

INFORME N °

**ENSAYO DE COMPRESIÓN
ALZAPRIMA ANDECORP CON PASADOR $\phi 14\text{mm}$
 $\Phi_{\text{tubo ext.}} = 57\text{ mm}$, $\Phi_{\text{tubo int.}} = 48\text{ mm}$**

para
ANDECORP S.A.

Preparado por
DICTUC S.A.
Laboratorio de Ingeniería Estructural

“La información contenida en el presente informe o certificado constituye el resultado de un ensayo, calibración o inspección técnica especificada acotado únicamente a las piezas, partes, instrumentos o patrones o procesos analizados, lo que en ningún caso permite al solicitante afirmar que sus productos han sido “certificados por DICTUC”, ni reproducir en ninguna forma el logo, nombre o marca registrada de DICTUC, salvo que exista una autorización previa y por escrito de DICTUC”.

Santiago, 29 de agosto de 2006.

INFORME N °.....

SOLICITANTE : **Andecorp S.A.**
RUT : 96.655.060-0
DIRECCIÓN : Senador Jaime Guzmán 141, Santiago, Chile
ATENCIÓN : Sr. Cristian Julio Orrego
TELÉFONO/FAX : 603-6411, 603-6395/603-4388
TRABAJO SOLICITADO : Realización de ensayos de carga axial a alzaprimas metálicas ANDECORP

1.- INTRODUCCIÓN

El presente informe da cuenta de los resultados obtenidos de siete ensayos realizados a alzaprimas metálicas ANDECORP, con el objeto de verificar su capacidad de resistir esfuerzos de compresión axial para distintas longitudes de uso (2.92, 3.44, 3.96, 4.48 y 5.00) con la condición de apoyo: Apoyado-Apoyado.

Los ensayos fueron realizados a petición del Sr. Cristian Julio O., en representación de ANDECORP S.A., en las dependencias del Laboratorio de Ingeniería Estructural de DICTUC S.A., filial de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

El informe se divide en: Antecedentes, Ensayos Realizados, Resultados de los Ensayos, Conclusiones y Observaciones.

2.- ANTECEDENTES

Las muestras ensayadas (alzaprimas) fueron proporcionadas por el mandante. No se especifica ni el origen ni las características mecánicas de los materiales componentes de las alzaprimas.

Para el presente conjunto de ensayos, se consideró un tipo de alzaprima, que denominaremos genéricamente Alzaprima ANDECORP y que en el presente informe llamaremos AC-14

Las alzaprimas, básicamente están compuestas por dos tubos de acero de diferente diámetro. Cada tubo, posee en uno de sus extremos una placa soldada que sirve de apoyo al elemento. El tubo de mayor diámetro, en su otro extremo, posee un sistema de sujeción y regulación de altura, como se aprecia en la Figura 2.1.

Los tubos de mayor diámetro de las alzaprimas ensayadas poseen en un extremo un hilo de 4 cm de largo útil, por el hilo corre una tuerca reguladora vertical de 14 cm, que se utiliza para regular la altura y en donde se apoya el pasador. El tubo interior posee perforaciones regulares en su altura, por donde atraviesa el pasador.

Las propiedades geométricas de las alzaprimas se resumen en la Tabla 2.1.

