

**ANÁLISIS TEÓRICO Y EXPERIMENTAL DE LA CAPACIDAD
A CORTANTE EN FORJADOS DE VIGUETA PRETENSADA**

ANEXOS

Aurelio Domínguez Álvarez

UNIVERSIDAD DE SEVILLA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS DE EDIFICACIÓN E INGENIERÍA DEL TERRENO

Abril de 2015

AUTOR: Aurelio Domínguez Álvarez

DIRECTORES: Narciso Jesús Vázquez Carretero y David Izquierdo López

ANEXO II

Ensayos adicionales

ANEXO II

A.II.- ENSAYOS ADICIONALES.....	589
A.II.1.- CONTENIDO	589
A.II.2.- TABLA RESUMEN DE ENSAYOS	590
A.II.3.- ENSAYOS EN VIGUETAS AISLADAS	591
A.II.4.- ENSAYOS EN FORJADOS DE CANTO 220 MM.....	599
A.II.5.- ENSAYOS EN FORJADOS DE CANTO 250 MM.....	638
A.II.6.- ENSAYOS EN FORJADOS DE CANTO 300 mm.....	650

A.II.- ENSAYOS ADICIONALES

A.II.1.- CONTENIDO

Los resultados experimentales que se incluyen en este anexo corresponden exclusivamente a nervios de forjado ejecutados a partir de viguetas del fabricante 2, realizados entre los años 2004 y 2011, incluyendo cuatro ensayos en viguetas aisladas en el año 2014.

Se plantean a partir del aumento de ensayos en los que se repiten los resultados de agotamiento en la carrera del gato o rotura por flexión, debido al cambio normativo que supone la Instrucción EFHE, pasando los ensayos de cortante a realizarse para una distancia de 3,5 H entre el eje del apoyo y el punto de aplicación de la carga.

El objetivo previsto no es tanto completar una amplia base de datos como la disponible para ensayos a flexión positiva a partir de los ensayos de control del Sello CIETAN sino disponer de un avance cualitativo en orden de magnitud de la resistencia a cortante en zonas de flexión negativa, para compararlos con los mismos elementos en flexión positiva, eliminando la variabilidad correspondiente a distintos diseños de viguetas de diversos fabricantes.

Los elementos prefabricados seleccionados corresponden a tres configuraciones de armado y tres niveles de pretensado distintas (baja – media – alta) a fin de disponer de resultados para todo el espectro. Todas las viguetas se han fabricado a partir de la misma ficha de producción y con los mismos controles, identificando el modelo como vigueta Z en los análisis realizados.

MODELO	TIPO	FECHA HORMIGONADO VIGUETA	ARMADO	PRETENSADO INICIAL (P ₀)
Vigueta Z	T-11-2	19/05/2005	5Ø4 mm	83,19 kN
	T-11-3	06/04/2004	6Ø4 mm	99,83 kN
	T-11-5	21/05/2005	9Ø4 mm	149,74 kN

Puesto que las viguetas empleadas corresponden a los lotes indicados y se han realizado ensayos con muestras de la misma partida hasta varios años más tarde, se ha empleado la expresión del MC2010 para tener en cuenta el aumento de la resistencia en función del tiempo.

$$f_{cm(t)} = \beta_{cc(t)} \cdot f_{cm} \quad \beta_{cc(t)} = \exp\left\{s \cdot \left[1 - \left(28/t\right)^{0,5}\right]\right\}$$

Donde “t” corresponde al tiempo en días, y “s” es un coeficiente que depende del tipo de cemento, en este caso, para cemento 42,5 N y s = 0,25

Para cada ensayo se dispone del valor de resistencia real estimado del hormigón en masa mediante resultados en probeta cilíndrica de 15x30 ensayado a compresión. Se ha obtenido por emplear el valor medio a partir de los dos resultados para cada amasada. Además, puesto que el hormigón de la vigueta y el del nervio en estos ensayos considerados es distinto se ha procedido a la homogeneización de la sección compuesta, tomando como referencia el hormigón del elemento prefabricado.

La armadura en cara superior de los forjados se ha dispuesto en todos los casos a una cota fija de 28 mm a efectos de recubrimiento mecánico.

También se ha empleado instrumentación para disponer de un dato preciso de la carga transmitida en algunos ensayos, en especial células de carga bajo apoyos intermedios en los ensayos a flexión negativa.

A.II.2.- TABLA RESUMEN DE ENSAYOS

En la siguiente tabla se organizan los forjados ensayados a partir de las viguetas prefabricadas. La configuración específica de cada ensayo se incluye en el acta individual del mismo.

Muestra	Tipo de vigueta	Canto de forjado	Armado superior	Tipo de Ensayo	Fecha hormigonado	Fecha ensayo	$f_{c,real}$ (MPa)
ENSAYOS EN VIGUETAS AISLADAS							
VP01	Tipo II	-	-	Aislado	19/05/05	05/11/14	44,50 (vig)
VP02	Tipo II	-	-	Asimétrico	19/05/05	06/11/14	44,50 (vig)
VP03	Tipo V	-	-	Aislado	21/05/05	05/11/14	44,80 (vig)
VP04	Tipo V	-	-	Asimétrico	21/05/05	06/11/14	44,80 (vig)
ENSAYOS DE CANTO 220 mm							
A01	Tipo II	220	2Ø16	Continuo	04/11/05	11/01/06	21,45
A01bis	Tipo II	220	-	Aislado	04/11/05	27/02/06	21,45
A02	Tipo V	220	2Ø16	Continuo	10/11/05	10/01/06	15,75
A02bis	Tipo V	220	-	Aislado	10/11/05	27/02/06	15,75
A03	Tipo V	220	2Ø16	Continuo	16/11/05	10/01/06	15,30
A03bis	Tipo V	220	-	Aislado	16/11/05	27/02/06	15,30
A04 (*)	Tipo II	220	2Ø16	Continuo	22/11/05	22/12/05	20,80
B01	Tipo V	220	2Ø10	Continuo	14/02/06	28/03/06	24,62
B01bis	Tipo V	220	-	Aislado	14/02/06	31/08/06	24,62
B02	Tipo II	220	2Ø10	Continuo	16/02/06	28/03/06	15,65
B02bis	Tipo II	220	-	Aislado	16/02/06	31/08/06	15,65
B03	Tipo V	220	2Ø10	Continuo	20/02/06	24/03/06	13,70
B03bis	Tipo V	220	-	Aislado	20/02/06	31/08/06	13,70
B04	Tipo II	220	2Ø10	Continuo	22/02/06	24/03/06	16,80
B04bis	Tipo II	220	-	Aislado	22/02/06	31/08/06	16,80
1	Tipo V	220	-	Aislado	01/03/06	30/03/06	18,05
2	Tipo V	220	-	Aislado	01/03/06	30/03/06	18,05
3	Tipo V	220	-	Aislado	02/03/06	30/03/06	28,75
4	Tipo II	220	-	Aislado	02/03/06	30/03/06	28,75
5	Tipo II	220	-	Aislado	03/03/06	30/03/06	23,95
6	Tipo II	220	-	Aislado	03/03/06	30/03/06	23,95
V01	Tipo II	220	2Ø10	Voladizo			
V02	Tipo V	220	2Ø10	Voladizo			
V03	Tipo II	220	2Ø16	Voladizo	02/11/11	21/03/12	37,40
V04	Tipo V	220	2Ø16	Voladizo	02/11/11	21/03/12	37,40
ENSAYOS DE CANTO 250 mm							
P01	Tipo III	250	2Ø16	Continuo	20/07/04	10/09/04	27,55
P02	Tipo III	250	2Ø16	Continuo	21/07/04	09/09/04	32,40
P03a	Tipo III	250	-	Aislado	19/08/04	16/09/04	32,04
P03b	Tipo III	250	-	Aislado	19/08/04	16/09/04	32,04
P03c	Tipo III	250	-	Aislado	19/08/04	16/09/04	32,04
P03d	Tipo III	250	-	Aislado	19/08/04	16/09/04	32,04
ENSAYOS DE CANTO 300 mm							
C01	Tipo II	300	2Ø16	Continuo	23/07/07	07/09/07	11,85
C01bis	Tipo II	300	-	Aislado	23/07/07	17/02/09	11,85
C02 (**)	Tipo II	300	2Ø16	Continuo	23/07/07	07/09/07	11,85
C03	Tipo II	300	2Ø20	Continuo	08/08/07	05/09/07	13,00
C03bis	Tipo II	300	2Ø20	Aislado	08/08/07	10/02/09	13,00
C04	Tipo II	300	2Ø20	Continuo	08/08/07	05/09/07	13,00
C04bis	Tipo II	300	-	Aislado	08/08/07	17/02/09	13,00
D01	Tipo V	300	2Ø16	Continuo	02/11/11	07/12/11	37,40
D02	Tipo V	300	2Ø16	Continuo	02/11/11	07/12/11	37,40

(*) Por un defecto de ejecución, esta muestra no contaba con armadura negativa en continuidad

(**) Durante la preparación del ensayo, se produjo el vuelco y caída de la muestra, no pudiendo ensayarse

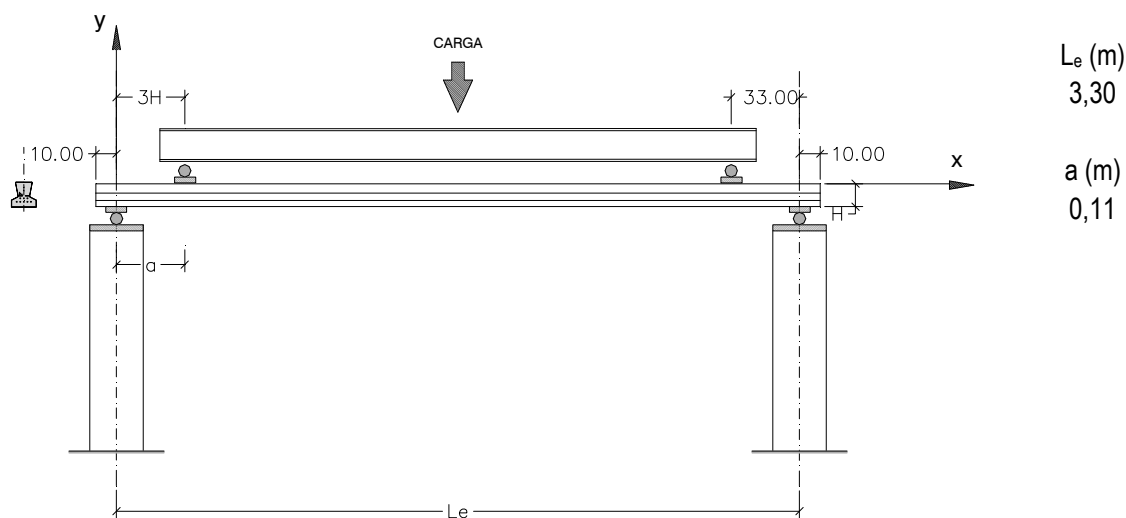
A.II.3.- ENSAYOS EN VIGUETAS AISLADAS

ENSAYO Nº VP01								
Laboratorio	Año	Autorización	Uso	L (m)	Forjado	Tipo	Modelo	Lentrega (mm)
IETcc-CSIC	2.014	6433		3,50	-	T-11-2	Vigueta Z	100
VIGUETA								
				\varnothing (mm)	$f_{c,real}$ (MPa)			
				4	HP/44,5			
				r_{min} (mm)	T_{max} (mm)			
				22,5	12			
				y_{Ap} (mm)	$y_{c.d.g.}$ (mm)			
				38,70	48,89			
σ_{p0} (MPa)	A_v (mm ²)							
1.324	8720							
Perd _∞ (%)	$S_{v,b}$ (mm ³)							
15,7	125.170							
f_{yk} (MPa)	I_v (mm ⁴)							
1.654	9.551.501,80							
FORJADO								
				H (mm)	$f_{c,real}$ (MPa)			
				110	-			
				r_{mec} (mm)	T_{max} (mm)			
				26,5	-			
				d (mm)	$y_{c.d.g.}$ (mm)			
				83,5	-			
b_1 (mm)	A_n (mm ²)							
55	-							
b_2 (mm)	$S_{n,b}$ (mm ³)							
-	-							
b_3 (mm)	I_v (mm ⁴)							
-	-							
ENSAYO								
$L_{cortante} / H$	P.P (kN/m)	Perfil (kN)	P_{gato} (kN)	$V_{u2, ficha}$	V_u (kN)	Observaciones		
3	0,02	1,75	46,40	15,11	24,11	Rotura por flexión		

ENSAYO N° VP01

Laboratorio IETcc-CSIC	t (días) 3.451	L_{cortante} / H 3	L (m) 3,50	Forjado -	Tipo T-11-2	Modelo Vigueta Z	L_{entrega} (mm) 100
---------------------------	-------------------	--------------------------------	---------------	--------------	----------------	---------------------	----------------------------------

ESQUEMA



IMAGENES



Ensayo
05/11/2014

Imagen 1
Vista general del
vano ensayado

Imagen 2
Detalle rotura

ROTURA

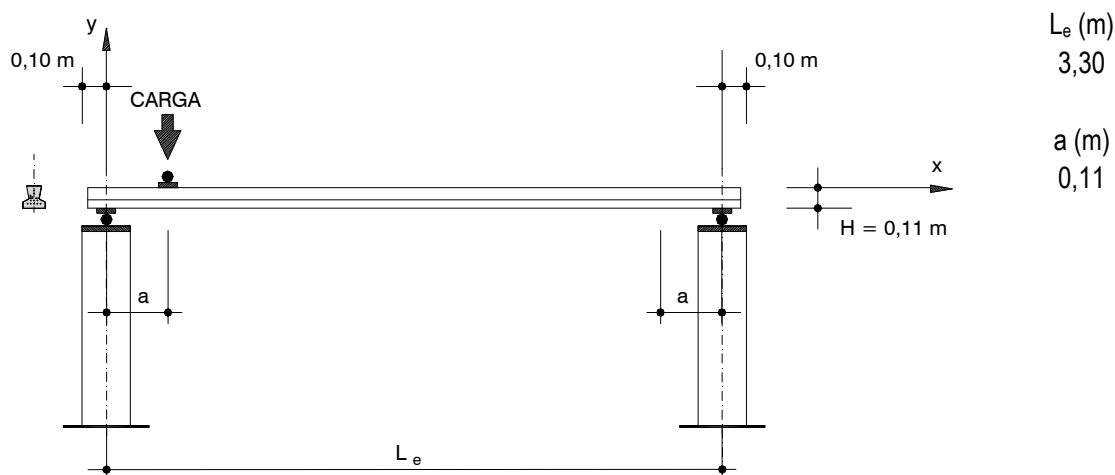
Estallido de la cabeza de compresión de la vigueta

ENSAYO N° VP02							
Laboratorio IETcc-CSIC	Año 2.014	Autorización Uso 6433	L (m) 3,50	Forjado -	Tipo T-11-2	Modelo Vigueta Z	L _{entrega} (mm) 100
VIGUETA							
				Ø (mm) 4	f _{c,real} (MPa) HP/44,5		
				r _{min} (mm) 22,5	T _{max} (mm) 12		
				y _{Ap} (mm) 38,70	y _{c.d.g.} (mm) 48,89		
				σ _{p0} (MPa) 1.324	A _v (mm ²) 8720		
				Perd _∞ (%) 15,7	S _{v,b} (mm ³) 125.170		
				f _{yk} (MPa) 1.654	I _v (mm ⁴) 9.551.501,80		
FORJADO							
				H (mm) 110	f _{c,real} (MPa) -		
				r _{mec} (mm) 26,5	T _{max} (mm) -		
				d (mm) 83,5	y _{c.d.g.} (mm) -		
				b ₁ (mm) 55	A _n (mm ²) -		
				b ₂ (mm) -	S _{n,b} (mm ³) -		
				b ₃ (mm) -	I _v (mm ⁴) -		
ENSAYO							
L _{cortante} / H 3	P.P (kN/m) 0,02	Perfil (kN) -	P _{gato} (kN) 27,10	V _{u2_ficha} 15,11	V_u (kN) 24,88	Observaciones Rotura por cortante	

ENSAYO N° VP02

Laboratorio IETcc-CSIC	t (días) 3.452	L_{cortante} / H 3	L (m) 3,50	Forjado -	Tipo T-11-2	Modelo Vigueta Z	L_{entrega} (mm) 100
---------------------------	-------------------	--------------------------------	---------------	--------------	----------------	---------------------	----------------------------------

ESQUEMA



IMAGENES



Ensayo
06/11/2014

Imagen 1
Vista general del
vano ensayado

Imagen 2
Detalle rotura

ROTURA

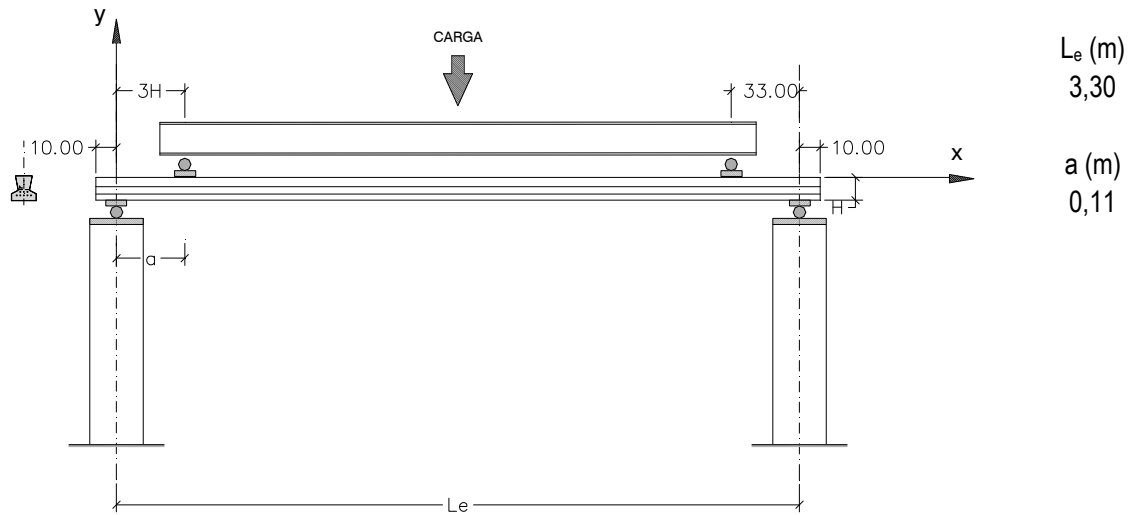
Rotura por cortante a partir de fisura por flexión bajo el punto de aplicación de la carga

