



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

---

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA, EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Civil**

**Autores:**

Bach. Josué Ispilco Infante

Bach. Jesús Andrés López Alaya

**Asesor:**

Ing. Alejandro Cubas Becerra

Cajamarca – Perú

2017

## APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por los Bachilleres **Josué Ispilco Infante** y **Jesús Andrés López Alaya**, denominada:

### “INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA, EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS”

---

Ing. Alejandro Cubas Becerra  
**ASESOR**

---

Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga  
**JURADO**  
**PRESIDENTE**

---

Ing. Anita Alva Sarmiento  
**JURADO**  
**SECRETARIO**

---

Ing. Roger Gerquín Quispe  
**JURADO**  
**VOCAL**



## DEDICATORIA

**A Dios:** Por haberme dado la vida, salud, bondad, amor y bendecir mi familia día a día, por haberme permitido cumplir mi objetivo. **A mis padres:** Fernando Ispilco Ayay y Juana Infante Flores por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en lo académico, como en la vida, por su amor, su sacrificio, por sus consejos, apoyo y disciplina. Gracias infinitas a ellos. Los amo, estaré agradecido toda la vida por ayudarme a cumplir este objetivo. **A mis hermanos:** Lidia, Elvira, Marleny y Dany por apoyarme siempre. **A mi enamorada:** Kimberly por su apoyo incondicional. **A mis sobrinos:** Colín, Franklin, Fernandito y Paola. **A todos aquellos familiares y amigos:** Que no creyeron en mí y a la vez a los familiares y amigos que me brindaron sus consejos y buenos deseos. Todo este trabajo ha sido gracias a ellos.

**Josué Ispilco Infante.**

Dedico esta Tesis a mis padres Andrés López Casanova y Catalina Alaya Ortiz, por sus consejos, su apoyo incondicional y su paciencia, todo lo que hoy soy es gracias a ellos. A mis hermanas: Sujey y Mariela por apoyarme siempre. A mis hijos Andrea, Adrián y Valeria por dar razón a mi vida, a mi esposa Estefanía por sus palabras, por su amor y por brindarme el tiempo necesario para realizarme profesionalmente.

**Jesús Andrés López Alaya.**

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Privada del Norte por su invaluable instrucción académica.

Al Ing. Alejandro Cubas Becerra, por haber dedicado una parte de su tiempo, quien con su amplia experiencia ha sabido resolver nuestras dudas y guiado para el cumplimiento de esta investigación.

Al Ing. Orlando Aguilar Aliaga, director de la carrera de Ingeniería Civil, por el apoyo y las facilidades brindadas para lograr esta investigación.

Al Señor Víctor Cuzco Minchán por la ayuda y sugerencias que fueron de gran valor durante los ensayos realizados.

**Josué Ispilco Infante, Jesús Andrés López Alaya.**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

### Contenido

APROBACIÓN DE LA TESIS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	xiv
ÍNDICE DE FOTOS.....	xv
ÍNDICE DE FÓRMULAS.....	xvii
RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT .....	xixx
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>20</b>
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>23</b>
2.1. Antecedentes .....	23
2.2. Bases teóricas.....	25
2.2.1. Concreto .....	25
2.2.1.1. Estados del concreto .....	25
2.2.1.2. Materiales para el concreto .....	25
2.2.1.3. Propiedades del concreto .....	30
2.2.2. Diseño de mezclas según el método del comité 211 del ACI .....	33
2.2.3. Corrección del diseño de mezclas.....	33
2.2.4. Módulo de elasticidad.....	34

2.2.5.	<i>Módulo de rotura</i> .....	36
2.2.6.	<i>Pavimento</i> .....	39
2.2.7.	<i>Método de diseño de pavimentos rígidos</i> .....	39
2.3.	Hipótesis .....	41
<b>CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA</b> .....		<b>42</b>
3.1.	Operacionalización de variables .....	42
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b> .....		<b>42</b>
•	Módulo de elasticidad .....	42
•	Módulo de Rotura.....	42
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b> .....		<b>43</b>
•	Agregados de río.....	43
3.2.	Diseño de investigación .....	43
3.3.	Unidad de estudio .....	43
3.4.	Población .....	43
3.5.	Muestra (muestreo o selección).....	43
3.6.	Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos .....	44
3.7.	Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos .....	44
3.7.1.	<i>Elección de cantera</i> .....	44
3.7.2.	<i>Procedimientos</i> .....	47
<b>CAPÍTULO 4. RESULTADOS</b> .....		<b>71</b>
4.1.	Resultados de ensayos de la cantera río Chonta.....	71
4.1.1.	<i>Análisis granulométrico NTP 400.012 – ASTM C 136</i> .....	71
4.1.2.	<i>Contenido de humedad NTP 339.185 – ASTM C 566</i> .....	73
4.1.3.	<i>Peso unitario de agregados NTP 400.017 – ASTM C 29</i> .....	74
4.1.4.	<i>Peso específico y absorción de agregados NTP 400.021 – ASTM C 127/ NTP 400.022 – ASTM C 128</i> .....	76
4.1.5.	<i>Determinación por lavado del material que pasa por el tamiz 75 µm (N° 200) en agregados minerales NTP 400.018 – ASTM C 117</i> .....	77
4.1.6.	<i>Cuadro resumen de las características físico- mecánicas de los agregados</i> .....	77
4.2.	Resultados de ensayos de la cantera río Mashcón.....	79
4.2.1.	<i>Análisis granulométrico NTP 400.012 – ASTM C 136</i> .....	79
4.2.2.	<i>Contenido de humedad NTP 339.185 – ASTM C 566</i> .....	81

4.2.3.	<i>Peso unitario de agregados NTP 400.017 – ASTM C 29.....</i>	82
4.2.4.	<i>Peso específico y absorción de agregados NTP 400.021 – ASTM C 127/ NTP 400.022 – ASTM C 128. ....</i>	84
4.2.5.	<i>Determinación por lavado del material que pasa por el tamiz 75 <math>\mu</math>m (N° 200) en agregados minerales NTP 400.018 – ASTM C 117.....</i>	85
4.2.6.	<i>Cuadro resumen de las características físico- mecánicas de los agregados .....</i>	85
4.3.	<i>Resumen de diseño de mezclas según ACI 211 (7 días).....</i>	86
4.3.1.	<i>Diseño de mezclas de la cantera río Chonta (<math>f'c=265</math> kg/cm<sup>2</sup>). ....</i>	86
4.3.2.	<i>Diseño de mezclas de la cantera río Chonta (<math>f'c= 304</math> kg/cm<sup>2</sup>). ....</i>	87
4.3.3.	<i>Diseño de mezclas de la cantera río Mashcón (<math>f'c= 265</math> kg/cm<sup>2</sup>). ....</i>	87
4.3.4.	<i>Diseño de mezclas de la cantera río Mashcón (<math>f'c= 304</math> kg/cm<sup>2</sup>). ....</i>	88
4.4.	<i>Control de calidad del concreto fresco.....</i>	88
4.4.1.	<i>Control de calidad del concreto fresco para la cantera río Chonta .....</i>	88
4.4.2.	<i>Control de calidad del concreto fresco para la cantera río Mashcón .....</i>	89
4.5.	<i>Análisis de la resistencia a compresión axial NTP 339.034 – ASTM C 39 (7 días) .....</i>	90
4.5.1.	<i>Análisis de la resistencia a compresión de la cantera río Chonta (<math>f'c= 265</math> kg/cm<sup>2</sup>). ....</i>	91
4.5.2.	<i>Análisis de la resistencia a compresión de la cantera río Chonta (<math>f'c= 304</math> kg/cm<sup>2</sup>). ....</i>	91
4.5.3.	<i>Análisis de la resistencia a compresión de la cantera río Mashcón (<math>f'c= 265</math> kg/cm<sup>2</sup>). ....</i>	92
4.5.4.	<i>Análisis de la resistencia a compresión de la cantera río Mashcón (<math>f'c= 304</math> kg/cm<sup>2</sup>). ....</i>	93
4.6.	<i>Corrección del diseño de mezclas por resistencia .....</i>	94
4.6.1.	<i>Corrección por resistencia de la cantera río Chonta (<math>f'c= 265</math> kg/cm<sup>2</sup>). ....</i>	94
4.6.2.	<i>Corrección por resistencia de la cantera río chonta (<math>f'c= 304</math> kg/cm<sup>2</sup>). ....</i>	95
4.6.3.	<i>Corrección por resistencia de la cantera río Mashcón (<math>f'c= 265</math> kg/cm<sup>2</sup>). ....</i>	97
4.6.4.	<i>Corrección por resistencia de la cantera río Mashcón (<math>f'c= 304</math> kg/cm<sup>2</sup>). ....</i>	98
4.7.	<i>Corrección de los diseños de mezcla .....</i>	100
4.7.1.	<i>Diseño de mezcla corregido para la cantera río Chonta (<math>f'c= 265</math> kg/cm<sup>2</sup>). ....</i>	100
4.7.2.	<i>Diseño de mezcla corregido para la cantera río Chonta (<math>f'c= 304</math> kg/cm<sup>2</sup>). ....</i>	100
4.7.3.	<i>Diseño de mezcla corregido para la cantera río Mashcón (<math>f'c= 265</math> kg/cm<sup>2</sup>). ....</i>	101
4.7.4.	<i>Diseño de mezcla corregido para la cantera río Mashcón (<math>f'c= 304</math> kg/cm<sup>2</sup>). ....</i>	101

4.8.	Control de calidad del concreto fresco corregido .....	102
4.8.1.	<i>Control de calidad para el concreto fresco corregido de la cantera río Chonta.</i>	102
4.8.2.	<i>Control de calidad para el concreto fresco corregido de la cantera río Mashcón</i> .....	103
4.9.	Módulos de elasticidad del concreto según la Norma E.060 vs ASTM C 469 .....	104
4.9.1.	<i>Módulos de elasticidad del concreto según Norma E.060 vs ASTM C 469 para la</i> <i>cantera río Chonta (<math>f'c= 265 \text{ kg/cm}^2</math>).</i> .....	104
4.9.2.	<i>Módulos de elasticidad del concreto según Norma E.060 vs ASTM C 469 para la</i> <i>cantera río Chonta (<math>f'c= 304 \text{ kg/cm}^2</math>).</i> .....	105
4.9.3.	<i>Módulos de elasticidad del concreto según Norma E.060 vs ASTM C 469 para la</i> <i>cantera río Mashcón (<math>f'c= 265 \text{ kg/cm}^2</math>).</i> .....	107
4.9.4.	<i>Módulos de elasticidad del concreto según Norma E.060 vs ASTM C 469 para la</i> <i>cantera río Mashcón (<math>f'c= 304 \text{ kg/cm}^2</math>).</i> .....	108
4.10.	Módulos de rotura del concreto .....	110
4.10.1.	<i>Módulos de rotura de la cantera río Chonta (<math>MR= 42 \text{ kg/cm}^2</math>).</i> .....	110
4.10.2.	<i>Módulos de rotura de la cantera río Chonta (<math>MR= 45 \text{ kg/cm}^2</math>).</i> .....	111
4.10.3.	<i>Módulos de rotura de la cantera río Mashcón (<math>MR= 42 \text{ kg/cm}^2</math>).</i> .....	112
4.10.4.	<i>Módulos de rotura de la cantera río Mashcón (<math>MR= 45 \text{ kg/cm}^2</math>).</i> .....	113
4.11.	Comparación de los módulos de elasticidad de las canteras río Chonta y Mashcón con un $f'c= 265 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c= 304 \text{ kg/cm}^2$ .....	114
4.11.1.	<i>Comparación de los módulos de elasticidad de las canteras río Chonta y Mashcón</i> <i>con un <math>f'c= 265 \text{ kg/cm}^2</math> .....</i>	114
4.11.2.	<i>Comparación de los módulos de elasticidad de las canteras río Chonta y Mashcón</i> <i>con un <math>f'c= 304 \text{ kg/cm}^2</math> .....</i>	114
4.12.	Comparación de los módulos de rotura de las canteras río Chonta y Mashcón con un $f'c=$ $265 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c= 304 \text{ kg/cm}^2$ .....	115
4.12.1.	<i>Comparación de los módulos de rotura de las canteras río Chonta y Mashcón con</i> <i>un <math>f'c= 265 \text{ kg/cm}^2</math> .....</i>	115
4.12.2.	<i>Comparación de los módulos de rotura de las canteras río Chonta y Mashcón con</i> <i>un <math>f'c= 304 \text{ kg/cm}^2</math> .....</i>	115
<b>CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN.....</b>		<b>116</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>119</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>		<b>121</b>

<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>122</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>125</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Comparación del módulo de rotura experimental vs ACI 318 .....	24
Tabla N° 2: Granulometría para el agregado fino para pavimentos. ....	26
Tabla N° 3: Granulometría para el agregado grueso para concreto Portland. ....	27
Tabla N° 4: Valores máximos admisibles de las sustancias existentes en el agua.....	28
Tabla N° 5: Clases de mezcla según su asentamiento. ....	31
Tabla N° 6: Valores recomendados de resistencia del concreto según rango de tráfico. ....	38
Tabla N° 7: Módulo de rotura recomendado. ....	41
Tabla N° 8: Variable dependiente – módulo de elasticidad. ....	42
Tabla N° 9: Variable dependiente – módulo de elasticidad. ....	42
Tabla N° 10: Variable independiente – agregados de río. ....	43
Tabla N° 11: Cantidad de especímenes de concreto- Cantera río Mashcón. ....	44
Tabla N° 12: Cantidad de especímenes de concreto- Cantera río Chonta. ....	44
Tabla N° 13: Recolección de datos. ....	44
Tabla N° 14: Cantidad mínima de la muestra de agregados grueso o global. ....	48
Tabla N° 15: Tamaño de la muestra de agregado. ....	49
Tabla N° 16: Peso mínimo de la muestra de ensayo.....	53
Tabla N° 17: Cantidad mínima de muestra. ....	56
Tabla N° 18: Módulo de rotura seleccionada. ....	57
Tabla N° 19: Resistencia a la compresión especificada del concreto ( $f'c$ ). ....	57
Tabla N° 20: Condiciones de trabajo. ....	58
Tabla N° 21: Resistencia promedio a la compresión del concreto ( $f'cr$ ). ....	58
Tabla N° 22: Clases de mezcla según su asentamiento. ....	58
Tabla N° 23: Cantidades aproximadas de agua de amasado para diferentes asentamientos o Slump, tamaño máximo de agregados y contenido de aire. ....	59
Tabla N° 24: Relación de agua / cemento por resistencia. ....	59
Tabla N° 25: Volumen de agregado por unidad de volumen del concreto. ....	60
Tabla N° 26: Número de capas requerida por espécimen. ....	62
Tabla N° 27: Diámetro de varilla y número de varillados a ser usados al moldear especímenes de prueba. ....	63
Tabla N° 28: Análisis Granulométrico – agregado fino. ....	71
Tabla N° 29: Análisis Granulométrico – agregado grueso. ....	72
Tabla N° 30: Contenido de humedad del agregado grueso.....	73
Tabla N° 31: Contenido de humedad del agregado fino. ....	74
Tabla N° 32: Cálculo del factor de medida – agregado grueso. ....	74
Tabla N° 33: Peso unitario compactado – agregado grueso. ....	75
Tabla N° 34: Peso unitario suelto – agregado grueso. ....	75



Tabla N° 35: Cálculo del factor de medida – agregado fino. ....	75
Tabla N° 36: Peso unitario compactado – agregado fino. ....	76
Tabla N° 37: Peso unitario compactado – agregado fino. ....	76
Tabla N° 38: Peso específico y absorción – agregado grueso. ....	76
Tabla N° 39: Peso específico y absorción – agregado fino. ....	77
Tabla N° 40: Porcentaje de material que pasa el tamiz N° 200 – agregado fino.....	77
Tabla N° 41: Cuadro resumen de las características físico – mecánicas del agregado grueso. ...	77
Tabla N° 42: Cuadro resumen de las características físico – mecánicas del agregado fino.....	78
Tabla N° 43: Análisis Granulométrico – agregado fino. ....	79
Tabla N° 44: Análisis Granulométrico – agregado grueso. ....	80
Tabla N° 45: Contenido de humedad del agregado grueso.....	81
Tabla N° 46: Contenido de humedad del agregado fino. ....	82
Tabla N° 47: Cálculo del factor de medida – agregado grueso. ....	82
Tabla N° 48: Peso unitario compactado – agregado grueso. ....	83
Tabla N° 49: Peso unitario suelto – agregado grueso. ....	83
Tabla N° 50: Cálculo del factor de medida – agregado fino. ....	83
Tabla N° 51: Peso unitario compactado – agregado fino. ....	84
Tabla N° 52: Peso unitario suelto – agregado fino. ....	84
Tabla N° 53: Peso específico y absorción – agregado grueso. ....	84
Tabla N° 54: Peso específico y absorción – agregado fino. ....	85
Tabla N° 55: Porcentaje de material que pasa el tamiz N° 200 – agregado fino.....	85
Tabla N° 56: Cuadro resumen de las características físico- mecánicas del agregado grueso. ....	85
Tabla N° 57: Cuadro resumen de las características físico- mecánicas del agregado fino. ....	86
Tabla N° 58: Diseño de mezclas de la cantera río Chonta ( $f'c= 265 \text{ kg/cm}^2$ ). ....	86
Tabla N° 59: Diseño de mezclas de la cantera río Chonta ( $f'c= 304 \text{ kg/cm}^2$ ). ....	87
Tabla N° 60: Diseño de mezclas de la cantera río Mashcón ( $f'c= 265 \text{ kg/cm}^2$ ). ....	87
Tabla N° 61: Diseño de mezclas de la cantera río Mashcón ( $f'c= 304 \text{ kg/cm}^2$ ). ....	88
Tabla N° 62: Control de calidad del concreto fresco para una resistencia de $265 \text{ kg/cm}^2$ . ....	88
Tabla N° 63: Control de calidad del concreto fresco para una resistencia de $304 \text{ kg/cm}^2$ . ....	89
Tabla N° 64: Control de calidad del concreto fresco para una resistencia de $265 \text{ kg/cm}^2$ . ....	89
Tabla N° 65: Control de calidad del concreto fresco para una resistencia de $304 \text{ kg/cm}^2$ . ....	89
Tabla N° 66: Cuadro resumen de la resistencia a compresión del concreto ensayados a los 7 días. .....	90
Tabla N° 67: Diseño de mezcla corregido para la cantera río Chonta ( $f'c= 265 \text{ kg/cm}^2$ ). ....	100
Tabla N° 68: Diseño de mezcla corregido para la cantera río Chonta ( $f'c= 304 \text{ kg/cm}^2$ ). ....	100
Tabla N° 69: Diseño de mezcla corregido para la cantera río Mashcón ( $f'c= 265 \text{ kg/cm}^2$ ). ....	101
Tabla N° 70: Diseño de mezcla corregido para la cantera río Mashcón ( $f'c= 304 \text{ kg/cm}^2$ ). ....	101

Tabla N° 71: Control de calidad del concreto fresco corregido para una resistencia de 265 kg/cm <sup>2</sup> .	102
Tabla N° 72: Control de calidad del concreto fresco corregido para una resistencia de 304 kg/cm <sup>2</sup> .	102
Tabla N° 73: Control de calidad del concreto fresco corregido para una resistencia de 265 kg/cm <sup>2</sup> .	103
Tabla N° 74: Control de calidad del concreto fresco corregido para una resistencia de 304 kg/cm <sup>2</sup> .	103
Tabla N° 75: Módulos de elasticidad del concreto según Norma E.060 vs ASTM C 469 para la cantera río Chonta (f'c= 265 kg/cm <sup>2</sup> ).	104
Tabla N° 76: Módulos de elasticidad del concreto según Norma E.060 vs ASTM C 469 para la cantera río Chonta (f'c= 304 kg/cm <sup>2</sup> ).	105
Tabla N° 77: Módulos de elasticidad del concreto según Norma E.060 vs ASTM C 469 para la cantera río Mashcón (f'c= 265 kg/cm <sup>2</sup> ).	107
Tabla N° 78: Módulos de elasticidad del concreto según Norma E.060 vs ASTM C 469 para la cantera río Mashcón (f'c= 304 kg/cm <sup>2</sup> ).	108
Tabla N° 79: Módulos de rotura de la cantera río Chonta para un MR= 42 kg/cm <sup>2</sup> .	110
Tabla N° 80: Módulos de rotura de la cantera río Chonta para un MR= 45 kg/cm <sup>2</sup> .	111
Tabla N° 81: Módulos de rotura de la cantera río Mashcón para un MR= 42 kg/cm <sup>2</sup> .	112
Tabla N° 82: Módulos de rotura de la cantera río Mashcón para un MR= 45 kg/cm <sup>2</sup> .	113
Tabla N° 83: Comparación de módulos de elasticidad según ASTM C469 vs E.060.	117

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Variación de resistencias típicas para relación agua – cemento de concreto de cemento portland.....	34
Figura N° 2: Criterio para definir el Módulo de Elasticidad Estático a compresión del concreto (ASTM C 469).....	35
Figura N° 3: Cilindros de concreto sometidos a compresión. ....	35
Figura N° 4: Prueba de resistencia a la flexión con carga en los tercios del claro. ....	37
Figura N° 5: Ubicación de la cantera río Chonta.....	45
Figura N° 6: Ubicación de la cantera río Mashcón.....	46
Figura N° 7: Molde para el ensayo de asentamiento. ....	64
Figura N° 8: Tipos de fracturas. ....	68

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica N° 1: Curva Granulométrica – agregado fino. ....	72
Gráfica N° 2: Curva Granulométrica – agregado grueso. ....	73
Gráfica N° 3: Curva Granulométrica – agregado fino. ....	80
Gráfica N° 4: Curva Granulométrica – agregado grueso. ....	81
Gráfica N° 5: Comparación del Ec (Norma E.060) vs Ec (ASTM C 469) de la cantera río chonta para un $f'c= 265 \text{ kg/cm}^2$ . ....	104
Gráfica N° 6: Variación promedio del Ec (Norma E.060) vs Ec (ASTM C 469) de la cantera río chonta para un $f'c= 265 \text{ kg/cm}^2$ . ....	105
Gráfica N° 7: Comparación del Ec (Norma E.060) vs Ec (ASTM C 469) de la cantera río Chonta para un $f'c= 304 \text{ kg/cm}^2$ . ....	106
Gráfica N° 8: Variación promedio del Ec (Norma E.060) vs Ec (ASTM C 469) de la cantera río Chonta para un $f'c= 304 \text{ kg/cm}^2$ . ....	106
Gráfica N° 9: Comparación de Ec (Norma E.060) vs Ec (ASTM C 469) de la cantera río Mashcón para un $f'c= 265 \text{ kg/cm}^2$ . ....	107
Gráfica N° 10: Variación promedio del Ec (Norma E.060) vs Ec (ASTM C 469) de la cantera río Mashcón para un $f'c= 265 \text{ kg/cm}^2$ . ....	108
Gráfica N° 11: Comparación de Ec (Norma E.060) vs Ec (ASTM C 469) de la cantera río Mashcón para un $f'c= 304 \text{ kg/cm}^2$ . ....	109
Gráfica N° 12: Variación promedio del Ec (Norma E.060) vs Ec (ASTM C 469) de la cantera río Mashcón para un $f'c= 304 \text{ kg/cm}^2$ . ....	109
Gráfica N° 13: Variación de los Módulos de rotura de la cantera río Chonta para un $MR= 42 \text{ kg/cm}^2$ . ....	110
Gráfica N° 14: Variación de los Módulos de rotura de la cantera río Chonta para un $MR= 45 \text{ kg/cm}^2$ . ....	111
Gráfica N° 15: Variación de los Módulos de rotura de la cantera río Mashcón para un $MR= 42 \text{ kg/cm}^2$ . ....	112
Gráfica N° 16: Variación de los Módulos de rotura de la cantera río Mashcón para un $MR= 42 \text{ kg/cm}^2$ . ....	113
Gráfica N° 17: Comparación de los módulos de elasticidad de las canteras río chonta y Mashcón con un $f'c= 265 \text{ kg/cm}^2$ . ....	114
Gráfica N° 18: Comparación de los módulos de elasticidad de las canteras río chonta y Mashcón con un $f'c= 265 \text{ kg/cm}^2$ . ....	114
Gráfica N° 19: Comparación de los módulos de rotura de las canteras río chonta y Mashcón con un $f'c= 265 \text{ kg/cm}^2$ . ....	115
Gráfica N° 20: Comparación de los módulos de rotura de las canteras río chonta y Mashcón con un $f'c= 304 \text{ kg/cm}^2$ . ....	115

## ÍNDICE DE FOTOS

Fotografía N° 1: Obtención de agregados - cantera río Chonta.....	250
Fotografía N° 2: Obtención de agregados - cantera río Mashcón.....	250
Fotografía N° 3: Contenido de humedad agregado fino, cantera Chonta - Peso de la muestra seca.....	251
Fotografía N° 4: Contenido de humedad agregado fino, cantera Mashcón - Peso de la muestra seca.....	252
Fotografía N° 5: Contenido de humedad agregado grueso, cantera Chonta - Muestra húmeda colocada en el horno.....	253
Fotografía N° 6: Contenido de humedad agregado grueso, cantera Chonta - Peso de la muestra seca.....	253
Fotografía N° 7: Contenido de humedad agregado grueso, cantera Mashcón - Toma de datos muestra húmeda.....	254
Fotografía N° 8: Contenido de humedad agregado grueso, cantera Mashcón - Peso de la muestra seca.....	254
Fotografía N° 9: Análisis granulométrico agregado del agregado.....	255
Fotografía N° 10: Peso específico de agregados - Sumergiendo muestras por 24 horas.....	255
Fotografía N° 11: Peso específico de agregados grueso - Secando con un paño la superficie de cada partícula.....	256
Fotografía N° 12: Peso específico de agregados grueso - Pesando la muestra en estado saturado superficialmente seco.....	256
Fotografía N° 13: Peso específico de agregados grueso - Peso sumergido en estado saturado superficialmente seco.....	257
Fotografía N° 14: Peso específico de agregados fino - Secado con una suave corriente de aire caliente, hasta que las partículas puedan fluir libremente.....	257
Fotografía N° 15: Peso específico de agregados fino - Compactando muestra en el molde tronco cónico, hasta observar que ya no exista humedad.....	258
Fotografía N° 16: Peso específico de agregados fino - Agitando fiola para la eliminación de burbujas.....	258
Fotografía N° 17: Peso unitario del agregado fino - Compactando muestra.....	259
Fotografía N° 18: Peso unitario del agregado grueso - Compactando muestra.....	259
Fotografía N° 19: Peso unitario del agregado grueso - Pesando muestra.....	260
Fotografía N° 20: Peso unitario del agregado grueso - Enrasando la parte superior.....	260

Fotografía N° 21: Peso unitario del agregado grueso - Realizando ensayo peso unitario suelto del agregado.....	261
Fotografía N° 22: Cantidad de material que pasa por el tamiz N° 200 - Lavado de la muestra.....	261
Fotografía N° 23: Preparación de la mezcla de concreto.....	262
Fotografía N° 24: Preparación de la mezcla de concreto.....	262
Fotografía N° 25: Peso unitario del concreto fresco.....	263
Fotografía N° 26: Llenado de probetas.....	263
Fotografía N° 27: Curado de probetas a los 7 días.....	264
Fotografía N° 28: Medición de especímenes para la realización de ensayo a compresión axial.....	264
Fotografía N° 29: Ensayando especímenes a compresión axial.....	264
Fotografía N° 30: Preparación de probetas prismáticas y cilíndricas.....	265
Fotografía N° 31: Vaciado de probetas prismáticas Cantera Chonta.....	265
Fotografía N° 32: Curado de probetas prismáticas y cilíndricas cantera Chonta.....	266
Fotografía N° 33: Vaciado de probetas prismáticas Cantera Mashcón.....	266
Fotografía N° 34: Curado de probetas cilíndricas de las canteras Mashcón y Chonta.....	266
Fotografía N° 35: Medición de probetas cilíndricas para ser ensayados a compresión axial.....	267
Fotografía N° 36: Medición de probetas prismáticas para ser ensayados a flexión.....	267
Fotografía N° 37: Realizando el ensayo a compresión axial de probetas cilíndricas.....	267
Fotografía N° 38: Probetas cilíndricas ensayadas a compresión axial.....	268
Fotografía N° 39: Realizando el ensayo a flexión de probetas prismáticas.....	269
Fotografía N° 40: Probetas cilíndricas ensayadas a compresión axial.....	270
Fotografía N° 41: Probetas ensayadas a flexión se puede observar falla en el tercio central de las vigas.....	271
Fotografía N° 42: Eliminación de desmante.....	271

## ÍNDICE DE FÓRMULAS

Fórmula N° 1: Relación de la resistencia a compresión con el A/C.....	33
Fórmula N° 2: Relación agua / cemento .....	34
Fórmula N° 3: Carga máxima que resiste el cilindro .....	36
Fórmula N° 4: Área transversal del cilindro .....	36
Fórmula N° 5: Módulo de elasticidad relacionando la resistencia a compresión.....	36
Fórmula N° 6: Módulo de elasticidad relacionando el módulo de rotura .....	36
Fórmula N° 7: Cálculo del MR si la fractura es al tercio medio del claro de la viga .....	38
Fórmula N° 8: Cálculo del MR si la fractura es fuera del tercio medio del claro de la viga .....	39
Fórmula N° 9: Módulo de rotura relacionada con la resistencia a compresión .....	39
Fórmula N° 10: Expresión para calcular el espesor de losa según AASHTO .....	40
Fórmula N° 11: Módulo de elasticidad según ASTM C 469.....	41
Fórmula N° 12: Porcentajes de los pesos retenidos en cada tamiz .....	49
Fórmula N° 13: Contenido de humedad de la muestra.....	50
Fórmula N° 14: Peso unitario del agregado .....	51
Fórmula N° 15: Peso unitario compactado del agregado .....	51
Fórmula N° 16: Contenido de vacíos .....	51
Fórmula N° 17: Peso específico de masa.....	55
Fórmula N° 18: Peso específico de masa saturado con superficie seca.....	55
Fórmula N° 19: Peso específico aparente .....	55
Fórmula N° 20: Absorción .....	56
Fórmula N° 21: Porcentaje del material más fino que pasa el tamiz N° 200 .....	57
Fórmula N° 22: Densidad del espécimen.....	67
Fórmula N° 23: Volumen del espécimen.....	67
Fórmula N° 24: Resistencia a los 28 días .....	91
Fórmula N° 25: Cálculo del k2 para la nueva relación A/C.....	95
Fórmula N° 26: Factor cemento .....	95

## RESUMEN

Esta investigación tiene como finalidad determinar la influencia de los agregados de las canteras Mashcón y Chonta para la obtención de módulos de elasticidad y rotura en el diseño de pavimentos rígidos.

En el presente trabajo de investigación se realizaron ensayos de laboratorio para determinar las propiedades físicas de los agregados, con estos resultados se determinó la dosificación de la mezcla aplicando el método ACI 211, teniendo como base dos módulos de rotura 42 kg/cm<sup>2</sup> y 45 kg/cm<sup>2</sup> por cada cantera, ya que estos valores son los más utilizados en el diseño de pavimentos rígidos en zonas urbanas, luego se procedió la elaboración de 48 probetas cilíndricas para ser ensayadas a compresión, con las cuales determinamos el módulo de elasticidad y 48 probetas prismáticas para la determinación del módulo de rotura.

El módulo de rotura del concreto se obtuvo en base a la flexión en vigas de sección 15x15 cm y una luz de 45 cm, mediante la aplicación de cargas en los tercios medios de la viga. Con una resistencia a compresión de 265 kg/cm<sup>2</sup> se obtuvieron módulos de rotura de 42.80 kg/cm<sup>2</sup> para la cantera del río Chonta y 42.71 kg/cm<sup>2</sup> para la cantera río Mashcón y para una resistencia a compresión de 304 kg/cm<sup>2</sup> se obtuvieron módulos de rotura de 45.88 kg/cm<sup>2</sup> para la cantera del río Chonta y 45.53 kg/cm<sup>2</sup> para la cantera río Mashcón.

El módulo de elasticidad del concreto se obtuvo en base a probetas cilíndricas, para una resistencia a compresión de 265 kg/cm<sup>2</sup> se obtuvieron módulos de elasticidad de 245 337 kg/cm<sup>2</sup> para la cantera del río chonta y 239 684 kg/cm<sup>2</sup> para la cantera río Mashcón; y con una resistencia a compresión de 304 kg/cm<sup>2</sup> se obtuvieron módulos de elasticidad de 270 868 kg/cm<sup>2</sup> para la cantera del río chonta y 262 247 kg/cm<sup>2</sup> para la cantera río Mashcón.



## ABSTRACT

The purpose of this research is to determine the influence of the aggregates of the Mashcón and Chonta quarries for obtaining elasticity and rupture modules in the design of rigid pavements.

In the present research work, laboratory tests were carried out to determine the physical properties of the aggregates, with these results the dosage of the mixture was determined applying the ACI method 211, based on two rupture modules 42 kg / cm<sup>2</sup> and 45 kg / cm<sup>2</sup> for each quarry, since these values are the most used in the design of rigid pavements in urban areas, then we proceeded to the elaboration of 48 cylindrical specimens to be tested to compression, with which we determine the modulus of elasticity; And 48 prismatic specimens for determination of the modulus of rupture.

The concrete rupture modulus was obtained on the basis of the flexión in beams of section 15x15 cm and a light of 45 cm, by the application of loads in the middle thirds of the beam. With a compressive strength of 265 kg / cm<sup>2</sup> rupture modules of 42.80 kg / cm<sup>2</sup> were obtained for the quarry of the Chonta river and 42.71 kg / cm<sup>2</sup> for the Mashcón river quarry and for a compression strength of 304 kg / cm<sup>2</sup> modules were obtained Of rupture of 45.88 kg / cm<sup>2</sup> for the quarry of the Chonta River and 45.53 kg / cm<sup>2</sup> for the quarry Mashcón River.

The modulus of elasticity of the concrete was obtained on the basis of cylindrical specimens. For a compressive strength of 265 kg / cm<sup>2</sup>, modulus of elasticity of 245 337 kg / cm<sup>2</sup> was obtained for the quarry of the Chonta River and 239 684 kg / cm<sup>2</sup> for the quarry Mashcón river; And with a compressive strength of 304 kg / cm<sup>2</sup>, elastic moduli of 270 868 kg / cm<sup>2</sup> were obtained for the quarry of the Chonta River and 262 247 kg / cm<sup>2</sup> for the Mashcón river quarry.

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Con la invención de la rueda, probablemente en Mesopotamia se vio la necesidad de preparar superficies que permitiera la circulación de “vehículos”, se encontraron restos de carretas en la tumba de la Reina de Mesopotamia que datan aproximadamente de 300 A.C. Historiadores como Heródoto citan que los caminos de piedras más antiguos fueron construidos por el Rey de Egipto, para ser utilizados en el transporte de las piedras empleadas en la construcción de las pirámides. En Babilonia se empleó por primera vez el asfalto como material de pavimentación, para rejuntar las losas de la Vía Sacra. En América existen indicios de los Mayas, los Toltecas, los Aztecas y los Incas los cuales utilizaron técnicas avanzadas en la construcción de caminos (Morales, 2006).

La utilización del concreto en la pavimentación de carreteras se ha vuelto esencial en muchos países, ya que este material ofrece más ventajas sobre los pavimentos flexibles, no solo desde el aspecto técnico, sino también del económico ya que el costo de mantenimiento es menor, el proceso constructivo es más fácil de realizar y se utilizan equipos sencillos de bajo consumo de energía; destaca también por tener cualidades reflectantes, lo que mejora la visibilidad nocturna de los conductores. La tecnología de los pavimentos de concreto hidráulico en los últimos años ha experimentado innumerables avances, llegando a desplazar a los pavimentos flexibles en carreteras de los países más desarrollados del mundo como España, Estados Unidos, Alemania, entre otros (Álvarez, 2009).

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), el Perú está conformada por tres niveles de redes viales: Red primaria o nacional; Red secundaria o departamental; Red terciaria o caminos vecinales. Actualmente la longitud de la red vial es de 95,9Km de extensión registrados, de los cuales 23,1 km (24.1%) son carreteras nacionales y están bajo la competencia del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 25,3 km (26.4%) son carreteras departamentales y están a cargo de los Gobiernos Regionales y 47.5 km (49.51 %) son caminos vecinales que están a cargo de los gobiernos locales. Respecto al tipo de superficie de rodadura muestra que 15.496 km de la Red vial se encuentran pavimentadas (16.16%) y 80.367 km se encuentran afirmadas o a nivel de trocha (83.84%).

En Perú uno de los métodos más utilizados según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), para el diseño de pavimentos rígidos es empleando la metodología propuesta por La Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transporte (AASHTO) edición 1993, el cual se basa en una metodología empírica. Sin embargo existen

otros métodos de diseño para estructuras de pavimentos rígidos como es el desarrollado por la Asociación del Cemento Portland (PCA) edición 1984.

La construcción de pavimentos en la ciudad de Cajamarca ha ido aumentando debido al incremento del parque automotor, sin embargo, según el Instituto Peruano de Economía (IPE) en la provincia de Cajamarca la economía ha ido descendiendo 1.7 por ciento anual; es por eso que, a raíz de lo mencionado anteriormente, se deberían buscar mejores alternativas para optimizar todos los recursos que involucren en el progreso de Cajamarca, siendo una de ellas la construcción de pavimentos.

Por lo descrito anteriormente, no se puede pasar desapercibida la importancia de la optimización de los diferentes rubros que influyen en la construcción y diseño de pavimentos de concreto. Es por eso, que surge la idea de realizar estudios con la finalidad de obtener valores de diseño más precisos como son los Módulos de Rotura y Elasticidad del concreto que influirá en el espesor de la losa, y en consecuencia las cantidades de materiales a utilizar en el proceso constructivo de los pavimentos rígidos.

Por lo tanto, conocer los valores de los Módulos de Rotura y Elasticidad siguiendo los procedimientos definidos estrictamente en las normas ASTM, para nuestra localidad será un gran aporte al conocimiento y dará frutos para la calidad y economía vial.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál es la influencia de utilizar agregados de las canteras Mashcón y Chonta para la obtención de módulos de elasticidad y rotura, en el diseño de pavimentos rígidos?

## **1.3. Justificación**

El presente trabajo se justifica porque nos permitirá encontrar dosificaciones para la elaboración del concreto, y posteriormente determinar módulos de elasticidad y rotura utilizando las canteras río Mashcón y Chonta, valores que servirán de referencia para el diseño de pavimentos rígidos en Cajamarca.

## 1.4. Objetivos

### 1.4.1. Objetivo general

Determinar la influencia de los agregados de las canteras Mashcón y Chonta para la obtención de módulos de elasticidad y rotura en el diseño de pavimentos rígidos.

### 1.4.2. Objetivos específicos

1. Realizar ensayos de laboratorio de los agregados de río con la finalidad de determinar sus propiedades físicas y mecánicas para la obtención de diseño de mezclas.
2. Realizar el diseño de mezclas para un  $f'c= 265 \text{ kg/cm}^2$  y  $304 \text{ kg/cm}^2$  para la obtención de módulos de elasticidad y módulos de rotura de 42 y  $45 \text{ kg/cm}^2$ .
3. Comparar los módulos de elasticidad según la norma E.060 y la ASTM C 469.

## CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

Coro, M. (2014) en su tesis denominada “Determinación del módulo de rotura en vigas de hormigón, fabricado con materiales procedentes de la cantera San Roque, para  $f'c= 28$  MPa” realizaron ensayos con agregados de la cantera San Roque, elaboraron probetas prismáticas (vigas), con una sección transversal de 150 x 150 mm y longitud de 450 mm, llegando a la conclusión que la mezcla diseñada para 28 MPa, alcanzo una resistencia a compresión promedio a los 28 días de 30.66 MPa, el Módulo Estático de Elasticidad promedio que se obtuvo en esta investigación es de 16479.64 (MPa) y mediante el cálculo con las ecuaciones recomendadas por el ACI-318 y ACI-363 es de 26024.59 (MPa) y 25283.33 (MPa) respectivamente. Al comparar estos resultados se observa que los resultados obtenidos teóricamente son mayores que el experimental, en un 37 % y 35% respectivamente. El Módulo de Rotura promedio que se obtuvo en esta investigación es 48.61 kg/cm<sup>2</sup> y con las ecuaciones propuestas por el ACI-318 se obtuvo 35.02 kg/cm<sup>2</sup>, lo que indica que el ( $M_r$ ) experimental es mayor un 28 % con respecto al ( $M_r$ ) teórico. Estos resultados pueden ser que difieren entre sí, por las características propias de los materiales utilizados en la elaboración del hormigón.

Sánchez, J. (2013) en su tesis denominada “Resistencia a la compresión del hormigón y su influencia en el módulo de elasticidad estático en el Cantón Ambato, provincia de Tungurahua”, realizaron ensayos utilizando las canteras Villacrés, Planta de trituración de áridos constructora arias y la cantera playa Llagchoa, además se realizaron hormigones de resistencia de 210, 240 y 280 kg/cm<sup>2</sup>, llegando a la conclusión de que el módulo de elasticidad estático experimental ( $E_c$ ) del hormigón según la norma ASTM C 469, se obtiene valores mucho más bajos que los propuestos con las ecuaciones del comité ACI 318 y ACI 363, esto se debe a que las ecuaciones del comité ACI fueron realizadas con materiales muy distintos a las de nuestro sector.

Castillo, E., Peralta, J. (2014), en su tesis “Determinación del módulo de elasticidad estático a compresión del concreto producido en la planta concretera DINO- Chimbote”, realizaron 30 cilindros de concreto estándar de 6” x 12” extraídos en la planta de premezclado de DINO con una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, llegando a la conclusión que el módulo de elasticidad del concreto producido en la planta DINO – CHIMBOTE es de 260 217.4 kg/cm<sup>2</sup>, presentando una variación promedio del +5.77% respecto a la formula ACI 318-11, 8.5.1 y +19.85% con respecto a la fórmula del Reglamento Nacional de Edificaciones (E.060).

Morales, E., Morocho, J., Porras, E., & Sánchez, N. (2012) en su tesis “Determinación del módulo de rotura y deflexiones en vigas de hormigón, fabricados con materiales procedentes de las canteras de Pifo, San Antonio de Pichincha y Guayllabamba” realizó probetas prismáticas (vigas) de 15 x 15 cm y de longitud al menos 3 veces la dimensión del espesor de la sección, llegando a la conclusión que los valores de módulo de rotura del hormigón obtenidos experimentalmente y con el ACI 318 difieren entre si debido a las características propias de los materiales. Ver tabla N° 1.

Tabla N° 1: Comparación del módulo de rotura experimental vs ACI 318

Cantera	f'c diseño (MPa)	f'c experimental (MPa)	Módulo de rotura	
			Experimental (kg/cm <sup>2</sup> )	ACI 318 (kg/cm <sup>2</sup> )
Guayllabamba	21	26.02	44.84	32.26
	28	30.77	55.19	35.08
Pifo	21	23.1	46.77	30.4
	28	30.22	58.63	34.77
San Antonio	21	21.93	33.81	29.62
	28	30.56	43.47	34.96

Fuente: Morales, Morocho, Porras, & Sánchez, 2012.

Ávila, F. (2014) en su tesis “Determinación del módulo de rotura en vigas de hormigón, fabricado con materiales procedentes de la cantera Ramírez, para f'c= 28 MPa” concluye que el Módulo de Rotura Del Hormigón determinado experimentalmente, por medio de vigas estándar de 15cm de ancho por 15cm de altura y 45cm de longitud, resulto ser mayor al compararlo con el valor teórico que se lo obtiene bajo la Norma ACI 318, con un porcentaje de variación del 19,27%.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Concreto

Según Pasquel, E. (1998) el concreto es el material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que inicialmente presenta una estructura plástica y moldeable y posteriormente pasa a un estado de consistencia rígida.

#### 2.2.1.1. Estados del concreto

Según el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C. (2004) los estados del concreto son los siguientes:

##### 2.2.1.1.1. Estado fresco

El concreto fresco al principio parece una masa, es blando y puede ser trabajado o modelado en diferentes formas. Así se conserva durante la colocación y la compactación.

##### 2.2.1.1.2. Estado fraguado

El estado fraguado es cuando el concreto empieza a ponerse rígido. Cuando ya no está blando y se dice que el concreto está fraguado.

##### 2.2.1.1.3. Estado endurecido

El concreto está en su estado endurecido cuando después de que haya fraguado empieza a ganar resistencia y se endurece.

#### 2.2.1.2. Materiales para el concreto

##### 2.2.1.2.1. Agregados

Según el Manual de carreteras – Especificaciones Técnicas Generales para construcción (EG) – (2013), indica las siguientes consideraciones para los agregados.

##### a) Agregado fino

Se considera agregado fino a la fracción que pasa el tamiz de 4.75 mm (N° 4). Serán arenas naturales o de la trituración de rocas, gravas, escorias u otro producto que resulte adecuado.

El porcentaje de arena de trituración no podrá constituir más del 30% de la masa del agregado fino.

El agregado fino deberá satisfacer la granulometría en la tabla N° 2. Además de ello, la gradación escogida para el diseño de la mezcla no podrá presentar las del 45% de material retenido entre dos tamices consecutivos y su módulo de finura se deberá encontrar entre 2.3 y 3.1.

Tabla N° 2: Granulometría para el agregado fino para pavimentos.

Tamiz		Porcentaje que pasa
Normal	Alternativo	
9.5 mm	3/8"	100
4.75 mm	N° 4	95 - 100
2.36 mm	N° 8	80 - 100
1.18 mm	N° 16	50 - 85
600 um	N° 30	25 - 60
300 um	N° 50	10 - 30
150 um	N° 100	2 - 10

Fuente: MTC-ETGC, 2013

#### b) Agregado grueso

Se considera la porción del agregado retenido en el tamiz de 4.75 mm (N° 4). Dicho agregado deberá proceder de la trituración de roca o de grava o por una combinación de ambas, sus fragmentos deben ser limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables. El tamaño máximo nominal del agregado no deberá superar un tercio del espesor del diseño del pavimento.

Cuando se quiera mezclar dos o más agregados gruesos para obtener la granulometría de diseño, los requisitos de dureza, durabilidad y contenido de sulfatos deberán ser satisfechos de manera independiente por cada uno de ellos.



Tabla N° 3: Granulometría para el agregado grueso para concreto Portland.

HUSO	Tamaño Nominal (tamices con aberturas cuadrada)	% PORCENTAJE QUE PASA													
		100 mm (4 plg)	90 mm (3 1/2 plg)	75 mm (3 plg)	63 mm (2 1/2 plg)	50 mm (2 plg)	37.5 mm (1 1/2 plg)	25 mm (1 plg)	19.0 mm (3/4 plg)	12.5 mm (1/2 plg)	9.5 mm (3/8 plg)	4.75 mm (N°4)	2.36 mm (N° 8)	1.18 mm (N° 16)	300 um (N° 50)
1	90 a 37.5 mm (3 1/2 a 1 1/2 plg)	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
2	63 a 37.5 mm (2 1/2 a 1 1/2 plg)	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
3	50 a 25 mm (2 a 1 plg)	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
357	50 a 4.75 mm (2 plg a N° 4)	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-	-
4	37.5 a 19.0 mm (1 1/2 a 3/4 plg)	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-
467	37.5 a 4.75 mm (1 1/2 plg a N° 4)	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-	-
5	25 a 12.5 mm (1 a 1/2 plg)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	-
56	25 a 9.5 mm (1 a 3/8 plg)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-	-
57	25 a 4.75 mm (1 plg a N° 4)	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-	-
6	19 a 9.5 mm (3/4 a 3/8 plg)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-	-
67	19 a 4.75 mm (3/4 plg a N° 4)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-
7	12.5 a 4.75 mm (1/2 plg a N° 4)	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-	-
8	9.5 a 2.36 mm (3/8 plg a N° 8)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	-
89	9.5 a 1.18 mm (3/8 plg a N° 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9A	4.75 a 1.18 mm (N°4 a N° 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: MTC-ETGC, 2013.

### c) Módulo de finura

Abanto, F. (2000) sostiene que “el módulo de finura es un índice aproximado del tamaño medio de los agregados. Cuando este índice es bajo quiere decir que el agregado es fino, cuando es alto es lo contrario. El módulo de fineza de un agregado se calcula sumando los porcentajes acumulados retenidos de las mallas: 3”, 1 ½”, ¾”, 3/8”, N° 4, N°8, N° 16, N° 30, N° 50 y N° 100 y dividiendo entre 100. Por otro lado, señala que la arena debe tener un módulo de fineza no menor de 2.3 ni mayor a 3.1, se estima que las arenas comprendidas entre los módulos de 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reduce segregación; y las que se encuentran entre 2.8 y 3.1 son las más favorables para los concretos de alta resistencia”.

#### 2.2.1.2.2. Agua

Abanto, F. (2000) indica que el agua es un elemento fundamental en la preparación del concreto, estando relacionado con la resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido.

El agua debe ser limpia y estará libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, material orgánico y otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto.

En el caso de tener dudas de la calidad de agua a emplearse, será necesario realizar un análisis químico de esta, para comparar los resultados con los valores máximos admisibles de las sustancias existentes en el agua a utilizarse en la preparación del concreto que a continuación indicamos.

Tabla N° 4: Valores máximos admisibles de las sustancias existentes en el agua.

Sustancias Disueltas	Valor máximo admisible
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles	1500 ppm
P.H	mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

Fuente: Abanto, 2000.

### 2.2.1.2.3. Cemento

Según Castillo, E., Peralta, J. (2014) el cemento es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tienen la propiedad de endurecerse al contacto con el agua.

#### a) Tipos de cementos portland

Según Torres, A. (2004) existen varios tipos de cemento que a continuación mencionaremos.

**Cemento Tipo I:** Para construcciones de concreto y mortero de uso general y cuando no se requiera propiedades específicas, se utiliza en concretos que no estén sujetos al ataque de factores agresivos como podría ser la presencia de sulfatos en el suelo o agua.

**Cemento Tipo II:** Para obras donde se requiera resistencia moderada a la acción de sulfatos (estructuras de drenaje) y/o moderado calor de hidratación. Se recomienda en edificaciones, estructuras industriales, puentes, obras portuarias, perforaciones y en general en todas aquellas estructuras de volumen considerable, y en climas cálidos.

**Cemento Tipo III:** Para obras que requiera alta resistencia elevada a edades tempranas, normalmente a menos de una semana, y también en obras de zonas frías su uso permite reducir el curado controlado.

**Cemento Tipo IV:** Para estructuras que requiera bajo calor de hidratación, caso de represas, centrales hidroeléctricas y obras de grandes masas de concreto, también debe tenerse en cuenta que este cemento desarrolla resistencias a una velocidad inferior a la de los otros cementos.

**Cemento Tipo V:** Además de las cualidades del Tipo II, es recomendado para obras donde se requiera elevada resistencia a los sulfatos. Es el caso de obras portuarias expuestas al agua de mar, también en canales, alcantarillas, túneles, suelos con alto contenido de sulfatos, estos cementos desarrollan resistencias más lentamente que los cementos Tipo I, incrementan su resistencia a los sulfatos.

### 2.2.1.3. Propiedades del concreto

#### 2.2.1.3.1. Trabajabilidad

Rivva, E. (2007) sostiene que se entiende por trabajabilidad a aquella propiedad del concreto al estado no endurecido la cual determina su capacidad para ser manipulado, transportado colocado y consolidado adecuadamente.

La trabajabilidad es una propiedad que no es mensurable dado que está referida a las características y perfil del encofrado.

Para el diseño de mezcla se debe tener en cuenta:

- La fineza del cemento, tiene influencia sobre la trabajabilidad
- La presencia, en porcentajes adecuados, de las partículas más finas del agregado tiende a mejorar la trabajabilidad del concreto. Se recomienda para el porcentaje acumulado que pasa la malla N° 50 del 10% al 30%; y para el porcentaje acumulado que pasa la malla N° 100 del 2% al 10%.
- La ausencia de las partículas finas en el agregado puede ser compensada por el empleo de cemento Tipo I, o por la adición de arenas muy finas.
- Las partículas de agregados alargados y chatas tienen efecto negativo sobre la trabajabilidad y obligan al diseño que tenga más agregado fino, cemento y agua.

Los procedimientos de selección de las proporciones de la unidad cúbica de los concretos empleados, deben tomar en consideración, en la selección de la trabajabilidad, a fin de lograr una colocación adecuada y económica.

Debido a la gran cantidad de factores que determinan la trabajabilidad del concreto, no se desarrolla un método para medirla, en cada caso depende de los conocimientos y experiencia del ingeniero encargado del diseño de mezclas.

#### 2.2.1.3.2. Consistencia

Rivva, E. (2007) afirma que la consistencia del concreto es una propiedad que define la humedad de la mezcla por el grado de fluidez de la misma; es decir, cuanto más húmedo es la mezcla mayor será la facilidad con la el concreto fluirá durante la colocación.

Los norteamericanos clasifican al concreto por el asentamiento de la mezcla fresca. El método es conocido como método del cono de asentamiento, método del cono de

Abrams o método de Slump, y define la consistencia de la mezcla por el asentamiento, medido en pulgadas o milímetros, de una masa de concreto que previamente ha sido colocada y compactada en un molde metálico de dimensiones definidas y sección tronco cónica. Por lo tanto, se puede definir el asentamiento como la medida de la diferencia de altura entre el molde metálico estándar y la masa de concreto después que haya sido retirado el molde.

Tabla N° 5: Clases de mezcla según su asentamiento.

Consistencia	Slump	Trabajabilidad	Método de compactación
Seca	0" a 2"	poco trabajable	vibración normal
Plástica	3" a 4"	trabajable	vibración ligera chuseado
Fluida	> 5"	muy trabajable	chuseado

Fuente: Rivva, 2007.

#### 2.2.1.3.3. Segregación

Abanto, F. (2000) La segregación es una propiedad del concreto fresco, que implica la descomposición de este en sus partes constituyentes o lo que es lo mismo, la separación del agregado grueso del mortero.

Es un fenómeno perjudicial para el concreto, produciendo en el elemento llenado, bolsones de piedra, capas arenosas, cangrejeras. En el diseño de mezclas tener siempre presente el riesgo de segregación, pudiendo disminuirlo con el aumento de finos.

#### 2.2.1.3.4. Contenido de aire

Según Niño, J.R. (2010) el contenido de aire naturalmente atrapado e incorporado, produce disminución en los requerimientos de agua del concreto para una misma manejabilidad, al igual que un aumento de las condiciones de cohesión.

#### 2.2.1.3.5. Exudación o sangrado

Según Niño, J.R. (2010) la exudación es cuando el agua de mezclado tiende a elevarse a la superficie de una mezcla de concreto recién colocado. Esto obedece a que los constituyentes sólidos de la mezcla no pueden retener toda el agua cuando se asientan durante el proceso de fraguado.

La exudación del concreto está influenciada por las propiedades de la mezcla y las características de los materiales, el contenido de aire, el uso de aditivos y por la angularidad y gradación del agregado fino.

#### **2.2.1.3.6. Resistencia**

Rivva, E. (2007) La resistencia del concreto es el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse. Dado que el concreto está destinado principalmente a tomar esfuerzos de compresión.

La resistencia es considerada como una de las más importantes propiedades del concreto endurecido, siendo la que se emplea para su aceptación o rechazo del mismo. El factor que influye en forma directamente sobre la resistencia del concreto es la relación agua – cemento de la mezcla, siendo mayores la resistencia conforme dicha relación se hace menor.

El norteamericano Gilkey, ha demostrado que la resistencia del concreto está en función de cuatro factores: relación agua – cemento; relación cemento – agregado; granulometría, perfil, textura superficial, resistencia y dureza del agregado; tamaño máximo del agregado.

Abanto, F. (2000) afirma que la resistencia a la compresión de un concreto ( $f'c$ ) debe ser alcanzado a los 28 días, después de vaciado y curado.

Los moldes deben ser de material impermeable, no absorbente y no reactivo con el cemento. Los moldes normalizados se construyen de acero.

#### **2.2.1.3.7. Durabilidad**

Rivva, E. (2007) indica que el concreto debe ser capaz de endurecer y mantener sus propiedades en el tiempo aun en aquellas condiciones de exposición que normalmente podrían disminuir o hacer perder su capacidad estructural. Por tanta un concreto durable es aquel que puede resistir, en grado satisfactorio.

Los agentes externos capaces de atentar contra la durabilidad del concreto son la congelación y deshielo, los agentes químicos (cloruros y sulfatos) y de aditivos descongelantes.

El empleo de relaciones agua – cemento bajas deberá prolongar la vida del concreto al reducir el volumen de poros capilares.

Cuanto más impermeable es el concreto más resistente es.

El concreto puede deteriorarse por agentes químicos como: Los ácidos inorgánicos; las sales inorgánicas; los cloruros; los sulfatos de sodio, magnesio o calcio; las aguas casi químicamente puras; el nitrato de amonio y las grasas y aceites.

### 2.2.2. Diseño de mezclas según el método del comité 211 del ACI

El comité 211 del ACI ha desarrollado un procedimiento de diseño de mezclas bastante simple el cual, basándose en tablas presentadas en el apartado 3.7.2.8, permite obtener valores de los diferentes materiales que integran la unidad cúbica de concreto.

Torres, A. (2004) indica que el diseño de mezclas, consiste en aplicar técnicamente los conocimientos sobre sus componentes para obtener requerimientos particulares del concreto requerido en el proyecto.

El diseño de mezclas está enfocado a las normas.

Abanto, F. (2000) indica que la dosificación del concreto deberá basarse en datos obtenidos de experiencias de laboratorio, en las cuales han sido utilizadas los materiales a ser empleados en obra.

### 2.2.3. Corrección del diseño de mezclas

Las correcciones de los valores de dosificación por resistencia de basan en la teoría: “a menor valor de la relación A/C, mayor resistencia obtenida”, desarrollada por Duff Abrams.

Duff Abrams logro estudiar esta relación en 1919 y presento una ecuación que relación la resistencia a la compresión con la relación agua cemento, la cual es:

$$f'c \text{ prom} = \frac{K1}{K2^{A/C}} \dots\dots\dots \text{Fórmula N}^\circ 1.$$

Dónde:

K1 y K2 son valores empíricos dependientes de la edad del espécimen, características de materiales, condiciones de curado.

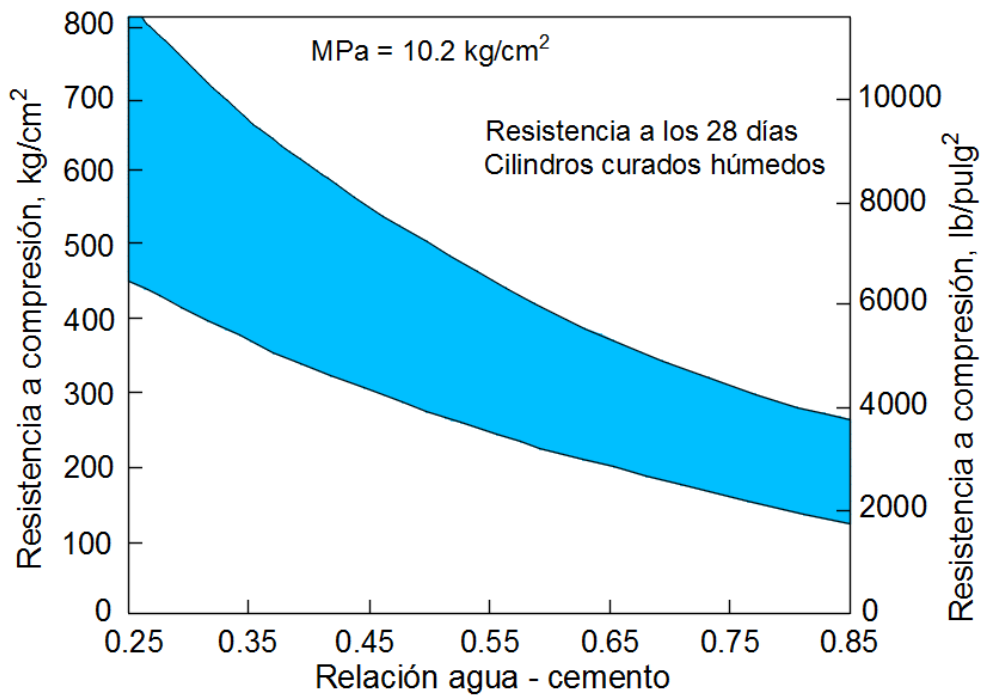
A/C: Relación entre el agua y el cemento de la mezcla.

Esta teoría se usa para la corrección de dosificaciones, cuando la resistencia del concreto no alcanza la resistencia requerida. A continuación, se describirá las fórmulas para la relación agua cemento.

$$A/C = \frac{\ln(K1) - \ln(f'c \text{ prom})}{\ln(K2)} \dots\dots\dots \text{Fórmula N° 2.}$$

Para un cemento portland normal en condiciones normales bajo una temperatura promedio con una edad de 28 días, Abrams da valores promedios de K1 y K2, por lo cual ajustaremos la formula utilizando un K1 = 963.55, Utilizando el K1 en la ecuación se despeja el K2.

Figura N° 1: Variación de resistencias típicas para relación agua – cemento de concreto de cemento portland.



Fuente: Eddy, s.f

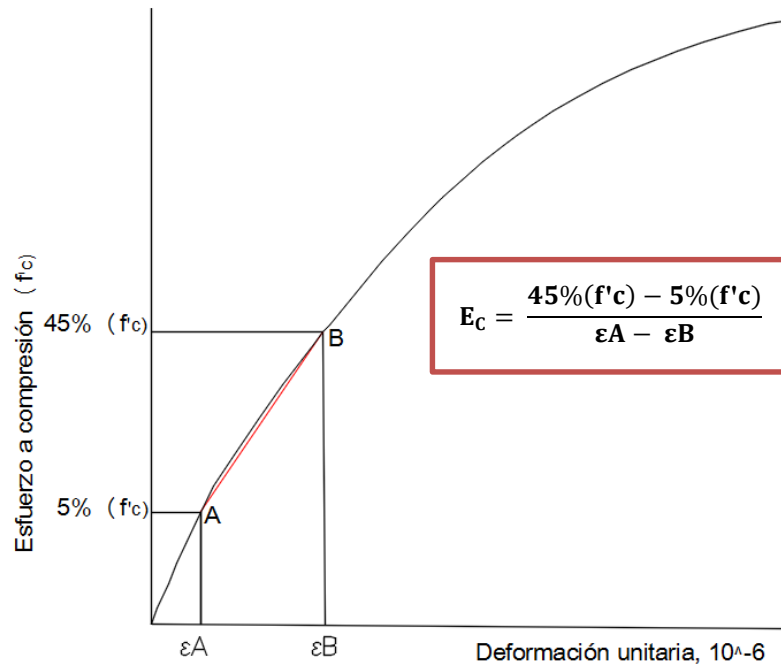
**2.2.4. Módulo de elasticidad**

El módulo de elasticidad es un parámetro que indica la rigidez y la capacidad de distribuir cargas que tiene una losa de pavimento. Es la relación entre la tensión y la deformación.

Cuando un espécimen de concreto endurecido se somete por primera vez a una carga de compresión axial, que se incrementa progresivamente a velocidad uniforme hasta un valor inferior al de rotura y después se retira a la misma velocidad, ocurre lo que se indica esquemáticamente en la siguiente figura N° 2.

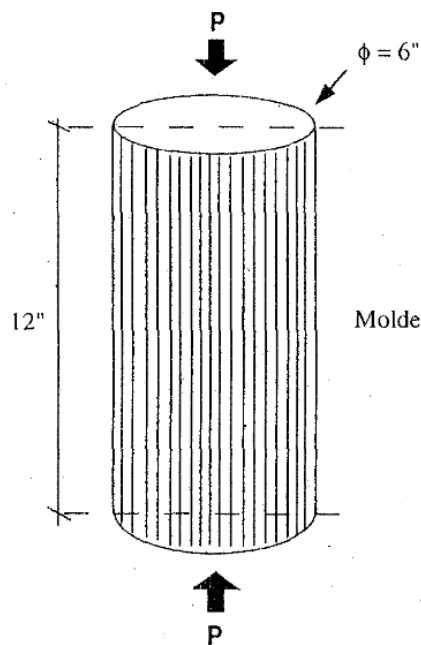


Figura N° 2: Criterio para definir el Módulo de Elasticidad Estático a compresión del concreto (ASTM C 469).



Fuente: Ottazzi, 2004.

Figura N° 3: Cilindros de concreto sometidos a compresión.



Fuente: Abanto, 2000.

$$f'c = \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \dots\dots\dots \text{Fórmula N}^\circ \text{ 3.}$$

$$A = \frac{\pi \phi^2}{4} \dots\dots\dots \text{Fórmula N}^\circ \text{ 4.}$$

P: Carga máxima que resiste el cilindro

A: Área transversal del cilindro

F'c: Resistencia a la compresión

El Módulo de Elasticidad estático a compresión del concreto se determina utilizando la norma ASTM C 469, ensayando especímenes cilíndricos elaborados normalmente conforme a los métodos ASTM C 192 y C 31. El criterio que se aplica según lo indicado en la Figura 2 consiste básicamente en definir dos puntos (A y B) sobre la curva esfuerzo-deformación unitaria del concreto ensayado, a fin de calcular la pendiente de la cuerda AB definida de esa manera. Las coordenadas del punto A, son: una abscisa fija ( $\epsilon_A$ ) igual a una deformación unitaria de 50 millonésimas, y una ordenada ( $\zeta_A$ ) determinada a partir de esa deformación, las coordenadas del punto B son: una ordenada fija ( $\zeta_B$ ) igual a un esfuerzo equivalente al 40 por ciento del esfuerzo de rotura del concreto que se ensaya; y una abscisa ( $\epsilon_B$ ) determinada a partir de ese esfuerzo. Una vez conocidas estas coordenadas, el Módulo de Elasticidad se determina calculando la tangente del ángulo que la cuerda AB forma con el eje horizontal.

Según Cubas, A. (2015) existen varios criterios con los que se pueden estimar el módulo de Elasticidad a partir del Módulo de Rotura y resistencia a compresión. Los más usados son:

$$E_c = 15000 \sqrt{f'c} \dots\dots\dots \text{Fórmula N}^\circ \text{ 5.}$$

$$E_c = 6750 * MR \dots\dots\dots \text{Fórmula N}^\circ \text{ 6.}$$

En donde:

$E_c$  = Módulo de Elasticidad estático a compresión en Kg/cm<sup>2</sup>.

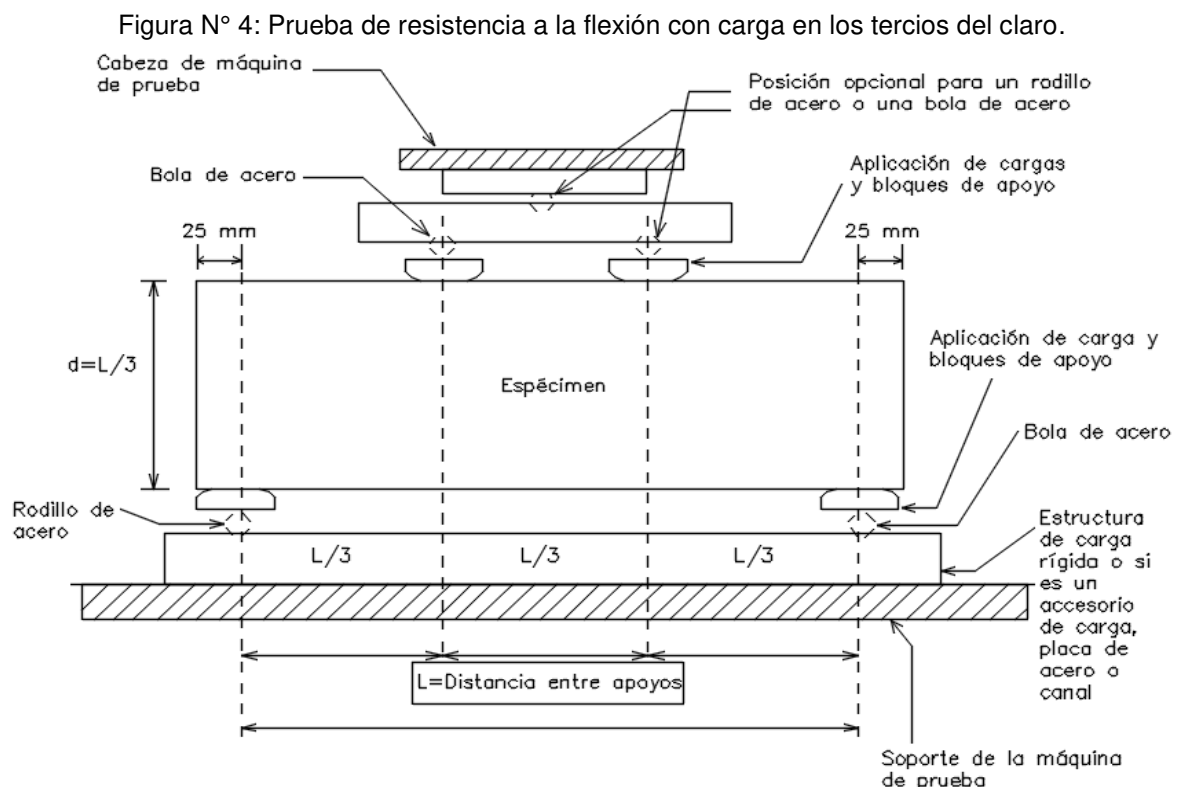
$f'c$  = Resistencia a compresión del proyecto en Kg/cm<sup>2</sup>.

### 2.2.5. Módulo de rotura

Es un parámetro muy importante como variable de entrada para el diseño de pavimentos rígidos, ya que va a controlar el agrietamiento por fatiga del pavimento, originado por las cargas repetitivas de camiones. Se le conoce también como resistencia a la tracción del concreto por flexión.

El pandeo de un pavimento de concreto bajo cargas axiales produce esfuerzos de compresión y flexión. Sin embargo, las relaciones de los esfuerzos y resistencias de compresión son demasiado pequeños para influenciar en el diseño del espesor de la losa. Las relaciones de los esfuerzos y resistencias de flexión son mucho más altos, excediendo a menudo valores de 0.5. Como resultado, los esfuerzos flexores y la resistencia a la flexión del hormigón son usados en el diseño de espesores.

Existe una prueba normalizada por la ASTM C78 para la obtención del módulo de rotura la cual consiste en aplicar carga a la viga de concreto en los tercios de su claro de apoyo (Figura 4). Se puede realizar otra prueba similar aplicándole carga al centro del claro; Una diferencia importante en estos métodos de prueba es, que la prueba de la carga en los tercios da la mínima resistencia en el tercio central de la viga ensayada, mientras que la prueba de la carga en el centro de la viga muestra la resistencia en un sólo punto.



Fuente: García, 2016.

El ensayo debe realizarse en especímenes de forma prismática y sección rectangular que cumplan con los requisitos dimensionales establecidos para su elaboración, tal como sigue:

La sección puede ser rectangular o cuadrada, y si es rectangular el peralte  $h$  no debe exceder a 1.5 veces el ancho  $b$ ; la longitud del espécimen (viga) debe ser por lo menos 50 mm mayor que el triple del peralte, a fin de que el claro de prueba sea exactamente igual a  $3h$ ; el ancho  $b$ , debe ser igual o mayor que tres veces el tamaño máximo del agregado que contenga el concreto. Se considera como espécimen estándar la viga de sección cuadrada de 150 x 150 mm o (6 x 6 pulg) y longitud igual a 500 mm (20 pulg), que es aplicable a todo concreto cuyo tamaño máximo de agregado no exceda a 51 mm (2 pulg).

En la siguiente tabla se muestran los valores recomendados de resistencia del concreto según el rango de tráfico.

Tabla N° 6: Valores recomendados de resistencia del concreto según rango de tráfico.

Rangos de tráfico pesado expresado en EE	Resistencia mínima a la flexotracción del concreto ( $M_r$ )	Resistencia mínima equivalente a la compresión del concreto ( $f'_c$ )
$\leq 5\,000\,000$	40 kg/ cm <sup>2</sup>	280 kg/ cm <sup>2</sup>
$> 5\,000\,000$ EE $\leq 15\,000\,000$ EE	42 kg/ cm <sup>2</sup>	300 kg/ cm <sup>2</sup>
$> 15\,000\,000$ EE	45 kg/ cm <sup>2</sup>	350 kg/ cm <sup>2</sup>

Fuente: MTC-SGGP, 2013.

El módulo de rotura se calcula mediante las siguientes expresiones:

**Si la fractura se presenta en el tercio medio del claro el módulo de rotura se calcula con la siguiente expresión: Fórmula usada para la presente investigación.**

$$M.R = \frac{P.L}{b.h^2} \dots\dots\dots \text{Fórmula N° 7.}$$

Dónde:

P = carga máxima en kilogramos.

l = claro en cm.

b = ancho en cm.

h = peralte en cm.

**Si la fractura se presenta fuera del tercio medio del claro, se calcula el módulo de rotura con la siguiente expresión:**

$$M. R = \frac{3.P.a}{b.h^2} \dots\dots\dots \text{Fórmula N° 8.}$$

a = distancia media entre la línea de fractura y el apoyo más próximo, medida sobre la superficie a tensión de la viga (cm.).

**Relación entre la resistencia a compresión del concreto (f'c) y el módulo de rotura.**

El módulo de rotura (Mr) del concreto se relaciona con la resistencia a compresión (f'c) del concreto mediante la siguiente expresión:

$$Mr = a \sqrt{f'c} \text{ (kg/cm}^2\text{)}, \text{ según el ACI 363.} \dots\dots\dots \text{Fórmula N° 9.}$$

Donde los valores de “a” varían entre 1.99 y 3.18 (el valor tomado es el promedio 2.585)

**2.2.6. Pavimento**

El MTC (2013) en su Manual de carreteras- Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos afirma que un pavimento es una estructura de varias capas construidas sobre la subrasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito.

**2.2.6.1. Pavimentos rígidos**

El MTC (2013) en su Manual de carreteras- Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos afirma que un pavimento rígido es una estructura de pavimento compuesta por una capa de sub-base granular, no obstante, esta capa puede ser de base granular, o puede ser estabilizada con cemento, asfalto o cal, y una capa de rodadura de losa de concreto de cemento hidráulico como aglomerante, agregados y de ser el caso aditivos.

**2.2.7. Método de diseño de pavimentos rígidos.**

**2.2.7.1. Pavimento rígido por el método AASHTO 1993**

El diseño de pavimento rígido según AASHTO involucra el análisis de diversos factores: tráfico, drenaje, clima, características de los suelos, capacidad de transferencia de carga, nivel de serviciabilidad deseado, y el grado de confiabilidad al que se desea efectuar el

diseño acorde con el grado de importancia de la carretera. Todos estos factores son necesarios para predecir un comportamiento confiable de la estructura del pavimento y evitar que el daño del pavimento alcance el nivel de colapso durante su vida de servicio.

La fórmula que propone la guía AASHTO 93 para el diseño del espesor de la losa de pavimento rígido se muestra en la siguiente ecuación.

$$\log_{10} (E18) = \left\{ \begin{array}{l} Z_r \times S_o + 7.35 \times \log_{10} (D+1) - 0.06 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta \text{PSI}}{4.5-1.5} \right]}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}} \\ + (4.22 - 0.32 \times \text{pt}) \times \log_{10} \left[ \frac{\text{MR} \times \text{Cd} \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times \text{J} \left[ D^{0.75} - \frac{18.42}{(\text{Ec}/k)^{0.25}} \right]} \right] \end{array} \right.$$

Labels in the diagram:  
 - Deviación Estándar Normal (points to  $Z_r$ )  
 - Error Estándar Combinado (points to  $S_o$ )  
 - Espesor (points to  $D$ )  
 - Diferencia de Serviciabilidad (points to  $\Delta \text{PSI}$ )  
 -  $\log_{10} (E18)$  (points to the left side of the equation)  
 - Tráfico (points to  $\text{pt}$ )  
 - Serviciabilidad Final (points to  $\text{pt}$ )  
 - Módulo de Ruptura (points to  $\text{MR}$ )  
 - Coeficiente de Drenaje (points to  $\text{Cd}$ )  
 - Coeficiente de Transferencia de Carga (points to  $\text{J}$ )  
 - Módulo de Elasticidad (points to  $\text{Ec}$ )  
 - Módulo de Reacción (points to  $k$ )

...Fórmula N° 10.

Las variables que intervienen en la ecuación se detallan a continuación:

- Espesor de losa de pavimento de concreto hidráulico. (D)
- Número de ejes equivalentes del eje patrón de 18,000 libras (ESAL's), representado por el tráfico (W18).
- Coeficiente de confiabilidad (R), representado por la desviación normal estándar (ZR) y por el error estándar combinado (S0).
- Módulo de reacción de la subrasante sub - base (K).
- Pérdida de serviciabilidad ( $\Delta \text{PSI} = P_0 - P_t$ ).
- Propiedades del concreto: Módulo de rotura (MR) y Módulo de elasticidad (ME).
- Coeficiente de transferencia de carga (J).
- Coeficiente de drenaje (Cd).

### a) Módulo de rotura (MR)

El módulo de rotura se mide mediante ensayos de vigas de concreto aplicándoles cargas en los tercios de su claro de apoyo. Esta prueba está normalizada por la ASTM C 78.

Los valores recomendados para el módulo de rotura varían desde los 42 kg/cm<sup>2</sup> (597.4 psi) hasta los 48 kg/cm<sup>2</sup> (682.7 psi) a 28 días dependiendo del uso que vaya a tener. En la siguiente tabla se muestran los módulos de rotura recomendados para los diversos tipos de pavimento.

Tabla N° 7: Módulo de rotura recomendado.

Tipo de pavimento	MR Recomendado	
	kg/cm <sup>2</sup>	psi
Autopistas	48	682.7
Carreteras	48	682.7
Zonas Industriales	45	640.1
Urbanas Principales	45	640.1
Urbanas Secundarias	42	597.4

Fuente: AASHTO, 1993.

### b) Módulo de elasticidad

El módulo de elasticidad del concreto está íntimamente relacionado con su módulo de rotura y se determina mediante la norma ASTM C 469.

$$E_c = \frac{45\% \sigma_r - 5\% \sigma_r}{\varepsilon(45\% \sigma_r) - \varepsilon(5\% \sigma_r)} \dots\dots\dots \text{Fórmula N° 11.}$$

#### 2.2.7.2. Pavimentos rígidos por el método PCA

Este método se basa en la energía potencial de la losa que consume cada uno de los diferentes tipos de ejes de los vehículos y el número de ejes que se espera que transiten durante la vida útil de la obra. Los factores que intervienen son el módulo de reacción  $k$  a nivel de la subrasante, módulo de rotura, período de diseño, factor de crecimiento, número de repeticiones esperadas por cada eje.

## 2.3. Hipótesis

Al utilizar los agregados de la cantera Chonta para la elaboración de la mezcla de concreto, tienen mayor influencia para la obtención de módulos de elasticidad y rotura, que al utilizar agregados de la cantera Mashcón.

## CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

### 3.1. Operacionalización de variables

#### VARIABLE DEPENDIENTE

- Módulo de elasticidad
- Módulo de Rotura

Tabla N° 8: Variable dependiente – módulo de elasticidad.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADORES	UNIDADES
Módulo de elasticidad	Es la relación que existe entre el esfuerzo y la deformación unitaria axial al estar sometido al concreto a esfuerzos de compresión dentro del comportamiento elástico, es la pendiente de la línea definida por dos puntos de la curva esfuerzo deformación unitaria, dentro de esta zona elástica.	Ensayo a compresión axial de probetas cilíndricas	kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia, 2017.

Tabla N° 9: Variable dependiente – módulo de elasticidad.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADORES	UNIDADES
Módulo de rotura	El módulo de rotura (resistencia a la flexión del concreto). Es una medida de la resistencia a la tracción del concreto. Es la una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada.	Ensayos a flexión de probetas prismáticas.	kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia, 2017.



## VA-RIABLE INDEPENDIENTE

- Agregados de río

Tabla N° 10: Variable independiente – agregados de río.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADORES	UNIDADES
Agregados de las canteras Mashcón y Chonta.	Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la NTP.400.011	Contenido de humedad.	%
		Peso específico.	kg/m <sup>3</sup>
		Peso unitario.	kg/m <sup>3</sup>
		Módulo de finura.	kg/cm <sup>2</sup>
		Absorción.	kg/cm <sup>2</sup>
		Densidad.	kg/cm <sup>3</sup>

Fuente: elaboración propia, 2017.

### 3.2. Diseño de investigación

El diseño de investigación será de tipo experimental.

### 3.3. Unidad de estudio

La unidad de estudio fue cada probeta elaborada de las canteras Mashcón y Chonta.

### 3.4. Población

La población lo constituyen las 108 probetas de concreto.

### 3.5. Muestra (muestreo o selección)

La muestra seleccionada fue por conveniencia donde se elaboraron 108 probetas de concreto, donde se detalla a continuación.

### Cantera del río Mashcón:

Tabla N° 11: Cantidad de especímenes de concreto- Cantera río Mashcón.

Módulo de rotura	Resistencia del concreto	Probetas (7d)	Cilindros (28 días)	Vigas (28 días)
42 kg/cm <sup>2</sup>	265 kg/cm <sup>2</sup>	3	12	12
45 kg/cm <sup>2</sup>	304 kg/cm <sup>2</sup>	3	12	12

Fuente: Elaboración propia, 2017.

### Cantera del río Chonta:

Tabla N° 12: Cantidad de especímenes de concreto- Cantera río Chonta.

Módulo de rotura	Resistencia del concreto	Probetas (7d)	Cilindros (28 días)	Vigas (28 días)
42 kg/cm <sup>2</sup>	265 kg/cm <sup>2</sup>	3	12	12
45 kg/cm <sup>2</sup>	304 kg/cm <sup>2</sup>	3	12	12

Fuente: Elaboración propia, 2017.

## 3.6. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

Tabla N° 13: Recolección de datos.

Variable	Recolección de datos		
	Fuente	Técnica	Instrumento
<ul style="list-style-type: none"> <li>Módulo de elasticidad</li> <li>Módulo de rotura</li> </ul>	El experimento: Ensayos	Observación directa	Fichas de recolección de datos: Fichas de ensayos

Fuente: Elaboración propia, 2017.

## 3.7. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos

### 3.7.1. Elección de cantera

Los ensayos, mezclas y demás prácticas se han realizado en el laboratorio de ensayo de materiales en la Universidad Privada del Norte.

Los agregados que han sido utilizados para el siguiente proyecto son de la Cantera del Río Chonta (Planta chancadora - Roca Fuerte) y la Cantera del Río Mashcón (Cantera Bazán Contratistas Generales SRL).

## UBICACIÓN DE LA CANTERA CHONTA

### Coordenadas UTM

Zona: 17M  
Este: 779640.840 m  
Norte: 9207539.520 m  
Z: 2673.61 m

### Coordenadas Geográficas

Latitud: -7.161746°  
Longitud: -78.512786°

Figura N° 5: Ubicación de la cantera río Chonta



Fuente: Imagen satelital, Google Earth, 2017.

## UBICACIÓN DE LA CANTERA MASHCÓN

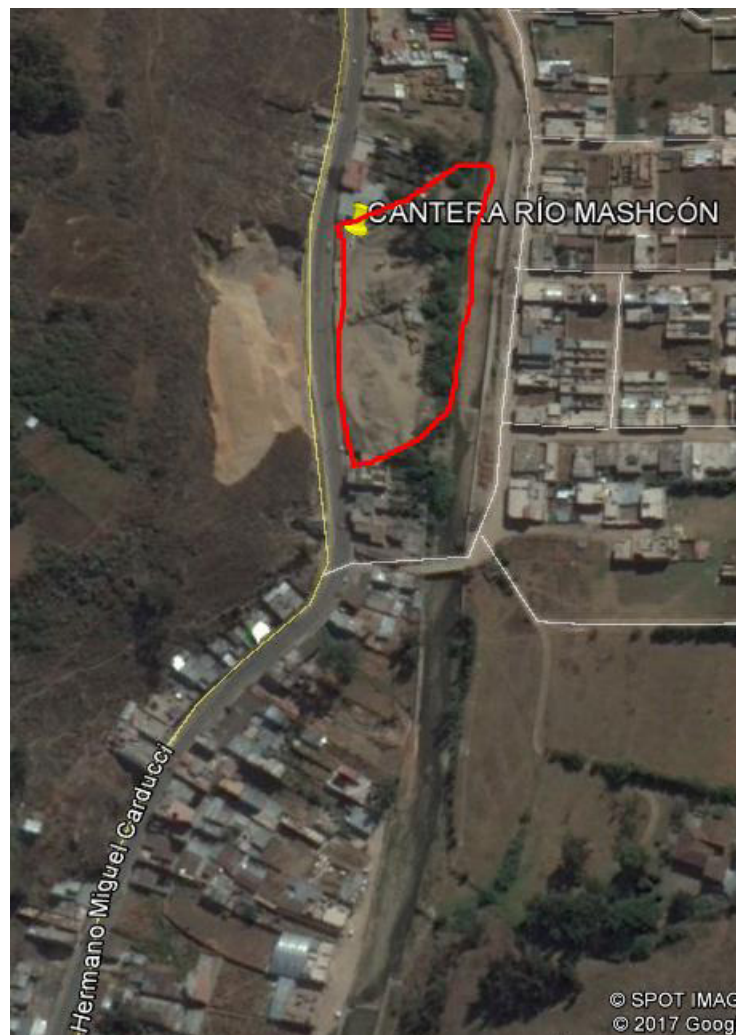
### Coordenadas UTM

Zona: 17M  
Este: 773425.278 m  
Norte: 9210605.788 m  
Z: 2759 m

### Coordenadas Geográficas

Latitud: -7.161566°  
Longitud: -78.470060°

Figura N° 6: Ubicación de la cantera río Mashcón



Fuente: Imagen satelital, Google Earth, 2017.

### 3.7.2. Procedimientos

#### 3.7.2.1. Reducción de muestras de agregados a tamaño de ensayo ASTM C 702

**Método: cuarteo**

**Aparatos:** Consistirá de: una cuchara metálica, pala, escoba, y una manta de lona de aproximadamente 2 por 2.5 m.

**Procedimiento:**

Coloque la muestra original en una superficie firme, limpia, nivelada. Mezcle completamente el material mediante volteo de la muestra entera más de tres veces. Con el último volteo, mueva con la pala la muestra entera a una pila cónica mediante el depósito de cada palada en la cima de la precedente. Luego divida la masa en cuatro cuadrantes iguales con una pala y remueva dos sectores diagonalmente opuestos, incluyendo todo material fino. Consecutivamente mezcle y cuarte el material sobrante hasta que la muestra sea reducida al tamaño deseado.

#### 3.7.2.2. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global NTP 400.012 – ASTM C 136

La granulometría de agregados es una muestra de agregado seco, de masa conocida, es separada a través de una serie de tamices que van progresivamente de una abertura mayor a una menor, para determinar la distribución del tamaño de las partículas.

**Aparatos:**

Balanza, tamices, horno

**Muestreo:**

- **Agregado fino:** la cantidad de la muestra de ensayo, luego del secado será 300 g mínimo.
- **Agregado grueso:** la cantidad de muestra de muestra de ensayo de agregado grueso será conforme a lo indicado en la tabla N° 14:



Tabla N° 14: Cantidad mínima de la muestra de agregados grueso o global.

Tamaño Máximo Nominal Aberturas Cuadradas mm (plg)	Cantidad de la Muestra de ensayo, mínimo kg (lb)
9.5 (3/8)	1 (2)
12.5 (1/2)	2 (4)
19.0 (3/4)	5 (11)
25.0 (1)	10 (22)
37.5 (1 1/2)	15 (33)
50 (2)	20 (44)
63 (2 1/2)	35 (77)
75 (3)	60 (130)
90 (3 1/2)	100 (220)
100 (4)	150 (330)
125 (5)	300 (660)

Fuente: NTP 400.012, 2001.

La cantidad para agregado global será la misma que para el agregado grueso.

#### Procedimiento:

- Secar la muestra a peso constante a una temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Se seleccionarán tamaños adecuados de tamices para proporcionar la información requerida por las especificaciones que cubran el material a ser ensayado. Encajar los tamices en orden de abertura decreciente desde la tapa hasta el fondo y colocar la muestra sobre el tamiz superior.
- Agitar los tamices manualmente o por medio de un aparato mecánico por un período suficiente.
- Limitar la cantidad de material sobre el tamiz utilizado de tal manera que todas las partículas tengan la oportunidad de alcanzar la abertura del tamiz un número de veces durante la operación de tamizado.
- Continuar con el tamizado por un período constante, sosteniendo firmemente el tamiz individual con su tapa u fondo bien ajustado en posición ligeramente inclinada en una mano. Golpear el filo contra el talón de la otra mano con un movimiento hacia arriba y una velocidad de cerca de 150 veces por minuto, girando el tamiz un sexto de una revolución por cada 25 golpes.
- Luego determinar la masa de cada incremento de medida sobre una balanza.

#### Cálculo:

Calcular el porcentaje que pasa, los porcentajes totales retenidos, o los porcentajes sobre cada tamiz.

$$\% RP = \frac{PRP}{W_s} * 100 \dots \dots \dots \text{Fórmula N}^\circ 12.$$

Dónde:

%RP: Porcentajes de los pesos retenidos en cada tamiz

PRP: Material retenido en cada tamiz y en la base

Ws: Peso de la muestra seca

Cuando se requiera, calcular el módulo de fineza, sumando el porcentaje acumulado retenido de material de cada uno de los siguientes tamices (porcentaje acumulado retenido) y dividir la suma entre 100: 150 µm (N° 100); 300 µm (N° 50); 600 µm (N° 30); 1.18 mm (N° 16); 2.36 mm (N°8); 4.75 mm (N° 4); 9.5 mm (3/8 de pulgada); 19.0 mm (3/4 de pulgada); 37.5 mm ( 1 ½ pulgada); y mayores; incrementando en la relación 2 a 1.

**3.7.2.3. Contenido de humedad NTP 339.185 – ASTM C 566**

El contenido de humedad es determinar el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra en una muestra de agregado fino o grueso por secado.

**Aparatos:**

Balanza, horno, recipiente para la muestra

**Muestreo:**

La muestra representativa del agregado para el contenido de humedad no debe ser menor de la cantidad indicada según la tabla N° 15.

Tabla N° 15: Tamaño de la muestra de agregado.

Tamaño Máximo Nominal de agregado mm (plg)	Masa mínima de la muestra de agregado en kg
4.75 (0.187) (N° 4)	0.5
9.5 (3/8)	1.5
12.5 (1/2)	2.0
19.0 (3/4)	3.0
5.0 (1)	4.0
37.5 (1 1/2)	6.0
50.0 (2)	8.0
63.0 (2 1/2)	10.0
75.0 (3)	13.0
90.0 (3 1/2)	16.0
100.0 (4)	25.0
150 (6)	50.0

Fuente: NTP 339.185, 2002.

**Procedimiento:**

- Determinar la masa de la muestra con una precisión del 0.1%.
- Secar la muestra en el recipiente por medio de un horno (24 horas), teniendo cuidado de evitar la pérdida de ninguna partícula.
- Determinar la masa de la muestra seca, después de que se haya secado y enfriado lo suficiente para no dañar la balanza.

**Cálculos:**

$$P = 100 (W - D)/D \dots \dots \dots \text{Fórmula N° 13.}$$

Dónde:

P: Contenido total de humedad total evaporable de la muestra en porcentaje

W: Masa de la muestra húmeda original en gramos

D: Masa de la muestra seca en gramos

**3.7.2.4. Peso unitario del agregado NTP 400.017 – ASTM C 29**

Este ensayo determina el peso unitario suelto o compactado y el cálculo de vacíos en el agregado fino, grueso o en una mezcla de ambos.

Este método se utiliza para determinar el valor del peso unitario utilizado por algunos métodos de diseño de mezclas de concreto.

**Aparatos:**

- Balanza
- Barra compactadora: recta, de acero liso de 16 mm (5/8") de diámetro y aproximadamente de 60 cm de longitud y terminada en punta semiesférica.
- Recipiente de medida: Cilíndricos, metálicos, preferiblemente con asas. Estancos con tapa y fondo firmes y parejos, con precisión en sus dimensiones interiores y suficientemente rígido para mantener su forma en condiciones severas de uso.
- Pala de mano: Una pala o cucharón para llenar el recipiente con el agregado.

**Determinación del peso unitario compactado:**

**Procedimiento:**

- Se llena la tercera parte del recipiente de medida y se nivela la superficie con la mano. Se apisona la capa de agregado con la barra compactadora, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie. Se llena hasta las dos terceras partes de la medida y de nuevo se compacta con 25 golpes como antes. Finalmente, se llena la medida hasta



rebosar, golpeándola 25 veces con la barra compactadora; el agregado sobrante se elimina utilizando la barra compactadora como regla.

- Al compactar la primera capa, se procura que la barra no golpee el fondo con fuerza. Al compactar las últimas dos capas, solo se emplea la fuerza suficiente para que la barra compactadora penetre la última capa de agregado colocada en el recipiente.
- Se determina el peso del recipiente de medida más su contenido y el peso del recipiente solo y se registra los pesos con una aproximación de 0.05 kg.

#### **Determinación del peso unitario suelto:**

##### **Procedimiento:**

- El recipiente de medida se llena con una pala o cuchara hasta rebosar, descargando el agregado desde una altura no mayor de 2" por encima de la parte superior del recipiente. El agregado sobrante se elimina.
- Se determina el peso del recipiente de medida más su contenido y el peso del recipiente y se registran los pesos con una aproximación de 0.05 kg.

##### **Cálculos:**

#### **Peso unitario: cálculo del peso unitario compactado o suelto.**

$$M = (G - T)/V \dots \dots \dots \text{Fórmula N}^\circ 14.$$

$$M = (G - T) * F \dots \dots \dots \text{Fórmula N}^\circ 15.$$

Dónde:

M: Peso unitario del agregado en kg/m<sup>3</sup>

G: Peso del recipiente de medida más el agregado en kg

T: Peso del recipiente de medida en kg

V: Volumen de la medida en m<sup>3</sup>

F: Factor de la medida en m<sup>-3</sup>

#### **Contenido de vacíos:**

$$\% \text{ vacios} = 100[(SxW) - M]/(SxW) \dots \dots \dots \text{Fórmula N}^\circ 16.$$

Dónde:

M: Peso unitario del agregado en kg/m<sup>3</sup>

S: Peso específico de masa (base seca)

W: densidad del agua, 998 kg/m

### 3.7.2.5. **Peso específico y absorción del agregado grueso NTP 400.021- ASTM C 127**

Una muestra de agregado se sumerge en agua por 24 h aproximadamente para llenar los poros esencialmente. Luego se retira del agua, se seca el agua de la superficie de las partículas, y se pesa. La muestra se pesa posteriormente mientras es sumergida en agua. Finalmente, la muestra es secada al horno y se pesa una tercera vez.

**Absorción:** es la cantidad de agua absorbida por el agregado después de ser sumergido 24 horas en esta, se expresa como porcentaje del peso seco. El agregado se considera “seco” cuando este ha sido mantenido a una temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  por tiempo suficiente para remover toda el agua sin combinar.

**Peso específico:** es la relación, a una temperatura estable, de la masa (o peso en el aire) de un volumen unitario de material, a la masa del mismo volumen de agua a las temperaturas indicadas. Los valores son adimensionales.

**Peso específico aparente:** es la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de agregado; a la masa en el aire de igual volumen de agua destilada libre de gas.

**Peso específico de masa:** Es la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de agregado, a la masa en el aire de igual volumen de agua destilada libre de gas.

**Peso específico de masa saturado superficialmente seco (SSS):** Es la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de agregado incluyendo la masa del agua de los poros lleno hasta colmarse por sumersión en agua por 24 horas aproximadamente, comparada con la masa en el aire de un igual volumen de agua destilada libre de gas.

#### **Aparatos:**

- Balanza
- Cesta con malla de alambre: Con cobertura correspondiente al tamiz N° 6 o abertura menor, también se puede utilizar un recipiente de aproximadamente igual ancho y altura con capacidad de 4 L y 7 L para tamaños máximos nominales de 37.5 mm (1 1/2 plg) o menores. Y un cesto más grande como sea necesario para ensayar agregados con tamaños máximos mayores. El cesto deberá ser construido de tal forma de prevenir el aire atrapado cuando este sumergido.

- Depósito de agua: depósito adecuado para sumergir la cesta de alambre en el agua y un depósito para suspenderla del centro de la escala de la balanza.
- Tamices: Un tamiz normalizado de 4.75 mm (N° 4) o de otros tamaños como sean necesarios.
- Estufa:

**Muestreo:**

Mezclar la muestra. Descartar todo el material que pase el tamiz 4.75 mm (N° 4) por tamizado seco y luego lavar el material para remover polvo u otras impurezas superficiales.

El peso mínimo de la muestra de ensayo que será usado se presenta en la tabla N° 16.

Tabla N° 16: Peso mínimo de la muestra de ensayo.