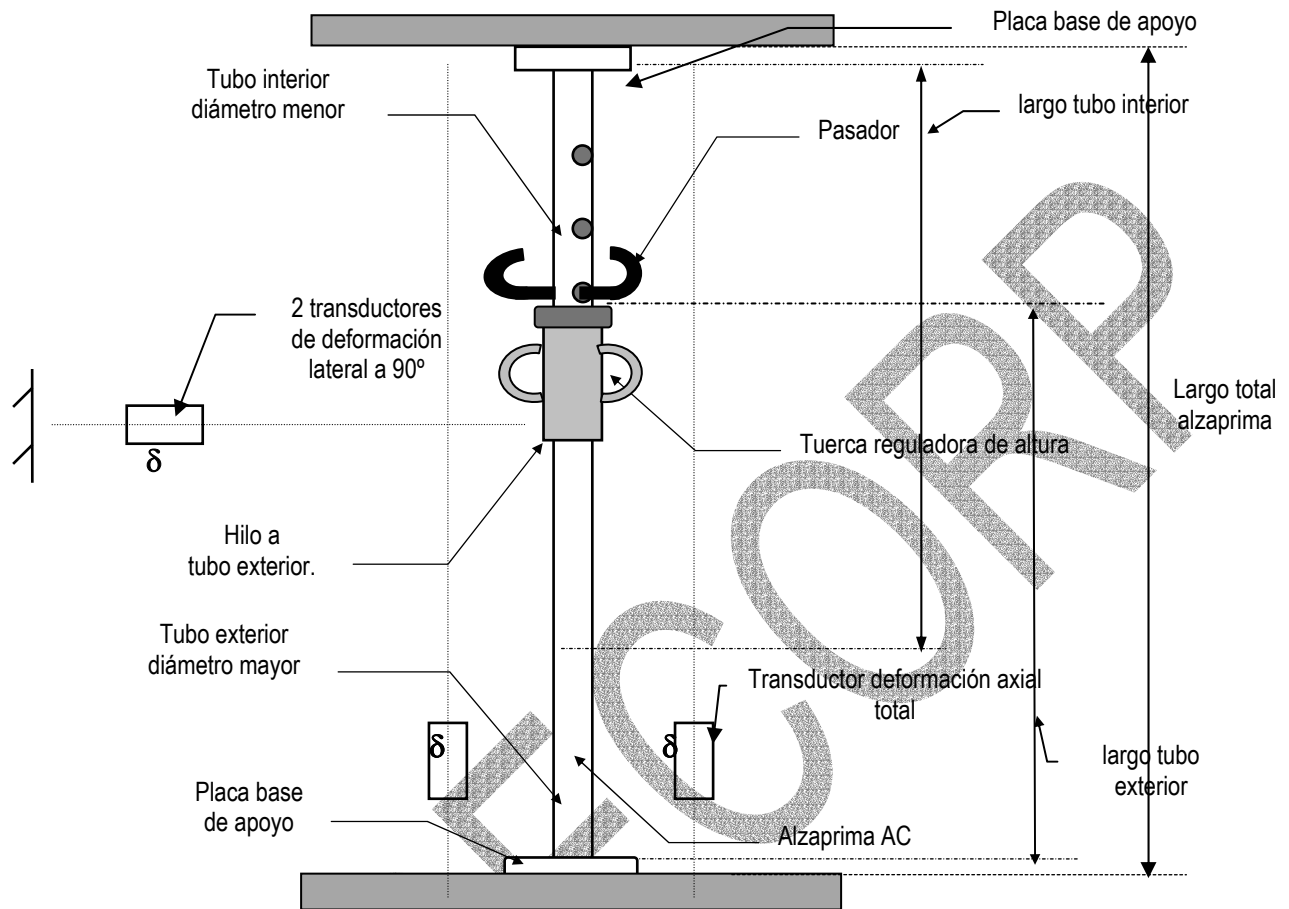


FIGURA 2.1: Configuración geométrica del alzaprima ANDECORP.

TABLA 2.1: Propiedades Geométricas de las alzaprimas ⁽¹⁾

Denominación en el presente informe	Alzaprima AC
Diámetro tubo exterior (mm) ⁽¹⁾	57
Espesor tubo exterior(mm)	-
Diámetro tubo interior (mm) ⁽¹⁾	48
Espesor tubo interior(mm) ⁽¹⁾	3
Placa base, Acero (mm) ⁽¹⁾	12 x 12 x 5
Regulación Hilo Útil(mm)	40
Tuerca reguladora(mm)	140
Perforaciones tubo interior ⁽¹⁾	$\Phi 15\text{ mm c/ } 100\text{ mm}$
Diámetro del pasador de fierro liso ⁽¹⁾ , Acero (mm)	14
Acero tubos	No se especifica
Alturas de ensayo (m)	2.92 - 3.44 - 3.96 - 4.48 - 5.00

Notas: ⁽¹⁾ Todas las medidas fueron tomadas en el laboratorio.

3.- ENSAYOS REALIZADOS

Las alzaprimas de 2.92 m de largo fueron sometidas a un ensayo de compresión vertical, incrementando la carga axial en forma monótonica creciente hasta la falla mediante una prensa Amsler, que posee una capacidad de 200 toneladas (precisión $\pm 1\%$) y es capaz de controlar la velocidad de aplicación de la carga. Por otro lado, las alzaprimas de 3.44, 3.96, 4.48 y 5.00m de longitud fueron ensayadas en posición horizontal, aplicando la carga axial mediante un gato hidráulico de 20 toneladas de capacidad y equilibrando el peso propio del alzaprima mediante balancines para reducir el efecto del mismo en el ensayo de carga axial. Se midieron las deformaciones experimentadas para distintos niveles de carga mediante transductores de desplazamiento.

Se colocaron 4 transductores para medir las deformaciones de la siguiente forma: 2 transductores a ambos lados de la altura de la alzaprima, midiendo la deformación vertical del alzaprima en la longitud total de la misma y 2 transductores situados a la mitad de altura, para medir la deformación del alzaprima según dos direcciones ortogonales perpendiculares al alzaprima.

Los ensayos se realizaron considerando solamente un tipo de vinculación, Apoyado-Apoyado.

En la Foto 1, (Anexo A) se aprecia una vista previa del ensayo de compresión en posición vertical, en la Fotografía 5, se muestra un ensayo de compresión en posición horizontal. En la Fotografía 2 se muestra el sistema de regulación de altura. En la Fotografía 3 se muestra el estado final del sistema de regulación una vez concluido el ensayo. En la Fotografía 4 se aprecia el ensanchamiento de la perforación. En la Fotografía 6, se aprecia la alzaprima una vez finalizado el ensayo horizontal. A continuación se detallan en la Tabla 3.1, las condiciones bajo las cuales fueron sometidas a ensayo las alzaprimas.

TABLA 3.1
Características de los ensayos realizados.

