

5.17. PRUEBA 1 C-37.

5.17.PRUEBA 1 C-37 (01/04/02).

Ya sabíamos que la operación del proceso que provocaba una mayor deformación en la pieza era la del temple del dentado de la cremallera. Para reducir dicha deformación se instaló un cilindro empujador que se oponía a la doblez que se iba adquiriendo conforme se templaba la pieza. Sin embargo, no se llevó a cabo un buen estudio de donde colocar el cilindro empujador ni de cómo afectan otros parámetros de la inductora a la deformación.

Se pretende con esta prueba determinar la posición óptima en la que debe de ubicarse el cilindro empujador así como su tiempo de actuación y el tiempo de ducha del dentado.

Las condiciones en las que se ha llevado a cabo la prueba son las siguientes:

- Inductora del temple de la parte posterior del dentado:

Potencia de calentamiento	80%
Monitor de energía	1517
Velocidad de temple (mm/min)	700
Concentración de ducha	11.50
Temperatura ducha	29
Caudal de ducha (l/min)	

- Inductora del temple del dentado:

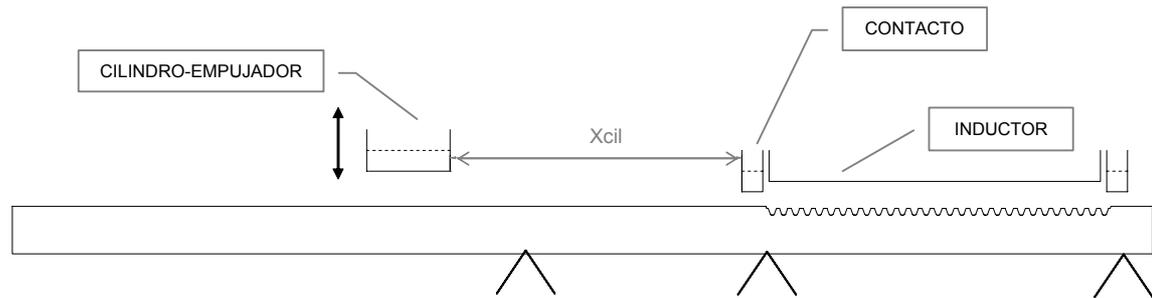
Potencia de calentamiento	5800
Monitor de energía	292
Tiempo de ducha (s)	8
Temperatura de ducha	36
Concentración de ducha	11.04
Caudal de ducha dentado (l/min)	84.1
Caudal de ducha back (l/min)	3.3

También se ha de indicar para esta prueba que el tiempo de calentamiento de la pieza es de 7.3 segundos (hasta ahora es el tiempo de calentamiento que siempre se ha tenido). Por otra parte la carrera del cilindro empujador es de 10 mm lo que significa que baja unos 3 mm por debajo de la primera generatriz de la pieza que se encuentra (la carrera del cilindro empujador es regulable, luego también se podría variar).

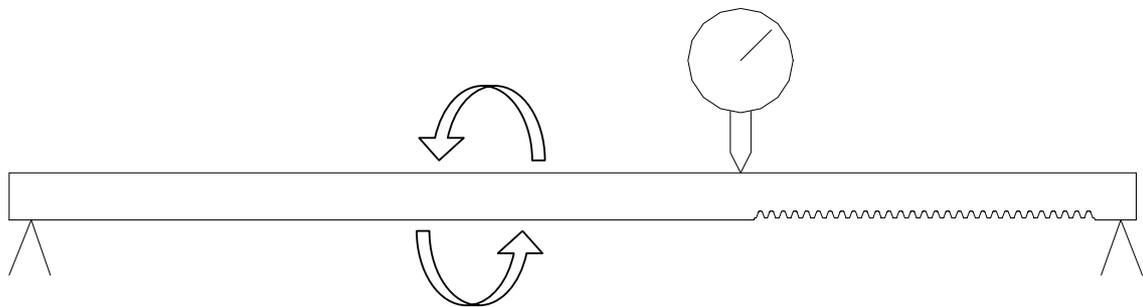
- Temperatura de revenido: 200° C
- Programa de enderezado: 43
- Colada: 58991

La tabla 1C-37.1 muestra los parámetros utilizados y los resultados obtenidos. Las abreviaturas utilizadas en dicha tabla son:

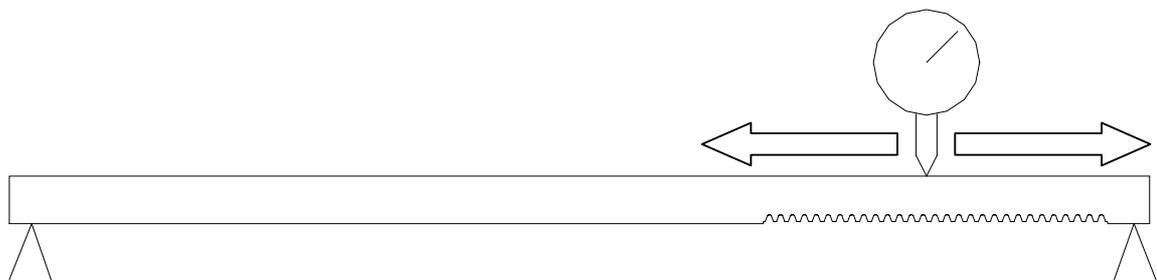
- T cilindro: es el tiempo que el cilindro empujador está actuando.
- X cilindro: distancia en mm de la cara de la caña del contacto de la caña a la cara más cercana del tope del cilindro empujador.



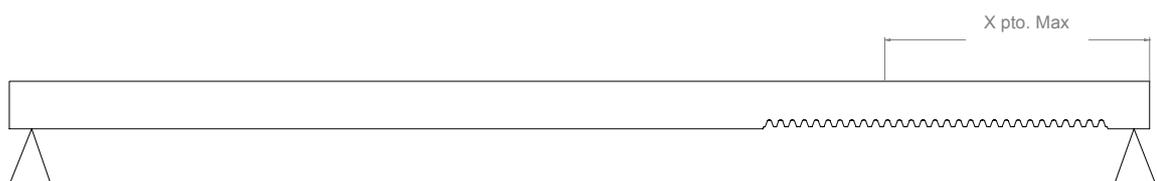
- T ducha: tiempo de ducha del dentado.
- TIR C-958: TIR en mm después del temple de la parte posterior del dentado medido en la parte de la caña justo antes del comienzo del dentado:



- DF C-958: deformación longitudinal máxima de la pieza en mm medida en la generatriz opuesta al dentado después del temple de la parte posterior del dentad