ENSAYO Nº VP03							
Laboratorio IETcc-CSIC	Año 2.014	Autorización Uso 6433	L (m) 3,50	Forjado -	Tipo T-11-5	Modelo Vigueta Z	L _{entrega} (mm) 100
VIGUETA							
						Ø (mm) 4	f _{c,real} (MPa) HP/44,8
						r _{min} (mm) 22,5	T _{max} (mm) 12
						y _{Ap} (mm) 42,27	y _{c.d.g.} (mm) 48,89
						σ _{p0} (MPa) 1.324	A _v (mm ²) 8720
						Perd _∞ (%) 23,2	S _{v,b} (mm ³) 125.170
						f _{yk} (MPa) 1.654	I _v (mm ⁴) 9.551.501,80
FORJADO							
						H (mm) 110	f _{c,real} (MPa) -
						r _{mec} (mm) 36,61	T _{max} (mm) -
						d (mm) 73,39	y _{c.d.g.} (mm) -
						b ₁ (mm) 55	A _n (mm ²) -
						b ₂ (mm) -	S _{n,b} (mm ³) -
						b ₃ (mm) -	I _v (mm ⁴) -
ENSAYO							
L _{cortante} / H 3	P.P. (kN/m) 0,02	Perfil (kN) 1,75	P _{gato} (kN) 46,70	V _{u2_ficha} 17,64	V _u (kN) 24,26	Observaciones Rotura por flexión	

ENSAYO N° VP03

Laboratorio IETcc-CSIC	t (días) 3.449	L_{cortante} / H 3	L (m) 3,50	Forjado -	Tipo T-11-5	Modelo Vigueta Z	L_{entrega} (mm) 100
---------------------------	-------------------	--------------------------------	---------------	--------------	----------------	---------------------	----------------------------------

ESQUEMA



IMAGENES



Ensayo
05/11/2014

Imagen 1
Vista general del
vano ensayado

Imagen 2
Detalle rotura

ROTURA

Estallido de la cabeza de compresión de la vigueta

ENSAYO Nº VP04							
Laboratorio IETcc-CSIC	Año 2.014	Autorización Uso 6433	L (m) 3,50	Forjado -	Tipo T-11-5	Modelo Vigueta Z	L _{entrega} (mm) 100
VIGUETA							
						Ø (mm) 4	f _{c,real} (MPa) HP/44,8
						r _{min} (mm) 22,5	T _{max} (mm) 12
						y _{Ap} (mm) 42,27	y _{c.d.g.} (mm) 48,89
						σ _{p0} (MPa) 1.324	A _v (mm ²) 8720
						Perd _∞ (%) 23,2	S _{v,b} (mm ³) 125.170
						f _{yk} (MPa) 1.654	I _v (mm ⁴) 9.551.501,80
FORJADO							
						H (mm) 110	f _{c,real} (MPa) -
						r _{mec} (mm) 36,61	T _{max} (mm) -
						d (mm) 73,39	y _{c.d.g.} (mm) -
						b ₁ (mm) 55	A _n (mm ²) -
						b ₂ (mm) -	S _{n,b} (mm ³) -
						b ₃ (mm) -	I _v (mm ⁴) -
ENSAYO							
L _{cortante} / H 3	P.P (kN/m) 0,02	Perfil (kN) -	P _{gato} (kN) 25,80	V _{u2_ficha} 17,64	V _u (kN) 23,69	Observaciones Rotura por cortante	

ENSAYO N° VP04							
Laboratorio IETcc-CSIC	t (días) 3.450	L_{cortante} / H 3	L (m) 3,50	Forjado -	Tipo T-11-5	Modelo Vigueta Z	L_{entrega} (mm) 100
ESQUEMA							
							L_e (m) 3,30 a (m) 0,11 $H = 0,11$ m
IMAGENES							
							Ensayo 06/11/2014 Imagen 1 Vista general del vano ensayado Imagen 2 Detalle rotura
ROTURA							
Rotura por cortante sin fisuración previa							

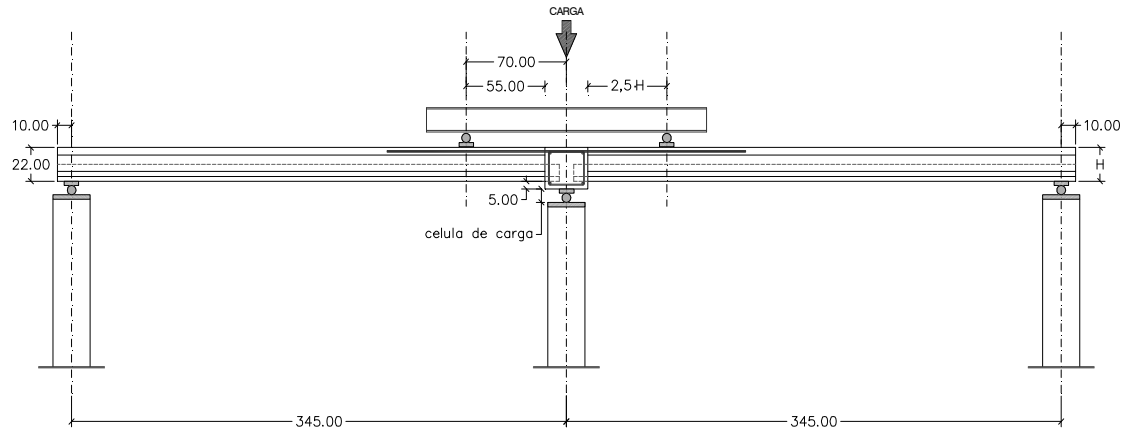
A.II.4.- ENSAYOS EN FORJADOS DE CANTO 220 mm

ENSAYO Nº A01								
Laboratorio IETcc-CSIC	Año 2.006	Autorización 6433	Uso	L (m) 3,50	Forjado 18+4	Tipo T-11-2	Modelo Vigueta Z	Lentrega (mm) 100
VIGUETA								
			\varnothing (mm) 4	$f_{c,real}$ (MPa) HP/44,5				
			r_{min} (mm) 22,5	T_{max} (mm) 12				
			y_{Ap} (mm) 38,70	$y_{c.d.g.}$ (mm) 48,67				
			σ_{p0} (MPa) 1.324	A_v (mm ²) 8464,46				
			Perd _∞ (%) 15,7	$S_{v,b}$ (mm ³) 126.008				
			f_{yk} (MPa) 1.654	I_v (mm ⁴) 9484342,25				
FORJADO (2Ø16)								
			H (mm) 220	$f_{c,real}$ (MPa) 19,83				
			r_{mec} (mm) 28	T_{max} (mm) 12				
			d (mm) 192	$y_{c.d.g.}$ (mm) 48,89				
			b_1 (mm) 55	A_v (mm ²) 8720				
			b_2 (mm) 156	$S_{v,b}$ (mm ³) 125.170				
			b_3 (mm) 156	I_v (mm ⁴) 9.551.501,80				
ENSAYO								
$L_{cortante} / H$ 2,5	P.P (kN/m) 0,88	Perfil (kN) 0,70	P_{gato} (kN) 117,36	V_{u2_ficha} 16,73	V_u (kN) 54,45	Observaciones Rotura por rasante ala		

ENSAYO N° A01

Laboratorio	t (días)	L_{cortante} / H	P.P (kN/m)	Perfil (kN)	P_{gato} (kN)	V_{u2_ficha}	V_u (kN)
IETcc-CSIC	232	2,5	0,88	0,70	117,36	16,73	54,45

ESQUEMA



IMAGENES



Ensayo
11/01/06

Imagen 1
Rotura en lado
derecho, vista
superior

Imagen 2
Rotura en lado
derecho, vista
inferior

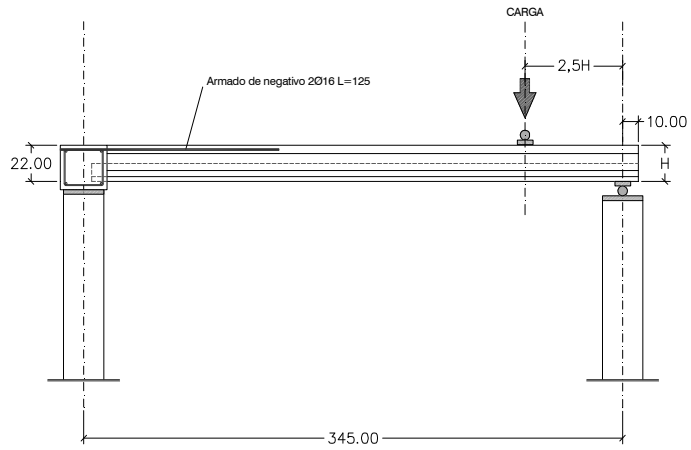
ROTURA

Rotura por rasante de ala. Se despegó desde apoyo intermedio hasta centro del vano.
Fisuras por flexión bajo punto de aplicación de la carga

ENSAYO N° A01bis

Laboratorio	t (días)	L_{cortante} / H	P.P (kN/m)	Perfil (kN)	P_{gato} (kN)	V_{u2_ficha}	V_u (kN)
IETcc-CSIC	278	2,5	0,88	-	48	22,72	41,45

ESQUEMA



IMAGENES



Ensayo
27/02/06

Imagen 1
Vista general
montaje ensayo

Imagen 2
Rotura en lado
ensayado

ROTURA

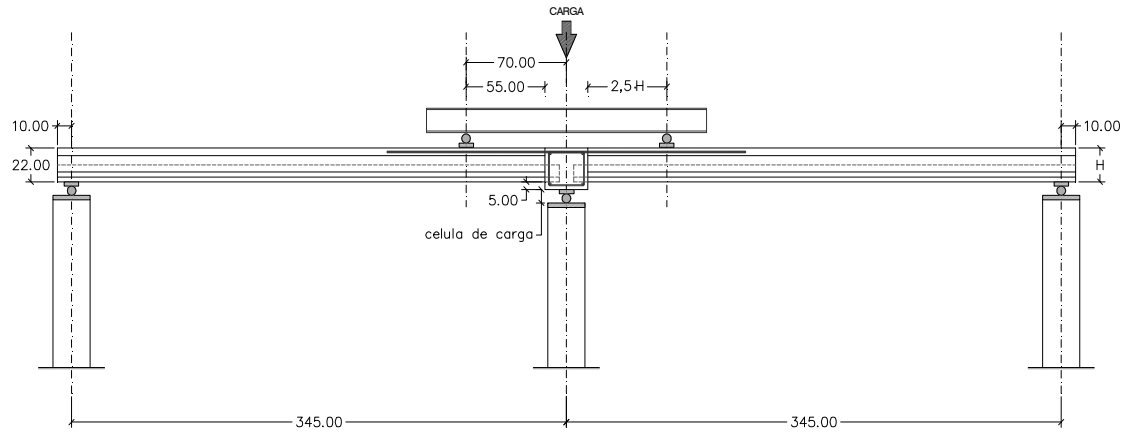
Rotura por flexión bajo el punto de aplicación de la carga

ENSAYO N° A02								
Laboratorio IETcc-CSIC	Año 2.006	Autorización 6433	Uso 6433	L (m) 3,50	Forjado 18+4	Tipo T-11-5	Modelo Vigueta Z	L _{entrega} (mm) 100
VIGUETA								
				\varnothing (mm) 4	$f_{c,real}$ (MPa) HP/44,8			
				r_{min} (mm) 22,5	T_{max} (mm) 12			
				y_{Ap} (mm) 42,27	$y_{c.d.g.}$ (mm) 48,89			
				σ_{p0} (MPa) 1.324	A_v (mm ²) 8720			
				Perd _∞ (%) 23,2	$S_{v,b}$ (mm ³) 125.170			
				f_{yk} (MPa) 1.654	I_v (mm ⁴) 9.551.501,80			
FORJADO (2Ø16)								
				H (mm) 220	$f_{c,real}$ (MPa) 15,27			
				r_{mec} (mm) 28	T_{max} (mm) 12			
				d (mm) 192	$y_{c.d.g.,H}$ (mm) 135,38			
				b_1 (mm) 55	$A_{n,H}$ (mm ²) 32.380,43			
				b_2 (mm) 156	$S_{n,b,H}$ (mm ³) 533.016,76			
				b_3 (mm) 156	$I_{v,H}$ (mm ⁴) 140.052.358,09			
ENSAYO								
$L_{cortante} / H$ 2,5	P.P. (kN/m) 0,88	Perfil (kN) 0,70	P_{gato} (kN) 100,12	V_{u2_ficha} 16,78	V_u (kN) 46,04	Observaciones Rotura por cortante		

ENSAYO Nº A02

Laboratorio	t (días)	L_{cortante} / H	P.P (kN/m)	Perfil (kN)	P_{gato} (kN)	V_{u2_ficha}	V_u (kN)
IETcc-CSIC	229	2,5	0,88	0,70	100,12	16,78	46,04

ESQUEMA



IMAGENES



Ensayo
10/01/06

Imagen 1
Vista general del
apoyo central

Imagen 2
Rotura en lado
izquierdo

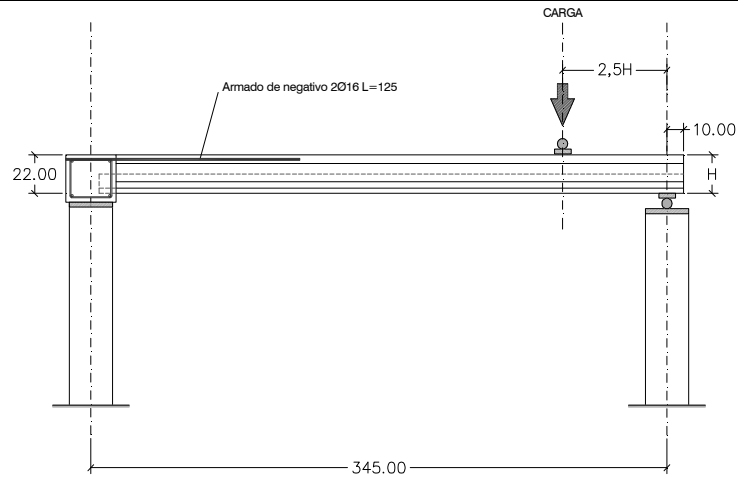
ROTURA

Rotura por cortante en lado izquierdo a partir de fisuras de flexión desde la cara superior.
La principal que se abre es la más cercana al apoyo, comenzando en la mitad del vano de cortante

ENSAYO N° A02bis

Laboratorio	t (días)	L_{cortante} / H	P.P (kN/m)	Perfil (kN)	P_{gato} (kN)	$V_{u2, \text{ficha}}$	V_u (kN)
IETcc-CSIC	275	2,5	0,88	64,6		22,72	55,29

ESQUEMA



IMAGENES



Ensayo
27/02/06

Imagen 1
Detalle de la
zona ensayada

Imagen 2
Rotura en lado
ensayado

ROTURA

Rotura por cortante. Estallido del alma, sin empezar desde fisura de flexión en cara inferior.

