

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**“INFLUENCIA DEL ADITIVO EUCON 1037 EN LA RESISTENCIA A  
LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE  $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$  -  
CAJAMARCA”**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:  
NIELSER KELMAN SANGAY QUILICHE**

**ASESOR:**

**Dr. Ing. Wilfredo R. Fernández Muñoz**

*Cajamarca – Perú*

*2017*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer en primer lugar a Dios por darme la vida y fortaleza para seguir adelante a pesar de los múltiples obstáculos que se presenta en la vida.

A mis padres, hermana y familiares por todo lo que me han brindado a lo largo de toda mi vida, y por darme todo el apoyo necesario para lograr este objetivo.

Agradezco a la Universidad Nacional de Cajamarca, especialmente a la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, por los conocimientos, experiencias y amigos que me otorgó durante mis estudios universitarios, también a los profesores que me apoyaron continuamente durante el curso de mi carrera y para la elaboración de la presente investigación.

También quiero agradecer de una manera muy especial a mi asesor el Dr. Ing. Wilfredo Fernández Muñoz, por haberme dedicado su valioso tiempo, por sus aportes, críticas, comentarios, sugerencias y apoyo a lo largo de esta investigación.

¡Gracias a todos!

El Autor.

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo de investigación a mis padres, que han sido fiel reflejo de sacrificio, honestidad y devoción, y que me han orientado y brindado su confianza en todo momento, por siempre enseñarme que con trabajo y dedicación no existen metas imposibles.

A mi familia en general a mis amigos y compañeros que fueron parte fundamental en esta etapa de mi vida, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir buenos y malos momentos.

El Autor.

# ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS, TABLAS Y GRAFICOS.....	viii
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1    Formulación Del Problema:.....	3
1.2    Justificación de la investigación:.....	3
1.3    Alcances.....	3
1.4    Limitaciones.....	4
1.5    Objetivos.....	4
1.5.1    Objetivo General.....	4
1.5.2    Objetivos Especificos.....	4
1.6    Hipótesis:.....	4
1.6.1    Definición de Variables:.....	4
1.6.1.1.    Variables independientes.....	4
1.6.1.2.    Variables dependientes.....	4
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>5</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>5</b>
2.1    ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN:.....	6
2.1.1.    Antecedentes internacionales:.....	6
2.1.2.    Antecedentes nacionales:.....	6
2.1.3.    Antecedentes locales:.....	6
2.2    BASES TEÓRICAS:.....	7
2.2.1    El concreto. (KOSMATKA, Steven. Diseño y control de mezclas. 2004).....	7
2.2.1.1.    Historita.....	7
2.2.1.2.    COMPONENTES DEL CONCRETO.....	8
2.2.1.3.    Propiedades del concreto.....	8
2.2.1.4.    Estados del concreto. (KOSMATKA, Steven. Diseño y control de mezclas. 2004).....	9
2.2.2    CEMENTO (DIEGO SÁNCHEZ DE GUZMÁN. Tecnología del Concreto y del Mortero. 2001).....	11
2.2.2.1.    Generalidades.....	11
2.2.2.2.    Fraguado y endurecimiento.....	12
2.2.2.3.    Tipos de cemento (DIEGO SÁNCHEZ DE GUZMÁN. Tecnología del Concreto y del Mortero. 2001)	12
2.2.2.4.    Composición química:.....	13

2.2.3	AGREGADOS. (Rivva López, E. Naturaleza y materiales del concreto. 2000) .....	14
2.2.3.1.	Generalidades.....	14
2.2.3.2.	Características físicas de los agregados (Rivva López, E. Naturaleza y materiales del concreto. 2000) .....	15
2.2.4	AGUA PARA EL CONCRETO (ING. GERARDO A. RIVERA L. – Concreto Simple).....	22
2.2.4.1	Conceptos Generales.....	22
2.2.4.2	Requisitos de Calidad.....	23
2.2.5	ADITIVOS PARA EL CONCRETO (Fuente: Aditivos y Adiciones en el Concreto- organizado por el Capítulo de Ingenieros Civiles, Asocem e Indecopi / Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería), 24	
2.2.5.1	Introducción.....	24
2.2.5.2	Definición.....	24
2.2.5.3	Clasificación .....	25
2.2.5.3.1	Según la norma técnica ASTM-C494 es: .....	25
2.2.5.3.2	Según el comité 212 del ACI.....	25
2.2.5.4	Razones de empleo de un aditivo.....	26
2.2.5.4.1	En el concreto fresco:.....	26
2.2.5.4.2	En el concreto endurecido:.....	26
2.2.5.5	Modos de uso .....	26
2.2.5.6	Normalización .....	27
2.2.5.7	Aditivos Plastificantes.....	27
2.2.6	DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO (Laura Huanca, S. Diseño de Mezclas de concreto 2006) .....	28
2.2.6.1	ELECCIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO .....	28
2.2.6.2	CÁLCULO DE LA RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA. ....	30
2.2.6.3	ELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO (Slump).....	30
2.2.6.4	SELECCIÓN DE TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO. ....	31
2.2.6.5	ESTIMACIÓN DEL AGUA DE MEZCLADO Y CONTENIDO DE AIRE.....	32
2.2.6.6	ELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA / CEMENTO (A/C).....	34
2.2.6.6.1	POR RESISTENCIA.....	34
2.2.6.6.2	POR DURABILIDAD.....	35
2.2.6.7	CÁLCULO DEL CONTENIDO DE CEMENTO.....	36
2.2.6.8	ESTIMACIÓN DEL CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO Y FINO.....	36
2.2.6.9	AJUSTE POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN.....	37
2.2.6.10	CÁLCULO DE LAS PROPORCIONES EN PESO .....	38
2.2.6.11	CÁLCULO DE LAS PROPORCIONES EN VOLUMEN.....	38
2.2.7	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	38
<b>CAPÍTULO III.....</b>		<b>40</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>		<b>40</b>

3.	MATERIALES Y METODOS.....	41
3.1	Toma de muestras.....	41
3.2	Ubicación Geográfica:.....	41
3.3	Materiales y Equipos:.....	41
3.3.1	Materiales:.....	41
3.3.2	Equipos:.....	42
3.4	Procedimiento:.....	42
3.5	Cantera.....	43
3.5.1	Elección de la cantera.....	43
3.5.2	Ubicación.....	43
3.6	Determinación de las características físico mecánicas de los agregados.....	44
3.6.1	Normas.....	44
3.6.2	Diseño de Mezclas.....	45
3.6.3	Elaboración de especímenes de concreto.....	45
3.6.3.1	Propiedades y características del concreto en estado fresco.....	45
3.6.3.1.1	Caracterización del Concreto en estado fresco.....	45
3.6.3.1.2	Asentamiento. (NTP 339.035).....	45
3.6.3.1.3	Peso unitario. (NTP 339.046).....	46
3.6.3.2	Propiedades características del concreto en estado endurecido.....	47
3.6.3.2.1	Resistencia a la compresión NTP (339.034).....	47
3.6.3.2.2	VELOCIDAD DE CARGA.....	47
3.6.4	Curado de especímenes en el laboratorio. (NTP 339.116).....	49
3.6.5	Prueba de especímenes.(ASTM C39,NTP 339.034).....	49
3.6.6	Expresión de resultados.....	49
	<b>CAPITULO IV.....</b>	<b>50</b>
	<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>50</b>
4.	ANÁLISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.....	51
4.1	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO:.....	51
4.1.1	Características físicas del agregado fino:.....	51
4.1.2	Características físicas del agregado grueso:.....	52
4.2	DISEÑO DE MEZCLA.....	52
4.2.1	Diseño de mezcla Patrón.....	53
4.2.2	Diseño de mezcla con dosificación de 1.2% por peso de cemento.....	53
4.2.3	Diseño de mezcla con dosificación de 1.4% por peso de cemento.....	53
4.2.4	Diseño de mezcla con dosificación de 1.7% por peso de cemento.....	54
4.3	ENSAYOS Y RESULTADOS DEL CONCRETO.....	54
4.3.1	Propiedades y características del concreto en estado fresco.....	54
4.3.1.1	Resultado de los ensayos de consistencia.....	54

a). Mezcla Patrón.....	54
b). Mezcla con dosificación de 1.2% por peso de cemento. ....	55
c). Mezcla con dosificación de 1.4% por peso de cemento.....	55
d). Mezcla con dosificación de 1.7% por peso de cemento. ....	55
4.3.1.2    PESO UNITARIO.....	56
4.3.2    Propiedades y características del concreto en estado endurecido.....	57
4.3.2.1    Resultado de ensayos a compresión.....	57
a). Mezcla Patrón.....	58
b). Mezcla con dosificación de 1.2% por peso de cemento. ....	60
c). Mezcla con dosificación de 1.4% por peso de cemento.....	62
d). Mezcla con dosificación de 1.7% por peso de cemento. ....	64
4.3.2.2    DIAGRAMAS DE ESFUERZO VS DEFORMACIÓN UNITARIA.....	66
4.3.2.3    Análisis de los Diagramas.....	107
4.4    DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	117
4.4.1    Cuadro resumen de resultados.....	117
4.4.2    Análisis estadísticos de los datos obtenidos.....	119
4.4.3    Gráficos estadísticos de los datos obtenidos.....	121
4.4.4    Módulo de Elasticidad.....	122
4.5    ANALISIS DE COSTOS.....	123
4.5.1    Costos del concreto:.....	123
4.6    VERIFICACIÓN DE ENSAYOS A COMPRESION A EDAD DE 7 DIAS.....	126
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>128</b>
<b>CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>128</b>
5.1    Conclusiones.....	129
5.2    Recomendaciones.....	131
5.3    Referencias Bibliográficas:.....	131
<b>ANEXOS.....</b>	<b>132</b>
<b>ANEXO 1:.....</b>	<b>133</b>
<b>CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.....</b>	<b>133</b>
<b>ANEXO 2:.....</b>	<b>145</b>
<b>DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO.....</b>	<b>145</b>
<b>ANEXO 3:.....</b>	<b>150</b>
<b>ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAXIAL.....</b>	<b>150</b>
<b>ANEXO 4:.....</b>	<b>159</b>
<b>HOJA TÉCNICA DEL ADITIVO.....</b>	<b>159</b>
<b>ANEXO 5:.....</b>	<b>163</b>
<b>PANEL FOTOGRÁFICO.....</b>	<b>163</b>

# **ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS, TABLAS Y GRAFICOS**

## **LISTA DE CUADROS**

<b>Cuadro 1:</b> Usos granulométricos del Agregado Fino .....	16
<b>Cuadro 2:</b> Husos granulométricos del Agregado Grueso.....	17
<b>Cuadro 3:</b> Gradaciones de muestras de ensayo.....	22
<b>Cuadro 4:</b> Carga abrasiva.....	22
<b>Cuadro 5:</b> Cantidad de sales y cloruros en el agua para el concreto.....	23
<b>Cuadro 6:</b> Factores de Corrección.....	29
<b>Cuadro 7:</b> Como hallar la resistencia a la compresión promedio.....	30
<b>Cuadro 8:</b> Consistencia y Asentamiento.....	30
<b>Cuadro 9:</b> Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción.....	31
<b>Cuadro 10:</b> Como determinar el TMN del Agregado Grueso.....	32
<b>Cuadro 11:</b> Requerimientos aproximados de agua de mezclado y contenido de aire.....	32
<b>Cuadro 12:</b> Volumen unitario de agua de mezclado.....	33
<b>Cuadro 13:</b> Determinación del aire atrapado según el TMN.....	34
<b>Cuadro 14:</b> Como determinar la Relación a/c.....	34
<b>Cuadro 15:</b> Relación a/c y resistencia a compresión del concreto.....	35
<b>Cuadro 16:</b> Requisitos para condiciones especiales de exposición.....	35
<b>Cuadro 17:</b> Modulo de fineza de la Combinación de Agregados.....	36
<b>Cuadro 18:</b> Cantidad de especímenes realizados en la investigación.....	43
<b>Cuadro 19:</b> Concreto según su consistencia.....	46
<b>Cuadro 20:</b> Resumen de ensayos de las propiedades del Agregado Fino.....	51
<b>Cuadro 21:</b> Resumen de ensayos de las propiedades del Agregado Grueso.....	52
<b>Cuadro 22:</b> Resultados de ensayo de slump para a mezcla patrón.....	54
<b>Cuadro 23:</b> Resultados del ensayo de Slump para la mezcla con dosificación de 1.2% por peso de cemento.....	55
<b>Cuadro 24:</b> Resultados del ensayo de Slump para la mezcla con dosificación de 1.4% por peso de cemento.....	55
<b>Cuadro 25:</b> Resultados del ensayo de Slump para la mezcla con dosificación de 1.7% por peso de cemento.....	55

<b>Cuadro 26:</b> Comparación del peso unitario del concreto fresco y seco.....	56
<b>Cuadro 27:</b> Valores obtenidos de la gráfica esfuerzo – deformación – mezcla patrón (7d).....	107
<b>Cuadro 28:</b> Valores obtenidos de la gráfica esfuerzo – deformación – 1.2% de aditivo (7d).....	108
<b>Cuadro 29:</b> Valores obtenidos de la gráfica esfuerzo – deformación – 1.4% de aditivo (7d).....	109
<b>Cuadro 30:</b> Valores obtenidos de la gráfica esfuerzo – deformación – 1.7% de aditivo (7d).....	110
<b>Cuadro 31:</b> Valores obtenidos de la gráfica esfuerzo – deformación – mezcla patrón (7d).....	111
<b>Cuadro 32:</b> Valores obtenidos de la gráfica esfuerzo – deformación – 1.2% de aditivo (7d).....	112
<b>Cuadro 33:</b> Valores obtenidos de la gráfica esfuerzo – deformación – 1.4% de aditivo (7d).....	113
<b>Cuadro 34:</b> Valores obtenidos de la gráfica esfuerzo – deformación – 1.7% de aditivo (7d).....	114
<b>Cuadro 35:</b> Cuadro resumen de resultados de ensayos a compresión.....	116
<b>Cuadro 36:</b> Resultados del análisis estadístico (Des. Estándar y Coef. De variación).....	120
<b>Cuadro 37:</b> Valores promedio del módulo de elasticidad.....	122
<b>Cuadro 38:</b> Costos del concreto por m <sup>3</sup> (mezcla patrón) .....	123
<b>Cuadro 39:</b> Costos del concreto por m <sup>3</sup> (1.2% de aditivo).....	123
<b>Cuadro 40:</b> Costos del concreto por m <sup>3</sup> (1.4% de aditivo).....	124
<b>Cuadro 41:</b> Costos del concreto por m <sup>3</sup> (1.7% de aditivo).....	124
<b>Cuadro 42:</b> Resumen de costos de materiales por m <sup>3</sup> .....	125
<b>Cuadro 43:</b> Resultados obtenidos en la verificación de ensayos a compresión a los 7 días.....	126

### **LISTA DE TABLAS**

<b>Tabla 1:</b> Resultados de ensayos a compresión de la mezcla patrón a edad de 7 días.....	58
<b>Tabla 2:</b> Resultados de ensayos a compresión de la mezcla patrón a edad de 28 días.....	59
<b>Tabla 3:</b> Resultados de ensayos a compresión de la mezcla con dosificación de 1.2% por peso de cemento a edad de 7 días.....	60
<b>Tabla 4:</b> Resultados de ensayos a compresión de la mezcla con dosificación de 1.2% por peso de cemento a edad de 28 días.....	61
<b>Tabla 5:</b> Resultados de ensayos a compresión de la mezcla con dosificación de 1.4% por peso de cemento a edad de 7 días.....	62
<b>Tabla 6:</b> Resultados de ensayos a compresión de la mezcla con dosificación de 1.4% por peso de cemento a edad de 28 días.....	63
<b>Tabla 7:</b> Resultados de ensayos a compresión de la mezcla con dosificación de 1.7% por peso de cemento a edad de 7 días.....	64
<b>Tabla 8:</b> Resultados de ensayos a compresión de la mezcla con dosificación de 1.7% por peso de cemento a edad de 28 días.....	65

## LISTA DE GRAFICOS

<b>Gráfico N° 01:</b> Comparación del peso unitario del concreto fresco y seco.....	57
<b>Gráfico N° 02:</b> Promedio Esfuerzo – Deformación unitaria – Mezcla patrón (7días).....	107
<b>Gráfico N° 03:</b> Promedio Esfuerzo – Deformación unitaria – 1.2% de aditivo (7días).....	108
<b>Gráfico N° 04:</b> Promedio Esfuerzo – Deformación unitaria – 1.4% de aditivo (7días).....	109
<b>Gráfico N° 05:</b> Promedio Esfuerzo – Deformación unitaria – 1.7% de aditivo (7días).....	110
<b>Gráfico N° 06:</b> Promedio Esfuerzo – Deformación unitaria – Mezcla patrón (7días).....	111
<b>Gráfico N° 07:</b> Promedio Esfuerzo – Deformación unitaria – 1.2% de aditivo (7días).....	112
<b>Gráfico N° 08:</b> Promedio Esfuerzo – Deformación unitaria – 1.4% de aditivo (7días).....	113
<b>Gráfico N° 09:</b> Promedio Esfuerzo – Deformación unitaria – 1.7% de aditivo (7días).....	114
<b>Gráfico N° 10:</b> Promedio Esfuerzo – Deformación unitaria (7días).....	115
<b>Gráfico N° 11:</b> Promedio Esfuerzo – Deformación unitaria (28 días).....	116
<b>Gráfico N° 12:</b> Comparación de la resistencia a la compresión a edades de 7 y 28 días. ....	121
<b>Gráfico N° 13:</b> Comparación de la resistencia a la compresión a edades de 7 y 28 días y la variación de porcentajes. ....	121
<b>Gráfico N° 14:</b> Comparación del módulo de elasticidad hallado con norma y grafica esfuerzo vs deformación unitaria. ....	122
<b>Gráfico N° 15:</b> Comparación de costos de acuerdo a los porcentajes de aditivo.....	125
<b>Gráfico N° 16:</b> Comparación de la resistencia a la compresión con el tipo de concreto a edad de 7 días.....	127
<b>Gráfico N° 17:</b> Comparación del porcentaje obtenido con el tipo de concreto a edad de 7 días .....	127

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA N° 1:</b> Componentes del Concreto.....	08
<b>FIGURA N° 2:</b> Desarrollo de la resistencia a compresión en % de la resistencia a 28 días.....	13
<b>FIGURA N° 3:</b> Agregados para concreto.....	15
<b>FIGURA N° 4:</b> Agua para concreto.....	23
<b>FIGURA N° 5:</b> Aditivo para concreto.....	25
<b>FIGURA N° 6:</b> Modificaciones de diseño de mezclas con aditivos.....	27
<b>FIGURA N° 7:</b> Materiales usados para la elaboración del concreto.....	41
<b>FIGURA N° 8:</b> Ubicación de la Cantera.....	44
<b>FIGURA N° 9:</b> Ensayo de Resistencia a la Compresión.....	48
<b>FIGURA N° 10:</b> Tipos de fractura típicas.....	48

## **RESUMEN**

El uso de los aditivos en nuestros días se ha convertido en una práctica muy utilizada para la obtención de concreto con mejores características y que estas se adecuen a las exigencias de la obra o estructura donde este material será utilizado.

Uno de los tipos de aditivos más utilizados son los aditivos plastificantes, los cuales presentan una característica fundamental que es la reducción de agua utilizada en la mezcla de concreto, logrando obtener concretos con mayor trabajabilidad con bajas cantidades de agua, permitiendo que la resistencia a la compresión del concreto aumente.

El aditivo EUCON 1037 es un aditivo reductor de agua de alto rango que puede ser adicionado al concreto en obra o en una planta de concreto, ese aditivo permite obtener concretos de alta resistencia por trabajar a baja relación agua/cemento, así mismo facilita la colocación permitiendo reducir la mano de obra y permite producir concretos fluidos con resistencias superiores a lo normal.

En la presente tesis de investigación se tiene como objetivo principal el determinar la influencia que presenta el adicionar aditivo EUCON 1037 en un concreto de  $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$  con dosificaciones de 1.2%, 1.4% 1.7% de aditivo por peso de cemento; dosificaciones que se toman a partir de lo que indica la hoja técnica del aditivo cuyo uso es de (0.7% - 1.9% / Kg de cemento). Para ello se realizó la elaboración de especímenes de concreto a partir de una adecuada elaboración de diseños de mezcla, los mismos que fueron sometidos a ensayos a compresión uniaxial, siguiendo los procedimientos de las normas ASTM y NTP correspondientes. Estos diseños de mezcla se elaboraron con agregados de la cantera Acosta (Rio Chonta), que cumple con lo estipulado en las normas correspondientes y que cuyas características físicas serán determinadas en laboratorio, permitiendo la elaboración de los diseños de mezcla.

Al finalizar con el trabajo de investigación se llegó a la conclusión que el aditivo EUCON 1037 aumenta considerablemente la resistencia a la compresión de concreto de  $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ , tal es así que para una dosificación de 1.7% de aditivo por peso de cemento, el aumento con respecto de la mezcla que no presenta ninguna adición es de 28.21% a edad de 7 días y 14.92% a edad de 28 días.

**Palabras claves:** Cemento Pacasmayo, aditivo plastificante, EUCON 1037, resistencia a la compresión, trabajabilidad.

## **ABSTRACT**

The use of additives in our days has become a practice widely used to obtain concrete with better characteristics and that these are adapted to the requirements of the work or structure where this material will be used.

One of the most used types of additives are plasticizer additives, which have a fundamental characteristic that is the reduction of water used in the concrete mixture, obtaining concrete with greater workability with low amounts of water, allowing the resistance to the Compression of the concrete increases.

The additive EUCON 1037 is a high-quality water reducing additive that can be added to concrete on site or in a concrete plant. This additive makes it possible to obtain high strength concrete by working at low water / cement ratio, Allowing to reduce the labor and allows to produce concrete fluids with resistances higher than normal.

The main objective of the present research thesis is to determine the influence of additive EUCON 1037 on a concrete of  $f'c = 350 \text{ Kg / cm}^2$  with dosages of 1.2%, 1.4% 1.7% of additive per weight of cement; Dosages that are taken from the technical sheet of the additive whose use is (0.7% - 1.9% / kg of cement). For this purpose, the preparation of specimens of concrete was carried out by means of an adequate elaboration of mix designs, which were subjected to tests under uniaxial compression, following the procedures of the corresponding ASTM and NTP standards. These mix designs were made with aggregates from the Acosta (Rio Chonta) quarry, which complies with the corresponding standards and whose physical characteristics will be determined in the laboratory, allowing the elaboration of mixing designs.

At the end of the research, it was concluded that the additive EUCON 1037 considerably increases the compressive strength of concrete of  $f'c = 350 \text{ kg / cm}^2$ , such that for a dosage of 1.7% of additive per weight Of cement, the increase with respect to the mixture having no addition is 28.21% at age 7 days and 14.92% at age 28 days.

**Key words:** Pacasmayo cement, plasticiser additive, EUCON 1037, compressive strength, workability.

# CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

---

## 1. INTRODUCCION.

Las exigencias en la industria de la construcción, ha hecho que a medida del paso de los años el concreto ya no solo este formado por los materiales clásicos que lo conforman si no por adiciones que mejoran sus características y que se adecúa a cada una de las construcciones donde es utilizado.

Existen variedad de aditivos que pueden ser utilizados en las mezclas de concreto, cada uno con funciones especiales que proporcionan una determinada característica específica de acuerdo a la necesidad de la obra a construir. Uno de estos tipos de aditivos son los aditivos plastificantes, los cuales tienen por finalidad reducir los requisitos de agua de la mezcla en el concreto o modificar las condiciones de fraguado de la misma o ambas, para ello, deberán cumplir con los requisitos de la Norma NTP 339.086 o NTP 339.087, o de las Normas ASTM C 494 o ASTM C 1017.

El aditivo EUCON 1037 es un aditivo reductor de agua de alto rango que puede ser utilizado en concretos de alto desempeño, concretos premezclados en general, concreto altamente reforzado, concreto masivo, concreto con mínima cantidad de agua, concreto de baja relación agua/cemento, concreto fluido de alto Slump, entre otros. Este aditivo permite obtener concretos de alta resistencia por trabajar a baja relación agua/cemento, facilita la colocación permitiendo reducir la mano de obra y que permite producir concretos fluidos con resistencias superiores a lo normal.

Conocidas estas características del aditivo EUCON 1037, nos enfocamos en poder determinar la influencia que puede tener en la resistencia a la compresión de un concreto de  $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ , para ello nace el siguiente **problema de investigación**: *¿Cuál es la influencia del aditivo EUCON 1037 en la resistencia a la compresión de un concreto de  $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$  - Cajamarca?*, junto con el cual se plantea la siguiente **hipótesis**: *El Aditivo EUCON 1037 aumenta la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$  en un 15%, con las dosificaciones 1.2%, 1.4% y 1.7% del peso del cemento.*

Conocidos el problema y la hipótesis de investigación, en la presente tesis bajo las normas ASTM, NTP y reglamentos vigentes se realizó la elaboración de 4 diseños de mezcla una patrón y 3 con dosificaciones de 1.2%, 1.4% y 1.7% de aditivo por peso de cemento, con los que se elaboró especímenes de concreto, los mismos que fueron ensayados a compresión uniaxial a edades de 7 y 28 días, obteniendo de esta manera resultados que se compararon con la mezcla que no presenta ninguna proporción de aditivo y de esta manera determinar la influencia del aditivo EUCON 1037 en la resistencia a la compresión de un concreto de  $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ .

Los agregados utilizados para estos diseños de mezcla fueron de origen aluvial (Cantera "Acosta" del Río Chonta) – Baños del Inca y con cemento portland Pacasmayo Tipo I según la norma NTP 334.009 (CEMENTOS. Cementos Portland. Requisitos).

### **1.1 Formulación Del Problema:**

Del contexto anteriormente descrito, el problema se formula con la siguiente interrogante:

¿Cuál es la influencia del aditivo EUCON 1037 en la resistencia a la compresión de un concreto de  $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$  - Cajamarca?

### **1.2 Justificación de la investigación:**

La presente tesis de investigación se justifica a razón que las conclusiones y recomendaciones a alcanzar serán de beneficio para la ciudad de Cajamarca, para cada uno de los proyectos que requieran el tipo de material que es el objetivo del presente estudio.

Además justificamos dado que el aditivo EUCON 1037 nos ayuda para la obtención de concretos de alta resistencia por trabajar a baja relación agua / cemento, producción de concreto fluido con resistencias superiores a lo normal, facilita la colocación del concreto y reduce mano de obra, cuando se trabaja con cemento tipo I en concreto prefabricado puede obtener altas resistencias iniciales y que puede ser utilizado en concretos de alto desempeño, premezclado, concreto altamente reforzado y concretos masivos.

De manera personal se justifica porque me permitirá poner en práctica los conocimientos obtenidos en nuestra Alma Mater y poder entregar estas conclusiones a las instituciones correspondientes para buscar la mejora en las estructuras a construir haciendo que estas sean más resistentes y durables.

### **1.3 Alcances**

En la presente tesis de investigación nos limitaremos al estudio de la influencia que presenta en la resistencia a la compresión, el adicionar el aditivo EUCON 1037 a una mezcla de concreto de  $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ , con dosificaciones de 1.2%, 1.4% y 1.7% de aditivo por peso de cemento.

Con la finalidad de cumplir con los objetivos planteados, se realizara la elaboración de 4 diseños de mezcla, una mezcla Patrón, la que será la que no presenta ninguna proporción de aditivo; y 3 diseños de mezcla con dosificaciones de 1.2%, 1.4% y 1.7% de aditivo EUCON 1037 por peso de cemento. Con estos diseños se elaboró un total de 60 especímenes de concreto para cada uno, de los cuales 30 especímenes serán ensayados a 7 días de edad y 30 especímenes a los 28 días de edad.

El número de especímenes a considerar para cada uno de los ensayos que es de 30 unidades, se ha determinado según lo establecido en el código ACI 318S – 14 que manifiesta que el número mínimo para la obtención de la desviación estándar en el cálculo de la resistencia promedio será de 30 unidades.

## 1.4 Limitaciones

Para realizar las pruebas correspondientes a la presente investigación, los equipos de ensayo no se encontraban funcionando correctamente, por lo que a cada momento se tuvo que calibrar para asegurar resultados confiables.

## 1.5 Objetivos

### 1.5.1 *Objetivo General*

Determinar la influencia que presenta el aditivo EUCON 1037 en la resistencia a la compresión de un concreto de  $f'c=350 \text{ Kg/cm}^2$  – Cajamarca.

### 1.5.2 *Objetivos Específicos*

- Comparar la influencia del aditivo EUCON 1037 en la resistencia a la compresión de un concreto de  $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ , con dosificaciones de 1.2%, 1.4% y 1.7% en peso del cemento.
- Determinar las características físicas y mecánicas de los agregados a utilizar en los diseños de mezcla del concreto.
- Analizar el impacto económico de acuerdo a los resultados obtenidos.

## 1.6 Hipótesis:

El Aditivo EUCON 1037 aumenta la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$  en un 15%, con las dosificaciones 1.2%, 1.4% y 1.7% del peso del cemento.

### 1.6.1 *Definición de Variables:*

#### 1.6.1.1. *Variables independientes.*

- ✓ Aditivo EUCON 1037, Cemento (Pacasmayo Tipo I), agregados, agua, aire.

#### 1.6.1.2. *Variables dependientes.*

- ✓ Resistencia a la compresión del concreto de  $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

---

## **2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN:**

### **2.1.1. Antecedentes internacionales:**

Estudios realizados por LAÍNEZ, MARTÍNEZ y ARAUJO (2012) en su tesis "INFLUENCIA DEL USO DE MICROSÍLICE EN LAS PROPIEDADES EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO EN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA", determinan que el porcentaje más factible de adición de microsíllice es de 12% (tomando en cuenta que la mezcla contiene una dosificación de superplastificante de 800 ml por cada 100 kg de cemento), debido a que con dicha mezcla se logra una trabajabilidad adecuada y una ganancia de resistencia de 150 kg/cm<sup>2</sup> aproximadamente respecto a la mezcla de referencia. (*Doctorado en Ingenierías tesis, Universidad de El Salvador*).

### **2.1.2. Antecedentes nacionales:**

Estudios realizados por Loayza (2012) La investigación determina el comportamiento del concreto cuando se utiliza el aditivo SIKA Viscocrete 3330 y el cemento Portland Tipo I. Usando agregados de cantera de la ciudad de Lima, para esto se preparó mezclas con y sin aditivos para las relaciones agua/cemento: 0.40, 0.45 y 0.50. El aditivo en mención se empleó de acuerdo a la hoja técnica del distribuidor fabricante, siendo las dosificaciones: 0.5 %, 1% y 2 % del peso del cemento respectivamente" llegando a la conclusión que el porcentaje de 0.45 fue de alta resistencia. (*Tesis Profesional, Universidad Nacional de Ingeniería (Lima) - Facultad de Ingeniería Civil*).

### **2.1.3. Antecedentes locales:**

Estudios realizados por Torres (2013), en su tesis "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON ADITIVO SIKA RAPID 1", logró diseñar y obtener una mezcla óptima de concreto con la incorporación de 1% de aditivo SIKA RAPID 1 y obteniendo resultados tales como: menor tiempo de fraguado y endurecimiento del concreto, 10.62% mayor resistencia a la compresión en comparación con un concreto normal, disminución del costo de producción del m<sup>3</sup> de concreto en 1.32%, el aditivo reacciona favorablemente con el cemento tipo I ASTM C150, empleo de 1.53 bolsas menos de cemento para la resistencia especificada de diseño  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>. (*Tesis Profesional, Universidad Nacional de Cajamarca - Facultad de Ingeniería Civil*).

## **2.2 BASES TEÓRICAS:**

### **2.2.1 El concreto. (KOSMATKA, Steven. Diseño y control de mezclas. 2004)**

#### **2.2.1.1. Historita.**

El concreto, en su concepto más general de masa constituida por materiales pétreos ligados con productos aglomerantes. Fue utilizado por el hombre desde los albores de la civilización en la construcción de diversas obras, muchas de las cuales causan admiración, aún en nuestros días, por su magnitud, belleza, resistencia y extraordinaria durabilidad.

El desarrollo histórico de su tecnología no es aun suficientemente conocido, debido a que los avances tecnológicos logrados en las diversas épocas por las distintas civilizaciones se han perdido al desaparecer o decaer éstas.

Sin embargo, con los actuales antecedentes disponibles podemos distinguir tres etapas en el desarrollo tecnológico del concreto:

El primer aglomerante conocido fue aparentemente la arcilla, ligante utilizado especialmente en las construcciones babilónicas y asirias.

Posteriormente, se utilizó también el yeso, principalmente en las construcciones egipcias. Finalmente, los griegos emplearon extensamente aglomerantes en base a cales grasas simples, material que aparentemente fue ya conocido por civilizaciones más antiguas.

Entre las investigaciones posteriores de mayor importancia pueden citarse, entre otras, las desarrolladas por:

**Johnson, en 1884**, en relación con el proceso de clinquerización, que permitió la producción industrial del cemento.

**De Preaudeau**, en relación con la determinación de la compacidad de las arenas.

**Alexandre**, sobre los procedimientos para la determinación del agua de mojado de las arenas y la influencia de la temperatura sobre el fraguado de la pasta de cemento.

**Féret**, también sobre la determinación de la compacidad y el agua de mojado de las arenas y una de las propiedades básicas del concreto, la influencia de la razón agua/cemento sobre la resistencia de los morteros.

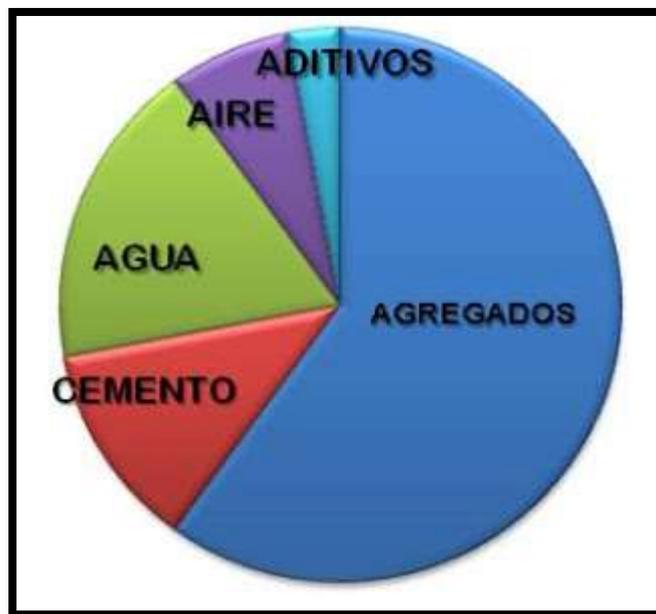
**Abrams**, quien investigó sobre la medición de la trabajabilidad de los hormigones, desarrollando el cono que lleva su nombre para este objeto, ideó la noción de módulo de finura de los áridos, destinado a sintetizar su granulometría en una sola cifra, y que también llegó, paralelamente con Féret, a la relación entre resistencia y razón agua/cemento.

Elas han sido enriquecidas por un sinnúmero de investigaciones, entre las que es importante destacar las relacionadas con el uso de otros materiales (fierros, fibras, etc.), y con diversos aditivos que han permitido adaptar sus características a las necesidades de los distintos tipos de obras.

### 2.2.1.2. COMPONENTES DEL CONCRETO.

El concreto fresco es una mezcla semilíquida de cemento portland, arena (agregado fino), grava o piedra triturada (agregado grueso), agua y aditivos. Mediante un proceso llamado hidratación, las partículas del cemento reaccionan químicamente con el agua y el concreto se endurece y se convierte en un material durable. Cuando se mezcla, se hace el vaciado y se cura de manera apropiada, el concreto forma estructuras sólidas capaces de soportar las temperaturas extremas del invierno y del verano sin requerir de mucho mantenimiento. El material que se utilice en la preparación del concreto afecta la facilidad con que pueda vaciarse y con la que se le pueda dar el acabado; también influye en el tiempo que tarde en endurecer, la resistencia que pueda adquirir, y lo bien que cumpla las funciones para las que fue preparado. (Giraldo, B.O. 2003).

**Figura N°01: Componentes del concreto.**



**Fuente: Giraldo, B.O. 2003.**

### 2.2.1.3. Propiedades del concreto.

El concreto es una mezcla homogénea de pasta y materiales inertes que tiene la propiedad de endurecer con el tiempo adquiriendo su resistencia de trabajo a la edad de 28 días.

La **pasta** es una combinación de cemento y agua, en determinadas proporciones, en la que se produce una reacción química que libera calor en el proceso de mezclado e incorpora aire naturalmente (en una proporción del 1 al 2 %). Esta pasta constituye el material ligante.

Los **materiales inertes** se agregan a la pasta por una cuestión de economía al tener similar resistencia a la del material endurecido, procurando que su volumen sea el mayor posible y su conformación lo suficientemente variada como para que no queden huecos sin llenar por la pasta y que ésta los recubra perfectamente.

El proceso de endurecimiento del concreto comienza luego del mezclado en el cual se produce el inicio de la reacción química al ponerse el cemento en contacto con el agua.

Para lograr la **homogeneidad** del material es necesario contar con una dosificación adecuada, tanto de los materiales ligantes como de los inertes, con una suficiente cantidad de agua como para que la mezcla resulte trabajable y sin un exceso que le haga perder demasiada resistencia. El tiempo de mezclado debe ser suficiente (90 segundos) porque un exceso provocaría la segregación de los materiales y un defecto podría provocar que la pasta no recubriera los áridos en su totalidad.

El transporte del material desde su elaboración hasta su colado debe ser el mínimo como para que la mezcla pueda moldearse sin haber empezado a endurecerse.

Debe controlarse la altura desde la cual se vuelca la mezcla en los moldes para evitar la segregación del material por gravedad. (KOSMATKA, Steven. Diseño y control de mezclas. 2004)

#### **2.2.1.4. Estados del concreto. (KOSMATKA, Steven. Diseño y control de mezclas. 2004)**

El concreto pasa por tres estados en su proceso de endurecimiento:

- **Mezcla Fresca:** Al tomar contacto con el agua y durante su proceso de mezclado, su estado es líquido; luego del tiempo necesario para obtener una buena mezcla (90 segundos), toma una consistencia cremosa.  
Es importante la trabajabilidad del concreto fresco, su transporte hasta los lugares de moldeo sin producir segregación y llenar los moldes sin que queden huecos ni vacíos, llenando totalmente las armaduras.  
La trabajabilidad está relacionada con la consistencia de la mezcla fresca y ésta es medida por su asentamiento a través del cono de Abrams, dependiendo del tipo de elemento estructural a llenar.
- **Fragüe:** A las dos o tres horas comienza el período de fragüe del concreto, durante el cual comienza la reacción química del agua con el cemento que inicia el período de endurecimiento. Este proceso debe comenzar lo más tardíamente posible para permitir el total llenado de los moldes con mezcla en estado fresco y debe terminar lo antes posible a fin de poder desencofrar las estructuras cuando éstas han alcanzado su punto de resistencia.
- **Endurecimiento:** La mezcla endurecida debe cumplir con una cierta resistencia a determinada edad y al menor costo posible, brindando al concreto la suficiente durabilidad a lo largo del tiempo mediante su impermeabilidad, evitando así la acción destructora de los agentes externos.  
El proceso de endurecimiento del concreto se sigue produciendo en tanto éste esté en presencia de humedad, de manera que la resistencia aumente con el transcurso del tiempo, aunque no con la misma velocidad que durante los primeros veintiocho días.

Con la edad, el concreto sufre una deformación por su propio peso o por cargas de acción prolongada, que se denomina fluencia lenta. Esta deformación es permanente.

## **Propiedades de la mezcla fresca.**

El estado de mezcla fresca del concreto dura entre una y tres horas, tiempo que permite su traslado al lugar de colocación, el llenado de los moldes y su compactación.

La segregación, los huecos, la falta de envoltura de las armaduras se evitan con la trabajabilidad de la mezcla conseguida mediante una adecuada dosificación y un tamaño máximo del agregado grueso para cada elemento estructural a llenar, teniendo en cuenta que se necesita mayor trabajabilidad en vigas y columnas y menor trabajabilidad en losas y bases.

**La trabajabilidad** se verifica con ensayos, a través de su consistencia. El ensayo utilizado es con el cono de Abrams, un molde troncocónico de 20 cm de diámetro de base y 10 cm de diámetro en la parte superior, con una altura de 30 cm. Este molde se llena con mezcla en tres capas sucesivas compactadas con 25 golpes cada una. Al desmoldar, la mezcla desciende y se mide su asentamiento.

**El asentamiento** deseado varía con el tipo de estructura y la forma de compactación, según sea varillado manual o mecánico por medio de vibradores, entre 2 cm y 18 cm. El ensayo a través del cono de Abrams también determina el grado de cohesión de la mezcla, verificándose si ésta se disgrega o no al ser levantado el molde.

Abrams enunció también la ley de la relación agua-cemento como responsable de la resistencia final del concreto, demostrando que distintos hormigones con diferente contenido de agua pueden alcanzar la misma resistencia mecánica, según su contenido de cemento. Las resistencias son las mismas, con distinto grado de fluidez, permitiendo la consistencia adecuada al tipo de compactación disponible. Sin embargo, los hormigones más fluidos son menos durables pues el agua incorporada forma conductos capilares, por la "exudación", que son vías de acceso para los agentes agresivos exteriores, pudiendo lograrse mayor fluidez a través de la incorporación intencional de aire en forma de burbujas microscópicas que actúan como cojinetes lubricantes. (KOSMATKA, Steven. *Diseño y control de mezclas*. 2004).

## **Propiedades de la mezcla endurecida.**

Abrams enunció también la ley de la relación agua-cemento como responsable de la resistencia final del concreto, demostrando que distintos hormigones con diferente contenido de agua pueden alcanzar la misma resistencia mecánica, según su contenido de cemento. Las resistencias son las mismas, con distinto grado de fluidez, permitiendo la consistencia adecuada al tipo de compactación disponible. Sin embargo, los hormigones más fluidos son menos durables pues el agua incorporada forma conductos capilares, por la "exudación", que son vías de acceso para los agentes agresivos exteriores, pudiendo lograrse mayor fluidez a través de la incorporación intencional de aire en forma de burbujas microscópicas que actúan como cojinetes lubricantes. (KOSMATKA, Steven. *Diseño y control de mezclas*. 2004).

**Resistencia mecánica:** Es la capacidad de resistir cargas de compresión que se miden en ensayos hechos con probetas cilíndricas, generalmente de diámetro de 15 cm y 30 cm de alto (En Europa se utilizan probetas cúbicas de 20 cm de lado, respondiendo a la norma DIN 1045), más cercanos a la realidad. Estas probetas deben curarse por lo menos 24 horas en sus moldes y hasta 7 o 28 días desmoldadas. (KOSMATKA, Steven. *Diseño y control de mezclas*. 2004)

**Durabilidad:** La durabilidad está directamente relacionada con la existencia de canales capilares formados por exudación. Los líquidos con los que puede entrar en contacto el concreto (por ejemplo, las bases) pueden contener sustancias químicas en solución que resten cohesión a la pasta (aguas ácidas o carbónicas) o que formen compuestos expansivos (sulfatos) o que aumenten de volumen por congelación. En estos casos deberá dosificarse el concreto con poca agua.

El aire, los humos ácidos, amoniacales, salitre, o los líquidos residuales, aceites, azúcares o materia orgánica en descomposición, suelos con humus y sales solubles, atacan al concreto endurecido a través de las grietas producidas por la exudación. Debe evitarse el agrietamiento eligiendo agregados de baja absorción (no livianos), evitando el uso de cementos de alta resistencia inicial, con un alto contenido de cemento y, por sobre todo, efectuar un curado prolongado de las estructuras, de modo tal que la reacción química continúe produciéndose el mayor tiempo posible. (KOSMATKA, Steven. *Diseño y control de mezclas*. 2004)

## **2.2.2 CEMENTO (DIEGO SÁNCHEZ DE GUZMÁN. *Tecnología del Concreto y del Mortero*. 2001)**

### **2.2.2.1. Generalidades.**

El cemento se presenta en forma de un polvo finísimo, de color gris que, mezclado con agua, forma una pasta que endurece tanto bajo agua como al aire. Por la primera de estas características y por necesitar agua para su fraguado se le define como un aglomerante hidráulico.

Es obtenido mediante un proceso de fabricación que utiliza principalmente dos materias primas: una caliza, con un alto contenido de cal en forma de óxidos de calcio, y un componente rico en sílice, constituido normalmente por arcilla o eventualmente por una escoria de alto horno.

Estos componentes son mezclados en proporciones adecuadas y sometidos a un proceso de fusión incipiente en un horno rotatorio, del cual se obtiene un material granular denominado Clinker, constituido por cuatro compuestos básicos:

- ✓ Silicato tricálcico ( $3 \text{ CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ), designado como C3S.
- ✓ Silicato bicálcico ( $2 \text{ CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ), designado como C2S.
- ✓ Aluminato tricálcico ( $3 \text{ CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ), designado como C3A.
- ✓ Ferroaluminato tetracálcico ( $4 \text{ CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ), designado como C4AF.

Estos se presentan en forma de cuatro fases mineralizadas en conjunto con una fase vítrea, integrada por los dos últimos. Estas fases constituyen un 95% del peso total del Clinker, siendo el 5% restante componentes menores, principalmente óxidos de sodio, potasio, titanio, residuos insolubles y otros.

El Clinker es sometido a molienda mediante molinos de bolas hasta convertirlo en el polvo finísimo ya mencionado, adicionándose en esta etapa una proporción de yeso de alrededor de un 5% de su peso, destinado a regular el proceso de fraguado de la pasta de cemento, la que de otra manera endurecería en forma casi instantánea. El cemento así obtenido se denomina Cemento Portland. (DIEGO SÁNCHEZ DE GUZMÁN. *Tecnología del Concreto y del Mortero*. 2001)

### **2.2.2.2. Fraguado y endurecimiento.**

El cemento al ser mezclado con agua forma una pasta, que tiene la propiedad de rigidizarse progresivamente hasta constituir un sólido de creciente dureza y resistencia.

Estas características son causadas por un proceso físico-químico derivado de la reacción química del agua con las fases mineralizadas del Clinker y que en su primera etapa incluye la solución en agua de los compuestos anhidros del cemento, formando compuestos hidratados. Los compuestos del cemento se hidratan a distinta velocidad, iniciándose con el  $C_3A$  y continuando posteriormente con  $C_4AF$ ,  $C_3S$  y  $C_2S$  en ese mismo orden.

A partir de este momento el proceso no es cabalmente conocido. existiendo teorías que suponen la precipitación de los compuestos hidratados, con la formación de cristales entrecruzados entre sí que desarrollan fuerzas de adherencia, las que producen el endurecimiento de la pasta (teoría cristaloidal de Le Chatelier) o alternativamente por el endurecimiento superficial de un gel formado a partir de dichos compuestos hidratados (teoría coloidal de Michaelis), estimándose actualmente que el proceso presenta características mixtas.

El endurecimiento de la pasta de cemento muestra particularidades que son de interés para el desarrollo de obras de ingeniería:

- ✓ La reacción química producida es exotérmica, con desprendimiento de calor, especialmente en los primeros días.
- ✓ Durante su desarrollo se producen variaciones de volumen, de dilatación si el ambiente tiene un alto contenido de humedad o de contracción si éste es bajo.

El proceso producido es dependiente de las características del cemento, principalmente de su composición y de su finura, los cuales condicionan en especial la velocidad de su generación. (DIEGO SÁNCHEZ DE GUZMÁN. *Tecnología del Concreto y del Mortero*. 2001)

### **2.2.2.3. Tipos de cemento (DIEGO SÁNCHEZ DE GUZMÁN. *Tecnología del Concreto y del Mortero*. 2001)**

De acuerdo a lo recomendado por la norma ASTM 150, los 5 tipos de cemento portland normal que pueden ser clasificados como estándar y cuya fabricación esta normada por requisitos específicos son:

**Tipo I:** De uso general, donde no se requiere propiedades especiales.

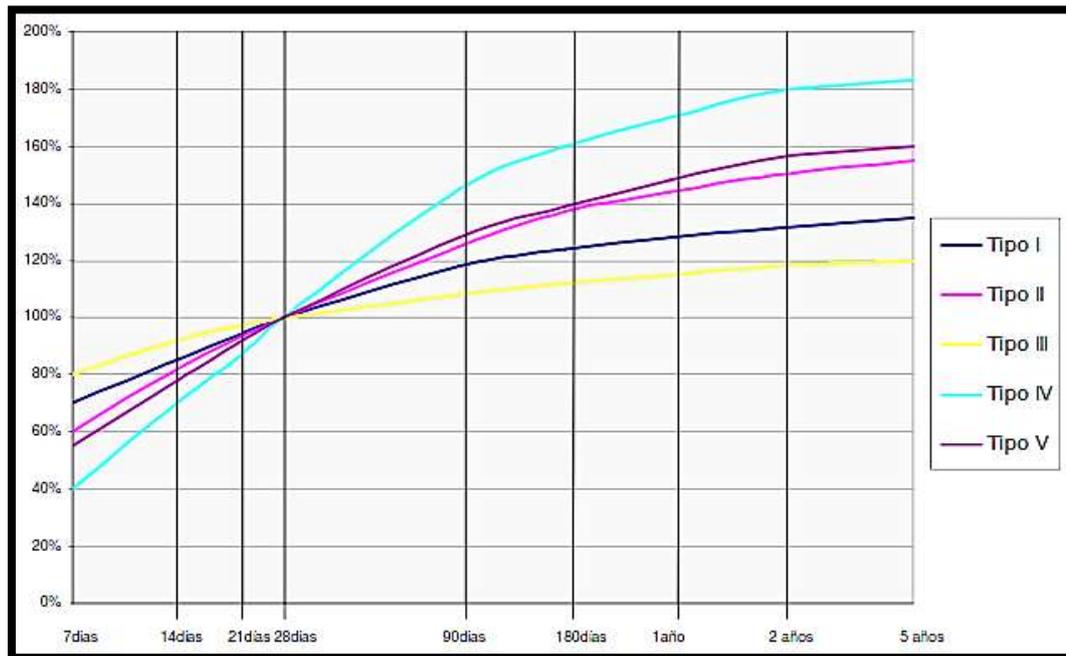
**Tipo II:** De moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación. Especialmente adecuados para ser empleados en estructuras en ambientes agresivos y/o vaciados masivos.

**Tipo III:** De desarrollo rápido de resistencia con elevado calor de hidratación, especiales para uso en los casos en que se necesita adelantar la puesta en servicios de las estructuras, para usos en climas fríos.

**Tipo IV:** De bajo calor de hidratación, recomendables para concretos masivos.

**Tipo V:** Recomendables para ambientes muy agresivos por su alta resistencia a los sulfatos.

**Figura N°02: Desarrollo de la resistencia a compresión en % de la resistencia a 28 días**



**Fuente: Pasquel, E. (2011).**

De estos tipos en el Perú solo se fabrican los tipos I, II y V.

Aparte de estos tipos encontramos a otros denominados “cementos adicionales” que son mezclas de cemento y un material de características puzolánicas molidos en forma conjunta, de las cuales en el Perú se fabrican los tipos IP, IPM, IS, y ISM.

**El cemento tipo IP:** Es un cemento al cual se ha añadido puzolana en un porcentaje que oscila entre el 15% y el 40% del peso total.

**El cemento tipo IPM:** Es un cemento al cual se ha añadido puzolana en un porcentaje menor que el 15% del peso total.

**El cemento tipo IS:** Es un cemento al cual se ha añadido entre 25% y 75% de escoria de altos hornos referida al peso total.

**El cemento tipo ISM:** Es un cemento al cual se ha añadido menos del 25% de escoria de altos hornos referida al peso total.

#### **2.2.2.4. Composición química:**

Durante la calcinación en la fabricación del Clinker de cementos portland, el óxido de calcio se combina con los componentes ácidos de la materia prima para formar cuatro compuestos fundamentales que constituyen el 90% del peso del cemento. También se encuentran presentes yeso y otros materiales. A continuación se presentan los compuestos fundamentales, sus fórmulas químicas, y sus abreviaturas:

Silicato tricálcico	= 3CaO SiO <sub>2</sub>	C3S
Silicato dicálcico	= 2CaO SiO <sub>2</sub>	C2S
Aluminato tricálcico	= 3CaO Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C3A
Alúminoferrito tetracálcico	= 4CaO Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C4AF

*El silicato tricálcico, C<sub>3</sub>S, se hidrata y endurece rápidamente y es responsable en gran medida del fraguado inicial y de la resistencia temprana. En general la resistencia temprana del concreto de cemento portland es mayor con porcentajes superiores de C<sub>3</sub>S.*

*El silicato dicálcico, C<sub>2</sub>S, se hidrata y endurece lentamente y contribuye en gran parte al incremento de resistencia a edades mayores de una semana.*

*El aluminato tricálcico, C<sub>3</sub>A, libera una gran cantidad de calor durante los primeros días de hidratación y endurecimiento. También contribuye levemente al desarrollo de la resistencia temprana. El yeso, que se agrega al cemento durante la molienda final, retrasa la velocidad de hidratación del C<sub>3</sub>A. Sin el yeso, un cemento que contuviera C<sub>3</sub>A fraguaría rápidamente. Los cementos con bajos porcentajes de C<sub>3</sub>A son particularmente resistentes a los suelos y aguas que contienen sulfatos.*

*El alúminoferrito tetracálcico, C<sub>4</sub>AF, reduce la temperatura de formación del clinker, ayudando por tanto a la manufactura del cemento. Se hidrata con cierta rapidez pero contribuye mínimamente a la resistencia. La mayoría de efectos de color se debe al C<sub>4</sub>AF y a sus hidratos. (Rivva López, E. 2000. Naturaleza y materiales del concreto. Lima-Perú. Hozlo S.CR.L.)*

### **2.2.3 AGREGADOS. (Rivva López, E. Naturaleza y materiales del concreto. 2000)**

#### **2.2.3.1. Generalidades**

Los agregados son fragmentos o granos, usualmente pétreos, cuyas finalidades específicas son abaratar la mezcla y dotarla de ciertas características favorables, entre las cuales se destaca la disminución de la retracción de fraguado o retracción plástica. Los agregados constituyen la mayor parte de la masa del concreto, tal que se alcanzan a representar entre el 70 y el 85% de su peso, razón por la cual las propiedades de los agregados resultan tan importantes para la calidad final de la mezcla.

Las características de los agregados empleados deberán ser aquellas que beneficien el desarrollo de ciertas propiedades en el concreto, entre las cuales destacan: la trabajabilidad, las exigencias del contenido del cemento, la adherencia con la pasta y el desarrollo de resistencia mecánica. (Rivva López, E. Naturaleza y materiales del concreto. 2000)

**FIGURA N° 03: Agregados para concreto**



(Fuente: <https://www.agregadossanchez.com>)

**2.2.3.2. Características físicas de los agregados (Rivva López, E. Naturaleza y materiales del concreto. 2000)**

**2.2.3.2.1. Análisis granulométrico (NTP 400.012, ASTM C 136).**

Se define como el estudio de la manera como se encuentran distribuidos los tamaños de las partículas del agregado y se expresa como el porcentaje en peso de cada tamaño con respecto al peso total.

- **Agregado Fino.**

El porcentaje retenido en dos mallas sucesivas no excederá del 45% si el agregado empleado es en concretos con aire incorporado y con un contenido de cemento mayor 225 kg; o si el concreto sin aire incorporado y un contenido de cemento mayor de 300kg/m<sup>3</sup>; o si una adición mineral aprobada es empleada para suplir las deficiencias que pasa dichas mallas, el porcentaje indicado para las mallas N° 50 y N° 100 podrá ser reducido a 5% y 0% respectivamente.

Preferentemente el módulo deberá ser menor de 2.3 ni mayor de 3.1 debiendo ser mantenido dentro de los límites maso menos 0.2 del valor asumido para la selección de las proporciones de la mezcla.

Si se sobrepasa el valor asumido, por exceso o por defecto, la supervisión podrá autorizar reajustes en las proporciones de la mezcla o rechazar el agregado para compensar las variaciones en la granulometría. Estos ajustes no deberán significar reducción en el contenido de cemento.

**Cuadro N°01: Husos granulométricos del Agregado Fino**

Tamiz		Porcentajes de peso acumulado que pasa	
3/8"	9.5	100	100
N°4	4.75	95	100
N°8	2.36	80	100
N°16	1.18	50	85
N°30	0.6	25	60
N°50	0.3	5	30
N°100	0.15	0	10

**Fuente: Norma Técnica Peruana 400.037**

***Para la investigación tomaremos como referencia el huso granulométrico de la norma técnica peruana 400.037.***

- **Agregado Grueso.**

El agregado grueso esta graduado dentro de los limites especificados en las normas NTP 400.037 o ASTM C33.La granulometría seleccionada deberá ser preferentemente continua y deberá permitir obtener la máxima densidad del concreto con una adecuada trabajabilidad en función de las condiciones de colocación de la mezcla.

La granulometría seleccionada no deberá tener más del 5% del agregado retenido en la malla de 1 ½ y no más del 6% del agregado que pasa la malla de ¼”.

**Cuadro N°02.- Husos granulométricos del agregado grueso**

% QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS														
N° A.S.T.M	TAMAÑO NOMINAL	100mm	90mm	75mm	63mm	50mm	37,5mm	25mm	19mm	12,5mm	9,5mm	4,75mm	2,36mm	1,18mm
		4"	3.5"	3"	2.5"	2"	1.5"	1"	¾"	½"	⅜"	N°4	N°8	N°16
1	3½" a 1 ½"	100	90		25		0		0					
			100		60		15		5					
2	2½" a 1 ½"			100	90	35	0		0					
					100	70	15		5					
3	2" a 1"				100	90	35	0		0				
						100	70	15		5				
357	2" a N°4				100	95		35		10		0		
						100		70		30		5		
4	1½" a ¾"				100		90	20	0		0			
							100	55	15		5			
467	1½" a N°4				100		95		35		10	0		
							100		70		30	5		
5	1" a ½"						100	90	20	0	0			
								100	55	10	5			
56	1" a ⅜"						100	90	40	10	0	0		
								100	85	40	15	5		
57	1" a N°4						100	95		25		0	0	
								100		60		10	5	
6	¾" a ⅜"						100		90	20	0	0		
									100	55	15	5		
67	¾" a N°4							100	90		20	0	0	
									100		55	10	5	
7	½" a N°4								100	90	40	0	0	
										100	70	15	5	
9	⅜" a N°8								100		85	10	0	0
										100	30	10	5	

**Fuente: Norma Técnica Peruana 400.037- ASTM C 33**

**2.2.3.2.2. Módulo de finura (NTP 334.045, ASTM C 136).**

Es el indicador del grosor predominante de las partículas de un agregado. Puede considerarse como un tamaño promedio ponderado, pero que no representa la distribución de las partículas. El módulo de finura esta en relación inversa a las áreas superficiales; por lo que la cantidad de agua por área superficial será menor, mientras mayor sea el módulo de finura.

Para el caso del agregado fino, se calcula a partir del análisis granulométrico sumando los porcentajes retenidos acumulados en los tamices N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100; y dividiendo dicha suma entre 100.

$$M.F = \frac{\% \text{ Ret. Acum. Tamices}(N_4, N_8, N_{16}, N_{30}, N_{50}, N_{100})}{100}$$

Para el caso del agregado grueso, se calcula a partir del análisis granulométrico sumando los porcentajes retenidos acumulados en los tamices 1", ¾", 3/8", N°4, más el valor de 500; y dividiendo dicha suma entre 100.

$$M.G = \frac{\% \text{ Ret. Acum. Tamices}(1", 3/4", 3/8", N_4) + 500}{100}$$

### 2.2.3.2.3. Peso específico (NTP 400.021-ASTM C127-Ag y NTP 400.022-ASTM C128-Af)

- **Peso específico nominal o aparente.** Es la relación a una temperatura estable, de la masa en el aire, de un volumen unitario de material, a la masa en el aire de igual densidad de un volumen igual de agua destilada libre de gas, si el material es un sólido, el volumen es igual a la porción impermeable.

- **Para el Agregado Fino,** se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Pe.a = \frac{Wms}{[(S - Va) - (S - Wms)]}$$

Wms: Peso en el aire de la muestra secada al horno a 105°C.

S: Peso en el aire de la muestra saturada de superficie seca.

Va: Volumen de agua añadida.

- **Para el Agregado Grueso,** se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Pe.a = \frac{Wms}{Wms - Wma}$$

Wms: Peso en el aire de la muestra secada al horno a 105°C.

Wma: Peso en el agua de la muestra saturada.

#### 2.2.3.2.4. **Absorción. (NTP 400.021 - ASTM C127 - Ag y NTP 400.022 - ASTM - C128-Af)**

Capacidad que tienen los agregados para llenar de agua los vacíos permeables de su estructura interna, al ser sumergidos durante 24 horas en ésta. La relación del incremento en peso al peso de la muestra seca expresado en porcentaje, se denomina porcentaje de Absorción.

La absorción, depende de la porosidad, y es importante para las correcciones en las dosificaciones de mezclas de concreto.

La absorción influye en otras propiedades del agregado, como la adherencia con el cemento, la resistencia a la abrasión y la resistencia del concreto al congelamiento y deshielo.

Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Abs = \frac{S - W_{ms}}{W_{ms}} \times 100$$

S: Peso de la muestra saturada superficialmente seca.

W<sub>ms</sub>: Peso en el aire de la muestra secada al horno a 105°C.

#### 2.2.3.2.5. **Contenido de humedad (NTP 400.010, ASTM C-70).**

Es el total de agua que contiene el agregado en un momento dado. Si se expresa como porcentaje de la muestra seca, se le denomina Porcentaje de Humedad, pudiendo ser mayor o menor que el porcentaje de absorción.

Los agregados se presentan en los siguientes estados: seco en el laboratorio, seco al aire, saturado superficialmente seco y húmedos; en los cálculos para el proporcionamiento de los componentes del concreto, se considera al agregado en condiciones de saturado superficialmente seco, es decir con todos sus poros abiertos llenos de agua y libre de humedad superficial.

- ✓ **Seco en el laboratorio.** No existe humedad alguna en el agregado. Se consigue mediante un secado prolongado en una estufa a una temperatura de  $105 \pm 5^\circ\text{C}$ .
- ✓ **Seco al aire.** Es característico de los agregados que se han dejado secar al medio ambiente, cuando existe algo de humedad en el interior del árido. Al igual que en el estado anterior, el contenido de humedad es menor que el porcentaje de absorción.
- ✓ **Saturado superficialmente seco.** Viene a ser el estado cuando todos los poros del agregado se encuentran llenos de agua. Es la condición ideal de un agregado, en el cual el agregado no absorbe ni cede agua al concreto.
- ✓ **Húmedo.** Existe una película de agua que rodea al agregado, llamado agua libre, y es la cantidad de agua en exceso. En éste estado el contenido de humedad es mayor que el porcentaje de absorción. Es importante mencionar que el agregado fino retiene mayor cantidad de agua que el agregado grueso.

El contenido de humedad se calcula mediante la siguiente expresión:

$$W\% = \frac{A - B}{B} \times 100$$

A: Peso de la muestra húmeda

B: Peso de la muestra seca

#### 2.2.3.2.6. **Peso unitario (NTP 400.017, ASTM C 29).**

Es el peso del material seco que se necesita para llenar un recipiente de volumen unitario. También se le denomina peso volumétrico y se emplean en la conversión de cantidades de peso a cantidades de volumen y viceversa.

El peso unitario está en función directa del tamaño, forma y distribución de las partículas, y el grado de compactación (suelto o compactado).

- ✓ **Peso unitario seco suelto.** Es aquel en el que se establece la relación peso/volumen dejando caer libremente desde cierta altura el agregado (5cm aproximadamente), en un recipiente de volumen conocido y estable. Este dato es importante porque permite convertir pesos en volúmenes y viceversa.
- ✓ **Peso unitario seco compactado.** Este proceso es parecido al del peso unitario suelto, pero compactando el material en capas dentro del molde, éste se usa en algunos métodos de diseño de mezcla como lo es el de American Concrete Institute.