- X pto. Max.: distancia en mm desde el lado de la rosca hasta el punto de la máxima deformación longitudinal:

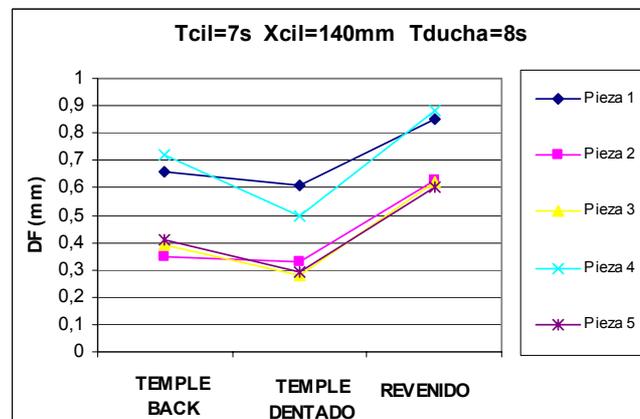
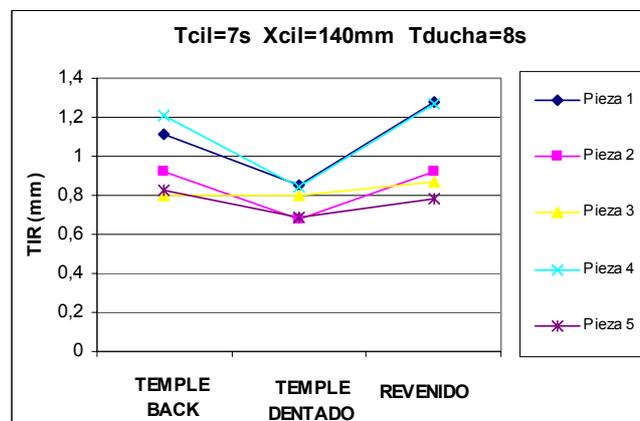


- TIR C-37: TIR en mm después del temple del dentado medido en la parte de la caña justo antes del comienzo del dentado

- DF C-37: deformación longitudinal máxima de la pieza en mm medida en la generatriz opuesta al dentado después del temple del dentado.
- TIR horno: TIR en mm después del revenido medido en la parte de la caña justo antes del comienzo del dentado.
- DF horno: deformación longitudinal máxima de la pieza en mm medida en la generatriz opuesta al dentado después del revenido.
- M03 C-650: medida M03 de la prensa de enderezar.

A continuación se representan los gráficos de T.I.R. y de deformación longitudinal, correspondientes a cada grupo de condiciones, de cómo quedan las piezas después del temple de la parte posterior, del temple del dentado y del revenido. También se muestran los puntos donde es máxima la deformación longitudinal:

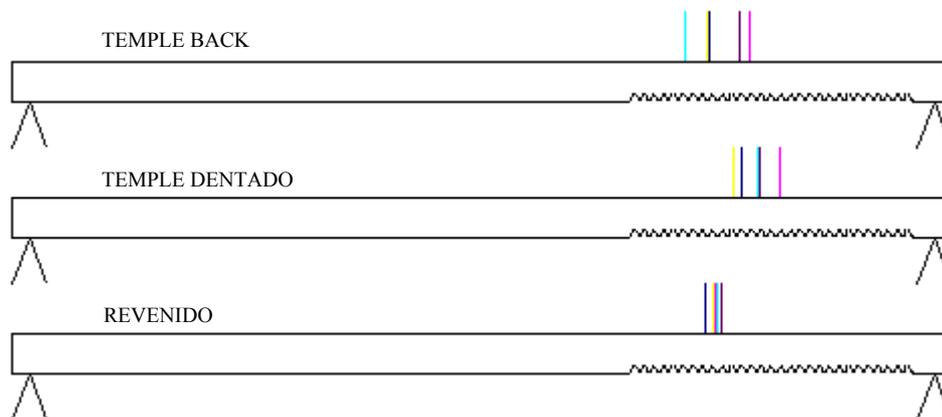
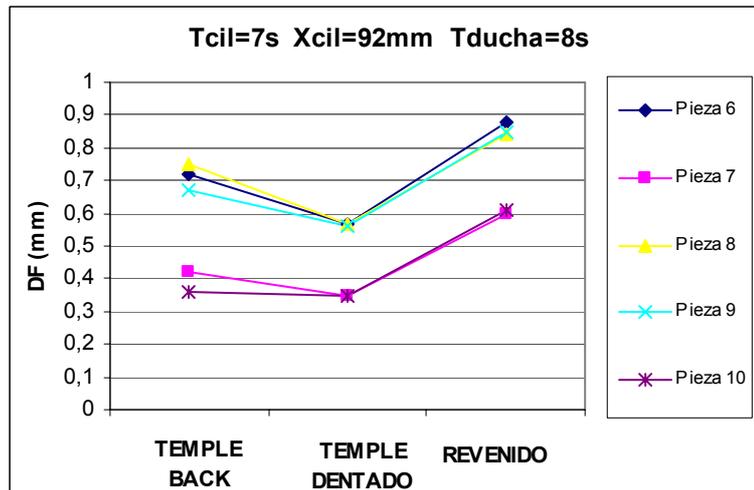
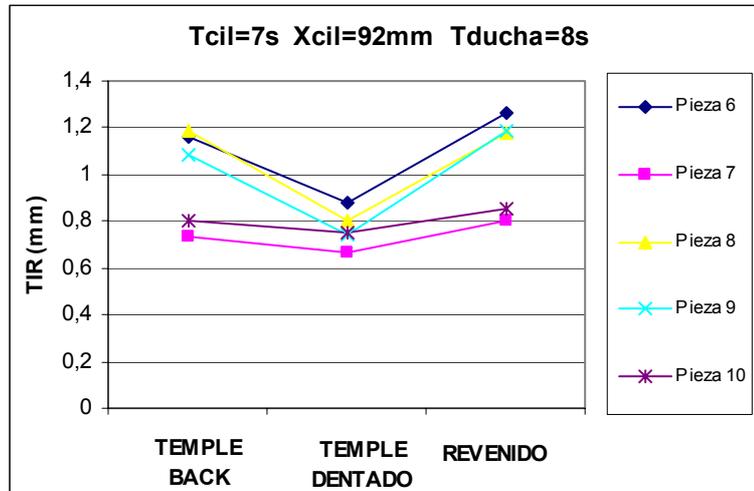
- $T_{cil}=7s$; $X_{cil}=140mm$; $T_{ducha}=8s$