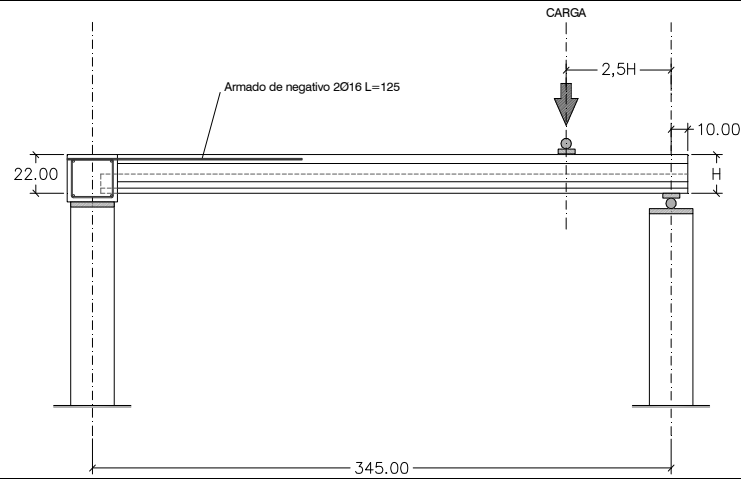
ENSAYO N° A03								
Laboratorio IETcc-CSIC	Año 2.006	Autorización 6433	Uso 6433	L (m) 3,50	Forjado 18+4	Tipo T-11-5	Modelo Vigueta Z	L _{entrega} (mm) 100
VIGUETA								
				Ø (mm) 4	f _{c,real} (MPa) HP/44,8			
				r _{min} (mm) 22,5	T _{max} (mm) 12			
				y _{Ap} (mm) 42,27	y _{c.d.g.} (mm) 48,89			
				σ _{p0} (MPa) 1.324	A _v (mm ²) 8720			
				Perd _∞ (%) 23,2	S _{v,b} (mm ³) 125.170			
				f _{yk} (MPa) 1.654	I _v (mm ⁴) 9.551.501,80			
FORJADO (2Ø16)								
				H (mm) 220	f _{c,real} (MPa) 15,71			
				r _{mec} (mm) 28	T _{max} (mm) 12			
				d (mm) 192	y _{c.d.g.,H} (mm) 135,38			
				b ₁ (mm) 55	A _{n,H} (mm ²) 32.380,43			
				b ₂ (mm) 156	S _{n,b,H} (mm ³) 533.016,76			
				b ₃ (mm) 156	I _{v,H} (mm ⁴) 140.052.358,09			
ENSAYO								
L _{cortante} / H 2,5	P.P (kN/m) 0,88	Perfil (kN) 0,70	P _{gato} (kN) 110,17	V _{u2_ficha} 16,78	V _u (kN) 49,35	Observaciones Rotura por cortante		

ENSAYO N° A03							
Laboratorio	t (días)	$L_{cortante} / H$	P.P (kN/m)	Perfil (kN)	P_{gato} (kN)	V_{u2_ficha}	V_u (kN)
IETcc-CSIC	229	2,5	0,88	0,70	110,17	16,78	49,35
ESQUEMA							
IMAGENES							
						<p>Ensayo 10/01/06</p> <p>Imagen 1 Vista general de la rotura</p> <p>Imagen 2 Vista de la rotura desde la cara inferior</p>	
ROTURA							
<p>Rotura por cortante en lado izquierdo a partir de fisuras de flexión desde la cara superior. La principal que se abre es la más cercana al apoyo, comenzando en la mitad del vano de cortante Se produce el despegue completo de la vigueta, al desprenderse el lateral del nervio</p>							

ENSAYO N° A03bis

Laboratorio	t (días)	L_{cortante} / H	P.P (kN/m)	Perfil (kN)	P_{gato} (kN)	$V_{u2, \text{ficha}}$	V_u (kN)
IETcc-CSIC	275	2,5	0,88	-	48,6	22,72	41,95

ESQUEMA



IMAGENES



Ensayo
27/02/06

Imagen 1
Detalle de la
zona ensayada

Imagen 2
Rotura en lado
ensayado

ROTURA

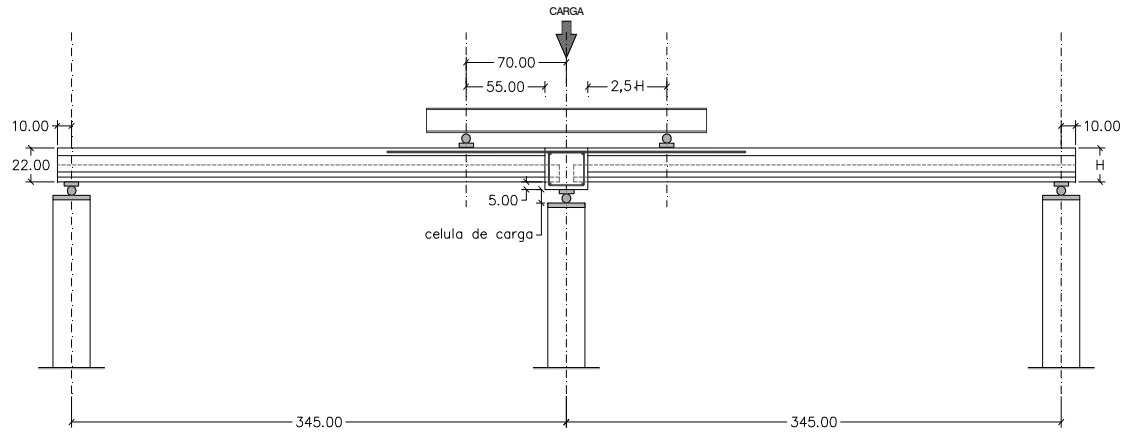
Rotura por cortante. A partir de una fisura por flexión en el nervio in situ, y separación de vigueta

ENSAYO N° A04							
Laboratorio IETcc-CSIC	Año 2.005	Autorización Uso 6433	L (m) 3,50	Forjado 18+4	Tipo T-11-2	Modelo Vigueta Z	L _{entrega} (mm) 100
VIGUETA							
			Ø (mm) 4	f _{c,real} (MPa) HP/44,5			
			r _{min} (mm) 22,5	T _{max} (mm) 12			
			y _{Ap} (mm) 38,70	y _{c.d.g.} (mm) 48,89			
			σ _{p0} (MPa) 1.324	A _v (mm ²) 8720			
			Perd _∞ (%) 15,7	S _{v,b} (mm ³) 125.170			
			f _{yk} (MPa) 1.654	I _v (mm ⁴) 9.551.501,80			
FORJADO (2Ø16)							
			H (mm) 220	f _{c,real} (MPa) 20,80			
			r _{mec} (mm) 28	T _{max} (mm) 12			
			d (mm) 192	y _{c.d.g.H} (mm) 135,38			
			b ₁ (mm) 55	A _{n,H} (mm ²) 32.380,43			
			b ₂ (mm) 156	S _{n,b,H} (mm ³) 533.016,76			
			b ₃ (mm) 156	I _{v,H} (mm ⁴) 140.052.358,09			
ENSAYO							
L _{cortante} / H 2,5	P.P (kN/m) 0,88	Perfil (kN) 0,70	P _{gato} (kN) 76,44	V _{u2_ficha} 16,73	V _u (kN) 33,22	Observaciones Rotura por cortante (*)Sin armadura negativo	

ENSAYO Nº A04

Laboratorio	t (días)	L_{cortante} / H	P.P (kN/m)	Perfil (kN)	P_{gato} (kN)	V_{u2_ficha}	V_u (kN)
IETcc-CSIC	213	2,5	0,88	0,70	76,44	16,73	33,22

ESQUEMA



IMAGENES



Ensayo
22/12/05

Imagen 1
Vista general de
la rotura

Imagen 2
Detalle del tramo
donde se
produce la rotura

ROTURA

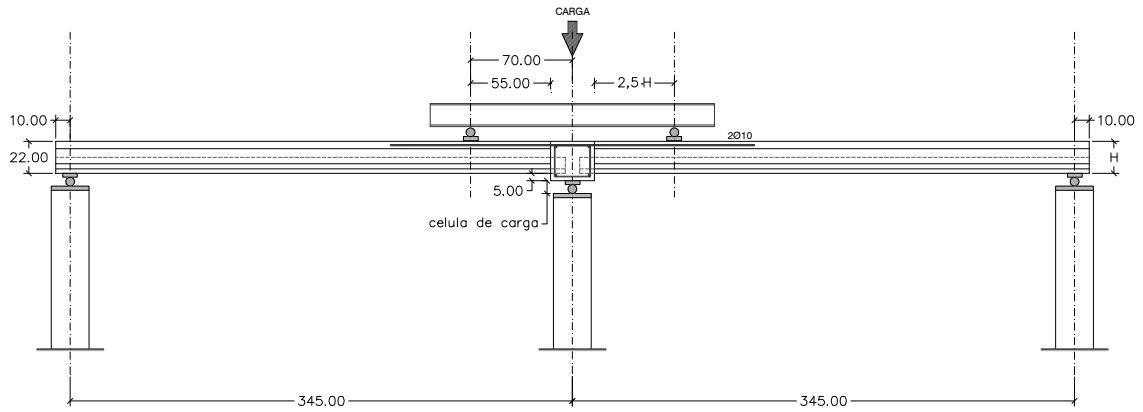
Rotura por cortante en lado derecho según comportamiento de vano aislado en flexión positiva
Se produce una fisura vertical en la mitad del vano de cortante en el nervio de hormigón in situ.
Armadura de cara superior no continua

ENSAYO Nº B01								
Laboratorio IETcc-CSIC	Año 2.006	Autorización 6433	Uso 6433	L (m) 3,50	Forjado 18+4	Tipo T-11-5	Modelo Vigueta Z	L _{entrega} (mm) 100
VIGUETA								
				Ø (mm) 4	f _{c,real} (MPa) HP/44,8			
				r _{min} (mm) 22,5	T _{max} (mm) 12			
				y _{Ap} (mm) 42,27	y _{c.d.g.} (mm) 48,89			
				σ _{p0} (MPa) 1.324	A _v (mm ²) 8720			
				Perd _∞ (%) 23,2	S _{v,b} (mm ³) 125.170			
				f _{yk} (MPa) 1.654	I _v (mm ⁴) 9.551.501,80			
FORJADO (2Ø10)								
				H (mm) 220	f _{c,real} (MPa) 21,5			
				r _{mec} (mm) 28	T _{max} (mm) 12			
				d (mm) 192	y _{c.d.g.H} (mm) 135,38			
				b ₁ (mm) 55	A _{n,H} (mm ²) 32.380,43			
				b ₂ (mm) 156	S _{n,b,H} (mm ³) 533.016,76			
				b ₃ (mm) 156	I _{v,H} (mm ⁴) 140.052.358,09			
ENSAYO								
L _{cortante} / H 2,5	P.P (kN/m) 0,88	Perfil (kN) 0,70	P _{gato} (kN) 93,60	V _{u2_ficha} 16,78	V _u (kN) 43,15	Observaciones Rotura por cortante		

ENSAYO Nº B01

Laboratorio	t (días)	$L_{cortante} / H$	P.P (kN/m)	Perfil (kN)	P_{gato} (kN)	V_{u2_ficha}	V_u (kN)
IETcc-CSIC	307	2,5	0,88	0,70	93,60	16,78	43,15

ESQUEMA



IMAGENES



Ensayo
28/03/06

Imagen 1
Vista general de
las muestras



Imagen 2
Detalle de la
sección a
ensayar

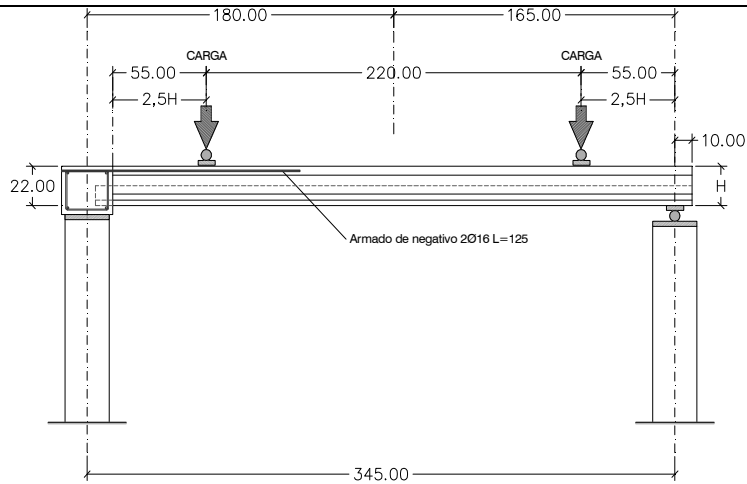
ROTURA

Rotura por cortante

ENSAYO N° B01bis

Laboratorio	t (días)	L_{cortante} / H	P.P (kN/m)	Perfil (kN)	P_{gato} (kN)	$V_{u2, \text{ficha}}$	V_u (kN)
IETcc-CSIC	465	2,5	0,88	1,75	71,2	22,72	37,93

ESQUEMA



IMAGENES



Ensayo
31/08/06

Imagen 1
Vista general del
elemento



Imagen 2
Rotura en lado
ensayado

ROTURA

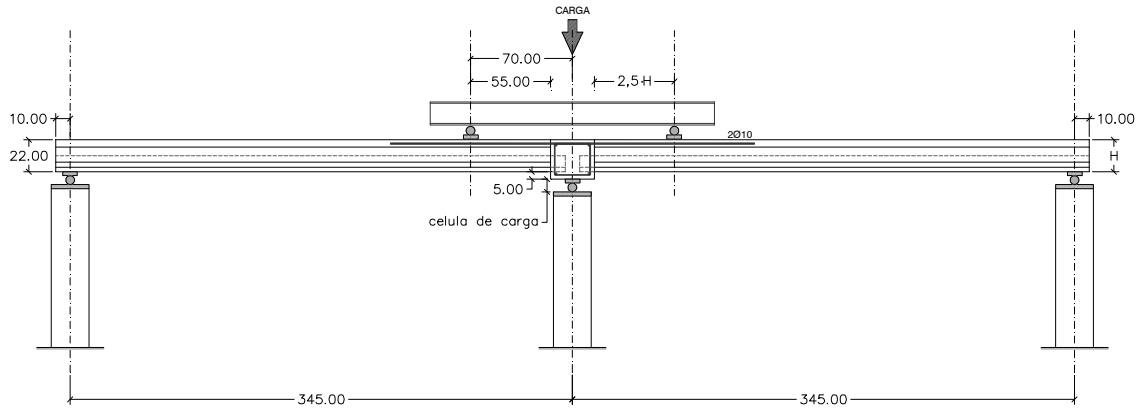
Rotura por cortante en el lado del zuncho, a partir de fisura vertical de flexión en el nervio in situ

ENSAYO N° B02								
Laboratorio IETcc-CSIC	Año 2.006	Autorización 6433	Uso 6433	L (m) 3,50	Forjado 18+4	Tipo T-11-2	Modelo Vigueta Z	L _{entrega} (mm) 100
VIGUETA								
				Ø (mm) 4	f _{c,real} (MPa) HP/44,5			
				r _{min} (mm) 22,5	T _{max} (mm) 12			
				y _{Ap} (mm) 38,70	y _{c.d.g.} (mm) 48,89			
				σ _{p0} (MPa) 1.324	A _v (mm ²) 8720			
				Perd _∞ (%) 15,7	S _{v,b} (mm ³) 125.170			
				f _{yk} (MPa) 1.654	I _v (mm ⁴) 9.551.501,80			
FORJADO (2Ø10)								
				H (mm) 220	f _{c,real} (MPa) 15,67			
				r _{mec} (mm) 28	T _{max} (mm) 12			
				d (mm) 192	y _{c.d.g.H} (mm) 135,38			
				b ₁ (mm) 55	A _{n,H} (mm ²) 32.380,43			
				b ₂ (mm) 156	S _{n,b,H} (mm ³) 533.016,76			
				b ₃ (mm) 156	I _{v,H} (mm ⁴) 140.052.358,09			
ENSAYO								
L _{cortante} / H 2,5	P.P (kN/m) 0,88	Perfil (kN) 0,70	P _{gato} (kN) 78,52	V _{u2_ficha} 16,73	V _u (kN) 36,26	Observaciones Rotura por cortante		

ENSAYO N° B02

Laboratorio IETcc-CSIC	t (días) 309	L_{cortante} / H 2,5	P.P (kN/m) 0,88	Perfil (kN) 0,70	P_{gato} (kN) 78,52	V_{u2_ficha} 16,73	V_u (kN) 36,26
---------------------------	-----------------	----------------------------------	--------------------	---------------------	---------------------------------	--------------------------	----------------------------

ESQUEMA



IMAGENES



Ensayo
28/03/06

Imagen 1
Vista general de
las muestras

Imagen 2
Detalle del
zuncho de
armado en apoyo



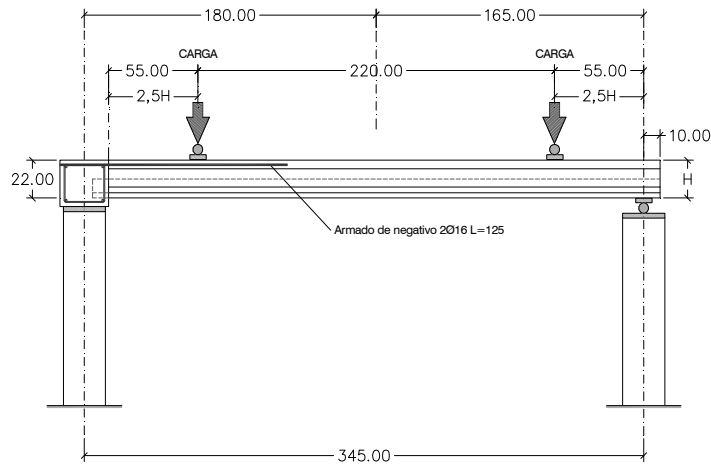
ROTURA

Rotura por cortante

ENSAYO N° B02bis

Laboratorio	t (días)	L_{cortante} / H	P.P (kN/m)	Perfil (kN)	P_{gato} (kN)	$V_{u2, \text{ficha}}$	V_u (kN)
IETcc-CSIC	467	2,5	0,88	1,75	56	22,72	30,33

ESQUEMA



IMAGENES



Ensayo
21/08/06

Imagen 1
Vista general del
elemento

Imagen 2
Rotura en lado
ensayado

ROTURA

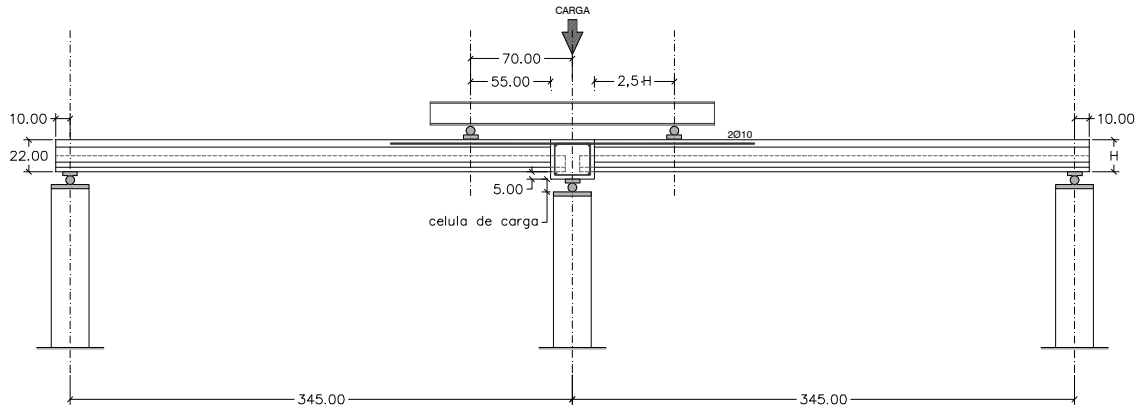
Rotura por cortante en el lado sin armadura en cara superior, a partir de fisuras verticales de flexión en el nervio in situ. Primero falla la cabeza de compresión, se despegar de la vigueta y luego rompe ésta.