Tamaño Máximo Nominal mm (plg)	Peso mínimo de la muestra de ensayo kg (lb)
12.5 (1/2) o menos	2 (4.4)
19.0 (3/4)	3 (6.6)
25.0 (1)	4 (8.8)
37.5 (1 1/2)	5 (11)
50 (2)	8 (18)
63 (2 1/2)	12 (26)
75 (3)	18 (40)
90 (3 1/2)	25 (55)
100 (4)	40 (88)
112 (4 1/2)	50 (110)
125 (5)	75 (165)
150 (6)	125 (276)

Fuente: NTP 400.021, 2002.

**Procedimiento:**

- Secar la muestra a peso constante, a una temperatura de  $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ , ventilar en lugar fresco a temperatura ambiente de 1 h a 3 h para muestras de ensayo de tamaños máximos nominales de 37.5 mm (1 ½) o mayores para tamaños más grandes hasta que el agregado haya enfriado a una temperatura que sea cómoda al tacto. Inmediatamente sumergir el agregado en agua a una temperatura ambiente por período de  $24\text{ h} \pm 4\text{ h}$ .
- Cuando los valores de peso específico y la absorción van a ser usados en proporcionamiento de mezclas de hormigón (concreto) en los cuales los agregados van a ser usados en su condicional natural de humedad, el requerimiento inicial de secado a peso constante puede ser eliminada y, si las superficies de las partículas de la muestra

van a ser mantenidas continuamente húmedas antes del ensayo, el remojo de 24 h puede ser eliminado.

- Remover la muestra del agua y hacerla rodar sobre un paño grande y absorbente, hasta hacer desaparecer toda película de agua visible, aunque la superficie de las partículas aun parezca húmeda. Secar separadamente en fragmentos más grandes. Se debe tener cuidado en evitar la evaporación durante la operación del secado de la superficie. Se obtiene el peso de la muestra bajo la condición de saturación con superficie seca. Se determina este y todos los demás pesos con aproximación de 0.5 g o al 0.05 % del peso de la muestra, la que sea mayor.
- Después de pesar, se coloca de inmediato la muestra saturada con superficie seca en la cesta de alambre y se determina su peso en agua a una temperatura entre  $23\text{ °C} \pm 1.7\text{ °C}$ , densidad  $997 \pm 2\text{ kg/m}^3$ . Tener cuidado de remover todo el aire atrapado antes del pesado sacudiendo el recipiente mientras se sumerge.
- Secar la muestra hasta peso constante, a una temperatura entre  $100\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  y se deja enfriar hasta temperatura de ambiente, durante 1 h a 3 h o hasta que el agregado haya enfriado a una temperatura que sea cómodo al tacto y se pesa.

#### **3.7.2.6. Peso específico y absorción del agregado fino NTP 400.022 – ASTM C 128**

Se aplica para determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción de agregado fino, a fin de usar estos valores tanto en el cálculo y corrección de diseño de mezclas, como en el control de uniformidad de sus características físicas.

##### **Aparatos:**

- Balanza
- Frasco: frasco volumétrico de  $500\text{ cm}^3$  de capacidad
- Molde cónico: metálico de  $40\text{ mm} \pm 3\text{ mm}$  de diámetro en la parte superior,  $90\text{ mm} \pm 3\text{ mm}$  de diámetro en la parte inferior, y  $75\text{ mm} \pm 3\text{ mm}$  de altura.
- Barra compactadora de metal de  $340\text{ g} \pm 15\text{ g}$  de peso con un extremo de superficie plana circular de  $25\text{ mm} \pm 3\text{ mm}$  de diámetro.
- Horno.

##### **Preparación de la muestra:**

Se coloca aproximadamente 1000 g del agregado fino, obtenido por el método del cuarteo y secado a peso constante. E cubre la muestra con agua y se deja reposar durante 24 horas. Se extiende sobre una superficie plana expuesta a una corriente suave de aire tibio y se

remueve con frecuencia, ara garantizar un secado uniforme. Se continúa esta operación hasta que los granos del agregado no se adhieran marcadamente entre sí. Luego se coloca en el molde cónico, se golpea la superficie suavemente 25 veces con la barra de metal y se levanta el molde verticalmente. Si existe humedad libre, el cono de agregado fino mantendrá su forma. Se sigue secando, revolviendo constantemente y se prueba a intervalos frecuentes hasta que el cono se derrumbe al quitar el molde. Esto indica que el agregado fino ha alcanzado una condición de superficie seca.

**Procedimiento:**

- Se introduce de inmediato en el frasco una muestra de 500 gramos del material preparado, se llena de agua hasta alcanzar aproximadamente la marca de 500 cm<sup>3</sup> a una temperatura de 23 °C ± 2 °C.
- Después de una hora se llena con agua hasta los 500 cm<sup>3</sup> y se determina el peso total del agua introducida en el frasco con aproximación de 0.1 g.
- Se seca el agregado fino del frasco, se seca a peso constante a una temperatura de 110 °C ± 5 °C, se enfría a temperatura de ambiente en un secador durante ½ hora a 1 ½ hora y se pesa.

**Cálculos:**

**Peso específico de masa (Pem)**

$$Pem = \frac{W_o}{(V-V_a)} \times 100 \dots \dots \dots \text{Fórmula N° 17.}$$

Dónde:

Pem: peso específico de masa

Wo: peso en el aire de la muestra secada en el horno, gramos

V: volumen del frasco en cm<sup>3</sup>

Va: peso en gramos o volumen en cm<sup>3</sup> de agua añadida al frasco.

**Peso específico de masa saturado con superficie seca (PeSSS)**

$$PeSSS = \frac{500}{V-V_a} \times 100 \dots \dots \dots \text{Fórmula N° 18.}$$

**Peso específico aparente (Pea)**

$$Pea = \frac{W_o}{(V-V_a)-(500-W_o)} \times 100 \dots \dots \dots \text{Fórmula N° 19.}$$

### Absorción (Ab)

$$Ab = \frac{500 - W_o}{W_o} \times 100 \dots \dots \dots \text{Fórmula N}^\circ 20.$$

#### 3.7.2.7. Determinación por lavado del material que pasa por el tamiz 75 µm (N° 200) en agregados minerales NTP 400.018 – ASTM C 117

Se establecerá el procedimiento para determinar por vía húmeda el contenido de polvo o material que pasa el tamiz normalizado de 75 µm (N° 200), en el agregado a emplearse en la elaboración de concretos y morteros. Las partículas de arcilla y otras partículas de agregado que son dispersas por el agua, así como los materiales solubles en agua, serán removidas del agregado durante el ensayo.

#### Aparatos:

- Tamices: Se utilizará el tamiz normalizado de 1.18 mm (N° 16) y el de 75 µm (N° 200).
- Recipientes: un recipiente de suficiente tamaño para contener la muestra cubierta con agua y permitir una agitación vigorosa sin pérdidas de la muestra ni el agua.
- Balanza: Sensible a 0.1 % del peso medido.
- Estufa

#### Muestreo:

El tamaño de la muestra de ensayo, después del secado, será de conformidad como indica en la siguiente tabla N° 17:

Tabla N° 17: Cantidad mínima de muestra.

Tamaño máximo nominal del agregado	Cantidad mínima, g
4.75 mm (N° 4) o más pequeño	300
9.5 mm (3/8 pulg)	1000
19 mm (3/4 pulg)	2500
37.5 mm (1 1/2 pulg) o más grande	5000

Fuente: NTP 400.018, 2002.

#### Procedimiento:

- Secar la muestra de ensayo y determinar la masa de la muestra de ensayo.
- Después de secar y determinar la masa, colocar la muestra de ensayo en el recipiente y adicionar agua suficiente para cubrirla. Agitar la muestra vigorosamente con el fin de separar completamente todas las partículas más finas que el tamiz normalizado de 75 µm (N° 200) de las partículas gruesas, y llevar el material fino a la suspensión. Verter inmediatamente el agua de lavado conteniendo los sólidos suspendidos y disueltos sobre

los tamices, colocando el tamiz más grueso en la parte superior. Tener cuidado para evitar tanto como sea posible, la decantación de las partículas más gruesas de la muestra.

- Adicionar una segunda carga de agua a la muestra en el recipiente, agitar y decantar como antes. Repetir esta operación hasta que el agua de lavado este clara.
- Retornar todo el material retenido sobre los tamices mediante un chorro de agua. Secar el agregado lavado a peso constante a una temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  y determinar la masa con aproximación al 0.1 % de la masa original de la muestra.

**Cálculo:**

$$A = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100 \dots\dots\dots \text{Fórmula N}^{\circ} 21.$$

Dónde:

A: Porcentaje del material más fino que pasa por el tamiz normalizado de 75  $\mu\text{m}$  (N<sup>o</sup> 200) por vía húmeda.

P1: Peso seco de la muestra original, gramos

P2: Peso seco de la muestra ensayada, gramos

**3.7.2.8. Procedimiento del diseño de mezcla según ACI 211**

- a) Seleccionar un módulo de rotura:

Tabla N<sup>o</sup> 18: Módulo de rotura seleccionada.

Módulo de Rotura (MR)	42 ó 45	kg / cm <sup>2</sup>
-----------------------	---------	----------------------

Fuente: Elaboración propia, 2017.

- b) Despejando y reemplazando el módulo de rotura en la fórmula:  $MR \leq 2.58 \sqrt{f'c}$  hallar la resistencia a compresión específica del concreto ( $f'c$ ).

Tabla N<sup>o</sup> 19: Resistencia a la compresión especificada del concreto ( $f'c$ ).

Resistencia a la compresión especificada del Concreto ( $f'c$ )	265 ó 304	kg / cm <sup>2</sup>
---	-----------	----------------------

Fuente: Elaboración propia, 2017.

- c) Seleccionar las condiciones ( $k = 1.15$ )

Tabla N° 20: Condiciones de trabajo.

CONDICIONES	k
Materiales de calidad muy controlada, dosificación por pesado, supervisión especializada constante.	1.15
Materiales de calidad controlada, dosificación por volumen, supervisión especializada esporádica	1.25
Materiales de calidad controlada, dosificación por volumen, sin supervisión especializada	1.35
Materiales variables, dosificación por volumen, sin supervisión especializada	1.5

Fuente: ACI 211.

- d) Por una simple multiplicación de la resistencia a la compresión específica del concreto ( $f'c$ ) con el valor de la condición seleccionada, se halla la resistencia promedio a la compresión del concreto ( $f'cr$ ).

Tabla N° 21: Resistencia promedio a la compresión del concreto ( $f'cr$ ).

Resistencia promedio a la compresión del Concreto ( $f'cr$ )	304.76 ó 349.85	kg / cm <sup>2</sup>
--	--------------------	----------------------

Fuente: Elaboración propia, 2017.

- e) Seleccionar el tipo de cemento a usar: Cemento Portland Tipo I co (Pacasmayo)  
 f) Peso específico del cemento: 2.92 g/mL  
 g) Seleccionar el asentamiento: Para nuestro caso será una consistencia plástica y un asentamiento de 3" a 4".

Tabla N° 22: Clases de mezcla según su asentamiento.

CONSISTENCIA	SLUMP	TRABAJABILIDAD	MÉTODO DE COMPACTACIÓN
Seca	0" a 2"	poco trabajable	vibración normal
Plástica	3" a 4"	trabajable	vibración ligera chuseado
Fluida	> 5"	muy trabajable	chuseado

Fuente: Rivva, 2007.

- h) Seleccionar el tipo de concreto a diseñar: Concreto sin aire incorporado  
 i) Seleccionar el tamaño máximo nominal del agregado seco  
 j) Con los valores del TMN y el asentamiento interceptar en la tabla N° 23 para hallar el volumen unitario de agua y selección del aire atrapado.



Tabla N° 23: Cantidades aproximadas de agua de amasado para diferentes asentamientos o Slump, tamaño máximo de agregados y contenido de aire.

ASENTAMIENTO	AGUA EN 1/M <sup>3</sup> DE CONCRETO PARA LOS TAMAÑOS NOMINALES MÁXIMOS DEL AGREGADO GRUESO Y CONSISTENCIA INDICADA				
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"
<b>CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO</b>					
1" a 2"	207	199	190	179	166
3" a 4" →	228	216	205	193	181
6" a 7"	243	228	216	202	190
Contenido de Aire atrapado (%)	3	2.5	2	1.5	1
<b>CONCRETOS CON AIRE INCORPORADO</b>					
1" a 2"	181	175	168	160	150
3" a 4"	202	193	184	175	165
6" a 7"	216	205	197	184	174
Contenido total de Aire (%)	8	7	6	5	4.5

Fuente: Pasquel, 1998.

k) Elección de la relación agua / cemento (a/c)

Para concretos preparados con cemento Portland Tipo 1 o cementos comunes, puede tomarse la relación de la tabla N° 24.

Tabla N° 24: Relación de agua / cemento por resistencia.

Resistencia a la compresión 28 días (kg / cm <sup>2</sup> ) f'cr	Relación agua / cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto 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: Laura, 2006.

Si la resistencia promedio a la compresión del concreto (f'cr) no se ubica en la tabla se hace una interpolación para obtener dicho valor de la relación agua- cemento.

l) Luego se determina el factor cemento que resulta de la división del volumen unitario de agua entre la relación agua/cemento.

- m) Luego se procedió a determinar el contenido de agregado grueso, utilizando la siguiente tabla N° 25.

Tabla N° 25: Volumen de agregado por unidad de volumen del concreto.

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO	VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO, SECO Y COMPACTADO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO PARA DIFERENTES MÓDULOS DE FINURA DEL AGREGADO FINO			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3 / 8 "	0.50	0.46	0.46	0.44
1 / 2 "	0.59	0.57	0.55	0.53
3 / 4 "	0.66	0.64	0.62	0.60
1 " ←	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2 "	0.75	0.73	0.71	0.69
2 "	0.78	0.76	0.74	0.72
3 "	0.82	0.80	0.78	0.76
6 "	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Rivva, 2007.

Seleccionando el tamaño máximo nominal del agregado y el módulo de finura se intercepta y se halla el valor. En el caso que no esté dicho valor se hace una interpolación o extrapolación. Luego se halla el peso del agregado grueso multiplicando el valor del agregado grueso compactado por unidad de volumen del concreto, por el peso seco compactado del agregado grueso.

- n) Después se determina la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua, aire, agregado grueso.
- o) Finalmente se hace la corrección por humedad usando el método del comité 211 del ACI

### 3.7.2.9. Elaboración y curado de especímenes de hormigón (concreto) en el laboratorio NTP 339.183 – ASTM C 192

Esta norma se aplica para la preparación de materiales, mezclado del concreto, elaboración y curado de especímenes de concreto bajo condiciones de laboratorio.

#### Aparatos:

- Moldes: los moldes para los especímenes de concreto deberán ser hechos de acero, fierro fundido y otro material no absorbente, no reactivo con el concreto que contiene cemento

Portland. Los moldes cumplirán con las dimensiones y tolerancias especificadas. Los moldes mantendrán las dimensiones y forma bajo todas las condiciones de uso. Tendrán medios efectivos para sujetar firmemente las placas de base o los moldes. Los moldes reusables deberán estar ligeramente revestidos con aceite mineral o un material desmoldante adecuado no reactivo, antes de su empleo.

- Vigas y moldes prismáticos: Deberán ser de forma rectangular (a menos que se especifique lo contrario) y de las dimensiones requeridas para producir el espécimen del tamaño deseado. Las superficies interiores de los moldes deberán ser lisas y libres de hendiduras. Los costados, fondo y extremos deberán estar en ángulo recto entre si y deben ser rectos y libres de alabeo.
- Varilla de compactación: podrán emplearse de 16 mm (5/8 pulg) de diámetro y aproximadamente 600 mm (24 pulg) de largo o de 10 mm (3/8 pulg) de diámetro y aproximadamente 300 mm (12 pulg) de largo.
- Martillo de goma: pesará 0.6 kg  $\pm$  0.20 kg (1.25 lb  $\pm$  0.5 lb).
- Vibradores: mesa vibradora
- Herramientas pequeñas: se deberán proveer herramientas y artículos tales como lampas, baldes, planchas, frotachos, escuadra, cucharas, reglas, guantes de goma, tazones.
- Cono de Abrams: El como para medir el asentamiento deberá cumplir con los requerimientos de la NTP 339.035
- Aparato de contenido de aire: El aparato para medir el contenido de aire deberá cumplir con los requerimientos de la NTP 339.083 o la NTP 339.081.
- Balanzas
- Dispositivo para medición de temperatura: Deberá cumplir con la norma NTP 339.184
- Mezcladora de concreto: Deberá ser accionada a motor y constar de un tambor giratorio, mezclador vertical o inclinado o un recipiente para mezclado adecuado.

### **Especímenes**

- Especímenes cilíndricos: los cilindros serán de 150 mm por 300 mm (6 pulg por 12 pulg).
- Especímenes prismáticos: Las vigas para ensayos a flexión serán moldeados con sus ejes mayores horizontales.
- Número de especímenes: El número de especímenes y el número de tandas de prueba dependerán del ensayo establecido y la naturaleza del programa de ensayos. Normalmente el método de ensayo brinda las pautas para el número de especímenes. Usualmente tres o más especímenes deberán ser moldeados para cada edad y condiciones de prueba a noes que se especifique lo contrario. Las edades de ensayo generalmente son 7 días y 28 días para la resistencia a compresión, o 14 y 28 días para la resistencia a flexión.

**Procedimiento:**

**Mezclado del hormigón**

- Mezclado a máquina: Primero añadir el agregado grueso, una parte del agua de mezcla, luego adicionar el agregado fino, el cemento y agua con la mezcladora en funcionamiento.
- Mezclado a mano: realizar la mezcla en un recipiente limpio. Mezclar el cemento y agregados sin adicionar agua hasta que ellos estén completamente mezclados. Adicionar agua y mezclar la masa hasta que el hormigón (concreto) presente una apariencia homogénea y tenga la consistencia deseada.

**Elaboración de especímenes**

- Lugar de moldeo: Moldear los especímenes tan cerca como sea posible del lugar donde se almacenaran las primeras 24 horas. Colocar los moldes sobre una superficie rígida libre de vibraciones y otras perturbaciones.
- Moldeo: Colocar el concreto en los moldes utilizando un cucharón o lampa. Se deberá distribuir bien el concreto con el uso de la varilla compactadora antes de que este sea consolidado. En la capa final el operador deberá añadir una cantidad de concreto que llene exactamente el molde después de la compactación.
- Número de capas: Preparar especímenes en capas de acuerdo a lo indicado en la siguiente tabla N° 26:

Tabla N° 26: Número de capas requerida por espécimen.

Tipo y tamaño de espécimen	Modo de consolidación	Número de capas de aproximadamente igual profundidad
Cilindros:		
Diámetro en mm (pulg)		
75 a 100 (3 ó 4)	varillado	2
150 (6)	varillado	3
225 (9)	varillado	4
hasta de 225 (9)	vibrado	2
Prismas y cilindros horizontales para escurrimiento plástico:		
Profundidad en mm (pulg)		
hasta 200 (8)	varillado	2
más de 200 (8)	varillado	3 o más
hasta 200 (8)	vibrado	1
más de 200 (8)	vibrado	2 o más

Fuente: NTP 339.183, 2003.

### Consolidación

- **Varillado:** Colocar el concreto en el molde, varillar cada capa con el extremo redondeado de la varilla usando el número de golpes y tamaño de la varilla especificada en la siguiente tabla. Distribuir los golpes uniformemente sobre la sección del molde y cada capa superior permita que la varilla penetre a través de la capa que está siendo varillada dentro de la capa inferior aproximadamente 1 pulgada. Después de cada varillada, golpear los lados del molde suavemente de 10 a 15 veces con el martillo de goma.

Tabla N° 27: Diámetro de varilla y número de varillados a ser usados al moldear especímenes de prueba.

CILINDROS		
Diámetro del cilindro mm (pulg)	Diámetro de la varilla mm (pulg)	Número de golpes / capa
50 (2) a < 150 (6)	10 (3/8)	25
150 (6)	16 (5/8)	25
200 (8)	16 (5/8)	50
250 (10)	16 (5/8)	75
VIGAS Y PRISMAS		
Área superficial superior del espécimen cm <sup>2</sup> (pulg <sup>2</sup> )	Diámetro de la varilla mm (pulg)	Número de golpes / capa
160 (25) o menos	10 (3/8)	25
165 a 310 (26 a 49)	10 (3/8)	Una por cada 7 cm <sup>2</sup> (1 pulg <sup>2</sup> ) de superficie
320 (50) a más	16 (5/8)	Una por cada 14 cm <sup>2</sup> (2 pulg <sup>2</sup> ) de superficie
CILINDROS HORIZONTALES PARA ESCURRIMIENTO PLÁSTICO		
Diámetro del cilindro mm (pulg)	Diámetro de la varilla mm (pulg)	Número de golpes / capa
150 (6)	16 (5/8)	50 total, 25 a lo largo de ambos lados del eje

Fuente: NTP 339.183, 2003.

- **Vibración:** Mantener una duración uniforme de vibración para el tipo particular de concreto. Aplicar la vibración hasta que la superficie se vuelva lisa y cese de aparecer burbujas de aire en la superficie.

### Curado:

- **Desmoldado:** Desmoldar los especímenes después de 24 h  $\pm$  8 h después del vaciado.
- **Ambiente de curado:** A menos que se especifique lo contrario, todos los especímenes deberán ser curados con humedad y a 23 °C  $\pm$  2°C, desde el tiempo de moldeo hasta el momento de ensayo.

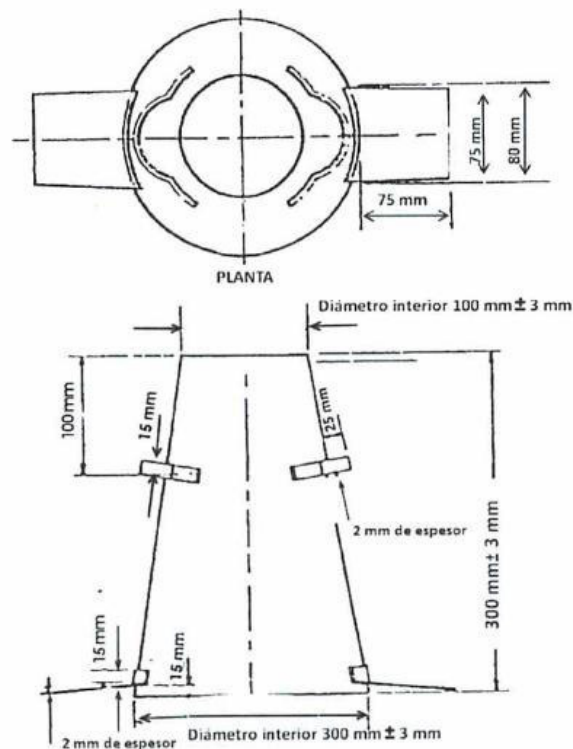
### 3.7.2.10. Medición del asentamiento del concreto de cemento portland NTP 339. 035 – ASTM C 143

Una muestra de concreto fresco mezclado, se coloca en un molde con forma de cono trunco, y se compacta por varillado. El molde se retira hacia arriba permitiendo que el concreto se asiente. La distancia vertical entre la posición inicial y la desplazada, medida en el centro de la superficie superior del concreto, se informa como el asentamiento del concreto.

#### Aparatos:

- Moldes: El espécimen de ensayo deberá ser formado en un molde de metal no atacable por pasta de cemento. El metal debe tener un espesor mínimo de 1.5 mm. El molde debe tener la forma de la superficie lateral de un tronco de cono, con un diámetro de 200 mm (8 pulgadas) en la base inferior, un diámetro superior de 100 mm (4 pulgadas) y una altura de 300 mm (12 pulgadas). La tolerancia de las medidas debe estar entre  $\pm 3$  mm. El interior del molde deberá ser relativamente liso.

Figura N° 7: Molde para el ensayo de asentamiento.



Fuente: NTP 339.035, 2009

- Barra compactadora
- Dispositivo de medida: Una regla, cinta métrica de metal o instrumento similar, cuya longitud de medición debe estar marcada en incrementos de 5mm o menores.

- Cucharón: de tamaño apropiado y forma adecuada para poder colocar el concreto en el molde sin derramar.

**Procedimiento:**

- Se humedece el molde y se coloca sobre una superficie plana, rígida, no absorbente y húmeda. El molde se fija firmemente en su lugar durante el llenado pisando las aletas o asegurando las abrazaderas a la placa base, manteniendo limpio el perímetro. Se llena el molde vaciando el concreto en tres capas, de modo que cada capa corresponda aproximadamente a la tercera parte del volumen del molde. El concreto se vacía moviendo el cucharón alrededor del perímetro del molde, para asegurar la distribución del concreto con la mínima segregación.
- Cada capa se compactará aplicando 25 golpes con la barra compactadora distribuidos y aplicados uniformemente en toda la sección de la capa.
- El molde se llena por exceso antes de compactar la última capa. Si como resultado de la operación del varillado hubiere una deficiencia de material, se debe añadir la cantidad suficiente para mantener un exceso de concreto sobre la parte superior del molde en todo momento. Luego se procede a enrasar rodando la barra compactadora sobre el borde superior del molde. Se retira el concreto sobrante. Se retira inmediatamente el molde del concreto levantándolo cuidadosamente en dirección vertical. E levanta el molde una altura de 300 mm en  $5\text{ s} \pm 2\text{ s}$  con movimiento ascendente firme. Evitándose los movimientos laterales o torsionales.
- Se mide inmediatamente el asentamiento, determinado por la diferencia entre la altura del molde y la del centro desplazado de la cara superior del cono deformado.

**3.7.2.11. Temperatura de mezclas de hormigón (concreto) NTP 339. 184 – ASTM C 1064**

**Aparatos:**

- Recipiente: El recipiente para la muestra debe ser de material no absorbente.
- Dispositivo para medición de temperatura: El dispositivo deberá ser capaz de medir la temperatura de la mezcla de hormigón con una exactitud de  $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**Procedimiento:**

- Colocar el dispositivo de medición de temperatura en la mezcla de concreto fresco, de tal modo que el sensor este sumergido un mínimo de 75 mm (3 pulg). Presionar levemente el concreto en la superficie alrededor del dispositivo de medición de temperatura para que la temperatura ambiente no afecte la lectura.

- Dejar introducido el dispositivo medidor de temperatura en el concreto fresco por un mínimo de 2 minutos o hasta que la lectura se estabilice, y a continuación leer y registrar la temperatura.

### **3.7.2.12. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas NTP 339. 034 – ASTM C 39**

Los resultados son usados para determinar la resistencia a compresión de probetas cilíndricas.

#### **Aparatos:**

- Máquina de ensayo: La máquina de ensayo será de capacidad conveniente suficiente y capaz de proveer una velocidad de carga.
- La máquina de ensayo será equipada con dos bloques de acero con caras resistentes, una de las cuales se asentará sobre la rótula, que le permita acomodarse a la superficie superior de la probeta y el otro sobre un sólido bloque en el que se asienta la misma.

#### **Procedimiento:**

- Los ensayos a compresión de probetas del curado húmedo serán hechos tan pronto como sea práctico luego de retirarlos del almacenaje de humedad.
- Los cilindros serán protegidos de pérdida de humedad por cualquier método conveniente durante el período entre el retiro del almacenaje de humedad y el ensayo. Los cilindros serán ensayados en condiciones húmedas.
- Colocación: Colocar el bloque de rotura inferior, sobre el cabezal de la máquina de ensayo. El bloque de rotura superior directamente bajo la rótula del cabezal. Limpiar las caras de contacto de los bloques superior e inferior y las de la probeta de ensayo y colocar el cilindro sobre el bloque inferior de rotura. Cuidadosamente alinear los ejes de la probeta con el centro de empuje de la rótula del bloque asentado.
- Verificación del cero y asiento del bloque: Antes de ensayar la probeta, verificar que el indicador de carga este en cero.
- Velocidad de carga: Aplicar la carga continuamente y sin detenimiento.
- Aplicar la carga de compresión mientras el indicador muestra que la carga disminuye constantemente y el espécimen muestra un patrón de fractura bien definido.

#### **Cálculos:**

Calcular la resistencia a la compresión del espécimen por dividir la carga máxima alcanzada por el espécimen durante el ensayo entre el área promedio de la sección recta determinada.



Cuando sea requerido, calcular la densidad del espécimen con aproximación de  $10 \text{ kg/m}^3$  como sigue.

$$\text{Densidad} = W/V \dots\dots\dots \text{Fórmula N}^\circ 22.$$

Dónde:

W: Masa del espécimen, kg

V: Volumen del espécimen determinado del diámetro promedio y longitud promedio o del peso del cilindro en el aire y sumergido en el agua,  $\text{m}^3$

Cuando el volumen del cilindro es determinado del peso sumergido, calcular el volumen como sigue:

$$\text{Volumen} = W - W_s/D_a \dots\dots\dots \text{Fórmula N}^\circ 23.$$

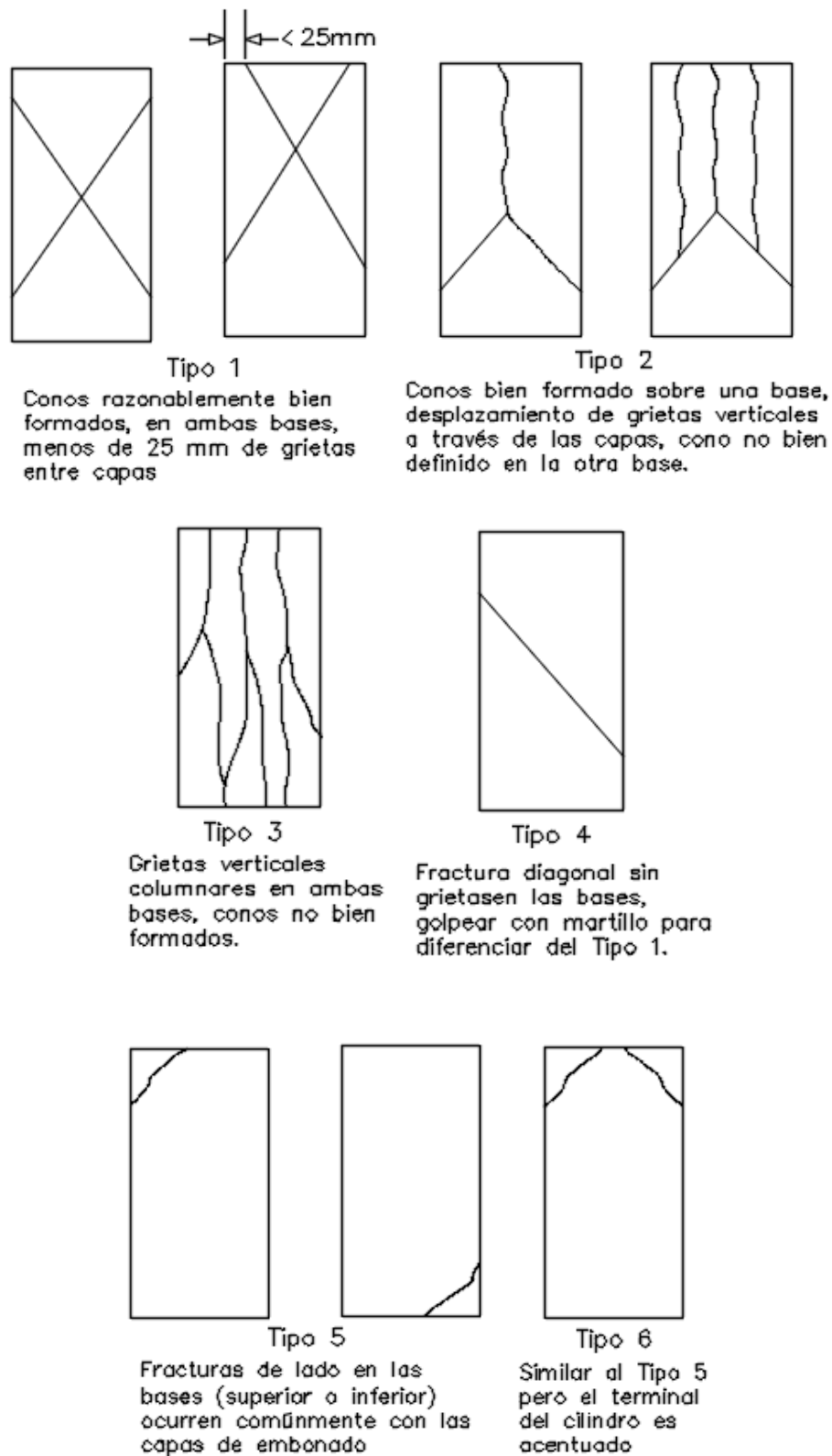
Dónde:

W<sub>s</sub>: Masa aparente del espécimen sumergido, kg

D<sub>a</sub>: Densidad del agua a  $23 \text{ }^\circ\text{C} = 997.5 \text{ kg/m}^3$

**Tipos de fracturas:** Los tipos de fracturas son tal como se indica en las siguientes figuras.

Figura N° 8: Tipos de fracturas.



Fuente: NTP 339.034, 2008.

### 3.7.2.13. Ensayo para la determinación del módulo de elasticidad estático del concreto a compresión ASTM C 469.

Este método proporciona una relación entre el esfuerzo y su deformación unitaria, y una relación entre la deformación unitaria transversal y la deformación unitaria longitudinal para el concreto endurecido a cualquier edad y condiciones de curado establecidas.

El módulo de elasticidad, aplicables dentro de los rangos de esfuerzos de trabajo acostumbrados (0 a 40% de la resistencia última del concreto), son usados para el dimensionamiento de elementos reforzados o no reforzados, para establecer la cantidad de refuerzo y para calcular los esfuerzos para las deformaciones unitarias observadas.

Pero para el presente trabajo por condiciones de estabilización de la probeta en la maquina el porcentaje tomado es de 5% a 45%.

#### Aparatos:

- Máquina de ensayo
- Probetas cilíndricas

#### Procedimientos:

Colocar la probeta en la maquina con el equipo de medición de deformación instalado.

Cuidadosamente alinear el eje de la probeta con el centro de la rótula del cabezal superior de apoyo. A medida que el bloque superior de apoyo se lleva lentamente a asentarse sobre la probeta, rote la parte móvil del bloque suavemente hasta que se obtenga un apoyo uniforme.

Aplicar la carga uniformemente y sin impactos.

#### Cálculos:

$$E_c = \frac{45\% \sigma_r - 5\% \sigma_r}{\varepsilon(45\% \sigma_r) - \varepsilon(5\% \sigma_r)} \dots \dots \dots \text{Fórmula N}^\circ 11$$

Donde:

$\sigma_r$ : Esfuerzo de rotura

$\varepsilon$ : Deformación unitaria

### 3.7.2.14. Ensayo para determinar el esfuerzo de flexión del concreto (utilizando una viga simplemente soportada con cargas en los tercios de la luz) NTP 339. 078 – ASTM C 78

Este método de ensayo se usa para determinar el esfuerzo de flexión de especímenes preparados y curados. Los resultados se calculan e informan como el módulo de rotura. Este ensayo se utiliza en la evaluación de concretos para la construcción de losas y pavimentos.

#### Aparatos:

- Máquina de ensayo

#### Procedimiento:

- Los ensayos de flexión de los especímenes curados en húmedo deben ser realizados tan pronto como sea factible después de ser removidos del almacenamiento húmedo. El secado de las superficies del espécimen puede producir una reducción en la medida del esfuerzo de flexión.
- Cargar el espécimen uniformemente y sin sacudidas. La carga debe ser aplicada a una velocidad constante hasta el punto de rotura.

#### Cálculos:

Las formulas serán usadas según sea el caso:

Si la fractura se inicia en la superficie de tensión dentro del tercio medio de la luz o longitud de separación entre apoyos.

$$M. R = \frac{P * L}{b * h^2} \dots \dots \dots \text{Fórmula N}^\circ 7$$

Dónde:

P: Carga máxima    L: Claro en cm    b: ancho en cm    h= peralte en cm

Si la fractura ocurre en la sección de tensión fuera del tercio medio de la luz o longitud de separación entre apoyos por más de 5% de la luz, calcular el módulo de rotura como sigue.

$$M. R = \frac{3 * P * a}{b * h^2} \dots \dots \dots \text{Fórmula N}^\circ 8$$

a= distancia media entre la línea de fractura y el apoyo más próximo, medida sobre la superficie a tensión sobre la viga (cm).

## CAPÍTULO 4. RESULTADOS

### 4.1. Resultados de ensayos de la cantera río Chonta

#### 4.1.1. Análisis granulométrico NTP 400.012 – ASTM C 136

El análisis granulométrico se realizó siguiendo las pautas expuestas anteriormente.

Tabla N° 28: Análisis Granulométrico – agregado fino.

**Peso inicial (gr):** 1330.00

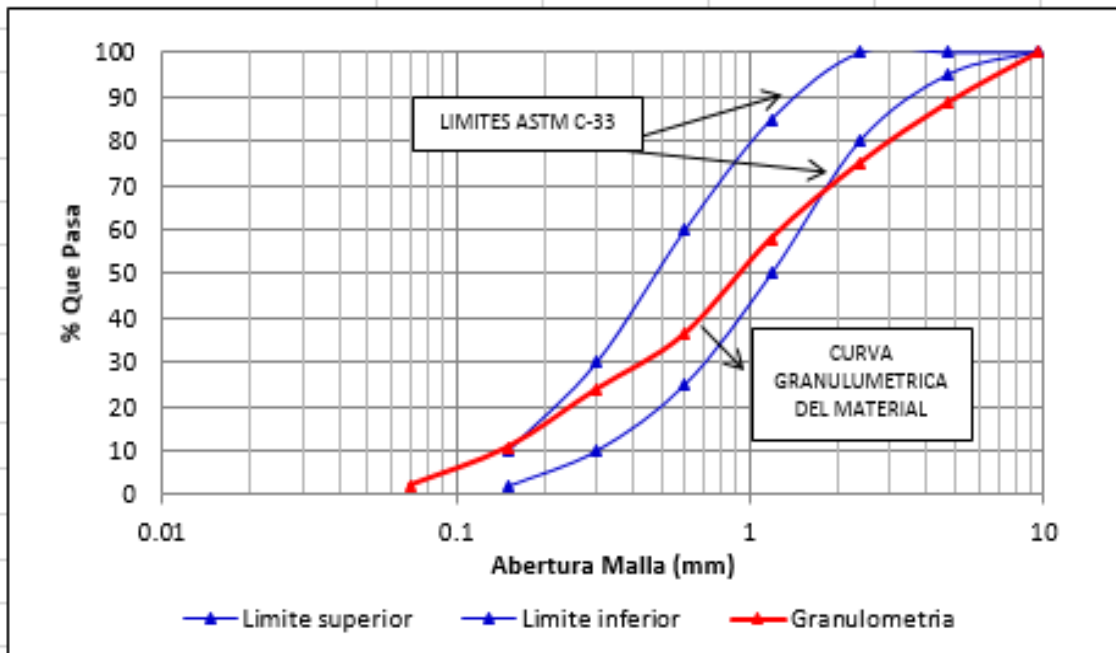
TAMIZ		Peso Retenido (gr)	% Parcial Retenido	% ACUMULADO	
Nº	Abertura			Retenido	pasando
4.00	4.75	145.10	11.18	11.18	88.82
8.00	2.36	179.80	13.85	25.03	74.97
16.00	1.18	222.30	17.12	42.15	57.85
30.00	0.60	280.50	21.61	63.76	36.24
50.00	0.30	163.10	12.56	76.32	23.68
100.00	0.15	169.90	13.09	89.41	10.59
200.00	0.07	111.20	8.57	97.97	2.03
Cazoleta	0.00	26.30	2.03	100.00	0.00
	Σ	1298.20			

<b>Módulo de Finura:</b>	3.08
--------------------------	------

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Los valores del módulo de finura están dentro de 2.30 a 3.10, por lo tanto, el módulo de finura del agregado fino calculado se encuentra dentro de los parámetros.

Gráfica N° 1: Curva Granulométrica – agregado fino.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla N° 29: Análisis Granulométrico – agregado grueso.

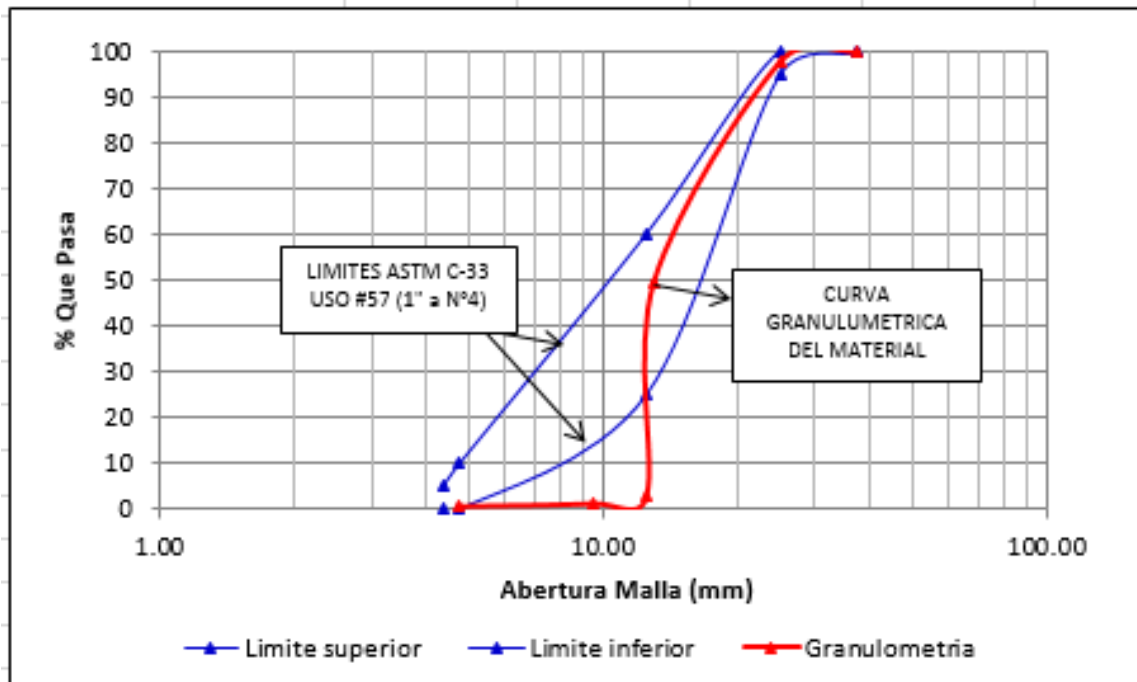
Peso inicial (gr): 10080.00

TAMIZ		Peso Retenido (gr)	% Parcial Retenido	% ACUMULADO	
Nº	Abertura			Retenido	pasando
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	225.00	2.23	2.23	97.77
3/4"	13.00	4834.00	47.98	50.22	49.78
1/2"	12.50	4754.00	47.19	97.41	2.59
3/8"	9.50	154.00	1.53	98.94	1.06
4.00	4.75	62.00	0.62	99.55	0.45
Cazoleta	0.00	45.00	0.45	100.00	0.00
	Σ	10074.00			

<b>Módulo de Finura:</b>	8.46
--------------------------	------

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Gráfica N° 2: Curva Granulométrica – agregado grueso.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

#### 4.1.2. Contenido de humedad NTP 339.185 – ASTM C 566

Tabla N° 30: Contenido de humedad del agregado grueso.

MUESTRA	AGREGADO GRUESO		
Número de ensayo	1	2	3
Peso de tara (gr.)	282.00	218.00	261.00
Peso de tara + muestra Húmeda (gr.)	4060.00	4465.00	5060.00
Peso de tara + muestra seca (gr.)	4001.00	4401.00	4985.00
<b>Peso muestra Húmeda (gr.) - (H)</b>	3778.00	4247.00	4799.00
<b>Peso muestra seca (gr.) - (S)</b>	3719.00	4183.00	4724.00
<b>Contenido de Humedad (%) - (W)</b>	1.59	1.53	1.59
<b>Contenido de Humedad promedio (%)</b>	1.57		

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla N° 31: Contenido de humedad del agregado fino.

MUESTRA	AGREGADO FINO		
Número de ensayo	1	2	3
Peso de tara (gr.)	55.40	54.50	54.90
Peso de tara + muestra Húmeda (gr.)	570.00	574.90	572.50
Peso de tara + muestra seca (gr.)	522.90	524.60	525.40
<b>Peso muestra Húmeda (gr.) - (H)</b>	514.60	520.40	517.60
<b>Peso muestra seca (gr.) - (S)</b>	467.50	470.10	470.50
<b>Contenido de Humedad (%) - (W)</b>	10.07	10.70	10.01
<b>Contenido de Humedad promedio (%)</b>	10.26		

Fuente: Elaboración propia, 2017.

#### 4.1.3. Peso unitario de agregados NTP 400.017 – ASTM C 29

##### CÁLCULO DE FACTOR DE LA MEDIA (f)

Tabla N° 32: Cálculo del factor de medida – agregado grueso.

VARIABLE	VALOR
Peso del recipiente - (T)	<b>5.82</b>
Peso recipiente + agua (kg)	<b>19.76</b>
Peso del agua (kg) - ( P )	<b>13.94</b>
Temperatura del agua (°C)	<b>17.20</b>
Densidad del agua (kg/m <sup>3</sup> ) - ( D )	<b>998.73</b>
<b>Factor de medida m<sup>-3</sup> - (f)</b>	<b>71.66</b>

Fuente: Elaboración propia, 2017.



### PESO UNITARIO COMPACTADO

Tabla N° 33: Peso unitario compactado – agregado grueso.

VARIABLE	M1	M2	M3
Peso de la muestra + recipiente (kg) - (G)	27.53	27.44	27.56
Peso de la muestra (kg)	21.71	21.62	21.74
Peso unitario del agregado (kg/m <sup>3</sup> ) - (M)	1556.03	1549.51	1558.04
Peso unitario del agregado (kg/m <sup>3</sup> ) - (M)	1554.53		

Fuente: Elaboración propia, 2017.

### PESO UNITARIO SUELTO

Tabla N° 34: Peso unitario suelto – agregado grueso.

VARIABLE	M1	M2	M3
Peso de la muestra + recipiente (kg) - (G)	25.633	25.208	25.625
Peso de la muestra(kg)	19.81	19.39	19.81
Peso unitario del agregado (kg/m <sup>3</sup> ) – (M)	1419.88	1389.42	1419.31
Peso unitario del agregado (kg/m <sup>3</sup> ) – (M)	1409.54		

Fuente: Elaboración propia, 2017.

### CÁLCULO DE FACTOR DE LA MEDIA (f)

Tabla N° 35: Cálculo del factor de medida – agregado fino.

VARIABLE	VALOR
Peso del recipiente - (T)	4.79
Peso recipiente + agua (kg)	14.08
Peso del agua (kg) - (P)	9.29
Temperatura del agua (°C)	17.20
Densidad del agua (kg/m <sup>3</sup> ) - (D)	998.73
<b>Factor de medida m<sup>-3</sup> - (f)</b>	<b>107.55</b>

Fuente: Elaboración propia, 2017.

### PESO UNITARIO COMPACTADO

Tabla N° 36: Peso unitario compactado – agregado fino.

VARIABLE	M1	M2	M3
Peso de la muestra + recipiente (kg) - (G)	22.31	22.17	22.43
Peso de la muestra (kg)	17.53	17.38	17.64
Peso unitario del agregado (kg/m <sup>3</sup> ) – (M)	1884.85	1869.04	1897.44
Peso unitario del agregado (kg/m <sup>3</sup> ) – (M)	1883.78		

Fuente: Elaboración propia, 2017.

### PESO UNITARIO SUELTO

Tabla N° 37: Peso unitario compactado – agregado fino.

VARIABLE	M1	M2	M3
Peso de la muestra + recipiente (kg) - (G)	21.05	20.79	21.03
Peso de la muestra(kg)	16.26	16.00	16.24
Peso unitario del agregado (kg/m <sup>3</sup> ) – (M)	1749.02	1721.27	1746.43
Peso unitario del agregado (kg/m <sup>3</sup> ) – (M)	1738.91		

Fuente: Elaboración propia, 2017.

#### 4.1.4. Peso específico y absorción de agregados NTP 400.021 – ASTM C 127/ NTP 400.022 – ASTM C 128

Tabla N° 38: Peso específico y absorción – agregado grueso.

Peso agregado al aire SSS (gr) (B)	4330.00
Peso agregado sumergido (gr) (C)	2689.10
Peso agregado secado al horno (gr) (A)	4268.00
<b>Pem (Peso específico de masa) (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.60
<b>Pemsss (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.64
<b>Pea (Peso específico aparente) (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.70
<b>Absorción (%)</b>	1.45

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla N° 39: Peso específico y absorción – agregado fino.

Peso de la muestra SSS (gr) (S)	500.00
Peso fiola + agua (gr) (B)	1293.10
Peso fiola + agua + muestra (gr) (C.)	1609.50
Peso muestra seca al horno (gr) (A)	475.60
<b>Pem (Peso específico de masa) (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.59
<b>Pemsss (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.72
<b>Pea (Peso específico aparente) (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.99
<b>Absorción (%)</b>	5.13

Fuente: Elaboración propia, 2017.

#### 4.1.5. Determinación por lavado del material que pasa por el tamiz 75 µm (N° 200) en agregados minerales NTP 400.018 – ASTM C 117

Tabla N° 40: Porcentaje de material que pasa el tamiz N° 200 – agregado fino.

AGREGADO FINO	
B = peso seco de la muestra de ensayo (gr)	574.20
C = peso de la muestra de ensayo del lavado (gr)	468.40
A = porcentaje de material más fino que tamiz N° 200	18.43

Fuente: Elaboración propia, 2017.

#### 4.1.6. Cuadro resumen de las características físico- mecánicas de los agregados

Tabla N° 41: Cuadro resumen de las características físico – mecánicas del agregado grueso.

CARACTERÍSTICAS FISICO MECANICAS DEL AGREGADO GRUESO		
ENSAYO (NORMA)	VALOR	UNIDAD
Módulo de finura (ASTM C136 / NTP 400.012)	8.46	-
Contenido de humedad (ASTM C566 / NTP 339.185)	1.57	%
Peso específico M(ASTM C127/ NTP 400.021)	2.60	gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico M. SSS (ASTM C127 / NTP 400.021)	2.64	gr/cm <sup>3</sup>
peso específico A (ASTM C127 / NTP 400.021)	2.70	gr/cm <sup>3</sup>
Absorción (ASTM C127 / 400.021)	1.45	%
Peso unitario suelto (ASTM C29 / 400.017)	1409.54	kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario compactado (ASTM C29/ 400.017)	1554.53	kg/m <sup>3</sup>
Porcentaje de vacíos (ASTM C29 / 400.017)	45.74	%

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla N° 42: Cuadro resumen de las características físico – mecánicas del agregado fino.

<b>CARACTERISTICAS FISICO MECANICAS DEL AGREGADO FINO</b>		
<b>ENSAYO (NORMA)</b>	<b>VALOR</b>	<b>UNIDAD</b>
módulo de finura (ASTM C136 / NTP 400.012)	3.08	-
Contenido de humedad (ASTM C566 / NTP 339.185)	10.26	%
Peso específico M (ASTM C128/ NTP 400.022)	2.59	gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico M. SSS (ASTM C128 / NTP 400.022)	2.72	gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico A (ASTM C128 / NTP 400.022)	2.99	gr/cm <sup>3</sup>
Absorción (ASTM C127 / 400.021)	5.13	%
Peso unitario suelto (ASTM C29 / 400.017)	1738.91	kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario compactado (ASTM C29/ 400.017)	1883.78	kg/m <sup>3</sup>
Porcentaje de vacíos (ASTM C29 / 400.017)	32.79	%
% que pasa el tamiz N°200 (ASTM C117 / NTP 400.018)	18.43	%

Fuente: Elaboración propia, 2017.

## 4.2. Resultados de ensayos de la cantera río Mashcón

### 4.2.1. Análisis granulométrico NTP 400.012 – ASTM C 136

Tabla N° 43: Análisis Granulométrico – agregado fino.

**Peso inicial (gr):** 1230.00

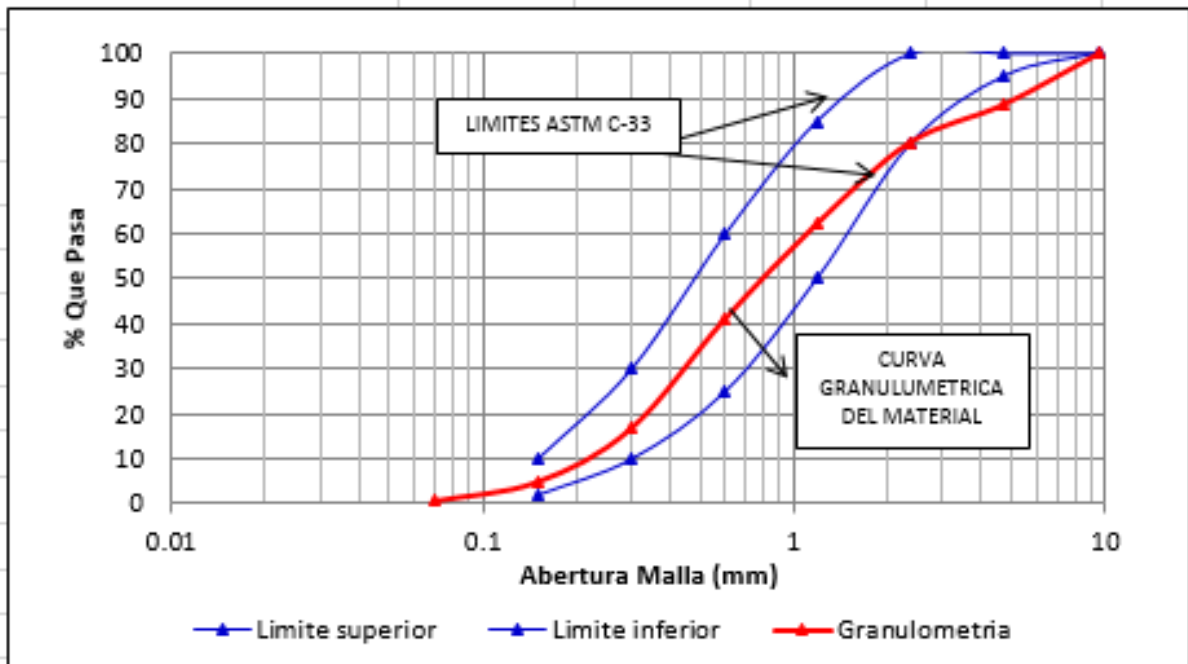
TAMIZ		Peso Retenido (gr)	% Parcial Retenido	% ACUMULADO	
Nº	Abertura			Retenido	pasando
4.00	4.75	134.20	11.21	11.21	88.79
8.00	2.36	101.70	8.49	19.70	80.30
16.00	1.18	218.60	18.25	37.95	62.05
30.00	0.60	252.10	21.05	59.01	40.99
50.00	0.30	290.50	24.26	83.27	16.73
100.00	0.15	141.30	11.80	95.06	4.94
200.00	0.07	50.30	4.20	99.27	0.73
Cazoleta	0.00	8.80	0.73	100.00	0.00
		Σ	1197.50		

<b>Módulo de Finura:</b>	3.06
--------------------------	------

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Los valores del módulo de finura están dentro de 2.30 a 3.10, por lo tanto, el módulo de finura del agregado fino calculado se encuentra dentro de los parámetros.

Gráfica N° 3: Curva Granulométrica – agregado fino.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla N° 44: Análisis Granulométrico – agregado grueso.

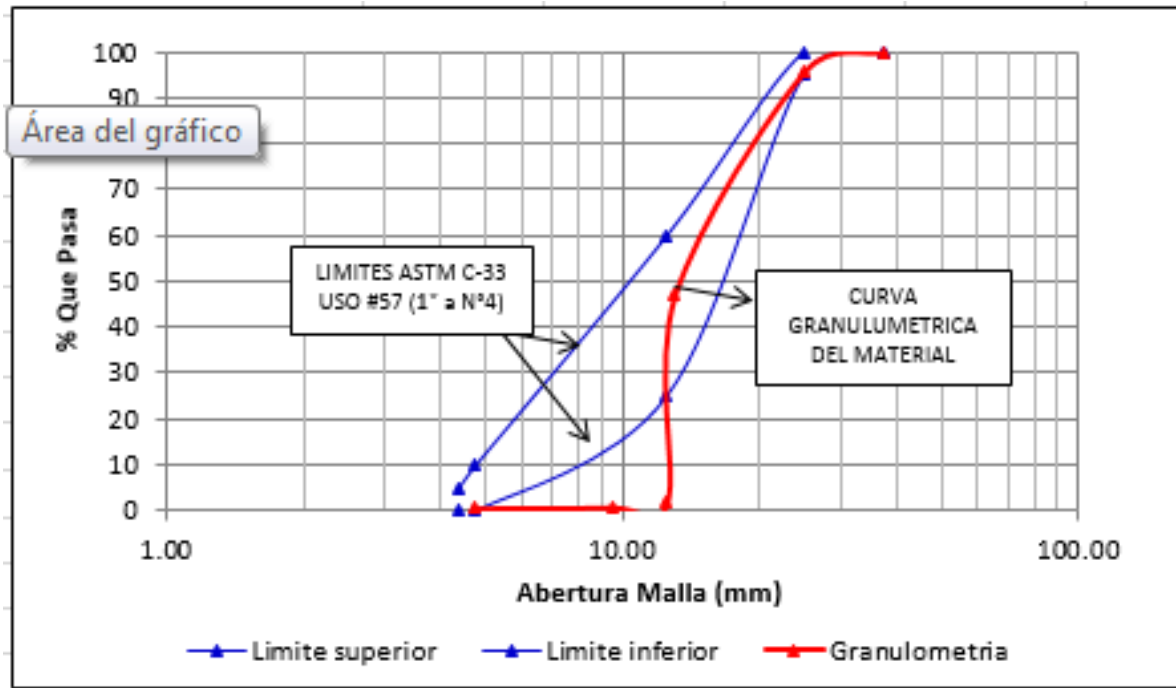
Peso inicial (gr): 10009.00

TAMÍZ		Peso Retenido (gr)	% Parcial Retenido	% ACUMULADO	
Nº	Abertura			Retenido	pasando
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	441.00	4.41	4.41	95.59
3/4"	13.00	4880.00	48.77	53.18	46.82
1/2"	12.50	4526.00	45.23	98.41	1.59
3/8"	9.50	92.00	0.92	99.33	0.67
4.00	4.75	21.00	0.21	99.54	0.46
Cazoleta	0.00	46.00	0.46	100.00	0.00
	Σ	10006.00			

**Módulo de Finura:** 8.50

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Gráfica N° 4: Curva Granulométrica – agregado grueso.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

#### 4.2.2. Contenido de humedad NTP 339.185 – ASTM C 566

Tabla N° 45: Contenido de humedad del agregado grueso.

MUESTRA	AGREGADO GRUESO		
Número de ensayo	1	2	3
Peso de tara (gr.)	236.00	299.00	245.00
Peso de tara + muestra Húmeda (gr.)	4299.00	4757.00	4315.00
Peso de tara + muestra seca (gr.)	4191.00	4641.00	4205.00
<b>Peso muestra Húmeda (gr.) - (H)</b>	4063.00	4458.00	4070.00
<b>Peso muestra seca (gr.) - (S)</b>	3955.00	4342.00	3960.00
<b>Contenido de Humedad (%) - (W)</b>	2.73	2.67	2.78
<b>Contenido de Humedad promedio (%)</b>	2.73		

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla N° 46: Contenido de humedad del agregado fino.

<b>MUESTRA</b>	<b>AGREGADO FINO</b>		
<b>Número de ensayo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso de tara (gr.)	54.30	54.10	53.60
Peso de tara + muestra Húmeda (gr.)	561.00	581.10	589.30
Peso de tara + muestra seca (gr.)	508.50	526.80	534.50
<b>Peso muestra Húmeda (gr.) - (H)</b>	506.70	527.00	535.70
<b>Peso muestra seca (gr.) - (S)</b>	454.20	472.70	480.90
<b>Contenido de Humedad (%) - (W)</b>	11.56	11.49	11.40
<b>Contenido de Humedad promedio (%)</b>	11.48		

Fuente: Elaboración propia, 2017.

#### 4.2.3. Peso unitario de agregados NTP 400.017 – ASTM C 29

##### CÁLCULO DE FACTOR DE LA MEDIA (f)

Tabla N° 47: Cálculo del factor de medida – agregado grueso.

<b>VARIABLE</b>	<b>VALOR</b>
Peso del recipiente - (T)	<b>5.82</b>
Peso recipiente + agua (kg)	<b>19.76</b>
Peso del agua (kg) - (P)	<b>13.94</b>
Temperatura del agua (°C)	<b>17.20</b>
Densidad del agua (kg/m <sup>3</sup> ) - (D)	<b>998.73</b>
<b>Factor de medida m<sup>-3</sup> - (f)</b>	<b>71.66</b>

Fuente: Elaboración propia, 2017.



### PESO UNITARIO COMPACTADO

Tabla N° 48: Peso unitario compactado – agregado grueso.

VARIABLE	M1	M2	M3
Peso de la muestra + recipiente (kg) - (G)	26.39	25.85	26.05
Peso de la muestra (kg)	20.57	20.03	20.23
Peso unitario del agregado (kg/m <sup>3</sup> ) - (M)	1474.27	1435.14	1449.98
Peso unitario del agregado (kg/m <sup>3</sup> ) - (M)	1453.13		

Fuente: Elaboración propia, 2017.

### PESO UNITARIO SUELTO

Tabla N° 49: Peso unitario suelto – agregado grueso.

VARIABLE	M1	M2	M3
Peso de la muestra + recipiente (kg) - (G)	24.48	23.87	24.10
Peso de la muestra(kg)	18.66	18.05	18.28
Peso unitario del agregado (kg/m <sup>3</sup> ) – (M)	1337.04	1293.26	1309.74
Peso unitario del agregado (kg/m <sup>3</sup> ) – (M)	1313.34		

Fuente: Elaboración propia, 2017.

### CÁLCULO DE FACTOR DE LA MEDIA (f)

Tabla N° 50: Cálculo del factor de medida – agregado fino.

VARIABLE	VALOR
Peso del recipiente - (T)	<b>4.79</b>
Peso recipiente + agua (kg)	<b>14.08</b>
Peso del agua (kg) - (P)	<b>9.29</b>
Temperatura del agua (°C)	<b>17.20</b>
Densidad del agua (kg/m <sup>3</sup> ) - (D)	<b>998.73</b>
<b>Factor de medida m<sup>-3</sup> - (f)</b>	<b>107.55</b>

Fuente: Elaboración propia, 2017.

### PESO UNITARIO COMPACTADO

Tabla N° 51: Peso unitario compactado – agregado fino.

VARIABLE	M1	M2	M3
Peso de la muestra + recipiente (kg) - (G)	20.48	20.47	20.59
Peso de la muestra(kg)	15.69	15.68	15.81
Peso unitario del agregado (kg/m <sup>3</sup> ) – (M)	1687.17	1686.53	1699.86
Peso unitario del agregado (kg/m <sup>3</sup> ) – (M)	1691.19		

Fuente: Elaboración propia, 2017.

### PESO UNITARIO SUELTO

Tabla N° 52: Peso unitario suelto – agregado fino.

VARIABLE	M1	M2	M3
Peso de la muestra + recipiente (kg) - (G)	18.65	18.69	18.65
Peso de la muestra(kg)	13.86	13.90	13.86
Peso unitario del agregado (kg/m <sup>3</sup> ) – (M)	1490.78	1494.65	1491.00
Peso unitario del agregado (kg/m <sup>3</sup> ) – (M)	1492.15		

Fuente: Elaboración propia, 2017.

#### 4.2.4. Peso específico y absorción de agregados NTP 400.021 – ASTM C 127/ NTP 400.022 – ASTM C 128.

Tabla N° 53: Peso específico y absorción – agregado grueso.

Peso agregado al aire SSS (gr) (B)	4248.00
Peso agregado sumergido (gr) (C)	2577.40
Peso agregado secado al horno (gr) (A)	4108.00
<b>Pem (Peso específico de masa) (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.46
<b>Pemsss (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.54
<b>Pea (Peso específico aparente) (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.68
<b>Absorción (%)</b>	3.41

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla N° 54: Peso específico y absorción – agregado fino.

Peso de la muestra SSS (gr) (S)	500.00
Peso fiola + agua (gr) (B)	1295.70
Peso fiola + agua + muestra (gr) (C)	1611.50
Peso muestra seca al horno (gr) (A)	478.90
<b>Pem (Peso específico de masa) (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.60
<b>Pemsss (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.71
<b>Pea (Peso específico aparente) (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.94
<b>Absorción (%)</b>	4.41

Fuente: Elaboración propia, 2017.

#### 4.2.5. Determinación por lavado del material que pasa por el tamiz 75 µm (N° 200) en agregados minerales NTP 400.018 – ASTM C 117

Tabla N° 55: Porcentaje de material que pasa el tamiz N° 200 – agregado fino.

AGREGADO FINO	
B = peso seco de la muestra de ensayo (gr)	563.60
C = peso de la muestra de ensayo del lavado (gr)	481.30
A = porcentaje de material más fino que tamiz N° 200	14.60

Fuente: Elaboración propia, 2017.

#### 4.2.6. Cuadro resumen de las características físico- mecánicas de los agregados

Tabla N° 56: Cuadro resumen de las características físico- mecánicas del agregado grueso.

CARACTERÍSTICAS FISICO MECANICAS DEL AGREGADO GRUESO		
ENSAYO (NORMA)	VALOR	UNIDAD
Módulo de finura (ASTM C136 / NTP 400.012)	8.50	-
Contenido de humedad (ASTM C566 / NTP 339.185)	2.73	%
Peso específico M (ASTM C127/ NTP 400.021)	2.46	gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico M. SSS (ASTM C127 / NTP 400.021)	2.54	gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico A (ASTM C127 / NTP 400.021)	2.68	gr/cm <sup>3</sup>
Absorción (ASTM C127 / 400.021)	3.41	%
Peso unitario suelto (ASTM C29 / 400.017)	1313.34	kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario compactado (ASTM C29/ 400.017)	1453.13	kg/m <sup>3</sup>
Porcentaje de vacíos (ASTM C29 / 400.017)	46.52	%

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla N° 57: Cuadro resumen de las características físico- mecánicas del agregado fino.

<b>CARACTERISTICAS FISICO MECANICAS DEL AGREGADO FINO</b>		
<b>ENSAYO (NORMA)</b>	<b>VALOR</b>	<b>UNIDAD</b>
Módulo de finura (ASTM C136 / NTP 400.012)	3.06	-
Contenido de humedad (ASTM C566 / NTP 339.185)	11.48	%
Peso específico M (ASTM C128/ NTP 400.022)	2.60	gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico M. SSS (ASTM C128 / NTP 400.022)	2.71	gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico A (ASTM C128 / NTP 400.022)	2.94	gr/cm <sup>3</sup>
Absorción (ASTM C127 / 400.021)	4.41	%
Peso unitario suelto (ASTM C29 / 400.017)	1492.15	kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario compactado (ASTM C29/ 400.017)	1691.19	kg/m <sup>3</sup>
Porcentaje de vacíos (ASTM C29 / 400.017)	42.53	%
% que pasa el tamiz N°200 (ASTM C117 / NTP 400.018)	14.60	%

Fuente: Elaboración propia, 2017.

#### 4.3. Resumen de diseño de mezclas según ACI 211 (7 días).

##### 4.3.1. Diseño de mezclas de la cantera río Chonta ( $f'_c=265 \text{ kg/cm}^2$ ).

Tabla N° 58: Diseño de mezclas de la cantera río Chonta ( $f'_c= 265 \text{ kg/cm}^2$ ).

<b>Pesos por tanda de un saco</b>		
Cemento	42.5	Kg / saco
Agua efectiva	18.4	lt / saco
Agregado fino húmedo	97.9	Kg / saco
Agregado grueso húmedo	121.3	Kg / saco
<b>Proporción en peso de los materiales corregidos por humedad</b>		
Cemento	1.0	
Agregado fino húmedo	2.30	
Agregado grueso húmedo	2.85	
Agua efectiva	0.43	
<b>Cantidad de materiales corregidos por humedad para 1 m<sup>3</sup> de mezcla</b>		
Cemento	355.21	Kg / m <sup>3</sup>
Agua efectiva	153.77	lt / m <sup>3</sup>
Agregado fino húmedo	818.00	Kg / m <sup>3</sup>
Agregado grueso húmedo	1014.00	Kg / m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia, 2017.

#### 4.3.2. Diseño de mezclas de la cantera río Chonta ( $f'c= 304 \text{ kg/cm}^2$ ).

Tabla N° 59: Diseño de mezclas de la cantera río Chonta ( $f'c= 304 \text{ kg/cm}^2$ ).

<b>Pesos por tanda de un saco</b>		
Cemento	42.5	Kg / saco
Agua efectiva	16.5	lt / saco
Agregado fino húmedo	81.7	Kg / saco
Agregado grueso húmedo	107.2	Kg / saco
<b>Proporción en peso de los materiales corregidos por humedad</b>		
Cemento	1.0	
Agregado fino húmedo	1.92	
Agregado grueso húmedo	2.52	
Agua efectiva	0.39	
<b>Cantidad de materiales corregidos por humedad para 1 m<sup>3</sup> de mezcla</b>		
Cemento	401.91	Kg / m <sup>3</sup>
Agua efectiva	155.88	lt / m <sup>3</sup>
Agregado fino húmedo	773.00	Kg / m <sup>3</sup>
Agregado grueso húmedo	1014.00	Kg / m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia, 2017.

#### 4.3.3. Diseño de mezclas de la cantera río Mashcón ( $f'c= 265 \text{ kg/cm}^2$ ).

Tabla N° 60: Diseño de mezclas de la cantera río Mashcón ( $f'c= 265 \text{ kg/cm}^2$ ).

<b>Pesos por tanda de un saco</b>		
Cemento	42.5	Kg / saco
Agua efectiva	15.9	lt / saco
Agregado fino húmedo	100.6	Kg / saco
Agregado grueso húmedo	115.1	Kg / saco
<b>Proporción en peso de los materiales corregidos por humedad</b>		
Cemento	1.0	
Agregado fino húmedo	2.37	
Agregado grueso húmedo	2.71	
Agua efectiva	0.38	
<b>Cantidad de materiales corregidos por humedad para 1 m<sup>3</sup> de mezcla</b>		
Cemento	355.21	Kg / m <sup>3</sup>
Agua efectiva	133.28	lt / m <sup>3</sup>
Agregado fino húmedo	841.00	Kg / m <sup>3</sup>
Agregado grueso húmedo	962.00	Kg / m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia, 2017.

#### 4.3.4. Diseño de mezclas de la cantera río Mashcón ( $f'c = 304 \text{ kg/cm}^2$ ).

Tabla N° 61: Diseño de mezclas de la cantera río Mashcón ( $f'c = 304 \text{ kg/cm}^2$ ).

Pesos por tanda de un saco		
Cemento	42.5	Kg / saco
Agua efectiva	14.4	lt / saco
Agregado fino húmedo	84.0	Kg / saco
Agregado grueso húmedo	101.7	Kg / saco
Proporción en peso de los materiales corregidos por humedad		
Cemento	1.0	
Agregado fino húmedo	1.98	
Agregado grueso húmedo	2.39	
Agua efectiva	0.34	
Cantidad de materiales corregidos por humedad para $1 \text{ m}^3$ de mezcla		
Cemento	401.91	Kg / $\text{m}^3$
Agua efectiva	136.25	lt / $\text{m}^3$
Agregado fino húmedo	794.00	Kg / $\text{m}^3$
Agregado grueso húmedo	962.00	Kg / $\text{m}^3$

Fuente: Elaboración propia, 2017.

#### 4.4. Control de calidad del concreto fresco

##### 4.4.1. Control de calidad del concreto fresco para la cantera río Chonta

Tabla N° 62: Control de calidad del concreto fresco para una resistencia de  $265 \text{ kg/cm}^2$ .

ENSAYO	F'c	1	2	3
Peso del molde (kg)	265	4.788		
Peso del molde + Concreto (kg)		27.145		
Volumen del molde ( $\text{m}^3$ )		0.0094		
Peso Unitario Concreto $\text{KG/M}^3$ (NTP 339.05)		2378		
Slump (NTP 339.035) (Pulg)		3 "		
Temperatura $\text{C}^\circ$ (NTP 339.184)		19.2		

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla N° 63: Control de calidad del concreto fresco para una resistencia de 304 kg/cm<sup>2</sup>.

ENSAYO	F'c	1	2	3
Peso del molde (kg)	304	4.788		
Peso del molde + Concreto (kg)		27.183		
Volumen del molde (m <sup>3</sup> )		0.0094		
Peso Unitario Concreto KG/M <sup>3</sup> (NTP 339.05)		2382		
Slump (NTP 339.035) (Pulg)		3"		
Temperatura C° (NTP 339.184)		19.1		

Fuente: Elaboración propia, 2017.

#### 4.4.2. Control de calidad del concreto fresco para la cantera río Mashcón

Tabla N° 64: Control de calidad del concreto fresco para una resistencia de 265 kg/cm<sup>2</sup>

ENSAYO	F'c	1	2	3
Peso del molde (kg)	265	4.788		
Peso del molde + Concreto (kg)		27.198		
Volumen del molde (m <sup>3</sup> )		0.0094		
Peso Unitario Concreto KG/M <sup>3</sup> (NTP 339.05)		2384		
Slump (NTP 339.035) (Pulg)		3"		
Temperatura C° (NTP 339.184)		19.1		

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla N° 65: Control de calidad del concreto fresco para una resistencia de 304 kg/cm<sup>2</sup>.

ENSAYO	F'c	1	2	3
Peso del molde (kg)	304	4.788		
Peso del molde + Concreto (kg)		27.298		
Volumen del molde (m <sup>3</sup> )		0.0094		
Peso Unitario Concreto KG/M <sup>3</sup> (NTP 339.05)		2395		
Slump (NTP 339.035) (Pulg)		3"		
Temperatura C° (NTP 339.184)		19.3		

Fuente: Elaboración propia, 2017.

#### 4.5. Análisis de la resistencia a compresión axial NTP 339.034 – ASTM C 39 (7 días)

Tabla N° 66: Cuadro resumen de la resistencia a compresión del concreto ensayados a los 7 días.

N° de Probeta	Código	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm)	Carga Max (kg)	Resistencia $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura
1	M42-1	14.90	30.00	174.366	31024	177.92	6
2	M42-2	14.86	30.10	173.431	29325	169.09	6
3	M42-3	14.85	30.05	173.198	28313	163.47	6
4	M45-1	15.00	29.95	176.715	33694	190.67	3
5	M45-2	14.90	30.05	174.366	36123	207.17	3
6	M45-3	14.90	29.95	174.366	34597	198.42	6
7	CH42-1	14.95	29.80	175.53845	31544	179.70	3
8	CH42-2	14.85	29.86	173.19797	28445	164.23	3
9	CH42-3	14.95	29.90	175.53845	30246	172.30	3
10	CH45-1	14.85	29.92	173.19797	34521	199.32	5
11	CH5-2	14.90	29.85	174.36625	33015	189.34	5
12	CH45-3	14.90	29.92	174.36625	36251	207.90	5

Fuente: Elaboración propia, 2017.



#### 4.5.1. Análisis de la resistencia a compresión de la cantera río Chonta ( $f'c= 265 \text{ kg/cm}^2$ ).

- a) Resistencia promedio (7 días)

$$R.P = 172.08 \text{ kg/cm}^2$$

- b) Rango muestral

$$R.M = 15.46$$

- c) Varianza ( $S^2$ )

$$S^2 = 39.88$$

- d) Desviación estándar (S)

$$S = 6.32$$

- e) Coeficiente de variación (CV)

$$CV = 3.67 \%$$

El coeficiente de variación no debe ser mayor al 4% para que la prueba sea confiable o no.

Para nuestro caso el resultado si es confiable ya que el coeficiente de variación es de 3.67 %.

- f) Determinación de la resistencia a los 28 días.

$$Resistencia (28 \text{ dias}) = \frac{Resistencia (7 \text{ dias})}{0.65} \dots\dots\dots \text{Fórmula N}^\circ 24.$$

$$Resistencia (28 \text{ dias}) = \frac{172.08}{0.65}$$

$$Resistencia (28 \text{ dias}) = 264.74 \text{ kg/cm}^2$$

- g) Resistencia promedio requerida ( $f'cr$ )

$$F'cr = 304.76 \text{ kg/cm}^2$$

- h) Diferencia

$$Diferencia = 304.76 - 264.74 = 13.13 \%$$

La diferencia es de 13.13%, por lo tanto se hará una **corrección por resistencia** ya que el porcentaje máximo de diferencia debe ser de 3%.

#### 4.5.2. Análisis de la resistencia a compresión de la cantera río Chonta ( $f'c= 304 \text{ kg/cm}^2$ ).

- a) Resistencia promedio (7 días)

$$R.P = 198.85 \text{ kg/cm}^2$$

- b) Rango muestral

$$R.M = 18.56$$

c) Varianza ( $S^2$ )

$$S^2 = 57.51$$

d) Desviación estándar (S)

$$S = 7.58$$

e) Coeficiente de variación (CV)

$$CV = 3.81 \%$$

El coeficiente de variación no debe ser mayor al 4% para que la prueba sea confiable o no.

Para nuestro caso el resultado si es confiable ya que el coeficiente de variación es de 3.81 %.

f) Determinación de la resistencia a los 28 días

$$Resistencia (28 \text{ dias}) = \frac{Resistencia (7 \text{ dias})}{0.65}$$

$$Resistencia (28 \text{ dias}) = \frac{198.85}{0.65}$$

$$Resistencia (28 \text{ dias}) = 305.93 \text{ kg/cm}^2$$

g) Resistencia promedio requerida ( $f'_{cr}$ )

$$F'_{cr} = 349.85 \text{ kg/cm}^2$$

h) Diferencia

$$Diferencia = 349.85 - 305.93 = 12.55 \%$$

La diferencia es de 12.55 %, por lo tanto, se hará una **corrección por resistencia** ya que el porcentaje máximo de diferencia debe ser de 3%.

#### 4.5.3. Análisis de la resistencia a compresión de la cantera río Mashcón ( $f'_c = 265 \text{ kg/cm}^2$ ).

a) Resistencia promedio (7 días)

$$R.P = 170.16 \text{ kg/cm}^2$$

b) Rango muestral

$$R.M = 14.45$$

c) Varianza ( $S^2$ )

$$S^2 = 35.39$$

d) Desviación estándar (S)

$$S = 5.95$$

e) Coeficiente de variación (CV)

$$CV = 3.50 \%$$

El coeficiente de variación no debe ser mayor al 4% para que la prueba sea confiable o no.  
Para nuestro caso el resultado si es confiable ya que el coeficiente de variación es de 3.50 %.

f) Determinación de la resistencia a los 28 días

$$Resistencia (28 \text{ días}) = \frac{Resistencia (7 \text{ días})}{0.65}$$

$$Resistencia (28 \text{ días}) = \frac{170.16}{0.65}$$

$$Resistencia (28 \text{ días}) = 261.79 \text{ kg/cm}^2$$

g) Resistencia promedio requerida ( $f'_{cr}$ )

$$F'_{cr} = 304.76 \text{ kg/cm}^2$$

h) Diferencia

$$Diferencia = 304.76 - 261.79 = 14.10 \%$$

La diferencia es de 14.10 %, por lo tanto, se hará una **corrección por resistencia** ya que el porcentaje máximo de diferencia debe ser de 3%.

#### 4.5.4. Análisis de la resistencia a compresión de la cantera río Mashcón ( $f'_c = 304 \text{ kg/cm}^2$ ).

a) Resistencia promedio (7 días)

$$R.P = 198.75 \text{ kg/cm}^2$$

b) Rango muestral

$$R.M = 16.50$$

c) Varianza ( $S^2$ )

$$S^2 = 45.42$$

d) Desviación estándar (S)

$$S = 6.74$$

e) Coeficiente de variación (CV)

$$CV = 3.39 \%$$

El coeficiente de variación no debe ser mayor al 4% para que la prueba sea confiable o no.  
Para nuestro caso el resultado si es confiable ya que el coeficiente de variación es de 3.39 %.

f) Determinación de la resistencia a los 28 días

$$Resistencia (28 \text{ días}) = \frac{Resistencia (7 \text{ días})}{0.65}$$

$$\text{Resistencia (28 días)} = \frac{198.75}{0.65}$$

$$\text{Resistencia (28 días)} = 305.77 \text{ kg/cm}^2$$

g) Resistencia promedio requerida ( $f'_{cr}$ )

$$F'_{cr} = 349.85 \text{ kg/cm}^2$$

h) Diferencia

$$\text{Diferencia} = 349.85 - 305.77 = 12.60 \%$$

La diferencia es de 12.60 %, por lo tanto, se hará **una corrección por resistencia** ya que el porcentaje máximo de diferencia debe ser de 3%.

## 4.6. Corrección del diseño de mezclas por resistencia

### 4.6.1. Corrección por resistencia de la cantera río Chonta ( $f'_{c} = 265 \text{ kg/cm}^2$ ).

a) Determinación de la necesidad de corrección por resistencia

$$\text{Porcentaje de resistencia 7D} = 65 \%$$

$$\text{Resistencia 28 días} = 264.74 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Resistencia promedio de diseño } (f'_{cr}) = 304.76 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Diferencia} = 100 - (264.74 * 100) / 304.76$$

$$\text{Diferencia} = 13.13 \% < 3\%, \text{ por lo tanto, es necesario una corrección por resistencia}$$

b) Corrección de la dosificación inicial por resistencia

#### **Cálculo de la nueva cantidad de agua por metro cúbico**

Al haber obtenido un asentamiento entre los valores escogidos, la cantidad de agua no varía.

$$\text{Agua/m}^3 = 193 \text{ lts/m}^3$$

#### **Cálculo de la nueva relación A/C**

Las correcciones de los valores de dosificación por resistencia se basan en la teoría "A menor valor de la relación A/C, mayor resistencia obtenida", desarrollada por Duff Abrams.

Para un cemento portland normal en condiciones normales con una edad de 28 días, Abrams da valores promedio de  $k_1$  y  $k_2$ , por lo cual aplicaremos la fórmula utilizando un  $k_1$  recomendado.

$$\ln(k2) = \frac{\ln(k1) - \ln(f'c \text{ medio})}{A/C} \dots\dots\dots \text{Fórmula N° 25.}$$

K1 = 963.55 (valor recomendado)

A/C = 0.54 (valor de la relación agua /cemento del primer diseño de mezclas)

F'c medio = 264.74 kg/cm<sup>2</sup>

Por lo tanto, reemplazando en la fórmula k2 = 10.78

Una vez obtenido los valores de k1 y k2 se procede al cálculo de la nueva relación A/C, para un concreto de resistencia promedio de diseño de 304.76 kg/cm<sup>2</sup>.

$$A/C = \frac{\ln(k1) - \ln(f'c \text{ prom})}{\ln(k2)}$$

$$A/C = \frac{\ln(963.55) - \ln(304.76)}{\ln(10.78)}$$

$$A/C = 0.484 \text{ lts/m}^3$$

Al tener una misma cantidad de agua, la cantidad de cemento obtenido será.

$$\text{Factor cemento (F.C)} = \frac{\text{Agua}}{A/C} \dots\dots\dots \text{Fórmula N° 26.}$$

$$F.C = \frac{193}{0.484}$$

$$F.C = 398.66 \text{ kg/m}^3 = 9.38 \text{ bl/m}^3$$

#### 4.6.2. Corrección por resistencia de la cantera río chonta (f'c= 304 kg/cm<sup>2</sup>).

a) Determinación de la necesidad de corrección por resistencia

Porcentaje de resistencia 7D = 65 %

Resistencia 28 días = 305.93 kg/cm<sup>2</sup>

Resistencia promedio de diseño (f'cr) = 349.85 kg/cm<sup>2</sup>

Diferencia = 100 – (305.93\*100) /349.85

Diferencia = 12.55 % < 3%, por lo tanto, es necesario una corrección por resistencia

b) Corrección de la dosificación inicial por resistencia

### Cálculo de la nueva cantidad de agua por metro cúbico

Al haber obtenido un asentamiento entre los valores escogidos, la cantidad de agua no varía.

$$\text{Agua/m}^3 = 193 \text{ lts/m}^3$$

### Cálculo de la nueva relación A/C

Las correcciones de los valores de dosificación por resistencia se basan en la teoría "A menor valor de la relación A/C, mayor resistencia obtenida", desarrollada por Duff Abrams.

Para un cemento portland normal en condiciones normales con una edad de 28 días, Abrams da valores promedio de  $k_1$  y  $k_2$ , por lo cual aplicaremos la fórmula utilizando un  $k_1$  recomendado.

$$\ln(k_2) = \frac{\ln(k_1) - \ln(f'c \text{ medio})}{A/C}$$

$$K_1 = 963.55 \text{ (valor recomendado)}$$

$$A/C = 0.48 \text{ (valor de la relación agua /cemento del primer diseño de mezclas)}$$

$$F'c \text{ medio} = 305.93 \text{ kg/cm}^2$$

Por lo tanto, reemplazando en la fórmula  $k_2 = 10.90$

Una vez obtenido los valores de  $k_1$  y  $k_2$  se procede al cálculo de la nueva relación A/C, para un concreto de resistencia promedio de diseño de  $349.85 \text{ kg/cm}^2$ .

$$A/C = \frac{\ln(k_1) - \ln(f'c \text{ prom})}{\ln(k_2)}$$

$$A/C = \frac{\ln(963.55) - \ln(349.85)}{\ln(10.90)}$$

$$A/C = 0.424 \text{ lts/m}^3$$

Al tener una misma cantidad de agua, la cantidad de cemento obtenido será.

$$\text{Factor cemento (F.C)} = \frac{\text{Agua}}{A/C}$$

$$F.C = \frac{193}{0.424}$$

$$F.C = 455.13 \text{ kg/m}^3 = 10.71 \text{ bl/m}^3$$

#### 4.6.3. Corrección por resistencia de la cantera río Mashcón ( $f'c = 265 \text{ kg/cm}^2$ ).

##### a) Determinación de la necesidad de corrección por resistencia

Porcentaje de resistencia 7D = 65 %

Resistencia 28 días =  $261.79 \text{ kg/cm}^2$

Resistencia promedio de diseño ( $f'cr$ ) =  $304.76 \text{ kg/cm}^2$

Diferencia =  $100 - (261.79 \cdot 100) / 304.76$

Diferencia = 14.10 % < 3%, por lo tanto, es necesario una corrección por resistencia

##### b) Corrección de la dosificación inicial por resistencia

###### **Cálculo de la nueva cantidad de agua por metro cúbico**

Al haber obtenido un asentamiento entre los valores escogidos, la cantidad de agua no varía.

Agua/m<sup>3</sup> = 193 lts/m<sup>3</sup>

###### **Cálculo de la nueva relación A/C**

Las correcciones de los valores de dosificación por resistencia se basan en la teoría "A menor valor de la relación A/C, mayor resistencia obtenida", desarrollada por Duff Abrams.

Para un cemento portland normal en condiciones normales con una edad de 28 días, Abrams da valores promedio de  $k_1$  y  $k_2$ , por lo cual aplicaremos la fórmula utilizando un  $k_1$  recomendado.

$$\ln(k_2) = \frac{\ln(k_1) - \ln(f'c \text{ medio})}{A/C}$$

$K_1 = 963.55$  (valor recomendado)

$A/C = 0.54$  (valor de la relación agua /cemento del primer diseño de mezclas)

$F'c \text{ medio} = 261.79 \text{ kg/cm}^2$

Por lo tanto, reemplazando en la fórmula  $k_2 = 11.00$

Una vez obtenido los valores de  $k_1$  y  $k_2$  se procede al cálculo de la nueva relación A/C, para un concreto de resistencia promedio de diseño de  $304.76 \text{ kg/cm}^2$ .

$$A/C = \frac{\ln(k_1) - \ln(f'c \text{ prom})}{\ln(k_2)}$$

$$A/C = \frac{\ln(963.55) - \ln(304.76)}{\ln(11.00)}$$

$$A/C = 0.480 \text{ lts/m}^3$$

Al tener una misma cantidad de agua, la cantidad de cemento obtenido será.

$$\text{Factor cemento (F.C)} = \frac{\text{Agua}}{A/C}$$

$$F.C = \frac{193}{0.480}$$

$$F.C = 402.12 \text{ kg/m}^3 = 9.46 \text{ bl/m}^3$$

#### 4.6.4. Corrección por resistencia de la cantera río Mashcón ( $f'c= 304 \text{ kg/cm}^2$ ).

c) Determinación de la necesidad de corrección por resistencia

Porcentaje de resistencia 7D = 65 %

Resistencia 28 días =  $305.77 \text{ kg/cm}^2$

Resistencia promedio de diseño ( $f'cr$ ) =  $349.85 \text{ kg/cm}^2$

Diferencia =  $100 - (305.77 \cdot 100) / 349.85$

Diferencia = 12.60 % < 3%, por lo tanto, es necesario una corrección por resistencia

d) Corrección de la dosificación inicial por resistencia

#### **Cálculo de la nueva cantidad de agua por metro cúbico**

Al haber obtenido un asentamiento entre los valores escogidos, la cantidad de agua no varía.

Agua/m<sup>3</sup> = 193 lts/m<sup>3</sup>

#### **Cálculo de la nueva relación A/C**

Las correcciones de los valores de dosificación por resistencia se basan en la teoría "A menor valor de la relación A/C, mayor resistencia obtenida", desarrollada por Duff Abrams.

Para un cemento portland normal en condiciones normales con una edad de 28 días, Abrams da valores promedio de  $k_1$  y  $k_2$ , por lo cual aplicaremos la fórmula utilizando un  $k_1$  recomendado.



$$\ln(k2) = \frac{\ln(k1) - \ln(f'c \text{ medio})}{A/C}$$

K1 = 963.55 (valor recomendado)

A/C = 0.48 (valor de la relación agua /cemento del primer diseño de mezclas)

F'c medio = 305.77 kg/cm<sup>2</sup>

Por lo tanto, reemplazando en la fórmula k2 = 10.92

Una vez obtenido los valores de k1 y k2 se procede al cálculo de la nueva relación A/C, para un concreto de resistencia promedio de diseño de 349.85 kg/cm<sup>2</sup>.

$$A/C = \frac{\ln(k1) - \ln(f'c \text{ prom})}{\ln(k2)}$$

$$A/C = \frac{\ln(963.55) - \ln(349.85)}{\ln(10.92)}$$

$$A/C = 0.424 \text{ lts/m}^3$$

Al tener una misma cantidad de agua, la cantidad de cemento obtenido será.

$$\text{Factor cemento (F.C)} = \frac{\text{Agua}}{A/C}$$

$$F.C = \frac{193}{0.424}$$

$$F.C = 455.33 \text{ kg/m}^3 = 10.71 \text{ bl/m}^3$$

#### 4.7. Corrección de los diseños de mezcla

##### 4.7.1. Diseño de mezcla corregido para la cantera río Chonta ( $f'c= 265 \text{ kg/cm}^2$ ).

Tabla N° 67: Diseño de mezcla corregido para la cantera río Chonta ( $f'c= 265 \text{ kg/cm}^2$ ).

Pesos por tanda de un saco		
Cemento	42.5	Kg / saco
Agua efectiva	16.6	lt / saco
Agregado fino húmedo	82.7	Kg / saco
Agregado grueso húmedo	108.1	Kg / saco
Proporción en peso de los materiales corregidos por humedad		
Cemento	1.0	
Agregado fino húmedo	1.95	
Agregado grueso húmedo	2.54	
Agua efectiva	0.39	
Cantidad de materiales corregidos por humedad para 1 m <sup>3</sup> de mezcla		
Cemento	398.66	Kg / m <sup>3</sup>
Agua efectiva	155.72	lt / m <sup>3</sup>
Agregado fino húmedo	776.00	Kg / m <sup>3</sup>
Agregado grueso húmedo	1014.00	Kg / m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia, 2017.

##### 4.7.2. Diseño de mezcla corregido para la cantera río Chonta ( $f'c= 304 \text{ kg/cm}^2$ ).

Tabla N° 68: Diseño de mezcla corregido para la cantera río Chonta ( $f'c= 304 \text{ kg/cm}^2$ ).

Pesos por tanda de un saco		
Cemento	42.5	Kg / saco
Agua efectiva	14.8	lt / saco
Agregado fino húmedo	67.3	Kg / saco
Agregado grueso húmedo	94.7	Kg / saco
Proporción en peso de los materiales corregidos por humedad		
Cemento	1.0	
Agregado fino húmedo	1.58	
Agregado grueso húmedo	2.23	
Agua efectiva	0.35	
Cantidad de materiales corregidos por humedad para 1 m <sup>3</sup> de mezcla		
Cemento	455.13	Kg / m <sup>3</sup>
Agua efectiva	158.29	lt / m <sup>3</sup>
Agregado fino húmedo	721.00	Kg / m <sup>3</sup>
Agregado grueso húmedo	1014.00	Kg / m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia, 2017.

#### 4.7.3. Diseño de mezcla corregido para la cantera río Mashcón ( $f'c= 265 \text{ kg/cm}^2$ ).

Tabla N° 69: Diseño de mezcla corregido para la cantera río Mashcón ( $f'c= 265 \text{ kg/cm}^2$ ).

<b>Pesos por tanda de un saco</b>		
Cemento	42.5	Kg / saco
Agua efectiva	14.4	lt / saco
Agregado fino húmedo	83.9	Kg / saco
Agregado grueso húmedo	101.7	Kg / saco
<b>Proporción en peso de los materiales corregidos por humedad</b>		
Cemento	1.0	
Agregado fino húmedo	1.97	
Agregado grueso húmedo	2.39	
Agua efectiva	0.34	
<b>Cantidad de materiales corregidos por humedad para 1 m<sup>3</sup> de mezcla</b>		
Cemento	402.12	Kg / m <sup>3</sup>
Agua efectiva	136.25	lt / m <sup>3</sup>
Agregado fino húmedo	794.00	Kg / m <sup>3</sup>
Agregado grueso húmedo	962.00	Kg / m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia, 2017.

#### 4.7.4. Diseño de mezcla corregido para la cantera río Mashcón ( $f'c= 304 \text{ kg/cm}^2$ ).

Tabla N° 70: Diseño de mezcla corregido para la cantera río Mashcón ( $f'c= 304 \text{ kg/cm}^2$ ).

<b>Pesos por tanda de un saco</b>		
Cemento	42.5	Kg / saco
Agua efectiva	13.0	lt / saco
Agregado fino húmedo	69.2	Kg / saco
Agregado grueso húmedo	89.8	Kg / saco
<b>Proporción en peso de los materiales corregidos por humedad</b>		
Cemento	1.0	
Agregado fino húmedo	1.63	
Agregado grueso húmedo	2.11	
Agua efectiva	0.31	
<b>Cantidad de materiales corregidos por humedad para 1 m<sup>3</sup> de mezcla</b>		
Cemento	455.33	Kg / m <sup>3</sup>
Agua efectiva	138.57	lt / m <sup>3</sup>
Agregado fino húmedo	741.00	Kg / m <sup>3</sup>
Agregado grueso húmedo	962.00	Kg / m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia, 2017.

#### 4.8. Control de calidad del concreto fresco corregido

##### 4.8.1. Control de calidad para el concreto fresco corregido de la cantera río Chonta

Tabla N° 71: Control de calidad del concreto fresco corregido para una resistencia de 265 kg/cm<sup>2</sup>.

ENSAYO	F'c	TANDA-1	TANDA - 2	TANDA - 3
Peso del molde (kg)	265	4.788	4.788	4.788
Peso del molde + Concreto (kg)		27.219	27.199	27.251
Volumen del molde (m <sup>3</sup> )		0.0094	0.0094	0.0094
Peso Unitario Concreto KG/M <sup>3</sup> (NTP 339.05)		2386	2384	2390
Slump (NTP 339.035) (Pulg)		3"		
Temperatura C° (NTP 339.184)		19.2		

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla N° 72: Control de calidad del concreto fresco corregido para una resistencia de 304 kg/cm<sup>2</sup>.

ENSAYO	F'c	TANDA-1	TANDA - 2	TANDA - 3
Peso del molde (kg)	304	4.788	4.788	4.788
Peso del molde + Concreto (kg)		27.265	27.277	27.250
Volumen del molde (m <sup>3</sup> )		0.0094	0.0094	0.0094
Peso Unitario Concreto KG/M <sup>3</sup> (NTP 339.05)		2391	2392	2390
Slump (NTP 339.035) (Pulg)		3"		
Temperatura C° (NTP 339.184)		19.1		

Fuente: Elaboración propia, 2017.

#### 4.8.2. Control de calidad para el concreto fresco corregido de la cantera río Mashcón

Tabla N° 73: Control de calidad del concreto fresco corregido para una resistencia de 265 kg/cm<sup>2</sup>.