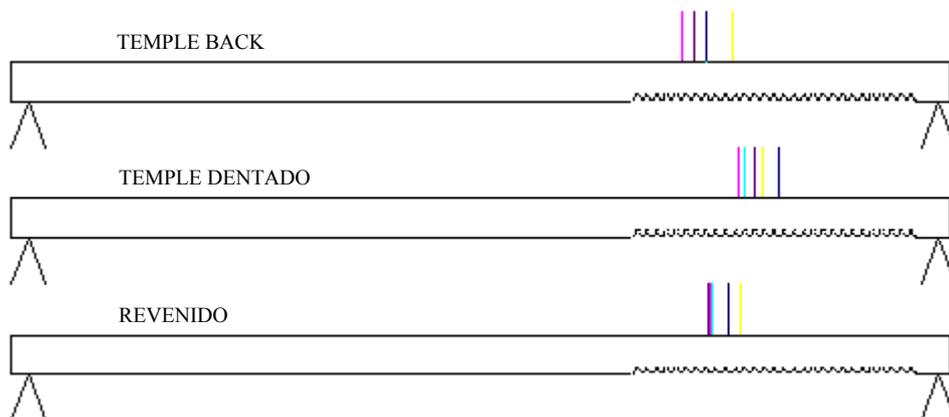
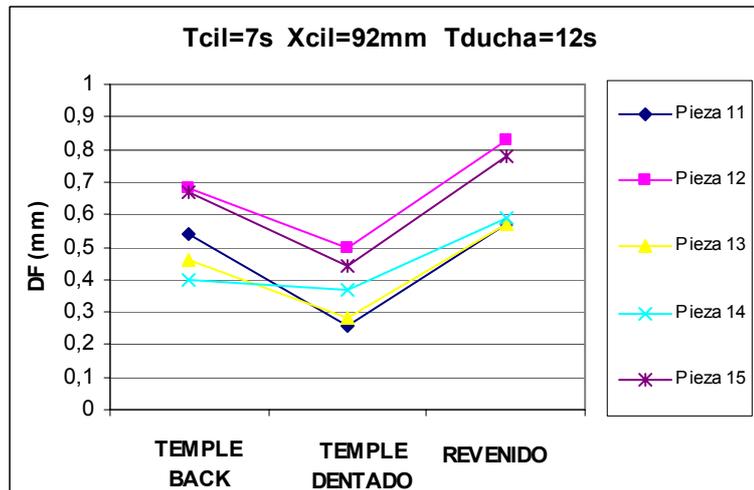
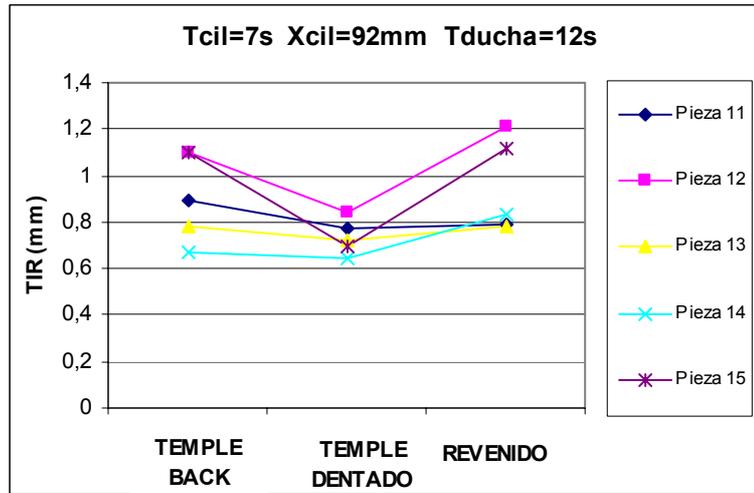
Pieza	T cilindro	X cilindro	T ducha	TIR C-858	DF C-958	X pto. Max	TIR C-37	DF C-37	X pto. Max	TIR homo	DF homo	X pto. Max	MOS C-850
1	7s	140	8s	1,11	0,66	153	0,85	0,61	124	1,28	0,85	137	1519
2	7s	140	8s	0,92	0,35	136	0,68	0,33	112	0,92	0,63	137	1186
3	7s	140	8s	0,8	0,39	150	0,8	0,28	101	0,87	0,62	133	1144
4	7s	140	8s	1,21	0,72	162	0,84	0,5	120	1,27	0,88	136	1597
5	7s	140	8s	0,83	0,41	131	0,69	0,29	95	0,78	0,6	124	1066
6	7s	92	8s	1,16	0,72	138	0,88	0,57	120	1,26	0,88	141	1580
7	7s	92	8s	0,73	0,42	115	0,67	0,35	98	0,8	0,6	135	1038
8	7s	92	8s	1,19	0,75	140	0,8	0,57	125	1,18	0,84	137	1496
9	7s	92	8s	1,08	0,67	153	0,74	0,56	111	1,19	0,85	134	1549
10	7s	92	8s	0,8	0,36	121	0,75	0,35	110	0,85	0,61	132	1104
11	7s	92	12s	0,89	0,54	143	0,77		100	0,81	0,57	130	1045
12	7s	92	12s	1,1	0,68	157	0,84	0,5	125	1,21	0,83	140	1517
13	7s	92	12s	0,78	0,46	127	0,72	0,28	110	0,78	0,57	123	1032
14	7s	92	12s	0,67	0,4	142	0,64	0,37	120	0,83	0,59	139	1090
15	7s	92	12s	1,1	0,67	150	0,7	0,44	114	1,12	0,78	140	1413
16	12s	92	12s	0,87	0,53	145	0,75	0,15	84	0,75	0,55	124	990
17	12s	92	12s	1,18	0,72	147	0,83	0,53	98	1,21	0,85	139	1548
18	12s	92	12s	0,65	0,4	150	0,53	0,25	104	0,75	0,55	133	998
19	12s	92	12s	1,1	0,67	160	0,81	0,48	114	1,22	0,86	138	1538
20	12s	92	12s	1,18	0,7	143	0,72	0,54	120	1,19	0,85	138	1512
21	12s	140	12s	1,25	0,75	152	0,65	0,46	122	1,1	0,8	135	1423
22	12s	140	12s	0,83	0,47	135	0,73	0,25	90	0,8	0,6	130	1050
23	12s	140	12s	1,17	0,72	160	0,71	0,53	125	1,11	0,79	136	1433
24	12s	140	12s	0,97	0,55	145	0,74	0,28	107	0,83	0,6	136	1075
25	12s	140	12s	0,77	0,48	140	0,74	0,24	110	0,71	0,5	127	943
26	12s	183	12s	0,82	0,5	153	0,62	0,5	121	1,08	0,78	140	1388
27	12s	183	12s	1,2	0,72	166	0,86	0,55	125	1,24	0,85	140	1585
28	12s	183	12s	0,88	0,5	153	0,76	0,34	120	0,82	0,65	137	1185
29	12s	183	12s	0,75	0,45	153	0,71	0,26	110	0,88	0,62	130	1166
30	12s	183	12s	1,12	0,68	159	0,68	0,4	115	1,1	0,78	135	1446
31	12s	262	12s	0,91	0,59	150	0,79	0,59	112	1,27	0,89	137	1645
32	12s	262	12s	0,88	0,43	148	0,83	0,35	120	0,99	0,66	143	1243
33	12s	262	12s	0,79	0,45	143	0,7	0,38	118	1,03	0,71	138	1326
34	12s	262	12s	1,09	0,68	146	0,98	0,69	124	1,37	0,94	136	1754
35	12s	262	12s	0,84	0,52	155	0,81	0,39	110	1,03	0,71	138	1304