ENSAYO N° B03							
Laboratorio IETcc-CSIC	Año 2.006	Autorización Uso 6433	L (m) 3,50	Forjado 18+4	Tipo T-11-5	Modelo Vigueta Z	L _{entrega} (mm) 100
VIGUETA							
						∅ (mm) 4	f _{c,real} (MPa) HP/44,8
						r _{min} (mm) 22,5	T _{max} (mm) 12
						y _{Ap} (mm) 42,27	y _{c.d.g.} (mm) 48,89
						σ _{p0} (MPa) 1.324	A _v (mm ²) 8720
						Perd _∞ (%) 23,2	S _{v,b} (mm ³) 125.170
						f _{yk} (MPa) 1.654	I _v (mm ⁴) 9.551.501,80
FORJADO (2∅10)							
						H (mm) 220	f _{c,real} (MPa) 21,5
						r _{mec} (mm) 28	T _{max} (mm) 12
						d (mm) 192	y _{c.d.g,H} (mm) 135,38
						b ₁ (mm) 55	A _{n,H} (mm ²) 32.380,43
						b ₂ (mm) 156	S _{n,b,H} (mm ³) 533.016,76
						b ₃ (mm) 156	I _{v,H} (mm ⁴) 140.052.358,09
ENSAYO							
L _{cortante} / H 2,5	P.P. (kN/m) 0,88	Perfil (kN) 0,70	P _{gato} (kN) 110,0	V _{u2_ficha} 16,78	V _u (kN) 42,59	Observaciones Rotura por cortante	

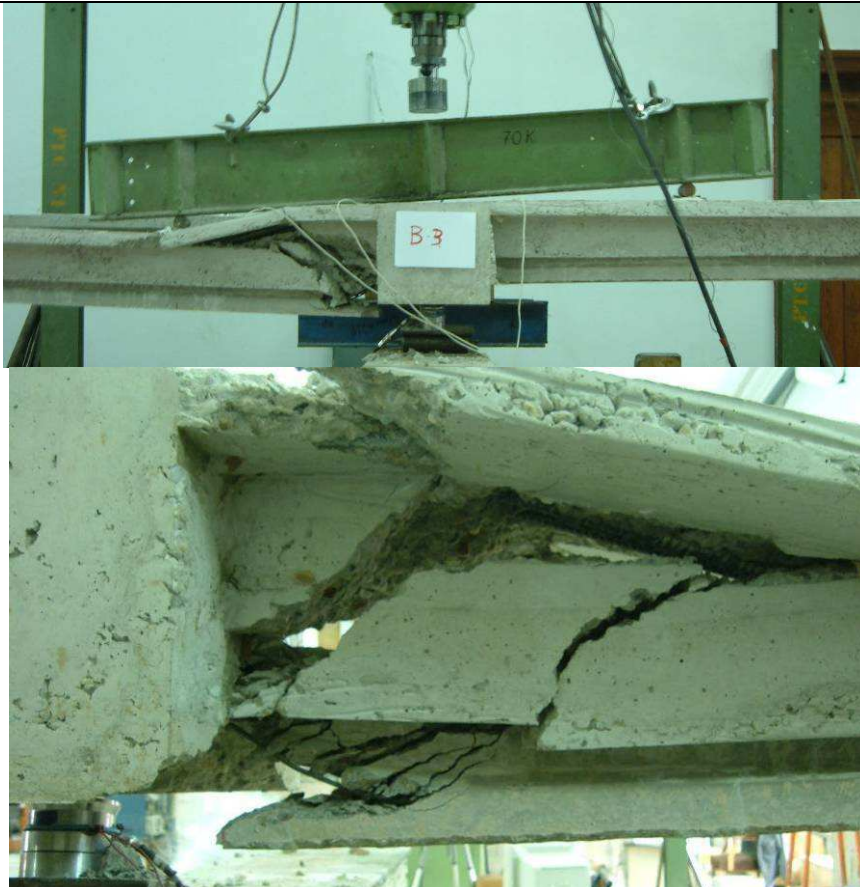
ENSAYO N° B03

Laboratorio IETcc-CSIC	t (días) 303	L_{cortante} / H 2,5	P.P (kN/m) 0,88	Perfil (kN) 0,70	P_{gato} (kN) 110,0	V_{u2_ficha} 16,78	V_u (kN) 42,59
---------------------------	-----------------	----------------------------------	--------------------	---------------------	---------------------------------	--------------------------	----------------------------

ESQUEMA



IMAGENES



Ensayo
24/03/06

Imagen 1
Vista general de
la rotura

Imagen 2
Detalle de la
rotura desde el
otro lado

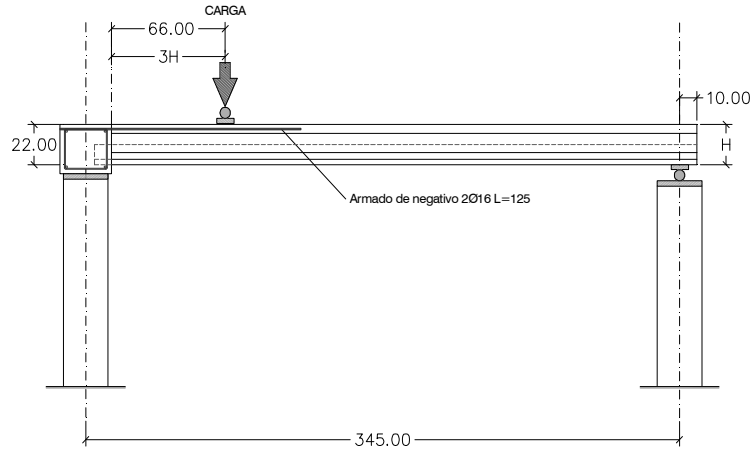
ROTURA

Rotura por cortante. Estallido del nervio in situ, con fisura inclinada hacia el apoyo
Se producen fisuras de flexión intermedias, pero la que produce la rotura es la más cercana al apoyo

ENSAYO N° B03bis

Laboratorio	t (días)	L_{cortante} / H	P.P (kN/m)	Perfil (kN)	P_{gato} (kN)	V_{u2_ficha}	V_u (kN)
IETcc-CSIC	467	2,5	0,88	-	74,40	22,72	60,97

ESQUEMA



IMAGENES



Ensayo
31/08/06

Imagen 1
Vista general del
ensayo y la
rotura

Imagen 2
Rotura en lado
ensayado



ROTURA

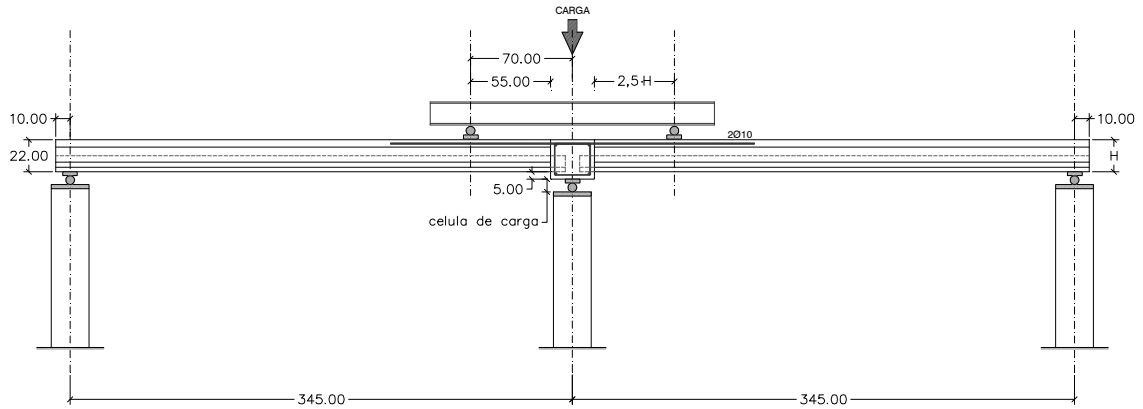
Rotura por cortante en el lado del zuncho. Estallido del nervio in situ, con fisura inclinada hacia el apoyo. Se producen fisuras de flexión intermedias, pero la que produce la rotura es la más cercana al apoyo

ENSAYO N° B04								
Laboratorio IETcc-CSIC	Año 2.006	Autorización 6433	Uso 6433	L (m) 3,50	Forjado 18+4	Tipo T-11-2	Modelo Vigueta Z	L _{entrega} (mm) 100
VIGUETA								
			∅ (mm) 4	f _{c,real} (MPa) HP/44,5				
			r _{min} (mm) 22,5	T _{max} (mm) 12				
			y _{Ap} (mm) 38,70	y _{c.d.g.} (mm) 48,89				
			σ _{p0} (MPa) 1.324	A _v (mm ²) 8720				
			Perd _∞ (%) 15,7	S _{v,b} (mm ³) 125.170				
			f _{yk} (MPa) 1.654	I _v (mm ⁴) 9.551.501,80				
FORJADO (2∅10)								
			H (mm) 220	f _{c,real} (MPa) 17,20				
			r _{mec} (mm) 28	T _{max} (mm) 12				
			d (mm) 192	y _{c.d.g,H} (mm) 135,38				
			b ₁ (mm) 55	A _{n,H} (mm ²) 32.380,43				
			b ₂ (mm) 156	S _{n,b,H} (mm ³) 533.016,76				
			b ₃ (mm) 156	I _{v,H} (mm ⁴) 140.052.358,09				
ENSAYO								
L _{cortante} / H 2,5	P.P. (kN/m) 0,88	Perfil (kN) 0,70	P _{gato} (kN) 102,68	V _{u2_ficha} 16,73	V _u (kN) 45,88	Observaciones Rotura por cortante		

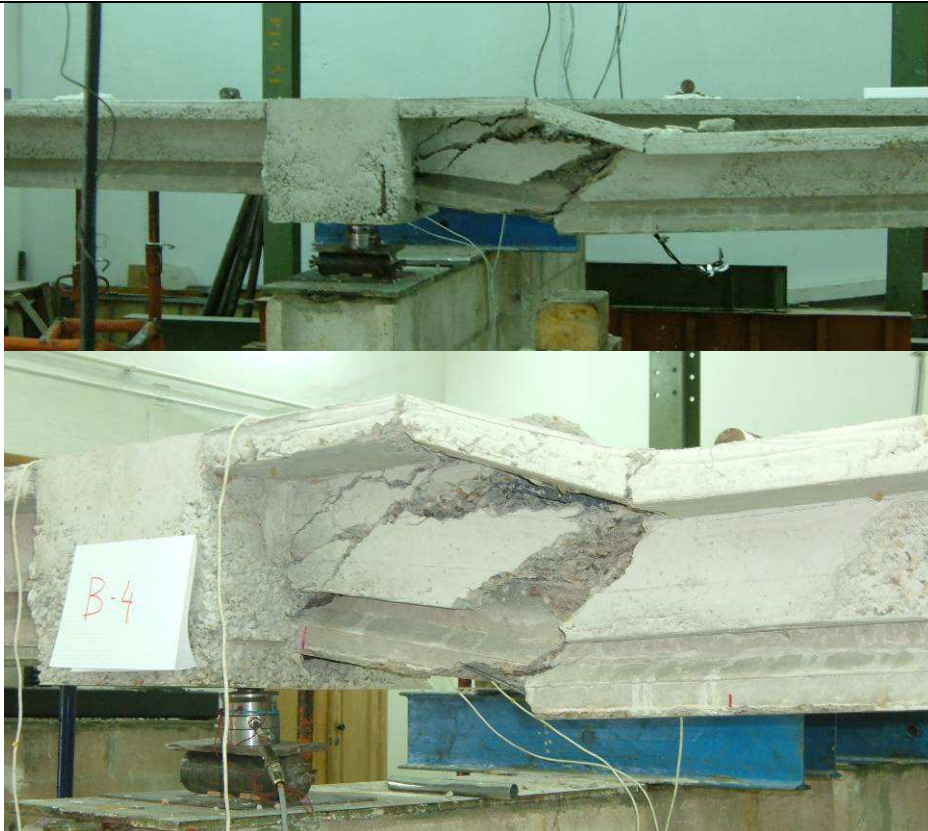
ENSAYO N° B04

Laboratorio	t (días)	L_{cortante} / H	P.P (kN/m)	Perfil (kN)	P_{gato} (kN)	V_{u2_ficha}	V_u (kN)
IETcc-CSIC	305	2,5	0,88	0,70	102,68	16,73	45,88

ESQUEMA



IMAGENES



Ensayo
24/03/06

Imagen 1
Vista general de
la rotura

Imagen 2
Detalle de la
rotura

ROTURA

Rotura por cortante lado derecho. Aparecen fisuras por flexión en el hormigón in situ, aunque en la rotura la principal fisura es inclinada hacia al apoyo, que no se origina a partir de una de flexión

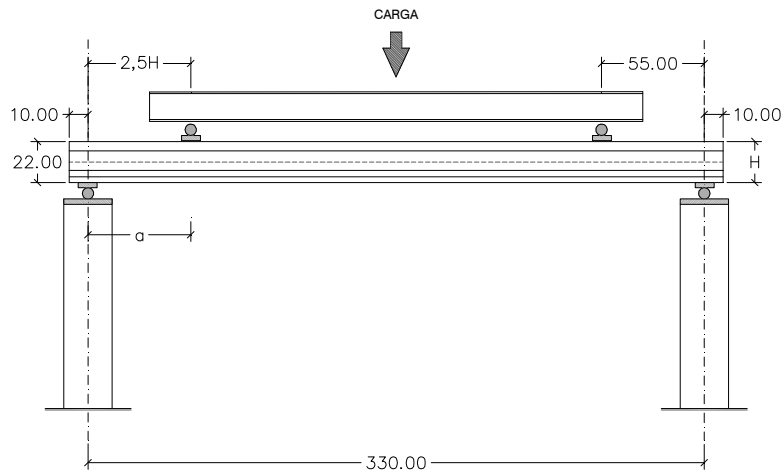
ENSAYO N° B04bis							
Laboratorio	t (días)	L_{cortante} / H	P.P (kN/m)	Perfil (kN)	P_{gato} (kN)	$V_{u2, \text{ficha}}$	V_u (kN)
IETcc-CSIC	467	3	0,88	-	42,6	22,72	35,53
ESQUEMA							
IMAGENES							
						Ensayo 31/08/06	
						Imagen 2 Elemento tras caída del ala	
ROTURA							
Rotura por flexión bajo el punto de aplicación de la carga, con rotura de alambres Previamente, se ha producido la rotura y caída del ala de la viga en el vano de cortante							

ENSAYO Nº 1							
Laboratorio IETcc-CSIC	Año 2.006	Autorización Uso 6433	L (m) 3,50	Forjado 18+4	Tipo T-11-5	Modelo Vigueta Z	L _{entrega} (mm) 100
VIGUETA							
						Ø (mm) 4	f _{c,real} (MPa) HP/44,8
						r _{min} (mm) 22,5	T _{max} (mm) 12
						y _{Ap} (mm) 42,27	y _{c.d.g.} (mm) 48,89
						σ _{p0} (MPa) 1.324	A _v (mm ²) 8720
						Perd _∞ (%) 23,2	S _{v,b} (mm ³) 125.170
						f _{yk} (MPa) 1.654	I _v (mm ⁴) 9.551.501,80
FORJADO							
						H (mm) 220	f _{c,real} (MPa) 19,53
						r _{mec} (mm) 36,61	T _{max} (mm) 12
						d (mm) 183,39	y _{c.d.g.H} (mm) 135,82
						b ₁ (mm) 55	A _{n,H} (mm ²) 33.074,85
						b ₂ (mm) 156	S _{n,b,H} (mm ³) 535.146,59
						b ₃ (mm) 156	I _{v,H} (mm ⁴) 141.962.454,9
ENSAYO							
L _{cortante} / H 2,5	P.P (kN/m) 0,88	Perfil (kN) 1,75	P _{gato} (kN) 105,72	V _{u2_ficha} 16,03	V _u (kN) 55,1	Observaciones Rotura por cortante	

ENSAYO N° 1

Laboratorio	t (días)	L_{cortante} / H	P.P (kN/m)	Perfil (kN)	P_{gato} (kN)	V_{u2_ficha}	V_u (kN)
IETcc-CSIC	309	2,5	0,88	1,75	105,72	16,03	55,1