Probeta	Condición de Apoyo	Longitud de la Probeta	Posición de la probeta	Fecha de ensayo
AC-292-14-01 ⁽¹⁾	Apoyado-Apoyado	292 cm	Vertical	09-08-2006
AC-292-14-02	Apoyado-Apoyado	292 cm	Vertical	09-01-2006
AC-344-14-01	Apoyado-Apoyado	344 cm	Horizontal	08-08-2006
AC-396-14-01	Apoyado-Apoyado	396 cm	Horizontal	08-08-2006
AC-448-14-01	Apoyado-Apoyado	448 cm	Horizontal	07-08-2006
AC-500-14-01	Apoyado-Apoyado	500 cm	Horizontal	07-08-2006
AC-500-14-02	Apoyado-Apoyado	500 cm	Horizontal	07-08-2006

- ⁽¹⁾ AC : Alzaprima ANDERCOP.
292 : Longitud de ensayo en cm.
14 : Diámetro pasador en mm.
01 : Número de orden de la probeta.

4.- RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Como resultado de los ensayos efectuados, se obtuvieron los valores que se indican en la Tabla 4.1

TABLA 4.1: Resultados Obtenidos en los Ensayos

Probeta ⁽¹⁾	Longitud de la Probeta	Rigidez axial Inicial ⁽²⁾ (kg/mm)	Carga Última (kg) ⁽³⁾	Deformación axial Última (mm) ⁽⁴⁾	Observaciones
AC-292-14-01	292 cm	650	5.820	15,64	Falla pasador y alargamiento perforación.
AC-292-14-02	292 cm	606	5.780	22,37	Falla pasador y alargamiento perforación.
AC-344-14-01	344 cm	348	4.688	16,60	Se aprecia principio de flexión de pasador y alargamiento de perforación. Falla por pandeo de alzaprima
AC-396-14-01	396 cm	422	3.438	11,12	Se aprecia principio de flexión de pasador Falla por pandeo de alzaprima
AC-448-14-01	448 cm	292	2.500	8,9	Falla por pandeo de alzaprima
AC-500-14-01	500 cm	500	2.063	5,45	Falla por pandeo de alzaprima
AC-500-14-02	500 cm	517	2.125	5,11	Falla por pandeo de alzaprima

Notas: (1) Las condiciones de apoyo utilizadas en los ensayos, fueron el contacto directo entre las placas de las alzaprimas y las placas metálicas de apoyo del marco de carga para el caso apoyado-apoyado. (2) Rigidez calculada antes del comienzo de falla. (3) Carga para la cual se detuvo el ensayo, ante la deformación excesiva ya sea axial o por pandeo. (4) Deformaciones axiales medidas, incluyen la deformación de las placas de apoyo del puntal y asociadas a la carga última.

En los Gráficos 1 a 7 (Anexo B), se aprecian las curvas obtenidas al graficar la carga axial aplicada (en ton) vs. la deformación axial y lateral (en mm) para cada alzaprima ensayada. Notar que se presentan dos curvas por probeta ensayada, los cuales representan la deformación axial y lateral experimentada por la misma respectivamente. El Gráfico 8 resume los resultados obtenidos en los ensayos representados mediante la curva teórica de pandeo de Euler, con límite en la carga promedio de inicio de fluencia equivalente.

5.- CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

A continuación se enumeran algunas conclusiones y observaciones, deducidas de los ensayos a 2.92m, 3.44m, 3.96m, 4.48m y 5.00m de las alzaprimas ANDECORP, con pasador de 14mm de diámetro.

En el análisis que se presenta a continuación se considerarán dos factores de seguridad a ser aplicados dependiendo del tipo de falla, se usará un factor de 2 para el caso de que la falla sea por flexión del pasador, ovalamiento de la perforación ó compresión propiamente tal del puntal (falla dúctil) y que denominaremos carga de inicio de fluencia equivalente ($P_{f.eq.}$) y de 3 para el caso en que la falla sea por pandeo, tomando la menor de ellas.

La carga de pandeo crítica (P_{cr}) que se presenta corresponde a la carga de pandeo teórica de Euler, calculada a partir de la carga crítica obtenida mediante los ensayos en los cuales la falla fue por pandeo propiamente tal, obteniéndose en estos casos el promedio reducido mediante una desviación estándar de la constante EI/k^2 (promedio obtenido del resultado de los cuatro ensayos mas largos). Por otro lado, la carga de inicio de la fluencia equivalente fue calculada usando el promedio de las cargas de inicio de flexión equivalente para las distintas longitudes de los puntales reducida mediante una desviación estándar (se consideró para la determinación de dicha carga, el promedio del resultado de los tres ensayos mas cortos).

La carga de inicio de fluencia equivalente se obtuvo de la curva de comportamiento axial del elemento, en el momento que comienza a separarse dicha curva de la recta que representa el comportamiento elástico del elemento.

Ensayos con condiciones de apoyo Apoyado-Apoyado:

La tabla 5.1 resume los criterios usados para determinar las cargas de diseño propuestas para las distintas longitudes de ensayo para alzaprimas ANDECORP con pasador de $\phi 14\text{mm}$.

Tabla 5.1
Cargas de diseño propuestas para condiciones de apoyo Apoyado-Apoyado.

Longitud Alzaprima (cm)	Carga de pandeo P_{cr} (kg)	Inicio Carga fluencia equivalente $P_{f.eq.}$ (kg)	$P_{cr}/3$ (kg)	$P_{f.eq.}/2$ (kg)	Carga de diseño propuesta P_{dis} (kg)
292	5.927	3.214	1.976	1.607	1.607
344	4.271	3.214	1.424	1.607	1.424
396	3.223	3.214	1.074	1.607	1.074
448	2.518	3.214	839	1.607	839
500	2.021	3.214	674	1.607	675

El Gráfico 9 resume las cargas de diseño propuestas para las alzaprimas ANDECORP con condiciones de apoyo Apoyado-Apoyado y pasador de $\phi 14\text{mm}$.