Según el American Concrete Institute (ACI), existen dos procedimientos para determinar el peso unitario seco compactado. El Método del Apisonado, para agregados cuyo tamaño máximo no sea mayor de 3.8 cm, y el Método De Vibrado, para agregados cuyo tamaño máximo está comprendido entre 3.8 cm y 10 cm.

#### 2.2.3.2.7. **Porcentaje que pasa el tamiz # 200 (NTP 400.018, ASTM C 117).**

Son materiales muy finos del agregado, se presentan en forma de recubrimientos superficiales (arcillas), o en forma de partículas sueltas (limo). La primera interfiere en la adherencia entre el agregado y el cemento, y la segunda incrementa la cantidad de agua de mezclado, logrando disminuir la resistencia.

Las partículas muy finas como la arcilla, el limo y el polvo de trituración pueden ser eliminadas de los agregados mediante el lavado de los mismos con agua potable o su similar.

El porcentaje que pasa el tamiz # 200, se calcula mediante tamizado por lavado en la malla N° 200. A la pérdida en peso debido al lavado, calculado en porcentaje en peso de la muestra original.

- ✓ **Porcentaje que pasa el tamiz # 200 (sin lavado previo).** Se realizó el cálculo del porcentaje de material que pasa el tamiz N° 200 tal cual se obtuvo de la cantera, utilizándose la siguiente expresión:

$$\% \text{pasa tamiz N}^\circ 200 = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100$$

Wi: Peso seco de la muestra original

Wf: Peso seco de la muestra después del lavado

- ✓ **Porcentaje que pasa el tamiz # 200 (con lavado previo).** Debido a la excesiva presencia de material fino en los agregados, se realizó un lavado previo de los mismos con agua potable de la red, utilizándose la siguiente expresión:

$$\% \text{pasa tamiz N}^\circ 200 = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100$$

Wi: Peso seco de la muestra original

Wf: Peso seco de la muestra después del lavado.

#### 2.2.3.2.8. Resistencia a la abrasión (NTP 400.019 - 400.020, ASTM C 131).

Es la fuerza que presentan los agregados al ser sometidos a fuerzas de impacto, al desgaste por abrasión y frotamiento. Cuando la pérdida de peso se expresa en porcentaje de la muestra original se le denomina porcentaje de desgaste.

El método de prueba usado es el de la Máquina los Ángeles, por su rapidez y porque se puede aplicar a cualquier agregado. La resistencia a la abrasión se calcula mediante la siguiente expresión:

$$De = \frac{W_o - W_f}{W_o} \times 100$$

Wo: Peso Original de la muestra

Wf: Peso final de la muestra

Para el cálculo de la Resistencia a la Abrasión, se escogerá una de las 4 gradaciones (A, B, C, D); establecidas por las aberturas de los tamices de la norma **NTP 400.019**; y dependiendo el tipo de gradación se procederá al ensayo con un número determinado de esferas. En la Cuadro N°03. Podemos observar las gradaciones de muestras de ensayo.

El número de esferas para el ensayo, deberán ser de fierro fundido, con un diámetro de 48 mm y entre 390 y 445 gr de masa. En el Cuadro N°04 observamos la carga abrasiva de las esferas.

**Cuadro N°0 3: Gradaciones de muestras de ensayo**

TAMAÑO DE LOS TAMICES (ABERTURAS GRADADAS)		PESO DE LOS TAMAÑOS INDICADOS (g)			
PASA	RETENIDO	A	B	C	D
37.50 mm (1 1/2")	25.40 mm (1")	1250±25	-----	-----	-----
25.40 mm (1")	19.00 mm (3/4")	1250±25	-----	-----	-----
19.00 mm (3/4")	12.70 mm (1/2")	1250±10	2500±10	-----	-----
12.70 mm (1/2")	9.51 mm (3/8")	1250±10	2500±10	-----	-----
9.51 mm (3/8")	6.35 mm (1/4")	-----	-----	2500±10	-----
6.35 mm (1/4")	4.76 mm (N° 4)	-----	-----	2500±10	-----
4.76 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	-----	-----	-----	5000±10

**Cuadro N°04: Carga abrasiva**

GRADACIÓN	NÚMEROS DE ESFERAS	MASA DE LAS ESFERAS (g)
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 25
D	6	2500 ± 15

***Fuente: Norma Técnica Peruana 400.019***

## **2.2.4 AGUA PARA EL CONCRETO (ING. GERARDO A. RIVERA L. – Concreto Simple).**

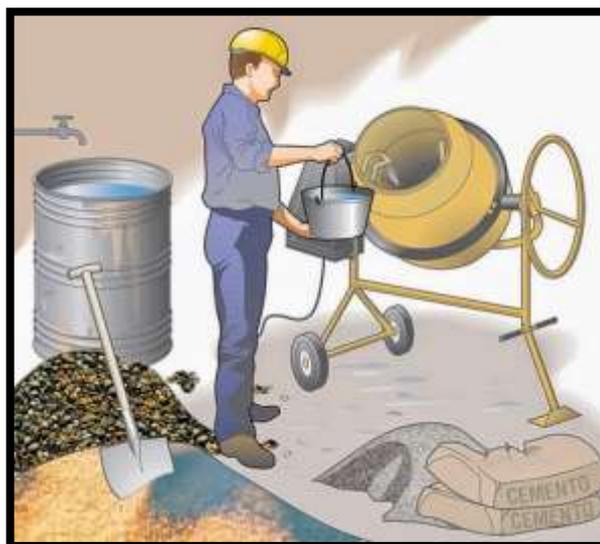
### **2.2.4.1 Conceptos Generales**

El agua de mezcla cumple dos funciones muy importantes, permitir la hidratación del cemento y hacer la mezcla manejable. De toda el agua que se emplea en la preparación de un mortero o un concreto, una parte hidrata el cemento, el resto no presenta ninguna alteración y con el tiempo se evapora; como ocupaba un espacio dentro de la mezcla, al evaporarse deja vacíos los cuales disminuyen la resistencia y la durabilidad del mortero o del hormigón. La cantidad de agua que requiere el cemento para su hidratación se encuentra alrededor del 25% al 30% de la masa del cemento, pero con esta cantidad la mezcla no es manejable, para que la mezcla empiece a dejarse trabajar, se requiere como mínimo una cantidad de agua del orden del 40% de la masa del cemento, por lo tanto de acuerdo con lo anterior como una regla práctica, se debe colocar la menor cantidad de agua en la mezcla, pero teniendo en cuenta que el mortero o el hormigón queden trabajables.

Como norma general se considera que el agua es adecuada para producir mortero u hormigón si su composición química indica que es apta para el consumo humano, sin importar si ha tenido un tratamiento preliminar o no; es decir, cualquier agua natural que pueda beberse y que no tenga sabor u olor notable sirve para mezclar el mortero o el concreto. Sin embargo, el agua que sirve para preparar estas mezclas; puede no servir para beberla.

El agua puede extraerse de fuentes naturales cuando no se tienen redes de acueducto y puede contener elementos orgánicos indeseables o un alto contenido inaceptable de sales inorgánicas. Las aguas superficiales en particular, a menudo contienen materia en suspensión tales como: aceite, arcilla, sedimentos, hojas y otros desechos vegetales; lo cual puede hacerla inadecuada para emplearla sin tratamiento físico preliminar, como filtración o sedimentación para permitir que dicha materia en suspensión se elimine.

**FIGURA N° 04: Agua para concreto**



(Fuente: [angelabriesingcivil.blogspot.com](http://angelabriesingcivil.blogspot.com))

#### **2.2.4.2 Requisitos de Calidad**

El agua que ha de ser empleada en la preparación del concreto deberá cumplir con los requisitos de la norma NTP 339.088 y puede ser de preferencia, potable.

No existen criterios uniformes cuanto a los límites permisibles para las sales y sustancias presentes en el agua que va a emplearse.

A continuación se presenta, en partes por millón, los valores aceptados como máximos para el agua utilizada en el concreto. (ING. GERARDO A. RIVERA L. – Concreto Simple).

**Cuadro N° 05.- Cantidad de sales y cloruros en el agua para el concreto.**

<b>Cloruros</b>	300 ppm
<b>Sulfatos</b>	300 ppm
<b>Sales de magnesio</b>	150 ppm
<b>Sales solubles totales</b>	500 ppm
<b>PH</b>	mayor de 7
<b>Solidos de suspensión</b>	1500 ppm
<b>Materia orgánica</b>	10 ppm

**Fuente: Libro Tópicos de Tecnología del Concreto – Enrique Pascal**

## 2.2.5 ADITIVOS PARA EL CONCRETO (Fuente: Aditivos y Adiciones en el Concreto-organizado por el Capítulo de Ingenieros Civiles, Asocem e Indecopi / Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería).

### 2.2.5.1 Introducción.

En la actualidad gracias al progreso de la industria química y recientemente la nanotecnología, los aditivos han sido incorporadas al concreto, y actualmente podemos encontrar un sinnúmero de productos en el mercado que satisfacen la gran mayoría de las necesidades para los usuarios de concreto.

El éxito al usar los aditivos depende mucho de la forma de uso y de la acertada elección del producto apropiado.

Se ha progresado mucho en este campo y es conveniente que se informen ya que la eficacia depende en gran parte de esto.

### 2.2.5.2 Definición

Los aditivos son productos que se adicionan en pequeña proporción al concreto durante el mezclado en porcentajes entre 0.1% y 5% (según el producto o el efecto deseado) de la masa o peso del cemento, con el propósito de producir una modificación en algunas de sus propiedades originales o en el comportamiento del concreto en su estado fresco y/o en condiciones de trabajo en una forma susceptible de ser prevista y controlada. Esta definición excluye, por ejemplo, a las fibras metálicas, las puzolanas y otros. En la actualidad los aditivos permiten la producción de concretos con características diferentes a los tradicionales, han dado un creciente impulso a la construcción y se consideran como un nuevo ingrediente, conjuntamente con el cemento, el agua y los agregados. Existen ciertas condiciones o tipos de obras que los hacen indispensables.

Tanto por el Comité 116R del ACI como por la Norma ASTM C 125 definen al aditivo como: “Un material distinto del agua, de los agregados y cemento hidráulico que se usa como componente del concreto o mortero. Las dosis en las que se utilizan los aditivos, están en relación a un pequeño porcentaje del peso de cemento, con las excepciones en las cuales se prefiere dosificar el aditivo en una proporción respecto al agua de amasado”.

El uso de aditivos está condicionado por:

- a) Que se obtenga el **resultado deseado** sin tener que variar sustancialmente la dosificación básica.
- b) Que el producto **no tenga efectos negativos** en otras propiedades del concreto.
- c) Que un análisis de **costo** justifique su empleo.

### **FIGURA N° 05: Aditivo para concreto**



(Fuente: ingecivilcusco.blogspot.com)

#### **2.2.5.3 Clasificación**

Debido a que sus efectos son muy variados, una clasificación así es muy extensa, además debido a que un solo aditivo modifica varias características del concreto, además de no cumplir todas las que especifica.

##### **2.2.5.3.1 Según la norma técnica ASTM-C494 es:**

- a) TIPO A: Reductor de agua
- b) TIPO B: Retardante
- c) TIPO C: Acelerante
- d) TIPO D: Reductor de agua retardante
- e) TIPO E: Reductor de agua acelerante
- f) TIPO F: Súper reductor de agua
- g) TIPO G: Súper reductor de agua retardante

##### **2.2.5.3.2 Según el comité 212 del ACI**

Los clasifica según los tipos de materiales constituyentes o a los efectos característicos en su uso:

- a) Aditivos acelerantes.
- b) Aditivos reductores de agua y que controlan el fraguado.
- c) Aditivos para inyecciones.
- d) Aditivos incorporadores de aire.
- e) Aditivos extractores de aire.
- f) Aditivos formadores de gas.
- g) Aditivos productores de expansión o expansivos.
- h) Aditivos minerales finamente molidos.
- i) Aditivos impermeables y reductores de permeabilidad.

- j) Aditivos pegantes (también llamados epóxicos).
- k) Aditivos químicos para reducir la expansión debido a la reacción entre los agregados y los alcalinos del cemento. Aditivos inhibidores de corrosión.
- l) Aditivos fungicidas, germicidas o insecticidas.
- m) Aditivos floculadores.
- n) Aditivos colorantes.

#### **2.2.5.4 Razones de empleo de un aditivo**

Algunas de las razones para el empleo de un aditivo son:

##### **2.2.5.4.1 En el concreto fresco:**

- ✓ Incrementar la trabajabilidad sin aumentar el contenido de agua.
- ✓ Disminuir el contenido de agua sin modificar su trabajabilidad.
- ✓ Reducir o prevenir asentamientos de la mezcla.
- ✓ Crear una ligera expansión.
- ✓ Modificar la velocidad y/o el volumen de exudación.
- ✓ Reducir la segregación.
- ✓ Facilitar el bombeo.
- ✓ Reducir la velocidad de pérdida de asentamiento.

##### **2.2.5.4.2 En el concreto endurecido:**

- ✓ Disminuir el calor de hidratación.
- ✓ Desarrollo inicial de resistencia.
- ✓ Incrementar las resistencias mecánicas del concreto.
- ✓ Incrementar la durabilidad del concreto.
- ✓ Disminuir el flujo capilar del agua.
- ✓ Disminuir la permeabilidad de los líquidos.
- ✓ Mejorar la adherencia concreto-acero de refuerzo.
- ✓ Mejorar la resistencia al impacto y la abrasión.

#### **2.2.5.5 Modos de uso**

Los aditivos se dosifican hasta en un 5% del peso de la mezcla y comúnmente son usados entre el 0.1 % y 0.5 % del peso del cemento.

La utilización de aditivos no debería, con toda objetividad ser subestimada o menospreciada.

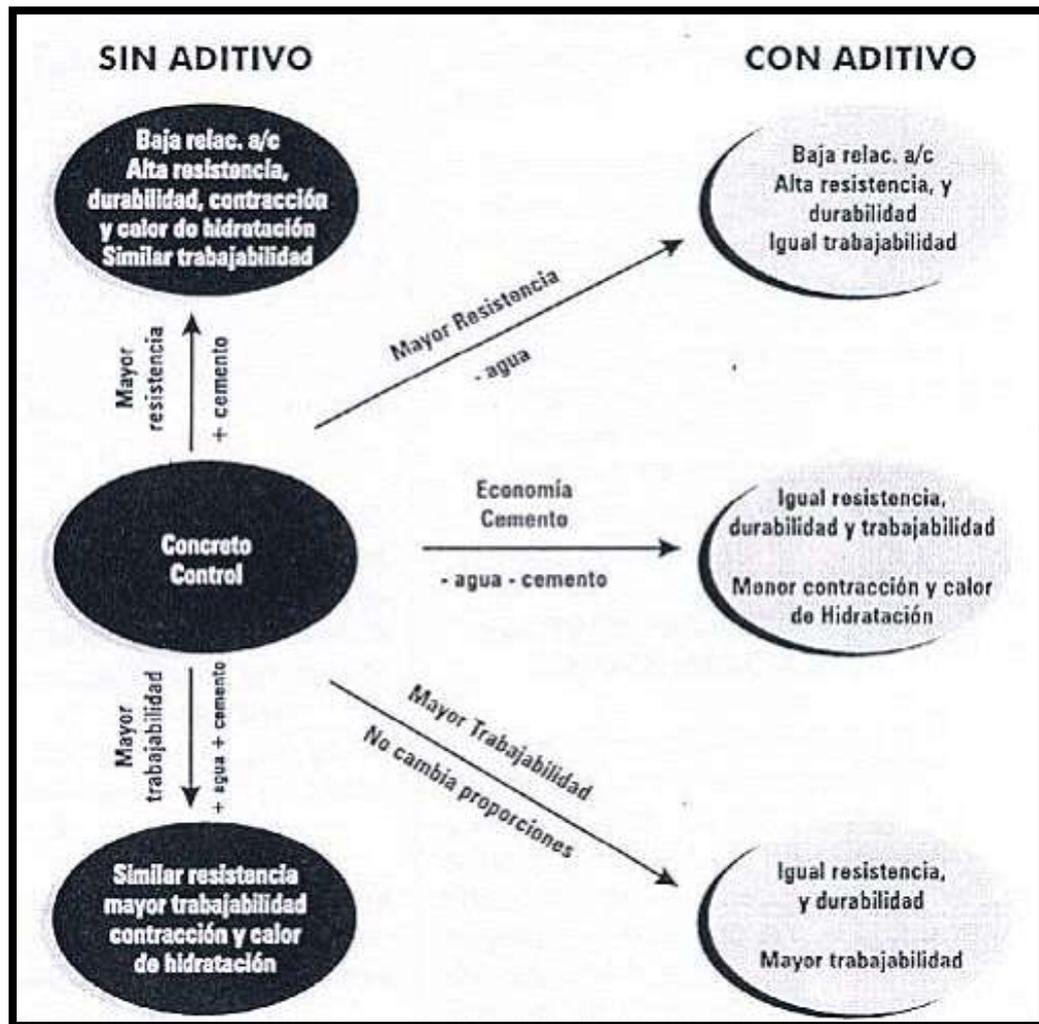
El efecto deseado y su uso lo describen los propios fabricantes pero algunos son desconocidos incluso por ellos, por lo que es importante que antes de su uso se realicen pruebas a fin de constatar las propiedades del material.

El uso del aditivo debe incluirse en el diseño de mezcla de concreto.

### 2.2.5.6 Normalización

Tanto las normas peruanas como las norteamericanas del ASTM que les sirven de antecedentes, normalizan los aditivos de acuerdo a la función que cumplen en el concreto. En la Comunidad Europea las normas CEN normalizan los aditivos químicos según sean aplicados a pastas de cemento, morteros, concretos y concreto proyectados. Existen muchos otros tipos de aditivos, aún no normalizados, que tienen un nicho en el mercado.

**FIGURA N° 06: El gráfico siguiente expresa las diferentes alternativas para modificar la resistencia y trabajabilidad del concreto con aditivos o con modificaciones de diseño de mezclas.**



(Fuente: <http://ingcivilcusco.blogspot.pe/>)

### 2.2.5.7 Aditivos Plastificantes

Los plastificantes son productos químicos que se pueden añadir al hormigón para mejorar su manejabilidad. La resistencia del hormigón es inversamente proporcional a la cantidad de agua añadida o al coeficiente de la relación agua cemento (A/C). Con el fin de producir hormigones más resistentes, se reduce la cantidad de agua añadida, lo que consigue mezclas de difícil manejo, haciendo necesario el uso de los aditivos plastificantes y superplastificantes. Los romanos utilizaron como plastificante para sus mezclas de hormigón, la sangre.

Los superplastificantes también son añadidos cuando son añadidas cenizas puzolánicas a la mezcla para obtener hormigones de alta resistencia u hormigones reforzados con fibras. Normalmente el porcentaje que superplastificante o plastificante que se añade a la mezcla es del 2%. Sin embargo, se debe tener en cuenta que la mayoría de los superplastificantes disponibles en el comercio vienen disueltos en agua, por lo cual al añadirlo a la mezcla también se está añadiendo un porcentaje de agua.

Añadir una cantidad excesiva de superplastificante puede dar lugar a que el hormigón presente segregación, lo cual no es aconsejable.

Usualmente reducen el contenido de agua por lo menos en un 5% a 10%.

Tienen una serie de ventajas como son:

- a) Economía, ya que se puede reducir la cantidad de cemento.
- b) Facilidad en los procesos constructivos, pues la mayor trabajabilidad de las mezclas permite menor dificultad en colocarlas y compactarlas, con ahorro de tiempo y mano de obra.
- c) Trabajo con asentamientos mayores sin modificar la relación Agua/cemento.
- d) Mejora significativa de la impermeabilidad
- e) Posibilidad de bombear mezclas a mayores distancias sin problemas de atoros, ya que actúan como lubricantes, reduciendo la segregación.

## **2.2.6 DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO (Laura Huanca, S. Diseño de Mezclas de concreto 2006)**

Para realizar un diseño de mezclas existen métodos como el Método de Füller, el Método de del Comité ACI 211, el Método de Walker, el Método del Módulo de Finura de la Combinación de Agregados, entre otros. Nos limitaremos a estudiar el Método del Módulo de Finura de la Combinación de Agregados.

### **2.2.6.1 ELECCIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO**

#### **A. CÁLCULO DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR**

**1º MÉTODO.** Si se cuenta con un registro de ensayos de obras anteriores, deberá calcularse la desviación estándar, el registro deberá:

- Representar materiales, procedimientos de control de calidad y condiciones similares a aquellos que se espera en la obra a ejecutar.
- Representar a concretos preparados para alcanzar una resistencia de diseño  $f'c$  que este dentro del rango de  $\pm 70$  kg/cm<sup>2</sup> de la especificada para el trabajo a realizar.

Si se posee un registro de 03 ensayos consecutivos la desviación estándar se calculara haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

**Donde:**

- S = Desviación estándar, en Kg/cm2
- Xi = Resistencia de la probeta de concreto, en Kg/cm2.
- $\bar{x}$ =Resistencia promedio de n probetas, en Kg/cm2.
- n = Numero de ensayos consecutivos de resistencia.
- Consistir de por lo menos 30 ensayos consecutivos de resistencia.
- Si se posee dos grupos de ensayos consecutivos que totalicen por lo menos un registro de 30 ensayos consecutivos, la desviación estándar promedio se calculara con la siguiente formula.

$$\bar{s} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)(s_1)^2 + (n_2 - 1)(s_2)^2}{(n_1 + n_2 - 2)}}$$

**Donde:**

- s = Desviación estándar promedio en Kg/cm2.
- S1, S2 = Desviación estándar calculada por los grupos 1 y 2 respectivamente en Kg/cm2.
- n1, n2 = Numero de ensayos en cada grupos, respectivamente.

**2º MÉTODO.** Si solo se posee un registro de 15 a 29 ensayos consecutivos, se calculara la desviación estándar "s" correspondiente a dichos ensayos y se multiplicara por el factor de corrección indicado en la Cuadro N°06 para obtener el nuevo valor de "s".

**Cuadro N°06: Factores de corrección.**

Muestras	Factor de corrección
<b>Menores de 15</b>	Usar tabla N°15
<b>15</b>	1.16
<b>20</b>	1.08
<b>25</b>	1.03
<b>30</b>	1.00

**Fuente: Laura, S. (2006).**

### 2.2.6.2 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA.

Una vez que la desviación estándar ha sido calculada, la resistencia a compresión promedio requerida  $f'_{cr}$ . Se obtiene como el mayor valor de las ecuaciones (1) y (2).

- a) Si la desviación estándar se ha calculado de acuerdo a lo indicado en el Método 1 o el Método 2, la resistencia promedio requerida será el mayor de los valores determinados por las formulas siguientes usando la desviación estándar "s" calculada.

$$f'_{cr} = f'_{c} + 1.34s \dots \dots \dots (1)$$

$$f'_{cr} = f'_{c} + 2.33s - 35 \dots \dots \dots (2)$$

Donde:

S = Desviación estándar, en Kg/cm<sup>2</sup>.

- b) Si se desconoce el valor de la desviación estándar, se utilizara (Cuadro N°07) para la determinación de la resistencia promedio requerida.

**Cuadro N°07: Resistencia a la compresión promedio.**

$f'_{c}$ ( kg / cm <sup>2</sup> )	$f'_{cr}$ ( kg / cm <sup>2</sup> )
Menor de 214.20	$f'_{c} + 71.4$
214.20 a 357.00	$f'_{c} + 86.7$
Mayor de 357.00	$1.1f'_{c} + 51$

**Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones**

### 2.2.6.3 ELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO (Slump).

- Si las especificaciones técnicas de obra requieren que el concreto tenga una determinada consistencia, el asentamiento puede ser elegido del siguiente Cuadro.

**Cuadro N°08: Consistencia y Asentamiento.**

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO	TRABAJABILIDAD
Seca	0 "(0mm) a 2" (50mm)	Poco trabajable
Plástica	3" (75mm) a 4" (100mm)	Trabajable
húmeda	≥5 " (125mm)	Muy trabajable

**Fuente: Rivva, E. (2007).**

➤ Si las especificaciones de obra no indican la consistencia, ni asentamiento requerido para la mezcla a ser diseñada, utilizando el Cuadro N° 09. podemos seleccionar un valor adecuado para un determinado trabajo que se va a realizar. Se deberá usar las mezclas de la consistencia más densas que pueden ser colocadas eficientemente.

**Cuadro N°09. Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción.**

Tipos de construcción	Revenimiento (cm)	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de sedimentación reforzados	8	2
Zapatas, simples cajones y muros de subestructura	8	2
Vigas y muros reforzados	10	2
Columnas	10	2
Pavimentos y losas	8	2
Concreto ciclópeo y masivo	5	2

**Fuente: ACI 211**

#### **2.2.6.4 SELECCIÓN DE TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO.**

Las Normas de Diseño Estructural recomiendan que el tamaño máximo nominal del agregado grueso sea el mayor que sea económicamente disponible, siempre que sea compatible con las dimensiones y características de la estructura.

El tamaño máximo nominal determinado aquí, será usado también como tamaño máximo simplemente se considera que, cuando se incrementa el tamaño máximo del agregado, se reducen los requerimientos del agua de mezcla, incrementándose la resistencia del concreto. En general este principio es válido con agregados hasta 40mm (1 1/2") y, en tamaños mayores solo es aplicable a concretos con bajo contenido de cemento

**Cuadro N°10. Porcentaje que pasan por las siguientes mallas para determinación del tamaño máximo del agregado grueso.**

Tamaño máximo nominal	Porcentajes que pasan por las siguientes mallas							
	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°8
2"	95-100	...	35-70	...	10-30	...	0.5	...
1 1/2"	100	95-100	...	35-70	...	10-30	0.5	...
1"	...	100	95-100	...	25-60	...	0.10	0.5
3/4"	...	...	100	90-100	...	20-5	0.10	0.5
1/2"	...	...	...	100	90-100	40-70	0.15	0.5
3/8"	...	...	...	...	100	85-100	10-30	0.10

**Fuente: Laura, S. (2006).**

**2.2.6.5 ESTIMACIÓN DEL AGUA DE MEZCLADO Y CONTENIDO DE AIRE.**

El cuadro N°11, preparada en base a las recomendaciones del comité 2011 del ACI, nos proporciona una primera estimación del agua de mezclado para concretos elaborados con diferentes tamaños máximos de agregados con o sin aire incorporado.

**Cuadro N°11: Requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y tamaños máximos de agregados.**

ASENTAMIENTO	Agua , en L/m <sup>3</sup> , para los tamaños máximos nominales del agregado grueso y consistencia indicados								
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	11	
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124	
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---	
<b>Cont. Aire atrapado (%)</b>	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2	
	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107	
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119	
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---	
<b>Promedio recomendable para el contenido total de aire (%)</b>	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3	

**Fuente: ACI 211 y ACI 318**

Como se observa en el Cuadro N°11 no toma en cuenta para la estimación del agua de mezclado las incidencias del perfil, textura y granulometría de los agregados. Se debe tener en cuenta que estos valores tabulados son lo suficientemente aproximados para una primera estimación y que dependiendo del perfil, textura y granulometría de los agregados, los valores requeridos de agua de mezclado pueden estar por encima o por debajo de dichos valores. Se puede usar la siguiente tabla para calcular la cantidad de agua de mezcla tomando en consideración además de la consistencia y tamaño máximo del agregado, el perfil del mismo.

**Cuadro N°12: Volumen unitario de agua de mezclado, para asentamientos y tamaño máximo nominal.**

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Volumen unitario de agua (lt/m <sup>3</sup> ); para asentamientos y perfiles de agregado grueso indicados.					
	1" a 2"		3" a 4"		6" a 7"	
	Agregado redondeado	Agregado angular	Agregado redondeado	Agregado angular	Agregado redondeado	Agregado angular
3/8"	185	212	201	227	230	250
1/2"	182	201	197	216	219	238
3/4"	170	189	185	204	208	227
1"	163	182	178	197	197	216
1 1/2"	155	170	170	185	185	204
2"	148	163	163	178	178	197
3"	136	151	151	167	163	182

**Fuente: Rivva, E. (2007).**

Los valores del Cuadro N°12 corresponden a mezclas sin aire incorporado, para la elección del aire atrapado se tomará del Cuadro N°13.

**Cuadro N°13. Determinación del aire atrapado según el tamaño máximo nominal.**

Tamaño máximo nominal	Aire atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%

Fuente: Rivva, E. (2007).

**2.2.6.6 ELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA / CEMENTO (A/C).**

Existen dos criterios (por resistencia y por durabilidad), para la selección de la relación agua cemento a/c, de los cuales se elegirá el menor de los valores con el cual se garantiza el cumplimiento de las especificaciones. Es importante que la relación agua cemento a/c seleccionada con base en la resistencia satisfaga también los requerimientos de durabilidad.

**2.2.6.6.1 POR RESISTENCIA**

Para concretos preparados con Cemento Portland, puede tomarse la relación a/c de los Cuadros N° 14 o 15.

**Cuadro N°14. Relación agua /cemento y resistencia a la compresión del concreto.**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS $f'_{cr}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	RELACIÓN AGUA / CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	SIN AIRE INCORPORADO	CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	...
400	0.43	...
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Fuente: Fuente: Rivva, E. (2007).

**Cuadro N° 15. Relación agua /cemento y resistencia a la compresión del concreto.**

RELACIÓN AGUA / CEMENTO	RESISTENCIA PROBABLE A LOS 28 DIAS( $f'_{cr}$ )	
	SIN AIRE INCORPORADO	CON AIRE INCORPORADO
0.35	420	335
0.45	350	280
0.54	280	225
0.63	225	180
0.71	175	140
0.80	140	110

**Fuente: Fuente: Rivva, E. (2007).**

**2.2.6.6.2 POR DURABILIDAD.**

El Reglamento Nacional de Edificaciones, manifiesta de que si se requiere un concreto de baja permeabilidad o el concreto ha de estar sometidos a congelación o deshielo en condición húmeda. Se deberá cumplir con los requisitos indicados en el Cuadro N°16.

**Cuadro N°16: Requisitos para condiciones especiales de exposición**

Condición de la exposición	Relación máxima agua-material cementante(en peso) para concreto de peso normal	$f'c$ mínimo(Mpa) para concretos de peso normal o con agregados ligeros
Concreto que se pretende tenga baja permeabilidad en exposición al agua.	0.5	28
Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo en condición húmeda o a productos químicos des congelantes.	0.45	31
Para proteger de la corrosión el refuerzo de acero cuando el concreto está expuesto a cloruros provenientes de productos descongela ntes, sal, agua salobre, agua de mar o a salpicaduras del mismo origen.	0.4	35

**Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones**

### 2.2.6.7 CÁLCULO DEL CONTENIDO DE CEMENTO.

Una vez que la cantidad de agua y la relación a/c han sido estimadas la cantidad de cemento por unidad de volumen del concreto es determinada dividiendo la cantidad de agua entre la relación a/c. Sin embargo es posible que las especificaciones del proyecto establezcan una cantidad de cemento mínima. Tales requerimientos podrían ser especificados para asegurar un acabado satisfactorio.

$$\text{contenido de cemento(kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{contenido de agua de mezcla(L/m}^3\text{)}}{\text{relacion a/c (para } f'_{cr}\text{)}}$$

$$\text{volumen de cemento(m}^3\text{)} = \frac{\text{contenido de cemento(kg)}}{\text{peso específico del cemento(kg/m}^3\text{)}}$$

### 2.2.6.8 ESTIMACIÓN DEL CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO Y FINO.

#### MÉTODO DEL MÓDULO DE FINURA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS.

Las investigaciones realizadas en la universidad de Maryland han permitido establecer que la combinación de los agregados fino y grueso cuando estos tienen granulometrías comprendidas dentro de los límites que establece la norma ASTM C 33, debe producir un concreto trabajable en condiciones ordinarias y se aproxime a los valores indicados en el Cuadro N°17.

**Cuadro N°17: Módulo de fineza de la combinación de agregados**

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Módulo de fineza de la combinación de agregados que da las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en sacos / metro cúbico indicados				
	5	6	7	8	9
3/8"	3.88	3.96	4.04	4.11	4.19
1/2"	4.38	4.46	4.54	4.61	4.69
3/4"	4.88	4.96	5.04	5.11	5.19
1"	5.18	5.26	5.34	5.41	5.49
1 1/2"	5.48	5.56	5.64	5.71	5.79
2"	5.78	5.86	5.94	6.01	6.09
3"	6.08	6.16	6.24	6.31	6.39

**Fuente: Universidad de Maryland, Rivva, E. (2007).**

Del Cuadro N°17 podemos obtener el módulo de fineza de la combinación de agregados (mc), al mismo tiempo se cuenta con el módulo de fineza del agregado fino (mf) y el módulo de fineza del agregado grueso(mg), de los cuales se hará uso para obtener el porcentaje de agregado fino respecto al volumen total de los agregados mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$rf = \frac{mg - mc}{mg - mf} * 100$$

**Donde:**

- rf: porcentaje del volumen del agregado fino, con respecto al volumen total de los agregados.
- mg: módulo de fineza del agregado grueso.
- mf: módulo de fineza del agregado fino.

Entonces los volúmenes de agregado fino y agregado grueso por metro cúbico de concreto son:

$$\text{Vol. total de agregados} = 1 - (\text{Vol. agua} + \text{Vol. aire} + \text{Vol. cemento})$$

$$\text{Vol. agregado fino (m}^3\text{)} = (rf/100) \times \text{Vol. total de agregados}$$

$$\text{Vol. agregado grueso (m}^3\text{)} = \text{Vol. total de agregados} - \text{Vol. agregado fino}$$

Por tanto, los pesos de los agregados en un metro cúbico de concreto son:

$$\text{Peso agregado fino (Kg /m}^3\text{)} = (\text{Vol. agregado fino}) (\text{Peso específico del agregado fino})$$

$$\text{Peso agregado grueso (kg /m}^3\text{)} = (\text{Vol. agregado grueso}) (\text{Peso específico del agregado grueso})$$

#### **2.2.6.9 AJUSTE POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN.**

El contenido de agua añadida para formar parte de la pasta será afectada por el contenido de humedad de los agregados. Si ellos están secos absorberán agua y disminuirán la relación a/c y la trabajabilidad. Sin embargo si ellos tienen humedad libre en la superficie aportaran agua a la pasta aumentando la relación agua/cemento, la trabajabilidad y la resistencia a la compresión.

### 2.2.6.10 CÁLCULO DE LAS PROPORCIONES EN PESO

Consiste en obtener los pesos de los componentes del concreto respecto al peso del cemento.

$$\begin{array}{cccc} \text{Cemento:} & \text{agregado fino:} & \text{agregado grueso} & / \text{ agua} \\ \frac{\text{peso del cemento}}{\text{peso del cemento}} : & \frac{\text{peso del agregado fino}}{\text{peso del cemento}} : & \frac{\text{peso del agregado grueso}}{\text{peso del cemento}} & / \frac{\text{agua efectiva}}{\text{peso del cemento}} \end{array}$$

### 2.2.6.11 CÁLCULO DE LAS PROPORCIONES EN VOLUMEN.

$$\begin{array}{cccc} \text{Cemento:} & \text{agregado fino:} & \text{agregado grueso} & / \text{ agua (L/bolsa)} \\ \frac{\text{volumen del cemento}}{\text{volumen del cemento}} : & \frac{\text{vol. agregado fino}}{\text{volumen del cemento}} : & \frac{\text{vol. agregado grueso}}{\text{volumen del cemento}} & / \text{agua (L/bolsa)} \end{array}$$

### 2.2.7 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Cantera:** Lugar de extracción de los agregados para elaboración de mezclas de concreto.
- **Agregados:** Llamados también áridos, son materiales inertes que se combinan con los aglomerantes (cemento, cal, etc.) y el agua formando los concretos y morteros.
- **Agregado fino.** Material proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa el tamiz 9.51 mm (3/8") y queda retenido en el tamiz 0.074 mm (N°200).
- **Agregado grueso:** Material retenido en el tamiz N°4(4.75mm), el agregado grueso podrá consistir de grava natural o triturada, piedra partida o agregados metálicos naturales o artificiales.
- **Proporciona miento:** Selección de las proporciones para los ingredientes a fin de lograr el uso más económico de los materiales disponibles para producir mortero o concreto con las propiedades deseadas.
- **Resistencia a la abrasión:** Se define como la resistencia que ofrece el material bajo condiciones de desgaste.
- **Resistencia a compresión:** Resistencia máxima que una probeta de concreto o mortero puede resistir cuando es cargada axialmente en compresión en una máquina de ensayo a una velocidad especificada.
- **Cemento:** Se define como una mezcla de caliza quemada, hierro, sílice y alúmina.
- **Cementos portland:** proceso de calcinación de caliza arcillosa que producía un cemento que al hidratarse adquiría según él, la misma resistencia que la piedra de la isla de Portland.
- **Cemento Pacasmayo:** Cemento común, para usos generales, es el que más se emplea para fines estructurales cuando no se requieren de las propiedades especiales.
- **Concreto:** Mezcla de agua+ cemento+arena+piedra+adiciones.  
Material compuesto que al ser mezclado presenta una apariencia plástica de fácil manejo, pero que transcurrido cierto tiempo pierde plasticidad y empieza a adquirir resistencia y rigidez.
- **Durabilidad:** Capacidad del concreto de resistir a acciones climáticas, ataques químicos, abrasión (Desgaste) y otros procesos de deterioro en condición de servicio.

- **Especímenes de concreto:** Son las probetas de concreto elaboradas con el fin de investigación.
- **Consistencia:** Es la resistencia que opone el cuerpo a experimentar deformaciones.
- **a/mc:** Relación agua/material cementante.
- **Estabilidad:** Capacidad del concreto de conservar sus propiedades en estado fresco aun con pequeñas variaciones de las propiedades o cantidades de los materiales constituyentes.
- **Resistencia a la segregación:** Capacidad del concreto de mantener la homogeneidad de la composición en estado fresco.
- **Trabajabilidad:** Según el ACI la trabajabilidad es aquella propiedad del concreto fresco que determina la facilidad y homogeneidad con que esta puede ser mezclada, vaciada, compactada y acabada.
- **Aditivo:** Un material que no siendo agua, agregado, cemento hidráulico, o fibra de refuerzo, es empleado como un ingrediente del mortero o concreto.
- **Aditivo plastificante:** También llamados plastificadores son aditivos que suavizan los materiales de las mezclas de concreto
- **Aditivo EUCON 1037:** Es un aditivo reductor de agua de alto rango. Este puede ser adicionado al concreto en el sitio de trabajo o en la planta de concreto.

EUCON 1037 no contiene cloruros y puede ser utilizado para concreto pretensado.

- **Agua de mezclado:** El agua es un componente esencial en las mezclas de concreto, pues permite que el cemento desarrolle su capacidad ligante.
- **Calor de hidratación:** Se llama calor de hidratación al calor que se desprende durante la reacción que se produce entre el agua y el cemento al estar en contacto.
- **Curado de probetas de concreto:** Consiste en cubrir completamente con agua todas las caras de la probeta desencofrada de concreto.
- **Diseño de mezcla de concreto:** Se define así al proceso necesario para encontrar las proporciones necesarias de los componentes del concreto.
- **Fraguado:** El término se usa para describir el cambio del estado plástico al estado endurecido de una pasta de cemento.
- **Hipótesis:** Es una suposición, es una idea que puede no ser verdadera, basada en información previa
- **Influencia:** La influencia es la calidad que otorga capacidad para ejercer determinado control sobre el poder por alguien o algo.
- **Investigación experimental:** Se presenta mediante la manipulación de una variable experimental no comprobada.
- **Laboratorio de ensayo de materiales:** Lugar físico que se encuentra especialmente equipado con diversos instrumentos y elementos de medida o equipo, para satisfacer las demandas y necesidades de experimentos o investigaciones diversas.
- **Módulo de finura:** Se define como el indicador del grosor predominante en el conjunto de partículas en un agregado.
- **Módulo de Finura de la Combinación de Agregados:** Método de diseño de mezcla empleado para determinar las proporciones de los componentes del concreto.
- **Tamaño máximo nominal.** Se define como el tamiz más pequeño que produce el primer retenido.

# CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

---

### 3. MATERIALES Y METODOS.

#### 3.1 Toma de muestras

Según lo establecido en la Norma Técnica Peruana NTP 400.010 (AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras), se siguió el procedimiento para la toma de muestras en la cantera, para luego ser transportadas al laboratorio donde se realizó las características físicas de los agregados así como los diseños de mezcla. Las consideraciones fueron en base a un análisis previo de qué tipo de agregado debemos utilizar en el diseño de mezclas, este análisis condujo a que estas consideraciones fueran el tamaño máximo nominal del agregado grueso, la arena a utilizar y el transporte de las muestras al laboratorio sin que agregado pueda contaminarse y se mantenga en el mismo estado del momento de tomar la muestra.

#### 3.2 Ubicación Geográfica:

La presente investigación se realizó en el laboratorio de mecánica de suelos, Concreto y Pavimentos del Ingeniero Wilfredo Fernández Muñoz, ubicado en la urbanización los docentes UNC H-3 Cajamarca y en el campus universitario, ubicada la Av. Atahualpa N°1050, Facultad de Ingeniería, en el Laboratorio de Ensayo de Materiales “Carlos Esparza Díaz”.

#### 3.3 Materiales y Equipos:

##### 3.3.1 Materiales:

- ✚ **Cemento:** Cemento Pacasmayo Tipo I, norma ASTM C-150, NTP334.009, con peso específico  $3.12 \text{ g/cm}^3$ .
- ✚ **Agregados:** Fino (Arena) y grueso (Piedra Chancada) Procedentes de la cantera “Rio Chonta”.
- ✚ **Agua potable,** proveniente de la red pública de servicio de agua en Cajamarca. NTP339.088
- ✚ **Aditivo:** Aditivo EUCON 1037

**FIGURA N°07: Materiales usados para la elaboración del concreto**



**Fuente: Elaboración Propia**

### 3.3.2 Equipos:

Los materiales utilizados en la elaboración de las características físicas y mecánicas de los agregados son de acuerdo a lo que establece las normas técnicas ASTM y NTP. Además cada equipo cumple con su respectivo certificado de calibración, lo que nos indica la veracidad en los resultados de cada ensayo realizado. Estos materiales y equipos son los siguientes:

- Juego de tamices o mallas conformados por: N° 100, N° 50, N° 30, N° 16, N° 8, N° 4, 3/8", 1/2", 3/4", 1", 1 1/2", 2", 2 1/2", 3", 3 1/2" y 4".
- Equipo para peso específico y absorción del agregado fino.
- Equipo para peso específico y absorción del agregado grueso.
- Estufa con temperatura de  $\pm 105$  °C.
- Moldes de peso unitario.
- Máquina de los ángeles.
- Cono de Abrams.
- Barra compactadora de acero, circular, recta, de 5/8" de diámetro y 60 cm. De largo, con un extremo redondeado.
- Moldes plásticos y metálicos para obtención de los especímenes de concreto.
- Mezcladora de concreto.
- Balanzas, con sensibilidad de 0.5 gr. y capacidad no menor de 5 Kg.
- Probetas milimetradas.
- Máquina de ensayo a compresión uniaxial.
- Otros como bandejas, martillos de goma, bolsa plástica, taras, entre otros.

### 3.4 Procedimiento:

El procedimiento a seguir consta de las siguientes actividades.

- Extracción y transporte al laboratorio de los agregados, los que fueron obtenidos de la cantera Acosta (Río Chonta) – Baños del Inca.
- Elaboración de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados, los que fueron realizados en el laboratorio de materiales del Dr. Ing. Wilfredo R. Fernández Muñoz, bajo las normas NTP y ASTM.
- Con las características físicas de los agregados se elaboró los diseños de mezcla, con cada una de las dosificaciones de aditivo EUCON 1037.
- Se realizaron pruebas de Slump según la norma ASTM C 143.
- Elaboración de los especímenes de concreto, siguiendo lo establecido en la norma ASTM C 31.
- Se realizó el curado de los especímenes de concreto acorde con lo establecido en la norma ASTM C 31.
- Se realizó los ensayos a compresión uniaxial de los especímenes de concreto siguiendo lo establecido en la norma ASTM C 39, lo que fueron realizados en el laboratorio de materiales de la Universidad Nacional de Cajamarca.
- Se realizó en procesamiento de datos, así como la elaboración de las curvas de esfuerzo vs deformación unitaria.
- Elaboración de las conclusiones y recomendaciones.

Se realizaron especímenes para ensayos de resistencia a la compresión: distribuidos de la siguiente manera:

**Cuadro N° 18. Cantidad de especímenes realizados en la investigación.**

<b>Cantidad de Especímenes para ensayos de resistencia a la compresión</b>			
<b>Diseños de Mezclas</b>	<b>Ensayo a los 7 días de edad.</b>	<b>Ensayo a los 28 días de edad.</b>	<b>Total</b>
<b>Mezcla Patrón</b>	30	30	<b>240</b>
<b>1.2% de aditivo por peso de cemento</b>	30	30	
<b>1.4% de aditivo por peso de cemento</b>	30	30	
<b>1.7% de aditivo por peso de cemento</b>	30	30	

***Fuente: Elaboración Propia***

### **3.5 Cantera**

#### **3.5.1 Elección de la cantera**

La cantera seleccionada para el presente trabajo de investigación es la cantera “Acosta”, la cual se encuentra ubicada en la localidad de Baños del Inca, jurisdicción del distrito de Baños del Inca, Provincia y Región Cajamarca. En esta cantera se extrae material de procedencia aluvial, el cual es extraído del río Chonta – Baños del Inca.

#### **3.5.2 Ubicación**

Está ubicada al sur este, con respecto a la ciudad de Cajamarca, aproximadamente a 500 m. del distrito de Baños del Inca, el río Chonta se halla constituido de agregado fino (arena) y agregado grueso (grava). Para realizar la extracción del material presenta buena accesibilidad durante la época en que no llueve.

Esta cantera está constituida por grandes acumulaciones de material fluvial, acumulado en ambos márgenes del río Chonta, formando terrazas discontinuas de aproximadamente 0.90m. de potencia. El material se caracteriza por su litología consistente en cantos rodados de formas ovoides demostrando haber recorrido una gran distancia y haberse sujetado al fenómeno de fricción que generalmente favorece la forma redondeada de los fragmentos rocosos.

Generalmente se halla constituida de calizas, traquitas, areniscas, tufos volcánicos, andesitas entre otros.

**FIGURA N° 08: Ubicación de la Cantera.**



**Fuente: Google Maps**

### **3.6 Determinación de las características físico mecánicas de los agregados.**

Se realizaron los ensayos correspondientes a las propiedades y características de los agregados especificadas en las siguientes normas:

#### **3.6.1 Normas.**

- + Granulometría: NTP 400.037- ASTM C136.**
- + Agregados. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso: NTP 400.021 -ASTM C127.**
- + Agregados. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino: NTP 400.022 - ASTM C128.**
- + Contenido de Humedad.: NTP 339.185 - ASTM C566**
- + Agregados. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado: NTP 400.017- ASTM C29.**
- + Material más fino que pasan por el tamiz normalizado 75  $\mu$ m (No. 200) por lavado en agregados: NTP 400.018 - ASTM C117.**
- + Resistencia a la Abrasión: NTP 400.019 - 400.020, ASTM C131.**

### **3.6.2 Diseño de Mezclas.**

Se realizó el diseño de mezclas, para un  $f'c$  de 350 kg/cm<sup>2</sup>, utilizando cemento Tipo I, para lo cual se hicieron ensayos de prueba, analizando en ellos características del concreto en estado fresco y endurecido, determinando de esta manera un diseño patrón, a partir de este se diseñó un concreto con variaciones de los porcentajes de aditivo, con el fin de determinar el porcentaje óptimo.

El método utilizado fue el módulo de fineza de combinación de agregados.

Se siguió el siguiente procedimiento:

- ✓ Determinación de la resistencia.
- ✓ Selección del Tamaño Máximo Nominal del Agregado.
- ✓ Selección del asentamiento.
- ✓ Volumen Unitario del agua.
- ✓ Selección del contenido de aire.
- ✓ Relación Agua – Cemento.
- ✓ Factor Cemento.
- ✓ Calculo del volumen absoluto de la pasta.
- ✓ Calculo del volumen absoluto del agregado.
- ✓ Calculo del módulo de fineza de la combinación de agregados.
- ✓ Calculo de los Volúmenes absoluto del agregado.
- ✓ Peso secos de los agregados.
- ✓ Valores de diseño.
- ✓ Corrección por humedad del agregado.
- ✓ Proporción en peso.

### **3.6.3 Elaboración de especímenes de concreto.**

Se realizó según la NTP 339.183.

Una vez realizada la mezcla se analizaron las propiedades y características del concreto tanto en estado fresco como endurecido.

#### **3.6.3.1 Propiedades y características del concreto en estado fresco.**

##### **3.6.3.1.1 Caracterización del Concreto en estado fresco.**

Las propiedades de los concretos en estado fresco suelen medirse por una serie de ensayos que tratan de identificar la auto compactibilidad del concreto teniendo en cuenta su capacidad para llenar los espacios del encofrado como pasar a través de los obstáculos sin perder homogeneidad ni crear obstrucciones.

##### **3.6.3.1.2 Asentamiento. (NTP 339.035)**

El asentamiento es un índice de la consistencia del concreto, relacionado con su estado de fluidez, como tipos de asentamientos tenemos, el seco, el convencional, el rango medio y de rango alto.

**Cuadro N°19: Concreto según su consistencia.**

<b>CONCRETO SEGÚN SU CONSISTENCIA</b>	
<b>TIPO DE CONCRETO</b>	<b>SLUMP</b>
Estándar	0" a 4"
Plastificante	4" a 6"
Superplastificante	6" a 8"
Rheoplastico	>8"

**Fuente: Libro tecnología del concreto – Enrique Riva López**

**3.6.3.1.3      *Peso unitario. (NTP 339.046)***

Se define como la densidad del concreto a la relación del volumen de sólidos al volumen total de una unidad cubica. Puede también entenderse como el porcentaje de un determinado volumen de concreto que es material sólido.

El peso unitario del concreto es el peso varillado de una muestra representativa del concreto.

Se expresa en kilos por metro cubico.

La gravedad específica y la cantidad de cada agregado deberán afectar el peso unitario resultante de la mezcla fresca.

Con agregados de alta porosidad en peso unitario del concreto puede variar dependiendo de si la absorción ha sido satisfecha por pre humedecimiento del agregado antes de la dosificación

Las variaciones en las propiedades del agregado pueden afectar el peso unitario y la densidad del concreto en forma diferente. Se puede tener modificaciones en el peso unitario del agregado las cuales incrementen o disminuyan el peso unitario del concreto sin afectar la densidad del mismo Por tal motivo podemos decir que los concretos se clasifican en:

- ✓ **Peso unitario de los concretos livianos.-** Preparados ya sea con agregado grueso natural o artificial de baja gravedad específica puede estar en los valores de 480 a 1600kg/m<sup>3</sup>.
- ✓ **Peso unitario de los concretos normales.-** Aquellos cuyo peso unitario varía entre 1700 a 2500 kg/m<sup>3</sup>.
- ✓ **Peso unitario de los concretos pesados.-** Preparados ya sea con agregado grueso natural o artificial de alta gravedad específica, que puede elevarse hasta los 5000kg/m<sup>3</sup>.  
El ensayo de peso unitario consiste en compactar una muestra de concreto en un recipiente normado, el cual posteriormente se pasa para luego divide el peso entre el volumen del recipiente.

### **3.6.3.2 Propiedades características del concreto en estado endurecido.**

#### **3.6.3.2.1 Resistencia a la compresión NTP (339.034)**

La resistencia a compresión del concreto se puede diseñar de tal manera que tenga una amplia variedad de propiedades mecánicas y de durabilidad, que cumplan con los requerimientos de diseño de la estructura. La resistencia a la compresión se mide tronando probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayo de compresión, en tanto la resistencia a la compresión se calcula a partir de la carga de ruptura dividida entre el área de la sección que resiste a la carga.

Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión se usa fundamentalmente para determinar que la mezcla de concreto suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada,  $f'_c$  del proyecto.

Los resultados de las pruebas de resistencia a partir de cilindros moldeados se pueden utilizar para fines del control de calidad, aceptación del concreto o para estimar la resistencia del concreto en estructuras, para programar las operaciones de construcción.

Los registros históricos de las pruebas de resistencia se utilizan para establecer la resistencia promedio deseada de mezcla de concretos para obras futuras.

Los cilindros para pruebas de aceptación deben de tener un tamaño de 6" x 12" (150 X 300 mm).

El diámetro del cilindro del cilindro se debe medir en dos sitios en ángulos rectos entre si a media altura de la probeta y debe promediarse para calcular el área de la sección. Si los dos diámetros medios difieren en más de 2% no se debe someter a prueba el cilindro.

Los extremos de las probetas no deben presentar desviación con respecto a la perpendicularidad del eje del cilindro en más de 0.5% y los extremos deben hallarse planos dentro de un margen de 0.002"(0.05mm).

Los cilindros se deben centrar en la máquina de ensayo de compresión y cargados hasta completar la ruptura.

En la prueba de resistencia a la compresión se debe anotar la fecha en que se recibieron las probetas en el laboratorio, la fecha de la prueba, identificación de la probeta, diámetro del cilindro, la edad de los cilindros de prueba , la máxima carga aplicada, el tipo de fractura y todo defecto que presenten los cilindros.

#### **3.6.3.2.2 VELOCIDAD DE CARGA.**

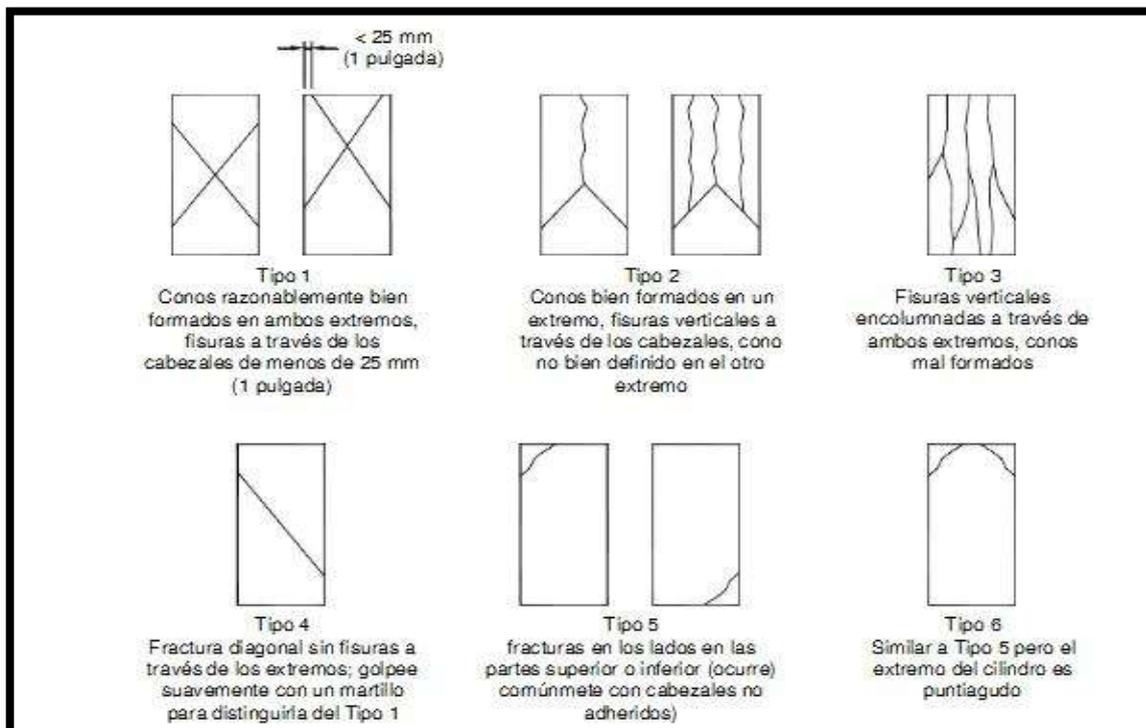
La carga debe de ser aplicada en forma continua, para maquinas operadas hidráulicamente la velocidad de carga estará en el rango de 0.14 a 0.34 Mpa/s se aplicará la velocidad de carga continua y constante desde el inicio hasta producir la rotura de la probeta.

**FIGURA N°09: Ensayo de Resistencia a la Compresión**



(Fuente: Propia)

**FIGURA N°10: Tipos de fractura típicos que se dan en la rotura de probetas cilíndricas ensayadas a la compresión.**



Fuente: <http://angelabriesingcivil.blogspot.pe/>

#### **3.6.4 Curado de especímenes en el laboratorio. (NTP 339.116)**

El curado de los especímenes se realizó en las instalaciones del laboratorio de la universidad Nacional de Cajamarca, Realizando pruebas a los 7 y 28 días.

#### **3.6.5 Prueba de especímenes.(ASTM C39,NTP 339.034)**

Los especímenes fueron ensayados en 2 edades: 7 y 28 días.

#### **3.6.6 Expresión de resultados.**

La resistencia a la compresión de la probeta se calcula mediante la siguiente formula:

$$R_c = \frac{4 * G}{\pi D^2}$$

Dónde:

Rc: Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)

G: Carga de Rotura (Kg)

D: Diámetro de la probeta cilíndrica (cm)

**CAPITULO IV**  
**ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE**  
**RESULTADOS**

---

#### 4. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.

##### 4.1 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO:

Con el objetivo de elaborar los diseños de mezcla, se realizaron las características físicas y mecánicas de los agregados extraídos de la cantera. Los procedimientos utilizados son de acuerdo a lo estipulado en cada norma que se indica junto con la característica respectiva, estos resultados se presentan a continuación:

##### 4.1.1 Características físicas del agregado fino:

**Cuadro N° 20: Resumen de los ensayos de las propiedades físicas y mecánicas del Agregado Fino.**

DESCRIPCION	Unidad	AF
<i>Peso Unitario Suelto</i>	kg/m <sup>3</sup>	1612
<i>Peso Unitario Compactado</i>	kg/m <sup>3</sup>	1758
<i>Peso específico de masa</i>	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.58
<i>Peso específico de masa SSS</i>	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.66
<i>Peso Específico Aparente</i>	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.80
<i>Porcentaje de absorción</i>	%	2.92
<i>Contenido de humedad</i>	%	3.12
<i>Mf</i>	-	3.03
<i>Porcentaje que pasa malla N° 200</i>	%	2.33

Según los resultados obtenidos, se puede indicar que el la cantera “Acosta” (Río Chonta) Baños del Inca – Cajamarca, cumple con lo estipulado en la Norma Técnica 400.037 (AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto) en lo que respecta al material más fino que el tamiz n° 200 (menor que 5%) y que la curva granulométrica del agregado fino cumple con el uso granulométrico M de la norma mencionada. (Ver anexo características de los materiales)

#### 4.1.2 Características físicas del agregado grueso:

**Cuadro N° 21: Resumen de los ensayos de las propiedades físicas y mecánicas del Agregado Grueso.**

DESCRIPCION	Unidad	AG
<i>TMN</i>	-	3/4"
<i>Peso Unitario Suelto</i>	kg/m <sup>3</sup>	1332
<i>Peso Unitario Compactado</i>	kg/m <sup>3</sup>	1456
<i>Peso específico de masa</i>	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.55
<i>Peso específico de masa SSS</i>	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.58
<i>Peso Específico Aparente</i>	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.62
<i>Porcentaje de absorción</i>	%	1.07
<i>Contenido de humedad</i>	%	0.15
<i>Mf</i>	-	6.74
<i>Porcentaje que pasa malla N 200</i>	%	0.42
<i>Porcentaje de desgaste a la abrasión</i>	%	28.78

Según los resultados obtenidos, se puede indicar que el la cantera "Acosta" (Río Chonta) Baños del Inca – Cajamarca, cumple con lo estipulado en la Norma Técnica 400.037 (AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto) en lo que respecta al material más fino que el tamiz n° 200 (menor que 1%) y que la curva granulométrica del agregado grueso cumple con el uso granulométrico N° 67 de la Norma ASTM C 33 (Standard Specification for Concrete Aggregates). (Ver anexo características de los materiales)

#### 4.2 DISEÑO DE MEZCLA.

Los diseños de mezcla que nos permitirán determinar la influencia que presenta el aditivo EUCON 1037 en la resistencia a la compresión de un concreto de  $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ , fueron realizados siguiendo el método del módulo de finura de la combinación de agregados.

Se realizaron un total de 4 diseños de mezcla a los que los llamaremos como Mezcla patrón, que es aquella que no presenta ningún porcentaje de aditivo; Mezcla con dosificación de 1.2% por peso de cemento, que es aquella que presenta una dosificación de 1.2% de aditivo EUCON 1037 por peso de cemento; Mezcla con dosificación de 1.4% por peso de cemento, que es aquella que presenta una dosificación de 1.4% de aditivo EUCON 1037 por peso de cemento y Mezcla con dosificación de 1.7% por peso de cemento, que es aquella que presenta una dosificación de 1.7% de aditivo EUCON 1037 por peso de cemento.

Con cada uno de estos diseños de mezcla se elaboraron especímenes de concreto, los que fueron sometidos a ensayos de compresión uniaxial a edades de 7 y 28 días.

#### 4.2.1 Diseño de mezcla Patrón.

Este diseño de mezcla corresponde para un concreto de  $f_c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ , al que no se adiciono ningún aditivo en ninguna proporción, presentando las siguientes cantidades de materiales de diseño y corregidos por humedad:

##### MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD POR $\text{m}^3$

Cemento	500 Kg
Agua Efectiva	212.9 Lts
Agregado fino Húmedo	602 Kg
Agregado Grueso Húmedo	991 Kg
Aire Atrapado	2 %

#### 4.2.2 Diseño de mezcla con dosificación de 1.2% por peso de cemento.

En este diseño de mezcla se consideró una dosificación de 1.2% de aditivo EUCON 1037 por peso de cemento, para un concreto de  $f_c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ , presentando las siguientes cantidades de materiales de diseño y corregidos por humedad:

##### MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD POR $\text{m}^3$

Cemento	500 Kg
Agua Efectiva	212.9 Lts
Agregado fino Húmedo	597 Kg
Agregado Grueso Húmedo	983 Kg
Aire Atrapado	2 %
EUCON 1037	5.128 Lts

#### 4.2.3 Diseño de mezcla con dosificación de 1.4% por peso de cemento.

En este diseño de mezcla se consideró una dosificación de 1.4% de aditivo EUCON 1037 por peso de cemento, para un concreto de  $f_c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ , presentando las siguientes cantidades de materiales de diseño y corregidos por humedad:

##### MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD POR $\text{m}^3$

Cemento	500 Kg
Agua Efectiva	212.9 Lts
Agregado fino Húmedo	597 Kg
Agregado Grueso Húmedo	981 Kg
Aire Atrapado	2 %
EUCON 1037	5.983 Lts

#### 4.2.4 Diseño de mezcla con dosificación de 1.7% por peso de cemento.

En este diseño de mezcla se consideró una dosificación de 1.7% de aditivo EUCON 1037 por peso de cemento, para un concreto de  $f_c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ , presentando las siguientes cantidades de materiales de diseño y corregidos por humedad:

##### MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD POR $\text{m}^3$

Cemento	500 Kg
Agua Efectiva	212.8 Lts
Agregado fino Húmedo	595 Kg
Agregado Grueso Húmedo	979 Kg
Aire Atrapado	2 %
EUCON 1037	7.265 Lts

### 4.3 ENSAYOS Y RESULTADOS DEL CONCRETO

#### 4.3.1 Propiedades y características del concreto en estado fresco

##### 4.3.1.1 Resultado de los ensayos de consistencia.

La consistencia del concreto, que se determina mediante el método de prueba según Norma ASTM C 143 (Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete), fue realizada para cada uno de los tipos de mezcla.

La consistencia que se considero es una consistencia plástica, lo que permite que las mezclas de concreto sean trabajables y se puedan acomodar a las estructuras en las que pueden ser utilizadas. (*Ver Cuadro N°08: Consistencia y Asentamiento*).