ESQUEMA



IMAGENES



Ensayo
30/03/06

Imagen 1
Vista general del
elemento

Imagen 2
Rotura en lado
izquierdo

ROTURA

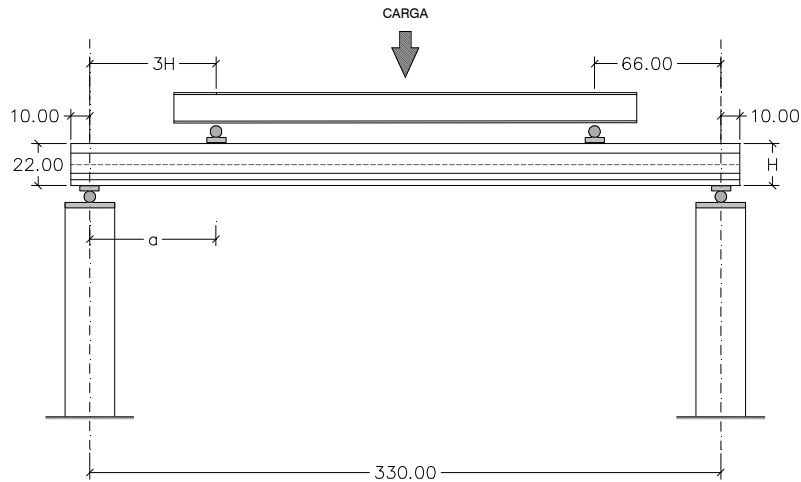
Rotura por cortante en lado izquierdo. Fisura inclinada en el nervio in situ a mitad del vano de cortante
En el momento de la rotura se desprenden las alas superiores de la sección

ENSAYO N° 2							
Laboratorio IETcc-CSIC	Año 2.006	Autorización Uso 6433	L (m) 3,50	Forjado 18+4	Tipo T-11-5	Modelo Vigueta Z	L _{entrega} (mm) 100
VIGUETA							
						∅ (mm) 4	f _{c,real} (MPa) HP/44,8
						r _{min} (mm) 22,5	T _{max} (mm) 12
						y _{Ap} (mm) 42,27	y _{c.d.g.} (mm) 48,89
						σ _{p0} (MPa) 1.324	A _v (mm ²) 8720
						Perd _∞ (%) 23,2	S _{v,b} (mm ³) 125.170
						f _{yk} (MPa) 1.654	I _v (mm ⁴) 9.551.501,80
FORJADO							
						H (mm) 220	f _{c,real} (MPa) 19,53
						r _{mec} (mm) 36,61	T _{max} (mm) 12
						d (mm) 183,39	y _{c.d.g.H} (mm) 135,82
						b ₁ (mm) 55	A _{n,H} (mm ²) 33.074,85
						b ₂ (mm) 156	S _{n,b,H} (mm ³) 535.146,59
						b ₃ (mm) 156	I _{v,H} (mm ⁴) 141.962.454,9
ENSAYO							
L _{cortante} / H 3	P.P. (kN/m) 0,88	Perfil (kN) 1,75	P _{gato} (kN) 87,12	V _{u2_ficha} 16,03	V _u (kN) 45,80	Observaciones Rotura por rasante	

ENSAYO N° 2

Laboratorio	t (días)	$L_{cortante} / H$	P.P (kN/m)	Perfil (kN)	P_{gato} (kN)	V_{u2_ficha}	V_u (kN)
IETcc-CSIC	309	3	0,88	1,75	87,12	16,03	45,80

ESQUEMA



IMAGENES



Ensayo
30/03/06

Imagen 1
Vista general en
el momento de la
rotura



Imagen 2
Rotura en lado
izquierdo

ROTURA

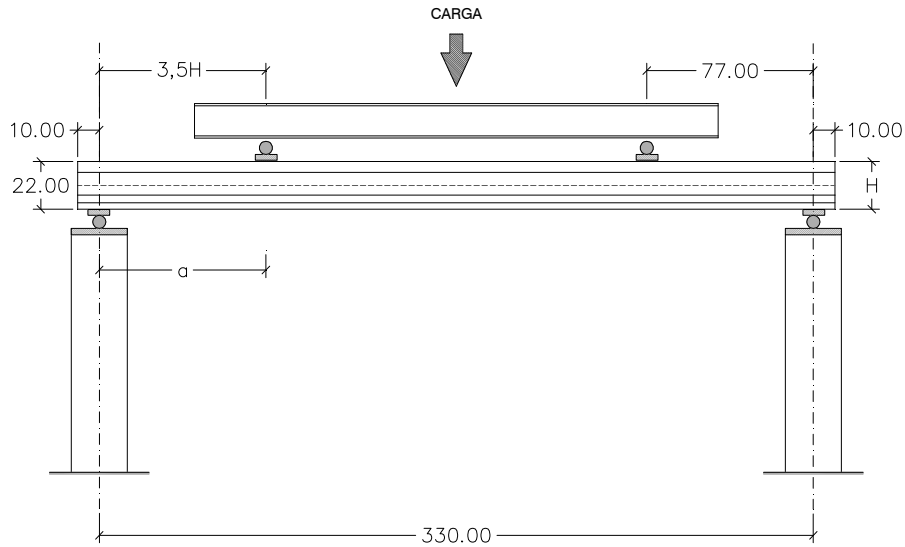
Rotura por rasante en el lado izquierdo. A partir de fisura vertical de tracción en el nervio in situ
Bajo el punto de aplicación de la carga, se produce el despegue entre hormigones

ENSAYO N° 3							
Laboratorio IETcc-CSIC	Año 2.006	Autorización Uso 6433	L (m) 3,50	Forjado 18+4	Tipo T-11-5	Modelo Vigueta Z	L _{entrega} (mm) 100
VIGUETA							
						∅ (mm) 4	f _{c,real} (MPa) HP/44,8
						r _{min} (mm) 22,5	T _{max} (mm) 12
						y _{Ap} (mm) 42,27	y _{c.d.g.} (mm) 48,89
						σ _{p0} (MPa) 1.324	A _v (mm ²) 8720
						Perd _∞ (%) 23,2	S _{v,b} (mm ³) 125.170
						f _{yk} (MPa) 1.654	I _v (mm ⁴) 9.551.501,80
FORJADO							
						H (mm) 220	f _{c,real} (MPa) 28,63
						r _{mec} (mm) 36,61	T _{max} (mm) 12
						d (mm) 183,39	y _{c.d.g.,H} (mm) 137,64
						b ₁ (mm) 55	A _{n,H} (mm ²) 36.199,65
						b ₂ (mm) 156	S _{n,b,H} (mm ³) 543.659,01
						b ₃ (mm) 156	I _{v,H} (mm ⁴) 150.408.847,37
ENSAYO							
L _{cortante} / H 3,5	P.P. (kN/m) 0,88	Perfil (kN) 1,75	P _{gato} (kN) 95,77	V _{u2_ficha} 16,03	V _u (kN) 49,60	Observaciones Rotura por cortante	

ENSAYO N° 3

Laboratorio	t (días)	L_{cortante} / H	P.P (kN/m)	Perfil (kN)	P_{gato} (kN)	V_{u2_ficha}	V_u (kN)
IETcc-CSIC	309	3,5	0,88	0,70	95,77	16,03	49,60

ESQUEMA



IMAGENES



Ensayo
30/03/06

Imagen 1
Vista general en
el momento de la
rotura

Imagen 2
Rotura en lado
derecho



ROTURA

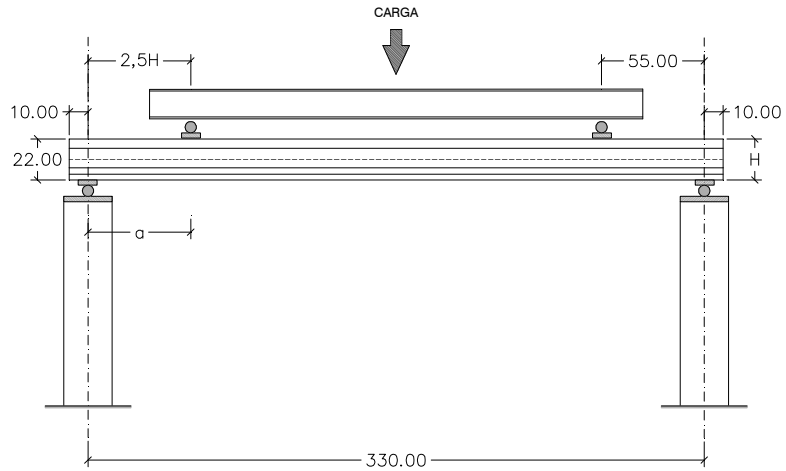
Rotura por cortante en el lado derecho. A partir de una fisura por tracción en el nervio in situ
Bajo el punto de aplicación de la carga, se produce caída del ala de la sección

ENSAYO N° 4								
Laboratorio IETcc-CSIC	Año 2.006	Autorización 6433	Uso 6433	L (m) 3,50	Forjado 18+4	Tipo T-11-2	Modelo Vigueta Z	L _{entrega} (mm) 100
VIGUETA								
			Ø (mm) 4	f _{c,real} (MPa) HP/44,5				
			r _{min} (mm) 22,5	T _{max} (mm) 12				
			y _{Ap} (mm) 38,70	y _{c.d.g.} (mm) 48,89				
			σ _{p0} (MPa) 1.324	A _v (mm ²) 8720				
			Perd _∞ (%) 15,7	S _{v,b} (mm ³) 125.170				
			f _{yk} (MPa) 1.654	I _v (mm ⁴) 9.551.501,80				
FORJADO								
			H (mm) 220	f _{c,real} (MPa) 28,63				
			r _{mec} (mm) 36,61	T _{max} (mm) 12				
			d (mm) 183,39	y _{c.d.g.H} (mm) 137,64				
			b ₁ (mm) 55	A _{n,H} (mm ²) 36.199,65				
			b ₂ (mm) 156	S _{n,b,H} (mm ³) 543.659,01				
			b ₃ (mm) 156	I _{v,H} (mm ⁴) 150.408.847,37				
ENSAYO								
L _{cortante} / H 2,5	P.P (kN/m) 0,88	Perfil (kN) 1,75	P _{gato} (kN) 81,12	V _{u2_ficha} 16,86	V _u (kN) 42,80	Observaciones Se agota carrera gato		

ENSAYO N° 4

Laboratorio	t (días)	L_{cortante} / H	P.P (kN/m)	Perfil (kN)	P_{gato} (kN)	V_{u2_ficha}	V_u (kN)
IETcc-CSIC	311	2,5	0,88	1,75	81,12	16,86	42,80

ESQUEMA



IMAGENES



Ensayo
30/03/06

Imagen 1
Deformación
maxima

Imagen 2
Detalle fisuración
centro de vano



ROTURA

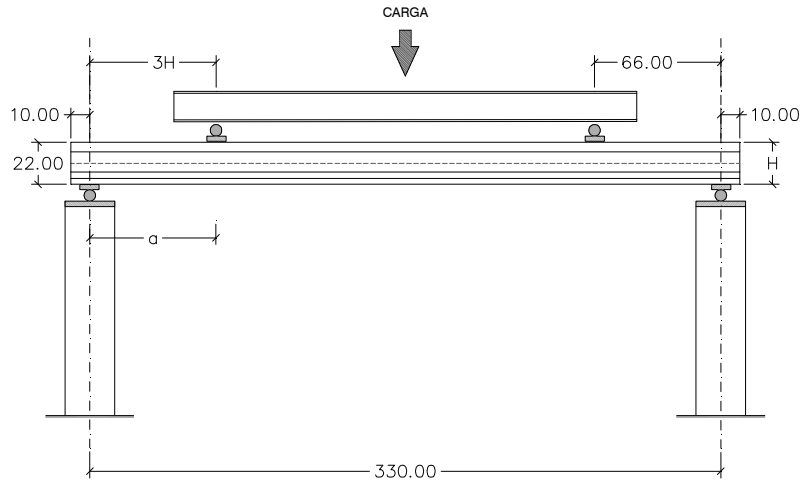
No se alcanza la rotura, al agotarse la carrera del gato y registrar una importante deformación por flexión

ENSAYO N° 5								
Laboratorio IETcc-CSIC	Año 2.006	Autorización 6433	Uso 6433	L (m) 3,50	Forjado 18+4	Tipo T-11-2	Modelo Vigueta Z	L _{entrega} (mm) 100
VIGUETA								
				Ø (mm) 4	f _{c,real} (MPa) HP/44,5			
				r _{min} (mm) 22,5	T _{max} (mm) 12			
				y _{Ap} (mm) 38,70	y _{c.d.g.} (mm) 48,89			
				σ _{p0} (MPa) 1.324	A _v (mm ²) 8720			
				Perd _∞ (%) 15,7	S _{v,b} (mm ³) 125.170			
				f _{yk} (MPa) 1.654	I _v (mm ⁴) 9.551.501,80			
FORJADO								
				H (mm) 220	f _{c,real} (MPa) 23,22			
				r _{mec} (mm) 36,61	T _{max} (mm) 12			
				d (mm) 183,39	y _{c.d.g.H} (mm) 136,68			
				b ₁ (mm) 55	A _{n,H} (mm ²) 34.463,65			
				b ₂ (mm) 156	S _{n,b,H} (mm ³) 539.033,69			
				b ₃ (mm) 156	I _{v,H} (mm ⁴) 145.744.696,80			
ENSAYO								
L _{cortante} / H 3	P.P (kN/m) 0,88	Perfil (kN) 1,75	P _{gato} (kN) 64,12	V _{u2_ficha} 16,86	V _u (kN) 34,40	Observaciones Se agota carrera gato		

ENSAYO N° 5

Laboratorio	t (días)	L_{cortante} / H	P.P (kN/m)	Perfil (kN)	P_{gato} (kN)	V_{u2_ficha}	V_u (kN)
IETcc-CSIC	311	3	0,88	1,75	64,12	16,86	34,40

ESQUEMA



IMAGENES



Ensayo
30/03/06

Imagen 1
Deformación
remanente



Imagen 2
Fisuración por
flexión en el
centro del vano

ROTURA

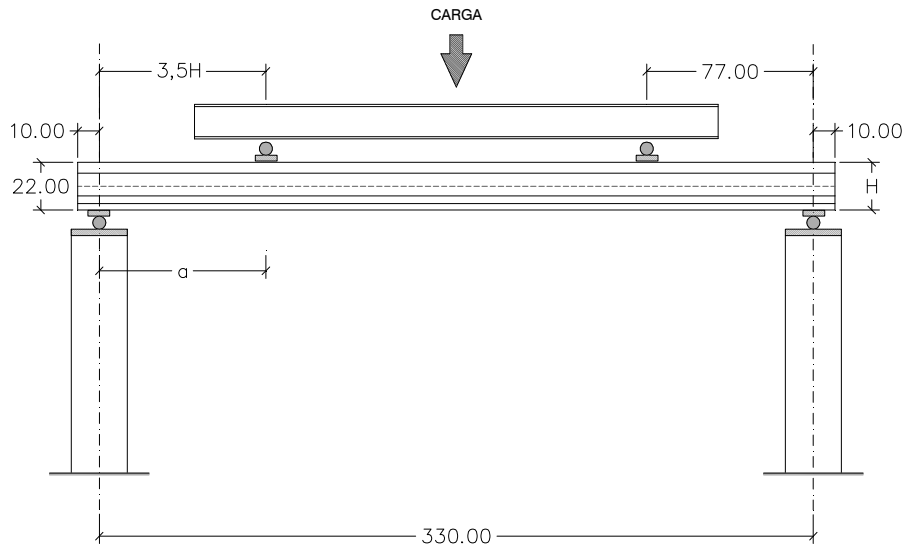
No se alcanza la rotura, al agotarse la carrera del gato y registrar una importante deformación por flexión

ENSAYO N° 6								
Laboratorio IETcc-CSIC	Año 2.006	Autorización 6433	Uso 6433	L (m) 3,50	Forjado 18+4	Tipo T-11-2	Modelo Vigueta Z	L _{entrega} (mm) 100
VIGUETA								
			Ø (mm) 4	f _{c,real} (MPa) HP/44,5				
			r _{min} (mm) 22,5	T _{max} (mm) 12				
			y _{Ap} (mm) 38,70	y _{c.d.g.} (mm) 48,89				
			σ _{p0} (MPa) 1.324	A _v (mm ²) 8720				
			Perd _∞ (%) 15,7	S _{v,b} (mm ³) 125.170				
			f _{yk} (MPa) 1.654	I _v (mm ⁴) 9.551.501,80				
FORJADO								
			H (mm) 220	f _{c,real} (MPa) 23,22				
			r _{mec} (mm) 36,61	T _{max} (mm) 12				
			d (mm) 183,39	y _{c.d.g,H} (mm) 136,68				
			b ₁ (mm) 55	A _{n,H} (mm ²) 34.463,65				
			b ₂ (mm) 156	S _{n,b,H} (mm ³) 539.033,69				
			b ₃ (mm) 156	I _{v,H} (mm ⁴) 145.744.696,80				
ENSAYO								
L _{cortante} / H 3,5	P.P (kN/m) 0,88	Perfil (kN) 1,75	P _{gato} (kN) 56,77	V _{u2_ficha} 16,86	V_u (kN) 30,10	Observaciones Rotura por flexión		

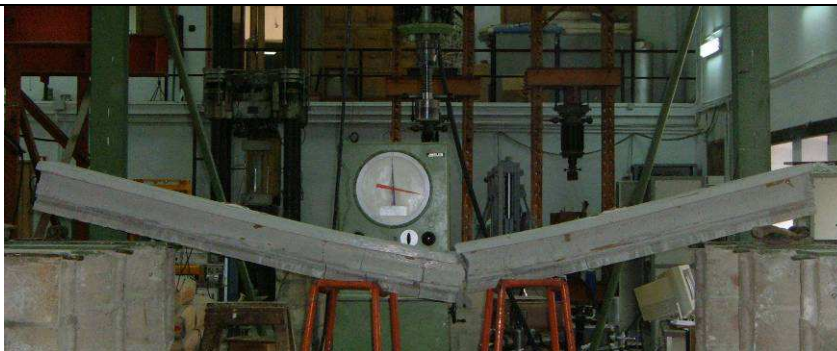
ENSAYO N° 6

Laboratorio	t (días)	L_{cortante} / H	P.P (kN/m)	Perfil (kN)	P_{gato} (kN)	V_{u2_ficha}	V_u (kN)
IETcc-CSIC	311	3,5	0,88	0,70	56,77	16,86	30,10

