



Escola de Camins

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports
UPC BARCELONATECH

**Evaluación de las propiedades
aportadas por los betunes en la
fabricación de mezclas
bituminosas, mediante la
aplicación del ensayo Fénix
ANEJOS**

Treball realitzat per:

EVA RÓDENAS CAVIEDES

Dirigit per:

JOSÉ RODRIGO MIRÓ RECASENS

Grau en:

Ingeniería Civil

Barcelona, **septiembre 2016**

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental

TREBALL FINAL DE GRAU



ANEJOS

ANEJO 1. Dimensiones de las probetas

En este anejo se presentan las dimensiones de las probetas. Se muestran las alturas medias y las 3 alturas con las que han sido calculadas y los valores de la distancia total, la distancia de ranura y el área de fractura una vez divididas en 2 partes.



Anejo 1. Dimensiones de las probetas

Tipo y contenido de betún (%)	Probeta	H1 [mm]	H2 [mm]	H3 [mm]	Hm [mm]
B 15/25 4,5% s.a	1	59,11	59,23	59,26	59,20
	2	59,55	59,64	59,95	59,71
	3	60,09	60,51	60,52	60,37
	4	60,08	60,01	60,59	60,23
	5	60,13	60,19	60,29	60,20
	6	60,14	60,17	60,35	60,22
	7	60,01	59,95	60,10	60,02
	8	60,14	60,29	60,15	60,19
	9	59,95	60,15	60,19	60,10
B 35/50 4,5% s.a	1	60,40	60,70	60,15	60,42
	2	63,57	63,05	63,27	63,30
	3	59,88	60,11	59,57	59,85
	4	59,90	60,30	60,21	60,14
	5	60,10	59,67	59,69	59,82
	6	59,90	59,41	59,84	59,72
	7	61,33	60,93	61,28	61,18
	8	60,32	60,63	60,20	60,38
B 70/100 4,5% s.a	1	59,40	56,60	59,40	58,47
	2	60,30	60,50	60,40	60,40
	3	59,90	60,30	60,40	60,20
	4	59,90	60,40	60,00	60,10
	5	60,40	60,40	60,40	60,40
	6	59,30	59,40	59,50	59,40
	7	60,00	60,10	60,10	60,07
	8	59,80	59,90	60,10	59,93
	9	60,80	61,00	60,70	60,83



Anejo 1. Dimensiones de las probetas

Tipo y contenido de betún (%)	Nº probeta		H1 (mm)	H2 (mm)	Hm (mm) (promedio)	Área de fractura (mm ²)
B70/100 - 4,5% s.a	2A	Largo	101,70		101,70	
		D.T.	49,80	49,90	49,85	
		D.R.	41,30	42,40	41,85	2527,74
	2B	Largo	101,40		101,40	
		D.T.	48,80	48,70	48,75	
		D.R.	41,70	40,70	41,20	2488,48
	3A	Largo	101,70		101,70	
		D.T.	49,10	49,40	49,25	
		D.R.	41,00	42,10	41,55	2501,31
	3B	Largo	101,80		101,80	
		D.T.	50,00	50,00	50,00	
		D.R.	41,50	42,10	41,80	2516,36
	4A	Largo	101,80		101,80	
		D.T.	48,80	50,00	49,40	
		D.R.	41,20	42,10	41,65	2503,17
	4B	Largo	101,70		101,70	
		D.T.	48,90	49,50	49,20	
		D.R.	40,60	41,70	41,15	2473,12
	5A	Largo	101,60		101,60	
		D.T.	50,00	49,80	49,90	
		D.R.	41,00	41,00	41,00	2476,40
	5B	Largo	101,30		101,30	
		D.T.	48,50	49,50	49,00	
		D.R.	41,60	41,10	41,35	2497,54
	6A	Largo	101,60		101,60	
		D.T.	49,70	49,90	49,80	
		D.R.	41,70	41,50	41,60	2471,04
	6B	Largo	101,80		101,80	
		D.T.	48,80	49,00	48,90	
		D.R.	40,90	42,10	41,50	2465,10
	7A	Largo	101,70		101,70	
		D.T.	48,10	49,00	48,55	
		D.R.	41,50	40,60	41,05	2465,87
	7B	Largo	101,90		101,90	
		D.T.	50,00	50,00	50,00	
		D.R.	41,60	42,70	42,15	2531,95
	8A	Largo	101,70		101,70	
		D.T.	48,70	49,00	48,85	
		D.R.	40,20	41,80	41,00	2457,13
	8B	Largo	101,70		101,70	
		D.T.	49,90	50,00	49,95	
		D.R.	41,50	42,60	42,05	2520,06
9A	Largo	101,60		101,60		



Anejo 1. Dimensiones de las probetas

		D.T.	49,30	48,60	48,95	
		D.R.	41,70	42,20	41,95	2551,82
	9B	Largo	101,80		101,80	
		D.T.	50,20	49,90	50,05	
		D.R.	42,00	42,50	42,25	2570,07
B35/50 - 4,5% s.a	1A	Largo	101,40		101,40	0,00
		D.T.	49,50	50,10	49,80	
		D.R.	42,90	43,40	43,15	2607,12
	1B	Largo	101,40		101,40	
		D.T.	48,90	48,50	48,70	
		D.R.	41,50	41,20	41,35	2498,37
	2A	Largo	101,30		101,30	
		D.T.	48,40	48,60	48,50	
		D.R.	42,00	41,20	41,60	2633,28
	2B	Largo	101,90		101,90	
		D.T.	49,70	50,00	49,85	
		D.R.	42,40	41,50	41,95	2655,44
	3A	Largo	101,70		101,70	
		D.T.	49,80	50,30	50,05	
		D.R.	41,90	41,90	41,90	2507,72
	3B	Largo	101,60		101,60	
		D.T.	48,80	49,40	49,10	
		D.R.	41,80	41,00	41,40	2477,79
	4A	Largo	101,80		101,80	
		D.T.	48,30	49,00	48,65	
		D.R.	40,70	41,80	41,25	2480,78
	4B	Largo	101,70		101,70	
		D.T.	49,90	50,30	50,10	
		D.R.	42,30	41,60	41,95	2522,87
	5A	Largo	101,80		101,80	
		D.T.	49,30	50,20	49,75	
		D.R.	42,20	41,90	42,05	2515,43
	5B	Largo	101,60		101,60	
		D.T.	49,00	49,00	49,00	
		D.R.	40,80	41,90	41,35	2473,56
	6A	Largo	101,70		101,70	
		D.T.	49,00	48,60	48,80	
		D.R.	41,00	40,00	40,50	2418,66
	6B	Largo	101,80		101,80	
		D.T.	50,00	49,60	49,80	
		D.R.	42,00	43,30	42,65	2547,06
7A	Largo	101,60		101,60		
	D.T.	49,90	50,30	50,10		
	D.R.	41,70	41,70	41,70	2551,21	
7B	Largo	101,20		101,20		



Anejo 1. Dimensiones de las probetas

		D.T.	48,20	48,70	48,45	
		D.R.	40,90	41,60	41,25	2523,68
	8A	Largo	101,60		101,60	
		D.T.	49,70	49,90	49,80	
		D.R.	41,30	41,20	41,25	2490,68
	8B	Largo	101,50		101,50	
		D.T.	49,10	49,00	49,05	
		D.R.	41,50	40,60	41,05	2478,60
	B15/25 - 4,5% s.a	1A	Largo	101,80		101,80
D.T.			50,10	50,10	50,10	
D.R.			42,20	43,20	42,70	2527,84
1B		Largo	101,40		101,40	
		D.T.	48,70	48,40	48,55	
		D.R.	41,00	42,00	41,50	2456,80
2A		Largo	101,40		101,40	
		D.T.	49,90	50,00	49,95	
		D.R.	40,90	41,90	41,40	2471,99
2B		Largo	101,60		101,60	
		D.T.	48,40	49,00	48,70	
		D.R.	41,60	41,10	41,35	2469,01
3A		Largo	101,50		101,50	
		D.T.	49,10	49,30	49,20	
		D.R.	40,90	41,70	41,30	2493,28
3B		Largo	101,60		101,60	
		D.T.	49,50	49,50	49,50	
		D.R.	41,60	41,80	41,70	2517,43
4A		Largo	101,50		101,50	
		D.T.	49,80	48,70	49,25	
		D.R.	40,60	41,80	41,20	2481,48
4B		Largo	101,60		101,60	
		D.T.	50,00	49,50	49,75	
		D.R.	41,60	42,70	42,15	2538,69
5A		Largo	101,50		101,50	
		D.T.	48,50	48,80	48,65	
		D.R.	40,90	41,60	41,25	2483,25
5B		Largo	101,80		101,80	
		D.T.	50,10	50,20	50,15	
		D.R.	41,60	41,90	41,75	2513,35
6A		Largo	101,50		101,50	
		D.T.	48,30	48,80	48,55	
		D.R.	40,90	41,70	41,30	2487,09
6B	Largo	101,80		101,80		
	D.T.	49,30	50,00	49,65		
	D.R.	42,10	42,70	42,40	2553,33	
7A	Largo	101,60		101,60		