Estos resultados por cada tipo de diseño de mezcla son los siguientes:

##### a). Mezcla Patrón.

##### Cuadro N°22: Resultados del ensayo de Slump para la Mezcla Patrón.

ENSAYO	SLUMP MEDIDO (PULG)
Ensayo 1	3.25
Ensayo 2	2.50
Ensayo 3	2.75
Ensayo 4	3.00
Ensayo 5	3.00

b). Mezcla con dosificación de 1.2% por peso de cemento.

**Cuadro N° 23: Resultados del ensayo de Slump para la mezcla con dosificación de 1.2% por peso de cemento.**

ENSAYO	SLUMP MEDIDO (PULG)
Ensayo 1	3.50
Ensayo 2	3.75
Ensayo 3	3.75
Ensayo 4	4.00
Ensayo 5	3.50

c). Mezcla con dosificación de 1.4% por peso de cemento.

**Cuadro N° 24: Resultados del ensayo de Slump para la mezcla con dosificación de 1.4% por peso de cemento.**

ENSAYO	SLUMP MEDIDO (PULG)
Ensayo 1	3.50
Ensayo 2	3.75
Ensayo 3	4.00
Ensayo 4	4.00
Ensayo 5	3.75

d). Mezcla con dosificación de 1.7% por peso de cemento.

**Cuadro N° 25: Resultados del ensayo de Slump para la mezcla con dosificación de 1.7% por peso de cemento.**

ENSAYO	SLUMP MEDIDO (PULG)
Ensayo 1	4.25
Ensayo 2	3.75
Ensayo 3	3.50
Ensayo 4	4.00
Ensayo 5	3.75

Los resultados obtenidos cumplen con la consistencia que se había tomado en cuenta para el diseño de mezclas.

Para la mayoría de la mezclas de concreto se considera una consistencia plástica que corresponde a un asentamiento entre (3" - 4").

Se consideró esta consistencia debido a que al adicionar el aditivo EUCON 1037 se puede utilizar en concretos de alto desempeño, C° premezclado en general, C° altamente reforzado pero sobre todo en concretos con mínimo contenido de agua.

Fragua en un tiempo similar a un concreto sin aditivo, da un excelente aumento y retención de manejabilidad en concretos con baja relación agua/cemento.

***Pero sobre todo como lo indica la HOJA TECNICA DEL ADITIVO EUCON 1037 para concretos de alta resistencia se pueden usar dosis de (0.7% - 1.9% / kg de cemento) y obtener el asentamiento deseado agregando el agua restante.***

#### **4.3.1.2 PESO UNITARIO**

El objetivo de hallar el peso unitario es determinar el peso de 1m<sup>3</sup> de concreto. También Determinar el rendimiento del concreto

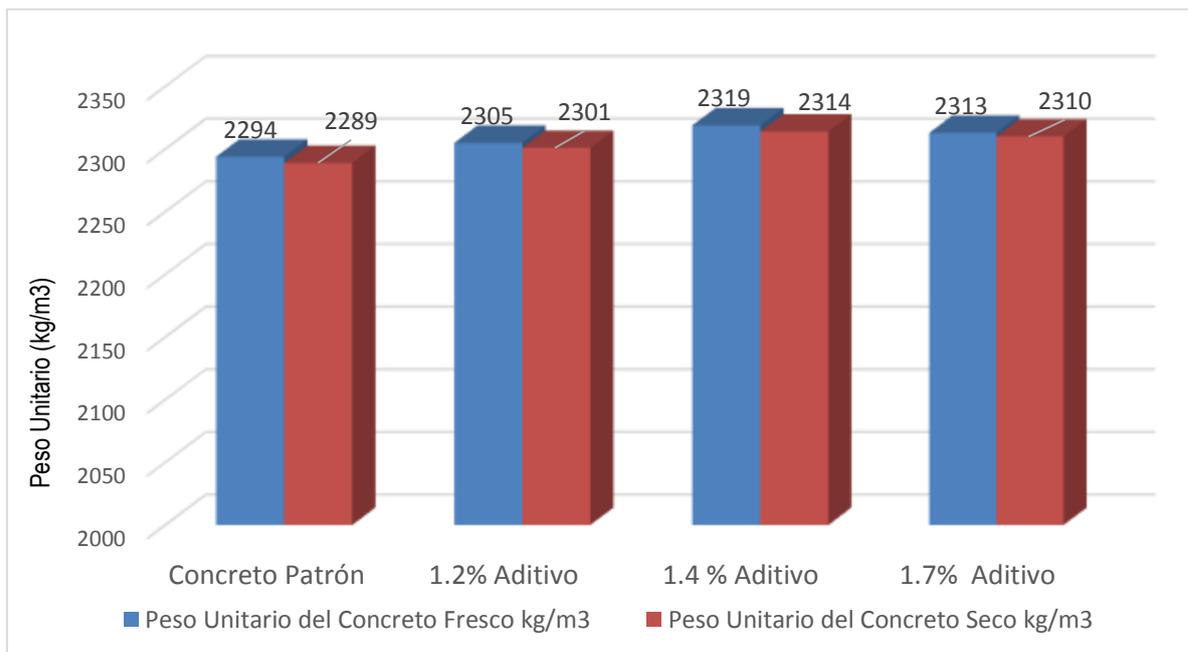
El peso unitario normalmente está entre 2240kg/m<sup>3</sup> a 2460kg/m<sup>3</sup>.

Se determinó el peso unitario de las mezclas de concreto según la NTP 339.046. Los resultados de los ensayos a compresión se muestran en el cuadro

**Cuadro N° 26: Comparación del Peso Unitario del concreto fresco y seco**

Tipo de Concreto	Peso Unitario del Concreto Fresco	Peso Unitario del Concreto Seco
	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
<b>Concreto Patrón</b>	2294	2289
<b>1.2% Aditivo</b>	2305	2301
<b>1.4 % Aditivo</b>	2313	2310
<b>1.7% Aditivo</b>	2319	2314

**Grafico N°01: Comparación del Peso Unitario del concreto fresco y seco.**



- El Peso Unitario del concreto varía dependiendo de la cantidad y la densidad del agregado, la cantidad de aire atrapado (ocluido) o intencionalmente incluido y las cantidades de agua y cemento. Por otro lado, el tamaño máximo del agregado influye en las cantidades de agua y cemento.
- Al reducirse la cantidad de pasta (aumentándose la cantidad de agregado), se aumenta el peso unitario.
- Por lo que el concreto patrón presenta un peso unitario menor que el concreto con aditivo debido a la cantidad de cemento, agua y agregados que presenta.

#### **4.3.2 Propiedades y características del concreto en estado endurecido**

##### **4.3.2.1 Resultado de ensayos a compresión.**

Realizados los diseños de mezcla, se preparó los especímenes de concreto. Éstos fueron elaborados y curados acorde con la norma técnica ASTM C – 31 (Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field) y ensayados a compresión uniaxial de acuerdo a lo especificado en la norma técnica ASTM C – 39 (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens) a edades de 7 y 28 días.

Estas pruebas fueron realizados para la mezcla patrón, y las mezclas con dosificaciones de 1.2%, 1.4% y 1.7% de aditivo EUCON 1037 por peso de cemento. Con los resultados obtenidos se calculó la resistencia a la compresión promedio obtenida, además del porcentaje alcanzado con respecto a la resistencia a la compresión de diseño, valores con los que se realizará el análisis respectivo y determinar la influencia del aditivo EUCON 1037 en la resistencia a la compresión de un concreto de  $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ .

Estos resultados son los siguientes:

**a). Mezcla Patrón.**

Con este tipo de mezcla los ensayos realizados fueron a 7 y 28 días, considerando un total de 30 especímenes de concreto para cada día que fueron realizados los ensayos.

**Tabla 1: Resultados de ensayos a compresión de la mezcla patrón a edad de 7 días.**

CÓDIGO	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (Tn)	DIÁMETRO (cm)	f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm <sup>2</sup> )	% OBTENIDO
NS-P-01	14/06/2016	21/06/2016	7	48.50	15.20	350	267.28	
NS-P-02	14/06/2016	21/06/2016	7	49.00	15.10	350	273.62	
NS-P-03	14/06/2016	21/06/2016	7	47.60	15.20	350	262.32	
NS-P-04	14/06/2016	21/06/2016	7	48.50	15.30	350	263.80	
NS-P-05	14/06/2016	21/06/2016	7	47.60	15.20	350	262.32	
NS-P-06	14/06/2016	21/06/2016	7	48.50	15.20	350	267.28	
NS-P-07	14/06/2016	21/06/2016	7	49.50	15.30	350	269.24	
NS-P-08	14/06/2016	21/06/2016	7	48.60	15.30	350	264.34	
NS-P-09	14/06/2016	21/06/2016	7	46.00	15.30	350	250.20	
NS-P-10	14/06/2016	21/06/2016	7	49.20	15.20	350	271.14	
NS-P-11	14/06/2016	21/06/2016	7	49.50	15.30	350	269.24	
NS-P-12	14/06/2016	21/06/2016	7	47.50	15.30	350	258.36	
NS-P-13	14/06/2016	21/06/2016	7	47.50	15.30	350	258.36	
NS-P-14	14/06/2016	21/06/2016	7	49.70	15.10	350	277.53	
NS-P-15	14/06/2016	21/06/2016	7	48.50	15.20	350	267.28	
NS-P-16	14/06/2016	21/06/2016	7	46.50	15.30	350	252.92	
NS-P-17	14/06/2016	21/06/2016	7	48.50	15.20	350	267.28	
NS-P-18	14/06/2016	21/06/2016	7	47.60	15.20	350	262.32	
NS-P-19	14/06/2016	21/06/2016	7	49.20	15.30	350	267.60	
NS-P-20	14/06/2016	21/06/2016	7	49.30	15.20	350	271.69	
NS-P-21	14/06/2016	21/06/2016	7	48.50	15.30	350	263.80	
NS-P-22	14/06/2016	21/06/2016	7	48.20	15.20	350	265.63	
NS-P-23	14/06/2016	21/06/2016	7	47.60	15.30	350	258.90	
NS-P-24	14/06/2016	21/06/2016	7	46.50	15.20	350	256.26	
NS-P-25	14/06/2016	21/06/2016	7	47.60	15.30	350	258.90	
NS-P-26	14/06/2016	21/06/2016	7	46.50	15.20	350	256.26	
NS-P-27	14/06/2016	21/06/2016	7	49.50	15.20	350	272.79	
NS-P-28	14/06/2016	21/06/2016	7	49.50	15.20	350	272.79	
NS-P-29	14/06/2016	21/06/2016	7	47.60	15.30	350	258.90	
NS-P-30	14/06/2016	21/06/2016	7	49.50	15.20	350	272.79	
<b>PROMEDIO</b>	-	-	-	-	-	-	<b>264.70</b>	<b>75.63%</b>

**De los resultados obtenidos se obtiene una resistencia a la compresión promedio de 264.70 Kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa un 75.63% de la resistencia a la compresión de diseño.**

**Tabla 2: Resultados de ensayos a compresión de la mezcla patrón a edad de 28 días.**

CÓDIGO	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (Tn)	DIÁMETRO (cm)	f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm <sup>2</sup> )	% OBTENIDO
NS-P-31	14/06/2016	12/07/2016	28	66.50	15.30	350	361.70	
NS-P-32	14/06/2016	12/07/2016	28	64.50	15.20	350	355.45	
NS-P-33	14/06/2016	12/07/2016	28	63.50	15.10	350	354.59	
NS-P-34	14/06/2016	12/07/2016	28	65.60	15.20	350	361.52	
NS-P-35	14/06/2016	12/07/2016	28	65.40	15.00	350	370.09	
NS-P-36	14/06/2016	12/07/2016	28	66.60	15.20	350	367.03	
NS-P-37	14/06/2016	12/07/2016	28	64.50	15.30	350	350.82	
NS-P-38	14/06/2016	12/07/2016	28	68.50	15.30	350	372.58	
NS-P-39	14/06/2016	12/07/2016	28	65.60	15.20	350	361.52	
NS-P-40	14/06/2016	12/07/2016	28	68.30	15.30	350	371.49	
NS-P-41	14/06/2016	12/07/2016	28	68.50	15.20	350	377.50	
NS-P-42	14/06/2016	12/07/2016	28	64.10	15.20	350	353.25	
NS-P-43	14/06/2016	12/07/2016	28	66.60	15.10	350	371.90	
NS-P-44	14/06/2016	12/07/2016	28	66.40	15.30	350	361.16	
NS-P-45	14/06/2016	12/07/2016	28	66.20	15.20	350	364.82	
NS-P-46	14/06/2016	12/07/2016	28	65.20	15.10	350	364.09	
NS-P-47	14/06/2016	12/07/2016	28	64.30	15.20	350	354.35	
NS-P-48	14/06/2016	12/07/2016	28	63.80	15.20	350	351.60	
NS-P-49	14/06/2016	12/07/2016	28	68.20	15.20	350	375.84	
NS-P-50	14/06/2016	12/07/2016	28	68.20	15.30	350	370.95	
NS-P-51	14/06/2016	12/07/2016	28	64.60	15.30	350	351.37	
NS-P-52	14/06/2016	12/07/2016	28	66.30	15.30	350	360.61	
NS-P-53	14/06/2016	12/07/2016	28	66.00	15.20	350	363.72	
NS-P-54	14/06/2016	12/07/2016	28	65.20	15.30	350	354.63	
NS-P-55	14/06/2016	12/07/2016	28	63.50	15.10	350	354.59	
NS-P-56	14/06/2016	12/07/2016	28	65.30	15.20	350	359.86	
NS-P-57	14/06/2016	12/07/2016	28	65.80	15.10	350	367.44	
NS-P-58	14/06/2016	12/07/2016	28	66.20	15.30	350	360.07	
NS-P-59	14/06/2016	12/07/2016	28	67.40	15.20	350	371.44	
NS-P-60	14/06/2016	12/07/2016	28	67.30	15.30	350	366.05	
<b>PROMEDIO</b>	-	-	-	-	-	-	<b>362.73</b>	<b>103.64%</b>

**De los resultados obtenidos se obtiene una resistencia a la compresión promedio de 362.73 Kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa un 103.64% de la resistencia a la compresión de diseño.**

**b). Mezcla con dosificación de 1.2% por peso de cemento.**

Con este tipo de mezcla los ensayos realizados fueron a 7 y 28 días, considerando un total de 30 especímenes de concreto para cada día que fueron realizados los ensayos.

**Tabla 3: Resultados de ensayos a compresión de la mezcla con dosificación de 1.2% por peso de cemento a edad de 7 días.**

CÓDIGO	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (Tn)	DIÁMETRO (cm)	f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm <sup>2</sup> )	% OBTENIDO
NS-1.2-01	15/06/2016	22/06/2016	7	56.50	15.20	350	311.37	
NS-1.2-02	15/06/2016	22/06/2016	7	55.70	15.10	350	311.04	
NS-1.2-03	15/06/2016	22/06/2016	7	56.20	15.30	350	305.68	
NS-1.2-04	15/06/2016	22/06/2016	7	55.60	15.20	350	306.41	
NS-1.2-05	15/06/2016	22/06/2016	7	56.00	15.10	350	312.71	
NS-1.2-06	15/06/2016	22/06/2016	7	58.20	15.20	350	320.73	
NS-1.2-07	15/06/2016	22/06/2016	7	57.50	15.10	350	321.09	
NS-1.2-08	15/06/2016	22/06/2016	7	55.60	15.30	350	302.41	
NS-1.2-09	15/06/2016	22/06/2016	7	57.20	15.20	350	315.22	
NS-1.2-10	15/06/2016	22/06/2016	7	57.60	15.30	350	313.29	
NS-1.2-11	15/06/2016	22/06/2016	7	56.50	15.20	350	311.37	
NS-1.2-12	15/06/2016	22/06/2016	7	55.20	15.20	350	304.20	
NS-1.2-13	15/06/2016	22/06/2016	7	55.60	15.20	350	306.41	
NS-1.2-14	15/06/2016	22/06/2016	7	54.90	15.30	350	298.61	
NS-1.2-15	15/06/2016	22/06/2016	7	56.50	15.20	350	311.37	
NS-1.2-16	15/06/2016	22/06/2016	7	56.20	15.10	350	313.83	
NS-1.2-17	15/06/2016	22/06/2016	7	55.30	15.20	350	304.75	
NS-1.2-18	15/06/2016	22/06/2016	7	56.70	15.20	350	312.47	
NS-1.2-19	15/06/2016	22/06/2016	7	58.00	15.10	350	323.88	
NS-1.2-20	15/06/2016	22/06/2016	7	54.90	15.30	350	298.61	
NS-1.2-21	15/06/2016	22/06/2016	7	55.50	15.20	350	305.86	
NS-1.2-22	15/06/2016	22/06/2016	7	56.00	15.30	350	304.59	
NS-1.2-23	15/06/2016	22/06/2016	7	55.80	15.30	350	303.50	
NS-1.2-24	15/06/2016	22/06/2016	7	55.90	15.30	350	304.05	
NS-1.2-25	15/06/2016	22/06/2016	7	56.60	15.20	350	311.92	
NS-1.2-26	15/06/2016	22/06/2016	7	57.50	15.30	350	312.75	
NS-1.2-27	15/06/2016	22/06/2016	7	55.80	15.20	350	307.51	
NS-1.2-28	15/06/2016	22/06/2016	7	55.30	15.30	350	300.78	
NS-1.2-29	15/06/2016	22/06/2016	7	57.60	15.10	350	321.65	
NS-1.2-30	15/06/2016	22/06/2016	7	56.90	15.30	350	309.48	
PROMEDIO	-	-	-	-	-	-	309.58	88.45%

**De los resultados obtenidos se obtiene una resistencia a la compresión promedio de 309.58 Kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa un 88.45% de la resistencia a la compresión de diseño.**

**Tabla 4: Resultados de ensayos a compresión de la mezcla con dosificación de 1.2%  
por peso de cemento a edad de 28 días.**

CÓDIGO	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (Tn)	DIÁMETRO (cm)	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm <sup>2</sup> )	% OBTENIDO
NS-1.2-31	15/06/2016	13/07/2016	28	70.50	15.10	350	393.68	
NS-1.2-32	15/06/2016	13/07/2016	28	69.60	15.30	350	378.56	
NS-1.2-33	15/06/2016	13/07/2016	28	71.50	15.30	350	388.90	
NS-1.2-34	15/06/2016	13/07/2016	28	73.60	15.20	350	405.60	
NS-1.2-35	15/06/2016	13/07/2016	28	71.60	15.20	350	394.58	
NS-1.2-36	15/06/2016	13/07/2016	28	72.50	15.30	350	394.33	
NS-1.2-37	15/06/2016	13/07/2016	28	69.80	15.20	350	384.66	
NS-1.2-38	15/06/2016	13/07/2016	28	70.50	15.20	350	388.52	
NS-1.2-39	15/06/2016	13/07/2016	28	72.60	15.10	350	405.41	
NS-1.2-40	15/06/2016	13/07/2016	28	69.60	15.20	350	383.56	
NS-1.2-41	15/06/2016	13/07/2016	28	72.80	15.30	350	395.97	
NS-1.2-42	15/06/2016	13/07/2016	28	72.50	15.20	350	399.54	
NS-1.2-43	15/06/2016	13/07/2016	28	71.50	15.00	350	404.61	
NS-1.2-44	15/06/2016	13/07/2016	28	71.20	15.20	350	392.38	
NS-1.2-45	15/06/2016	13/07/2016	28	72.40	15.30	350	393.79	
NS-1.2-46	15/06/2016	13/07/2016	28	72.60	15.20	350	400.09	
NS-1.2-47	15/06/2016	13/07/2016	28	71.50	15.30	350	388.90	
NS-1.2-48	15/06/2016	13/07/2016	28	70.50	15.10	350	393.68	
NS-1.2-49	15/06/2016	13/07/2016	28	70.60	15.30	350	384.00	
NS-1.2-50	15/06/2016	13/07/2016	28	71.80	15.20	350	395.68	
NS-1.2-51	15/06/2016	13/07/2016	28	69.80	15.30	350	379.65	
NS-1.2-52	15/06/2016	13/07/2016	28	70.50	15.10	350	393.68	
NS-1.2-53	15/06/2016	13/07/2016	28	71.50	15.00	350	404.61	
NS-1.2-54	15/06/2016	13/07/2016	28	72.60	15.30	350	394.88	
NS-1.2-55	15/06/2016	13/07/2016	28	73.20	15.30	350	398.14	
NS-1.2-56	15/06/2016	13/07/2016	28	70.50	15.10	350	393.68	
NS-1.2-57	15/06/2016	13/07/2016	28	69.50	15.20	350	383.01	
NS-1.2-58	15/06/2016	13/07/2016	28	69.50	15.30	350	378.02	
NS-1.2-59	15/06/2016	13/07/2016	28	73.60	15.30	350	400.32	
NS-1.2-60	15/06/2016	13/07/2016	28	72.90	15.30	350	396.51	
<b>PROMEDIO</b>	-	-	-	-	-	-	<b>392.96</b>	<b>112.28%</b>

**De los resultados obtenidos se obtiene una resistencia a la compresión promedio de 392.96 Kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa un 112.28% de la resistencia a la compresión de diseño.**

**c). Mezcla con dosificación de 1.4% por peso de cemento.**

Con este tipo de mezcla los ensayos realizados fueron a 7 y 28 días, considerando un total de 30 especímenes de concreto para cada día que fueron realizados los ensayos.

**Tabla 5: Resultados de ensayos a compresión de la mezcla con dosificación de 1.4% por peso de cemento a edad de 7 días.**

CÓDIGO	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (Tn)	DIÁMETRO (cm)	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm <sup>2</sup> )	% OBTENIDO
NS-1.4-01	16/06/2016	23/06/2016	7	60.50	15.30	350	329.07	
NS-1.4-02	16/06/2016	23/06/2016	7	58.30	15.20	350	321.29	
NS-1.4-03	16/06/2016	23/06/2016	7	57.60	15.30	350	313.29	
NS-1.4-04	16/06/2016	23/06/2016	7	59.50	15.30	350	323.63	
NS-1.4-05	16/06/2016	23/06/2016	7	58.20	15.20	350	320.73	
NS-1.4-06	16/06/2016	23/06/2016	7	58.60	15.20	350	322.94	
NS-1.4-07	16/06/2016	23/06/2016	7	59.20	15.10	350	330.58	
NS-1.4-08	16/06/2016	23/06/2016	7	57.50	15.10	350	321.09	
NS-1.4-09	16/06/2016	23/06/2016	7	60.40	15.30	350	328.52	
NS-1.4-10	16/06/2016	23/06/2016	7	59.20	15.20	350	326.25	
NS-1.4-11	16/06/2016	23/06/2016	7	57.50	15.00	350	325.38	
NS-1.4-12	16/06/2016	23/06/2016	7	59.50	15.20	350	327.90	
NS-1.4-13	16/06/2016	23/06/2016	7	60.50	15.30	350	329.07	
NS-1.4-14	16/06/2016	23/06/2016	7	59.40	15.20	350	327.35	
NS-1.4-15	16/06/2016	23/06/2016	7	59.33	15.10	350	331.31	
NS-1.4-16	16/06/2016	23/06/2016	7	59.80	15.10	350	333.93	
NS-1.4-17	16/06/2016	23/06/2016	7	58.50	15.30	350	318.19	
NS-1.4-18	16/06/2016	23/06/2016	7	59.40	15.20	350	327.35	
NS-1.4-19	16/06/2016	23/06/2016	7	57.50	15.30	350	312.75	
NS-1.4-20	16/06/2016	23/06/2016	7	60.30	15.20	350	332.31	
NS-1.4-21	16/06/2016	23/06/2016	7	59.50	15.10	350	332.26	
NS-1.4-22	16/06/2016	23/06/2016	7	59.30	15.30	350	322.54	
NS-1.4-23	16/06/2016	23/06/2016	7	60.40	15.20	350	332.86	
NS-1.4-24	16/06/2016	23/06/2016	7	60.70	15.10	350	338.96	
NS-1.4-25	16/06/2016	23/06/2016	7	59.40	15.30	350	323.08	
NS-1.4-26	16/06/2016	23/06/2016	7	59.30	15.30	350	322.54	
NS-1.4-27	16/06/2016	23/06/2016	7	59.40	15.20	350	327.35	
NS-1.4-28	16/06/2016	23/06/2016	7	59.20	15.30	350	321.99	
NS-1.4-29	16/06/2016	23/06/2016	7	60.70	15.30	350	330.15	
NS-1.4-30	16/06/2016	23/06/2016	7	57.90	15.30	350	314.92	
<b>PROMEDIO</b>	-	-	-	-	-	-	<b>325.65</b>	<b>93.04%</b>

**De los resultados obtenidos se obtiene una resistencia a la compresión promedio de 325.65 Kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa un 93.04% de la resistencia a la compresión de diseño.**

**Tabla 6: Resultados de ensayos a compresión de la mezcla con dosificación de 1.4%  
por peso de cemento a edad de 28 días.**

CÓDIGO	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (Tn)	DIÁMETRO (cm)	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm <sup>2</sup> )	% OBTENIDO
NS-1.4-31	16/06/2016	14/07/2016	28	74.50	15.20	350	410.56	
NS-1.4-32	16/06/2016	14/07/2016	28	74.20	15.20	350	408.91	
NS-1.4-33	16/06/2016	14/07/2016	28	73.00	15.30	350	397.05	
NS-1.4-34	16/06/2016	14/07/2016	28	73.50	15.20	350	405.05	
NS-1.4-35	16/06/2016	14/07/2016	28	73.20	15.30	350	398.14	
NS-1.4-36	16/06/2016	14/07/2016	28	74.10	15.20	350	408.36	
NS-1.4-37	16/06/2016	14/07/2016	28	72.60	15.10	350	405.41	
NS-1.4-38	16/06/2016	14/07/2016	28	74.60	15.30	350	405.76	
NS-1.4-39	16/06/2016	14/07/2016	28	73.50	15.10	350	410.43	
NS-1.4-40	16/06/2016	14/07/2016	28	73.80	15.10	350	412.11	
NS-1.4-41	16/06/2016	14/07/2016	28	74.60	15.30	350	405.76	
NS-1.4-42	16/06/2016	14/07/2016	28	74.20	15.20	350	408.91	
NS-1.4-43	16/06/2016	14/07/2016	28	72.90	15.10	350	407.08	
NS-1.4-44	16/06/2016	14/07/2016	28	74.00	15.30	350	402.49	
NS-1.4-45	16/06/2016	14/07/2016	28	73.90	15.20	350	407.26	
NS-1.4-46	16/06/2016	14/07/2016	28	74.60	15.20	350	411.11	
NS-1.4-47	16/06/2016	14/07/2016	28	73.90	15.30	350	401.95	
NS-1.4-48	16/06/2016	14/07/2016	28	74.60	15.10	350	416.58	
NS-1.4-49	16/06/2016	14/07/2016	28	72.90	15.10	350	407.08	
NS-1.4-50	16/06/2016	14/07/2016	28	75.10	15.30	350	408.48	
NS-1.4-51	16/06/2016	14/07/2016	28	74.50	15.20	350	410.56	
NS-1.4-52	16/06/2016	14/07/2016	28	73.80	15.30	350	401.41	
NS-1.4-53	16/06/2016	14/07/2016	28	73.20	15.10	350	408.76	
NS-1.4-54	16/06/2016	14/07/2016	28	74.60	15.20	350	411.11	
NS-1.4-55	16/06/2016	14/07/2016	28	75.80	15.30	350	412.28	
NS-1.4-56	16/06/2016	14/07/2016	28	75.10	15.30	350	408.48	
NS-1.4-57	16/06/2016	14/07/2016	28	74.50	15.10	350	416.02	
NS-1.4-58	16/06/2016	14/07/2016	28	75.90	15.30	350	412.83	
NS-1.4-59	16/06/2016	14/07/2016	28	73.70	15.20	350	406.15	
NS-1.4-60	16/06/2016	14/07/2016	28	74.20	15.30	350	403.58	
<b>PROMEDIO</b>	-	-	-	-	-	-	<b>407.66</b>	<b>116.47%</b>

**De los resultados obtenidos se obtiene una resistencia a la compresión promedio de 407.66 Kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa un 116.47% de la resistencia a la compresión de diseño.**

**d). Mezcla con dosificación de 1.7% por peso de cemento.**

Con este tipo de mezcla los ensayos realizados fueron a 7 y 28 días, considerando un total de 30 especímenes de concreto para cada día que fueron realizados los ensayos.

**Tabla 7: Resultados de ensayos a compresión de la mezcla con dosificación de 1.7% por peso de cemento a edad de 7 días.**

CÓDIGO	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (Tn)	DIÁMETRO (cm)	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm <sup>2</sup> )	% OBTENIDO
NS-1.7-01	17/06/2016	24/06/2016	7	67.50	15.20	350	371.99	
NS-1.7-02	17/06/2016	24/06/2016	7	66.50	15.30	350	361.70	
NS-1.7-03	17/06/2016	24/06/2016	7	67.50	15.10	350	376.93	
NS-1.7-04	17/06/2016	24/06/2016	7	68.50	15.20	350	377.50	
NS-1.7-05	17/06/2016	24/06/2016	7	66.20	15.30	350	360.07	
NS-1.7-06	17/06/2016	24/06/2016	7	66.30	15.10	350	370.23	
NS-1.7-07	17/06/2016	24/06/2016	7	65.50	15.30	350	356.26	
NS-1.7-08	17/06/2016	24/06/2016	7	67.60	15.20	350	372.54	
NS-1.7-09	17/06/2016	24/06/2016	7	67.60	15.30	350	367.68	
NS-1.7-10	17/06/2016	24/06/2016	7	66.80	15.20	350	368.13	
NS-1.7-11	17/06/2016	24/06/2016	7	67.60	15.00	350	382.54	
NS-1.7-12	17/06/2016	24/06/2016	7	68.20	15.20	350	375.84	
NS-1.7-13	17/06/2016	24/06/2016	7	67.80	15.10	350	378.60	
NS-1.7-14	17/06/2016	24/06/2016	7	66.60	15.30	350	362.24	
NS-1.7-15	17/06/2016	24/06/2016	7	67.30	15.30	350	366.05	
NS-1.7-16	17/06/2016	24/06/2016	7	67.50	15.10	350	376.93	
NS-1.7-17	17/06/2016	24/06/2016	7	65.60	15.30	350	356.81	
NS-1.7-18	17/06/2016	24/06/2016	7	66.20	15.20	350	364.82	
NS-1.7-19	17/06/2016	24/06/2016	7	67.00	15.30	350	364.42	
NS-1.7-20	17/06/2016	24/06/2016	7	66.80	15.00	350	378.01	
NS-1.7-21	17/06/2016	24/06/2016	7	68.20	15.20	350	375.84	
NS-1.7-22	17/06/2016	24/06/2016	7	65.30	15.30	350	355.17	
NS-1.7-23	17/06/2016	24/06/2016	7	65.80	15.30	350	357.89	
NS-1.7-24	17/06/2016	24/06/2016	7	66.00	15.10	350	368.55	
NS-1.7-25	17/06/2016	24/06/2016	7	67.20	15.30	350	365.51	
NS-1.7-26	17/06/2016	24/06/2016	7	67.90	15.30	350	369.32	
NS-1.7-27	17/06/2016	24/06/2016	7	68.30	15.20	350	376.39	
NS-1.7-28	17/06/2016	24/06/2016	7	67.20	15.20	350	370.33	
NS-1.7-29	17/06/2016	24/06/2016	7	66.10	15.20	350	364.27	
NS-1.7-30	17/06/2016	24/06/2016	7	67.90	15.30	350	369.32	
PROMEDIO	-	-	-	-	-	-	368.73	105.35%

**De los resultados obtenidos se obtiene una resistencia a la compresión promedio de 368.73 Kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa un 105.35% de la resistencia a la compresión de diseño.**

**Tabla 8: Resultados de ensayos a compresión de la mezcla con dosificación de 1.7%  
por peso de cemento a edad de 28 días.**

CÓDIGO	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (Tn)	DIÁMETRO (cm)	f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm <sup>2</sup> )	% OBTENIDO
NS-1.7-31	17/06/2016	15/07/2016	28	78.50	15.30	350	426.97	
NS-1.7-32	17/06/2016	15/07/2016	28	77.50	15.20	350	427.10	
NS-1.7-33	17/06/2016	15/07/2016	28	78.60	15.30	350	427.51	
NS-1.7-34	17/06/2016	15/07/2016	28	78.50	15.20	350	432.61	
NS-1.7-35	17/06/2016	15/07/2016	28	76.90	15.10	350	429.42	
NS-1.7-36	17/06/2016	15/07/2016	28	77.00	15.30	350	418.81	
NS-1.7-37	17/06/2016	15/07/2016	28	79.20	15.20	350	436.46	
NS-1.7-38	17/06/2016	15/07/2016	28	79.40	15.30	350	431.86	
NS-1.7-39	17/06/2016	15/07/2016	28	78.60	15.30	350	427.51	
NS-1.7-40	17/06/2016	15/07/2016	28	78.10	15.20	350	430.40	
NS-1.7-41	17/06/2016	15/07/2016	28	75.90	15.20	350	418.28	
NS-1.7-42	17/06/2016	15/07/2016	28	76.50	15.30	350	416.09	
NS-1.7-43	17/06/2016	15/07/2016	28	76.40	15.10	350	426.63	
NS-1.7-44	17/06/2016	15/07/2016	28	77.00	15.30	350	418.81	
NS-1.7-45	17/06/2016	15/07/2016	28	78.80	15.30	350	428.60	
NS-1.7-46	17/06/2016	15/07/2016	28	78.50	15.30	350	426.97	
NS-1.7-47	17/06/2016	15/07/2016	28	79.40	15.20	350	437.57	
NS-1.7-48	17/06/2016	15/07/2016	28	77.60	15.30	350	422.07	
NS-1.7-49	17/06/2016	15/07/2016	28	78.40	15.10	350	437.80	
NS-1.7-50	17/06/2016	15/07/2016	28	76.50	15.30	350	416.09	
NS-1.7-51	17/06/2016	15/07/2016	28	78.40	15.30	350	426.43	
NS-1.7-52	17/06/2016	15/07/2016	28	78.20	15.20	350	430.95	
NS-1.7-53	17/06/2016	15/07/2016	28	76.50	15.30	350	416.09	
NS-1.7-54	17/06/2016	15/07/2016	28	75.90	15.20	350	418.28	
NS-1.7-55	17/06/2016	15/07/2016	28	78.40	15.20	350	432.05	
NS-1.7-56	17/06/2016	15/07/2016	28	76.80	15.30	350	417.72	
NS-1.7-57	17/06/2016	15/07/2016	28	77.90	15.20	350	429.30	
NS-1.7-58	17/06/2016	15/07/2016	28	79.20	15.20	350	436.46	
NS-1.7-59	17/06/2016	15/07/2016	28	78.10	15.30	350	424.79	
NS-1.7-60	17/06/2016	15/07/2016	28	77.30	15.30	350	420.44	
<b>PROMEDIO</b>	-	-	-	-	-	-	<b>426.34</b>	<b>121.81%</b>

**De los resultados obtenidos se obtiene una resistencia a la compresión promedio de 426.34 Kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa un 121.81% de la resistencia a la compresión de diseño.**

#### **4.3.2.2      *DIAGRAMAS DE ESFUERZO VS DEFORMACIÓN UNITARIA.***

La elaboración de los diagramas de esfuerzo vs deformación unitaria son realizados con el propósito de conocer la línea de tendencia que presentan estos diagramas, así como el módulo de elasticidad de concreto y el esfuerzo corregido de acuerdo a la línea de tendencia que se presenta.

Estos diagramas fueron realizados a partir de los ensayos a compresión realizados a los especímenes de concreto según la Norma Técnica      ASTM C – 39 (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens), para cada uno de los tipos de mezcla realizados (mezcla patrón, mezcla con dosificación de 1.2% por peso de cemento, mezcla con dosificación de 1.4% por peso de cemento, mezcla con dosificación de 1.7% por peso de cemento,) a las edades de 7 y 28 días.

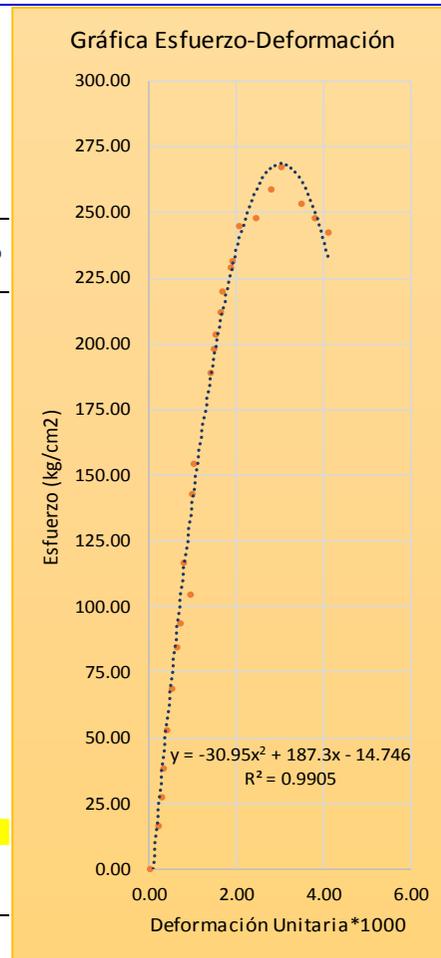
Según los ensayos realizados y resultados obtenidos, se determinó que la línea de tendencia que presentan es una línea de ecuación cuadrática, a partir de la cual se determinó el esfuerzo corregido a la línea de tendencia, siendo en que se presenta en cada diagrama. Del mismo modo se calculó el módulo de elasticidad del concreto, presentándose para cada ensayo en su respectivo diagrama.

A continuación se presenta los diagramas de esfuerzo vs deformación unitaria para cada uno de los tipos de mezcla realizaos: mezcla patrón, mezcla con dosificación de 1.2%, 1.4% y 1.7% de aditivo EUCON 1037 por peso de cemento, cada tipo mezcla para las edades de 7 y 28 días.

### 4.3.2.2.1 Mezcla Patrón.

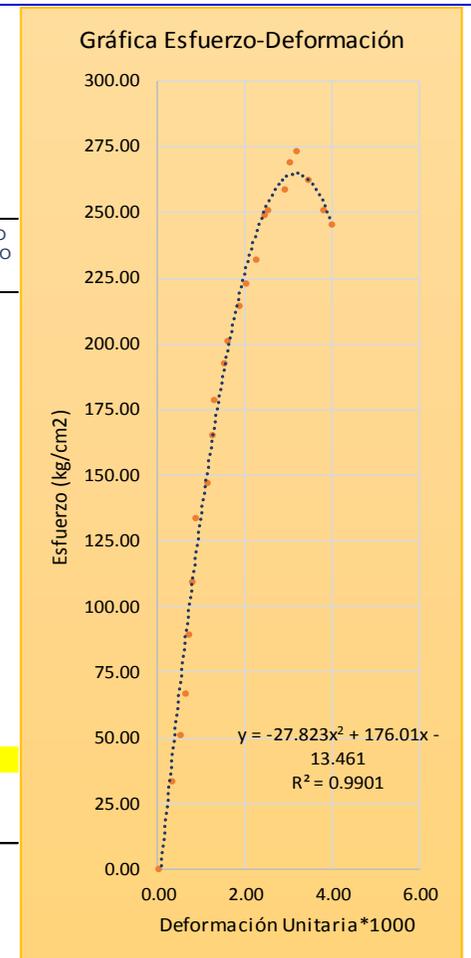
### Diagrama de esfuerzo vs deformación unitaria para edad de 7 días

ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA				
MEZCLA PATRÓN				
COD. ESPÉCIMEN: BG-P-01				
CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150				
EDAD: 7 DÍAS				
DIÁMETRO (cm): 15.2				
ALTURA (mm): 304				
ÁREA (cm <sup>2</sup> ): 181.458				
CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.00	0.00	0.00
3000	0.06	0.20	16.53	34.79
5000	0.08	0.26	27.55	45.85
7000	0.09	0.30	38.58	51.28
9600	0.12	0.39	52.90	67.16
12500	0.16	0.53	68.89	87.41
15400	0.19	0.63	84.87	101.89
17000	0.21	0.69	93.69	111.20
19000	0.28	0.92	104.71	141.71
21200	0.24	0.79	116.83	124.68
26000	0.29	0.95	143.28	145.80
28000	0.31	1.02	154.31	153.78
34300	0.42	1.38	189.02	192.87
36000	0.45	1.48	198.39	202.13
37000	0.46	1.51	203.90	205.08
38500	0.49	1.61	212.17	213.53
40000	0.51	1.68	220.44	218.83
41600	0.56	1.84	229.25	230.90
42000	0.58	1.91	231.46	235.27
44500	0.62	2.04	245.24	243.19
45000	0.74	2.43	247.99	260.52
47000	0.85	2.80	259.01	267.93
<b>48500</b>	<b>0.92</b>	<b>3.03</b>	<b>267.28</b>	<b>268.43</b>
46000	1.06	3.49	253.50	259.57
45000	1.15	3.78	247.99	246.95
44000	1.25	4.11	242.48	226.56



ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-31 X^2 + 187.3 X + -14.75$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-31 X^2 + 182.36 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9905$   
 ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>): 267.28  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 245230.001

ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA				
MEZCLA PATRÓN				
COD. ESPÉCIMEN: BG-P-02				
CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150				
EDAD: 7 DÍAS				
DIÁMETRO (cm): 15.1				
ALTURA (mm): 304				
ÁREA (cm <sup>2</sup> ): 179.079				
CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.00	0.00	0.00
6000	0.09	0.30	33.50	48.39
9200	0.15	0.49	51.37	77.95
12000	0.19	0.63	67.01	96.45
16000	0.21	0.69	89.35	105.33
19600	0.24	0.79	109.45	118.21
24000	0.26	0.86	134.02	126.50
26400	0.34	1.12	147.42	157.23
29600	0.38	1.25	165.29	171.15
32000	0.39	1.28	178.69	174.48
34500	0.46	1.51	192.65	196.11
36000	0.48	1.58	201.03	201.74
38400	0.56	1.84	214.43	221.88
40000	0.61	2.01	223.37	232.51
41600	0.68	2.24	232.30	244.86
44600	0.74	2.43	249.05	253.10
45000	0.77	2.53	251.29	256.40
46400	0.88	2.89	259.10	263.89
48200	0.92	3.03	269.16	264.80
<b>49000</b>	<b>0.96</b>	<b>3.16</b>	<b>273.62</b>	<b>264.76</b>
47000	1.05	3.45	262.45	261.13
45000	1.15	3.78	251.29	251.37
44000	1.21	3.98	245.70	242.63



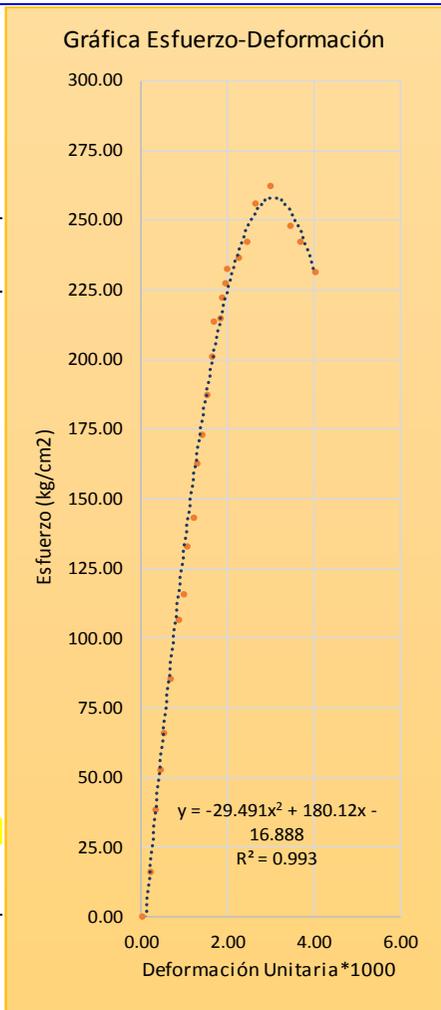
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-27.8 X^2 + 176.01 X + -13.46$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-27.8 X^2 + 171.70 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9901$   
 ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>): 273.62  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 248123.221

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA PATRÓN

COD. ESPÉCIMEN: BG-P-03  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.2  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 181.458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
3000	0.06	0.20	16.53	33.50
7000	0.10	0.33	38.58	54.55
9600	0.13	0.43	52.90	69.67
12000	0.15	0.49	66.13	79.43
15500	0.20	0.66	85.42	102.72
19400	0.26	0.86	106.91	128.56
21000	0.29	0.95	115.73	140.61
24200	0.32	1.05	133.36	152.10
26000	0.36	1.18	143.28	166.51
29600	0.39	1.28	163.12	176.66
31400	0.42	1.38	173.04	186.22
34000	0.46	1.51	187.37	198.09
36500	0.49	1.61	201.15	206.31
38800	0.51	1.68	213.82	211.48
39000	0.55	1.81	214.93	221.05
40400	0.56	1.84	222.64	223.28
41300	0.59	1.94	227.60	229.59
42200	0.60	1.97	232.56	231.57
43000	0.68	2.24	236.97	245.09
44000	0.74	2.43	242.48	252.54
46500	0.80	2.63	256.26	257.70
<b>47600</b>	<b>0.91</b>	<b>2.99</b>	<b>262.32</b>	<b>261.19</b>
45000	1.05	3.45	247.99	254.47
44000	1.12	3.68	242.48	246.41
42000	1.22	4.01	231.46	229.48



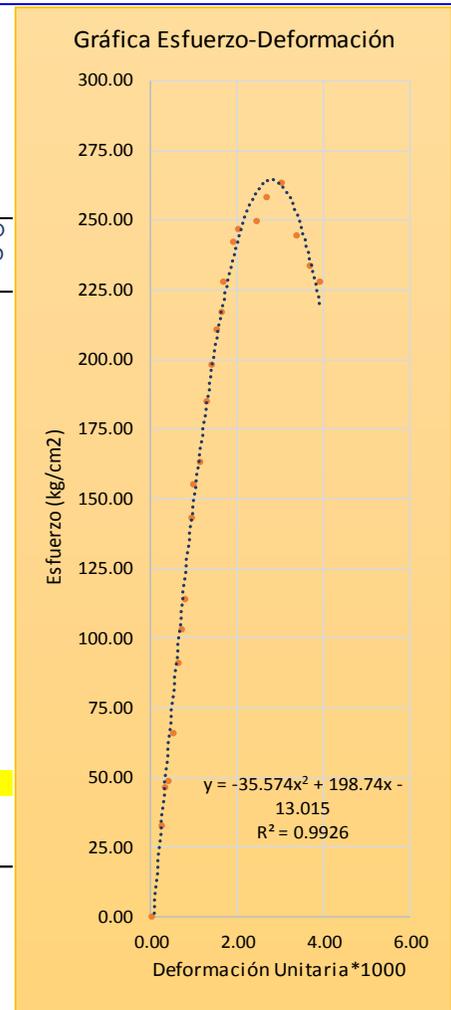
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-29.5 X^2 + 181.12 X + -16.89$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-29.5 X^2 + 175.53 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.993$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 262.32  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 242944.016

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA PATRÓN

COD. ESPÉCIMEN: BG-P-04  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.3  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 183.854

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
6000	0.07	0.23	32.63	42.79
8600	0.09	0.30	46.78	54.32
9000	0.12	0.39	48.95	71.05
12200	0.16	0.53	66.36	92.26
16800	0.19	0.63	91.38	107.37
19000	0.21	0.69	103.34	117.05
21000	0.24	0.79	114.22	131.01
26400	0.28	0.92	143.59	148.53
28600	0.30	0.99	155.56	156.83
30000	0.34	1.12	163.17	172.50
34000	0.39	1.28	184.93	190.36
36500	0.42	1.38	198.53	200.16
38800	0.46	1.51	211.04	212.14
40000	0.49	1.61	217.56	220.31
42000	0.51	1.68	228.44	225.38
44600	0.58	1.91	242.58	240.69
45400	0.61	2.01	246.94	246.09
46000	0.74	2.43	250.20	261.51
47500	0.81	2.66	258.36	264.42
<b>48500</b>	<b>0.92</b>	<b>3.03</b>	<b>263.80</b>	<b>261.37</b>
45000	1.02	3.36	244.76	250.52
43000	1.12	3.68	233.88	231.97
42000	1.19	3.91	228.44	214.40



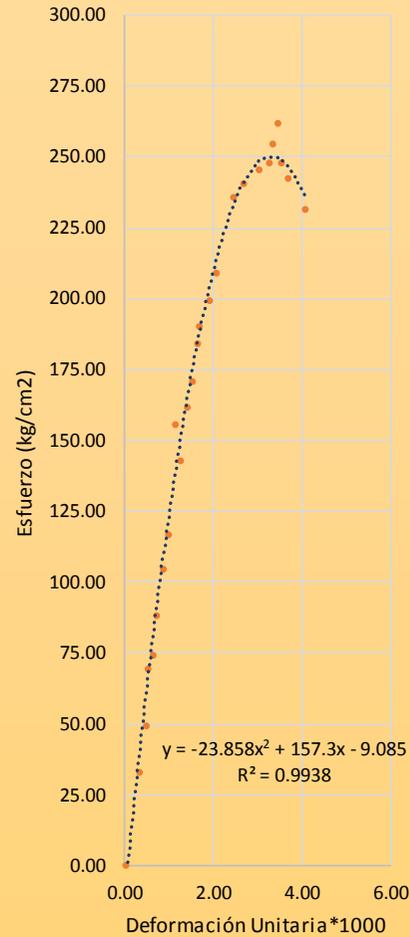
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-35.6 X^2 + 198.74 X + -13.02$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-35.6 X^2 + 194.02 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9926$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 263.80  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 243627.190

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA PATRÓN  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-P-05  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.2  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181.458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0.00	0.00	0.00	0.00
6000	0.09	0.30	33.07	43.65
9000	0.14	0.46	49.60	66.10
12600	0.16	0.53	69.44	74.72
13500	0.19	0.63	74.40	87.26
16000	0.21	0.69	88.17	95.36
19000	0.26	0.86	104.71	114.70
21200	0.29	0.95	116.83	125.69
28300	0.34	1.12	155.96	142.97
26000	0.38	1.25	143.28	155.87
29400	0.42	1.38	162.02	167.94
31000	0.46	1.51	170.84	179.19
33500	0.49	1.61	184.62	187.08
34600	0.51	1.68	190.68	192.08
36200	0.58	1.91	199.49	207.96
38000	0.62	2.04	209.41	215.90
42800	0.74	2.43	235.87	234.77
43700	0.81	2.66	240.83	242.34
44600	0.92	3.03	245.79	249.12
45000	0.99	3.26	247.99	250.18
46200	1.01	3.32	254.60	250.02
<b>47600</b>	<b>1.05</b>	<b>3.45</b>	<b>262.32</b>	<b>249.08</b>
45000	1.07	3.52	247.99	248.30
44000	1.12	3.68	242.48	245.45
42000	1.23	4.05	231.46	234.63

Gráfica Esfuerzo-Deformación



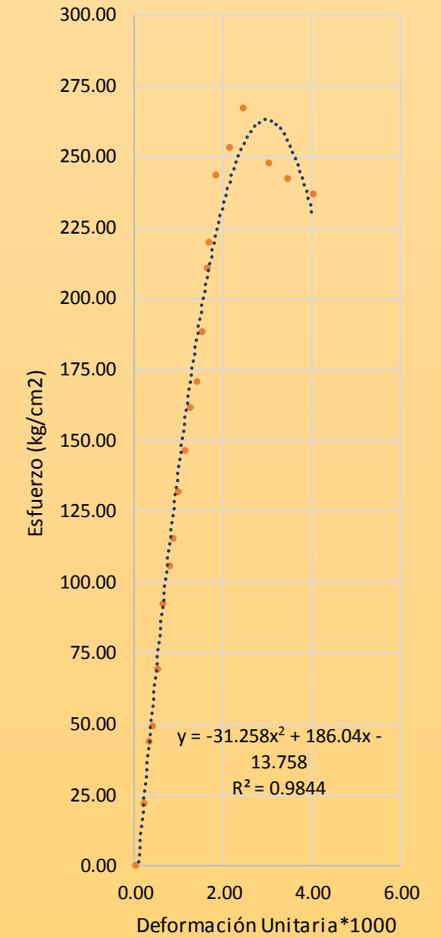
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-23.9 X^2 + 157.3 X + -9.085$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-23.9 X^2 + 154.52 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9938$   
 ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>): 262.32  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 242944.016

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA PATRÓN  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-P-06  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.2  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181.458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0.00	0.00	0.00	0.00
4000	0.06	0.20	22.04	34.58
8000	0.09	0.30	44.09	50.95
9000	0.12	0.39	49.60	66.72
12600	0.16	0.53	69.44	86.79
16800	0.19	0.63	92.58	101.14
19200	0.24	0.79	105.81	123.70
21000	0.26	0.86	115.73	132.24
24000	0.29	0.95	132.26	144.56
26600	0.34	1.12	146.59	163.73
29400	0.38	1.25	162.02	177.86
31000	0.42	1.38	170.84	190.90
34200	0.46	1.51	188.47	202.85
38300	0.49	1.61	211.07	211.11
40000	0.51	1.68	220.44	216.28
44200	0.55	1.81	243.58	225.80
46000	0.65	2.14	253.50	244.87
<b>48500</b>	<b>0.74</b>	<b>2.43</b>	<b>267.28</b>	<b>256.25</b>
45000	0.92	3.03	247.99	262.57
44000	1.05	3.45	242.48	253.50
43000	1.22	4.01	236.97	224.39

Gráfica Esfuerzo-Deformación



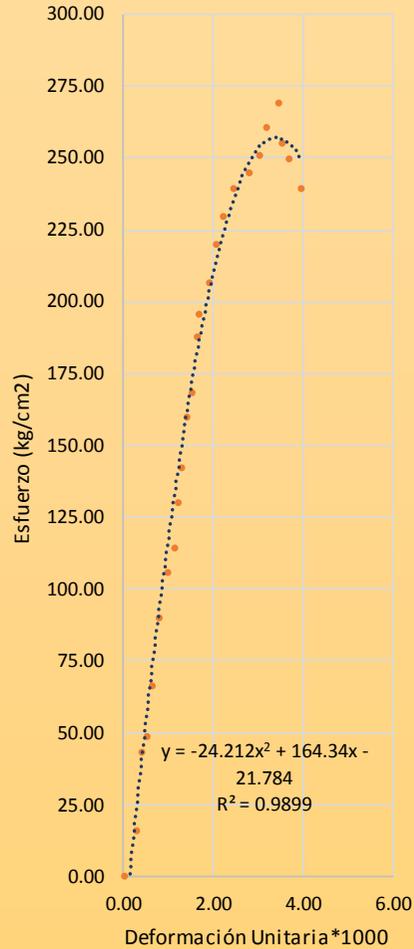
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-31.3 X^2 + 186.04 X + -13.76$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-31.3 X^2 + 181.36 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9844$   
 ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>): 267.28  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 245230.001

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA PATRÓN  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-P-07  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.3  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 183.854

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
3000	0.08	0.26	16.32	39.85
8000	0.12	0.39	43.51	58.51
9000	0.16	0.53	48.95	76.34
12200	0.19	0.63	66.36	89.16
16600	0.24	0.79	90.29	109.48
19500	0.29	0.95	106.06	128.49
21000	0.34	1.12	114.22	146.19
24000	0.36	1.18	130.54	152.90
26200	0.39	1.28	142.50	162.58
29400	0.42	1.38	159.91	171.79
31000	0.46	1.51	168.61	183.33
34600	0.49	1.61	188.19	191.43
36000	0.51	1.68	195.81	196.57
38000	0.58	1.91	206.69	212.91
40500	0.62	2.04	220.28	221.10
42300	0.67	2.20	230.07	230.16
44000	0.74	2.43	239.32	240.63
45000	0.85	2.80	244.76	251.90
46200	0.92	3.03	251.29	255.78
48000	0.96	3.16	261.08	256.84
<b>49500</b>	<b>1.05</b>	<b>3.45</b>	<b>269.24</b>	<b>256.16</b>
47000	1.07	3.52	255.64	255.43
46000	1.12	3.68	250.20	252.69
44000	1.20	3.95	239.32	245.59

Gráfica Esfuerzo-Deformación



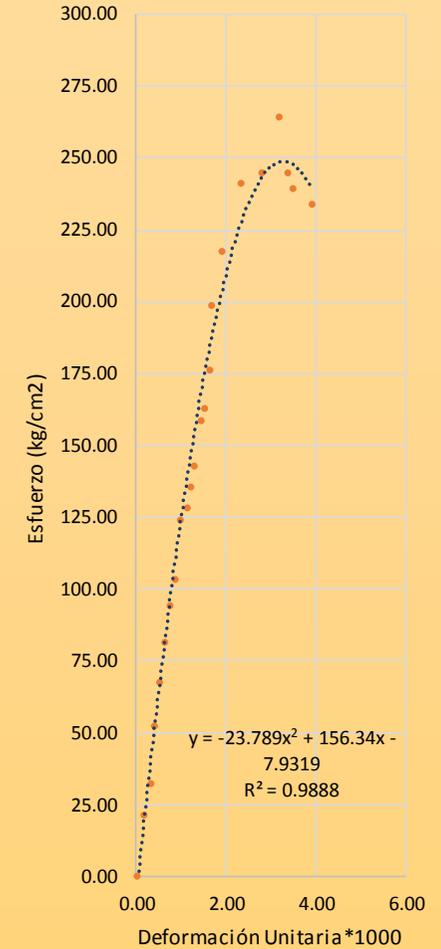
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-24.2 X^2 + 164.34 X + -21.78$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-24.2 X^2 + 157.79 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9899$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 269.24  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 246125.996

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA PATRÓN  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-P-08  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.3  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 183.854

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
4000	0.05	0.16	21.76	24.67
6000	0.09	0.30	32.63	43.48
9600	0.12	0.39	52.22	57.05
12500	0.16	0.53	67.99	74.41
15000	0.19	0.63	81.59	86.90
17400	0.22	0.72	94.64	98.92
19000	0.26	0.86	103.34	114.23
22800	0.29	0.95	124.01	125.17
23600	0.34	1.12	128.36	142.38
25000	0.36	1.18	135.98	148.90
26300	0.39	1.28	143.05	158.29
29200	0.44	1.45	158.82	172.93
30000	0.46	1.51	163.17	178.42
32400	0.49	1.61	176.23	186.27
36600	0.51	1.68	199.07	191.25
40000	0.58	1.91	217.56	207.05
44400	0.70	2.30	241.50	228.26
45000	0.85	2.80	244.76	244.35
<b>48600</b>	<b>0.96</b>	<b>3.16</b>	<b>264.34</b>	<b>248.79</b>
45000	1.02	3.36	244.76	248.59
44000	1.06	3.49	239.32	247.42
43000	1.19	3.91	233.88	237.94

Gráfica Esfuerzo-Deformación



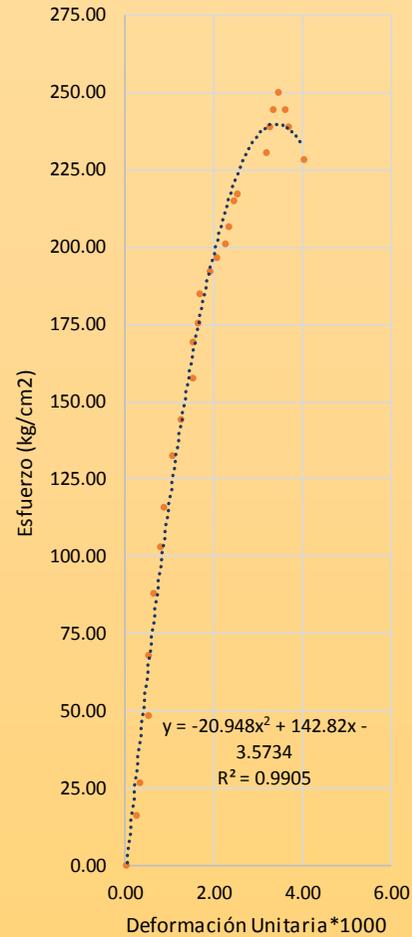
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-23.8 X^2 + 156.34 X + -7.932$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-23.8 X^2 + 153.91 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9888$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 264.34  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 243878.223

**ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA**

MEZCLA PATRÓN  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-P-09  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.3  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 183.854

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
3000	0.07	0.23	16.32	31.53
5000	0.09	0.30	27.20	40.13
9000	0.15	0.49	48.95	64.85
12500	0.16	0.53	67.99	68.81
16200	0.19	0.63	88.11	80.42
19000	0.24	0.79	103.34	98.87
21300	0.26	0.86	115.85	105.93
24400	0.32	1.05	132.71	126.02
26600	0.38	1.25	144.68	144.48
29000	0.46	1.51	157.73	166.55
31200	0.46	1.51	169.70	166.55
32300	0.49	1.61	175.68	174.08
34000	0.51	1.68	184.93	178.88
35400	0.58	1.91	192.54	194.23
36200	0.62	2.04	196.90	202.00
37000	0.68	2.24	201.25	212.30
38000	0.71	2.34	206.69	216.84
39600	0.74	2.43	215.39	220.97
40000	0.77	2.53	217.56	224.69
42400	0.96	3.16	230.62	238.79
44000	0.99	3.26	239.32	239.52
45000	1.01	3.32	244.76	239.78
<b>46000</b>	<b>1.05</b>	<b>3.45</b>	<b>250.20</b>	<b>239.75</b>
45000	1.09	3.59	244.76	239.00
44000	1.12	3.68	239.32	237.97
42000	1.22	4.01	228.44	231.56

Gráfica Esfuerzo-Deformación

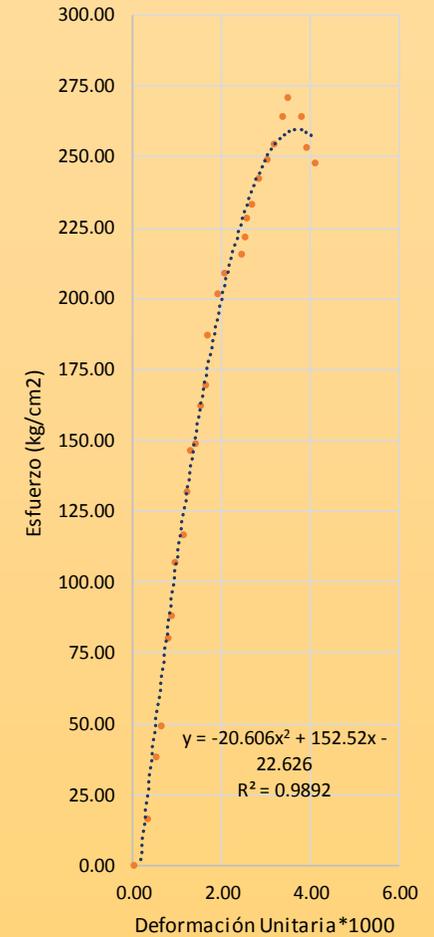


**ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA**

MEZCLA PATRÓN  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-P-10  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.2  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 181.458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
3000	0.10	0.33	16.53	45.89
7000	0.16	0.53	38.58	71.28
9000	0.19	0.63	49.60	83.37
14600	0.24	0.79	80.46	102.64
16000	0.26	0.86	88.17	110.03
19400	0.28	0.92	106.91	117.25
21200	0.34	1.12	116.83	137.83
24000	0.36	1.18	132.26	144.33
26600	0.39	1.28	146.59	153.75
27000	0.42	1.38	148.79	162.76
29500	0.46	1.51	162.57	174.16
30800	0.49	1.61	169.74	182.24
34000	0.51	1.68	187.37	187.41
36600	0.58	1.91	201.70	204.08
38000	0.62	2.04	209.41	212.62
39200	0.74	2.43	216.03	233.97
40300	0.76	2.50	222.09	236.91
41500	0.78	2.57	228.70	239.67
42400	0.81	2.66	233.66	243.46
44000	0.86	2.83	242.48	248.91
45200	0.92	3.03	249.09	253.96
46200	0.96	3.16	254.60	256.44
48000	1.02	3.36	264.52	258.83
<b>49200</b>	<b>1.06</b>	<b>3.49</b>	<b>271.14</b>	<b>259.52</b>
48000	1.15	3.78	264.52	258.48
46000	1.19	3.91	253.50	256.86
45000	1.24	4.08	247.99	253.82