ESQUEMA



IMAGENES



Ensayo
30/03/06

Imagen 1
Vista general de
la rotura

Imagen 2
Detalle rotura



ROTURA

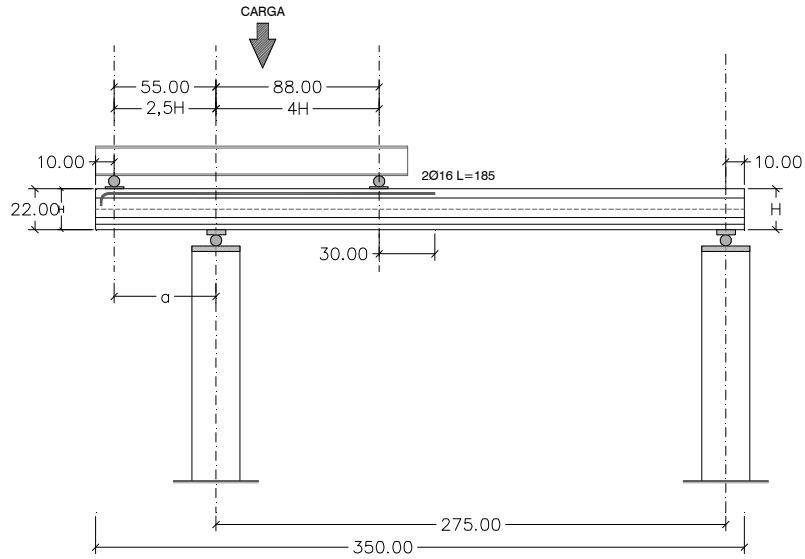
Rotura por flexión en centro del vano con rotura de alambres

ENSAYO N° V03							
Laboratorio IETcc-CSIC	Año 2.012	Autorización Uso 6433	L (m) 3,50	Forjado 18+4	Tipo T-11-2	Modelo Vigueta Z	L _{entrega} (mm) 100
VIGUETA							
						Ø (mm) 4	f _{c,real} (MPa) HP/44,5
						r _{min} (mm) 22,5	T _{max} (mm) 12
						y _{Ap} (mm) 38,70	y _{c.d.g.} (mm) 48,89
						σ _{p0} (MPa) 1.324	A _v (mm ²) 8720
						Perd _∞ (%) 15,7	S _{v,b} (mm ³) 125.170
						f _{yk} (MPa) 1.654	I _v (mm ⁴) 9.551.501,80
FORJADO (2Ø16)							
						H (mm) 220	f _{c,real} (MPa) 37,40
						r _{mec} (mm) 28	T _{max} (mm) 12
						d (mm) 192	y _{c.d.g.H} (mm) 135,38
						b ₁ (mm) 55	A _{n,H} (mm ²) 32.380,43
						b ₂ (mm) 156	S _{n,b,H} (mm ³) 533.016,76
						b ₃ (mm) 156	I _{v,H} (mm ⁴) 140.052.358,09
ENSAYO							
L _{cortante} / H 2,5 / 4	P.P. (kN/m) 0,88	Perfil (kN) 0,70	P _{gato} (kN) 127,10	V _{u2_ficha} 16,73	V _u (kN) 53,57	Observaciones Rotura por cortante	

ENSAYO N° V03

Laboratorio	t (días)	L_{cortante} / H	P.P (kN/m)	Perfil (kN)	P_{gato} (kN)	V_{u2_ficha}	V_u (kN)
IETcc-CSIC	2.492	2,5 / 4	0,88	0,70	127,10	16,73	53,57

ESQUEMA



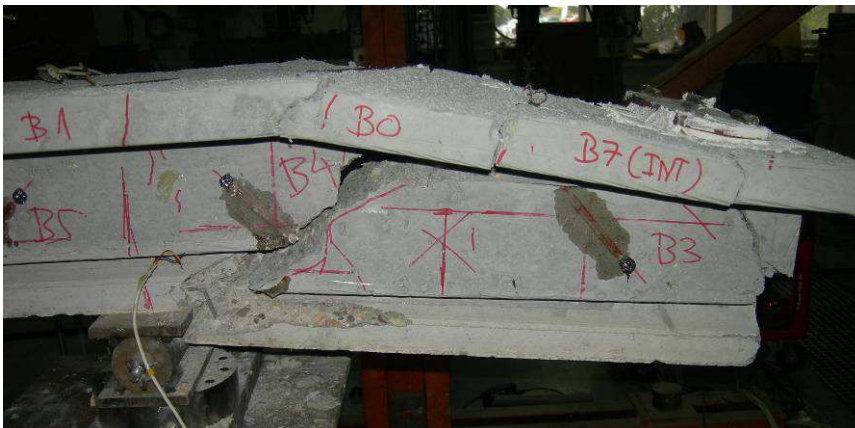
IMAGENES



Ensayo
21/03/2012

Imagen 1
Vista general del
ensayo

Imagen 2
Detalle rotura



ROTURA

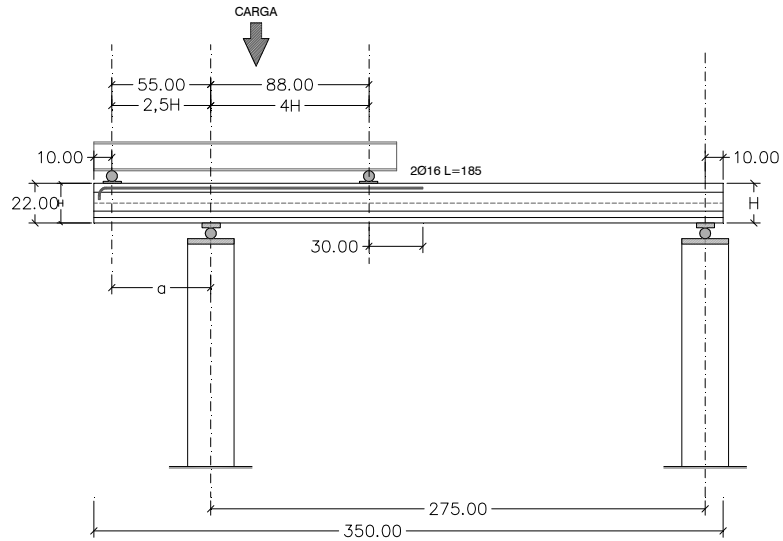
Rotura por cortante en el lado del voladizo a partir de una fisura por flexión que progresa hasta el apoyo

ENSAYO N° V04							
Laboratorio IETcc-CSIC	Año 2.012	Autorización Uso 6433	L (m) 3,50	Forjado 18+4	Tipo T-11-5	Modelo Vigueta Z	L _{entrega} (mm) 100
VIGUETA							
						Ø (mm) 4	f _{c,real} (MPa) HP/44,8
						r _{min} (mm) 22,5	T _{max} (mm) 12
						y _{Ap} (mm) 42,27	y _{c.d.g.} (mm) 48,89
						σ _{p0} (MPa) 1.324	A _v (mm ²) 8720
						Perd _∞ (%) 23,2	S _{v,b} (mm ³) 125.170
						f _{yk} (MPa) 1.654	I _v (mm ⁴) 9.551.501,80
FORJADO (2Ø16)							
						H (mm) 220	f _{c,real} (MPa) 37,40
						r _{mec} (mm) 28	T _{max} (mm) 12
						d (mm) 192	y _{c.d.g.H} (mm) 135,38
						b ₁ (mm) 55	A _{n,H} (mm ²) 32.380,43
						b ₂ (mm) 156	S _{n,b,H} (mm ³) 533.016,76
						b ₃ (mm) 156	I _{v,H} (mm ⁴) 140.052.358,09
ENSAYO							
L _{cortante} / H 2,5 / 4	P.P (kN/m) 0,88	Perfil (kN) 0,70	P _{gato} (kN) 120,30	V _{u2_ficha} 16,78	V _u (kN) 60,15	Observaciones Rotura por cortante	

ENSAYO N° V04

Laboratorio	t (días)	L_{cortante} / H	P.P (kN/m)	Perfil (kN)	P_{gato} (kN)	V_{u2_ficha}	V_u (kN)
IETcc-CSIC	2.490	2,5 / 4	0,88	0,70	120,30	16,78	60,15

ESQUEMA



IMAGENES



Ensayo
21/03/2012

Imagen 1
Fisuración a 1/3
del vano de
cortante por
flexión

Imagen 2
Detalle rotura



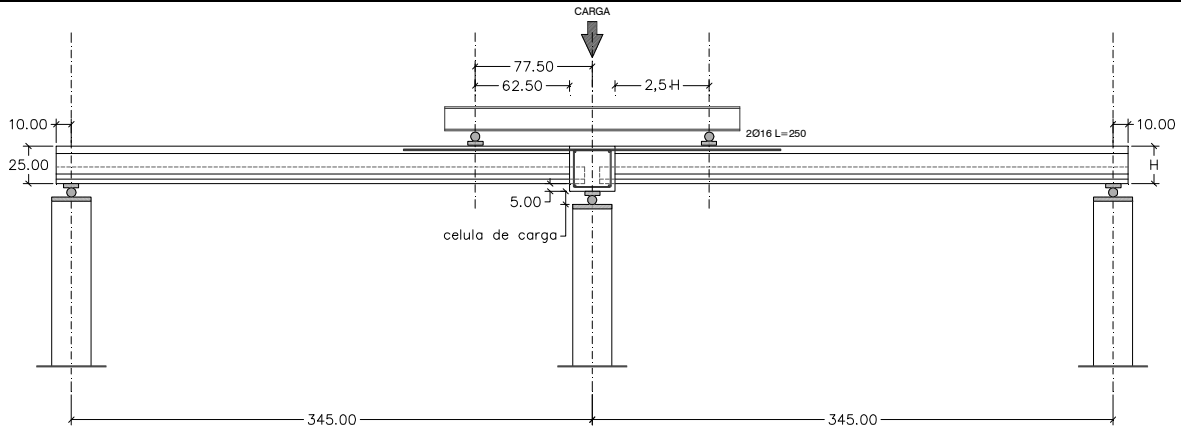
ROTURA

Rotura por cortante en el lado interior a partir de una fisura por flexión que progresa hasta el apoyo

ENSAYO N° P01

Laboratorio	t (días)	$L_{cortante} / H$	P.P (kN/m)	Perfil (kN)	P_{gato} (kN)	V_{u2_ficha}	V_u (kN)
IETcc-CSIC	154	2,5	0,98	0,70	116,65	21,34	51,13

ESQUEMA



IMAGENES



Ensayo
10/09/04

Imagen 1
Vista general de
la rotura

Imagen 2
Detalle de la
rotura



ROTURA

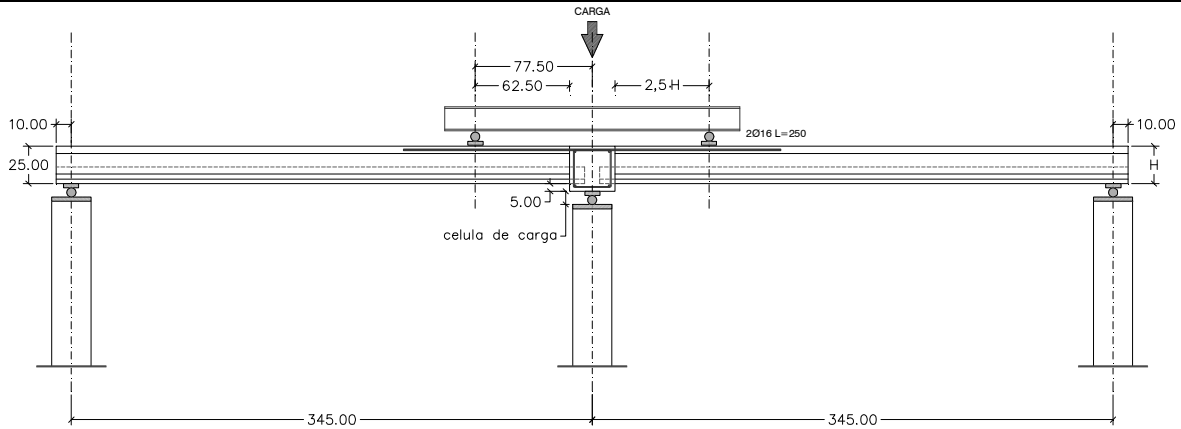
Rotura por cortante lado izquierdo. No se observan fisuras por flexión en el hormigón in situ en el alma
La principal fisura es inclinada hacia al apoyo, que no se origina a partir de una de flexión
El ala inferior de la vigueta se separa completamente a la altura del alma del elemento prefabricado

ENSAYO N° P02							
Laboratorio IETcc-CSIC	Año 2.004	Autorización Uso 6433	L (m) 3,50	Forjado 18+4	Tipo T-11-3	Modelo Vigueta Z	L _{entrega} (mm) 100
VIGUETA							
						Ø (mm) 4	f _{c,real} (MPa) HP/44,8
						r _{min} (mm) 22,5	T _{max} (mm) 12
						y _{Ap} (mm) 35,83	y _{c.d.g.} (mm) 48,89
						σ _{p0} (MPa) 1.324	A _v (mm ²) 8720
						Perd _∞ (%) 16,9	S _{v,b} (mm ³) 125.170
						f _{yk} (MPa) 1.654	I _v (mm ⁴) 9.551.501,80
FORJADO (2Ø16)							
						H (mm) 250	f _{c,real} (MPa) 34,02
						r _{mec} (mm) 28	T _{max} (mm) 12
						d (mm) 222	y _{c.d.g.,H} (mm) 154,33
						b ₁ (mm) 55	A _{n,H} (mm ²) 40.758,85
						b ₂ (mm) 156	S _{n,b,H} (mm ³) 621.971,92
						b ₃ (mm) 156	I _{v,H} (mm ⁴) 220.989.070,76
ENSAYO							
L _{cortante} / H 2,5	P.P (kN/m) 0,98	Perfil (kN) 0,70	P _{gato} (kN) 104,32	V _{u2_ficha} 21,34	V _u (kN) 47,09	Observaciones Rotura por cortante	

ENSAYO N° P02

Laboratorio	t (días)	L_{cortante} / H	P.P (kN/m)	Perfil (kN)	P_{gato} (kN)	V_{u2_ficha}	V_u (kN)
IETcc-CSIC	153	2,5	0,98	0,70	104,32	21,34	47,09

ESQUEMA



IMAGENES



Ensayo
09/09/04

Imagen 1
Fisuración inicial

Imagen 2
Detalle de la
rotura



ROTURA

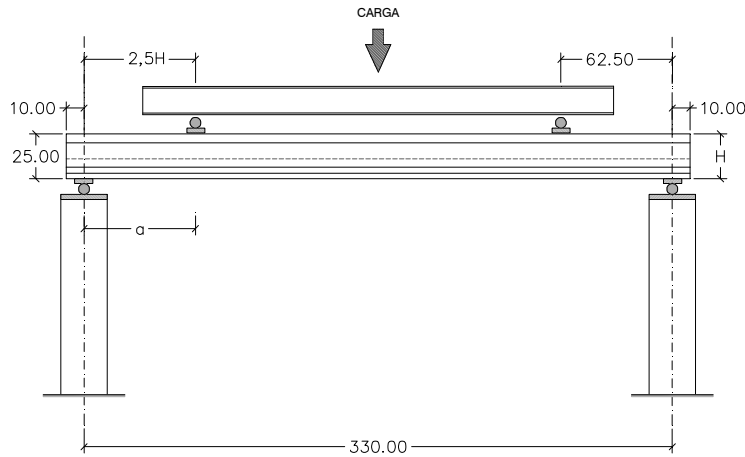
Rotura por cortante lado izquierdo. Existe fisuración por tracción horizontal en la unión entre hormigones. Al llegar a 102 kN en el gato, tras observar la fisuración se descarga hasta los 47 kN para volver a cargar. La carga total de rotura alcanza los 104,32 kN, colapsando el nervio con amplia fisuración.

