,00	0,05	8100,0	0,00	0,05
9	4000,1	0,00	0,15	8100,0	0,00	0,05
10	4000,0	0,00	0,05	8100,0	0,00	0,05

$E = l + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

2	1	3	Posición de las cargas	T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
5	4	6							

Posición de carga	carga en cero* (g)	Determinación de Eo			Determinación del error corregido Ec				
		l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	1,0	1,0	0,00	0,05	3000,0	3000,0	0,00	0,05	0,00
2	1,0	1,0	0,00	0,05	3000,0	3000,0	0,00	0,05	0,00
3	1,0	1,0	0,00	0,05	3000,0	3000,1	0,00	0,15	0,10
4	1,0	1,0	0,00	0,05	3000,0	3000,0	0,00	0,05	0,00
5	1,0	1,0	0,00	0,05	3000,0	2999,9	0,00	-0,05	-0,10

\* valor entre 0 y 10e

$E = l + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$

$E_c = E - E_o$



CCB-001-2014

Página 2 de 3

**ENSAYO DE PESAJE**

T. (°C)	Inicial	Final
	24,6	24,8

H. R. (%)	Inicial	Final
	68	69

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				E.M.P.* (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10,0	10,0	0,00	0,05	0,00					
50,0	50,0	0,00	0,05	0,00	50,0	0,00	0,05	0,00	0,10
100,0	100,0	0,00	0,05	0,00	100,0	0,00	0,05	0,00	0,10
200,0	200,0	0,00	0,05	0,00	200,0	0,00	0,05	0,00	0,10
300,0	300,0	0,00	0,05	0,00	300,0	0,00	0,05	0,00	0,10
500,0	500,0	0,00	0,05	0,00	500,0	0,00	0,05	0,00	0,10
1000,0	1000,0	0,00	0,05	0,00	1000,0	0,00	0,05	0,00	0,20
2000,0	2000,0	0,00	0,05	0,00	2000,0	0,00	0,05	0,00	0,20
3000,0	3000,0	0,00	0,05	0,00	3000,0	0,00	0,05	0,00	0,30
5000,0	5000,0	0,00	0,05	0,00	4999,9	0,00	-0,05	-0,10	0,30
8100,0	8100,0	0,00	0,05	0,00	8100,0	0,00	0,05	0,00	0,30

(\*) Carga para determinar Eo

$$E = l + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

E.M.P.\* = Error máximo permisible

<b>INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN</b>	$U = 0,000016g + (0,0000036)l$
-------------------------------------	--------------------------------

 l = Indicación de la balanza  
 Eo = Error en cero

 E = Error de la balanza  
 Ec = Error corregido

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$  y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Notas**

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CCB-226-2014**

Peticionario : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

Atención : Ing. Enriqueta Pereyra Salardi

Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL, Av. Brasil N° 1361 - Jesús María - Lima

Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático

Marca : OHAUS Clase : II

Número de serie : I1281203520066 P Tipo : Electrónica

Código de identificación : 025806 Procedencia : USA

Modelo : Adventurer ARC120

Capacidad máxima : 3100 g

División de escala (d) : 0,01 g

División de verificación (e) : 0,10 g

Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II - PC 011 - Indecopi - cuarta edición

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 24,8°C / 69%

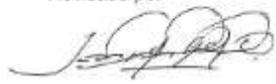
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 24,8°C / 69%

Patrones de referencia : Trazabilidad INDECOPI, 01 juego de pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 1g a 500g con certificado de calibración N°LM-C-564-2012, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML E2 de 0.5g con certificado de calibración N° LM-C-581-2012, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 kg con certificado de calibración N° LM-C-563-2012 y 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 2 kg con certificado de calibración N° LM-650-2012.

Número de páginas : 3

Fecha de calibración : 2014-12-23

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad. Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL. El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2014-12-30	 Vladimir Tello Torre TÉCNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMERO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**
**INSPECCIÓN VISUAL**

Ajuste a cero	Si
Oscilación Libre	Si
Plataforma	Si
Sistema de Traba	No

Escala	No
Cursor	No
Nivelación	Si

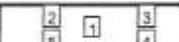
**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
	24,8	24,8		69	69

Medición N°	Carga L1 = 1500 g			Carga L2 = 3100 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	1500,00	0,00	0,01	3100,00	0,00	0,01
2	1500,00	0,00	0,01	3100,00	0,00	0,01
3	1500,00	0,00	0,01	3100,00	0,00	0,01
4	1500,00	0,00	0,01	3100,00	0,00	0,01
5	1500,00	0,00	0,01	3099,99	0,00	-0,01
6	1500,00	0,00	0,01	3100,00	0,00	0,01
7	1500,00	0,00	0,01	3100,00	0,00	0,01
8	1500,00	0,00	0,01	3100,00	0,00	0,01
9	1500,00	0,00	0,01	3100,00	0,00	0,01
10	1500,00	0,00	0,01	3100,00	0,00	0,01

$$E = I + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

	Posición de las cargas	T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
		24,8	24,8	69	69		