Gráfica Esfuerzo-Deformación

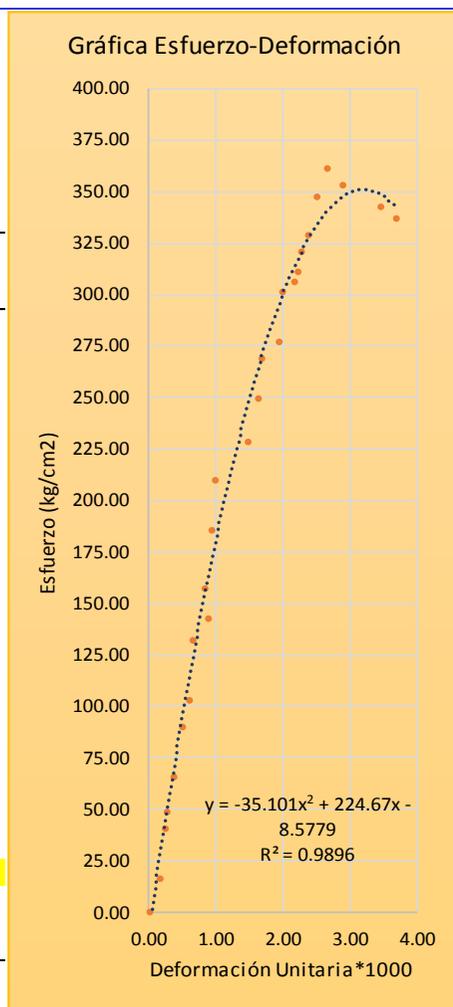


ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-20.9 X^2 + 142.82 X + -3.573$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-20.9 X^2 + 141.77 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9905$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 250.20  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 237265.068

ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-20.6 X^2 + 152.52 X + -22.63$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-20.6 X^2 + 146.28 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9892$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 271.14  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 246993.362

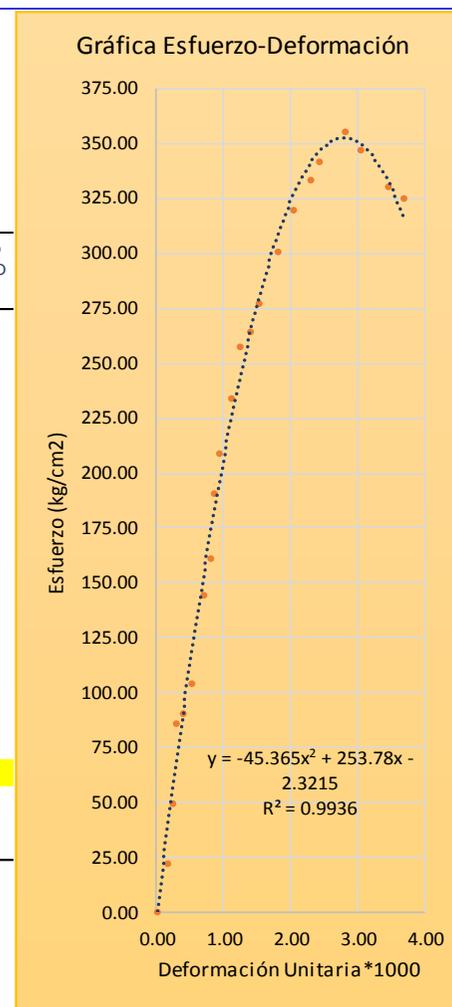
## Diagrama de esfuerzo vs deformación unitaria para edad de 28 días

ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA				
MEZCLA PATRÓN				
COD. ESPÉCIMEN: BG-P-31				
CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150				
EDAD: 28 DÍAS				
DIÁMETRO (cm): 15.3				
ALTURA (mm): 304				
ÁREA (cm <sup>2</sup> ): 183.854				
CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.00	0.00	0.00
3000	0.05	0.16	16.32	35.56
7500	0.07	0.23	40.79	49.25
9000	0.08	0.26	48.95	55.98
12200	0.11	0.36	66.36	75.72
16600	0.15	0.49	90.29	100.98
19000	0.18	0.59	103.34	119.13
24400	0.20	0.66	132.71	130.84
26300	0.27	0.89	143.05	169.46
29000	0.25	0.82	157.73	158.81
34200	0.28	0.92	186.02	174.67
38600	0.30	0.99	209.95	184.87
42000	0.45	1.48	228.44	251.67
46000	0.49	1.61	250.20	266.59
49500	0.51	1.68	269.24	273.60
51000	0.59	1.94	277.39	298.59
55400	0.60	1.97	301.33	301.37
56300	0.66	2.17	306.22	316.47
57200	0.67	2.20	311.12	318.72
59000	0.69	2.27	320.91	322.99
60500	0.72	2.37	329.07	328.83
64000	0.76	2.50	348.10	335.55
<b>66500</b>	<b>0.81</b>	<b>2.66</b>	<b>361.70</b>	<b>342.25</b>
65000	0.88	2.89	353.54	348.43
63000	1.05	3.45	342.66	347.94
62000	1.12	3.68	337.22	341.36



ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-35.1 X^2 + 224.67 X + -8.578$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-35.1 X^2 + 221.97 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9896$   
 ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>): 361.70  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 285276.311

ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA				
MEZCLA PATRÓN				
COD. ESPÉCIMEN: BG-P-32				
CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150				
EDAD: 28 DÍAS				
DIÁMETRO (cm): 15.2				
ALTURA (mm): 304				
ÁREA (cm <sup>2</sup> ): 181.458				
CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.00	0.00	0.00
4000	0.05	0.16	22.04	40.38
9000	0.07	0.23	49.60	55.84
15600	0.09	0.30	85.97	70.91
16500	0.12	0.39	90.93	92.78
19000	0.16	0.53	104.71	120.56
26200	0.21	0.69	144.39	153.09
29300	0.24	0.79	161.47	171.42
34600	0.26	0.86	190.68	183.15
38000	0.28	0.92	209.41	194.49
42500	0.34	1.12	234.21	226.16
46800	0.38	1.25	257.91	245.30
48000	0.42	1.38	264.52	262.88
50400	0.46	1.51	277.75	278.88
54600	0.55	1.81	300.90	309.15
58000	0.62	2.04	319.63	327.19
60500	0.70	2.30	333.41	341.92
62000	0.74	2.43	341.68	346.93
<b>64500</b>	<b>0.85</b>	<b>2.80</b>	<b>355.45</b>	<b>352.60</b>
63000	0.92	3.03	347.19	350.02
60000	1.05	3.45	330.65	332.48
59000	1.12	3.68	325.14	316.16



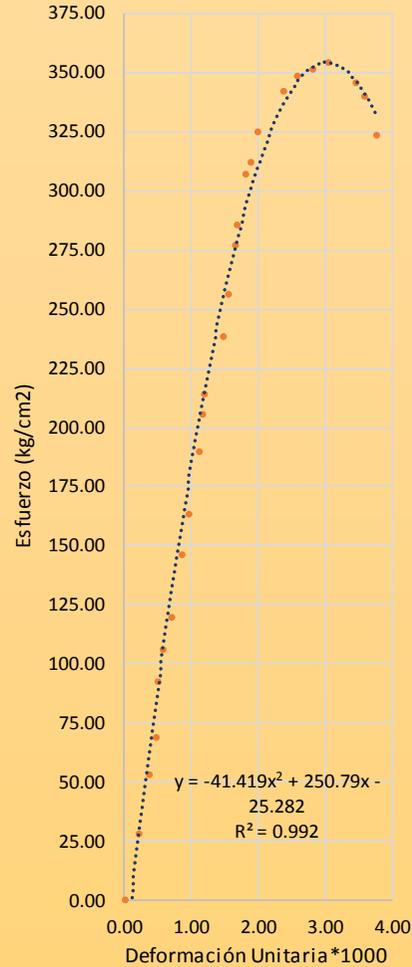
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-45.4 X^2 + 253.78 X + -2.322$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-45.4 X^2 + 252.95 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9936$   
 ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>): 355.45  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 282802.072

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA PATRÓN  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-P-33  
 CEMENTO: PACASMA YO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 28 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.1  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 179.079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO
0	0.00	0.00	0.00	0.00
5000	0.06	0.20	27.92	46.21
9500	0.11	0.36	53.05	82.25
12400	0.14	0.46	69.24	102.80
16600	0.15	0.49	92.70	109.47
19000	0.17	0.56	106.10	122.54
21500	0.21	0.69	120.06	147.61
26200	0.26	0.86	146.30	176.93
29300	0.29	0.95	163.62	193.45
34000	0.34	1.12	189.86	219.18
36800	0.35	1.15	205.50	224.06
38400	0.36	1.18	214.43	228.84
42800	0.45	1.48	239.00	267.90
46000	0.47	1.55	256.87	275.60
49600	0.50	1.64	276.97	286.47
51200	0.51	1.68	285.91	289.91
55000	0.55	1.81	307.13	302.79
56000	0.57	1.88	312.71	308.69
58200	0.60	1.97	325.00	316.87
61300	0.72	2.37	342.31	341.52
62500	0.78	2.57	349.01	349.01
63000	0.85	2.80	351.80	353.66
<b>63500</b>	<b>0.92</b>	<b>3.03</b>	<b>354.59</b>	<b>353.92</b>
62000	1.05	3.45	346.22	342.76
61000	1.09	3.59	340.63	336.27
58000	1.14	3.75	323.88	326.15

Gráfica Esfuerzo-Deformación



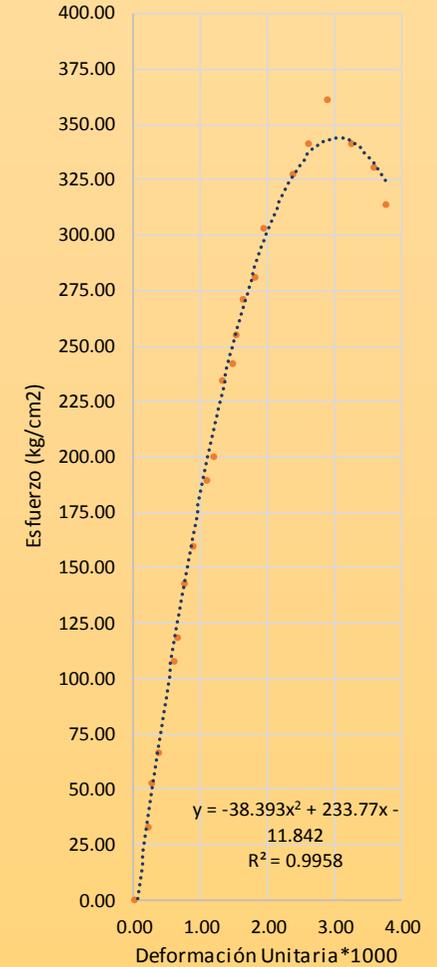
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-41.4 X^2 + 250.79 X + -25.28$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-41.4 X^2 + 242.30 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.992$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 354.59  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 282459.531

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA PATRÓN  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-P-34  
 CEMENTO: PACASMA YO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 28 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.2  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 181.458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO
0	0.00	0.00	0.00	0.00
6000	0.06	0.20	33.07	43.87
9600	0.08	0.26	52.90	57.83
12100	0.11	0.36	66.68	78.14
19600	0.18	0.59	108.01	122.63
21500	0.20	0.66	118.48	134.60
26000	0.23	0.76	143.28	151.92
29000	0.27	0.89	159.82	173.86
34400	0.33	1.09	189.58	204.26
36300	0.36	1.18	200.05	218.35
42600	0.40	1.32	234.76	235.96
44000	0.45	1.48	242.48	256.11
46400	0.46	1.51	255.71	259.89
49200	0.49	1.61	271.14	270.73
51000	0.55	1.81	281.06	290.17
55000	0.59	1.94	303.10	301.47
59500	0.72	2.37	327.90	329.01
62000	0.79	2.60	341.68	338.03
<b>65600</b>	<b>0.88</b>	<b>2.89</b>	<b>361.52</b>	<b>343.63</b>
62000	0.99	3.26	341.68	341.35
60000	1.09	3.59	330.65	330.54
57000	1.14	3.75	314.12	322.03

Gráfica Esfuerzo-Deformación



ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-38.4 X^2 + 233.77 X + -11.84$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-38.4 X^2 + 229.85 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9958$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 361.52  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 285203.368

**ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA**

MEZCLA PATRÓN

COD. ESPÉCIMEN: BG-P-35

CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150

EDAD: 28 DÍAS

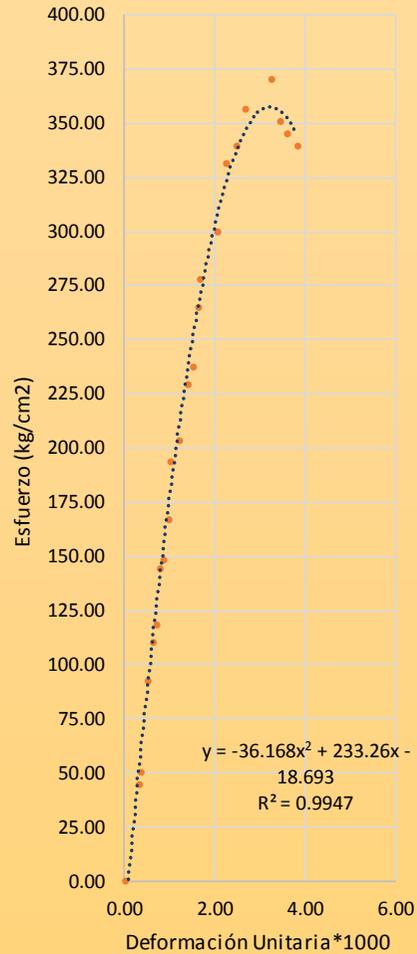
DIÁMETRO (cm): 15

ALTURA (mm): 304

ÁREA (cm²): 176.715

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
8000	0.09	0.30	45.27	64.15
9000	0.11	0.36	50.93	77.54
16400	0.16	0.53	92.81	109.66
19500	0.19	0.63	110.35	127.99
21000	0.21	0.69	118.84	139.82
25500	0.24	0.79	144.30	156.98
26200	0.26	0.86	148.26	168.02
29600	0.29	0.95	167.50	184.00
34300	0.31	1.02	194.10	194.27
36000	0.36	1.18	203.72	218.56
40600	0.42	1.38	229.75	245.12
42000	0.46	1.51	237.67	261.26
46800	0.49	1.61	264.83	272.55
49200	0.51	1.68	278.42	279.68
53000	0.62	2.04	299.92	313.32
58600	0.68	2.24	331.61	327.67
60000	0.75	2.47	339.53	340.85
63000	0.81	2.66	356.51	349.10
<b>65400</b>	<b>0.99</b>	<b>3.26</b>	<b>370.09</b>	<b>356.94</b>
62000	1.05	3.45	350.85	353.92
61000	1.09	3.59	345.19	350.33
60000	1.16	3.82	339.53	341.05

**Gráfica Esfuerzo-Deformación**



ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-36.2 X^2 + 233.26 X + -18.69$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-36.2 X^2 + 227.39 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9947$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 370.09  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 288565.185

**ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA**

MEZCLA PATRÓN

COD. ESPÉCIMEN: BG-P-36

CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150

EDAD: 28 DÍAS

DIÁMETRO (cm): 15.2

ALTURA (mm): 304

ÁREA (cm²): 181.458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
5000	0.07	0.23	27.55	57.55
7000	0.10	0.33	38.58	80.68
9600	0.13	0.43	52.90	102.90
12000	0.15	0.49	66.13	117.20
16400	0.19	0.63	90.38	144.58
19200	0.20	0.66	105.81	151.17
21000	0.21	0.69	115.73	157.66
25500	0.25	0.82	140.53	182.59
32300	0.29	0.95	178.00	205.89
36000	0.34	1.12	198.39	232.72
42200	0.39	1.28	232.56	257.01
46500	0.42	1.38	256.26	270.36
49000	0.46	1.51	270.03	286.73
51800	0.49	1.61	285.46	297.94
58200	0.58	1.91	320.73	326.05
62000	0.64	2.11	341.68	340.21
<b>66600</b>	<b>0.69</b>	<b>2.27</b>	<b>367.03</b>	<b>349.21</b>
65000	0.85	2.80	358.21	360.87
62200	0.92	3.03	342.78	357.76
60000	1.12	3.68	330.65	321.37

**Gráfica Esfuerzo-Deformación**



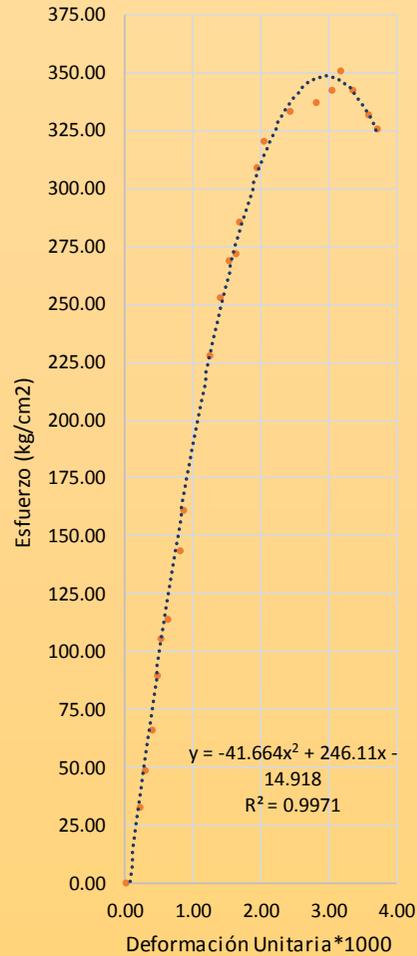
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-47.1 X^2 + 275.85 X + -42.97$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-47.1 X^2 + 260.76 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.985$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 367.03  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 287368.953

**ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA**

MEZCLA PATRÓN  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-P-37  
 CEMENTO: PACASMA YO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 28 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.3  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 183.854

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
6000	0.06	0.20	32.63	45.94
9000	0.09	0.30	48.95	67.70
12200	0.12	0.39	66.36	88.64
16600	0.14	0.46	90.29	102.15
19500	0.16	0.53	106.06	115.30
21000	0.19	0.63	114.22	134.35
26400	0.24	0.79	143.59	164.30
29600	0.26	0.86	161.00	175.65
42000	0.38	1.25	228.44	236.16
46600	0.42	1.38	253.46	253.44
49500	0.46	1.51	269.24	269.28
50000	0.49	1.61	271.96	280.22
52500	0.51	1.68	285.55	287.06
56900	0.59	1.94	309.48	310.81
59000	0.62	2.04	320.91	318.23
61400	0.74	2.43	333.96	339.78
62000	0.85	2.80	337.22	348.14
63000	0.92	3.03	342.66	347.78
<b>64500</b>	<b>0.96</b>	<b>3.16</b>	<b>350.82</b>	<b>345.59</b>
63000	1.02	3.36	342.66	339.59
61000	1.09	3.59	331.79	328.50
60000	1.13	3.72	326.35	320.18

**Gráfica Esfuerzo-Deformación**



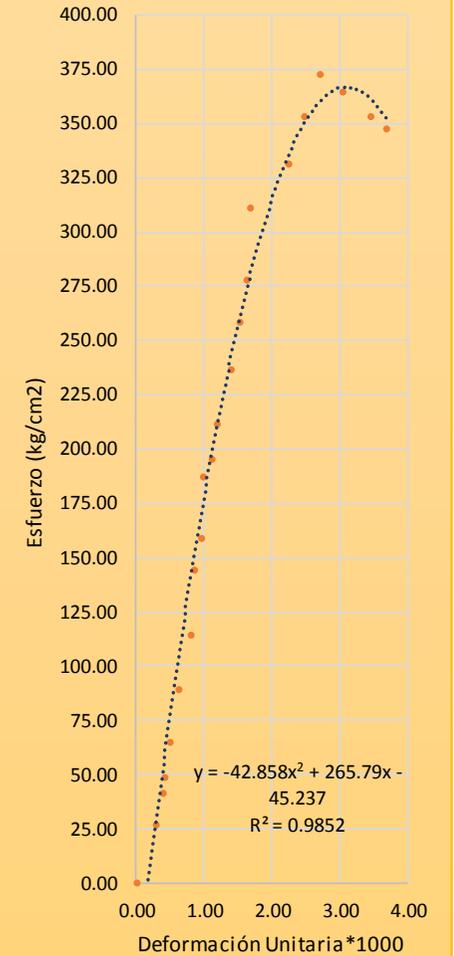
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-41.7 X^2 + 246.11 X + -14.92$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-41.7 X^2 + 241.01 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9971$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 350.82  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 280953.693

**ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA**

MEZCLA PATRÓN  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-P-38  
 CEMENTO: PACASMA YO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 28 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.3  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 183.854

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
5000	0.09	0.30	27.20	70.49
7600	0.12	0.39	41.34	92.31
9000	0.13	0.43	48.95	99.40
12000	0.15	0.49	65.27	113.30
16400	0.19	0.63	89.20	139.99
21000	0.24	0.79	114.22	171.27
26500	0.26	0.86	144.14	183.13
29300	0.29	0.95	159.37	200.23
34400	0.30	0.99	187.11	205.74
36000	0.34	1.12	195.81	226.87
39000	0.36	1.18	212.13	236.87
43500	0.42	1.38	236.60	264.66
47600	0.46	1.51	258.90	281.34
51200	0.49	1.61	278.48	292.87
57300	0.51	1.68	311.66	300.09
61000	0.68	2.24	331.79	346.51
65000	0.75	2.47	353.54	357.83
<b>68500</b>	<b>0.82</b>	<b>2.70</b>	<b>372.58</b>	<b>364.61</b>
67000	0.92	3.03	364.42	366.41
65000	1.05	3.45	353.54	354.89
64000	1.12	3.68	348.10	342.19

**Gráfica Esfuerzo-Deformación**



ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-42.9 X^2 + 265.79 X + -45.24$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-42.9 X^2 + 250.78 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9852$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 372.58  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 289534.402

**ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA**

MEZCLA PATRÓN

COD. ESPÉCIMEN: BG-P-39

CEMENTO: PACASMA YO TIPO I ASTM C 150

EDAD: 28 DÍAS

DIÁMETRO (cm): 15.2

ALTURA (mm): 304

ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181.458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGID O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
4000	0.06	0.20	22.04	44.85
6000	0.08	0.26	33.07	59.13
9500	0.10	0.33	52.35	73.07
12200	0.12	0.39	67.23	86.67
16000	0.16	0.53	88.17	112.88
19300	0.19	0.63	106.36	131.65
21000	0.21	0.69	115.73	143.74
26800	0.24	0.79	147.69	161.25
29600	0.26	0.86	163.12	172.51
36000	0.34	1.12	198.39	214.17
39400	0.39	1.28	217.13	237.47
42600	0.42	1.38	234.76	250.45
46200	0.46	1.51	254.60	266.57
49000	0.49	1.61	270.03	277.78
51300	0.51	1.68	282.71	284.84
55000	0.56	1.84	303.10	301.01
56500	0.62	2.04	311.37	317.63
59800	0.69	2.27	329.55	333.21
61000	0.74	2.43	336.17	341.82
63000	0.81	2.66	347.19	350.34
64200	0.88	2.89	353.80	354.75
<b>65600</b>	<b>0.92</b>	<b>3.03</b>	<b>361.52</b>	<b>355.42</b>
64000	0.96	3.16	352.70	354.75
63000	1.05	3.45	347.19	348.32
61000	1.15	3.78	336.17	333.20

**Gráfica Esfuerzo-Deformación**



ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-38.8 X^2 + 241.95 X + -21.67$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-38.8 X^2 + 234.90 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.997$   
 ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>): 361.52  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 285203.368

**ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA**

MEZCLA PATRÓN

COD. ESPÉCIMEN: BG-P-40

CEMENTO: PACASMA YO TIPO I ASTM C 150

EDAD: 28 DÍAS

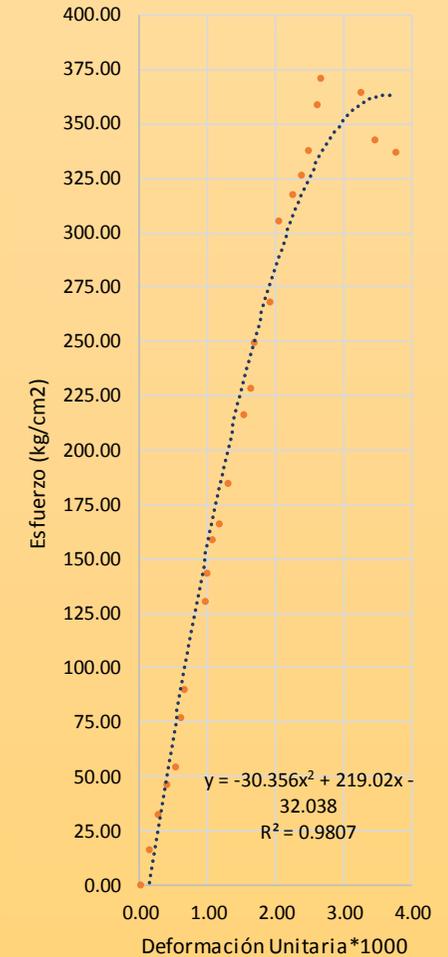
DIÁMETRO (cm): 15.3

ALTURA (mm): 304

ÁREA (cm<sup>2</sup>): 183.854

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGID O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
3000	0.04	0.13	16.32	27.10
6000	0.08	0.26	32.63	53.15
8600	0.12	0.39	46.78	78.15
10000	0.16	0.53	54.39	102.09
14200	0.18	0.59	77.24	113.67
16600	0.20	0.66	90.29	124.99
24000	0.29	0.95	130.54	172.66
26400	0.30	0.99	143.59	177.63
29300	0.32	1.05	159.37	187.37
30600	0.35	1.15	166.44	201.48
34000	0.39	1.28	184.93	219.39
39800	0.46	1.51	216.48	248.19
42000	0.49	1.61	228.44	259.54
46000	0.51	1.68	250.20	266.79
49400	0.58	1.91	268.69	290.07
56200	0.62	2.04	305.68	301.93
58500	0.68	2.24	318.19	317.74
60000	0.72	2.37	326.35	326.97
62200	0.75	2.47	338.31	333.21
66000	0.79	2.60	358.98	340.60
<b>68300</b>	<b>0.81</b>	<b>2.66</b>	<b>371.49</b>	<b>343.90</b>
67000	0.99	3.26	364.42	361.79
63000	1.05	3.45	342.66	363.02
62000	1.14	3.75	337.22	360.44

**Gráfica Esfuerzo-Deformación**



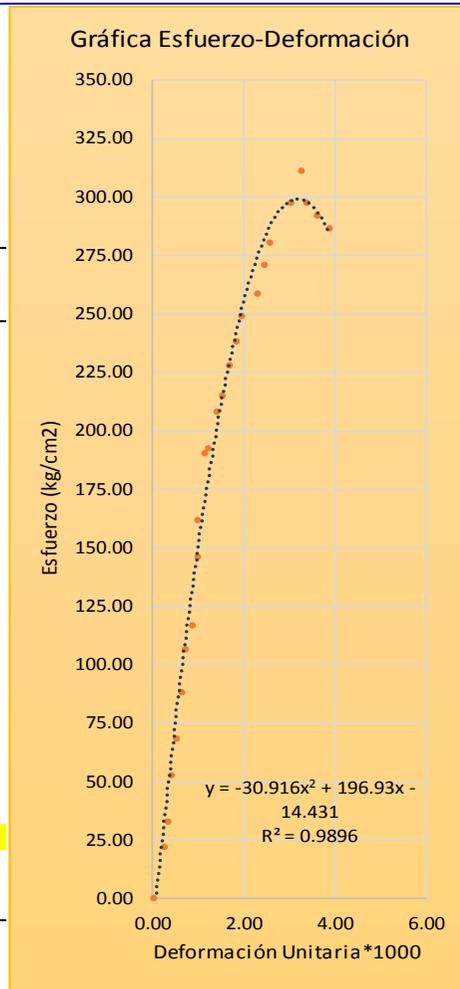
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-30.4 X^2 + 219.02 X + -32.04$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-30.4 X^2 + 209.95 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9807$   
 ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>): 371.49  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 289111.415

#### 4.3.2.2 Mezcla con dosificación de 1.2% por peso de cemento.

#### Diagrama de esfuerzo vs deformación unitaria para edad de 7 días

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**  
 MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.2% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.2-01  
 CEMENTO: PACASMA YO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.2  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181.458

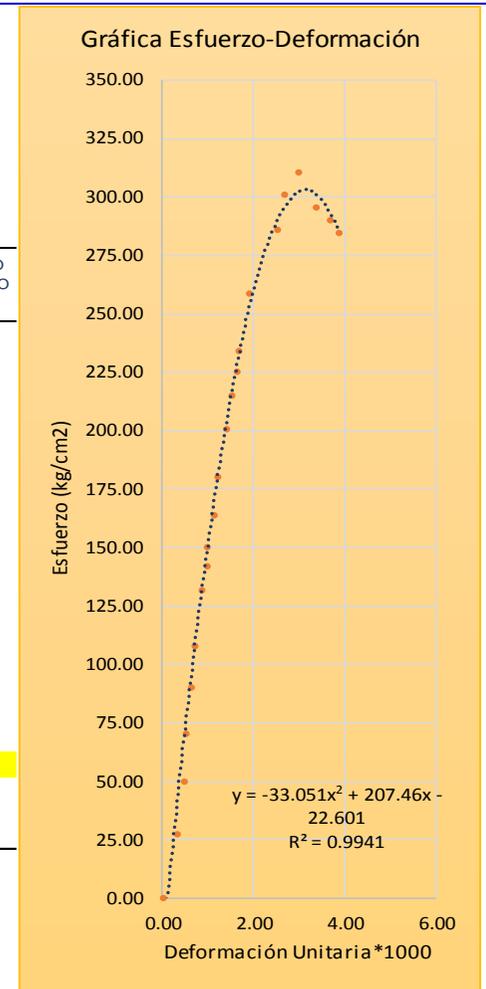
CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.00	0.00	0.00
4000	0.07	0.23	22.04	42.65
6000	0.09	0.30	33.07	54.23
9600	0.12	0.39	52.90	71.11
12500	0.16	0.53	68.89	92.67
16000	0.19	0.63	88.17	108.14
19400	0.21	0.69	106.91	118.12
21200	0.26	0.86	116.83	141.89
26600	0.29	0.95	146.59	155.35
29400	0.30	0.99	162.02	159.71
34600	0.34	1.12	190.68	176.45
35000	0.36	1.18	192.88	184.42
37800	0.42	1.38	208.31	206.73
39000	0.46	1.51	214.93	220.26
41400	0.51	1.68	228.15	235.67
43300	0.55	1.81	238.62	246.80
45200	0.59	1.94	249.09	256.85
47000	0.69	2.27	259.01	277.30
49200	0.74	2.43	271.14	285.02
51000	0.78	2.57	281.06	289.99
54000	0.92	3.03	297.59	298.95
<b>56500</b>	<b>0.99</b>	<b>3.26</b>	<b>311.37</b>	<b>298.51</b>
54000	1.02	3.36	297.59	297.32
53000	1.09	3.59	292.08	292.20
52000	1.18	3.88	286.57	280.80



ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-30.9 X^2 + 196.93 X + -14.43$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-30.9 X^2 + 192.35 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9896$   
 ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>): 311.37  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 264683.552

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**  
 MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.2% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.2-02  
 CEMENTO: PACASMA YO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.1  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 179.079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.00	0.00	0.00
5000	0.09	0.30	27.92	56.35
9000	0.14	0.46	50.26	85.16
12600	0.16	0.53	70.36	96.18
16200	0.19	0.63	90.46	112.17
19400	0.21	0.69	108.33	122.48
23600	0.26	0.86	131.79	146.99
25500	0.29	0.95	142.40	160.84
27000	0.30	0.99	150.77	165.31
29400	0.34	1.12	164.17	182.49
32300	0.36	1.18	180.37	190.65
36000	0.42	1.38	201.03	213.41
38600	0.46	1.51	215.55	227.15
40400	0.49	1.61	225.60	236.71
42000	0.51	1.68	234.53	242.72
46400	0.58	1.91	259.10	261.52
51200	0.76	2.50	285.91	293.75
54000	0.81	2.66	301.54	298.60
<b>55700</b>	<b>0.91</b>	<b>2.99</b>	<b>311.04</b>	<b>302.92</b>
53000	1.02	3.36	295.96	299.40
52000	1.12	3.68	290.38	288.70
51000	1.17	3.85	284.79	280.67



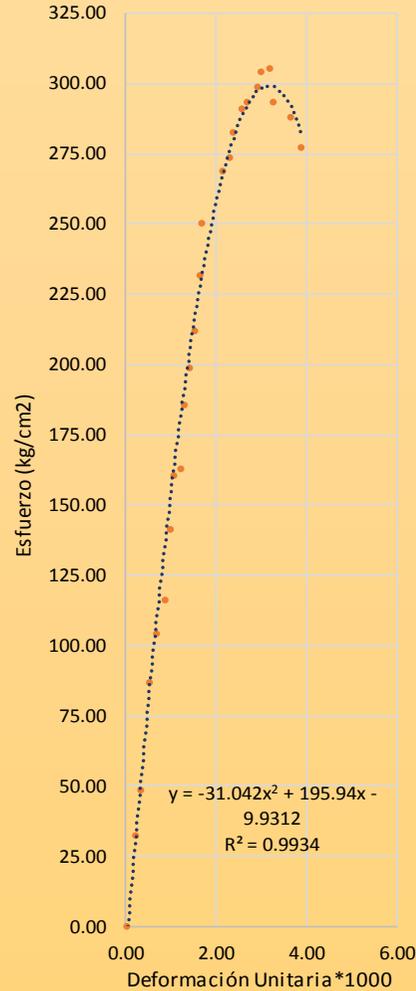
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-33.1 X^2 + 207.46 X + -22.6$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-33.1 X^2 + 200.13 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9941$   
 ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>): 311.04  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 264543.423

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.2% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.2-03  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.3  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 183.854

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
6000	0.06	0.20	32.63	36.84
9000	0.10	0.33	48.95	60.05
16000	0.15	0.49	87.03	87.56
19200	0.20	0.66	104.43	113.39
21400	0.26	0.86	116.40	142.16
26000	0.29	0.95	141.42	155.64
29500	0.32	1.05	160.45	168.52
30000	0.36	1.18	163.17	184.75
34200	0.39	1.28	186.02	196.21
36600	0.42	1.38	199.07	207.07
39000	0.46	1.51	212.13	220.61
42600	0.49	1.61	231.71	230.06
46000	0.51	1.68	250.20	236.03
49500	0.65	2.14	269.24	270.25
50400	0.69	2.27	274.13	277.61
52000	0.72	2.37	282.83	282.43
53500	0.78	2.57	290.99	290.24
54000	0.81	2.66	293.71	293.24
55000	0.88	2.89	299.15	297.89
56000	0.91	2.99	304.59	298.88
<b>56200</b>	<b>0.96</b>	<b>3.16</b>	<b>305.68</b>	<b>299.18</b>
54000	0.99	3.26	293.71	298.55
53000	1.10	3.62	288.27	291.08
51000	1.18	3.88	277.39	280.54

**Gráfica Esfuerzo-Deformación**



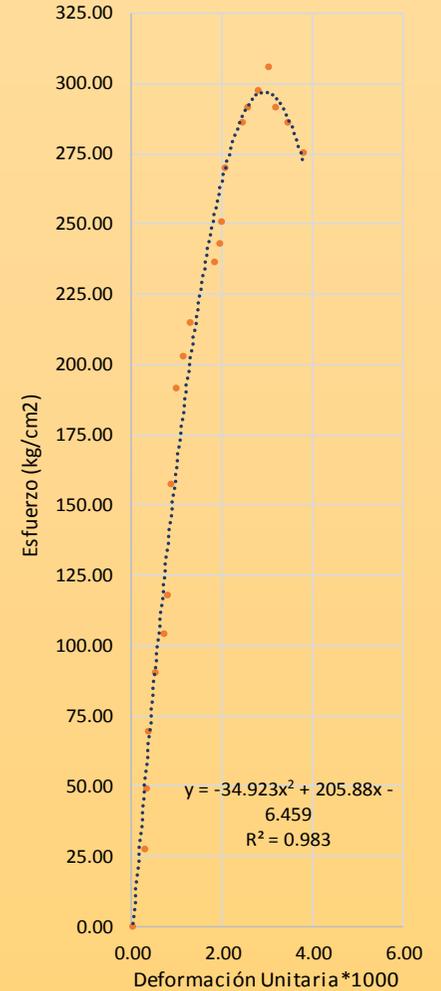
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-31 X^2 + 195.94 X + -9.931$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-31 X^2 + 192.77 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9934$   
 ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>): 305.68  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 262254.558

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.2% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.2-04  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.2  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181.458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
5000	0.08	0.26	27.55	51.18
9000	0.10	0.33	49.60	63.22
12600	0.11	0.36	69.44	69.13
16500	0.16	0.53	90.93	97.52
19000	0.21	0.69	104.71	124.03
21400	0.24	0.79	117.93	139.03
28600	0.26	0.86	157.61	148.65
34800	0.30	0.99	191.78	166.99
36900	0.34	1.12	203.35	184.11
39000	0.39	1.28	214.93	203.82
43000	0.55	1.81	236.97	254.18
44200	0.59	1.94	243.58	263.75
45600	0.60	1.97	251.30	265.95
49000	0.62	2.04	270.03	270.13
52000	0.74	2.43	286.57	288.86
53000	0.78	2.57	292.08	292.68
54000	0.85	2.80	297.59	296.47
<b>55600</b>	<b>0.92</b>	<b>3.03</b>	<b>306.41</b>	<b>296.55</b>
53000	0.96	3.16	292.08	294.93
52000	1.05	3.45	286.57	286.87
50000	1.15	3.78	275.55	270.73

**Gráfica Esfuerzo-Deformación**



ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-34.9 X^2 + 205.88 X + -6.459$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-34.9 X^2 + 203.68 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.983$   
 ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>): 306.41  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 262566.990

**ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.2% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.2-05  
 CEMENTO: PACASMA YO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.1  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 179.079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
5000	0.06	0.20	27.92	42.59
9000	0.11	0.36	50.26	75.71
12000	0.13	0.43	67.01	88.35
16600	0.15	0.49	92.70	100.65
19800	0.19	0.63	110.57	124.21
26000	0.24	0.79	145.19	151.71
29000	0.26	0.86	161.94	162.11
34500	0.29	0.95	192.65	177.06
36600	0.34	1.12	204.38	200.25
38000	0.36	1.18	212.20	208.92
42000	0.42	1.38	234.53	232.85
43000	0.46	1.51	240.12	247.09
48000	0.49	1.61	268.04	256.85
50700	0.62	2.04	283.12	290.20
52200	0.78	2.57	291.49	311.20
54000	0.88	2.89	301.54	313.09
<b>56000</b>	<b>0.92</b>	<b>3.03</b>	<b>312.71</b>	<b>311.44</b>
53000	0.98	3.22	295.96	306.36
51000	1.15	3.78	284.79	275.08
50000	1.19	3.91	279.21	264.10

**Gráfica Esfuerzo-Deformación**



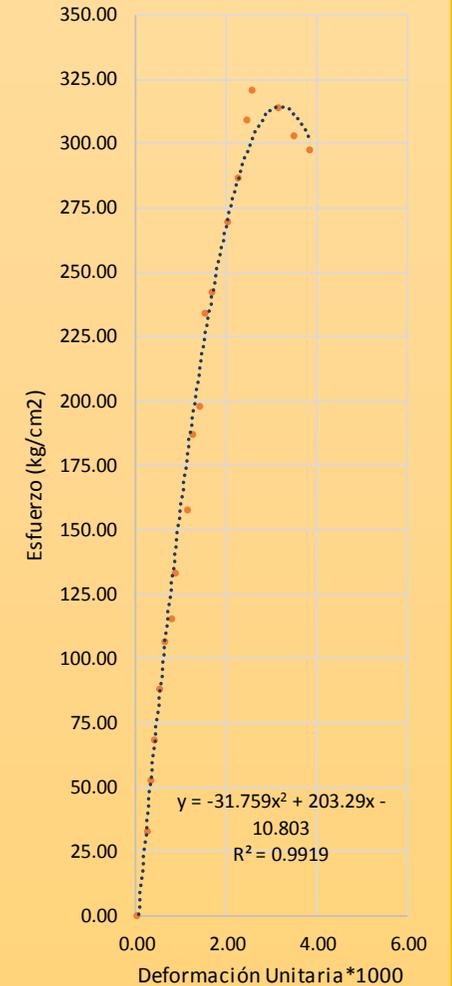
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-39.9 X^2 + 226.85 X + -8.963$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-39.9 X^2 + 223.67 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9879$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 312.71  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 265254.881

**ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.2% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.2-06  
 CEMENTO: PACASMA YO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.2  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 181.458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
6000	0.07	0.23	33.07	44.34
9600	0.09	0.30	52.90	56.39
12500	0.12	0.39	68.89	73.95
16000	0.16	0.53	88.17	96.41
19400	0.19	0.63	106.91	112.52
21000	0.24	0.79	115.73	138.01
24200	0.26	0.86	133.36	147.72
28600	0.34	1.12	157.61	183.83
34000	0.38	1.25	187.37	200.23
36000	0.42	1.38	198.39	215.54
42500	0.46	1.51	234.21	229.74
44000	0.51	1.68	242.48	245.95
49000	0.61	2.01	270.03	273.21
52000	0.68	2.24	286.57	288.21
56200	0.74	2.43	309.71	298.38
<b>58200</b>	<b>0.78</b>	<b>2.57</b>	<b>320.73</b>	<b>303.79</b>
57000	0.95	3.13	314.12	314.50
55000	1.06	3.49	303.10	310.84
54000	1.16	3.82	297.59	300.30

**Gráfica Esfuerzo-Deformación**



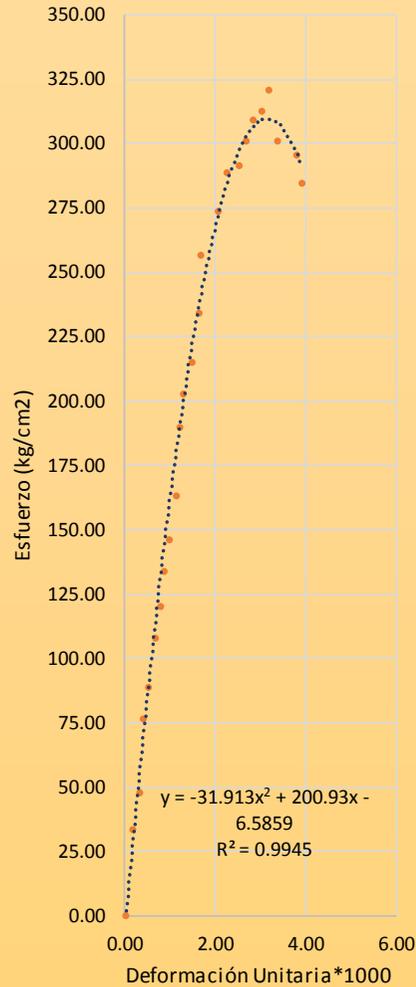
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-31.8 X^2 + 203.29 X + -10.8$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-31.8 X^2 + 199.89 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9919$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 320.73  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 268636.007

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.2% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.2-07  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.1  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 179.079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
6000	0.05	0.16	33.50	31.84
8600	0.09	0.30	48.02	56.07
13800	0.12	0.39	77.06	73.51
16000	0.16	0.53	89.35	95.81
19400	0.20	0.66	108.33	116.99
21600	0.24	0.79	120.62	137.08
24000	0.26	0.86	134.02	146.71
26200	0.29	0.95	146.30	160.63
29300	0.34	1.12	163.62	182.45
34000	0.36	1.18	189.86	190.70
36400	0.39	1.28	203.26	202.55
38600	0.45	1.48	215.55	224.39
42000	0.49	1.61	234.53	237.57
46000	0.51	1.68	256.87	243.74
49000	0.62	2.04	273.62	272.76
51800	0.68	2.24	289.26	285.07
52200	0.76	2.50	291.49	297.61
54000	0.81	2.66	301.54	303.21
55400	0.86	2.83	309.36	307.07
56000	0.92	3.03	312.71	309.44
<b>57500</b>	<b>0.96</b>	<b>3.16</b>	<b>321.09</b>	<b>309.63</b>
54000	1.02	3.36	301.54	307.85
53000	1.15	3.78	295.96	295.46
51000	1.19	3.91	284.79	289.30

Gráfica Esfuerzo-Deformación



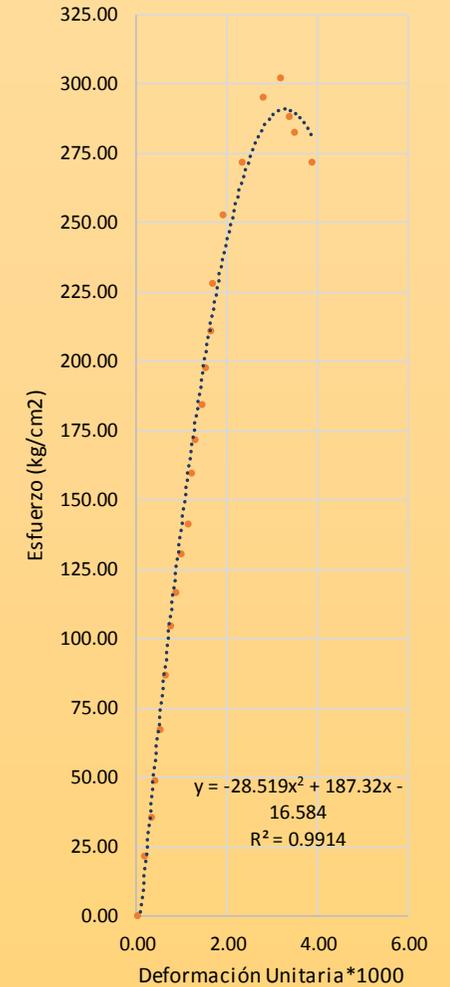
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-31.9 X^2 + 200.93 X + -6.586$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-31.9 X^2 + 198.83 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9945$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 321.09  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 268783.926

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.2% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.2-08  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.3  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 183.854

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
4000	0.05	0.16	21.76	29.20
6600	0.09	0.30	35.90	51.44
9000	0.12	0.39	48.95	67.48
12400	0.16	0.53	67.44	87.99
16000	0.19	0.63	87.03	102.73
19300	0.22	0.72	104.97	116.92
21500	0.26	0.86	116.94	134.97
24000	0.29	0.95	130.54	147.86
26000	0.34	1.12	141.42	168.10
29400	0.36	1.18	159.91	175.77
31600	0.39	1.28	171.88	186.81
34000	0.44	1.45	184.93	203.97
36400	0.46	1.51	197.98	210.40
38800	0.49	1.61	211.04	219.58
42000	0.51	1.68	228.44	225.40
46500	0.58	1.91	252.92	243.81
50000	0.70	2.30	271.96	268.33
54300	0.85	2.80	295.34	286.48
<b>55600</b>	<b>0.96</b>	<b>3.16</b>	<b>302.41</b>	<b>290.97</b>
53000	1.02	3.36	288.27	290.27
52000	1.06	3.49	282.83	288.57
50000	1.17	3.85	271.96	278.80

Gráfica Esfuerzo-Deformación

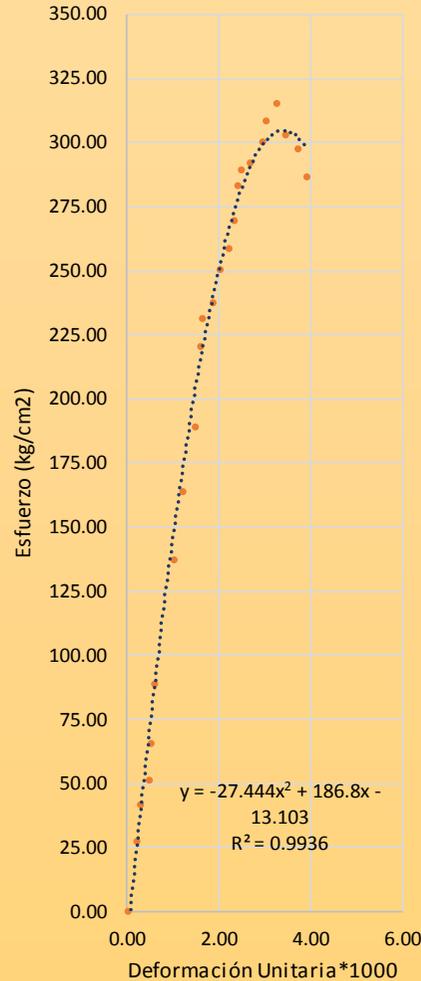


ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-28.5 X^2 + 187.32 X + -16.58$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-28.5 X^2 + 182.20 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9914$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 302.41  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 260850.866

**ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.2% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.2-09  
 CEMENTO: PACASMA YO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.2  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 181.458

**Gráfica Esfuerzo-Deformación**



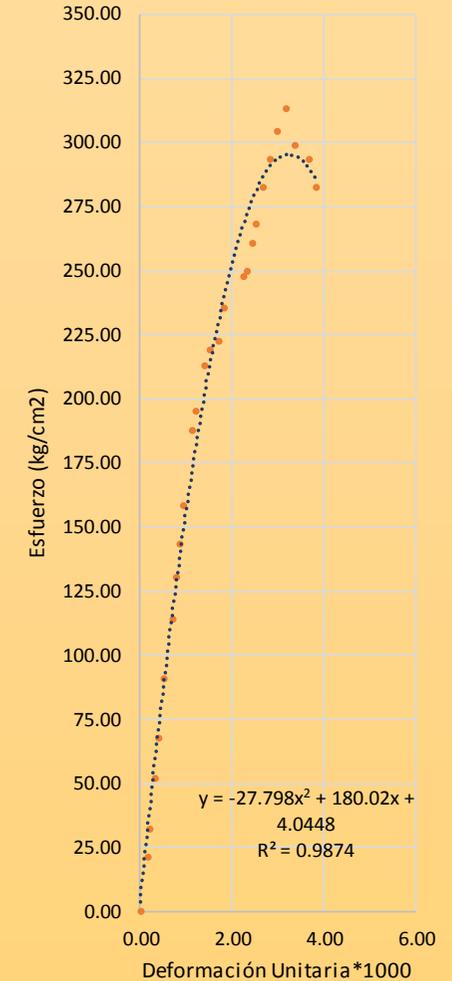
CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
5000	0.06	0.20	27.55	35.03
7600	0.08	0.26	41.88	46.23
9400	0.14	0.46	51.80	78.41
12000	0.15	0.49	66.13	83.57
16200	0.18	0.59	89.28	98.68
25000	0.31	1.02	137.77	157.98
29800	0.37	1.22	164.22	181.97
34400	0.45	1.48	189.58	210.62
40000	0.48	1.58	220.44	220.38
42000	0.50	1.64	231.46	226.60
43200	0.57	1.88	238.07	246.47
45500	0.61	2.01	250.75	256.52
47000	0.67	2.20	259.01	269.82
49000	0.70	2.30	270.03	275.66
51400	0.73	2.40	283.26	280.97
52600	0.75	2.47	289.87	284.22
53000	0.81	2.66	292.08	292.52
54500	0.89	2.93	300.34	300.27
56000	0.92	3.03	308.61	302.19
<b>57200</b>	<b>0.99</b>	<b>3.26</b>	<b>315.22</b>	<b>304.61</b>
55000	1.05	3.45	303.10	304.36
54000	1.13	3.72	297.59	300.70
52000	1.19	3.91	286.57	295.47

ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-27.4 X^2 + 186.8 X + -13.1$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-27.4 X^2 + 182.91 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9936$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 315.22  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 266318.137

**ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.2% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.2-10  
 CEMENTO: PACASMA YO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.3  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 183.854

**Gráfica Esfuerzo-Deformación**



CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
4000	0.05	0.16	21.76	29.06
6000	0.06	0.20	32.63	34.69
9600	0.09	0.30	52.22	51.23
12500	0.12	0.39	67.99	67.22
16800	0.16	0.53	91.38	87.70
21000	0.21	0.69	114.22	111.95
24000	0.24	0.79	130.54	125.78
26400	0.26	0.86	143.59	134.70
29200	0.28	0.92	158.82	143.37
34600	0.34	1.12	188.19	167.96
36000	0.36	1.18	195.81	175.67
39200	0.42	1.38	213.21	197.37
40300	0.46	1.51	219.20	210.63
41000	0.52	1.71	223.00	228.72
43400	0.55	1.81	236.06	236.96
45600	0.68	2.24	248.02	266.37
46000	0.71	2.34	250.20	271.72
48000	0.74	2.43	261.08	276.52
49400	0.76	2.50	268.69	279.42
52000	0.81	2.66	282.83	285.63
54000	0.86	2.83	293.71	290.32
56000	0.91	2.99	304.59	293.52
<b>57600</b>	<b>0.96</b>	<b>3.16</b>	<b>313.29</b>	<b>295.21</b>
55000	1.02	3.36	299.15	295.25
54000	1.12	3.68	293.71	290.50
52000	1.16	3.82	282.83	286.92

ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-27.8 X^2 + 180.02 X + 4.045$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-27.8 X^2 + 181.26 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9874$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 313.29  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 265500.980

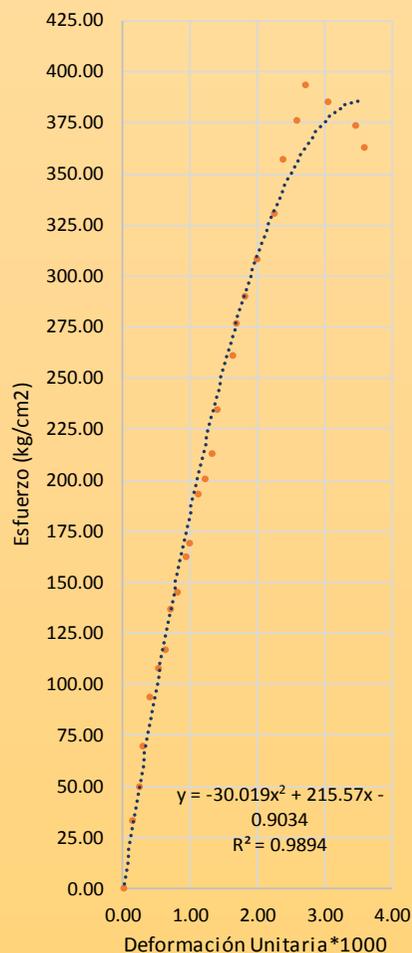
## Diagrama de esfuerzo vs deformación unitaria para edad de 28 días

### ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.2% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.2-31  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 28 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.1  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 179.079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.00	0.00	0.00
6000	0.04	0.13	33.50	27.81
9000	0.07	0.23	50.26	47.99
12600	0.09	0.30	70.36	61.11
16800	0.12	0.39	93.81	80.32
19400	0.16	0.53	108.33	105.01
21000	0.19	0.63	117.27	122.85
24600	0.21	0.69	137.37	134.41
26000	0.24	0.79	145.19	151.28
29200	0.28	0.92	163.06	172.85
30400	0.30	0.99	169.76	183.25
34600	0.34	1.12	193.21	203.27
36000	0.37	1.22	201.03	217.60
38200	0.40	1.32	213.31	231.34
42000	0.42	1.38	234.53	240.18
46800	0.49	1.61	261.34	269.07
49600	0.51	1.68	276.97	276.74
52000	0.55	1.81	290.38	291.30
55200	0.60	1.97	308.24	308.03
59300	0.68	2.24	331.14	331.43
64000	0.72	2.37	357.38	341.58
67400	0.78	2.57	376.37	354.84
<b>70500</b>	<b>0.82</b>	<b>2.70</b>	<b>393.68</b>	<b>362.38</b>
69000	0.92	3.03	385.31	376.69
67000	1.05	3.45	374.14	385.58
65000	1.09	3.59	362.97	386.11

Gráfica Esfuerzo-Deformación



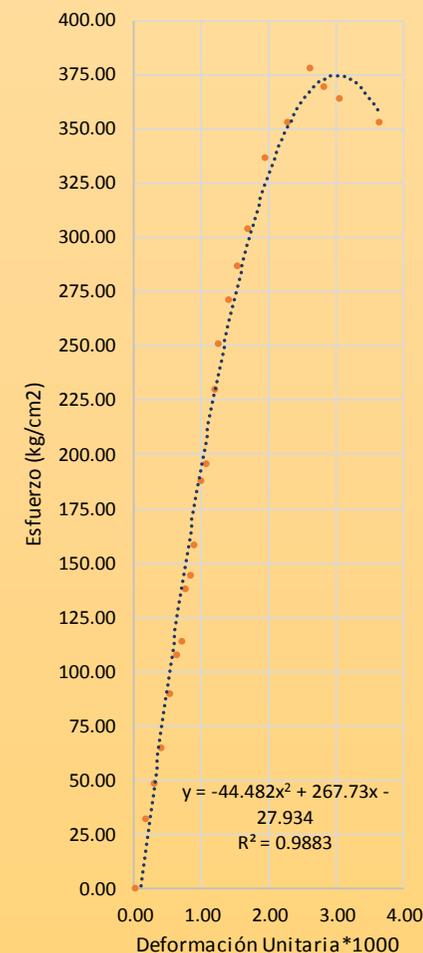
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-30 X^2 + 215.57 X + -0.903$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-30 X^2 + 215.32 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9894$   
 ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>): 393.68  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 297621.245

### ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.2% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.2-32  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 28 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.3  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 183.854

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.00	0.00	0.00
6000	0.05	0.16	32.63	41.28
9000	0.09	0.30	48.95	72.57
12000	0.12	0.39	65.27	95.02
16600	0.16	0.53	90.29	123.62
19800	0.19	0.63	107.69	144.05
21000	0.21	0.69	114.22	157.19
25400	0.23	0.76	138.15	169.95
26600	0.25	0.82	144.68	182.32
29200	0.27	0.89	158.82	194.31
34600	0.30	0.99	188.19	211.56
36000	0.32	1.05	195.81	222.59
42400	0.36	1.18	230.62	243.48
46300	0.38	1.25	251.83	253.35
50000	0.42	1.38	271.96	271.93
52800	0.46	1.51	287.18	288.97
56000	0.51	1.68	304.59	308.11
62000	0.59	1.94	337.22	333.72
65000	0.69	2.27	353.54	357.07
<b>69600</b>	<b>0.79</b>	<b>2.60</b>	<b>378.56</b>	<b>370.80</b>
68000	0.85	2.80	369.86	374.41
67000	0.92	3.03	364.42	374.25
65000	1.10	3.62	353.54	352.17

Gráfica Esfuerzo-Deformación



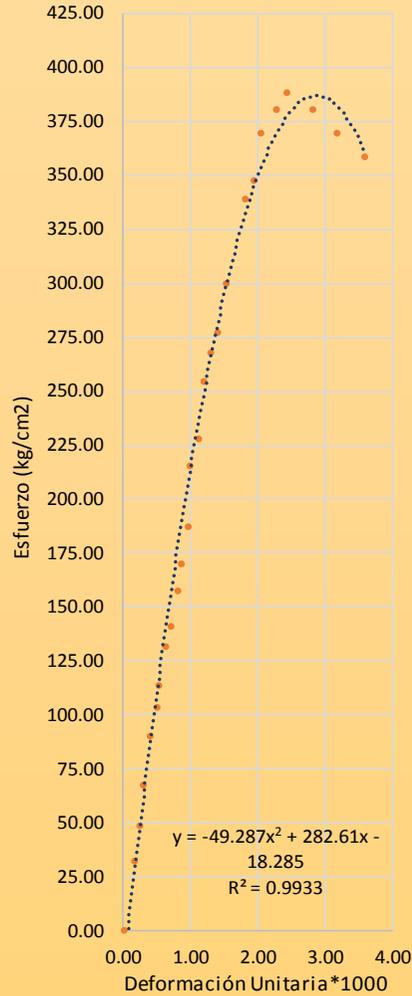
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-44.5 X^2 + 267.73 X + -27.93$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-44.5 X^2 + 258.28 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9883$   
 ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>): 378.56  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 291849.872

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.2% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.2-33  
 CEMENTO: PACASMA YO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 28 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.3  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 183.854

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
6000	0.05	0.16	32.63	44.09
9000	0.07	0.23	48.95	60.98
12500	0.09	0.30	67.99	77.44
16600	0.12	0.39	90.29	101.33
19000	0.15	0.49	103.34	124.26
21000	0.16	0.53	114.22	131.69
24200	0.19	0.63	131.63	153.35
26000	0.21	0.69	141.42	167.25
29000	0.24	0.79	157.73	187.30
31300	0.26	0.86	170.24	200.14
34400	0.29	0.95	187.11	218.59
39600	0.30	0.99	215.39	224.53
42000	0.34	1.12	228.44	247.21
46800	0.36	1.18	254.55	257.91
49300	0.39	1.28	268.15	273.16
51000	0.42	1.38	277.39	287.46
55200	0.46	1.51	300.24	305.02
62400	0.55	1.81	339.40	338.30
64000	0.59	1.94	348.10	350.32
68000	0.62	2.04	369.86	358.21
70000	0.69	2.27	380.74	372.90
<b>71500</b>	<b>0.74</b>	<b>2.43</b>	<b>388.90</b>	<b>380.18</b>
70000	0.85	2.80	380.74	386.83
68000	0.96	3.16	369.86	380.58
66000	1.09	3.59	358.98	356.54

Gráfica Esfuerzo-Deformación



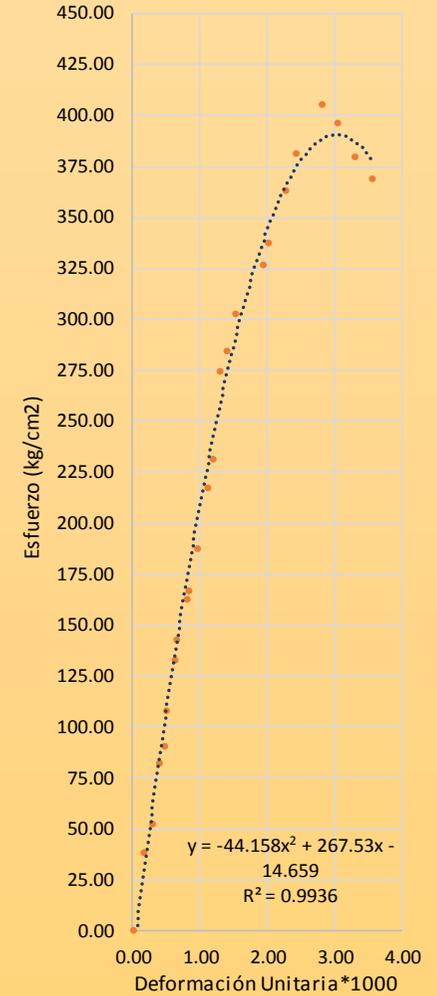
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-49.3 X^2 + 282.61 X + -18.29$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-49.3 X^2 + 276.16 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9933$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 388.90  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 295806.633

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.2% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.2-34  
 CEMENTO: PACASMA YO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 28 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.2  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 181.458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
7000	0.05	0.16	38.58	42.00
9600	0.09	0.30	52.90	73.89
15000	0.12	0.39	82.66	96.80
16400	0.14	0.46	90.38	111.59
19600	0.15	0.49	108.01	118.84
24200	0.19	0.63	133.36	146.90
26000	0.20	0.66	143.28	153.68
29500	0.24	0.79	162.57	179.83
30300	0.25	0.82	166.98	186.13
34000	0.29	0.95	187.37	210.37
39400	0.34	1.12	217.13	238.51
42000	0.36	1.18	231.46	249.10
49800	0.39	1.28	274.44	264.27
51600	0.42	1.38	284.36	278.58
55000	0.46	1.51	303.10	296.32
59400	0.59	1.94	327.35	343.41
61300	0.61	2.01	337.82	349.22
66000	0.69	2.27	363.72	368.65
69200	0.74	2.43	381.35	377.68
<b>73600</b>	<b>0.85</b>	<b>2.80</b>	<b>405.60</b>	<b>389.15</b>
72000	0.92	3.03	396.79	390.43
69000	1.00	3.29	380.25	386.15
67000	1.08	3.55	369.23	375.76