Anejo 1. Dimensiones de las probetas

		D.T.	49,00	48,80	48,90	
		D.R.	40,70	41,60	41,15	2469,82
	7B	Largo	101,70		101,70	
		D.T.	50,30	49,90	50,10	
		D.R.	41,60	42,10	41,85	2511,84
	8A	Largo	101,30		101,30	
		D.T.	48,60	48,80	48,70	
		D.R.	40,70	41,30	41,00	2467,79
	8B	Largo	101,70		101,70	
		D.T.	49,80	49,70	49,75	
		D.R.	41,40	42,50	41,95	2524,97
	9A	Largo	101,30		101,30	
		D.T.	47,80	48,90	48,35	
		D.R.	40,90	41,60	41,25	2479,13
	9B	Largo	101,60		101,60	
		D.T.	49,40	50,20	49,80	
		D.R.	41,90	42,10	42,00	2524,20



ANEJO 2. Densidades y contenido de huecos en las probetas

En este anejo se presentan los valores de las densidades (aparentes) y contenido de huecos calculados para cada probeta y los valores medios.

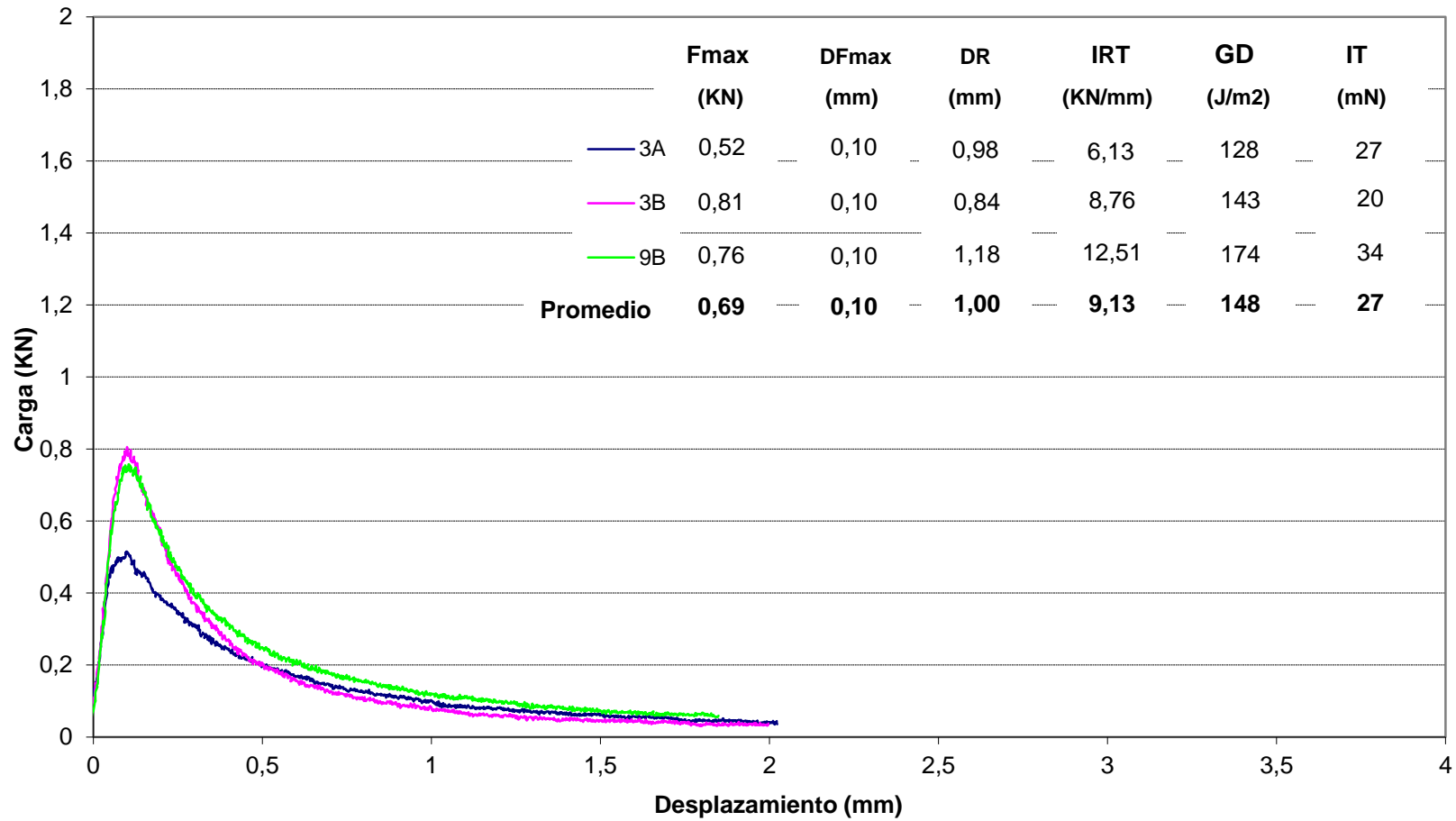


ANEJO 3. Curva carga-desplazamiento de las probetas ensayadas con Fénix

En este anejo se presentan las curvas carga-desplazamiento, resultado obtenido mediante el ensayo Fénix, según el tipo de betún y la temperatura de ensayo.