ENSAYO	F'c	TANDA-1	TANDA-2	TANTA-3
Peso del molde (kg)	265	4.788	4.788	4.788
Peso del molde + Concreto (kg)		27.207	27.234	27.198
Volumen del molde (m <sup>3</sup> )		0.0094	0.0094	0.0094
Peso Unitario Concreto KG/M <sup>3</sup> (NTP 339.05)		2385	2388	2384
Slump (NTP 339.035) (Pulg)		3"		
Temperatura C° (NTP 339.184)		19.1		

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla N° 74: Control de calidad del concreto fresco corregido para una resistencia de 304 kg/cm<sup>2</sup>.

ENSAYO	F'c	TANDA-1	TANDA-2	TANTA-3
Peso del molde (kg)	304	4.788	4.788	4.788
Peso del molde + Concreto (kg)		27.298	27.205	27.256
Volumen del molde (m <sup>3</sup> )		0.0094	0.0094	0.0094
Peso Unitario Concreto KG/M <sup>3</sup> (NTP 339.05)		2395	2385	2390
Slump (NTP 339.035) (Pulg)		3"		
Temperatura C° (NTP 339.184)		19.3		

Fuente: Elaboración propia, 2017.

#### 4.9. Módulos de elasticidad del concreto según la Norma E.060 vs ASTM C 469

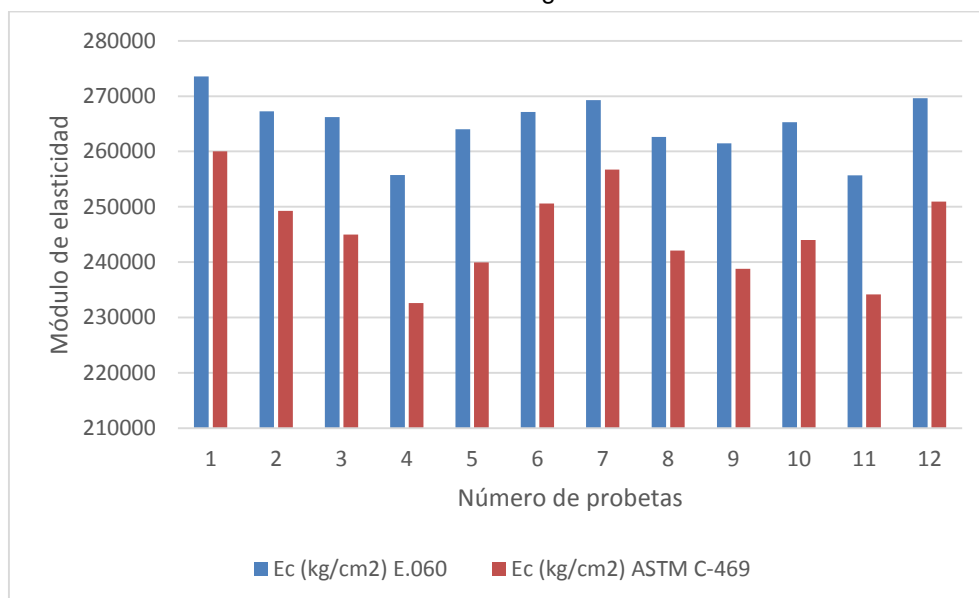
##### 4.9.1. Módulos de elasticidad del concreto según Norma E.060 vs ASTM C 469 para la cantera río Chonta ( $f'c = 265 \text{ kg/cm}^2$ ).

Tabla N° 75: Módulos de elasticidad del concreto según Norma E.060 vs ASTM C 469 para la cantera río Chonta ( $f'c = 265 \text{ kg/cm}^2$ ).

Probeta N°	F'c de diseño $\text{kg/cm}^2$	Carga última (kg)	f'c ( $\text{kg/cm}^2$ )	Ec ( $\text{kg/cm}^2$ ) E.060	Ec ( $\text{kg/cm}^2$ ) ASTM C-469
1	265	58294	332.68	273593	260020
2	265	55602	317.46	267260	249263
3	265	55184	314.93	266195	244953
4	265	50577	290.71	255754	232591
5	265	54290	309.83	264030	239938
6	265	55362	317.22	267160	250594
7	265	56607	322.33	269304	256713
8	265	53155	306.49	262603	242076
9	265	52675	303.86	261473	238809
10	265	54716	312.82	265300	243975
11	265	51120	290.57	255692	234151
12	265	56731	323.18	269659	250957
<b>PROMEDIO</b>				264835	245337

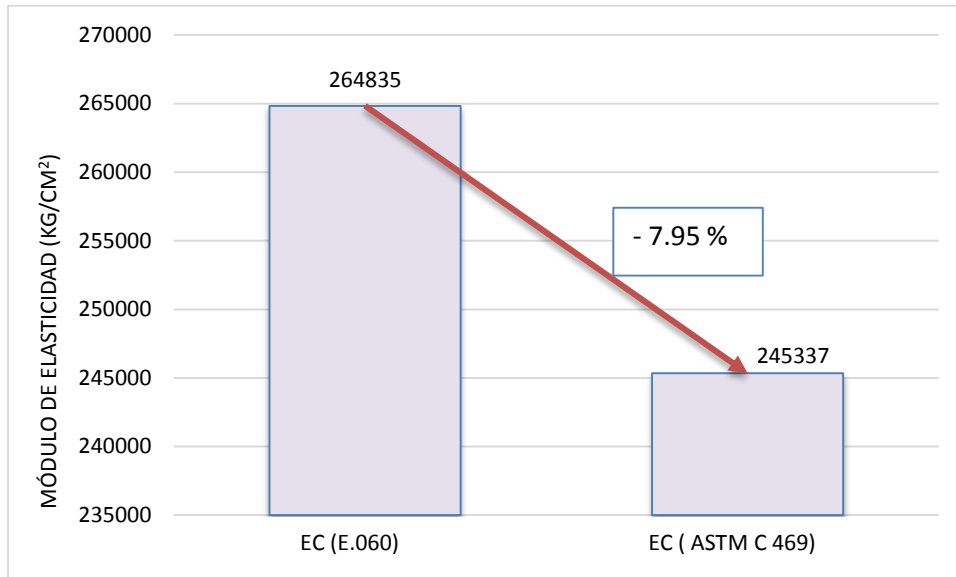
Fuente: Elaboración propia, 2017.

Gráfica N° 5: Comparación del Ec (Norma E.060) vs Ec (ASTM C 469) de la cantera río chonta para un  $f'c = 265 \text{ kg/cm}^2$ .



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Gráfica N° 6: Variación promedio del  $E_c$  (Norma E.060) vs  $E_c$  (ASTM C 469) de la cantera río Chonta para un  $f'_c = 265 \text{ kg/cm}^2$ .



Fuente: Elaboración propia, 2017.

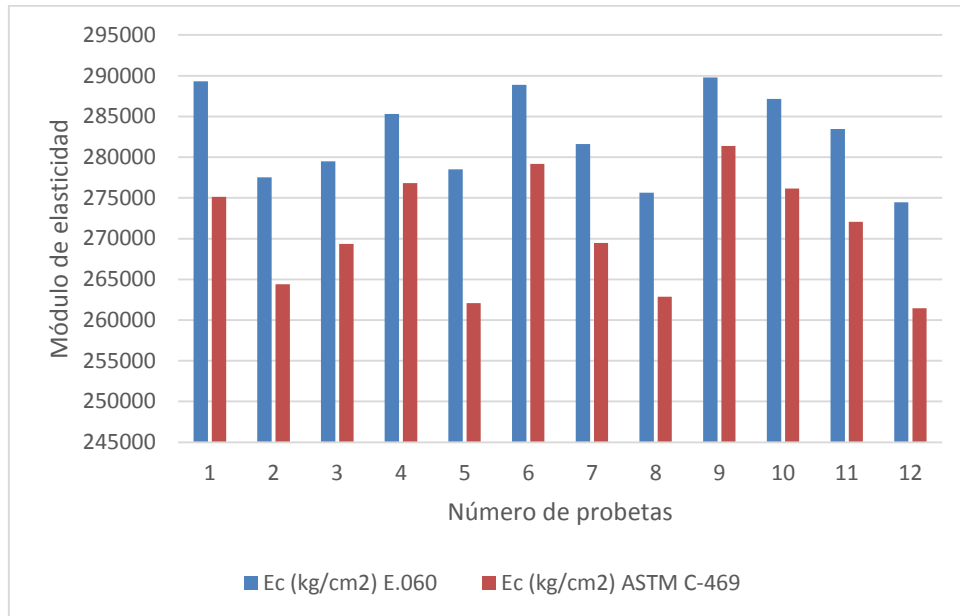
#### 4.9.2. Módulos de elasticidad del concreto según Norma E.060 vs ASTM C 469 para la cantera río Chonta ( $f'_c = 304 \text{ kg/cm}^2$ ).

Tabla N° 76: Módulos de elasticidad del concreto según Norma E.060 vs ASTM C 469 para la cantera río Chonta ( $f'_c = 304 \text{ kg/cm}^2$ ).

Probeta N°	$f'_c$ de diseño $\text{kg/cm}^2$	Carga última (kg)	$f'_c$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	$E_c$ ( $\text{kg/cm}^2$ ) E.060	$E_c$ ( $\text{kg/cm}^2$ ) ASTM C-469
1	304	65295	371.97	289297	275135
2	304	59616	342.36	277544	264393
3	304	60425	347.16	279484	269356
4	304	63282	361.78	285309	276828
5	304	60375	344.71	278495	262087
6	304	64766	370.93	288895	279195
7	304	61384	352.51	281630	269479
8	304	59073	337.72	275659	262876
9	304	65364	373.19	289773	281390
10	304	64363	366.49	287159	276162
11	304	63087	357.16	283479	272065
12	304	58508	334.80	274461	261454
<b>PROMEDIO</b>				282599	270868

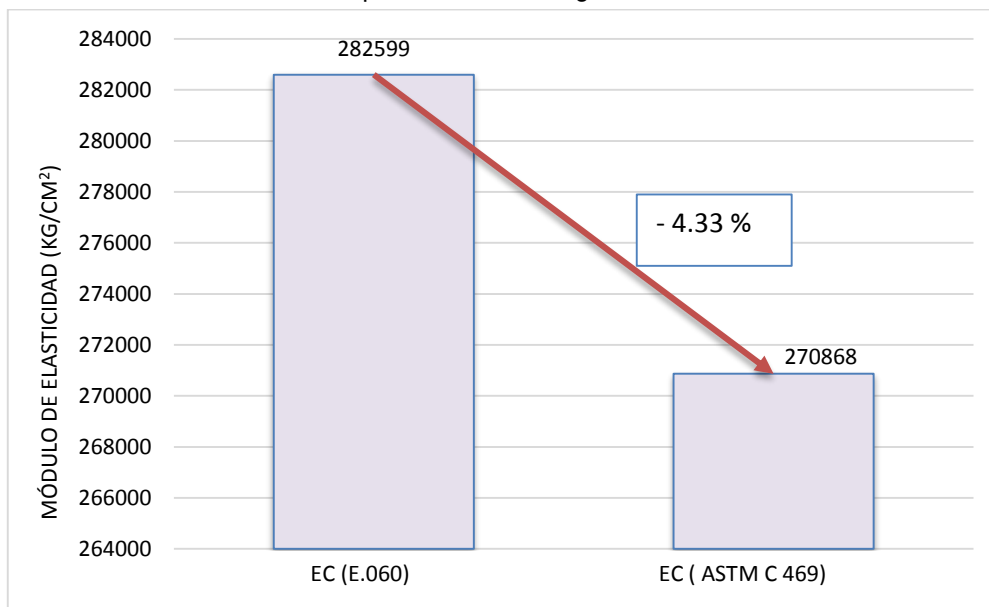
Fuente: Elaboración propia, 2017.

Gráfica N° 7: Comparación del  $E_c$  (Norma E.060) vs  $E_c$  (ASTM C 469) de la cantera río Chonta para un  $f'_c = 304 \text{ kg/cm}^2$ .



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Gráfica N° 8: Variación promedio del  $E_c$  (Norma E.060) vs  $E_c$  (ASTM C 469) de la cantera río Chonta para un  $f'_c = 304 \text{ kg/cm}^2$ .



Fuente: Elaboración propia, 2017.



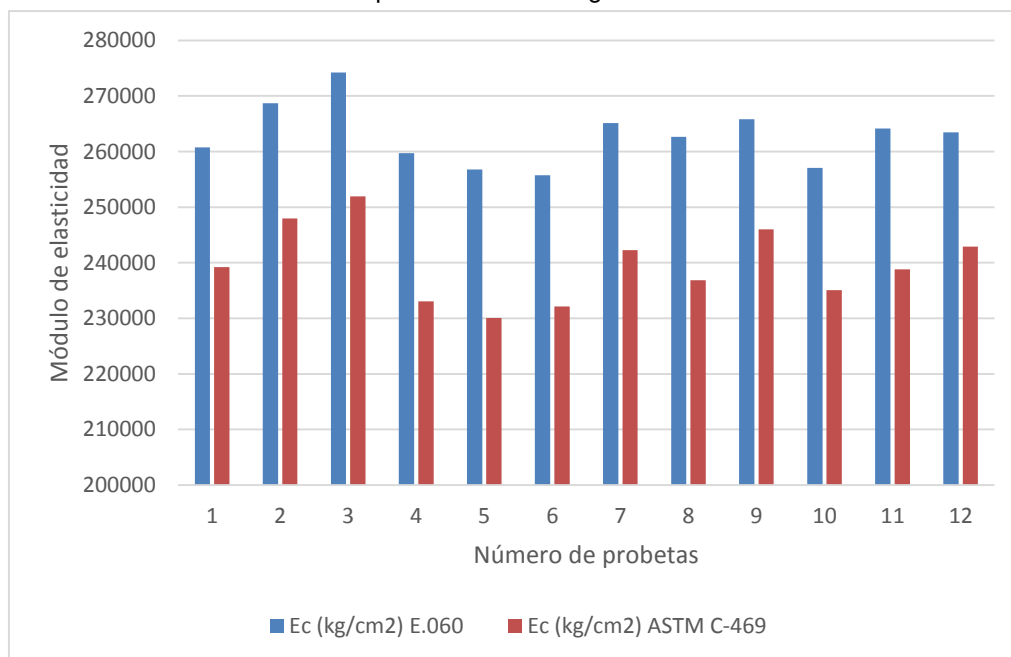
#### 4.9.3. Módulos de elasticidad del concreto según Norma E.060 vs ASTM C 469 para la cantera río Mashcón ( $f'c = 265 \text{ kg/cm}^2$ ).

Tabla N° 77: Módulos de elasticidad del concreto según Norma E.060 vs ASTM C 469 para la cantera río Mashcón ( $f'c = 265 \text{ kg/cm}^2$ ).

Probeta N°	F'c de diseño $\text{kg/cm}^2$	Carga última (kg)	f'c ( $\text{kg/cm}^2$ )	Ec ( $\text{kg/cm}^2$ ) E.060	Ec ( $\text{kg/cm}^2$ ) ASTM C-469
1	265	52850	302.14	260734	239218
2	265	55867	320.83	268676	247960
3	265	58472	334.29	274254	251936
4	265	52675	299.81	259724	233064
5	265	51445	293.06	256786	230036
6	265	50854	290.74	255765	232104
7	265	54740	312.39	265119	242280
8	265	53999	306.66	262675	236870
9	265	55114	314.11	265845	245986
10	265	51618	293.66	257047	235044
11	265	54247	310.14	264160	238815
12	265	54172	308.46	263446	242898
<b>PROMEDIO</b>				262853	239684

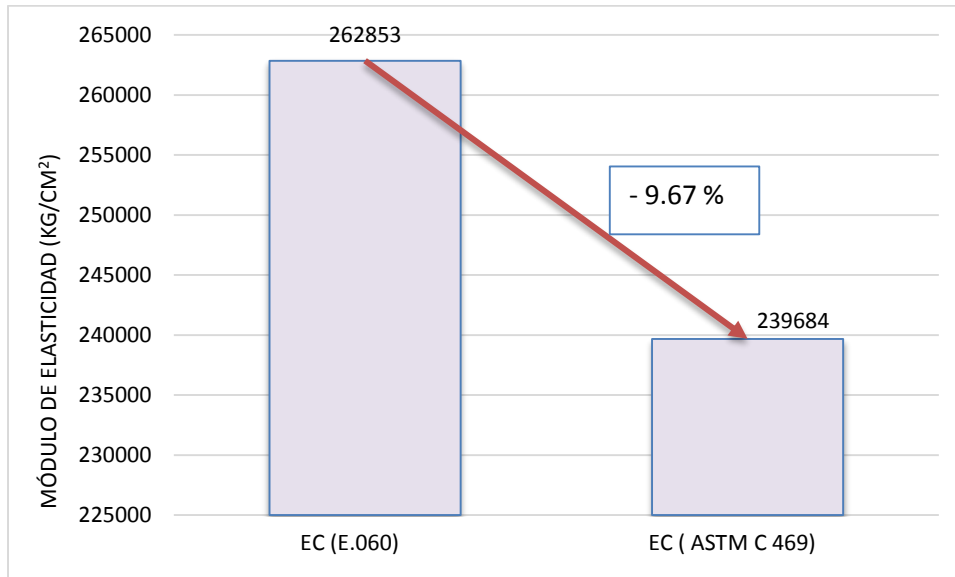
Fuente: Elaboración propia, 2017.

Gráfica N° 9: Comparación de Ec (Norma E.060) vs Ec (ASTM C 469) de la cantera río Mashcón para un  $f'c = 265 \text{ kg/cm}^2$ .



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Gráfica N° 10: Variación promedio del  $E_c$  (Norma E.060) vs  $E_c$  (ASTM C 469) de la cantera río Mashcón para un  $f'_c = 265 \text{ kg/cm}^2$ .



Fuente: Elaboración propia, 2017.

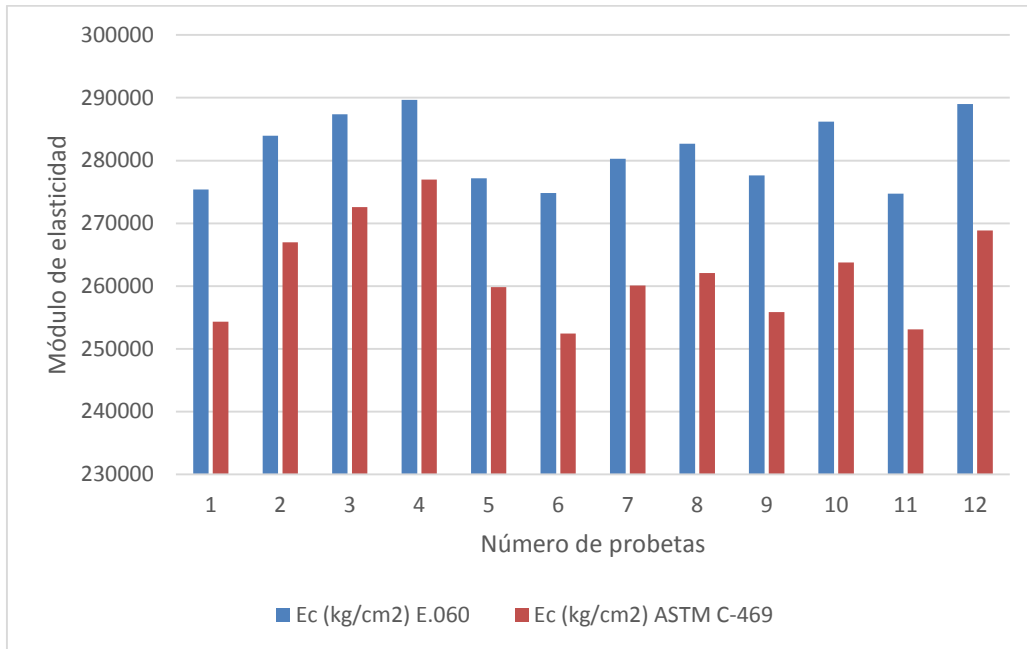
#### 4.9.4. Módulos de elasticidad del concreto según Norma E.060 vs ASTM C 469 para la cantera río Mashcón ( $f'_c = 304 \text{ kg/cm}^2$ ).

Tabla N° 78: Módulos de elasticidad del concreto según Norma E.060 vs ASTM C 469 para la cantera río Mashcón ( $f'_c = 304 \text{ kg/cm}^2$ ).

Probeta N°	$F'_c$ de diseño $\text{kg/cm}^2$	Carga última (kg)	$f'_c$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	$E_c$ ( $\text{kg/cm}^2$ ) E.060	$E_c$ ( $\text{kg/cm}^2$ ) ASTM C-469
1	304	59301	337.06	275389	254351
2	304	62453	358.33	283944	266959
3	304	64392	366.99	287353	272585
4	304	65336	372.86	289644	276977
5	304	60038	341.41	277160	259855
6	304	58949	335.67	274818	252463
7	304	61062	349.09	280261	260102
8	304	62405	355.19	282696	262085
9	304	59724	342.52	277608	255852
10	304	63590	364.04	286196	263776
11	304	58418	335.48	274742	253113
12	304	64967	371.25	289020	268847
<b>PROMEDIO</b>				281569	262247

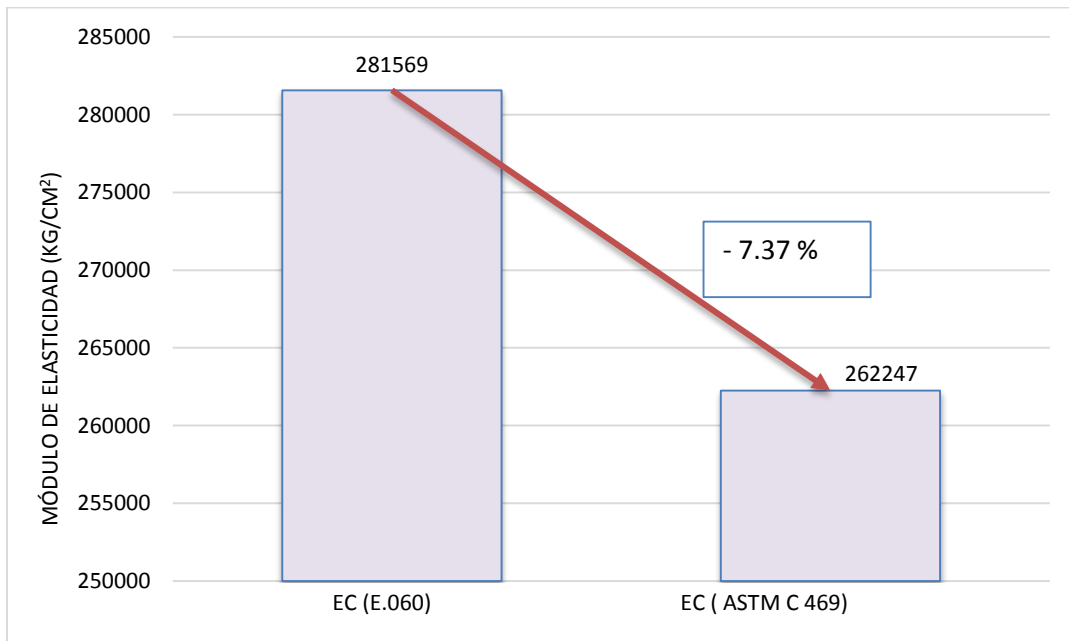
Fuente: Elaboración propia, 2017.

Gráfica N° 11: Comparación de Ec (Norma E.060) vs Ec (ASTM C 469) de la cantera río Mashcón para un  $f'c = 304 \text{ kg/cm}^2$ .



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Gráfica N° 12: Variación promedio del Ec (Norma E.060) vs Ec (ASTM C 469) de la cantera río Mashcón para un  $f'c = 304 \text{ kg/cm}^2$ .



Fuente: Elaboración propia, 2017.

#### 4.10. Módulos de rotura del concreto

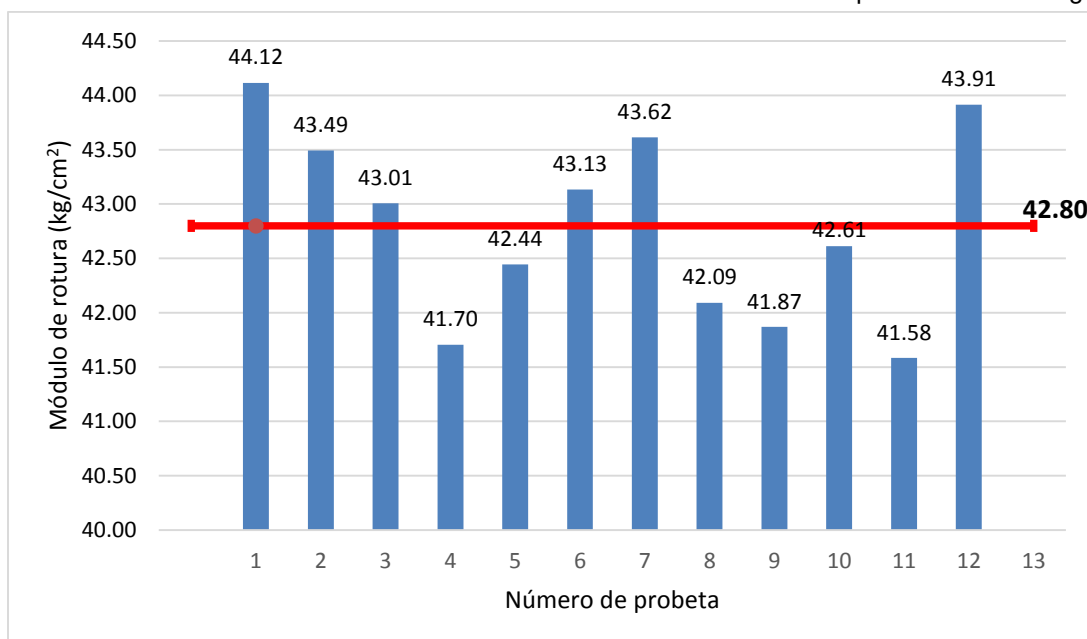
##### 4.10.1. Módulos de rotura de la cantera río Chonta (MR= 42 kg/cm<sup>2</sup>)

Tabla N° 79: Módulos de rotura de la cantera río Chonta para un MR= 42 kg/cm<sup>2</sup>.

Viga N°	MR de diseño kg/cm <sup>2</sup>	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	42	3334.00	44.12
2	42	3316.00	43.49
3	42	3243.00	43.01
4	42	3152.00	41.70
5	42	3201.00	42.44
6	42	3315.00	43.13
7	42	3330.00	43.62
8	42	3169.00	42.09
9	42	3160.00	41.87
10	42	3273.00	42.61
11	42	3177.00	41.58
12	42	3397.00	43.91
<b>PROMEDIO</b>			<b>42.80</b>

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Gráfica N° 13: Variación de los Módulos de rotura de la cantera río Chonta para un MR= 42 kg/cm<sup>2</sup>.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

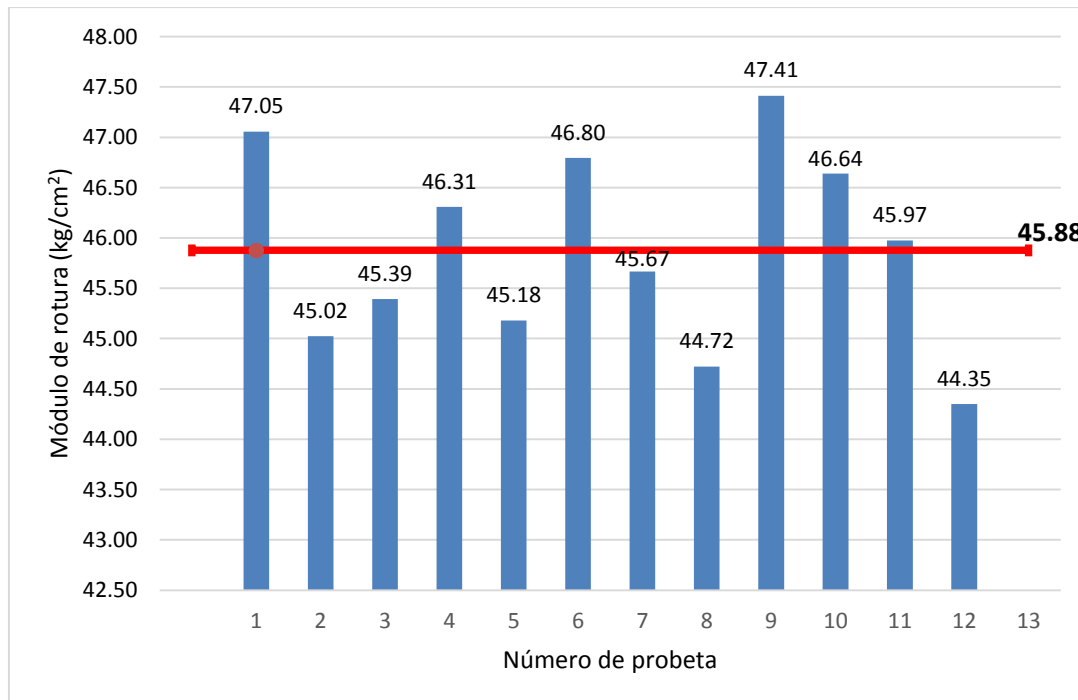
#### 4.10.2. Módulos de rotura de la cantera río Chonta (MR= 45 kg/cm<sup>2</sup>)

Tabla N° 80: Módulos de rotura de la cantera río Chonta para un MR= 45 kg/cm<sup>2</sup>.

Viga N°	MR de diseño kg/cm <sup>2</sup>	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	45	3566.00	47.05
2	45	3420.00	45.02
3	45	3437.00	45.39
4	45	3530.00	46.31
5	45	3422.00	45.18
6	45	3570.00	46.80
7	45	3449.00	45.67
8	45	3382.00	44.72
9	45	3576.00	47.41
10	45	3510.00	46.64
11	45	3530.00	45.97
12	45	3378.00	44.35
<b>PROMEDIO</b>			<b>45.88</b>

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Gráfica N° 14: Variación de los Módulos de rotura de la cantera río Chonta para un MR= 45 kg/cm<sup>2</sup>.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

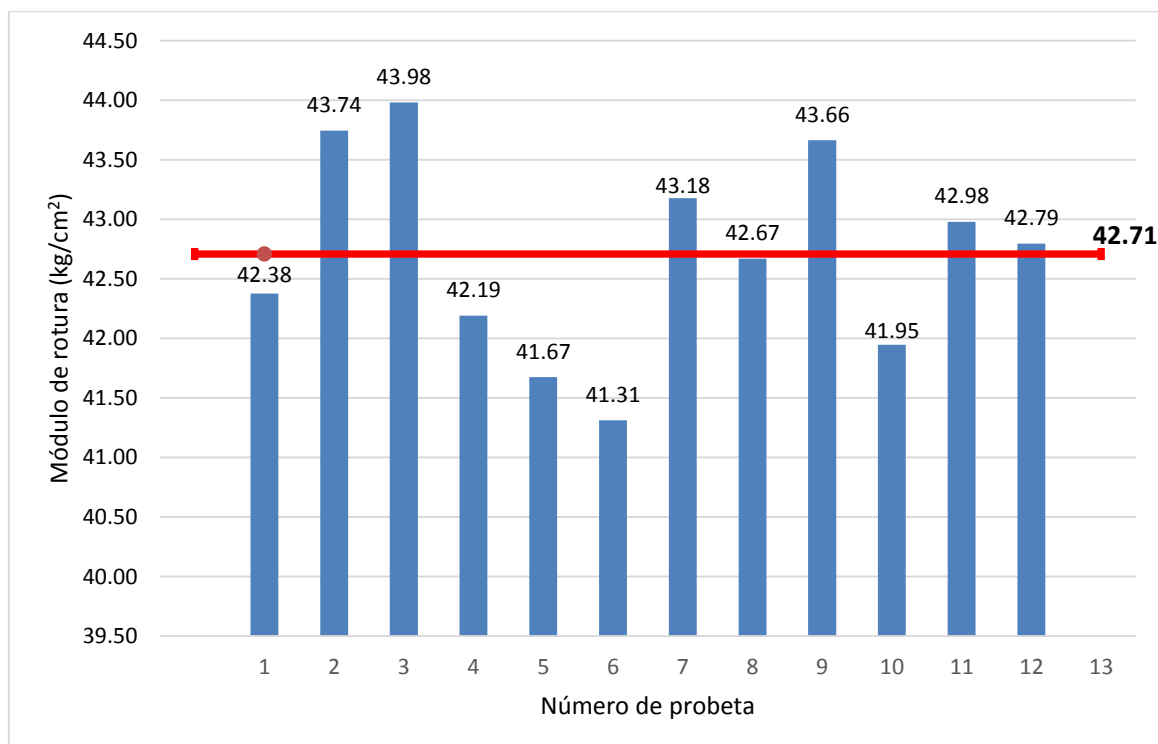
#### 4.10.3. Módulos de rotura de la cantera río Mashcón (MR= 42 kg/cm<sup>2</sup>)

Tabla N° 81: Módulos de rotura de la cantera río Mashcón para un MR= 42 kg/cm<sup>2</sup>.

Viga N°	MR de diseño kg/cm <sup>2</sup>	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	42	3239.00	42.38
2	42	3286.00	43.74
3	42	3325.00	43.98
4	42	3183.00	42.19
5	42	3210.00	41.67
6	42	3132.00	41.31
7	42	3229.00	43.18
8	42	3226.00	42.67
9	42	3275.00	43.66
10	42	3213.00	41.95
11	42	3273.00	42.98
12	42	3221.00	42.79
<b>PROMEDIO</b>			<b>42.71</b>

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Gráfica N° 15: Variación de los Módulos de rotura de la cantera río Mashcón para un MR= 42 kg/cm<sup>2</sup>.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

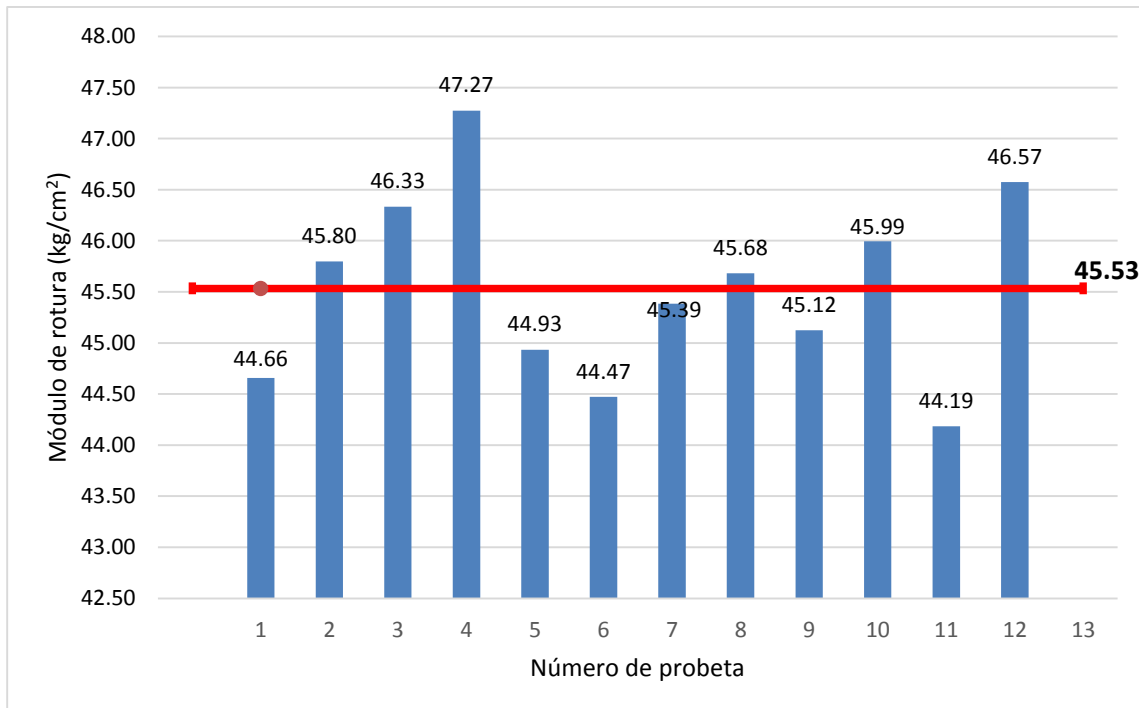
#### 4.10.4. Módulos de rotura de la cantera río Mashcón (MR= 45 kg/cm<sup>2</sup>)

Tabla N° 82: Módulos de rotura de la cantera río Mashcón para un MR= 45 kg/cm<sup>2</sup>.

Viga N°	MR de diseño kg/cm <sup>2</sup>	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	45	3385.00	44.66
2	45	3486.00	45.80
3	45	3465.00	46.33
4	45	3583.00	47.27
5	45	3395.00	44.93
6	45	3382.00	44.47
7	45	3507.00	45.39
8	45	3471.00	45.68
9	45	3417.00	45.12
10	45	3448.00	45.99
11	45	3340.00	44.19
12	45	3544.00	46.57
<b>PROMEDIO</b>			<b>45.53</b>

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Gráfica N° 16: Variación de los Módulos de rotura de la cantera río Mashcón para un MR= 42 kg/cm<sup>2</sup>.

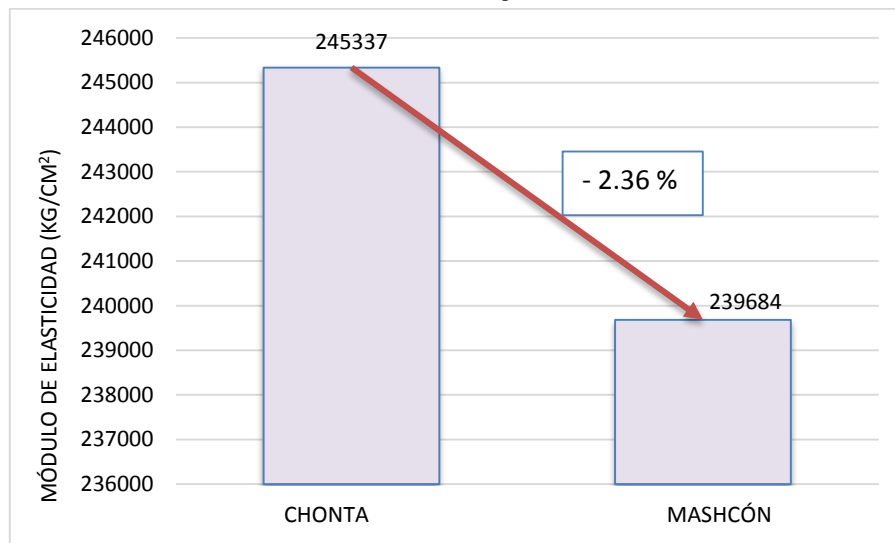


Fuente: Elaboración propia, 2017.

#### 4.11. Comparación de los módulos de elasticidad de las canteras río Chonta y Mashcón con un $f'c= 265 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c= 304 \text{ kg/cm}^2$

##### 4.11.1. Comparación de los módulos de elasticidad de las canteras río Chonta y Mashcón con un $f'c= 265 \text{ kg/cm}^2$

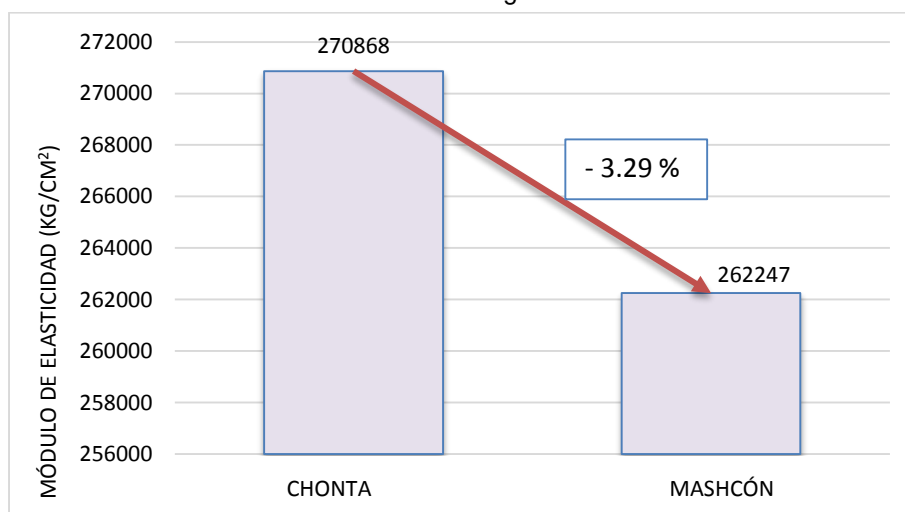
Gráfica N° 17: Comparación de los módulos de elasticidad de las canteras río chonta y Mashcón con un  $f'c= 265 \text{ kg/cm}^2$ .



Fuente: Elaboración propia, 2017.

##### 4.11.2. Comparación de los módulos de elasticidad de las canteras río Chonta y Mashcón con un $f'c= 304 \text{ kg/cm}^2$

Gráfica N° 18: Comparación de los módulos de elasticidad de las canteras río chonta y Mashcón con un  $f'c= 265 \text{ kg/cm}^2$ .



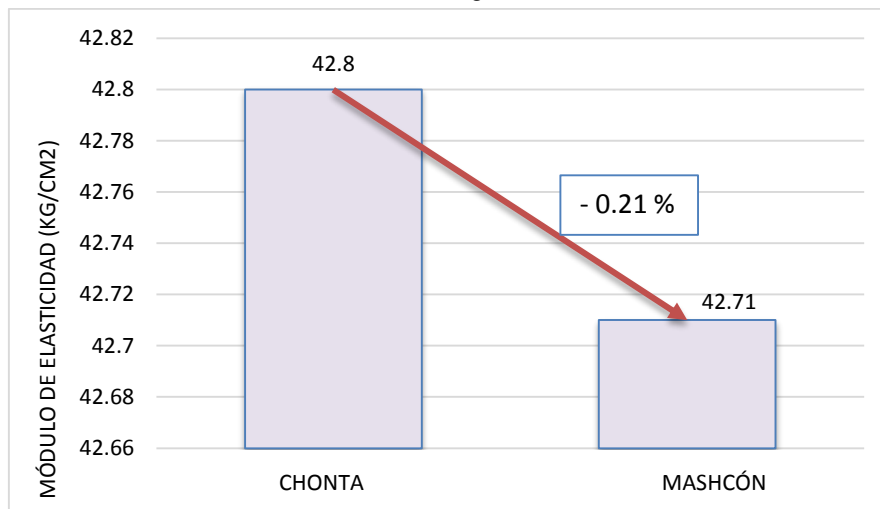
Fuente: Elaboración propia, 2017.



#### 4.12. Comparación de los módulos de rotura de las canteras río Chonta y Mashcón con un $f'c= 265 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c= 304 \text{ kg/cm}^2$

##### 4.12.1. Comparación de los módulos de rotura de las canteras río Chonta y Mashcón con un $f'c= 265 \text{ kg/cm}^2$

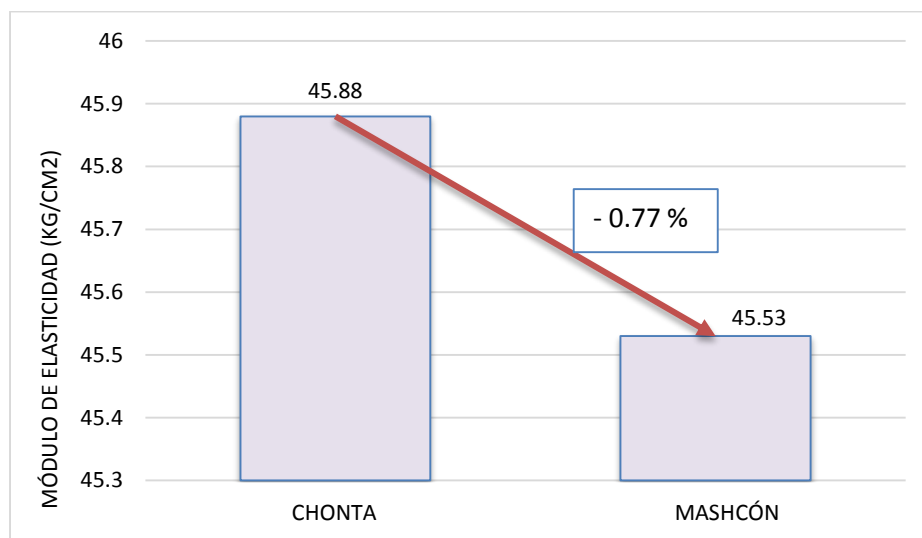
Gráfica N° 19: Comparación de los módulos de rotura de las canteras río chonta y Mashcón con un  $f'c= 265 \text{ kg/cm}^2$ .



Fuente: Elaboración propia, 2017.

##### 4.12.2. Comparación de los módulos de rotura de las canteras río Chonta y Mashcón con un $f'c= 304 \text{ kg/cm}^2$

Gráfica N° 20: Comparación de los módulos de rotura de las canteras río chonta y Mashcón con un  $f'c= 304 \text{ kg/cm}^2$ .



Fuente: Elaboración propia, 2017.

## CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN

Considerando los resultados presentados en el capítulo anterior se tiene lo siguiente:

- El módulo de finura para la cantera río Chonta es de 3.08 y para la cantera río Mashcón es de 3.06, los cuales indican que están dentro de los parámetros permitidos (2.3 – 3.1). Según Abanto, F. (2000) en su libro denominado “Tecnología del concreto”, los agregados que tengan módulos de finura entre de 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reduce segregación; y las que se encuentran entre 2.8 y 3.1 son las más favorables para los concretos de alta resistencia.
- Como se pudo observar en los distintos ensayos realizados a compresión simple en cilindros, se obtuvieron altas resistencias, las cuáles según el diseño fueron previamente acertadas, por el tipo de agregado (Mashcón y Chonta), como ya se conoce tienen características físicas buenas para el diseño, posteriormente se disminuyó la relación agua/cemento de la mezcla, para así poder obtener resistencias más altas, que son favorables para el presente proyecto.

### MÓDULO DE ELASTICIDAD.

- Utilizando agregados de las canteras Mashcón y Chonta con resistencias de  $f'c = 265 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 304 \text{ kg/cm}^2$  se realizó la comparación de la norma ASTM C 469 vs la norma E.060, donde se aprecia que los módulos de elasticidad según norma E.060 son mayores que la norma ASTM C 469. Esto se debe a que la ecuación utilizada en la norma E.060 fue realizada con materiales muy distintos a las de nuestra zona, tal como indica Sánchez, J. (2013) en su tesis denominada “Resistencia a la compresión del hormigón y su influencia en el módulo de elasticidad estático en el Cantón Ambato, provincia de Tungurahua”. Ver tabla N° 83.

Tabla N° 83: Comparación de módulos de elasticidad según ASTM C469 vs E.060.

<b>Módulos de elasticidad</b>				
<b>Cantera río Chonta</b>				
<b>RESISTENCIA</b>	<b>ASTM C 469</b>	<b>E.060</b>	<b>PORCENTAJE DE VARIACIÓN</b>	<b>TABLAS Y GRÁFICAS</b>
f <sub>c</sub> = 265 kg/cm <sup>2</sup>	245 337 kg/cm <sup>2</sup>	264 835 kg/cm <sup>2</sup>	-7.95%	Ver tabla N° 75, gráfica N° 5 y gráfica N° 6
f <sub>c</sub> = 304 kg/cm <sup>2</sup>	270 868 kg/cm <sup>2</sup>	282 599 kg/cm <sup>2</sup>	-4.33%	Ver tabla N° 76, gráfica N° 7 y gráfica N° 8
<b>Cantera río Mashcón</b>				
f <sub>c</sub> = 265 kg/cm <sup>2</sup>	239 684 kg/cm <sup>2</sup>	262 853 kg/cm <sup>2</sup>	-9.67%	Ver tabla N° 77, gráfica N° 9 y gráfica N° 10
f <sub>c</sub> = 304 kg/cm <sup>2</sup>	262 247 kg/cm <sup>2</sup>	281 569 kg/cm <sup>2</sup>	-7.37%	Ver tabla N° 78, gráfica N° 11 y gráfica N° 12

Fuente: Elaboración propia, 2017.

- Con un f<sub>c</sub>= 265 kg/cm<sup>2</sup>, para la cantera río Chonta se obtuvo un módulo de elasticidad de 245 337 kg/cm<sup>2</sup> y para la cantera río Mashcón un módulo de elasticidad de 239 684 kg/cm<sup>2</sup> con una variación de 5 653 kg/cm<sup>2</sup> que corresponde a un -2.36%. Ver gráfica N° 17. La variación entre las canteras se debe a que las características físicas de los agregados de la cantera río Chonta son de mejor calidad.
- Con un f<sub>c</sub>= 304 kg/cm<sup>2</sup>, para la cantera río Chonta se obtuvo un módulo de elasticidad de 270 868 kg/cm<sup>2</sup> y para la cantera río Mashcón un módulo de elasticidad de 262 247 kg/cm<sup>2</sup> con una variación de 8 090 kg/cm<sup>2</sup> que corresponde a un -3.29%. Ver gráfica N° 18. La variación entre las canteras se debe a que las características físicas de los agregados de la cantera río Chonta son de mejor calidad.

## MÓDULO DE ROTURA.

- El módulo de rotura promedio de la cantera río Chonta es de 42.80 kg/cm<sup>2</sup> tal como se muestra en la gráfica N° 13, siendo mayor que el módulo de rotura promedio de la cantera río Mashcón ya que su valor es de 42.71 kg/cm<sup>2</sup> como se indica en la gráfica N° 15. Dichos valores se obtuvieron con un  $f'c= 265$  kg/cm<sup>2</sup> y módulos de roturas base de 42 kg/cm<sup>2</sup>. La variación en porcentaje es de -0.21%. Ver gráfico N° 19. Esto se debe a las características propias de los materiales tal como verifica también Morales, E., Morocho, J., Porrás, E., & Sánchez, N. (2012) en su tesis “Determinación del módulo de rotura y deflexiones en vigas de hormigón, fabricados con materiales procedentes de las canteras de Pifo, San Antonio de Pichincha y Guayllabamba”.
- El módulo de rotura promedio de la cantera río Chonta es de 45.88 kg/cm<sup>2</sup> tal como se muestra en la gráfica N° 14, siendo mayor que el módulo de rotura promedio de la cantera río Mashcón ya que su valor es de 45.53 kg/cm<sup>2</sup> como se indica en la gráfica N° 16. Dichos valores se obtuvieron con  $f'c= 304$  kg/cm<sup>2</sup> y módulos de roturas base de 45 kg/cm<sup>2</sup>. La variación en porcentaje es de -0.77%. Ver gráfico N° 20. Esto se debe a las características propias de los materiales tal como verifica también Morales, E., Morocho, J., Porrás, E., & Sánchez, N. (2012) en su tesis “Determinación del módulo de rotura y deflexiones en vigas de hormigón, fabricados con materiales procedentes de las canteras de Pifo, San Antonio de Pichincha y Guayllabamba”.

## CONCLUSIONES

1. Se cumple con la hipótesis planteada, al utilizar agregados de la cantera Chonta para la elaboración de la mezcla de concreto, tienen mayor influencia para la obtención de módulos de elasticidad y rotura, que al utilizar agregados de la cantera Mashcón.
2. Se determinó la influencia de los agregados de las canteras Mashcón y Chonta para la obtención de módulos de elasticidad y rotura, en el diseño de pavimentos rígidos, determinándose que al utilizar materiales provenientes de la cantera del río Mashcón, se obtuvieron valores de módulos de elasticidad y rotura, menores que de la cantera río Chonta.
3. Se encontraron sus propiedades físico – mecánicas de los agregados del río Mashcón y Chonta como granulometría, peso unitario, contenido de humedad, absorción, peso específico. Las cuales se evidencian en las tablas N° 41 y N° 42, para los agregados del río Chonta y, en las tablas N° 56 y N° 57 para los agregados de la cantera del río Mashcón.
4. Se realizaron los diseños de mezcla para un  $f'c = 265 \text{ kg/cm}^2$  y  $304 \text{ kg/cm}^2$ , los cuales fueron utilizados para la elaboración de las probetas cilíndricas y prismáticas, para luego realizar el cálculo de los módulos de elasticidad y rotura, llegando a la conclusión que al utilizar las resistencias antes mencionadas, garantizamos la obtención de módulos de elasticidad y módulos de rotura de 42 y 45  $\text{kg/cm}^2$ .
5. Se realizó la comparación de los módulos de elasticidad de las canteras Mashcón y Chonta para un  $f'c = 265 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 304 \text{ kg/cm}^2$ , utilizando la norma E.060 y la ASTM C 469 obteniendo una variación de -7.95%, -4.33%, -9.67%, -7.37%, tal como se muestra en la gráfica N° 6, N° 8, N° 10 y N° 12.
6. Se determinó El módulo de rotura del concreto en base a la flexión en vigas de sección 15x15 cm y una luz de 45 cm, mediante la aplicación de cargas en los tercios medios de la viga. Con una resistencia a compresión de  $265 \text{ kg/cm}^2$  se obtuvieron módulos de rotura de  $42.80 \text{ kg/cm}^2$  para la cantera del río Chonta y  $42.71 \text{ kg/cm}^2$  para la cantera río Mashcón y para una resistencia a compresión de  $304 \text{ kg/cm}^2$  se obtuvieron módulos de rotura de  $45.88 \text{ kg/cm}^2$  para la cantera del río Chonta y  $45.53 \text{ kg/cm}^2$  para la cantera río Mashcón.

Se determinó el módulo de elasticidad del concreto en base a probetas cilíndricas, para una resistencia a compresión de 265 kg/cm<sup>2</sup> se obtuvieron módulos de elasticidad de 245 337 kg/cm<sup>2</sup> para la cantera del río Chonta y 239 684 kg/cm<sup>2</sup> para la cantera río Mashcón; y con una resistencia a compresión de 304 kg/cm<sup>2</sup> se obtuvieron módulos de elasticidad de 270 868 kg/cm<sup>2</sup> para la cantera del río Chonta y 262 247 kg/cm<sup>2</sup> para la cantera río Mashcón.

7. Para la obtención de módulos de rotura de 42 kg/cm<sup>2</sup> y 45 kg/cm<sup>2</sup> con la cantera del río Chonta, utilizamos resistencias a compresión de  $f'_c = 265$  kg/cm<sup>2</sup> y 304 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, las cuales se obtienen con las dosificaciones especificadas en las tablas N° 67 y N° 68. Para la obtención de módulos de rotura de 42 kg/cm<sup>2</sup> y 45 kg/cm<sup>2</sup> con la cantera del río Mashcón, utilizamos resistencias a compresión de  $f'_c = 265$  kg/cm<sup>2</sup> y 304 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, las cuales se obtienen con las dosificaciones especificadas en las tablas N° 69 y N° 70.

## RECOMENDACIONES

1. En futuras investigaciones utilizar otros módulos de rotura base como  $48 \text{ kg/cm}^2$  y  $50 \text{ kg/cm}^2$
2. Utilizar agregados de río y cerro y compararlos para la determinación de módulos de elasticidad y rotura.
3. Utilizar aditivos que aumenten el  $f'c$  y analizar cómo influye en los módulos de elasticidad y rotura.
4. Utilizar agregados de otras canteras para comparar con los valores obtenidos en la presente investigación.

## REFERENCIAS

1. Álvarez, Á. (2009). Pavimentos. Construcción y tecnología en concreto.
2. Morales, A. (2006). Ingeniería Vial I. Santo Domingo: Búho.
3. Abanto, F. (2000). Tecnología del concreto. San Marcos.
4. Sánchez, J. (2013). La resistencia a la compresión del hormigón y su influencia en el módulo de elasticidad estático en el Cantón Ambato, provincia de Tungurahua. (Tesis de Titulación). Ambato. Ecuador.
5. Castillo, E., Peralta, J. (2014). Determinación del módulo de elasticidad estático a compresión del concreto producido en la planta concretera DINO- Chimbote. (Tesis de Titulación). Chimbote. Perú.
6. Ottazzi, G., (2004). Material de apoyo para la enseñanza de los cursos de diseño y comportamiento del concreto armado. Lima. Perú.
7. Coro, M. (2014). Determinación del módulo de rotura en vigas de hormigón, fabricado con materiales procedentes de la cantera San Roque, para  $f'c= 28$  MPa. (Tesis de Titulación). Quito. Ecuador.
8. Morales, E., Morocho, J., Porras, E., & Sánchez, N. (2012). Determinación del módulo de rotura y deflexiones en vigas de hormigón, fabricados con materiales procedentes de las canteras de Pífo, San Antonio de Pichincha y Guayllabamba. Quito. Ecuador.
9. Arequipa, E., Coba, W., Garzón, D., Vargas, L. (2012). Módulo estático de elasticidad del hormigón en base a su resistencia a la compresión simple  $f'c= 21$  MPa y 30 MPa. Quito. Ecuador.
10. Ávila, F. (2014). Determinación del módulo de rotura en vigas de hormigón, fabricado con materiales procedentes de la cantera Ramírez, para  $f'c= 28$  MPa. Quito. Ecuador.
11. Rivva, E. (2007). Diseño de mezclas. (2a Ed.). Perú. Williams.
12. Pasquel, E. (1998). Tópicos de tecnología del concreto en el Perú. (2a ed.). Perú.
13. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C. (2004). Propiedades del concreto. México. Imcyc.
14. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013). Manual de carreteras – Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG). Lima. MTC.
15. Quiroz, M.V., Salamanca, L.E. (2006). Apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje en la asignatura de “Tecnología del Hormigón”. (Tesis de Licenciatura). San Simón, Cochabamba, Bolivia.
16. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013). Manual de carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Lima. MTC.
17. Torres, A. (2004). Curso Básico de Tecnología del Concreto. Lima. Perú.



18. Niño, J.R. (2010). Tecnología del concreto – Tomo 1. Materiales, Propiedades y Diseño de Mezclas. (3a ed.). Colombia. Nomos Impresores.
19. Cubas, A. (2015). Pavimentos rígidos. Método AASHTO. Cajamarca.
20. García, D. (2016). Módulo de rotura del concreto. [En línea] Recuperado el 30 de abril de 2017, de <https://prezi.com/-k4ruolijuhq/módulo-de-rotura-del-concreto/>.
21. AASHTO. (1993). Guía AASHTO para diseño de estructuras de pavimentos.
22. Laura, S. (2006). Diseño de mezclas de concreto. [En línea] Recuperado el 01 de mayo de 2017, de <http://uploaded.net/file/isqjbexp/manual-mezclas-concreto.rar>.
23. Google Earth, 2015
24. ASTM C 702. Reducción de muestras a tamaño de ensayo. ASTM C.
25. Resistencia a la compresión (04 de mayo 2017). Recuperado de (<http://notasdeconcretos.blogspot.pe/2011/04/resistencia-la-compresión-del-concreto.html>)
26. NTP 400.010 (2001). AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras. Lima: NTP.
27. NTP 400.012 (2001). AGREGADOS. Análisis Granulométrico del Agregado Fino, Grueso y Global. Lima: NTP.
28. NTP 339.185 (2002). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Lima: NTP.
29. NTP 400.021 (2002). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. Lima: NTP.
30. NTP 400.022 (2002). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino. Lima: NTP.
31. NTP 400.017 (2002). AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado. Lima: NTP.
32. NTP 400.018 (2001). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75  $\mu\text{m}$  (N° 200) por lavado en agregados. Lima: NTP.
33. NTP 339.183 (2003). HORMIGÓN (CONCRETO). Practica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de hormigón (concreto) en el laboratorio. Lima: NTP.
34. NTP 339.035 (2009). HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland. Lima: NTP.
35. NTP 339.184 (2002). HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigón (concreto). Lima: NTP.
36. NTP 339.034 (2008). HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. Lima: NTP.
37. NTP 339.088 (2006). HORMIGÓN (CONCRETO). Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos. Lima: NTP.

38. NTP 339.046 (2008). HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto). Lima: NTP.
39. ASTM C 469 (1994). Método de ensayo para determinar el esfuerzo de flexión del concreto (utilizando una viga simplemente soportada con cargas en los tercios de la luz). ASTM C.
40. ASTM C 469 (1994). Método de ensayo. Determinación del módulo de elasticidad estático y la relación de Poisson del concreto a compresión. ASTM C.

# ANEXOS

**ANEXO N°1**

**FICHA TÉCNICA**

**CEMENTO PORTLAND TIPO IC<sub>0</sub>**



# CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.

Calle La Colonia Nro.150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima  
Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad  
Teléfono 317 - 6000



SGC-REG-06-G0002  
Versión 01

## CEMENTO EXTRAFORTE

### Cemento Portland Compuesto Tipo ICo

Conforme a la NTP 334.090  
Pacasmayo, 20 de Julio del 2016

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.090
MgO	%	2.2	Máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	2.4	Máximo 4.0

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.090
Contenido de Aire	%	4	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.07	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm <sup>2</sup> /g	5640	NO ESPECIFICA
Retenido M325	%	4.2	NO ESPECIFICA
Densidad	g/mL	2.92	NO ESPECIFICA

#### Resistencia Compresión :

Resistencia Compresión a 3días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	23.4 (239)	Mínimo 13.0 (Mínimo 133)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	29.6 (302)	Mínimo 20.0 (Mínimo 204)
Resistencia Compresión a 28días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	36.7 (374)	Mínimo 25.0 (Mínimo 255)

#### Tiempo de Fraguado Vicat :

Fraguado Inicial	min	134	Mínimo 45
Fraguado Final	min	290	Máximo 420

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-06-2016 al 30-06-2016  
La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Mayo 2016

Ing. Ivanoff V. Rojas Tello

Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por : Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

# **ANEXO N°2**

## **DISEÑO DE MEZCLA**

# **ANEXO N° 2.1**

## **DISEÑO DE MEZCLA**

### **NO CORREGIDO**

## DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI

TESIS : INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

Tesistas: ISPILCO INFANTE JOSUÉ Código: 705599  
LÓPEZ ALAYA JESÚS ANDRÉS Código: 703644

Asesor: ING. CUBAS BECERRA ALEJANDRO

Cantera : RIO CHONTA

### CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO

Módulo de Rotura (MR)	<b>42</b>	kg / cm <sup>2</sup>
ACI 362	$MR \leq 2.58 \sqrt{f'c}$	
Resistencia a la compresión especificada del Concreto (f'c)	<b>265</b>	kg / cm <sup>2</sup>
K =	<b>1.15</b>	
Resistencia promedio a la compresión del Concreto (f'cr)	<b>304.76</b>	kg / cm <sup>2</sup>

### CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Peso específico de masa	2.59	Tamaño máximo nominal (Pulg.)	1
Absorción (%)	5.13	Peso seco compactado (kg / m <sup>3</sup> )	1554.53
Contenido de Humedad (%)	10.26	Peso específico de masa (gr/cm <sup>3</sup> )	2.60
Módulo de finura	3.08	Absorción (%)	1.45
		Contenido de Humedad (%)	1.57

### CEMENTO

Tipo de Cemento Portland a usar :	ASTM Tipo I co "Pacasmayo"
Peso Especifico :	2.92

### DISEÑO DE MEZCLA

Selección del Asentamiento :	Tipo de consistencia : Plástica		
	Asentamiento : 3" a 4"		
Tipo de Concreto a diseñar :	Concreto sin aire incorporado		
Volumen unitario de agua	<b>193.00</b>	lt / m <sup>3</sup>	
Contenido de aire total :	<b>1.50</b>	%	
<b>Relación Agua / Cemento :</b>	<b>0.54</b>		
Factor cemento :	Factor Cemento =	355.21	Kg / m <sup>3</sup>
	Factor Cemento =	8.36	Bolsas / m <sup>3</sup>
Contenido de Agregado Grueso	Agregado Grueso Seco Compactado por Unidad de Volumen del Concreto :		<b>0.64</b> m <sup>3</sup>
	Peso del Agregado Grueso :		998.25 Kg / m <sup>3</sup>
<b>Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los materiales</b>	Cemento :	0.122	m <sup>3</sup>
	Agua :	0.193	m <sup>3</sup>
	Aire :	0.015	m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso :	0.384	m <sup>3</sup>
	Suma de Volúmenes :	0.713	m <sup>3</sup>
<b>Contenido de Agregado Fino</b>	Volumen Absoluto de Agregado F	0.287	m <sup>3</sup>
	Peso del Agregado Fino seco	742	Kg / m <sup>3</sup>
<b>Cantidad de materiales a ser empleados como valores de diseño por m<sup>3</sup>.</b>	Cemento :	355.21	Kg / m <sup>3</sup>
	Agua de diseño :	193.00	lt / m <sup>3</sup>
	Agregado Fino seco :	742.00	Kg / m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso seco :	998.00	Kg / m <sup>3</sup>
<b>Cantidad de materiales en peso seco que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.</b>	Cemento :	42.50	Kg / saco
	Agua de diseño :	23.09	lt / saco
	Agregado Fino seco :	88.78	Kg / saco
	Agregado Grueso seco :	119.41	Kg / saco
<b>Proporción en peso de los materiales sin ser corregidos por Humedad del Agregado</b>	Cemento :	1	
	Agregado fino seco :	2.09	
	Agregado grueso seco :	2.81	
	Agua de Diseño :	23.1	lt / saco



CORRECCIÓN POR HUMEDAD USANDO EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI			
Contenido de Humedad de los Agregados :	Agregado Fino	: 10.26	%
	Agregado Grueso	: 1.57	%
Peso Húmedo de los Agregados :	Agregado Fino	: 818.00	Kg / m3
	Agregado Grueso	: 1014.00	Kg / m3
Humedad Superficial de los Agregados :	Agregado Fino	: 5.13	%
	Agregado Grueso	: 0.12	%
Aporte de Humedad de los Agregados :	Agregado Fino	: 38.08	lt / m3
	Agregado Grueso	: 1.15	lt / m3
	Aporte Total	: 39.23	lt / m3
Agua Efectiva :	Agua Efectiva	: 153.77	lt / m3
Peso de los materiales corregidos por humedad en las mezclas de prueba por m3.	Cemento	: 355.21	Kg / m3
	Agua Efectiva	: 153.77	lt / m3
	Agregado Fino Húmedo	: 818.00	Kg / m3
	Agregado Grueso Húmedo	: 1014.00	Kg / m3
Relación Agua / Cemento de Diseño :		0.54	
Relación Agua / Cemento Efectiva :		0.43	
Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.	Cemento	: 42.50	Kg / saco
	Agua Efectiva	: 18.40	lt / saco
	Agregado fino húmedo	: 97.87	Kg / saco
	Agregado grueso húmedo	: 121.32	Kg / saco
Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado	Cemento	: 1.00	
	Agregado fino húmedo	: 2.30	
	Agregado grueso húmedo	: 2.85	
	Agua Efectiva	: 0.43	

## DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI

<b>TESIS :</b>	INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS		
<b>Tesistas:</b>	ISPILCO INFANTE JOSUÉ	<b>Código:</b>	705599
	LÓPEZ ALAYA JESÚS ANDRÉS	<b>Código:</b>	703644
<b>Asesor:</b>	ING. CUBAS BECERRA ALEJANDRO		
<b>Cantera :</b>	RIO CHONTA		
<b>CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO</b>			
Módulo de Rotura (MR)	<b>45</b>		kg / cm <sup>2</sup>
ACI 362	$MR \leq 2.58 \sqrt{f'c}$		
Resistencia a la compresión especificada del Concreto (f'c)	<b>304</b>		kg / cm <sup>2</sup>
K =	<b>1.15</b>		
Resistencia promedio a la compresión del Concreto (f'cr)	<b>349.85</b>		kg / cm <sup>2</sup>
<b>CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES</b>			
<b>AGREGADO FINO</b>		<b>AGREGADO GRUESO</b>	
Peso específico de masa	2.59	Tamaño máximo nominal (Pulg.)	1
Absorción (%)	5.13	Peso seco compactado (kg / m <sup>3</sup> )	1554.53
Contenido de Humedad (%)	10.26	Peso específico de masa (gr/cm <sup>3</sup> )	2.60
Módulo de finura	3.08	Absorción (%)	1.45
		Contenido de Humedad (%)	1.57
<b>CEMENTO</b>			
Tipo de Cemento Portland a usar	ASTM Tipo I co "Pacasmayo"		
Peso Específico	<b>2.92</b>		
<b>DISEÑO DE MEZCLA</b>			
Selección del Asentamiento :	Tipo de consistencia : Plástica		
	Asentamiento : 3" a 4"		
Tipo de Concreto a diseñar :	Concreto sin aire incorporado		
Volumen unitario de agua	<b>193.00</b>		lt / m <sup>3</sup>
Contenido de aire total :	<b>1.50</b>		%
<b>Relación Agua / Cemento :</b>	<b>0.48</b>		
Factor cemento :	Factor Cemento =	401.91	Kg / m <sup>3</sup>
	Factor Cemento =	9.46	Bolsas / m <sup>3</sup>
Contenido de Agregado Grueso	Agregado Grueso Seco Compactado por Unidad de Volumen del Concreto :		<b>0.64</b> m <sup>3</sup>
	Peso del Agregado Grueso :		998.25 Kg / m <sup>3</sup>
<b>Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los materiales</b>	Cemento	:	0.138 m <sup>3</sup>
	Agua	:	0.193 m <sup>3</sup>
	Aire	:	0.015 m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso	:	0.384 m <sup>3</sup>
	Suma de Volúmenes	:	0.729 m <sup>3</sup>
<b>Contenido de Agregado Fino</b>	Volumen Absoluto de Agregado F	:	0.271 m <sup>3</sup>
	Peso del Agregado Fino seco	:	701 Kg / m <sup>3</sup>
<b>Cantidad de materiales a ser empleados como valores de diseño por m<sup>3</sup>.</b>	Cemento	:	401.91 Kg / m <sup>3</sup>
	Agua de diseño	:	193.00 lt / m <sup>3</sup>
	Agregado Fino seco	:	701.00 Kg / m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso seco	:	998.00 Kg / m <sup>3</sup>
<b>Cantidad de materiales en peso seco que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.</b>	Cemento	:	42.50 Kg / saco
	Agua de diseño	:	20.41 lt / saco
	Agregado Fino seco	:	74.13 Kg / saco
	Agregado Grueso seco	:	105.53 Kg / saco
<b>Proporción en peso de los materiales sin ser corregidos por Humedad del Agregado</b>	Cemento	:	1
	Agregado fino seco	:	1.74
	Agregado grueso seco	:	2.48
	Agua de Diseño	:	20.4 lt / saco

CORRECCIÓN POR HUMEDAD USANDO EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI			
Contenido de Humedad de los Agregados :	Agregado Fino	: 10.26	%
	Agregado Grueso	: 1.57	%
Peso Húmedo de los Agregados :	Agregado Fino	: 773.00	Kg / m3
	Agregado Grueso	: 1014.00	Kg / m3
Humedad Superficial de los Agregados :	Agregado Fino	: 5.13	%
	Agregado Grueso	: 0.12	%
Aporte de Humedad de los Agregados :	Agregado Fino	: 35.97	lt / m3
	Agregado Grueso	: 1.15	lt / m3
	Aporte Total	: 37.12	lt / m3
Agua Efectiva :	Agua Efectiva	: 155.88	lt / m3
Peso de los materiales corregidos por humedad en las mezclas de prueba por m3.	Cemento	: 401.91	Kg / m3
	Agua Efectiva	: 155.88	lt / m3
	Agregado Fino Húmedo	: 773.00	Kg / m3
	Agregado Grueso Húmedo	: 1014.00	Kg / m3
Relación Agua / Cemento de Diseño :		0.48	
Relación Agua / Cemento Efectiva :		0.39	
Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.	Cemento	: 42.50	Kg / saco
	Agua Efectiva	: 16.48	lt / saco
	Agregado fino húmedo	: 81.74	Kg / saco
	Agregado grueso húmedo	: 107.23	Kg / saco
Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado	Cemento	: 1.00	
	Agregado fino húmedo	: 1.92	
	Agregado grueso húmedo	: 2.52	
	Agua Efectiva	: 0.39	

## DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI

<b>TESIS :</b>	INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS		
<b>Tesistas:</b>	ISPILCO INFANTE JOSUÉ	<b>Código:</b>	705599
	LÓPEZ ALAYA JESÚS ANDRÉS	<b>Código:</b>	703644
<b>Asesor:</b>	ING. CUBAS BECERRA ALEJANDRO		
<b>Cantera :</b>	RIO MASHCON		
<b>CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO</b>			
Módulo de Rotura (MR)	<b>42</b>		kg / cm <sup>2</sup>
ACI 362	$MR \leq 2.58 \sqrt{f'c}$		
Resistencia a la compresión especificada del Concreto (f'c)	<b>265</b>		kg / cm <sup>2</sup>
K =	<b>1.15</b>		
Resistencia promedio a la compresión del Concreto (f'cr)	<b>304.76</b>		kg / cm <sup>2</sup>
<b>CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES</b>			
<b>AGREGADO FINO</b>		<b>AGREGADO GRUESO</b>	
Peso específico de masa	2.60	Tamaño máximo nominal (Pulg.)	1
Absorción (%)	4.41	Peso seco compactado (kg / m <sup>3</sup> )	1453.13
Contenido de Humedad (%)	11.48	Peso específico de masa (gr/cm <sup>3</sup> )	2.46
Módulo de finura	3.06	Absorción (%)	3.41
		Contenido de Humedad (%)	2.73
<b>CEMENTO</b>			
Tipo de Cemento Portland a usar :	ASTM Tipo I co "Pacasmayo"		
Peso Específico :	<b>2.92</b>		
<b>DISEÑO DE MEZCLA</b>			
Selección del Asentamiento :	Tipo de consistencia : Plástica		
	Asentamiento : 3" a 4"		
Tipo de Concreto a diseñar :	Concreto sin aire incorporado		
Volumen unitario de agua	<b>193.00</b>		lt / m <sup>3</sup>
Contenido de aire total :	<b>1.50</b>		%
<b>Relación Agua / Cemento :</b>	<b>0.54</b>		
Factor cemento :	Factor Cemento =	355.21	Kg / m <sup>3</sup>
	Factor Cemento =	8.36	Bolsas / m <sup>3</sup>
Contenido de Agregado Grueso	Agregado Grueso Seco Compactado por Unidad de Volumen del Concreto :		<b>0.64</b> m <sup>3</sup>
	Peso del Agregado Grueso :		935.53 Kg / m <sup>3</sup>
<b>Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los materiales</b>	Cemento :	0.122	m <sup>3</sup>
	Agua :	0.193	m <sup>3</sup>
	Aire :	0.015	m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso :	0.380	m <sup>3</sup>
	Suma de Volúmenes :	0.710	m <sup>3</sup>
<b>Contenido de Agregado Fino</b>	Volumen Absoluto de Agregado F	0.290	m <sup>3</sup>
	Peso del Agregado Fino seco	754	Kg / m <sup>3</sup>
<b>Cantidad de materiales a ser empleados como valores de diseño por m<sup>3</sup>.</b>	Cemento :	355.21	Kg / m <sup>3</sup>
	Agua de diseño :	193.00	lt / m <sup>3</sup>
	Agregado Fino seco :	754.00	Kg / m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso seco :	936.00	Kg / m <sup>3</sup>
<b>Cantidad de materiales en peso seco que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.</b>	Cemento :	42.50	Kg / saco
	Agua de diseño :	23.09	lt / saco
	Agregado Fino seco :	90.21	Kg / saco
	Agregado Grueso seco :	111.99	Kg / saco
<b>Proporción en peso de los materiales sin ser corregidos por Humedad del Agregado</b>	Cemento :	1	
	Agregado fino seco :	2.12	
	Agregado grueso seco :	2.64	
	Agua de Diseño :	23.1	lt / saco

CORRECCIÓN POR HUMEDAD USANDO EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI			
Contenido de Humedad de los Agregados :	Agregado Fino	: 11.48	%
	Agregado Grueso	: 2.73	%
Peso Húmedo de los Agregados :	Agregado Fino	: 841.00	Kg / m3
	Agregado Grueso	: 962.00	Kg / m3
Humedad Superficial de los Agregados :	Agregado Fino	: 7.07	%
	Agregado Grueso	: 0.68	%
Aporte de Humedad de los Agregados :	Agregado Fino	: 53.34	lt / m3
	Agregado Grueso	: 6.38	lt / m3
	Aporte Total	: 59.72	lt / m3
Agua Efectiva :	Agua Efectiva	: 133.28	lt / m3
Peso de los materiales corregidos por humedad en las mezclas de prueba por m3.	Cemento	: 355.21	Kg / m3
	Agua Efectiva	: 133.28	lt / m3
	Agregado Fino Húmedo	: 841.00	Kg / m3
	Agregado Grueso Húmedo	: 962.00	Kg / m3
Relación Agua / Cemento de Diseño :		0.54	
Relación Agua / Cemento Efectiva :		0.38	
Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.	Cemento	: 42.50	Kg / saco
	Agua Efectiva	: 15.95	lt / saco
	Agregado fino húmedo	: 100.62	Kg / saco
	Agregado grueso húmedo	: 115.10	Kg / saco
Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado	Cemento	: 1.00	
	Agregado fino húmedo	: 2.37	
	Agregado grueso húmedo	: 2.71	
	Agua Efectiva	: 0.38	

## DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI

<b>TESIS :</b>	INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS		
<b>Tesistas:</b>	ISPILCO INFANTE JOSUÉ	<b>Código:</b>	705599
	LÓPEZ ALAYA JESÚS ANDRÉS	<b>Código:</b>	703644
<b>Asesor:</b>	ING. CUBAS BECERRA ALEJANDRO		
<b>Cantera :</b>	RIO MASHCON		
<b>CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO</b>			
Módulo de Rotura (MR)	<b>45</b>		kg / cm <sup>2</sup>
ACI 362	$MR \leq 2.58 \sqrt{f'c}$		
Resistencia a la compresión especificada del Concreto (f'c)	<b>304</b>		kg / cm <sup>2</sup>
K =	<b>1.15</b>		
Resistencia promedio a la compresión del Concreto (f'cr)	<b>349.85</b>		kg / cm <sup>2</sup>
<b>CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES</b>			
<b>AGREGADO FINO</b>		<b>AGREGADO GRUESO</b>	
Peso específico de masa	2.60	Tamaño máximo nominal ( Pulg. )	1
Absorción (%)	4.41	Peso seco compactado ( kg / m <sup>3</sup> )	1453.13
Contenido de Humedad (%)	11.48	Peso específico de masa (gr/cm <sup>3</sup> )	2.46
Módulo de finura	3.06	Absorción (%)	3.41
		Contenido de Humedad (%)	2.73
<b>CEMENTO</b>			
Tipo de Cemento Portland a usar :	ASTM Tipo I co "Pacasmayo"		
Peso Especifico :	<b>2.92</b>		
<b>DISEÑO DE MEZCLA</b>			
Selección del Asentamiento :	Tipo de consistencia : Plástica		
	Asentamiento : 3" a 4"		
Tipo de Concreto a diseñar :	Concreto sin aire incorporado		
Volumen unitario de agua	<b>193.00</b>		lt / m <sup>3</sup>
Contenido de aire total :	<b>1.50</b>		%
<b>Relación Agua / Cemento :</b>	<b>0.48</b>		
Factor cemento :	Factor Cemento =	401.91	Kg / m <sup>3</sup>
	Factor Cemento =	9.46	Bolsas / m <sup>3</sup>
Contenido de Agregado Grueso	Agregado Grueso Seco Compactado por Unidad de Volumen del Concreto :		<b>0.64</b> m <sup>3</sup>
	Peso del Agregado Grueso :		935.53 Kg / m <sup>3</sup>
<b>Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los materiales</b>	Cemento :	0.138	m <sup>3</sup>
	Agua :	0.193	m <sup>3</sup>
	Aire :	0.015	m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso :	0.380	m <sup>3</sup>
	Suma de Volúmenes :	0.726	m <sup>3</sup>
<b>Contenido de Agregado Fino</b>	Volumen Absoluto de Agregado F	0.274	m <sup>3</sup>
	Peso del Agregado Fino seco	712	Kg / m <sup>3</sup>
<b>Cantidad de materiales a ser empleados como valores de diseño por m<sup>3</sup>.</b>	Cemento :	401.91	Kg / m <sup>3</sup>
	Agua de diseño :	193.00	lt / m <sup>3</sup>
	Agregado Fino seco :	712.00	Kg / m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso seco :	936.00	Kg / m <sup>3</sup>
<b>Cantidad de materiales en peso seco que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.</b>	Cemento :	42.50	Kg / saco
	Agua de diseño :	20.41	lt / saco
	Agregado Fino seco :	75.29	Kg / saco
	Agregado Grueso seco :	98.98	Kg / saco
<b>Proporción en peso de los materiales sin ser corregidos por Humedad del Agregado</b>	Cemento :	1	
	Agregado fino seco :	1.77	
	Agregado grueso seco :	2.33	
	Agua de Diseño :	20.4	lt / saco

CORRECCIÓN POR HUMEDAD USANDO EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI			
Contenido de Humedad de los Agregados :	Agregado Fino	: 11.48	%
	Agregado Grueso	: 2.73	%
Peso Húmedo de los Agregados :	Agregado Fino	: 794.00	Kg / m3
	Agregado Grueso	: 962.00	Kg / m3
Humedad Superficial de los Agregados :	Agregado Fino	: 7.07	%
	Agregado Grueso	: 0.68	%
Aporte de Humedad de los Agregados :	Agregado Fino	: 50.37	lt / m3
	Agregado Grueso	: 6.38	lt / m3
	Aporte Total	: 56.75	lt / m3
Agua Efectiva :	Agua Efectiva	: 136.25	lt / m3
Peso de los materiales corregidos por humedad en las mezclas de prueba por m3.	Cemento	: 401.91	Kg / m3
	Agua Efectiva	: 136.25	lt / m3
	Agregado Fino Húmedo	: 794.00	Kg / m3
	Agregado Grueso Húmedo	: 962.00	Kg / m3
Relación Agua / Cemento de Diseño :		0.48	
Relación Agua / Cemento Efectiva :		0.34	
Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.	Cemento	: 42.50	Kg / saco
	Agua Efectiva	: 14.41	lt / saco
	Agregado fino húmedo	: 83.96	Kg / saco
	Agregado grueso húmedo	: 101.73	Kg / saco
Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado	Cemento	: 1.00	
	Agregado fino húmedo	: 1.98	
	Agregado grueso húmedo	: 2.39	
	Agua Efectiva	: 0.34	

# **ANEXO N° 2.2**

## **DISEÑO DE MEZCLA**

### **CORREGIDO**



## DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI

<b>TESIS :</b>	INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS		
<b>Tesistas:</b>	ISPILCO INFANTE JOSUÉ	<b>Código:</b>	705599
	LÓPEZ ALAYA JESÚS ANDRÉS	<b>Código:</b>	703644
<b>Asesor:</b>	ING. CUBAS BECERRA ALEJANDRO		
<b>Cantera :</b>	RIO CHONTA		
<b>CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO</b>			
Módulo de Rotura (MR)	<b>42</b>		kg / cm <sup>2</sup>
ACI 362	$MR \leq 2.58 \sqrt{f'c}$		
Resistencia a la compresión especificada del Concreto (f'c)	<b>265</b>		kg / cm <sup>2</sup>
K =	<b>1.15</b>		
Resistencia promedio a la compresión del Concreto (f'cr)	<b>304.76</b>		kg / cm <sup>2</sup>
<b>CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES</b>			
<b>AGREGADO FINO</b>		<b>AGREGADO GRUESO</b>	
Peso específico de masa	2.59	Tamaño máximo nominal (Pulg.)	1
Absorción (%)	5.13	Peso seco compactado (kg / m <sup>3</sup> )	1554.53
Contenido de Humedad (%)	10.26	Peso específico de masa (gr/cm <sup>3</sup> )	2.60
Módulo de finura	3.08	Absorción (%)	1.45
		Contenido de Humedad (%)	1.57
<b>CEMENTO</b>			
Tipo de Cemento Portland a usar :	ASTM Tipo I co "Pacasmayo"		
Peso Específico :	<b>2.92</b>		
<b>DISEÑO DE MEZCLA</b>			
Selección del Asentamiento :	Tipo de consistencia : Plástica		
	Asentamiento : 3" a 4"		
Tipo de Concreto a diseñar :	Concreto sin aire incorporado		
Volumen unitario de agua	<b>193.00</b>		lt / m <sup>3</sup>
Contenido de aire total :	<b>1.50</b>		%
<b>Relación Agua / Cemento :</b>	<b>0.48</b>		
Factor cemento :	Factor Cemento =	398.66	Kg / m <sup>3</sup>
	Factor Cemento =	9.38	Bolsas / m <sup>3</sup>
Contenido de Agregado Grueso	Agregado Grueso Seco Compactado por Unidad de Volumen del Concreto :		<b>0.64</b> m <sup>3</sup>
	Peso del Agregado Grueso :		998.25 Kg / m <sup>3</sup>
<b>Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los materiales</b>	Cemento :	0.137	m <sup>3</sup>
	Agua :	0.193	m <sup>3</sup>
	Aire :	0.015	m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso :	0.384	m <sup>3</sup>
	Suma de Volúmenes :	0.728	m <sup>3</sup>
<b>Contenido de Agregado Fino</b>	Volumen Absoluto de Agregado F	0.272	m <sup>3</sup>
	Peso del Agregado Fino seco	704	Kg / m <sup>3</sup>
<b>Cantidad de materiales a ser empleados como valores de diseño por m<sup>3</sup>.</b>	Cemento :	398.66	Kg / m <sup>3</sup>
	Agua de diseño :	193.00	lt / m <sup>3</sup>
	Agregado Fino seco :	704.00	Kg / m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso seco :	998.00	Kg / m <sup>3</sup>
<b>Cantidad de materiales en peso seco que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.</b>	Cemento :	42.50	Kg / saco
	Agua de diseño :	20.58	lt / saco
	Agregado Fino seco :	75.05	Kg / saco
	Agregado Grueso seco :	106.39	Kg / saco
<b>Proporción en peso de los materiales sin ser corregidos por Humedad del Agregado</b>	Cemento :	1	
	Agregado fino seco :	1.77	
	Agregado grueso seco :	2.50	
	Agua de Diseño :	20.6	lt / saco

<b>CORRECCIÓN POR HUMEDAD USANDO EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI</b>			
<b>Contenido de Humedad de los Agregados :</b>	Agregado Fino	: 10.26	%
	Agregado Grueso	: 1.57	%
<b>Peso Húmedo de los Agregados :</b>	Agregado Fino	: 776.00	Kg / m3
	Agregado Grueso	: 1014.00	Kg / m3
<b>Humedad Superficial de los Agregados :</b>	Agregado Fino	: 5.13	%
	Agregado Grueso	: 0.12	%
<b>Aporte de Humedad de los Agregados :</b>	Agregado Fino	: 36.13	lt / m3
	Agregado Grueso	: 1.15	lt / m3
	Aporte Total	: 37.28	lt / m3
<b>Agua Efectiva :</b>	Agua Efectiva	: 155.72	lt / m3
<b>Peso de los materiales corregidos por humedad en las mezclas de prueba por m3.</b>	<b>Cemento</b>	<b>: 398.66</b>	<b>Kg / m3</b>
	<b>Agua Efectiva</b>	<b>: 155.72</b>	<b>lt / m3</b>
	<b>Agregado Fino Húmedo</b>	<b>: 776.00</b>	<b>Kg / m3</b>
	<b>Agregado Grueso Húmedo</b>	<b>: 1014.00</b>	<b>Kg / m3</b>
<b>Relación Agua / Cemento de Diseño :</b>		0.48	
<b>Relación Agua / Cemento Efectiva :</b>		0.39	
<b>Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.</b>	<b>Cemento</b>	<b>: 42.50</b>	<b>Kg / saco</b>
	<b>Agua Efectiva</b>	<b>: 16.60</b>	<b>lt / saco</b>
	<b>Agregado fino húmedo</b>	<b>: 82.73</b>	<b>Kg / saco</b>
	<b>Agregado grueso húmedo</b>	<b>: 108.10</b>	<b>Kg / saco</b>
<b>Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado</b>	<b>Cemento</b>	<b>: 1.00</b>	
	<b>Agregado fino húmedo</b>	<b>: 1.95</b>	
	<b>Agregado grueso húmedo</b>	<b>: 2.54</b>	
	<b>Agua Efectiva</b>	<b>: 0.39</b>	

## DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI

<b>TESIS :</b>	INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS		
<b>Tesistas:</b>	ISPILCO INFANTE JOSUÉ	<b>Código:</b>	705599
	LÓPEZ ALAYA JESÚS ANDRÉS	<b>Código:</b>	703644
<b>Asesor:</b>	ING. CUBAS BECERRA ALEJANDRO		
<b>Cantera :</b>	RIO CHONTA		
<b>CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO</b>			
Módulo de Rotura (MR)	<b>45</b>		kg / cm <sup>2</sup>
ACI 362	$MR \leq 2.58 \sqrt{f'c}$		
Resistencia a la compresión especificada del Concreto (f'c)	<b>304</b>		kg / cm <sup>2</sup>
K =	<b>1.15</b>		
Resistencia promedio a la compresión del Concreto (f'cr)	<b>349.85</b>		kg / cm <sup>2</sup>
<b>CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES</b>			
<b>AGREGADO FINO</b>		<b>AGREGADO GRUESO</b>	
Peso específico de masa	2.59	Tamaño máximo nominal (Pulg.)	1
Absorción (%)	5.13	Peso seco compactado (kg / m <sup>3</sup> )	1554.53
Contenido de Humedad (%)	10.26	Peso específico de masa (gr/cm <sup>3</sup> )	2.60
Módulo de finura	3.08	Absorción (%)	1.45
		Contenido de Humedad (%)	1.57
<b>CEMENTO</b>			
Tipo de Cemento Portland a usar :	ASTM Tipo I co "Pacasmayo"		
Peso Específico :	<b>2.92</b>		
<b>DISEÑO DE MEZCLA</b>			
Selección del Asentamiento :	Tipo de consistencia : Plástica		
	Asentamiento : 3" a 4"		
Tipo de Concreto a diseñar :	Concreto sin aire incorporado		
Volumen unitario de agua	<b>193.00</b>		lt / m <sup>3</sup>
Contenido de aire total :	<b>1.50</b>		%
<b>Relación Agua / Cemento :</b>	<b>0.42</b>		
Factor cemento :	Factor Cemento =	455.13	Kg / m <sup>3</sup>
	Factor Cemento =	10.71	Bolsas / m <sup>3</sup>
Contenido de Agregado Grueso	Agregado Grueso Seco Compactado por Unidad de Volumen del Concreto :		<b>0.64</b> m <sup>3</sup>
	Peso del Agregado Grueso :		998.25 Kg / m <sup>3</sup>
<b>Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los materiales</b>	Cemento :	0.156	m <sup>3</sup>
	Agua :	0.193	m <sup>3</sup>
	Aire :	0.015	m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso :	0.384	m <sup>3</sup>
	Suma de Volúmenes :	0.748	m <sup>3</sup>
<b>Contenido de Agregado Fino</b>	Volumen Absoluto de Agregado F	0.252	m <sup>3</sup>
	Peso del Agregado Fino seco	654	Kg / m <sup>3</sup>
<b>Cantidad de materiales a ser empleados como valores de diseño por m<sup>3</sup>.</b>	Cemento :	455.13	Kg / m <sup>3</sup>
	Agua de diseño :	193.00	lt / m <sup>3</sup>
	Agregado Fino seco :	654.00	Kg / m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso seco :	998.00	Kg / m <sup>3</sup>
<b>Cantidad de materiales en peso seco que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.</b>	Cemento :	42.50	Kg / saco
	Agua de diseño :	18.02	lt / saco
	Agregado Fino seco :	61.07	Kg / saco
	Agregado Grueso seco :	93.19	Kg / saco
<b>Proporción en peso de los materiales sin ser corregidos por Humedad del Agregado</b>	Cemento :	1	
	Agregado fino seco :	1.44	
	Agregado grueso seco :	2.19	
	Agua de Diseño :	18.0	lt / saco

CORRECCIÓN POR HUMEDAD USANDO EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI			
Contenido de Humedad de los Agregados :	Agregado Fino	: 10.26	%
	Agregado Grueso	: 1.57	%
Peso Húmedo de los Agregados :	Agregado Fino	: 721.00	Kg / m3
	Agregado Grueso	: 1014.00	Kg / m3
Humedad Superficial de los Agregados :	Agregado Fino	: 5.13	%
	Agregado Grueso	: 0.12	%
Aporte de Humedad de los Agregados :	Agregado Fino	: 33.56	lt / m3
	Agregado Grueso	: 1.15	lt / m3
	Aporte Total	: 34.71	lt / m3
Agua Efectiva :	Agua Efectiva	: 158.29	lt / m3
Peso de los materiales corregidos por humedad en las mezclas de prueba por m3.	Cemento	: 455.13	Kg / m3
	Agua Efectiva	: 158.29	lt / m3
	Agregado Fino Húmedo	: 721.00	Kg / m3
	Agregado Grueso Húmedo	: 1014.00	Kg / m3
Relación Agua / Cemento de Diseño :		0.42	
Relación Agua / Cemento Efectiva :		0.35	
Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.	Cemento	: 42.50	Kg / saco
	Agua Efectiva	: 14.78	lt / saco
	Agregado fino húmedo	: 67.33	Kg / saco
	Agregado grueso húmedo	: 94.69	Kg / saco
Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado	Cemento	: 1.00	
	Agregado fino húmedo	: 1.58	
	Agregado grueso húmedo	: 2.23	
	Agua Efectiva	: 0.35	

## DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI

<b>TESIS :</b>	INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS		
<b>Tesistas:</b>	ISPILCO INFANTE JOSUÉ	<b>Código:</b>	705599
	LÓPEZ ALAYA JESÚS ANDRÉS	<b>Código:</b>	703644
<b>Asesor:</b>	ING. CUBAS BECERRA ALEJANDRO		
<b>Cantera :</b>	RIO MASHCON		
<b>CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO</b>			
Módulo de Rotura (MR)	<b>42</b>		kg / cm <sup>2</sup>
ACI 362	$MR \leq 2.58 \sqrt{f'c}$		
Resistencia a la compresión especificada del Concreto (f'c)	<b>265</b>		kg / cm <sup>2</sup>
K =	<b>1.15</b>		
Resistencia promedio a la compresión del Concreto (f'cr)	<b>304.76</b>		kg / cm <sup>2</sup>
<b>CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES</b>			
<b>AGREGADO FINO</b>		<b>AGREGADO GRUESO</b>	
Peso específico de masa	2.60	Tamaño máximo nominal (Pulg.)	1
Absorción (%)	4.41	Peso seco compactado (kg / m <sup>3</sup> )	1453.13
Contenido de Humedad (%)	11.48	Peso específico de masa (gr/cm <sup>3</sup> )	2.46
Módulo de finura	3.06	Absorción (%)	3.41
		Contenido de Humedad (%)	2.73
<b>CEMENTO</b>			
Tipo de Cemento Portland a usar :	ASTM Tipo I co "Pacasmayo"		
Peso Específico :	<b>2.92</b>		
<b>DISEÑO DE MEZCLA</b>			
Selección del Asentamiento :	Tipo de consistencia : Plástica		
	Asentamiento : 3" a 4"		
Tipo de Concreto a diseñar :	Concreto sin aire incorporado		
Volumen unitario de agua	<b>193.00</b>		lt / m <sup>3</sup>
Contenido de aire total :	<b>1.50</b>		%
<b>Relación Agua / Cemento :</b>	<b>0.48</b>		
Factor cemento :	Factor Cemento =	402.12	Kg / m <sup>3</sup>
	Factor Cemento =	9.46	Bolsas / m <sup>3</sup>
Contenido de Agregado Grueso	Agregado Grueso Seco Compactado por Unidad de Volumen del Concreto :		<b>0.64</b> m <sup>3</sup>
	Peso del Agregado Grueso :		935.53 Kg / m <sup>3</sup>
<b>Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los materiales</b>	Cemento :	0.138	m <sup>3</sup>
	Agua :	0.193	m <sup>3</sup>
	Aire :	0.015	m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso :	0.380	m <sup>3</sup>
	Suma de Volúmenes :	0.726	m <sup>3</sup>
<b>Contenido de Agregado Fino</b>	Volumen Absoluto de Agregado F	0.274	m <sup>3</sup>
	Peso del Agregado Fino seco	712	Kg / m <sup>3</sup>
<b>Cantidad de materiales a ser empleados como valores de diseño por m<sup>3</sup>.</b>	Cemento :	402.12	Kg / m <sup>3</sup>
	Agua de diseño :	193.00	lt / m <sup>3</sup>
	Agregado Fino seco :	712.00	Kg / m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso seco :	936.00	Kg / m <sup>3</sup>
<b>Cantidad de materiales en peso seco que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.</b>	Cemento :	42.50	Kg / saco
	Agua de diseño :	20.40	lt / saco
	Agregado Fino seco :	75.25	Kg / saco
	Agregado Grueso seco :	98.93	Kg / saco
<b>Proporción en peso de los materiales sin ser corregidos por Humedad del Agregado</b>	Cemento :	1	
	Agregado fino seco :	1.77	
	Agregado grueso seco :	2.33	
	Agua de Diseño :	20.4	lt / saco