Posición de carga	carga en cero* (g)	Determinación de Eo			Determinación del error corregido Ec				
		I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	1,00	1,00	0,00	0,01	1000,00	1000,00	0,000	0,01	0,00
2	1,00	1,00	0,00	0,01	1000,00	1000,01	0,000	0,02	0,01
3	1,00	1,00	0,00	0,01	1000,00	1000,00	0,000	0,01	0,00
4	1,00	1,00	0,00	0,01	1000,00	1000,00	0,000	0,01	0,00
5	1,00	1,00	0,00	0,01	1000,00	1000,02	0,000	0,03	0,02

\* valor entre 0 y 10e

$$E = I + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$



**ENSAYO DE PESAJE**

T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
	24,6	24,8		67	69

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				E.M.P.* (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1,00	1,00	0,000	0,01	(*)					
5,00	5,00	0,000	0,01	0,00	5,00	0,000	0,01	0,00	0,10
10,00	10,00	0,000	0,01	0,00	10,00	0,000	0,01	0,00	0,10
20,00	20,00	0,000	0,01	0,00	20,00	0,000	0,01	0,00	0,10
50,00	50,00	0,000	0,01	0,00	50,00	0,000	0,01	0,00	0,10
100,00	100,00	0,000	0,01	0,00	100,00	0,000	0,01	0,00	0,10
500,00	500,00	0,000	0,01	0,00	500,00	0,000	0,01	0,00	0,10
1000,00	1000,00	0,000	0,01	0,00	1000,00	0,000	0,01	0,00	0,20
2000,00	2000,00	0,000	0,01	0,00	2000,00	0,000	0,01	0,00	0,20
3100,00	3100,00	0,000	0,01	0,00	3100,00	0,000	0,01	0,00	0,30

(\*) Carga para determinar Eo  
E.M.P.\* = Error máximo permisible

$$E = l + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN	$U = 0,0038g + (0,0000072)l$
------------------------------	------------------------------

l = Indicación de la balanza  
Eo = Error en cero

E = Error de la balanza  
Ec = Error corregido

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$  y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Notas**

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CCMA-053-2014**

Peticionario : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
 Atención : Ing. Enriqueta Pereyra Salardi  
 Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL, Av. Brasil N° 1361 - Jesús María - Lima  
 Tipo de equipo : Medidor contenido de aire de concreto fresco "Washington"  
 Capacidad del equipo : 0% - 10% de aire  
 División de escala : 0,1% de 0% hasta 6%; 0,2% de 6% a 8% y 0,5% de 8% hasta 10%  
 Marca : ELE - INTERNATIONAL  
 Capacidad del recipiente : 1/4 de pie cúbico  
 Modelo : EI34-3265  
 N° de serie : 2440  
 Procedencia : USA  
 Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 24,9°C / 63%  
 Temp.(°C) y H.R.(%) final : 24,9°C / 62%  
 Método de calibración : Norma ASTM C-231  
 Patrón de referencia : 02 canister marca FORNEY modelo LA-0316-95/ACCU-CAL, con números de serie 48258 y 48254, certificado de calibración CSA-1721-13 y CSA-1720-13 respectivamente, cada uno de 5% de capacidad con respecto a un volumen de 1/4 de pie cúbico.  
 Número de páginas : 2  
 Fecha de calibración : 2014-12-23

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.  
 Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.  
 El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2014-12-30	 Vladimir Tello Torres <small>TÉCNICO DE LABORATORIO</small>	 <b>JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEO</b> <b>INGENIERO CIVIL</b> <b>Reg. CIP. N° 89945</b>

**Resultados de medición**
**Con 01 canister (patrón)**

Número de medición	Contenido de aire en el equipo (%)	Promedio contenido de aire en el equipo (%)	Contenido de aire con 01 canister (%)	Error (% de aire)	Incertidumbre K=2
1	5,0	5,0	5,0	0,0	0,1
2	5,0				
3	5,0				

**Con 02 canister (patrón)**

Número de medición	Contenido de aire en el equipo (%)	Promedio contenido de aire en el equipo (%)	Contenido de aire con 02 canister (%)	Error (% de aire)	Incertidumbre K=2
1	10,0	10,0	10,0	0,0	0,1
2	10,0				
3	10,0				

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$  y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Notas**

El usuario esta obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El cero "0" inicial del cual debe partir la aguja negra del equipo se encuentra indicado con una aguja de color amarillo, los cuales deben estar una sobre la otra al inicio del ensayo.

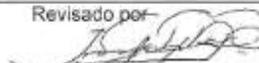
El equipo se encuentra calibrado.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CPR-006-2014**