ENSAYO N° P03a							
Laboratorio IETcc-CSIC	Año 2.004	Autorización Uso 6433	L (m) 3,50	Forjado 18+4	Tipo T-11-3	Modelo Vigueta Z	L _{entrega} (mm) 100
VIGUETA							
						Ø (mm) 4	f _{c,real} (MPa) HP/44,8
						r _{min} (mm) 22,5	T _{max} (mm) 12
						y _{Ap} (mm) 35,83	y _{c.d.g.} (mm) 48,89
						σ _{p0} (MPa) 1.324	A _v (mm ²) 8720
						Perd _∞ (%) 16,9	S _{v,b} (mm ³) 125.170
						f _{yk} (MPa) 1.654	I _v (mm ⁴) 9.551.501,80
FORJADO							
						H (mm) 250	f _{c,real} (MPa) 32,04
						r _{mec} (mm) 25,5	T _{max} (mm) 12
						d (mm) 224,5	y _{c.d.g.H} (mm) 154,33
						b ₁ (mm) 55	A _{n,H} (mm ²) 40.758,85
						b ₂ (mm) 156	S _{n,b,H} (mm ³) 621.971,92
						b ₃ (mm) 156	I _{v,H} (mm ⁴) 220.989.070,76
ENSAYO							
L _{cortante} / H 2,5	P.P (kN/m) 0,98	Perfil (kN) 1,75	P _{gato} (kN) 94,60	V _{u2_ficha} 21,58	V _u (kN) 49,70	Observaciones Rotura por flexión	

ENSAYO N° P03a

Laboratorio	t (días)	L_{cortante} / H	P.P (kN/m)	Perfil (kN)	P_{gato} (kN)	V_{u2_ficha}	V_u (kN)
IETcc-CSIC	160	2,5	0,98	1,75	94,60	21,58	49,70

ESQUEMA



IMAGENES



Ensayo
21/09/04

Imagen 1
Rotura

Imagen 2
Detalle fisura en
vigueta cerca del
apoyo



ROTURA

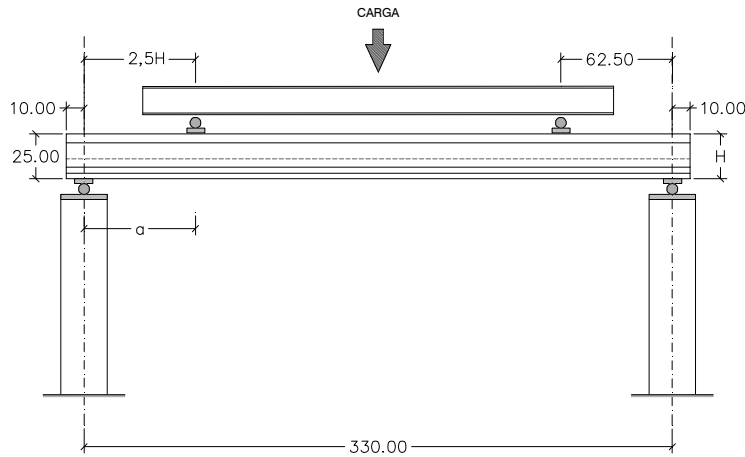
Rotura por flexión bajo punto de aplicación de la carga a partir de fisura de flexión
Se produce una fisura inclinada en la vigueta cerca del apoyo, que corresponde a rotura del ala de la misma en un lado, probablemente por un defecto en el apoyo. Existe deslizamiento de alambres.

ENSAYO N° P03b							
Laboratorio IETcc-CSIC	Año 2.004	Autorización Uso 6433	L (m) 3,50	Forjado 18+4	Tipo T-11-3	Modelo Vigueta Z	L _{entrega} (mm) 100
VIGUETA							
						Ø (mm) 4	f _{c,real} (MPa) HP/44,8
						r _{min} (mm) 22,5	T _{max} (mm) 12
						y _{Ap} (mm) 35,83	y _{c.d.g.} (mm) 48,89
						σ _{p0} (MPa) 1.324	A _v (mm ²) 8720
						Perd _∞ (%) 16,9	S _{v,b} (mm ³) 125.170
						f _{yk} (MPa) 1.654	I _v (mm ⁴) 9.551.501,80
FORJADO							
						H (mm) 250	f _{c,real} (MPa) 32,04
						r _{mec} (mm) 25,5	T _{max} (mm) 12
						d (mm) 224,5	y _{c.d.g.H} (mm) 154,33
						b ₁ (mm) 55	A _{n,H} (mm ²) 40.758,85
						b ₂ (mm) 156	S _{n,b,H} (mm ³) 621.971,92
						b ₃ (mm) 156	I _{v,H} (mm ⁴) 220.989.070,76
ENSAYO							
L _{cortante} / H 2,5	P.P (kN/m) 0,98	Perfil (kN) 1,75	P _{gato} (kN) 103,20	V _{u2_ficha} 21,58	V _u (kN) 54,00	Observaciones Se agota carrera gato	

ENSAYO N° P03b

Laboratorio	t (días)	$L_{cortante} / H$	P.P (kN/m)	Perfil (kN)	P_{gato} (kN)	V_{u2_ficha}	V_u (kN)
IETcc-CSIC	160	2,5	0,98	1,75	103,20	21,58	54,00

ESQUEMA



IMAGENES



Ensayo
21/09/04

Imagen 1
Deformación en
el vano

Imagen 2
Detalle fisuración
por flexión en el
centro del vano



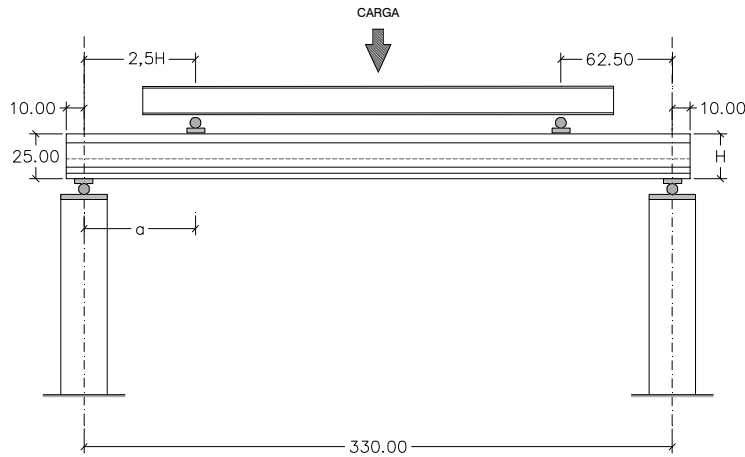
ROTURA

Se agota la carrera del gato sin alcanzar la rotura por cortante ni flexión
Fisuras verticales en el centro del vano cada 20-25 cm y debajo del punto de aplicación de la carga

ENSAYO N° P03c

Laboratorio	t (días)	L_{cortante} / H	P.P (kN/m)	Perfil (kN)	P_{gato} (kN)	V_{u2_ficha}	V_u (kN)
IETcc-CSIC	160	2,5	0,98	1,75	88,20	21,58	46,50

ESQUEMA



IMAGENES



Ensayo
22/09/04

Imagen 1
Vista general de
la rotura

Imagen 2
Detalle rotura en
lado izquierdo

ROTURA

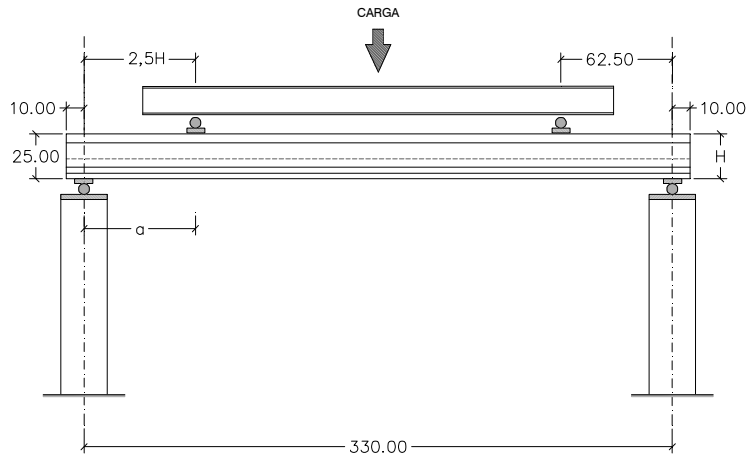
Rotura por rasante en lado derecho, con despegue de hormigones hasta el centro del vano
Las alas laterales del nervio que engarzan con la cabeza de la vigueta se desprenden por tracción horizontal

ENSAYO N° P03d							
Laboratorio IETcc-CSIC	Año 2.004	Autorización Uso 6433	L (m) 3,50	Forjado 18+4	Tipo T-11-3	Modelo Vigueta Z	L _{entrega} (mm) 100
VIGUETA							
						Ø (mm) 4	f _{c,real} (MPa) HP/44,8
						r _{min} (mm) 22,5	T _{max} (mm) 12
						y _{Ap} (mm) 35,83	y _{c.d.g.} (mm) 48,89
						σ _{p0} (MPa) 1.324	A _v (mm ²) 8720
						Perd _∞ (%) 16,9	S _{v,b} (mm ³) 125.170
						f _{yk} (MPa) 1.654	I _v (mm ⁴) 9.551.501,80
FORJADO							
						H (mm) 250	f _{c,real} (MPa) 32,04
						r _{mec} (mm) 25,5	T _{max} (mm) 12
						d (mm) 224,5	y _{c.d.g,H} (mm) 154,33
						b ₁ (mm) 55	A _{n,H} (mm ²) 40.758,85
						b ₂ (mm) 156	S _{n,b,H} (mm ³) 621.971,92
						b ₃ (mm) 156	I _{v,H} (mm ⁴) 220.989.070,76
ENSAYO							
L _{cortante} / H 2,5	P.P (kN/m) 0,98	Perfil (kN) 1,75	P _{gato} (kN) 90,20	V _{u2_ficha} 21,58	V _u (kN) 47,50	Observaciones Rotura por cortante	

ENSAYO N° P03d

Laboratorio	t (días)	L_{cortante} / H	P.P (kN/m)	Perfil (kN)	P_{gato} (kN)	V_{u2_ficha}	V_u (kN)
IETcc-CSIC	160	2,5	0,98	1,75	90,20	21,58	47,50

ESQUEMA



IMAGENES



Ensayo
22/09/04

Imagen 1
Vista general de
la rotura

Imagen 2
Detalle rotura en
lado derecho

ROTURA

Rotura por cortante en lado derecho. No se aprecia fisuración previa ni en el nervio ni en la vigueta

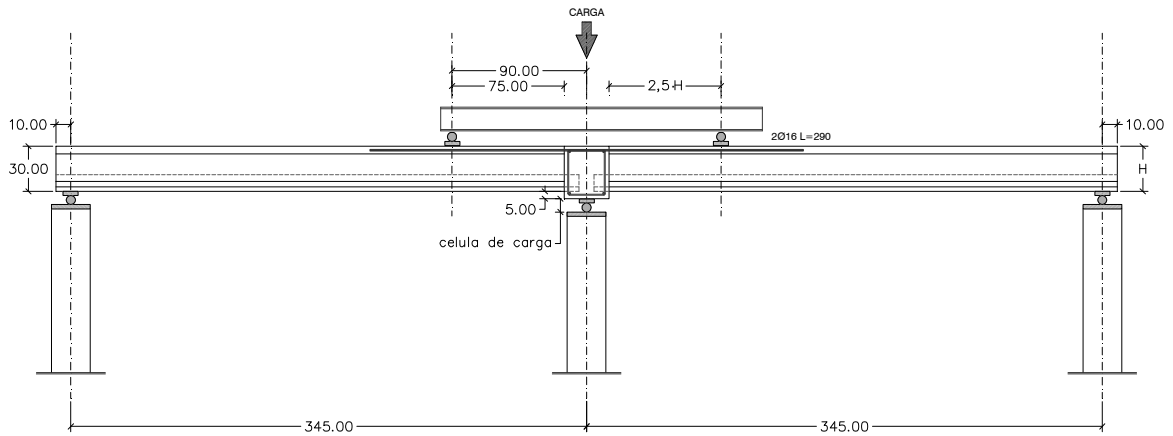
A.II.6.- ENSAYOS EN FORJADOS DE CANTO 300 mm

ENSAYO Nº C01								
Laboratorio IETcc-CSIC	Año 2.007	Autorización 6433	Uso	L (m) 3,50	Forjado 26+4	Tipo T-11-2	Modelo Vigueta Z	$L_{entrega}$ (mm) 100
VIGUETA								
				\varnothing (mm) 4	$f_{c,real}$ (MPa) HP/44,5			
				r_{min} (mm) 22,5	T_{max} (mm) 12			
				y_{Ap} (mm) 38,70	$y_{c.d.g.}$ (mm) 48,89			
				σ_{p0} (MPa) 1.324	A_v (mm ²) 8720			
				Perd _{es} (%) 15,7	$S_{v,b}$ (mm ³) 125.170			
				f_{yk} (MPa) 1.654	I_v (mm ⁴) 9.551.501,80			
FORJADO (2Ø16)								
				H (mm) 300	$f_{c,real}$ (MPa) 11,85			
				r_{mec} (mm) 28	T_{max} (mm) 12			
				d (mm) 272	$y_{c.d.g.,H}$ (mm) 177,06			
				b_1 (mm) 55	$A_{n,H}$ (mm ²) 39.282,85			
				b_2 (mm) 156	$S_{n,b,H}$ (mm ³) 728.645,68			
				b_3 (mm) 156	$I_{v,H}$ (mm ⁴) 328.045.180,40			
ENSAYO								
$L_{cortante} / H$ 2,5	P.P. (kN/m) 1,15	Perfil (kN) 0,70	P_{gato} (kN) 143,60	$V_{u2, ficha}$ 26,07	V_u (kN) 67,27	Observaciones Rotura por cortante		

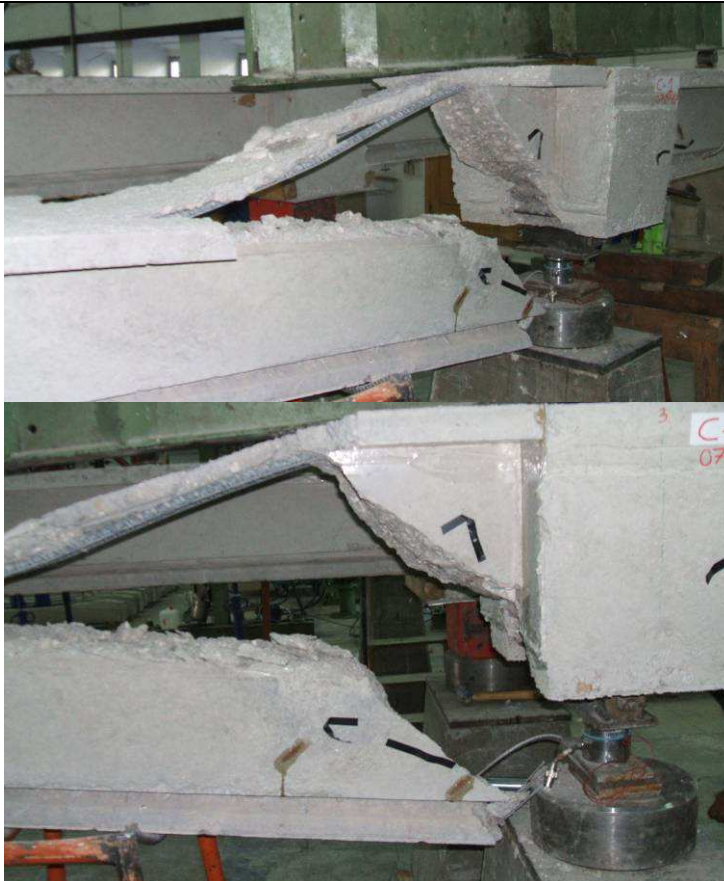
ENSAYO N° C01

Laboratorio	t (días)	L_{cortante} / H	P.P (kN/m)	Perfil (kN)	P_{gato} (kN)	V_{u2_ficha}	V_u (kN)
IETcc-CSIC	838	2,5	1,15	0,70	143,60	26,07	67,27

ESQUEMA



IMAGENES



Ensayo
07/09/07

Imagen 1
Rotura y caída
de vigueta

Imagen 2
Detalle de la
rotura

ROTURA

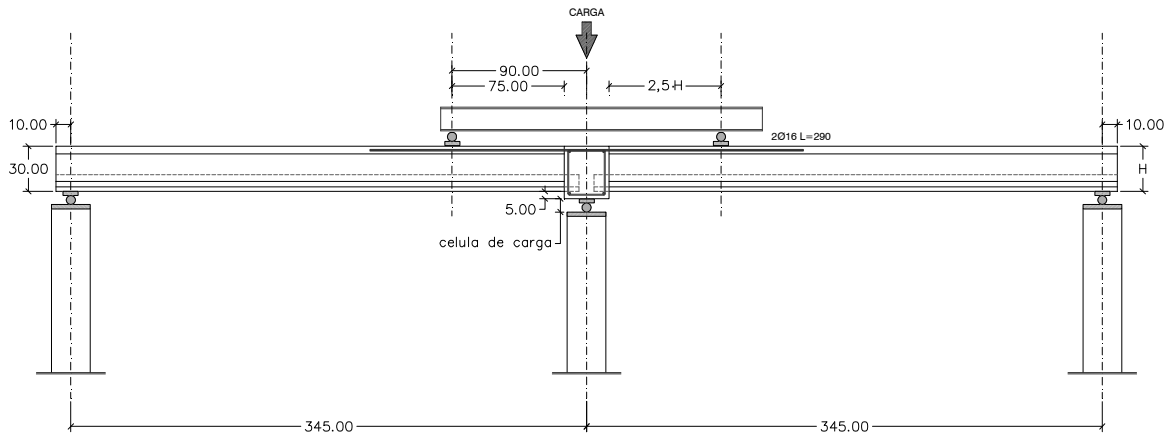
Rotura a cortante en lado izquierdo a partir de una fisura por flexión desde la cara superior traccionada
La fisura se inclina a 45° hasta el apoyo y la vigueta se desprende de la entrega

ENSAYO N° C02								
Laboratorio IETcc-CSIC	Año 2.007	Autorización 6433	Uso 6433	L (m) 3,50	Forjado 26+4	Tipo T-11-2	Modelo Vigueta Z	L _{entrega} (mm) 100
VIGUETA								
			Ø (mm) 4	f _{c,real} (MPa) HP/44,5				
			r _{min} (mm) 22,5	T _{max} (mm) 12				
			y _{Ap} (mm) 38,70	y _{c.d.g.} (mm) 48,89				
			σ _{p0} (MPa) 1.324	A _v (mm ²) 8720				
			Perd _∞ (%) 15,7	S _{v,b} (mm ³) 125.170				
			f _{yk} (MPa) 1.654	I _v (mm ⁴) 9.551.501,80				
FORJADO (2Ø16)								
			H (mm) 300	f _{c,real} (MPa) 11,85				
			r _{mec} (mm) 28	T _{max} (mm) 12				
			d (mm) 272	y _{c.d.g.H} (mm) 177,06				
			b ₁ (mm) 55	A _{n,H} (mm ²) 39.282,85				
			b ₂ (mm) 156	S _{n,b,H} (mm ³) 728.645,68				
			b ₃ (mm) 156	I _{v,H} (mm ⁴) 328.045.180,40				
ENSAYO								
L _{cortante} / H 2,5	P.P (kN/m) 1,15	Perfil (kN) 0,70	P _{gato} (kN) -	V _{u2_ficha} 26,07	V _u (kN) -	Observaciones No se ensaya		