<b>CORRECCIÓN POR HUMEDAD USANDO EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI</b>			
<b>Contenido de Humedad de los Agregados :</b>	Agregado Fino	: 11.48	%
	Agregado Grueso	: 2.73	%
<b>Peso Húmedo de los Agregados :</b>	Agregado Fino	: 794.00	Kg / m3
	Agregado Grueso	: 962.00	Kg / m3
<b>Humedad Superficial de los Agregados :</b>	Agregado Fino	: 7.07	%
	Agregado Grueso	: 0.68	%
<b>Aporte de Humedad de los Agregados :</b>	Agregado Fino	: 50.37	lt / m3
	Agregado Grueso	: 6.38	lt / m3
	Aporte Total	: 56.75	lt / m3
<b>Agua Efectiva :</b>	Agua Efectiva	: 136.25	lt / m3
<b>Peso de los materiales corregidos por humedad en las mezclas de prueba por m3.</b>	<b>Cemento</b>	<b>: 402.12</b>	<b>Kg / m3</b>
	<b>Agua Efectiva</b>	<b>: 136.25</b>	<b>lt / m3</b>
	<b>Agregado Fino Húmedo</b>	<b>: 794.00</b>	<b>Kg / m3</b>
	<b>Agregado Grueso Húmedo</b>	<b>: 962.00</b>	<b>Kg / m3</b>
<b>Relación Agua / Cemento de Diseño :</b>		0.48	
<b>Relación Agua / Cemento Efectiva :</b>		0.34	
<b>Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.</b>	<b>Cemento</b>	<b>: 42.50</b>	<b>Kg / saco</b>
	<b>Agua Efectiva</b>	<b>: 14.40</b>	<b>lt / saco</b>
	<b>Agregado fino húmedo</b>	<b>: 83.92</b>	<b>Kg / saco</b>
	<b>Agregado grueso húmedo</b>	<b>: 101.67</b>	<b>Kg / saco</b>
<b>Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado</b>	<b>Cemento</b>	<b>: 1.00</b>	
	<b>Agregado fino húmedo</b>	<b>: 1.97</b>	
	<b>Agregado grueso húmedo</b>	<b>: 2.39</b>	
	<b>Agua Efectiva</b>	<b>: 0.34</b>	

## DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI

TESIS : INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

Tesistas: ISPILCO INFANTE JOSUÉ Código: 705599  
LÓPEZ ALAYA JESÚS ANDRÉS Código: 703644

Asesor: ING. CUBAS BECERRA ALEJANDRO

Cantera : RIO MASHCON

### CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO

Módulo de Rotura (MR)	45	kg / cm <sup>2</sup>
ACI 362	$MR \leq 2.58 \sqrt{f'c}$	
Resistencia a la compresión especificada del Concreto (f'c)	304	kg / cm <sup>2</sup>
K =	1.15	
Resistencia promedio a la compresión del Concreto (f'cr)	349.85	kg / cm <sup>2</sup>

### CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Peso específico de masa	2.60	Tamaño máximo nominal (Pulg.)	1
Absorción (%)	4.41	Peso seco compactado (kg / m <sup>3</sup> )	1453.13
Contenido de Humedad (%)	11.48	Peso específico de masa (gr/cm <sup>3</sup> )	2.46
Módulo de finura	3.06	Absorción (%)	3.41
		Contenido de Humedad (%)	2.73

### CEMENTO

Tipo de Cemento Portland a usar :	ASTM Tipo I co "Pacasmayo"
Peso Especifico :	2.92

### DISEÑO DE MEZCLA

Selección del Asentamiento :	Tipo de consistencia : Plástica		
	Asentamiento : 3" a 4"		
Tipo de Concreto a diseñar :	Concreto sin aire incorporado		
Volumen unitario de agua	193.00	lt / m <sup>3</sup>	
Contenido de aire total :	1.50	%	
<b>Relación Agua / Cemento :</b>	<b>0.42</b>		
Factor cemento :	Factor Cemento =	455.33	Kg / m <sup>3</sup>
	Factor Cemento =	10.71	Bolsas / m <sup>3</sup>
Contenido de Agregado Grueso	Agregado Grueso Seco Compactado por Unidad de Volumen del Concreto :	0.64	m <sup>3</sup>
	Peso del Agregado Grueso :	935.53	Kg / m <sup>3</sup>
Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los materiales	Cemento :	0.156	m <sup>3</sup>
	Agua :	0.193	m <sup>3</sup>
	Aire :	0.015	m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso :	0.380	m <sup>3</sup>
	Suma de Volúmenes :	0.744	m <sup>3</sup>
Contenido de Agregado Fino	Volumen Absoluto de Agregado F	0.256	m <sup>3</sup>
	Peso del Agregado Fino seco	665	Kg / m <sup>3</sup>
Cantidad de materiales a ser empleados como valores de diseño por m <sup>3</sup> .	Cemento :	455.33	Kg / m <sup>3</sup>
	Agua de diseño :	193.00	lt / m <sup>3</sup>
	Agregado Fino seco :	665.00	Kg / m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso seco :	936.00	Kg / m <sup>3</sup>
Cantidad de materiales en peso seco que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.	Cemento :	42.50	Kg / saco
	Agua de diseño :	18.01	lt / saco
	Agregado Fino seco :	62.07	Kg / saco
	Agregado Grueso seco :	87.37	Kg / saco
Proporción en peso de los materiales sin ser corregidos por Humedad del Agregado	Cemento :	1	
	Agregado fino seco :	1.46	
	Agregado grueso seco :	2.06	
	Agua de Diseño :	18.0	lt / saco

CORRECCIÓN POR HUMEDAD USANDO EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI			
Contenido de Humedad de los Agregados :	Agregado Fino	: 11.48	%
	Agregado Grueso	: 2.73	%
Peso Húmedo de los Agregados :	Agregado Fino	: 741.00	Kg / m3
	Agregado Grueso	: 962.00	Kg / m3
Humedad Superficial de los Agregados :	Agregado Fino	: 7.07	%
	Agregado Grueso	: 0.68	%
Aporte de Humedad de los Agregados :	Agregado Fino	: 47.05	lt / m3
	Agregado Grueso	: 6.38	lt / m3
	Aporte Total	: 53.43	lt / m3
Agua Efectiva :	Agua Efectiva	: 139.57	lt / m3
Peso de los materiales corregidos por humedad en las mezclas de prueba por m3.	Cemento	: 455.33	Kg / m3
	Agua Efectiva	: 139.57	lt / m3
	Agregado Fino Húmedo	: 741.00	Kg / m3
	Agregado Grueso Húmedo	: 962.00	Kg / m3
Relación Agua / Cemento de Diseño :		0.42	
Relación Agua / Cemento Efectiva :		0.31	
Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.	Cemento	: 42.50	Kg / saco
	Agua Efectiva	: 13.03	lt / saco
	Agregado fino húmedo	: 69.16	Kg / saco
	Agregado grueso húmedo	: 89.79	Kg / saco
Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado	Cemento	: 1.00	
	Agregado fino húmedo	: 1.63	
	Agregado grueso húmedo	: 2.11	
	Agua Efectiva	: 0.31	



# **ANEXO N° 3**

## **MÓDULOS DE ELASTICIDAD**

# **ANEXO N° 3.1**

## **MÓDULOS DE ELASTICIDAD**

### **CANTERA RÍO CHONTA**



**TESIS :**

**INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE  
MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS**

**MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO**

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERIA RÍO CHONTA

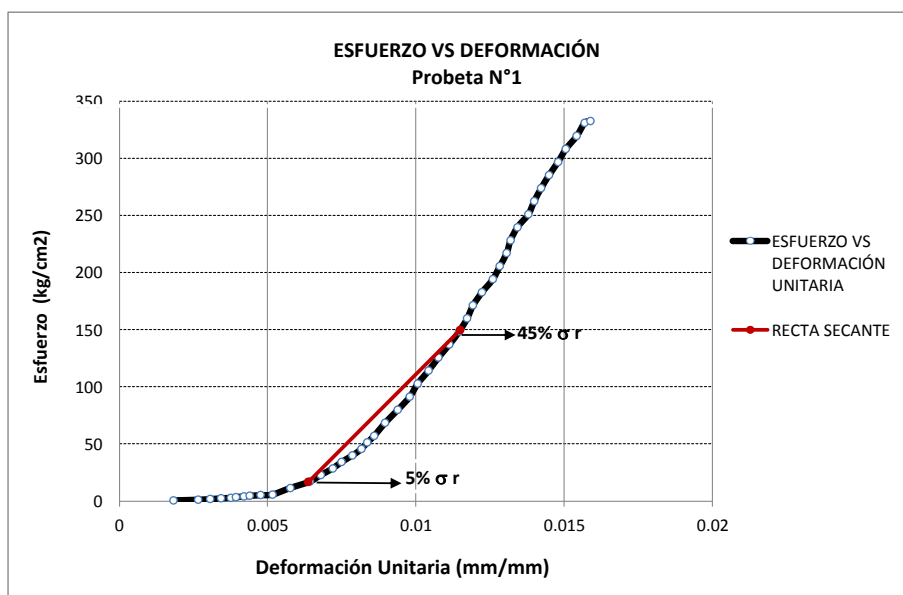
**f'c (diseño) : 265 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)**

**PROBETA N°**

1

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
300.20	14.94	175.23	58294	332.68	273592.73	260019.88

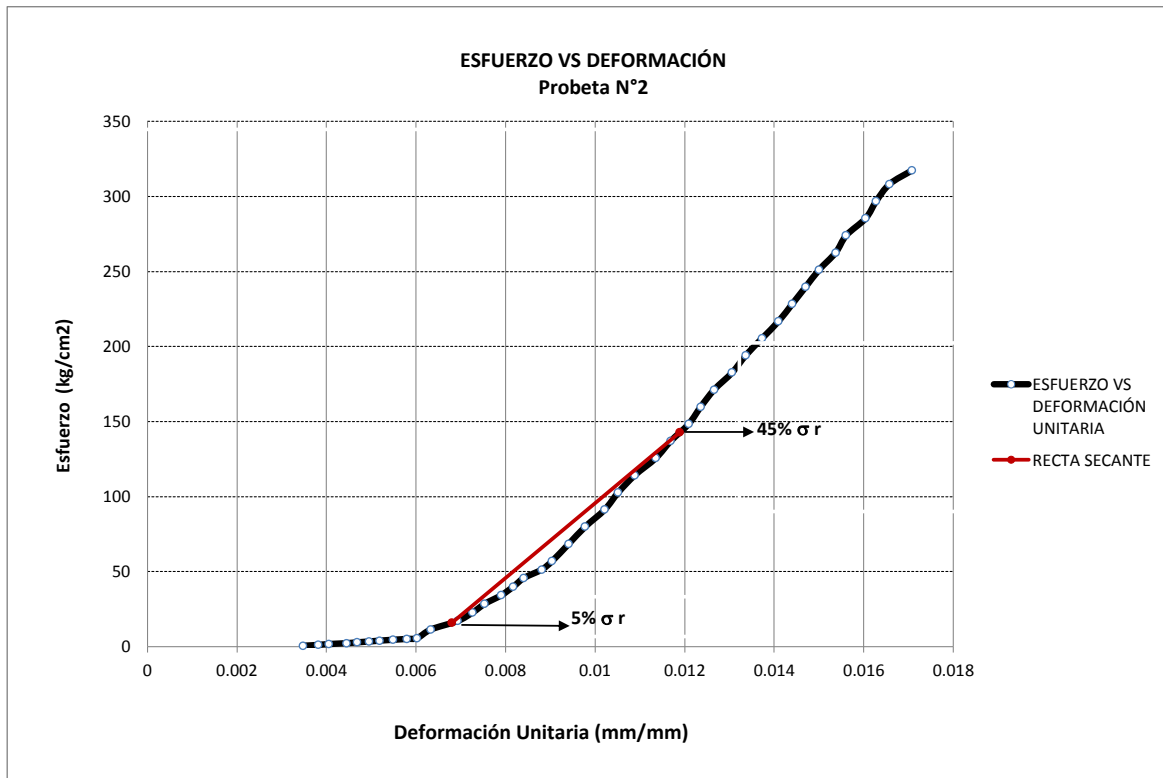
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.55	0.571	0.0018	20000	3.13	114.139	0.0104
200	0.80	1.141	0.0027	22000	3.23	125.553	0.0108
300	0.92	1.712	0.0031	24000	3.34	136.966	0.0111
400	1.03	2.283	0.0034	26000	3.44	148.380	0.0115
500	1.13	2.853	0.0038	28000	3.52	159.794	0.0117
600	1.18	3.424	0.0039	30000	3.58	171.208	0.0119
700	1.26	3.995	0.0042	32000	3.67	182.622	0.0122
800	1.32	4.566	0.0044	34000	3.78	194.036	0.0126
900	1.43	5.136	0.0048	36000	3.85	205.450	0.0128
1000	1.55	5.707	0.0052	38000	3.92	216.863	0.0131
2000	1.73	11.414	0.0058	40000	3.96	228.277	0.0132
3000	1.93	17.121	0.0064	42000	4.03	239.691	0.0134
4000	2.04	22.828	0.0068	44000	4.14	251.105	0.0138
5000	2.16	28.535	0.0072	46000	4.20	262.519	0.0140
6000	2.25	34.242	0.0075	48000	4.27	273.933	0.0142
7000	2.36	39.949	0.0079	50000	4.35	285.347	0.0145
8000	2.45	45.655	0.0082	52000	4.44	296.760	0.0148
9000	2.51	51.362	0.0084	54000	4.52	308.174	0.0151
10000	2.58	57.069	0.0086	56000	4.63	319.588	0.0154
12000	2.69	68.483	0.0090	58000	4.71	331.002	0.0157
14000	2.82	79.897	0.0094	58294	4.77	332.680	0.0159
16000	2.94	91.311	0.0098				
18000	3.02	102.725	0.0101				



**PROBETA N°** 2

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
298.53	14.93	175.15	55602	317.46	267260	249263

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	1.04	0.571	0.0035	20000	3.25	114.190	0.0109
200	1.14	1.142	0.0038	22000	3.39	125.609	0.0114
300	1.21	1.713	0.0041	24000	3.49	137.028	0.0117
400	1.33	2.284	0.0045	26000	3.61	148.446	0.0121
500	1.40	2.855	0.0047	28000	3.69	159.865	0.0124
600	1.48	3.426	0.0050	30000	3.78	171.284	0.0127
700	1.55	3.997	0.0052	32000	3.90	182.703	0.0131
800	1.64	4.568	0.0055	34000	3.99	194.122	0.0134
900	1.73	5.139	0.0058	36000	4.10	205.541	0.0137
1000	1.80	5.709	0.0060	38000	4.21	216.960	0.0141
2000	1.89	11.419	0.0063	40000	4.30	228.379	0.0144
3000	2.07	17.128	0.0069	42000	4.39	239.798	0.0147
4000	2.17	22.838	0.0073	44000	4.48	251.217	0.0150
5000	2.25	28.547	0.0075	46000	4.59	262.636	0.0154
6000	2.36	34.257	0.0079	48000	4.66	274.055	0.0156
7000	2.44	39.966	0.0082	50000	4.79	285.474	0.0160
8000	2.51	45.676	0.0084	52000	4.86	296.893	0.0163
9000	2.63	51.385	0.0088	54000	4.95	308.312	0.0166
10000	2.70	57.095	0.0090	55602	5.10	317.459	0.0171
12000	2.81	68.514	0.0094				
14000	2.92	79.933	0.0098				
16000	3.05	91.352	0.0102				
18000	3.14	102.771	0.0105				

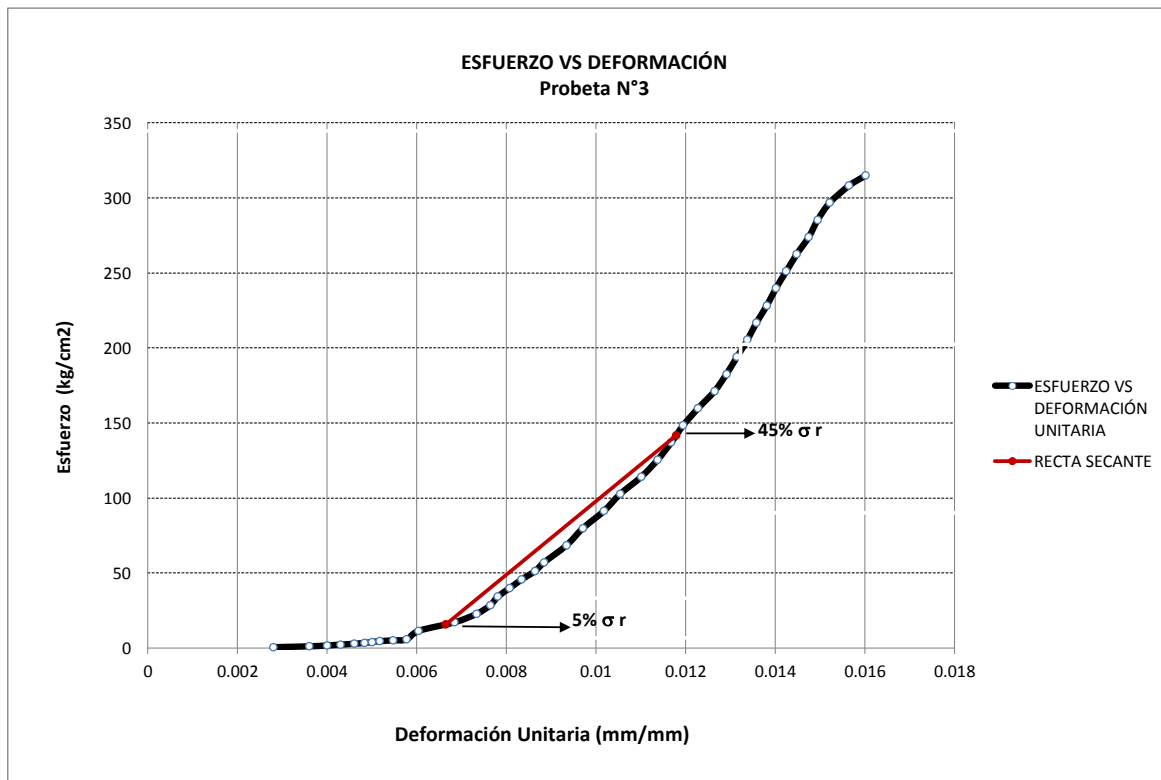


$\sigma_r = 317.46 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 15.87 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 142.86 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0068 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0119 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 249263 \text{ kg/cm}^2$

**PROBETA N°** 3

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
299.67	14.94	175.23	55184	314.93	266195	244953

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.84	0.571	0.0028	20000	3.30	114.139	0.0110
200	1.08	1.141	0.0036	22000	3.41	125.553	0.0114
300	1.20	1.712	0.0040	24000	3.50	136.966	0.0117
400	1.29	2.283	0.0043	26000	3.58	148.380	0.0119
500	1.38	2.853	0.0046	28000	3.68	159.794	0.0123
600	1.45	3.424	0.0048	30000	3.79	171.208	0.0126
700	1.50	3.995	0.0050	32000	3.87	182.622	0.0129
800	1.55	4.566	0.0052	34000	3.94	194.036	0.0131
900	1.64	5.136	0.0055	36000	4.01	205.450	0.0134
1000	1.73	5.707	0.0058	38000	4.07	216.863	0.0136
2000	1.81	11.414	0.0060	40000	4.14	228.277	0.0138
3000	2.05	17.121	0.0068	42000	4.20	239.691	0.0140
4000	2.20	22.828	0.0073	44000	4.27	251.105	0.0142
5000	2.29	28.535	0.0076	46000	4.34	262.519	0.0145
6000	2.34	34.242	0.0078	48000	4.42	273.933	0.0147
7000	2.42	39.949	0.0081	50000	4.48	285.347	0.0149
8000	2.50	45.655	0.0083	52000	4.56	296.760	0.0152
9000	2.59	51.362	0.0086	54000	4.69	308.174	0.0157
10000	2.65	57.069	0.0088	55184	4.80	314.931	0.0160
12000	2.80	68.483	0.0093				
14000	2.91	79.897	0.0097				
16000	3.05	91.311	0.0102				
18000	3.16	102.725	0.0105				

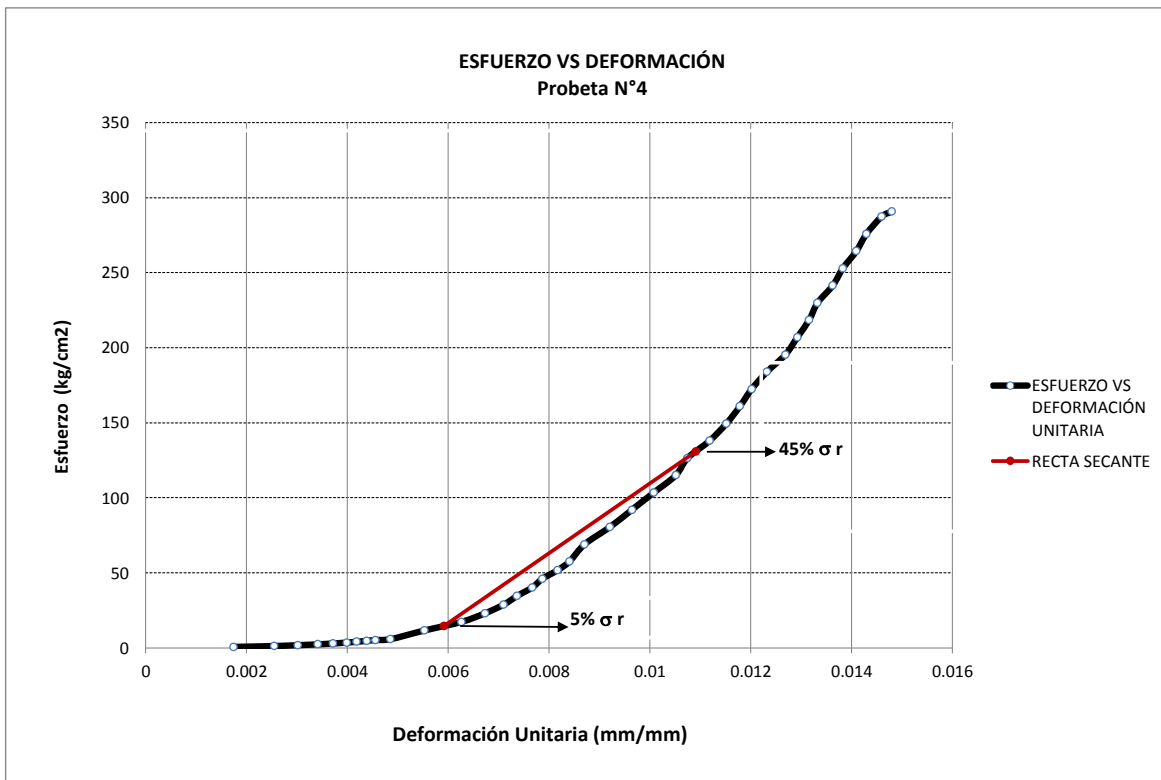


$\sigma_r = 314.93 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 15.75 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 141.72 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0066 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0118 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 244953 \text{ kg/cm}^2$

**PROBETA N°** 4

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
298.63	14.88	173.98	50577	290.71	255754	232591

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.52	0.575	0.0017	20000	3.14	114.958	0.0105
200	0.76	1.150	0.0025	22000	3.21	126.454	0.0107
300	0.90	1.724	0.0030	24000	3.34	137.950	0.0112
400	1.02	2.299	0.0034	26000	3.44	149.446	0.0115
500	1.11	2.874	0.0037	28000	3.52	160.941	0.0118
600	1.19	3.449	0.0040	30000	3.59	172.437	0.0120
700	1.25	4.024	0.0042	32000	3.68	183.933	0.0123
800	1.31	4.598	0.0044	34000	3.79	195.429	0.0127
900	1.36	5.173	0.0046	36000	3.86	206.925	0.0129
1000	1.45	5.748	0.0049	38000	3.93	218.420	0.0132
2000	1.65	11.496	0.0055	40000	3.98	229.916	0.0133
3000	1.87	17.244	0.0063	42000	4.07	241.412	0.0136
4000	2.01	22.992	0.0067	44000	4.13	252.908	0.0138
5000	2.12	28.740	0.0071	46000	4.21	264.404	0.0141
6000	2.20	34.487	0.0074	48000	4.27	275.900	0.0143
7000	2.29	40.235	0.0077	50000	4.36	287.395	0.0146
8000	2.35	45.983	0.0079	50577	4.42	290.712	0.0148
9000	2.44	51.731	0.0082				
10000	2.51	57.479	0.0084				
12000	2.60	68.975	0.0087				
14000	2.75	80.471	0.0092				
16000	2.88	91.967	0.0096				
18000	3.01	103.462	0.0101				

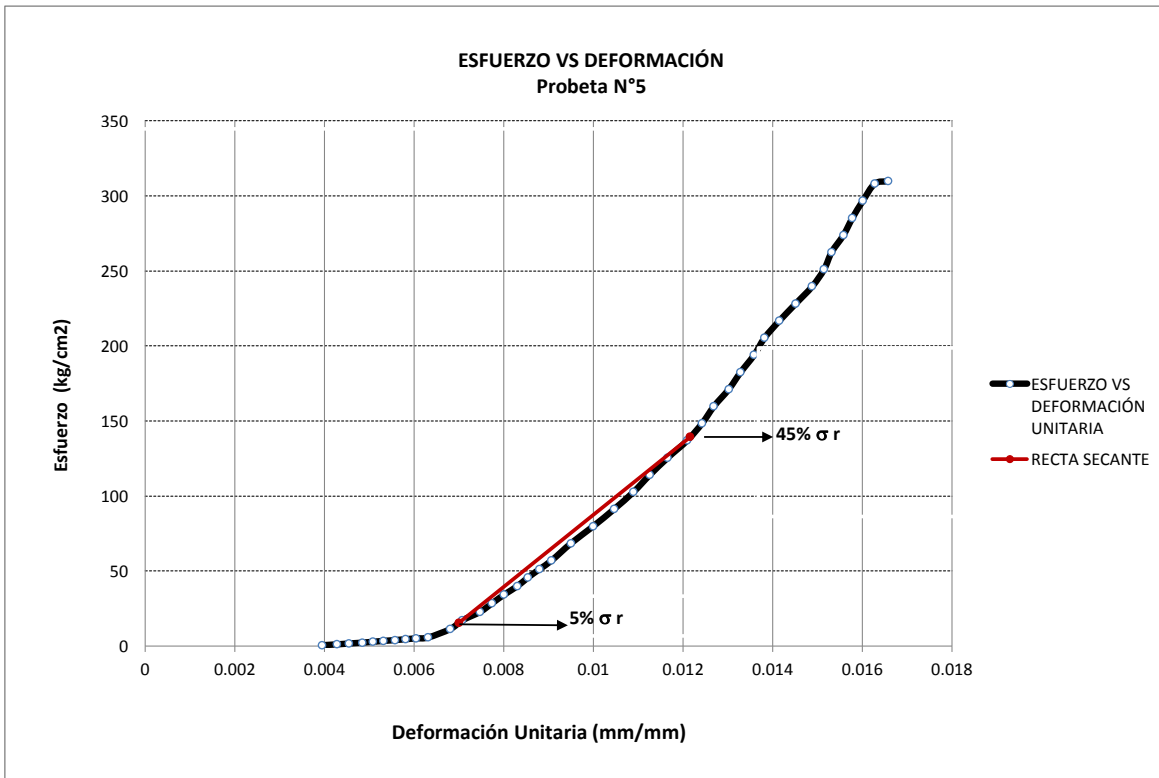


$\sigma_r = 290.71 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 14.54 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 130.82 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0059 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0109 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 232591 \text{ kg/cm}^2$

**PROBETA N°** 5

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
300.93	14.94	175.23	54290	309.83	264030	239938

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$ mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$ mm/mm
100	1.19	0.571	0.0040	20000	3.39	114.139	0.0113
200	1.29	1.141	0.0043	22000	3.51	125.553	0.0117
300	1.37	1.712	0.0046	24000	3.64	136.966	0.0121
400	1.46	2.283	0.0049	26000	3.74	148.380	0.0124
500	1.53	2.853	0.0051	28000	3.82	159.794	0.0127
600	1.60	3.424	0.0053	30000	3.92	171.208	0.0130
700	1.68	3.995	0.0056	32000	4.00	182.622	0.0133
800	1.75	4.566	0.0058	34000	4.09	194.036	0.0136
900	1.82	5.136	0.0060	36000	4.16	205.450	0.0138
1000	1.90	5.707	0.0063	38000	4.26	216.863	0.0142
2000	2.05	11.414	0.0068	40000	4.37	228.277	0.0145
3000	2.13	17.121	0.0071	42000	4.48	239.691	0.0149
4000	2.25	22.828	0.0075	44000	4.56	251.105	0.0152
5000	2.33	28.535	0.0077	46000	4.61	262.519	0.0153
6000	2.41	34.242	0.0080	48000	4.69	273.933	0.0156
7000	2.50	39.949	0.0083	50000	4.75	285.347	0.0158
8000	2.57	45.655	0.0085	52000	4.82	296.760	0.0160
9000	2.65	51.362	0.0088	54000	4.90	308.174	0.0163
10000	2.73	57.069	0.0091	54290	4.99	309.829	0.0166
12000	2.86	68.483	0.0095				
14000	3.01	79.897	0.0100				
16000	3.15	91.311	0.0105				
18000	3.28	102.725	0.0109				

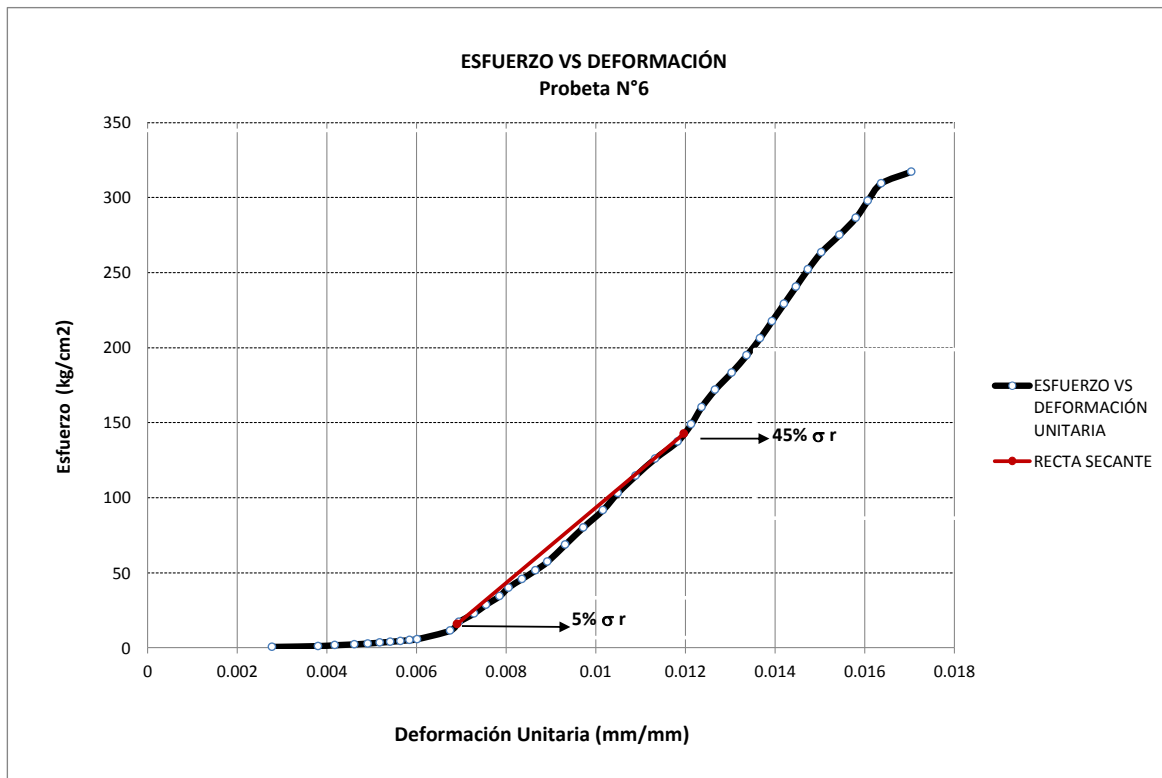


$\sigma_r = 309.83 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 15.49 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 139.42 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0070 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0122 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 239938 \text{ kg/cm}^2$

**PROBETA N°** 6

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
299.20	14.91	174.52	55362	317.22	267160	250594

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.83	0.573	0.0028	20000	3.26	114.599	0.0109
200	1.14	1.146	0.0038	22000	3.39	126.058	0.0113
300	1.25	1.719	0.0042	24000	3.54	137.518	0.0118
400	1.38	2.292	0.0046	26000	3.63	148.978	0.0121
500	1.47	2.865	0.0049	28000	3.70	160.438	0.0124
600	1.55	3.438	0.0052	30000	3.79	171.898	0.0127
700	1.62	4.011	0.0054	32000	3.90	183.358	0.0130
800	1.69	4.584	0.0056	34000	4.00	194.817	0.0134
900	1.75	5.157	0.0058	36000	4.09	206.277	0.0137
1000	1.80	5.730	0.0060	38000	4.17	217.737	0.0139
2000	2.02	11.460	0.0068	40000	4.25	229.197	0.0142
3000	2.08	17.190	0.0070	42000	4.33	240.657	0.0145
4000	2.18	22.920	0.0073	44000	4.41	252.117	0.0147
5000	2.26	28.650	0.0076	46000	4.50	263.577	0.0150
6000	2.35	34.380	0.0079	48000	4.62	275.036	0.0154
7000	2.41	40.109	0.0081	50000	4.73	286.496	0.0158
8000	2.50	45.839	0.0084	52000	4.81	297.956	0.0161
9000	2.59	51.569	0.0087	54000	4.90	309.416	0.0164
10000	2.67	57.299	0.0089	55362	5.10	317.220	0.0170
12000	2.79	68.759	0.0093				
14000	2.91	80.219	0.0097				
16000	3.04	91.679	0.0102				
18000	3.14	103.139	0.0105				



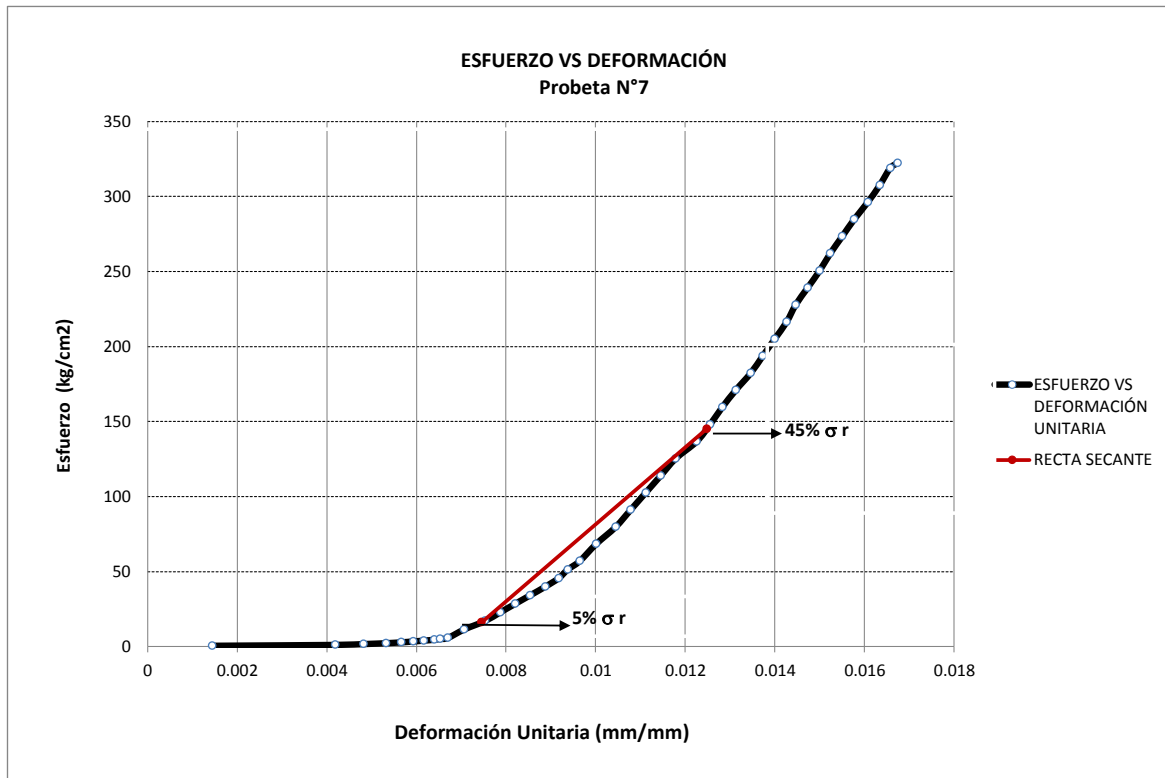
$\sigma_r = 317.22 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 15.86 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 142.75 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0069 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0120 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 250594 \text{ kg/cm}^2$



**PROBETA N°** 7

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
298.67	14.95	175.62	56607	322.33	269304	256713

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.43	0.569	0.0014	20000	3.42	113.884	0.0115
200	1.25	1.139	0.0042	22000	3.52	125.273	0.0118
300	1.44	1.708	0.0048	24000	3.66	136.661	0.0123
400	1.59	2.278	0.0053	26000	3.75	148.050	0.0126
500	1.69	2.847	0.0057	28000	3.83	159.438	0.0128
600	1.77	3.417	0.0059	30000	3.92	170.827	0.0131
700	1.84	3.986	0.0062	32000	4.02	182.215	0.0135
800	1.91	4.555	0.0064	34000	4.10	193.603	0.0137
900	1.95	5.125	0.0065	36000	4.18	204.992	0.0140
1000	2.00	5.694	0.0067	38000	4.26	216.380	0.0143
2000	2.11	11.388	0.0071	40000	4.32	227.769	0.0145
3000	2.25	17.083	0.0075	42000	4.40	239.157	0.0147
4000	2.35	22.777	0.0079	44000	4.48	250.546	0.0150
5000	2.45	28.471	0.0082	46000	4.55	261.934	0.0152
6000	2.55	34.165	0.0085	48000	4.63	273.322	0.0155
7000	2.65	39.860	0.0089	50000	4.71	284.711	0.0158
8000	2.74	45.554	0.0092	52000	4.80	296.099	0.0161
9000	2.80	51.248	0.0094	54000	4.88	307.488	0.0163
10000	2.88	56.942	0.0096	56000	4.95	318.876	0.0166
12000	2.99	68.331	0.0100	56607	5.00	322.333	0.0167
14000	3.12	79.719	0.0104				
16000	3.22	91.107	0.0108				
18000	3.32	102.496	0.0111				

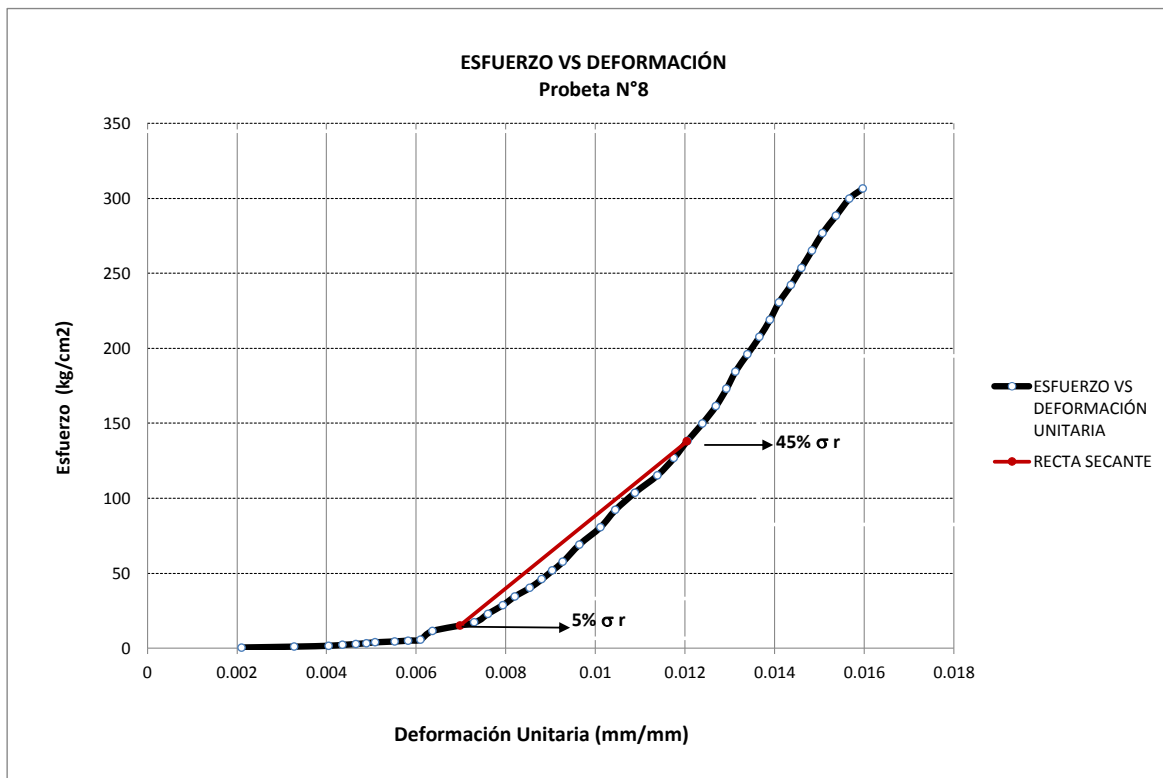


$\sigma_r = 322.33 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 16.12 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 145.05 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0075 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0125 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 256713 \text{ kg/cm}^2$

**PROBETA N°** 8

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
298.60	14.86	173.43	53155	306.49	262603	242076

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.63	0.577	0.0021	20000	3.40	115.319	0.0114
200	0.98	1.153	0.0033	22000	3.51	126.851	0.0118
300	1.21	1.730	0.0041	24000	3.60	138.383	0.0121
400	1.30	2.306	0.0044	26000	3.70	149.915	0.0124
500	1.39	2.883	0.0047	28000	3.79	161.447	0.0127
600	1.46	3.460	0.0049	30000	3.86	172.979	0.0129
700	1.52	4.036	0.0051	32000	3.92	184.511	0.0131
800	1.65	4.613	0.0055	34000	4.00	196.043	0.0134
900	1.74	5.189	0.0058	36000	4.08	207.575	0.0137
1000	1.82	5.766	0.0061	38000	4.15	219.107	0.0139
2000	1.90	11.532	0.0064	40000	4.21	230.639	0.0141
3000	2.18	17.298	0.0073	42000	4.29	242.171	0.0144
4000	2.27	23.064	0.0076	44000	4.36	253.703	0.0146
5000	2.37	28.830	0.0079	46000	4.43	265.235	0.0148
6000	2.45	34.596	0.0082	48000	4.50	276.767	0.0151
7000	2.55	40.362	0.0085	50000	4.59	288.299	0.0154
8000	2.63	46.128	0.0088	52000	4.68	299.831	0.0157
9000	2.70	51.894	0.0090	53155	4.77	306.490	0.0160
10000	2.77	57.660	0.0093				
12000	2.88	69.192	0.0096				
14000	3.02	80.724	0.0101				
16000	3.12	92.256	0.0104				
18000	3.25	103.787	0.0109				

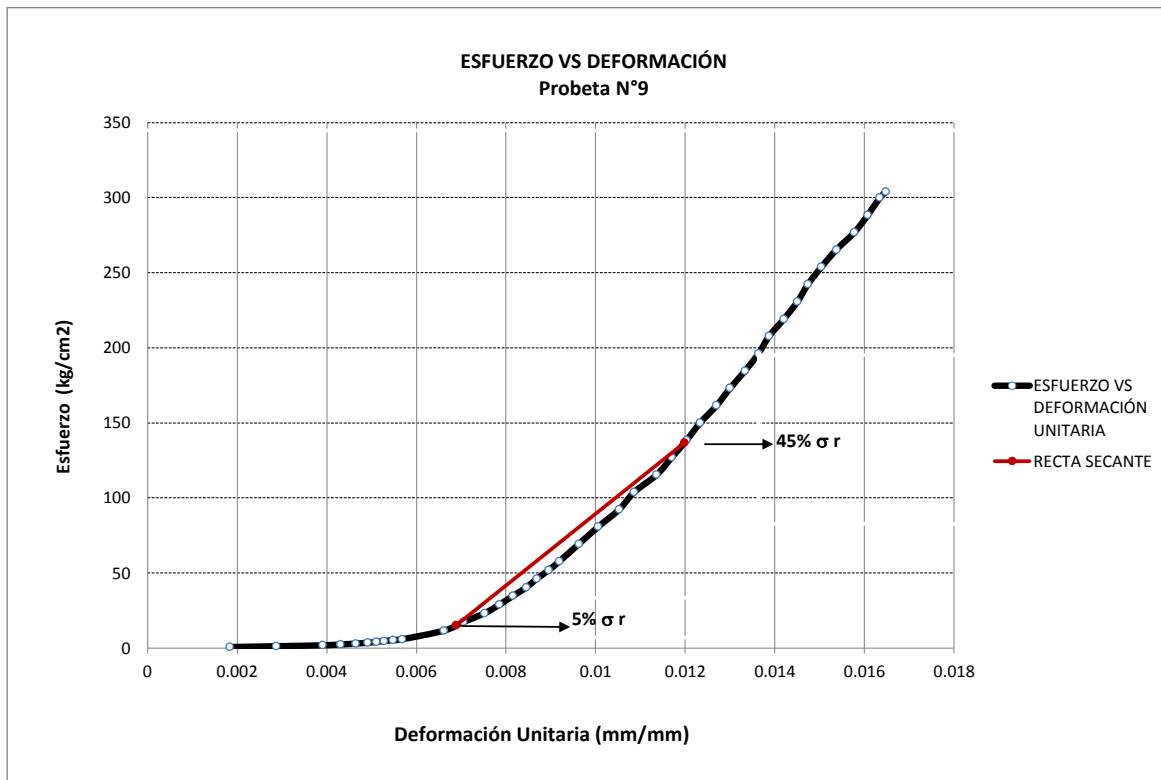


$\sigma_r = 306.49 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 15.32 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 137.92 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0070 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0120 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 242076 \text{ kg/cm}^2$

**PROBETA N°** 9

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
299.20	14.86	173.35	52675	303.86	261473	238809

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.55	0.577	0.0018	20000	3.40	115.371	0.0114
200	0.86	1.154	0.0029	22000	3.50	126.908	0.0117
300	1.17	1.731	0.0039	24000	3.60	138.445	0.0120
400	1.29	2.307	0.0043	26000	3.69	149.983	0.0123
500	1.39	2.884	0.0046	28000	3.80	161.520	0.0127
600	1.47	3.461	0.0049	30000	3.89	173.057	0.0130
700	1.53	4.038	0.0051	32000	3.99	184.594	0.0133
800	1.58	4.615	0.0053	34000	4.08	196.131	0.0136
900	1.64	5.192	0.0055	36000	4.15	207.668	0.0139
1000	1.70	5.769	0.0057	38000	4.25	219.205	0.0142
2000	1.98	11.537	0.0066	40000	4.34	230.742	0.0145
3000	2.11	17.306	0.0071	42000	4.41	242.279	0.0147
4000	2.25	23.074	0.0075	44000	4.50	253.817	0.0150
5000	2.35	28.843	0.0079	46000	4.60	265.354	0.0154
6000	2.44	34.611	0.0082	48000	4.72	276.891	0.0158
7000	2.53	40.380	0.0085	50000	4.81	288.428	0.0161
8000	2.60	46.148	0.0087	52000	4.89	299.965	0.0163
9000	2.68	51.917	0.0090	52675	4.93	303.859	0.0165
10000	2.75	57.686	0.0092				
12000	2.88	69.223	0.0096				
14000	3.01	80.760	0.0101				
16000	3.15	92.297	0.0105				
18000	3.25	103.834	0.0109				

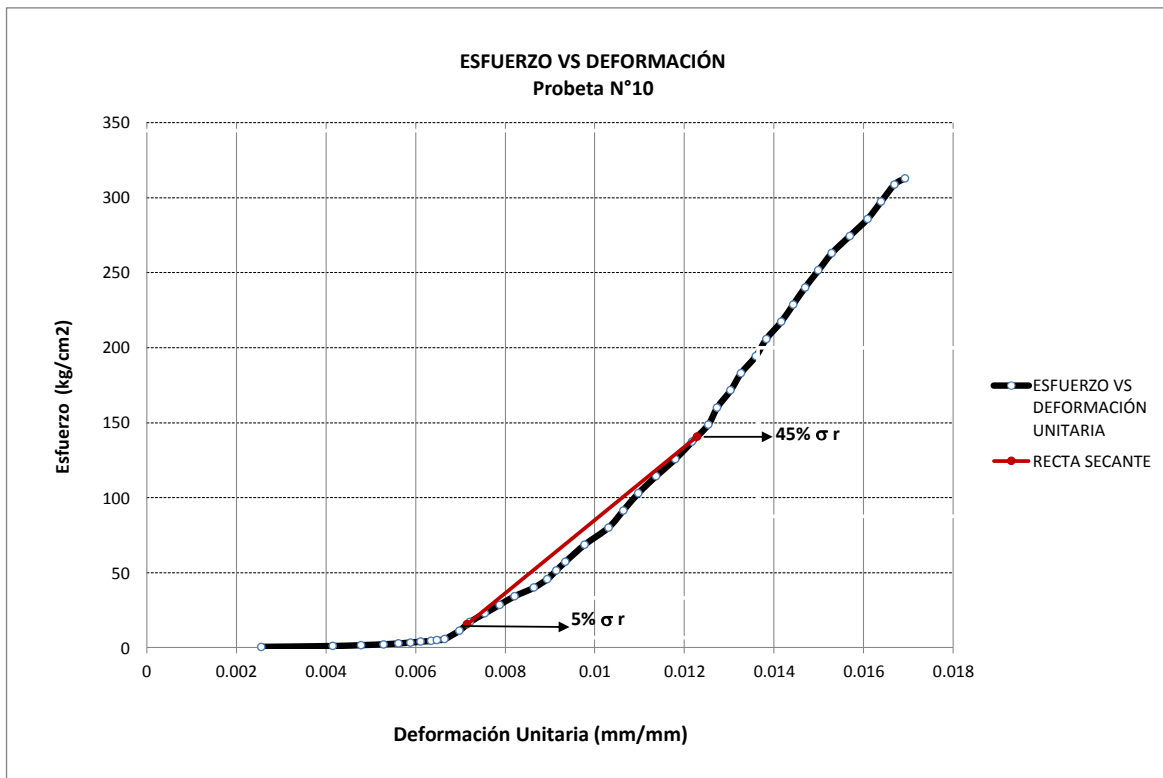


$\sigma_r = 303.86 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 15.19 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 136.74 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0069 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0120 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 238809 \text{ kg/cm}^2$

**PROBETA N°** 10

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
300.80	14.92	174.91	54716	312.82	265300	243975

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$ mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$ mm/mm
100	0.77	0.572	0.0026	20000	3.42	114.343	0.0114
200	1.25	1.143	0.0042	22000	3.55	125.777	0.0118
300	1.44	1.715	0.0048	24000	3.66	137.211	0.0122
400	1.59	2.287	0.0053	26000	3.77	148.646	0.0125
500	1.69	2.859	0.0056	28000	3.83	160.080	0.0127
600	1.77	3.430	0.0059	30000	3.92	171.514	0.0130
700	1.84	4.002	0.0061	32000	3.99	182.948	0.0133
800	1.91	4.574	0.0063	34000	4.09	194.383	0.0136
900	1.95	5.145	0.0065	36000	4.16	205.817	0.0138
1000	2.00	5.717	0.0066	38000	4.26	217.251	0.0142
2000	2.10	11.434	0.0070	40000	4.34	228.685	0.0144
3000	2.17	17.151	0.0072	42000	4.42	240.120	0.0147
4000	2.27	22.869	0.0075	44000	4.51	251.554	0.0150
5000	2.37	28.586	0.0079	46000	4.60	262.988	0.0153
6000	2.47	34.303	0.0082	48000	4.72	274.422	0.0157
7000	2.60	40.020	0.0086	50000	4.84	285.857	0.0161
8000	2.69	45.737	0.0089	52000	4.93	297.291	0.0164
9000	2.75	51.454	0.0091	54000	5.02	308.725	0.0167
10000	2.81	57.171	0.0093	54716	5.09	312.819	0.0169
12000	2.94	68.606	0.0098				
14000	3.10	80.040	0.0103				
16000	3.20	91.474	0.0106				
18000	3.30	102.908	0.0110				

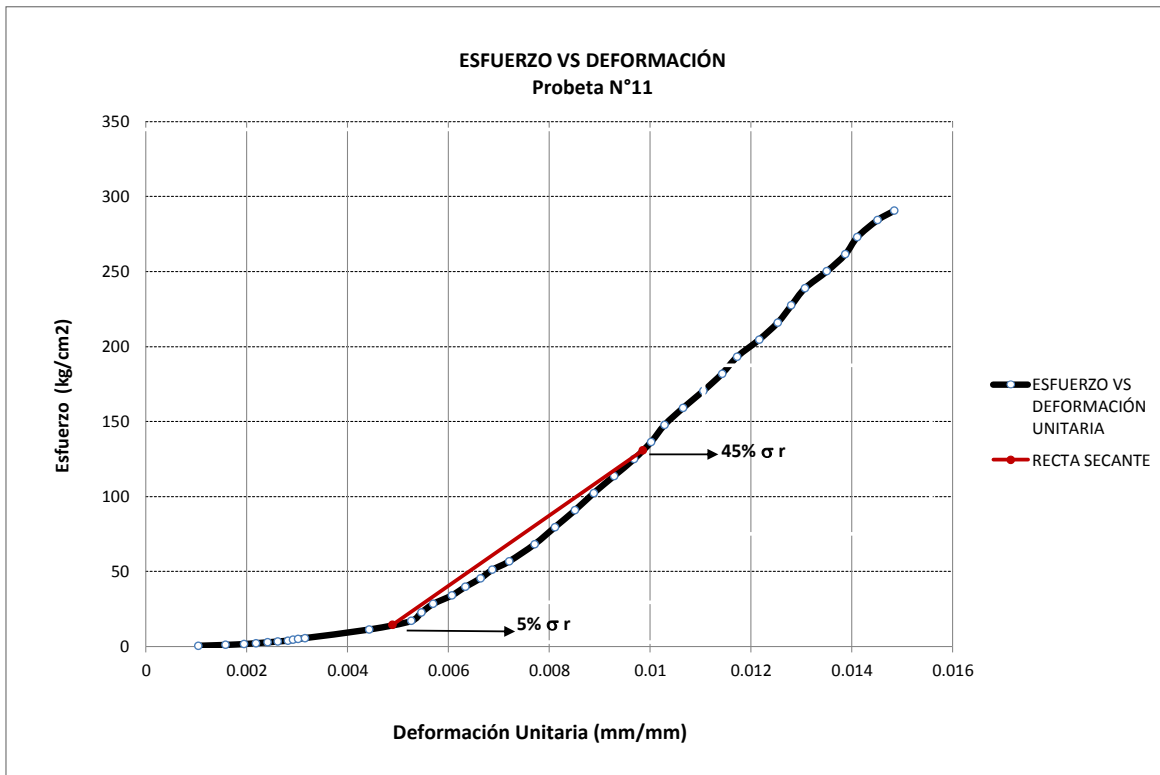


$\sigma_r = 312.82 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 15.64 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 140.77 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0072 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0123 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 243975 \text{ kg/cm}^2$

**PROBETA N°** 11

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
298.40	14.97	175.93	51120	290.57	255692	234151

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.31	0.568	0.0010	20000	2.77	113.682	0.0093
200	0.47	1.137	0.0016	22000	2.89	125.050	0.0097
300	0.58	1.705	0.0019	24000	2.99	136.418	0.0100
400	0.65	2.274	0.0022	26000	3.07	147.786	0.0103
500	0.72	2.842	0.0024	28000	3.18	159.154	0.0107
600	0.78	3.410	0.0026	30000	3.30	170.522	0.0111
700	0.84	3.979	0.0028	32000	3.41	181.890	0.0114
800	0.87	4.547	0.0029	34000	3.50	193.259	0.0117
900	0.90	5.116	0.0030	36000	3.63	204.627	0.0122
1000	0.94	5.684	0.0032	38000	3.74	215.995	0.0125
2000	1.32	11.368	0.0044	40000	3.82	227.363	0.0128
3000	1.57	17.052	0.0053	42000	3.90	238.731	0.0131
4000	1.63	22.736	0.0055	44000	4.03	250.099	0.0135
5000	1.70	28.420	0.0057	46000	4.14	261.468	0.0139
6000	1.81	34.104	0.0061	48000	4.21	272.836	0.0141
7000	1.89	39.789	0.0063	50000	4.33	284.204	0.0145
8000	1.98	45.473	0.0066	51120	4.43	290.570	0.0148
9000	2.05	51.157	0.0069				
10000	2.15	56.841	0.0072				
12000	2.30	68.209	0.0077				
14000	2.42	79.577	0.0081				
16000	2.54	90.945	0.0085				
18000	2.65	102.313	0.0089				

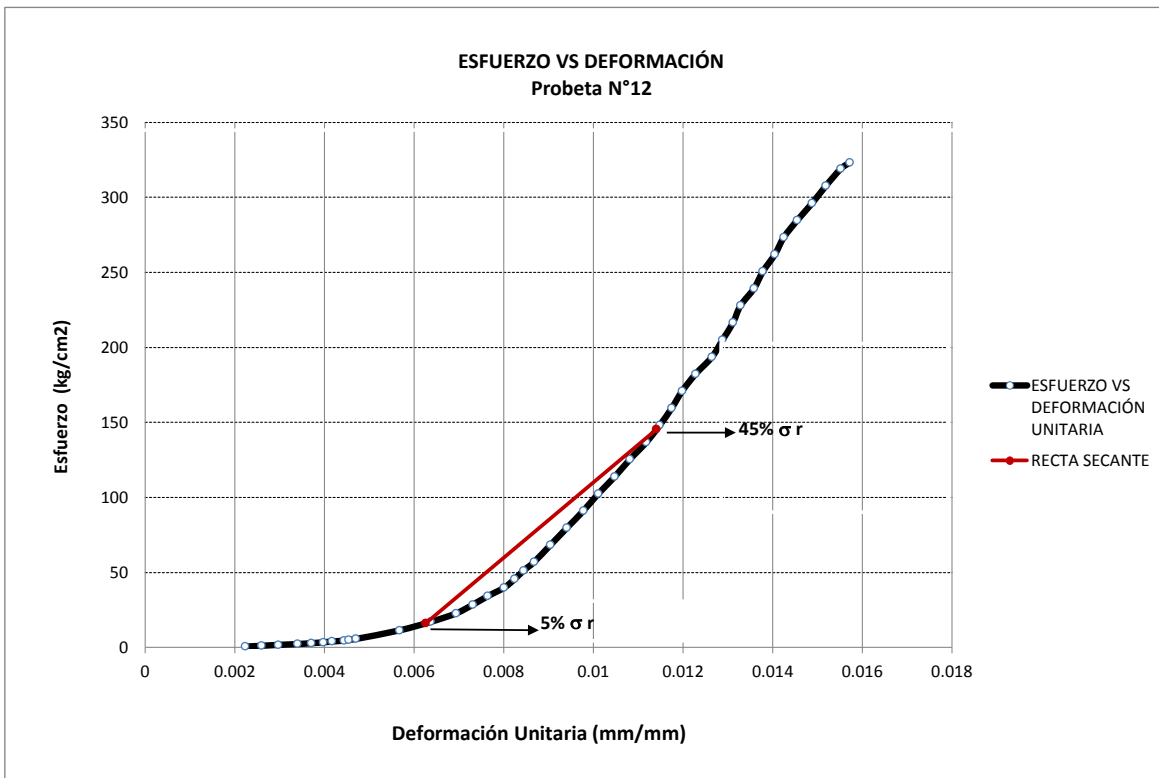


$\sigma_r = 290.57 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 14.53 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 130.76 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0049 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0099 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 234151 \text{ kg/cm}^2$

**PROBETA N°** 12

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
299.57	14.95	175.54	56731	323.18	269659	250957

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.67	0.570	0.0022	20000	3.14	113.935	0.0105
200	0.78	1.139	0.0026	22000	3.24	125.329	0.0108
300	0.89	1.709	0.0030	24000	3.35	136.722	0.0112
400	1.02	2.279	0.0034	26000	3.44	148.116	0.0115
500	1.11	2.848	0.0037	28000	3.52	159.509	0.0118
600	1.19	3.418	0.0040	30000	3.59	170.903	0.0120
700	1.25	3.988	0.0042	32000	3.68	182.296	0.0123
800	1.33	4.557	0.0044	34000	3.79	193.690	0.0127
900	1.36	5.127	0.0045	36000	3.86	205.083	0.0129
1000	1.41	5.697	0.0047	38000	3.93	216.477	0.0131
2000	1.70	11.394	0.0057	40000	3.98	227.870	0.0133
3000	1.91	17.090	0.0064	42000	4.07	239.264	0.0136
4000	2.08	22.787	0.0069	44000	4.13	250.657	0.0138
5000	2.19	28.484	0.0073	46000	4.21	262.051	0.0141
6000	2.29	34.181	0.0076	48000	4.27	273.444	0.0143
7000	2.40	39.877	0.0080	50000	4.36	284.838	0.0146
8000	2.47	45.574	0.0082	52000	4.46	296.231	0.0149
9000	2.53	51.271	0.0084	54000	4.55	307.625	0.0152
10000	2.60	56.968	0.0087	56000	4.65	319.018	0.0155
12000	2.71	68.361	0.0090	56731	4.71	323.183	0.0157
14000	2.82	79.755	0.0094				
16000	2.93	91.148	0.0098				
18000	3.03	102.542	0.0101				



$\sigma_r = 323.18 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 16.16 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 145.43 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0063 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0114 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 250957 \text{ kg/cm}^2$



**TESIS :**

**INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE  
MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS**

**MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO**

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERIA RÍO CHONTA

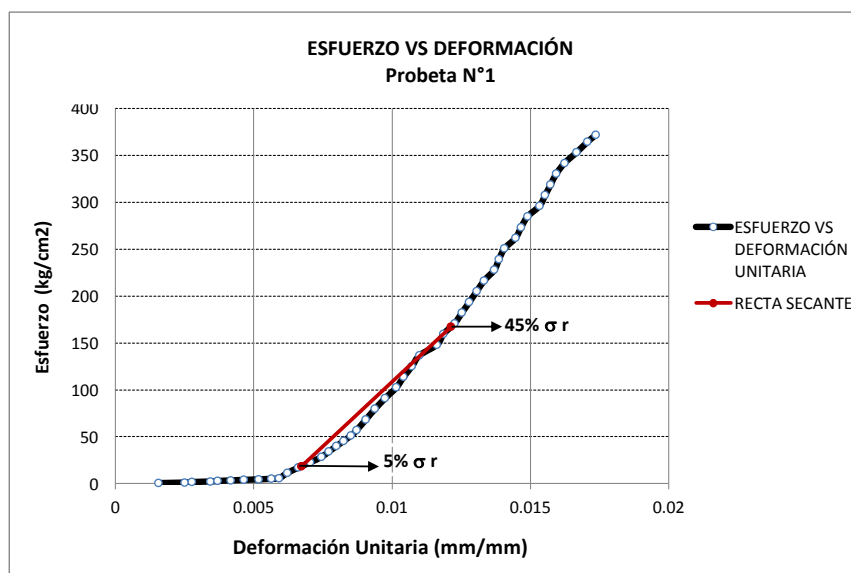
**f'c (diseño) : 304 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)**

**PROBETA N°**

**1**

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
299.30	14.95	175.54	65295	371.97	289296.61	275135

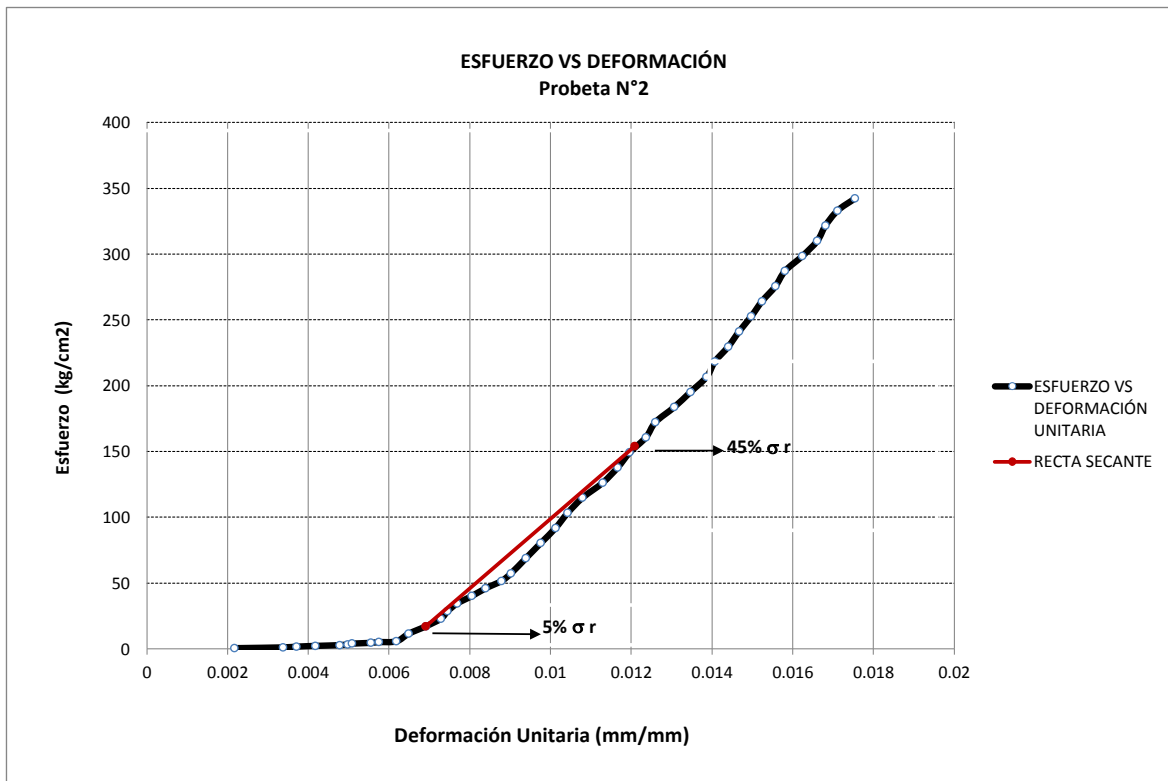
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.47	0.570	0.0016	22000	3.21	125.328	0.0107
200	0.75	1.139	0.0025	24000	3.29	136.721	0.0110
300	0.83	1.709	0.0028	26000	3.48	148.115	0.0116
400	1.03	2.279	0.0034	28000	3.55	159.508	0.0119
500	1.11	2.848	0.0037	30000	3.67	170.901	0.0123
600	1.25	3.418	0.0042	32000	3.75	182.295	0.0125
700	1.39	3.988	0.0046	34000	3.83	193.688	0.0128
800	1.55	4.557	0.0052	36000	3.91	205.082	0.0131
900	1.69	5.127	0.0056	38000	3.99	216.475	0.0133
1000	1.77	5.697	0.0059	40000	4.10	227.868	0.0137
2000	1.86	11.393	0.0062	42000	4.15	239.262	0.0139
3000	1.98	17.090	0.0066	44000	4.21	250.655	0.0141
4000	2.11	22.787	0.0070	46000	4.33	262.049	0.0145
5000	2.23	28.484	0.0075	48000	4.39	273.442	0.0147
6000	2.31	34.180	0.0077	50000	4.46	284.836	0.0149
7000	2.39	39.877	0.0080	52000	4.59	296.229	0.0153
8000	2.47	45.574	0.0083	54000	4.65	307.622	0.0155
9000	2.55	51.270	0.0085	56000	4.71	319.016	0.0157
10000	2.61	56.967	0.0087	58000	4.77	330.409	0.0159
12000	2.71	68.361	0.0091	60000	4.86	341.803	0.0162
14000	2.81	79.754	0.0094	62000	4.99	353.196	0.0167
16000	2.92	91.147	0.0098	64000	5.11	364.590	0.0171
18000	3.04	102.541	0.0102	65295	5.20	371.967	0.0174
20000	3.12	113.934	0.0104				



**PROBETA N°** 2

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
299.20	14.89	174.13	59616	342.36	277544	264393

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.65	0.574	0.0022	22000	3.38	126.340	0.0113
200	1.01	1.149	0.0034	24000	3.49	137.825	0.0117
300	1.11	1.723	0.0037	26000	3.58	149.311	0.0120
400	1.25	2.297	0.0042	28000	3.70	160.796	0.0124
500	1.43	2.871	0.0048	30000	3.77	172.282	0.0126
600	1.49	3.446	0.0050	32000	3.91	183.767	0.0131
700	1.52	4.020	0.0051	34000	4.03	195.253	0.0135
800	1.66	4.594	0.0055	36000	4.15	206.738	0.0139
900	1.72	5.168	0.0057	38000	4.21	218.224	0.0141
1000	1.85	5.743	0.0062	40000	4.31	229.709	0.0144
2000	1.94	11.485	0.0065	42000	4.39	241.194	0.0147
3000	2.07	17.228	0.0069	44000	4.48	252.680	0.0150
4000	2.18	22.971	0.0073	46000	4.56	264.165	0.0152
5000	2.23	28.714	0.0075	48000	4.66	275.651	0.0156
6000	2.30	34.456	0.0077	50000	4.73	287.136	0.0158
7000	2.41	40.199	0.0081	52000	4.86	298.622	0.0162
8000	2.51	45.942	0.0084	54000	4.97	310.107	0.0166
9000	2.63	51.685	0.0088	56000	5.03	321.593	0.0168
10000	2.70	57.427	0.0090	58000	5.12	333.078	0.0171
12000	2.81	68.913	0.0094	59616	5.25	342.358	0.0175
14000	2.92	80.398	0.0098				
16000	3.03	91.884	0.0101				
18000	3.12	103.369	0.0104				
20000	3.23	114.854	0.0108				



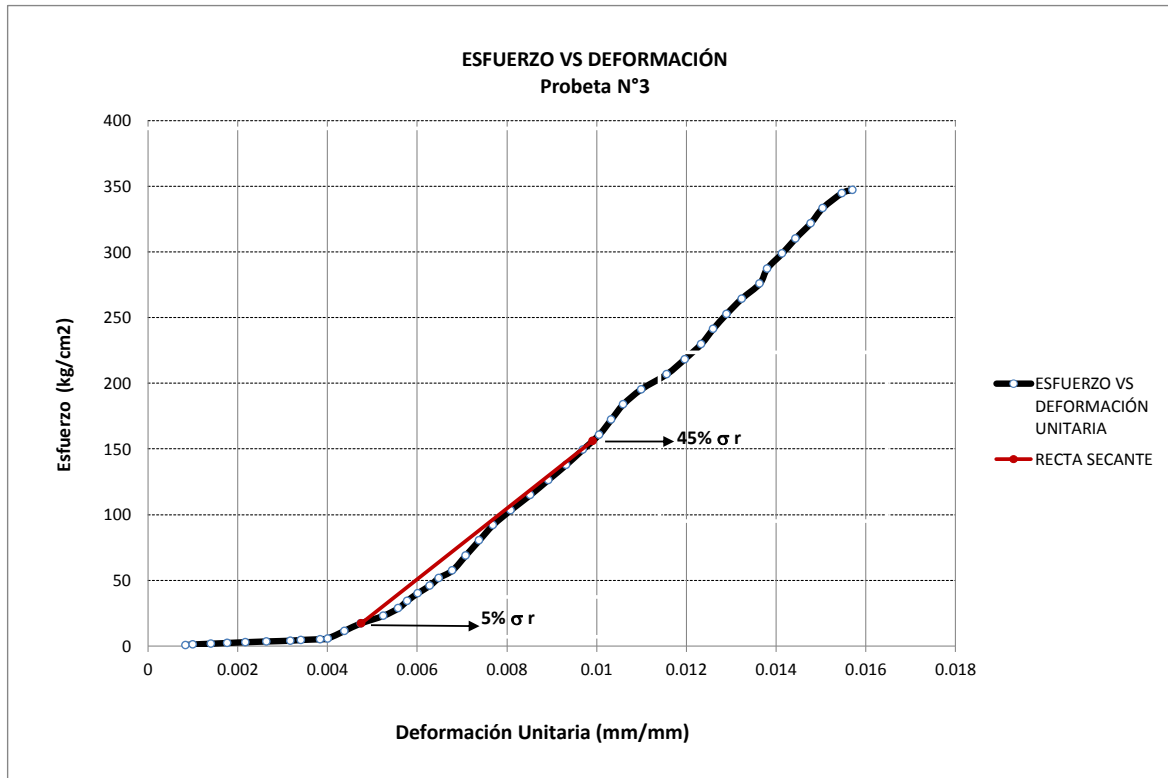
$\sigma_r = 342.36 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 17.12 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 154.06 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0069 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0121 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 264393 \text{ kg/cm}^2$



**PROBETA N°** 3

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
299.17	14.89	174.05	60425	347.16	279484	269356

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.25	0.575	0.0008	22000	2.67	126.397	0.0089
200	0.30	1.149	0.0010	24000	2.79	137.888	0.0093
300	0.42	1.724	0.0014	26000	2.90	149.378	0.0097
400	0.53	2.298	0.0018	28000	3.01	160.869	0.0101
500	0.65	2.873	0.0022	30000	3.09	172.360	0.0103
600	0.79	3.447	0.0026	32000	3.17	183.850	0.0106
700	0.95	4.022	0.0032	34000	3.29	195.341	0.0110
800	1.02	4.596	0.0034	36000	3.46	206.832	0.0116
900	1.15	5.171	0.0038	38000	3.58	218.322	0.0120
1000	1.20	5.745	0.0040	40000	3.69	229.813	0.0123
2000	1.31	11.491	0.0044	42000	3.77	241.304	0.0126
3000	1.42	17.236	0.0047	44000	3.86	252.794	0.0129
4000	1.57	22.981	0.0052	46000	3.96	264.285	0.0132
5000	1.67	28.727	0.0056	48000	4.08	275.775	0.0136
6000	1.73	34.472	0.0058	50000	4.13	287.266	0.0138
7000	1.80	40.217	0.0060	52000	4.23	298.757	0.0141
8000	1.88	45.963	0.0063	54000	4.32	310.247	0.0144
9000	1.94	51.708	0.0065	56000	4.42	321.738	0.0148
10000	2.03	57.453	0.0068	58000	4.50	333.229	0.0150
12000	2.12	68.944	0.0071	60000	4.63	344.719	0.0155
14000	2.21	80.435	0.0074	60425	4.70	347.161	0.0157
16000	2.30	91.925	0.0077				
18000	2.42	103.416	0.0081				
20000	2.55	114.906	0.0085				

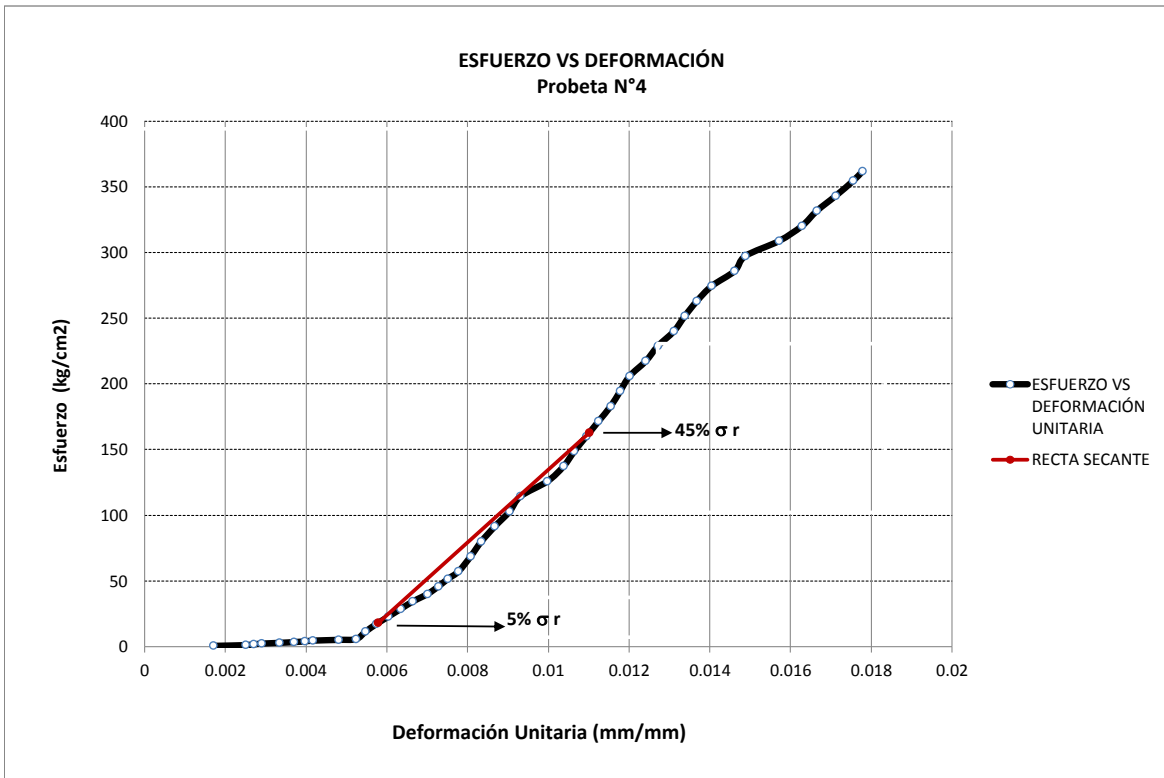


$\sigma_r = 347.16 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 17.36 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 156.22 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0048 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0099 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 269356 \text{ kg/cm}^2$

**PROBETA N°** 4

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
299.70	14.92	174.92	63282	361.78	285309	276828

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$ mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$ mm/mm
100	0.51	0.572	0.0017	22000	2.99	125.774	0.0100
200	0.75	1.143	0.0025	24000	3.11	137.208	0.0104
300	0.81	1.715	0.0027	26000	3.19	148.642	0.0106
400	0.87	2.287	0.0029	28000	3.28	160.076	0.0109
500	1.00	2.858	0.0033	30000	3.37	171.510	0.0112
600	1.11	3.430	0.0037	32000	3.46	182.944	0.0115
700	1.19	4.002	0.0040	34000	3.53	194.378	0.0118
800	1.25	4.574	0.0042	36000	3.60	205.812	0.0120
900	1.44	5.145	0.0048	38000	3.72	217.246	0.0124
1000	1.57	5.717	0.0052	40000	3.81	228.680	0.0127
2000	1.64	11.434	0.0055	42000	3.93	240.114	0.0131
3000	1.72	17.151	0.0057	44000	4.01	251.548	0.0134
4000	1.81	22.868	0.0060	46000	4.10	262.981	0.0137
5000	1.90	28.585	0.0063	48000	4.21	274.415	0.0140
6000	1.99	34.302	0.0066	50000	4.38	285.849	0.0146
7000	2.10	40.019	0.0070	52000	4.46	297.283	0.0149
8000	2.18	45.736	0.0073	54000	4.71	308.717	0.0157
9000	2.25	51.453	0.0075	56000	4.88	320.151	0.0163
10000	2.33	57.170	0.0078	58000	4.99	331.585	0.0166
12000	2.42	68.604	0.0081	60000	5.13	343.019	0.0171
14000	2.50	80.038	0.0083	62000	5.26	354.453	0.0176
16000	2.60	91.472	0.0087	63282	5.33	361.782	0.0178
18000	2.71	102.906	0.0090				
20000	2.79	114.340	0.0093				

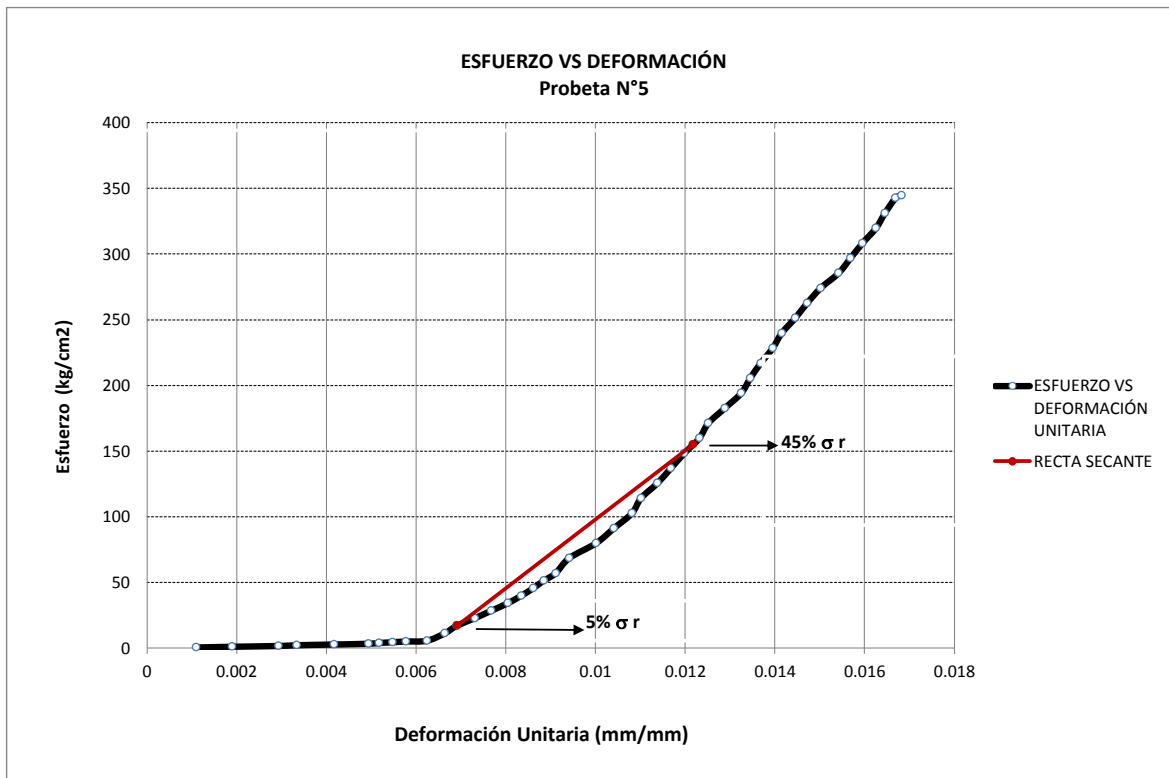


$\sigma_r = 361.78 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 18.09 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 162.80 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0058 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0110 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 276828 \text{ kg/cm}^2$

**PROBETA N°** 5

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
299.60	14.93	175.15	60375	344.71	278495	262087

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.33	0.571	0.0011	22000	3.41	125.608	0.0114
200	0.57	1.142	0.0019	24000	3.50	137.027	0.0117
300	0.88	1.713	0.0029	26000	3.59	148.446	0.0120
400	1.00	2.284	0.0033	28000	3.69	159.865	0.0123
500	1.25	2.855	0.0042	30000	3.75	171.284	0.0125
600	1.48	3.426	0.0049	32000	3.86	182.702	0.0129
700	1.55	3.997	0.0052	34000	3.97	194.121	0.0133
800	1.64	4.568	0.0055	36000	4.03	205.540	0.0135
900	1.73	5.139	0.0058	38000	4.10	216.959	0.0137
1000	1.87	5.709	0.0062	40000	4.18	228.378	0.0140
2000	1.99	11.419	0.0066	42000	4.24	239.797	0.0142
3000	2.07	17.128	0.0069	44000	4.33	251.216	0.0145
4000	2.19	22.838	0.0073	46000	4.41	262.635	0.0147
5000	2.30	28.547	0.0077	48000	4.50	274.054	0.0150
6000	2.41	34.257	0.0080	50000	4.62	285.473	0.0154
7000	2.50	39.966	0.0083	52000	4.70	296.892	0.0157
8000	2.58	45.676	0.0086	54000	4.78	308.311	0.0160
9000	2.65	51.385	0.0088	56000	4.87	319.729	0.0163
10000	2.73	57.095	0.0091	58000	4.93	331.148	0.0165
12000	2.82	68.513	0.0094	60000	5.00	342.567	0.0167
14000	3.00	79.932	0.0100	60375	5.04	344.708	0.0168
16000	3.12	91.351	0.0104				
18000	3.24	102.770	0.0108				
20000	3.30	114.189	0.0110				

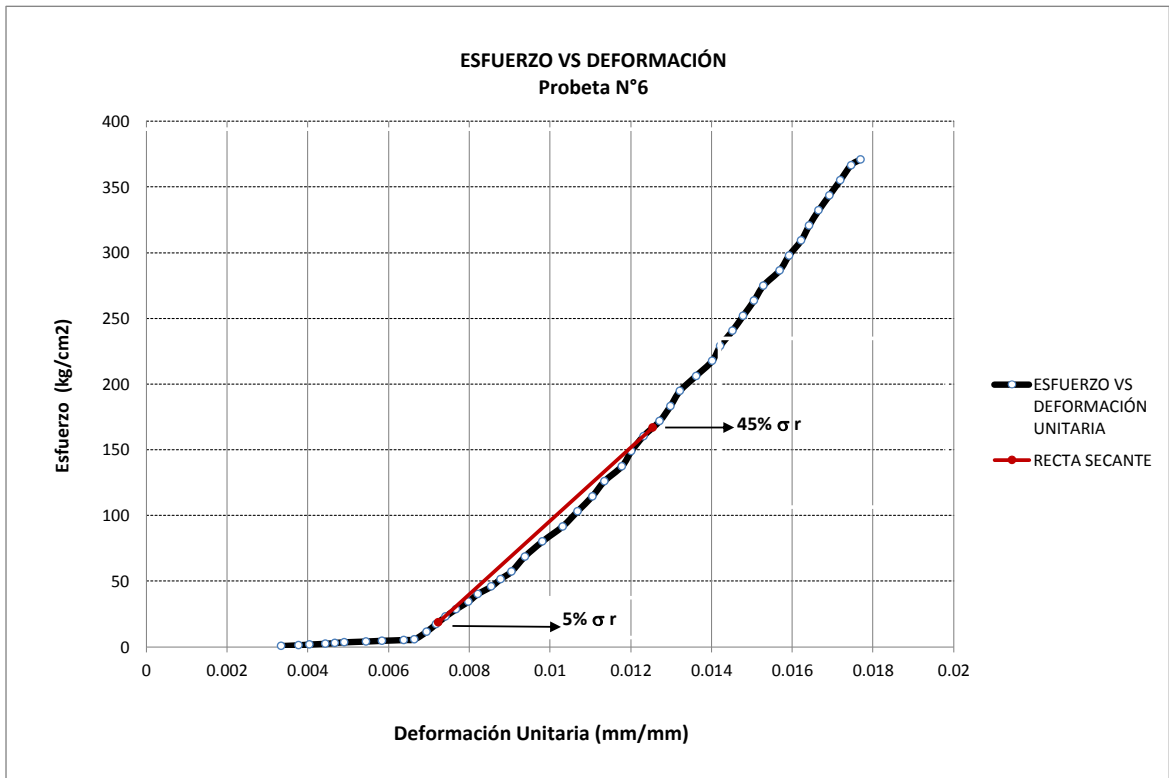


$\sigma_r = 344.71 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 17.24 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 155.12 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0069 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0122 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 262087 \text{ kg/cm}^2$

**PROBETA N°** 6

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
299.57	14.91	174.60	64766	370.93	288895	279195

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	1.00	0.573	0.0033	22000	3.40	126.001	0.0113
200	1.13	1.145	0.0038	24000	3.53	137.455	0.0118
300	1.21	1.718	0.0040	26000	3.60	148.910	0.0120
400	1.33	2.291	0.0044	28000	3.69	160.364	0.0123
500	1.40	2.864	0.0047	30000	3.81	171.819	0.0127
600	1.47	3.436	0.0049	32000	3.89	183.274	0.0130
700	1.63	4.009	0.0054	34000	3.96	194.728	0.0132
800	1.75	4.582	0.0058	36000	4.08	206.183	0.0136
900	1.91	5.155	0.0064	38000	4.20	217.637	0.0140
1000	1.99	5.727	0.0066	40000	4.26	229.092	0.0142
2000	2.08	11.455	0.0069	42000	4.35	240.547	0.0145
3000	2.15	17.182	0.0072	44000	4.43	252.001	0.0148
4000	2.22	22.909	0.0074	46000	4.51	263.456	0.0151
5000	2.30	28.637	0.0077	48000	4.58	274.910	0.0153
6000	2.39	34.364	0.0080	50000	4.70	286.365	0.0157
7000	2.46	40.091	0.0082	52000	4.77	297.820	0.0159
8000	2.56	45.818	0.0085	54000	4.86	309.274	0.0162
9000	2.63	51.546	0.0088	56000	4.92	320.729	0.0164
10000	2.71	57.273	0.0090	58000	4.99	332.183	0.0167
12000	2.81	68.728	0.0094	60000	5.07	343.638	0.0169
14000	2.94	80.182	0.0098	62000	5.15	355.093	0.0172
16000	3.09	91.637	0.0103	64000	5.23	366.547	0.0175
18000	3.20	103.091	0.0107	64766	5.30	370.934	0.0177
20000	3.31	114.546	0.0110				

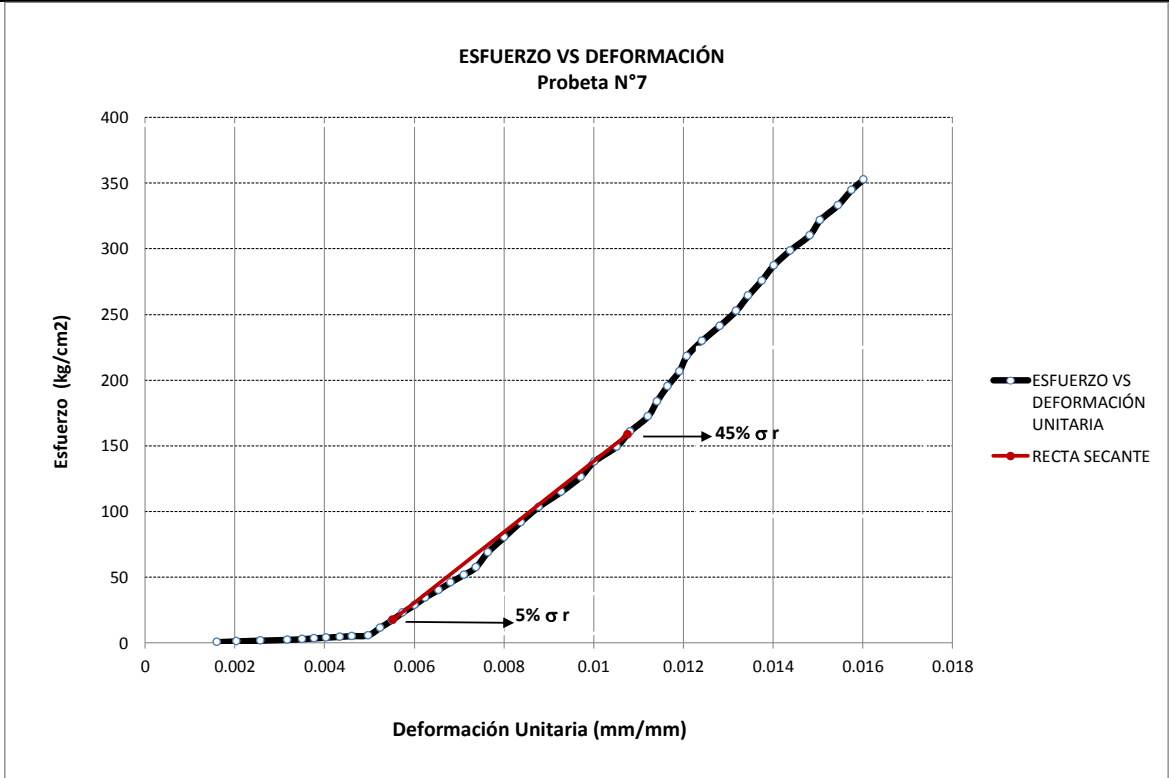


$\sigma_r = 370.93 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 18.55 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 166.92 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0072 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0125 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 279195 \text{ kg/cm}^2$

**PROBETA N°** 7

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
299.70	14.89	174.13	61384	352.51	281630	269479

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.48	0.574	0.0016	22000	2.91	126.340	0.0097
200	0.61	1.149	0.0020	24000	3.00	137.826	0.0100
300	0.77	1.723	0.0026	26000	3.15	149.311	0.0105
400	0.95	2.297	0.0032	28000	3.24	160.797	0.0108
500	1.05	2.871	0.0035	30000	3.36	172.282	0.0112
600	1.13	3.446	0.0038	32000	3.42	183.768	0.0114
700	1.21	4.020	0.0040	34000	3.49	195.253	0.0116
800	1.30	4.594	0.0043	36000	3.57	206.739	0.0119
900	1.38	5.168	0.0046	38000	3.62	218.224	0.0121
1000	1.49	5.743	0.0050	40000	3.72	229.710	0.0124
2000	1.57	11.485	0.0052	42000	3.84	241.195	0.0128
3000	1.65	17.228	0.0055	44000	3.95	252.680	0.0132
4000	1.72	22.971	0.0057	46000	4.03	264.166	0.0134
5000	1.80	28.714	0.0060	48000	4.12	275.651	0.0137
6000	1.87	34.456	0.0062	50000	4.20	287.137	0.0140
7000	1.96	40.199	0.0065	52000	4.31	298.622	0.0144
8000	2.04	45.942	0.0068	54000	4.44	310.108	0.0148
9000	2.13	51.685	0.0071	56000	4.51	321.593	0.0150
10000	2.21	57.427	0.0074	58000	4.63	333.079	0.0154
12000	2.29	68.913	0.0076	60000	4.72	344.564	0.0157
14000	2.40	80.398	0.0080	61384	4.80	352.512	0.0160
16000	2.51	91.884	0.0084				
18000	2.63	103.369	0.0088				
20000	2.78	114.855	0.0093				

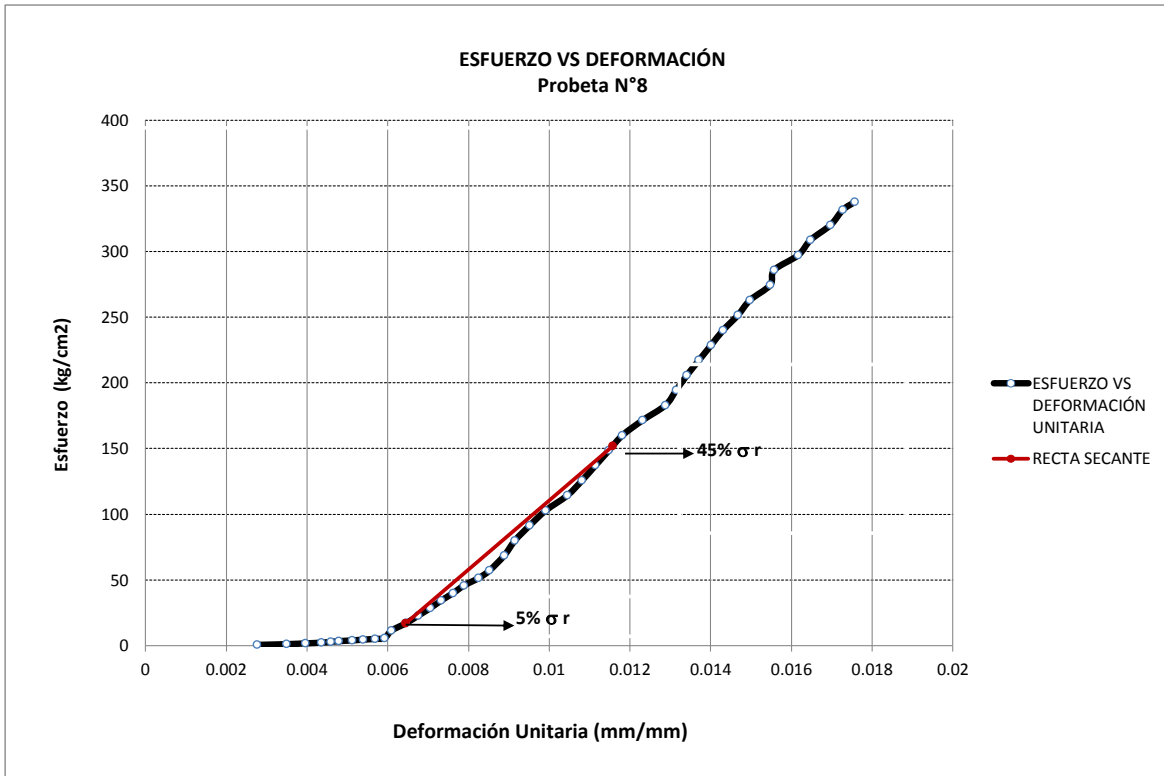


$\sigma_r = 352.51 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 17.63 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 158.63 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0055 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0108 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 269479 \text{ kg/cm}^2$

**PROBETA N°** 8

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
300.50	14.92	174.9154	59073	337.723	275659	262876