Gráfica Esfuerzo-Deformación



ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-44.2 X^2 + 267.53 X + -14.66$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-44.2 X^2 + 262.65 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9936$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 405.60  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 302093.679

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.2% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.2-35  
 CEMENTO: PACASMA Y O TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 28 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.2  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 181.458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
4600	0.06	0.20	25.35	54.83
12000	0.11	0.36	66.13	97.36
16500	0.13	0.43	90.93	113.56
19900	0.15	0.49	109.67	129.31
21500	0.19	0.63	118.48	159.42
26200	0.21	0.69	144.39	173.79
29000	0.24	0.79	159.82	194.48
34600	0.26	0.86	190.68	207.70
39000	0.29	0.95	214.93	226.66
42400	0.34	1.12	233.66	255.97
46000	0.36	1.18	253.50	266.89
49000	0.39	1.28	270.03	282.40
51600	0.42	1.38	284.36	296.88
56000	0.46	1.51	308.61	314.58
59500	0.49	1.61	327.90	326.65
62600	0.51	1.68	344.98	334.11
63000	0.58	1.91	347.19	356.64
65500	0.62	2.04	360.96	366.98
68000	0.78	2.57	374.74	389.94
70200	0.88	2.89	386.87	389.35
<b>71600</b>	<b>0.92</b>	<b>3.03</b>	<b>394.58</b>	<b>385.89</b>
69000	0.98	3.22	380.25	377.26
68000	1.02	3.36	374.74	369.20
65000	1.09	3.59	358.21	350.68

Gráfica Esfuerzo-Deformación

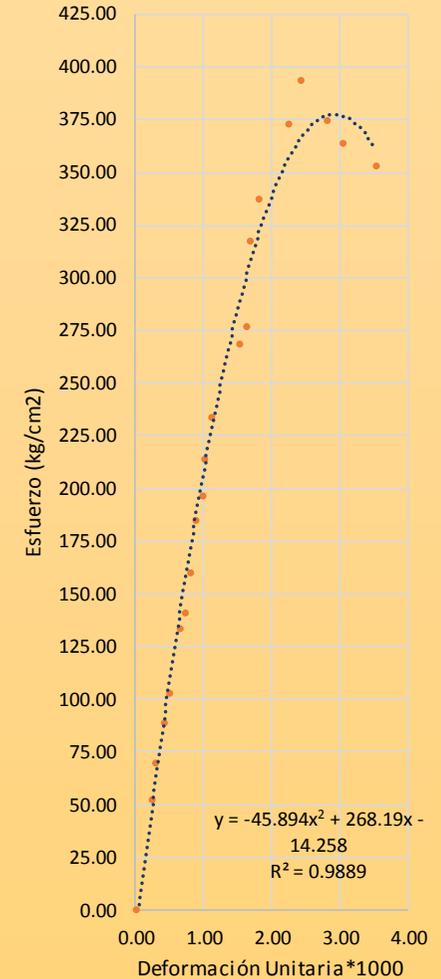


**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.2% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.2-36  
 CEMENTO: PACASMA Y O TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 28 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.3  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 183.854

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
9600	0.07	0.23	52.22	58.19
12800	0.09	0.30	69.62	73.92
16400	0.13	0.43	89.20	104.19
19000	0.15	0.49	103.34	118.73
24600	0.20	0.66	133.80	153.34
26000	0.22	0.72	141.42	166.49
29400	0.24	0.79	159.91	179.24
34000	0.27	0.89	184.93	197.62
36200	0.30	0.99	196.90	215.11
39300	0.31	1.02	213.76	220.74
43000	0.34	1.12	233.88	237.03
49500	0.46	1.51	269.24	293.28
51000	0.49	1.61	277.39	305.11
58400	0.51	1.68	317.64	312.50
62000	0.55	1.81	337.22	326.08
68600	0.68	2.24	373.12	359.25
<b>72500</b>	<b>0.74</b>	<b>2.43</b>	<b>394.33</b>	<b>368.90</b>
69000	0.85	2.80	375.30	377.31
67000	0.92	3.03	364.42	376.40
65000	1.07	3.52	353.54	358.06

Gráfica Esfuerzo-Deformación



ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-53.1 X^2 + 297.88 X + -26.48$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-53.1 X^2 + 288.28 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9933$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 394.58  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 297960.875

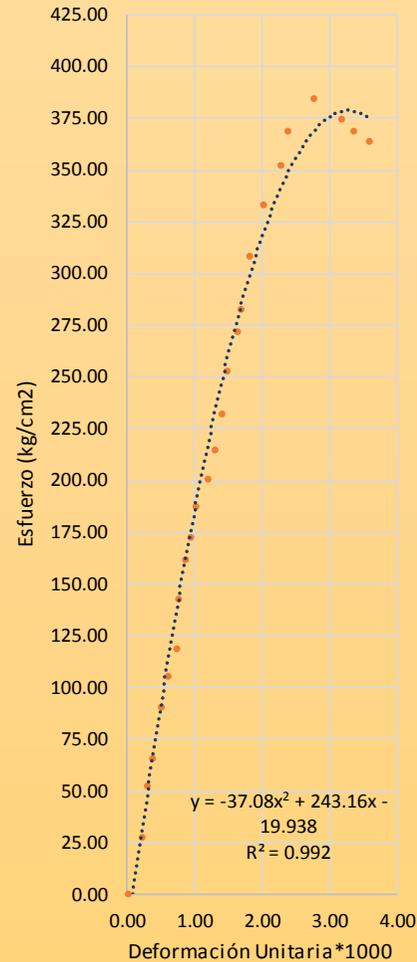
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-45.9 X^2 + 268.19 X + -14.26$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-45.9 X^2 + 263.26 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9889$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 394.33  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 297868.028

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.2% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.2-37  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 28 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.2  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 181.458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
5000	0.06	0.20	27.55	24.69
9600	0.09	0.30	52.90	35.96
12000	0.11	0.36	66.13	43.06
16400	0.15	0.49	90.38	56.32
19200	0.18	0.59	105.81	65.41
21600	0.22	0.72	119.04	76.42
26000	0.23	0.76	143.28	78.97
29400	0.26	0.86	162.02	86.14
31300	0.28	0.92	172.49	90.52
34000	0.31	1.02	187.37	96.49
36500	0.36	1.18	201.15	104.83
39000	0.39	1.28	214.93	108.87
42200	0.42	1.38	232.56	112.19
46000	0.45	1.48	253.50	114.78
49400	0.49	1.61	272.24	117.12
51300	0.51	1.68	282.71	117.81
56000	0.55	1.81	308.61	118.22
60500	0.61	2.01	333.41	116.43
64000	0.69	2.27	352.70	109.55
67000	0.72	2.37	369.23	105.65
<b>69800</b>	<b>0.84</b>	<b>2.76</b>	<b>384.66</b>	<b>82.82</b>
68000	0.96	3.16	374.74	48.43
67000	1.02	3.36	369.23	26.90
66000	1.09	3.59	363.72	-1.87

Gráfica Esfuerzo-Deformación

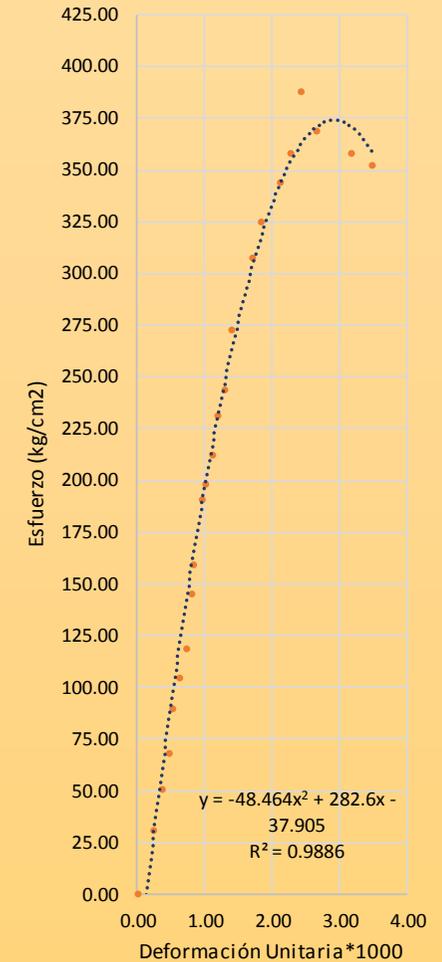


**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.2% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.2-38  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 28 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.2  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 181.458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
5600	0.07	0.23	30.86	59.44
9200	0.11	0.36	50.70	91.09
12400	0.14	0.46	68.34	113.73
16300	0.16	0.53	89.83	128.30
19000	0.19	0.63	104.71	149.37
21500	0.22	0.72	118.48	169.50
26400	0.24	0.79	145.49	182.39
29000	0.25	0.82	159.82	188.68
34600	0.29	0.95	190.68	212.78
36000	0.31	1.02	198.39	224.20
38500	0.34	1.12	212.17	240.55
42000	0.36	1.18	231.46	250.93
44300	0.39	1.28	244.13	265.70
49500	0.42	1.38	272.79	279.53
55800	0.52	1.71	307.51	318.82
59000	0.56	1.84	325.14	331.60
62500	0.64	2.11	344.43	352.12
65000	0.69	2.27	358.21	361.53
<b>70500</b>	<b>0.74</b>	<b>2.43</b>	<b>388.52</b>	<b>368.33</b>
67000	0.81	2.66	369.23	373.44
65000	0.96	3.16	358.21	367.08
64000	1.06	3.49	352.70	349.73

Gráfica Esfuerzo-Deformación



ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-37.1 X^2 + 143.16 X + -19.94$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-37.1 X^2 + 132.43 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.992$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 384.66  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 294191.718

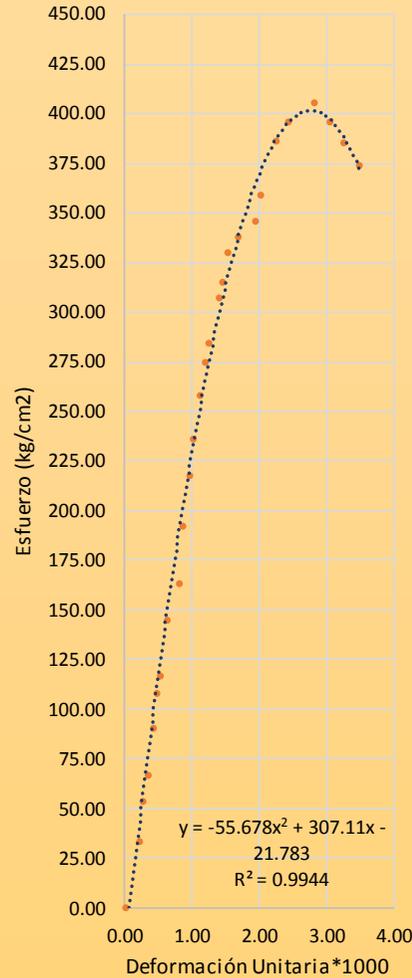
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-48.5 X^2 + 282.6 X + -37.91$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-48.5 X^2 + 269.29 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9886$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 388.52  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 295663.211

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.2% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.2-39  
 CEMENTO: PACASMA YO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 28 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.1  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 179.079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGID O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
6000	0.06	0.20	33.50	56.87
9600	0.08	0.26	53.61	74.86
12000	0.10	0.33	67.01	92.37
16200	0.13	0.43	90.46	117.73
19400	0.14	0.46	108.33	125.94
21000	0.16	0.53	117.27	142.00
26000	0.19	0.63	145.19	165.19
29300	0.24	0.79	163.62	201.44
34500	0.26	0.86	192.65	215.09
39000	0.29	0.95	217.78	234.66
42400	0.31	1.02	236.77	247.11
46200	0.34	1.12	257.99	264.88
49300	0.36	1.18	275.30	276.13
51000	0.38	1.25	284.79	286.89
55000	0.42	1.38	307.13	306.96
56500	0.44	1.45	315.50	316.28
59200	0.46	1.51	330.58	325.11
60500	0.51	1.68	337.84	345.09
62000	0.59	1.94	346.22	370.78
64400	0.61	2.01	359.62	376.00
69200	0.68	2.24	386.42	390.47
71000	0.74	2.43	396.47	398.18
<b>72600</b>	<b>0.85</b>	<b>2.80</b>	<b>405.41</b>	<b>401.03</b>
71000	0.92	3.03	396.47	395.26
69000	0.99	3.26	385.31	383.58
67000	1.06	3.49	374.14	366.00

**Gráfica Esfuerzo-Deformación**



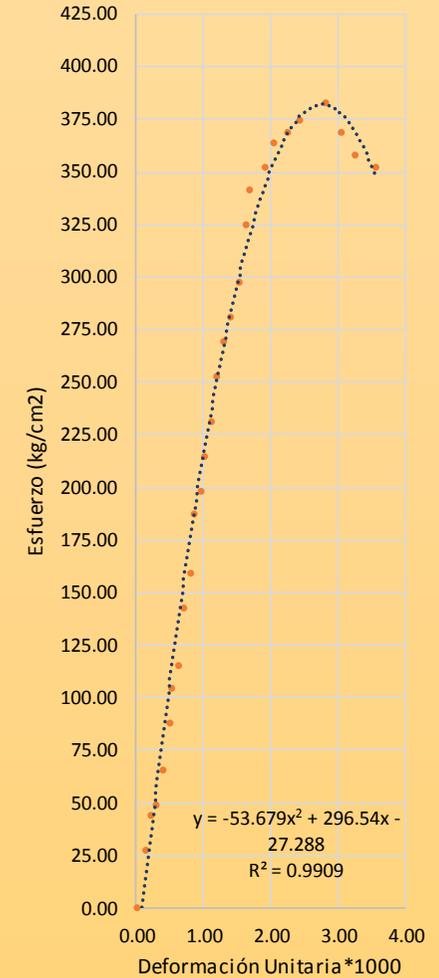
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-55.7 X^2 + 307.11 X + -21.78$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-55.7 X^2 + 299.11 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9944$   
 ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>): 405.41  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 302021.376

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.2% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.2-40  
 CEMENTO: PACASMA YO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 28 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.2  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181.458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGID O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
5000	0.04	0.13	27.55	36.77
8000	0.06	0.20	44.09	54.45
9000	0.09	0.30	49.60	80.11
12000	0.12	0.39	66.13	104.72
16000	0.15	0.49	88.17	128.29
19000	0.16	0.53	104.71	135.91
21000	0.19	0.63	115.73	158.09
26000	0.21	0.69	143.28	172.29
29000	0.24	0.79	159.82	192.72
34000	0.26	0.86	187.37	205.76
36000	0.29	0.95	198.39	224.45
39000	0.31	1.02	214.93	236.33
42000	0.34	1.12	231.46	253.27
46000	0.36	1.18	253.50	263.99
49000	0.39	1.28	270.03	279.19
51000	0.42	1.38	281.06	293.35
54000	0.46	1.51	297.59	310.60
59000	0.49	1.61	325.14	322.32
62000	0.51	1.68	341.68	329.55
64000	0.58	1.91	352.70	351.20
66000	0.62	2.04	363.72	361.01
67000	0.68	2.24	369.23	372.25
68000	0.74	2.43	374.74	379.31
<b>69600</b>	<b>0.85</b>	<b>2.80</b>	<b>383.56</b>	<b>381.38</b>
67000	0.92	3.03	369.23	375.39
65000	0.99	3.26	358.21	363.70
64000	1.08	3.55	352.70	340.30

**Gráfica Esfuerzo-Deformación**



ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-53.7 X^2 + 296.54 X + -27.29$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-53.7 X^2 + 286.49 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9909$   
 ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>): 383.56  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 293769.937

### 4.3.2.2.3 Mezcla con dosificación de 1.4% por peso de cemento.

#### Diagrama de esfuerzo vs deformación unitaria para edad de 7 días

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**  
 MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.4% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.4-01  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.3  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 183.854

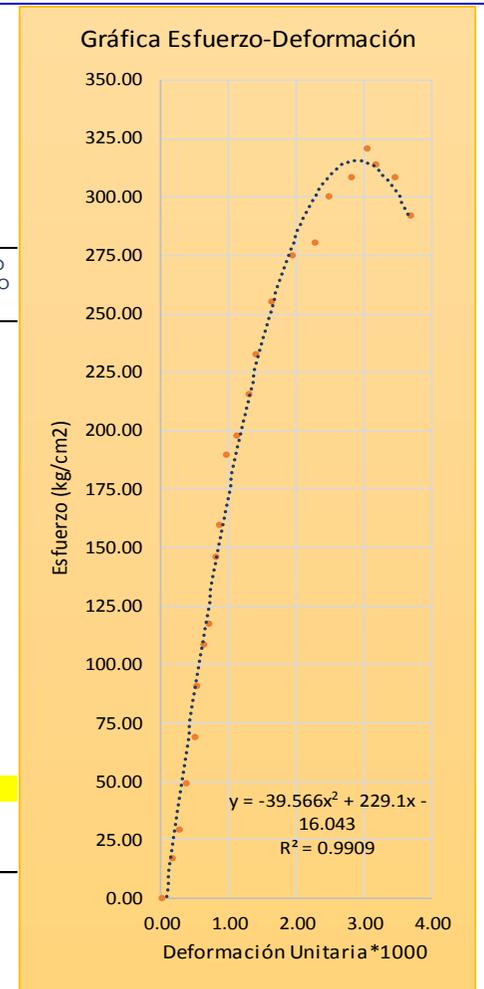
CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.00	0.00	0.00
4600	0.05	0.16	25.02	31.58
6000	0.08	0.26	32.63	49.74
9000	0.10	0.33	48.95	61.51
12400	0.13	0.43	67.44	78.69
15500	0.17	0.56	84.31	100.67
16300	0.20	0.66	88.66	116.46
19000	0.22	0.72	103.34	126.66
21000	0.25	0.82	114.22	141.47
26500	0.29	0.95	144.14	160.30
29600	0.31	1.02	161.00	169.32
31000	0.36	1.18	168.61	190.72
34600	0.39	1.28	188.19	202.77
36400	0.42	1.38	197.98	214.23
39000	0.44	1.45	212.13	221.55
42000	0.51	1.68	228.44	245.07
46200	0.56	1.84	251.29	259.90
49700	0.57	1.88	270.32	262.67
51800	0.59	1.94	281.75	268.01
52000	0.70	2.30	282.83	292.70
55900	0.74	2.43	304.05	299.71
57000	0.81	2.66	310.03	309.44
<b>60500</b>	<b>0.89</b>	<b>2.93</b>	<b>329.07</b>	<b>316.63</b>
59000	0.96	3.16	320.91	319.46
57000	1.07	3.52	310.03	317.42
56000	1.14	3.75	304.59	311.99



ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-30.3 X^2 + 202.16 X + -17.01$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-30.3 X^2 + 196.99 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9916$   
 ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>): 329.07  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 272102.527

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**  
 MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.4% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.4-02  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.2  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181.458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.00	0.00	0.00
3200	0.05	0.16	17.63	35.69
5400	0.08	0.26	29.76	56.07
9000	0.11	0.36	49.60	75.69
12600	0.15	0.49	69.44	100.64
16500	0.16	0.53	90.93	106.67
19800	0.19	0.63	109.12	124.23
21400	0.21	0.69	117.93	135.50
26600	0.24	0.79	146.59	151.78
29000	0.26	0.86	159.82	162.20
34500	0.29	0.95	190.13	177.19
36000	0.34	1.12	198.39	200.46
39200	0.39	1.28	216.03	221.60
42300	0.42	1.38	233.11	233.25
46400	0.49	1.61	255.71	257.44
49900	0.59	1.94	274.99	284.72
51000	0.69	2.27	281.06	303.43
54500	0.75	2.47	300.34	310.55
56000	0.85	2.80	308.61	315.57
<b>58300</b>	<b>0.92</b>	<b>3.03</b>	<b>321.29</b>	<b>313.98</b>
57000	0.96	3.16	314.12	311.19
56000	1.05	3.45	308.61	299.91
53000	1.12	3.68	292.08	286.34



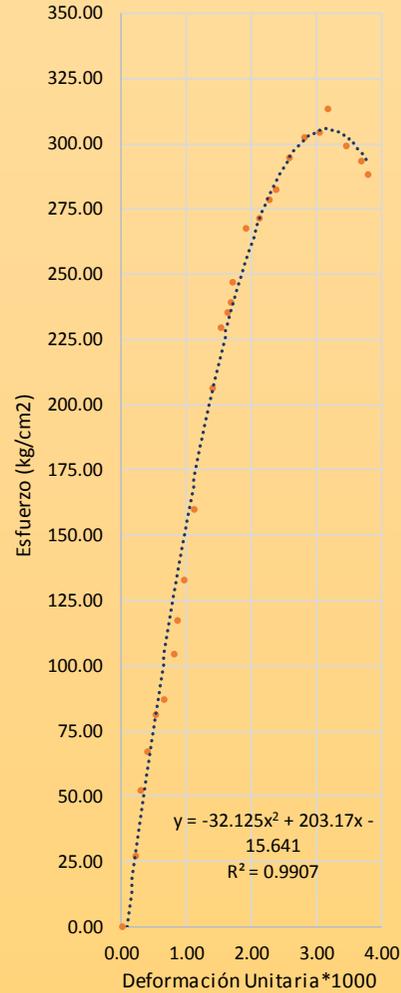
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-39.6 X^2 + 229.1 X + -16.04$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-39.6 X^2 + 223.49 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9909$   
 ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>): 321.29  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 268866.694

**ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.4% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.4-03  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.3  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 183.854

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
5000	0.06	0.20	27.20	37.86
9600	0.09	0.30	52.22	55.85
12400	0.12	0.39	67.44	73.22
15000	0.16	0.53	81.59	95.40
16000	0.20	0.66	87.03	116.47
19200	0.24	0.79	104.43	136.42
21600	0.26	0.86	117.48	145.98
24500	0.29	0.95	133.26	159.80
29400	0.34	1.12	159.91	181.44
38000	0.42	1.38	206.69	212.46
42200	0.46	1.51	229.53	226.30
43300	0.49	1.61	235.51	235.94
44000	0.51	1.68	239.32	242.03
45500	0.52	1.71	247.48	244.97
49200	0.58	1.91	267.60	261.14
50000	0.64	2.11	271.96	274.80
51300	0.69	2.27	279.03	284.28
52000	0.72	2.37	282.83	289.13
54200	0.78	2.57	294.80	296.95
55700	0.85	2.80	302.96	302.92
56000	0.92	3.03	304.59	305.48
<b>57600</b>	<b>0.96</b>	<b>3.16</b>	<b>313.29</b>	<b>305.41</b>
55000	1.05	3.45	299.15	301.20
54000	1.12	3.68	293.71	294.02
53000	1.15	3.78	288.27	289.91

**Gráfica Esfuerzo-Deformación**



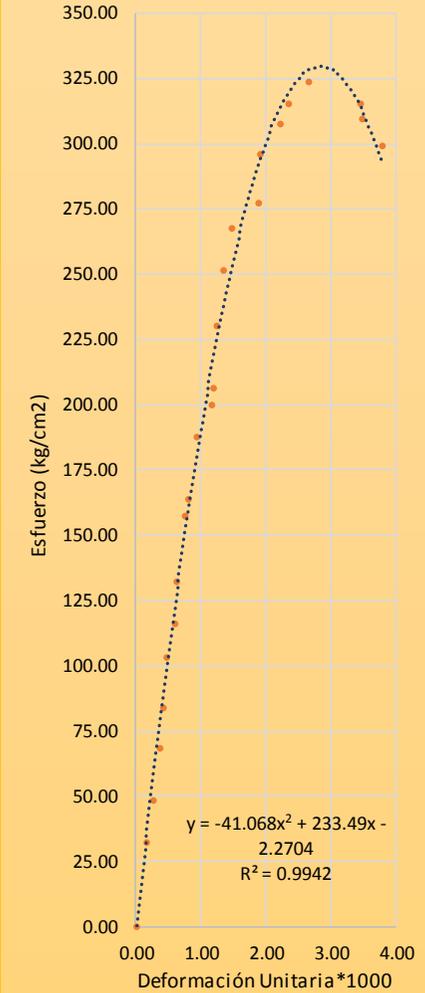
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-32.1 X^2 + 203.17 X + -15.64$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-32.1 X^2 + 198.16 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9907$   
 ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>): 313.29  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 265500.980

**ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.4% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.4-04  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.3  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 183.854

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
6000	0.05	0.16	32.63	37.16
9000	0.08	0.26	48.95	58.39
12600	0.11	0.36	68.53	78.82
15500	0.13	0.43	84.31	92.00
19000	0.14	0.46	103.34	98.45
21400	0.18	0.59	116.40	123.38
24300	0.19	0.63	132.17	129.39
29000	0.23	0.76	157.73	152.54
30200	0.24	0.79	164.26	158.11
34500	0.28	0.92	187.65	179.48
36800	0.35	1.15	200.16	213.46
38000	0.36	1.18	206.69	217.96
42400	0.38	1.25	230.62	226.69
46300	0.41	1.35	251.83	239.12
49200	0.45	1.48	267.60	254.46
51000	0.57	1.88	277.39	291.91
54400	0.58	1.91	295.89	294.46
56600	0.67	2.20	307.85	313.35
58000	0.71	2.34	315.47	319.44
<b>59500</b>	<b>0.81</b>	<b>2.66</b>	<b>323.63</b>	<b>328.44</b>
58000	1.05	3.45	315.47	313.77
57000	1.06	3.49	310.03	312.05
55000	1.15	3.78	299.15	292.55

**Gráfica Esfuerzo-Deformación**



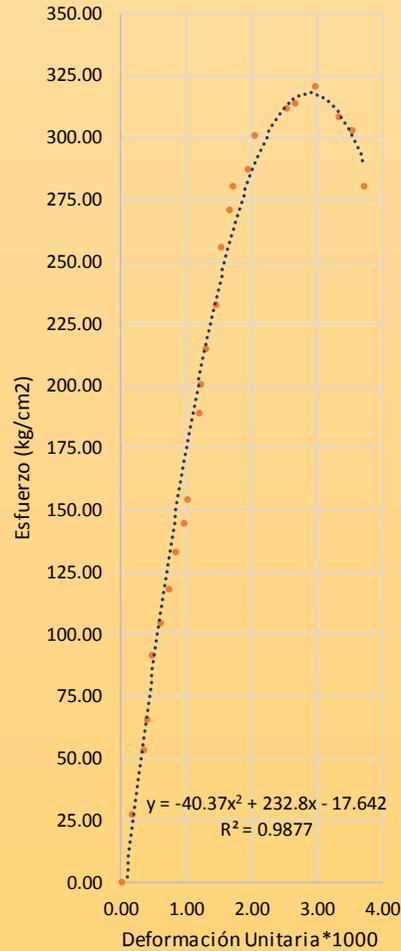
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-41.1 X^2 + 233.49 X + -2.27$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-41.1 X^2 + 232.69 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9942$   
 ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>): 323.63  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 269844.376

**ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.4% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.4-05  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.2  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 181.458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
5000	0.05	0.16	27.55	36.18
9700	0.10	0.33	53.46	70.17
12000	0.12	0.39	66.13	83.16
16600	0.14	0.46	91.48	95.79
19000	0.18	0.59	104.71	120.02
21500	0.22	0.72	118.48	142.84
24200	0.25	0.82	133.36	159.05
26300	0.29	0.95	144.94	179.43
28000	0.31	1.02	154.31	189.09
34400	0.36	1.18	189.58	211.73
36500	0.37	1.22	201.15	215.99
39000	0.39	1.28	214.93	224.26
42300	0.44	1.45	233.11	243.40
46500	0.46	1.51	256.26	250.45
49200	0.50	1.64	271.14	263.49
51000	0.52	1.71	281.06	269.48
52200	0.59	1.94	287.67	287.72
54600	0.62	2.04	300.90	294.23
56700	0.77	2.53	312.47	314.95
57000	0.81	2.66	314.12	317.16
<b>58200</b>	<b>0.90</b>	<b>2.96</b>	<b>320.73</b>	<b>317.02</b>
56000	1.01	3.32	308.61	307.24
55000	1.07	3.52	303.10	297.44
51000	1.13	3.72	281.06	284.50

Gráfica Esfuerzo-Deformación



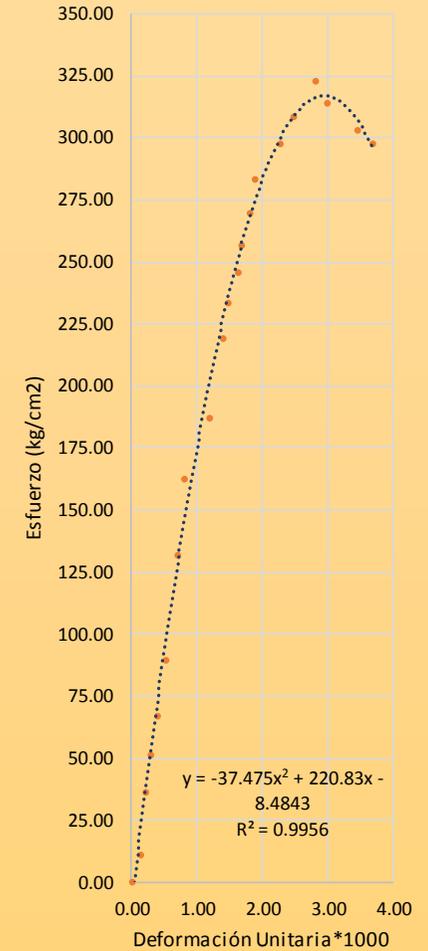
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-40.4 X^2 + 232.8 X + -17.64$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-40.4 X^2 + 226.60 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9877$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 320.73  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 268636.007

**ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.4% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.4-06  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.2  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 181.458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.04	0.13	11.02	28.03
6600	0.06	0.20	36.37	41.55
9400	0.09	0.30	51.80	61.23
12200	0.12	0.39	67.23	80.19
16300	0.16	0.53	89.83	104.32
24000	0.21	0.69	132.26	132.66
29500	0.24	0.79	162.57	148.69
34000	0.36	1.18	187.37	205.52
39800	0.42	1.38	219.33	229.56
42400	0.45	1.48	233.66	240.48
44600	0.49	1.61	245.79	253.91
46600	0.51	1.68	256.81	260.14
49000	0.55	1.81	270.03	271.62
51500	0.57	1.88	283.81	276.87
54100	0.69	2.27	298.14	301.59
56000	0.75	2.47	308.61	309.56
<b>58600</b>	<b>0.85</b>	<b>2.80</b>	<b>322.94</b>	<b>316.37</b>
57000	0.91	2.99	314.12	316.56
55000	1.05	3.45	303.10	305.66
54000	1.12	3.68	297.59	294.24

Gráfica Esfuerzo-Deformación



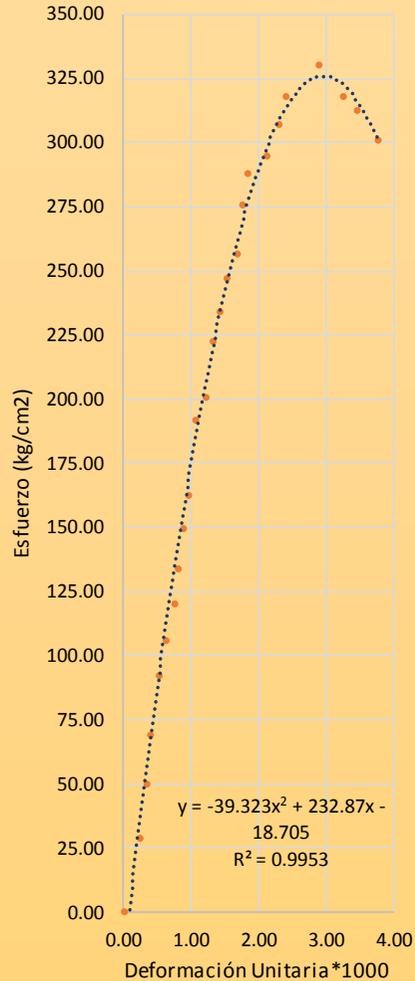
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-37.5 X^2 + 220.83 X + -8.484$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-37.5 X^2 + 217.93 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9956$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 322.94  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 269557.574

**ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.4% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.4-07  
 CEMENTO: PACASMA YO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.1  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 179.079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
5200	0.07	0.23	29.04	50.06
9000	0.10	0.33	50.26	70.24
12400	0.12	0.39	69.24	83.27
16600	0.16	0.53	92.70	108.30
19000	0.19	0.63	106.10	126.18
21600	0.23	0.76	120.62	148.83
24000	0.24	0.79	134.02	154.28
26800	0.27	0.89	149.65	170.12
29200	0.29	0.95	163.06	180.25
34400	0.32	1.05	192.09	194.81
36000	0.37	1.22	201.03	217.38
39900	0.40	1.32	222.81	229.90
42000	0.43	1.41	234.53	241.65
44300	0.46	1.51	247.38	252.64
46000	0.51	1.68	256.87	269.25
49400	0.53	1.74	275.86	275.30
51600	0.56	1.84	288.14	283.74
52800	0.64	2.11	294.84	302.48
55000	0.70	2.30	307.13	312.97
57000	0.73	2.40	318.30	317.06
<b>59200</b>	<b>0.88</b>	<b>2.89</b>	<b>330.58</b>	<b>326.05</b>
57000	0.99	3.26	318.30	320.47
56000	1.05	3.45	312.71	313.08
54000	1.14	3.75	301.54	296.26

**Gráfica Esfuerzo-Deformación**



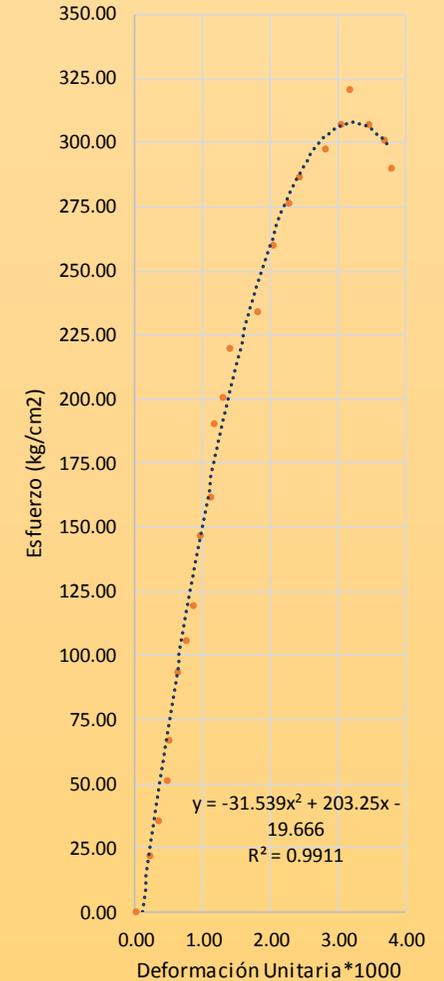
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-39.3 X^2 + 232.87 X + -18.71$   
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 272728.312  
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9953$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 330.58  
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-39.3 X^2 + 226.46 X + 0$

**ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.4% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.4-08  
 CEMENTO: PACASMA YO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.1  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 179.079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
4000	0.06	0.20	22.34	37.66
6400	0.10	0.33	35.74	61.41
9200	0.14	0.46	51.37	84.06
12000	0.15	0.49	67.01	89.55
16800	0.19	0.63	93.81	110.84
19000	0.23	0.76	106.10	131.03
21400	0.26	0.86	119.50	145.46
26300	0.29	0.95	146.86	159.28
29000	0.34	1.12	161.94	180.94
34100	0.35	1.15	190.42	185.06
36000	0.39	1.28	201.03	200.89
39400	0.42	1.38	220.02	212.04
42000	0.55	1.81	234.53	253.27
46600	0.62	2.04	260.22	270.70
49500	0.69	2.27	276.41	284.78
51400	0.74	2.43	287.02	292.79
53300	0.85	2.80	297.63	304.40
55000	0.92	3.03	307.13	307.49
<b>57500</b>	<b>0.96</b>	<b>3.16</b>	<b>321.09</b>	<b>307.75</b>
55000	1.05	3.45	307.13	304.36
54000	1.12	3.68	301.54	297.89
52000	1.15	3.78	290.38	294.10

**Gráfica Esfuerzo-Deformación**



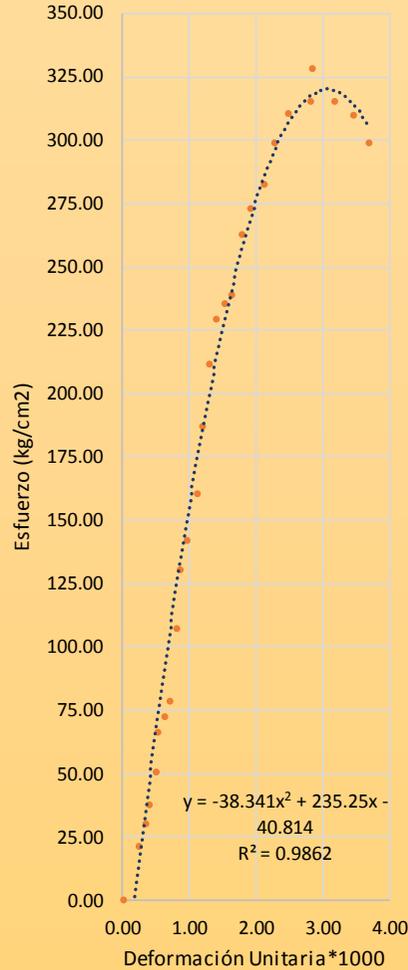
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-31.5 X^2 + 203.25 X + -19.67$   
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 268783.926  
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9911$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 321.09  
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-31.5 X^2 + 197.05 X + 0$

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.4% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.4-09  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.3  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 183.854

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
4000	0.07	0.23	21.76	48.98
5600	0.10	0.33	30.46	68.73
7000	0.12	0.39	38.07	81.48
9400	0.15	0.49	51.13	99.98
12200	0.16	0.53	66.36	105.98
13300	0.19	0.63	72.34	123.49
14500	0.21	0.69	78.87	134.75
19800	0.24	0.79	107.69	151.01
24000	0.26	0.86	130.54	161.44
26200	0.29	0.95	142.50	176.45
29600	0.34	1.12	161.00	199.82
34400	0.36	1.18	187.11	208.59
39000	0.39	1.28	212.13	221.12
42200	0.42	1.38	229.53	232.90
43300	0.46	1.51	235.51	247.45
44000	0.49	1.61	239.32	257.49
48400	0.54	1.78	263.25	272.56
50300	0.58	1.91	273.59	283.13
52000	0.64	2.11	282.83	296.48
55000	0.69	2.27	299.15	305.33
57200	0.75	2.47	311.12	313.21
58000	0.85	2.80	315.47	319.71
<b>60400</b>	<b>0.86</b>	<b>2.83</b>	<b>328.52</b>	<b>319.90</b>
58000	0.96	3.16	315.47	317.27
57000	1.05	3.45	310.03	307.81
55000	1.12	3.68	299.15	295.81

Gráfica Esfuerzo-Deformación



ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-38.3 X^2 + 235.25 X + -40.81$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-38.3 X^2 + 221.55 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9862$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 328.52  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 271877.556

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.4% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.4-10  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.2  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 181.458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
6000	0.05	0.16	33.07	35.91
9600	0.07	0.23	52.90	49.68
12200	0.09	0.30	67.23	63.10
16000	0.13	0.43	88.17	88.94
19400	0.15	0.49	106.91	101.34
24300	0.18	0.59	133.91	119.32
26200	0.23	0.76	144.39	147.57
29000	0.26	0.86	159.82	163.49
34000	0.29	0.95	187.37	178.66
36400	0.31	1.02	200.60	188.34
39300	0.36	1.18	216.58	211.06
42000	0.39	1.28	231.46	223.66
44200	0.42	1.38	243.58	235.51
46600	0.46	1.51	256.81	250.11
48000	0.49	1.61	264.52	260.16
49400	0.51	1.68	272.24	266.44
50000	0.58	1.91	275.55	285.73
51000	0.56	1.84	281.06	280.65
52300	0.61	2.01	288.22	292.73
54200	0.68	2.24	298.69	306.06
56200	0.74	2.43	309.71	314.17
57000	0.78	2.57	314.12	317.88
58000	0.84	2.76	319.63	320.88
<b>59200</b>	<b>0.88</b>	<b>2.89</b>	<b>326.25</b>	<b>321.18</b>
57000	0.99	3.26	314.12	314.99
55000	1.06	3.49	303.10	305.68
54000	1.13	3.72	297.59	292.21

Gráfica Esfuerzo-Deformación



ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-39.3 X^2 + 223.35 X + 4.124$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-39.3 X^2 + 224.80 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9966$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 326.25  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 270934.047

## Diagrama de esfuerzo vs deformación unitaria para edad de 28 días

**ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.4% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.4-31  
 CEMENTO: PACASMA YO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 28 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.2  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181.458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.00	0.00	0.00
5000	0.03	0.10	27.55	27.95
9600	0.07	0.23	52.90	63.66
12200	0.09	0.30	67.23	80.85
19100	0.15	0.49	105.26	129.73
21300	0.17	0.56	117.38	145.13
26000	0.19	0.63	143.28	160.08
29500	0.21	0.69	162.57	174.59
38400	0.29	0.95	211.62	228.15
42600	0.31	1.02	234.76	240.43
46000	0.34	1.12	253.50	258.01
49500	0.36	1.18	272.79	269.17
55000	0.46	1.51	303.10	318.27
59200	0.48	1.58	326.25	326.75
64300	0.59	1.94	354.35	365.42
68000	0.61	2.01	374.74	371.00
71500	0.69	2.27	394.03	388.86
73000	0.74	2.43	402.30	396.40
<b>74500</b>	<b>0.85</b>	<b>2.80</b>	<b>410.56</b>	<b>403.16</b>
72000	0.91	2.99	396.79	401.15
71000	0.99	3.26	391.27	392.23
69000	1.04	3.42	380.25	383.03

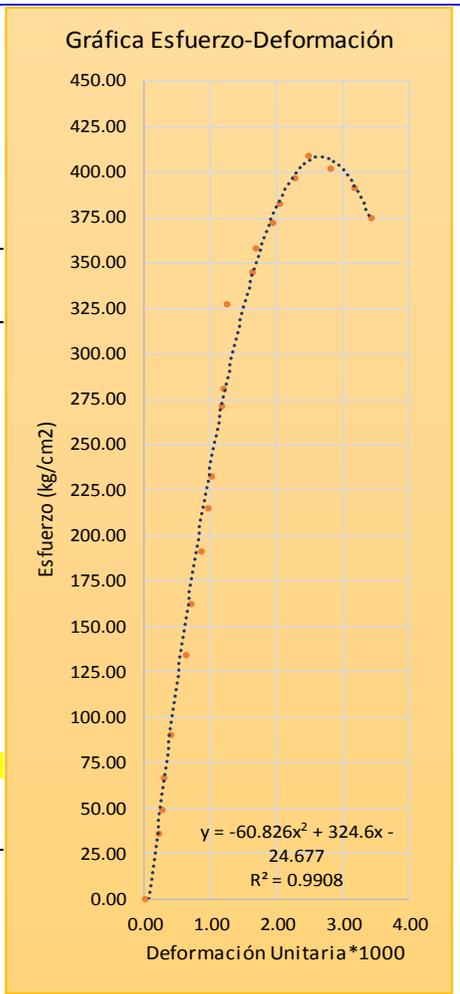


ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-51.6 X^2 + 292.99 X + -13.07$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-51.6 X^2 + 288.35 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9963$   
 ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>): 410.56  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 303935.106

**ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.4% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.4-32  
 CEMENTO: PACASMA YO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 28 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.2  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181.458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.00	0.00	0.00
6600	0.06	0.20	36.37	59.84
9000	0.08	0.26	49.60	78.74
12200	0.09	0.30	67.23	87.99
16500	0.12	0.39	90.93	114.95
24400	0.19	0.63	134.47	173.25
29600	0.21	0.69	163.12	188.72
34800	0.26	0.86	191.78	225.10
39000	0.29	0.95	214.93	245.35
42200	0.31	1.02	232.56	258.19
49300	0.35	1.15	271.69	282.29
51000	0.36	1.18	281.06	287.98
59400	0.38	1.25	327.35	298.98
62600	0.49	1.61	344.98	350.05
65000	0.51	1.68	358.21	357.62
67500	0.59	1.94	371.99	382.66
69500	0.62	2.04	383.01	389.87
72000	0.69	2.27	396.79	402.10
<b>74200</b>	<b>0.75</b>	<b>2.47</b>	<b>408.91</b>	<b>407.45</b>
73000	0.85	2.80	402.30	405.83
71000	0.96	3.16	391.27	388.84
68000	1.04	3.42	374.74	366.49



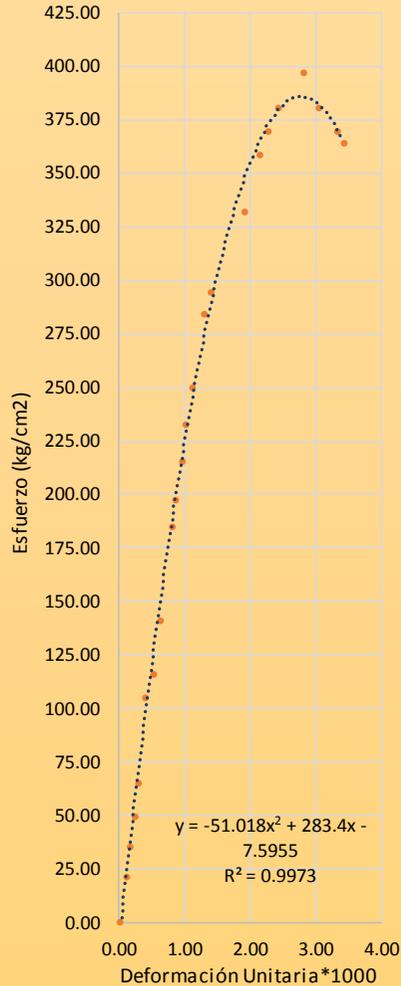
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-60.8 X^2 + 324.6 X + -24.68$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-60.8 X^2 + 315.22 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9908$   
 ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>): 408.91  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 303322.539

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.4% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.4-33  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 28 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.3  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 183.854

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
4000	0.03	0.10	21.76	27.20
6600	0.05	0.16	35.90	44.78
9200	0.07	0.23	50.04	61.92
12000	0.09	0.30	65.27	78.62
19400	0.12	0.39	105.52	102.83
21300	0.16	0.53	115.85	133.58
26000	0.19	0.63	141.42	155.48
34000	0.24	0.79	184.93	189.77
36400	0.26	0.86	197.98	202.71
39600	0.29	0.95	215.39	221.30
42800	0.31	1.02	232.79	233.14
46000	0.34	1.12	250.20	250.07
52300	0.39	1.28	284.47	276.08
54200	0.42	1.38	294.80	290.36
61100	0.58	1.91	332.33	349.75
66000	0.65	2.14	358.98	366.84
68000	0.69	2.27	369.86	374.18
70000	0.74	2.43	380.74	380.86
<b>73000</b>	<b>0.85</b>	<b>2.80</b>	<b>397.05</b>	<b>385.86</b>
70000	0.92	3.03	380.74	382.09
68000	1.01	3.32	369.86	369.29
67000	1.04	3.42	364.42	363.03

**Gráfica Esfuerzo-Deformación**



ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-51 X^2 + 283.4 X + -7.596$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-51 X^2 + 280.65 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9973$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 397.05  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 298893.395

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.4% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.4-34  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 28 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.2  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 181.458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
5000	0.04	0.13	27.55	40.38
9600	0.07	0.23	52.90	69.25
12500	0.13	0.43	68.89	123.38
16800	0.16	0.53	92.58	148.63
19000	0.17	0.56	104.71	156.78
21400	0.18	0.59	117.93	164.80
28300	0.19	0.63	155.96	172.68
34200	0.23	0.76	188.47	202.86
39000	0.27	0.89	214.93	230.90
46400	0.31	1.02	255.71	256.78
49000	0.34	1.12	270.03	274.79
51000	0.36	1.18	281.06	286.13
54000	0.39	1.28	297.59	302.12
59600	0.42	1.38	328.45	316.91
61500	0.46	1.51	338.92	334.75
64500	0.56	1.84	355.45	369.96
66000	0.64	2.11	363.72	388.47
70600	0.68	2.24	389.07	394.50
72200	0.75	2.47	397.89	399.90
<b>73500</b>	<b>0.77</b>	<b>2.53</b>	<b>405.05</b>	<b>400.23</b>
70000	0.88	2.89	385.76	392.47
68000	0.96	3.16	374.74	376.64
67000	1.05	3.45	369.23	348.56

**Gráfica Esfuerzo-Deformación**



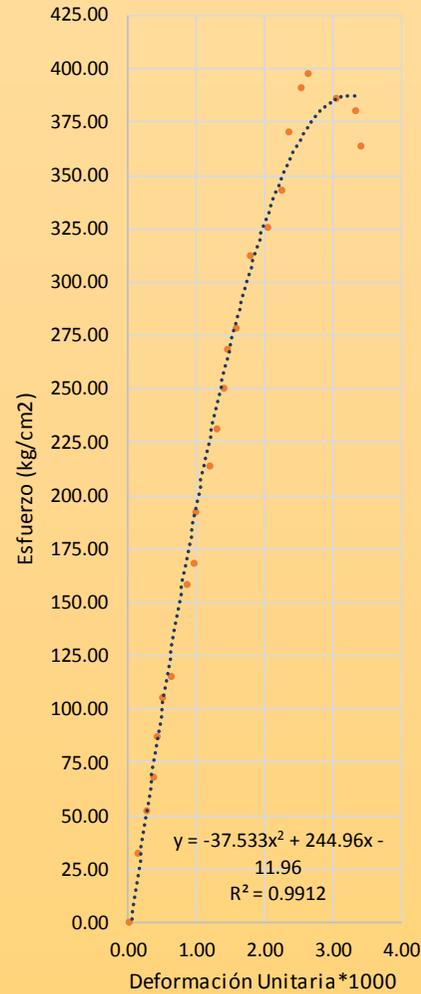
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-62 X^2 + 325.86 X + -27.99$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-62 X^2 + 315.03 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9833$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 405.05  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 301888.382

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.4% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.4-35  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 28 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.3  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 183.854

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
6000	0.04	0.13	32.63	31.10
9600	0.08	0.26	52.22	60.89
12500	0.11	0.36	67.99	82.39
16000	0.13	0.43	87.03	96.31
19400	0.15	0.49	105.52	109.91
21300	0.19	0.63	115.85	136.13
29200	0.26	0.86	158.82	178.89
31000	0.29	0.95	168.61	196.00
35400	0.30	0.99	192.54	201.54
39300	0.36	1.18	213.76	233.08
42500	0.39	1.28	231.16	247.75
46000	0.42	1.38	250.20	261.69
49400	0.44	1.45	268.69	270.58
51300	0.48	1.58	279.03	287.38
57500	0.54	1.78	312.75	310.14
60000	0.62	2.04	326.35	335.94
63200	0.68	2.24	343.75	351.88
68200	0.71	2.34	370.95	358.76
72000	0.77	2.53	391.62	370.31
<b>73200</b>	<b>0.80</b>	<b>2.63</b>	<b>398.14</b>	<b>374.99</b>
71000	0.92	3.03	386.18	386.40
70000	1.01	3.32	380.74	387.28
67000	1.03	3.39	364.42	386.59

Gráfica Esfuerzo-Deformación



ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-37.5 X^2 + 244.96 X + -11.96$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-37.5 X^2 + 241.27 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9912$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 398.14  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 299302.558

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.4% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.4-36  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 28 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.2  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 181.458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
3000	0.04	0.13	16.53	29.63
5600	0.05	0.16	30.86	36.86
9200	0.08	0.26	50.70	58.11
15000	0.10	0.33	82.66	71.92
16400	0.12	0.39	90.38	85.44
24300	0.21	0.69	133.91	142.73
26500	0.26	0.86	146.04	172.04
34800	0.31	1.02	191.78	199.56
38000	0.39	1.28	209.41	239.84
46200	0.42	1.38	254.60	253.76
49300	0.44	1.45	271.69	262.68
56500	0.61	2.01	311.37	326.89
62000	0.68	2.24	341.68	347.28
69400	0.74	2.43	382.46	361.97
<b>74100</b>	<b>0.84</b>	<b>2.76</b>	<b>408.36</b>	<b>380.68</b>
72000	0.96	3.16	396.79	393.65
71000	1.01	3.32	391.27	396.00
68000	1.03	3.39	374.74	396.43

Gráfica Esfuerzo-Deformación

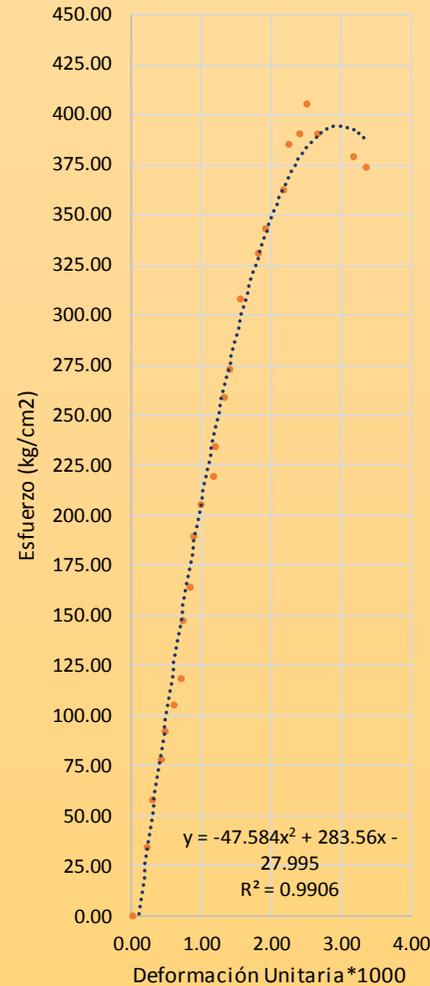


ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-33.2 X^2 + 231.39 X + -6.301$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-33.2 X^2 + 229.57 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9898$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 408.36  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 303118.075

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.4% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.4-37  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 28 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.1  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 179.079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
6200	0.06	0.20	34.62	52.23
10400	0.09	0.30	58.08	76.95
14000	0.13	0.43	78.18	108.47
16600	0.14	0.46	92.70	116.09
19000	0.18	0.59	106.10	145.56
21300	0.21	0.69	118.94	166.57
26400	0.22	0.72	147.42	173.37
29500	0.25	0.82	164.73	193.15
34000	0.27	0.89	189.86	205.82
36800	0.30	0.99	205.50	224.06
39300	0.35	1.15	219.46	252.39
42000	0.36	1.18	234.53	257.75
46400	0.40	1.32	259.10	278.15
49000	0.42	1.38	273.62	287.73
55200	0.47	1.55	308.24	309.88
59300	0.55	1.81	331.14	339.98
61500	0.58	1.91	343.42	349.56
64900	0.66	2.17	362.41	370.59
69000	0.68	2.24	385.31	374.82
70000	0.73	2.40	390.89	383.58
<b>72600</b>	<b>0.76</b>	<b>2.50</b>	<b>405.41</b>	<b>387.61</b>
70000	0.81	2.66	390.89	392.26
68000	0.96	3.16	379.72	390.75
67000	1.02	3.36	374.14	383.66

Gráfica Esfuerzo-Deformación

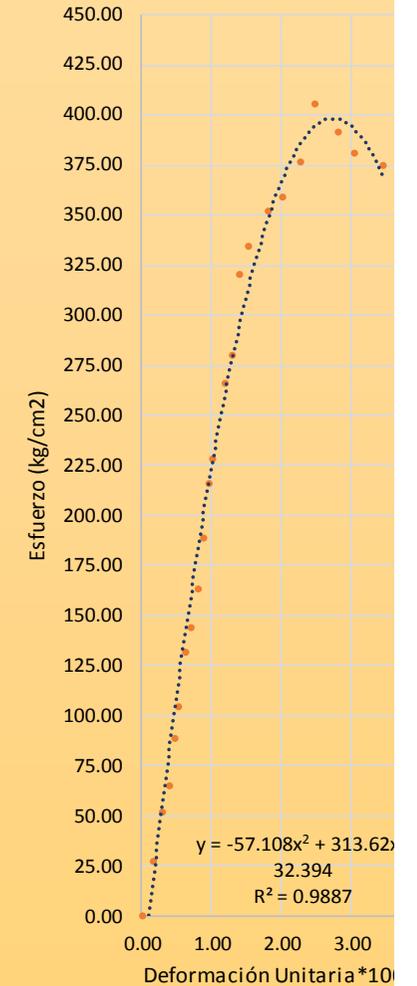


ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-47.6 X^2 + 283.56 X + -28$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-47.6 X^2 + 274.00 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9906$   
 ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>): 405.41  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 302021.376

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.4% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.4-38  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 28 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.3  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 183.854

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
5000	0.05	0.16	27.20	48.06
9600	0.09	0.30	52.22	84.28
12000	0.12	0.39	65.27	110.15
16400	0.14	0.46	89.20	126.78
19300	0.16	0.53	104.97	142.91
24200	0.19	0.63	131.63	166.19
26500	0.21	0.69	144.14	181.09
30000	0.24	0.79	163.17	202.51
34800	0.27	0.89	189.28	222.81
39700	0.29	0.95	215.93	235.73
42000	0.31	1.02	228.44	248.16
49000	0.36	1.18	266.52	277.06
51600	0.39	1.28	280.66	292.92
59000	0.42	1.38	320.91	307.67
61500	0.46	1.51	334.50	325.60
64800	0.55	1.81	352.45	358.71
66000	0.61	2.01	358.98	375.23
69200	0.69	2.27	376.39	390.33
<b>74600</b>	<b>0.75</b>	<b>2.47</b>	<b>405.76</b>	<b>396.46</b>
72000	0.85	2.80	391.62	396.80
70000	0.92	3.03	380.74	389.68
69000	1.05	3.45	375.30	360.40

Gráfica Esfuerzo-Deformación



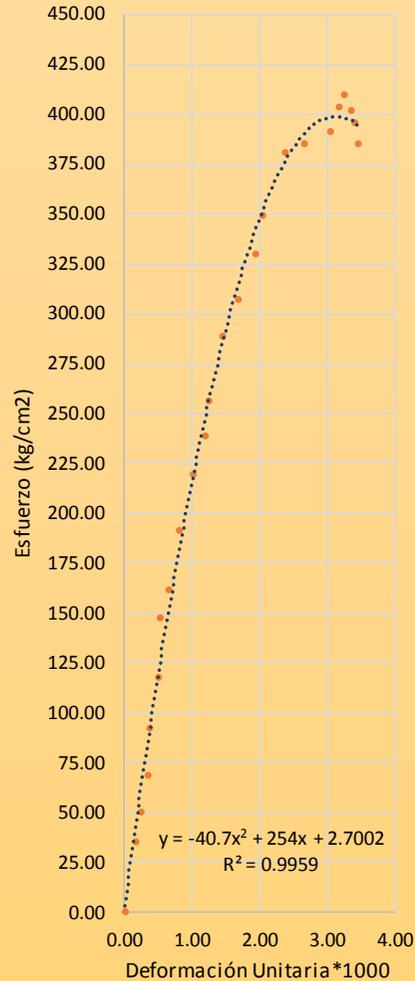
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-57.1 X^2 + 313.62 X + -32.39$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-57.1 X^2 + 301.59 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9887$   
 ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>): 405.76  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 302151.185

**ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.4% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.4-39  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 28 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.1  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 179.079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
6300	0.05	0.16	35.18	40.82
9000	0.07	0.23	50.26	56.53
12400	0.10	0.33	69.24	79.43
16600	0.11	0.36	92.70	86.89
21200	0.15	0.49	118.38	115.85
26500	0.16	0.53	147.98	122.86
29000	0.20	0.66	161.94	150.06
34400	0.24	0.79	192.09	175.84
39300	0.31	1.02	219.46	217.57
42800	0.36	1.18	239.00	244.74
46000	0.38	1.25	256.87	254.99
51700	0.44	1.45	288.70	283.62
55000	0.51	1.68	307.13	313.02
59200	0.59	1.94	330.58	341.33
62600	0.62	2.04	349.57	350.50
68200	0.72	2.37	380.84	375.32
69000	0.81	2.66	385.31	390.13
70100	0.92	3.03	391.45	398.54
72300	0.96	3.16	403.73	398.96
<b>73500</b>	<b>0.99</b>	<b>3.26</b>	<b>410.43</b>	<b>398.35</b>
72000	1.02	3.36	402.06	396.94
71000	1.03	3.39	396.47	396.30
69000	1.05	3.45	385.31	394.75

**Gráfica Esfuerzo-Deformación**



ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-40.7 X^2 + 254 X + 2.7$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-40.7 X^2 + 254.86 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9959$   
 ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>): 410.43  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 303887.643

**ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.4% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.4-40  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 28 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.1  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 179.079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
8000	0.05	0.16	44.67	43.33
9000	0.07	0.23	50.26	59.96
12600	0.09	0.30	70.36	76.18
16500	0.13	0.43	92.14	107.42
19000	0.15	0.49	106.10	122.43
29000	0.23	0.76	161.94	178.44
31200	0.26	0.86	174.23	197.78
39300	0.29	0.95	219.46	216.20
42000	0.31	1.02	234.53	227.98
46000	0.36	1.18	256.87	255.67
51600	0.42	1.38	288.14	285.56
55000	0.46	1.51	307.13	303.47
56400	0.49	1.61	314.95	315.84
58800	0.51	1.68	328.35	323.58
59000	0.58	1.91	329.46	347.50
60300	0.56	1.84	336.72	341.17
62000	0.61	2.01	346.22	356.23
64200	0.68	2.24	358.50	373.08
68000	0.74	2.43	379.72	383.59
70000	0.78	2.57	390.89	388.57
72000	0.84	2.76	402.06	393.02
<b>73800</b>	<b>0.88</b>	<b>2.89</b>	<b>412.11</b>	<b>393.97</b>
72000	0.94	3.09	402.06	392.35
68000	0.99	3.26	379.72	388.24
67000	1.02	3.36	374.14	384.55

**Gráfica Esfuerzo-Deformación**



ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-46.7 X^2 + 273.87 X + -7.958$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-46.7 X^2 + 271.15 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9944$   
 ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>): 412.11  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 304507.190

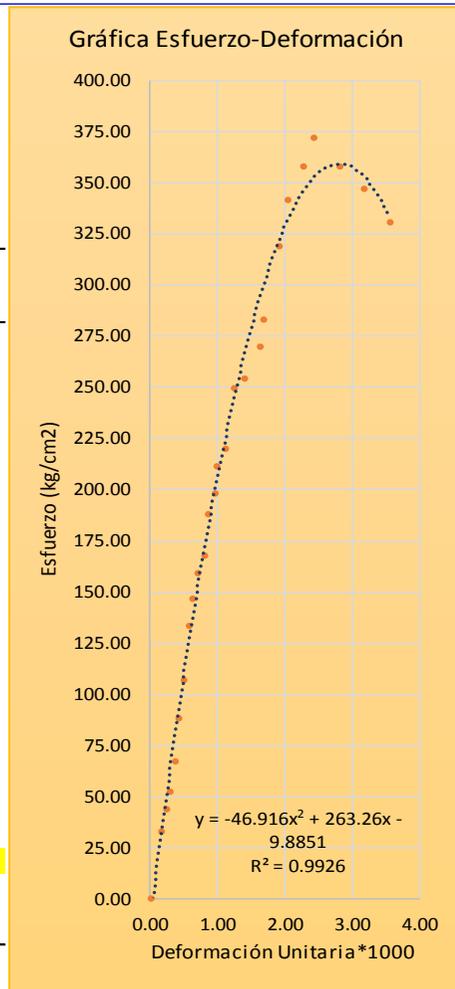
#### 4.3.2.2.4 Mezcla con dosificación de 1.7% por peso de cemento.