Raúl Álvarez Medel
 Subgerente Área Ing. Estructural

DICTUC S.A.

"La información contenida en este certificado no podrá ser reproducida total o parcialmente para fines publicitarios sin la aprobación por escrito de Dictuc S.A."

RAM
 Santiago, 29 de agosto de 2006
 c.c.: LIE/2700

ANEXO A
Fotos

ANDECORP



Foto 1: Vista general del ensayo de compresión de alzaprimas en posición vertical (Longitud de 2.92m).



Foto 2: Sistema de regulación de altura.



Foto 3: Detalle de deformación en sistema de regulación.



Foto 4: Detalle de ensanchamiento perforación y fractura del pasador



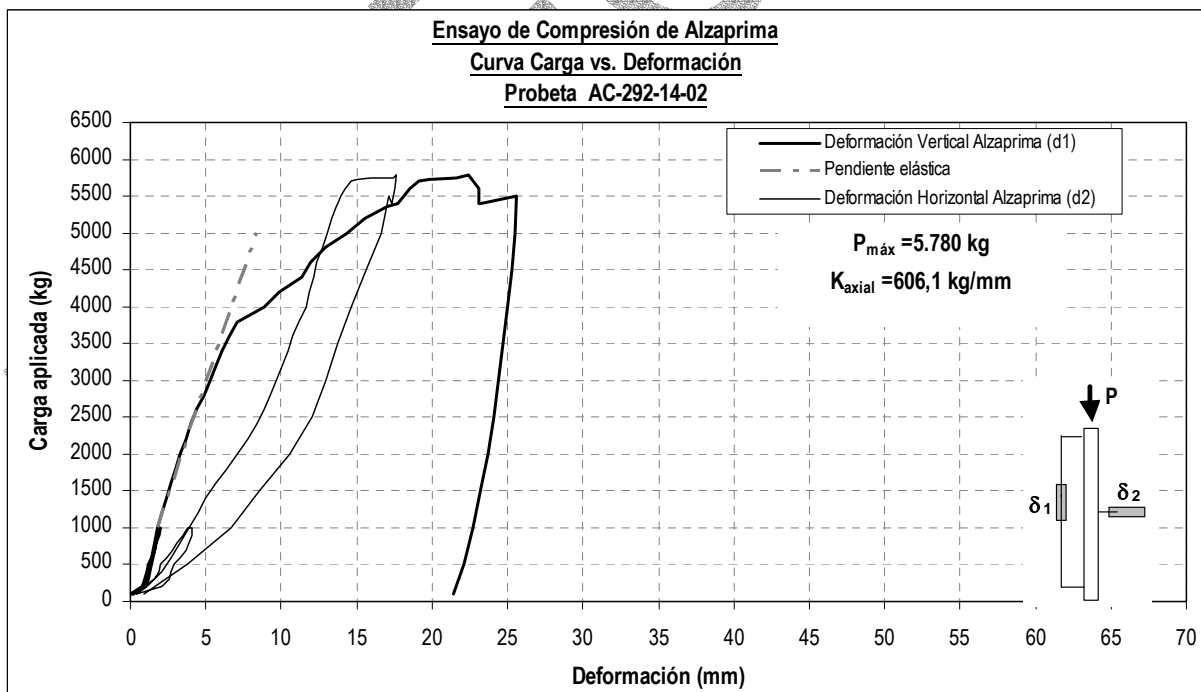
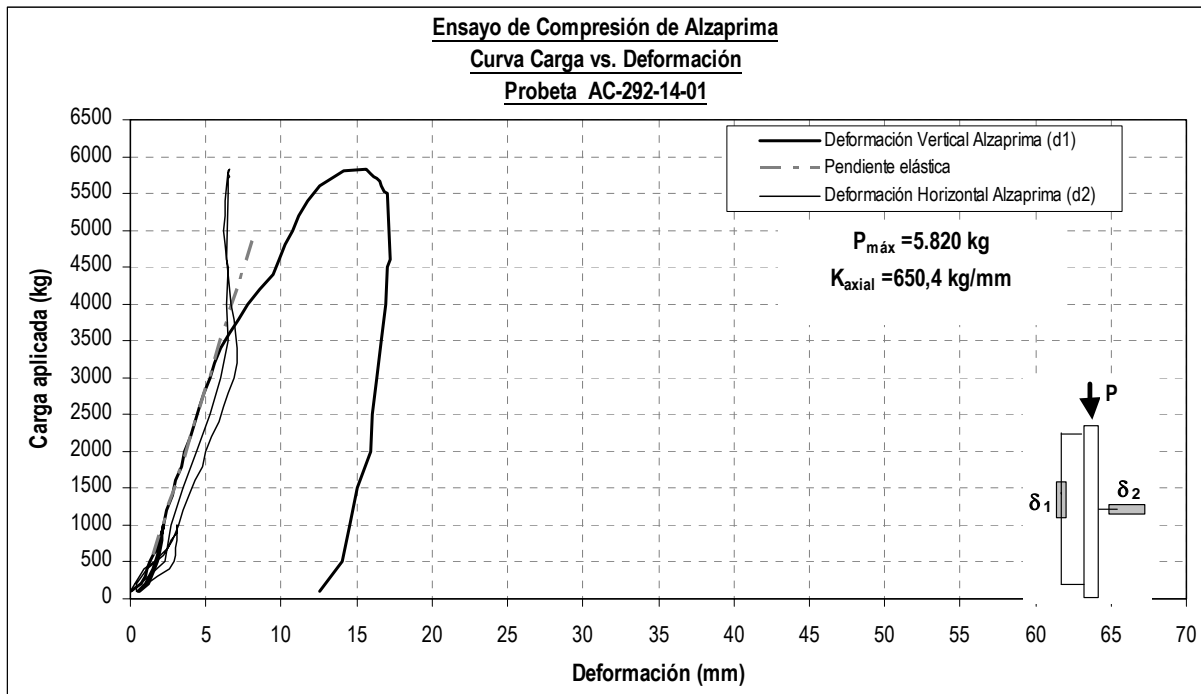
Foto 5: Vista general del ensayo de compresión de alzaprimas en posición horizontal (Longitudes mayores a 3.00m).