ENSAYO N° C02

Laboratorio	t (días)	L_{cortante} / H	P.P (kN/m)	Perfil (kN)	P_{gato} (kN)	V_{u2_ficha}	V_u (kN)
IETcc-CSIC	838	2,5	1,15	0,70	-	26,07	-

ESQUEMA



IMAGENES



Ensayo
07/09/07

Imagen 1
Vuelco y caída
del forjado C02

Imagen 2
Rotura del nervio

ROTURA

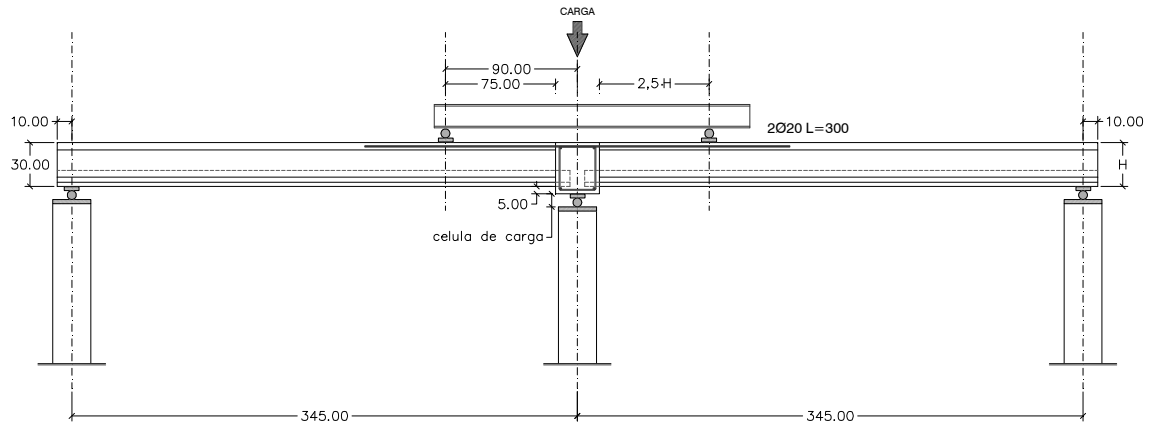
El nervio se rompe durante la caída y no es posible su aprovechamiento

ENSAYO Nº C03								
Laboratorio IETcc-CSIC	Año 2.007	Autorización 6433	Uso 6433	L (m) 3,50	Forjado 26+4	Tipo T-11-2	Modelo Vigueta Z	L _{entrega} (mm) 100
VIGUETA								
			Ø (mm) 4	f _{c,real} (MPa) HP/44,5				
			r _{min} (mm) 22,5	T _{max} (mm) 12				
			y _{Ap} (mm) 38,70	y _{c.d.g.} (mm) 48,89				
			σ _{p0} (MPa) 1.324	A _v (mm ²) 8720				
			Perd _∞ (%) 15,7	S _{v,b} (mm ³) 125.170				
			f _{yk} (MPa) 1.654	I _v (mm ⁴) 9.551.501,80				
FORJADO (2Ø20)								
			H (mm) 300	f _{c,real} (MPa) 13,00				
			r _{mec} (mm) 28	T _{max} (mm) 12				
			d (mm) 272	y _{c.d.g,H} (mm) 177,06				
			b ₁ (mm) 55	A _{n,H} (mm ²) 39.282,85				
			b ₂ (mm) 156	S _{n,b,H} (mm ³) 728.645,68				
			b ₃ (mm) 156	I _{v,H} (mm ⁴) 328.045.180,40				
ENSAYO								
L _{cortante} / H 2,5	P.P (kN/m) 1,15	Perfil (kN) 0,70	P _{gato} (kN) 154,10	V _{u2_ficha} 26,07	V _u (kN) 73,21	Observaciones Rotura por cortante		

ENSAYO N° C03

Laboratorio	t (días)	$L_{cortante} / H$	P.P (kN/m)	Perfil (kN)	P_{gato} (kN)	V_{u2_ficha}	V_u (kN)
IETcc-CSIC	836	2,5	1,15	0,70	154,10	26,07	73,21

ESQUEMA



IMAGENES



Ensayo
05/09/07

Imagen 1
Vista general
momento antes
del colapso

Imagen 2
Rotura del nervio



ROTURA

Rotura por cortante en lado izquierdo. Formación de fisuras inclinadas en el alma del nervio y cerca del apoyo. Las fisuras inclinadas en el alma bajo punto de aplicación de la carga, no son continuación de fisuras de flexión en la cara superior. La fisura inclinada cerca del apoyo sí se origina a partir de una de flexión, sin llegar a la vigueta

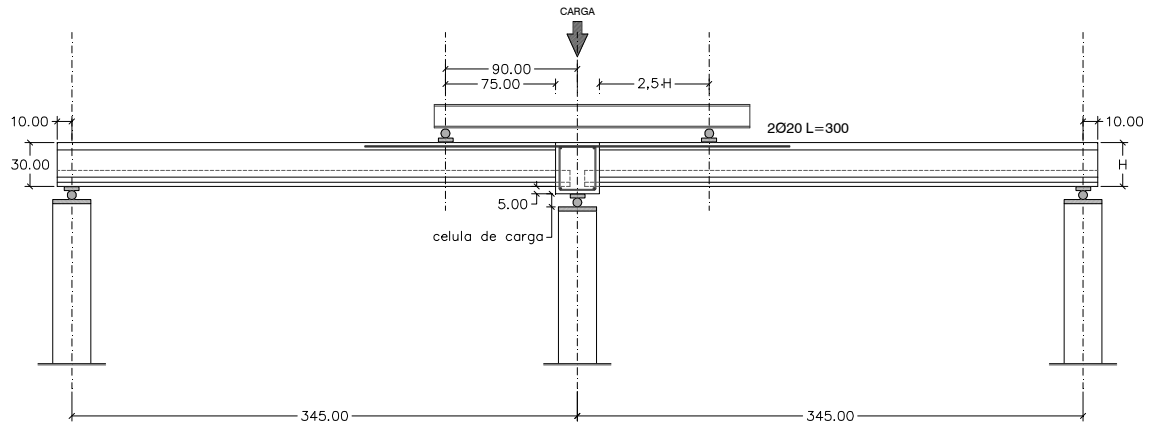
ENSAYO N° C03bis							
Laboratorio	t (días)	L_{cortante} / H	P.P (kN/m)	Perfil (kN)	P_{gato} (kN)	$V_{u2, \text{ficha}}$	V_u (kN)
IETcc-CSIC	1.356	3,67	1,15	1,75	63,3	26,07	34,42
ESQUEMA							
IMAGENES							
						Ensayo 10/02/09	
No se dispone de imágenes de este ensayo.							
ROTURA							
Rotura por flexión en el centro del vano por falta de capacidad de la armadura traccionada. Rotura de hilos							

ENSAYO N° C04								
Laboratorio IETcc-CSIC	Año 2.007	Autorización 6433	Uso 6433	L (m) 3,50	Forjado 26+4	Tipo T-11-2	Modelo Vigueta Z	L _{entrega} (mm) 100
VIGUETA								
			\varnothing (mm) 4	$f_{c,real}$ (MPa) HP/44,5				
			r_{min} (mm) 22,5	T_{max} (mm) 12				
			y_{Ap} (mm) 38,70	$y_{c.d.g.}$ (mm) 48,89				
			σ_{p0} (MPa) 1.324	A_v (mm ²) 8720				
			Perd _∞ (%) 15,7	$S_{v,b}$ (mm ³) 125.170				
			f_{yk} (MPa) 1.654	I_v (mm ⁴) 9.551.501,80				
FORJADO (2Ø20)								
			H (mm) 300	$f_{c,real}$ (MPa) 13,00				
			r_{mec} (mm) 28	T_{max} (mm) 12				
			d (mm) 272	$y_{c.d.g.H}$ (mm) 177,06				
			b_1 (mm) 55	$A_{n,H}$ (mm ²) 39.282,85				
			b_2 (mm) 156	$S_{n,b,H}$ (mm ³) 728.645,68				
			b_3 (mm) 156	$I_{v,H}$ (mm ⁴) 328.045.180,40				
ENSAYO								
L _{cortante} / H 2,5	P.P (kN/m) 1,15	Perfil (kN) 0,70	P _{gato} (kN) 169,17	V _{u2_ficha} 26,07	V _u (kN) 82,75	Observaciones Rotura por cortante		

ENSAYO N° C04

Laboratorio	t (días)	L_{cortante} / H	P.P (kN/m)	Perfil (kN)	P_{gato} (kN)	V_{u2_ficha}	V_u (kN)
IETcc-CSIC	836	2,5	1,15	0,70	169,17	26,07	82,75

ESQUEMA



IMAGENES



Ensayo
05/09/07

Imagen 1
Vista general
momento antes
del colapso

Imagen 2
Rotura del nervio



ROTURA

Rotura por cortante en lado izquierdo. Formación de fisuras inclinadas en el alma del nervio y cerca del apoyo. Las fisuras inclinadas en el alma bajo punto de aplicación de la carga, no son continuación de fisuras de flexión en la cara superior.

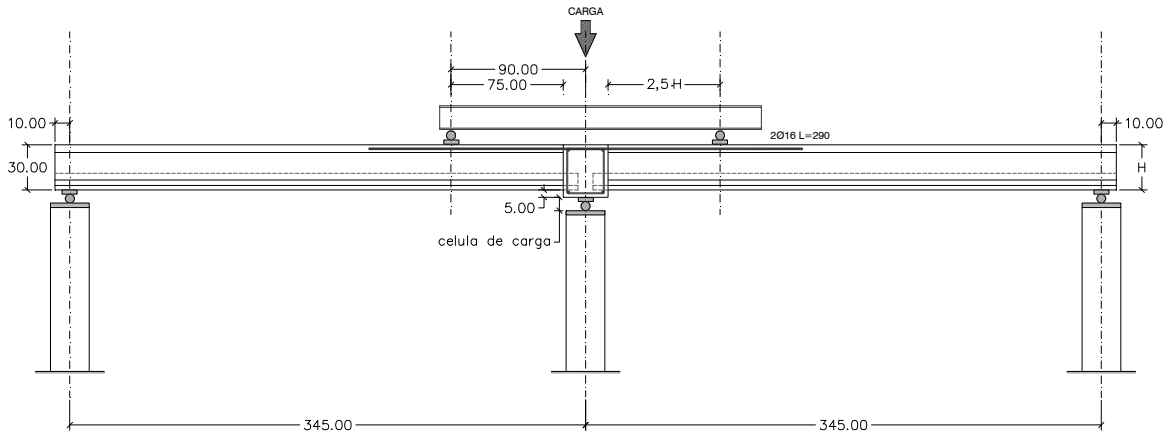
ENSAYO N° C04bis							
Laboratorio	t (días)	L_{cortante} / H	P.P (kN/m)	Perfil (kN)	P_{gato} (kN)	$V_{u2, \text{ficha}}$	V_u (kN)
IETcc-CSIC	1.363	2,5	1,15	1,75	113,82-	26,07	59,69
ESQUEMA							
IMAGENES							
						Ensayo 17/02/09	
						Imagen 1 Esquema del ensayo	
						Imagen 2 Rotura flexión por	
ROTURA							
Rotura por flexión en el centro del vano por falta de capacidad de la armadura traccionada. Rotura de hilos							

ENSAYO Nº D01								
Laboratorio IETcc-CSIC	Año 2.012	Autorización 6433	Uso 6433	L (m) 3,50	Forjado 26+4	Tipo T-11-5	Modelo Vigueta Z	L _{entrega} (mm) 100
VIGUETA								
				Ø (mm) 4	f _{c,real} (MPa) HP/44,8			
				r _{min} (mm) 22,5	T _{max} (mm) 12			
				y _{Ap} (mm) 42,27	y _{c.d.g.} (mm) 48,89			
				σ _{p0} (MPa) 1.324	A _v (mm ²) 8720			
				Perd _∞ (%) 23,2	S _{v,b} (mm ³) 125.170			
				f _{yk} (MPa) 1.654	I _v (mm ⁴) 9.551.501,80			
FORJADO (2Ø16)								
				H (mm) 300	f _{c,real} (MPa) 37,40			
				r _{mec} (mm) 28	T _{max} (mm) 12			
				d (mm) 272	y _{c.d.g.H} (mm) 181,99			
				b ₁ (mm) 55	A _{n,H} (mm ²) 49.666,85			
				b ₂ (mm) 156	S _{n,b,H} (mm ³) 751.853,70			
				b ₃ (mm) 156	I _{v,H} (mm ⁴) 389.483.357,77			
ENSAYO								
L _{cortante} / H 2,5	P.P (kN/m) 1,15	Perfil (kN) 0,70	P _{gato} (kN) 142,80	V _{u2_ficha} 26,07	V _u (kN) 61,75	Observaciones Rotura por cortante		

ENSAYO N° D01

Laboratorio	t (días)	$L_{cortante} / H$	P.P (kN/m)	Perfil (kN)	P_{gato} (kN)	V_{u2_ficha}	V_u (kN)
IETcc-CSIC	2.386	2,5	1,15	0,70	142,80	26,07	61,75

ESQUEMA



IMAGENES



Ensayo
07/02/11

Imagen 1
Vista general y
fisuras

Imagen 2
Rotura del nervio

ROTURA

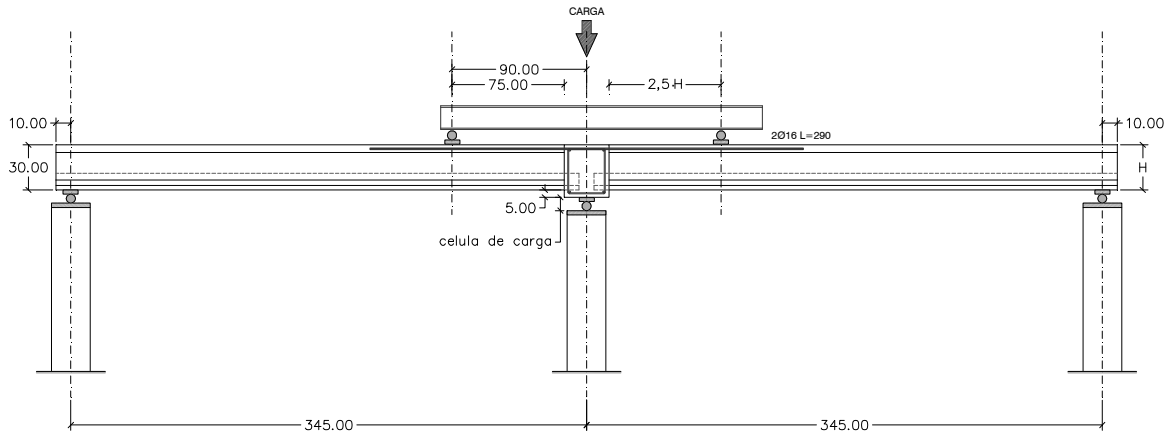
Rotura por cortante en el lado derecho. La fisura no progresa a partir de una de flexión desde la cara superior. Fisuras por flexión positiva bajo punto de aplicación de la carga y flexión negativa en el ala superior

ENSAYO Nº D02								
Laboratorio IETcc-CSIC	Año 2.012	Autorización 6433	Uso 6433	L (m) 3,50	Forjado 26+4	Tipo T-11-5	Modelo Vigueta Z	L _{entrega} (mm) 100
VIGUETA								
				Ø (mm) 4	f _{c,real} (MPa) HP/44,8			
				r _{min} (mm) 22,5	T _{max} (mm) 12			
				y _{Ap} (mm) 42,27	y _{c.d.g.} (mm) 48,89			
				σ _{p0} (MPa) 1.324	A _v (mm ²) 8720			
				Perd _∞ (%) 23,2	S _{v,b} (mm ³) 125.170			
				f _{yk} (MPa) 1.654	I _v (mm ⁴) 9.551.501,80			
FORJADO (2Ø16)								
				H (mm) 300	f _{c,real} (MPa) 37,40			
				r _{mec} (mm) 28	T _{max} (mm) 12			
				d (mm) 272	y _{c.d.g.H} (mm) 181,99			
				b ₁ (mm) 55	A _{n,H} (mm ²) 49.666,85			
				b ₂ (mm) 156	S _{n,b,H} (mm ³) 751.853,70			
				b ₃ (mm) 156	I _{v,H} (mm ⁴) 389.483.357,77			
ENSAYO								
L _{cortante} / H 2,5	P.P (kN/m) 1,15	Perfil (kN) 0,70	P _{gato} (kN) 179,00	V _{u2_ficha} 26,07	V _u (kN) 71,50	Observaciones Rotura por cortante		

ENSAYO N° D02

Laboratorio	t (días)	L_{cortante} / H	P.P (kN/m)	Perfil (kN)	P_{gato} (kN)	V_{u2_ficha}	V_u (kN)
IETcc-CSIC	2.386	2,5	1,15	0,70	179,00	26,07	71,50

ESQUEMA



IMAGENES



Ensayo
07/02/11

Imagen 1
Formación de
fisuras inclinadas
cerca del apoyo



Imagen 2
Rotura del nervio

ROTURA

Rotura en lado derecho a partir de fisura inclinada en el alma del nervio cerca del apoyo central
El ancho de fisura es mayor en el alma que en la cara superior del forjado