#### Diagrama de esfuerzo vs deformación unitaria para edad de 7 días

**ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.7% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.7-01  
 CEMENTO: PACAS MAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.2  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181.458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.00	0.00	0.00
6000	0.05	0.16	33.07	41.45
8000	0.07	0.23	44.09	57.31
9500	0.09	0.30	52.35	72.78
12200	0.11	0.36	67.23	87.83
16000	0.13	0.43	88.17	102.48
19400	0.15	0.49	106.91	116.73
24300	0.17	0.56	133.91	130.56
26600	0.19	0.63	146.59	143.99
29000	0.21	0.69	159.82	157.02
30500	0.24	0.79	168.08	175.80
34200	0.26	0.86	188.47	187.80
36000	0.29	0.95	198.39	205.06
38400	0.30	0.99	211.62	210.61
40000	0.34	1.12	220.44	231.78
45300	0.38	1.25	249.64	251.33
46200	0.42	1.38	254.60	269.26
49000	0.49	1.61	270.03	296.73
51400	0.51	1.68	283.26	303.66
58000	0.58	1.91	319.63	324.73
62000	0.62	2.04	341.68	334.53
65000	0.69	2.27	358.21	347.78
<b>67500</b>	<b>0.74</b>	<b>2.43</b>	<b>371.99</b>	<b>354.20</b>
65000	0.85	2.80	358.21	359.39
63000	0.96	3.16	347.19	352.29
60000	1.08	3.55	330.65	330.53



ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-46.9 X^2 + 263.26 X + -9.885$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-46.9 X^2 + 259.71 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9926$   
 ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>): 371.99  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 289304.119

**ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.7% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.7-02  
 CEMENTO: PACAS MAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.3  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 183.854

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.00	0.00	0.00
5000	0.03	0.10	27.20	26.50
15600	0.10	0.33	84.85	84.41
16000	0.13	0.43	87.03	107.54
19500	0.15	0.49	106.06	122.39
24800	0.16	0.53	134.89	129.65
31000	0.20	0.66	168.61	157.56
34300	0.25	0.82	186.56	189.92
39500	0.26	0.86	214.84	196.05
42000	0.31	1.02	228.44	225.03
46400	0.34	1.12	252.37	241.07
49600	0.40	1.32	269.78	270.11
51200	0.42	1.38	278.48	278.89
55000	0.46	1.51	299.15	295.09
61300	0.64	2.11	333.42	345.74
64000	0.74	2.43	348.10	358.12
<b>66500</b>	<b>0.85</b>	<b>2.80</b>	<b>361.70</b>	<b>358.74</b>
64000	0.89	2.93	348.10	355.59
63000	0.99	3.26	342.66	339.83
60000	1.07	3.52	326.35	319.12



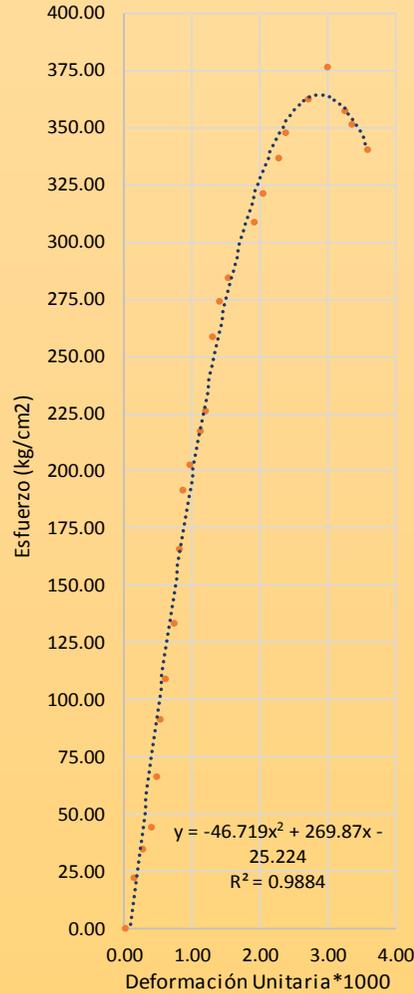
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-52 X^2 + 273.82 X + -0.29$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-52 X^2 + 273.71 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9931$   
 ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>): 361.70  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 285276.311

**ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.7% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.7-03  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.1  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 179.079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
4000	0.04	0.13	22.34	33.53
6200	0.08	0.26	34.62	65.45
8000	0.12	0.39	44.67	95.74
12000	0.14	0.46	67.01	110.28
16400	0.16	0.53	91.58	124.42
19600	0.18	0.59	109.45	138.15
24000	0.22	0.72	134.02	164.41
29800	0.24	0.79	166.41	176.93
34400	0.26	0.86	192.09	189.04
36300	0.29	0.95	202.70	206.46
39000	0.34	1.12	217.78	233.46
40500	0.36	1.18	226.16	243.55
46400	0.39	1.28	259.10	257.93
49200	0.42	1.38	274.74	271.40
51000	0.46	1.51	284.79	287.95
55400	0.58	1.91	309.36	327.88
57600	0.62	2.04	321.65	337.96
60300	0.69	2.27	336.72	351.70
62400	0.72	2.37	348.45	356.07
65000	0.82	2.70	362.97	364.07
<b>67500</b>	<b>0.91</b>	<b>2.99</b>	<b>376.93</b>	<b>362.63</b>
64000	0.99	3.26	357.38	354.47
63000	1.02	3.36	351.80	349.74
61000	1.09	3.59	340.63	335.17

**Gráfica Esfuerzo-Deformación**



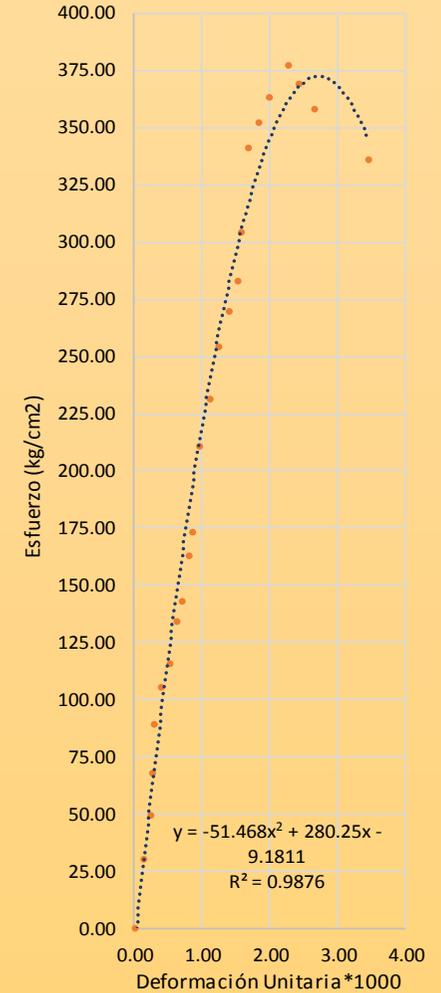
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-46.7 X^2 + 269.87 X + -25.22$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-46.7 X^2 + 260.99 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9884$   
 ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>): 376.93  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 291220.040

**ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.7% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.7-04  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.2  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181.458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
5600	0.04	0.13	30.86	35.54
9000	0.07	0.23	49.60	61.02
12400	0.08	0.26	68.34	69.29
16300	0.09	0.30	89.83	77.45
19200	0.12	0.39	105.81	101.27
21000	0.16	0.53	115.73	131.46
24400	0.19	0.63	134.47	152.93
26000	0.21	0.69	143.28	166.69
29600	0.24	0.79	163.12	186.49
31500	0.26	0.86	173.59	199.14
38300	0.29	0.95	211.07	217.27
42000	0.34	1.12	231.46	245.26
46200	0.38	1.25	254.60	265.65
49000	0.42	1.38	270.03	284.26
51400	0.46	1.51	283.26	301.09
55300	0.48	1.58	304.75	308.83
62000	0.51	1.68	341.68	319.61
64000	0.56	1.84	352.70	335.35
66000	0.60	1.97	363.72	345.94
<b>68500</b>	<b>0.69</b>	<b>2.27</b>	<b>377.50</b>	<b>363.25</b>
67000	0.74	2.43	369.23	368.96
65000	0.81	2.66	358.21	372.29
61000	1.05	3.45	336.17	342.25

**Gráfica Esfuerzo-Deformación**



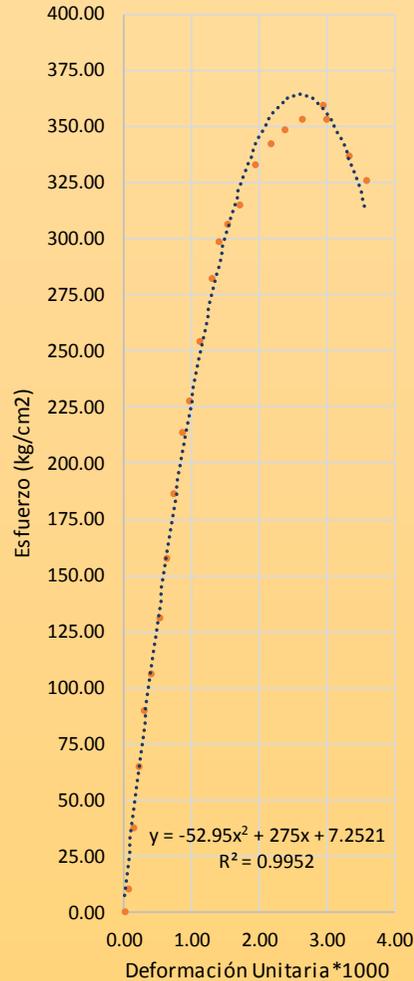
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-51.5 X^2 + 280.25 X + -9.181$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-51.5 X^2 + 276.86 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9876$   
 ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>): 377.50  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 291439.234

**ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.7% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.7-05  
 CEMENTO: PACASMA Y TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.3  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 183.854

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.02	0.07	10.88	18.05
7000	0.04	0.13	38.07	35.63
12000	0.06	0.20	65.27	52.76
16600	0.09	0.30	90.29	77.60
19500	0.12	0.39	106.06	101.40
24200	0.16	0.53	131.63	131.53
29000	0.19	0.63	157.73	152.93
34400	0.22	0.72	187.11	173.29
39300	0.26	0.86	213.76	198.84
42000	0.29	0.95	228.44	216.80
46800	0.34	1.12	254.55	244.44
51900	0.39	1.28	282.29	269.21
55000	0.42	1.38	299.15	282.70
56400	0.46	1.51	306.77	299.09
58000	0.52	1.71	315.47	320.22
61300	0.59	1.94	333.42	339.67
63000	0.66	2.17	342.66	353.49
64200	0.72	2.37	349.19	360.88
65000	0.80	2.63	353.54	364.31
<b>66200</b>	<b>0.89</b>	<b>2.93</b>	<b>360.07</b>	<b>359.40</b>
65000	0.91	2.99	353.54	357.05
62000	1.01	3.32	337.22	338.41
60000	1.09	3.59	326.35	315.26

**Gráfica Esfuerzo-Deformación**



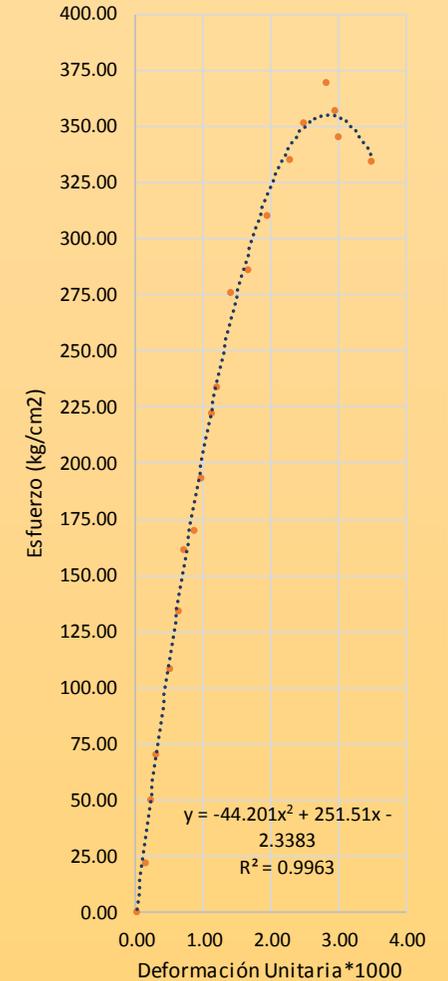
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-53 X^2 + 275 X + 7.252$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-53 X^2 + 277.78 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9952$   
 ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>): 360.07  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 284632.103

**ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.7% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.7-06  
 CEMENTO: PACASMA Y TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.1  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 179.079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
4000	0.04	0.13	22.34	32.22
9000	0.06	0.20	50.26	47.76
12600	0.09	0.30	70.36	70.34
19500	0.15	0.49	108.89	112.93
24100	0.19	0.63	134.58	139.41
29000	0.21	0.69	161.94	152.08
30500	0.26	0.86	170.32	182.07
34700	0.29	0.95	193.77	198.92
39900	0.34	1.12	222.81	225.08
42000	0.36	1.18	234.53	234.88
49500	0.42	1.38	276.41	261.97
51300	0.50	1.64	286.47	292.74
55600	0.59	1.94	310.48	320.04
60100	0.69	2.27	335.61	341.28
63000	0.75	2.47	351.80	349.44
<b>66300</b>	<b>0.85</b>	<b>2.80</b>	<b>370.23</b>	<b>355.37</b>
64000	0.89	2.93	357.38	355.07
62000	0.91	2.99	346.22	354.34
60000	1.06	3.49	335.05	336.71

**Gráfica Esfuerzo-Deformación**



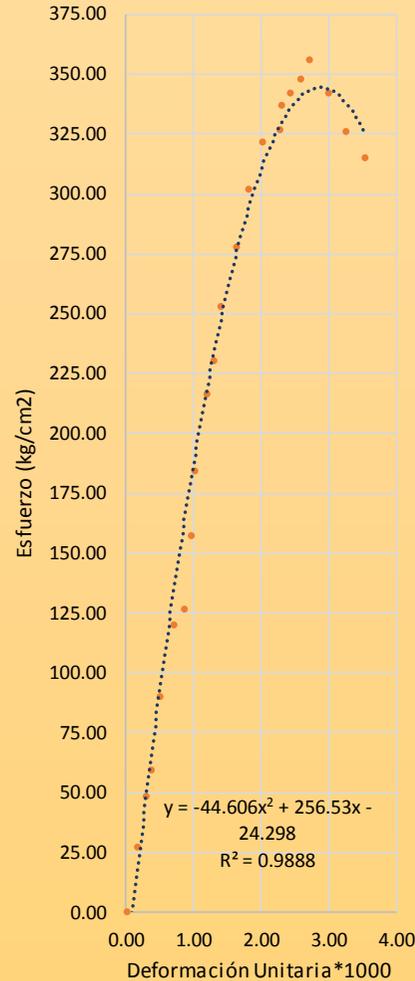
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-44.2 X^2 + 251.51 X - 2.338$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-44.2 X^2 + 250.69 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9963$   
 ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>): 370.23  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 288619.809

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.7% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.7-07  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.3  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 183.854

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
5000	0.05	0.16	27.20	39.57
9000	0.09	0.30	48.95	69.49
11000	0.11	0.36	59.83	83.87
16600	0.15	0.49	90.29	111.48
22100	0.21	0.69	120.20	149.99
23300	0.26	0.86	126.73	179.42
29000	0.29	0.95	157.73	195.93
34000	0.31	1.02	184.93	206.45
39800	0.36	1.18	216.48	231.06
42400	0.39	1.28	230.62	244.66
46600	0.42	1.38	253.46	257.40
51200	0.49	1.61	278.48	283.75
55600	0.55	1.81	302.41	302.56
59200	0.61	2.01	321.99	317.90
60200	0.69	2.27	327.43	332.95
62000	0.70	2.30	337.22	334.40
63000	0.74	2.43	342.66	339.22
64000	0.78	2.57	348.10	342.50
<b>65500</b>	<b>0.82</b>	<b>2.70</b>	<b>356.26</b>	<b>344.23</b>
63000	0.91	2.99	342.66	342.48
60000	0.99	3.26	326.35	334.36
58000	1.07	3.52	315.47	320.07

Gráfica Esfuerzo-Deformación



ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-44.6 X^2 + 256.53 X + -24.3$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-44.6 X^2 + 247.94 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9888$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 356.26  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 283123.252

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.7% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.7-08  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.2  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 181.458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
6000	0.06	0.20	33.07	47.71
9600	0.07	0.23	52.90	55.33
12100	0.09	0.30	66.68	70.28
16500	0.10	0.33	90.93	77.62
19300	0.15	0.49	106.36	112.87
21500	0.19	0.63	118.48	139.36
28900	0.21	0.69	159.27	152.03
29000	0.24	0.79	159.82	170.33
34000	0.26	0.86	187.37	182.06
36400	0.29	0.95	200.60	198.94
39200	0.31	1.02	216.03	209.72
42000	0.36	1.18	231.46	235.00
46000	0.42	1.38	253.50	262.21
51600	0.49	1.61	284.36	289.63
54200	0.51	1.68	298.69	296.61
59800	0.64	2.11	329.55	332.74
62000	0.75	2.47	341.68	350.77
65000	0.85	2.80	358.21	357.21
<b>67600</b>	<b>0.89</b>	<b>2.93</b>	<b>372.54</b>	<b>357.12</b>
65000	0.96	3.16	358.21	353.32
64000	0.99	3.26	352.70	350.27
60000	1.05	3.45	330.65	341.60

Gráfica Esfuerzo-Deformación



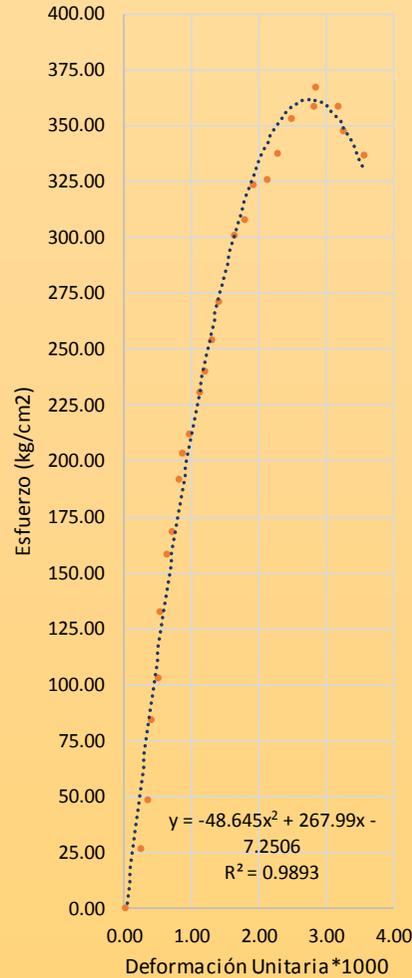
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-43.9 X^2 + 251.57 X + -3.405$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-43.9 X^2 + 250.38 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9948$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 372.54  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 289518.339

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.7% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.7-09  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.3  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 183.854

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
5000	0.07	0.23	27.20	58.52
9000	0.10	0.33	48.95	82.02
15600	0.12	0.39	84.85	97.16
19000	0.15	0.49	103.34	119.08
24500	0.16	0.53	133.26	126.18
29100	0.19	0.63	158.28	146.84
31000	0.21	0.69	168.61	160.08
35300	0.24	0.79	192.00	179.16
37500	0.26	0.86	203.97	191.36
39000	0.29	0.95	212.13	208.86
42500	0.34	1.12	231.16	235.92
44200	0.36	1.18	240.41	246.01
46800	0.39	1.28	254.55	260.35
49900	0.42	1.38	271.41	273.74
55400	0.49	1.61	301.33	301.31
56700	0.54	1.78	308.40	317.85
59600	0.58	1.91	324.17	329.18
60000	0.64	2.11	326.35	343.02
62200	0.69	2.27	338.31	351.66
65000	0.75	2.47	353.54	358.55
66000	0.85	2.80	358.98	361.62
<b>67600</b>	<b>0.86</b>	<b>2.83</b>	<b>367.68</b>	<b>361.34</b>
66000	0.96	3.16	358.98	352.83
64000	0.99	3.26	348.10	348.22
62000	1.08	3.55	337.22	328.71

Gráfica Esfuerzo-Deformación



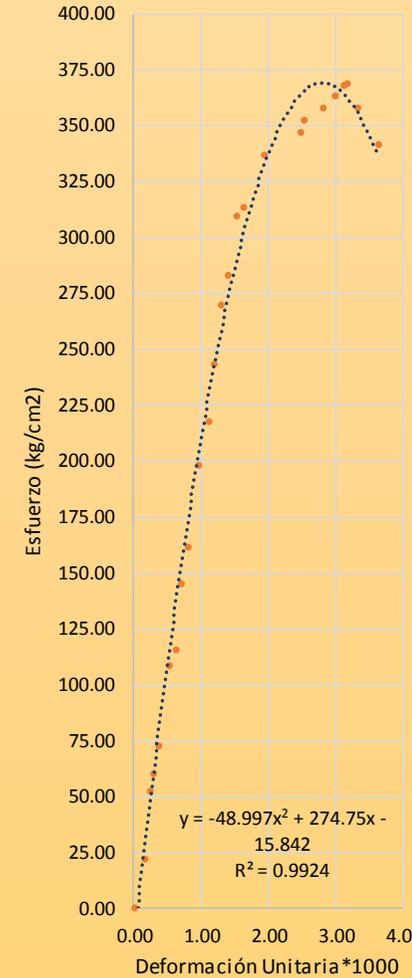
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-48.6 X^2 + 267.99 X + -7.251$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-48.6 X^2 + 265.34 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9893$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 367.68  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 287626.062

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.7% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.7-10  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.2  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 181.458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
4000	0.05	0.16	22.04	42.92
9600	0.07	0.23	52.90	59.35
11000	0.09	0.30	60.62	75.36
13200	0.11	0.36	72.74	90.93
19800	0.16	0.53	109.12	128.03
21000	0.19	0.63	115.73	149.01
26400	0.21	0.69	145.49	162.47
29300	0.24	0.79	161.47	181.86
36000	0.29	0.95	198.39	212.06
39600	0.34	1.12	218.23	239.61
44200	0.36	1.18	243.58	249.89
49000	0.39	1.28	270.03	264.51
51400	0.42	1.38	283.26	278.18
56300	0.46	1.51	310.26	294.91
57000	0.49	1.61	314.12	306.35
61200	0.59	1.94	337.27	337.60
63000	0.75	2.47	347.19	365.53
64000	0.77	2.53	352.70	367.11
65000	0.85	2.80	358.21	369.20
66000	0.91	2.99	363.72	366.31
<b>66800</b>	<b>0.95</b>	<b>3.13</b>	<b>368.13</b>	<b>362.26</b>
67000	0.96	3.16	369.23	360.99
65000	1.01	3.32	358.21	353.02
62000	1.10	3.62	341.68	331.99

Gráfica Esfuerzo-Deformación



ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-49 X^2 + 274.75 X + -15.84$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-49 X^2 + 269.04 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9924$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 369.23  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 288230.631

## Diagrama de esfuerzo vs deformación unitaria para edad de 28 días

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.7% POR PESO DE CEMENTO

COD. ESPÉCIMEN: BG-1.7-31  
CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
EDAD: 28 DÍAS  
DIÁMETRO (cm): 15.3  
ALTURA (mm): 304  
ÁREA (cm<sup>2</sup>): 183.854

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.00	0.00	0.00
5000	0.05	0.16	27.20	53.52
8000	0.08	0.26	43.51	83.85
9000	0.12	0.39	48.95	122.22
12600	0.13	0.43	68.53	131.44
16000	0.14	0.46	87.03	140.51
19300	0.16	0.53	104.97	158.21
31000	0.19	0.63	168.61	183.65
34500	0.22	0.72	187.65	207.76
39600	0.26	0.86	215.39	237.83
42200	0.27	0.89	229.53	244.97
46800	0.29	0.95	254.55	258.82
49900	0.30	0.99	271.41	265.52
51000	0.32	1.05	277.39	278.48
52400	0.34	1.12	285.01	290.85
56300	0.38	1.25	306.22	313.80
59000	0.42	1.38	320.91	334.38
61800	0.49	1.61	336.14	364.68
63200	0.51	1.68	343.75	372.01
67600	0.58	1.91	367.68	392.98
70000	0.62	2.04	380.74	401.70
75000	0.69	2.27	407.93	411.25
<b>78500</b>	<b>0.74</b>	<b>2.43</b>	<b>426.97</b>	<b>413.63</b>
75000	0.85	2.80	407.93	405.81
74000	0.92	3.03	402.49	391.50
70000	0.99	3.26	380.74	369.92



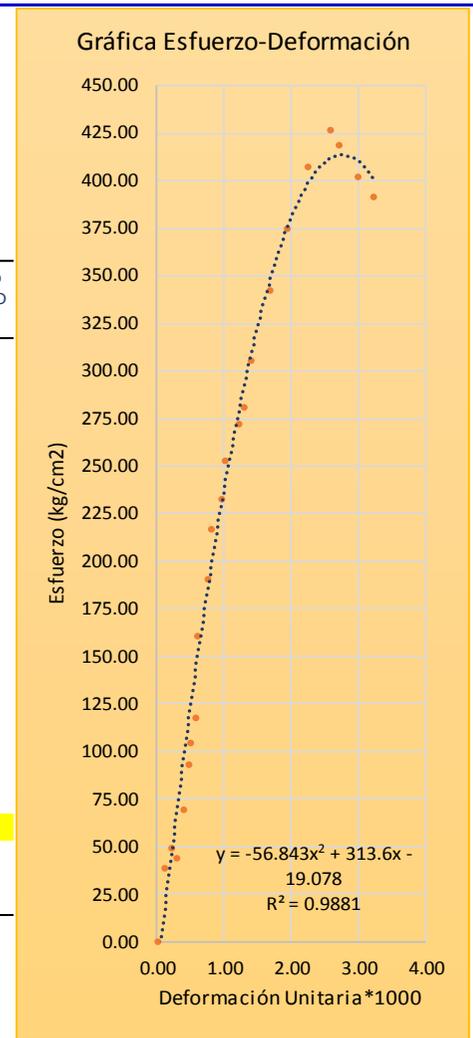
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-68.5 X^2 + 351.5 X - 37.28$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-68.5 X^2 + 336.66 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9812$   
 ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>): 426.97  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 309948.626

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.7% POR PESO DE CEMENTO

COD. ESPÉCIMEN: BG-1.7-32  
CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
EDAD: 28 DÍAS  
DIÁMETRO (cm): 15.2  
ALTURA (mm): 304  
ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181.458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.00	0.00	0.00
7000	0.03	0.10	38.58	29.70
9000	0.06	0.20	49.60	58.30
8000	0.09	0.30	44.09	85.79
12600	0.12	0.39	69.44	112.17
16900	0.14	0.46	93.13	129.14
19000	0.15	0.49	104.71	137.45
21400	0.17	0.56	117.93	153.68
29200	0.18	0.59	160.92	161.61
34600	0.23	0.76	190.68	199.43
39400	0.24	0.79	217.13	206.63
42300	0.29	0.95	233.11	240.76
46000	0.31	1.02	253.50	253.55
49500	0.37	1.22	272.79	288.97
51000	0.39	1.28	281.06	299.79
55400	0.42	1.38	305.30	315.10
62200	0.51	1.68	342.78	354.39
68000	0.59	1.94	374.74	380.95
74000	0.68	2.24	407.81	401.42
<b>77500</b>	<b>0.78</b>	<b>2.57</b>	<b>427.10</b>	<b>412.47</b>
76000	0.82	2.70	418.83	413.45
73000	0.91	2.99	402.30	408.45
71000	0.98	3.22	391.27	397.68



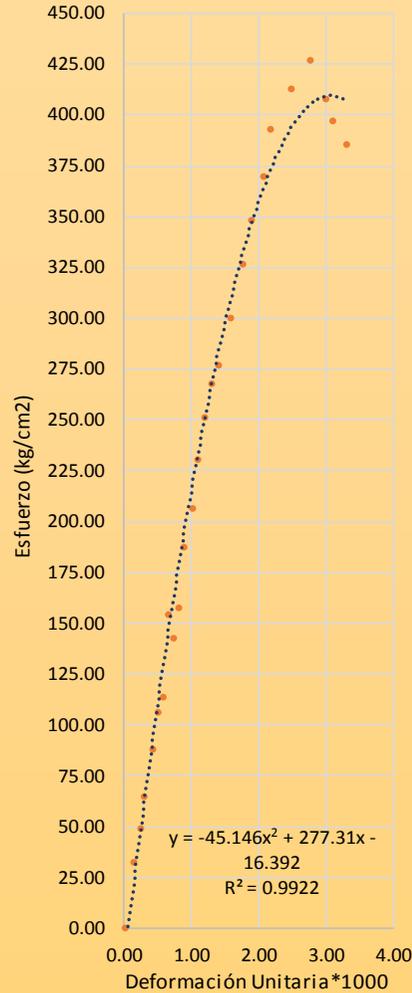
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-56.8 X^2 + 313.6 X - 19.08$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-56.8 X^2 + 306.61 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9881$   
 ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>): 427.10  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 309994.210

**ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.7% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.7-33  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 28 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.3  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 183.854

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
6000	0.04	0.13	32.63	35.00
9000	0.07	0.23	48.95	60.22
12000	0.09	0.30	65.27	76.55
16200	0.13	0.43	88.11	108.03
19600	0.15	0.49	106.61	123.18
21000	0.17	0.56	114.22	137.94
28400	0.20	0.66	154.47	159.35
26300	0.22	0.72	143.05	173.14
29000	0.24	0.79	157.73	186.54
34500	0.27	0.89	187.65	205.90
38000	0.31	1.02	206.69	230.34
42500	0.33	1.09	231.16	241.98
46200	0.36	1.18	251.29	258.70
49300	0.39	1.28	268.15	274.54
51000	0.42	1.38	277.39	289.51
55200	0.48	1.58	300.24	316.80
60100	0.53	1.74	326.89	336.85
64000	0.57	1.88	348.10	351.13
68000	0.63	2.07	369.86	369.63
72300	0.66	2.17	393.25	377.56
76000	0.75	2.47	413.37	396.07
<b>78600</b>	<b>0.84</b>	<b>2.76</b>	<b>427.51</b>	<b>406.67</b>
75000	0.91	2.99	407.93	409.44
73000	0.94	3.09	397.05	409.16
71000	1.00	3.29	386.18	405.97

Gráfica Esfuerzo-Deformación



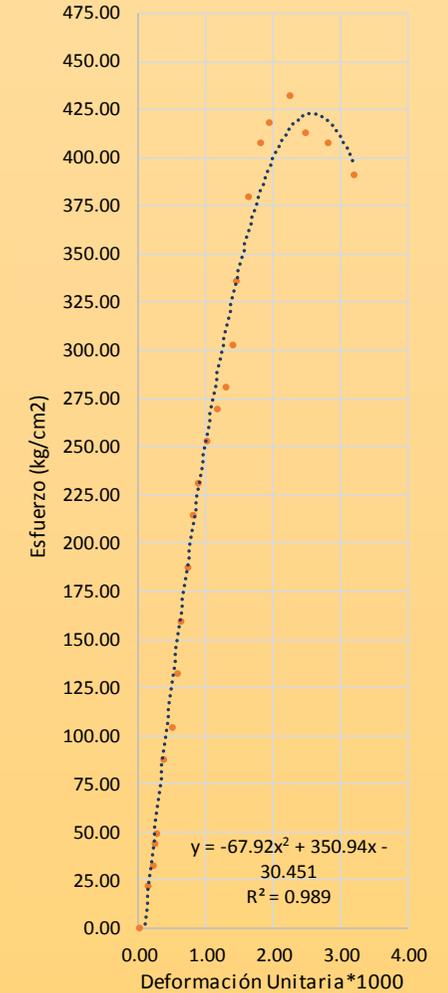
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-45.1 X^2 + 277.31 X - 16.39$   
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 310145.983  
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9922$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 427.51  
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-45.1 X^2 + 271.92 X + 0$

**ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.7% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.7-34  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 28 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.2  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 181.458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
4000	0.04	0.13	22.04	43.42
6000	0.06	0.20	33.07	64.25
8000	0.07	0.23	44.09	74.45
9000	0.08	0.26	49.60	84.49
16000	0.11	0.36	88.17	113.75
19000	0.15	0.49	104.71	150.71
24000	0.17	0.56	132.26	168.30
29000	0.19	0.63	159.82	185.31
34000	0.22	0.72	187.37	209.72
39000	0.24	0.79	214.93	225.26
42000	0.27	0.89	231.46	247.46
46000	0.31	1.02	253.50	275.01
49000	0.35	1.15	270.03	300.21
51000	0.39	1.28	281.06	323.05
55000	0.42	1.38	303.10	338.64
61000	0.44	1.45	336.17	348.30
69000	0.49	1.61	380.25	369.87
74000	0.55	1.81	407.81	390.91
76000	0.59	1.94	418.83	402.00
<b>78500</b>	<b>0.68</b>	<b>2.24</b>	<b>432.61</b>	<b>418.34</b>
75000	0.75	2.47	413.32	422.82
74000	0.85	2.80	407.81	416.72
71000	0.97	3.19	391.27	390.01

Gráfica Esfuerzo-Deformación



ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-67.9 X^2 + 350.94 X - 30.45$   
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 311987.762  
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.989$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 432.61  
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-67.9 X^2 + 338.95 X + 0$

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.7% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.7-35  
 CEMENTO: PACASMA YO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 28 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.1  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 179.079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
5000	0.02	0.07	27.92	18.49
9000	0.04	0.13	50.26	36.56
12600	0.05	0.16	70.36	45.44
16600	0.08	0.26	92.70	71.43
19500	0.11	0.36	108.89	96.47
21000	0.14	0.46	117.27	120.56
28200	0.17	0.56	157.47	143.70
29300	0.20	0.66	163.62	165.88
34800	0.23	0.76	194.33	187.11
36000	0.26	0.86	201.03	207.38
39000	0.31	1.02	217.78	239.05
44400	0.32	1.05	247.94	245.07
46600	0.35	1.15	260.22	262.49
49000	0.38	1.25	273.62	278.95
51200	0.41	1.35	285.91	294.46
58800	0.47	1.55	328.35	322.62
62000	0.53	1.74	346.22	346.97
68200	0.59	1.94	380.84	367.50
74000	0.65	2.14	413.23	384.23
75000	0.72	2.37	418.81	398.92
<b>76900</b>	<b>0.80</b>	<b>2.63</b>	<b>429.42</b>	<b>409.36</b>
74000	0.82	2.70	413.23	410.91
72000	0.91	2.99	402.06	412.64
69000	0.98	3.22	385.31	408.06

Gráfica Esfuerzo-Deformación



**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.7% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.7-36  
 CEMENTO: PACASMA YO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 28 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.3  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 183.854

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
6000	0.04	0.13	32.63	45.79
9000	0.05	0.16	48.95	56.82
15200	0.08	0.26	82.67	88.93
19800	0.10	0.33	107.69	109.50
28000	0.14	0.46	152.29	148.67
34400	0.17	0.56	187.11	176.30
39600	0.19	0.63	215.39	193.90
42000	0.24	0.79	228.44	234.99
49300	0.26	0.86	268.15	250.27
51400	0.31	1.02	279.57	285.57
58000	0.33	1.09	315.47	298.53
62200	0.38	1.25	338.31	328.03
66300	0.46	1.51	360.61	366.62
68200	0.54	1.78	370.95	394.62
74800	0.63	2.07	406.84	413.45
76000	0.68	2.24	413.37	418.12
<b>77000</b>	<b>0.77</b>	<b>2.53</b>	<b>418.81</b>	<b>416.09</b>
75000	0.81	2.66	407.93	410.88
74000	0.83	2.73	402.49	407.28
70000	0.96	3.16	380.74	367.76

Gráfica Esfuerzo-Deformación



ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-48.9 X^2 + 281.58 X + 7.942$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-48.9 X^2 + 284.33 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9908$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 429.42  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 310836.880

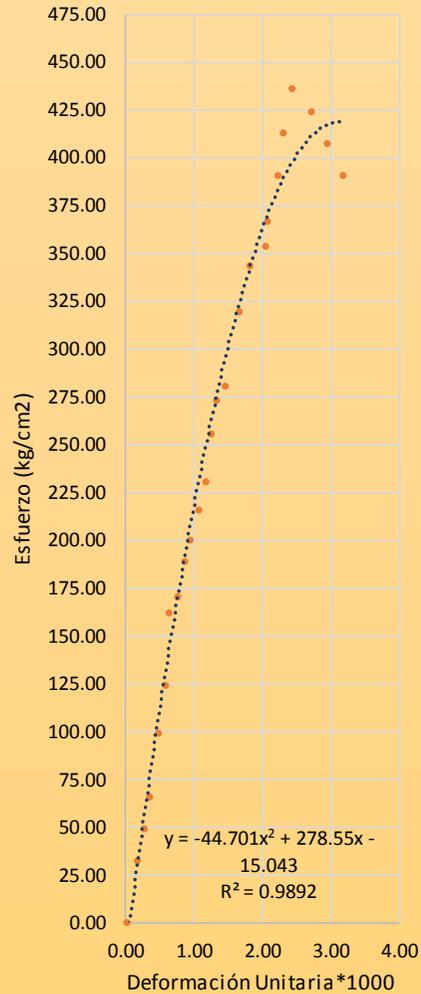
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-76.5 X^2 + 357.78 X + 0.643$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-76.5 X^2 + 358.05 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9936$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 418.81  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 306973.051

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.7% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.7-37  
 CEMENTO: PACASMA Y TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 28 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.2  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 181.458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
6000	0.05	0.16	33.07	43.80
9000	0.08	0.26	49.60	68.93
12000	0.10	0.33	66.13	85.19
18000	0.14	0.46	99.20	116.56
22600	0.17	0.56	124.55	139.07
29500	0.19	0.63	162.57	153.59
31000	0.23	0.76	170.84	181.47
34400	0.26	0.86	189.58	201.37
36300	0.28	0.92	200.05	214.15
39200	0.32	1.05	216.03	238.55
42000	0.35	1.15	231.46	255.84
46500	0.38	1.25	256.26	272.25
49600	0.40	1.32	273.34	282.71
51000	0.44	1.45	281.06	302.47
58000	0.50	1.64	319.63	329.21
62400	0.55	1.81	343.88	348.83
64300	0.62	2.04	354.35	372.23
66600	0.63	2.07	367.03	375.19
71000	0.67	2.20	391.27	386.04
75000	0.70	2.30	413.32	393.17
<b>79200</b>	<b>0.74</b>	<b>2.43</b>	<b>436.46</b>	<b>401.32</b>
77000	0.82	2.70	424.34	412.98
74000	0.89	2.93	407.81	418.10
71000	0.96	3.16	391.27	418.48

**Gráfica Esfuerzo-Deformación**



ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-44.7 X^2 + 278.55 X + -15.04$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-44.7 X^2 + 273.68 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9892$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 436.46  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 313375.703

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.7% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.7-38  
 CEMENTO: PACASMA Y TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 28 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.3  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 183.854

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
5000	0.05	0.16	27.20	49.84
9600	0.06	0.20	52.22	59.42
12800	0.08	0.26	69.62	78.21
14400	0.09	0.30	78.32	87.41
19600	0.14	0.46	106.61	131.50
21200	0.17	0.56	115.31	156.42
24600	0.19	0.63	133.80	172.40
29000	0.22	0.72	157.73	195.41
34000	0.23	0.76	184.93	202.82
39400	0.26	0.86	214.30	224.30
42600	0.28	0.92	231.71	237.98
46200	0.32	1.05	251.29	263.81
52000	0.38	1.25	282.83	298.72
59800	0.44	1.45	325.26	329.04
65200	0.46	1.51	354.63	338.13
69000	0.58	1.91	375.30	381.91
74000	0.68	2.24	402.49	404.36
76000	0.77	2.53	413.37	413.65
<b>79400</b>	<b>0.80</b>	<b>2.63</b>	<b>431.86</b>	<b>414.45</b>
77000	0.86	2.83	418.81	412.61
75000	0.89	2.93	407.93	409.96
71000	0.95	3.13	386.18	401.22

**Gráfica Esfuerzo-Deformación**



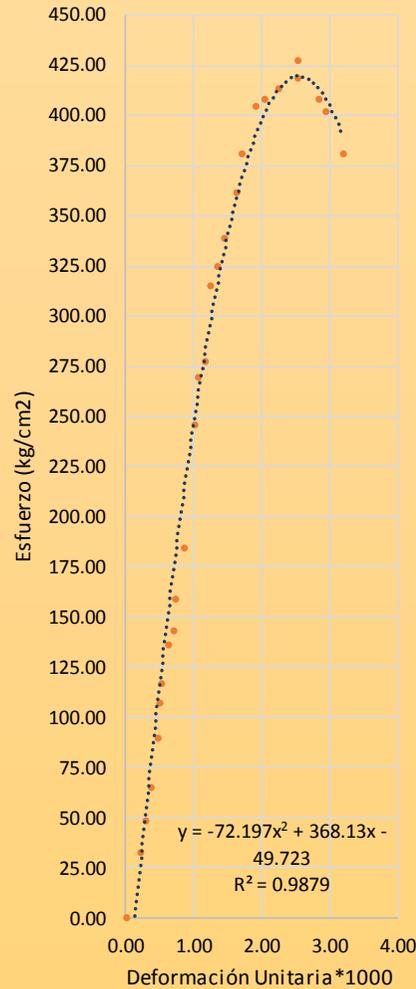
ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-59 X^2 + 320.16 X + -20$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-59 X^2 + 312.70 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9915$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 431.86  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 311720.338

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.7% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.7-39  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 28 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.3  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 183.854

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
6000	0.06	0.20	32.63	65.89
9000	0.09	0.30	48.95	96.72
12000	0.11	0.36	65.27	116.50
16600	0.14	0.46	90.29	144.99
19800	0.15	0.49	107.69	154.17
21500	0.16	0.53	116.94	163.20
25000	0.19	0.63	135.98	189.35
26400	0.21	0.69	143.59	206.00
29300	0.22	0.72	159.37	214.09
34000	0.26	0.86	184.93	244.89
45200	0.31	1.02	245.85	279.88
49600	0.32	1.05	269.78	286.40
51000	0.35	1.15	277.39	305.05
58000	0.38	1.25	315.47	322.29
59800	0.41	1.35	325.26	338.13
62400	0.44	1.45	339.40	352.56
66600	0.49	1.61	362.24	373.48
70000	0.52	1.71	380.74	384.16
74400	0.58	1.91	404.67	401.30
75000	0.62	2.04	407.93	409.60
76000	0.68	2.24	413.37	417.37
77000	0.77	2.53	418.81	418.47
<b>78600</b>	<b>0.77</b>	<b>2.53</b>	<b>427.51</b>	<b>418.47</b>
75000	0.86	2.83	407.93	406.91
74000	0.89	2.93	402.49	400.25
70000	0.97	3.19	380.74	375.61

**Gráfica Esfuerzo-Deformación**



ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-72.2 X^2 + 368.13 X + -49.72$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-72.2 X^2 + 348.08 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9879$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 427.51  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 310145.983

**ESFUERZO Vs DEFORMACION UNITARIA**

MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.7% POR PESO DE CEMENTO  
 COD. ESPÉCIMEN: BG-1.7-40  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I ASTM C 150  
 EDAD: 28 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15.2  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm²): 181.458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO O
0	0.00	0.00	0.00	0.00
6000	0.05	0.16	33.07	48.78
9000	0.06	0.20	49.60	58.17
12000	0.08	0.26	66.13	76.58
16600	0.10	0.33	91.48	94.51
19500	0.11	0.36	107.46	103.29
21100	0.14	0.46	116.28	128.90
28200	0.17	0.56	155.41	153.42
31300	0.19	0.63	172.49	169.15
34000	0.22	0.72	187.37	191.84
36600	0.23	0.76	201.70	199.16
39000	0.26	0.86	214.93	220.38
42400	0.31	1.02	233.66	253.32
46300	0.32	1.05	255.15	259.54
49200	0.35	1.15	271.14	277.47
51000	0.38	1.25	281.06	294.31
55000	0.41	1.35	303.10	310.05
59300	0.44	1.45	326.80	324.69
62500	0.46	1.51	344.43	333.85
68000	0.53	1.74	374.74	362.05
70600	0.68	2.24	389.07	402.36
72000	0.69	2.27	396.79	404.08
74000	0.77	2.53	407.81	413.40
75000	0.82	2.70	413.32	415.26
<b>78100</b>	<b>0.86</b>	<b>2.83</b>	<b>430.40</b>	<b>414.56</b>
76000	0.86	2.83	418.83	414.56
74000	0.91	2.99	407.81	410.93
72000	0.99	3.26	396.79	398.81

**Gráfica Esfuerzo-Deformación**

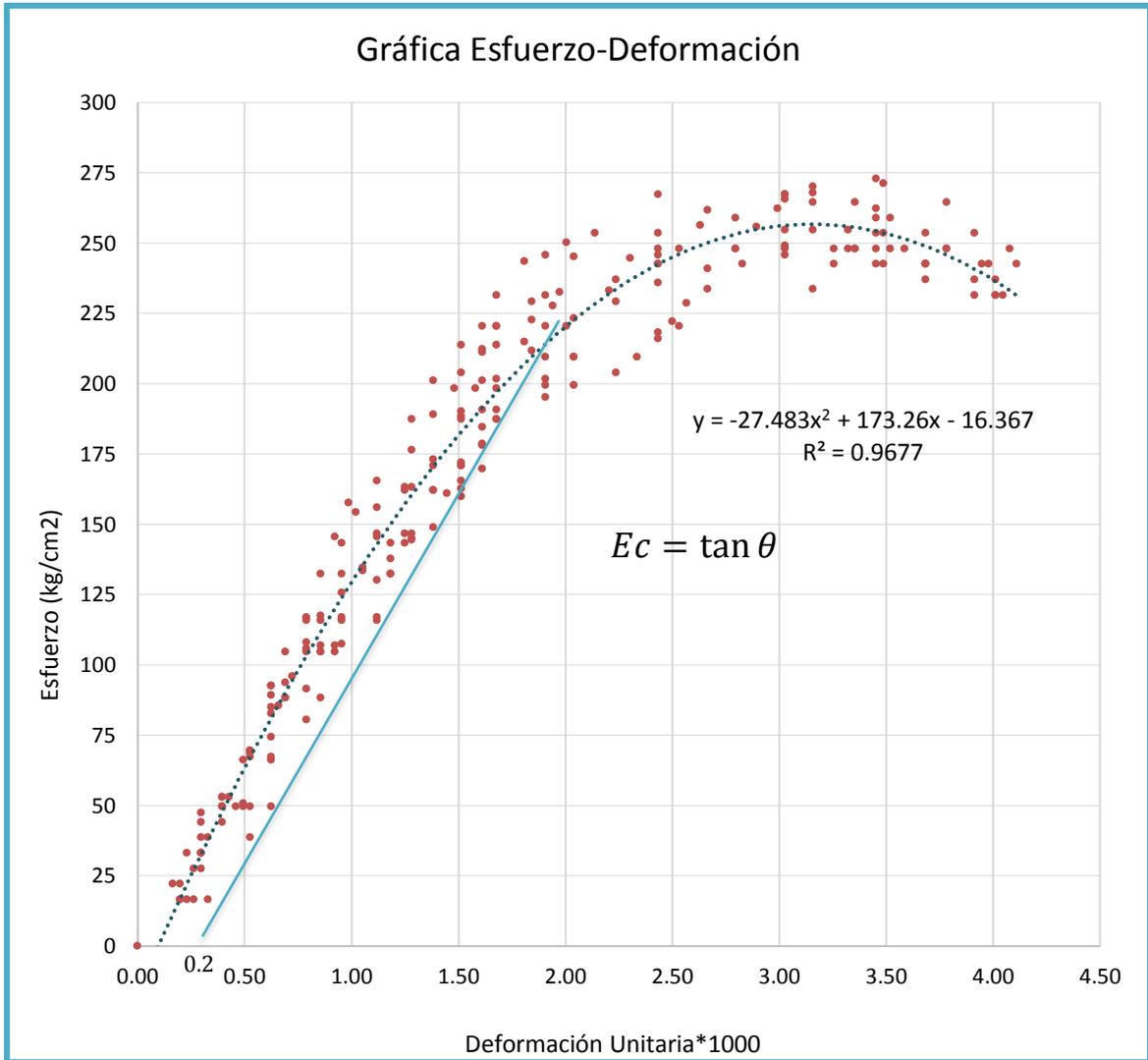


ECUACIÓN (ESFUERZO):  $-56.3 X^2 + 308.06 X + -6.07$   
 ECUACIÓN CORREGIDA:  $-56.3 X^2 + 305.83 X + 0$   
 COEF. CORRELACIÓN:  $R^2 = 0.9965$   
 ESF. ROTURA (kg/cm²): 430.40  
 MÓD. DE ELASTICIDAD: 311191.874

### 4.3.2.3 Análisis de los Diagramas

#### 4.3.2.3.1 Diagramas Promedio según sus dosificaciones a edad de 7 días.

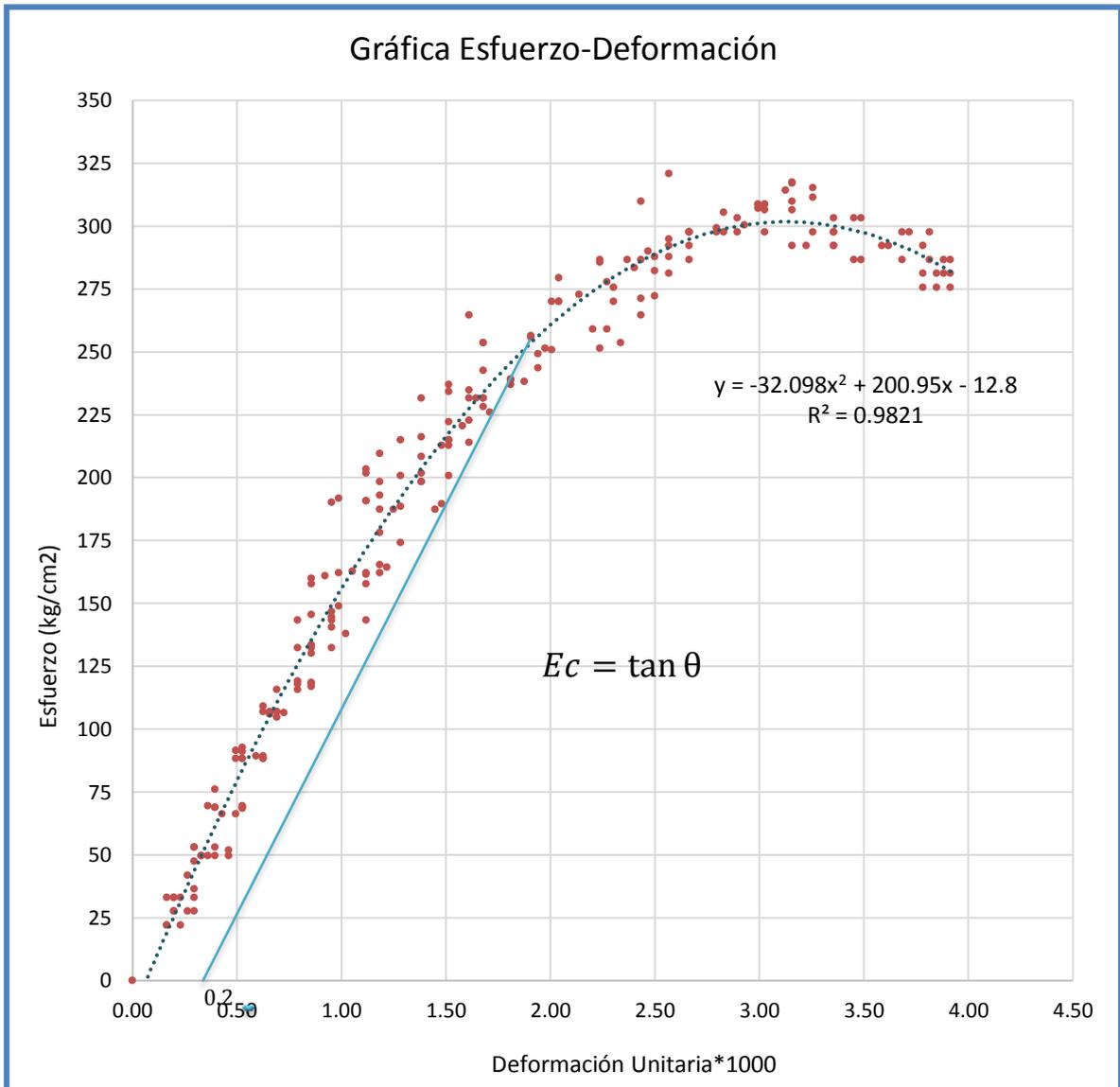
**Grafico N°02: Grafica Promedio Esfuerzo Vs Deformación Unitaria – Mezcla Patrón**



**Cuadro N°27: Valores Promedio Obtenidos de la gráfica**

<b>ECUACIÓN (ESFUERZO):</b>	<b>-31 X<sup>2</sup> + 187.3 X + -14.75</b>	
<b>COEF. CORRELACIÓN:</b>	<b>R<sup>2</sup> = 0.9905</b>	
<b>ECUACIÓN CORREGIDA:</b>	<b>-31 X<sup>2</sup> + 182.36 X + 0</b>	
<b>CARGA MAX. (kg):</b>	<b>49500</b>	
<b>ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>):</b>	<b>272.79</b>	
<b>MODULO DE LASTICIDAD (kg/cm<sup>2</sup>):</b>	<b>247745</b>	<b>Norma</b>
	<b>238403</b>	<b>Gráfica</b>

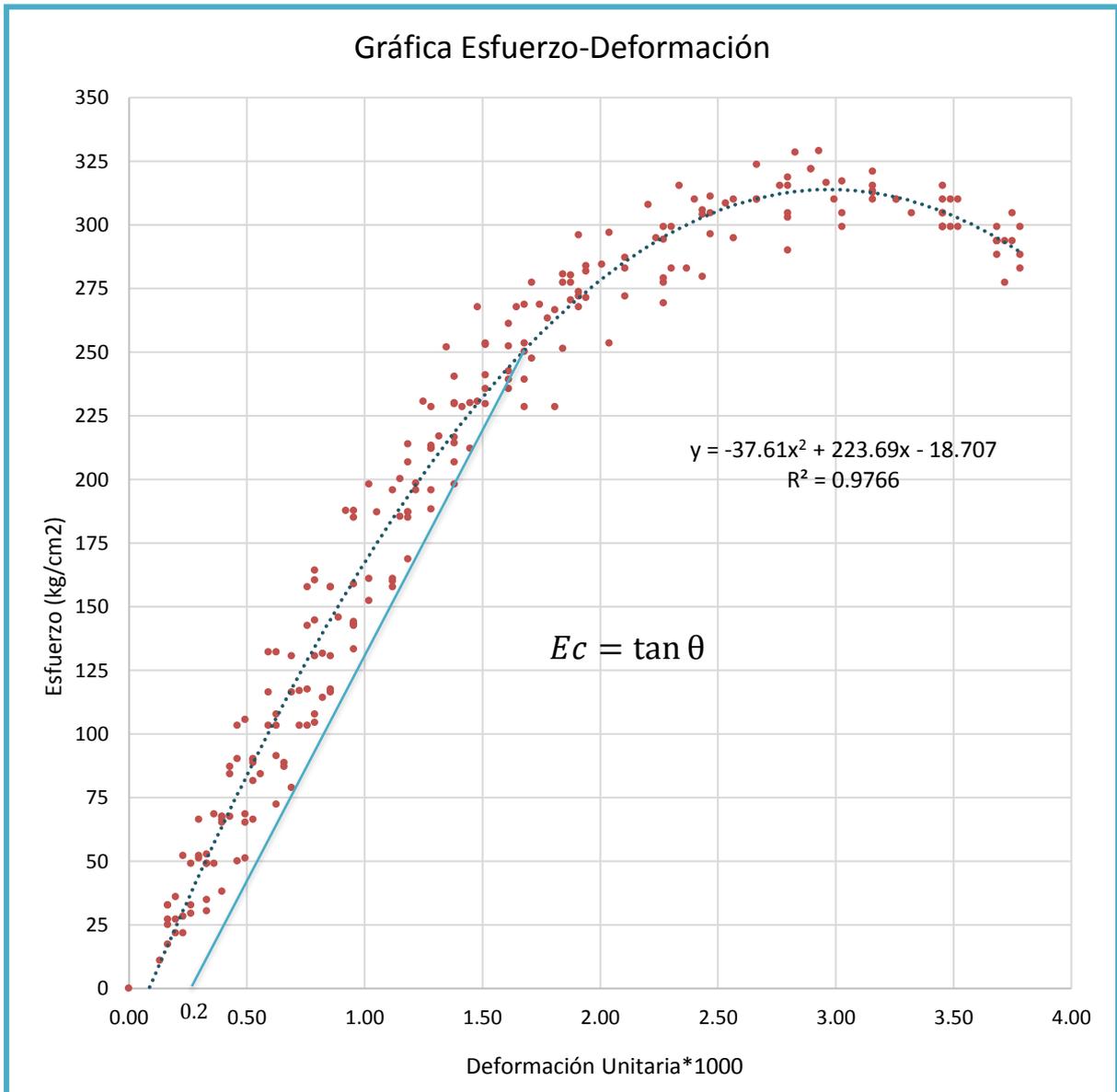
**Grafico N°03: Grafica Promedio Esfuerzo Vs Deformación Unitaria – Dosificación 1.2% de aditivo**



**Cuadro N°28: Valores Promedio Obtenidos de la gráfica**

<b>ECUACIÓN (ESFUERZO):</b>	<b>-31 X<sup>2</sup> + 187.3 X + -14.75</b>	
<b>COEF. CORRELACIÓN:</b>	<b>R<sup>2</sup> = 0.9905</b>	
<b>ECUACIÓN CORREGIDA:</b>	<b>-31 X<sup>2</sup> + 182.36 X + 0</b>	
<b>CARGA MAX. (kg):</b>	<b>58200</b>	
<b>ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>):</b>	<b>320.73</b>	
<b>MODULO DE LASTICIDAD (kg/cm<sup>2</sup>):</b>	<b>268636</b>	<b>Norma</b>
	<b>258521</b>	<b>Gráfica</b>

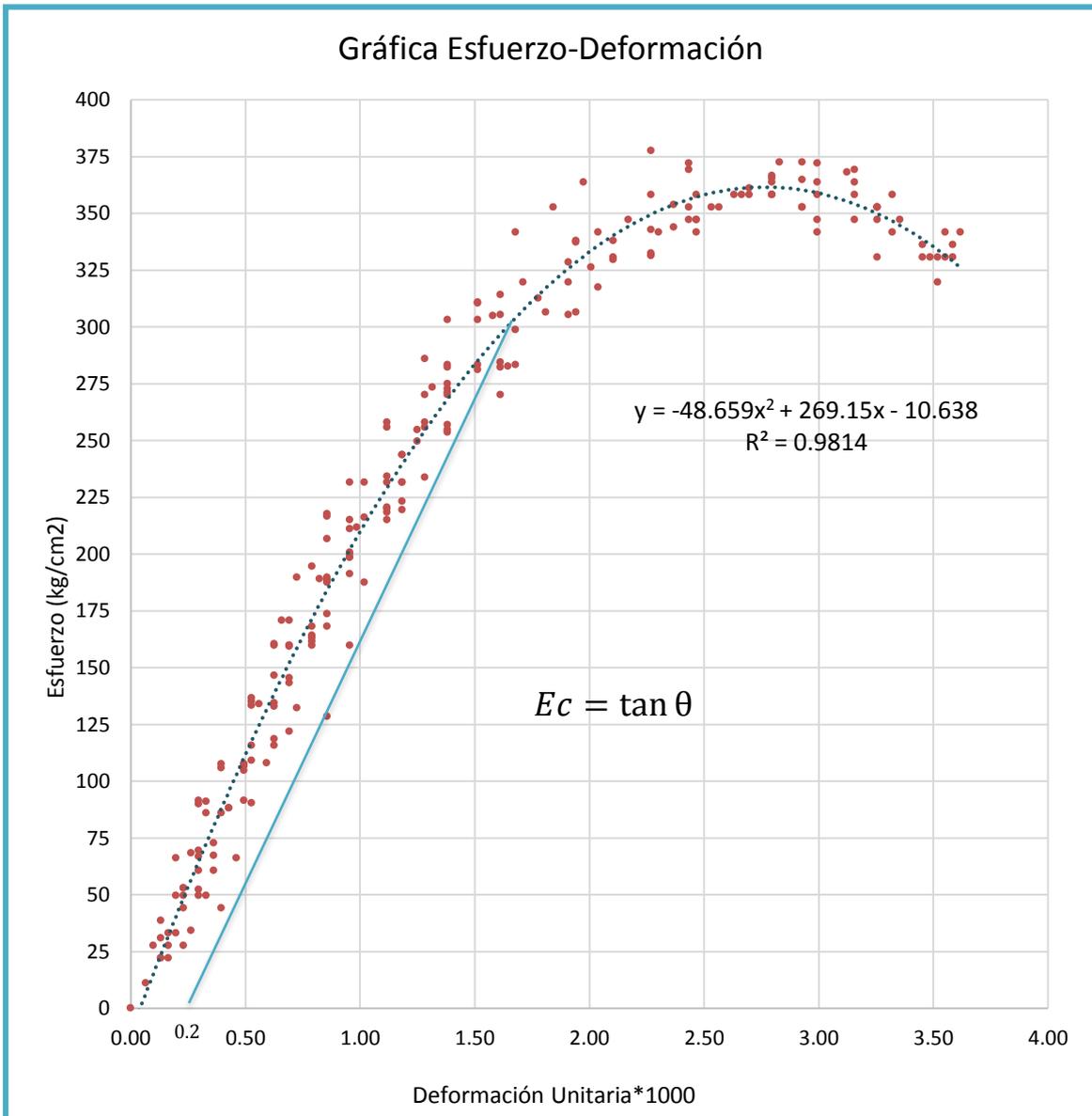
**Grafico N°04: Grafica Promedio Esfuerzo Vs Deformación Unitaria – Dosificación 1.4% de aditivo**



**Cuadro N°29: Valores Promedio Obtenidos de la gráfica**

<b>ECUACIÓN (ESFUERZO):</b>	<b>-31</b>	<b>X<sup>2</sup></b>	<b>+</b>	<b>187.3</b>	<b>X</b>	<b>+</b>	<b>-14.75</b>
<b>COEF. CORRELACIÓN:</b>	<b>R<sup>2</sup> = 0.9905</b>						
<b>ECUACIÓN CORREGIDA:</b>	<b>-31</b>	<b>X<sup>2</sup></b>	<b>+</b>	<b>182.36</b>	<b>X</b>	<b>+</b>	<b>0</b>
<b>CARGA MAX. (kg):</b>	<b>60500</b>						
<b>ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>):</b>	<b>329.07</b>						
<b>MODULO DE LASTICIDAD (kg/cm<sup>2</sup>):</b>	<b>272103</b>					<b>Norma</b>	
	<b>260171</b>					<b>Gráfica</b>	