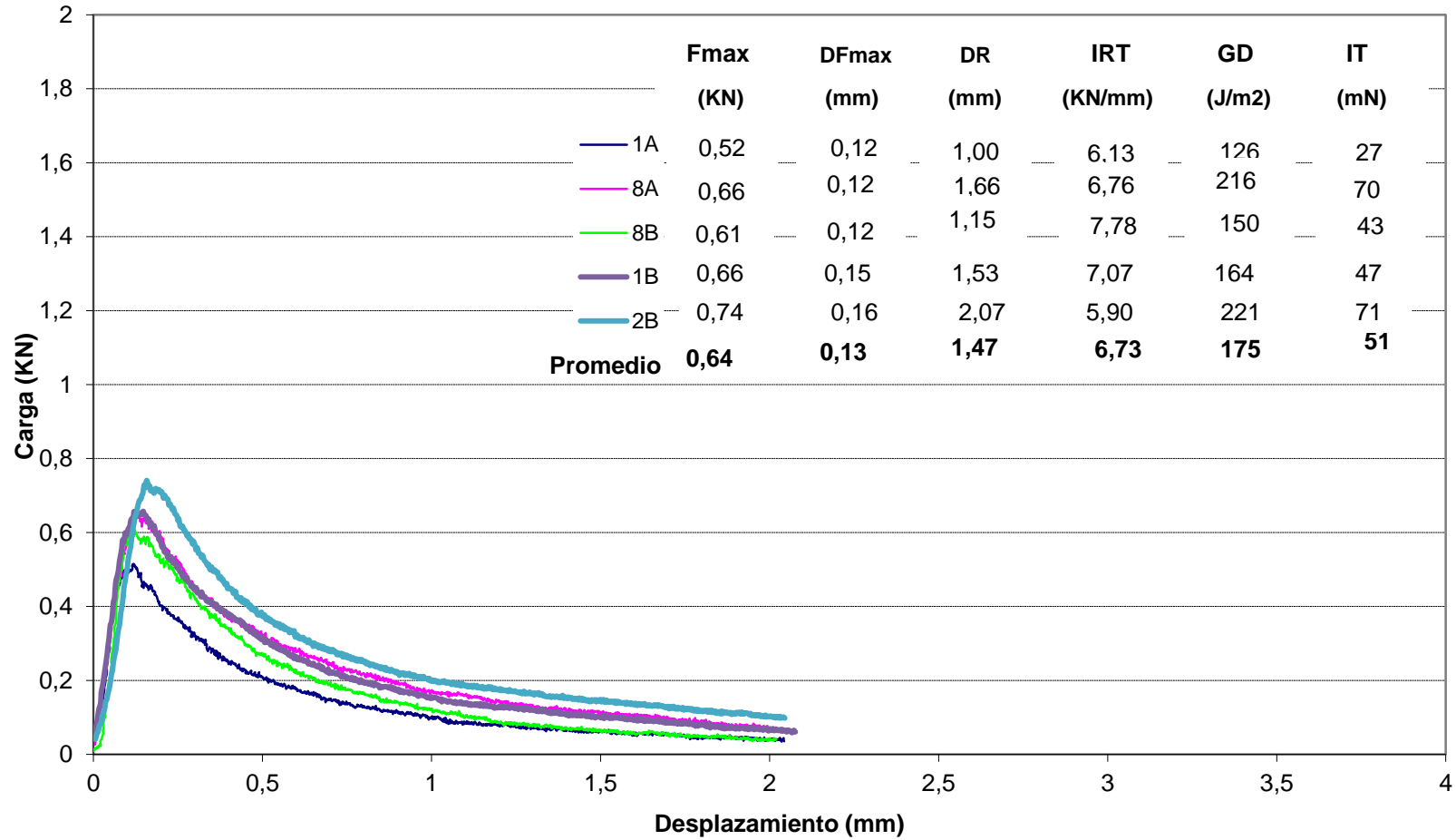


Ensayo Fénix a -5°C (B 15/25)



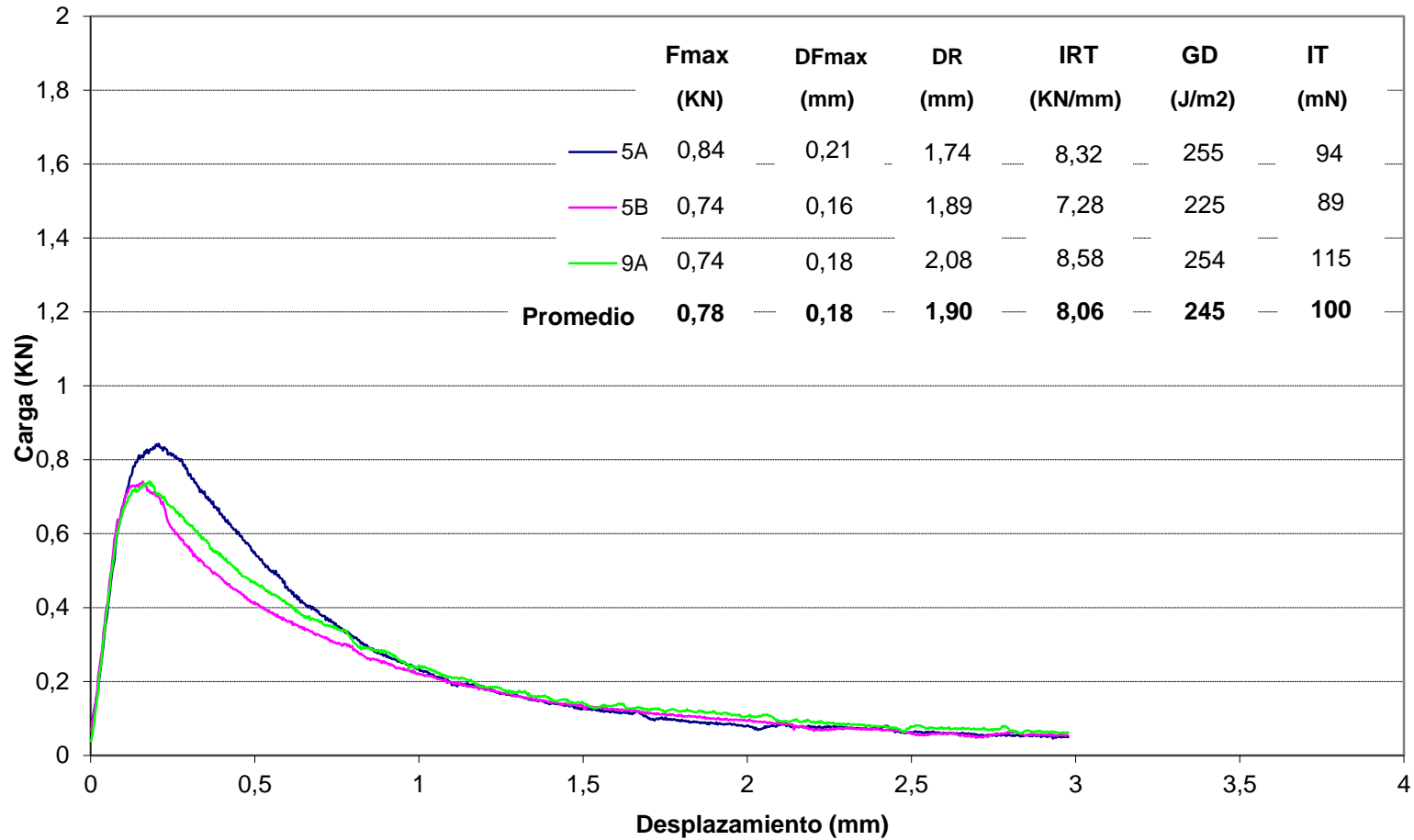


Ensayo Fénix a 5°C (B 15/25)