Foto 6: Deformación lateral de probeta ensayada horizontalmente.

ANDECORP

ANEXO B
Gráficos



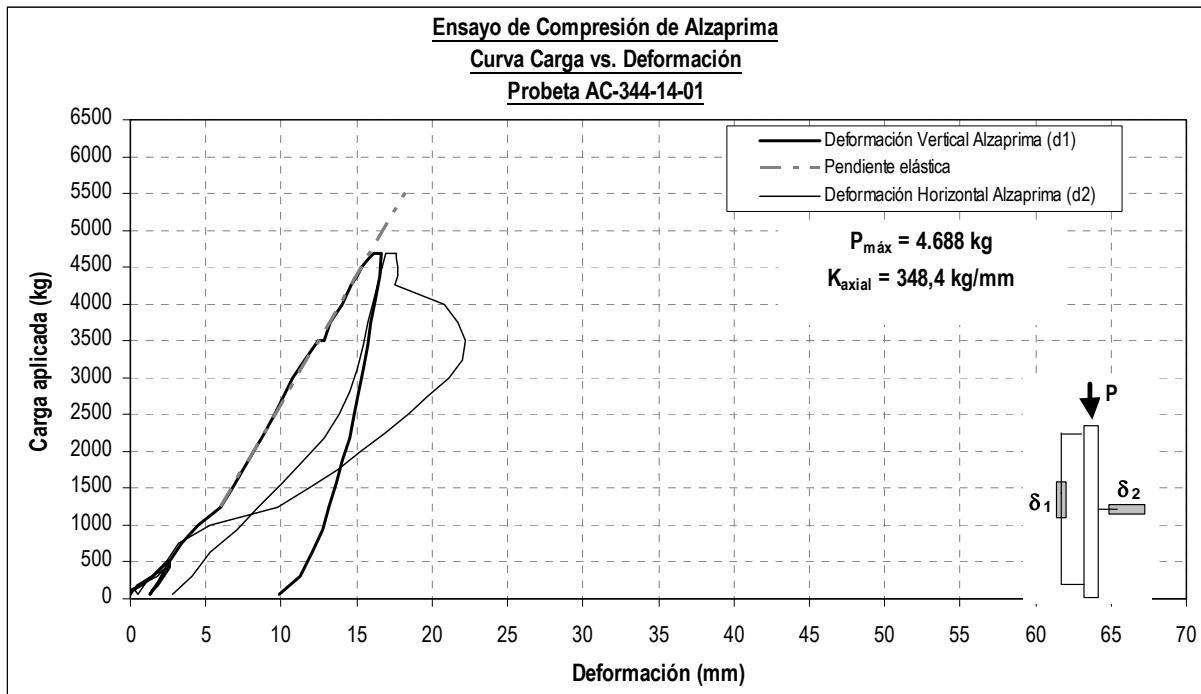


Gráfico 3
Curva Fuerza axial aplicada vs. Deformación
Probeta AC-344-14-01, Puntal Apoyado-Apoyado, L=3.44m.