Peticionario : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
 Atención : Ing. Enriqueta Pereyra Salardi  
 Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL, Av. Brasil N° 1361 - Jesús María - Lima  
 Tipo de instrumento : Pie de rey de indicación digital  
 Alcance de indicación : 0 mm a 150 mm  
 División de escala : 0,01 mm  
 Marca : MITUTOYO  
 N° de serie : 08902142  
 Modelo : CD-6" CSX-B  
 Procedencia : Brasil  
 Método de calibración : Procedimiento de calibración de Pie de Rey (usando bloques)  
 PC 012 - Indecopi - segunda edición  
 Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 22,9 °C / 64%  
 Temp.(°C) y H.R.(%) final : 22,8 °C / 64%  
 Patrones de referencia : Trazabilidad INDECOPI, patrones utilizados marca MITUTOYO, bloque de 1 mm 090014 con certificado N° LLA-C-073-2014, bloque de 2 mm 090767 con certificado N° LLA-C-075-2014, bloque de 2 mm 090289 con certificado N° LLA-C-074-2014, bloque de 5 mm 090769 con certificado N° LLA-C-076-2014, bloque de 10 mm 091850 con certificado N° LLA-C-079-2014, bloque 10 mm 091877 certificado N° LLA-C-080-2014, bloque de 10 mm 091827 con certificado N° LLA-C-078-2014, bloque de 10 mm 091876 con certificado N° LLA-C-081-2014, bloque de 50 mm 112062 con certificado N° LLA-C-077-2014 y bloque de 100 mm 112738 con certificado N° LLA-C-082-2014.  
 Número de páginas : 2

Fecha de calibración : 2014-12-23  
 Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.  
 Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.  
 El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2014-12-30	 Vladimir Tello Torre <small>TÉCNICO DE LABORATORIO</small>	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL PIE DE REY			MAXIMO ERROR ABSOLUTO ENCONTRADO ( $\mu$ m)
	EXTERIOR (mm)	INTERIOR (mm)	PROFUNDIDAD (mm)	
10,00	10,00	10,00	10,00	0
50,00	50,00	50,00	50,00	0
70,00	70,00	70,00	70,01	10
100,00	100,00	100,00	100,01	10
150,00	150,00	150,00	150,01	10

Incertidumbre de Medición :  $\pm 50 \mu\text{m}$  (para  $k = 2$ )

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$  y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Notas**

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado.





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CCB-105-2015**

Peticionario : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
Atención : Ing. Enriqueta Pereyra Salardi  
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL, Av. Brasil N° 1361 - Jesús María - Lima  
Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático  
Marca : OHAUS Clase : II  
Número de serie : I1281203520066 P Tipo : Electrónica  
Código de identificación : No Indica Procedencia : USA  
Modelo : Adventurer ARC120  
Capacidad máxima : 3100 g  
División de escala (d) : 0,01 g  
División de verificación (e) : 0,10 g  
Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II - PC 011 - Indecopi - cuarta edición  
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 21,9°C / 74%  
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 21,9°C / 74%  
Patrones de referencia : Trazabilidad INDECOPI , 01 juego de pesas Hiweigh clase OIML F1 de 1 mg a 1 kg con certificado de calibración N° LM-C-378-2014, 02 pesas Hiweigh clase OIML F1 de 2 kg con certificado de calibración N° LM-896-2014, 01 pesa Hiweigh clase OIML F1 de 2 kg con certificados de calibración N° LM-893-2014  
Número de páginas : 3  
Fecha de calibración : 2015-06-30

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.  
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.  
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2015-07-01	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 Enriqueta Pereyra Salardi INGENIERO CIVIL REG. COP. N° 232107

CCB-105-2015

Página 1 de 3

Av. Brasil 1361 Int. 602 - Jesús María - Lima Telf: (01)4371145 - 3322711 web: www.celdaeirl.com email: celda@celdaeirl.com

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**
**INSPECCIÓN VISUAL**

Ajuste a cero	Si
Oscilación Libre	Si
Plataforma	Si
Sistema de Traba	No

Escala	No
Cursor	No
Nivelación	Si

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
	21,9	21,9		74	74

Medición N°	Carga L1 = 1500 g			Carga L2 = 3100 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	1500,00	0,00	0,01	3100,00	0,00	0,01
2	1500,00	0,00	0,01	3100,00	0,00	0,01
3	1500,00	0,00	0,01	3100,00	0,00	0,01
4	1500,00	0,00	0,01	3100,00	0,00	0,01
5	1500,00	0,00	0,01	3100,00	0,00	0,01
6	1500,00	0,00	0,01	3100,00	0,00	0,01
7	1500,00	0,00	0,01	3100,00	0,00	0,01
8	1500,00	0,00	0,01	3100,00	0,00	0,01
9	1500,00	0,00	0,01	3100,00	0,00	0,01
10	1500,00	0,00	0,01	3100,00	0,00	0,01

$$E = l + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

<table border="1"> <tr><td>2</td><td>1</td><td>3</td></tr> <tr><td>5</td><td>4</td><td></td></tr> </table>	2	1	3	5	4		Posición de las cargas	T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
	2	1	3										
5	4												
21,9	21,9	74	74										

Posición de carga	Determinación de Eo				Determinación del error corregido Ec				
	carga en cero* (g)	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	1,00	1,00	0,00	0,01	1000,00	1000,00	0,000	0,01	0,00
2	1,00	1,00	0,00	0,01	1000,00	1000,02	0,000	0,03	0,02
3	1,00	1,00	0,00	0,01	1000,00	1000,00	0,000	0,01	0,00
4	1,00	1,00	0,00	0,01	1000,00	999,90	0,000	-0,10	-0,10
5	1,00	1,00	0,00	0,01	1000,00	1000,00	0,000	0,01	0,00