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.83	0.572	0.0028	22000	3.25	125.775	0.0108
200	1.05	1.143	0.0035	24000	3.35	137.209	0.0111
300	1.19	1.715	0.0040	26000	3.45	148.643	0.0115
400	1.31	2.287	0.0044	28000	3.55	160.077	0.0118
500	1.38	2.859	0.0046	30000	3.70	171.511	0.0123
600	1.44	3.430	0.0048	32000	3.87	182.946	0.0129
700	1.54	4.002	0.0051	34000	3.95	194.380	0.0131
800	1.62	4.574	0.0054	36000	4.03	205.814	0.0134
900	1.71	5.145	0.0057	38000	4.12	217.248	0.0137
1000	1.78	5.717	0.0059	40000	4.21	228.682	0.0140
2000	1.83	11.434	0.0061	42000	4.30	240.116	0.0143
3000	1.94	17.151	0.0065	44000	4.41	251.550	0.0147
4000	2.03	22.868	0.0068	46000	4.50	262.984	0.0150
5000	2.12	28.585	0.0071	48000	4.65	274.418	0.0155
6000	2.20	34.302	0.0073	50000	4.68	285.852	0.0156
7000	2.29	40.019	0.0076	52000	4.86	297.287	0.0162
8000	2.37	45.736	0.0079	54000	4.95	308.721	0.0165
9000	2.48	51.453	0.0083	56000	5.10	320.155	0.0170
10000	2.56	57.170	0.0085	58000	5.19	331.589	0.0173
12000	2.67	68.605	0.0089	59073	5.28	337.723	0.0176
14000	2.75	80.039	0.0092				
16000	2.86	91.473	0.0095				
18000	2.98	102.907	0.0099				
20000	3.14	114.341	0.0104				

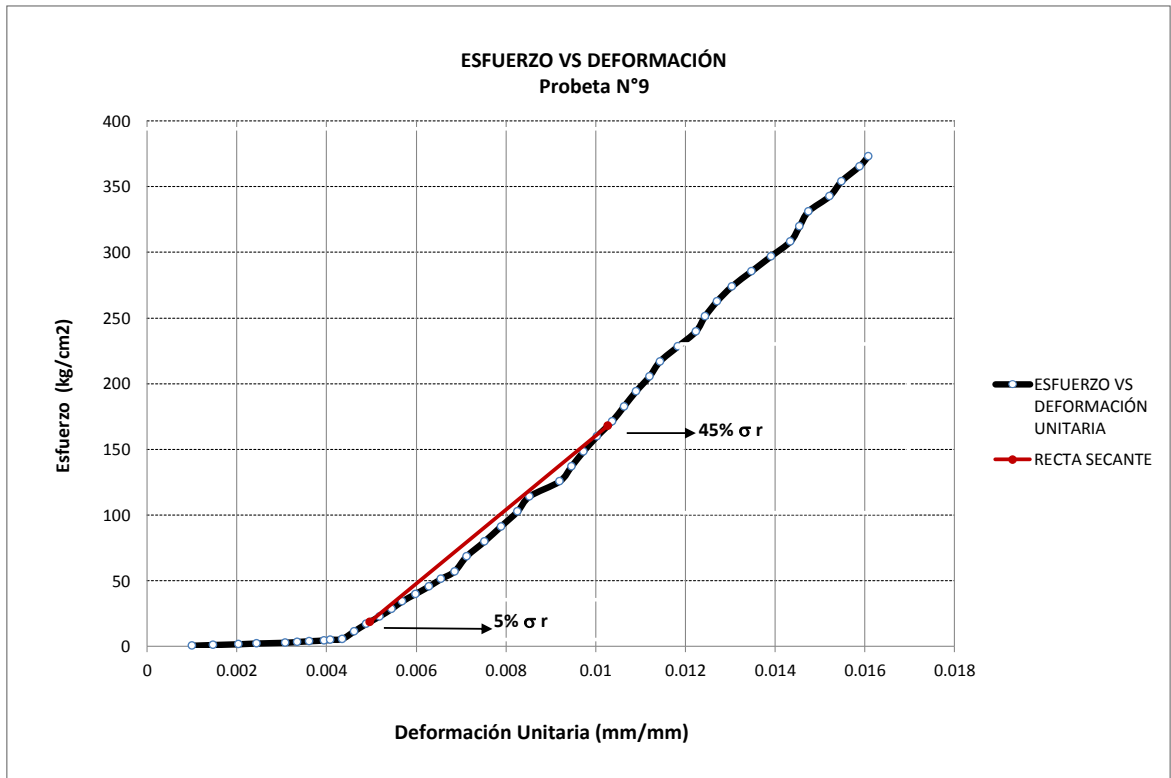


$\sigma_r = 337.72 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 16.89 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 151.98 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0064 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0116 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 262876 \text{ kg/cm}^2$

**PROBETA N°** 9

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
299.07	14.93	175.15	65364	373.19	289773	281390

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.30	0.571	0.0010	22000	2.75	125.608	0.0092
200	0.44	1.142	0.0015	24000	2.83	137.027	0.0095
300	0.61	1.713	0.0020	26000	2.91	148.446	0.0097
400	0.73	2.284	0.0024	28000	3.00	159.865	0.0100
500	0.92	2.855	0.0031	30000	3.10	171.284	0.0104
600	1.00	3.426	0.0033	32000	3.18	182.703	0.0106
700	1.08	3.997	0.0036	34000	3.26	194.122	0.0109
800	1.18	4.568	0.0039	36000	3.35	205.541	0.0112
900	1.22	5.139	0.0041	38000	3.42	216.960	0.0114
1000	1.30	5.709	0.0043	40000	3.54	228.379	0.0118
2000	1.38	11.419	0.0046	42000	3.66	239.798	0.0122
3000	1.46	17.128	0.0049	44000	3.72	251.217	0.0124
4000	1.55	22.838	0.0052	46000	3.80	262.636	0.0127
5000	1.63	28.547	0.0055	48000	3.90	274.055	0.0130
6000	1.70	34.257	0.0057	50000	4.03	285.473	0.0135
7000	1.79	39.966	0.0060	52000	4.16	296.892	0.0139
8000	1.88	45.676	0.0063	54000	4.29	308.311	0.0143
9000	1.96	51.385	0.0066	56000	4.35	319.730	0.0145
10000	2.05	57.095	0.0069	58000	4.41	331.149	0.0147
12000	2.13	68.514	0.0071	60000	4.55	342.568	0.0152
14000	2.25	79.933	0.0075	62000	4.63	353.987	0.0155
16000	2.36	91.352	0.0079	64000	4.75	365.406	0.0159
18000	2.47	102.770	0.0083	65364	4.81	373.194	0.0161
20000	2.55	114.189	0.0085				

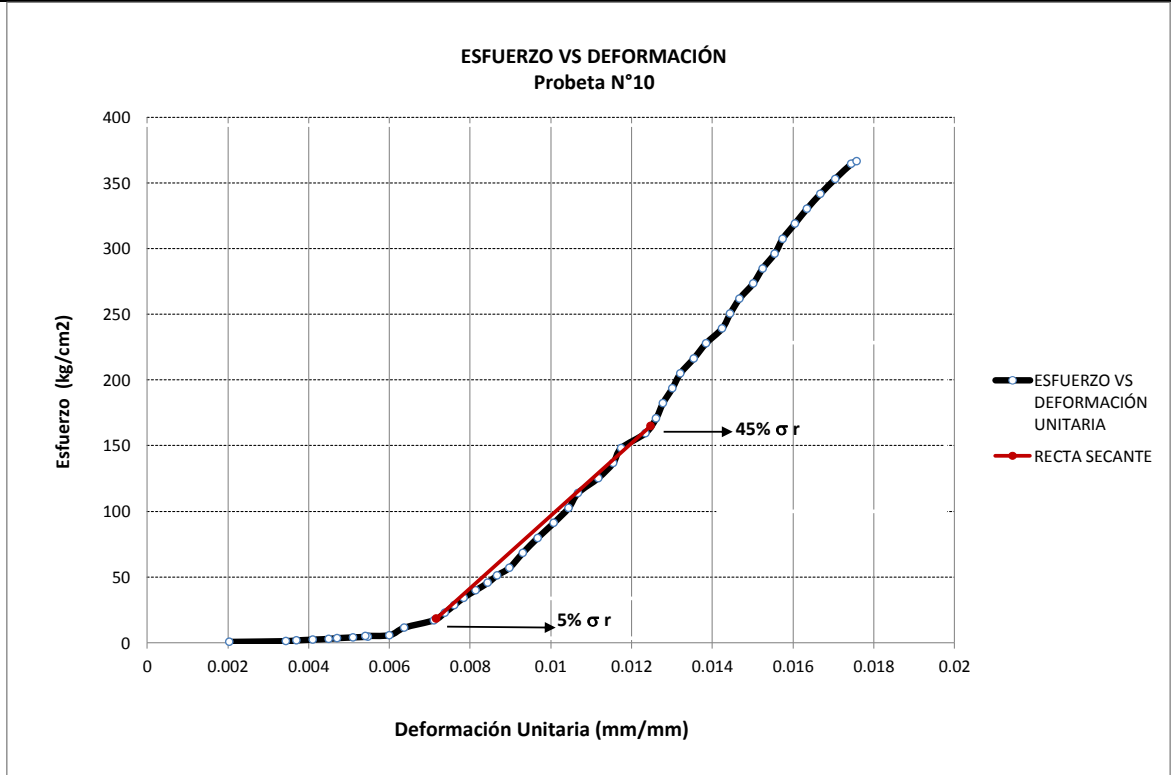


$\sigma_r = 373.19 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 18.66 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 167.94 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0050 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0103 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 281390 \text{ kg/cm}^2$

**PROBETA N°** 10

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
299.73	14.95	175.62	64363	366.49	287159	276162

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.61	0.569	0.0020	22000	3.35	125.270	0.0112
200	1.03	1.139	0.0034	24000	3.46	136.659	0.0115
300	1.11	1.708	0.0037	26000	3.52	148.047	0.0117
400	1.23	2.278	0.0041	28000	3.70	159.435	0.0123
500	1.35	2.847	0.0045	30000	3.78	170.823	0.0126
600	1.41	3.416	0.0047	32000	3.83	182.211	0.0128
700	1.53	3.986	0.0051	34000	3.90	193.600	0.0130
800	1.64	4.555	0.0055	36000	3.96	204.988	0.0132
900	1.62	5.125	0.0054	38000	4.06	216.376	0.0135
1000	1.80	5.694	0.0060	40000	4.15	227.764	0.0138
2000	1.91	11.388	0.0064	42000	4.27	239.152	0.0142
3000	2.13	17.082	0.0071	44000	4.33	250.541	0.0144
4000	2.21	22.776	0.0074	46000	4.40	261.929	0.0147
5000	2.28	28.471	0.0076	48000	4.50	273.317	0.0150
6000	2.35	34.165	0.0078	50000	4.57	284.705	0.0152
7000	2.44	39.859	0.0081	52000	4.66	296.094	0.0155
8000	2.53	45.553	0.0084	54000	4.72	307.482	0.0157
9000	2.60	51.247	0.0087	56000	4.81	318.870	0.0160
10000	2.69	56.941	0.0090	58000	4.90	330.258	0.0163
12000	2.79	68.329	0.0093	60000	5.00	341.646	0.0167
14000	2.90	79.717	0.0097	62000	5.11	353.035	0.0170
16000	3.02	91.106	0.0101	64000	5.23	364.423	0.0174
18000	3.13	102.494	0.0104	64363	5.27	366.490	0.0176
20000	3.20	113.882	0.0107				



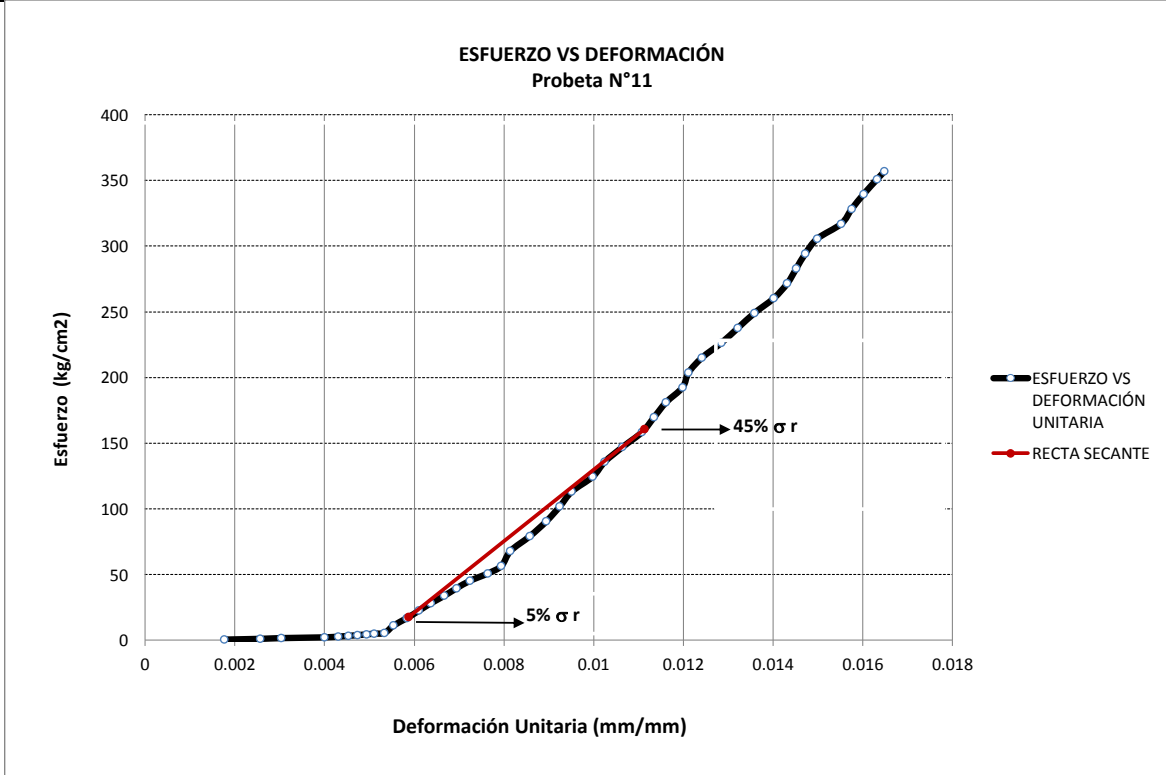
$\sigma_r = 366.49 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 18.32 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 164.92 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0072 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0125 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 276162 \text{ kg/cm}^2$



**PROBETA N°** 11

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
299.60	15.00	176.64	63087	357.16	283479	272065

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.53	0.566	0.0018	22000	2.99	124.550	0.0100
200	0.77	1.132	0.0026	24000	3.07	135.872	0.0102
300	0.91	1.698	0.0030	26000	3.19	147.195	0.0106
400	1.20	2.265	0.0040	28000	3.32	158.518	0.0111
500	1.29	2.831	0.0043	30000	3.40	169.840	0.0113
600	1.36	3.397	0.0045	32000	3.48	181.163	0.0116
700	1.42	3.963	0.0047	34000	3.59	192.486	0.0120
800	1.48	4.529	0.0049	36000	3.63	203.808	0.0121
900	1.53	5.095	0.0051	38000	3.72	215.131	0.0124
1000	1.60	5.661	0.0053	40000	3.85	226.454	0.0129
2000	1.66	11.323	0.0055	42000	3.96	237.776	0.0132
3000	1.75	16.984	0.0058	44000	4.07	249.099	0.0136
4000	1.83	22.645	0.0061	46000	4.20	260.422	0.0140
5000	1.91	28.307	0.0064	48000	4.29	271.745	0.0143
6000	2.00	33.968	0.0067	50000	4.35	283.067	0.0145
7000	2.08	39.629	0.0069	52000	4.41	294.390	0.0147
8000	2.17	45.291	0.0072	54000	4.49	305.713	0.0150
9000	2.29	50.952	0.0076	56000	4.65	317.035	0.0155
10000	2.38	56.613	0.0079	58000	4.72	328.358	0.0158
12000	2.44	67.936	0.0081	60000	4.80	339.681	0.0160
14000	2.57	79.259	0.0086	62000	4.89	351.003	0.0163
16000	2.68	90.582	0.0089	63087	4.94	357.157	0.0165
18000	2.77	101.904	0.0092				
20000	2.85	113.227	0.0095				

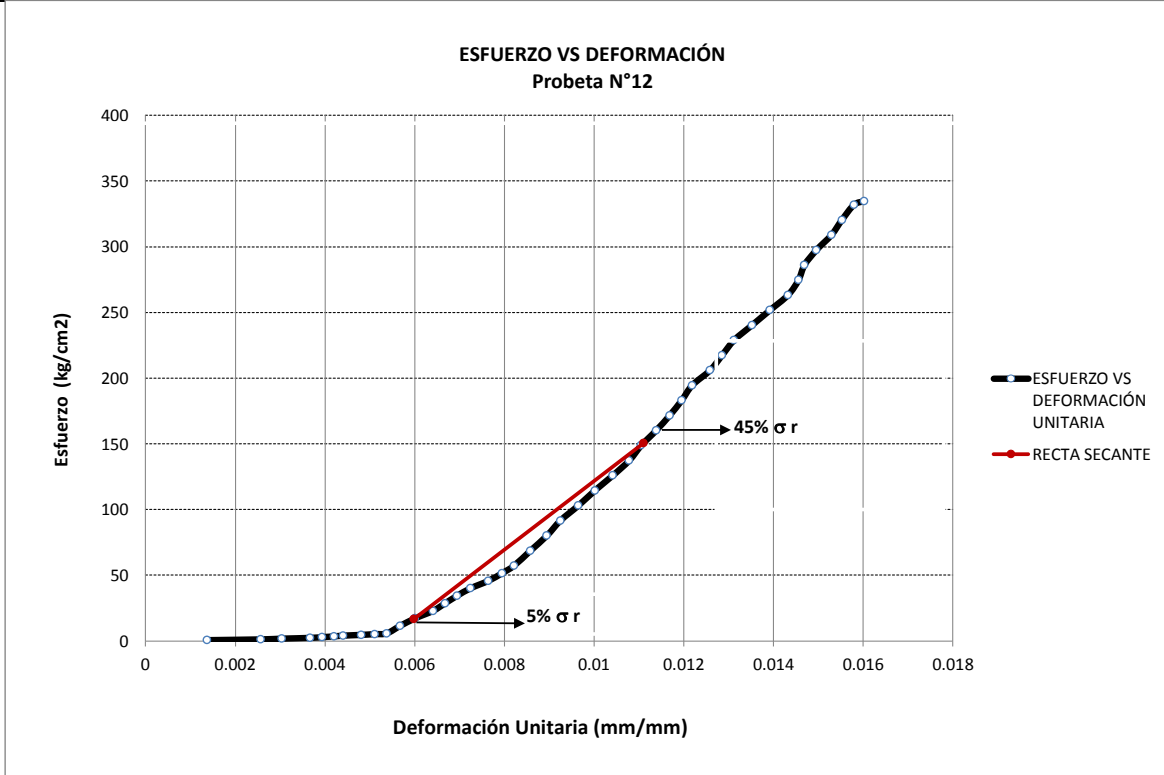


$\sigma_r = 357.16 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 17.86 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 160.72 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0059 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0111 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 272065 \text{ kg/cm}^2$

**PROBETA N°** 12

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
299.47	14.92	174.76	58508	334.80	274461	261454

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.41	0.572	0.0014	22000	3.12	125.889	0.0104
200	0.77	1.144	0.0026	24000	3.23	137.333	0.0108
300	0.91	1.717	0.0030	26000	3.31	148.778	0.0111
400	1.10	2.289	0.0037	28000	3.41	160.222	0.0114
500	1.18	2.861	0.0039	30000	3.50	171.667	0.0117
600	1.26	3.433	0.0042	32000	3.58	183.111	0.0120
700	1.32	4.006	0.0044	34000	3.65	194.556	0.0122
800	1.44	4.578	0.0048	36000	3.77	206.000	0.0126
900	1.53	5.150	0.0051	38000	3.85	217.445	0.0129
1000	1.61	5.722	0.0054	40000	3.93	228.889	0.0131
2000	1.70	11.444	0.0057	42000	4.05	240.333	0.0135
3000	1.80	17.167	0.0060	44000	4.17	251.778	0.0139
4000	1.92	22.889	0.0064	46000	4.29	263.222	0.0143
5000	2.00	28.611	0.0067	48000	4.36	274.667	0.0146
6000	2.08	34.333	0.0069	50000	4.40	286.111	0.0147
7000	2.17	40.056	0.0072	52000	4.48	297.556	0.0150
8000	2.29	45.778	0.0076	54000	4.58	309.000	0.0153
9000	2.38	51.500	0.0079	56000	4.65	320.445	0.0155
10000	2.46	57.222	0.0082	58000	4.73	331.889	0.0158
12000	2.57	68.667	0.0086	58508	4.80	334.796	0.0160
14000	2.68	80.111	0.0089				
16000	2.77	91.556	0.0092				
18000	2.89	103.000	0.0097				
20000	3.00	114.445	0.0100				



$\sigma_r = 334.80 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 16.74 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 150.66 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0060 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0111 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 261454 \text{ kg/cm}^2$

# **ANEXO N° 3.2**

## **MÓDULOS DE ELASTICIDAD**

### **CANTERA RÍO MASHCÓN**



**TESIS :**

**INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE  
MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS**

**MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO**

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

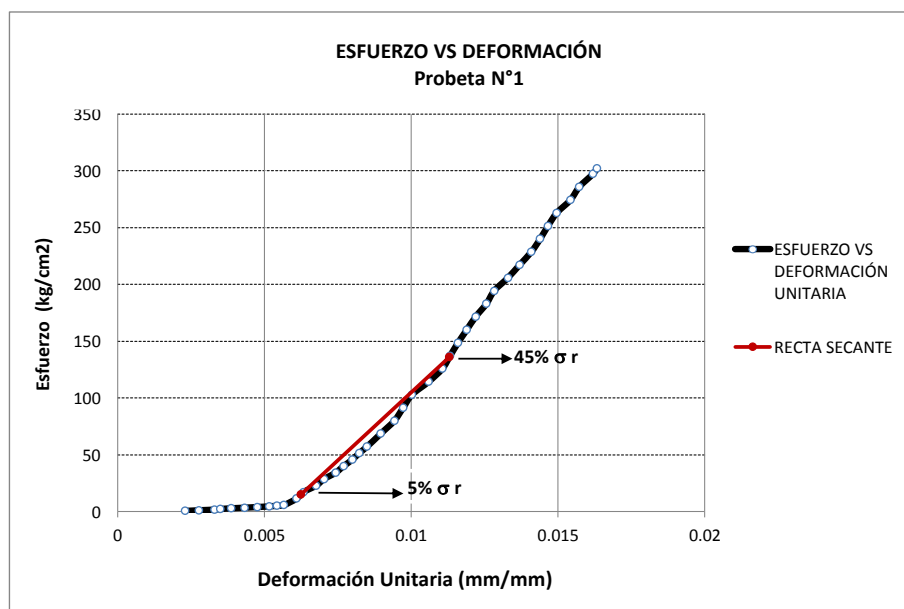
**MUESTRA:** CANTERIA RÍO MASHCON

**f'c (diseño) : 265 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)**

**PROBETA N°** 1

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
300.13	14.923	174.92	52850	302.14	260734	239218

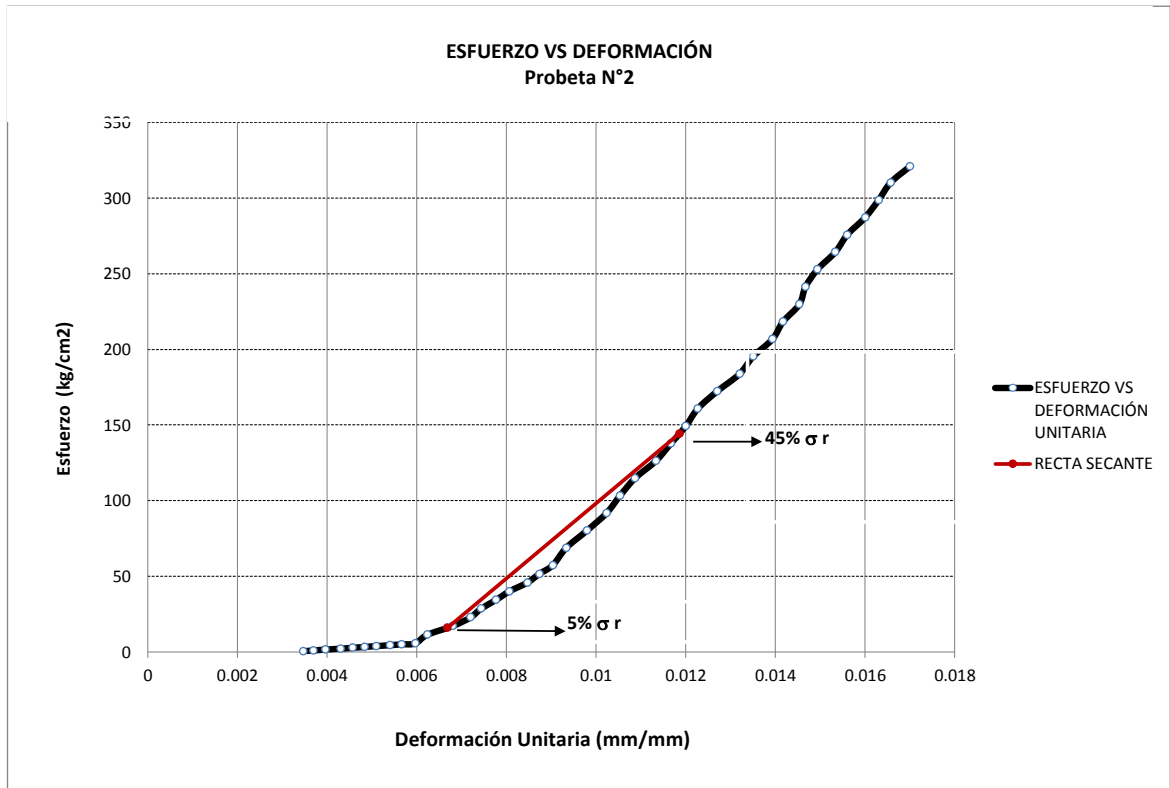
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.69	0.572	0.0023	20000	3.18	114.340	0.0106
200	0.83	1.143	0.0028	22000	3.32	125.774	0.0111
300	0.99	1.715	0.0033	24000	3.40	137.208	0.0113
400	1.05	2.287	0.0035	26000	3.48	148.642	0.0116
500	1.16	2.858	0.0039	28000	3.57	160.075	0.0119
600	1.30	3.430	0.0043	30000	3.66	171.509	0.0122
700	1.43	4.002	0.0048	32000	3.77	182.943	0.0126
800	1.55	4.574	0.0052	34000	3.85	194.377	0.0128
900	1.63	5.145	0.0054	36000	3.99	205.811	0.0133
1000	1.70	5.717	0.0057	38000	4.11	217.245	0.0137
2000	1.83	11.434	0.0061	40000	4.23	228.679	0.0141
3000	1.90	17.151	0.0063	42000	4.32	240.113	0.0144
4000	2.03	22.868	0.0068	44000	4.40	251.547	0.0147
5000	2.11	28.585	0.0070	46000	4.49	262.981	0.0150
6000	2.23	34.302	0.0074	48000	4.63	274.415	0.0154
7000	2.31	40.019	0.0077	50000	4.72	285.849	0.0157
8000	2.40	45.736	0.0080	52000	4.86	297.283	0.0162
9000	2.47	51.453	0.0082	52850	4.90	302.142	0.0163
10000	2.55	57.170	0.0085				
12000	2.69	68.604	0.0090				
14000	2.83	80.038	0.0094				
16000	2.92	91.472	0.0097				
18000	3.01	102.906	0.0100				



**PROBETA N°** 2

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
299.90	14.89	174.13	55867	320.83	268676	247960

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	1.04	0.574	0.0035	20000	3.26	114.855	0.0109
200	1.11	1.149	0.0037	22000	3.40	126.340	0.0113
300	1.19	1.723	0.0040	24000	3.50	137.826	0.0117
400	1.29	2.297	0.0043	26000	3.60	149.311	0.0120
500	1.37	2.871	0.0046	28000	3.68	160.797	0.0123
600	1.45	3.446	0.0048	30000	3.81	172.282	0.0127
700	1.53	4.020	0.0051	32000	3.96	183.768	0.0132
800	1.62	4.594	0.0054	34000	4.05	195.253	0.0135
900	1.70	5.168	0.0057	36000	4.18	206.739	0.0139
1000	1.79	5.743	0.0060	38000	4.25	218.224	0.0142
2000	1.87	11.485	0.0062	40000	4.36	229.710	0.0145
3000	2.04	17.228	0.0068	42000	4.40	241.195	0.0147
4000	2.16	22.971	0.0072	44000	4.48	252.681	0.0149
5000	2.23	28.714	0.0074	46000	4.60	264.166	0.0153
6000	2.33	34.456	0.0078	48000	4.68	275.652	0.0156
7000	2.42	40.199	0.0081	50000	4.80	287.137	0.0160
8000	2.54	45.942	0.0085	52000	4.89	298.623	0.0163
9000	2.62	51.685	0.0087	54000	4.97	310.108	0.0166
10000	2.71	57.427	0.0090	55867	5.10	320.830	0.0170
12000	2.80	68.913	0.0093				
14000	2.94	80.398	0.0098				
16000	3.07	91.884	0.0102				
18000	3.16	103.369	0.0105				

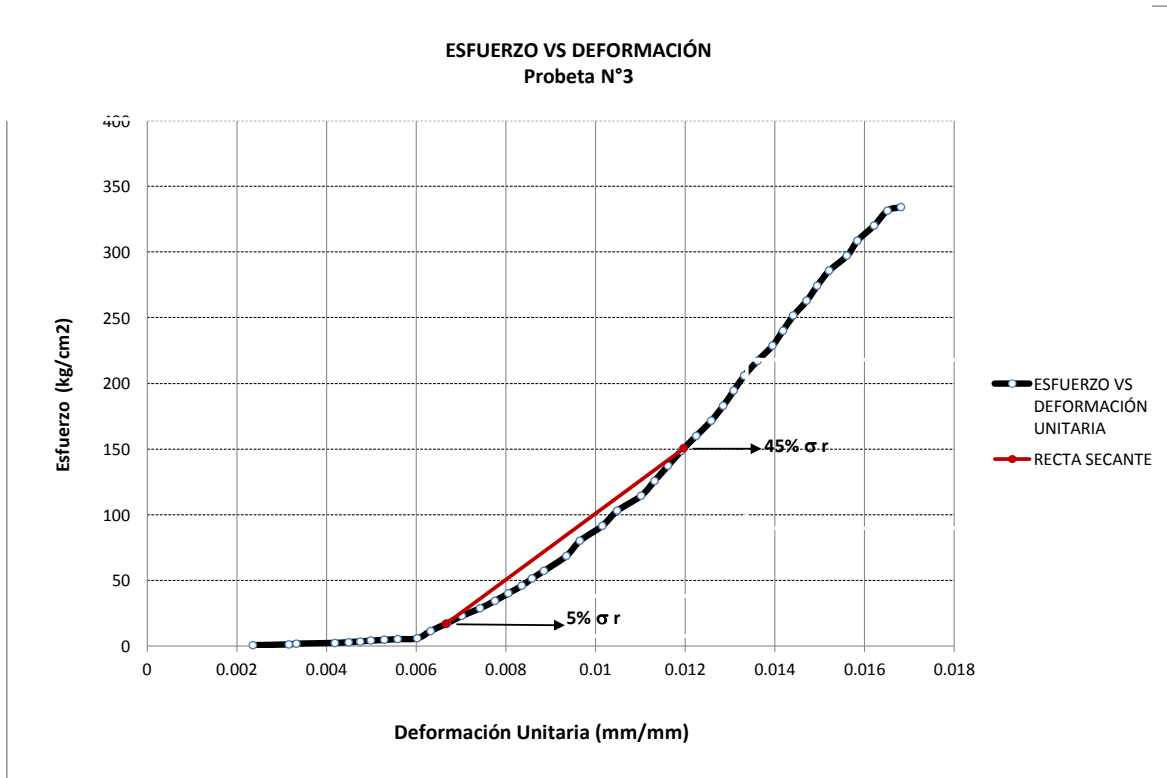


$\sigma_r = 320.83 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 16.04 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 144.37 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0067 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0119 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 247960 \text{ kg/cm}^2$

**PROBETA N°** 3

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
300.33	14.92	174.91	58472	334.29	274254	251936

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.71	0.572	0.0024	20000	3.31	114.342	0.0110
200	0.95	1.143	0.0032	22000	3.40	125.776	0.0113
300	1.00	1.715	0.0033	24000	3.49	137.210	0.0116
400	1.26	2.287	0.0042	26000	3.58	148.644	0.0119
500	1.35	2.859	0.0045	28000	3.68	160.078	0.0123
600	1.43	3.430	0.0048	30000	3.78	171.512	0.0126
700	1.50	4.002	0.0050	32000	3.86	182.947	0.0129
800	1.59	4.574	0.0053	34000	3.93	194.381	0.0131
900	1.68	5.145	0.0056	36000	4.00	205.815	0.0133
1000	1.81	5.717	0.0060	38000	4.09	217.249	0.0136
2000	1.90	11.434	0.0063	40000	4.19	228.683	0.0140
3000	2.01	17.151	0.0067	42000	4.26	240.117	0.0142
4000	2.11	22.868	0.0070	44000	4.33	251.552	0.0144
5000	2.23	28.585	0.0074	46000	4.42	262.986	0.0147
6000	2.33	34.302	0.0078	48000	4.49	274.420	0.0150
7000	2.42	40.020	0.0081	50000	4.57	285.854	0.0152
8000	2.51	45.737	0.0084	52000	4.69	297.288	0.0156
9000	2.58	51.454	0.0086	54000	4.76	308.722	0.0158
10000	2.66	57.171	0.0089	56000	4.87	320.156	0.0162
12000	2.81	68.605	0.0094	58000	4.96	331.591	0.0165
14000	2.90	80.039	0.0097	58472	5.05	334.289	0.0168
16000	3.05	91.473	0.0102				
18000	3.15	102.907	0.0105				

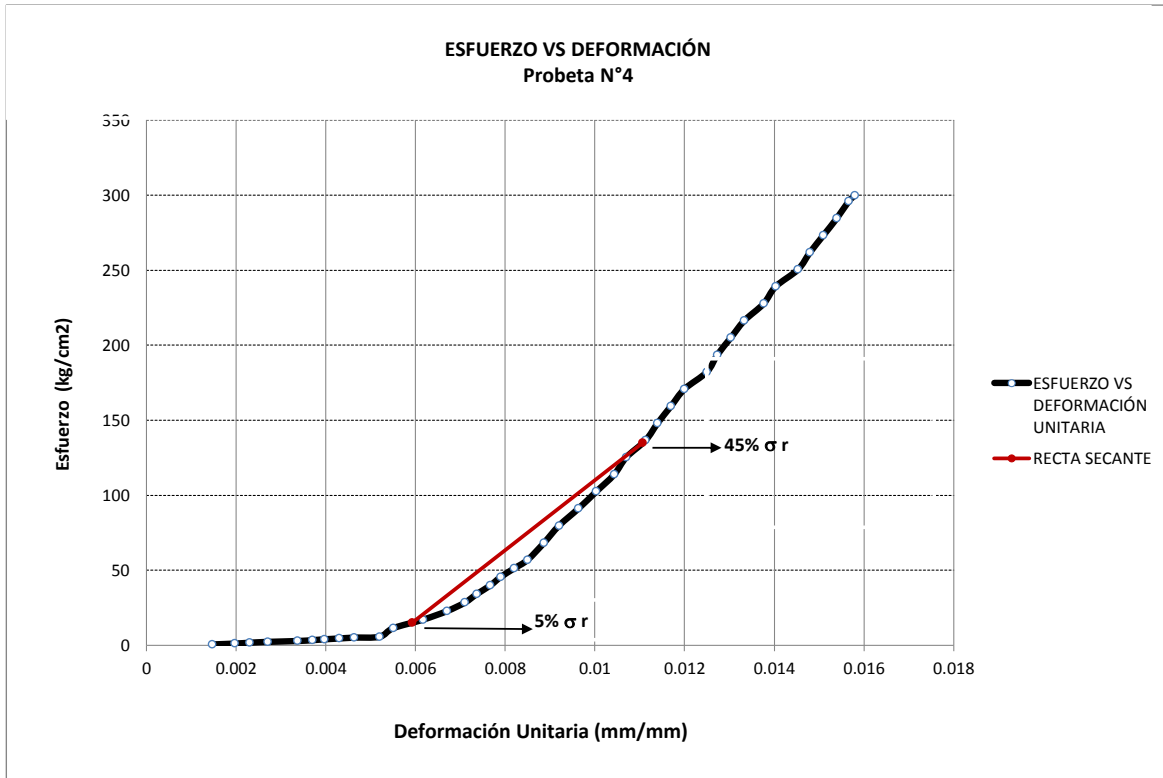


$\sigma_r = 334.29 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 16.71 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 150.43 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0067 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0120 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 251936 \text{ kg/cm}^2$

**PROBETA N°** 4

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
300.07	14.96	175.70	52675	299.81	259724	233064

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.44	0.569	0.0015	20000	3.13	113.833	0.0104
200	0.59	1.138	0.0020	22000	3.21	125.216	0.0107
300	0.69	1.707	0.0023	24000	3.34	136.600	0.0111
400	0.81	2.277	0.0027	26000	3.42	147.983	0.0114
500	1.01	2.846	0.0034	28000	3.51	159.366	0.0117
600	1.11	3.415	0.0037	30000	3.60	170.750	0.0120
700	1.19	3.984	0.0040	32000	3.75	182.133	0.0125
800	1.29	4.553	0.0043	34000	3.82	193.516	0.0127
900	1.39	5.122	0.0046	36000	3.91	204.900	0.0130
1000	1.56	5.692	0.0052	38000	4.00	216.283	0.0133
2000	1.65	11.383	0.0055	40000	4.13	227.666	0.0138
3000	1.85	17.075	0.0062	42000	4.21	239.050	0.0140
4000	2.01	22.767	0.0067	44000	4.36	250.433	0.0145
5000	2.13	28.458	0.0071	46000	4.44	261.816	0.0148
6000	2.21	34.150	0.0074	48000	4.53	273.199	0.0151
7000	2.30	39.842	0.0077	50000	4.62	284.583	0.0154
8000	2.37	45.533	0.0079	52000	4.70	295.966	0.0157
9000	2.46	51.225	0.0082	52675	4.74	299.808	0.0158
10000	2.55	56.917	0.0085				
12000	2.66	68.300	0.0089				
14000	2.76	79.683	0.0092				
16000	2.89	91.066	0.0096				
18000	3.01	102.450	0.0100				

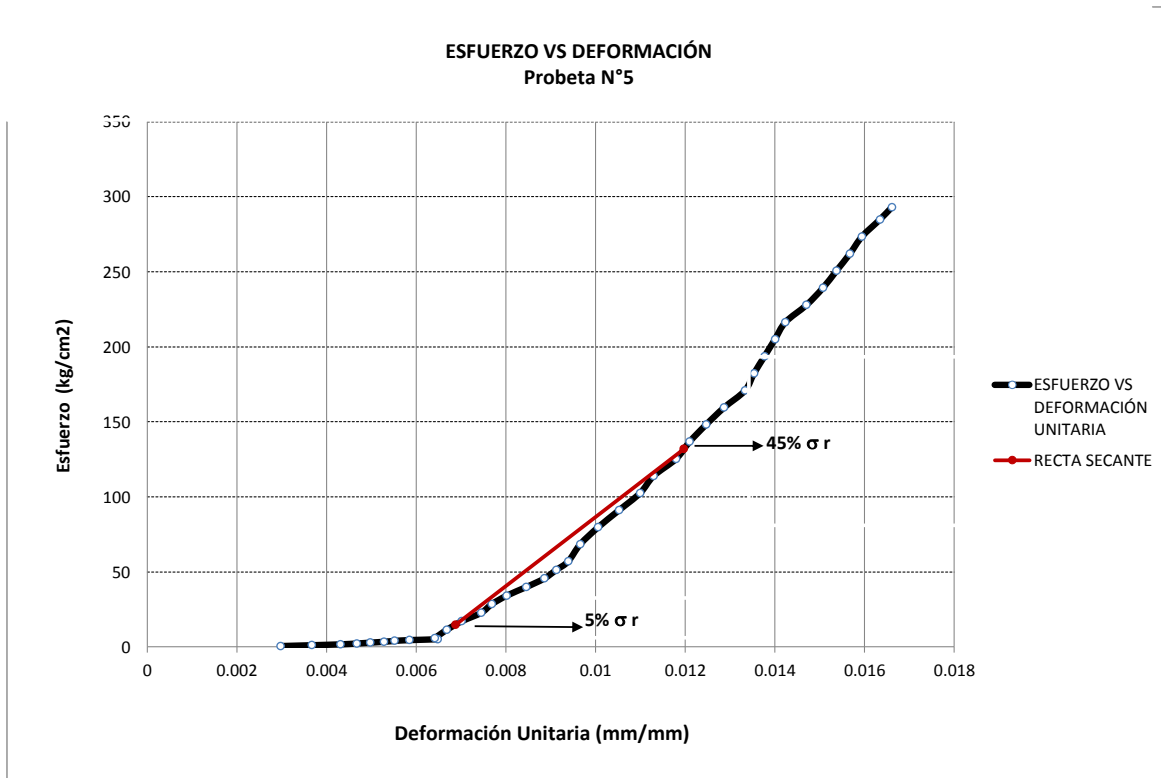


$\sigma_r = 299.81 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 14.99 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 134.91 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0059 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0111 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 233064 \text{ kg/cm}^2$

**PROBETA N°** 5

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
299.17	14.95	175.54	51445	293.06	256786	230036

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.89	0.570	0.0030	20000	3.38	113.932	0.0113
200	1.10	1.139	0.0037	22000	3.53	125.326	0.0118
300	1.29	1.709	0.0043	24000	3.62	136.719	0.0121
400	1.40	2.279	0.0047	26000	3.73	148.112	0.0125
500	1.49	2.848	0.0050	28000	3.85	159.505	0.0129
600	1.58	3.418	0.0053	30000	3.99	170.898	0.0133
700	1.65	3.988	0.0055	32000	4.05	182.292	0.0135
800	1.75	4.557	0.0058	34000	4.12	193.685	0.0138
900	1.94	5.127	0.0065	36000	4.19	205.078	0.0140
1000	1.92	5.697	0.0064	38000	4.26	216.471	0.0142
2000	2.00	11.393	0.0067	40000	4.40	227.865	0.0147
3000	2.10	17.090	0.0070	42000	4.51	239.258	0.0151
4000	2.23	22.786	0.0075	44000	4.60	250.651	0.0154
5000	2.30	28.483	0.0077	46000	4.69	262.044	0.0157
6000	2.40	34.180	0.0080	48000	4.77	273.438	0.0159
7000	2.53	39.876	0.0085	50000	4.89	284.831	0.0163
8000	2.65	45.573	0.0089	51445	4.97	293.062	0.0166
9000	2.73	51.270	0.0091				
10000	2.81	56.966	0.0094				
12000	2.89	68.359	0.0097				
14000	3.01	79.753	0.0101				
16000	3.15	91.146	0.0105				
18000	3.29	102.539	0.0110				



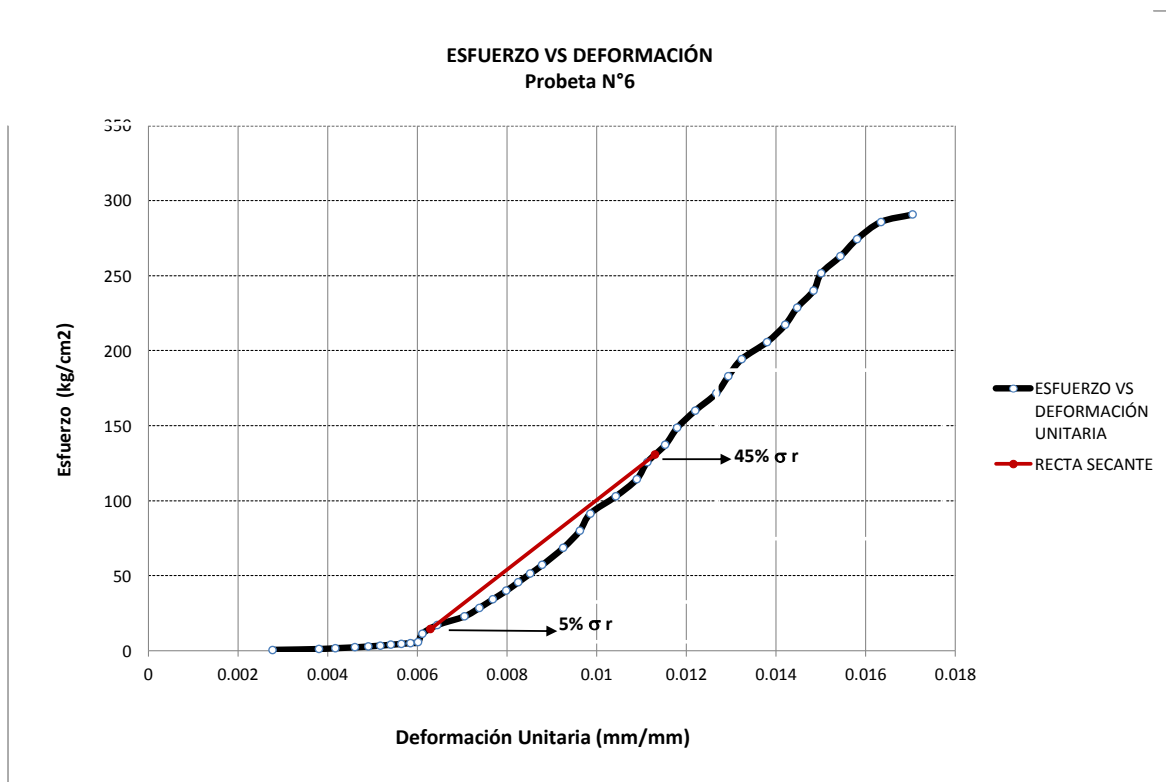
$\sigma_r = 293.06 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 14.65 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 131.88 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0069 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0120 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 230036 \text{ kg/cm}^2$



**PROBETA N°** 6

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
299.13	14.92	174.91	50854	290.74	255765	232104

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.83	0.572	0.0028	20000	3.26	114.341	0.0109
200	1.14	1.143	0.0038	22000	3.33	125.776	0.0111
300	1.25	1.715	0.0042	24000	3.45	137.210	0.0115
400	1.38	2.287	0.0046	26000	3.53	148.644	0.0118
500	1.47	2.859	0.0049	28000	3.65	160.078	0.0122
600	1.55	3.430	0.0052	30000	3.79	171.512	0.0127
700	1.62	4.002	0.0054	32000	3.87	182.946	0.0129
800	1.69	4.574	0.0056	34000	3.96	194.380	0.0132
900	1.75	5.145	0.0059	36000	4.13	205.815	0.0138
1000	1.80	5.717	0.0060	38000	4.25	217.249	0.0142
2000	1.83	11.434	0.0061	40000	4.33	228.683	0.0145
3000	1.93	17.151	0.0065	42000	4.44	240.117	0.0148
4000	2.11	22.868	0.0071	44000	4.49	251.551	0.0150
5000	2.21	28.585	0.0074	46000	4.62	262.985	0.0154
6000	2.30	34.302	0.0077	48000	4.73	274.419	0.0158
7000	2.39	40.019	0.0080	50000	4.89	285.854	0.0163
8000	2.47	45.737	0.0083	50854	5.10	290.736	0.0170
9000	2.55	51.454	0.0085				
10000	2.63	57.171	0.0088				
12000	2.77	68.605	0.0093				
14000	2.88	80.039	0.0096				
16000	2.95	91.473	0.0099				
18000	3.12	102.907	0.0104				

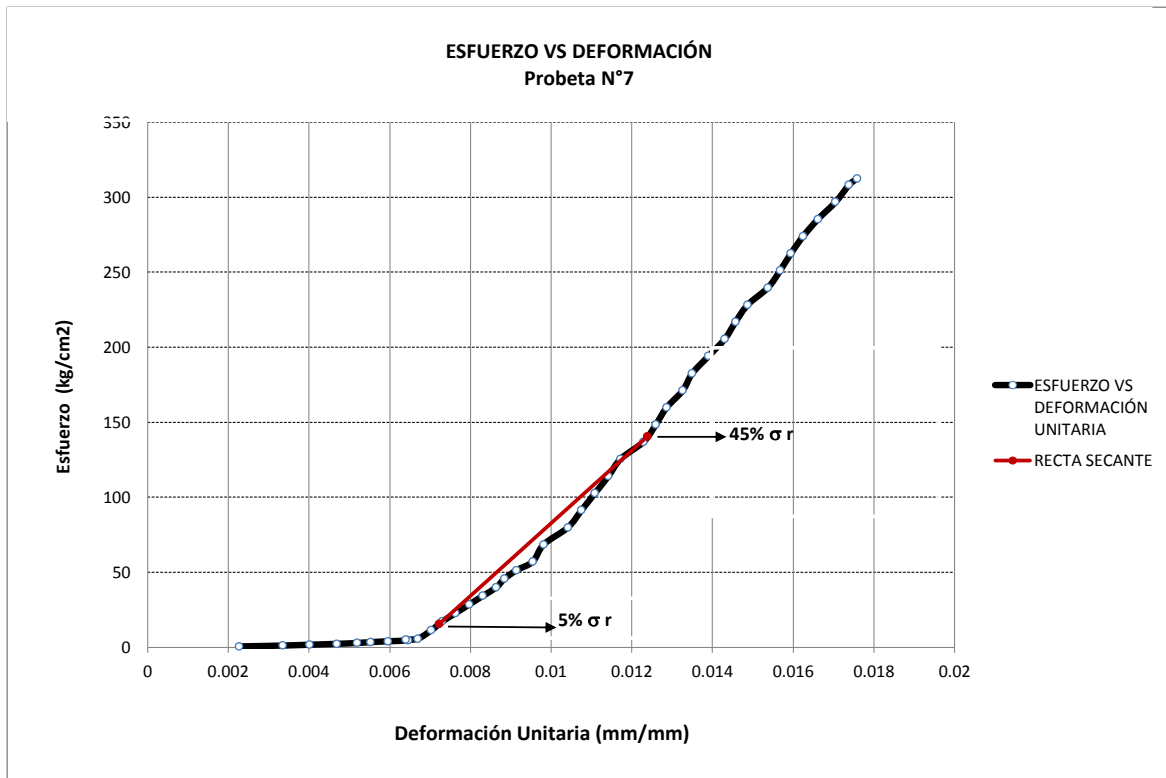


$\sigma_r = 290.74 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 14.54 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 130.83 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0063 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0113 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 232104 \text{ kg/cm}^2$

**PROBETA N°** 7

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
298.50	14.94	175.23	54740	312.39	265119	242280

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.68	0.571	0.0023	20000	3.41	114.137	0.0114
200	1.00	1.141	0.0034	22000	3.50	125.550	0.0117
300	1.20	1.712	0.0040	24000	3.67	136.964	0.0123
400	1.40	2.283	0.0047	26000	3.76	148.378	0.0126
500	1.55	2.853	0.0052	28000	3.84	159.791	0.0129
600	1.65	3.424	0.0055	30000	3.96	171.205	0.0133
700	1.78	3.995	0.0060	32000	4.03	182.619	0.0135
800	1.93	4.565	0.0065	34000	4.15	194.032	0.0139
900	1.91	5.136	0.0064	36000	4.27	205.446	0.0143
1000	2.00	5.707	0.0067	38000	4.35	216.860	0.0146
2000	2.10	11.414	0.0070	40000	4.44	228.273	0.0149
3000	2.18	17.120	0.0073	42000	4.59	239.687	0.0154
4000	2.28	22.827	0.0076	44000	4.68	251.101	0.0157
5000	2.38	28.534	0.0080	46000	4.76	262.514	0.0159
6000	2.48	34.241	0.0083	48000	4.85	273.928	0.0162
7000	2.58	39.948	0.0086	50000	4.96	285.342	0.0166
8000	2.64	45.655	0.0088	52000	5.09	296.755	0.0171
9000	2.73	51.361	0.0091	54000	5.19	308.169	0.0174
10000	2.85	57.068	0.0095	54740	5.25	312.392	0.0176
12000	2.93	68.482	0.0098				
14000	3.11	79.896	0.0104				
16000	3.21	91.309	0.0108				
18000	3.31	102.723	0.0111				



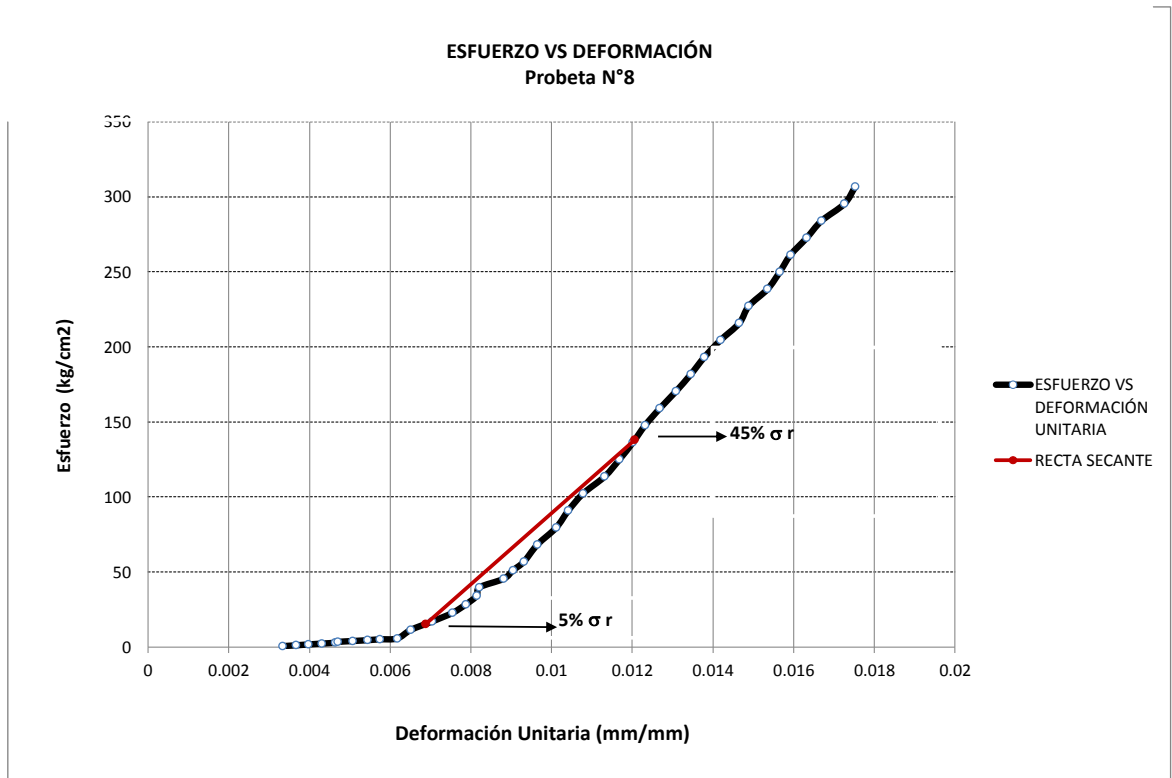
$\sigma_r = 312.39 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 15.62 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 140.58 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0072 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0124 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 242280 \text{ kg/cm}^2$

**PROBETA N°** 8

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
299.60	14.97	176.09	53999	306.66	262675	236870

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	1.00	0.568	0.0033	20000	3.39	113.580	0.0113
200	1.10	1.136	0.0037	22000	3.50	124.938	0.0117
300	1.19	1.704	0.0040	24000	3.60	136.295	0.0120
400	1.29	2.272	0.0043	26000	3.69	147.653	0.0123
500	1.39	2.839	0.0046	28000	3.80	159.011	0.0127
600	1.41	3.407	0.0047	30000	3.92	170.369	0.0131
700	1.52	3.975	0.0051	32000	4.03	181.727	0.0135
800	1.63	4.543	0.0054	34000	4.13	193.085	0.0138
900	1.72	5.111	0.0057	36000	4.25	204.443	0.0142
1000	1.85	5.679	0.0062	38000	4.39	215.801	0.0147
2000	1.95	11.358	0.0065	40000	4.46	227.159	0.0149
3000	2.11	17.037	0.0070	42000	4.60	238.517	0.0154
4000	2.26	22.716	0.0075	44000	4.69	249.875	0.0157
5000	2.36	28.395	0.0079	46000	4.77	261.233	0.0159
6000	2.44	34.074	0.0081	48000	4.89	272.591	0.0163
7000	2.46	39.753	0.0082	50000	5.00	283.949	0.0167
8000	2.64	45.432	0.0088	52000	5.17	295.307	0.0173
9000	2.71	51.111	0.0090	53999	5.25	306.659	0.0175
10000	2.79	56.790	0.0093				
12000	2.89	68.148	0.0096				
14000	3.03	79.506	0.0101				
16000	3.12	90.864	0.0104				
18000	3.23	102.222	0.0108				

**ESFUERZO VS DEFORMACIÓN**  
Probeta N°8

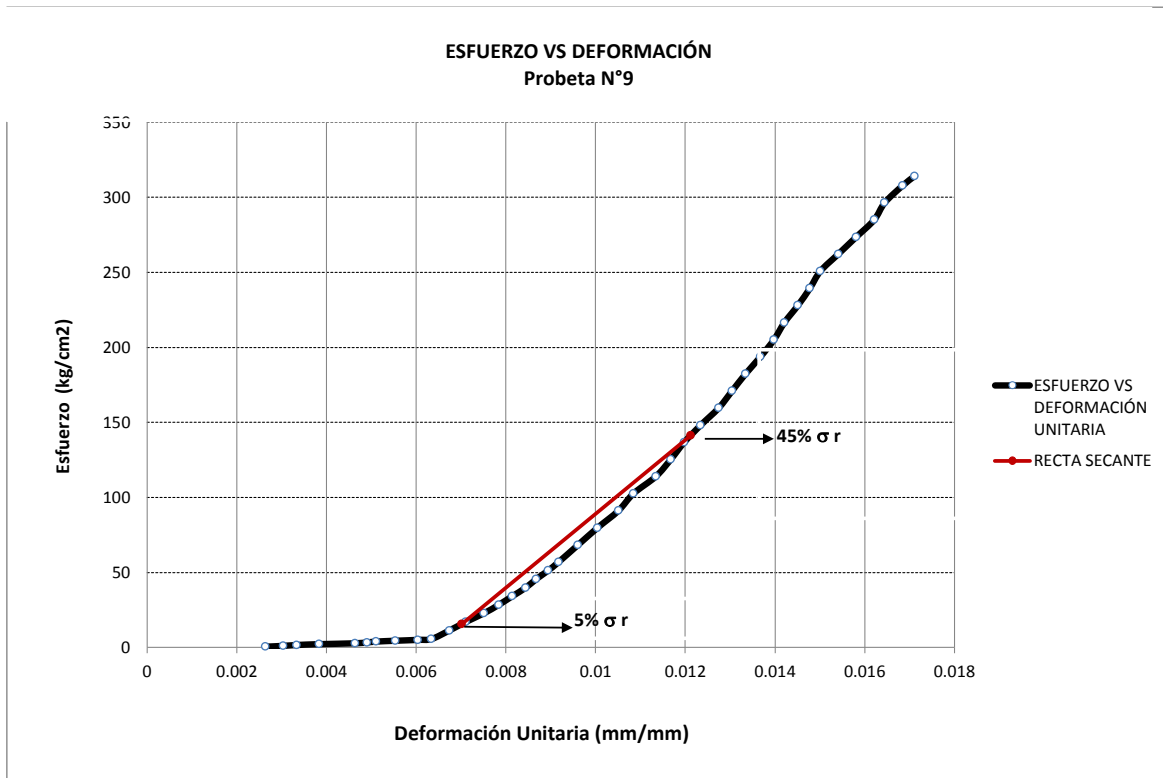


$\sigma_r = 306.66 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 15.33 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 138.00 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0069 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0121 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 236870 \text{ kg/cm}^2$

**PROBETA N°** 9

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
299.73	14.95	175.46	55114	314.11	265845	245986

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.79	0.570	0.0026	20000	3.40	113.984	0.0113
200	0.91	1.140	0.0030	22000	3.50	125.382	0.0117
300	1.00	1.710	0.0033	24000	3.59	136.781	0.0120
400	1.15	2.280	0.0038	26000	3.70	148.179	0.0123
500	1.39	2.850	0.0046	28000	3.82	159.577	0.0127
600	1.47	3.420	0.0049	30000	3.91	170.976	0.0130
700	1.53	3.989	0.0051	32000	4.00	182.374	0.0133
800	1.66	4.559	0.0055	34000	4.10	193.772	0.0137
900	1.81	5.129	0.0060	36000	4.19	205.171	0.0140
1000	1.90	5.699	0.0063	38000	4.26	216.569	0.0142
2000	2.02	11.398	0.0067	40000	4.35	227.968	0.0145
3000	2.13	17.098	0.0071	42000	4.43	239.366	0.0148
4000	2.25	22.797	0.0075	44000	4.50	250.764	0.0150
5000	2.35	28.496	0.0078	46000	4.62	262.163	0.0154
6000	2.44	34.195	0.0081	48000	4.74	273.561	0.0158
7000	2.53	39.894	0.0084	50000	4.86	284.959	0.0162
8000	2.60	45.594	0.0087	52000	4.93	296.358	0.0164
9000	2.68	51.293	0.0089	54000	5.05	307.756	0.0168
10000	2.75	56.992	0.0092	55114	5.13	314.105	0.0171
12000	2.88	68.390	0.0096				
14000	3.01	79.789	0.0100				
16000	3.15	91.187	0.0105				
18000	3.25	102.585	0.0108				

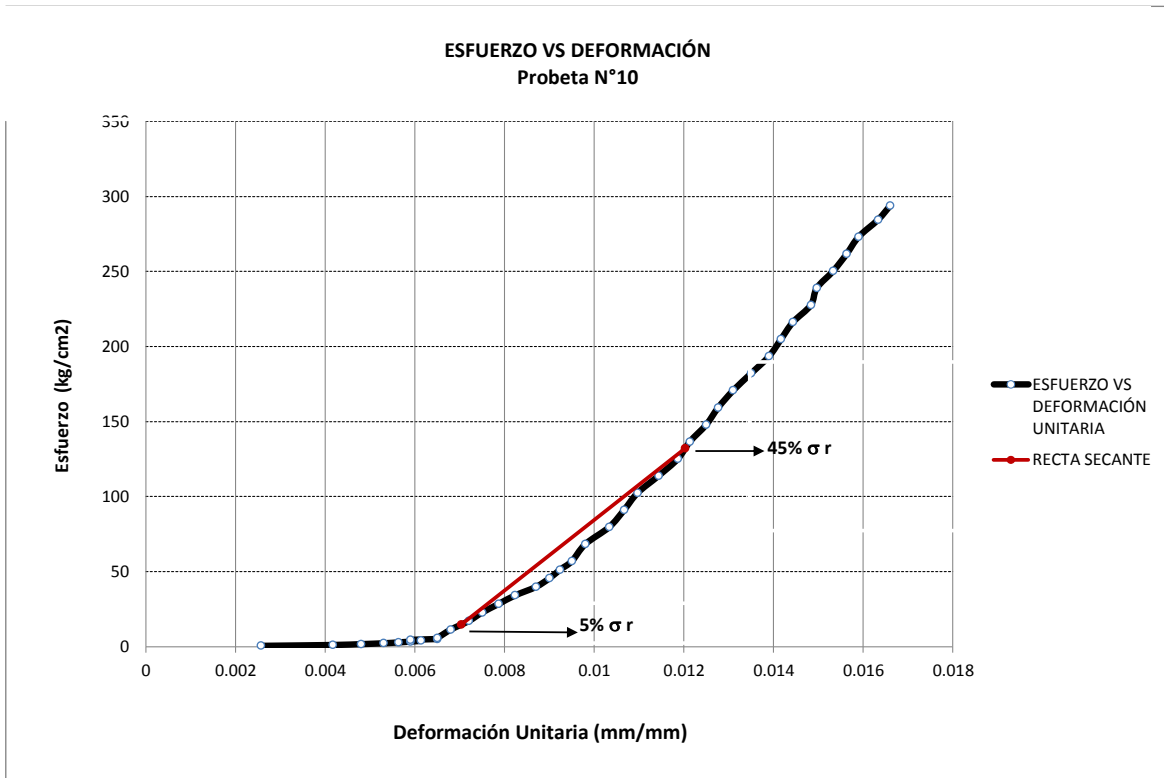


$\sigma_r =$	314.11	kg/cm <sup>2</sup>
$5\% \sigma_r =$	15.71	kg/cm <sup>2</sup>
$45\% \sigma_r =$	141.35	kg/cm <sup>2</sup>
$\epsilon (5\% \sigma_r) =$	0.0070	mm/mm
$\epsilon (45\% \sigma_r) =$	0.0121	mm/mm
$E_c =$	245986	kg/cm <sup>2</sup>

**PROBETA N°** 10

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
300.03	14.96	175.78	51618	293.66	257047	235044

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.33	0.569	0.0026	20000	3.43	113.781	0.0114
200	0.55	1.138	0.0042	22000	3.56	125.160	0.0119
300	0.77	1.707	0.0048	24000	3.64	136.538	0.0121
400	1.25	2.276	0.0053	26000	3.75	147.916	0.0125
500	1.44	2.845	0.0056	28000	3.83	159.294	0.0128
600	1.59	3.413	0.0059	30000	3.93	170.672	0.0131
700	1.69	3.982	0.0061	32000	4.05	182.050	0.0135
800	1.77	4.551	0.0059	34000	4.17	193.428	0.0139
900	1.84	5.120	0.0065	36000	4.25	204.807	0.0142
1000	1.95	5.689	0.0065	38000	4.33	216.185	0.0144
2000	2.04	11.378	0.0068	40000	4.45	227.563	0.0148
3000	2.16	17.067	0.0072	42000	4.49	238.941	0.0150
4000	2.25	22.756	0.0075	44000	4.60	250.319	0.0153
5000	2.36	28.445	0.0079	46000	4.69	261.697	0.0156
6000	2.47	34.134	0.0082	48000	4.77	273.075	0.0159
7000	2.61	39.823	0.0087	50000	4.90	284.454	0.0163
8000	2.70	45.513	0.0090	51618	4.98	293.658	0.0166
9000	2.77	51.202	0.0092				
10000	2.85	56.891	0.0095				
12000	2.94	68.269	0.0098				
14000	3.10	79.647	0.0103				
16000	3.20	91.025	0.0107				
18000	3.29	102.403	0.0110				

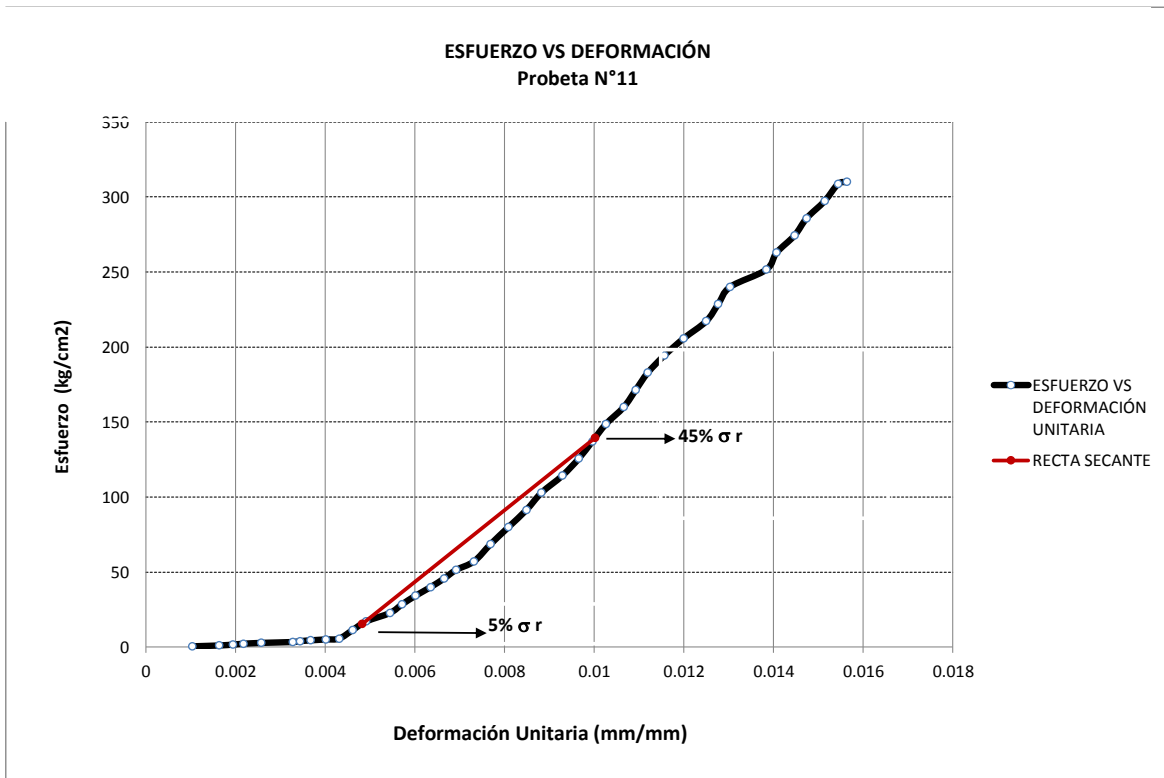


$\sigma_r =$	293.66	kg/cm <sup>2</sup>
$5\% \sigma_r =$	14.68	kg/cm <sup>2</sup>
$45\% \sigma_r =$	132.15	kg/cm <sup>2</sup>
$\epsilon (5\% \sigma_r) =$	0.0070	mm/mm
$\epsilon (45\% \sigma_r) =$	0.0120	mm/mm
$E_c =$	235044	kg/cm <sup>2</sup>

**PROBETA N°** 11

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
299.23	14.92	174.91	54247	310.14	264160	238815

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.31	0.572	0.0010	20000	2.78	114.342	0.0093
200	0.49	1.143	0.0016	22000	2.89	125.776	0.0097
300	0.58	1.715	0.0019	24000	2.98	137.211	0.0100
400	0.65	2.287	0.0022	26000	3.07	148.645	0.0103
500	0.77	2.859	0.0026	28000	3.19	160.079	0.0107
600	0.98	3.430	0.0033	30000	3.27	171.513	0.0109
700	1.03	4.002	0.0034	32000	3.35	182.947	0.0112
800	1.10	4.574	0.0037	34000	3.46	194.382	0.0116
900	1.20	5.145	0.0040	36000	3.59	205.816	0.0120
1000	1.29	5.717	0.0043	38000	3.74	217.250	0.0125
2000	1.38	11.434	0.0046	40000	3.82	228.684	0.0128
3000	1.47	17.151	0.0049	42000	3.90	240.118	0.0130
4000	1.63	22.868	0.0054	44000	4.14	251.553	0.0138
5000	1.71	28.586	0.0057	46000	4.21	262.987	0.0141
6000	1.80	34.303	0.0060	48000	4.33	274.421	0.0145
7000	1.90	40.020	0.0063	50000	4.41	285.855	0.0147
8000	1.99	45.737	0.0067	52000	4.53	297.290	0.0151
9000	2.07	51.454	0.0069	54000	4.62	308.724	0.0154
10000	2.19	57.171	0.0073	54247	4.68	310.136	0.0156
12000	2.30	68.605	0.0077				
14000	2.42	80.039	0.0081				
16000	2.54	91.474	0.0085				
18000	2.64	102.908	0.0088				

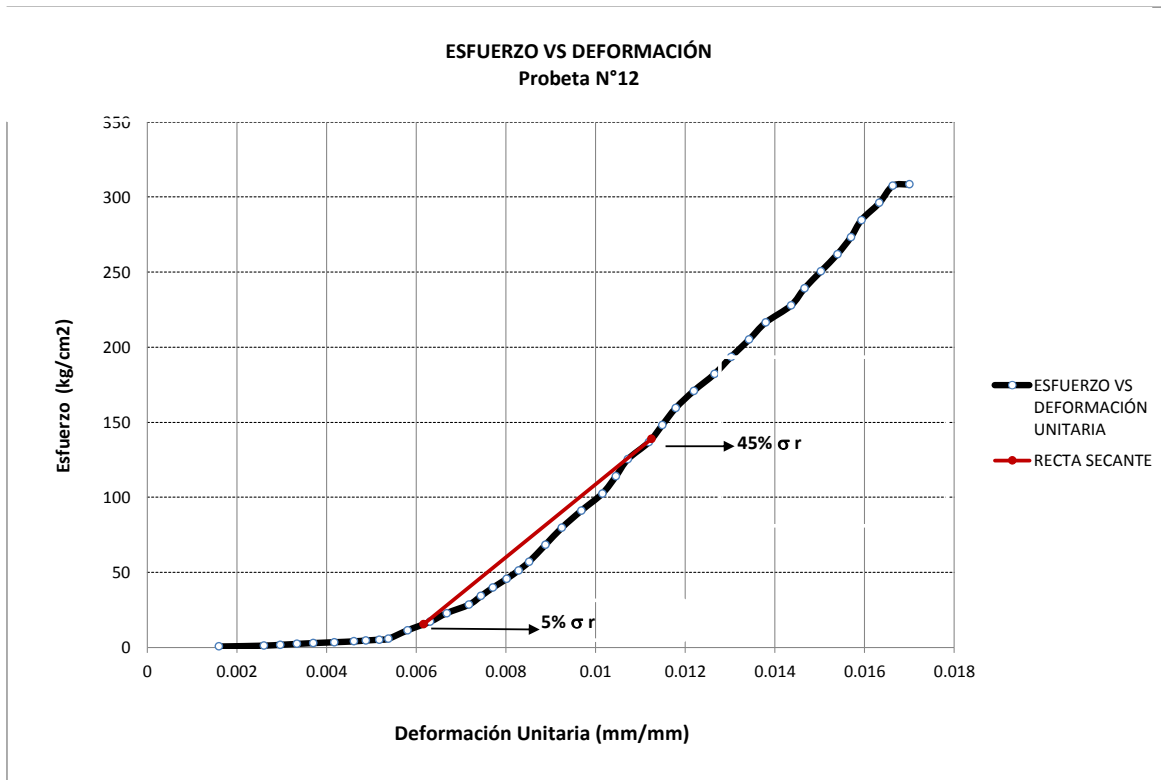


$\sigma_r = 310.14 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 15.51 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 139.56 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0048 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0100 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 238815 \text{ kg/cm}^2$

**PROBETA N°** 12

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
299.37	14.95	175.62	54172	308.46	263446	242898

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.48	0.569	0.0016	20000	3.13	113.883	0.0105
200	0.78	1.139	0.0026	22000	3.21	125.271	0.0107
300	0.89	1.708	0.0030	24000	3.35	136.659	0.0112
400	1.00	2.278	0.0033	26000	3.44	148.047	0.0115
500	1.11	2.847	0.0037	28000	3.53	159.436	0.0118
600	1.25	3.416	0.0042	30000	3.65	170.824	0.0122
700	1.38	3.986	0.0046	32000	3.79	182.212	0.0127
800	1.46	4.555	0.0049	34000	3.90	193.600	0.0130
900	1.55	5.125	0.0052	36000	4.02	204.989	0.0134
1000	1.61	5.694	0.0054	38000	4.13	216.377	0.0138
2000	1.74	11.388	0.0058	40000	4.30	227.765	0.0144
3000	1.89	17.082	0.0063	42000	4.39	239.153	0.0147
4000	2.00	22.777	0.0067	44000	4.50	250.542	0.0150
5000	2.15	28.471	0.0072	46000	4.61	261.930	0.0154
6000	2.23	34.165	0.0074	48000	4.70	273.318	0.0157
7000	2.31	39.859	0.0077	50000	4.77	284.706	0.0159
8000	2.40	45.553	0.0080	52000	4.89	296.095	0.0163
9000	2.48	51.247	0.0083	54000	4.98	307.483	0.0166
10000	2.55	56.941	0.0085	54172	5.09	308.462	0.0170
12000	2.66	68.330	0.0089				
14000	2.77	79.718	0.0093				
16000	2.90	91.106	0.0097				
18000	3.04	102.494	0.0102				



$\sigma_r = 308.46 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 15.42 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 138.81 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0062 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0112 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 242898 \text{ kg/cm}^2$



**TESIS :**

**INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE  
MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS**

**MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO**

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERIA RÍO MASHCON

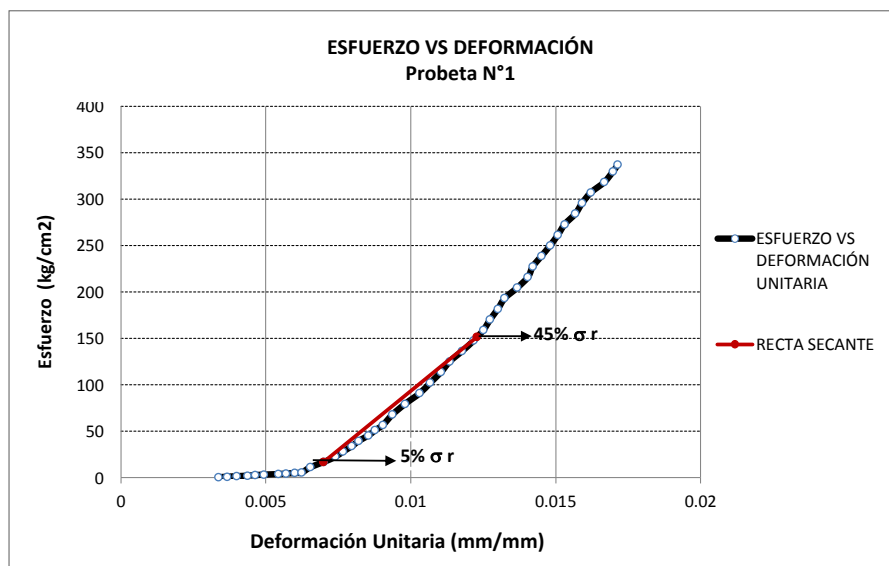
**f'c (diseño) : 304 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)**

**PROBETA N°**

1

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
299.80	14.97	175.93	59301	337.06	275389.09	254351

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$ mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$ mm/mm
100	1.01	0.568	0.0034	22000	3.40	125.047	0.0113
200	1.10	1.137	0.0037	24000	3.53	136.414	0.0118
300	1.20	1.705	0.0040	26000	3.65	147.782	0.0122
400	1.31	2.274	0.0044	28000	3.75	159.150	0.0125
500	1.39	2.842	0.0046	30000	3.82	170.518	0.0127
600	1.48	3.410	0.0049	32000	3.90	181.886	0.0130
700	1.63	3.979	0.0054	34000	3.97	193.254	0.0132
800	1.71	4.547	0.0057	36000	4.10	204.622	0.0137
900	1.80	5.116	0.0060	38000	4.21	215.989	0.0140
1000	1.87	5.684	0.0062	40000	4.26	227.357	0.0142
2000	1.96	11.368	0.0065	42000	4.35	238.725	0.0145
3000	2.10	17.052	0.0070	44000	4.44	250.093	0.0148
4000	2.22	22.736	0.0074	46000	4.52	261.461	0.0151
5000	2.30	28.420	0.0077	48000	4.59	272.829	0.0153
6000	2.39	34.104	0.0080	50000	4.70	284.197	0.0157
7000	2.46	39.788	0.0082	52000	4.77	295.564	0.0159
8000	2.56	45.471	0.0085	54000	4.86	306.932	0.0162
9000	2.63	51.155	0.0088	56000	5.00	318.300	0.0167
10000	2.71	56.839	0.0090	58000	5.09	329.668	0.0170
12000	2.81	68.207	0.0094	59301	5.14	337.063	0.0171
14000	2.94	79.575	0.0098				
16000	3.09	90.943	0.0103				
18000	3.20	102.311	0.0107				
20000	3.31	113.679	0.0110				

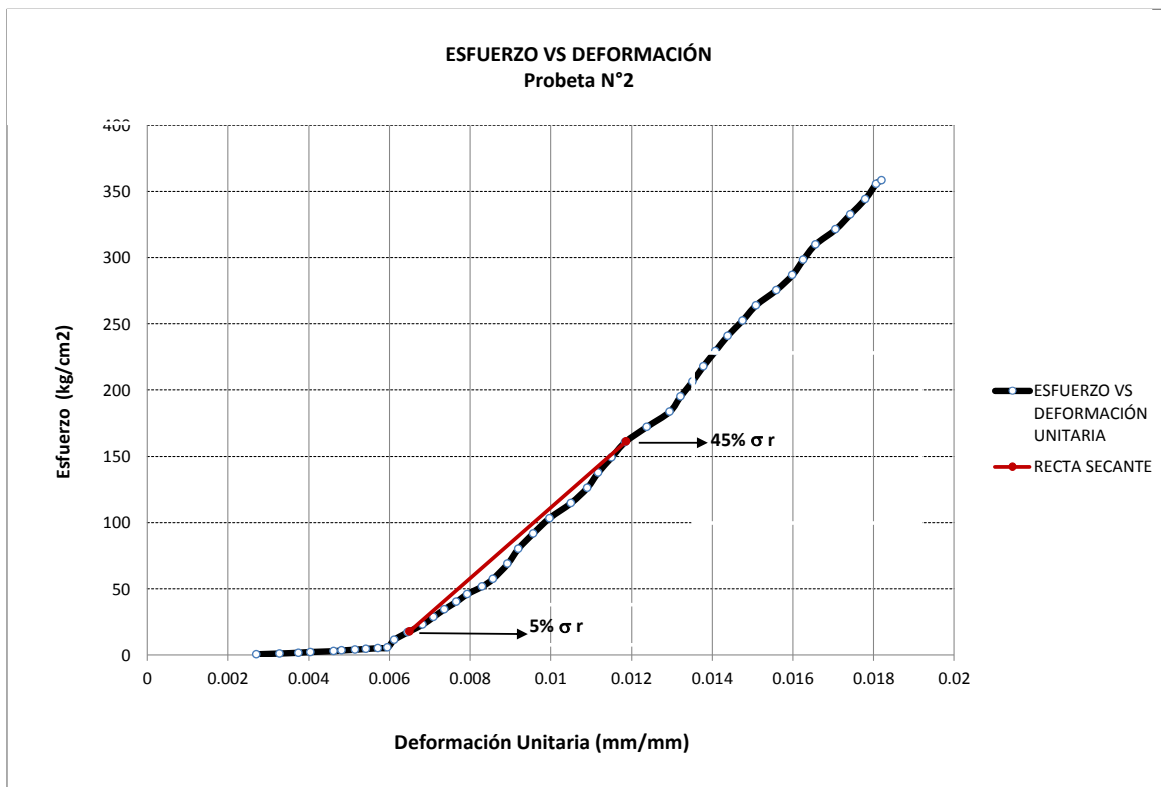




**PROBETA N°** 2

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
298.90	14.90	174.29	62453	358.33	283944	266959

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.81	0.574	0.0027	22000	3.26	126.227	0.0109
200	0.98	1.148	0.0033	24000	3.34	137.703	0.0112
300	1.12	1.721	0.0037	26000	3.44	149.178	0.0115
400	1.21	2.295	0.0040	28000	3.54	160.653	0.0118
500	1.38	2.869	0.0046	30000	3.70	172.128	0.0124
600	1.44	3.443	0.0048	32000	3.87	183.603	0.0129
700	1.54	4.016	0.0052	34000	3.95	195.079	0.0132
800	1.62	4.590	0.0054	36000	4.04	206.554	0.0135
900	1.71	5.164	0.0057	38000	4.12	218.029	0.0138
1000	1.78	5.738	0.0060	40000	4.21	229.504	0.0141
2000	1.83	11.475	0.0061	42000	4.30	240.979	0.0144
3000	1.93	17.213	0.0065	44000	4.41	252.455	0.0148
4000	2.04	22.950	0.0068	46000	4.51	263.930	0.0151
5000	2.12	28.688	0.0071	48000	4.66	275.405	0.0156
6000	2.20	34.426	0.0074	50000	4.78	286.880	0.0160
7000	2.29	40.163	0.0077	52000	4.86	298.355	0.0163
8000	2.37	45.901	0.0079	54000	4.95	309.831	0.0166
9000	2.48	51.638	0.0083	56000	5.10	321.306	0.0171
10000	2.56	57.376	0.0086	58000	5.21	332.781	0.0174
12000	2.67	68.851	0.0089	60000	5.32	344.256	0.0178
14000	2.75	80.326	0.0092	62000	5.40	355.732	0.0181
16000	2.86	91.802	0.0096	62453	5.44	358.331	0.0182
18000	2.98	103.277	0.0100				
20000	3.14	114.752	0.0105				

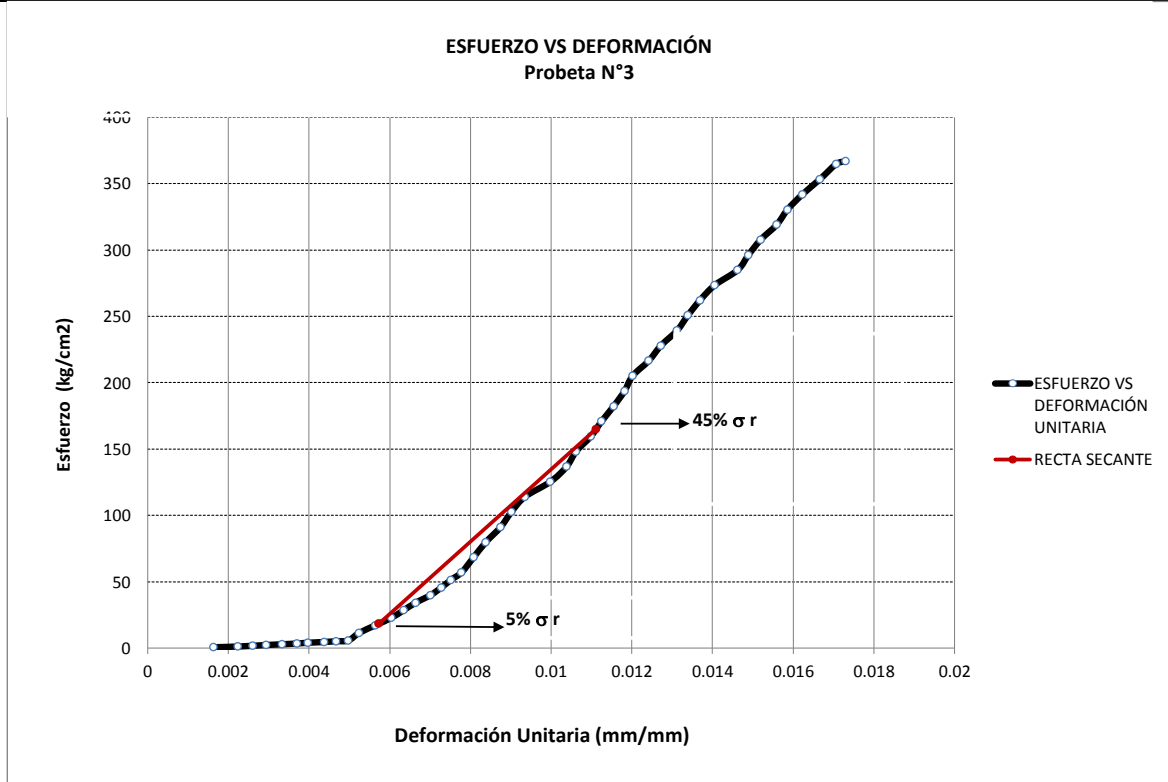


$\sigma_r = 358.33 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 17.92 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 161.25 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0065 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0119 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 266959 \text{ kg/cm}^2$

**PROBETA N°** 3

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
299.47	14.95	175.46	64392	366.99	287353	272585

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.49	0.570	0.0016	22000	2.99	125.383	0.0100
200	0.67	1.140	0.0022	24000	3.11	136.782	0.0104
300	0.78	1.710	0.0026	26000	3.18	148.180	0.0106
400	0.88	2.280	0.0029	28000	3.29	159.579	0.0110
500	1.00	2.850	0.0033	30000	3.37	170.977	0.0113
600	1.11	3.420	0.0037	32000	3.46	182.376	0.0116
700	1.19	3.989	0.0040	34000	3.54	193.774	0.0118
800	1.31	4.559	0.0044	36000	3.60	205.172	0.0120
900	1.40	5.129	0.0047	38000	3.72	216.571	0.0124
1000	1.49	5.699	0.0050	40000	3.81	227.969	0.0127
2000	1.57	11.398	0.0052	42000	3.93	239.368	0.0131
3000	1.69	17.098	0.0056	44000	4.01	250.766	0.0134
4000	1.81	22.797	0.0060	46000	4.10	262.165	0.0137
5000	1.90	28.496	0.0063	48000	4.21	273.563	0.0141
6000	1.99	34.195	0.0066	50000	4.38	284.962	0.0146
7000	2.10	39.895	0.0070	52000	4.46	296.360	0.0149
8000	2.18	45.594	0.0073	54000	4.55	307.759	0.0152
9000	2.25	51.293	0.0075	56000	4.67	319.157	0.0156
10000	2.33	56.992	0.0078	58000	4.75	330.556	0.0159
12000	2.42	68.391	0.0081	60000	4.86	341.954	0.0162
14000	2.51	79.789	0.0084	62000	4.99	353.353	0.0167
16000	2.62	91.188	0.0087	64000	5.11	364.751	0.0171
18000	2.70	102.586	0.0090	64392	5.18	366.985	0.0173
20000	2.80	113.985	0.0093				

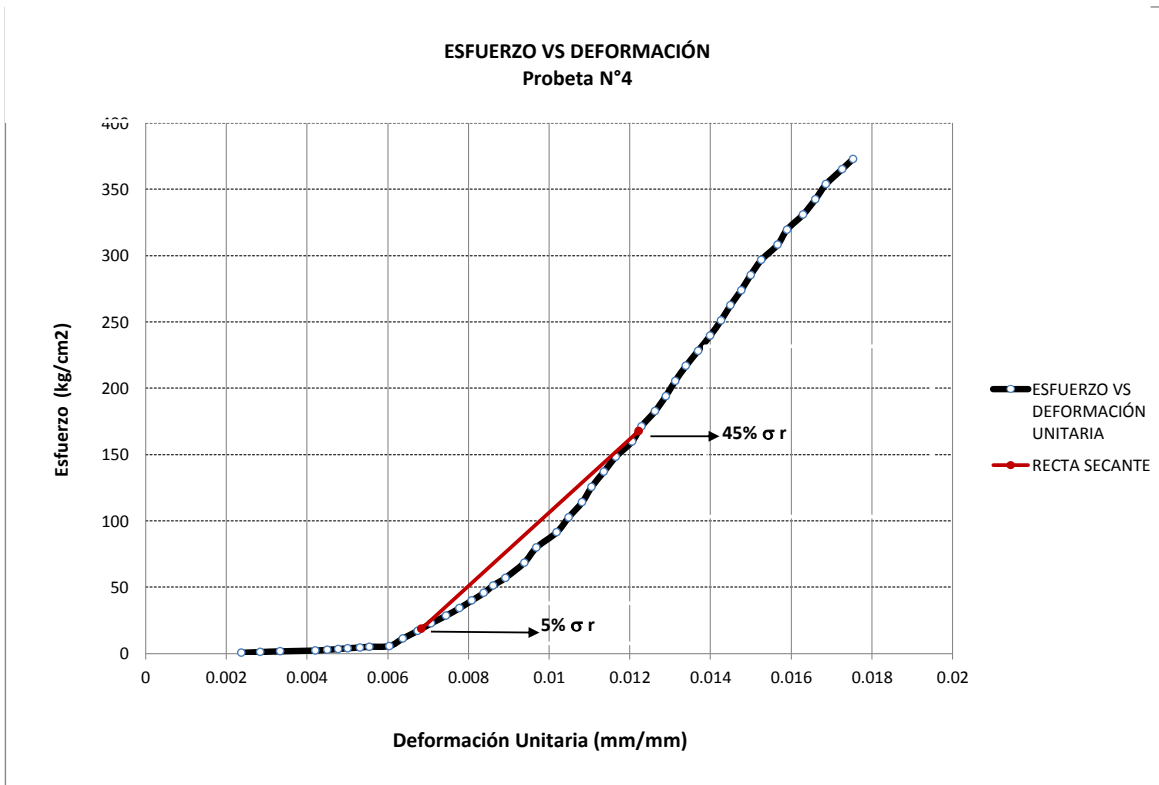


$\sigma_r = 366.99 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 18.35 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 165.14 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0057 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0111 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 272585 \text{ kg/cm}^2$

**PROBETA N°** 4

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
299.43	14.94	175.23	65336	372.86	289644	276977

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.71	0.571	0.0024	22000	3.31	125.550	0.0111
200	0.85	1.141	0.0028	24000	3.40	136.963	0.0114
300	1.00	1.712	0.0033	26000	3.49	148.377	0.0117
400	1.26	2.283	0.0042	28000	3.61	159.791	0.0121
500	1.35	2.853	0.0045	30000	3.68	171.204	0.0123
600	1.43	3.424	0.0048	32000	3.78	182.618	0.0126
700	1.50	3.995	0.0050	34000	3.86	194.032	0.0129
800	1.59	4.565	0.0053	36000	3.93	205.445	0.0131
900	1.66	5.136	0.0055	38000	4.01	216.859	0.0134
1000	1.81	5.707	0.0060	40000	4.10	228.272	0.0137
2000	1.91	11.414	0.0064	42000	4.19	239.686	0.0140
3000	2.02	17.120	0.0067	44000	4.27	251.100	0.0143
4000	2.12	22.827	0.0071	46000	4.34	262.513	0.0145
5000	2.23	28.534	0.0074	48000	4.42	273.927	0.0148
6000	2.33	34.241	0.0078	50000	4.49	285.340	0.0150
7000	2.42	39.948	0.0081	52000	4.57	296.754	0.0153
8000	2.51	45.654	0.0084	54000	4.69	308.168	0.0157
9000	2.58	51.361	0.0086	56000	4.76	319.581	0.0159
10000	2.67	57.068	0.0089	58000	4.88	330.995	0.0163
12000	2.81	68.482	0.0094	60000	4.97	342.409	0.0166
14000	2.90	79.895	0.0097	62000	5.05	353.822	0.0169
16000	3.05	91.309	0.0102	64000	5.17	365.236	0.0173
18000	3.14	102.723	0.0105	65336	5.25	372.860	0.0175
20000	3.24	114.136	0.0108				



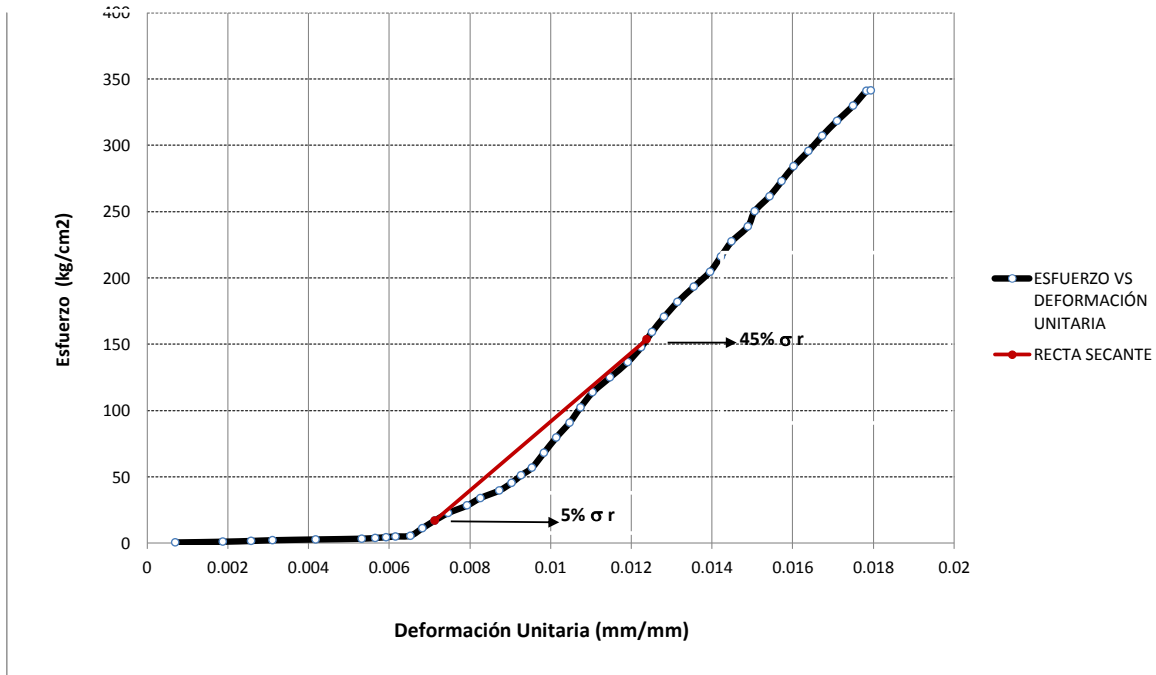
$\sigma_r = 372.86 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 18.64 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 167.79 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0068 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0122 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 276977 \text{ kg/cm}^2$