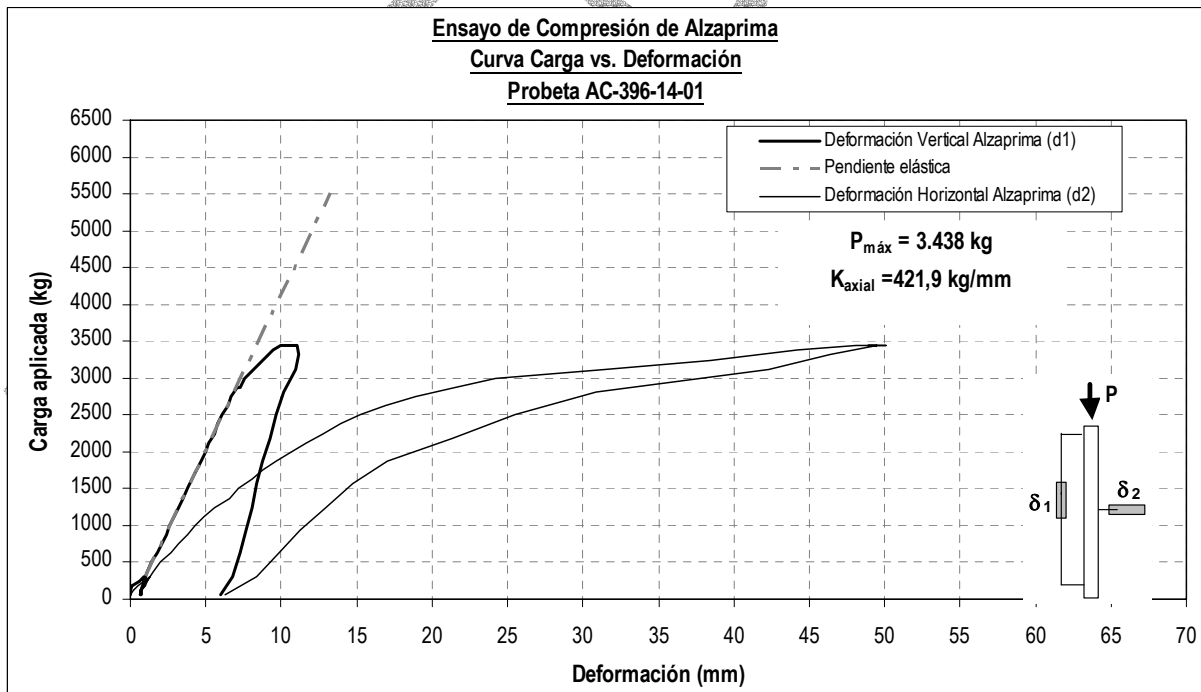


Gráfico 4
Curva Fuerza axial aplicada vs. Deformación
Probeta AC-396-14-01, Puntal Apoyado-Apoyado, L=3.96m.

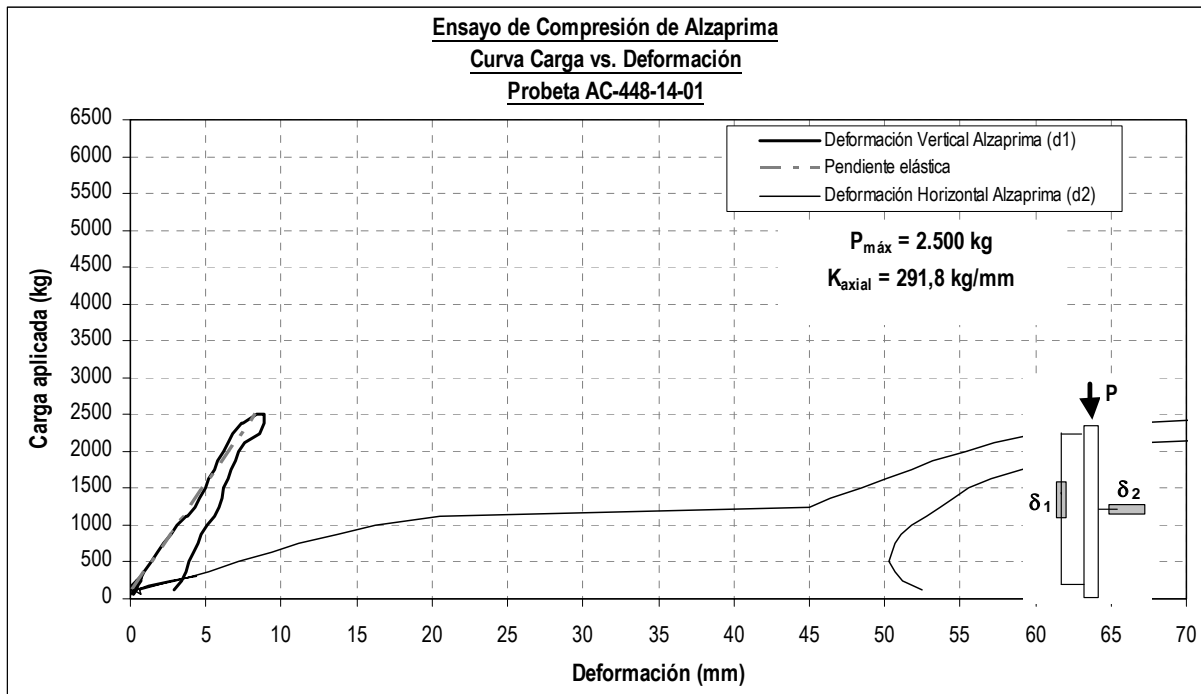


Gráfico 5
Curva Fuerza axial aplicada vs. Deformación
Probeta AC-448-14-01, Puntal Apoyado-Apoyado, L=4.48m.