Tabla 1 c-37.1

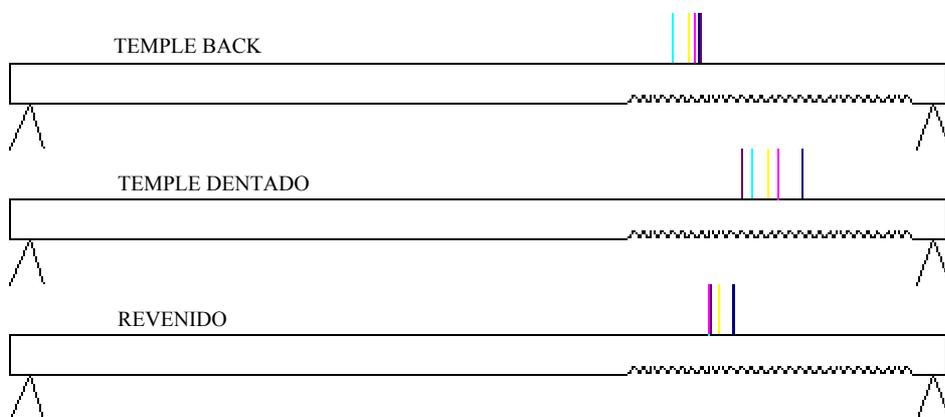
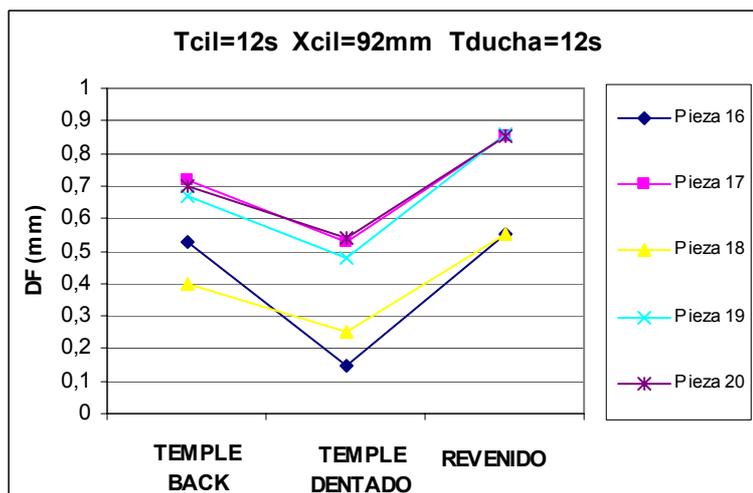
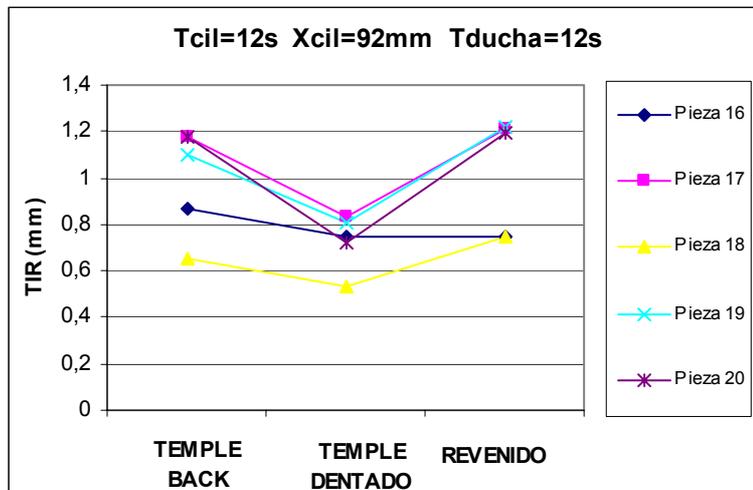
- $T_{cil} = 7s$; $X_{cil} = 92mm$; $T_{ducha} = 8s$