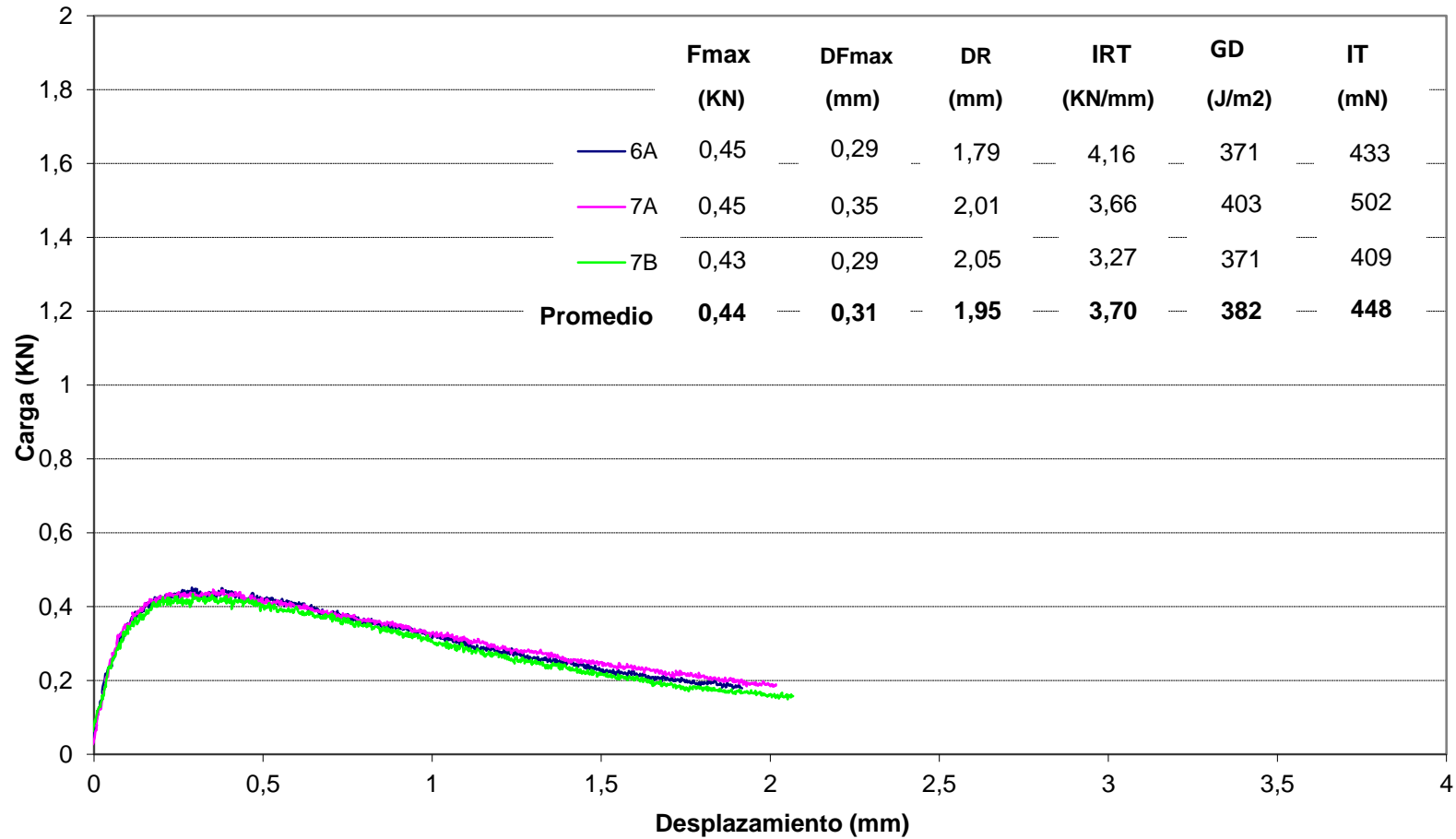


Ensayo Fénix a 10°C (B 15/25)



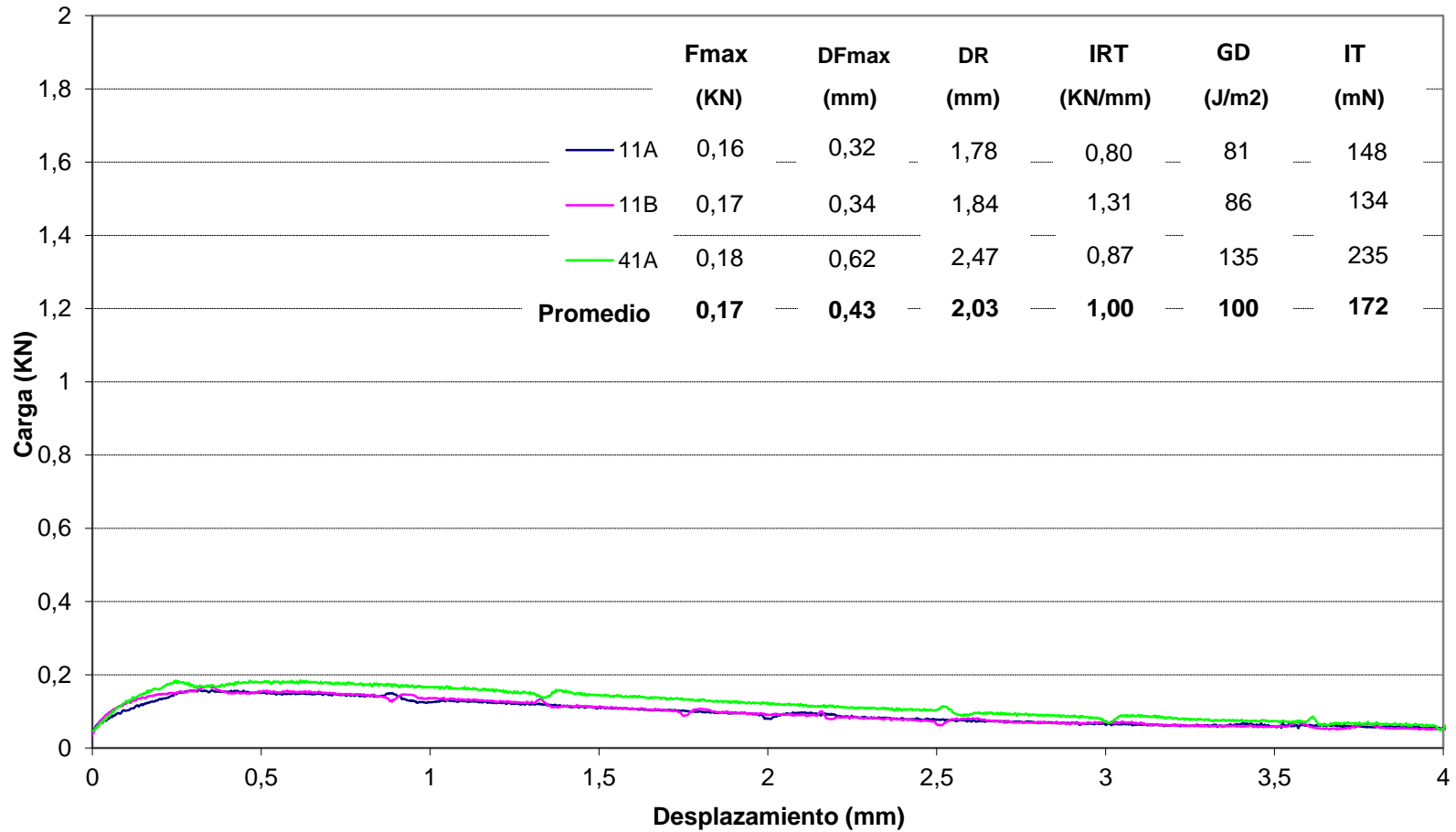


Ensayo Fénix a 20°C (B 15/25)