\* valor entre 0 y 10e

$$E = l + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$



**ENSAYO DE PESAJE**

T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
	22,6	22,6		68	68

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				E.M.P.* (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1,0	1,0	0,00	0,05	(*)					
50,0	50,0	0,00	0,05	0,00	50,0	0,00	0,05	0,00	0,10
100,0	100,0	0,00	0,05	0,00	100,0	0,00	0,05	0,00	0,10
200,0	200,0	0,00	0,05	0,00	200,0	0,00	0,05	0,00	0,10
300,0	300,0	0,00	0,05	0,00	300,0	0,00	0,05	0,00	0,10
500,0	500,0	0,00	0,05	0,00	500,0	0,00	0,05	0,00	0,10
1000,0	1000,0	0,00	0,05	0,00	1000,0	0,00	0,05	0,00	0,20
2000,0	2000,0	0,00	0,05	0,00	2000,0	0,00	0,05	0,00	0,20
3000,0	3000,0	0,00	0,05	0,00	3000,0	0,00	0,05	0,00	0,30
5000,0	5000,0	0,00	0,05	0,00	5000,0	0,00	0,05	0,00	0,30
8100,0	8100,1	0,00	0,15	0,10	8100,1	0,00	0,15	0,10	0,30

(\*) Carga para determinar Eo

$$E = I + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$

E.M.P.\* = Error máximo permisible

<b>INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN</b>	$U = 0,000016g + (0,0000026)I$
-------------------------------------	--------------------------------

 I = Indicación de la balanza  
 Eo = Error en cero

 E = Error de la balanza  
 Ec = Error corregido

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2 y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Notas**

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CCB-104-2015**

Peticionario : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
 Atención : Ing. Enriqueta Pereyra Salardi  
 Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL, Av. Brasil N° 1361 - Jesús María - Lima  
 Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático  
 Marca : OHAUS Clase : II  
 Número de serie : 1203130714 Tipo : Electrónica  
 Código de identificación : No Indica Procedencia : China  
 Modelo : AV8101  
 Capacidad máxima : 8100 g  
 División de escala (d) : 0,1 g  
 División de verificación (e) : 0,1 g  
 Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II - PC 011 - Indecopi - cuarta edición  
 Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 22,4°C / 68%  
 Temp.(°C) y H.R.(%) final : 22,4°C / 68%  
 Patrones de referencia : Trazabilidad INDECOPI , 01 juego de pesas Hiweigh clase OIML F1 de 1 mg a 1 kg con certificado de calibración N° LM-C-378-2014, 02 pesas Hiweigh clase OIML F1 de 2 kg con certificado de calibración N° LM-896-2014, 01 pesa Hiweigh clase OIML F1 de 2 kg con certificados de calibración N° LM-893-2014 01 pesa Hiweigh clase OIML F1 de 5 kg con certificado de calibración N° LM-894-2014.

Número de páginas : 3

Fecha de calibración : 2015-06-26

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Señalo	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2015-06-30	 Vladimir Tello Torre TÉCNICO DE LABORATORIO	 Guillermo R. Guerra Laguna INGENIERO CIVIL REG. COP N° 923107

### RESULTADOS DE MEDICIÓN

#### INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste a cero	Si
Oscilación Libre	Si
Plataforma	Si
Sistema de Traba	No

Escala	No
Cursor	No
Nivelación	Si

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

T. (°C)	Inicial	Final
	22,4	22,4

H. R. (%)	Inicial	Final
	68	68

Medición N°	Carga L1 = 4000 g			Carga L2 = 8100 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	4000,0	0,00	0,05	8100,1	0,00	0,15
2	4000,0	0,00	0,05	8100,1	0,00	0,15
3	4000,0	0,00	0,05	8100,1	0,00	0,15
4	4000,0	0,00	0,05	8100,1	0,00	0,15
5	4000,0	0,00	0,05	8100,1	0,00	0,15
6	4000,0	0,00	0,05	8100,1	0,00	0,15
7	4000,0	0,00	0,05	8100,1	0,00	0,15
8	4000,0	0,00	0,05	8100,1	0,00	0,15
9	4000,0	0,00	0,05	8100,1	0,00	0,15
10	4000,0	0,00	0,05	8100,1	0,00	0,15

$$E = I + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	1	3
5		4

Posición de las cargas

T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
	22,4	22,5		68	68

Posición de carga	carga en cero* (g)	Determinación de Eo			Determinación del error corregido Ec				
		I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	1,0	1,0	0,00	0,05	3000,0	3000,0	0,00	0,05	0,00
2	1,0	1,0	0,00	0,05	3000,0	3000,0	0,00	0,05	0,00
3	1,0	1,0	0,00	0,05	3000,0	3000,1	0,00	0,15	0,10
4	1,0	1,0	0,00	0,05	3000,0	3000,0	0,00	0,05	0,00
5	1,0	1,0	0,00	0,05	3000,0	3000,0	0,00	0,05	0,00