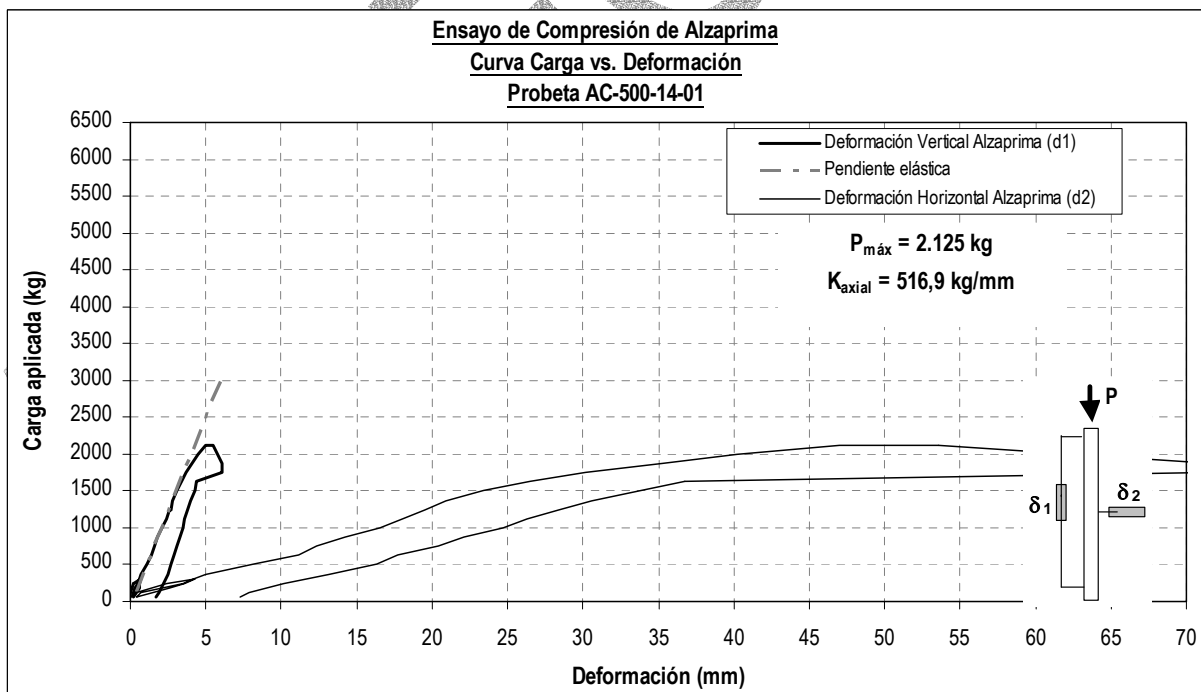
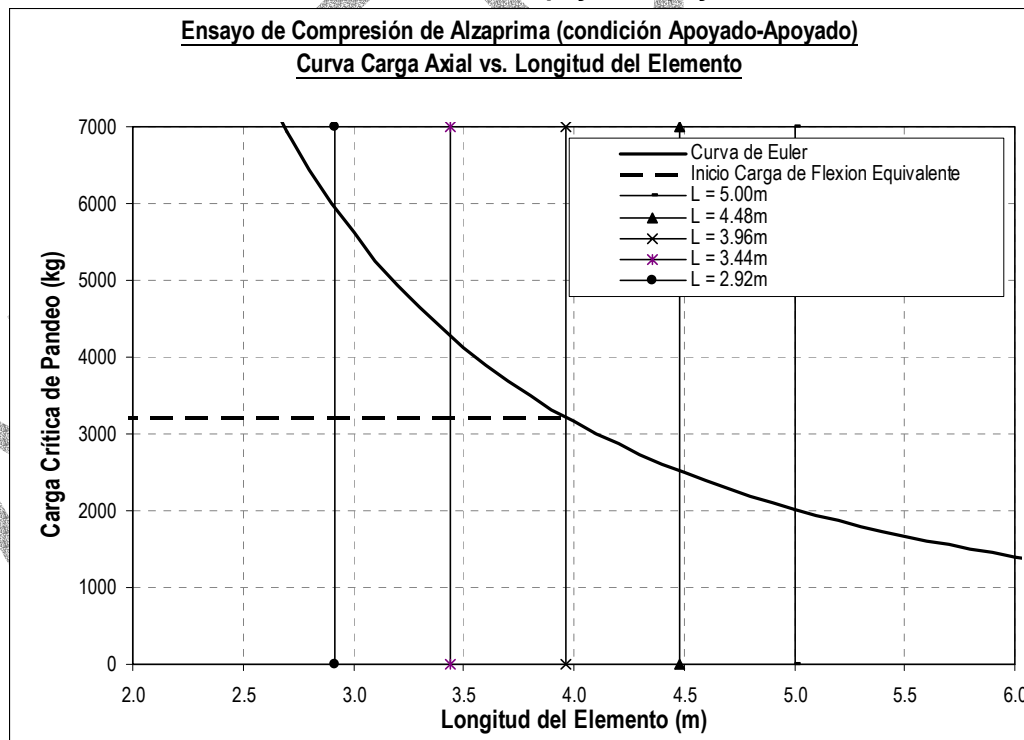
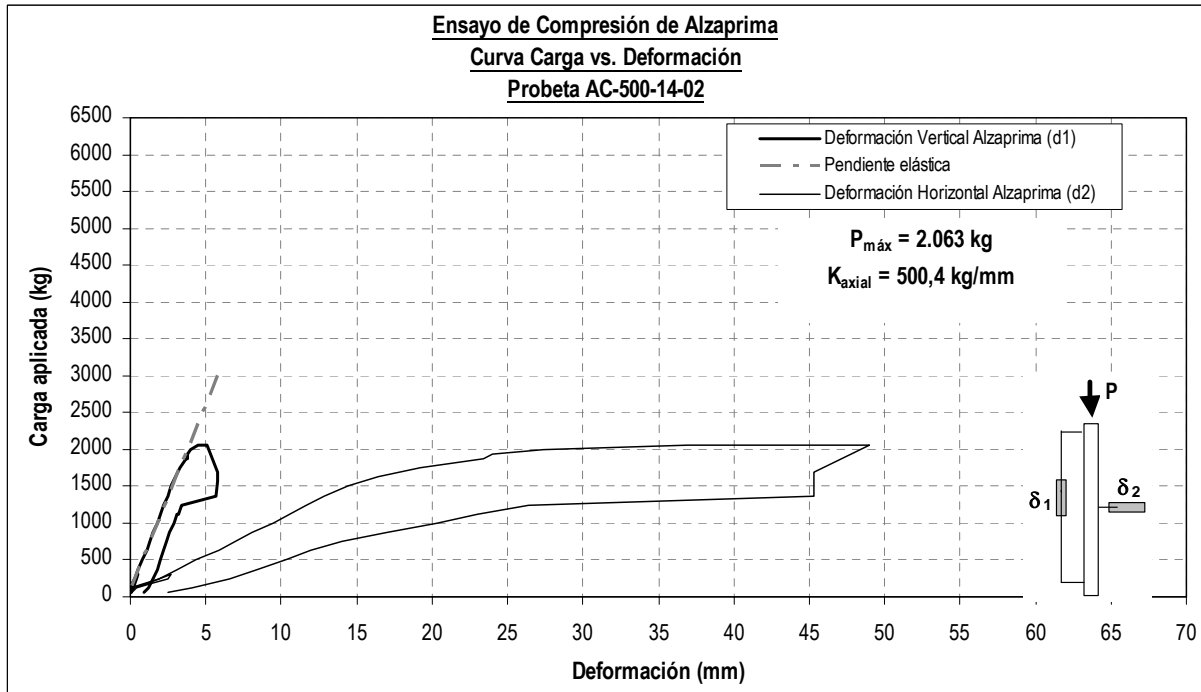