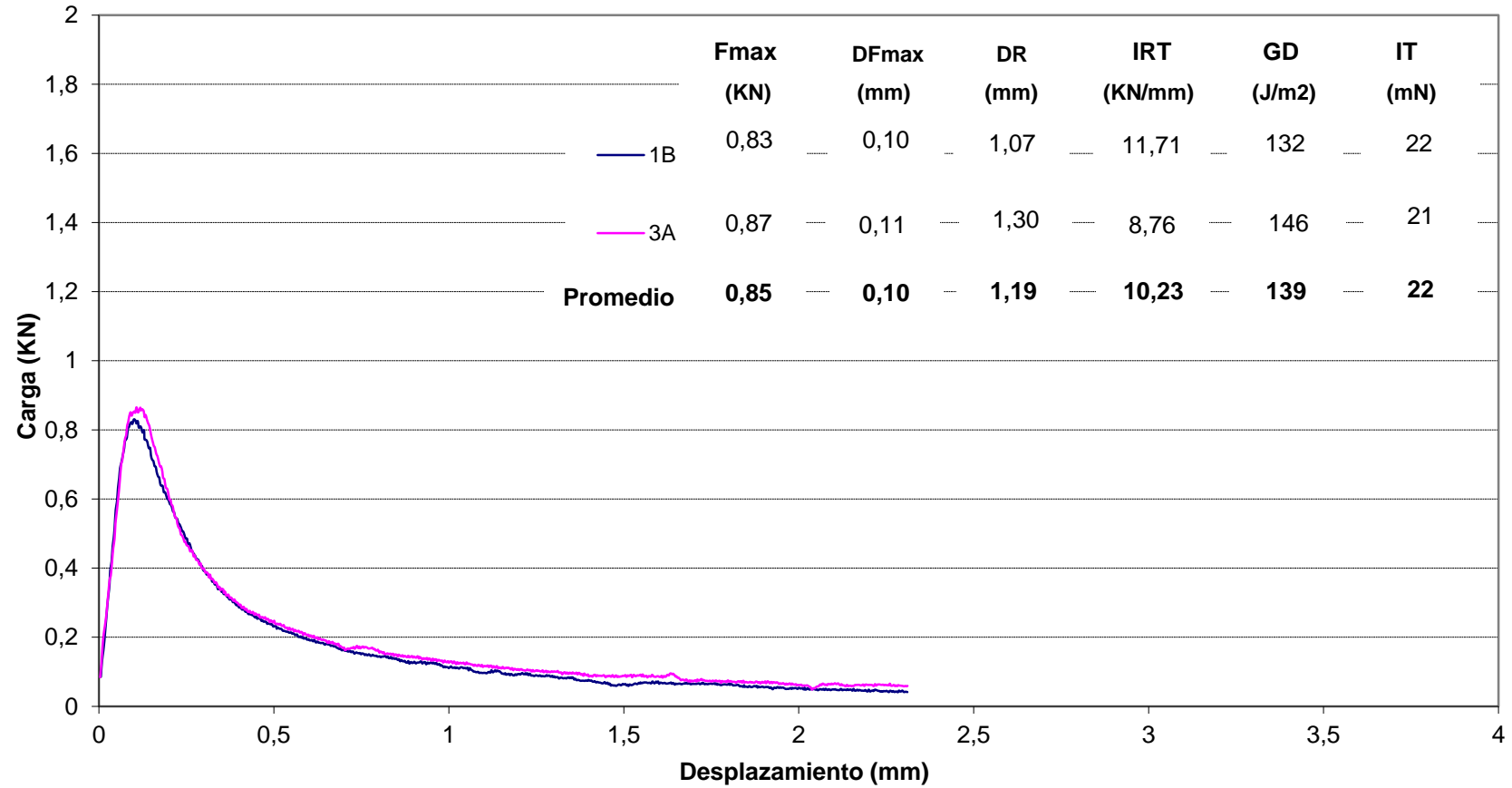


Ensayo Fénix a 30°C (B 15/25)



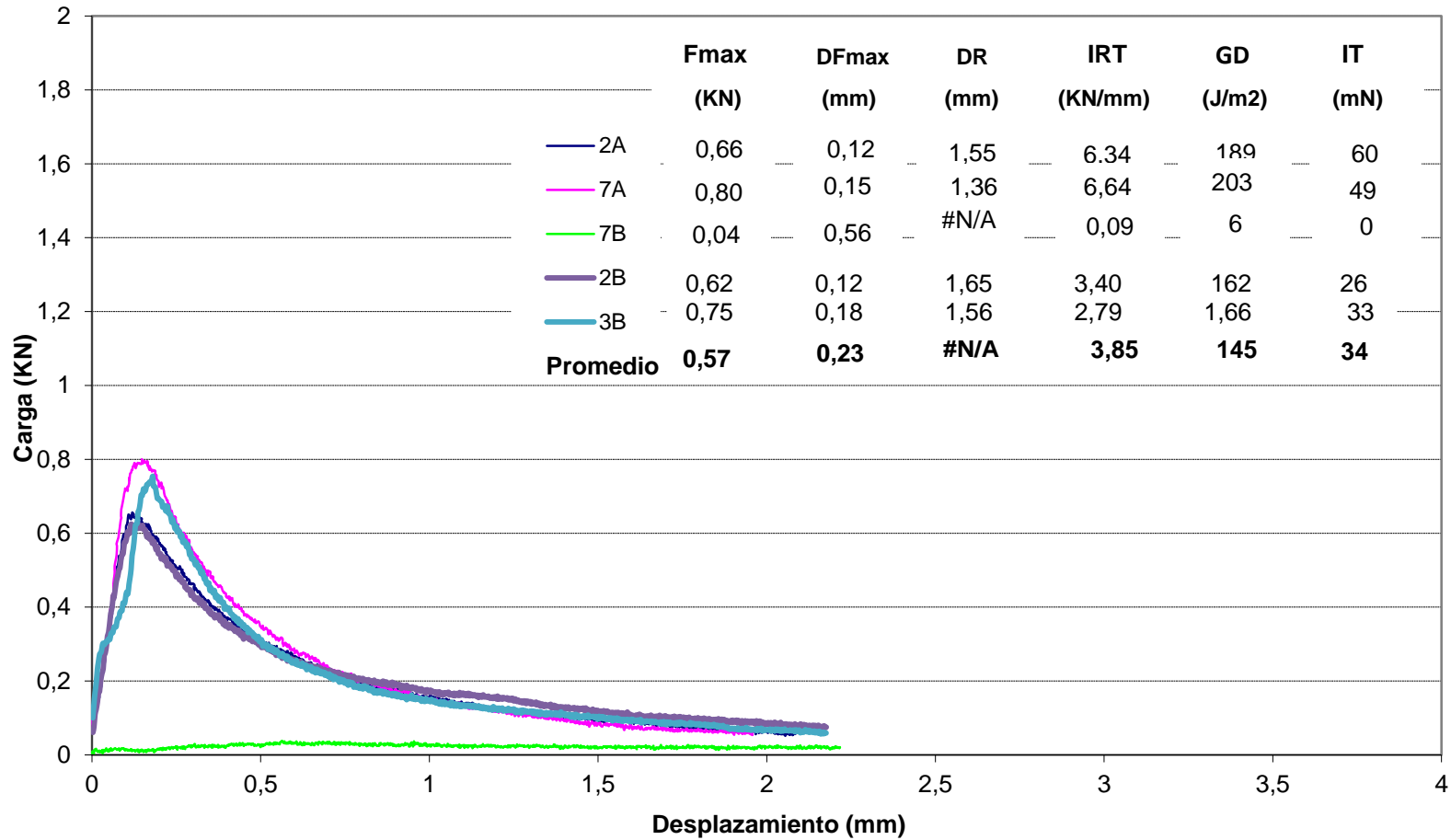


Ensayo Fénix a -15°C (B 35/50)



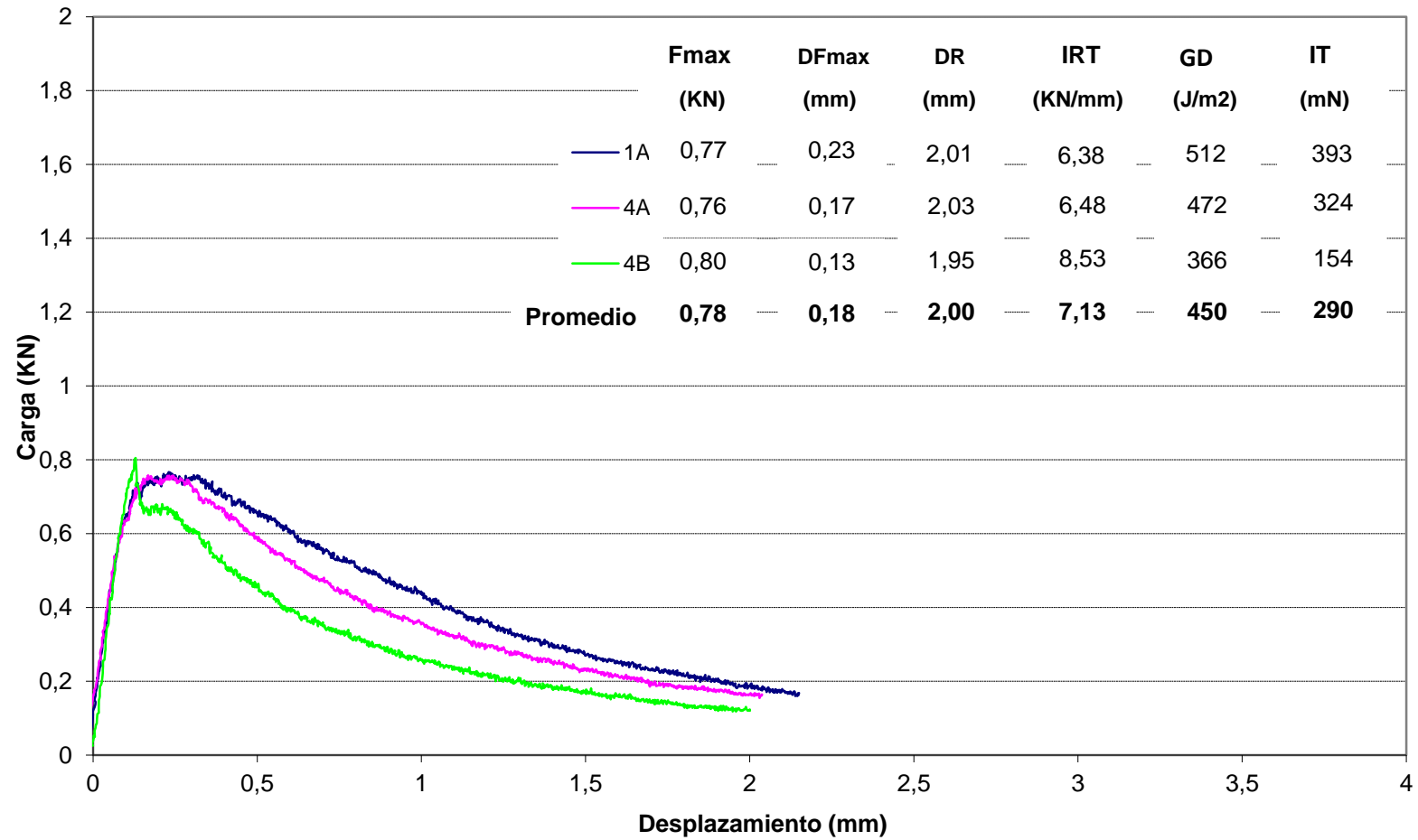


Ensayo Fénix a -5°C (B 35/50)