\* valor entre 0 y 10e

$$E = I + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$



ENSAYO DE PESAJE

T. (°C)	Inicial	Final
	22,6	22,6

H. R. (%)	Inicial	Final
	68	68

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				E.M.P.* (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1,0	1,0	0,00	0,05	(*)					
50,0	50,0	0,00	0,05	0,00	50,0	0,00	0,05	0,00	0,10
100,0	100,0	0,00	0,05	0,00	100,0	0,00	0,05	0,00	0,10
200,0	200,0	0,00	0,05	0,00	200,0	0,00	0,05	0,00	0,10
300,0	300,0	0,00	0,05	0,00	300,0	0,00	0,05	0,00	0,10
500,0	500,0	0,00	0,05	0,00	500,0	0,00	0,05	0,00	0,10
1000,0	1000,0	0,00	0,05	0,00	1000,0	0,00	0,05	0,00	0,20
2000,0	2000,0	0,00	0,05	0,00	2000,0	0,00	0,05	0,00	0,20
3000,0	3000,0	0,00	0,05	0,00	3000,0	0,00	0,05	0,00	0,30
5000,0	5000,0	0,00	0,05	0,00	5000,0	0,00	0,05	0,00	0,30
8100,0	8100,1	0,00	0,15	0,10	8100,1	0,00	0,15	0,10	0,30

(\*) Carga para determinar Eo

$$E = I + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$

E.M.P.\* = Error máximo permisible

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN	$U = 0,000016g + (0,0000026)I$
------------------------------	--------------------------------

I = Indicación de la balanza

E = Error de la balanza

Eo = Error en cero

Ec = Error corregido

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2 y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Notas**

El usuario esta obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CCB-106-2015**

Peticionario : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

Atención : Ing. Enriqueta Pereyra Salardi

Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL, Av. Brasil N° 1361 - Jesús María - Lima

Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático

Marca : FERTON Clase : III

Número de serie : No Indica Tipo : Electrónica

Código de identificación : No indica Procedencia : China

Modelo : No Indica

Capacidad máxima : 150 kg

División de escala (d) : 0,02 kg

División de verificación (e) : 0,02 kg

Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII - PC 001 - Indecopi - tercera edición Usando pesas de sustitución.

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 21,8°C / 74%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 21,8°C / 74%

Patrones de referencia : Trazabilidad INDECOPI , 01 juego de pesas Hiweigh clase OIML F1 de 1 mg a 1 kg con certificado de calibración N° LM-C-378-2014, 02 pesas Hiweigh clase OIML F1 de 2 kg con certificado de calibración N° LM-896-2014, 01 pesa Hiweigh clase OIML F1 de 2 kg con certificados de calibración N° LM-893-2014 01 pesa Hiweigh clase OIML F1 de 5 kg con certificado de calibración N° LM-894-2014 y 02 pesas Hiweigh clase OIML F1 de 10 Kg con certificados de calibración N° LM-895-2014 y LM-888-2014.

Número de páginas : 3

Fecha de calibración : 2015-06-30

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.  
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.  
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2015-07-01	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 Ricardo Palma INGENIERO CIVIL REG. OF. N° 022567

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**
**INSPECCIÓN VISUAL**

Ajuste a cero	Si
Oscilación Libre	Si
Plataforma	Si
Sistema de Traba	No

Escala	No
Cursor	No
Nivelación	Si

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

T. (°C)	Inicial	Final
	21,8	21,8

H. R. (%)	Inicial	Final
	74	74

Medición N°	Carga L1 = 75,00 kg			Carga L2 = 150,00 kg		
	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)
1	75,00	0,012	-0,002	150,04	0,014	0,036
2	75,00	0,012	-0,002	150,04	0,014	0,036
3	75,00	0,012	-0,002	150,04	0,014	0,036
4	75,00	0,012	-0,002	150,04	0,014	0,036
5	75,00	0,012	-0,002	150,04	0,014	0,036
6	75,00	0,012	-0,002	150,04	0,014	0,036
7	75,00	0,012	-0,002	150,04	0,014	0,036
8	75,00	0,012	-0,002	150,04	0,014	0,036
9	75,00	0,012	-0,002	150,04	0,014	0,036
10	75,00	0,012	-0,002	150,04	0,014	0,036

$$E = I + \frac{1}{2} e - \Delta L - L$$

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

2	1	3
5		4

Posición de las cargas

T. (°C)

Inicial	Final
21,7	21,7

H. R. (%)

Inicial	Final
74	74

Posición de carga	carga en cero* (kg)	Determinación de Eo			Determinación del error corregido Ec				
		I (kg)	ΔL (kg)	Eo (kg)	Carga L (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)
1	0,20	0,20	0,008	0,002	50,00	50,00	0,010	0,000	-0,002
2	0,20	0,20	0,008	0,002	50,00	50,00	0,010	0,000	-0,002
3	0,20	0,20	0,008	0,002	50,00	50,00	0,010	0,000	-0,002
4	0,20	0,20	0,008	0,002	50,00	50,00	0,010	0,000	-0,002
5	0,20	0,20	0,008	0,002	50,00	50,00	0,010	0,000	-0,002