**PROBETA N°** 5

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
298.83	14.96	175.85	60038	341.41	277160	259855

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.21	0.569	0.0007	22000	3.43	125.105	0.0115
200	0.56	1.137	0.0019	24000	3.56	136.478	0.0119
300	0.77	1.706	0.0026	26000	3.66	147.851	0.0122
400	0.93	2.275	0.0031	28000	3.74	159.225	0.0125
500	1.25	2.843	0.0042	30000	3.83	170.598	0.0128
600	1.59	3.412	0.0053	32000	3.93	181.971	0.0132
700	1.69	3.981	0.0057	34000	4.05	193.344	0.0136
800	1.77	4.549	0.0059	36000	4.17	204.717	0.0140
900	1.84	5.118	0.0062	38000	4.25	216.091	0.0142
1000	1.95	5.687	0.0065	40000	4.33	227.464	0.0145
2000	2.04	11.373	0.0068	42000	4.45	238.837	0.0149
3000	2.13	17.060	0.0071	44000	4.50	250.210	0.0151
4000	2.23	22.746	0.0075	46000	4.61	261.583	0.0154
5000	2.37	28.433	0.0079	48000	4.70	272.957	0.0157
6000	2.47	34.120	0.0083	50000	4.79	284.330	0.0160
7000	2.61	39.806	0.0087	52000	4.90	295.703	0.0164
8000	2.70	45.493	0.0090	54000	5.00	307.076	0.0167
9000	2.77	51.179	0.0093	56000	5.11	318.449	0.0171
10000	2.85	56.866	0.0095	58000	5.23	329.822	0.0175
12000	2.94	68.239	0.0098	60000	5.33	341.196	0.0178
14000	3.03	79.612	0.0101	60038	5.36	341.412	0.0179
16000	3.13	90.986	0.0105				
18000	3.21	102.359	0.0107				
20000	3.30	113.732	0.0110				

**ESFUERZO VS DEFORMACIÓN**  
Probeta N°5

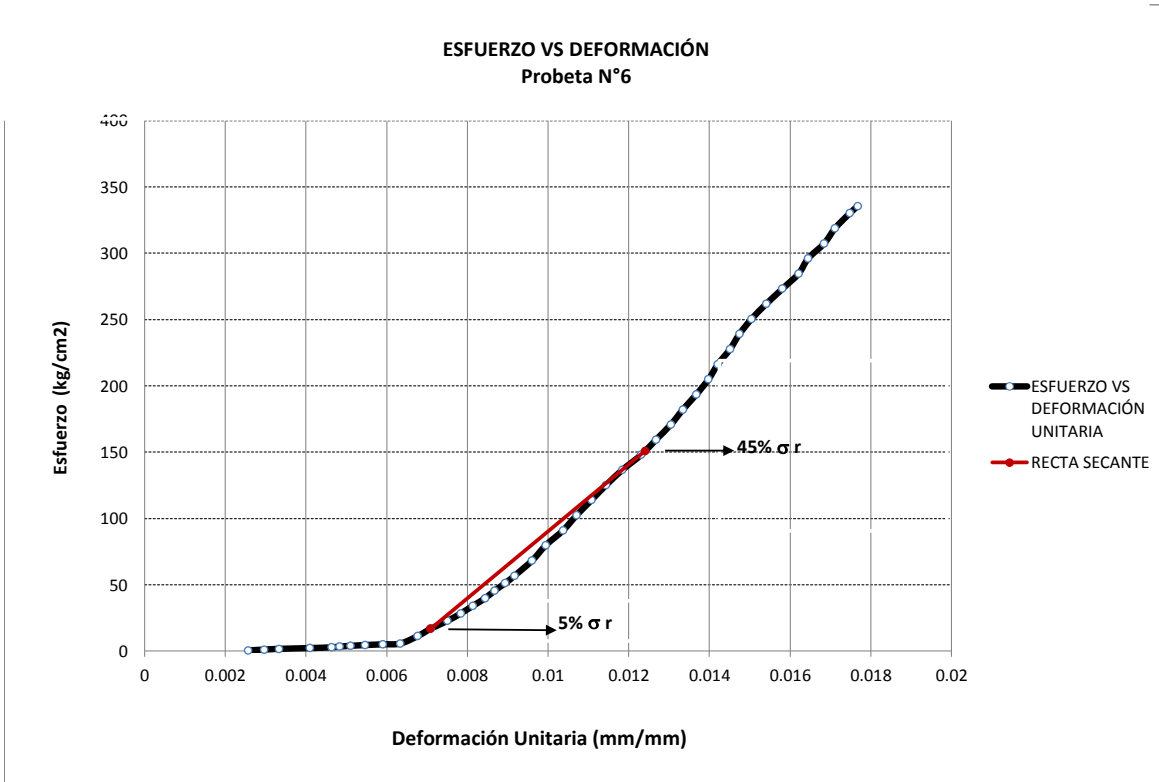


$\sigma_r = 341.41 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 17.07 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 153.64 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0071 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0124 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 259855 \text{ kg/cm}^2$

**PROBETA N°** 6

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
299.77	14.95	175.62	58949	335.67	274818	252463

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.77	0.569	0.0026	22000	3.43	125.272	0.0114
200	0.89	1.139	0.0030	24000	3.55	136.661	0.0118
300	1.00	1.708	0.0033	26000	3.69	148.049	0.0123
400	1.23	2.278	0.0041	28000	3.80	159.437	0.0127
500	1.39	2.847	0.0046	30000	3.91	170.826	0.0130
600	1.45	3.417	0.0048	32000	4.00	182.214	0.0133
700	1.53	3.986	0.0051	34000	4.10	193.602	0.0137
800	1.64	4.555	0.0055	36000	4.19	204.991	0.0140
900	1.77	5.125	0.0059	38000	4.26	216.379	0.0142
1000	1.90	5.694	0.0063	40000	4.35	227.768	0.0145
2000	2.03	11.388	0.0068	42000	4.42	239.156	0.0147
3000	2.13	17.083	0.0071	44000	4.51	250.544	0.0150
4000	2.25	22.777	0.0075	46000	4.62	261.933	0.0154
5000	2.35	28.471	0.0078	48000	4.74	273.321	0.0158
6000	2.44	34.165	0.0081	50000	4.86	284.710	0.0162
7000	2.53	39.859	0.0084	52000	4.93	296.098	0.0164
8000	2.60	45.554	0.0087	54000	5.05	307.486	0.0168
9000	2.68	51.248	0.0089	56000	5.13	318.875	0.0171
10000	2.75	56.942	0.0092	58000	5.24	330.263	0.0175
12000	2.88	68.330	0.0096	58949	5.30	335.667	0.0177
14000	2.98	79.719	0.0099				
16000	3.11	91.107	0.0104				
18000	3.21	102.495	0.0107				
20000	3.32	113.884	0.0111				

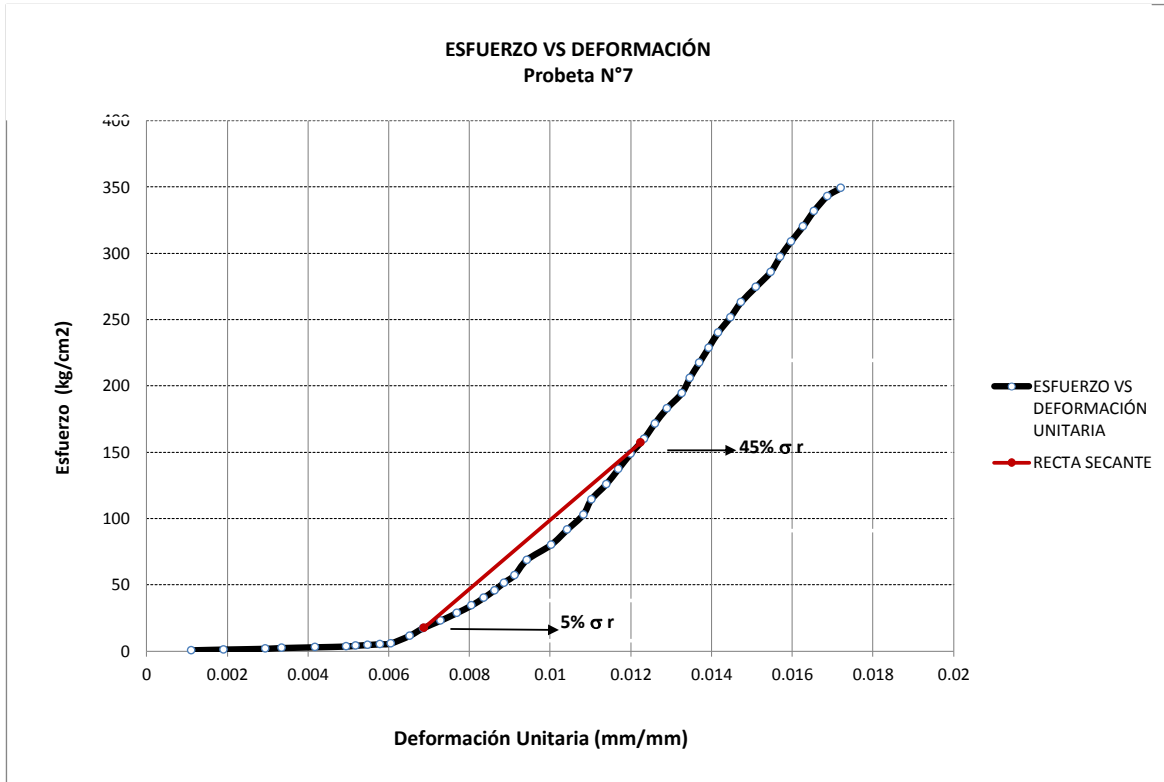


$\sigma_r = 335.67 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 16.78 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 151.05 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0071 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0124 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 252463 \text{ kg/cm}^2$

**PROBETA N°** 7

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
299.33	14.92	174.92	61062	349.09	280261	260102

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.33	0.572	0.0011	22000	3.41	125.775	0.0114
200	0.57	1.143	0.0019	24000	3.50	137.209	0.0117
300	0.88	1.715	0.0029	26000	3.59	148.643	0.0120
400	1.00	2.287	0.0033	28000	3.69	160.077	0.0123
500	1.25	2.859	0.0042	30000	3.77	171.511	0.0126
600	1.48	3.430	0.0049	32000	3.86	182.945	0.0129
700	1.55	4.002	0.0052	34000	3.97	194.379	0.0133
800	1.64	4.574	0.0055	36000	4.03	205.813	0.0135
900	1.73	5.145	0.0058	38000	4.10	217.247	0.0137
1000	1.81	5.717	0.0060	40000	4.17	228.682	0.0139
2000	1.95	11.434	0.0065	42000	4.24	240.116	0.0142
3000	2.05	17.151	0.0068	44000	4.33	251.550	0.0145
4000	2.18	22.868	0.0073	46000	4.41	262.984	0.0147
5000	2.30	28.585	0.0077	48000	4.52	274.418	0.0151
6000	2.41	34.302	0.0081	50000	4.63	285.852	0.0155
7000	2.50	40.019	0.0084	52000	4.70	297.286	0.0157
8000	2.58	45.736	0.0086	54000	4.78	308.720	0.0160
9000	2.65	51.453	0.0089	56000	4.87	320.154	0.0163
10000	2.73	57.170	0.0091	58000	4.95	331.588	0.0165
12000	2.82	68.604	0.0094	60000	5.05	343.022	0.0169
14000	3.00	80.039	0.0100	61062	5.15	349.094	0.0172
16000	3.12	91.473	0.0104				
18000	3.24	102.907	0.0108				
20000	3.30	114.341	0.0110				

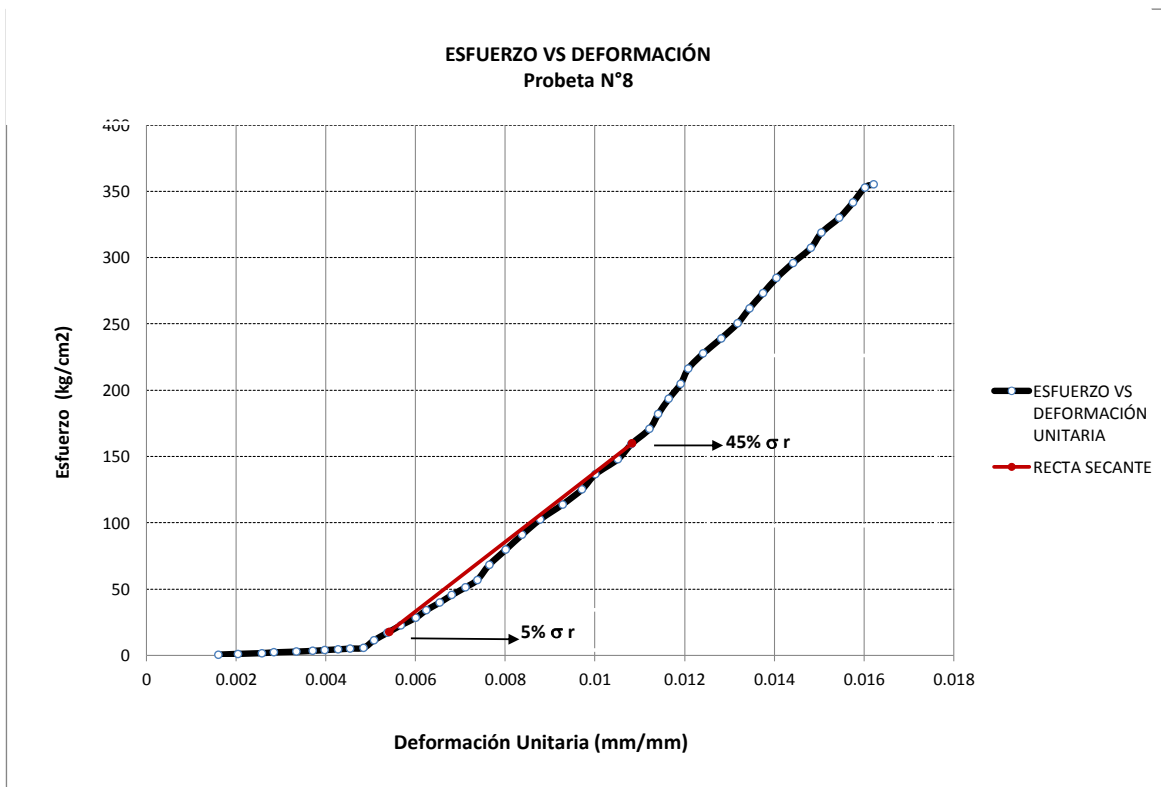


$\sigma_r = 349.09 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 17.45 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 157.09 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0069 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0122 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 260102 \text{ kg/cm}^2$

**PROBETA N°** 8

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
299.60	14.96	175.6964	62405	355.19	282696	262085

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.48	0.569	0.0016	22000	2.91	125.216	0.0097
200	0.61	1.138	0.0020	24000	3.00	136.599	0.0100
300	0.77	1.707	0.0026	26000	3.15	147.983	0.0105
400	0.85	2.277	0.0028	28000	3.24	159.366	0.0108
500	1.00	2.846	0.0033	30000	3.36	170.749	0.0112
600	1.11	3.415	0.0037	32000	3.42	182.132	0.0114
700	1.19	3.984	0.0040	34000	3.49	193.516	0.0116
800	1.28	4.553	0.0043	36000	3.57	204.899	0.0119
900	1.36	5.122	0.0045	38000	3.62	216.282	0.0121
1000	1.45	5.692	0.0048	40000	3.72	227.665	0.0124
2000	1.52	11.383	0.0051	42000	3.84	239.049	0.0128
3000	1.61	17.075	0.0054	44000	3.95	250.432	0.0132
4000	1.70	22.767	0.0057	46000	4.03	261.815	0.0135
5000	1.80	28.458	0.0060	48000	4.12	273.199	0.0138
6000	1.87	34.150	0.0062	50000	4.21	284.582	0.0141
7000	1.96	39.841	0.0065	52000	4.32	295.965	0.0144
8000	2.04	45.533	0.0068	54000	4.44	307.348	0.0148
9000	2.13	51.225	0.0071	56000	4.51	318.732	0.0151
10000	2.21	56.916	0.0074	58000	4.63	330.115	0.0155
12000	2.29	68.300	0.0076	60000	4.72	341.498	0.0158
14000	2.40	79.683	0.0080	62000	4.80	352.881	0.0160
16000	2.51	91.066	0.0084	62405	4.86	355.187	0.0162
18000	2.63	102.449	0.0088				
20000	2.78	113.833	0.0093				



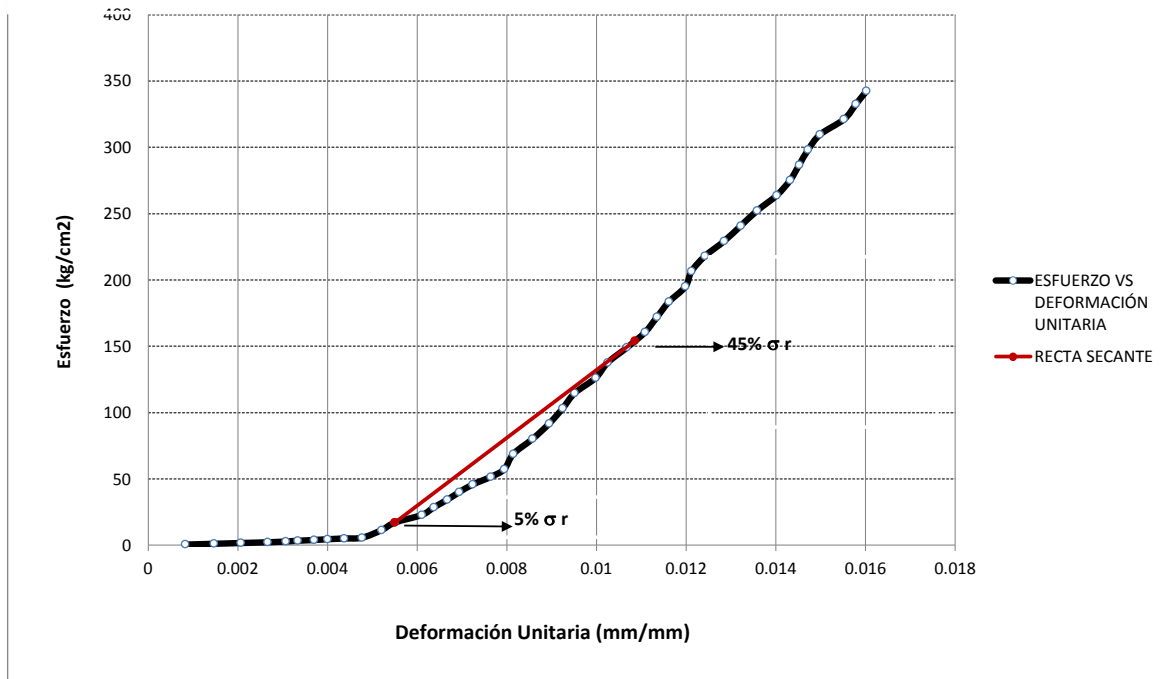
$\sigma_r = 355.19 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 17.76 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 159.83 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0054 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0108 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 262085 \text{ kg/cm}^2$

**PROBETA N°** 9

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
299.50	14.90	174.37	59724	342.52	277608	255852

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.25	0.573	0.0008	22000	2.99	126.169	0.0100
200	0.44	1.147	0.0015	24000	3.07	137.639	0.0103
300	0.62	1.720	0.0021	26000	3.20	149.109	0.0107
400	0.80	2.294	0.0027	28000	3.32	160.579	0.0111
500	0.92	2.867	0.0031	30000	3.40	172.049	0.0114
600	1.00	3.441	0.0033	32000	3.48	183.519	0.0116
700	1.11	4.014	0.0037	34000	3.59	194.989	0.0120
800	1.20	4.588	0.0040	36000	3.63	206.459	0.0121
900	1.31	5.161	0.0044	38000	3.72	217.929	0.0124
1000	1.43	5.735	0.0048	40000	3.85	229.399	0.0129
2000	1.56	11.470	0.0052	42000	3.96	240.869	0.0132
3000	1.65	17.205	0.0055	44000	4.07	252.339	0.0136
4000	1.83	22.940	0.0061	46000	4.20	263.809	0.0140
5000	1.91	28.675	0.0064	48000	4.29	275.279	0.0143
6000	2.00	34.410	0.0067	50000	4.35	286.749	0.0145
7000	2.08	40.145	0.0069	52000	4.41	298.219	0.0147
8000	2.17	45.880	0.0072	54000	4.49	309.689	0.0150
9000	2.29	51.615	0.0076	56000	4.65	321.158	0.0155
10000	2.38	57.350	0.0079	58000	4.73	332.628	0.0158
12000	2.44	68.820	0.0081	59724	4.80	342.515	0.0160
14000	2.57	80.290	0.0086				
16000	2.68	91.760	0.0089				
18000	2.77	103.230	0.0092				
20000	2.85	114.699	0.0095				

**ESFUERZO VS DEFORMACIÓN**  
Probeta N°9



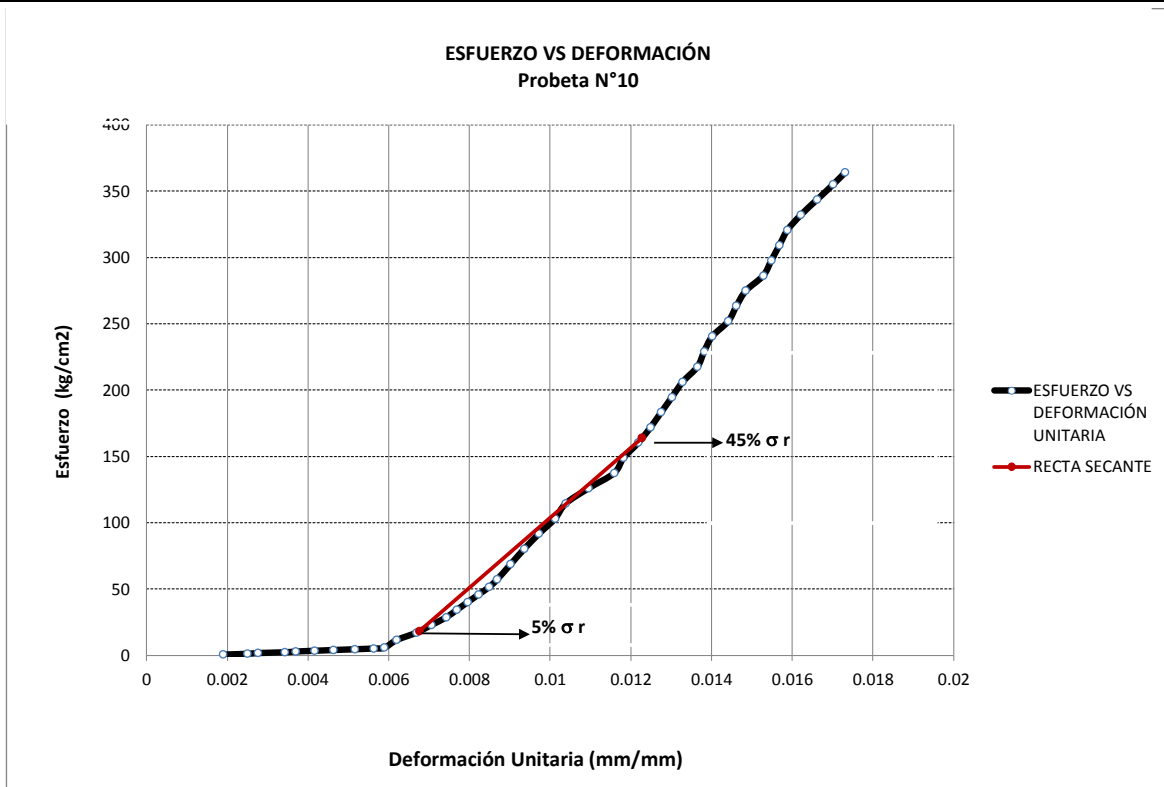
$\sigma_r = 342.52 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 17.13 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 154.13 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0055 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0109 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 255852 \text{ kg/cm}^2$



**PROBETA N°** 10

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
300.33	14.91	174.68	63590	364.04	286196	263776

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.57	0.572	0.0019	22000	3.29	125.944	0.0110
200	0.75	1.145	0.0025	24000	3.48	137.394	0.0116
300	0.83	1.717	0.0028	26000	3.55	148.843	0.0118
400	1.03	2.290	0.0034	28000	3.66	160.293	0.0122
500	1.11	2.862	0.0037	30000	3.75	171.742	0.0125
600	1.25	3.435	0.0042	32000	3.83	183.192	0.0128
700	1.39	4.007	0.0046	34000	3.91	194.641	0.0130
800	1.55	4.580	0.0052	36000	3.99	206.091	0.0133
900	1.69	5.152	0.0056	38000	4.10	217.540	0.0137
1000	1.77	5.725	0.0059	40000	4.15	228.990	0.0138
2000	1.86	11.449	0.0062	42000	4.21	240.439	0.0140
3000	2.01	17.174	0.0067	44000	4.33	251.889	0.0144
4000	2.12	22.899	0.0071	46000	4.39	263.338	0.0146
5000	2.23	28.624	0.0074	48000	4.46	274.788	0.0149
6000	2.31	34.348	0.0077	50000	4.59	286.237	0.0153
7000	2.39	40.073	0.0080	52000	4.65	297.687	0.0155
8000	2.47	45.798	0.0082	54000	4.71	309.136	0.0157
9000	2.55	51.523	0.0085	56000	4.77	320.585	0.0159
10000	2.61	57.247	0.0087	58000	4.87	332.035	0.0162
12000	2.71	68.697	0.0090	60000	4.99	343.484	0.0166
14000	2.81	80.146	0.0094	62000	5.11	354.934	0.0170
16000	2.92	91.596	0.0097	63590	5.20	364.036	0.0173
18000	3.04	103.045	0.0101				
20000	3.12	114.495	0.0104				

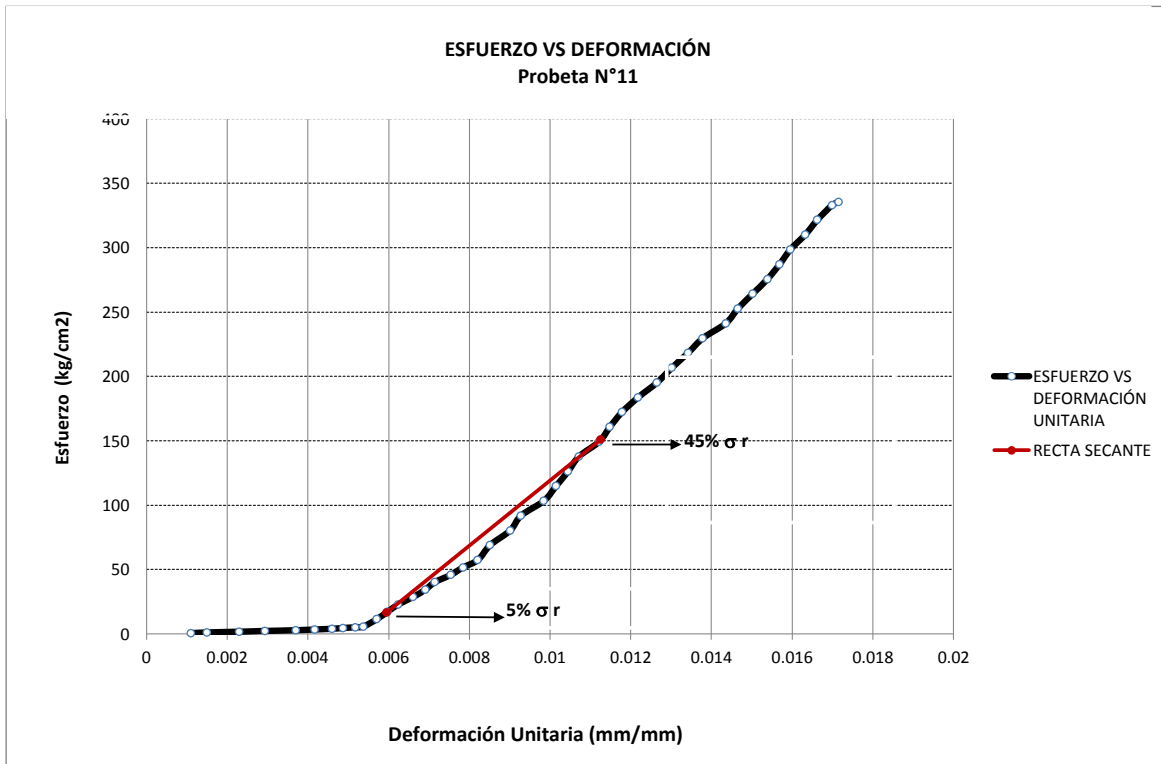


$\sigma_r = 364.04 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 18.20 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 163.82 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0068 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0123 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 263776 \text{ kg/cm}^2$

**PROBETA N°** 11

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
299.50	14.89	174.13	58418	335.48	274742	253113

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.33	0.574	0.0011	22000	3.13	126.341	0.0105
200	0.45	1.149	0.0015	24000	3.21	137.826	0.0107
300	0.69	1.723	0.0023	26000	3.36	149.312	0.0112
400	0.88	2.297	0.0029	28000	3.44	160.797	0.0115
500	1.11	2.871	0.0037	30000	3.53	172.283	0.0118
600	1.25	3.446	0.0042	32000	3.65	183.768	0.0122
700	1.38	4.020	0.0046	34000	3.79	195.254	0.0127
800	1.46	4.594	0.0049	36000	3.90	206.739	0.0130
900	1.55	5.168	0.0052	38000	4.02	218.225	0.0134
1000	1.61	5.743	0.0054	40000	4.13	229.710	0.0138
2000	1.71	11.486	0.0057	42000	4.30	241.196	0.0144
3000	1.79	17.228	0.0060	44000	4.39	252.681	0.0147
4000	1.87	22.971	0.0062	46000	4.50	264.167	0.0150
5000	1.98	28.714	0.0066	48000	4.61	275.652	0.0154
6000	2.07	34.457	0.0069	50000	4.70	287.138	0.0157
7000	2.14	40.199	0.0071	52000	4.78	298.623	0.0160
8000	2.26	45.942	0.0075	54000	4.89	310.109	0.0163
9000	2.35	51.685	0.0078	56000	4.98	321.595	0.0166
10000	2.46	57.428	0.0082	58000	5.09	333.080	0.0170
12000	2.55	68.913	0.0085	58418	5.14	335.480	0.0172
14000	2.70	80.399	0.0090				
16000	2.78	91.884	0.0093				
18000	2.95	103.370	0.0098				
20000	3.04	114.855	0.0102				



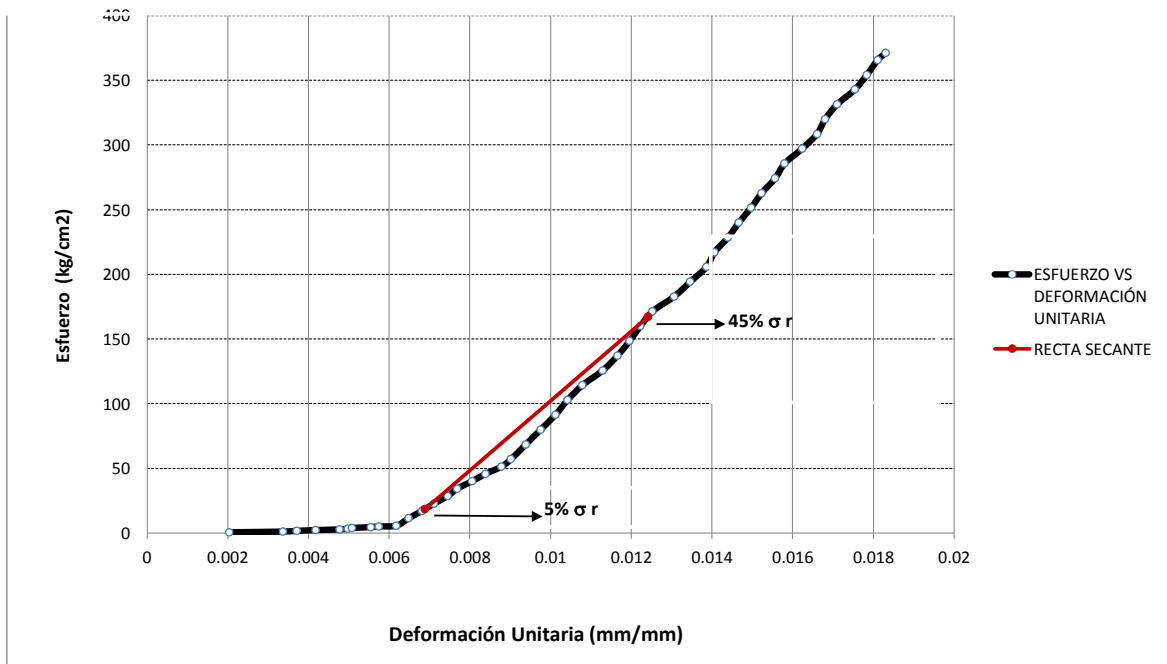
$\sigma_r = 335.48 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 16.77 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 150.97 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0060 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0113 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 253113 \text{ kg/cm}^2$

**PROBETA N°** 12

Altura (mm)	Diametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) E.060	Ec (kg/cm <sup>2</sup> ) ASTM C-469
299.30	14.93	174.99	64967	371.25	289020	268847

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε mm/mm
100	0.61	0.571	0.0020	22000	3.38	125.719	0.0113
200	1.01	1.143	0.0034	24000	3.49	137.148	0.0117
300	1.11	1.714	0.0037	26000	3.58	148.577	0.0120
400	1.25	2.286	0.0042	28000	3.66	160.006	0.0122
500	1.43	2.857	0.0048	30000	3.75	171.435	0.0125
600	1.49	3.429	0.0050	32000	3.91	182.864	0.0131
700	1.52	4.000	0.0051	34000	4.03	194.293	0.0135
800	1.66	4.572	0.0055	36000	4.15	205.722	0.0139
900	1.72	5.143	0.0057	38000	4.21	217.151	0.0141
1000	1.85	5.715	0.0062	40000	4.31	228.580	0.0144
2000	1.94	11.429	0.0065	42000	4.39	240.009	0.0147
3000	2.04	17.144	0.0068	44000	4.48	251.438	0.0150
4000	2.13	22.858	0.0071	46000	4.56	262.868	0.0152
5000	2.23	28.573	0.0075	48000	4.66	274.297	0.0156
6000	2.30	34.287	0.0077	50000	4.73	285.726	0.0158
7000	2.41	40.002	0.0081	52000	4.86	297.155	0.0162
8000	2.51	45.716	0.0084	54000	4.97	308.584	0.0166
9000	2.63	51.431	0.0088	56000	5.03	320.013	0.0168
10000	2.70	57.145	0.0090	58000	5.12	331.442	0.0171
12000	2.81	68.574	0.0094	60000	5.25	342.871	0.0175
14000	2.92	80.003	0.0098	62000	5.34	354.300	0.0178
16000	3.03	91.432	0.0101	64000	5.42	365.729	0.0181
18000	3.12	102.861	0.0104	64967	5.48	371.255	0.0183
20000	3.23	114.290	0.0108				

**ESFUERZO VS DEFORMACIÓN**  
Probeta N°12



$\sigma_r = 371.25 \text{ kg/cm}^2$   
 $5\% \sigma_r = 18.56 \text{ kg/cm}^2$   
 $45\% \sigma_r = 167.06 \text{ kg/cm}^2$   
 $\epsilon (5\% \sigma_r) = 0.0069 \text{ mm/mm}$   
 $\epsilon (45\% \sigma_r) = 0.0124 \text{ mm/mm}$   
 $E_c = 268847 \text{ kg/cm}^2$

# **ANEXO N° 4**

## **MÓDULOS DE ROTURA**

# **ANEXO N° 4.1**

## **MÓDULOS DE ROTURA**

### **CANTERA RÍO CHONTA**

**TESIS :** INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

**MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO**

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

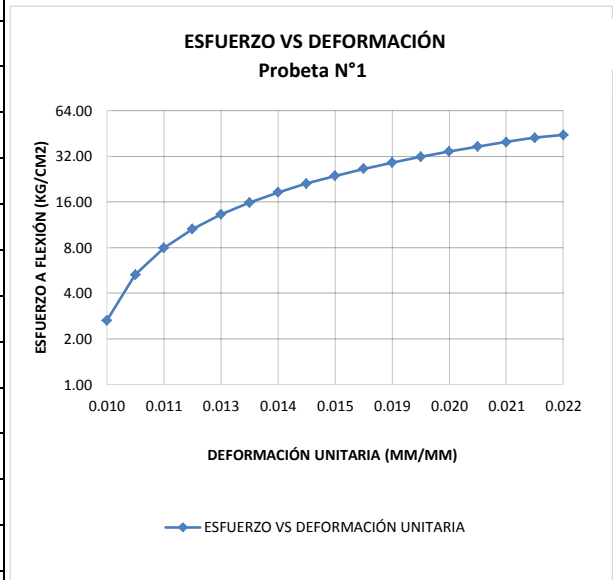
**MUESTRA:** CANTERIA RÍO CHONTA

**Módulo de rotura de diseño de 42 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)**

**PROBETA** 1

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.16	15.08	15.01	45.16	753.02	3334	44.12

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.15	2.65	0.0099
400	0.16	5.29	0.0106
600	0.17	7.94	0.0113
800	0.18	10.59	0.0119
1000	0.19	13.23	0.0126
1200	0.20	15.88	0.0133
1400	0.21	18.53	0.0139
1600	0.22	21.17	0.0146
1800	0.23	23.82	0.0153
2000	0.25	26.46	0.0166
2200	0.28	29.11	0.0186
2400	0.29	31.76	0.0192
2600	0.30	34.40	0.0199
2800	0.31	37.05	0.0206
3000	0.31	39.70	0.0206
3200	0.32	42.34	0.0212
3334	0.33	44.12	0.0219



<b>PROBETA</b>	<b>2</b>
----------------	----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.07	15.07	15.12	45.07	757.22	3316	43.49

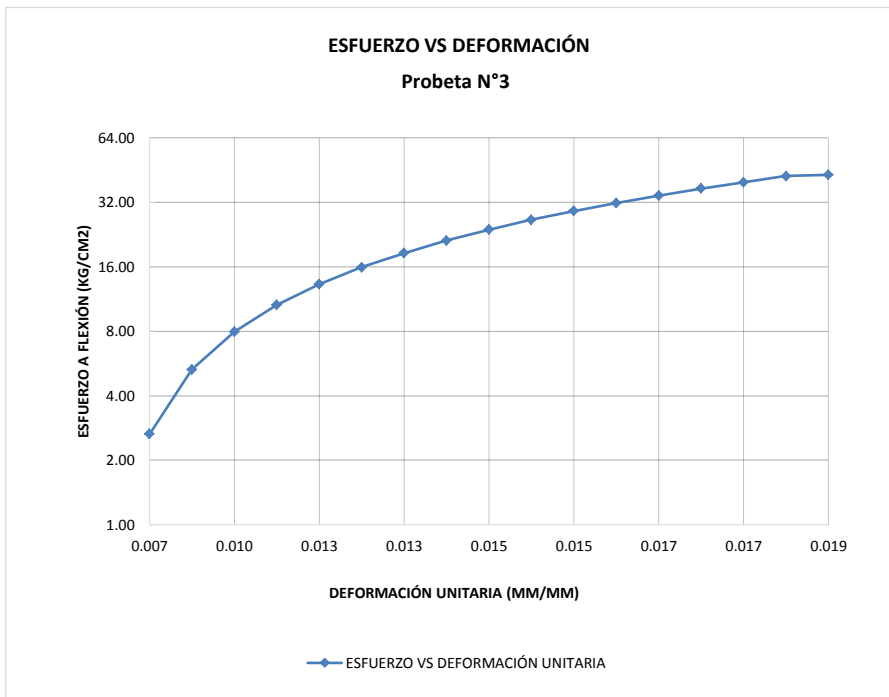
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.06	2.62	0.0040
400	0.08	5.25	0.0053
600	0.09	7.87	0.0060
800	0.10	10.49	0.0066
1000	0.10	13.12	0.0066
1200	0.11	15.74	0.0073
1400	0.11	18.36	0.0073
1600	0.12	20.99	0.0080
1800	0.13	23.61	0.0086
2000	0.14	26.23	0.0093
2200	0.15	28.86	0.0100
2400	0.16	31.48	0.0106
2600	0.16	34.10	0.0106
2800	0.17	36.73	0.0113
3000	0.18	39.35	0.0119
3200	0.19	41.97	0.0126
3316	0.20	43.49	0.0133



<b>PROBETA</b>	<b>3</b>
----------------	----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.19	15.06	15.02	45.19	753.97	3243	43.01

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.10	2.65	0.0066
400	0.12	5.30	0.0080
600	0.15	7.96	0.0100
800	0.18	10.61	0.0120
1000	0.19	13.26	0.0126
1200	0.20	15.91	0.0133
1400	0.20	18.57	0.0133
1600	0.21	21.22	0.0139
1800	0.22	23.87	0.0146
2000	0.23	26.52	0.0153
2200	0.23	29.18	0.0153
2400	0.24	31.83	0.0159
2600	0.25	34.48	0.0166
2800	0.26	37.13	0.0173
3000	0.26	39.78	0.0173
3200	0.27	42.44	0.0179
3243	0.28	43.01	0.0186

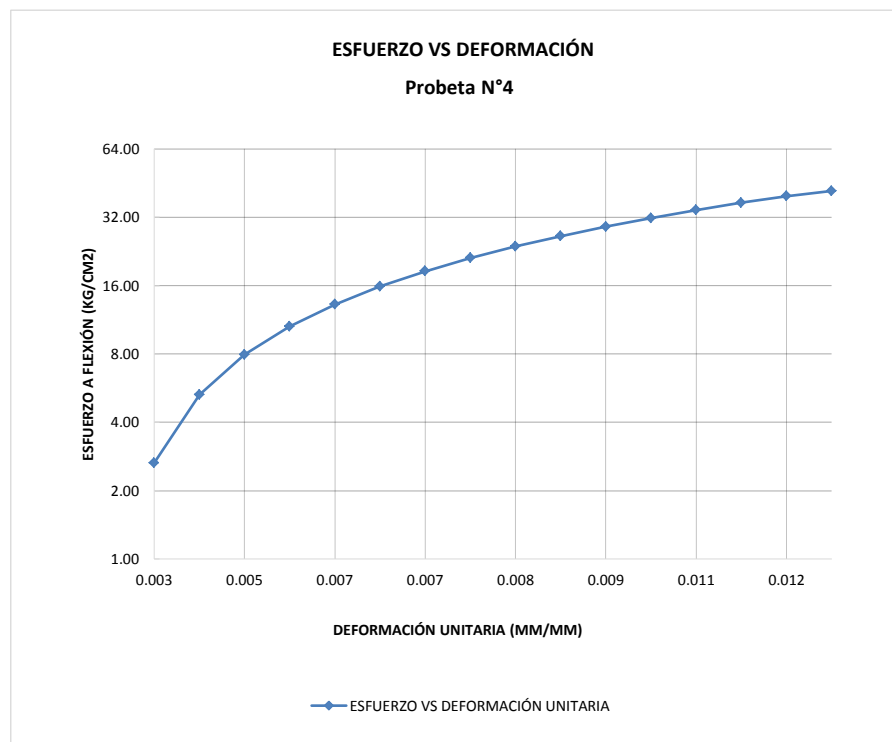




<b>PROBETA</b>	<b>4</b>
----------------	----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.15	15.06	15.05	45.15	754.97	3152	41.70

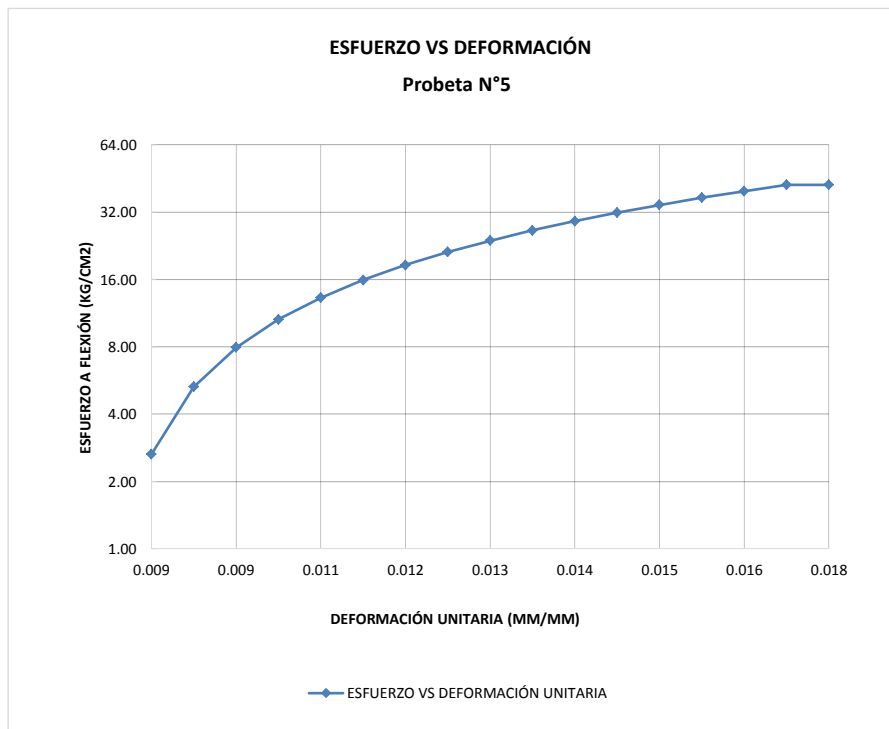
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.05	2.65	0.0033
400	0.07	5.29	0.0046
600	0.08	7.94	0.0053
800	0.09	10.58	0.0060
1000	0.10	13.23	0.0066
1200	0.10	15.88	0.0066
1400	0.11	18.52	0.0073
1600	0.12	21.17	0.0080
1800	0.12	23.82	0.0080
2000	0.13	26.46	0.0086
2200	0.14	29.11	0.0093
2400	0.15	31.75	0.0100
2600	0.16	34.40	0.0106
2800	0.17	37.05	0.0113
3000	0.18	39.69	0.0120
3152	0.19	41.70	0.0126



<b>PROBETA</b>	<b>5</b>
----------------	----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.16	15.02	15.10	45.16	757.25	3201	42.44

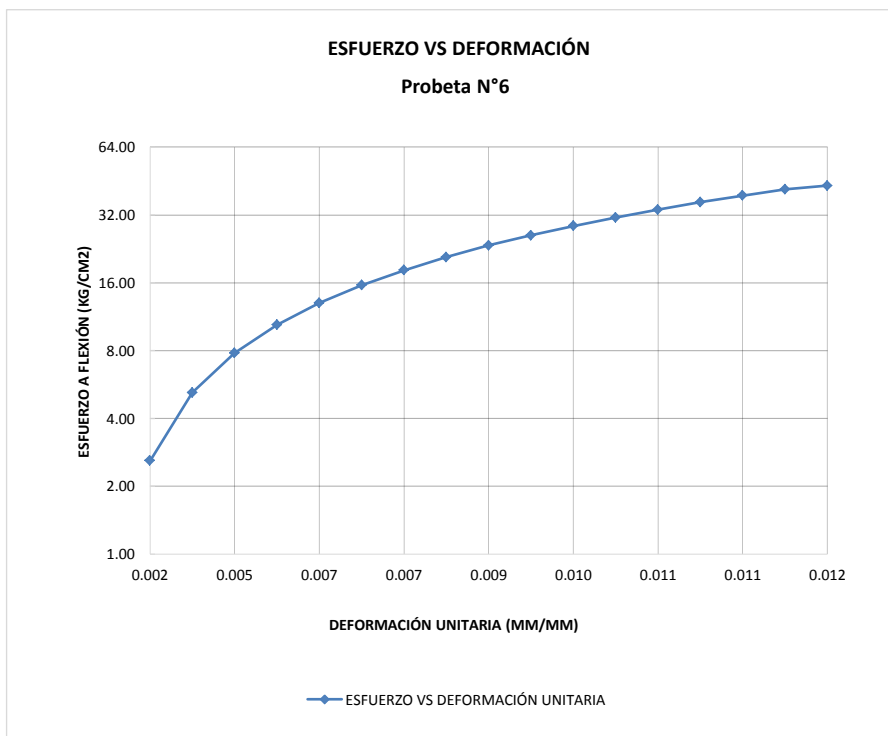
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.13	2.65	0.0087
400	0.13	5.30	0.0087
600	0.14	7.96	0.0093
800	0.15	10.61	0.0100
1000	0.16	13.26	0.0107
1200	0.17	15.91	0.0113
1400	0.18	18.56	0.0120
1600	0.19	21.22	0.0126
1800	0.20	23.87	0.0133
2000	0.20	26.52	0.0133
2200	0.21	29.17	0.0140
2400	0.22	31.82	0.0146
2600	0.23	34.48	0.0153
2800	0.23	37.13	0.0153
3000	0.24	39.78	0.0160
3200	0.26	42.43	0.0173
3201	0.27	42.44	0.0180



<b>PROBETA</b>	<b>6</b>
----------------	----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.17	15.18	15.06	45.17	755.61	3315	43.13

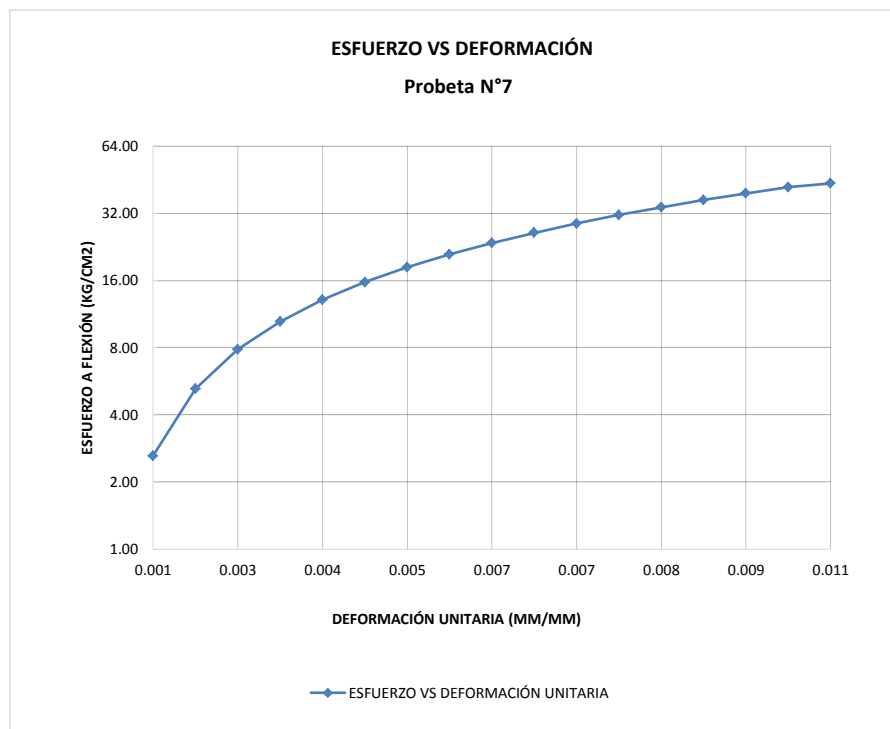
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.03	2.60	0.0020
400	0.05	5.20	0.0033
600	0.07	7.81	0.0046
800	0.09	10.41	0.0059
1000	0.10	13.01	0.0066
1200	0.11	15.61	0.0072
1400	0.11	18.22	0.0072
1600	0.12	20.82	0.0079
1800	0.13	23.42	0.0086
2000	0.14	26.02	0.0092
2200	0.15	28.63	0.0099
2400	0.15	31.23	0.0099
2600	0.16	33.83	0.0105
2800	0.16	36.43	0.0105
3000	0.17	39.03	0.0112
3200	0.17	41.64	0.0112
3315	0.18	43.13	0.0119



<b>PROBETA</b>	<b>7</b>
----------------	----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.14	15.15	15.02	45.14	752.98	3330	43.62

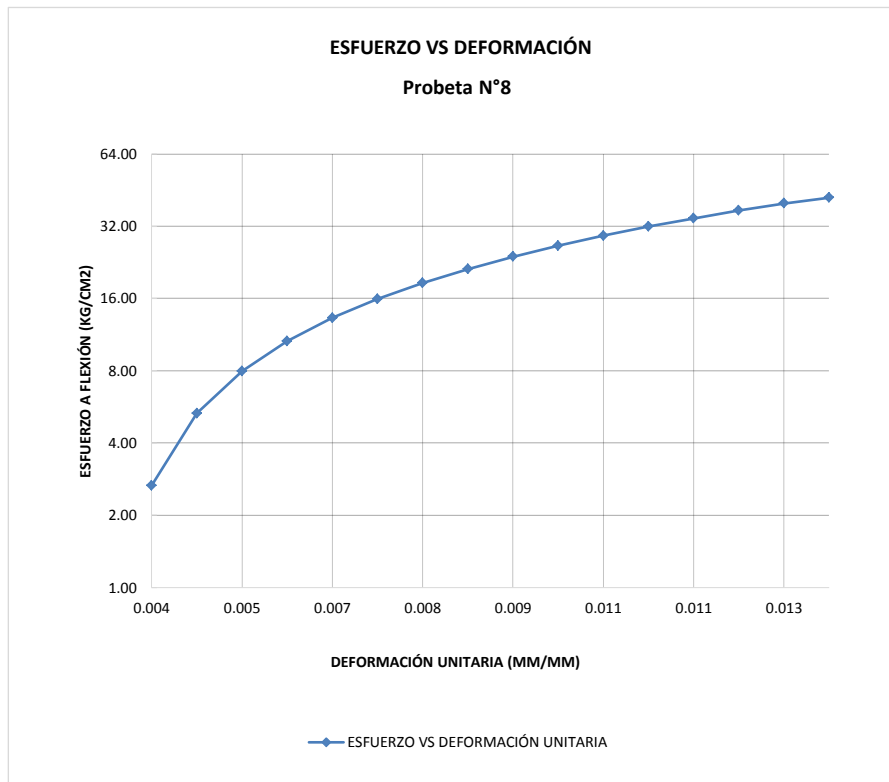
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.02	2.62	0.0013
400	0.03	5.24	0.0020
600	0.04	7.86	0.0026
800	0.05	10.48	0.0033
1000	0.06	13.10	0.0040
1200	0.07	15.72	0.0046
1400	0.08	18.34	0.0053
1600	0.09	20.96	0.0059
1800	0.10	23.58	0.0066
2000	0.10	26.20	0.0066
2200	0.11	28.81	0.0073
2400	0.12	31.43	0.0079
2600	0.12	34.05	0.0079
2800	0.13	36.67	0.0086
3000	0.14	39.29	0.0092
3200	0.15	41.91	0.0099
3330	0.16	43.62	0.0106



<b>PROBETA</b>	<b>8</b>
----------------	----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.06	15.03	15.01	45.06	751.35	3169	42.09

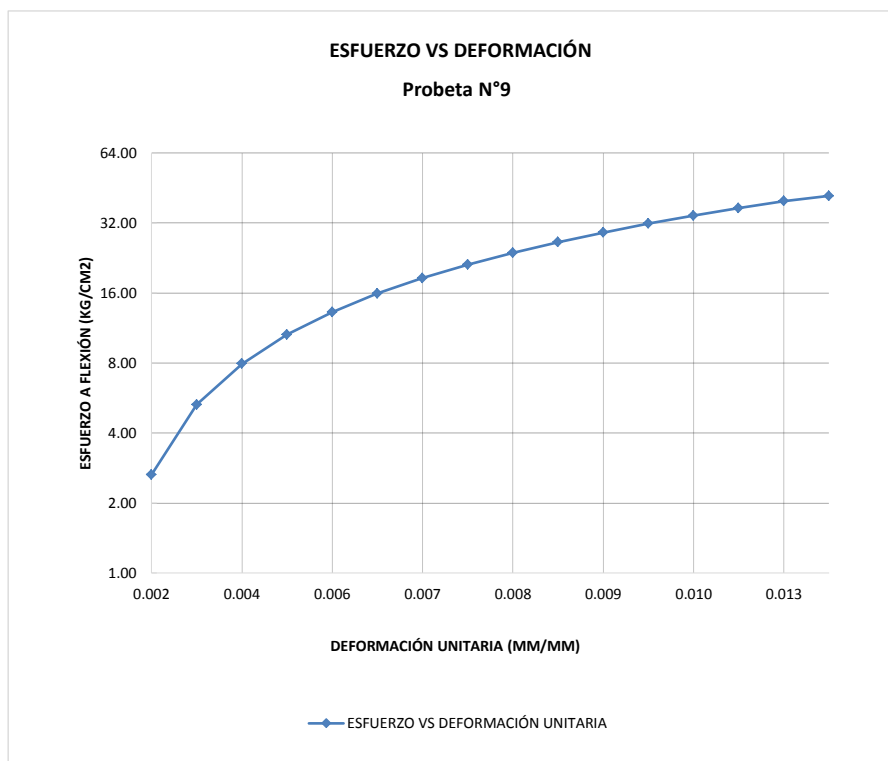
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.06	2.66	0.0040
400	0.07	5.31	0.0047
600	0.08	7.97	0.0053
800	0.09	10.63	0.0060
1000	0.10	13.28	0.0067
1200	0.11	15.94	0.0073
1400	0.12	18.59	0.0080
1600	0.13	21.25	0.0086
1800	0.14	23.91	0.0093
2000	0.15	26.56	0.0100
2200	0.16	29.22	0.0106
2400	0.16	31.88	0.0106
2600	0.17	34.53	0.0113
2800	0.18	37.19	0.0120
3000	0.19	39.85	0.0126
3169	0.20	42.09	0.0133



<b>PROBETA</b>	<b>9</b>
----------------	----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.18	15.07	15.02	45.18	753.65	3160	41.87

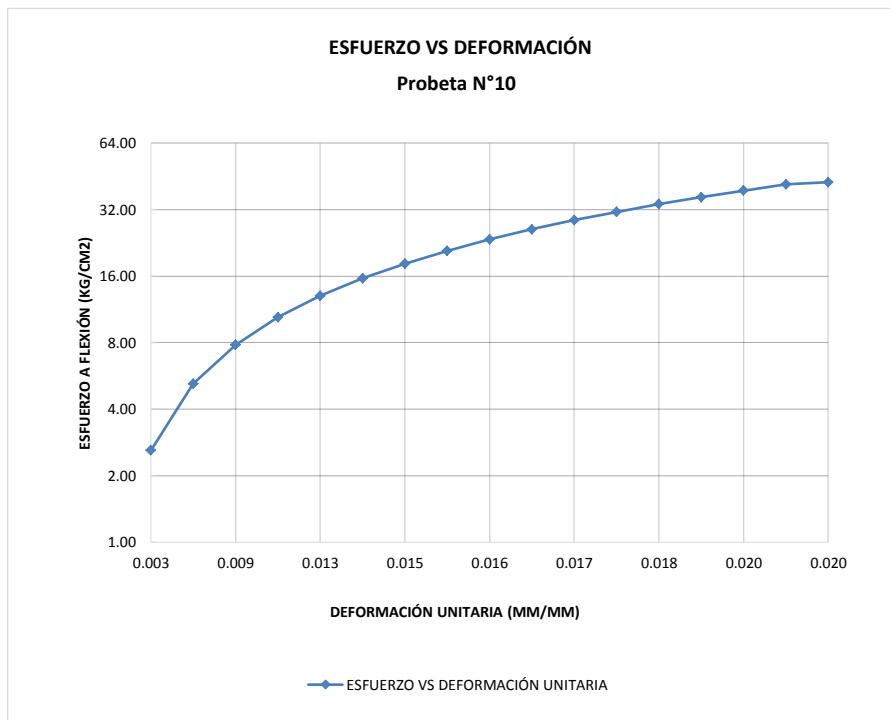
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.03	2.65	0.0020
400	0.04	5.30	0.0027
600	0.06	7.95	0.0040
800	0.08	10.60	0.0053
1000	0.09	13.25	0.0060
1200	0.10	15.90	0.0066
1400	0.11	18.55	0.0073
1600	0.11	21.20	0.0073
1800	0.12	23.85	0.0080
2000	0.13	26.50	0.0086
2200	0.13	29.15	0.0086
2400	0.14	31.80	0.0093
2600	0.15	34.45	0.0100
2800	0.17	37.10	0.0113
3000	0.19	39.75	0.0126
3160	0.20	41.87	0.0133



<b>PROBETA</b>	<b>10</b>
----------------	-----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.15	15.17	15.08	45.15	756.14	3273	42.61

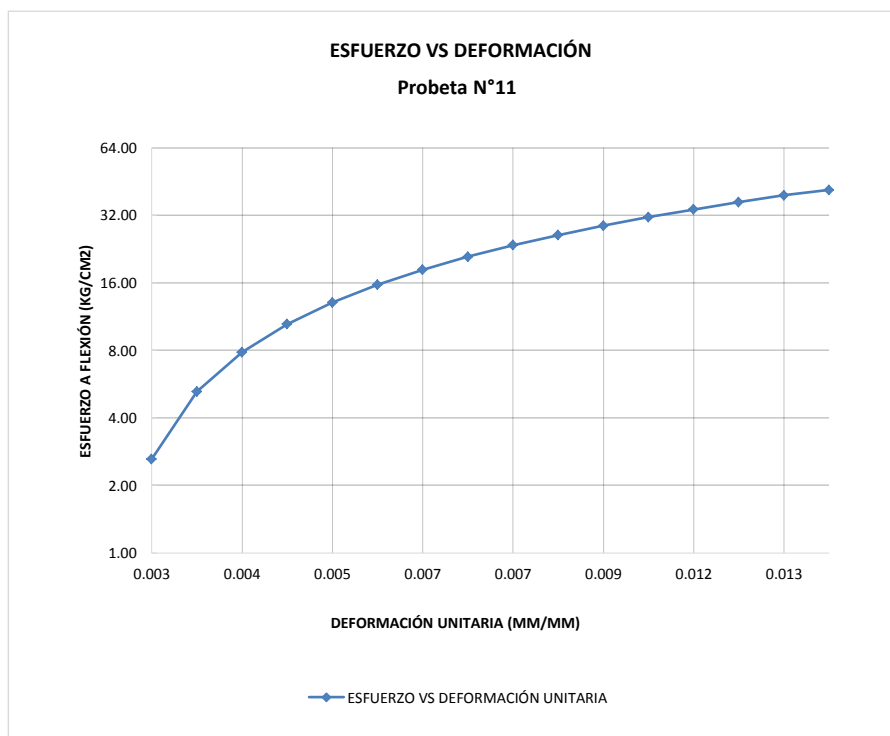
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.05	2.60	0.0033
400	0.10	5.21	0.0066
600	0.13	7.81	0.0086
800	0.15	10.42	0.0099
1000	0.20	13.02	0.0132
1200	0.21	15.62	0.0138
1400	0.22	18.23	0.0145
1600	0.23	20.83	0.0152
1800	0.24	23.44	0.0158
2000	0.25	26.04	0.0165
2200	0.26	28.64	0.0171
2400	0.27	31.25	0.0178
2600	0.28	33.85	0.0185
2800	0.29	36.46	0.0191
3000	0.30	39.06	0.0198
3200	0.30	41.66	0.0198
3273	0.31	42.61	0.0204



<b>PROBETA</b>	<b>11</b>
----------------	-----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.10	15.12	15.07	45.10	754.90	3177	41.58

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.04	2.62	0.0026
400	0.05	5.24	0.0033
600	0.06	7.85	0.0040
800	0.07	10.47	0.0046
1000	0.08	13.09	0.0053
1200	0.09	15.71	0.0060
1400	0.10	18.32	0.0066
1600	0.11	20.94	0.0073
1800	0.11	23.56	0.0073
2000	0.12	26.18	0.0079
2200	0.14	28.80	0.0093
2400	0.16	31.41	0.0106
2600	0.18	34.03	0.0119
2800	0.19	36.65	0.0126
3000	0.20	39.27	0.0132
3177	0.21	41.58	0.0139

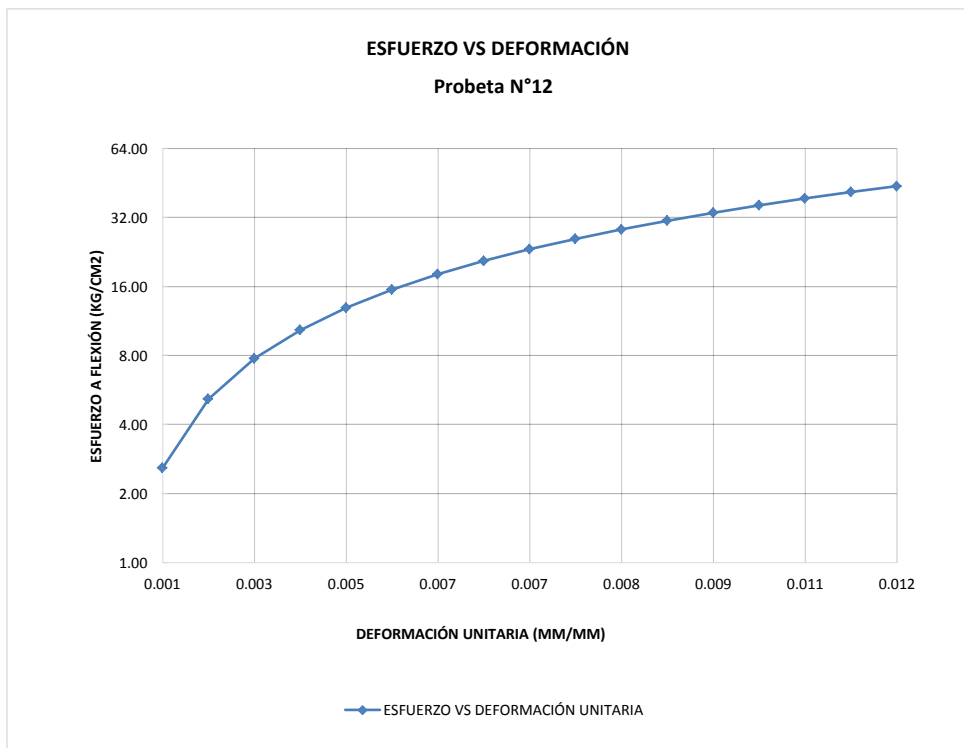





<b>PROBETA</b>	<b>12</b>
----------------	-----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.12	15.21	15.09	45.12	756.48	3397	43.91

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.02	2.59	0.0013
400	0.03	5.17	0.0020
600	0.04	7.76	0.0026
800	0.06	10.34	0.0039
1000	0.08	12.93	0.0053
1200	0.09	15.51	0.0059
1400	0.10	18.10	0.0066
1600	0.10	20.68	0.0066
1800	0.11	23.27	0.0072
2000	0.11	25.86	0.0072
2200	0.12	28.44	0.0079
2400	0.12	31.03	0.0079
2600	0.13	33.61	0.0085
2800	0.14	36.20	0.0092
3000	0.16	38.78	0.0105
3200	0.18	41.37	0.0118
3397	0.19	43.91	0.0125



	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b>	<b>LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO</b>
	FACULTAD DE INGENIERÍA	
	CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	

<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO</b>
--------------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

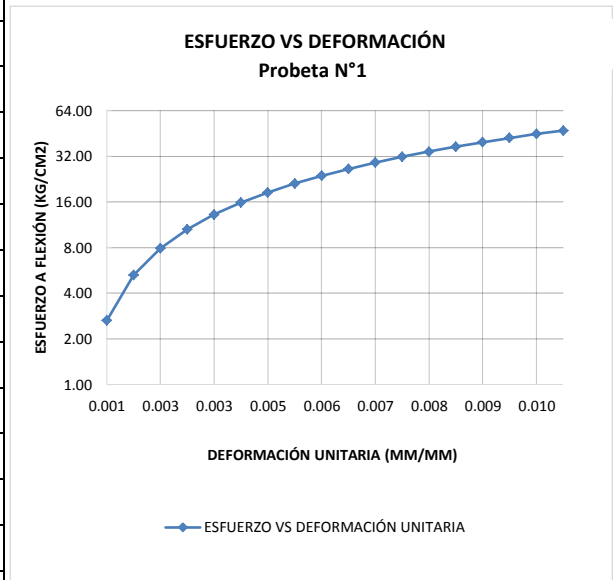
**MUESTRA: CANTERIA RÍO CHONTA**

<b>Módulo de rotura de diseño de 45 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)</b>
---

<b>PROBETA</b>	<b>1</b>
----------------	----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.21	15.11	15.01	45.21	753.82	3566	47.05

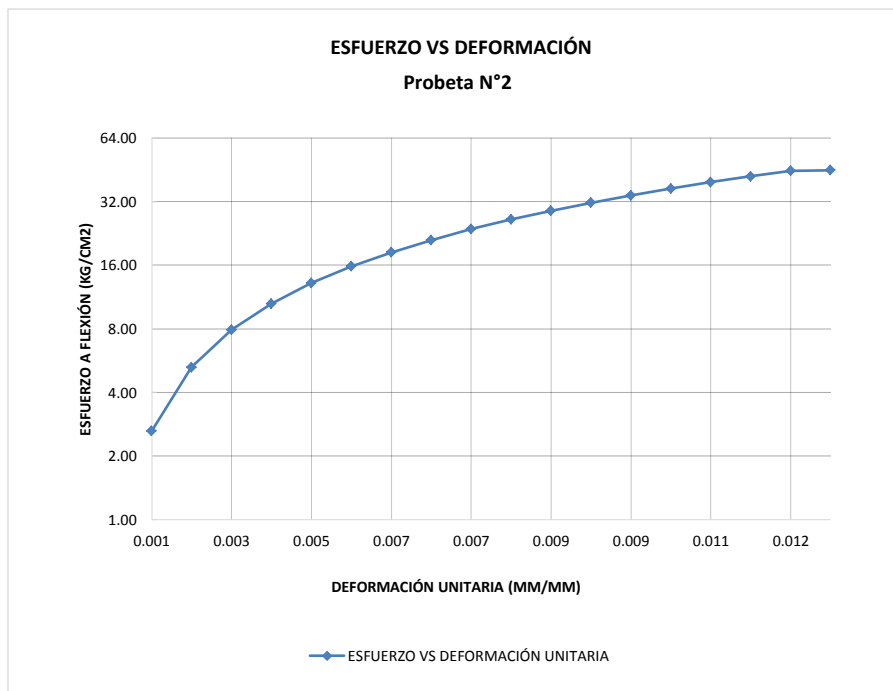
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.02	2.64	0.0013
400	0.03	5.28	0.0020
600	0.04	7.92	0.0026
800	0.05	10.56	0.0033
1000	0.05	13.20	0.0033
1200	0.06	15.83	0.0040
1400	0.07	18.47	0.0046
1600	0.08	21.11	0.0053
1800	0.09	23.75	0.0060
2000	0.09	26.39	0.0060
2200	0.10	29.03	0.0066
2400	0.11	31.67	0.0073
2600	0.12	34.31	0.0079
2800	0.12	36.95	0.0079
3000	0.13	39.59	0.0086
3200	0.14	42.23	0.0093
3400	0.15	44.86	0.0099
3566	0.16	47.05	0.0106



<b>PROBETA</b>	<b>2</b>
----------------	----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.06	15.04	15.12	45.06	757.02	3420	45.02

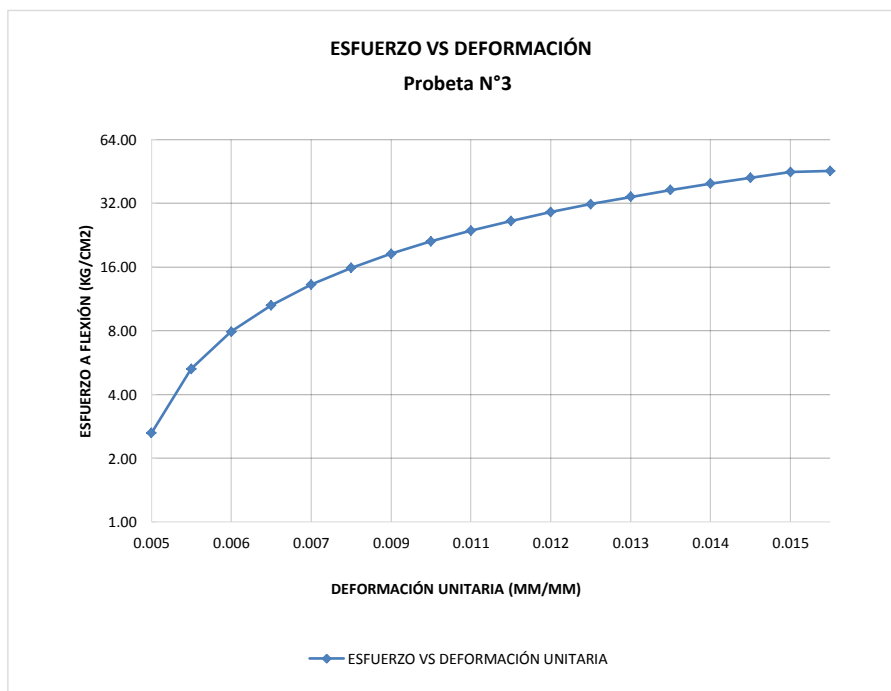
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.02	2.63	0.0013
400	0.03	5.27	0.0020
600	0.04	7.90	0.0027
800	0.05	10.53	0.0033
1000	0.07	13.17	0.0047
1200	0.09	15.80	0.0060
1400	0.10	18.43	0.0066
1600	0.11	21.06	0.0073
1800	0.11	23.70	0.0073
2000	0.12	26.33	0.0080
2200	0.13	28.96	0.0086
2400	0.13	31.60	0.0086
2600	0.14	34.23	0.0093
2800	0.15	36.86	0.0100
3000	0.16	39.50	0.0106
3200	0.17	42.13	0.0113
3400	0.18	44.76	0.0120
3420	0.19	45.02	0.0126



<b>PROBETA</b>	<b>3</b>
----------------	----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.08	15.07	15.02	45.08	752.37	3437	45.39

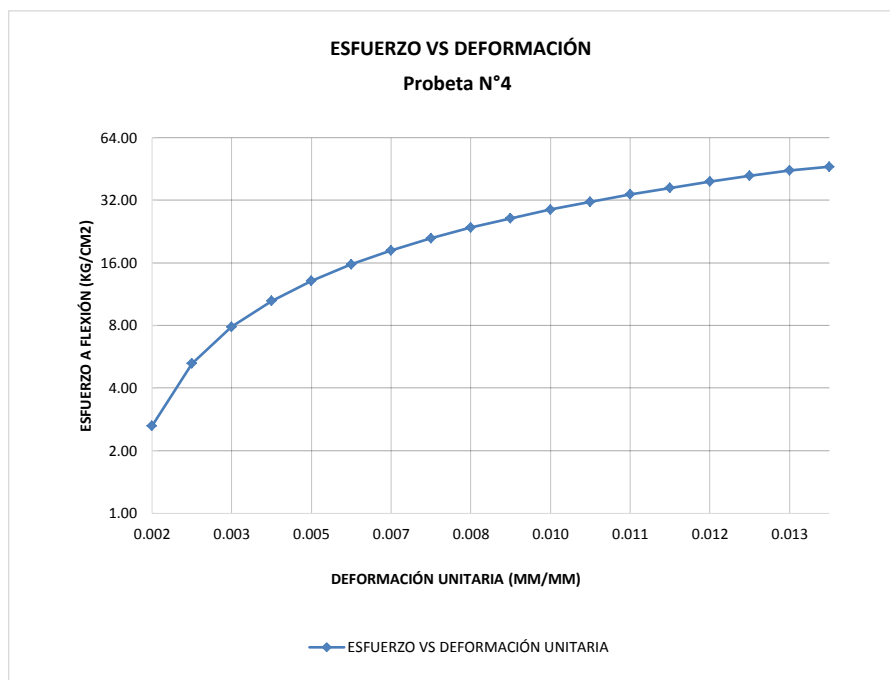
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.07	2.64	0.0046
400	0.08	5.28	0.0053
600	0.09	7.92	0.0060
800	0.10	10.57	0.0066
1000	0.11	13.21	0.0073
1200	0.12	15.85	0.0080
1400	0.14	18.49	0.0093
1600	0.15	21.13	0.0100
1800	0.16	23.77	0.0106
2000	0.17	26.41	0.0113
2200	0.18	29.06	0.0119
2400	0.19	31.70	0.0126
2600	0.20	34.34	0.0133
2800	0.20	36.98	0.0133
3000	0.21	39.62	0.0139
3200	0.22	42.26	0.0146
3400	0.23	44.90	0.0153
3437	0.24	45.39	0.0159



<b>PROBETA</b>	<b>4</b>
----------------	----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.13	15.12	15.05	45.13	754.58	3530	46.31

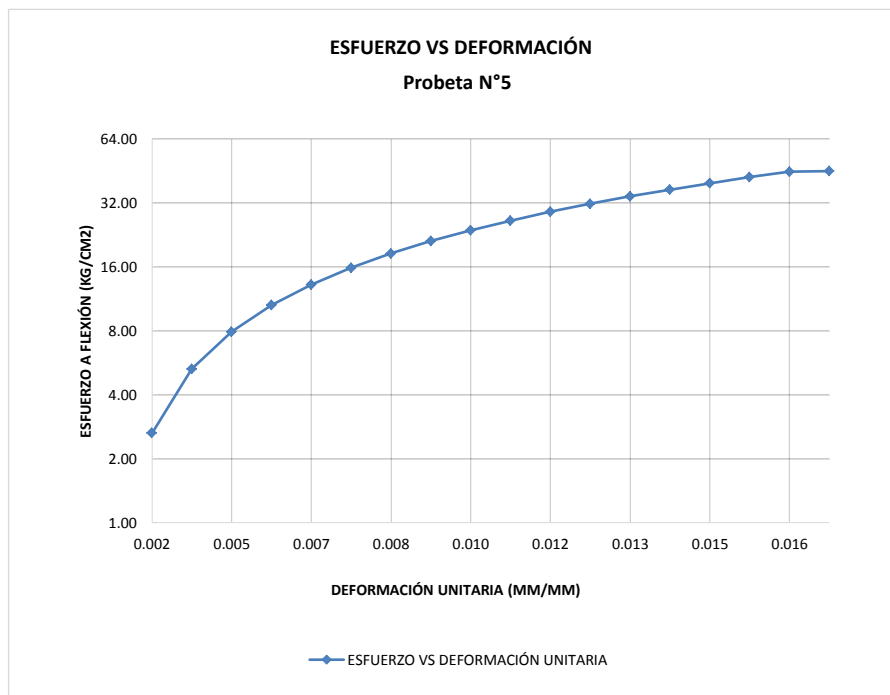
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.03	2.62	0.0020
400	0.04	5.25	0.0026
600	0.05	7.87	0.0033
800	0.06	10.49	0.0040
1000	0.08	13.12	0.0053
1200	0.09	15.74	0.0060
1400	0.10	18.37	0.0066
1600	0.11	20.99	0.0073
1800	0.12	23.61	0.0079
2000	0.13	26.24	0.0086
2200	0.15	28.86	0.0099
2400	0.16	31.48	0.0106
2600	0.16	34.11	0.0106
2800	0.17	36.73	0.0112
3000	0.18	39.36	0.0119
3200	0.19	41.98	0.0126
3400	0.20	44.60	0.0132
3530	0.21	46.31	0.0139



<b>PROBETA</b>	<b>5</b>
----------------	----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.13	15.05	15.10	45.13	756.75	3422	45.18

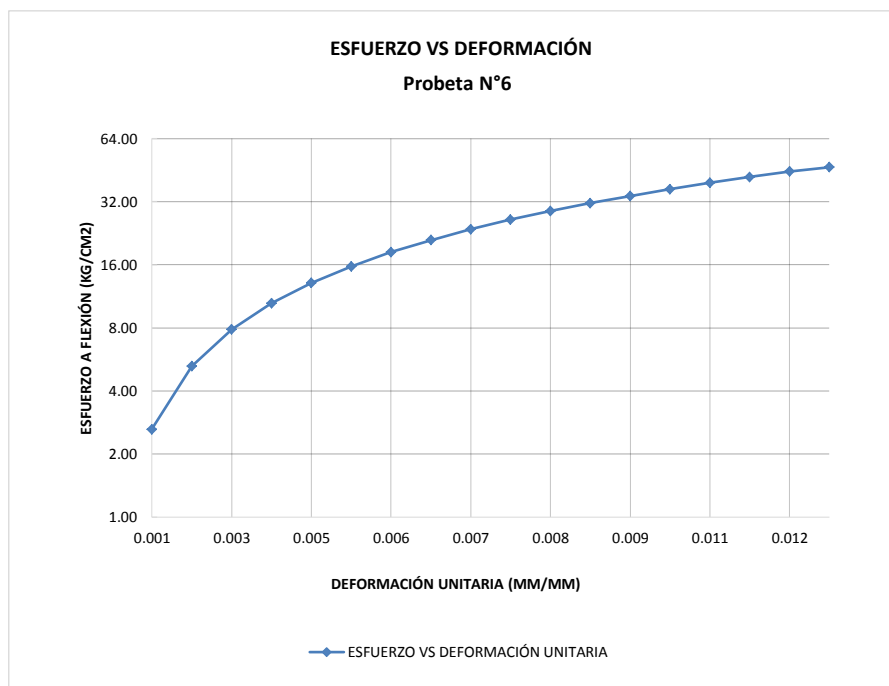
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.03	2.64	0.0020
400	0.05	5.28	0.0033
600	0.07	7.92	0.0047
800	0.09	10.56	0.0060
1000	0.10	13.20	0.0066
1200	0.11	15.84	0.0073
1400	0.12	18.48	0.0080
1600	0.13	21.12	0.0086
1800	0.15	23.77	0.0100
2000	0.17	26.41	0.0113
2200	0.18	29.05	0.0120
2400	0.19	31.69	0.0126
2600	0.20	34.33	0.0133
2800	0.21	36.97	0.0140
3000	0.22	39.61	0.0146
3200	0.23	42.25	0.0153
3400	0.24	44.89	0.0160
3422	0.25	45.18	0.0166



<b>PROBETA</b>	<b>6</b>
----------------	----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.05	15.11	15.06	45.05	753.75	3570	46.80

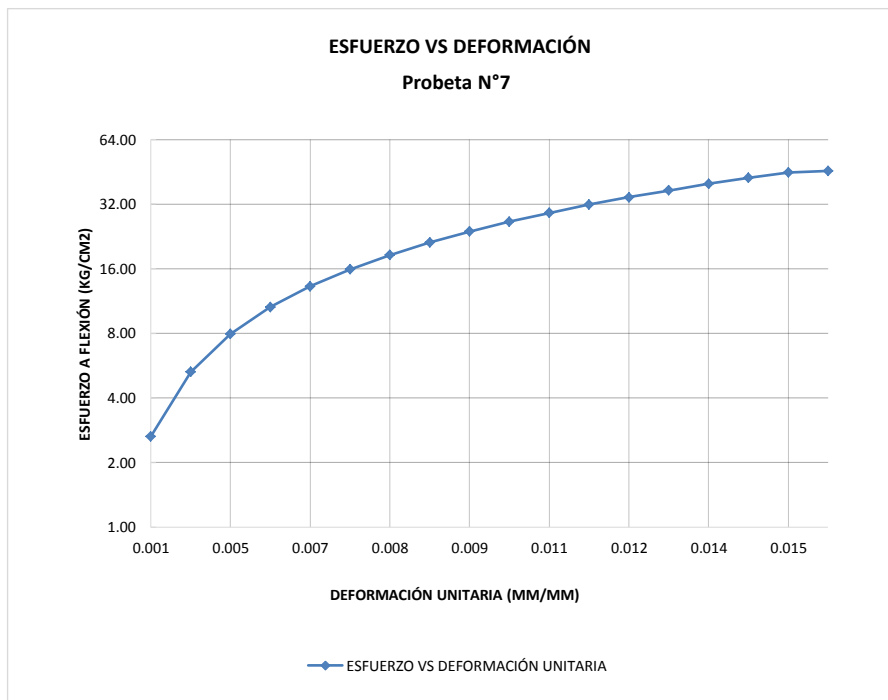
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.02	2.62	0.0013
400	0.04	5.24	0.0026
600	0.05	7.86	0.0033
800	0.06	10.49	0.0040
1000	0.07	13.11	0.0046
1200	0.08	15.73	0.0053
1400	0.09	18.35	0.0060
1600	0.09	20.97	0.0060
1800	0.10	23.59	0.0066
2000	0.11	26.22	0.0073
2200	0.12	28.84	0.0079
2400	0.13	31.46	0.0086
2600	0.14	34.08	0.0093
2800	0.15	36.70	0.0099
3000	0.16	39.32	0.0106
3200	0.17	41.95	0.0113
3400	0.18	44.57	0.0119
3570	0.19	46.80	0.0126



<b>PROBETA</b>	<b>7</b>
----------------	----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.21	15.08	15.02	45.21	754.04	3449	45.67

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.02	2.65	0.0013
400	0.07	5.30	0.0046
600	0.08	7.94	0.0053
800	0.09	10.59	0.0060
1000	0.10	13.24	0.0066
1200	0.11	15.89	0.0073
1400	0.12	18.54	0.0080
1600	0.13	21.18	0.0086
1800	0.14	23.83	0.0093
2000	0.15	26.48	0.0099
2200	0.16	29.13	0.0106
2400	0.17	31.78	0.0113
2600	0.18	34.42	0.0119
2800	0.20	37.07	0.0133
3000	0.21	39.72	0.0139
3200	0.22	42.37	0.0146
3400	0.23	45.02	0.0153
3449	0.24	45.67	0.0159

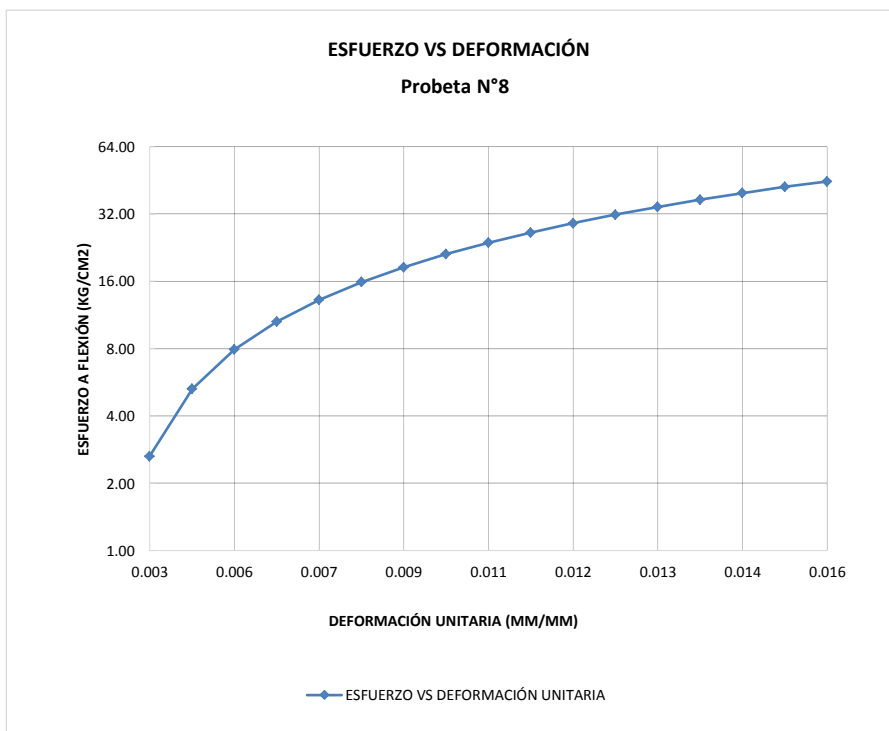




<b>PROBETA</b>	<b>8</b>
----------------	----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.16	15.08	15.01	45.16	752.85	3382	44.72

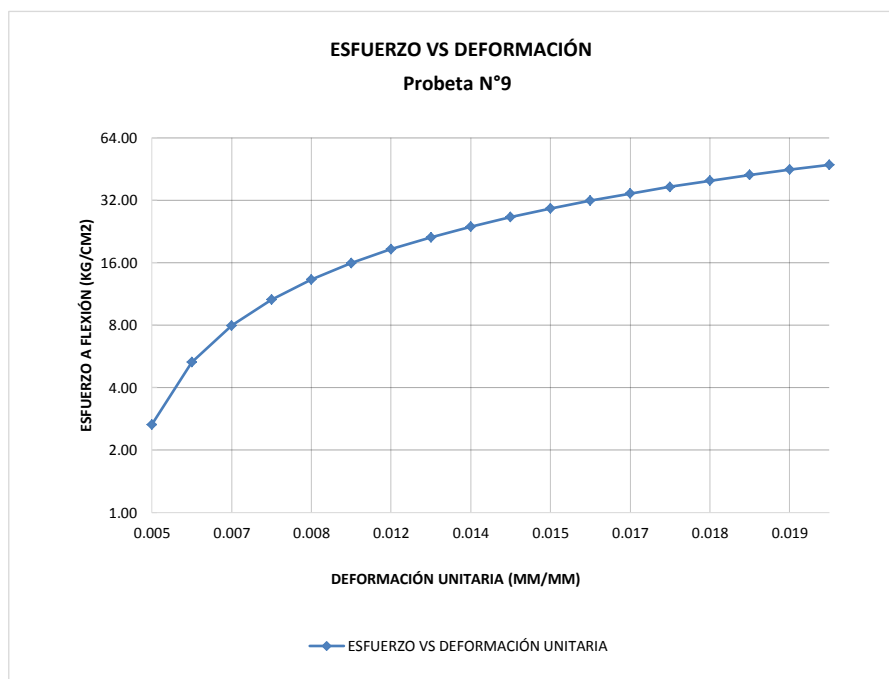
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.05	2.64	0.0033
400	0.08	5.29	0.0053
600	0.09	7.93	0.0060
800	0.10	10.58	0.0066
1000	0.11	13.22	0.0073
1200	0.13	15.87	0.0086
1400	0.14	18.51	0.0093
1600	0.15	21.16	0.0099
1800	0.16	23.80	0.0106
2000	0.17	26.45	0.0113
2200	0.18	29.09	0.0119
2400	0.19	31.74	0.0126
2600	0.20	34.38	0.0133
2800	0.21	37.03	0.0139
3000	0.21	39.67	0.0139
3200	0.23	42.32	0.0152
3382	0.24	44.72	0.0159



<b>PROBETA</b>	<b>9</b>
----------------	----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.09	15.05	15.02	45.09	752.30	3576	47.41

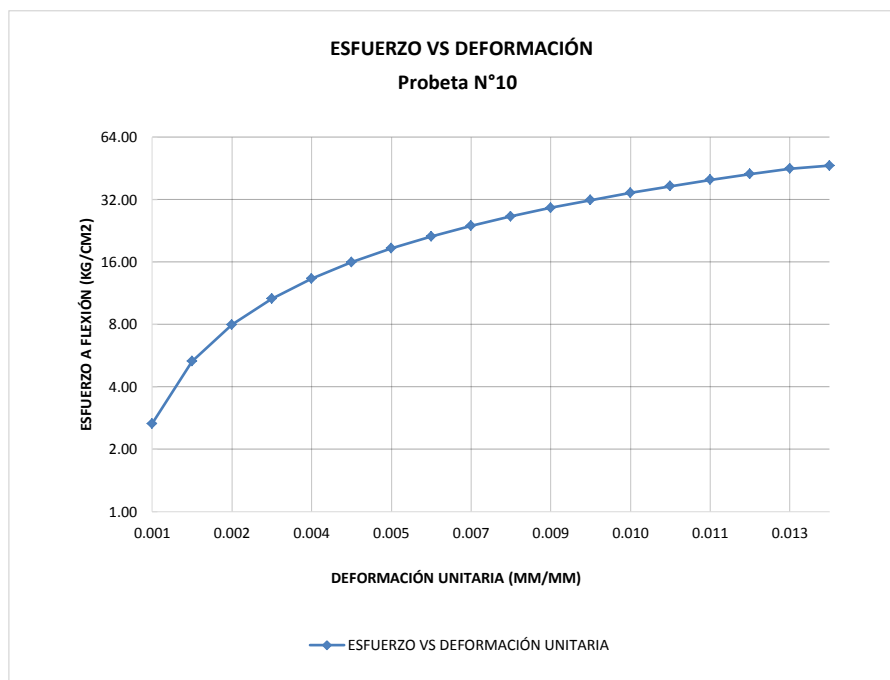
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.08	2.65	0.0053
400	0.09	5.30	0.0060
600	0.10	7.96	0.0066
800	0.11	10.61	0.0073
1000	0.12	13.26	0.0080
1200	0.15	15.91	0.0100
1400	0.18	18.56	0.0120
1600	0.19	21.21	0.0126
1800	0.21	23.87	0.0140
2000	0.22	26.52	0.0146
2200	0.23	29.17	0.0153
2400	0.24	31.82	0.0160
2600	0.25	34.47	0.0166
2800	0.26	37.12	0.0173
3000	0.27	39.78	0.0179
3200	0.28	42.43	0.0186
3400	0.29	45.08	0.0193
3576	0.30	47.41	0.0199



<b>PROBETA</b>	<b>10</b>
----------------	-----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.13	15.01	15.08	45.13	755.84	3510	46.64

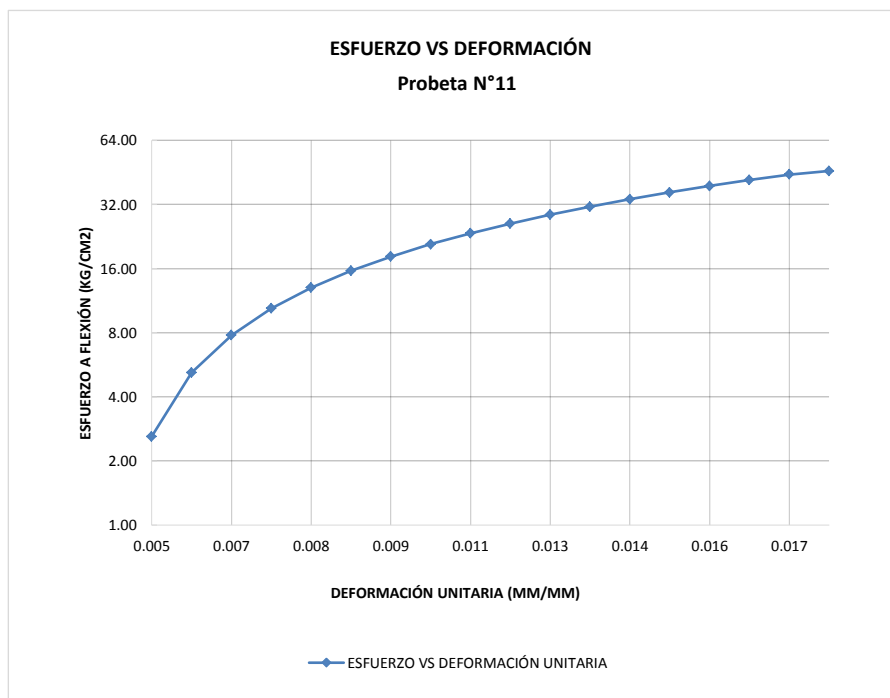
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.01	2.66	0.0007
400	0.02	5.31	0.0013
600	0.03	7.97	0.0020
800	0.04	10.63	0.0027
1000	0.06	13.29	0.0040
1200	0.07	15.94	0.0047
1400	0.08	18.60	0.0053
1600	0.09	21.26	0.0060
1800	0.10	23.92	0.0067
2000	0.12	26.57	0.0080
2200	0.13	29.23	0.0087
2400	0.14	31.89	0.0093
2600	0.15	34.55	0.0100
2800	0.16	37.20	0.0107
3000	0.17	39.86	0.0113
3200	0.19	42.52	0.0127
3400	0.20	45.18	0.0133
3510	0.22	46.64	0.0147



<b>PROBETA</b>	<b>11</b>
----------------	-----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.18	15.17	15.07	45.18	755.99	3530	45.97