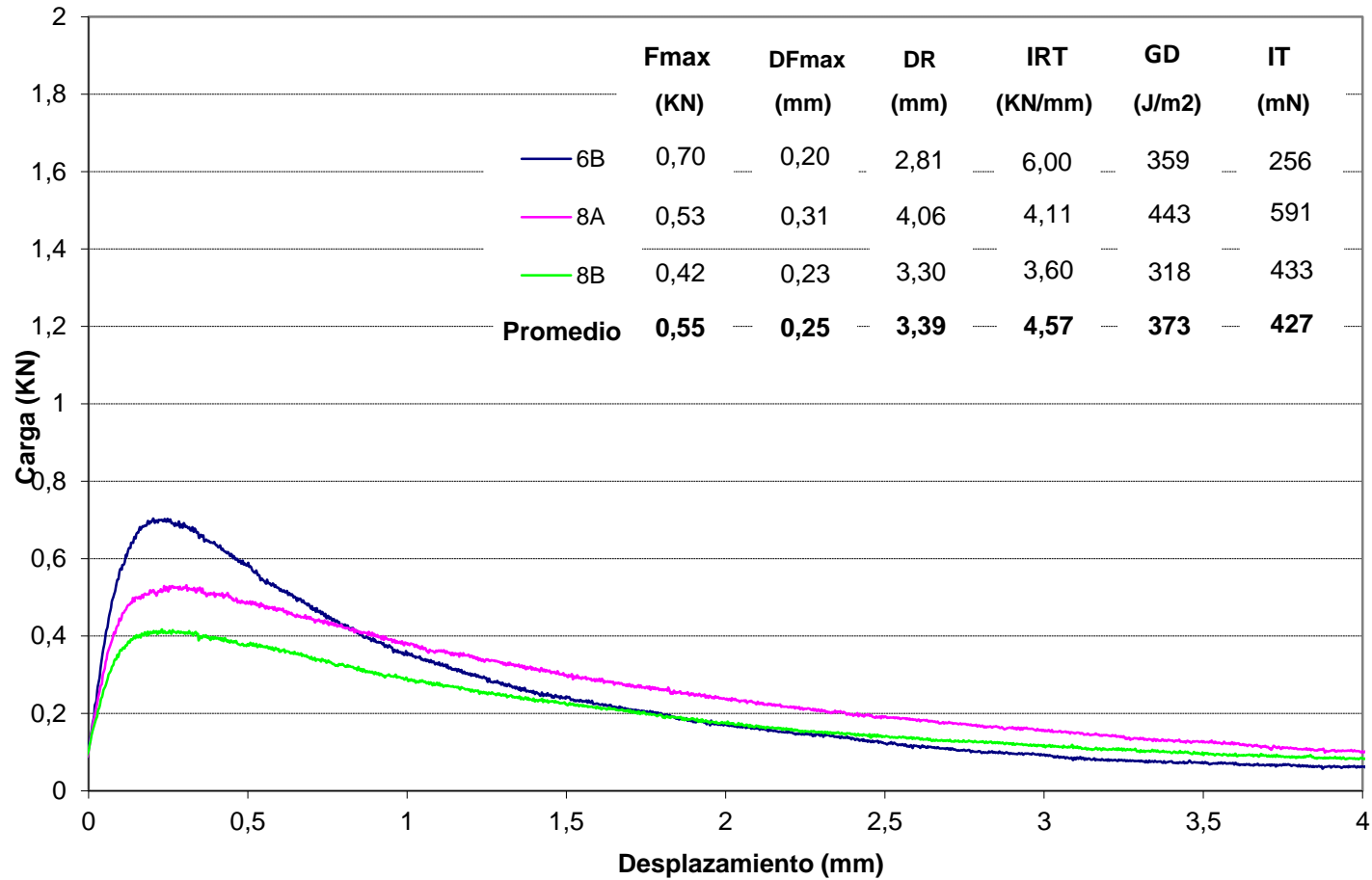


Ensayo Fénix a 5°C (B 35/50)



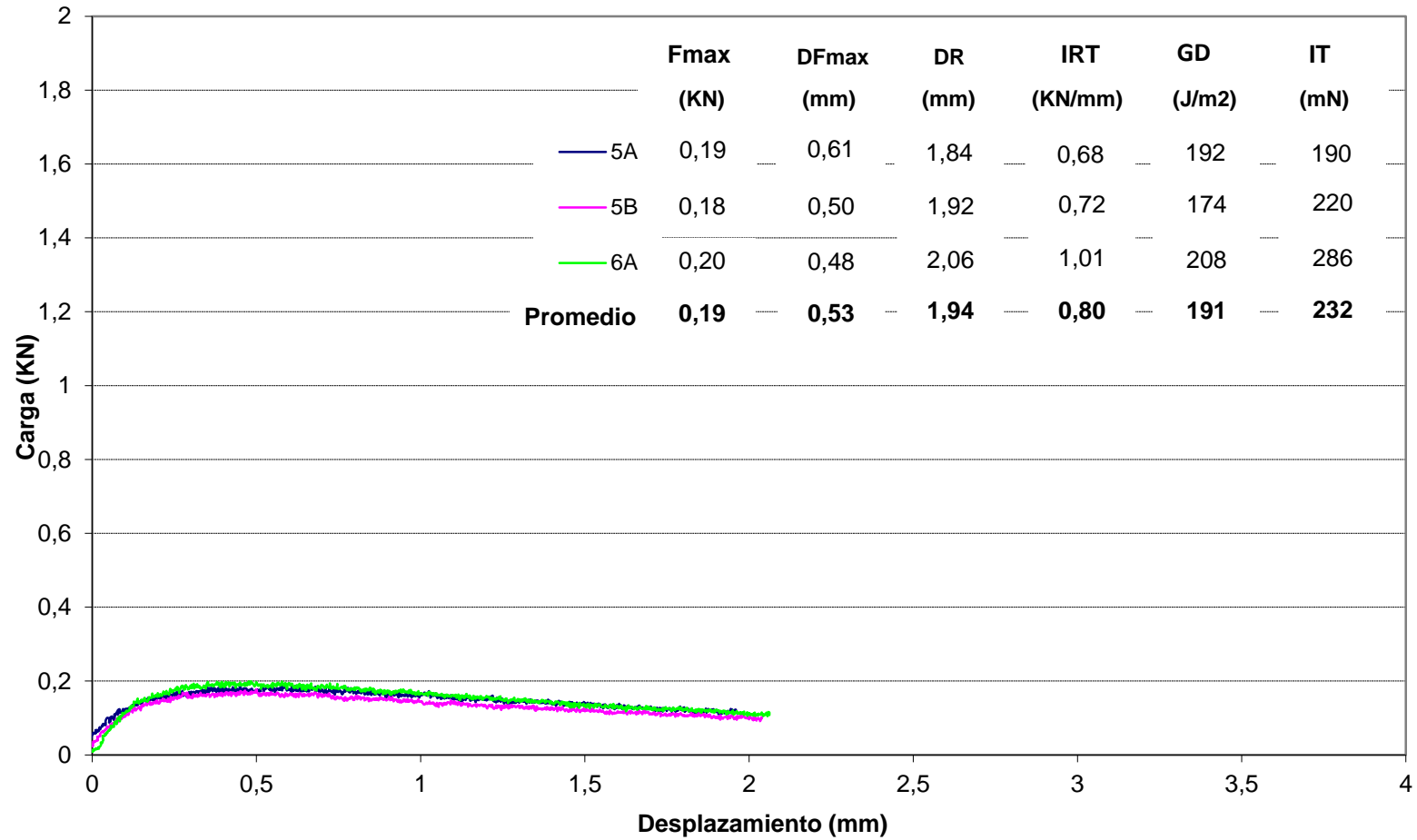


Ensayo Fénix a 10°C (B 35/50)