**Grafico N°05: Grafica Promedio Esfuerzo Vs Deformación Unitaria – Dosificación 1.7% de aditivo**

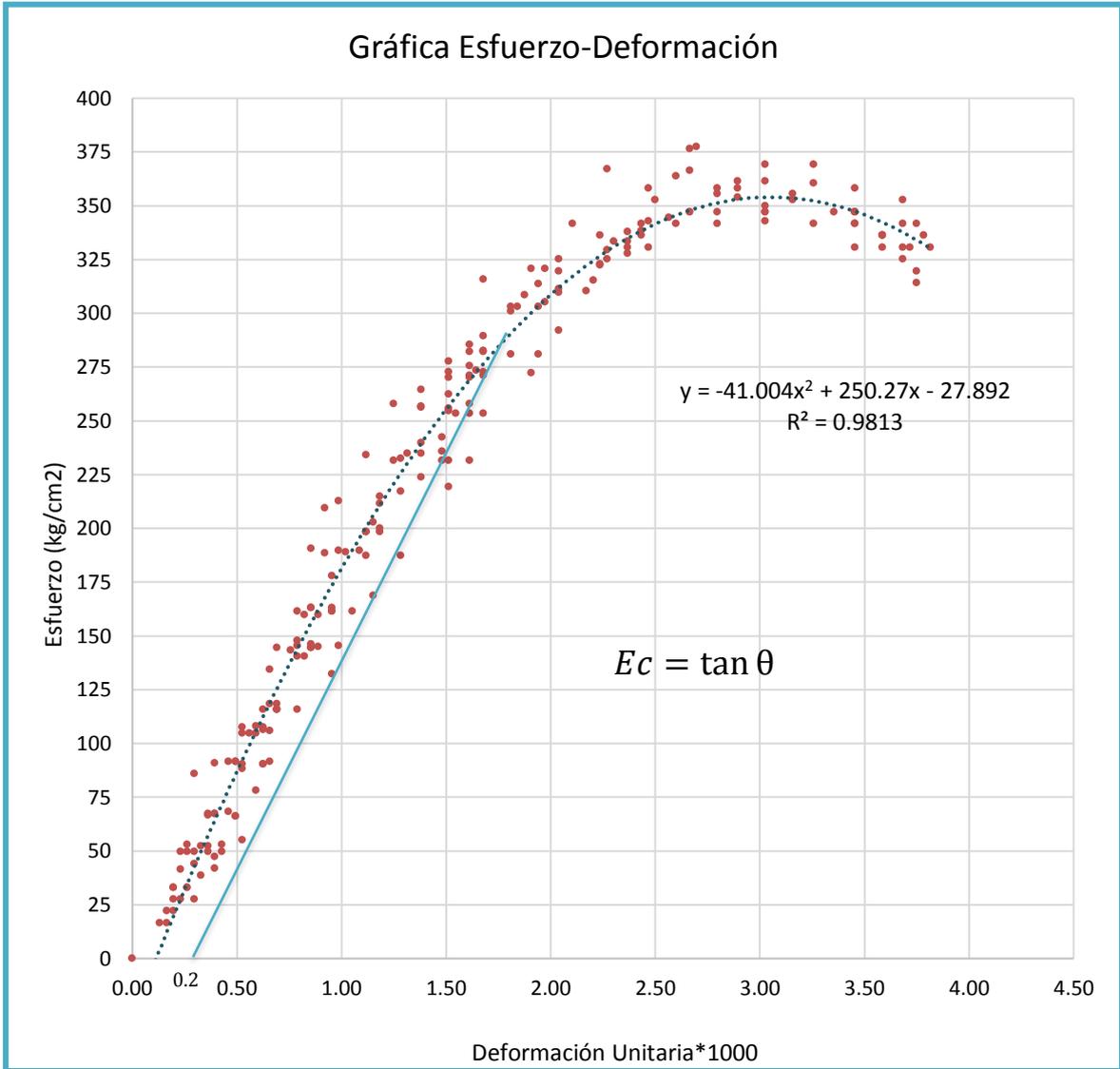


**Cuadro N° 30: Valores Promedio Obtenidos de la gráfica**

<b>ECUACIÓN (ESFUERZO):</b>	<b>-31</b>	<b>X<sup>2</sup></b>	<b>+</b>	<b>187.3</b>	<b>X</b>	<b>+</b>	<b>-14.75</b>
<b>COEF. CORRELACIÓN:</b>	<b>R<sup>2</sup> = 0.9905</b>						
<b>ECUACIÓN CORREGIDA:</b>	<b>-31</b>	<b>X<sup>2</sup></b>	<b>+</b>	<b>182.36</b>	<b>X</b>	<b>+</b>	<b>0</b>
<b>CARGA MAX. (kg):</b>	<b>68500</b>						
<b>ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>):</b>	<b>377.50</b>						
<b>MODULO DE LASTICIDAD (kg/cm<sup>2</sup>):</b>	<b>291439</b>					<b>Norma</b>	
	<b>284341</b>					<b>Gráfica</b>	

4.3.2.3.2 Diagramas Promedio según sus dosificaciones a edad de 28 días.

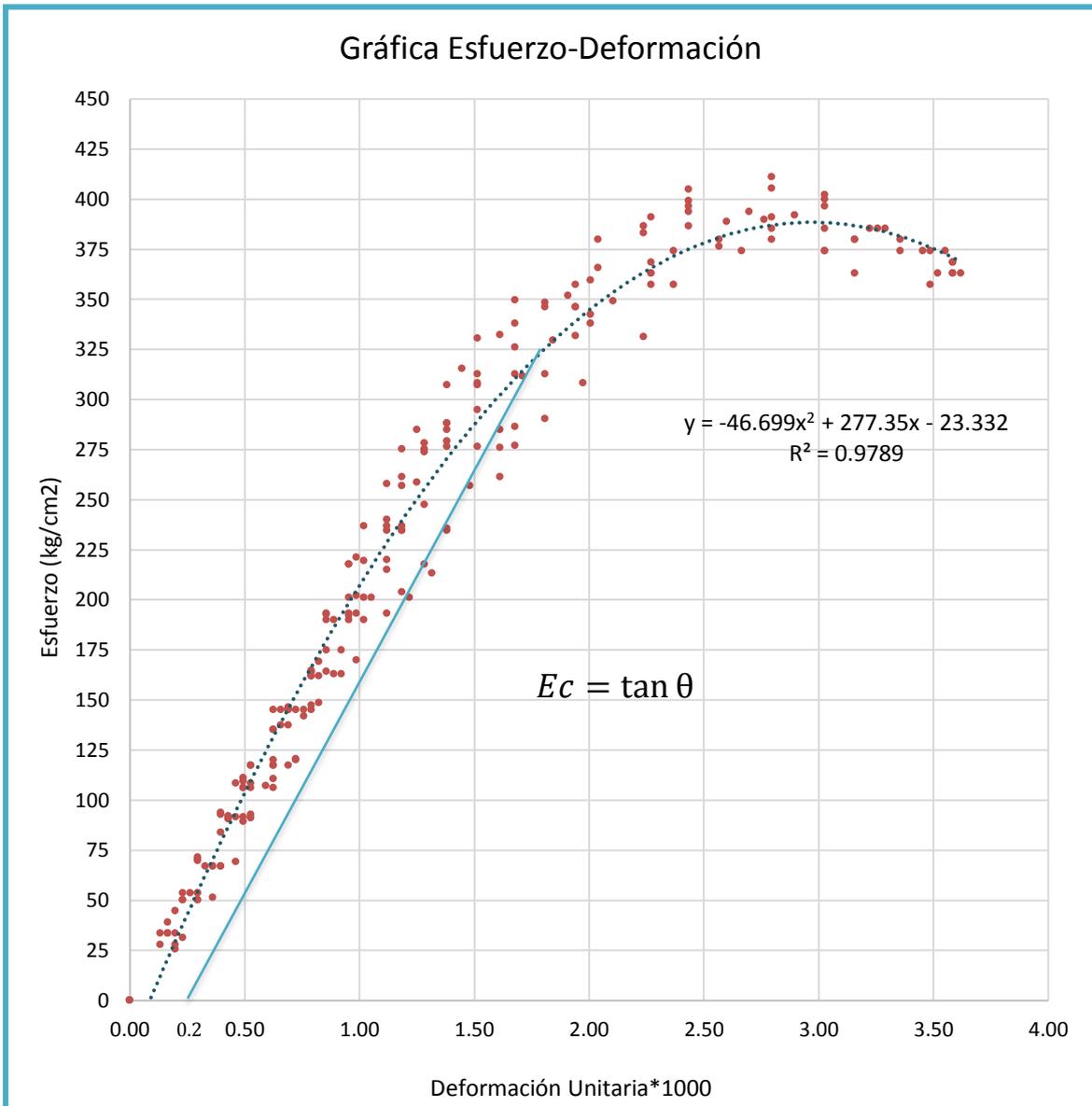
**Gráfico N°06: Gráfica Promedio Esfuerzo Vs Deformación Unitaria – Mezcla Patrón**



**Cuadro N° 31: Valores Promedio Obtenidos de la gráfica**

ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-31 X^2 + 187.3 X + -14.75$		
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0.9905$		
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-31 X^2 + 182.36 X + 0$		
CARGA MAX. (kg):	68500		
ESF. ROTURA (kg/cm²):	377.50		
MODULO DE LASTICIDAD (kg/cm²):	291439	Norma	
	283583	Gráfica	

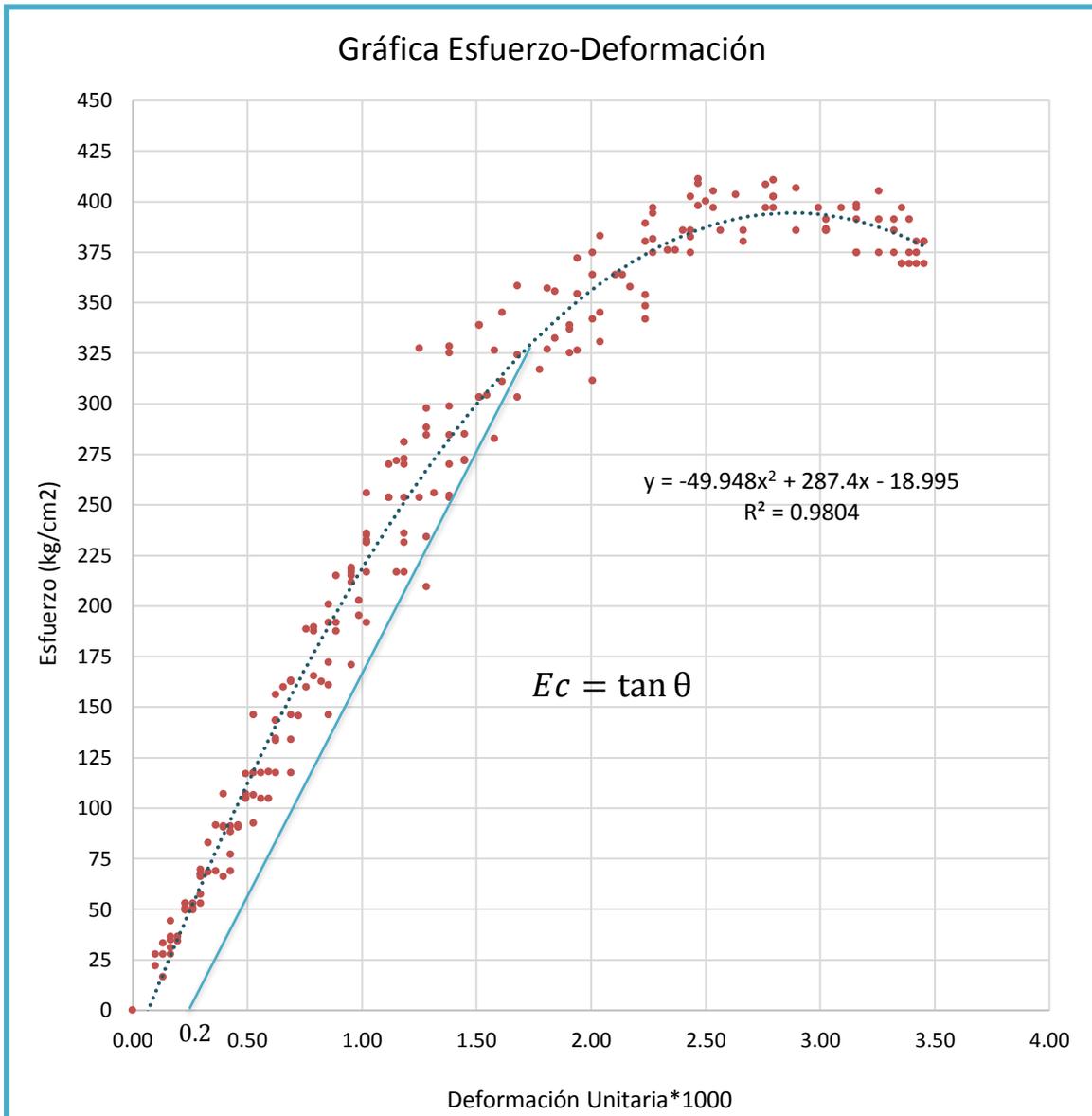
**Grafico N°07: Grafica Promedio Esfuerzo Vs Deformación Unitaria – Dosificación 1.2% de aditivo**



**Cuadro N° 32: Valores Promedio Obtenidos de la gráfica**

<b>ECUACIÓN (ESFUERZO):</b>	<b>-31 X<sup>2</sup> + 187.3 X + -14.75</b>
<b>COEF. CORRELACIÓN:</b>	<b>R<sup>2</sup> = 0.9905</b>
<b>ECUACIÓN CORREGIDA:</b>	<b>-31 X<sup>2</sup> + 182.36 X + 0</b>
<b>CARGA MAX. (kg):</b>	<b>73600</b>
<b>ESF. ROTURA (kg/cm<sup>2</sup>):</b>	<b>410.99</b>
<b>MODULO DE LASTICIDAD (kg/cm<sup>2</sup>):</b>	<b>304094</b> <b>Norma</b>
	<b>296003</b> <b>Gráfica</b>

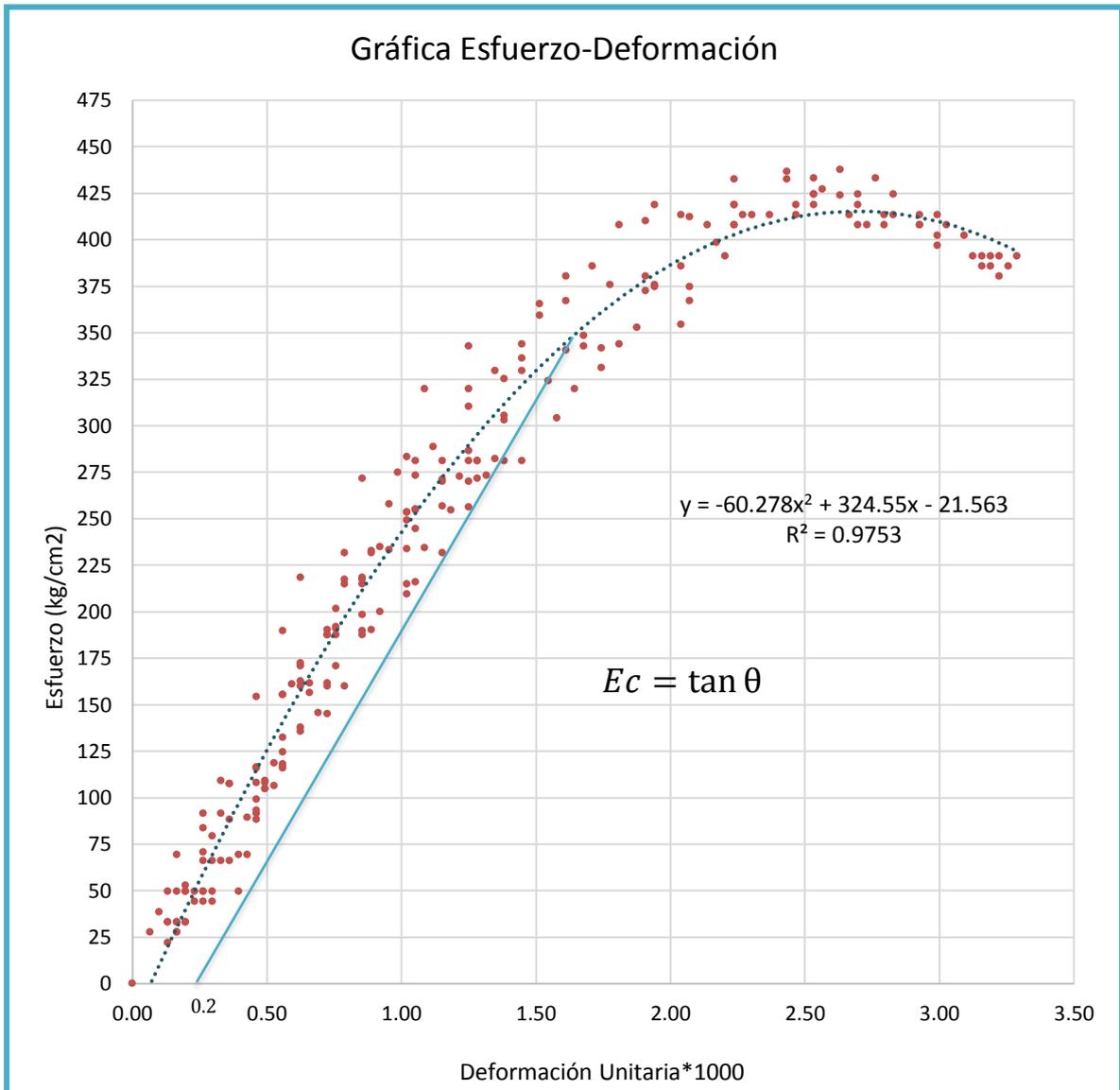
**Grafico N°08: Grafica Promedio Esfuerzo Vs Deformación Unitaria – Dosificación 1.4% de aditivo**



**Cuadro N°33: Valores Promedio Obtenidos de la gráfica**

ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-31 X^2 + 187.3 X + -14.75$	
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0.9905$	
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-31 X^2 + 182.36 X + 0$	
CARGA MAX. (kg):	74600	
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	411.11	
MODULO DE LASTICIDAD (kg/cm <sup>2</sup> ):	304139	Norma
	298164	Gráfica

**Grafico N°09: Grafica Promedio Esfuerzo Vs Deformación Unitaria – Dosificación 1.7% de aditivo**



**Cuadro N° 34: Valores Promedio Obtenidos de la gráfica**

<b>ECUACIÓN (ESFUERZO):</b>	$-31 X^2 + 187.3 X + -14.75$	
<b>COEF. CORRELACIÓN:</b>	$R^2 = 0.9905$	
<b>ECUACIÓN CORREGIDA:</b>	$-31 X^2 + 182.36 X + 0$	
<b>CARGA MAX. (kg):</b>	79400	
<b>ESF. ROTURA (kg/cm²):</b>	437.57	
<b>MODULO DE LASTICIDAD (kg/cm2):</b>	313771	<b>Norma</b>
	308796	<b>Gráfica</b>

#### 4.3.2.3.3 Curva Promedio de todos los diagramas a edad de 7 días.

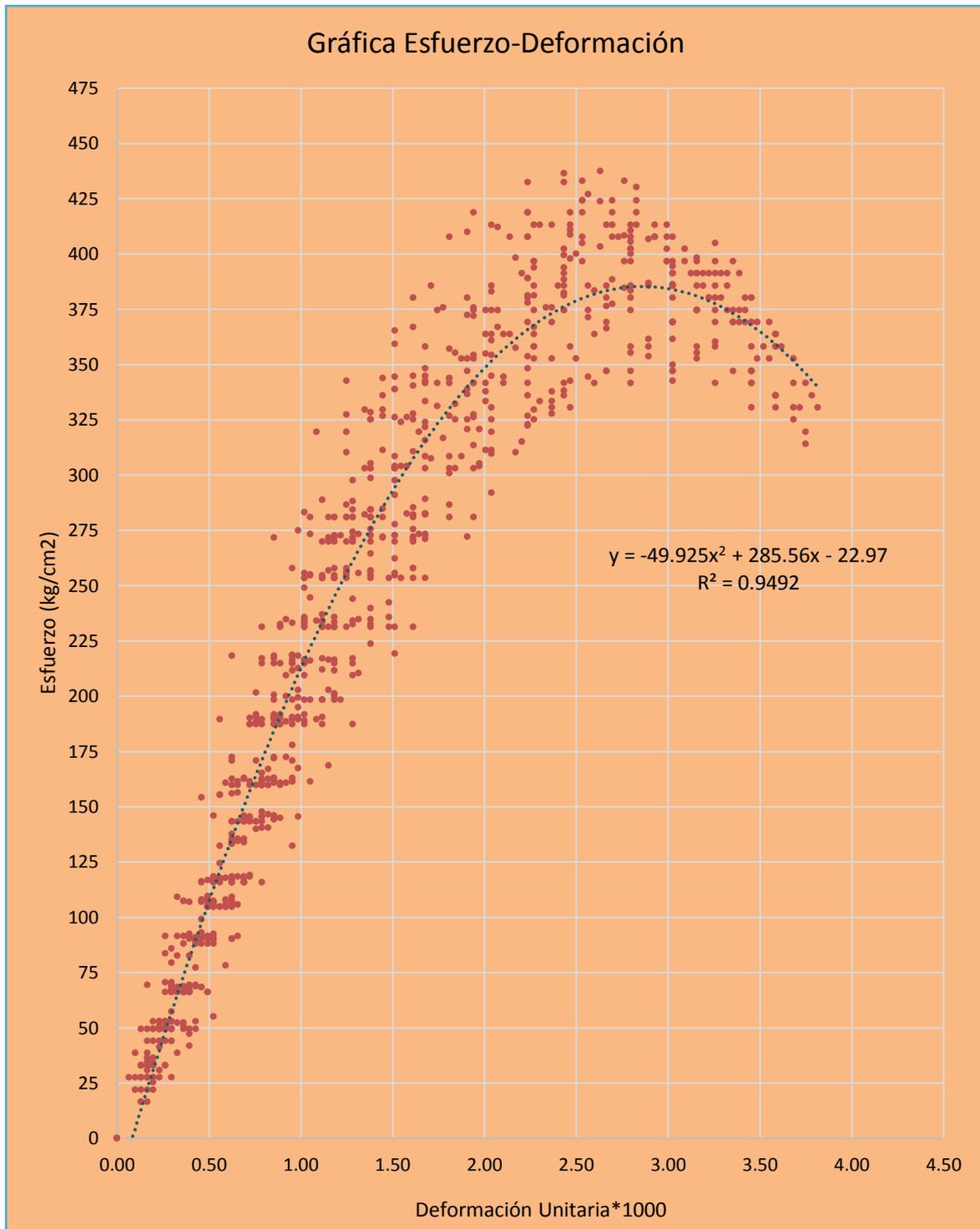
**Grafico N°10: Grafica Promedio Esfuerzo Vs Deformación Unitaria**



En el grafico N°10 se observa la unión de todas las gráficas a edad de 7 días y la curva promedio que representa la distribución de resultados de resistencia obtenidos por medio de cilindros curados y ensayados a compresión.

#### 4.3.2.3.4 Promedio de todos los diagramas a edad de 28 días.

**Grafico N°11: Grafica Promedio Esfuerzo Vs Deformación Unitaria**



En el grafico N°11 se observa la unión de todas las gráficas a edad de 28 días y la curva promedio que representa la distribución de resultados de resistencia obtenidos por medio de cilindros curados y ensayados a compresión.

## 4.4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.4.1 Cuadro resumen de resultados

Los resultados que se muestra en el Cuadro N°35 son el promedio de los resultados que se obtuvieron del ensayo a compresión uniaxial realizados a las especímenes de concreto según la Norma Técnica ASTM C – 39 (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens) a edades de 7 y 28 días; estos resultados corresponden para cada uno de los tipos de mezcla elaborados, con los cuales se analizará la influencia que presenta el aditivo EUCON 1037 en proporciones de 1.2%, 1.4% y 1.7% por peso de cemento, sobre la resistencia a la compresión de un concreto de  $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ , comparado con la mezcla patrón.

En esta tabla se puede observar que el aditivo EUCON 1037 influye de manera directa sobre la resistencia a la compresión del concreto de  $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ , permitiendo que ésta aumente a medida que aumenta la dosificación de aditivo EUCON 1037; lo cual significa que para mayor dosificación de aditivo EUCON 1037, mayor será la resistencia a la compresión del concreto comparado con la mezcla patrón. Esta tendencia que se presenta es debido que el aditivo EUCON 1037, por su característica de ser un aditivo reductor de agua de alto rango, logre que el concreto pueda tener una buena consistencia y trabajabilidad con la utilización de una relación agua/cemento baja, lo cual permite que la resistencia a la compresión pueda aumentar.

**Cuadro N°35: Cuadro resumen de resultados.**

EDAD	MEZCLA PATRÓN		MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.2% POR PESO DE CEMENTO.		MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.4% POR PESO DE CEMENTO.		MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.2% POR PESO DE CEMENTO.	
	RESISTENCIA MAXIMA (Kg/cm <sup>2</sup> )	PORCENTAJE OBTENIDO (%)	RESISTENCIA MAXIMA (Kg/cm <sup>2</sup> )	PORCENTAJE OBTENIDO (%)	RESISTENCIA MAXIMA (Kg/cm <sup>2</sup> )	PORCENTAJE OBTENIDO (%)	RESISTENCIA MAXIMA (Kg/cm <sup>2</sup> )	PORCENTAJE OBTENIDO (%)
7 DÍAS	264.70	75.63	309.58	88.45	325.65	93.04	368.73	105.35
28 DÍAS	362.73	103.64	392.96	112.28	407.66	116.47	426.34	121.81

#### 4.4.2 Análisis estadísticos de los datos obtenidos

**MÉTODO.** Si se cuenta con un registro de ensayos de obras anteriores, deberá calcularse la desviación estándar, el registro deberá:

- Representar materiales, procedimientos de control de calidad y condiciones similares a aquellos que se espera en la obra a ejecutar.
- Representar a concretos preparados para alcanzar una resistencia de diseño  $f'c$  que este dentro del rango de  $\pm 70$  kg/cm<sup>2</sup> de la especificada para el trabajo a realizar.

Si se posee un registro de 03 ensayos consecutivos la desviación estándar se calculara haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

**Donde:**

- S = Desviación estándar, en Kg/cm<sup>2</sup>
- Xi = Resistencia de la probeta de concreto, en Kg/cm<sup>2</sup>.
- $\bar{x}$  = Resistencia promedio de n probetas, en Kg/cm<sup>2</sup>.
- n = Numero de ensayos consecutivos de resistencia.
- Consistir de por lo menos 30 ensayos consecutivos de resistencia.
- Si se posee dos grupos de ensayos consecutivos que totalicen por lo menos un registro de 30 ensayos consecutivos, la desviación estándar promedio se calculara con la siguiente formula.

$$\bar{s} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)(s_1)^2 + (n_2 - 1)(s_2)^2}{(n_1 + n_2 - 2)}}$$

**Donde:**

- s = Desviación estándar promedio en Kg/cm<sup>2</sup>.
- S1, S2 = Desviación estándar calculada por los grupos 1 y 2 respectivamente en Kg/cm<sup>2</sup>.
- n1, n2 = Numero de ensayos en cada grupos, respectivamente.

**Cuadro N° 36: Resultados del análisis estadístico**

**(Des. Estándar y Coef. De variación)**

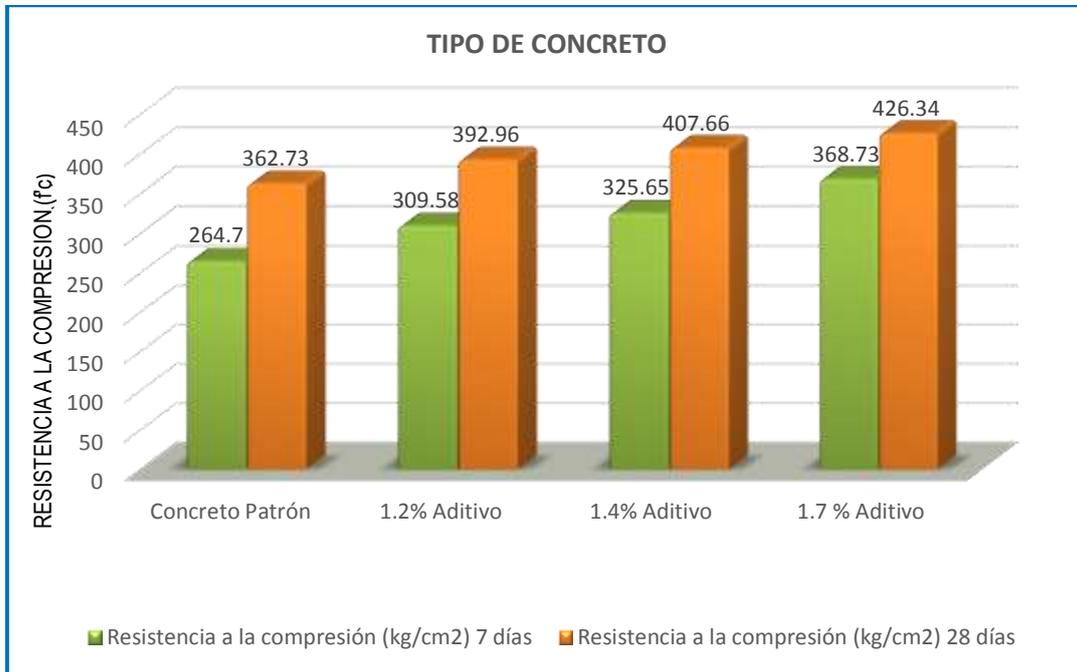
		<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA</b>			
<b>TESIS :</b>	<b>"INFLUENCIA DEL ADITIVO EUCON 1037 EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE <math>f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2</math> - CAJAMARCA"</b>				
<b>TESISTA :</b>	<b>NIELSER KELMAN SANGAY QUILICHE</b>				
<b>ASESOR :</b>	<b>Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ</b>				
<b>LABORATORIO :</b>	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b>				
<b>Varianza, Desviación estándar y Coeficiente de Variación para ensayos a compresión</b>					
<b>TIPO DE CONCRETO</b>	<b>EDAD (días)</b>	<b>RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>VARIANZA</b>	<b>DES. ESTANDAR</b>	<b>COEF. VARIACION</b>
MEZCLA PATRON	7	264.70	43.32	6.58	2.5
	28	362.73	57.8	7.61	2.1
1.2% de aditivo	7	309.58	42.79	6.54	2.1
	28	392.96	59.96	7.74	2.0
1.4% de aditivo	7	325.65	37.09	6.09	1.9
	28	407.66	20.40	4.52	1.1
1.7% de aditivo	7	368.73	53.81	7.34	2.0
	28	426.34	43.94	6.63	1.6

La Desviación Estándar que hemos hallado a partir de los resultados obtenidos en los ensayos a compresión; es un parámetro que nos indica el grado de dispersión existente entre la resistencia a compresión para un determinado  $f'c$ .

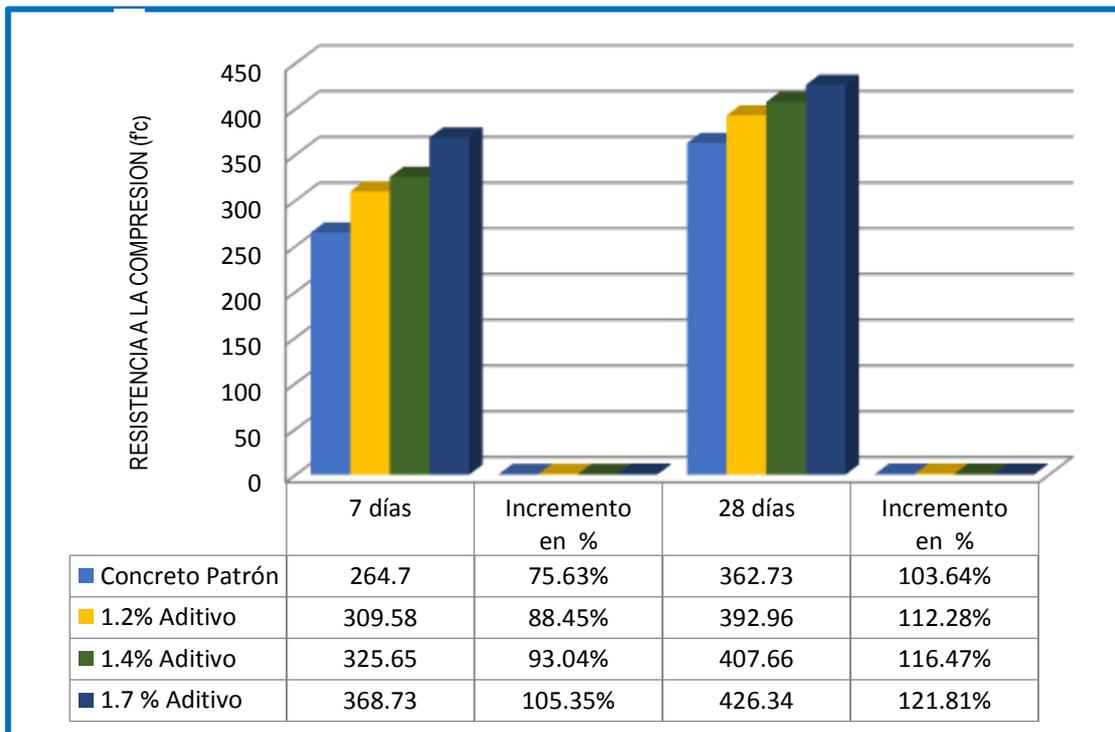
Y el Coeficiente de variación es el parámetro que nos permite predecir la variabilidad existente entre los ensayos de resistencia; la distribución normal permite estimar matemáticamente la probabilidad de la ocurrencia de un determinado fenómeno en función de los parámetros indicados anteriormente, y en el caso del concreto se aplica a los resultados de resistencias.

#### 4.4.3 Gráficos estadísticos de los datos obtenidos

**Grafico N°12: Comparación de la resistencia a la compresión a edades de 7 y 28 días**



**Grafico N°13: Comparación de la resistencia a la compresión a edades de 7 y 28 días y la variación de porcentajes**

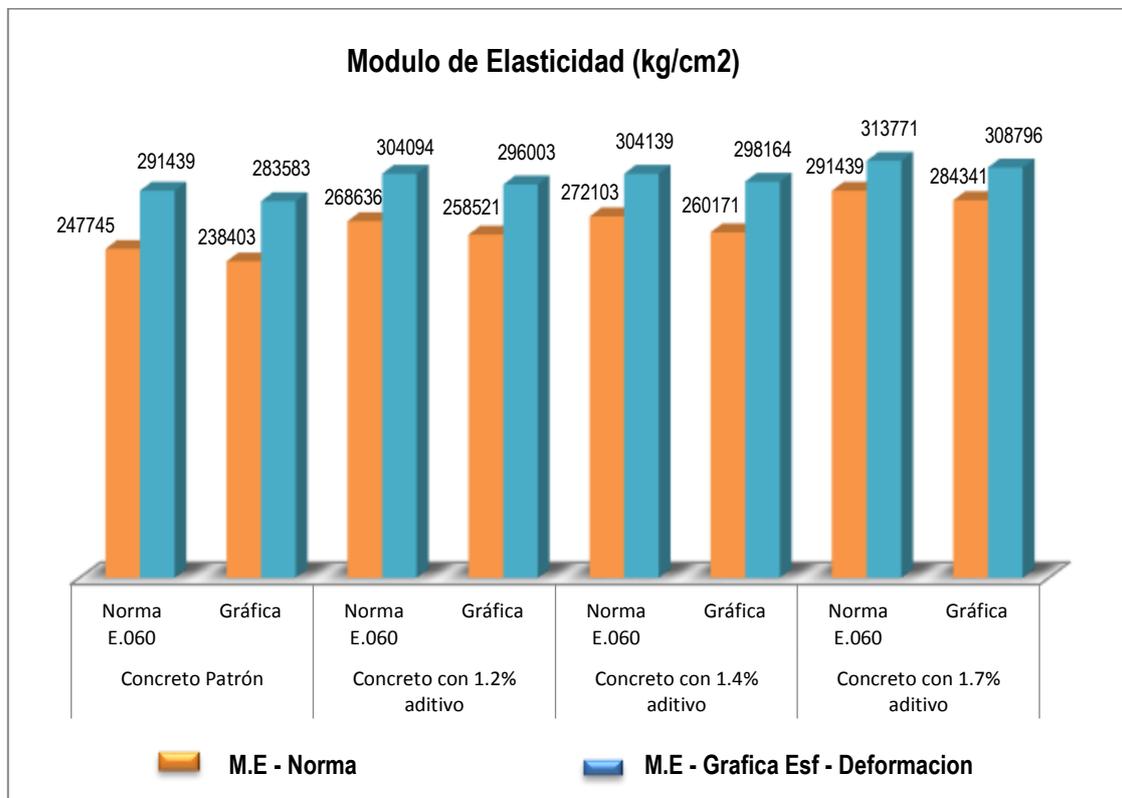


#### 4.4.4 Módulo de Elasticidad

**Cuadro N° 37: Valores del módulo de elasticidad (kg/cm<sup>2</sup>)**

Módulo de elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )			
Tipo de Concreto		7 días	28 días
Concreto Patrón	Norma	247745	291439
	Gráfica	238403	283583
Concreto con 1.2% aditivo	Norma	268636	304094
	Gráfica	258521	296003
Concreto con 1.4% aditivo	Norma	272103	304139
	Gráfica	260171	298164
Concreto con 1.7% aditivo	Norma	291439	313771
	Gráfica	284341	308796

**Grafico N°14: Comparación del módulo de Elasticidad hallado con Norma y grafica esfuerzo deformación.**



De los valores obtenidos se puede observar que el Modulo de Elasticidad del concreto varía en función a la resistencia a mayor resistencia, el módulo de elasticidad es mayor.

## 4.5 ANALISIS DE COSTOS

El análisis de los costos se realizó para 1m<sup>3</sup> de concreto teniendo en cuenta el costo de los insumos, los materiales empleados para cada diseño son:

- ✚ Agregado fino: Cantera “ Acosta”
- ✚ Agregado Grueso : Cantera “ Acosta”
- ✚ Cemento Pacasmayo tipo I
- ✚ Agua.
- ✚ Aditivo superplastificante EUCON 1037

### 4.5.1 Costos del concreto:

**Cuadro N° 38: Costos del concreto patrón por m<sup>3</sup> (0% de aditivo)**

Descripción	Und.	Cantidad	P.U (S/.)	P. Parcial (S/.)
Cemento	Bls	11.76	22.00	258.72
Agua Potable	m <sup>3</sup>	0.21	1.20	0.26
Agregado Fino	m <sup>3</sup>	0.36	60.00	21.73
Agregado Grueso	m <sup>3</sup>	0.76	60.00	45.83
Aditivo Superplastificante	lts	0.00	2.56	0.00
<b>TOTAL(S/.)</b>				<b>326.54</b>

**Cuadro N° 39: Costos del concreto por m<sup>3</sup> (1.2 % de aditivo)**

Descripción	Und.	Cantidad	P.U (S/.)	P. Parcial (S/.)
Cemento	Bls	11.76	22.00	258.72
Agua Potable	m <sup>3</sup>	0.21	1.20	0.26
Agregado Fino	m <sup>3</sup>	0.35	60.00	21.55
Agregado Grueso	m <sup>3</sup>	0.75	60.00	45.47
Aditivo Superplastificante	lts	5.13	2.56	13.13
<b>TOTAL(S/.)</b>				<b>339.13</b>

**Cuadro N°40: Costos del concreto por m3 (1.4% de aditivo)**

Descripción	Und.	Cantidad	P.U (S/.)	P. Parcial (S/.)
Cemento	Bls	11.76	22.00	258.72
Agua Potable	m3	0.21	1.20	0.26
Agregado Fino	m3	0.35	60.00	21.55
Agregado Grueso	m3	0.75	60.00	45.38
Aditivo Superplastificante	lts	5.98	2.56	15.32
<b>TOTAL(S/.)</b>				<b>341.23</b>

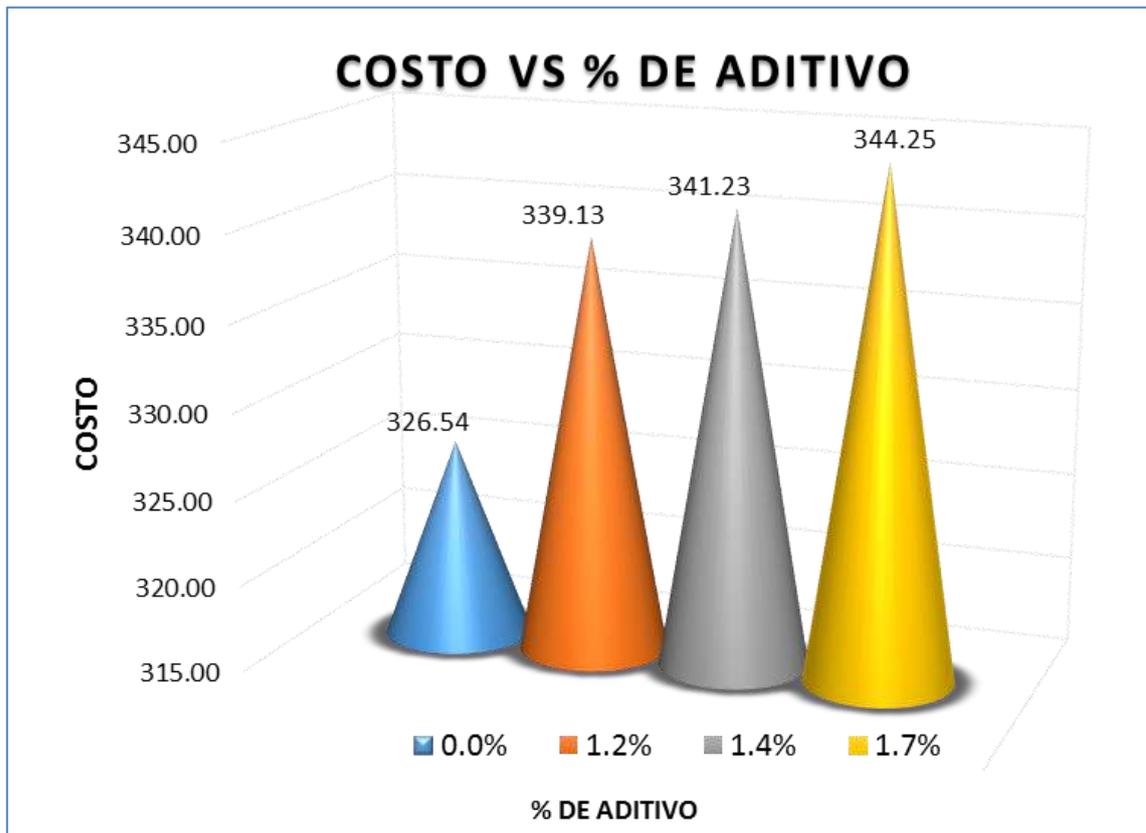
**Cuadro N°41: Costos del concreto por m3 (1.7% de aditivo)**

Descripción	Und.	Cantidad	P.U (S/.)	P. Parcial (S/.)
Cemento	Bls	11.76	22.00	258.72
Agua Potable	m3	0.21	1.20	0.26
Agregado Fino	m3	0.35	60.00	21.48
Agregado Grueso	m3	0.75	60.00	45.29
Aditivo Superplastificante	lts	7.27	2.56	18.60
<b>TOTAL(S/.)</b>				<b>344.25</b>

**Cuadro N°42: Resumen de costos de materiales por M3**

Tipo de concreto	Costos Por m3 (S/.)	Incremento de costo (S/.)	%
0.00 % Aditivo	326.54	0.00	100.00%
1.20 % Aditivo	339.13	12.59	103.86%
1.40 % Aditivo	341.23	14.69	104.50%
1.70 % Aditivo	344.25	19.71	105.42%

**Grafico N°15: Comparación costos de acuerdo a los porcentajes de aditivo.**



Para realizar el análisis de costo del concreto por metro cúbico se ha considerado los precios de los materiales en el mercado y según los diseños de mezcla realizados. En el Cuadro N°41 se presenta los costos por metro cúbico de concreto para cada tipo de mezclas con las dosificaciones especificadas de aditivos EUCON 1037; así como también en el Grafico N°13 el análisis estadístico de como varían los costos en relación al % de aditivo que ha sido añadido dejándose notar que éste no hace variar en mucho los costos.

#### 4.6 VERIFICACIÓN DE ENSAYOS A COMPRESION A EDAD DE 7 DIAS

Para realizar la verificación de las resistencias obtenidas en la presente tesis, por solicitud del jurado evaluador de la tesis se elaboraron 03 especímenes correspondientes a un diseño de mezcla patrón y 03 especímenes por cada diseño de mezcla en el cual se adicione aditivo EUCON 1037 correspondientes a dosificaciones de (1.2%, 1.4%, y 1.7% por peso de cemento).

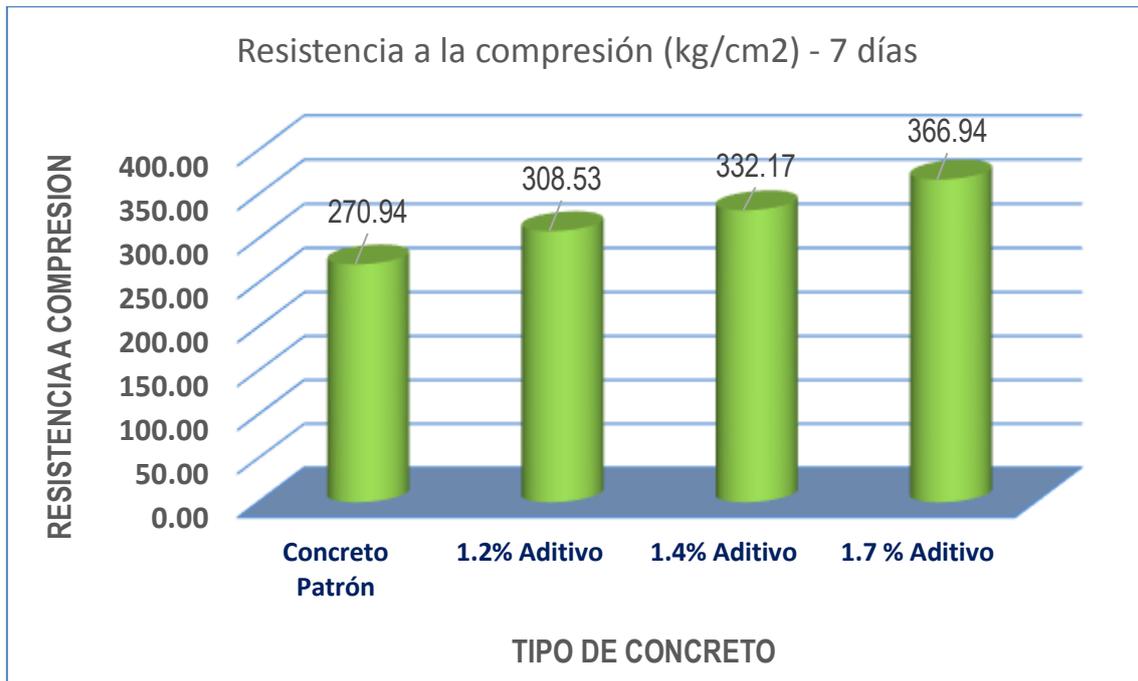
Éstos especímenes fueron elaborados y curados acorde con la norma técnica ASTM C – 31 (Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field) y ensayados a compresión uniaxial de acuerdo a lo especificado en la norma técnica ASTM C – 39 (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens) a edad de 7 días y bajo la supervisión correspondiente para dar certeza de que los resultados están en relación con los obtenidos inicialmente.

Estos resultados son los siguientes:

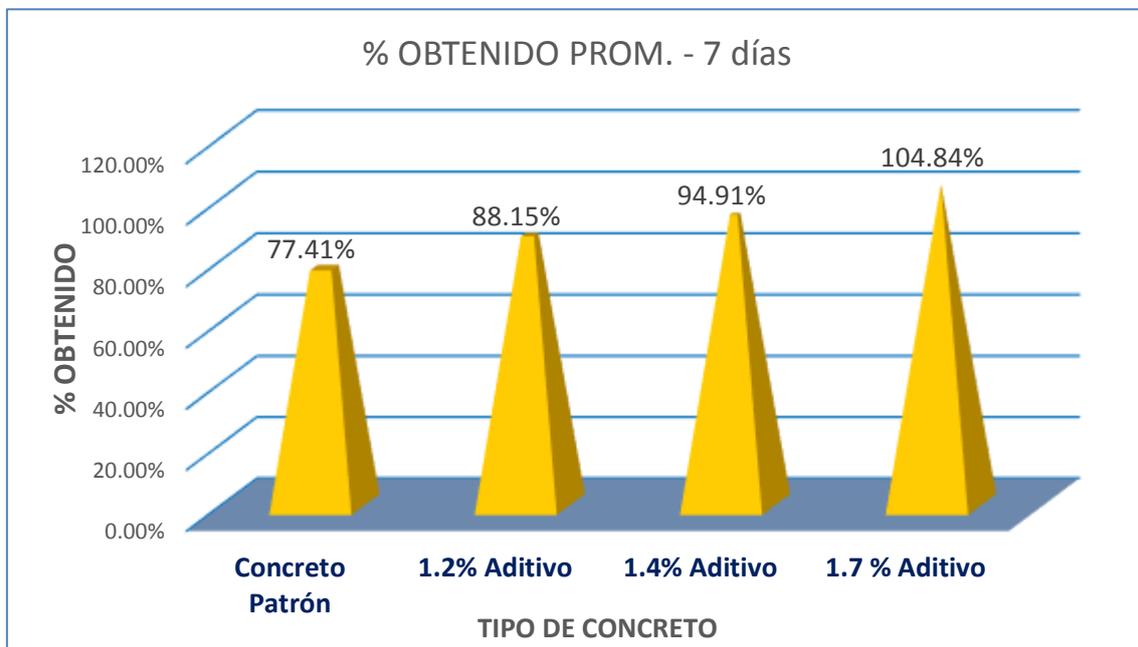
**Cuadro N°43: Resultados obtenidos en la verificación de ensayos a compresión a edad de 7 días.**

TIPO DE CONCRETO	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (Tn)	DIÁMETRO (cm)	f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm <sup>2</sup> )	% OBTENIDO	RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )	% OBTENIDO PROM.
<b>MEZCLA PATRON</b>	7	48.50	15.20	350	267.28	76.37%	<b>270.94</b>	<b>77.41%</b>
	7	51.00	15.30	350	277.39	79.26%		
	7	49.30	15.30	350	268.15	76.61%		
<b>1.2% Aditivo</b>	7	55.20	15.20	350	304.20	86.91%	<b>308.53</b>	<b>88.15%</b>
	7	56.50	15.20	350	311.37	88.96%		
	7	57.00	15.30	350	310.03	88.58%		
<b>1.4% Aditivo</b>	7	59.40	15.20	350	327.35	93.53%	<b>332.17</b>	<b>94.91%</b>
	7	58.60	15.20	350	322.94	92.27%		
	7	62.00	15.10	350	346.22	98.92%		
<b>1.7% Aditivo</b>	7	67.50	15.20	350	371.99	106.28%	<b>366.94</b>	<b>104.84%</b>
	7	68.50	15.30	350	372.58	106.45%		
	7	65.50	15.30	350	356.26	101.79%		

**Grafico N°16: Comparación de la resistencia a la compresión con el tipo de concreto a edad de 7 días.**



**Grafico N°17: Comparación del porcentaje obtenido con el tipo de concreto a edad de 7 días.**



Con los valores obtenidos después de realizar los ensayos a compresión y el análisis respectivo de los especímenes elaborados a partir de los diferentes diseños de mezclas podemos decir que se pudo comprobar los resultados obtenidos inicialmente en donde se logró determinar la influencia del aditivo EUCON 1037 en la resistencia a la compresión de un concreto de  $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ .

**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES  
Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

---

## 5.1 Conclusiones.

- Se determinó la influencia que presenta el aditivo EUCON 1037 en la resistencia a la compresión de un concreto de  $f'c=350 \text{ Kg/cm}^2$  – Cajamarca, siendo ésta que a mayor dosificación de aditivo EUCON 1037 por peso de cemento, mayor será la resistencia a la compresión del concreto de  $f'c=350 \text{ Kg/cm}^2$ , según los resultados obtenidos de los ensayos a compresión uniaxial realizados a los especímenes de concreto según la norma ASTM C – 39 (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens) y cuyo resumen se presenta a continuación:

Tipo de mezcla	Edad	Resistencia promedio máxima ( $\text{Kg/cm}^2$ )	Porcentaje promedio (%)
MEZCLA PATRÓN	7 días	264.70	75.63
	28 días	362.73	103.64
MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.2% POR PESO DE CEMENTO	7 días	309.58	88.45
	28 días	392.96	112.28
MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.4% POR PESO DE CEMENTO	7 días	325.65	93.04
	28 días	407.66	116.47
MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.7% POR PESO DE CEMENTO	7 días	368.73	105.35
	28 días	426.34	121.81

A partir del cuadro mostrado se puede afirmar que la mayor resistencia a la compresión alcanzada a una edad de 28 días es de  $426.34 \text{ Kg/cm}^2$ , lo que representa un porcentaje con respecto de la resistencia de diseño de 121.81%, esto se pudo lograr con la mezcla con dosificación de 1.7% de aditivo EUCON 1037 por peso de cemento.

- Al comparar los resultados obtenidos de los ensayos a compresión uniaxial realizados a los especímenes de concreto que fueron elaborados con las mezclas con dosificaciones de 1.2%, 1.4% y 1.7% de aditivo EUCON 1037 por peso de cemento, con los resultados de los ensayos a compresión realizados a la mezcla patrón, se presenta el siguiente cuadro:

Tipo de mezcla		Mezcla con dosificación de 1.2% por peso de cemento	Mezcla con dosificación de 1.4% por peso de cemento	Mezcla con dosificación de 1.7% por peso de cemento
Aumento de la resistencia a la compresión comparada con la mezcla patrón.	7 días	14.50%	18.72%	28.21%
	28 días	7.69%	11.02%	14.92%

A partir del cuadro mostrado se puede afirmar que a mayor dosificación de aditivo EUCON 1037 por peso de cemento, la resistencia a la compresión del concreto de  $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$  aumenta, siendo la dosificación que mayor aumento produce, la de 1.7% de aditivo EUCON 1037 por peso de cemento, alcanzado un aumento comparado con la mezcla patrón de 28.21% a edad de 7 día y 14.92% a edad de 28 días.

- Las características físicas y mecánicas de los agregados utilizados en los diseños de mezcla fueron determinados según procedimientos establecidos en las normas ASTM y NTP, y fueron los siguientes:

Característica	Agregado Fino		Agregado Grueso	
TMN			3/4"	
Peso Específico Aparente	2.80	gr/cm <sup>3</sup>	2.62	gr/cm <sup>3</sup>
Peso Unitario Suelto	1612	Kg/m <sup>3</sup>	1332	Kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado	1758	Kg/m <sup>3</sup>	1456	Kg/m <sup>3</sup>
Contenido de Humedad	3.12	%	0.15	%
Absorción	2.92	%	1.07	%
Mf	3.03		6.74	
Malla 200	2.33	%	0.42	%
Abrasión			28.78	%

De los cuales podemos decir que tanto el agregado fino como el agregado grueso cumplen con los usos granulométricos de la Normas NTP 400.037 y ASTM C 33, además que cumplen en lo que respecta al porcentaje de partículas más finas que el tamiz n° 200 según la Norma NTO 400.037.

- La cantidad optima de cemento por m<sup>3</sup> para para un FCR: 420 kg/cm<sup>2</sup> es de 11 Bolsas para concreto elaborado con cemento tipo I.
- EL impacto en el costo unitario del concreto usando los dos aditivos es del orden del 5.42% mayor, lo que justifica su uso, en obra.
- Respecto a los costos de los materiales para un concreto elaborado con una dosificación de aditivo EUCON 1037 por peso de cemento comparado con un concreto convencional, este es mayor debido al incremento de otros materiales (Aditivos de última generación), los costos incrementan a medida que se va adicionando mayor % de aditivo; siendo para una adición de 1.7% de aditivo mayor en un 5.42% (19.71 soles) del costo de un concreto patrón elaborado con cemento Pacasmayo tipo I.
- En general, las ventajas económicas de elaborar un concreto de alta resistencia es que este tipo de concretos se puede aplicar en estructuras donde los ingenieros pueden tomar todas las ventajas posibles, incrementando esfuerzos de compresión, y de esta manera se reduce las cantidades de acero, reduciendo el tamaño de columnas y vigas, aumentando así el espacio en cada ambiente.

## 5.2 Recomendaciones.

- Se recomienda la utilización del aditivo EUCON 1037, para la elaboración de concretos premezclados, así como la elaboración de concretos que requieran de mayor trabajabilidad utilizando bajos contenidos de agua, usando una proporción de aditivo EUCON 1037 de 1.7% por peso de cemento, debido que con esa proporción se alcanzó un aumento de hasta 28% a edad de 7 días y aumento de hasta 14% a edad de 28 días con respecto al concreto que no utiliza ninguna adición.
- Investigar la resistencia a compresión para 14 y 21 días.
- Se recomienda seguir la investigación con la utilización de aditivo EUCON 1037, para la elaboración de concretos de alta resistencia, y entregar las conclusiones y recomendaciones respectivas en beneficio de la ciudad de Cajamarca.
- Se debe extender esta investigación, incrementando en su diseño adiciones como ceniza volante, entre otros y realizar un comparativo.

## 5.3 Referencias Bibliográficas:

1. Neville, A.M. y Brooks, J.J. Tecnología del Concreto. Editorial Trillas. México D.F. 1998.
2. Rivva López, E. 1998. Tecnología del Concreto. Lima-Perú. Hozlo S.CR.L.
3. Pasquel Carbajal, Enrique. Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú. Colegio de Ingenieros del Perú – Consejo Nacional. 1998.
4. Rivva López, E. 2000. Naturaleza y materiales del concreto. Lima-Perú. Hozlo S.CR.L.
5. American Concrete Institute – Capitulo Peruano. Tecnología del Concreto. 1998.
6. KOSMATKA, Steven et al. (2004). Diseño y control de mezclas. México: Portland Cement Assotiation
7. DIEGO SÁNCHEZ DE GUZMÁN. Tecnología del Concreto y del Mortero. Pontificia Universidad Javeriana, 2001.
8. Laura Huanca, S. (2006). Diseño de Mezclas de concreto. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
9. Vilca, P. (2008). Obtención del concreto de alta Resistencia. Lima Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
10. Abanto Castillo, Flavio. Tecnología del Concreto. Editorial San Marcos. Lima – Perú.
11. ASOCEM. Boletines Técnicos. Lima – Perú.
12. CONCRETO PARA PAVIMENTOS TIPO FAST TRACK. Cemex Colombia. Boletín Informativo. Julio del 2014.

# ANEXOS

---

**ANEXO 1:**  
**CARACTERÍSTICAS DE LOS**  
**MATERIALES**

**ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS**  
**A.S.T.M. C 136 / NTP 400.012**

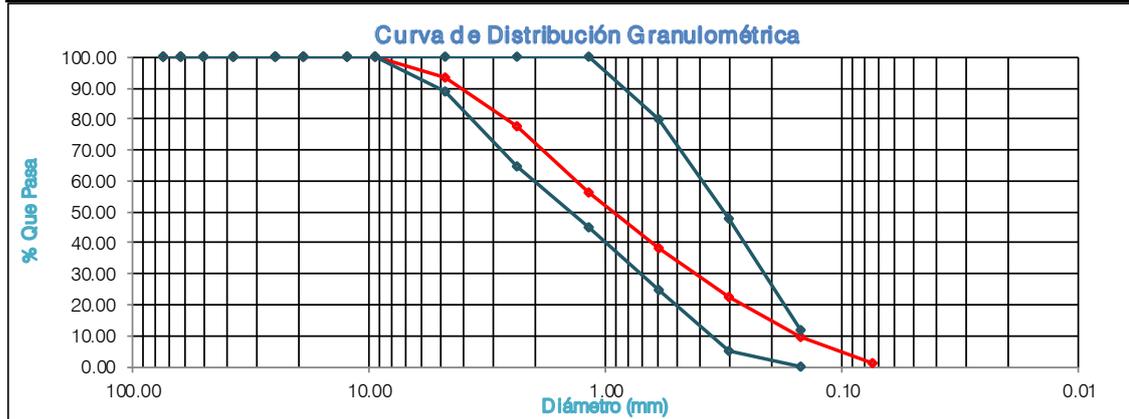
**TESIS :** "INFLUENCIA DEL ADITIVO EUCON 1037 EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE  $f_c = 350 \text{ Kg/cm}^2$  - CAJAMARCA"

**TESISTA :** NIELSER KELMAN SANGAY QUILICHE

**ASESOR :** Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

**CANTERA :** ACOSTA (RIO CHONTA - BAÑOS DEL INCA)

PESO SECO INICIAL =		2483.00 gr.		MÓDULO DE FINURA	3.03
PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) =		23.00 gr.			
TAMIZ N°	ABERTURA TAMIZ (mm.)	PESO RETENIDO PARCIAL	PORCENTAJE RETENIDO		PORCENTAJE QUE PASA
			PARCIAL	ACUMULADO	
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.75	166.00	6.69	6.69	93.31
N° 8	2.36	388.00	15.63	22.31	77.69
N° 16	1.18	532.00	21.43	43.74	56.26
N° 30	0.60	452.00	18.20	61.94	38.06
N° 50	0.30	385.00	15.51	77.45	22.55
N° 100	0.15	322.00	12.97	90.41	9.59
N° 200	0.075	215.00	8.66	99.07	0.93
CAZOLETA	--	23.00	0.93	100.00	0.00
TOTAL		2483.00			



D60 =	1.30	D30 =	0.41	D10 =	0.15
	Cu =	8.67	Cc =	0.86	

**OBSERVACIONES :** LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO CUMPLE CON EL HUSO GRANULOMETRICO "M" DE LA NORMA N.T.P. 400.037.  
EL MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO ESTUDIADO ES DE 3.03.