\* valor entre 0 y 10e

$$E = I + \frac{1}{2} e - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$



**ENSAYO DE PESAJE**

T. (°C)	Inicial	Final
	21,7	21,7

H. R. (%)	Inicial	Final
	74	74

Carga L (kg)	Crecientes				Decrecientes				E.M.P.* (kg)
	I (kg)	$\Delta L$ (kg)	E (kg)	Ec (kg)	I (kg)	$\Delta L$ (kg)	E (kg)	Ec (kg)	
0,20	0,20	0,008	0,002	(*)					
0,40	0,40	0,010	0,000	-0,002	0,40	0,010	0,000	-0,002	0,020
1,00	1,00	0,010	0,000	-0,002	1,00	0,010	0,000	-0,002	0,020
2,00	2,00	0,010	0,000	-0,002	2,00	0,010	0,000	-0,002	0,020
5,00	5,00	0,010	0,000	-0,002	5,00	0,010	0,000	-0,002	0,020
10,00	10,00	0,012	-0,002	-0,004	10,00	0,010	0,000	-0,002	0,020
20,00	20,00	0,012	-0,002	-0,004	20,00	0,012	-0,002	-0,004	0,040
40,00	40,00	0,012	-0,002	-0,004	40,00	0,012	-0,002	-0,004	0,040
80,00	80,00	0,012	-0,002	-0,004	80,00	0,012	-0,002	-0,004	0,060
100,00	100,02	0,014	0,016	0,016	100,00	0,014	-0,004	-0,006	0,060
120,00	120,02	0,014	0,016	0,014	120,02	0,014	0,016	0,014	0,060
150,00	150,02	0,014	0,016	0,014	150,02	0,014	0,016	0,014	0,060

(\*) Carga para determinar Eo

$$E = I + \frac{1}{2} e - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$

E.M.P.\* = Error máximo permisible

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN	$U = 0,0006\text{kg} + (0,0000034)I$
------------------------------	--------------------------------------

I = Indicación de la balanza

E = Error de la balanza

Eo = Error en cero

Ec = Error corregido

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$  y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Notas**

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.



### RESULTADOS DE MEDICIÓN

#### INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste a cero	Si
Oscilación Libre	Si
Plataforma	Si
Sistema de Traba	No

Escala	No
Cursor	No
Nivelación	Si

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
	21,9	21,9		74	74

Medición N°	Carga L1 = 1500 g			Carga L2 = 3100 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	1500,00	0,00	0,01	3100,00	0,00	0,01
2	1500,00	0,00	0,01	3100,00	0,00	0,01
3	1500,00	0,00	0,01	3100,00	0,00	0,01
4	1500,00	0,00	0,01	3100,00	0,00	0,01
5	1500,00	0,00	0,01	3100,00	0,00	0,01
6	1500,00	0,00	0,01	3100,00	0,00	0,01
7	1500,00	0,00	0,01	3100,00	0,00	0,01
8	1500,00	0,00	0,01	3100,00	0,00	0,01
9	1500,00	0,00	0,01	3100,00	0,00	0,01
10	1500,00	0,00	0,01	3100,00	0,00	0,01

$$E = l + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	1	3	Posición de las cargas	T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
5	4				21,9	21,9		74	74

Posición de carga	Determinación de Eo				Determinación del error corregido Ec				
	carga en cero* (g)	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	1,00	1,00	0,00	0,01	1000,00	1000,00	0,000	0,01	0,00
2	1,00	1,00	0,00	0,01	1000,00	1000,02	0,000	0,03	0,02
3	1,00	1,00	0,00	0,01	1000,00	1000,00	0,000	0,01	0,00
4	1,00	1,00	0,00	0,01	1000,00	999,90	0,000	-0,10	-0,10
5	1,00	1,00	0,00	0,01	1000,00	1000,00	0,000	0,01	0,00

\* valor entre 0 y 10e.

$$E = l + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$



**ENSAYO DE PESAJE**

T. (°C)	Inicial	Final
	21,9	21,9

H. R. (%)	Inicial	Final
	74	74

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				E.M.P.* (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1,00	1,00	0,00	0,01	(*)					
5,00	5,00	0,00	0,01	0,00	5,00	0,00	0,01	0,00	0,10
10,00	10,00	0,00	0,01	0,00	10,00	0,00	0,01	0,00	0,10
20,00	20,00	0,00	0,01	0,00	20,00	0,00	0,01	0,00	0,10
50,00	50,00	0,00	0,01	0,00	50,00	0,00	0,01	0,00	0,10
100,00	100,00	0,00	0,01	0,00	100,00	0,00	0,01	0,00	0,10
500,00	500,00	0,00	0,01	0,00	500,00	0,00	0,01	0,00	0,10
1000,00	1000,00	0,00	0,01	0,00	1000,00	0,00	0,01	0,00	0,20
2000,00	2000,00	0,00	0,01	0,00	2000,00	0,00	0,01	0,00	0,20
3100,00	3100,00	0,00	0,01	0,00	3100,00	0,00	0,01	0,00	0,30

(\*) Carga para determinar Eo

$$E = I + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

E.M.P.\* = Error máximo permisible

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN	$U = 0,0037g + (0,0000061)I$
------------------------------	------------------------------

I = Indicación de la balanza

Eo = Error en cero

E = Error de la balanza

Ec = Error corregido

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$  y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Notas**

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CMI-003-2015**

Peticionario : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

Atención : Ing. Enriqueta Perayra Salardi

Lugar de calibración : Laboratorio de Ensayos de Materiales: Facultad (Escuela de Ingeniería Civil)  
Surco - Lima

Tipo de instrumento : Medio Isotermo (Horno de secado para muestras)

Marca : Despatch

Nº de serie : No indica

Modelo : LBB / LEB Series

Resolución : 1 °C

Código interno : 025866

Método de calibración : Procedimiento para la calibración o caracterización de medios  
isotermos con aire como medio termostático PC 018 - Indecopi:  
2ª Edición.