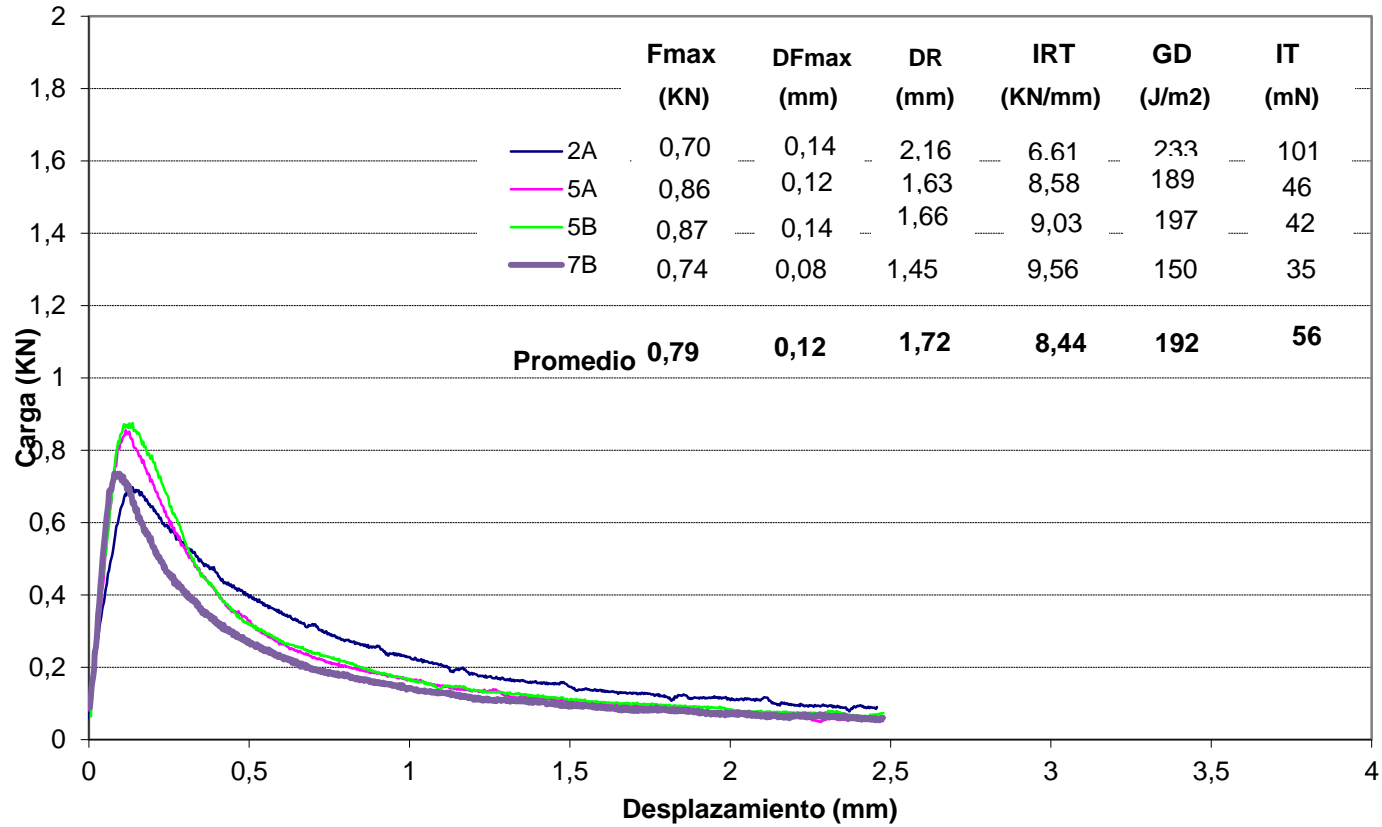


Ensayo Fénix a 20°C (B 35/50)



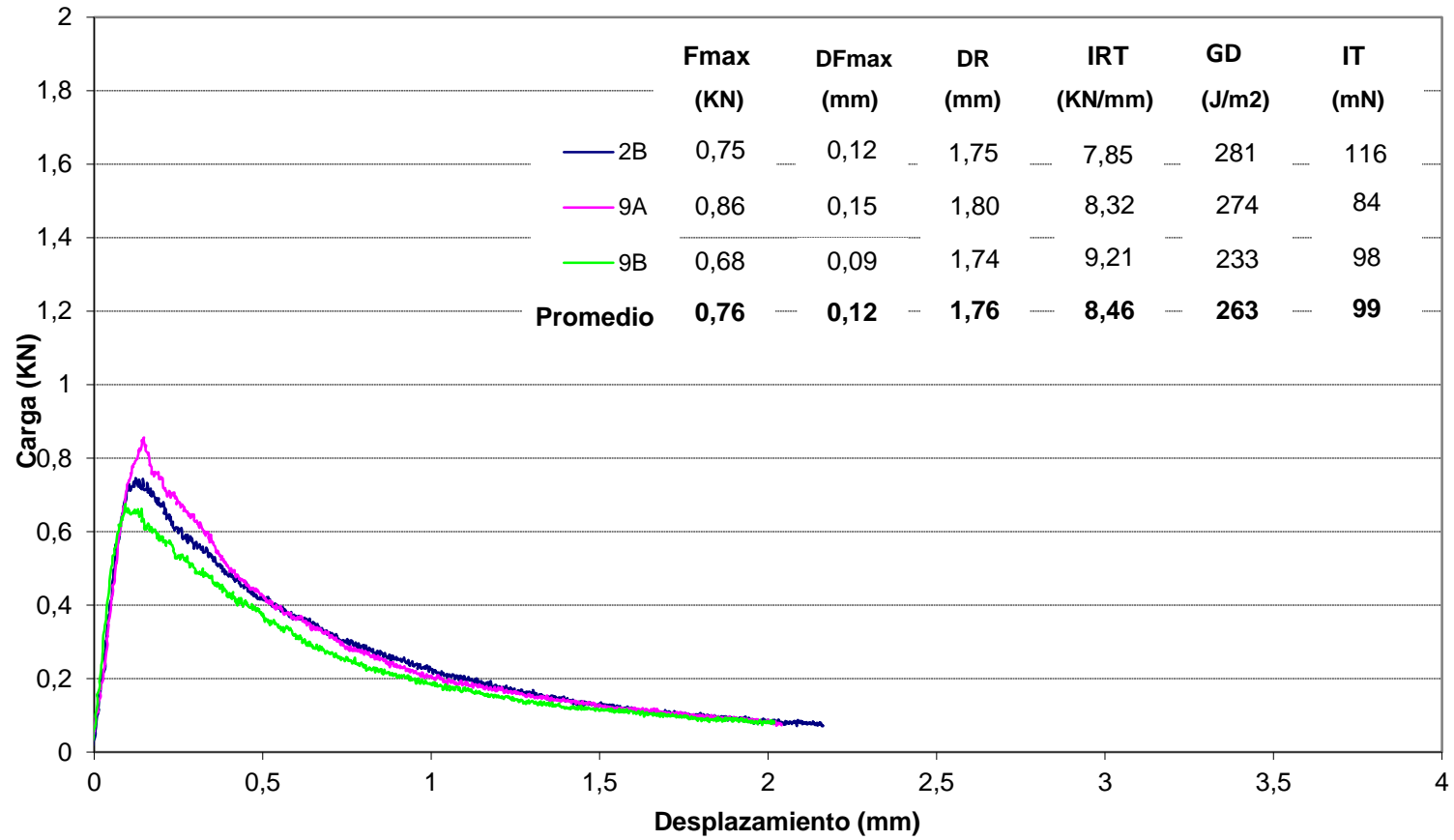


Ensayo Fénix a -15°C (B 70/100)