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO**  
**ASTM C 128 / NTP 400.022**

**TESIS :** "INFLUENCIA DEL ADITIVO EUCON 1037 EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE  $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$  - CAJAMARCA"

**TESISTA :** NIELSER KELMAN SANGAY QUILICHE

**ASESOR :** Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

**CANTERA :** ACOSTA (RIO CHONTA - BAÑOS DEL INCA)

ENSAYO Nº	1	2	3	PROMEDIO
PESO EN EL AIRE DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO (gr)	485.78	485.84	485.88	
PESO DEL FRASCO CON AGUA (gr)	1041.32	1052.01	1045.37	
PESO DEL AGREGADO FINO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO (gr)	500.00	500.00	500.00	
PESO FRASCO CALIBRADO + MUESTRA + AGUA (gr)	1339.26	1350.87	1342.11	
PESO ESPECIFICO DE MASA (gr/cm <sup>3</sup> ) =	2.586	2.598	2.569	<b>2.58</b>
PESO ESPECIFICO DE MASA SSS(gr/cm <sup>3</sup> ) =	2.662	2.674	2.644	<b>2.66</b>
PESO ESPECIFICO APARENTE (gr/cm <sup>3</sup> ) =	2.798	2.811	2.776	<b>2.80</b>
ABSORCION (%) =	2.927	2.915	2.906	<b>2.92</b>

**PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO**  
**ASTM C - 29 / NTP 400.017**

**TESIS :** "INFLUENCIA DEL ADITIVO EUCON 1037 EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE  $f'_c = 350 \text{ Kg/cm}^2$  - CAJAMARCA"

**TESISTA :** NIELSER KELMAN SANGAY QUILICHE

**ASESOR :** Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

**CANTERA :** ACOSTA (RIO CHONTA - BAÑOS DEL INCA)

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso del recipiente (gr.)	4267.00	4267.00	4267.00
Peso del recipiente + material (gr.)	9461.00	9391.00	9372.00
Peso del material (gr.)	5194.00	5124.00	5105.00
Factor (f)	313.518	313.518	313.518
Peso Unitario Seco Suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1628	1606	1601
<b>P. UNITARIO S. SUELTO PROMEDIO =</b>		<b>1612</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>

**PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO**  
**NTP 400.017 / ASTM C - 29**

**TESIS :** "INFLUENCIA DEL ADITIVO EUCON 1037 EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE  $f_c = 350 \text{ Kg/cm}^2$  - CAJAMARCA"

**TESISTA :** NIELSER KELMAN SANGAY QUILICHE

**ASESOR :** Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

**CANTERA :** ACOSTA (RIO CHONTA - BAÑOS DEL INCA)

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso del recipiente (gr.)	4267.00	4267.00	4267.00
Peso del recipiente + material (gr.)	9811.00	9861.00	9949.00
Peso del material (gr.)	5544.00	5594.00	5682.00
Factor (f)	313.518	313.518	313.518
Peso Unitario Seco Compactado (Kg/m3)	1738	1754	1781
<b>P. UNITARIO S. COMPACTADO PROMEDIO =</b>	<b>1758</b>		<b>Kg/m3</b>

**MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ N° 200**  
**A.S.T.M. C 117 / NTP 400.018**

**TESIS :** "INFLUENCIA DEL ADITIVO EUCON 1037 EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE  $f_c = 350 \text{ Kg/cm}^2$  - CAJAMARCA"

**TESISTA :** NIELSER KELMAN SANGAY QUILICHE

**ASESOR :** Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

**CANTERA :** ACOSTA (RIO CHONTA - BAÑOS DEL INCA)

ENSAYO N°	1	2	3
Peso seco de la muestra original (gr.)	500.00	500.00	500.00
Peso seco de la muestra lavada (gr.)	488.00	489.00	488.00
Peso de material que pasa el tamiz N° 200 (gr.)	12.00	11.00	12.00
% de material que pasa el tamiz N° 200	2.40%	2.20%	2.40%
<b>PROMEDIO</b>	<b>2.33%</b>		

**ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS**  
**A.S.T.M. C 136 / NTP 400.012**

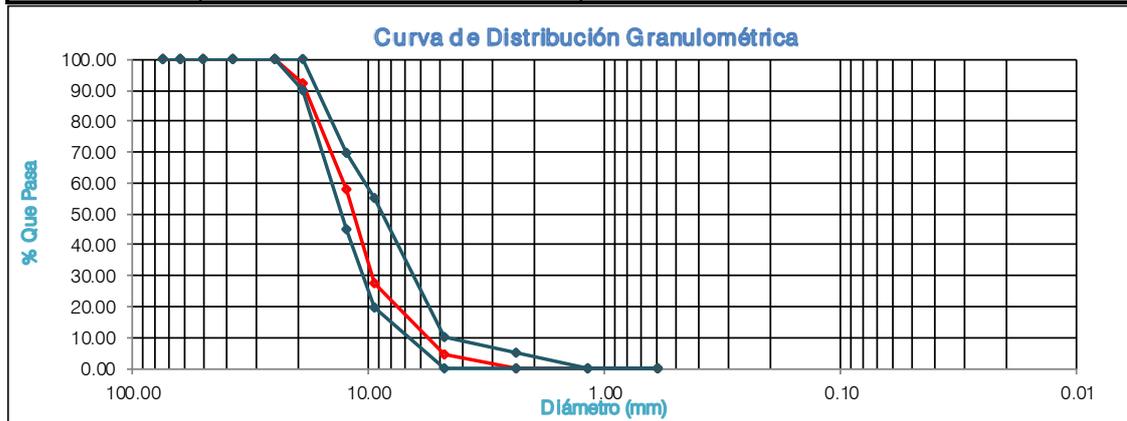
**TESIS :** "INFLUENCIA DEL ADITIVO EUCON 1037 EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE  $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$  - CAJAMARCA"

**TESISTA :** NIELSER KELMAN SANGAY QUILICHE

**ASESOR :** Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

**CANTERA :** ACOSTA (RIO CHONTA - BAÑOS DEL INCA)

<b>PESO SECO INICIAL =</b>		5416.00 gr.		<b>MÓDULO DE FINURA</b>	6.74
<b>PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) =</b>		17.00 gr.			
TAMIZ N°	ABERTURA TAMIZ (mm.)	PESO RETENIDO PARCIAL	PORCENTAJE RETENIDO		PORCENTAJE QUE PASA
			PARCIAL	ACUMULADO	
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	425.00	7.85	7.85	92.15
1/2"	12.50	1854.00	34.23	42.08	57.92
3/8"	9.50	1642.00	30.32	72.40	27.60
N° 4	4.75	1263.00	23.32	95.72	4.28
N° 8	2.36	215.00	3.97	99.69	0.31
N° 16	1.18	0.00	0.00	99.69	0.31
N° 30	0.60	0.00	0.00	99.69	0.31
N° 50	0.30	0.00	0.00	99.69	0.31
N° 100	0.15	0.00	0.00	99.69	0.31
N° 200	0.075	0.00	0.00	99.69	0.31
CAZOLETA	--	17.00	0.31	100.00	0.00
<b>TOTAL</b>		5416.00			



D60 =	13.00	D30 =	9.80	D10 =	5.70
	Cu =	2.28		Cc =	1.30

**OBSERVACIONES :** LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO CUMPLE CON HUSO GRANULOMETRICO N° 67 DE LA NORMA A.S.T.M. C 33M-11.  
EL MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO ESTUDIADO ES DE 6.74.

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO**  
**ASTM C 127 / NTP 400.021**

**TESIS :** "INFLUENCIA DEL ADITIVO EUCON 1037 EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE  $f_c = 350 \text{ Kg/cm}^2$  - CAJAMARCA"

**TESISTA :** NIELSER KELMAN SANGAY QUILICHE

**ASESOR :** Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

**CANTERA :** ACOSTA (RIO CHONTA - BAÑOS DEL INCA)

ENSAYO Nº	1	2	3	PROMEDIO
PESO EN EL AIRE DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO (gr)	4085.26	4162.47	3985.67	
PESO EN EL AIRE DE LA MUESTRA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (gr)	4129.89	4206.71	4028.19	
PESO SUMERGIDO EN AGUA DE LA MUESTRA SATURADA (gr)	2528.44	2571.45	2464.25	
PESO ESPECIFICO DE MASA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.551	2.545	2.548	<b>2.55</b>
PESO ESPECIFICO DE MASA SSS (gr/cm <sup>3</sup> )	2.579	2.573	2.576	<b>2.58</b>
PESO ESPECIFICO APARENTE (gr/cm <sup>3</sup> )	2.624	2.616	2.620	<b>2.62</b>
ABSORCIÓN (%)	1.092	1.063	1.067	<b>1.07</b>

**PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO**  
**ASTM C - 29 / NTP 400.017**

**TESIS :** "INFLUENCIA DEL ADITIVO EUCON 1037 EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE  $f_c = 350 \text{ Kg/cm}^2$  - CAJAMARCA"

**TESISTA :** NIELSER KELMAN SANGAY QUILICHE

**ASESOR :** Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

**CANTERA :** ACOSTA (RIO CHONTA - BAÑOS DEL INCA)

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso del recipiente (gr.)	4267.00	4267.00	4267.00
Peso del recipiente + material (gr.)	8476.00	8551.00	8521.00
Peso del material (gr.)	4209.00	4284.00	4254.00
Factor (f)	313.518	313.518	313.518
Peso Unitario Seco Suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1320	1343	1334
<b>P. UNITARIO S. SUELTO PROMEDIO =</b>	<b>1332</b>		<b>Kg/m<sup>3</sup></b>

**PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO**  
**ASTM C - 29 / NTP 400.017**

**TESIS :** "INFLUENCIA DEL ADITIVO EUCON 1037 EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE  $f_c = 350 \text{ Kg/cm}^2$  - CAJAMARCA"

**TESISTA :** NIELSER KELMAN SANGAY QUILICHE

**ASESOR :** Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

**CANTERA :** ACOSTA (RIO CHONTA - BAÑOS DEL INCA)

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso del recipiente (gr.)	4267.00	4267.00	4267.00
Peso del recipiente + material (gr.)	8844.00	8888.00	8996.00
Peso del material (gr.)	4577.00	4621.00	4729.00
Factor (f)	313.518	313.518	313.518
Peso Unitario Seco Compactado (Kg/m <sup>3</sup> )	1435	1449	1483
<b>P. UNITARIO S. COMPACTADO PROMEDIO =</b>	<b>1456</b>		<b>Kg/m<sup>3</sup></b>

**MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ N° 200**  
**A.S.T.M. C 117 / NTP 400.018**

**TESIS :** "INFLUENCIA DEL ADITIVO EUCON 1037 EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE  $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$  - CAJAMARCA"

**TESISTA :** NIELSER KELMAN SANGAY QUILICHE

**ASESOR :** Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

**CANTERA :** ACOSTA (RIO CHONTA - BAÑOS DEL INCA)

ENSAYO N°	1	2	3
Peso seco de la muestra original (gr.)	3000.00	3000.00	3000.00
Peso seco de la muestra lavada (gr.)	2985.00	2987.00	2990.00
Peso de material que pasa el tamiz N° 200 (gr.)	15.00	13.00	10.00
% de material que pasa el tamiz N° 200	0.50%	0.43%	0.33%
<b>PROMEDIO</b>	<b>0.42%</b>		

**ENSAYO DE ABRASION**  
**A.S.T.M. C 131 / NTP 400.019**

**TESIS :** "INFLUENCIA DEL ADITIVO EUCON 1037 EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE  $f_c = 350 \text{ Kg/cm}^2$  - CAJAMARCA"

**TESISTA :** NIELSER KELMAN SANGAY QUILICHE

**ASESOR :** Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

**CANTERA :** ACOSTA (RIO CHONTA - BAÑOS DEL INCA)

**"GRADACION B"**

MUESTRA		1
TAMIZ		PESO (gr)
PASA	RETENIDO	
3/4"	1/2"	2496
1/2"	3/8"	2501
TOTAL		4997
RET. TAMIZ N° 12		3559
<b>% DESGASTE</b>		<b>28.78</b>

**ANEXO 2:**  
**DISEÑOS DE MEZCLA DE**  
**CONCRETO**

## DISEÑO DE MEZCLA PATRON DE CONCRETO

<b>PROYECTO :</b>	TESIS : "INFLUENCIA DEL ADITIVO EUCON 1037 EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE $f'_c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ - CAJAMARCA"
<b>UBICACIÓN :</b>	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
<b>SOLICITANTE :</b>	SANGAY QUILICHE, NIELSER KELMAN
<b>ASESOR:</b>	Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

<b>CEMENTO :</b>	Cemento Portland tipo I (Pacasmayo) / ASTM C 150	<b>PESO ESPECIFICO =</b>	<b>3.12</b>	gr/cm3
------------------	--	--------------------------	-------------	--------

<b>PROCEDENCIA DE AGREGADOS :</b>		$F'_c =$	350	Kg/cm2
<b>AGREG. FINO :</b>	CANTERA ACOSTA (RIO CHONTA)	$F'_{cr} =$	420	Kg/cm2
<b>AGREG. GRUESO :</b>				

CARACTERISTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS					
		AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
<b>TAMAÑO MAXIMO NOMINAL</b>				3/4"	
<b>P. ESPECIFICO DE MASA</b>		2.58	gr/cm3	2.55	gr/cm3
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>		1612	Kg/m3	1332	Kg/m3
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>		1758	Kg/m3	1456	Kg/m3
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>		3.12		0.15	
<b>ABSORCION (%)</b>		2.92		1.07	
<b>MODULO DE FINURA</b>		3.03		6.74	
<b>ABRASION (%)</b>		-		28.78	
<b>PORCENTAJE QUE PASA MALLA N° 200</b>		2.33		0.42	

<b>ASENTAMIENTO =</b>	3"- 4"	plástico
<b>CANTIDAD DE AGUA DE MEZCLADO =</b>	205	Lt/m3
<b>AIRE TOTAL (%) =</b>	2.0	
<b>RELACION A/C =</b>	0.4100	

<b>CEMENTO =</b>	500.00	Kg/m3	11.760	Bolsas/m3
------------------	--------	-------	--------	-----------

METODO VOLUMENES ABSOLUTOS :			
ADITIVO 1 =	0	m3	
ADITIVO 2 =	0	m3	
CEMENTO =	0.160256	m3	
AGUA DE MEZCLADO =	0.205	m3	
AIRE (%) =	0.02	m3	
<b>SUMA =</b>	0.385256	m3	

D. Aditivo : 0 kg/m3

<b>MODULO DE COMBINACION :</b>	<b>5.37</b>
% AGREGADO FINO =	36.84
% AGREGADO GRUESO =	63.16

<b>VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADOS =</b>	0.614744	m3
--	----------	----

APORTE HUMEDAD AGREGADOS	
APORTE AF =	1.17
APORTE AG =	-9.11
<b>TOTAL =</b>	<b>-7.94</b>

AGREGADO FINO SECO =	584.00	Kg/m3
AGREGADO GRUESO SECO =	990.00	Kg/m3

### MATERIALES DE DISEÑO

<b>CEMENTO</b>	500.00	Kg
<b>AGUA DE DISEÑO</b>	205.00	Lt
<b>AGREGADO FINO SECO</b>	584.00	Kg
<b>AGREGADO GRUESO SECO</b>	990.00	Kg
<b>AIRE TOTAL</b>	2.00	%
<b>ADITIVO 1</b>	0.000	Lt
<b>ADITIVO 2</b>	0.000	Lt

### MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD

<b>CEMENTO PACASMAYO TIPO I</b>	500.00	Kg
<b>AGUA EFECTIVA</b>	212.9	Lt
<b>AGREGADO FINO HUMEDO</b>	602.00	Kg
<b>AGREGADO GRUESO HUMEDO</b>	991.00	Kg
<b>AIRE TOTAL</b>	2.00	%

## DISEÑO DE LA MEZCLA CON 1.2% DE ADITIVO EUCON 1037.

<b>PROYECTO :</b>	TESIS : "INFLUENCIA DEL ADITIVO EUCON 1037 EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ - CAJAMARCA"		
<b>UBICACIÓN :</b>	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA		
<b>SOLICITANTE :</b>	SANGAY QUILICHE, NIELSER KELMAN		
<b>ASESOR :</b>	Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ		

<b>CEMENTO :</b>	Cemento Portland tipo I (Pacasmayo)	<b>PESO ESPECIFICO =</b>	<b>3.12</b>	gr/cm3
------------------	-------------------------------------	--------------------------	-------------	--------

<b>PROCEDENCIA DE AGREGADOS :</b>		$F'c =$	350	Kg/cm2
<b>AGREG. FINO :</b>	CANTERA ACOSTA (RIO CHONTA)	$F'cr =$	420	Kg/cm2
<b>AGREG. GRUESO :</b>				

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
<b>TAMAÑO MAXIMO NOMINAL</b>		3/4"
<b>P. ESPECIFICO DE MASA</b>	2.58 gr/cm3	2.55 gr/cm3
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>	1612 Kg/m3	1332 Kg/m3
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	1758 Kg/m3	1456 Kg/m3
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	3.12	0.15
<b>ABSORCION (%)</b>	2.92	1.07
<b>MODULO DE FINURA</b>	3.03	6.74
<b>ABRASION (%)</b>	-	28.78
<b>PORCENTAJE QUE PASA MALLA Nº 200</b>	2.33	0.42

<b>ASENTAMIENTO =</b>	3"- 4"	platico
<b>CANTIDAD DE AGUA DE MEZCLADO =</b>	205	Lt/m3
<b>AIRE TOTAL (%) =</b>	2.0	
<b>RELACION A/C =</b>	0.4100	

<b>CEMENTO =</b>	500.00	Kg/m3	11.760	Bolsas/m3
------------------	--------	-------	--------	-----------

METODO VOLUMENES ABSOLUTOS :			
ADITIVO 1 =	EUCON 1037-1.2%*FC	0.005128205	m3
ADITIVO 2 =		0	m3
CEMENTO =		0.160256	m3
AGUA DE MEZCLADO =		0.205	m3
AIRE (%) =		0.02	m3
SUMA =		0.390385	m3

D. Aditivo : 1170 kg/m3

<b>MODULO DE COMBINACION :</b>	<b>5.37</b>
% AGREGADO FINO =	<b>36.84</b>
% AGREGADO GRUESO =	<b>63.16</b>

<b>VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADOS =</b>	0.609615	m3
--	----------	----

APORTE HUMEDAD AGREGADOS	
APORTE AF =	1.16
APORTE AG =	-9.03
TOTAL =	-7.88

AGREGADO FINO SECO =	579.00	Kg/m3
AGREGADO GRUESO SECO =	982.00	Kg/m3

### MATERIALES DE DISEÑO

CEMENTO	500.00	Kg
AGUA DE DISEÑO	205.00	Lt
AGREGADO FINO SECO	579.00	Kg
AGREGADO GRUESO SECO	982.00	Kg
AIRE TOTAL	2.00	%
ADITIVO 1	5.128	Lt
ADITIVO 2	0.000	Lt

### MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD

CEMENTO PACASMAYO TIPO I	500.00	Kg
AGUA EFECTIVA	212.9	Lt
AGREGADO FINO HUMEDO	597.00	Kg
AGREGADO GRUESO HUMEDO	983.00	Kg
AIRE TOTAL	2.00	%
EUCON 1037-1.2%*FC	5.128	Lt

## DISEÑO DE LA MEZCLA CON 1.4% DE ADITIVO EUCON 1037.

<b>PROYECTO :</b>	TESIS : "INFLUENCIA DEL ADITIVO EUCON 1037 EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE $f'_c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ - CAJAMARCA"
<b>UBICACIÓN :</b>	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
<b>SOLICITANTE :</b>	SANGAY QUILICHE, NIELSER KELMAN
<b>ASESOR:</b>	Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

<b>CEMENTO :</b>	Cemento Portland tipo I (Pacasmayo)	<b>PESO ESPECIFICO =</b>	<b>3.12</b>	gr/cm <sup>3</sup>
------------------	-------------------------------------	--------------------------	-------------	--------------------

<b>PROCEDENCIA DE AGREGADOS :</b>		$F'_c =$	350	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>AGREG. FINO :</b>	CANTERA ACOSTA (RIO CHONTA)	$F'_{cr} =$	420	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>AGREG. GRUESO :</b>				

CARACTERISTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS					
	AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO		
<b>TAMAÑO MAXIMO NOMINAL</b>				<b>3/4"</b>	
<b>P. ESPECIFICO DE MASA</b>	<b>2.58</b>	gr/cm <sup>3</sup>	<b>2.55</b>	gr/cm <sup>3</sup>	
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>	<b>1612</b>	Kg/m <sup>3</sup>	<b>1332</b>	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	<b>1758</b>	Kg/m <sup>3</sup>	<b>1456</b>	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	<b>3.12</b>		<b>0.15</b>		
<b>ABSORCION (%)</b>	<b>2.92</b>		<b>1.07</b>		
<b>MODULO DE FINURA</b>	<b>3.03</b>		<b>6.74</b>		
<b>ABRASION (%)</b>	-		<b>28.78</b>		
<b>PORCENTAJE QUE PASA MALLA Nº 200</b>	<b>2.33</b>		<b>0.42</b>		

<b>ASENTAMIENTO =</b>	<b>3"- 4"</b>	platico
<b>CANTIDAD DE AGUA DE MEZCLADO =</b>	<b>205</b>	Lt/m <sup>3</sup>
<b>AIRE TOTAL (%) =</b>	<b>2.0</b>	
<b>RELACION A/C =</b>	<b>0.4100</b>	

<b>CEMENTO =</b>	<b>500.00</b>	Kg/m <sup>3</sup>	<b>11.760</b>	Bolsas/m <sup>3</sup>
------------------	---------------	-------------------	---------------	-----------------------

METODO VOLUMENES ABSOLUTOS :			
ADITIVO 1 =	EUCON 1037-1.4%*FC	0.005982906	m <sup>3</sup>
ADITIVO 2 =		0	m <sup>3</sup>
CEMENTO =		0.160256	m <sup>3</sup>
AGUA DE MEZCLADO =		0.205	m <sup>3</sup>
AIRE (%) =		0.02	m <sup>3</sup>
SUMA =		0.391239	m <sup>3</sup>

D. Aditivo : 1170 kg/m<sup>3</sup>

<b>MODULO DE COMBINACION :</b>	<b>5.37</b>
% AGREGADO FINO =	<b>36.84</b>
% AGREGADO GRUESO =	<b>63.16</b>

<b>VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADOS =</b>	<b>0.608761</b>	m <sup>3</sup>
--	-----------------	----------------

APORTE HUMEDAD AGREGADOS	
APORTE AF =	1.16
APORTE AG =	-9.02
TOTAL =	-7.86

AGREGADO FINO SECO =	579.00	Kg/m <sup>3</sup>
AGREGADO GRUESO SECO =	980.00	Kg/m <sup>3</sup>

### MATERIALES DE DISEÑO

<b>CEMENTO</b>	<b>500.00</b>	Kg
<b>AGUA DE DISEÑO</b>	<b>205.00</b>	Lt
<b>AGREGADO FINO SECO</b>	<b>579.00</b>	Kg
<b>AGREGADO GRUESO SECO</b>	<b>980.00</b>	Kg
<b>AIRE TOTAL</b>	<b>2.00</b>	%
<b>ADITIVO 1</b>	<b>5.983</b>	Lt
<b>ADITIVO 2</b>	<b>0.000</b>	Lt

### MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD

<b>CEMENTO PACASMAYO TIPO I</b>	<b>500.00</b>	Kg
<b>AGUA EFECTIVA</b>	<b>212.9</b>	Lt
<b>AGREGADO FINO HUMEDO</b>	<b>597.00</b>	Kg
<b>AGREGADO GRUESO HUMEDO</b>	<b>981.00</b>	Kg
<b>AIRE TOTAL</b>	<b>2.00</b>	%
<b>EUCON 1037-1.4%*FC</b>	<b>5.983</b>	Lt

## DISEÑO DE LA MEZCLA CON 1.7% DE ADITIVO EUCON 1037.

<b>PROYECTO :</b>	TESIS : "INFLUENCIA DEL ADITIVO EUCON 1037 EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ - CAJAMARCA"
<b>UBICACIÓN :</b>	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
<b>SOLICITANTE :</b>	SANGAY QUILICHE, NIELSER KELMAN
<b>ASESOR :</b>	Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

<b>CEMENTO :</b>	Cemento Portland tipo I (Pacasmayo)	<b>PESO ESPECIFICO =</b>	<b>3.12</b>	gr/cm <sup>3</sup>
------------------	-------------------------------------	--------------------------	-------------	--------------------

<b>PROCEDENCIA DE AGREGADOS :</b>		$F'c =$	350	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>AGREG. FINO :</b>	CANTERA ACOSTA (RIO CHONTA)	$F'cr =$	420	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>AGREG. GRUESO :</b>				

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS					
	AGREGADO FINO			AGREGADO GRUESO	
<b>TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL</b>				<b>3/4"</b>	
<b>P. ESPECIFICO DE MASA</b>	<b>2.58</b>	gr/cm <sup>3</sup>		<b>2.55</b>	gr/cm <sup>3</sup>
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>	<b>1612</b>	Kg/m <sup>3</sup>		<b>1332</b>	Kg/m <sup>3</sup>
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	<b>1758</b>	Kg/m <sup>3</sup>		<b>1456</b>	Kg/m <sup>3</sup>
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	<b>3.12</b>			<b>0.15</b>	
<b>ABSORCIÓN (%)</b>	<b>2.92</b>			<b>1.07</b>	
<b>MODULO DE FINURA</b>	<b>3.03</b>			<b>6.74</b>	
<b>ABRASIÓN (%)</b>	-			<b>28.78</b>	
<b>PORCENTAJE QUE PASA MALLA Nº 200</b>	<b>2.33</b>			<b>0.42</b>	

<b>ASENTAMIENTO =</b>	<b>3"- 4"</b>	platico
<b>CANTIDAD DE AGUA DE MEZCLADO =</b>	<b>205</b>	Lt/m <sup>3</sup>
<b>AIRE TOTAL (%) =</b>	<b>2.0</b>	
<b>RELACION A/C =</b>	<b>0.4100</b>	

<b>CEMENTO =</b>	<b>500.00</b>	Kg/m <sup>3</sup>	<b>11.760</b>	Bolsas/m <sup>3</sup>
------------------	---------------	-------------------	---------------	-----------------------

MÉTODO VOLUMENES ABSOLUTOS :			
ADITIVO 1 =	EUCON 1037-1.7%*FC	0.007264957	m <sup>3</sup>
ADITIVO 2 =		0	m <sup>3</sup>
CEMENTO =		0.160256	m <sup>3</sup>
AGUA DE MEZCLADO =		0.205	m <sup>3</sup>
AIRE (%) =		0.02	m <sup>3</sup>
	SUMA =	0.392521	m <sup>3</sup>

D. Aditivo : 1170 kg/m<sup>3</sup>

<b>MODULO DE COMBINACION :</b>	<b>5.37</b>
% AGREGADO FINO =	<b>36.84</b>
% AGREGADO GRUESO =	<b>63.16</b>

<b>VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADOS =</b>	<b>0.607479</b>	m <sup>3</sup>
AGREGADO FINO SECO =	577.00	Kg/m <sup>3</sup>
AGREGADO GRUESO SECO =	978.00	Kg/m <sup>3</sup>

<b>APORTE HUMEDAD AGREGADOS</b>	
APORTE AF =	1.15
APORTE AG =	-9.00
TOTAL =	-7.84

MATERIALES DE DISEÑO			
<b>CEMENTO</b>	<b>500.00</b>	Kg	
<b>AGUA DE DISEÑO</b>	<b>205.00</b>	Lt	
<b>AGREGADO FINO SECO</b>	<b>577.00</b>	Kg	
<b>AGREGADO GRUESO SECO</b>	<b>978.00</b>	Kg	
<b>AIRE TOTAL</b>	<b>2.00</b>	%	
<b>ADITIVO 1</b>	<b>7.265</b>	Lt	
<b>ADITIVO 2</b>	<b>0.000</b>	Lt	

MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD			
<b>CEMENTO PACASMAYO TIPO I</b>	<b>500.00</b>	Kg	
<b>AGUA EFECTIVA</b>	<b>212.8</b>	Lt	
<b>AGREGADO FINO HUMEDO</b>	<b>595.00</b>	Kg	
<b>AGREGADO GRUESO HUMEDO</b>	<b>979.00</b>	Kg	
<b>AIRE TOTAL</b>	<b>2.00</b>	%	
<b>EUCON 1037-1.7%*FC</b>	<b>7.265</b>	Lt	

**ANEXO 3:**  
**ENSAYOS A COMPRESIÓN**  
**UNIAXIAL**

**ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAxIAL (A.S.T.M. C 39M -16)**

**TESIS :**

**"INFLUENCIA DEL ADITIVO EUCON 1037 EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE  $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$  - CAJAMARCA"**

**TIPO DE MEZCLA :**

**MEZCLA PATRÓN**

**TESISTA :**

**NIELSER KELMAN SANGAY QUILICHE**

**ASESOR :**

**Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ**

**LABORATORIO :**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

CÓDIGO	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (Tn)	DIÁMETRO (cm)	$f'c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
NS-P-01	14/06/2016	21/06/2016	7	48.50	15.20	350	267.28	5
NS-P-02	14/06/2016	21/06/2016	7	49.00	15.10	350	273.62	5
NS-P-03	14/06/2016	21/06/2016	7	47.60	15.20	350	262.32	2
NS-P-04	14/06/2016	21/06/2016	7	48.50	15.30	350	263.80	2
NS-P-05	14/06/2016	21/06/2016	7	47.60	15.20	350	262.32	5
NS-P-06	14/06/2016	21/06/2016	7	48.50	15.20	350	267.28	5
NS-P-07	14/06/2016	21/06/2016	7	49.50	15.30	350	269.24	2
NS-P-08	14/06/2016	21/06/2016	7	48.60	15.30	350	264.34	2
NS-P-09	14/06/2016	21/06/2016	7	46.00	15.30	350	250.20	5
NS-P-10	14/06/2016	21/06/2016	7	49.20	15.20	350	271.14	5
NS-P-11	14/06/2016	21/06/2016	7	49.50	15.30	350	269.24	5
NS-P-12	14/06/2016	21/06/2016	7	47.50	15.30	350	258.36	5
NS-P-13	14/06/2016	21/06/2016	7	47.50	15.30	350	258.36	2
NS-P-14	14/06/2016	21/06/2016	7	49.70	15.10	350	277.53	2
NS-P-15	14/06/2016	21/06/2016	7	48.50	15.20	350	267.28	5
NS-P-16	14/06/2016	21/06/2016	7	46.50	15.30	350	252.92	5
NS-P-17	14/06/2016	21/06/2016	7	48.50	15.20	350	267.28	2
NS-P-18	14/06/2016	21/06/2016	7	47.60	15.20	350	262.32	2
NS-P-19	14/06/2016	21/06/2016	7	49.20	15.30	350	267.60	5
NS-P-20	14/06/2016	21/06/2016	7	49.30	15.20	350	271.69	5
NS-P-21	14/06/2016	21/06/2016	7	48.50	15.30	350	263.80	5
NS-P-22	14/06/2016	21/06/2016	7	48.20	15.20	350	265.63	5
NS-P-23	14/06/2016	21/06/2016	7	47.60	15.30	350	258.90	2
NS-P-24	14/06/2016	21/06/2016	7	46.50	15.20	350	256.26	2
NS-P-25	14/06/2016	21/06/2016	7	47.60	15.30	350	258.90	5
NS-P-26	14/06/2016	21/06/2016	7	46.50	15.20	350	256.26	5
NS-P-27	14/06/2016	21/06/2016	7	49.50	15.20	350	272.79	2
NS-P-28	14/06/2016	21/06/2016	7	49.50	15.20	350	272.79	2
NS-P-29	14/06/2016	21/06/2016	7	47.60	15.30	350	258.90	5
NS-P-30	14/06/2016	21/06/2016	7	49.50	15.20	350	272.79	5

**ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAXIAL (A.S.T.M. C 39M -16)**

**TESIS :**

**"INFLUENCIA DEL ADITIVO EUCON 1037 EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE  $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$  - CAJAMARCA"**

**TIPO DE MEZCLA :**

**MEZCLA PATRÓN**

**TESISTA :**

**NIELSER KELMAN SANGAY QUILICHE**

**ASESOR :**

**Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ**

**LABORATORIO :**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

CÓDIGO	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (Tn)	DIÁMETRO (cm)	$f'c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
NS-P-31	14/06/2016	12/07/2016	28	66.50	15.30	350	361.70	5
NS-P-32	14/06/2016	12/07/2016	28	64.50	15.20	350	355.45	3
NS-P-33	14/06/2016	12/07/2016	28	63.50	15.10	350	354.59	2
NS-P-34	14/06/2016	12/07/2016	28	65.60	15.20	350	361.52	2
NS-P-35	14/06/2016	12/07/2016	28	65.40	15.00	350	370.09	3
NS-P-36	14/06/2016	12/07/2016	28	66.60	15.20	350	367.03	5
NS-P-37	14/06/2016	12/07/2016	28	64.50	15.30	350	350.82	5
NS-P-38	14/06/2016	12/07/2016	28	68.50	15.30	350	372.58	3
NS-P-39	14/06/2016	12/07/2016	28	65.60	15.20	350	361.52	2
NS-P-40	14/06/2016	12/07/2016	28	68.30	15.30	350	371.49	2
NS-P-41	14/06/2016	12/07/2016	28	68.50	15.20	350	377.50	3
NS-P-42	14/06/2016	12/07/2016	28	64.10	15.20	350	353.25	5
NS-P-43	14/06/2016	12/07/2016	28	66.60	15.10	350	371.90	2
NS-P-44	14/06/2016	12/07/2016	28	66.40	15.30	350	361.16	3
NS-P-45	14/06/2016	12/07/2016	28	66.20	15.20	350	364.82	5
NS-P-46	14/06/2016	12/07/2016	28	65.20	15.10	350	364.09	2
NS-P-47	14/06/2016	12/07/2016	28	64.30	15.20	350	354.35	3
NS-P-48	14/06/2016	12/07/2016	28	63.80	15.20	350	351.60	5
NS-P-49	14/06/2016	12/07/2016	28	68.20	15.20	350	375.84	5
NS-P-50	14/06/2016	12/07/2016	28	68.20	15.30	350	370.95	3
NS-P-51	14/06/2016	12/07/2016	28	64.60	15.30	350	351.37	2
NS-P-52	14/06/2016	12/07/2016	28	66.30	15.30	350	360.61	2
NS-P-53	14/06/2016	12/07/2016	28	66.00	15.20	350	363.72	3
NS-P-54	14/06/2016	12/07/2016	28	65.20	15.30	350	354.63	5
NS-P-55	14/06/2016	12/07/2016	28	63.50	15.10	350	354.59	2
NS-P-56	14/06/2016	12/07/2016	28	65.30	15.20	350	359.86	2
NS-P-57	14/06/2016	12/07/2016	28	65.80	15.10	350	367.44	2
NS-P-58	14/06/2016	12/07/2016	28	66.20	15.30	350	360.07	3
NS-P-59	14/06/2016	12/07/2016	28	67.40	15.20	350	371.44	5
NS-P-60	14/06/2016	12/07/2016	28	67.30	15.30	350	366.05	2

**ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAxIAL (A.S.T.M. C 39M -16)**

TESIS :

**"INFLUENCIA DEL ADITIVO EUCON 1037 EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE  $f_c = 350 \text{ Kg/cm}^2$  - CAJAMARCA"**

TIPO DE MEZCLA :

**MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.2% POR PESO DE CEMENTO**

TESISTA :

**NIELSER KELMAN SANGAY QUILICHE**

ASESOR :

**Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ**

LABORATORIO :

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

CÓDIGO	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (Tn)	DIÁMETRO (cm)	$f_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
NS-1.2-01	15/06/2016	22/06/2016	7	56.50	15.20	350	311.37	2
NS-1.2-02	15/06/2016	22/06/2016	7	55.70	15.10	350	311.04	2
NS-1.2-03	15/06/2016	22/06/2016	7	56.20	15.30	350	305.68	5
NS-1.2-04	15/06/2016	22/06/2016	7	55.60	15.20	350	306.41	5
NS-1.2-05	15/06/2016	22/06/2016	7	56.00	15.10	350	312.71	2
NS-1.2-06	15/06/2016	22/06/2016	7	58.20	15.20	350	320.73	2
NS-1.2-07	15/06/2016	22/06/2016	7	57.50	15.10	350	321.09	5
NS-1.2-08	15/06/2016	22/06/2016	7	55.60	15.30	350	302.41	5
NS-1.2-09	15/06/2016	22/06/2016	7	57.20	15.20	350	315.22	5
NS-1.2-10	15/06/2016	22/06/2016	7	57.60	15.30	350	313.29	5
NS-1.2-11	15/06/2016	22/06/2016	7	56.50	15.20	350	311.37	2
NS-1.2-12	15/06/2016	22/06/2016	7	55.20	15.20	350	304.20	2
NS-1.2-13	15/06/2016	22/06/2016	7	55.60	15.20	350	306.41	5
NS-1.2-14	15/06/2016	22/06/2016	7	54.90	15.30	350	298.61	5
NS-1.2-15	15/06/2016	22/06/2016	7	56.50	15.20	350	311.37	2
NS-1.2-16	15/06/2016	22/06/2016	7	56.20	15.10	350	313.83	2
NS-1.2-17	15/06/2016	22/06/2016	7	55.30	15.20	350	304.75	5
NS-1.2-18	15/06/2016	22/06/2016	7	56.70	15.20	350	312.47	5
NS-1.2-19	15/06/2016	22/06/2016	7	58.00	15.10	350	323.88	5
NS-1.2-20	15/06/2016	22/06/2016	7	54.90	15.30	350	298.61	5
NS-1.2-21	15/06/2016	22/06/2016	7	55.50	15.20	350	305.86	2
NS-1.2-22	15/06/2016	22/06/2016	7	56.00	15.30	350	304.59	2
NS-1.2-23	15/06/2016	22/06/2016	7	55.80	15.30	350	303.50	5
NS-1.2-24	15/06/2016	22/06/2016	7	55.90	15.30	350	304.05	5
NS-1.2-25	15/06/2016	22/06/2016	7	56.60	15.20	350	311.92	2
NS-1.2-26	15/06/2016	22/06/2016	7	57.50	15.30	350	312.75	2
NS-1.2-27	15/06/2016	22/06/2016	7	55.80	15.20	350	307.51	5
NS-1.2-28	15/06/2016	22/06/2016	7	55.30	15.30	350	300.78	2
NS-1.2-29	15/06/2016	22/06/2016	7	57.60	15.10	350	321.65	5
NS-1.2-30	15/06/2016	22/06/2016	7	56.90	15.30	350	309.48	5

**ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAXIAL (A.S.T.M. C 39M -16)**

**TESIS :**

**"INFLUENCIA DEL ADITIVO EUCON 1037 EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE  $f_c = 350 \text{ Kg/cm}^2$  - CAJAMARCA"**

**TIPO DE MEZCLA :**

**MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.2% POR PESO DE CEMENTO**

**TESISTA :**

**NIELSER KELMAN SANGAY QUILICHE**

**ASESOR :**

**Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ**

**LABORATORIO :**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

<b>CÓDIGO</b>	<b>FECHA DE FABRICACIÓN</b>	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	<b>EDAD (días)</b>	<b>CARGA DE ROTURA (Tn)</b>	<b>DIÁMETRO (cm)</b>	<b><math>f_c</math> (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>TIPO DE FALLA</b>
NS-1.2-31	15/06/2016	13/07/2016	28	70.50	15.10	350	393.68	2
NS-1.2-32	15/06/2016	13/07/2016	28	69.60	15.30	350	378.56	2
NS-1.2-33	15/06/2016	13/07/2016	28	71.50	15.30	350	388.90	3
NS-1.2-34	15/06/2016	13/07/2016	28	73.60	15.20	350	405.60	5
NS-1.2-35	15/06/2016	13/07/2016	28	71.60	15.20	350	394.58	5
NS-1.2-36	15/06/2016	13/07/2016	28	72.50	15.30	350	394.33	3
NS-1.2-37	15/06/2016	13/07/2016	28	69.80	15.20	350	384.66	2
NS-1.2-38	15/06/2016	13/07/2016	28	70.50	15.20	350	388.52	2
NS-1.2-39	15/06/2016	13/07/2016	28	72.60	15.10	350	405.41	3
NS-1.2-40	15/06/2016	13/07/2016	28	69.60	15.20	350	383.56	5
NS-1.2-41	15/06/2016	13/07/2016	28	72.80	15.30	350	395.97	2
NS-1.2-42	15/06/2016	13/07/2016	28	72.50	15.20	350	399.54	3
NS-1.2-43	15/06/2016	13/07/2016	28	71.50	15.00	350	404.61	5
NS-1.2-44	15/06/2016	13/07/2016	28	71.20	15.20	350	392.38	2
NS-1.2-45	15/06/2016	13/07/2016	28	72.40	15.30	350	393.79	3
NS-1.2-46	15/06/2016	13/07/2016	28	72.60	15.20	350	400.09	5
NS-1.2-47	15/06/2016	13/07/2016	28	71.50	15.30	350	388.90	5
NS-1.2-48	15/06/2016	13/07/2016	28	70.50	15.10	350	393.68	3
NS-1.2-49	15/06/2016	13/07/2016	28	70.60	15.30	350	384.00	2
NS-1.2-50	15/06/2016	13/07/2016	28	71.80	15.20	350	395.68	2
NS-1.2-51	15/06/2016	13/07/2016	28	69.80	15.30	350	379.65	3
NS-1.2-52	15/06/2016	13/07/2016	28	70.50	15.10	350	393.68	5
NS-1.2-53	15/06/2016	13/07/2016	28	71.50	15.00	350	404.61	2
NS-1.2-54	15/06/2016	13/07/2016	28	72.60	15.30	350	394.88	2
NS-1.2-55	15/06/2016	13/07/2016	28	73.20	15.30	350	398.14	2
NS-1.2-56	15/06/2016	13/07/2016	28	70.50	15.10	350	393.68	3
NS-1.2-57	15/06/2016	13/07/2016	28	69.50	15.20	350	383.01	5
NS-1.2-58	15/06/2016	13/07/2016	28	69.50	15.30	350	378.02	2
NS-1.2-59	15/06/2016	13/07/2016	28	73.60	15.30	350	400.32	2
NS-1.2-60	15/06/2016	13/07/2016	28	72.90	15.30	350	396.51	2

**ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAXIAL (A.S.T.M. C 39M -16)**

**TESIS :** "INFLUENCIA DEL ADITIVO EUCON 1037 EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE  $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$  - CAJAMARCA"  
**TIPO DE MEZCLA :** MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.4% POR PESO DE CEMENTO  
**TESISTA :** NIELSER KELMAN SANGAY QUILICHE  
**ASESOR :** Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ  
**LABORATORIO :** UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

CÓDIGO	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (Tn)	DIÁMETRO (cm)	$f'c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
NS-1.4-01	16/06/2016	23/06/2016	7	60.50	15.30	350	329.07	2
NS-1.4-02	16/06/2016	23/06/2016	7	58.30	15.20	350	321.29	5
NS-1.4-03	16/06/2016	23/06/2016	7	57.60	15.30	350	313.29	5
NS-1.4-04	16/06/2016	23/06/2016	7	59.50	15.30	350	323.63	5
NS-1.4-05	16/06/2016	23/06/2016	7	58.20	15.20	350	320.73	5
NS-1.4-06	16/06/2016	23/06/2016	7	58.60	15.20	350	322.94	2
NS-1.4-07	16/06/2016	23/06/2016	7	59.20	15.10	350	330.58	2
NS-1.4-08	16/06/2016	23/06/2016	7	57.50	15.10	350	321.09	5
NS-1.4-09	16/06/2016	23/06/2016	7	60.40	15.30	350	328.52	5
NS-1.4-10	16/06/2016	23/06/2016	7	59.20	15.20	350	326.25	2
NS-1.4-11	16/06/2016	23/06/2016	7	57.50	15.00	350	325.38	2
NS-1.4-12	16/06/2016	23/06/2016	7	59.50	15.20	350	327.90	5
NS-1.4-13	16/06/2016	23/06/2016	7	60.50	15.30	350	329.07	5
NS-1.4-14	16/06/2016	23/06/2016	7	59.40	15.20	350	327.35	5
NS-1.4-15	16/06/2016	23/06/2016	7	59.33	15.10	350	331.31	5
NS-1.4-16	16/06/2016	23/06/2016	7	59.80	15.10	350	333.93	2
NS-1.4-17	16/06/2016	23/06/2016	7	58.50	15.30	350	318.19	2
NS-1.4-18	16/06/2016	23/06/2016	7	59.40	15.20	350	327.35	5
NS-1.4-19	16/06/2016	23/06/2016	7	57.50	15.30	350	312.75	2
NS-1.4-20	16/06/2016	23/06/2016	7	60.30	15.20	350	332.31	5
NS-1.4-21	16/06/2016	23/06/2016	7	59.50	15.10	350	332.26	5
NS-1.4-22	16/06/2016	23/06/2016	7	59.30	15.30	350	322.54	5
NS-1.4-23	16/06/2016	23/06/2016	7	60.40	15.20	350	332.86	5
NS-1.4-24	16/06/2016	23/06/2016	7	60.70	15.10	350	338.96	2
NS-1.4-25	16/06/2016	23/06/2016	7	59.40	15.30	350	323.08	2
NS-1.4-26	16/06/2016	23/06/2016	7	59.30	15.30	350	322.54	5
NS-1.4-27	16/06/2016	23/06/2016	7	59.40	15.20	350	327.35	5
NS-1.4-28	16/06/2016	23/06/2016	7	59.20	15.30	350	321.99	2
NS-1.4-29	16/06/2016	23/06/2016	7	60.70	15.30	350	330.15	2
NS-1.4-30	16/06/2016	23/06/2016	7	57.90	15.30	350	314.92	5

**ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAXIAL (A.S.T.M. C 39M -16)**

**TESIS :**

**"INFLUENCIA DEL ADITIVO EUCON 1037 EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE  $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$  - CAJAMARCA"**

**TIPO DE MEZCLA :**

**MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.4% POR PESO DE CEMENTO**

**TESISTA :**

**NIELSER KELMAN SANGAY QUILICHE**

**ASESOR :**

**Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ**

**LABORATORIO :**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

CÓDIGO	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (Tn)	DIÁMETRO (cm)	$f'c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
NS-1.4-31	16/06/2016	14/07/2016	28	74.50	15.20	350	410.56	3
NS-1.4-32	16/06/2016	14/07/2016	28	74.20	15.20	350	408.91	2
NS-1.4-33	16/06/2016	14/07/2016	28	73.00	15.30	350	397.05	2
NS-1.4-34	16/06/2016	14/07/2016	28	73.50	15.20	350	405.05	3
NS-1.4-35	16/06/2016	14/07/2016	28	73.20	15.30	350	398.14	5
NS-1.4-36	16/06/2016	14/07/2016	28	74.10	15.20	350	408.36	5
NS-1.4-37	16/06/2016	14/07/2016	28	72.60	15.10	350	405.41	3
NS-1.4-38	16/06/2016	14/07/2016	28	74.60	15.30	350	405.76	2
NS-1.4-39	16/06/2016	14/07/2016	28	73.50	15.10	350	410.43	2
NS-1.4-40	16/06/2016	14/07/2016	28	73.80	15.10	350	412.11	3
NS-1.4-41	16/06/2016	14/07/2016	28	74.60	15.30	350	405.76	5
NS-1.4-42	16/06/2016	14/07/2016	28	74.20	15.20	350	408.91	2
NS-1.4-43	16/06/2016	14/07/2016	28	72.90	15.10	350	407.08	3
NS-1.4-44	16/06/2016	14/07/2016	28	74.00	15.30	350	402.49	5
NS-1.4-45	16/06/2016	14/07/2016	28	73.90	15.20	350	407.26	2
NS-1.4-46	16/06/2016	14/07/2016	28	74.60	15.20	350	411.11	3
NS-1.4-47	16/06/2016	14/07/2016	28	73.90	15.30	350	401.95	5
NS-1.4-48	16/06/2016	14/07/2016	28	74.60	15.10	350	416.58	5
NS-1.4-49	16/06/2016	14/07/2016	28	72.90	15.10	350	407.08	3
NS-1.4-50	16/06/2016	14/07/2016	28	75.10	15.30	350	408.48	2
NS-1.4-51	16/06/2016	14/07/2016	28	74.50	15.20	350	410.56	2
NS-1.4-52	16/06/2016	14/07/2016	28	73.80	15.30	350	401.41	3
NS-1.4-53	16/06/2016	14/07/2016	28	73.20	15.10	350	408.76	5
NS-1.4-54	16/06/2016	14/07/2016	28	74.60	15.20	350	411.11	2
NS-1.4-55	16/06/2016	14/07/2016	28	75.80	15.30	350	412.28	2
NS-1.4-56	16/06/2016	14/07/2016	28	75.10	15.30	350	408.48	2
NS-1.4-57	16/06/2016	14/07/2016	28	74.50	15.10	350	416.02	2
NS-1.4-58	16/06/2016	14/07/2016	28	75.90	15.30	350	412.83	2
NS-1.4-59	16/06/2016	14/07/2016	28	73.70	15.20	350	406.15	3
NS-1.4-60	16/06/2016	14/07/2016	28	74.20	15.30	350	403.58	5

**ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAXIAL (A.S.T.M. C 39M -16)**

**TESIS :** "INFLUENCIA DEL ADITIVO EUCON 1037 EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE  $f_c = 350 \text{ Kg/cm}^2$  - CAJAMARCA"

**TIPO DE MEZCLA :** MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.7% POR PESO DE CEMENTO

**TESISTA :** NIELSER KELMAN SANGAY QUILICHE

**ASESOR :** Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

**LABORATORIO :** UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

CÓDIGO	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (Tn)	DIÁMETRO (cm)	$f_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
NS-1.7-01	17/06/2016	24/06/2016	7	67.50	15.20	350	371.99	5
NS-1.7-02	17/06/2016	24/06/2016	7	66.50	15.30	350	361.70	2
NS-1.7-03	17/06/2016	24/06/2016	7	67.50	15.10	350	376.93	2
NS-1.7-04	17/06/2016	24/06/2016	7	68.50	15.20	350	377.50	5
NS-1.7-05	17/06/2016	24/06/2016	7	66.20	15.30	350	360.07	5
NS-1.7-06	17/06/2016	24/06/2016	7	66.30	15.10	350	370.23	2
NS-1.7-07	17/06/2016	24/06/2016	7	65.50	15.30	350	356.26	2
NS-1.7-08	17/06/2016	24/06/2016	7	67.60	15.20	350	372.54	5
NS-1.7-09	17/06/2016	24/06/2016	7	67.60	15.30	350	367.68	5
NS-1.7-10	17/06/2016	24/06/2016	7	66.80	15.20	350	368.13	5
NS-1.7-11	17/06/2016	24/06/2016	7	67.60	15.00	350	382.54	5
NS-1.7-12	17/06/2016	24/06/2016	7	68.20	15.20	350	375.84	2
NS-1.7-13	17/06/2016	24/06/2016	7	67.80	15.10	350	378.60	2
NS-1.7-14	17/06/2016	24/06/2016	7	66.60	15.30	350	362.24	5
NS-1.7-15	17/06/2016	24/06/2016	7	67.30	15.30	350	366.05	5
NS-1.7-16	17/06/2016	24/06/2016	7	67.50	15.10	350	376.93	2
NS-1.7-17	17/06/2016	24/06/2016	7	65.60	15.30	350	356.81	2
NS-1.7-18	17/06/2016	24/06/2016	7	66.20	15.20	350	364.82	2
NS-1.7-19	17/06/2016	24/06/2016	7	67.00	15.30	350	364.42	5
NS-1.7-20	17/06/2016	24/06/2016	7	66.80	15.00	350	378.01	5
NS-1.7-21	17/06/2016	24/06/2016	7	68.20	15.20	350	375.84	5
NS-1.7-22	17/06/2016	24/06/2016	7	65.30	15.30	350	355.17	5
NS-1.7-23	17/06/2016	24/06/2016	7	65.80	15.30	350	357.89	2
NS-1.7-24	17/06/2016	24/06/2016	7	66.00	15.10	350	368.55	2
NS-1.7-25	17/06/2016	24/06/2016	7	67.20	15.30	350	365.51	5
NS-1.7-26	17/06/2016	24/06/2016	7	67.90	15.30	350	369.32	5
NS-1.7-27	17/06/2016	24/06/2016	7	68.30	15.20	350	376.39	2
NS-1.7-28	17/06/2016	24/06/2016	7	67.20	15.20	350	370.33	2
NS-1.7-29	17/06/2016	24/06/2016	7	66.10	15.20	350	364.27	2
NS-1.7-30	17/06/2016	24/06/2016	7	67.90	15.30	350	369.32	2

**ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAXIAL (A.S.T.M. C 39M -16)**

TESIS :

**"INFLUENCIA DEL ADITIVO EUCON 1037 EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE  $f_c = 350 \text{ Kg/cm}^2$  - CAJAMARCA"**

TIPO DE MEZCLA :

**MEZCLA CON DOSIFICACIÓN DE 1.7% POR PESO DE CEMENTO**

TESISTA :

**NIELSER KELMAN SANGAY QUILICHE**

ASESOR :

**Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ**

LABORATORIO :

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

CÓDIGO	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (Tn)	DIÁMETRO (cm)	$f_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
NS-1.7-31	17/06/2016	15/07/2016	28	78.50	15.30	350	426.97	5
NS-1.7-32	17/06/2016	15/07/2016	28	77.50	15.20	350	427.10	3
NS-1.7-33	17/06/2016	15/07/2016	28	78.60	15.30	350	427.51	2
NS-1.7-34	17/06/2016	15/07/2016	28	78.50	15.20	350	432.61	2
NS-1.7-35	17/06/2016	15/07/2016	28	76.90	15.10	350	429.42	3
NS-1.7-36	17/06/2016	15/07/2016	28	77.00	15.30	350	418.81	5
NS-1.7-37	17/06/2016	15/07/2016	28	79.20	15.20	350	436.46	5
NS-1.7-38	17/06/2016	15/07/2016	28	79.40	15.30	350	431.86	3
NS-1.7-39	17/06/2016	15/07/2016	28	78.60	15.30	350	427.51	2
NS-1.7-40	17/06/2016	15/07/2016	28	78.10	15.20	350	430.40	2
NS-1.7-41	17/06/2016	15/07/2016	28	75.90	15.20	350	418.28	3
NS-1.7-42	17/06/2016	15/07/2016	28	76.50	15.30	350	416.09	5
NS-1.7-43	17/06/2016	15/07/2016	28	76.40	15.10	350	426.63	2
NS-1.7-44	17/06/2016	15/07/2016	28	77.00	15.30	350	418.81	3
NS-1.7-45	17/06/2016	15/07/2016	28	78.80	15.30	350	428.60	5
NS-1.7-46	17/06/2016	15/07/2016	28	78.50	15.30	350	426.97	2
NS-1.7-47	17/06/2016	15/07/2016	28	79.40	15.20	350	437.57	3
NS-1.7-48	17/06/2016	15/07/2016	28	77.60	15.30	350	422.07	5
NS-1.7-49	17/06/2016	15/07/2016	28	78.40	15.10	350	437.80	5
NS-1.7-50	17/06/2016	15/07/2016	28	76.50	15.30	350	416.09	3
NS-1.7-51	17/06/2016	15/07/2016	28	78.40	15.30	350	426.43	5
NS-1.7-52	17/06/2016	15/07/2016	28	78.20	15.20	350	430.95	2
NS-1.7-53	17/06/2016	15/07/2016	28	76.50	15.30	350	416.09	3
NS-1.7-54	17/06/2016	15/07/2016	28	75.90	15.20	350	418.28	5
NS-1.7-55	17/06/2016	15/07/2016	28	78.40	15.20	350	432.05	5
NS-1.7-56	17/06/2016	15/07/2016	28	76.80	15.30	350	417.72	2
NS-1.7-57	17/06/2016	15/07/2016	28	77.90	15.20	350	429.30	3
NS-1.7-58	17/06/2016	15/07/2016	28	79.20	15.20	350	436.46	5
NS-1.7-59	17/06/2016	15/07/2016	28	78.10	15.30	350	424.79	5
NS-1.7-60	17/06/2016	15/07/2016	28	77.30	15.30	350	420.44	3

**ANEXO 4:**  
**HOJA TÉCNICA DEL ADITIVO**

## EUCON 1037

**Aditivo superplastificante – reductor de agua de alto rango**

**TX40T202**

### DESCRIPCION

**EUCON 1037** es un aditivo reductor de agua de alto rango. Este puede ser adicionado al concreto en el sitio de trabajo o en la planta de concreto.

**EUCON 1037** no contiene cloruros y puede ser utilizado para concreto pretensado.

**EUCON 1037** es compatible con agentes incorporadores de aire, agentes impermeabilizantes, cloruro de calcio y muchos otros aditivos, lo importante es adicionarlos al concreto separadamente.

**EUCON 1037** fragua en un tiempo similar a un concreto sin aditivo, da un excelente aumento y retención de manejabilidad en concretos con baja relación agua / cemento.

### INFORMACION TECNICA

**EUCON 1037** cumple con los requerimientos de la norma ASTM C-494 tipo A y F y AASHTO M-194.

Densidad : 1.17 kg/l +/- 0.02 kg/l

Los siguientes resultados fueron desarrollados bajo condiciones de laboratorio según norma ASTM C-494 con un 19.1% de reducción de agua.

### RESISTENCIA A COMPRESION - % DEL CONCRETO DE CONTROL

	ESPECIFICACION	CONTROL	EUCON 1037
1 día	Mínimo 140	100	171.3
3 días	Mínimo 125	100	155.0
7 días	Mínimo 115	100	148.3
28 días	Mínimo 110	100	152.6
6 meses	Mínimo 100	100	150.5

### RESISTENCIA A FLEXION - % DEL CONCRETO DE CONTROL

	ESPECIFICACION	CONTROL	EUCON 1037
3 días	Mínimo 110	100	130.2
7 días	Mínimo 100	100	124.0
28 días	Mínimo 100	100	125.1

### DURABILIDAD RELATIVA

Factor	ESPECIFICACION	CONTROL	EUCON 1037
	Mínimo 80%	97.93	102.3

### RATA DE PERDIDA DE MANEJABILIDAD

El concreto tratado con **EUCON 1037** retiene su consistencia plástica de 30 a 90 minutos después de dosificado dependiendo del asentamiento inicial y de la dosis.

**EUCON 1037** puede ser adicionado en la planta de concreto o en el sitio de trabajo.

Use **EUCON 537** de **EUCLID - TOXEMENT** como reemplazo del **EUCON 1037** cuando se coloca concreto a temperatura alta (mayor a 30°C).

### PERDIDA DE MANEJABILIDAD A 21°C

ASENTAMIENTO INICIAL	ASENTAMIENTO DESPUES DE 30 MINUTOS
216 mm	178 mm
241 mm	203 mm

### Apariencia

**EUCON 1037** es un liquido café oscuro, el cual cuando se aplica al concreto no cambia la apariencia natural ni el color al concreto.

Densidad : 1.17 kg/l +/- 0.02 kg/l

### USOS

**EUCON 1037** es recomendado en:

- Concreto de alto desempeño
- Concreto premezclado en general altamente reforzado
- Concreto masivo
- Concreto con mínimo contenido de agua
- Concreto de baja relación agua / cemento
- Concreto fluido de alto slump



## VENTAJAS

- Permite obtener concretos de alta resistencia por trabajar a baja relación agua / cemento.
- Sirve para producir concreto fluido con resistencias superiores a lo normal.
- Facilita la colocación del concreto y reduce mano de obra.
- Cuando se trabaja con concreto tipo I en concreto prefabricado puede obtener altas resistencias iniciales dependiendo del diseño del concreto.

## APLICACION

Adicione **EUCON 1037** a la arena y el agua. Este no se debe agregar al cemento seco.

### Concreto de alta resistencia

Cargue todos los ingredientes en el orden indicado en el mezclador de concreto con el 70% del agua de amasado y mezcle durante 5 minutos o 70 rpm. Adicione agua lentamente hasta obtener el asentamiento deseado y mezcle durante 3 minutos más.

Use **EUCON 1037** a una dosis de 625 ml - 1600 ml por 100 kg de cemento (0.7% - 1.9% / kg de cemento).

Las siguientes mezclas con relaciones agua / cemento bajas pueden ser colocadas a asentamiento de 152 mm - 229 mm.

### Concreto de asentamiento cero o bajo

Cargue todos los materiales en el orden correcto en el mezclador de concreto y mezcle durante 5 minutos o 70 rpm para un asentamiento típico de 76 mm (3"). Adicione **EUCON 1037** y mezcle por un minuto adicional.

Use una dosis de 1000 - 1125 ml/100 kg de cemento (1.1% - 1.3% / kg de cemento) para relaciones agua / cemento menores a 0.35. Este incrementará el asentamiento de 0 mm - 25 mm hasta 175 mm - 200 mm.

### Concreto colocable

Cargue todos los materiales en el orden correcto en el mezclador de concreto y mezcle durante 5 minutos o 70 rpm para un asentamiento típico de 76 mm (3"). Adicione **EUCON 1037** y mezcle durante un minuto más.

Use una dosis de 375 ml - 500 ml/100 kg de cemento (0.4% - 0.6% / kg de cemento).

El asentamiento inicial es generalmente de 51 mm - 76 mm. Estas mezclas con relación agua / cemento de 0.45 a 0.5 son a menudo usadas en pisos, placas para minimizar el contenido de agua, la contracción y el agrietamiento.

### Concreto semifluido

Cargue todos los materiales en el orden correcto en el mezclador de concreto y mezcle durante 5 minutos o 70 rpm para un asentamiento típico de 76 mm (3"). Adicione **EUCON 1037** a una dosis de 625 ml - 750 ml/100 kg de cemento (0.7% - 0.9% / kg de cemento) en un concreto de asentamiento convencional (76 mm) para dar una mezcla semifluida.

El diseño de la mezcla debe ser proporcionado con base en la temperatura, el tipo de cemento y la pérdida de asentamiento requerida.

La siguiente tabla muestra las cantidades a ser adicionadas para un concreto semifluido.

ASENTAMIENTO INICIAL	DOSIS PARA CADA 100 KG DE CEMENTO
102 mm (4")	500 ml - 625 ml/100 kg de cemento
76 mm (3")	625 ml - 750 ml/100 kg de cemento
64 mm ( 2 1/2")	750 ml - 875 ml/100 kg de cemento
51 mm (2")	875 ml - 1000 ml/100 kg de cemento
38 mm (1 1/2")	1000 ml - 1125 ml/100 kg de cemento

Cuando se diseñan mezclas con **EUCON 1037** se deben seguir las recomendaciones de ACI 211.1 y 211.2 Ajuste arena / agregado para mantener homogeneidad.

### Colocación

Concreto dosificado con **EUCON 1037** debe ser colocado de la misma manera que un concreto convencional.

### Formaletas

Formas para paredes o secciones estrechas deben ser ligeras de agua, fuetes y tener buena fuerza.

Durante el "periodo de fluidez" cuando el concreto está a un asentamiento de 178 mm - 229 mm, el concreto tendrá más alta presión en la base de la formaleta que un concreto convencional. Para placas y formaleta sucede lo mismo que para un concreto convencional.

### Curado y sellado

Procedimientos adecuados de curado son importantes para asegurar la durabilidad y calidad del concreto.

Para prevenir el agrietamiento se debe curar con compuestos curadores como CURASEAL o CURASEAL PF de EUCLID - TOXEMENT.

### Limpieza

Limpie los equipos y herramientas con agua antes de que el material endurezca.



## PRECAUCIONES

- Nunca agite el aditivo con aire.
- Se deben hacer ensayos en obra ya que los cementos y agregados varían en cada obra.
- Adicione a la mezcla independiente de otros aditivos.

## ALMACENAMIENTO

**EUCON 1037** debe almacenarse en su envase original, herméticamente cerrado y en lugares secos.

Vida útil de almacenamiento: 6 meses a granel y 1 año en su envase original.

## PRESENTACION

Tambor: 230 kg  
Granel

Las Hojas Técnicas de los productos EUCLID - TOXEMENT pueden ser modificadas sin previo aviso. Visite nuestra página Web [www.toxement.com.co](http://www.toxement.com.co) para consultar la última versión.

Los resultados que se obtengan con nuestros productos pueden variar a causa de las diferencias en la composición de los substratos sobre los que se aplica o por efectos de la variación de la temperatura y otros factores. Por ello recomendamos hacer pruebas representativas previo a su empleo en gran escala.

EUCLID - TOXEMENT se esfuerza por mantener la alta calidad de sus productos, pero no asume responsabilidad alguna por los resultados que se obtengan como consecuencia de su empleo incorrecto o en condiciones que no estén bajo su control directo.

**ANEXO 5:**  
**PANEL FOTOGRAFICO**

## PANEL FOTOGRÁFICO



**Foto N°01:** Elección de la cantera y agregados para la investigación, Cantera "Acosta", Baños del Inca.



**Foto N°02:** Selección del agregado fino para los ensayos de laboratorio.



**Foto N°03:** Se observa la realización del análisis granulométrico del agregado fino.



**Foto N°04:** Se observa la realización del análisis granulométrico del agregado grueso.



**Foto N°05:** Verificación de estado de humedad del agregado fino para determinar su peso específico.



**Foto N°06:** Ensayo para la determinación del peso específico del agregado fino



**Foto N°07:** Ensayo para la determinación del peso específico del agregado grueso.



Foto N°08 y 09: Preparación de las mezclas de concreto



Foto N°10: Mezcla de concreto lista para realizar los ensayos en estado fresco



**Foto N°11,12 y 13:** Se observa la realización del ensayo de consistencia o Slump.



**Foto N°14:** Probetas listas para llenado después de la colocación de una fina película de aceite a las paredes internas de la probeta para evitar adherencia del concreto al momento del desencofrado.



**Foto N°15:** Observamos llenado de probetas para su posterior rotura.



**Foto N°16:** Obtención del PU del C° Fresco



**Foto N°17 y 18:** Desmolde y Colocación de los especímenes de concreto en agua para su respectivo curado.



**Foto N°19:** Retiro de probetas del lugar de curado para acondicionamiento medición y posterior ensayo a compresión.



**Foto N°20:** Maquina de ensayo a compresión realizando en el ensayo de especímenes con edades de 7 días.



**Foto N°21:** En este caso se observa la falla típica del espécimen ensayado. En este caso se observa una falla de tipo 5.



**Foto N°22:** Ensayo de compresión uniaxial con especímenes de edades de 28 días.



**Foto N°23:** Se observa el tipo de falla de un espécimen de edad de 28 días. Tipo de falla 2



**Foto N°24:** Se observa los especímenes elaborados para la verificación de resistencias a compresión solicitados por el jurado.



**Foto N°25 y 26:** Se observa el ensayo a compresión de las probetas elaboradas bajo la supervisión del M. en I. Héctor A. Pérez Loayza (Presidente del jurado).



**Foto N°27:** Se observa el tipo de falla de un espécimen a edad de 7 días. Tipo de falla 3



**Foto N°28:** Carga que soporta uno de los especímenes de concreto ensayados.



**Foto N°29:** Se observa el tipo de falla de todos los especímenes solicitados para la verificación de resistencias a edad de 7 días.