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 27,8 °C / 48%

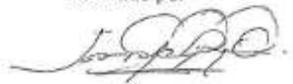
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 28,3 °C / 47%

Patrones de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards &  
Technology), patrón utilizado Thermometer mit PT-100, marca MBW  
Calibration AG, modelo T12, N° de serie 13-0728, certificado de  
calibración 2999MBW2013 y 3000MBW2013.

Número de páginas : 4

Fecha de calibración : 2015-01-30

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.  
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.  
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2015-02-09	 Vladimir Tello Torre TÉCNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945



PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C ± 5 °C

Tiempo (min.)	Indicador (°C)	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	T máx. - T mín. (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	115	110,4	108,5	108,3	108,4	108,6	111,8	107,4	107,8	107,4	105,5	108,4	8,2
2	115	109,7	107,8	108,4	107,5	108,0	110,9	107,1	107,3	107,0	106,1	108,0	4,8
4	115	108,7	108,1	108,1	107,8	108,0	109,6	107,3	107,4	107,2	106,9	107,9	3,7
6	115	111,2	108,9	108,9	108,6	109,0	112,6	107,7	107,9	107,5	106,5	108,9	6,1
8	115	109,1	107,8	107,8	107,4	107,8	108,8	107,0	107,2	106,9	105,4	107,5	3,7
10	115	110,6	108,7	108,9	108,3	108,7	112,3	107,6	108,0	107,5	106,8	108,7	5,6
12	115	106,5	107,3	107,5	106,8	107,3	108,7	108,7	106,9	106,8	105,3	107,2	3,4
14	115	110,0	108,3	108,4	108,0	108,3	109,8	107,3	107,6	107,4	106,3	108,1	3,7
16	115	109,4	107,7	107,9	107,2	107,8	109,8	107,0	107,2	106,9	105,9	107,7	4,0
18	115	109,6	108,1	108,2	107,7	108,0	108,8	107,3	107,6	107,2	106,3	107,9	3,3
20	115	110,8	108,7	108,6	108,6	108,8	112,9	107,5	107,6	107,4	106,4	108,8	6,5
22	115	109,1	107,6	107,7	107,5	107,8	109,0	107,1	107,1	107,0	105,9	107,6	3,2
24	115	111,1	109,1	108,8	109,2	109,1	112,0	107,8	108,0	107,5	106,7	108,9	5,4
26	115	108,9	107,6	107,6	107,4	107,6	108,3	106,9	107,0	106,9	105,9	107,4	3,0
28	115	110,7	108,7	108,6	108,9	108,8	113,0	107,7	108,0	107,5	106,8	108,9	6,2
30	115	108,4	107,2	107,3	106,9	107,3	108,8	106,8	106,8	106,7	105,5	107,2	3,1
32	115	110,3	108,5	108,2	108,5	108,5	112,0	107,4	107,7	107,1	105,7	108,4	6,3
34	115	109,6	107,7	107,6	107,4	108,0	113,3	106,9	107,1	108,7	105,4	108,0	7,9
36	115	109,9	108,2	107,9	108,0	108,1	111,4	107,3	107,4	107,0	105,3	108,0	6,0
38	115	111,0	108,5	108,2	108,3	108,7	114,5	107,4	107,9	107,3	106,2	108,8	8,4
40	115	109,1	107,6	107,5	107,3	107,6	109,6	106,9	107,0	106,8	105,3	107,5	4,3
42	115	111,5	108,9	108,5	109,2	108,9	114,5	107,7	108,0	107,5	106,3	109,1	8,2
44	115	108,7	107,4	107,3	107,2	107,4	109,0	106,9	106,9	106,8	105,3	107,3	3,7
46	115	110,9	108,6	108,6	108,5	108,7	112,4	107,6	108,0	107,5	106,9	108,8	5,6
48	115	108,7	107,3	107,6	106,9	107,3	109,4	106,8	106,8	106,6	105,3	107,3	4,2
50	115	110,0	108,3	108,3	107,9	108,3	110,4	107,5	107,8	107,2	106,2	108,2	4,2
52	115	109,3	107,6	108,0	107,3	107,7	111,0	106,9	107,2	106,8	105,3	107,7	5,6
54	115	109,9	108,2	108,1	108,0	108,2	110,5	107,4	107,5	107,2	105,8	108,1	4,7
56	115	110,6	108,3	108,2	108,4	108,5	114,1	107,3	107,4	107,2	105,6	108,6	8,5
58	115	109,3	107,8	107,8	107,6	107,8	109,9	107,0	107,1	107,0	105,4	107,6	4,5
60	115	111,0	108,6	108,2	108,7	108,7	114,4	107,5	107,6	107,2	106,7	108,9	7,8
T.PROM	115	109,9	108,1	108,1	107,9	108,2	111,1	107,3	107,4	107,1	105,9	108,1	
T.MAX	115	111,5	109,1	108,9	109,2	109,1	114,5	107,8	108,0	107,5	106,9		
T.MIN	115	108,4	107,2	107,3	106,8	107,3	108,3	106,7	106,8	106,6	105,3		
DTT	0	3,1	1,9	1,9	2,4	1,8	6,3	1,1	1,2	0,9	1,8		