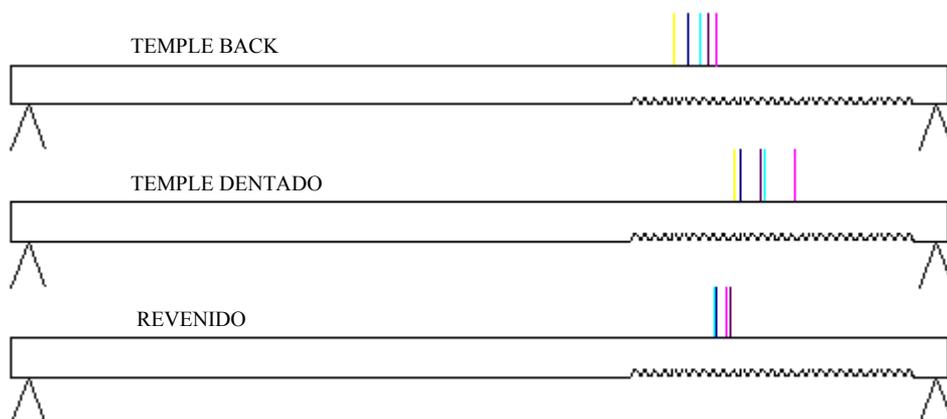
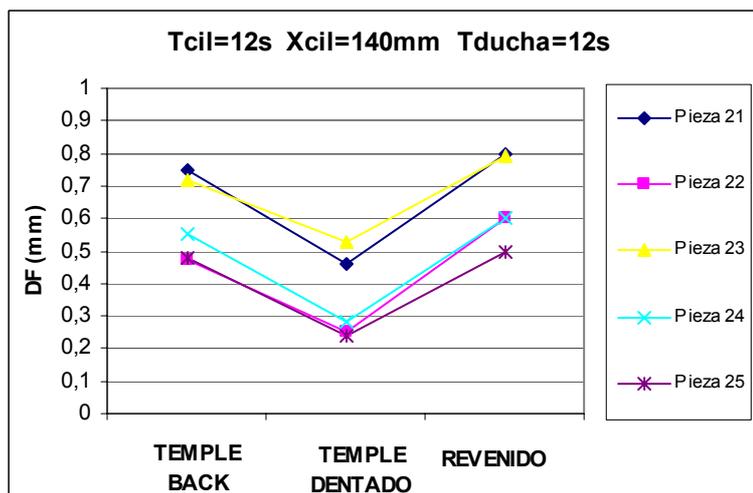
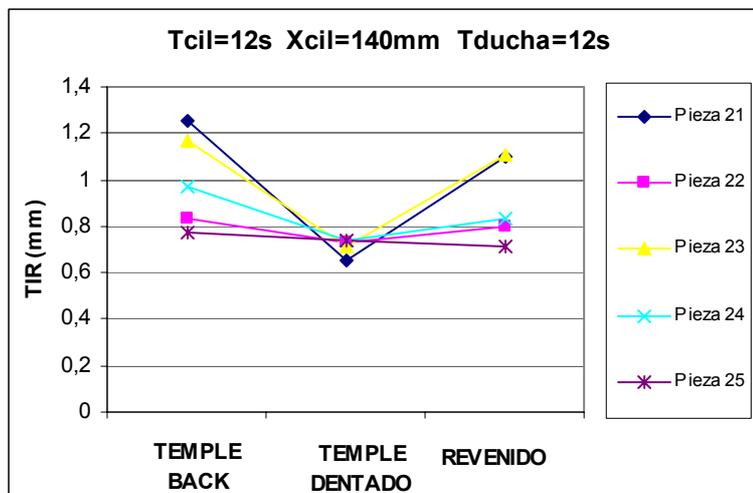
- $T_{cil}=7s$; $X_{cil}=92mm$; $T_{ducha}=12s$



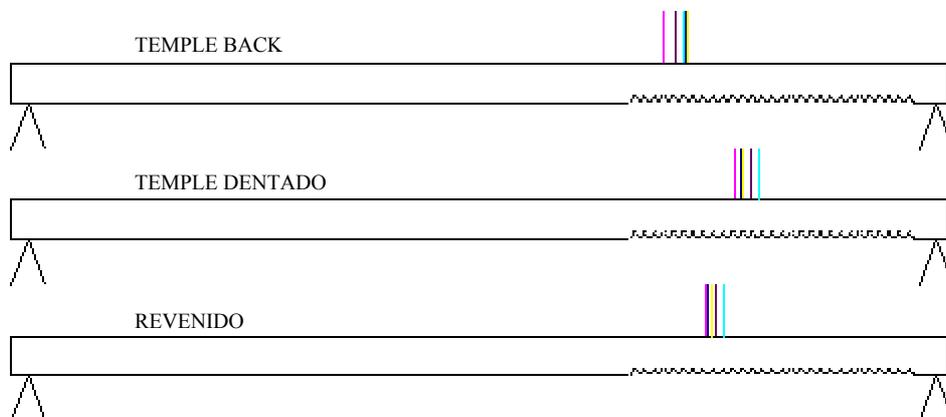
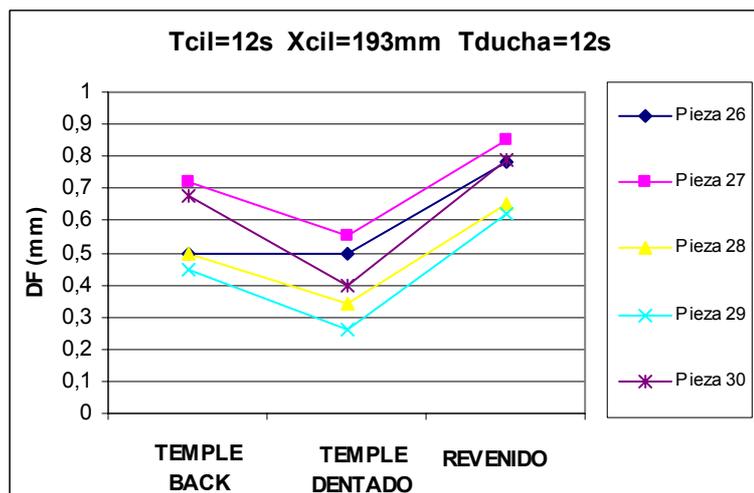
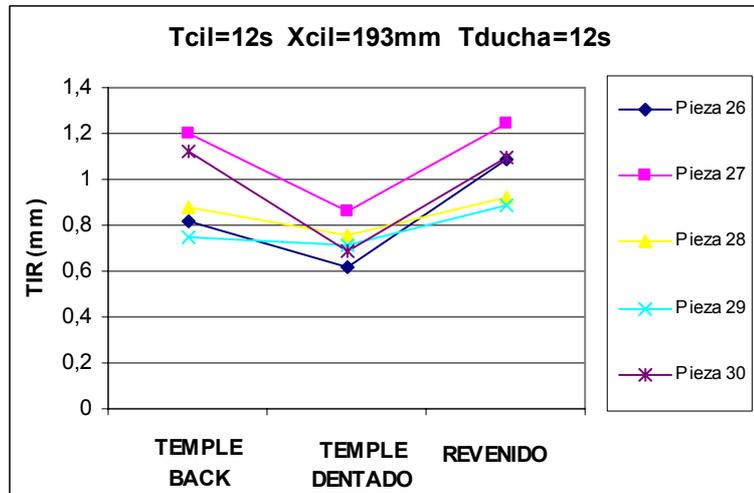
- $T_{cil} = 12s$; $X_{cil} = 92mm$; $T_{ducha} = 12s$