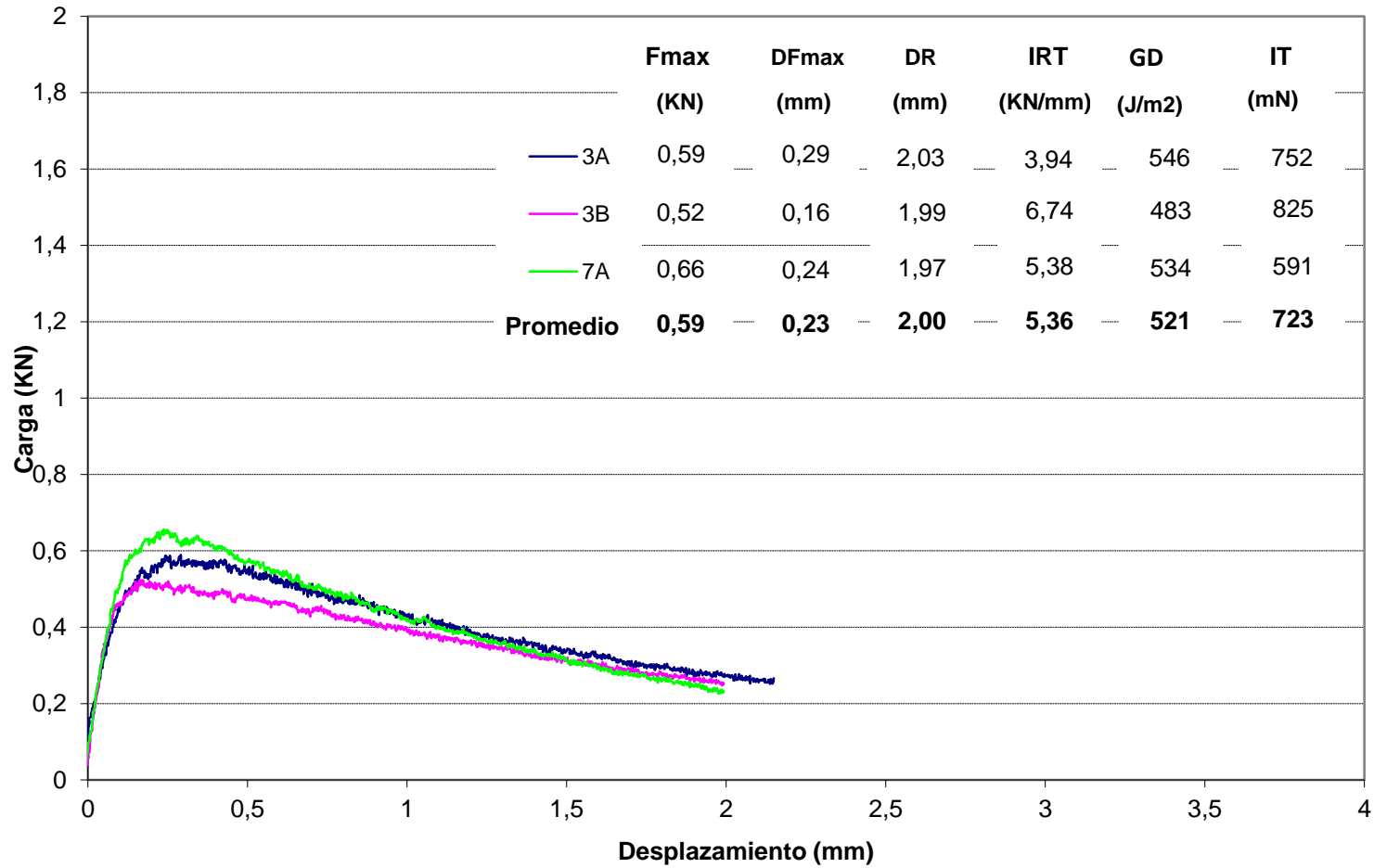


Ensayo Fénix a -5°C (B 70/100)



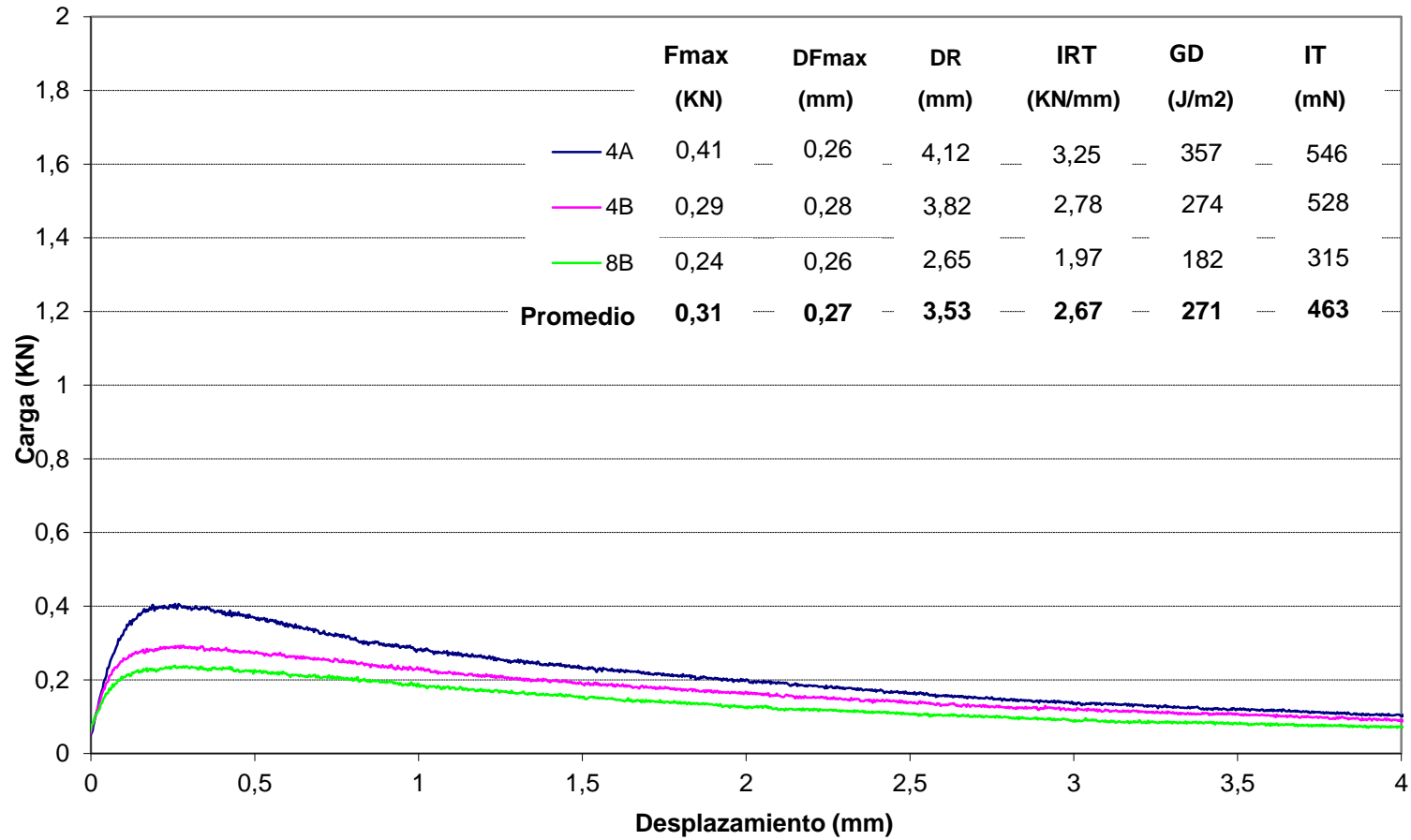


Ensayo Fénix a 5°C (B 70/100)





Ensayo Fénix a 10°C (B 70/100)





Ensayo Fénix a 20°C (B 70/100)