Temperatura ambiental promedio : 28,1°C      Tiempo de calibración del equipo : 60 minutos



PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,5	0,4
Mínima Temperatura Medida	105,3	0,3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	6,3	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	6,2	0,6
Estabilidad Medida (±)	3,13	0,04
Uniformidad Medida	8,5	0,6

T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración

T.prom. : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.

T.MAX : Temperatura máxima

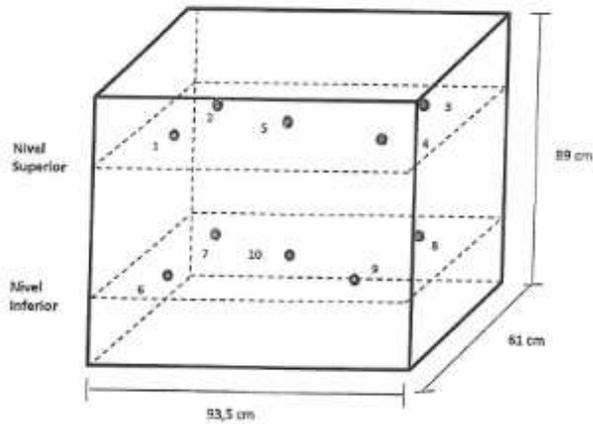
T.MIN : Temperatura mínima

DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

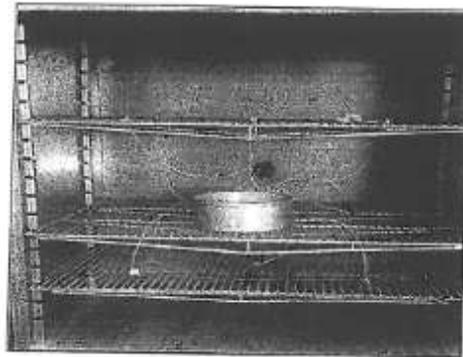
Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

### DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES DE TEMPERATURA



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivas parrillas.  
 Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 19 cm de las paredes laterales.  
 Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 11 cm del frente y fondo de la estufa.

Fotografía del interior del medio isoterma



CM-003-2015

Página 4 de 4

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CCMA-053-2014**

Peticionario : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
 Atención : Ing. Enriqueta Pereyra Salardi  
 Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL, Av. Brasil N° 1361 - Jesús María - Lima  
 Tipo de equipo : Medidor contenido de aire de concreto fresco "Washington"  
 Capacidad del equipo : 0% - 10% de aire  
 División de escala : 0,1% de 0% hasta 6%; 0,2% de 6% a 8% y 0,5% de 8% hasta 10%  
 Marca : ELE - INTERNATIONAL  
 Capacidad del recipiente : 1/4 de pie cúbico  
 Modelo : EI34-3265  
 N° de serie : 2440  
 Procedencia : USA  
 Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 24,9°C / 63%  
 Temp.(°C) y H.R.(%) final : 24,9°C / 62%  
 Método de calibración : Norma ASTM C-231  
 Patrón de referencia : 02 canister marca FORNEY modelo LA-0316-95/ACCU-CAL, con números de serie 48258 y 48254, certificado de calibración CSA-1721-13 y CSA-1720-13 respectivamente; cada uno de 5% de capacidad con respecto a un volumen de 1/4 de pie cúbico.  
 Número de páginas : 2  
 Fecha de calibración : 2014-12-23

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad. Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL. El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2014-12-30	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMENO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

CCMA-053-2014

Página 1 de 2

**Resultados de medición**
**Con 01 canister (patrón)**

Número de medición	Contenido de aire en el equipo (%)	Promedio contenido de aire en el equipo (%)	Contenido de aire con 01 canister (%)	Error (% de aire)	Incertidumbre K=2
1	5,0	5,0	5,0	0,0	0,1
2	5,0				
3	5,0				

**Con 02 canister (patrón)**

Número de medición	Contenido de aire en el equipo (%)	Promedio contenido de aire en el equipo (%)	Contenido de aire con 02 canister (%)	Error (% de aire)	Incertidumbre K=2
1	10,0	10,0	10,0	0,0	0,1
2	10,0				
3	10,0				

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$  y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la incertidumbre en la medición".

**Notas**

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El cero "0" inicial del cual debe partir la aguja negra del equipo se encuentra indicado con una aguja de color amarillo, los cuales deben estar una sobre la otra al inicio del ensayo.

El equipo se encuentra calibrado.