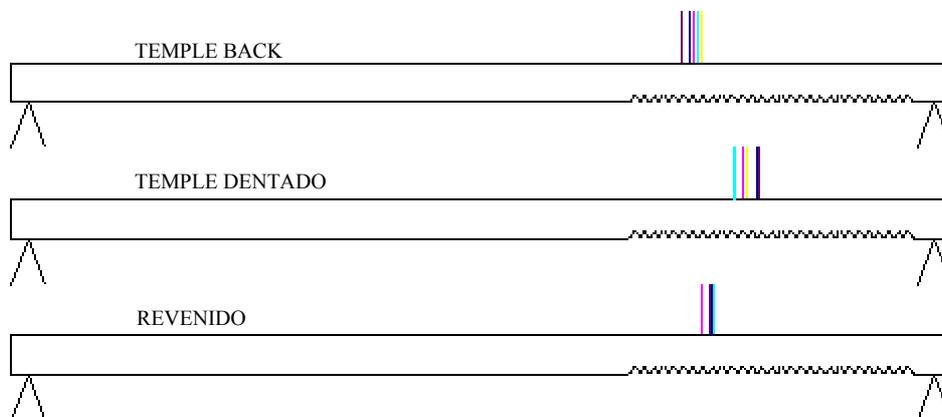
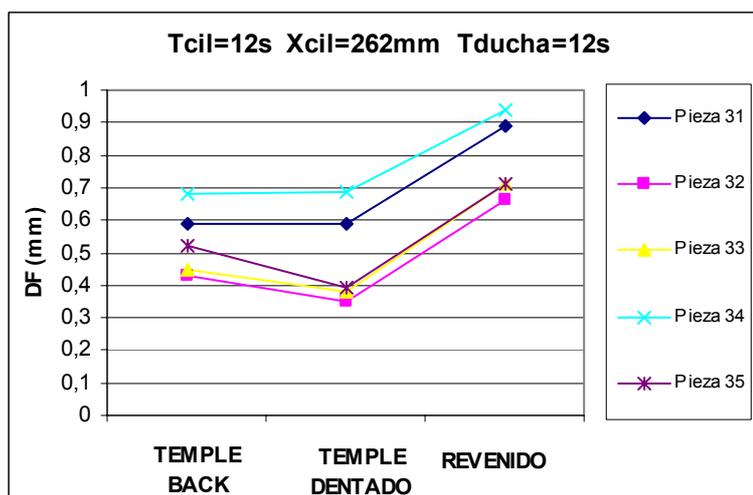
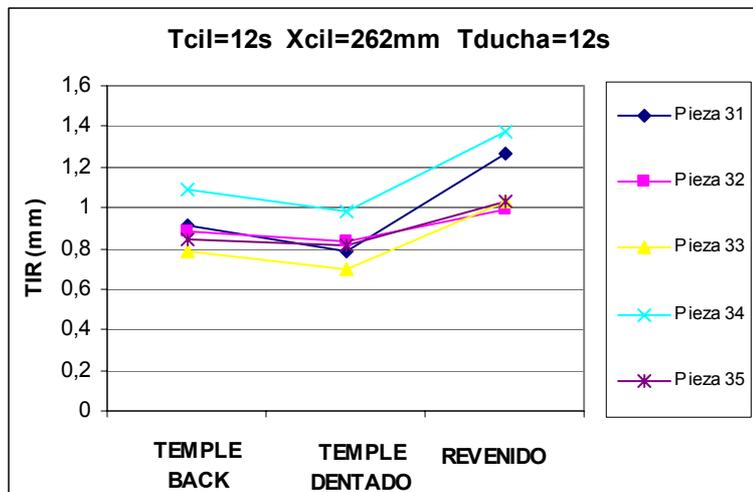
- $T_{cil} = 12s$; $X_{cil} = 140mm$; $T_{ducha} = 12s$



- $T_{cil} = 12s$; $X_{cil} = 193mm$; $T_{ducha} = 12s$

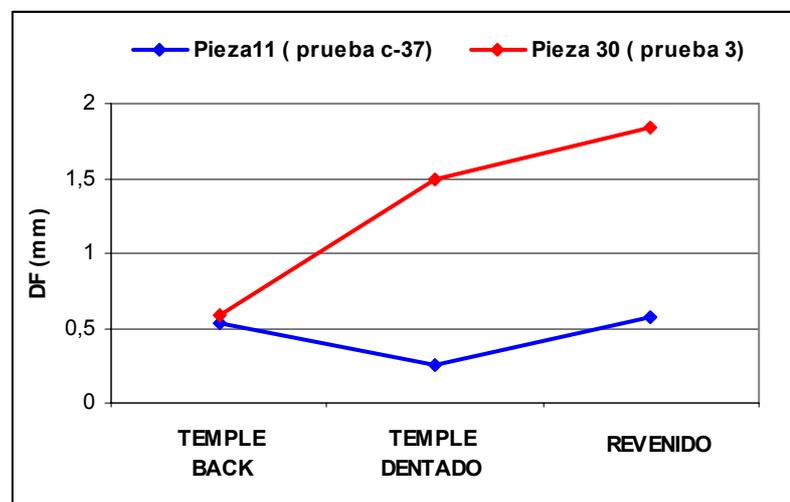


- $T_{cil} = 12s$; $X_{cil} = 262mm$; $T_{ducha} = 12s$



La prueba 3 fue la única en la que se tomó con anterioridad las deformaciones de las piezas después de cada una de las operaciones. Cuando se realizó esta prueba aún no estaba instalado el cilindro empujador, por lo que sería interesante comparar ahora para ver la influencia de este.

- En la prueba 3, después del temple de la parte posterior del dentado las piezas tenían una deformación longitudinal máxima que oscilaba entre 0.25 y 0.7 décimas, mientras que ahora lo hace entre 0.35 y 0.75. El que ahora esté un poco más alta se puede deber a que haya cambiado algún parámetro en la inducción, a las duchas, a deterioro o suciedad en los inductores, a desajuste mecánico de estos, etc.
- El temple del dentado provocaba, en la prueba 3, un aumento considerable de la deformación en todas las piezas.



Sin embargo, vemos ahora que una pieza con la misma deformación tras el temple del back, que otra de la prueba 3, ahora disminuye ésta tras el temple del dentado, al contrario de lo que ocurría antes. Este cambio tan brusco en la forma de deformarse una pieza de una prueba a otra tiene su contribuidor en el cilindro empujador.