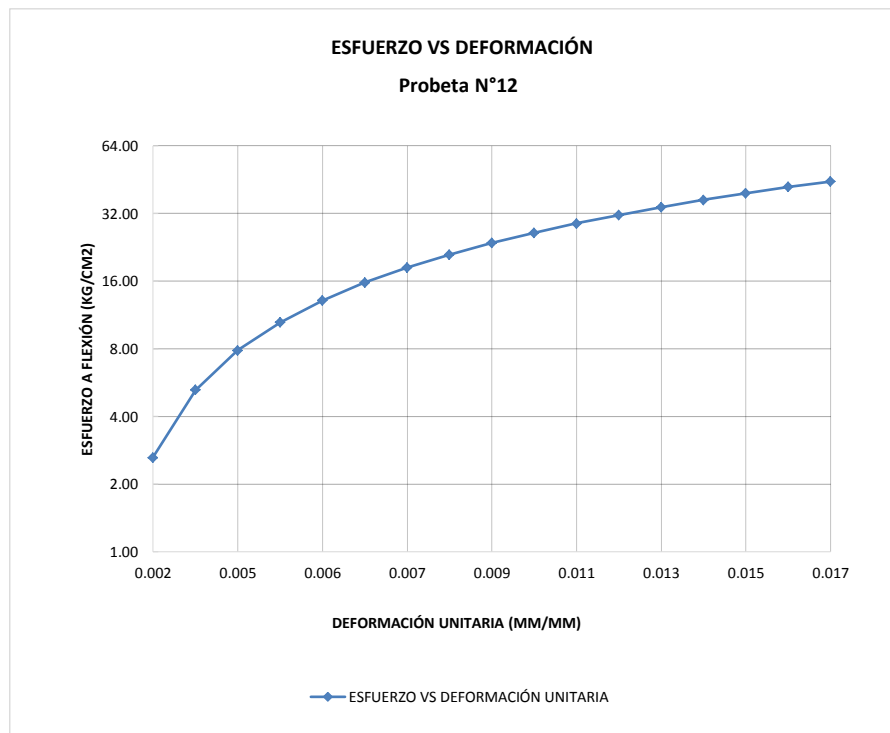
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.07	2.60	0.0046
400	0.09	5.21	0.0059
600	0.10	7.81	0.0066
800	0.11	10.42	0.0072
1000	0.12	13.02	0.0079
1200	0.13	15.63	0.0086
1400	0.14	18.23	0.0092
1600	0.15	20.84	0.0099
1800	0.17	23.44	0.0112
2000	0.18	26.05	0.0119
2200	0.19	28.65	0.0125
2400	0.20	31.26	0.0132
2600	0.22	33.86	0.0145
2800	0.23	36.47	0.0152
3000	0.24	39.07	0.0158
3200	0.25	41.68	0.0165
3400	0.26	44.28	0.0171
3530	0.28	45.97	0.0185



<b>PROBETA</b>	<b>12</b>
----------------	-----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.06	15.08	15.09	45.06	755.62	3378	44.35

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.03	2.63	0.0020
400	0.06	5.25	0.0040
600	0.07	7.88	0.0046
800	0.08	10.50	0.0053
1000	0.09	13.13	0.0060
1200	0.10	15.75	0.0066
1400	0.11	18.38	0.0073
1600	0.13	21.01	0.0086
1800	0.14	23.63	0.0093
2000	0.15	26.26	0.0099
2200	0.16	28.88	0.0106
2400	0.19	31.51	0.0126
2600	0.20	34.14	0.0133
2800	0.20	36.76	0.0133
3000	0.22	39.39	0.0146
3200	0.23	42.01	0.0153
3378	0.25	44.35	0.0166



# **ANEXO N° 4.2**

## **MÓDULOS DE ROTURA**

### **CANTERA RÍO MASHCÓN**

**TESIS :** INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

**MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO**

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

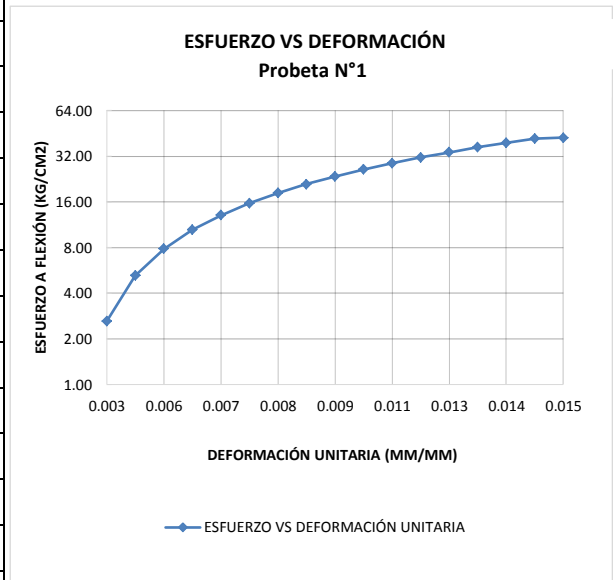
**MUESTRA:** CANTERIA RÍO MASHCÓN

Módulo de rotura de diseño de 42 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)

**PROBETA** 1

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.12	15.16	15.01	45.12	752.52	3239	42.38

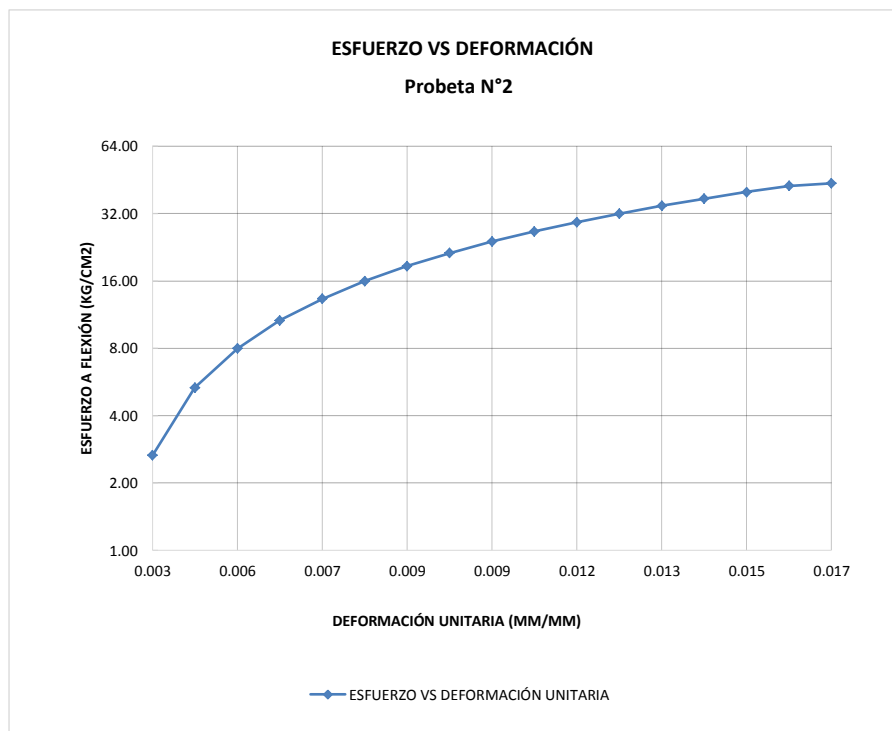
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.05	2.62	0.0033
400	0.07	5.23	0.0046
600	0.09	7.85	0.0059
800	0.10	10.47	0.0066
1000	0.10	13.08	0.0066
1200	0.11	15.70	0.0073
1400	0.12	18.32	0.0079
1600	0.13	20.93	0.0086
1800	0.14	23.55	0.0092
2000	0.15	26.17	0.0099
2200	0.17	28.78	0.0112
2400	0.19	31.40	0.0125
2600	0.20	34.02	0.0132
2800	0.20	36.63	0.0132
3000	0.21	39.25	0.0139
3200	0.22	41.87	0.0145
3239	0.23	42.38	0.0152



<b>PROBETA</b>	<b>2</b>
----------------	----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.14	14.97	15.12	45.14	758.23	3286	43.74

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.05	2.66	0.0033
400	0.08	5.32	0.0053
600	0.09	7.99	0.0060
800	0.10	10.65	0.0067
1000	0.11	13.31	0.0073
1200	0.12	15.97	0.0080
1400	0.13	18.64	0.0087
1600	0.13	21.30	0.0087
1800	0.14	23.96	0.0093
2000	0.15	26.62	0.0100
2200	0.18	29.29	0.0120
2400	0.19	31.95	0.0127
2600	0.20	34.61	0.0134
2800	0.21	37.27	0.0140
3000	0.22	39.94	0.0147
3200	0.24	42.60	0.0160
3286	0.25	43.74	0.0167

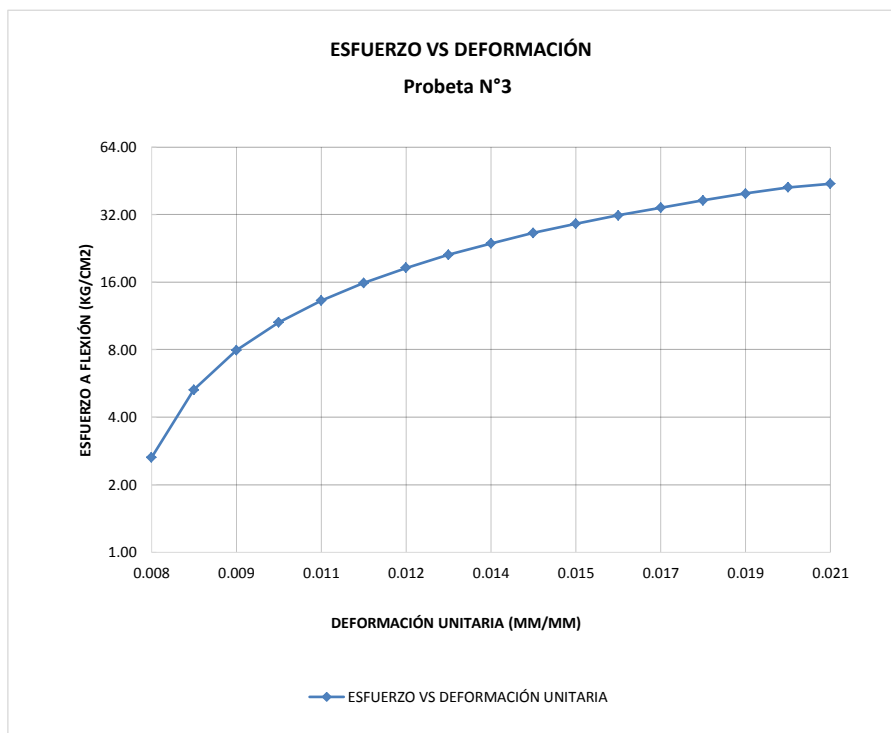




<b>PROBETA</b>	<b>3</b>
----------------	----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.17	15.08	15.02	45.17	753.72	3325	43.98

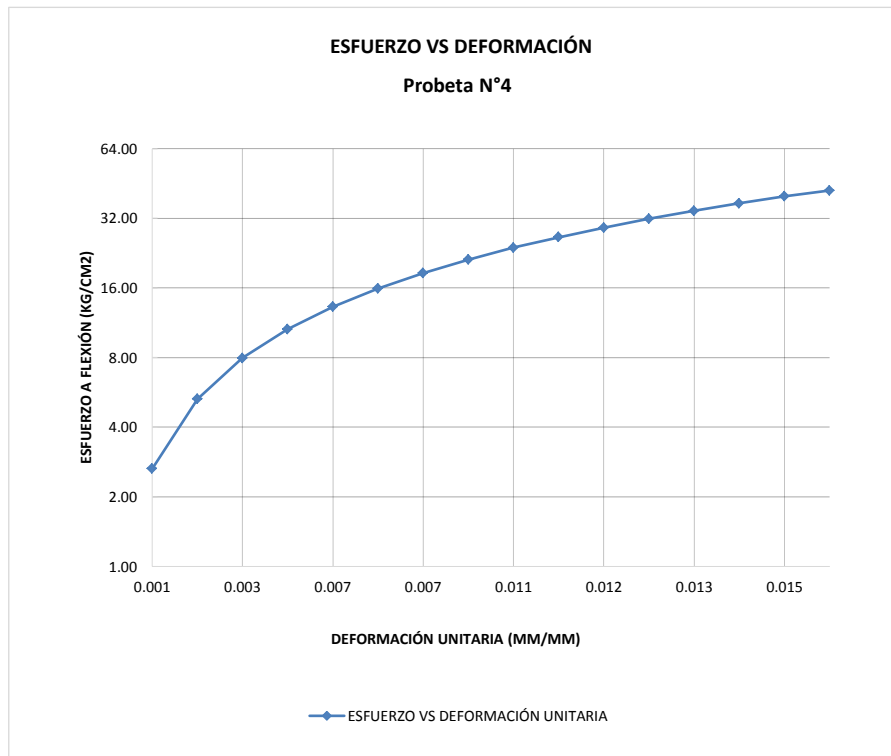
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.12	2.65	0.0080
400	0.13	5.29	0.0086
600	0.14	7.94	0.0093
800	0.15	10.58	0.0099
1000	0.16	13.23	0.0106
1200	0.17	15.87	0.0113
1400	0.18	18.52	0.0119
1600	0.20	21.16	0.0133
1800	0.21	23.81	0.0139
2000	0.22	26.45	0.0146
2200	0.23	29.10	0.0153
2400	0.24	31.75	0.0159
2600	0.26	34.39	0.0172
2800	0.27	37.04	0.0179
3000	0.28	39.68	0.0186
3200	0.29	42.33	0.0192
3325	0.31	43.98	0.0206



<b>PROBETA</b>	<b>4</b>
----------------	----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.11	15.04	15.05	45.11	754.36	3183	42.19

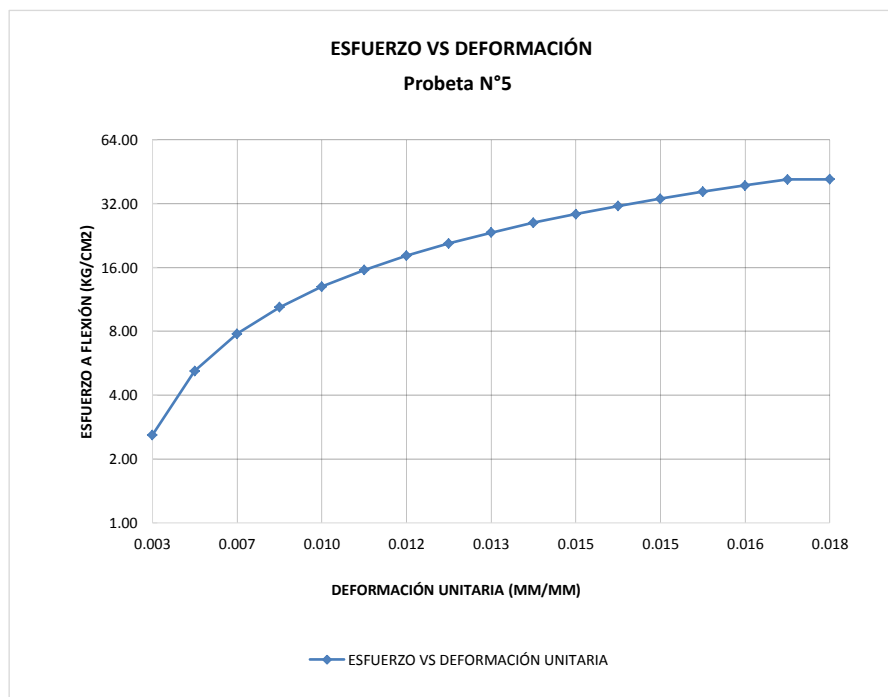
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.02	2.65	0.0013
400	0.03	5.30	0.0020
600	0.05	7.95	0.0033
800	0.08	10.60	0.0053
1000	0.10	13.25	0.0067
1200	0.10	15.91	0.0067
1400	0.11	18.56	0.0073
1600	0.14	21.21	0.0093
1800	0.16	23.86	0.0106
2000	0.17	26.51	0.0113
2200	0.18	29.16	0.0120
2400	0.19	31.81	0.0126
2600	0.20	34.46	0.0133
2800	0.21	37.11	0.0140
3000	0.22	39.76	0.0146
3183	0.24	42.19	0.0160



<b>PROBETA</b>	<b>5</b>
----------------	----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.08	15.17	15.10	45.08	756.10	3210	41.67

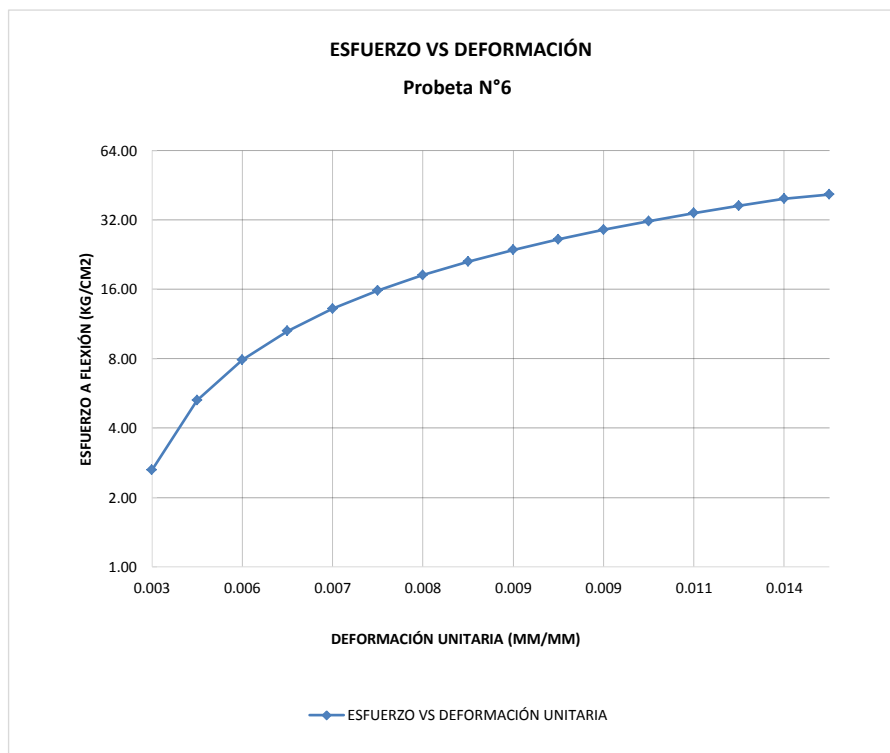
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.05	2.60	0.0033
400	0.09	5.19	0.0059
600	0.10	7.79	0.0066
800	0.12	10.39	0.0079
1000	0.15	12.98	0.0099
1200	0.17	15.58	0.0112
1400	0.18	18.18	0.0119
1600	0.19	20.77	0.0125
1800	0.20	23.37	0.0132
2000	0.21	25.96	0.0138
2200	0.22	28.56	0.0145
2400	0.22	31.16	0.0145
2600	0.23	33.75	0.0152
2800	0.24	36.35	0.0158
3000	0.25	38.95	0.0165
3200	0.26	41.54	0.0171
3210	0.28	41.67	0.0185



<b>PROBETA</b>	<b>6</b>
----------------	----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.13	15.07	15.06	45.13	755.01	3132	41.31

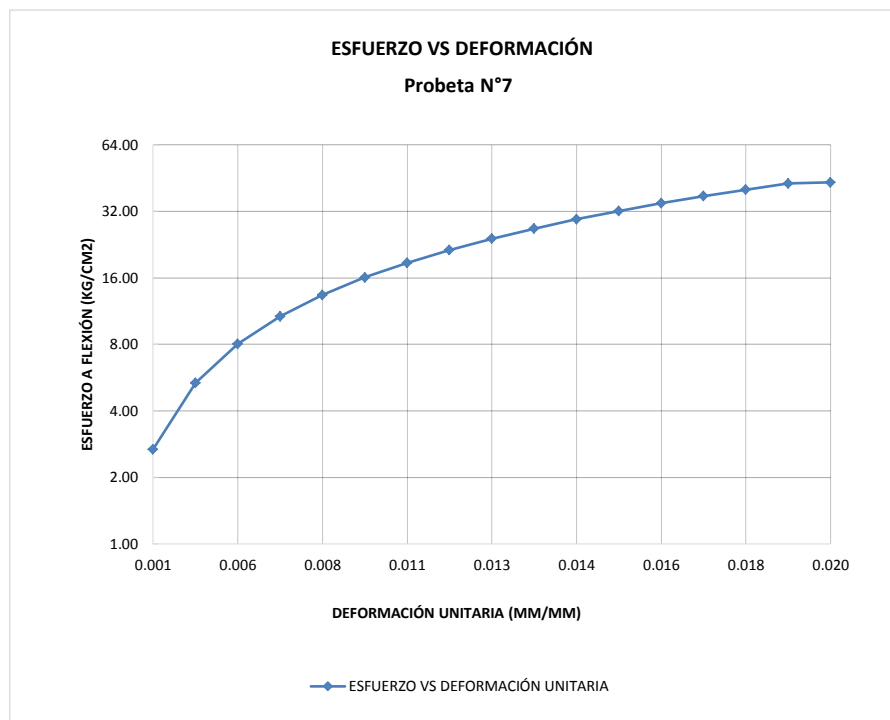
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.04	2.64	0.0027
400	0.07	5.28	0.0046
600	0.09	7.91	0.0060
800	0.10	10.55	0.0066
1000	0.10	13.19	0.0066
1200	0.11	15.83	0.0073
1400	0.12	18.47	0.0080
1600	0.12	21.10	0.0080
1800	0.13	23.74	0.0086
2000	0.13	26.38	0.0086
2200	0.14	29.02	0.0093
2400	0.15	31.66	0.0100
2600	0.16	34.29	0.0106
2800	0.18	36.93	0.0119
3000	0.21	39.57	0.0139
3132	0.22	41.31	0.0146



<b>PROBETA</b>	<b>7</b>
----------------	----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.20	15.00	15.02	45.20	753.84	3229	43.18

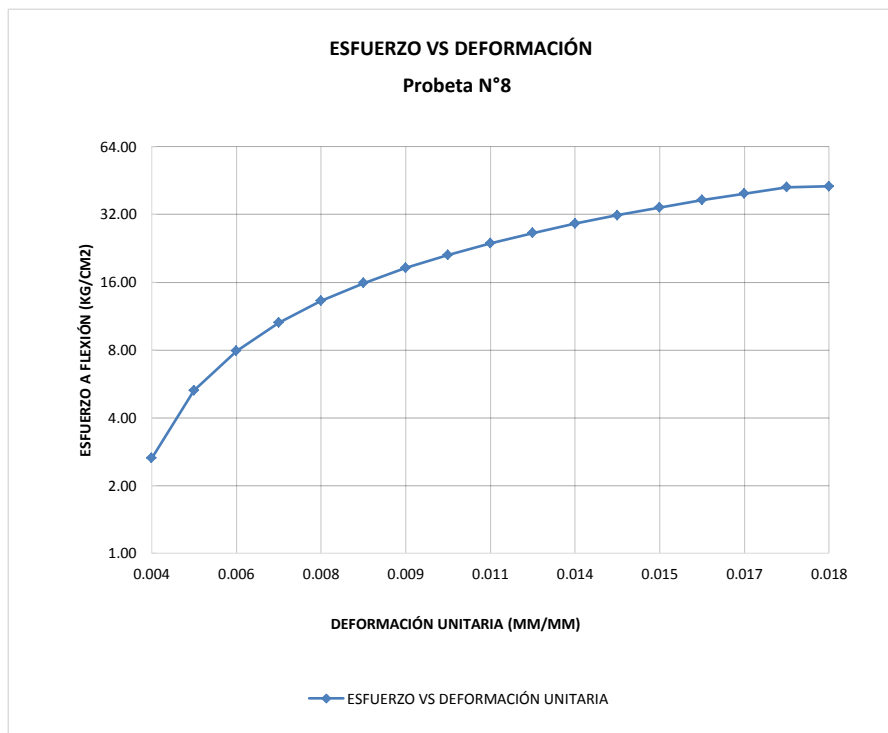
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.02	2.67	0.0013
400	0.06	5.35	0.0040
600	0.09	8.02	0.0060
800	0.11	10.70	0.0073
1000	0.12	13.37	0.0080
1200	0.16	16.05	0.0107
1400	0.17	18.72	0.0113
1600	0.18	21.39	0.0120
1800	0.19	24.07	0.0127
2000	0.20	26.74	0.0133
2200	0.21	29.42	0.0140
2400	0.22	32.09	0.0147
2600	0.24	34.77	0.0160
2800	0.26	37.44	0.0173
3000	0.27	40.12	0.0180
3200	0.28	42.79	0.0187
3229	0.30	43.18	0.0200



<b>PROBETA</b>	<b>8</b>
----------------	----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.09	15.07	15.01	45.09	751.80	3226	42.67

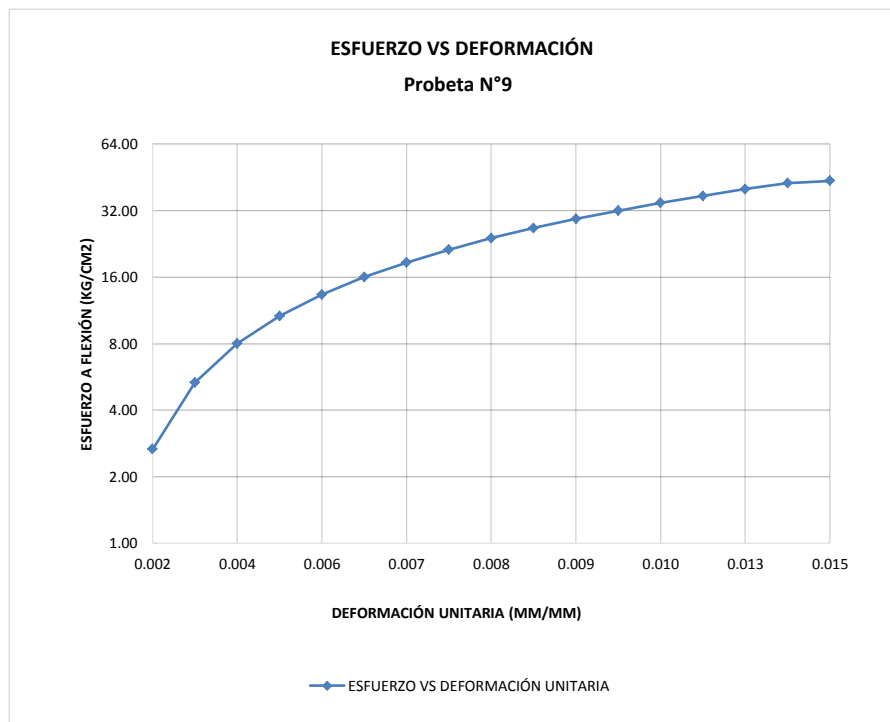
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.06	2.65	0.0040
400	0.07	5.29	0.0046
600	0.09	7.94	0.0060
800	0.11	10.58	0.0073
1000	0.12	13.23	0.0080
1200	0.13	15.87	0.0086
1400	0.14	18.52	0.0093
1600	0.15	21.16	0.0100
1800	0.16	23.81	0.0106
2000	0.18	26.45	0.0119
2200	0.21	29.10	0.0139
2400	0.22	31.74	0.0146
2600	0.23	34.39	0.0153
2800	0.24	37.03	0.0159
3000	0.25	39.68	0.0166
3200	0.26	42.32	0.0173
3226	0.27	42.67	0.0179



<b>PROBETA</b>	<b>9</b>
----------------	----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.08	15.00	15.02	45.08	752.15	3275	43.66

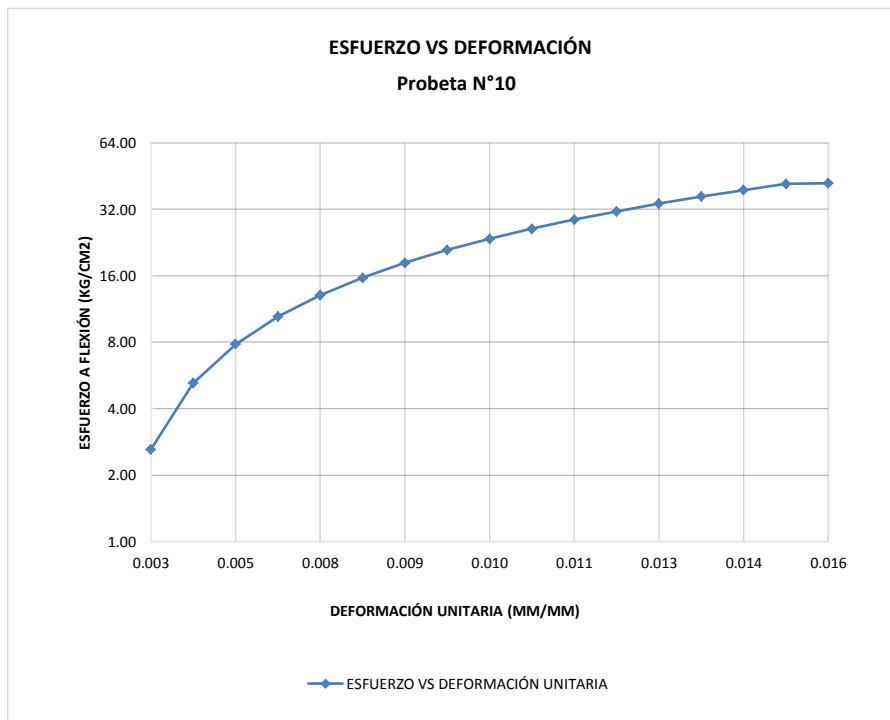
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.03	2.67	0.0020
400	0.04	5.33	0.0027
600	0.06	8.00	0.0040
800	0.08	10.67	0.0053
1000	0.09	13.33	0.0060
1200	0.10	16.00	0.0067
1400	0.11	18.67	0.0073
1600	0.11	21.33	0.0073
1800	0.12	24.00	0.0080
2000	0.13	26.66	0.0087
2200	0.13	29.33	0.0087
2400	0.14	32.00	0.0093
2600	0.15	34.66	0.0100
2800	0.18	37.33	0.0120
3000	0.19	40.00	0.0127
3200	0.21	42.66	0.0140
3275	0.22	43.66	0.0147



<b>PROBETA</b>	<b>10</b>
----------------	-----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.12	15.14	15.08	45.12	755.60	3213	41.95

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.04	2.61	0.0026
400	0.07	5.22	0.0046
600	0.08	7.83	0.0053
800	0.11	10.44	0.0073
1000	0.12	13.06	0.0079
1200	0.13	15.67	0.0086
1400	0.14	18.28	0.0092
1600	0.15	20.89	0.0099
1800	0.15	23.50	0.0099
2000	0.16	26.11	0.0106
2200	0.17	28.72	0.0112
2400	0.18	31.33	0.0119
2600	0.19	33.94	0.0125
2800	0.20	36.55	0.0132
3000	0.21	39.17	0.0139
3200	0.22	41.78	0.0145
3213	0.24	41.95	0.0159

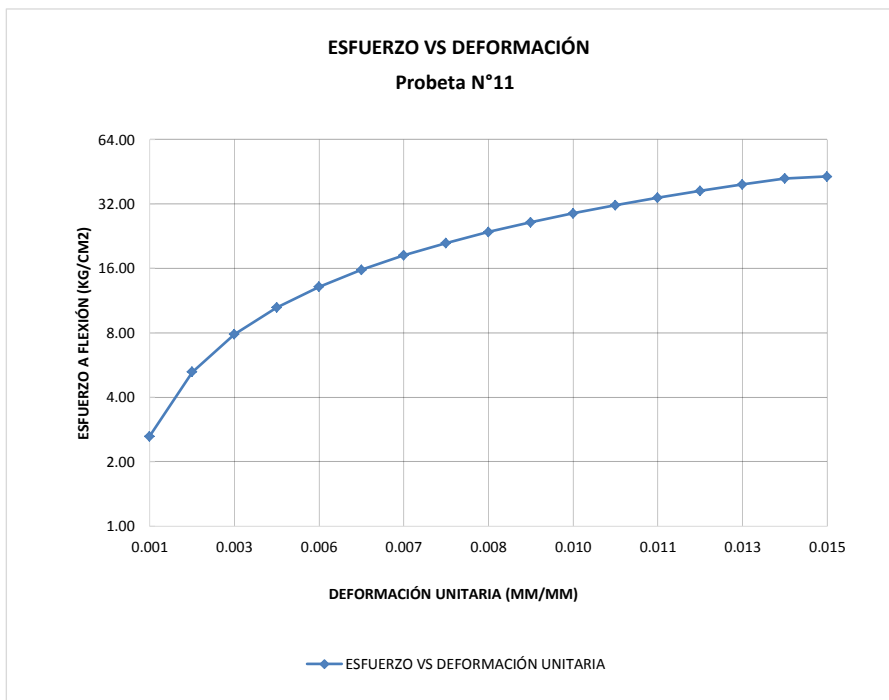




<b>PROBETA</b>	<b>11</b>
----------------	-----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.11	15.10	15.07	45.11	754.99	3273	42.98

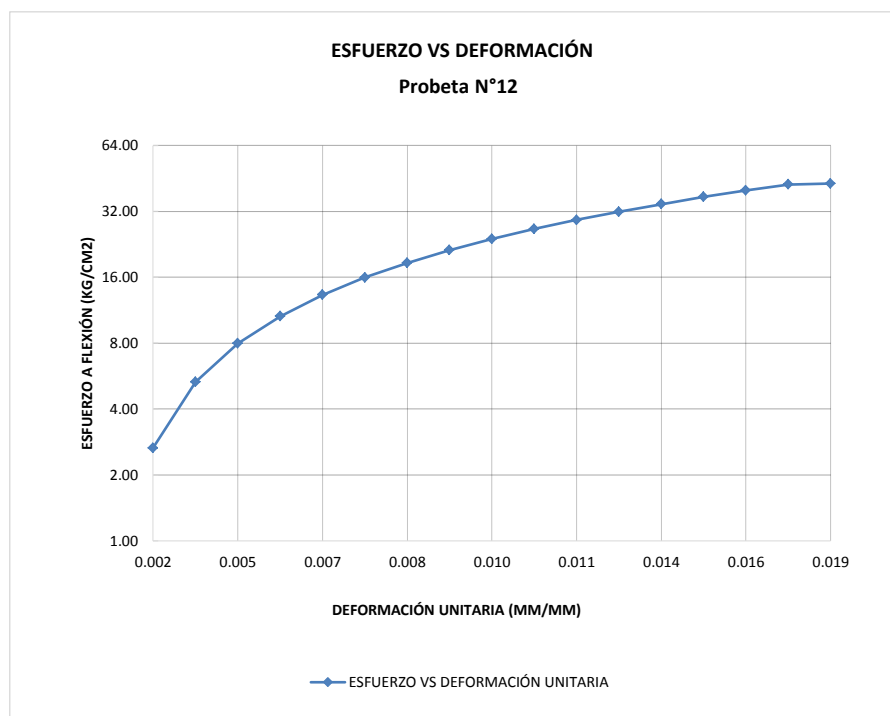
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.02	2.63	0.0013
400	0.03	5.25	0.0020
600	0.05	7.88	0.0033
800	0.08	10.50	0.0053
1000	0.09	13.13	0.0060
1200	0.10	15.76	0.0066
1400	0.10	18.38	0.0066
1600	0.11	21.01	0.0073
1800	0.12	23.64	0.0079
2000	0.13	26.26	0.0086
2200	0.15	28.89	0.0099
2400	0.16	31.51	0.0106
2600	0.17	34.14	0.0113
2800	0.18	36.77	0.0119
3000	0.19	39.39	0.0126
3200	0.20	42.02	0.0132
3273	0.22	42.98	0.0146



<b>PROBETA</b>	<b>12</b>
----------------	-----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.12	15.00	15.09	45.12	756.48	3221	42.79

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.03	2.66	0.0020
400	0.05	5.31	0.0033
600	0.07	7.97	0.0047
800	0.09	10.63	0.0060
1000	0.10	13.29	0.0067
1200	0.11	15.94	0.0073
1400	0.12	18.60	0.0080
1600	0.14	21.26	0.0093
1800	0.15	23.92	0.0100
2000	0.16	26.57	0.0107
2200	0.17	29.23	0.0113
2400	0.19	31.89	0.0127
2600	0.21	34.54	0.0140
2800	0.23	37.20	0.0153
3000	0.24	39.86	0.0160
3200	0.26	42.52	0.0173
3221	0.28	42.79	0.0187



**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVILLABORATORIO DE TECNOLOGÍA  
DEL CONCRETO

TESIS :

**INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS****MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO**TESISTAS: JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
JOSUÉ ISPILCO INFANTE

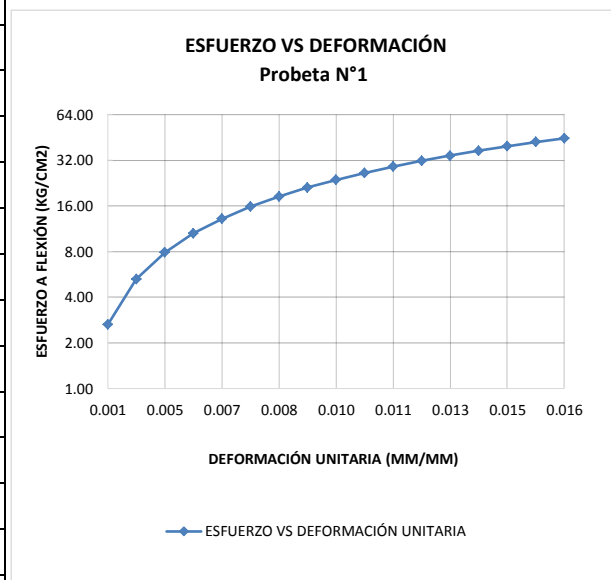
CÓDIGO: 703644

CÓDIGO: 705599

MUESTRA: **CANTERIA RÍO MASHCÓN****Módulo de rotura de diseño de 45 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)****PROBETA** 1

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.18	15.10	15.01	45.18	753.37	3385	44.66

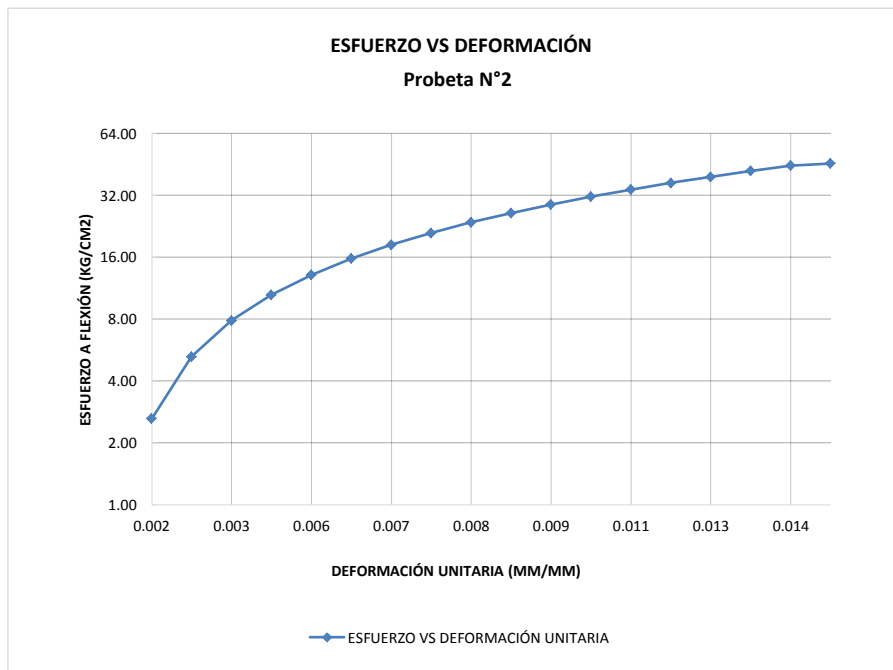
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.02	2.64	0.0013
400	0.05	5.28	0.0033
600	0.08	7.92	0.0053
800	0.09	10.55	0.0060
1000	0.10	13.19	0.0066
1200	0.11	15.83	0.0073
1400	0.12	18.47	0.0079
1600	0.14	21.11	0.0093
1800	0.15	23.75	0.0099
2000	0.16	26.38	0.0106
2200	0.17	29.02	0.0113
2400	0.18	31.66	0.0119
2600	0.19	34.30	0.0126
2800	0.21	36.94	0.0139
3000	0.22	39.58	0.0146
3200	0.23	42.22	0.0152
3385	0.24	44.66	0.0159



<b>PROBETA</b>	<b>2</b>
----------------	----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.10	15.07	15.12	45.10	757.73	3486	45.80

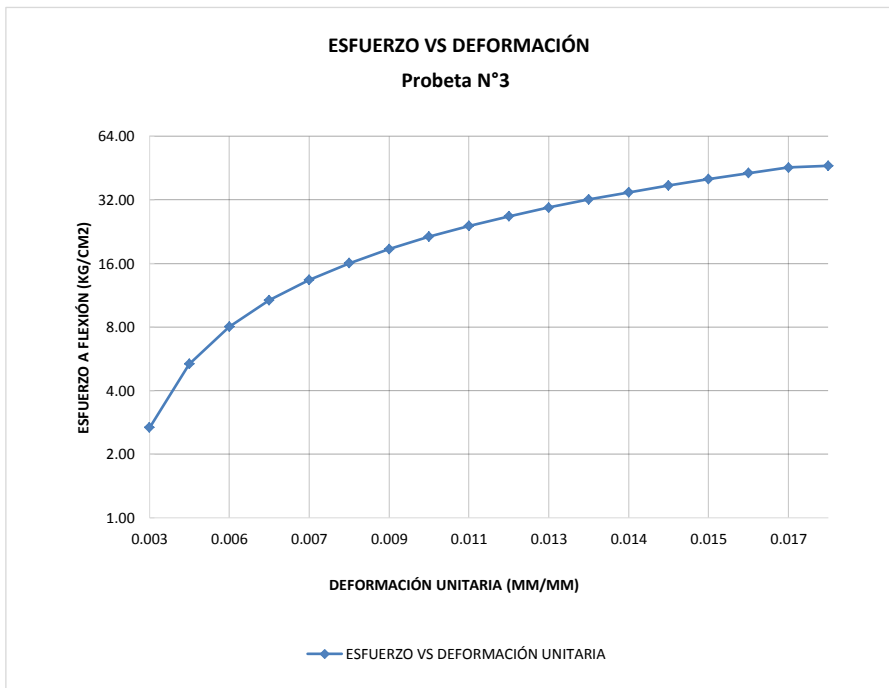
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.03	2.63	0.0020
400	0.04	5.26	0.0027
600	0.05	7.88	0.0033
800	0.08	10.51	0.0053
1000	0.09	13.14	0.0060
1200	0.10	15.77	0.0066
1400	0.11	18.39	0.0073
1600	0.12	21.02	0.0080
1800	0.12	23.65	0.0080
2000	0.13	26.28	0.0086
2200	0.14	28.90	0.0093
2400	0.16	31.53	0.0106
2600	0.17	34.16	0.0113
2800	0.18	36.79	0.0119
3000	0.19	39.41	0.0126
3200	0.20	42.04	0.0133
3400	0.21	44.67	0.0139
3486	0.23	45.80	0.0153



<b>PROBETA</b>	<b>3</b>
----------------	----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.12	14.99	15.02	45.12	752.96	3465	46.33

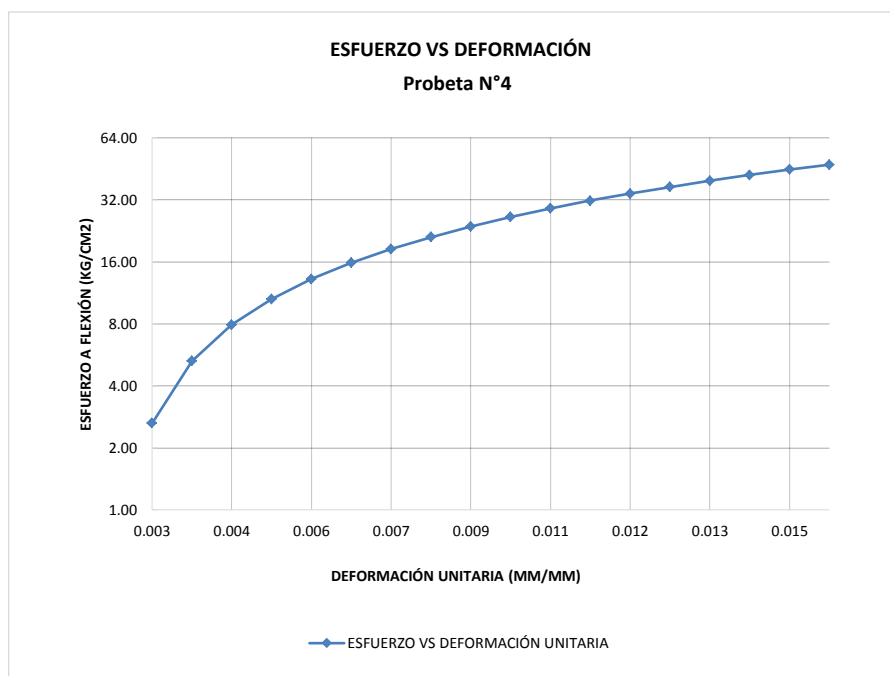
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.04	2.67	0.0027
400	0.08	5.35	0.0053
600	0.09	8.02	0.0060
800	0.10	10.70	0.0067
1000	0.11	13.37	0.0073
1200	0.12	16.05	0.0080
1400	0.13	18.72	0.0087
1600	0.14	21.40	0.0093
1800	0.17	24.07	0.0113
2000	0.18	26.74	0.0120
2200	0.19	29.42	0.0127
2400	0.20	32.09	0.0133
2600	0.21	34.77	0.0140
2800	0.22	37.44	0.0147
3000	0.23	40.12	0.0153
3200	0.24	42.79	0.0160
3400	0.25	45.46	0.0167
3465	0.27	46.33	0.0180



<b>PROBETA</b>	<b>4</b>
----------------	----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.11	15.07	15.05	45.11	754.27	3583	47.27

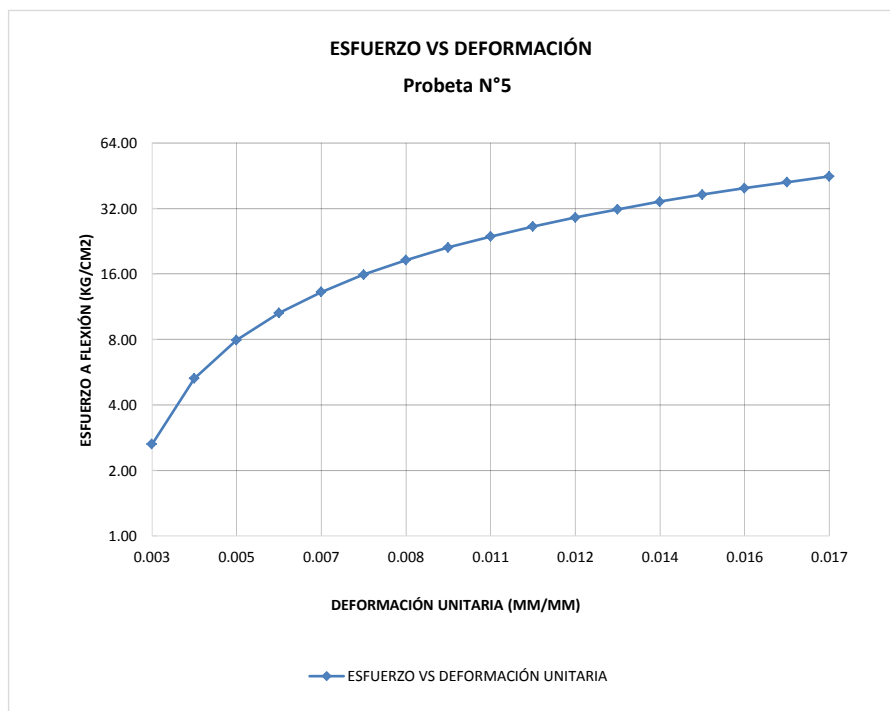
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.04	2.64	0.0027
400	0.05	5.28	0.0033
600	0.06	7.92	0.0040
800	0.08	10.56	0.0053
1000	0.09	13.19	0.0060
1200	0.10	15.83	0.0066
1400	0.11	18.47	0.0073
1600	0.12	21.11	0.0080
1800	0.13	23.75	0.0086
2000	0.15	26.39	0.0100
2200	0.16	29.03	0.0106
2400	0.17	31.67	0.0113
2600	0.18	34.30	0.0119
2800	0.19	36.94	0.0126
3000	0.20	39.58	0.0133
3200	0.22	42.22	0.0146
3400	0.23	44.86	0.0153
3583	0.24	47.27	0.0159



<b>PROBETA</b>	<b>5</b>
----------------	----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.12	15.03	15.10	45.12	756.60	3395	44.93

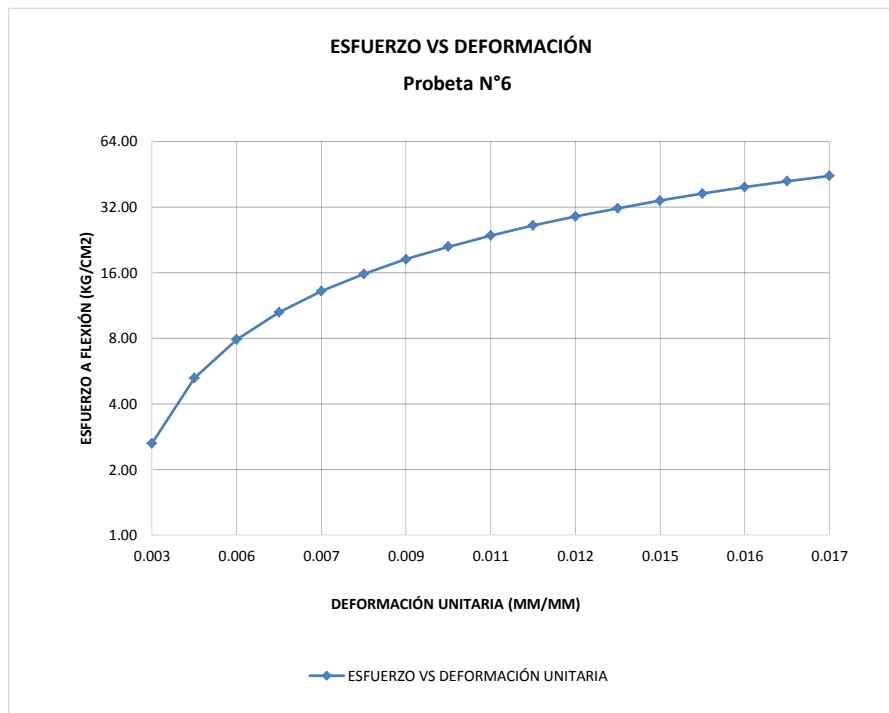
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.05	2.65	0.0033
400	0.07	5.29	0.0047
600	0.08	7.94	0.0053
800	0.09	10.59	0.0060
1000	0.10	13.24	0.0067
1200	0.11	15.88	0.0073
1400	0.12	18.53	0.0080
1600	0.14	21.18	0.0093
1800	0.16	23.82	0.0106
2000	0.17	26.47	0.0113
2200	0.18	29.12	0.0120
2400	0.19	31.76	0.0126
2600	0.21	34.41	0.0140
2800	0.23	37.06	0.0153
3000	0.24	39.71	0.0160
3200	0.25	42.35	0.0166
3395	0.26	44.93	0.0173



<b>PROBETA</b>	<b>6</b>
----------------	----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.15	15.10	15.06	45.15	755.31	3382	44.47

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.04	2.63	0.0026
400	0.07	5.26	0.0046
600	0.09	7.89	0.0060
800	0.10	10.52	0.0066
1000	0.11	13.15	0.0073
1200	0.13	15.78	0.0086
1400	0.14	18.41	0.0093
1600	0.15	21.04	0.0099
1800	0.16	23.67	0.0106
2000	0.17	26.30	0.0113
2200	0.18	28.93	0.0119
2400	0.20	31.56	0.0132
2600	0.22	34.19	0.0146
2800	0.23	36.82	0.0152
3000	0.24	39.45	0.0159
3200	0.25	42.08	0.0166
3382	0.26	44.47	0.0172





<b>PROBETA</b>	<b>7</b>
----------------	----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.10	15.23	15.02	45.10	752.29	3507	45.39

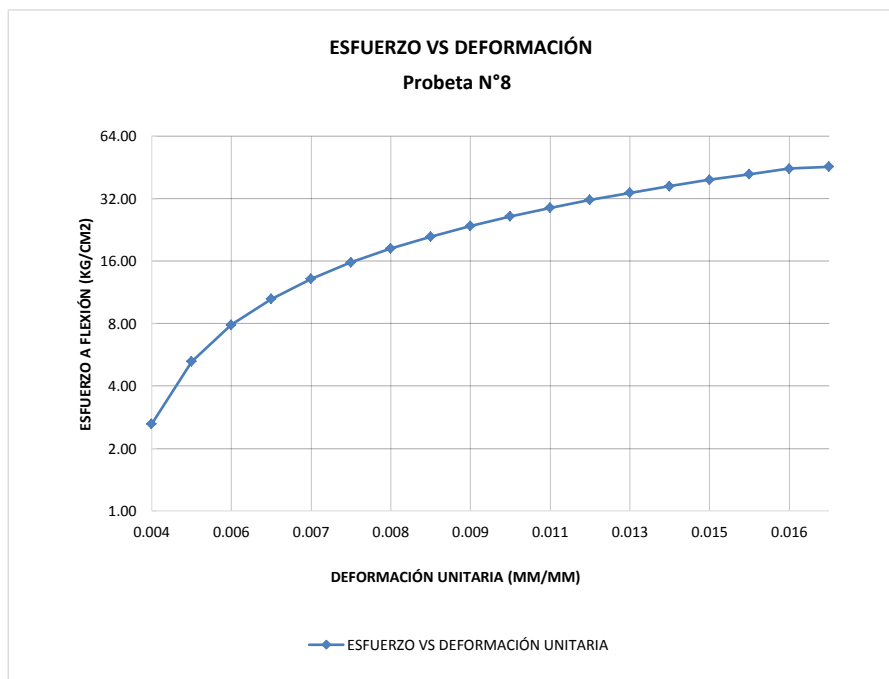
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.02	2.59	0.0013
400	0.06	5.18	0.0039
600	0.08	7.76	0.0053
800	0.09	10.35	0.0059
1000	0.10	12.94	0.0066
1200	0.11	15.53	0.0072
1400	0.12	18.12	0.0079
1600	0.14	20.71	0.0092
1800	0.15	23.29	0.0098
2000	0.17	25.88	0.0112
2200	0.18	28.47	0.0118
2400	0.19	31.06	0.0125
2600	0.20	33.65	0.0131
2800	0.21	36.24	0.0138
3000	0.22	38.82	0.0144
3200	0.23	41.41	0.0151
3400	0.24	44.00	0.0158
3507	0.25	45.39	0.0164



<b>PROBETA</b>	<b>8</b>
----------------	----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.12	15.11	15.01	45.12	752.35	3471	45.68

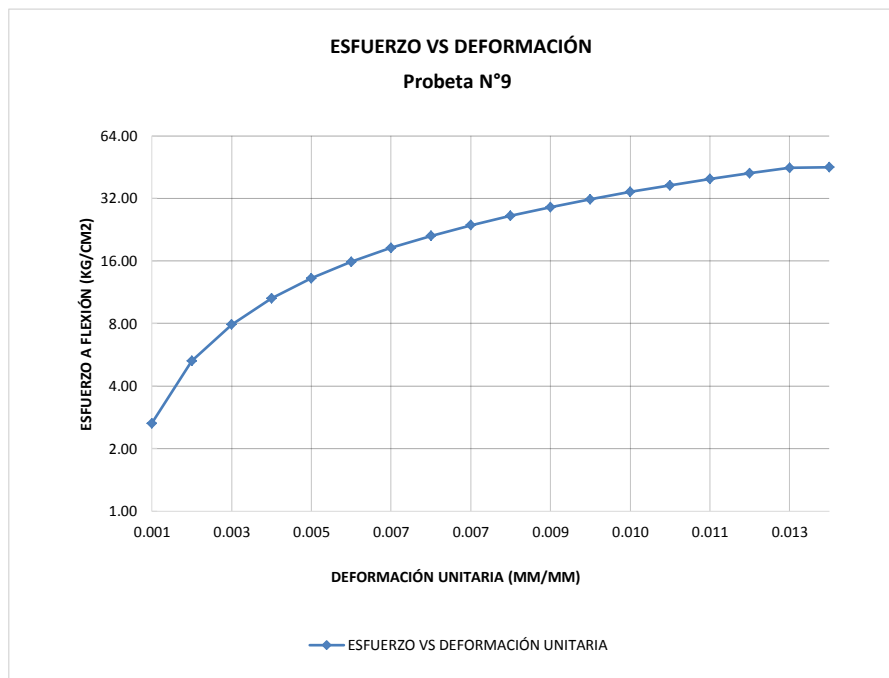
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.06	2.63	0.0040
400	0.08	5.26	0.0053
600	0.09	7.90	0.0060
800	0.10	10.53	0.0066
1000	0.11	13.16	0.0073
1200	0.11	15.79	0.0073
1400	0.12	18.43	0.0079
1600	0.13	21.06	0.0086
1800	0.14	23.69	0.0093
2000	0.15	26.32	0.0099
2200	0.16	28.95	0.0106
2400	0.17	31.59	0.0112
2600	0.19	34.22	0.0126
2800	0.21	36.85	0.0139
3000	0.22	39.48	0.0146
3200	0.23	42.12	0.0152
3400	0.24	44.75	0.0159
3471	0.25	45.68	0.0165



<b>PROBETA</b>	<b>9</b>
----------------	----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.09	15.08	15.02	45.09	752.30	3417	45.12

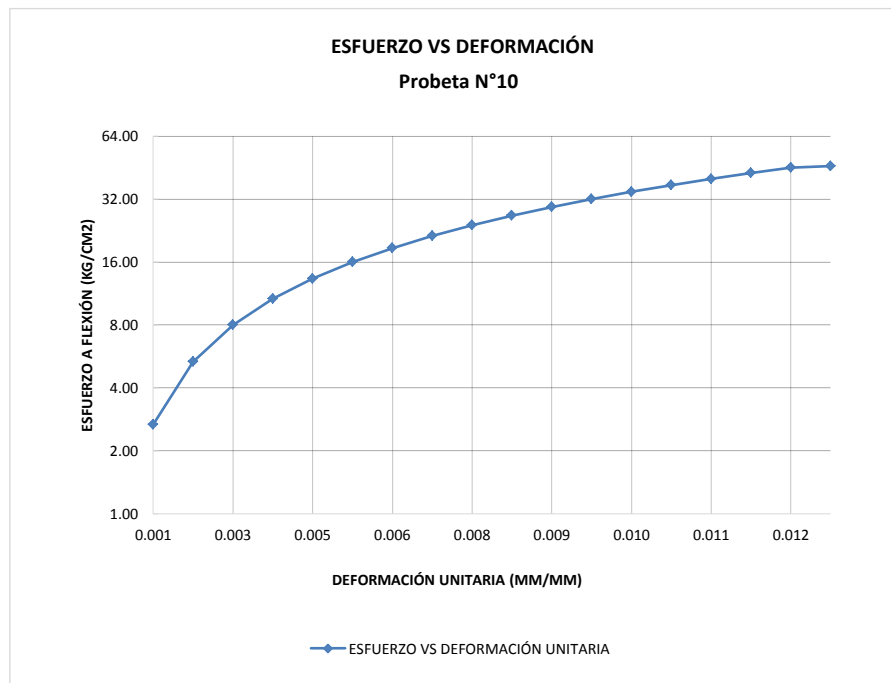
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.02	2.64	0.0013
400	0.04	5.28	0.0027
600	0.05	7.92	0.0033
800	0.06	10.56	0.0040
1000	0.07	13.21	0.0046
1200	0.09	15.85	0.0060
1400	0.10	18.49	0.0066
1600	0.10	21.13	0.0066
1800	0.11	23.77	0.0073
2000	0.12	26.41	0.0080
2200	0.13	29.05	0.0086
2400	0.14	31.69	0.0093
2600	0.15	34.34	0.0099
2800	0.16	36.98	0.0106
3000	0.17	39.62	0.0113
3200	0.18	42.26	0.0119
3400	0.19	44.90	0.0126
3417	0.20	45.12	0.0133



<b>PROBETA</b>	<b>10</b>
----------------	-----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.17	14.99	15.08	45.17	756.40	3448	45.99

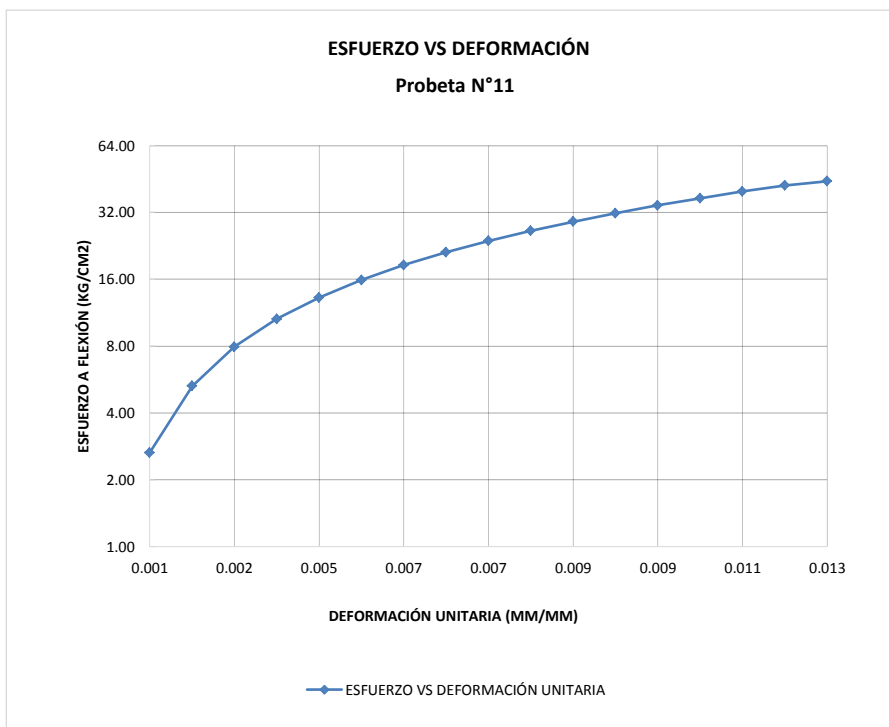
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.01	2.67	0.0007
400	0.04	5.34	0.0027
600	0.05	8.00	0.0033
800	0.06	10.67	0.0040
1000	0.07	13.34	0.0047
1200	0.08	16.01	0.0053
1400	0.09	18.68	0.0060
1600	0.11	21.34	0.0073
1800	0.12	24.01	0.0080
2000	0.12	26.68	0.0080
2200	0.13	29.35	0.0087
2400	0.14	32.01	0.0093
2600	0.15	34.68	0.0100
2800	0.15	37.35	0.0100
3000	0.16	40.02	0.0107
3200	0.17	42.69	0.0113
3400	0.18	45.35	0.0120
3448	0.19	45.99	0.0127



<b>PROBETA</b>	<b>11</b>
----------------	-----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.17	15.05	15.07	45.17	755.84	3340	44.19

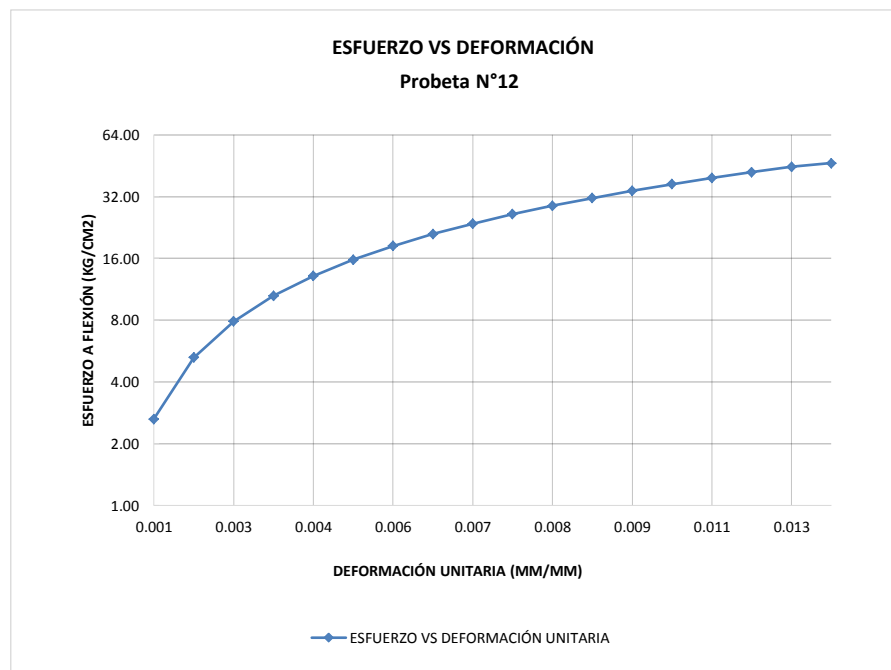
CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.02	2.65	0.0013
400	0.02	5.29	0.0013
600	0.03	7.94	0.0020
800	0.04	10.58	0.0027
1000	0.07	13.23	0.0047
1200	0.09	15.88	0.0060
1400	0.10	18.52	0.0066
1600	0.11	21.17	0.0073
1800	0.11	23.81	0.0073
2000	0.12	26.46	0.0080
2200	0.13	29.10	0.0086
2400	0.13	31.75	0.0086
2600	0.14	34.40	0.0093
2800	0.15	37.04	0.0100
3000	0.17	39.69	0.0113
3200	0.18	42.33	0.0120
3340	0.19	44.19	0.0126



<b>PROBETA</b>	<b>12</b>
----------------	-----------

Largo (cm)	Alto (cm)	Base (cm)	Luz (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Última (kgf)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
50.07	15.07	15.09	45.07	755.67	3544	46.57

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria
200	0.02	2.63	0.0013
400	0.02	5.26	0.0015
600	0.04	7.89	0.0027
800	0.05	10.51	0.0033
1000	0.06	13.14	0.0040
1200	0.08	15.77	0.0053
1400	0.09	18.40	0.0060
1600	0.10	21.03	0.0066
1800	0.11	23.66	0.0073
2000	0.12	26.28	0.0080
2200	0.12	28.91	0.0080
2400	0.13	31.54	0.0086
2600	0.14	34.17	0.0093
2800	0.15	36.80	0.0100
3000	0.16	39.43	0.0106
3200	0.17	42.05	0.0113
3400	0.19	44.68	0.0126
3544	0.20	46.57	0.0133



# **ANEXO N° 5**

## **PANEL FOTOGRAFICO**

## **PANEL FOTOGRÁFICO**

Obtención de agregados.

**Fotografía N°1:** Obtención de agregados – cantera rio Chonta



**Fotografía N°2:** Obtención de agregados – cantera rio Mashcón





Propiedades físico mecánicas de agregados.

**Fotografía N°3:** Contenido de humedad agregado fino, cantera Chonta - Peso de la muestra  
seca



(a)



(b)

**Fotografía N°4:** Contenido de humedad agregado fino, cantera Mashcón - Peso de la muestra  
seca



(a)



(b)



**Fotografía N°5:** Contenido de humedad agregado grueso, cantera Chonta- Muestra húmeda colocada en el horno



**Fotografía N°6:** Contenido de humedad agregado grueso, cantera Chonta - Peso de la muestra seca



(a)



(b)

**Fotografía N°7:** Contenido de humedad agregado grueso, cantera Mashcón- Toma de datos muestra húmeda



**Fotografía N°8:** Contenido de humedad agregado grueso, cantera Mashcón - Peso de la muestra seca



(a)



(b)



**Fotografía N°9:** Análisis granulométrico agregado del agregado



**Fotografía N° 10:** Peso específico de agregados- Sumergiendo muestras por 24 horas



**Fotografía N° 11:** Peso específico de agregados grueso- Secando con un paño la superficie de cada partícula



**Fotografía N° 12:** Peso específico de agregados grueso- Pesando la muestra en estado saturado superficialmente seco





**Fotografía N° 13:** Peso específico de agregados grueso- Peso sumergido en estado saturado superficialmente seco



**Fotografía N° 14:** Peso específico de agregados fino – Secado con una suave corriente de aire caliente, hasta que las partículas puedan fluir libremente.



**Fotografía N° 15:** Peso específico de agregados fino – Compactando muestra en el molde tronco cónico, hasta observar que ya no exista humedad.



**Fotografía N° 16:** Peso específico de agregados fino – Agitando fiola para la eliminación de burbujas





**Fotografía N° 17:** Peso unitario del agregado fino – Compactando muestra



**Fotografía N° 18:** Peso unitario del agregado grueso – Compactando muestra



**Fotografía N° 19:** Peso unitario del agregado grueso – Pesando muestra



**Fotografía N° 20:** Peso unitario del agregado grueso – Enrasando la parte superior.

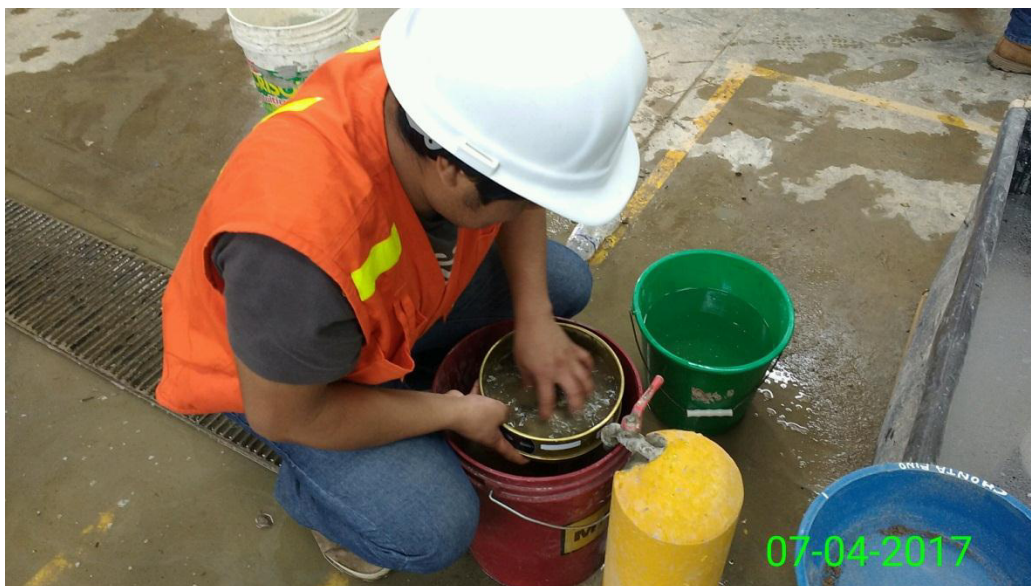




**Fotografía N° 21:** Peso unitario del agregado grueso – Realizando ensayo peso unitario suelto del agregado



**Fotografía N° 22:** Cantidad de material que pasa por el tamiz N° 200 – Lavado de la muestra



Preparación y vaciado de especímenes de concreto a los siete días.

**Fotografía N° 23:** Preparación de la mezcla de concreto



**Fotografía N° 24:** Consistencia del concreto, ensayo cono de Abrams





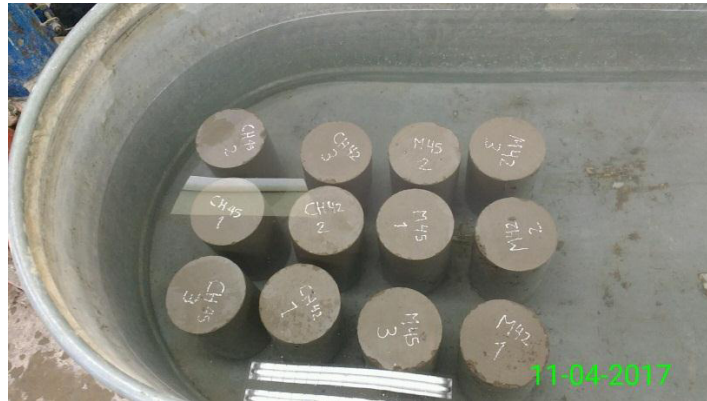
**Fotografía N° 25:** Peso unitario del concreto fresco.



**Fotografía N° 26:** Llenado de probetas



**Fotografía N° 27:** Curado de probetas a los 7 días.



**Fotografía N° 28:** Medición de especímenes para la realización de ensayo a compresión axial



**Fotografía N° 29:** Ensayando especímenes a compresión axial.





Preparación y vaciado de especímenes prismáticos y cilíndricos de concreto a los 28 días.

**Fotografía N° 30:** Preparación de probetas prismáticas y cilíndricas



**Fotografía N° 31:** Vaciado de probetas prismáticas Cantera Chonta



**Fotografía N° 32:** Curado de probetas prismáticas y cilíndricas cantera Chonta



**Fotografía N° 33:** Vaciado de probetas prismáticas Cantera Mashcón



**Fotografía N° 34:** Curado de probetas cilíndricas de las canteras Mashcón y Chonta





**Fotografía N° 35:** Medición de probetas cilíndricas para ser ensayados a compresión axial



**Fotografía N° 36:** Medición de probetas prismáticas para ser ensayados a flexión



**Fotografía N° 37:** Realizando el ensayo a compresión axial de probetas cilíndricas.



**Fotografía N° 38:** Probetas cilíndricas ensayadas a compresión axial





**Fotografía N° 39:** Realizando el ensayo a flexión de probetas prismáticas



**Fotografía N° 40:** Probetas cilíndricas ensayadas a compresión axial





**Fotografía N° 41:** Probetas ensayadas a flexión se puede observar falla en el tercio central de las vigas



**Fotografía N° 42:** Eliminación de desmonte



# **ANEXO N° 6**

## **PROTOCOLOS DE ENSAYOS**

**ANEXO N° 6.1**

**PROTOCOLOS**

**ENSAYOS DE AGREGADOS**

**CANTERA CHONTA**
















	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
---	---	--

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO</b> <b>NORMA NTP 400.012 (ASTM C - 136)</b>
--

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA CÓDIGO: 703644  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE CÓDIGO: 705599

<b>TESIS :</b>	RELACIÓN ENTRE LOS MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, UTILIZANDO AGREGADOS DEL RÍO MASHCÓN Y CHONTA
----------------	--

**MUESTRA:** CANTERA RÍO CHONTA **MUESTRA:** 06/04/17

<b>RESULTADO :</b>
--------------------

Peso inicial (gr) : 10080 g

TAMIS		Peso Retenido (gr)	% Parcial Retenido	% ACUMULADO	
Nº	Abertura			Retenido	pasando
1 1/2"	37.50	0			
1"	25.00	225			
3/4"	13.00	4834			
1/2"	12.50	4754			
3/8"	9.50	154			
4.00	4.75	62			
Casoleta	0.00	45			
	Σ	10074			

<b>Modulo de Finura:</b>	
--------------------------	--



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Víctor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
				



















**ANEXO N° 6.2**

**PROTOCOLOS**

**ENSAYOS DE AGREGADOS**

**CANTERA MASHCÓN**

	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
---	---	--

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO FINO</b> <b>NORMA NTP 339.185 (ASTM C - 566)</b>
---

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA      **CÓDIGO:** 703644  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE      **CÓDIGO:** 705599

<b>TESIS :</b>	INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS
----------------	--

**MUESTRA:** CANTERA RIO MASHCÓN

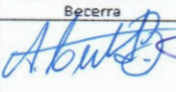
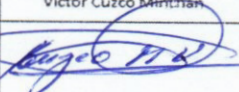


**FECHA :** 05/04/17

<b>RESULTADO :</b>
--------------------

$W \% = [(H-S) / S] * 100$
----------------------------

MUESTRA	AGREGADO FINO		
Numero de ensayo	1	2	3
Peso de tara (gr.)	54.3	54.1	53.6
Peso de tara + muestra Húmeda (gr.)	561.0	581.1	589.3
Peso de tara + muestra seca (gr.)	508.5	526.8	534.5
Peso muestra Húmeda (gr.) - (H)	506.7	527.0	535.7
Peso muestra seca (gr.) - (S)	454.2	472.7	480.9
Contenido de Humedad (%) - (W)	16.56	11.49	11.40
Contenido de Humedad promedio (%)	11.48		



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Mirichán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
				































**ANEXO N° 6.3**

**PROTOCOLOS**

**CONTROL DE CALIDAD**

**CONCRETO FRESCO**

**PARA PROBETAS ENSAYADAS**

**A LOS 7 DIAS**







**ANEXO N° 6.4**

**PROTOCOLOS**

**ENSAYO A COMPRESIÓN AXIAL**

**A LOS 7 DIAS**





**ANEXO N° 6.5**

**PROTOCOLOS**

**CONTROL DE CALIDAD**

**CONCRETO FRESCO**

**PARA PROBETAS ENSAYADAS**

**A LOS 28 DIAS**









**ANEXO N° 6.6**

**PROTOCOLOS**

**MÓDULOS DE ELASTICIDAD**

**CANTERA CHONTA**



<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MÓDULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

<b>TESISTAS:</b> JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA JOSUÉ ISPILCO INFANTE	<b>CÓDIGO:</b> 703644 <b>CÓDIGO:</b> 705599
--	--

<b>MUESTRA:</b> CANTERA RIO CHONTA	<b>FECHA:</b> 16/05/17
------------------------------------	------------------------

<b>f'c (diseño) : 265 kg/cm2 (28 días)</b>
--

<b>PROBETA N°</b>	<b>1</b>
-------------------	----------

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	14.91	14.95	14.95	14.94
Altura (mm)	30.01	30.00	30.05	300.20
Área (cm <sup>2</sup> )	174.60	175.54	175.54	175.23
Carga última (kg)				58294
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )				332.69

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.55	12000	2.69	50000	4.35
200	0.80	14000	2.82	52000	4.44
300	0.92	16000	2.94	54000	4.52
400	1.03	18000	3.02	56000	4.63
500	1.13	20000	3.13	58000	4.71
600	1.18	22000	3.23	60000	4.77
700	1.26	24000	3.34	62000	
800	1.32	26000	3.44	64000	
900	1.43	28000	3.52	66000	
1000	1.55	30000	3.58	68000	
2000	1.73	32000	3.67	70000	
3000	1.93	34000	3.78	72000	
4000	2.04	36000	3.85	74000	
5000	2.16	38000	3.92	76000	
6000	2.25	40000	3.96	78000	
7000	2.36	42000	4.03	80000	
8000	2.45	44000	4.14	82000	
9000	2.51	46000	4.20	84000	
10000	2.58	48000	4.27	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco-Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>



<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERO RIO CHONTA

**FECHA:** 16/05/17

<b>f'c (diseño) : 265 kg/cm2 (28 días)</b>
--

<b>PROBETA N°</b>	<b>2</b>
-------------------	----------

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	14.90	14.95	14.95	14.93
Altura (mm)	29.85	29.86	29.85	298.53
Área (cm2)	174.37	175.54	175.54	175.15
Carga última (kg)				55602
f'c (kg/cm2)				317.46

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	1.04	12000	2.81	50000	4.79
200	1.14	14000	2.92	52000	4.86
300	1.21	16000	3.05	54000	4.95
400	1.33	18000	3.14	56000	5.10
500	1.40	20000	3.25	58000	
600	1.48	22000	3.39	60000	
700	1.55	24000	3.49	62000	
800	1.64	26000	3.61	64000	
900	1.73	28000	3.69	66000	
1000	1.80	30000	3.78	68000	
2000	1.89	32000	3.90	70000	
3000	2.07	34000	3.99	72000	
4000	2.17	36000	4.10	74000	
5000	2.25	38000	4.21	76000	
6000	2.36	40000	4.30	78000	
7000	2.44	42000	4.39	80000	
8000	2.51	44000	4.48	82000	
9000	2.63	46000	4.59	84000	
10000	2.70	48000	4.66	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya



<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERA RÍO CHONTA

**FECHA:** 16/05/17

<b>f'c (diseño) : 265 kg/cm2 (28 días)</b>
--

<b>PROBETA N°</b>	3
-------------------	---

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	14.91	14.95	14.95	14.94
Altura (mm)	29.94	29.98	29.98	299.67
Área (cm2)	174.60	175.54	175.54	175.23
<b>Carga última (kg)</b>				55184
<b>f'c (kg/cm2)</b>				314.93

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.84	12000	2.80	50000	4.48
200	1.08	14000	2.91	52000	4.56
300	1.20	16000	3.05	54000	4.69
400	1.29	18000	3.16	56000	4.80
500	1.38	20000	3.30	58000	
600	1.45	22000	3.41	60000	
700	1.50	24000	3.50	62000	
800	1.55	26000	3.58	64000	
900	1.64	28000	3.68	66000	
1000	1.73	30000	3.79	68000	
2000	1.81	32000	3.87	70000	
3000	2.05	34000	3.94	72000	
4000	2.20	36000	4.01	74000	
5000	2.29	38000	4.07	76000	
6000	2.34	40000	4.14	78000	
7000	2.42	42000	4.20	80000	
8000	2.50	44000	4.27	82000	
9000	2.59	46000	4.34	84000	
10000	2.65	48000	4.42	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
	<i>A. Cubas</i>	<i>V. Cuzco</i>	<i>J. Ispilco</i>	<i>J. Alaya</i>



<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERO RÍO CHONTA

**FECHA:** 16/05/17

<b>f'c (diseño) : 265 kg/cm2 (28 días)</b>
--

<b>PROBETA N°</b>	<b>4</b>
-------------------	----------

	1	2	3	Promedio
<b>Diametro (cm)</b>	14.90	14.90	14.85	14.88
<b>Altura (mm)</b>	29.89	29.85	29.85	298.63
<b>Área (cm2)</b>	174.37	174.37	173.20	173.98
<b>Carga última (kg)</b>				50577
<b>f'c (kg/cm2)</b>				290.71

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.52	12000	2.60	50000	4.36
200	0.76	14000	2.75	52000	4.42
300	0.90	16000	2.88	54000	
400	1.02	18000	3.01	56000	
500	1.11	20000	3.14	58000	
600	1.19	22000	3.21	60000	
700	1.25	24000	3.34	62000	
800	1.31	26000	3.44	64000	
900	1.36	28000	3.52	66000	
1000	1.45	30000	3.59	68000	
2000	1.65	32000	3.68	70000	
3000	1.87	34000	3.79	72000	
4000	2.01	36000	3.86	74000	
5000	2.12	38000	3.93	76000	
6000	2.20	40000	3.98	78000	
7000	2.29	42000	4.07	80000	
8000	2.35	44000	4.13	82000	
9000	2.44	46000	4.21	84000	
10000	2.51	48000	4.27	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya



<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERA RÍO CHONTA

**FECHA:** 16/05/17

<b>f'c (diseño) : 265 kg/cm2 (28 días)</b>
--

<b>PROBETA N°</b>	<b>5</b>
-------------------	----------

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	14.85	15.01	14.95	14.94
Altura (mm)	30.10	30.08	30.10	300.93
Área (cm2)	173.20	176.95	175.54	175.23
Carga última (kg)				54290
f'c (kg/cm2)				309.82

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	1.19	12000	2.86	50000	4.75
200	1.29	14000	3.01	52000	4.82
300	1.37	16000	3.15	54000	4.90
400	1.46	18000	3.28	56000	4.99
500	1.53	20000	3.39	58000	
600	1.60	22000	3.51	60000	
700	1.68	24000	3.64	62000	
800	1.75	26000	3.74	64000	
900	1.82	28000	3.82	66000	
1000	1.90	30000	3.92	68000	
2000	2.05	32000	4.00	70000	
3000	2.13	34000	4.09	72000	
4000	2.25	36000	4.16	74000	
5000	2.33	38000	4.26	76000	
6000	2.41	40000	4.37	78000	
7000	2.50	42000	4.48	80000	
8000	2.57	44000	4.56	82000	
9000	2.65	46000	4.61	84000	
10000	2.73	48000	4.69	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya



<b>TESIS :</b>	INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS
----------------	---

<b>MÓDULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTEER RÍO CHONTA

**FECHA:** 16/05/17

<b>f'c (diseño) : 265 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)</b>
---

<b>PROBETA N°</b>	<b>6</b>
-------------------	----------

	1	2	3	Promedio
<b>Diametro (cm)</b>	14.89	14.88	14.95	14.91
<b>Altura (mm)</b>	29.90	29.91	29.95	299.20
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	174.13	173.90	175.54	174.52
<b>Carga última (kg)</b>				55362
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				317.22

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.83	12000	2.79	50000	4.73
200	1.14	14000	2.91	52000	4.81
300	1.25	16000	3.04	54000	4.90
400	1.38	18000	3.14	56000	5.10
500	1.47	20000	3.26	58000	
600	1.55	22000	3.39	60000	
700	1.62	24000	3.54	62000	
800	1.69	26000	3.63	64000	
900	1.75	28000	3.70	66000	
1000	1.80	30000	3.79	68000	
2000	2.02	32000	3.90	70000	
3000	2.08	34000	4.00	72000	
4000	2.18	36000	4.09	74000	
5000	2.26	38000	4.17	76000	
6000	2.35	40000	4.25	78000	
7000	2.41	42000	4.33	80000	
8000	2.50	44000	4.41	82000	
9000	2.59	46000	4.50	84000	
10000	2.67	48000	4.62	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Begorra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya



<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERA RÍO CHONTA

**FECHA:** 16/05/17

<b>f'c (diseño) : 265 kg/cm2 (28 días)</b>
--

<b>PROBETA N°</b>	<b>7</b>
-------------------	----------

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	14.95	14.91	15.00	14.95
Altura (mm)	29.80	29.99	29.81	298.67
Área (cm2)	175.54	174.60	176.71	175.62
<b>Carga última (kg)</b>				56607
<b>f'c (kg/cm2)</b>				322.33

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.43	12000	2.99	50000	4.71
200	1.25	14000	3.12	52000	4.80
300	1.44	16000	3.22	54000	4.88
400	1.59	18000	3.32	56000	4.95
500	1.69	20000	3.42	58000	5.00
600	1.77	22000	3.52	60000	
700	1.84	24000	3.66	62000	
800	1.91	26000	3.75	64000	
900	1.95	28000	3.83	66000	
1000	2.00	30000	3.92	68000	
2000	2.11	32000	4.02	70000	
3000	2.25	34000	4.10	72000	
4000	2.35	36000	4.18	74000	
5000	2.45	38000	4.26	76000	
6000	2.55	40000	4.32	78000	
7000	2.65	42000	4.40	80000	
8000	2.74	44000	4.48	82000	
9000	2.80	46000	4.55	84000	
10000	2.88	48000	4.63	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya



<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERA RIO CHONTA

**FECHA:** 16/05/17

<b>f'c (diseño) : 265 kg/cm2 (28 dias)</b>
--

<b>PROBETA N°</b>	8
-------------------	---

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	14.85	14.90	14.83	14.86
Altura (mm)	29.85	29.83	29.85	29.86
Área (cm <sup>2</sup> )	173.20	174.37	172.73	173.43
<b>Carga última (kg)</b>				53155
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				306.49

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.63	12000	2.83	50000	4.59
200	0.93	14000	3.02	52000	4.68
300	1.21	16000	3.12	54000	4.77
400	1.30	18000	3.25	56000	
500	1.39	20000	3.40	58000	
600	1.46	22000	3.51	60000	
700	1.52	24000	3.60	62000	
800	1.65	26000	3.70	64000	
900	1.74	28000	3.79	66000	
1000	1.82	30000	3.86	68000	
2000	1.90	32000	3.92	70000	
3000	2.13	34000	4.00	72000	
4000	2.27	36000	4.08	74000	
5000	2.37	38000	4.15	76000	
6000	2.45	40000	4.21	78000	
7000	2.55	42000	4.29	80000	
8000	2.63	44000	4.36	82000	
9000	2.70	46000	4.43	84000	
10000	2.77	48000	4.50	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
	<i>A. Cubas</i>	<i>V. Cuzco</i>	<i>J. Ispilco</i>	<i>J. López</i>



<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERO RÍO CHONTA

**FECHA:** 16/05/17

<b>f'c (diseño) : 265 kg/cm2 (28 días)</b>
--

<b>PROBETA N°</b>	<b>9</b>
-------------------	----------

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	14.81	14.90	14.86	14.86
Altura (mm)	29.91	29.95	29.90	29.92
Área (cm <sup>2</sup> )	172.27	174.37	173.43	173.35
<b>Carga última (kg)</b>				<b>52675</b>
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				<b>303.86</b>

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.55	12000	2.88	50000	4.81
200	0.86	14000	3.01	52000	4.89
300	1.17	16000	3.15	54000	4.93
400	1.29	18000	3.25	56000	
500	1.39	20000	3.40	58000	
600	1.47	22000	3.50	60000	
700	1.53	24000	3.60	62000	
800	1.58	26000	3.69	64000	
900	1.64	28000	3.80	66000	
1000	1.70	30000	3.89	68000	
2000	1.98	32000	3.99	70000	
3000	2.11	34000	4.08	72000	
4000	2.25	36000	4.15	74000	
5000	2.35	38000	4.25	76000	
6000	2.44	40000	4.34	78000	
7000	2.53	42000	4.41	80000	
8000	2.60	44000	4.50	82000	
9000	2.68	46000	4.60	84000	
10000	2.75	48000	4.72	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya



<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERA RÍO CHONTA

**FECHA:** 16/05/17

<b>f'c (diseño) : 265 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)</b>
---

<b>PROBETA N°</b>	<b>10</b>
-------------------	-----------

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	14.92	14.95	14.90	14.92
Altura (mm)	30.08	30.06	30.10	300.80
Área (cm <sup>2</sup> )	174.83	175.54	174.37	174.91
Carga última (kg)				54716
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )				312.82

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.77	12000	2.94	50000	4.34
200	1.25	14000	3.10	52000	4.93
300	1.44	16000	3.20	54000	5.02
400	1.59	18000	3.30	56000	5.09
500	1.69	20000	3.42	58000	
600	1.77	22000	3.55	60000	
700	1.84	24000	3.66	62000	
800	1.91	26000	3.77	64000	
900	1.95	28000	3.83	66000	
1000	2.00	30000	3.92	68000	
2000	2.10	32000	3.99	70000	
3000	2.17	34000	4.09	72000	
4000	2.27	36000	4.16	74000	
5000	2.37	38000	4.26	76000	
6000	2.47	40000	4.34	78000	
7000	2.60	42000	4.42	80000	
8000	2.69	44000	4.51	82000	
9000	2.75	46000	4.60	84000	
10000	2.81	48000	4.72	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya



<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERA RIO CHONTA

**FECHA:** 16/03/17

<b>f'c (diseño) : 265 kg/cm2 (28 días)</b>
--

<b>PROBETA N°</b>	11
-------------------	----

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	14.99	14.95	14.96	14.97
Altura (mm)	29.82	29.85	29.85	298.40
Área (cm2)	176.48	175.54	175.77	175.93
Carga última (kg)				51120
f'c (kg/cm2)				290.57

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.31	12000	2.30	50000	4.33
200	0.47	14000	2.42	52000	4.43
300	0.58	16000	2.54	54000	
400	0.65	18000	2.65	56000	
500	0.72	20000	2.77	58000	
600	0.78	22000	2.89	60000	
700	0.84	24000	2.99	62000	
800	0.87	26000	3.07	64000	
900	0.90	28000	3.18	66000	
1000	0.94	30000	3.30	68000	
2000	1.32	32000	3.41	70000	
3000	1.57	34000	3.50	72000	
4000	1.63	36000	3.63	74000	
5000	1.70	38000	3.74	76000	
6000	1.81	40000	3.82	78000	
7000	1.89	42000	3.90	80000	
8000	1.98	44000	4.03	82000	
9000	2.05	46000	4.14	84000	
10000	2.15	48000	4.21	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
	<i>Abal B</i>	<i>Victor Cuzco</i>	<i>Josue Ispilco</i>	<i>Jesús Andrés</i>



N	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	LABORATORIO DE TEGNOLOGÍA DEL CONCRETO
---	---	--

<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA      **CÓDIGO:** 703644  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE                      **CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERO RÍO CHONTA                      **FECHA:** 16/05/17

<b>f'c (diseño) : 265 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)</b>
---

<b>PROBETA N°</b>	12
-------------------	----

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	15.00	14.90	14.95	14.95
Altura (mm)	29.95	29.94	29.98	29.957
Área (cm <sup>2</sup> )	176.71	174.37	175.54	175.54
Carga última (kg)				56731
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )				323.18

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.67	12000	2.71	50000	4.36
200	0.78	14000	2.82	52000	4.46
300	0.89	16000	2.93	54000	4.55
400	1.02	18000	3.03	56000	4.65
500	1.11	20000	3.14	58000	4.71
600	1.19	22000	3.24	60000	
700	1.25	24000	3.35	62000	
800	1.33	26000	3.44	64000	
900	1.36	28000	3.52	66000	
1000	1.41	30000	3.59	68000	
2000	1.70	32000	3.68	70000	
3000	1.91	34000	3.79	72000	
4000	2.08	36000	3.86	74000	
5000	2.19	38000	3.93	76000	
6000	2.29	40000	3.98	78000	
7000	2.40	42000	4.07	80000	
8000	2.47	44000	4.13	82000	
9000	2.53	46000	4.21	84000	
10000	2.60	48000	4.27	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>



<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERA RÍO CHONTA

**FECHA:** 16/05/17

<b>f'c (diseño) : 304 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)</b>
---

<b>PROBETA N°</b>	<b>1</b>
-------------------	----------

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	14.98	14.89	14.98	14.95
Altura (mm)	29.93	29.91	29.95	299.30
Área (cm <sup>2</sup> )	176.24	174.13	176.24	175.54
Carga última (kg)				65295
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )				371.97

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.47	12000	2.71	50000	4.46
200	0.75	14000	2.81	52000	4.59
300	0.83	16000	2.92	54000	4.65
400	1.03	18000	3.04	56000	4.71
500	1.11	20000	3.12	58000	4.77
600	1.25	22000	3.21	60000	4.86
700	1.39	24000	3.29	62000	4.99
800	1.55	26000	3.48	64000	5.11
900	1.69	28000	3.55	66000	5.20
1000	1.77	30000	3.67	68000	
2000	1.86	32000	3.75	70000	
3000	1.98	34000	3.83	72000	
4000	2.11	36000	3.91	74000	
5000	2.23	38000	3.99	76000	
6000	2.31	40000	4.10	78000	
7000	2.39	42000	4.15	80000	
8000	2.47	44000	4.21	82000	
9000	2.55	46000	4.33	84000	
10000	2.61	48000	4.39	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>



**TESIS :** INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

**MODULO DE ELASTICIDAD**

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERA RÍO CHONTA

**FECHA:** 16/05/17

**f'c (diseño) :** 304 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)

**PROBETA N°** 2

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	14.88	14.85	14.94	14.89
Altura (mm)	29.96	29.98	29.82	299.70
Área (cm <sup>2</sup> )	173.90	173.20	175.30	174.13
Carga última (kg)				59616
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )				342.36

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.65	12000	2.81	50000	4.73
200	1.01	14000	2.92	52000	4.86
300	1.11	16000	3.03	54000	4.97
400	1.25	18000	3.12	56000	5.03
500	1.43	20000	3.23	58000	5.12
600	1.49	22000	3.38	60000	5.25
700	1.52	24000	3.49	62000	
800	1.66	26000	3.58	64000	
900	1.72	28000	3.70	66000	
1000	1.85	30000	3.77	68000	
2000	1.94	32000	3.91	70000	
3000	2.07	34000	4.03	72000	
4000	2.18	36000	4.15	74000	
5000	2.23	38000	4.21	76000	
6000	2.30	40000	4.31	78000	
7000	2.41	42000	4.34	80000	
8000	2.51	44000	4.48	82000	
9000	2.63	46000	4.56	84000	
10000	2.70	48000	4.66	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Baccera	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>



<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

<b>TESISTAS:</b> JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA JOSUÉ ISPILCO INFANTE	<b>CÓDIGO:</b> 703644 <b>CÓDIGO:</b> 705599
--	--

<b>MUESTRA:</b> CONTEPA RIO CHONTA	<b>FECHA:</b> 16/05/17
------------------------------------	------------------------

$f'c$ (diseño) : $304 \text{ kg/cm}^2$ (28 días)
--

PROBETA N°	3
------------	---

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	14.91	14.86	14.89	14.89
Altura (mm)	30.04	29.87	29.84	29.917
Área (cm <sup>2</sup> )	174.60	173.43	174.13	174.05
Carga última (kg)				60425
$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )				347.16

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.25	12000	2.12	50000	4.13
200	0.30	14000	2.21	52000	4.23
300	0.42	16000	2.30	54000	4.32
400	0.53	18000	2.42	56000	4.42
500	0.65	20000	2.55	58000	4.50
600	0.79	22000	2.67	60000	4.63
700	0.95	24000	2.79	62000	4.70
800	1.02	26000	2.90	64000	
900	1.15	28000	3.01	66000	
1000	1.20	30000	3.09	68000	
2000	1.31	32000	3.17	70000	
3000	1.42	34000	3.29	72000	
4000	1.57	36000	3.46	74000	
5000	1.67	38000	3.58	76000	
6000	1.73	40000	3.69	78000	
7000	1.80	42000	3.77	80000	
8000	1.88	44000	3.86	82000	
9000	1.94	46000	3.96	84000	
10000	2.03	48000	4.03	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>