Gráfico 6
Curva Fuerza axial aplicada vs. Deformación
Probeta AC-500-14-01, Puntal Apoyado-Apoyado, L=5.00m.



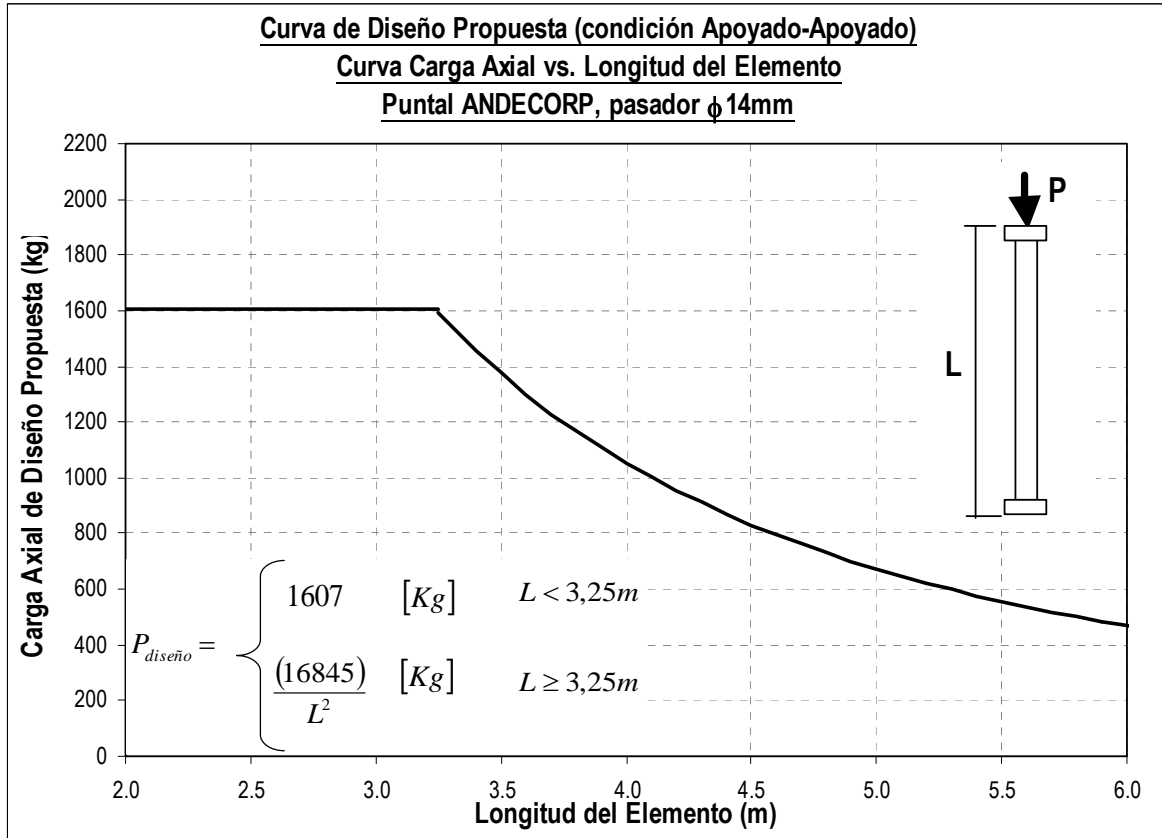


Gráfico 9
Curva carga axial de diseño propuesta vs. Longitud elemento
Puntal ANDECORP, pasador $\phi 14\text{mm}$; Apoyado-Apoyado.

ANDECORP