Por otra parte se puede observar como en general la TIR de las piezas de la familia 2 baja más que la de la familia 1, mientras que la disminución de la máxima deformación longitudinal es aproximadamente la misma (la explicación de la deformación de la pieza viene detallada en un capítulo posterior)

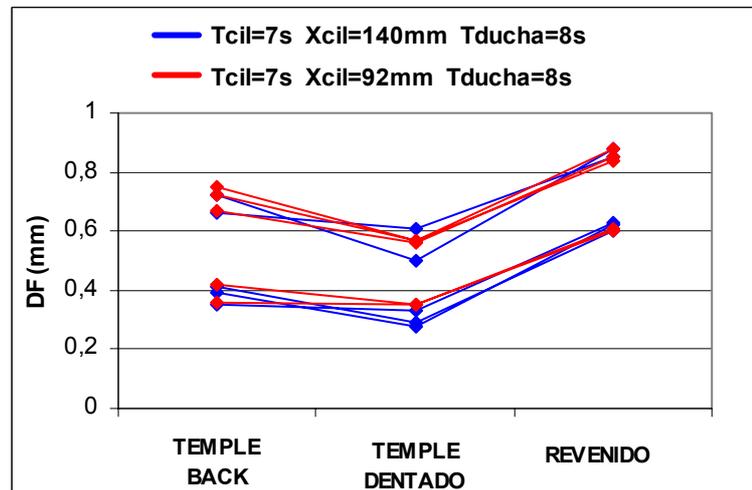
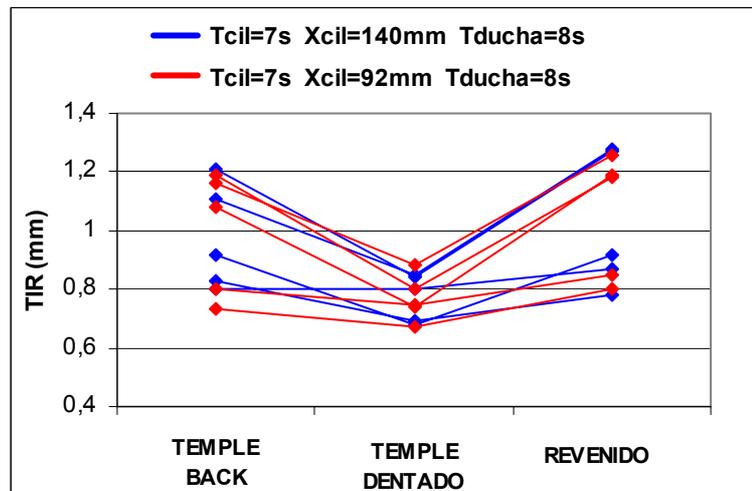
- Uno de los objetivos pretendidos en este proyecto es el de obtener la menor deformación posible después del revenido. Ya se vio con anterioridad que los parámetros actuales del revenido (1 hora a 200° C) son los más convenientes de cara a no perder dureza y conservar un tiempo de ciclo adecuado. Según los datos de deformación longitudinal obtenidos, el aumento de esta en la operación de revenido oscila entre tres y cuatro décimas en todas las piezas (es siempre similar) lo que nos dice que

teniendo en cuenta los parámetros modificados en esta prueba interesa disminuir lo mas posible la deformación en el temple del dentado para obtener la menor después del revenido.

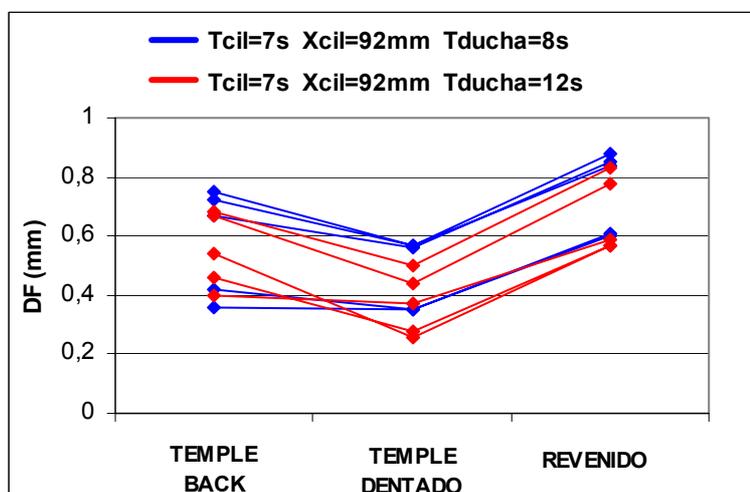
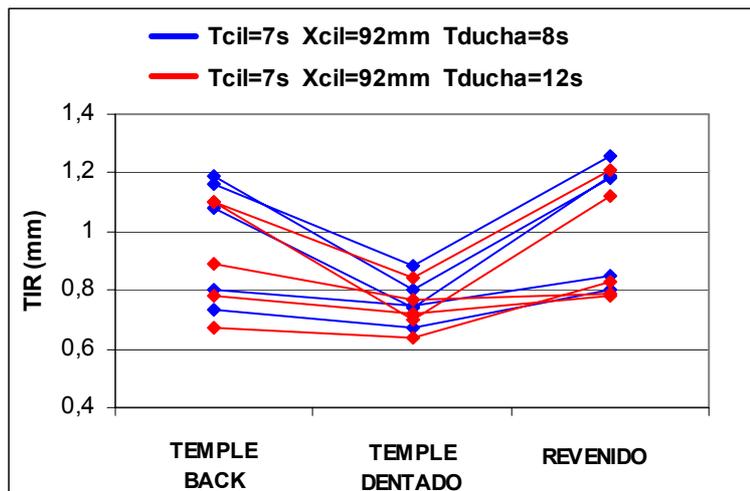
En el gráfico mostrado anteriormente se observa que el aumento de la deformación debido al revenido es del mismo orden para piezas de la prueba 3 y C-37.

A continuación se comprueba la influencia en la deformación en el temple del dentado de los parámetros que se modifican en esta prueba:

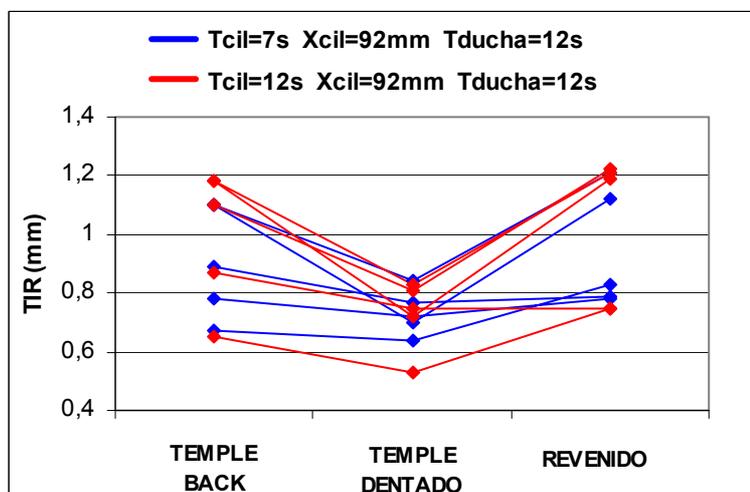
- Para $T_{cil}=7s$ y $T_{ducha}=8s$ no se observa variación al pasar de $X_{cil}=140$ a $X_{cil}=92mm$ ya que las diferencias entre las deformaciones después de cada operación son similares:

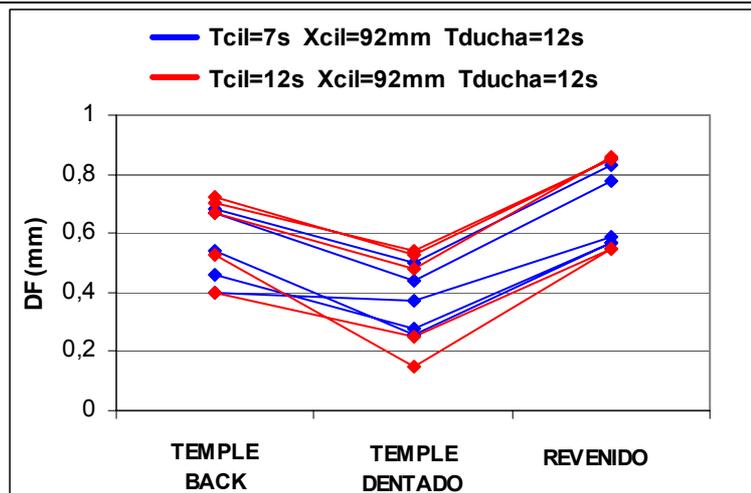


- Para $T_{cil}=7s$ y $X_{cil}=92mm$ observando el gráfico de DF parece que son un poco menores las deformaciones al aumentar la ducha, pero no se puede sacar una conclusión clara:

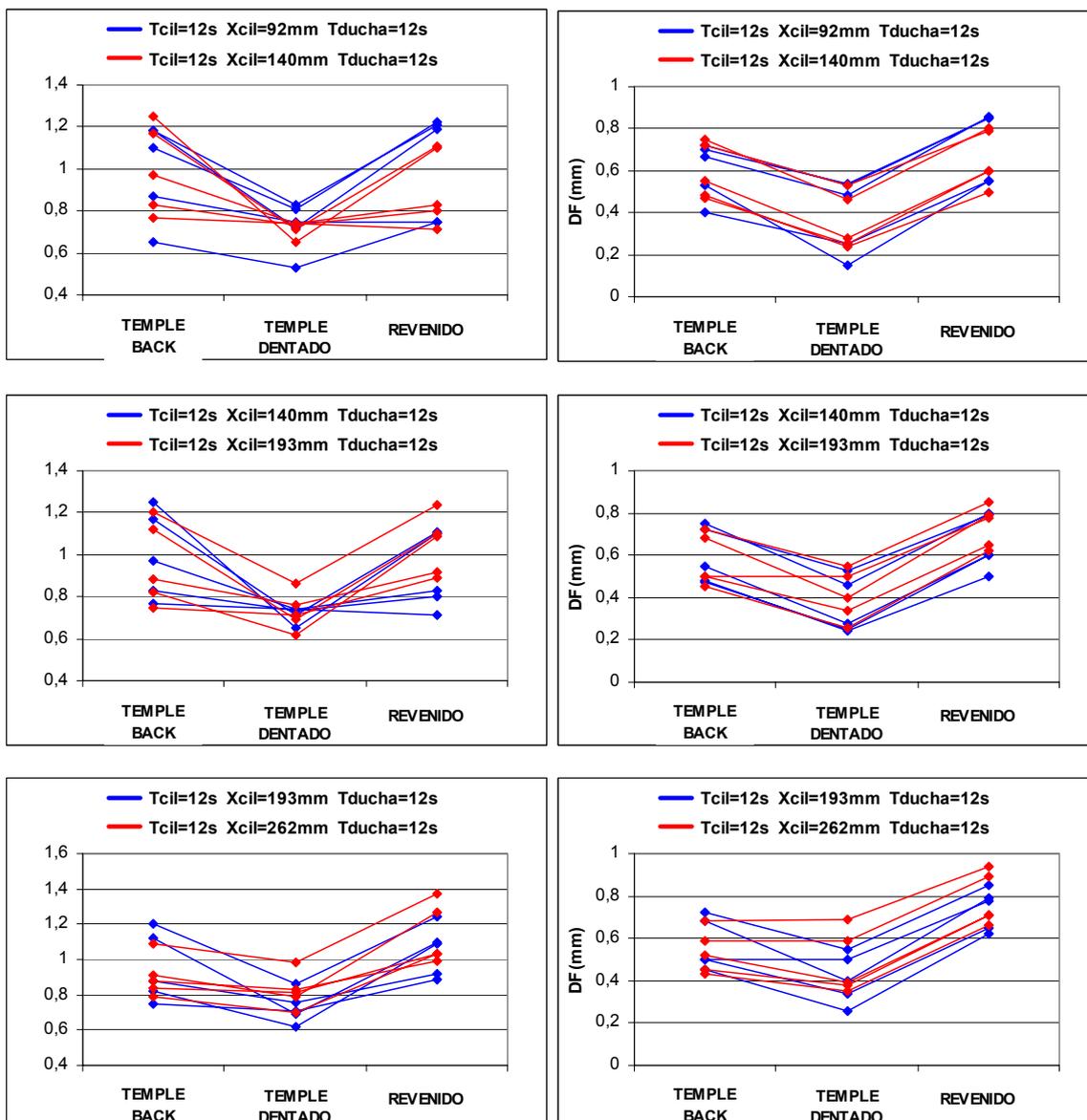


- Para Tducha =12s y Xcil= 92mm el aumentar el tiempo de actuación del cilindro empujador no supone ninguna mejoría:





- Para Tcil= 12s y Tducha= 12s se puede comprobar como la mejor opción es Xcil= 140mm:



Tras el estudio de estos factores se puede concluir que la modificación de los mismos no influye de una manera drástica en la deformación de la pieza, aún así nos quedamos con la que consideramos la mejor opción: $T_{cil} = 12s$, $T_{ducha} = 12s$ y $X_{cil} = 140mm$.

Algo que no se debe dejar escapar en los resultados obtenidos en esta prueba es que si nos fijamos en M03, las piezas están llegando a la enderezadora bastante menos deformadas a como lo hacían en las pruebas realizadas en los últimos días:

- Según se ha visto el revenido no es la causa porque la variación de la deformación producida por él es muy similar.
- La deformación adquirida en el temple de la parte posterior del dentado es incluso mayor que en la prueba 3 y no parece ser la causa a menos que en los últimos días la deformación estuviese bastante mayor que ahora, lo que parece poco probable.
- Por tanto sólo nos queda el temple del dentado como causante, ya sea porque el cilindro empujador no actuaba de forma correcta o por otro parámetro aún por estudiar.