<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

<b>TESISTAS:</b> JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA JOSUÉ ISPILCO INFANTE	<b>CÓDIGO:</b> 703644 <b>CÓDIGO:</b> 705599
<b>MUESTRA:</b> CANTERA RIO CHONTA	<b>FECHA:</b> 16/05/17

<b>f'c (diseño) : 304 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)</b>
---

<b>PROBETA N°</b>	<b>4</b>
-------------------	----------

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	14.87	14.87	15.03	14.92
Altura (mm)	29.84	30.01	30.06	299.70
Área (cm <sup>2</sup> )	173.66	173.66	177.42	174.92
Carga última (kg)				63282
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )				361.78

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.51	12000	2.42	50000	4.38
200	0.75	14000	2.50	52000	4.46
300	0.81	16000	2.60	54000	4.71
400	0.87	18000	2.71	56000	4.88
500	1.00	20000	2.79	58000	4.99
600	1.11	22000	2.99	60000	5.13
700	1.49	24000	3.11	62000	5.26
800	1.25	26000	3.19	64000	5.33
900	1.44	28000	3.28	66000	
1000	1.57	30000	3.37	68000	
2000	1.64	32000	3.46	70000	
3000	1.72	34000	3.53	72000	
4000	1.81	36000	3.60	74000	
5000	1.90	38000	3.72	76000	
6000	1.99	40000	3.81	78000	
7000	2.10	42000	3.93	80000	
8000	2.18	44000	4.01	82000	
9000	2.25	46000	4.10	84000	
10000	2.33	48000	4.21	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>



<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERA RÍO CHONTA

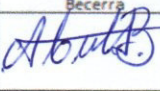
**FECHA:** 16/05/17

<b>f'c (diseño) :</b> 304 kg/cm <sup>2</sup> (28 días)
--

<b>PROBETA N°</b>	5
-------------------	---

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	14.94	14.89	14.97	14.93
Altura (mm)	29.98	29.92	29.98	299.60
Área (cm <sup>2</sup> )	175.30	174.13	176.01	175.15
Carga última (kg)				60375
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )				344.71

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.33	12000	2.82	50000	4.62
200	0.57	14000	3.00	52000	4.70
300	0.88	16000	3.12	54000	4.78
400	1.00	18000	3.24	56000	4.87
500	1.25	20000	3.30	58000	4.93
600	1.48	22000	3.41	60000	5.00
700	1.55	24000	3.50	62000	5.04
800	1.64	26000	3.54	64000	
900	1.73	28000	3.69	66000	
1000	1.87	30000	3.75	68000	
2000	1.99	32000	3.86	70000	
3000	2.07	34000	3.97	72000	
4000	2.14	36000	4.03	74000	
5000	2.30	38000	4.10	76000	
6000	2.41	40000	4.18	78000	
7000	2.50	42000	4.24	80000	
8000	2.58	44000	4.33	82000	
9000	2.65	46000	4.41	84000	
10000	2.73	48000	4.50	86000	

APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
				





<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERA RÍO CHONTA

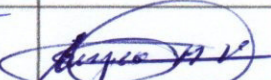


**FECHA:** 16/05/17

<b>f'c (diseño) :</b> 304 kg/cm <sup>2</sup> (28 días)
--

<b>PROBETA N°</b>	6
-------------------	---

	1	2	3	Promedio
<b>Diametro (cm)</b>	14.87	14.88	14.98	14.91
<b>Altura (mm)</b>	29.88	29.91	30.08	299.57
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	173.66	173.90	176.24	174.60
<b>Carga última (kg)</b>				64766
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				370.93

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	1.00	12000	2.81	50000	4.70
200	1.13	14000	2.94	52000	4.77
300	1.21	16000	3.09	54000	4.86
400	1.33	18000	3.20	56000	4.92
500	1.40	20000	3.31	58000	4.99
600	1.47	22000	3.40	60000	5.07
700	1.63	24000	3.53	62000	5.15
800	1.75	26000	3.60	64000	5.23
900	1.91	28000	3.69	66000	5.30
1000	1.99	30000	3.81	68000	
2000	2.08	32000	3.89	70000	
3000	2.15	34000	3.96	72000	
4000	2.22	36000	4.08	74000	
5000	2.30	38000	4.20	76000	
6000	2.39	40000	4.26	78000	
7000	2.46	42000	4.35	80000	
8000	2.56	44000	4.43	82000	
9000	2.63	46000	4.51	84000	
10000	2.71	48000	4.58	86000	

APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
				





<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA      **CÓDIGO:** 703644  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE                      **CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERA RIO CHONTO                      **FECHA:** 16/05/17

<b>f'c (diseño) :</b> 304 kg/cm <sup>2</sup> (28 días)
--

<b>PROBETA N°</b>	7
-------------------	---

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	14.93	14.86	14.88	14.89
Altura (mm)	30.02	30.01	29.88	299.70
Área (cm <sup>2</sup> )	175.07	173.43	173.90	174.13
<b>Carga última (kg)</b>				61384
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				352.51

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.48	12000	2.29	50000	4.20
200	0.61	14000	2.40	52000	4.31
300	0.77	16000	2.51	54000	4.44
400	0.95	18000	2.63	56000	4.51
500	1.05	20000	2.78	58000	4.63
600	1.13	22000	2.91	60000	4.72
700	1.21	24000	3.00	62000	4.80
800	1.30	26000	3.15	64000	
900	1.38	28000	3.24	66000	
1000	1.49	30000	3.36	68000	
2000	1.57	32000	3.42	70000	
3000	1.65	34000	3.49	72000	
4000	1.72	36000	3.57	74000	
5000	1.80	38000	3.62	76000	
6000	1.87	40000	3.72	78000	
7000	1.96	42000	3.84	80000	
8000	2.04	44000	3.95	82000	
9000	2.13	46000	4.03	84000	
10000	2.21	48000	4.12	86000	

APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
				





<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA      **CÓDIGO:** 703644  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE                      **CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERO ZICO CHONTA                      **FECHA:** 16/05/17

<b>f'c (diseño) :</b> 304 kg/cm <sup>2</sup> (28 días)
--

<b>PROBETA N°</b>	8
-------------------	---

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	14.91	15.00	14.86	14.92
Altura (mm)	30.08	29.97	30.10	300.90
Área (cm <sup>2</sup> )	174.60	176.71	173.43	174.92
<b>Carga última (kg)</b>				59073
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				337.72

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.83	12000	2.67	50000	4.68
200	1.05	14000	2.75	52000	4.86
300	1.19	16000	2.86	54000	4.95
400	1.31	18000	2.98	56000	5.10
500	1.38	20000	3.14	58000	5.19
600	1.44	22000	3.25	60000	5.28
700	1.54	24000	3.35	62000	
800	1.62	26000	3.45	64000	
900	1.71	28000	3.55	66000	
1000	1.78	30000	3.70	68000	
2000	1.83	32000	3.87	70000	
3000	1.94	34000	3.95	72000	
4000	2.03	36000	4.03	74000	
5000	2.12	38000	4.12	76000	
6000	2.20	40000	4.21	78000	
7000	2.29	42000	4.30	80000	
8000	2.37	44000	4.41	82000	
9000	2.48	46000	4.50	84000	
10000	2.56	48000	4.65	86000	

APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco-Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya





<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERO RIO CHONTA

**FECHA:** 16/05/17

<b>f'c (diseño) : 304 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)</b>
---

<b>PROBETA N°</b>	<b>9</b>
-------------------	----------

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	14.91	14.96	14.93	14.93
Altura (mm)	29.95	29.85	29.92	299.07
Área (cm <sup>2</sup> )	174.60	175.77	175.07	175.15
Carga última (kg)				65364
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )				373.19

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.30	12000	2.13	50000	4.03
200	0.44	14000	2.25	52000	4.16
300	0.61	16000	2.36	54000	4.29
400	0.73	18000	2.47	56000	4.35
500	0.92	20000	2.55	58000	4.41
600	1.00	22000	2.75	60000	4.55
700	1.08	24000	2.83	62000	4.63
800	1.18	26000	2.91	64000	4.75
900	1.22	28000	3.00	66000	4.81
1000	1.30	30000	3.10	68000	
2000	1.38	32000	3.18	70000	
3000	1.46	34000	3.26	72000	
4000	1.55	36000	3.35	74000	
5000	1.63	38000	3.42	76000	
6000	1.70	40000	3.54	78000	
7000	1.79	42000	3.66	80000	
8000	1.88	44000	3.72	82000	
9000	1.96	46000	3.80	84000	
10000	2.05	48000	3.90	86000	

APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
				





<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA      **CÓDIGO:** 703644  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE                      **CÓDIGO:** 705599  
**MUESTRA:** CANTERA RIO CHONTA                      **FECHA:** 16/05/17

<b>f'c (diseño) : 304 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)</b>
---

<b>PROBETA N°</b>	<b>10</b>
-------------------	-----------

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>Promedio</b>
<b>Diametro (cm)</b>	15.00	14.86	15.00	14.95
<b>Altura (mm)</b>	29.96	30.01	29.95	29.973
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	176.71	173.43	176.71	175.62
<b>Carga última (kg)</b>				64363
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				366.49

<b>CARGA (kg)</b>	<b>DEFORMACION (mm)</b>	<b>CARGA (kg)</b>	<b>DEFORMACION (mm)</b>	<b>CARGA (kg)</b>	<b>DEFORMACION (mm)</b>
100	0.61	12000	2.79	50000	4.57
200	1.03	14000	2.90	52000	4.66
300	1.11	16000	3.02	54000	4.72
400	1.23	18000	3.13	56000	4.81
500	1.35	20000	3.20	58000	4.90
600	1.41	22000	3.35	60000	5.00
700	1.53	24000	3.46	62000	5.11
800	1.64	26000	3.52	64000	5.23
900	1.62	28000	3.70	66000	5.27
1000	1.80	30000	3.78	68000	
2000	1.91	32000	3.83	70000	
3000	2.13	34000	3.90	72000	
4000	2.21	36000	3.96	74000	
5000	2.28	38000	4.06	76000	
6000	2.35	40000	4.15	78000	
7000	2.44	42000	4.27	80000	
8000	2.53	44000	4.33	82000	
9000	2.60	46000	4.40	84000	
10000	2.69	48000	4.50	86000	



<b>APROBACIÓN</b>				
<b>DIRECTOR DE CARRERA</b>	<b>ASESOR DE TESIS</b>	<b>COORD. DE LABORATORIO</b>	<b>TESISTAS</b>	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya



<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERA RIO CHONTA

**FECHA:** 16/05/17

<b>f'c (diseño) :</b> 304 kg/cm <sup>2</sup> (28 días)
--

<b>PROBETA N°</b>	II
-------------------	----

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	14.98	14.98	15.03	15.00
Altura (mm)	30.05	29.91	29.92	29.60
Área (cm <sup>2</sup> )	176.24	176.24	177.42	176.64
<b>Carga última (kg)</b>				63087
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				357.16

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.53	12000	2.44	50000	4.35
200	0.77	14000	2.57	52000	4.41
300	0.91	16000	2.68	54000	4.49
400	1.20	18000	2.77	56000	4.65
500	1.29	20000	2.85	58000	4.72
600	1.36	22000	2.99	60000	4.80
700	1.42	24000	3.07	62000	4.89
800	1.48	26000	3.19	64000	4.94
900	1.53	28000	3.32	66000	
1000	1.60	30000	3.40	68000	
2000	1.66	32000	3.48	70000	
3000	1.75	34000	3.59	72000	
4000	1.83	36000	3.63	74000	
5000	1.91	38000	3.72	76000	
6000	2.00	40000	3.85	78000	
7000	2.08	42000	3.96	80000	
8000	2.17	44000	4.07	82000	
9000	2.29	46000	4.20	84000	
10000	3.38	48000	4.29	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>



<b>TESIS :</b>	INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS
----------------	---

<b>MÓDULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERA RIO CHONTA

**FECHA:** 16/05/17

<b>f'c (diseño) :</b> 30.4 kg/cm <sup>2</sup> (28 días)
---

<b>PROBETA N°</b>	12
-------------------	----

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	14.88	14.95	14.92	14.92
Altura (mm)	30.07	29.85	29.92	29.94
Área (cm <sup>2</sup> )	173.90	175.54	174.83	174.76
Carga última (kg)				58508
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )				334.80

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.41	12000	2.57	50000	4.40
200	0.77	14000	2.68	52000	4.48
300	0.91	16000	2.77	54000	4.58
400	1.10	18000	2.89	56000	4.65
500	1.18	20000	3.00	58000	4.73
600	1.26	22000	3.12	60000	4.80
700	1.32	24000	3.23	62000	
800	1.44	26000	3.31	64000	
900	1.53	28000	3.41	66000	
1000	1.61	30000	3.50	68000	
2000	1.70	32000	3.58	70000	
3000	1.80	34000	3.65	72000	
4000	1.92	36000	3.77	74000	
5000	2.00	38000	3.85	76000	
6000	2.08	40000	3.93	78000	
7000	2.17	42000	4.05	80000	
8000	2.24	44000	4.17	82000	
9000	2.38	46000	4.29	84000	
10000	2.46	48000	4.36	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Recerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>

**ANEXO N° 6.7**

**PROTOCOLOS**

**MÓDULOS DE ELASTICIDAD**

**CANTERA MASHCÓN**



<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERA RÍO MASHCÓN

**FECHA:** 17/05/17

<b>f'c (diseño) : 265 kg/cm2 (28 días)</b>
--

<b>PROBETA N°</b>	<b>1</b>
-------------------	----------

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	14.89	15.03	14.85	14.92
Altura (mm)	29.94	30.04	30.06	300.13
Área (cm2)	174.13	177.42	173.20	174.92
Carga última (kg)				52850
f'c (kg/cm2)				302.14

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.69	12000	2.69	50000	4.72
200	0.83	14000	2.83	52000	4.86
300	0.99	16000	2.92	54000	4.90
400	1.05	18000	3.01	56000	
500	1.16	20000	3.18	58000	
600	1.30	22000	3.32	60000	
700	1.43	24000	3.40	62000	
800	1.55	26000	3.48	64000	
900	1.63	28000	3.57	66000	
1000	1.70	30000	3.66	68000	
2000	1.83	32000	3.77	70000	
3000	1.90	34000	3.85	72000	
4000	2.03	36000	3.99	74000	
5000	2.11	38000	4.11	76000	
6000	2.23	40000	4.23	78000	
7000	2.31	42000	4.32	80000	
8000	2.40	44000	4.40	82000	
9000	2.47	46000	4.49	84000	
10000	2.55	48000	4.63	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>



<b>TESIS :</b>	INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA      **CÓDIGO:** 703644  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE      **CÓDIGO:** 705599  
**MUESTRA:** CANTERA RÍO MASHCÓN      **FECHA:** 17/05/17

<b>f'c (diseño) : 265 kg/cm2 (28 días)</b>
--

<b>PROBETA N°</b>	<b>2</b>
-------------------	----------

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>Promedio</b>
<b>Diametro (cm)</b>	14.89	14.92	14.86	14.89
<b>Altura (mm)</b>	30.03	30.04	29.90	299.90
<b>Área (cm2)</b>	174.13	174.83	173.43	174.13
<b>Carga última (kg)</b>				55867
<b>f'c (kg/cm2)</b>				320.83

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	1.04	12000	2.80	50000	4.30
200	1.11	14000	2.94	52000	4.39
300	1.19	16000	3.07	54000	4.97
400	1.29	18000	3.16	56000	5.10
500	1.37	20000	3.26	58000	
600	1.45	22000	3.40	60000	
700	1.53	24000	3.50	62000	
800	1.62	26000	3.60	64000	
900	1.70	28000	3.68	66000	
1000	1.79	30000	3.81	68000	
2000	1.87	32000	3.96	70000	
3000	2.04	34000	4.05	72000	
4000	2.16	36000	4.18	74000	
5000	2.23	38000	4.25	76000	
6000	2.33	40000	4.36	78000	
7000	2.42	42000	4.40	80000	
8000	2.54	44000	4.48	82000	
9000	2.62	46000	4.60	84000	
10000	2.71	48000	4.68	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya



<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MÓDULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERA RÍO MASHCÓN

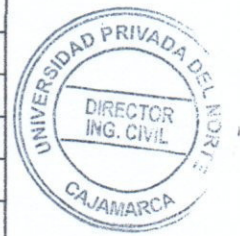
**FECHA:** 17/05/17

<b>f'c (diseño) : 265 kg/cm2 (28 días)</b>
--

<b>PROBETA N°</b>	<b>3</b>
-------------------	----------

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	14.86	14.97	14.94	14.92
Altura (mm)	30.05	29.97	30.08	300.33
Área (cm2)	173.43	176.01	175.30	174.91
Carga última (kg)				58472
f'c (kg/cm2)				334.29

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.71	12000	2.31	50000	4.57
200	0.95	14000	2.90	52000	4.69
300	1.00	16000	3.05	54000	4.76
400	1.26	18000	3.15	56000	4.87
500	1.35	20000	3.31	58000	4.96
600	1.43	22000	3.40	60000	5.05
700	1.50	24000	3.49	62000	
800	1.59	26000	3.58	64000	
900	1.68	28000	3.68	66000	
1000	1.81	30000	3.73	68000	
2000	1.90	32000	3.86	70000	
3000	2.01	34000	3.93	72000	
4000	2.11	36000	4.00	74000	
5000	2.23	38000	4.09	76000	
6000	2.33	40000	4.19	78000	
7000	2.42	42000	4.26	80000	
8000	2.51	44000	4.33	82000	
9000	2.58	46000	4.42	84000	
10000	2.66	48000	4.49	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya



<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA      **CÓDIGO:** 703644  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE                      **CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERA RÍO MASHCÓN                      **FECHA:** 17/05/17

<b>f'c (diseño) : 265 kg/cm2 (28 días)</b>
--

<b>PROBETA N°</b>	<b>4</b>
-------------------	----------

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	14.93	14.94	15.00	14.96
Altura (mm)	29.96	29.99	30.07	300.07
Área (cm2)	175.07	175.30	176.71	175.70
Carga última (kg)				52675
f'c (kg/cm2)				299.81

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.44	12000	2.66	50000	4.62
200	0.59	14000	2.76	52000	4.70
300	0.69	16000	2.89	54000	4.74
400	0.81	18000	3.01	56000	
500	1.01	20000	3.13	58000	
600	1.11	22000	3.21	60000	
700	1.19	24000	3.34	62000	
800	1.29	26000	3.42	64000	
900	1.39	28000	3.51	66000	
1000	1.56	30000	3.60	68000	
2000	1.65	32000	3.75	70000	
3000	1.85	34000	3.82	72000	
4000	2.01	36000	3.91	74000	
5000	2.13	38000	4.00	76000	
6000	2.21	40000	4.13	78000	
7000	2.30	42000	4.21	80000	
8000	2.37	44000	4.36	82000	
9000	2.46	46000	4.44	84000	
10000	2.55	48000	4.53	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>



<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA      **CÓDIGO:** 703644  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE                      **CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERA RÍO MASHCÓN                      **FECHA:** 17/05/17

<b>f'c (diseño) : 265 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)</b>
---

<b>PROBETA N°</b>	<b>5</b>
-------------------	----------

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	14.97	14.85	15.03	14.95
Altura (mm)	29.88	29.94	29.93	299.17
Área (cm <sup>2</sup> )	176.01	173.20	177.42	175.54
Carga última (kg)				51445
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )				293.06

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.89	12000	2.89	50000	4.89
200	1.10	14000	3.01	52000	4.97
300	1.29	16000	3.15	54000	
400	1.40	18000	3.29	56000	
500	1.49	20000	3.38	58000	
600	1.58	22000	3.53	60000	
700	1.65	24000	3.62	62000	
800	1.75	26000	3.73	64000	
900	1.94	28000	3.85	66000	
1000	1.92	30000	3.99	68000	
2000	2.00	32000	4.05	70000	
3000	2.10	34000	4.12	72000	
4000	2.23	36000	4.19	74000	
5000	2.30	38000	4.26	76000	
6000	2.40	40000	4.40	78000	
7000	2.53	42000	4.51	80000	
8000	2.65	44000	4.60	82000	
9000	2.73	46000	4.69	84000	
10000	2.81	48000	4.77	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya



<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERO RÍO MASHCÓN

**FECHA:** 17/05/17

<b>f'c (diseño) : 265 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)</b>
---

<b>PROBETA N°</b>	<b>6</b>
-------------------	----------

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>Promedio</b>
<b>Diametro (cm)</b>	14.91	14.99	14.87	14.92
<b>Altura (mm)</b>	30.04	29.85	29.85	299.13
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	174.60	176.48	173.66	174.91
<b>Carga última (kg)</b>				50854
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				290.74

<b>CARGA (kg)</b>	<b>DEFORMACION (mm)</b>	<b>CARGA (kg)</b>	<b>DEFORMACION (mm)</b>	<b>CARGA (kg)</b>	<b>DEFORMACION (mm)</b>
100	0.33	12000	2.77	50000	4.39
200	1.14	14000	2.88	52000	5.10
300	1.25	16000	2.95	54000	
400	1.38	18000	3.12	56000	
500	1.47	20000	3.26	58000	
600	1.55	22000	3.33	60000	
700	1.62	24000	3.45	62000	
800	1.69	26000	3.53	64000	
900	1.75	28000	3.65	66000	
1000	1.80	30000	3.79	68000	
2000	1.83	32000	3.87	70000	
3000	1.93	34000	3.96	72000	
4000	2.11	36000	4.13	74000	
5000	2.21	38000	4.25	76000	
6000	2.30	40000	4.33	78000	
7000	2.39	42000	4.44	80000	
8000	2.47	44000	4.49	82000	
9000	2.55	46000	4.62	84000	
10000	2.63	48000	4.73	86000	



<b>APROBACIÓN</b>				
<b>DIRECTOR DE CARRERA</b>	<b>ASESOR DE TESIS</b>	<b>COORD. DE LABORATORIO</b>	<b>TESISTAS</b>	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya



<b>TESIS :</b>	INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTEPA RÍO MASHCÓN

**FECHA:** 17/05/17

<b>f'c (diseño) : 265 kg/cm2 (28 días)</b>
--

<b>PROBETA N°</b>	7
-------------------	---

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	14.92	14.87	15.02	14.94
Altura (mm)	29.83	29.87	29.85	298.50
Área (cm2)	174.83	173.66	177.19	175.23
Carga última (kg)				54740
f'c (kg/cm2)				312.39

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.68	12000	2.93	50000	4.96
200	1.00	14000	3.11	52000	5.09
300	1.20	16000	3.21	54000	5.19
400	1.40	18000	3.31	56000	5.25
500	1.55	20000	3.41	58000	
600	1.65	22000	3.50	60000	
700	1.78	24000	3.67	62000	
800	1.93	26000	3.76	64000	
900	1.91	28000	3.84	66000	
1000	2.00	30000	3.96	68000	
2000	2.10	32000	4.03	70000	
3000	2.18	34000	4.15	72000	
4000	2.28	36000	4.27	74000	
5000	2.38	38000	4.35	76000	
6000	2.48	40000	4.44	78000	
7000	2.58	42000	4.59	80000	
8000	2.64	44000	4.68	82000	
9000	2.73	46000	4.76	84000	
10000	2.85	48000	4.85	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Recerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>



<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA      **CÓDIGO:** 703644  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE                      **CÓDIGO:** 705599  
**MUESTRA:** CANTERO RIO MASHCÓN                      **FECHA:** 17/05/17

<b>f'c (diseño) : 265 kg/cm2 (28 días)</b>
--

<b>PROBETA N°</b>	3
-------------------	---

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	14.92	15.01	14.99	14.97
Altura (mm)	29.90	29.95	30.03	299.60
Área (cm2)	174.83	176.95	176.48	176.09
Carga última (kg)				53999
f'c (kg/cm2)				306.66

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	1.00	12000	2.89	50000	5.00
200	1.10	14000	3.03	52000	5.17
300	1.19	16000	3.12	54000	5.25
400	1.29	18000	3.23	56000	
500	1.39	20000	3.39	58000	
600	1.41	22000	3.50	60000	
700	1.52	24000	3.60	62000	
800	1.63	26000	3.69	64000	
900	1.72	28000	3.80	66000	
1000	1.85	30000	3.92	68000	
2000	1.95	32000	4.03	70000	
3000	2.11	34000	4.13	72000	
4000	2.26	36000	4.25	74000	
5000	2.36	38000	4.39	76000	
6000	2.44	40000	4.46	78000	
7000	2.46	42000	4.60	80000	
8000	2.64	44000	4.69	82000	
9000	2.71	46000	4.77	84000	
10000	2.79	48000	4.89	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>



<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERA RÍO MASHCÓN

**FECHA:** 17/05/17

<b>f'c (diseño) : 265 kg/cm2 (28 días)</b>
--

<b>PROBETA N°</b>	<b>9</b>
-------------------	----------

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	14.86	15.02	14.96	14.95
Altura (mm)	29.97	30.00	29.95	299.73
Área (cm2)	173.43	177.19	175.77	175.46
Carga última (kg)				55114
f'c (kg/cm2)				314.11

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.79	12000	2.88	50000	4.36
200	0.91	14000	3.01	52000	4.93
300	1.00	16000	3.15	54000	5.05
400	1.15	18000	3.25	56000	5.13
500	1.39	20000	3.40	58000	
600	1.47	22000	3.50	60000	
700	1.53	24000	3.59	62000	
800	1.66	26000	3.70	64000	
900	1.81	28000	3.82	66000	
1000	1.90	30000	3.91	68000	
2000	2.02	32000	4.00	70000	
3000	2.13	34000	4.10	72000	
4000	2.25	36000	4.19	74000	
5000	2.35	38000	4.26	76000	
6000	2.44	40000	4.35	78000	
7000	2.53	42000	4.43	80000	
8000	2.60	44000	4.50	82000	
9000	2.68	46000	4.62	84000	
10000	2.75	48000	4.74	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya



<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERA RÍO MASHCÓN

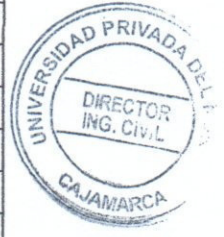
**FECHA:** 17/05/17

<b>f'c (diseño) : 265 kg/cm2 (28 días)</b>
--

<b>PROBETA N°</b>	<b>10</b>
-------------------	-----------

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	14.97	14.89	15.02	14.96
Altura (mm)	29.93	29.99	30.09	30.03
Área (cm2)	176.01	174.13	177.19	175.78
Carga última (kg)				51618
f'c (kg/cm2)				293.66

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.33	12000	2.94	50000	4.90
200	0.55	14000	3.10	52000	4.98
300	0.77	16000	3.20	54000	
400	1.25	18000	3.29	56000	
500	1.44	20000	3.43	58000	
600	1.59	22000	3.56	60000	
700	1.69	24000	3.64	62000	
800	1.77	26000	3.75	64000	
900	1.84	28000	3.83	66000	
1000	1.95	30000	3.93	68000	
2000	2.04	32000	4.05	70000	
3000	2.16	34000	4.17	72000	
4000	2.25	36000	4.25	74000	
5000	2.36	38000	4.33	76000	
6000	2.47	40000	4.45	78000	
7000	2.61	42000	4.49	80000	
8000	2.70	44000	4.60	82000	
9000	2.77	46000	4.69	84000	
10000	2.85	48000	4.77	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya



<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERA RIO MASHCÓN

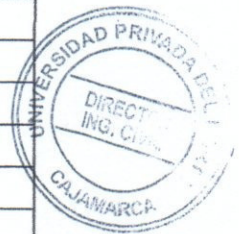
**FECHA:** 17/05/17

<b>f'c (diseño) : 265 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)</b>
---

<b>PROBETA N°</b>	<b>11</b>
-------------------	-----------

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	14.33	14.96	14.93	14.92
Altura (mm)	29.89	29.92	29.96	299.23
Área (cm <sup>2</sup> )	173.90	175.77	175.07	174.91
Carga última (kg)				54247
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )				310.14

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.31	12000	2.30	50000	4.41
200	0.49	14000	2.42	52000	4.53
300	0.58	16000	2.54	54000	4.62
400	0.65	18000	2.64	56000	4.62
500	0.77	20000	2.73	58000	
600	0.96	22000	2.89	60000	
700	1.03	24000	2.98	62000	
800	1.10	26000	3.07	64000	
900	1.20	28000	3.19	66000	
1000	1.29	30000	3.27	68000	
2000	1.38	32000	3.35	70000	
3000	1.47	34000	3.46	72000	
4000	1.63	36000	3.59	74000	
5000	1.71	38000	3.74	76000	
6000	1.80	40000	3.82	78000	
7000	1.90	42000	3.90	80000	
8000	1.99	44000	4.14	82000	
9000	2.07	46000	4.21	84000	
10000	2.19	48000	4.33	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya



<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA      **CÓDIGO:** 703644  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE                      **CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERA RIOMASHCÓN                      **FECHA:** 17/05/17

<b>f'c (diseño) : 265 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)</b>
---

<b>PROBETA N°</b>	<b>12</b>
-------------------	-----------

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	14.87	15.01	14.98	14.95
Altura (mm)	30.09	29.86	29.86	299.37
Área (cm <sup>2</sup> )	173.66	176.95	176.24	175.62
Carga última (kg)				54172
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )				308.46

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.48	12000	2.66	50000	4.77
200	0.78	14000	2.77	52000	4.89
300	0.89	16000	2.90	54000	4.98
400	1.00	18000	3.04	56000	5.09
500	1.11	20000	3.13	58000	
600	1.25	22000	3.21	60000	
700	1.38	24000	3.35	62000	
800	1.46	26000	3.44	64000	
900	1.55	28000	3.53	66000	
1000	1.61	30000	3.65	68000	
2000	1.74	32000	3.79	70000	
3000	1.89	34000	3.90	72000	
4000	2.00	36000	4.02	74000	
5000	2.15	38000	4.13	76000	
6000	2.23	40000	4.30	78000	
7000	2.31	42000	4.39	80000	
8000	2.40	44000	4.50	82000	
9000	2.48	46000	4.61	84000	
10000	2.55	48000	4.70	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya



<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERA RIO MASHCÓN

**FECHA:** 17/05/17

<b>f'c (diseño) :</b> 304 kg/cm <sup>2</sup> (28 días)
--

<b>PROBETA N°</b>	1
-------------------	---

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	15.02	15.02	14.86	14.97
Altura (mm)	29.98	30.01	29.95	299.80
Área (cm <sup>2</sup> )	177.19	177.19	173.43	175.93
<b>Carga última (kg)</b>				59301
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				337.06

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	1.01	12000	2.31	50000	4.70
200	1.10	14000	2.94	52000	4.77
300	1.20	16000	3.09	54000	4.86
400	1.31	18000	3.20	56000	5.00
500	1.39	20000	3.31	58000	5.09
600	1.48	22000	3.40	60000	5.14
700	1.63	24000	3.53	62000	
800	1.71	26000	3.65	64000	
900	1.80	28000	3.75	66000	
1000	1.87	30000	3.82	68000	
2000	1.96	32000	3.90	70000	
3000	2.10	34000	3.97	72000	
4000	2.22	36000	4.10	74000	
5000	2.30	38000	4.21	76000	
6000	2.39	40000	4.26	78000	
7000	2.46	42000	4.35	80000	
8000	2.56	44000	4.44	82000	
9000	2.63	46000	4.52	84000	
10000	2.71	48000	4.59	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>



<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERA RÍO MASHCÓN

**FECHA:** 17/05/17

<b>f'c (diseño) :</b> 304 kg/cm <sup>2</sup> (28 días)
--

<b>PROBETA N°</b>	<b>2</b>
-------------------	----------

	1	2	3	Promedio
<b>Diametro (cm)</b>	14.84	14.87	14.93	14.90
<b>Altura (mm)</b>	29.83	29.96	29.88	298.90
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	174.13	173.66	175.07	174.29
<b>Carga última (kg)</b>				62453
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				358.33

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.81	12000	2.67	50000	4.78
200	0.98	14000	2.75	52000	4.86
300	1.12	16000	2.86	54000	4.95
400	1.21	18000	2.98	56000	5.10
500	1.33	20000	3.14	58000	5.21
600	1.44	22000	3.26	60000	5.32
700	1.54	24000	3.34	62000	5.40
800	1.62	26000	3.44	64000	5.44
900	1.71	28000	3.54	66000	
1000	1.78	30000	3.70	68000	
2000	1.83	32000	3.87	70000	
3000	1.93	34000	3.95	72000	
4000	2.04	36000	4.04	74000	
5000	2.12	38000	4.12	76000	
6000	2.20	40000	4.21	78000	
7000	2.29	42000	4.30	80000	
8000	2.37	44000	4.41	82000	
9000	2.48	46000	4.51	84000	
10000	2.56	48000	4.66	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>



<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERA RÍO MASHCÓN

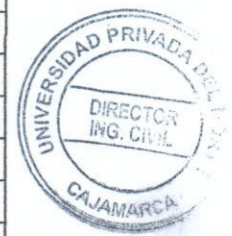
**FECHA:** 17/05/17

<b>f'c (diseño) : 304 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)</b>
---

<b>PROBETA N°</b>	<b>3</b>
-------------------	----------

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	15.00	14.96	14.88	14.95
Altura (mm)	30.01	29.94	29.89	299.47
Área (cm <sup>2</sup> )	176.71	175.77	173.90	175.46
Carga última (kg)				64392
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )				366.99

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.49	12000	2.42	50000	4.38
200	0.67	14000	2.51	52000	4.46
300	0.78	16000	2.62	54000	4.55
400	0.88	18000	2.70	56000	4.67
500	1.00	20000	2.80	58000	4.75
600	1.11	22000	2.99	60000	4.86
700	1.19	24000	3.11	62000	4.99
800	1.31	26000	3.18	64000	5.11
900	1.40	28000	3.29	66000	5.18
1000	1.49	30000	3.37	68000	
2000	1.57	32000	3.46	70000	
3000	1.69	34000	3.54	72000	
4000	1.81	36000	3.60	74000	
5000	1.90	38000	3.72	76000	
6000	1.99	40000	3.81	78000	
7000	2.10	42000	3.93	80000	
8000	2.18	44000	4.01	82000	
9000	2.25	46000	4.10	84000	
10000	2.33	48000	4.21	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas <small>Becerra</small>	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya



<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERA RIO MASHCÓN

**FECHA:** 17/05/17

<b>f'c (diseño) :</b> 304 kg/cm <sup>2</sup> (28 días)
--

<b>PROBETA N°</b>	4
-------------------	---

	1	2	3	Promedio
<b>Diametro (cm)</b>	14.94	14.85	15.02	14.94
<b>Altura (mm)</b>	29.98	29.96	29.89	29.43
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	175.30	173.20	177.19	175.23
<b>Carga última (kg)</b>				65336
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				372.86

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.71	12000	2.81	50000	4.49
200	0.85	14000	2.90	52000	4.57
300	1.00	16000	3.05	54000	4.69
400	1.26	18000	3.14	56000	4.76
500	1.35	20000	3.24	58000	4.88
600	1.43	22000	3.31	60000	4.97
700	1.50	24000	3.40	62000	5.05
800	1.59	26000	3.49	64000	5.17
900	1.66	28000	3.61	66000	5.25
1000	1.81	30000	3.68	68000	
2000	1.91	32000	3.78	70000	
3000	2.02	34000	3.86	72000	
4000	2.12	36000	3.93	74000	
5000	2.23	38000	4.01	76000	
6000	2.33	40000	4.10	78000	
7000	2.42	42000	4.19	80000	
8000	2.51	44000	4.27	82000	
9000	2.58	46000	4.34	84000	
10000	2.67	48000	4.42	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya



<b>TESIS :</b>	INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS
----------------	---

<b>MÓDULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CONTERO RÍO MASHCÓN

**FECHA:** 17/05/17

<b>f'c (diseño) :</b> 304 kg/cm <sup>2</sup> (28 días)
--

<b>PROBETA N°</b>	<b>5</b>
-------------------	----------

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	14.99	14.93	14.97	14.96
Altura (mm)	29.96	29.84	29.85	298.33
Área (cm <sup>2</sup> )	176.48	175.07	176.01	175.85
Carga última (kg)				60038
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )				341.41

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.21	12000	2.94	50000	4.79
200	0.56	14000	3.03	52000	4.90
300	0.77	16000	3.13	54000	5.00
400	0.93	18000	3.21	56000	5.11
500	1.25	20000	3.30	58000	5.23
600	1.59	22000	3.43	60000	5.33
700	1.69	24000	3.56	62000	5.36
800	1.77	26000	3.66	64000	
900	1.84	28000	3.74	66000	
1000	1.95	30000	3.83	68000	
2000	2.04	32000	3.93	70000	
3000	2.13	34000	4.05	72000	
4000	2.23	36000	4.17	74000	
5000	2.37	38000	4.25	76000	
6000	2.47	40000	4.33	78000	
7000	2.61	42000	4.45	80000	
8000	2.70	44000	4.50	82000	
9000	2.77	46000	4.61	84000	
10000	2.85	48000	4.70	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya



<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERA RIO MASHCÓN

**FECHA:** 17/05/17

<b>f'c (diseño) : 304 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)</b>
---

<b>PROBETA N°</b>	<b>6</b>
-------------------	----------

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	14.96	14.99	14.91	14.95
Altura (mm)	30.08	29.87	29.93	299.77
Área (cm <sup>2</sup> )	175.77	176.43	174.60	175.62
<b>Carga última (kg)</b>				<b>53949</b>
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				<b>335.67</b>

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.77	12000	2.33	50000	4.86
200	0.89	14000	2.93	52000	4.93
300	1.00	16000	3.11	54000	5.05
400	1.23	18000	3.21	56000	5.13
500	1.39	20000	3.32	58000	5.24
600	1.45	22000	3.43	60000	5.30
700	1.53	24000	3.55	62000	
800	1.64	26000	3.69	64000	
900	1.77	28000	3.80	66000	
1000	1.90	30000	3.91	68000	
2000	2.03	32000	4.00	70000	
3000	2.13	34000	4.10	72000	
4000	2.25	36000	4.19	74000	
5000	2.35	38000	4.26	76000	
6000	2.44	40000	4.35	78000	
7000	2.53	42000	4.42	80000	
8000	2.60	44000	4.51	82000	
9000	2.68	46000	4.62	84000	
10000	2.75	48000	4.74	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
	<i>A. Cubas</i>	<i>V. Cuzco</i>	<i>J. Ispilco</i>	<i>J. Alaya</i>



<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERA RIO MASHCÓN

**FECHA:** 17/05/17

<b>f'c (diseño) :</b> 304 kg/cm <sup>2</sup> (28 días)
--

<b>PROBETA N°</b>	7
-------------------	---

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	14.88	14.83	15.01	14.92
Altura (mm)	29.83	29.95	30.02	299.33
Área (cm <sup>2</sup> )	173.90	173.90	176.95	174.92
Carga última (kg)				61062
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )				349.09

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.33	12000	2.82	50000	4.63
200	0.57	14000	3.00	52000	4.70
300	0.88	16000	3.12	54000	4.78
400	1.00	18000	3.24	56000	4.87
500	1.25	20000	3.30	58000	4.95
600	1.48	22000	3.41	60000	5.05
700	1.55	24000	3.50	62000	5.15
800	1.64	26000	3.59	64000	
900	1.73	28000	3.69	66000	
1000	1.81	30000	3.77	68000	
2000	1.95	32000	3.86	70000	
3000	2.05	34000	3.97	72000	
4000	2.18	36000	4.03	74000	
5000	2.30	38000	4.10	76000	
6000	2.41	40000	4.17	78000	
7000	2.50	42000	4.24	80000	
8000	2.58	44000	4.33	82000	
9000	2.65	46000	4.41	84000	
10000	2.73	48000	4.52	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya



<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERA RÍO MASHCÓN

**FECHA:** 17/05/17

<b>f'c (diseño) :</b> 30.4 kg/cm <sup>2</sup> (28 días)
---

<b>PROBETA N°</b>	8
-------------------	---

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	14.90	15.00	14.97	14.96
Altura (mm)	29.98	29.93	29.97	29.96
Área (cm <sup>2</sup> )	174.37	176.71	176.01	175.70
<b>Carga última (kg)</b>				62405
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				355.19

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.43	12000	2.29	50000	4.21
200	0.61	14000	2.40	52000	4.32
300	0.77	16000	2.51	54000	4.44
400	0.85	18000	2.63	56000	4.51
500	1.00	20000	2.78	58000	4.63
600	1.11	22000	2.91	60000	4.72
700	1.19	24000	3.00	62000	4.80
800	1.28	26000	3.15	64000	4.86
900	1.36	28000	3.24	66000	
1000	1.45	30000	3.36	68000	
2000	1.52	32000	3.42	70000	
3000	1.61	34000	3.49	72000	
4000	1.70	36000	3.57	74000	
5000	1.80	38000	3.62	76000	
6000	1.87	40000	3.72	78000	
7000	1.96	42000	3.84	80000	
8000	2.04	44000	3.95	82000	
9000	2.13	46000	4.03	84000	
10000	2.21	48000	4.12	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>



<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA      **CÓDIGO:** 703644  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE                      **CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERA RIO MASHCÓN                      **FECHA:** 17/05/17

<b>f'c (diseño) :</b> 304 kg/cm <sup>2</sup> (28 días)
--

<b>PROBETA N°</b>	9
-------------------	---

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	14.98	14.86	14.86	14.90
Altura (mm)	29.96	29.98	29.91	299.50
Área (cm <sup>2</sup> )	176.24	173.43	173.43	174.37
<b>Carga última (kg)</b>				59724
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				342.52

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.25	12000	2.44	50000	4.35
200	0.44	14000	2.57	52000	4.41
300	0.62	16000	2.68	54000	4.49
400	0.80	18000	2.77	56000	4.65
500	0.92	20000	2.85	58000	4.73
600	1.00	22000	2.99	60000	4.80
700	1.11	24000	3.07	62000	
800	1.20	26000	3.20	64000	
900	1.31	28000	3.32	66000	
1000	1.43	30000	3.40	68000	
2000	1.56	32000	3.48	70000	
3000	1.65	34000	3.59	72000	
4000	1.83	36000	3.63	74000	
5000	1.91	38000	3.72	76000	
6000	2.00	40000	3.85	78000	
7000	2.08	42000	3.96	80000	
8000	2.17	44000	4.07	82000	
9000	2.29	46000	4.20	84000	
10000	2.38	48000	4.29	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>



<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

<b>TESISTAS:</b> JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA JOSUÉ ISPILCO INFANTE	<b>CÓDIGO:</b> 703644 <b>CÓDIGO:</b> 705599
<b>MUESTRA:</b> CANTERA RÍO MASHCÓN	<b>FECHA:</b> 17/05/17

<b>f'c (diseño) :</b> 304 kg/cm <sup>2</sup> (28 días)
--

<b>PROBETA N°</b>	10
-------------------	----

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	14.86	14.93	14.90	14.91
Altura (mm)	30.09	30.06	29.95	300.33
Área (cm <sup>2</sup> )	173.43	176.24	174.37	174.68
Carga última (kg)				63590
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )				364.04

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.57	12000	2.71	50000	4.59
200	0.75	14000	2.81	52000	4.69
300	0.83	16000	2.92	54000	4.71
400	1.03	18000	3.04	56000	4.77
500	1.11	20000	3.12	58000	4.87
600	1.25	22000	3.29	60000	4.99
700	1.39	24000	3.48	62000	5.11
800	1.55	26000	3.55	64000	5.20
900	1.69	28000	3.66	66000	
1000	1.77	30000	3.75	68000	
2000	1.86	32000	3.83	70000	
3000	2.01	34000	3.91	72000	
4000	2.12	36000	3.99	74000	
5000	2.23	38000	4.10	76000	
6000	2.31	40000	4.15	78000	
7000	2.39	42000	4.21	80000	
8000	2.47	44000	4.33	82000	
9000	2.55	46000	4.39	84000	
10000	2.61	48000	4.46	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Recerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>



<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERA RIO MASHCÓN

**FECHA:** 17/05/17

<b>f'c (diseño) :</b> 304 kg/cm <sup>2</sup> (28 días)
--

<b>PROBETA N°</b>	11
-------------------	----

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	14.40	14.89	14.88	14.89
Altura (mm)	29.88	29.95	30.02	299.50
Área (cm <sup>2</sup> )	174.37	174.13	173.90	174.13
<b>Carga última (kg)</b>				<b>58418</b>
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				<b>335.43</b>

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.33	12000	2.55	50000	4.70
200	0.45	14000	2.70	52000	4.78
300	0.69	16000	2.78	54000	4.89
400	0.88	18000	2.95	56000	4.98
500	1.11	20000	3.04	58000	5.09
600	1.25	22000	3.13	60000	5.14
700	1.38	24000	3.21	62000	
800	1.46	26000	3.36	64000	
900	1.55	28000	3.44	66000	
1000	1.61	30000	3.53	68000	
2000	1.71	32000	3.65	70000	
3000	1.79	34000	3.79	72000	
4000	1.87	36000	3.90	74000	
5000	1.98	38000	4.02	76000	
6000	2.07	40000	4.13	78000	
7000	2.14	42000	4.30	80000	
8000	2.26	44000	4.39	82000	
9000	2.35	46000	4.50	84000	
10000	2.46	48000	4.61	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>



<b>TESIS :</b>	INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS
----------------	---

<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>
------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA      **CÓDIGO:** 703644  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE                      **CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERO RIO MASHCÓN                      **FECHA:** 17/05/17

<b>f'c (diseño) :</b> 304 kg/cm <sup>2</sup> (28 días)
--

<b>PROBETA N°</b>	12
-------------------	----

	1	2	3	Promedio
Diametro (cm)	14.88	14.90	15.00	14.93
Altura (mm)	29.87	29.96	29.96	299.30
Área (cm <sup>2</sup> )	173.90	174.37	176.71	174.69
<b>Carga última (kg)</b>				64967
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				371.25

CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACION (mm)
100	0.61	12000	2.81	50000	4.73
200	1.01	14000	2.92	52000	4.86
300	1.11	16000	3.03	54000	4.97
400	1.25	18000	3.12	56000	5.03
500	1.43	20000	3.23	58000	5.12
600	1.49	22000	3.38	60000	5.25
700	1.52	24000	3.49	62000	5.34
800	1.66	26000	3.58	64000	5.42
900	1.72	28000	3.66	66000	5.48
1000	1.85	30000	3.75	68000	
2000	1.94	32000	3.91	70000	
3000	2.04	34000	4.03	72000	
4000	2.13	36000	4.15	74000	
5000	2.23	38000	4.21	76000	
6000	2.30	40000	4.31	78000	
7000	2.41	42000	4.39	80000	
8000	2.51	44000	4.48	82000	
9000	2.63	46000	4.56	84000	
10000	2.70	48000	4.66	86000	



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya

**ANEXO N° 6.8**

**PROTOCOLOS**

**MÓDULOS DE ROTURA**

**CANTERA CHONTA**



**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVILLABORATORIO DE TECNOLOGÍA  
DEL CONCRETO

TESIS :

INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE  
MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

## MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO

TESISTAS: JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
JOSUÉ ISPILCO INFANTE

CÓDIGO: 703644

CÓDIGO: 705599

MUESTRA: CANTERA RÍO CHONTA

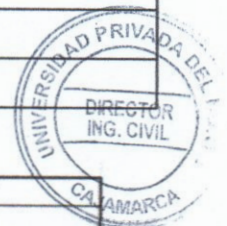
FECHA: 16/05/17

Módulo de rotura de diseño de 42 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)

PROBETA 1

	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.18	50.11	50.18	50.16
Alto (cm)	15.14	15.03	15.06	15.03
Base (cm)	15.00	14.96	15.08	15.01
Luz (cm)	45.18	45.11	45.18	45.16
Area (cm <sup>2</sup> )	752.70	749.65	756.71	753.02
Carga Última (kgf)				3334
Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )				44.12

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.15	2600	0.30				
400	0.16	2800	0.31				
600	0.17	3000	0.31				
800	0.18	3200	0.32				
1000	0.19	3400	0.33				
1200	0.20						
1400	0.21						
1600	0.22						
1800	0.23						
2000	0.25						
2200	0.28						
2400	0.29						



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Víctor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya



**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVILLABORATORIO DE TEGNOLOGÍA  
DEL CONCRETO**TESIS :** INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS**MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO****TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
JOSUÉ ISPILCO INFANTE

CÓDIGO: 703644

CÓDIGO: 705599

**MUESTRA:** CANTERA RÍO CHONTA

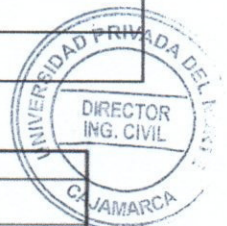
FECHA: 16/05/17

**Módulo de rotura de diseño de 42 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)**

PROBETA 2


	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.10	50.05	50.06	50.07
Alto (cm)	15.06	15.20	14.96	15.07
Base (cm)	15.03	15.14	15.20	15.12
Luz (cm)	45.10	45.05	45.06	45.07
Area (cm <sup>2</sup> )	753.00	757.76	760.91	757.22
Carga Última (kgf)				3316
Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )				43.49

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.06	2600	0.16				
400	0.08	2800	0.17				
600	0.09	3000	0.18				
800	0.10	3200	0.19				
1000	0.10	3400	0.20				
1200	0.11						
1400	0.11						
1600	0.12						
1800	0.13						
2000	0.14						
2200	0.15						
2400	0.16						



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Víctor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya



	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
	<b>TESIS :</b> INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS	
	<b>MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO</b>	

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CONTERO RÍO CHONTA

**FECHA:** 16/05/17

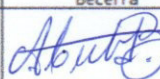
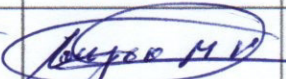
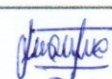

Módulo de rotura de diseño de 42 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)

PROBETA 3


	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.23	50.15	50.18	50.19
Alto (cm)	15.08	15.03	15.07	15.06
Base (cm)	14.93	14.98	15.16	15.02
Luz (cm)	45.23	45.15	45.18	45.19
Area (cm <sup>2</sup> )	749.93	751.25	760.73	753.97
Carga Última (kgf)				3243
Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )				43.01

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.10	2600	0.25				
400	0.12	2800	0.26				
600	0.15	3000	0.26				
800	0.18	3200	0.27				
1000	0.19	3400	0.28				
1200	0.20						
1400	0.20						
1600	0.21						
1800	0.22						
2000	0.23						
2200	0.23						
2400	0.24						



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Víctor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
				



	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
	<b>TESIS :</b> INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS	
	MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO	

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA      CÓDIGO: 703644  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE      CÓDIGO: 705599

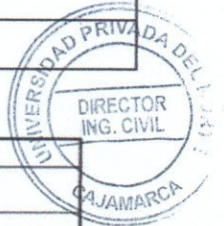
**MUESTRA:** CANTERA RÍO CHONTA      **FECHA:** 16/05/17

Módulo de rotura de diseño de 42 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)

PROBETA    4

	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.09	50.23	50.14	50.15
Alto (cm)	14.97	14.99	15.21	15.06
Base (cm)	15.16	14.93	15.07	15.05
Luz (cm)	45.09	45.23	45.14	45.15
Area (cm <sup>2</sup> )	759.36	749.93	755.61	754.97
Carga Última (kgf)				3152
Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )				41.70

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.05	2600	0.16				
400	0.07	2800	0.17				
600	0.08	3000	0.18				
800	0.09	3200	0.19				
1000	0.10	3400					
1200	0.10						
1400	0.11						
1600	0.12						
1800	0.12						
2000	0.13						
2200	0.14						
2400	0.15						



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
				



**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVILLABORATORIO DE TECNOLOGÍA  
DEL CONCRETO

TESIS :

INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE  
MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

## MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO

TESISTAS: JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
JOSUÉ ISPILCO INFANTE

CÓDIGO: 703644

CÓDIGO: 705599

MUESTRA: CONCRETO RÍO CHONTA

FECHA: 16/05/17

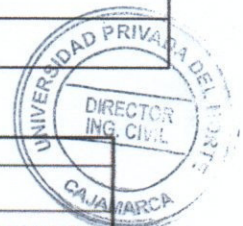
Módulo de rotura de diseño de 42 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)

PROBETA 5


	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.22	50.03	50.23	50.16
Alto (cm)	14.91	14.93	15.22	15.02
Base (cm)	14.98	15.11	15.20	15.10
Luz (cm)	45.22	45.03	45.23	45.16
Area (cm <sup>2</sup> )	752.30	755.95	763.50	757.25
Carga Última (kgf)				3201
Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )				42.44

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.13	2600	0.23				
400	0.13	2800	0.23				
600	0.14	3000	0.24				
800	0.15	3200	0.26				
1000	0.16	3400	0.27				
1200	0.17						
1400	0.18						
1600	0.19						
1800	0.20						
2000	0.20						
2200	0.21						
2400	0.22						

APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Víctor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya





	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
	<b>TESIS :</b> INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS	
	<b>MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO</b>	

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERO RÍO CHONTA

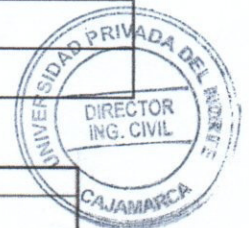
**FECHA:** 16/05/17


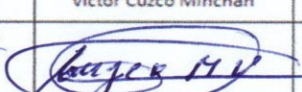
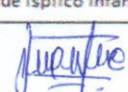
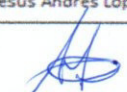
Módulo de rotura de diseño de 42 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)

**PROBETA** 6

	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.19	50.13	50.20	50.17
Alto (cm)	15.14	15.19	15.22	15.13
Base (cm)	14.96	15.07	15.15	15.06
Luz (cm)	45.19	45.13	45.20	45.17
Area (cm <sup>2</sup> )	750.84	755.46	760.53	755.61
Carga Última (kgf)				3315
Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )				43.13

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.03	2600	0.16				
400	0.05	2800	0.16				
600	0.07	3000	0.17				
800	0.09	3200	0.17				
1000	0.10	3400	0.18				
1200	0.11						
1400	0.11						
1600	0.12						
1800	0.13						
2000	0.14						
2200	0.15						
2400	0.15						



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Víctor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
				





UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA  
DEL CONCRETO

TESIS :

INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO

TESISTAS: JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
JOSUÉ ISPILCO INFANTE

CÓDIGO: 703644  
CÓDIGO: 705599

MUESTRA: CANTERA RÍO CHONTA

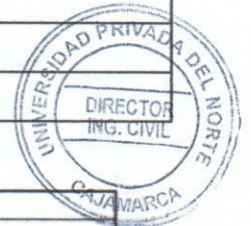
FECHA: 16/05/17

Módulo de rotura de diseño de 42 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)

PROBETA 7

	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.07	50.25	50.11	50.14
Alto (cm)	15.18	15.19	15.08	15.15
Base (cm)	15.16	14.94	14.95	15.02
Luz (cm)	45.07	45.25	45.11	45.14
Area (cm <sup>2</sup> )	759.06	750.74	749.14	752.98
Carga Última (kgf)				3330
Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )				43.62

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.02	2600	0.12				
400	0.03	2800	0.13				
600	0.04	3000	0.14				
800	0.05	3200	0.15				
1000	0.06	3400	0.16				
1200	0.07						
1400	0.08						
1600	0.09						
1800	0.10						
2000	0.10						
2200	0.11						
2400	0.12						



APROBACIÓN

DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya





UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA  
DEL CONCRETO

TESIS :

INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO

TESISTAS: JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
JOSUÉ ISPILCO INFANTE

CÓDIGO: 703644

CÓDIGO: 705599

MUESTRA: CANTERA RIO CHONTA

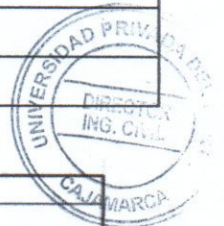
FECHA: 16/05/17

Módulo de rotura de diseño de 42 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)

PROBETA 8

	1.	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.02	50.13	50.02	50.06
Alto (cm)	15.08	15.01	15.01	15.03
Base (cm)	15.08	15.00	14.95	15.01
Luz (cm)	45.02	45.13	45.02	45.06
Area (cm <sup>2</sup> )	754.30	751.95	747.80	751.35
Carga Última (kgf)				3169
Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )				42.09

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.06	2600	0.17				
400	0.07	2800	0.18				
600	0.08	3000	0.19				
800	0.09	3200	0.20				
1000	0.10						
1200	0.11						
1400	0.12						
1600	0.13						
1800	0.14						
2000	0.15						
2200	0.16						
2400	0.16						



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya



<b>N</b>	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b>	LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
	FACULTAD DE INGENIERÍA	
	CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	

**TESIS :** INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

**MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO**

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA      CÓDIGO: 703644  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE      CÓDIGO: 705599

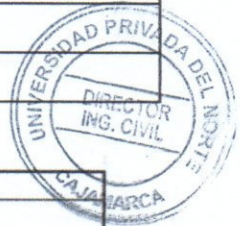
**MUESTRA:** CANTERA RIO CHONTA      **FECHA:** 16/05/17

**Módulo de rotura de diseño de 42 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)**

**PROBETA**    **9**

	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.25	50.07	50.21	50.18
Alto (cm)	15.03	15.17	15.00	15.07
Base (cm)	15.06	15.08	14.92	15.02
Luz (cm)	45.25	45.07	45.21	45.18
Area (cm <sup>2</sup> )	756.77	755.06	749.13	753.65
Carga Última (kgf)				3160
Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )				41.87

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.03	2600	0.15				
400	0.04	2800	0.17				
600	0.06	3000	0.19				
800	0.08	3200	0.20				
1000	0.09						
1200	0.10						
1400	0.11						
1600	0.11						
1800	0.12						
2000	0.13						
2200	0.13						
2400	0.14						



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>





UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA  
DEL CONCRETO

TESIS : INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO

TESISTAS: JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
JOSUÉ ISPILCO INFANTE

CÓDIGO: 703644  
CÓDIGO: 705599

MUESTRA: CANTERO RÍO CHONTA

FECHA: 16/05/17

Módulo de rotura de diseño de 42 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)

PROBETA 10

	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.14	50.17	50.15	50.15
Alto (cm)	15.11	15.14	15.25	15.17
Base (cm)	15.18	14.99	15.06	15.08
Luz (cm)	45.14	45.17	45.15	45.15
Area (cm <sup>2</sup> )	761.13	752.05	755.26	756.14
Carga Última (kgf)				3273
Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )				42.61

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.05	2600	0.26				
400	0.10	2800	0.29				
600	0.13	3000	0.30				
800	0.15	3200	0.30				
1000	0.20	3400	0.31				
1200	0.21						
1400	0.22						
1600	0.23						
1800	0.24						
2000	0.25						
2200	0.26						
2400	0.27						



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya



<b>N</b>	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b>	LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
	FACULTAD DE INGENIERÍA	
	CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	

<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO</b>
--------------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA      **CÓDIGO:** 703644  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE      **CÓDIGO:** 705599

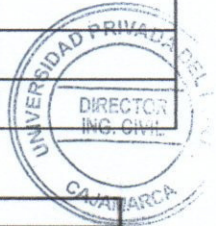
**MUESTRA:** CANTERA RÍO CHONTA      **FECHA:** 16/05/17

<b>Módulo de rotura de diseño de 42 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)</b>
---

<b>PROBETA</b>	11
----------------	----

	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.15	50.13	50.03	50.10
Alto (cm)	15.23	15.22	14.92	15.12
Base (cm)	15.11	15.18	14.91	15.07
Luz (cm)	45.15	45.13	45.03	45.10
Area (cm <sup>2</sup> )	757.77	760.97	745.95	754.90
Carga Última (kgf)				3177
Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )				41.58

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.04	2600	0.18				
400	0.05	2800	0.19				
600	0.06	3000	0.20				
800	0.07	3200	0.21				
1000	0.08						
1200	0.09						
1400	0.10						
1600	0.11						
1800	0.11						
2000	0.12						
2200	0.14						
2400	0.16						



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>



<b>N</b>	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b>	LABORATORIO DE TEGNOLOGÍA DEL CONCRETO
	FACULTAD DE INGENIERÍA	
	CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	

<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO</b>
--------------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA      **CÓDIGO:** 703644  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE      **CÓDIGO:** 705599

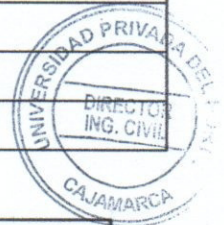
**MUESTRA:** CANTERA RIO CHONTA      **FECHA:** 16/05/17

<b>Módulo de rotura de diseño de 42 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)</b>
---

<b>PROBETA</b>	12
----------------	----

	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.20	50.09	50.07	50.12
Alto (cm)	15.22	15.24	15.16	15.21
Base (cm)	15.10	15.16	15.02	15.09
Luz (cm)	45.20	45.09	45.07	45.12
Area (cm <sup>2</sup> )	758.02	759.36	752.05	756.48
	Carga Última (kgf)			3397
	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )			43.91

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.02	2600	0.13				
400	0.03	2800	0.14				
600	0.04	3000	0.16				
800	0.06	3200	0.18				
1000	0.08	3400	0.19				
1200	0.09						
1400	0.10						
1600	0.10						
1800	0.11						
2000	0.11						
2200	0.12						
2400	0.12						



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>





UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA  
DEL CONCRETO

TESIS :

INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO

TESISTAS: JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
JOSUÉ ISPILCO INFANTE

CÓDIGO: 703644

CÓDIGO: 705599

MUESTRA: CANTERO RÍO CHONTA

FECHA: 16/05/17

Módulo de rotura de diseño de 45 kg/cm2 (28 días)

PROBETA 1

	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.23	50.16	50.24	50.21
Alto (cm)	15.17	15.17	14.98	15.11
Base (cm)	15.00	14.96	15.08	15.01
Luz (cm)	45.23	45.16	45.24	45.21
Area (cm2)	753.45	750.39	757.62	753.82
Carga Última (kgf)				3566
Módulo de Rotura (Kg/cm2)				47.05

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.02	2600	0.12				
400	0.03	2800	0.12				
600	0.04	3000	0.13				
800	0.05	3200	0.14				
1000	0.05	3400	0.15				
1200	0.06	3600	0.16				
1400	0.07						
1600	0.08						
1800	0.09						
2000	0.09						
2200	0.10						
2400	0.11						



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya



**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVILLABORATORIO DE TECNOLOGÍA  
DEL CONCRETO**TESIS :** INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS**MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO****TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
JOSUÉ ISPILCO INFANTE

CÓDIGO: 703644

CÓDIGO: 705599

**MUESTRA:** CANTERA RÍO CHONTA

FECHA: 16/05/17

**Módulo de rotura de diseño de 45 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)**PROBETA **2**

	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.08	50.07	50.02	50.06
Alto (cm)	15.04	15.09	15.00	15.04
Base (cm)	15.03	15.14	15.20	15.12
Luz (cm)	45.08	45.07	45.02	45.06
Area (cm <sup>2</sup> )	752.70	758.06	760.30	757.02
Carga Última (kgf)				3420
Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )				45.02

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.02	2600	0.14				
400	0.03	2800	0.15				
600	0.04	3000	0.16				
800	0.05	3200	0.17				
1000	0.07	3400	0.18				
1200	0.09	3600	0.19				
1400	0.10						
1600	0.11						
1800	0.11						
2000	0.12						
2200	0.13						
2400	0.13						



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Víctor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya



**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVILLABORATORIO DE TEGNOLOGÍA  
DEL CONCRETO**TESIS :**INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE  
MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS**MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO****TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
JOSUÉ ISPILCO INFANTE

CÓDIGO: 703644

CÓDIGO: 705599

**MUESTRA:** CANTERA RIO CHONTA

FECHA: 16/05/17

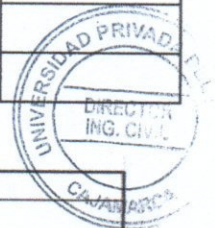
**Módulo de rotura de diseño de 45 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)**

PROBETA

3

	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.06	50.01	50.17	50.08
Alto (cm)	15.09	15.17	14.96	15.07
Base (cm)	14.93	14.98	15.16	15.02
Luz (cm)	45.06	45.01	45.17	45.08
Area (cm <sup>2</sup> )	747.40	749.15	760.58	752.37
Carga Última (kgf)				3437
Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )				45.39

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.07	2600	0.20				
400	0.08	2800	0.20				
600	0.09	3000	0.21				
800	0.10	3200	0.22				
1000	0.11	3400	0.23				
1200	0.12	3600	0.24				
1400	0.14						
1600	0.15						
1800	0.16						
2000	0.17						
2200	0.18						
2400	0.19						

**APROBACIÓN**

DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Allaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya












	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
	<b>TESIS :</b> INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS	
	<b>MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO</b>	

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA      **CÓDIGO:** 703644  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE      **CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CONTERO RÍO CHONTA

**FECHA:** 16/05/17

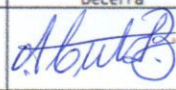
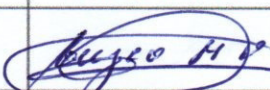
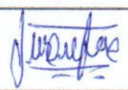

Módulo de rotura de diseño de 45 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)

**PROBETA** 6

	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.05	50.05	50.05	50.05
Alto (cm)	15.11	15.04	15.17	15.11
Base (cm)	14.96	15.07	15.15	15.06
Luz (cm)	45.05	45.05	45.05	45.05
Area (cm <sup>2</sup> )	748.75	754.25	758.26	753.75
Carga Última (kgf)				3570
Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )				46.80

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.02	2600	0.14				
400	0.04	2800	0.15				
600	0.05	3000	0.16				
800	0.06	3200	0.17				
1000	0.07	3400	0.18				
1200	0.08	3600	0.19				
1400	0.09						
1600	0.09						
1800	0.10						
2000	0.11						
2200	0.12						
2400	0.13						



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Víctor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
				



<b>N</b>	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b>	LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
	FACULTAD DE INGENIERÍA	
	CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	

<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO</b>
--------------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CONTERO RIO CHONTA

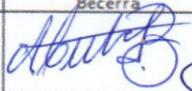
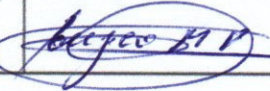
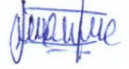

**FECHA:** 16/05/17

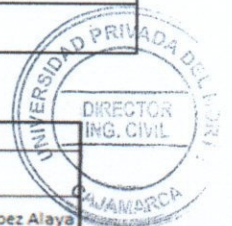
<b>Módulo de rotura de diseño de 45 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)</b>
---

<b>PROBETA</b>	<b>7</b>
----------------	----------

	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.20	50.19	50.25	50.21
Alto (cm)	15.21	14.93	15.10	15.08
Base (cm)	15.16	14.94	14.95	15.02
Luz (cm)	45.20	45.19	45.25	45.21
Area (cm <sup>2</sup> )	761.03	749.84	751.24	754.04
Carga Última (kgf)				3449
Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )				45.67

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.02	2600	0.18				
400	0.07	2800	0.20				
600	0.08	3000	0.21				
800	0.09	3200	0.22				
1000	0.10	3400	0.23				
1200	0.11	3600	0.24				
1400	0.12						
1600	0.13						
1800	0.14						
2000	0.15						
2200	0.16						
2400	0.17						

APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Allaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Víctor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
				





**TESIS :** INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERA RÍO CHONTA

**FECHA:** 16/05/17


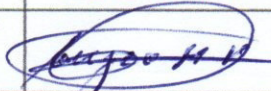
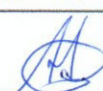
Módulo de rotura de diseño de 45 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)

**PROBETA** 8

	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.22	50.01	50.24	50.16
Alto (cm)	14.91	15.17	15.17	15.08
Base (cm)	15.08	15.00	14.95	15.01
Luz (cm)	45.22	45.01	45.24	45.16
Area (cm <sup>2</sup> )	757.32	750.15	751.09	752.85
	Carga Última (kgf)			3332
	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )			44.72

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.05	2600	0.20				
400	0.08	2800	0.21				
600	0.09	3000	0.21				
800	0.10	3200	0.23				
1000	0.11	3400	0.24				
1200	0.13						
1400	0.14						
1600	0.15						
1800	0.16						
2000	0.17						
2200	0.18						
2400	0.19						



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Víctor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
				



N

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO

TESIS : INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO

TESISTAS: JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
JOSUÉ ISPILCO INFANTE

CÓDIGO: 703644  
CÓDIGO: 705599

MUESTRA: CANTERO RÍO CHONTA

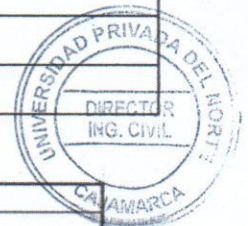
FECHA: 16/05/17

Módulo de rotura de diseño de 45 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)

PROBETA 9

	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.03	50.12	50.11	50.09
Alto (cm)	14.99	15.12	15.03	15.05
Base (cm)	15.06	15.08	14.92	15.02
Luz (cm)	45.03	45.12	45.11	45.09
Area (cm <sup>2</sup> )	753.45	755.81	747.64	752.30
	Carga Última (kgf)			3576
	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )			47.41

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.08	2600	0.25				
400	0.09	2800	0.26				
600	0.10	3000	0.27				
800	0.11	3200	0.28				
1000	0.12	3400	0.29				
1200	0.15	3600	0.30				
1400	0.18						
1600	0.19						
1800	0.21						
2000	0.22						
2200	0.23						
2400	0.24						



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Allaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Víctor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>



**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVILLABORATORIO DE TECNOLOGÍA  
DEL CONCRETO**TESIS :**INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE  
MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS**MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO****TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
JOSUÉ ISPILCO INFANTE

CÓDIGO: 703644

CÓDIGO: 705599

**MUESTRA:** CANTERO RÍO CHONTA

FECHA: 16/05/17

Módulo de rotura de diseño de 45 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)

PROBETA 10

	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.10	50.06	50.24	50.13
Alto (cm)	15.03	14.94	15.06	15.01
Base (cm)	15.18	14.99	15.06	15.08
Luz (cm)	45.10	45.06	45.24	45.13
Area (cm <sup>2</sup> )	760.52	750.40	756.61	755.84
Carga Última (kgf)				3510
Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )				46.64

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.01	2600	0.15				
400	0.02	2800	0.16				
600	0.03	3000	0.17				
800	0.04	3200	0.19				
1000	0.06	3400	0.20				
1200	0.07	3600	0.22				
1400	0.08						
1600	0.09						
1800	0.10						
2000	0.12						
2200	0.13						
2400	0.14						

**APROBACIÓN**

DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Víctor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya



**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVILLABORATORIO DE TECNOLOGÍA  
DEL CONCRETO**TESIS :**INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE  
MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS**MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO****TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
JOSUÉ ISPILCO INFANTE

CÓDIGO: 703644

CÓDIGO: 705599

**MUESTRA:** CANTERA RÍO CHONTA

FECHA: 7/10/17

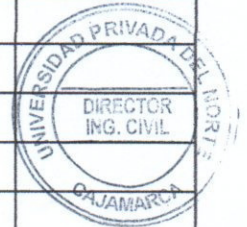
**Módulo de rotura de diseño de 45 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)**

PROBETA

II

	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.17	50.17	50.19	50.18
Alto (cm)	15.19	15.16	15.17	15.17
Base (cm)	15.11	15.18	14.91	15.07
Luz (cm)	45.17	45.17	45.19	45.18
Area (cm <sup>2</sup> )	758.07	761.58	748.33	755.99
	Carga Última (kgf)			3530
	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )			45.97

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.07	2600	0.22				
400	0.09	2800	0.23				
600	0.10	3000	0.24				
800	0.11	3200	0.25				
1000	0.12	3400	0.26				
1200	0.13	3600	0.28				
1400	0.14						
1600	0.15						
1800	0.17						
2000	0.18						
2200	0.19						
2400	0.20						

**APROBACIÓN**

DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Víctor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya







**ANEXO N° 6.9**

**PROTOCOLOS**

**MÓDULOS DE ROTURA**

**CANTERA MASHCÓN**



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA  
DEL CONCRETO

TESIS : INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO

TESISTAS: JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
JOSUÉ ISPILCO INFANTE

CÓDIGO: 703644  
CÓDIGO: 705599

MUESTRA: CONTERO RÍO MASHCÓN

FECHA: 17/05/17

Módulo de rotura de diseño de 42 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)

PROBETA 1

	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.13	50.12	50.12	50.12
Alto (cm)	15.03	15.20	15.24	15.16
Base (cm)	15.00	14.96	15.08	15.01
Luz (cm)	45.13	45.12	45.12	45.12
Area (cm <sup>2</sup> )	751.95	749.80	755.81	752.52
Carga Última (kgf)				3239
Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )				42.38

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.05	2600	0.20				
400	0.07	2800	0.20				
600	0.09	3000	0.21				
800	0.10	3200	0.22				
1000	0.10	3400	0.23				
1200	0.11						
1400	0.12						
1600	0.13						
1800	0.14						
2000	0.15						
2200	0.17						
2400	0.19						



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya









UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA  
DEL CONCRETO

TESIS :

INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO

TESISTAS: JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
JOSUÉ ISPILCO INFANTE

CÓDIGO: 703644

CÓDIGO: 705599

MUESTRA: CANTERA RIO MASHCÓN

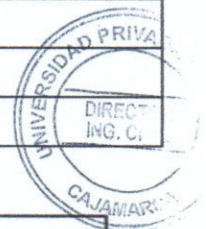
FECHA: 17/05/17

Módulo de rotura de diseño de 42 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)

PROBETA 3

	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.18	50.23	50.10	50.17
Alto (cm)	15.06	15.20	14.97	15.08
Base (cm)	14.93	14.98	15.16	15.02
Luz (cm)	45.18	45.23	45.10	45.17
Area (cm <sup>2</sup> )	749.19	752.45	759.52	753.72
Carga Última (kgf)				3325
Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )				43.98

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.12	2600	0.26				
400	0.13	2800	0.27				
600	0.14	3000	0.28				
800	0.15	3200	0.29				
1000	0.16	3400	0.31				
1200	0.17						
1400	0.18						
1600	0.20						
1800	0.21						
2000	0.22						
2200	0.23						
2400	0.24						



APROBACIÓN

DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Víctor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya



N

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO

TESIS :

INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO

TESISTAS: JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
JOSUÉ ISPILCO INFANTE

CÓDIGO: 703644

CÓDIGO: 705599

MUESTRA: CANTERA RIO MASHCÓN

FECHA: 17/05/17

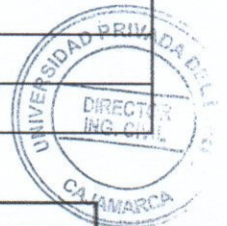
Módulo de rotura de diseño de 42 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)

PROBETA

4

	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.05	50.24	50.05	50.11
Alto (cm)	15.01	15.15	14.95	15.04
Base (cm)	15.16	14.93	15.07	15.05
Luz (cm)	45.05	45.24	45.05	45.11
Area (cm <sup>2</sup> )	758.76	750.08	754.25	754.36
Carga Última (kgf)				3183
Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )				42.19


CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.02	2600	0.20				
400	0.03	2800	0.21				
600	0.05	3000	0.22				
800	0.08	3200	0.24				
1000	0.10						
1200	0.10						
1400	0.11						
1600	0.14						
1800	0.16						
2000	0.17						
2200	0.18						
2400	0.19						



APROBACIÓN

DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Víctor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>



	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
	<b>TESIS :</b> INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS	
	<b>MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO</b>	

TESISTAS: JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

CÓDIGO: 703644  
 CÓDIGO: 705599

MUESTRA: CONTERA RIO MASHCÓN

FECHA: 17/05/17

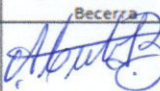
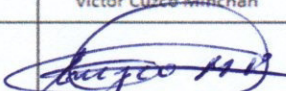
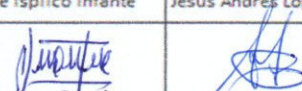
Módulo de rotura de diseño de 42 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)

PROBETA	5
---------	---

	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.02	50.06	50.17	50.08
Alto (cm)	15.22	15.11	15.17	15.17
Base (cm)	14.98	15.11	15.20	15.10
Luz (cm)	45.02	45.06	45.17	45.08
Area (cm <sup>2</sup> )	749.30	756.41	762.58	756.10
Carga Última (kgf)				3210
Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )				41.67

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.05	2600	0.23				
400	0.09	2800	0.24				
600	0.10	3000	0.25				
800	0.12	3200	0.26				
1000	0.15	3400	0.28				
1200	0.17						
1400	0.18						
1600	0.19						
1800	0.20						
2000	0.21						
2200	0.22						
2400	0.22						



APROBACIÓN			
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Víctor Cuzco Minchén	Josué Ispilco Infante / Jesús Andrés López Alaya
			



	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
	<b>TESIS :</b> INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS	
	<b>MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO</b>	

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA      **CÓDIGO:** 703644  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE      **CÓDIGO:** 705599

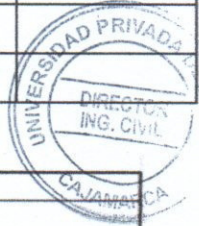
**MUESTRA:** CONTERA RIO MASHCÓN      **FECHA:** 17/05/17

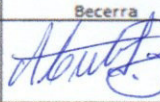
Módulo de rotura de diseño de 42 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)

PROBETA 6

	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.15	50.06	50.19	50.13
Alto (cm)	14.92	15.07	15.23	15.07
Base (cm)	14.96	15.07	15.19	15.06
Luz (cm)	45.15	45.06	45.19	45.13
Area (cm <sup>2</sup> )	750.24	754.40	760.38	755.01
Carga Última (kgf)				3132
Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )				41.31

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.04	2600	0.16				
400	0.07	2800	0.18				
600	0.09	3000	0.21				
800	0.10	3200	0.22				
1000	0.10						
1200	0.11						
1400	0.12						
1600	0.12						
1800	0.13						
2000	0.13						
2200	0.14						
2400	0.15						



APROBACIÓN			
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS
Ing. Orlando Aguilar Allaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante      Jesús Andrés López Alaya
			 



**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVILLABORATORIO DE TECNOLOGÍA  
DEL CONCRETO**TESIS :**

INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

**MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO****TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
JOSUÉ ISPILCO INFANTE

CÓDIGO: 703644

CÓDIGO: 705599

**MUESTRA:** CANTERO RÍO MASHCÓN

FECHA: 17/05/17

**Módulo de rotura de diseño de 42 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)**

PROBETA

7

	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.24	50.25	50.11	50.20
Alto (cm)	15.16	14.91	14.94	15.00
Base (cm)	15.16	14.94	14.95	15.02
Luz (cm)	45.24	45.25	45.11	45.20
Area (cm <sup>2</sup> )	761.64	750.74	749.14	753.84
	Carga Última (kgf)			3229
	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )			43.18

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.02	2600	0.24				
400	0.06	2800	0.26				
600	0.09	3000	0.27				
800	0.11	3200	0.28				
1000	0.12	3400	0.30				
1200	0.16						
1400	0.17						
1600	0.18						
1800	0.19						
2000	0.20						
2200	0.21						
2400	0.22						

**APROBACIÓN**

DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Víctor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya



**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVILLABORATORIO DE TECNOLOGÍA  
DEL CONCRETO

TESIS :

INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

## MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO

TESISTAS: JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
JOSUÉ ISPILCO INFANTE

CÓDIGO: 703644

CÓDIGO: 705599

MUESTRA: CANTERA RÍO MASHCÓN

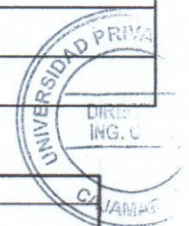
FECHA: 17/05/17

Módulo de rotura de diseño de 42 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)

PROBETA 8

	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.08	50.18	50.00	50.09
Alto (cm)	14.92	15.06	15.23	15.07
Base (cm)	15.08	15.00	14.95	15.01
Luz (cm)	45.08	45.18	45.00	45.09
Area (cm <sup>2</sup> )	755.21	752.70	747.50	751.80
Carga Última (kgf)				3226
Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )				42.67

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.06	2600	0.23				
400	0.07	2800	0.24				
600	0.09	3000	0.25				
800	0.11	3200	0.26				
1000	0.12	3400	0.27				
1200	0.13						
1400	0.14						
1600	0.15						
1800	0.16						
2000	0.16						
2200	0.21						
2400	0.22						



## APROBACIÓN

DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Víctor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya



	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b>	LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
	FACULTAD DE INGENIERÍA	
	CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	

<b>TESIS :</b>	INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS
----------------	--

MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO
-------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
JOSUÉ ISPILCO INFANTE

CÓDIGO: 703644  
CÓDIGO: 705599

**MUESTRA:** CONCRETO RÍO MASHCÓN

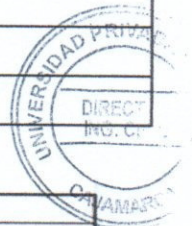
FECHA: 17/05/17

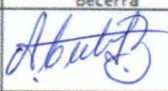
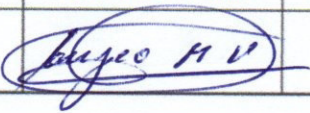
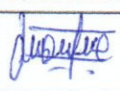

Módulo de rotura de diseño de 42 kg/cm <sup>2</sup> (28 días)
---

<b>PROBETA</b>	9
----------------	---

	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.00	50.14	50.09	50.08
Alto (cm)	14.93	15.17	14.91	15.00
Base (cm)	15.06	15.08	14.92	15.02
Luz (cm)	45.00	45.14	45.09	45.08
Area (cm <sup>2</sup> )	753.00	756.11	747.34	752.15
Carga Última (kgf)				3275
Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )				43.66

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.03	2600	0.15				
400	0.04	2800	0.18				
600	0.06	3000	0.19				
800	0.08	3200	0.21				
1000	0.09	3400	0.22				
1200	0.10						
1400	0.11						
1600	0.11						
1800	0.12						
2000	0.13						
2200	0.13						
2400	0.14						



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Víctor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
				









UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA  
DEL CONCRETO

TESIS :

INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO

TESISTAS: JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
JOSUÉ ISPILCO INFANTE

CÓDIGO: 703644

CÓDIGO: 705599

MUESTRA: CANTERA RIO MASHCÓN

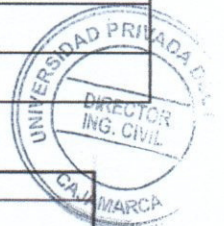
FECHA: 17/05/17

Módulo de rotura de diseño de 42 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)

PROBETA II

	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.02	50.18	50.13	50.11
Alto (cm)	15.22	15.11	14.97	15.10
Base (cm)	15.11	15.18	14.91	15.07
Luz (cm)	45.02	45.18	45.13	45.11
Area (cm <sup>2</sup> )	755.80	761.73	747.44	754.99
	Carga Última (kgf)			3273
	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )			42.98

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.02	2600	0.17				
400	0.03	2800	0.18				
600	0.05	3000	0.19				
800	0.08	3200	0.20				
1000	0.09	3400	0.22				
1200	0.10						
1400	0.10						
1600	0.11						
1800	0.12						
2000	0.13						
2200	0.15						
2400	0.16						



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Allaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Víctor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya



**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVILLABORATORIO DE TECNOLOGÍA  
DEL CONCRETO**TESIS :**INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE  
MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS**MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO****TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
JOSUÉ ISPILCO INFANTE

CÓDIGO: 703644

CÓDIGO: 705599

**MUESTRA:** CANTERA RÍO MASHCÓN

FECHA: 17/05/17

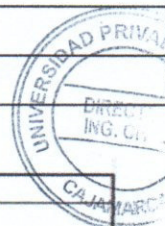
**Módulo de rotura de diseño de 42 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)**

PROBETA

12

	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.21	50.02	50.13	50.12
Alto (cm)	15.07	15.03	14.90	15.00
Base (cm)	15.10	15.16	15.02	15.09
Luz (cm)	45.21	45.02	45.13	45.12
Area (cm <sup>2</sup> )	758.17	758.30	752.95	756.48
	Carga Última (kgf)			3221
	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )			42.79

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.03	2600	0.21				
400	0.05	2800	0.23				
600	0.07	3000	0.24				
800	0.09	3200	0.26				
1000	0.10	3400	0.28				
1200	0.11						
1400	0.12						
1600	0.14						
1800	0.15						
2000	0.16						
2200	0.17						
2400	0.19						

**APROBACIÓN**

DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Víctor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya



**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVILLABORATORIO DE TECNOLOGÍA  
DEL CONCRETO**TESIS :**INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE  
MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS**MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO****TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
JOSUÉ ISPILCO INFANTE

CÓDIGO: 703644

CÓDIGO: 705599

**MUESTRA:** CANTERA RIO MASHCÓN**FECHA:** 17/05/17**Módulo de rotura de diseño de 45 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)****PROBETA****1**


	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.21	50.18	50.15	50.18
Alto (cm)	14.90	15.20	15.21	15.10
Base (cm)	15.00	14.96	15.08	15.01
Luz (cm)	45.21	45.18	45.15	45.18
Area (cm <sup>2</sup> )	753.15	750.69	756.26	753.37
	Carga Última (kgf)			3385
	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )			44.66

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.02	2600	0.19				
400	0.05	2800	0.21				
600	0.08	3000	0.22				
800	0.09	3200	0.23				
1000	0.10	3400	0.24				
1200	0.11						
1400	0.12						
1600	0.14						
1800	0.15						
2000	0.16						
2200	0.17						
2400	0.18						



APROBACIÓN			
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS
Ing. Orlando Aguilar Allaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Víctor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante Jesús Andrés López Alaya



	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
	<b>TESIS :</b> INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS	
	<b>MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO</b>	

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA      CÓDIGO: 703644  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE      CÓDIGO: 705599

**MUESTRA:** CANTERA RÍO MASHCÓN

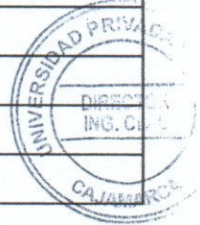
**FECHA:** 17/05/17

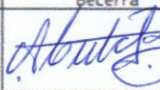
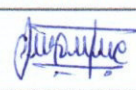
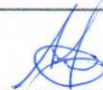
Módulo de rotura de diseño de 45 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)

PROBETA    2

	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.04	50.04	50.23	50.10
Alto (cm)	15.00	15.10	15.00	15.07
Base (cm)	15.03	15.14	15.20	15.12
Luz (cm)	45.04	45.04	45.23	45.10
Area (cm <sup>2</sup> )	752.10	757.61	763.50	757.73
Carga Última (kgf)				3486
Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )				45.80

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.03	2600	0.17				
400	0.04	2800	0.18				
600	0.05	3000	0.19				
800	0.08	3200	0.20				
1000	0.09	3400	0.21				
1200	0.10	3600	0.23				
1400	0.11						
1600	0.12						
1800	0.12						
2000	0.13						
2200	0.14						
2400	0.16						



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Víctor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
				



<b>N</b>	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b>	LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
	FACULTAD DE INGENIERÍA	
	CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	

<b>TESIS :</b>	INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS
----------------	--

MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO
-------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA      **CÓDIGO:** 703644  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE      **CÓDIGO:** 705599

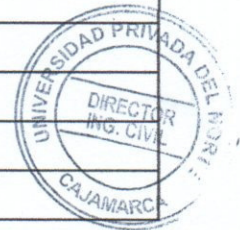
**MUESTRA:** CANTERO RÍO MASHCÓN      **FECHA:** 17/05/17

Módulo de rotura de diseño de 45 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)

<b>PROBETA</b>	3
----------------	---

	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.20	50.16	50.00	50.12
Alto (cm)	14.96	15.09	14.91	14.99
Base (cm)	14.93	14.98	15.16	15.02
Luz (cm)	45.20	45.16	45.00	45.12
Area (cm <sup>2</sup> )	749.49	751.40	758.00	752.96
	Carga Última (kgf)			3465
	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )			46.33

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.04	2600	0.21				
400	0.08	2800	0.22				
600	0.09	3000	0.23				
800	0.10	3200	0.24				
1000	0.11	3400	0.25				
1200	0.12	3600	0.27				
1400	0.13						
1600	0.14						
1800	0.17						
2000	0.18						
2200	0.19						
2400	0.20						



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Víctor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>



**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVILLABORATORIO DE TECNOLOGÍA  
DEL CONCRETO

TESIS :

INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE  
MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

## MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO

TESISTAS: JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
JOSUÉ ISPILCO INFANTE

CÓDIGO: 703644

CÓDIGO: 705599

MUESTRA: CANTERA RÍO MASHCÓN

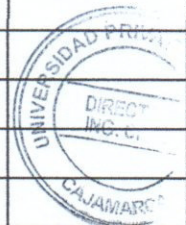
FECHA: 17/05/17

Módulo de rotura de diseño de 45 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)

PROBETA 4

	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.07	50.08	50.17	50.11
Alto (cm)	15.06	15.10	15.05	15.07
Base (cm)	15.16	14.93	15.07	15.05
Luz (cm)	45.07	45.08	45.17	45.11
Area (cm <sup>2</sup> )	759.06	747.69	756.06	754.27
Carga Última (kgf)				3583
Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )				47.27

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.04	2600	0.18				
400	0.05	2800	0.19				
600	0.06	3000	0.20				
800	0.08	3200	0.22				
1000	0.09	3400	0.23				
1200	0.10	3600	0.24				
1400	0.11						
1600	0.12						
1800	0.13						
2000	0.15						
2200	0.16						
2400	0.17						



## APROBACIÓN

DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Victor Cuzco-Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya







**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVILLABORATORIO DE TECNOLOGÍA  
DEL CONCRETO**TESIS :** INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS**MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO****TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
JOSUÉ ISPILCO INFANTE

CÓDIGO: 703644

CÓDIGO: 705599

**MUESTRA:** CANTERA RÍO MASHCÓN

FECHA: 17/05/17

**Módulo de rotura de diseño de 45 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)**

PROBETA 6

	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.22	50.14	50.10	50.15
Alto (cm)	15.16	15.04	15.10	15.10
Base (cm)	14.46	15.07	15.15	15.06
Luz (cm)	45.22	45.14	45.10	45.15
Area (cm <sup>2</sup> )	751.29	755.61	759.02	755.31
Carga Última (kgf)				3382
Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )				44.47

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.04	2600	0.22				
400	0.07	2800	0.23				
600	0.09	3000	0.24				
800	0.10	3200	0.25				
1000	0.11	3400	0.26				
1200	0.13						
1400	0.14						
1600	0.15						
1800	0.16						
2000	0.17						
2200	0.18						
2400	0.20						



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Víctor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya



<b>N</b>	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b>	LABORATORIO DE TEGNOLOGÍA DEL CONCRETO
	FACULTAD DE INGENIERÍA	
	CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	

<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO</b>
--------------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA      **CÓDIGO:** 703644  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE      **CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERA RÍO MASHCÓN      **FECHA:** 17/05/17

**Módulo de rotura de diseño de 45 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)**

<b>PROBETA</b>	<b>7</b>
----------------	----------

	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.15	50.14	50.00	50.10
Alto (cm)	15.25	15.24	15.21	15.23
Base (cm)	15.16	14.94	14.95	15.02
Luz (cm)	45.15	45.14	45.00	45.10
Area (cm <sup>2</sup> )	760.27	749.09	747.50	752.29
Carga Última (kgf)				3507
Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )				45.39

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.02	2600	0.20				
400	0.06	2800	0.21				
600	0.08	3000	0.22				
800	0.09	3200	0.23				
1000	0.10	3400	0.24				
1200	0.11	3600	0.25				
1400	0.12						
1600	0.14						
1800	0.15						
2000	0.17						
2200	0.18						
2400	0.19						



APROBACIÓN			
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Víctor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante      Jesús Andrés López Alaya



**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVILLABORATORIO DE TECNOLOGÍA  
DEL CONCRETO**TESIS :** INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS**MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO****TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
JOSUÉ ISPILCO INFANTE**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599**MUESTRA:** CANTERA RÍO MASHCÓN**FECHA:** 17/05/17**Módulo de rotura de diseño de 45 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)****PROBETA** 8

	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.21	50.00	50.16	50.12
Alto (cm)	15.08	15.13	15.13	15.11
Base (cm)	15.08	15.00	14.95	15.01
Luz (cm)	45.21	45.00	45.16	45.12
Area (cm <sup>2</sup> )	757.17	750.00	749.89	752.35
	Carga Última (kgf)			3471
	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )			4568

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.06	2600	0.19				
400	0.08	2800	0.21				
600	0.09	3000	0.22				
800	0.10	3200	0.23				
1000	0.11	3400	0.24				
1200	0.11	3600	0.25				
1400	0.12						
1600	0.13						
1800	0.14						
2000	0.15						
2200	0.16						
2400	0.17						



APROBACIÓN			
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Víctor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante Jesús Andrés López Alaya







**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVILLABORATORIO DE TECNOLOGÍA  
DEL CONCRETO

TESIS :

INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE  
MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

## MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO

TESISTAS: JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
JOSUÉ ISPILCO INFANTE

CÓDIGO: 703644

CÓDIGO: 705599

MUESTRA: CANTERA RÍO MASHCÓN

FECHA: 17/05/17

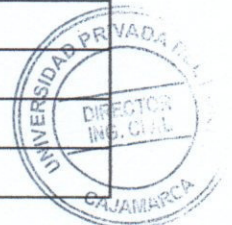
Módulo de rotura de diseño de 45 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)

PROBETA

10

	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.24	50.08	50.19	50.17
Alto (cm)	15.04	14.97	14.95	14.99
Base (cm)	15.18	14.99	15.06	15.08
Luz (cm)	45.24	45.08	45.19	45.17
Area (cm <sup>2</sup> )	762.64	750.70	755.86	756.40
	Carga Última (kgf)			3448
	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )			45.99


CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.01	2600	0.15				
400	0.04	2800	0.15				
600	0.05	3000	0.16				
800	0.06	3200	0.17				
1000	0.07	3400	0.18				
1200	0.08	3600	0.19				
1400	0.09						
1600	0.11						
1800	0.12						
2000	0.12						
2200	0.13						
2400	0.14						



## APROBACIÓN

DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Allaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Víctor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya



	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
	<b>TESIS :</b> INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS	
	<b>MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO</b>	

TESISTAS: JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
 JOSUÉ ISPILCO INFANTE

CÓDIGO: 703644  
 CÓDIGO: 705599

MUESTRA: CANTERA RIO MASHCÓN

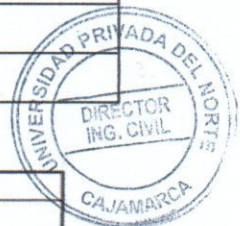
FECHA: 17/05/17

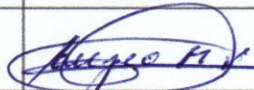
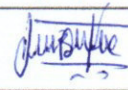
Módulo de rotura de diseño de 45 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)

PROBETA 11

	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.24	50.89	50.17	50.17
Alto (cm)	15.00	15.14	15.02	15.05
Base (cm)	15.11	15.18	14.91	15.07
Luz (cm)	45.24	45.09	45.17	45.17
Area (cm <sup>2</sup> )	759.13	760.37	748.03	759.84
Carga Última (kgf)				3340
Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )				44.19

CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.02	2600	0.14				
400	0.02	2800	0.15				
600	0.03	3000	0.17				
800	0.04	3200	0.18				
1000	0.07	3400	0.19				
1200	0.09						
1400	0.10						
1600	0.11						
1800	0.11						
2000	0.12						
2200	0.13						
2400	0.13						



APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Aliaga	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Víctor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya
				



<b>N</b>	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b>	LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
	FACULTAD DE INGENIERÍA	
	CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	

<b>TESIS :</b>	<b>INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS MASHCÓN Y CHONTA PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>
----------------	---

<b>MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO</b>
--------------------------------------

**TESISTAS:** JESÚS ANDRÉS LÓPEZ ALAYA  
JOSUÉ ISPILCO INFANTE

**CÓDIGO:** 703644  
**CÓDIGO:** 705599

**MUESTRA:** CANTERA RÍO MASHCÓN

**FECHA:** 17/09/17

<b>Módulo de rotura de diseño de 45 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)</b>
---

<b>PROBETA</b>	<b>12</b>
----------------	-----------

	1	2	3	Promedio
Largo (cm)	50.18	50.00	50.02	50.07
Alto (cm)	15.03	15.11	15.08	15.07
Base (cm)	15.10	15.16	15.02	15.09
Luz (cm)	45.18	45.00	45.02	45.07
Area (cm <sup>2</sup> )	757.72	758.00	751.30	755.67
Carga Última (kgf)				3544
Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )				46.57



CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)
200	0.02	2600	0.14				
400	0.02	2800	0.15				
600	0.04	3000	0.16				
800	0.05	3200	0.17				
1000	0.06	3400	0.19				
1200	0.08	3600	0.20				
1400	0.09						
1600	0.10						
1800	0.11						
2000	0.12						
2200	0.12						
2400	0.13						

APROBACIÓN				
DIRECTOR DE CARRERA	ASESOR DE TESIS	COORD. DE LABORATORIO	TESISTAS	
Ing. Orlando Aguilar Allaga	Ing. Alejandro Cubas Beerra	Victor Cuzco Minchán	Josué Ispilco Infante	Jesús Andrés López Alaya