

5.2. PRUEBA 2.

5.2.PRUEBA 2 (19/12/01).

Se han introducido 30 piezas en la enderezadora tal y como salen del horno de revenido. Nuestro objetivo en esta prueba es seguir comprobando el sistema de medida y ver como de lejos estamos de nuestro objetivo, ya que se ha fijado el tiempo de ciclo de la enderezadora en 50s. Los datos que se han recogido son los siguientes:

- las medidas que proporciona la enderezadora M01, M02, M03, M04, M07, M09, M10 antes de enderezar dos veces (pieza, entrada2), las que tenía la pieza en el último test antes de que se interrumpiera el ciclo por llegar a 50s (salida 0), y las que tiene la pieza cuando se acaba el ciclo (salida 1, salida 2). Si el ciclo dura menos de 50s significa que la pieza se ha enderezado con éxito, y por tanto, salida 0, salida 1 y salida 2 han de coincidir.
- El tiempo que dura el ciclo (Tc).
- Si la pieza cumple especificación al final de ciclo (B: Buena) o si no lo hace (M: mala).

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	70%
Monitor de energía	978
Velocidad de temple (mm/min)	620
Concentración de ducha	9,2
Temperatura ducha	32,2
Caudal de ducha (l/min)	

- Inductora del temple del dentado:

Potencia de calentamiento	5800
Monitor de energía	218
Tiempo de ducha (s)	8
Temperatura de ducha	35
Concentración de ducha	10,58
Caudal de ducha dentado (l/min)	82
Caudal de ducha back (l/min)	4

- Temperatura del horno de revenido: 235 °C
- Programa de enderezado: 41 (tiempo de ciclo fijado en 50s).
- Colada: 57773

Los resultados que se han obtenido se muestran en la siguiente tabla:

	M01	M02	M03	M04	M07	M09	M10	Tc	B/M
Pieza 1	1716	2956	3559	2739	92	1439	1127	52	
Entrada 2	1730	2982	3592	2772	92	1455	1145		
Salida 0	71	102	249	133	21	202	64		M
Salida 1	64	79	164	94	21	187	59		M
Salida 2	64	80	178	99	22	185	57		M

Pieza 2	1340	2273	2850	2196	88	1211	906	53	
Entrada 2	1355	2307	2872	2229	88	1213	928		
Salida 0	98	138	367	232	25	264	68		M
Salida 1	119	246	76	70	17	172	36		M
Salida 2	108	226	68	67	16	172	36		M
Pieza 3	1402	2392	2913	2267	80	1188	944	53	
Entrada 2	1402	2400	2915	2275	80	1191	954		
Salida 0	79	134	159	93	7	144	35		M
Salida 1	82	136	162	99	8	145	38		M
Salida 2	82	139	167	102	7	147	38		M
Pieza 4	1550	2704	3372	2654	60	1428	1128	53	
Entrada 2	1554	2715	3370	2655	58	1423	1131		
Salida 0	83	103	91	125	26	164	85		M
Salida 1	86	105	96	128	28	171	87		M
Salida 2	83	99	104	129	28	175	84		M
Pieza 5	1361	2357	2881	2201	66	1176	902	54	
Entrada 2	1364	2361	2870	2192	64	1166	897		
Salida 0	89	138	109	23	14	107	57		M
Salida 1	98	149	103	35	15	113	62		M
Salida 2	94	144	103	31	17	111	63		M
Pieza 6	1282	2234	2774	2127	55	1177	870	32	
Entrada 2	1276	2235	2783	2137	53	1177	874		
Salida 0	60	65	117	59	24	163	72		B
Salida 1	64	70	120	57	26	168	75		B
Salida 2	56	60	128	54	23	167	69		M
Pieza 7	1650	2845	3437	2711	81	1395	1163	55	
Entrada 2	1649	2842	3450	2720	83	1404	1158		
Salida 0	183	297	148	152	17	129	95		M
Salida 1	74	110	90	133	13	156	94		M
Salida 2	70	106	98	133	11	163	91		M
Pieza 8	1706	2904	3519	2772	104	1439	1178	53	
Entrada 2	1706	2898	3534	2768	107	1447	1174		
Salida 0	139	259	75	39	12	110	8		M
Salida 1	46	85	112	83	15	169	32		B
Salida 2	45	83	107	79	15	161	31		B
Pieza 9	1272	2188	2704	2097	69	1135	872	30	
Entrada 2	1266	2175	2690	2082	68	1127	866		
Salida 0	49	99	97	35	6	136	78		B
Salida 1	47	98	90	31	6	128	71		B
Salida 2	45	90	102	26	5	131	72		B
Pieza 10	1302	2256	2746	2142	62	1124	898	30	
Entrada 2	1304	2255	2755	2137	64	1136	888		
Salida 0	28	49	29	57	4	50	45		B
Salida 1	32	55	40	56	4	51	38		B
Salida 2	33	57	32	55	5	51	41		B
Pieza 11	1288	2224	2772	2130	64	1159	882	53	
Entrada 2	1296	2241	2773	2135	61	1154	881		
Salida 0	146	258	435	251	6	247	57		M
Salida 1	63	121	263	157	4	196	43		M
Salida 2	67	128	273	168	4	197	47		M
Pieza 12	1274	2166	2710	2067	77	1149	848	54	
Entrada 2	1270	2167	2705	2062	75	1145	848		
Salida 0	582	1032	874	511	20	186	133		M

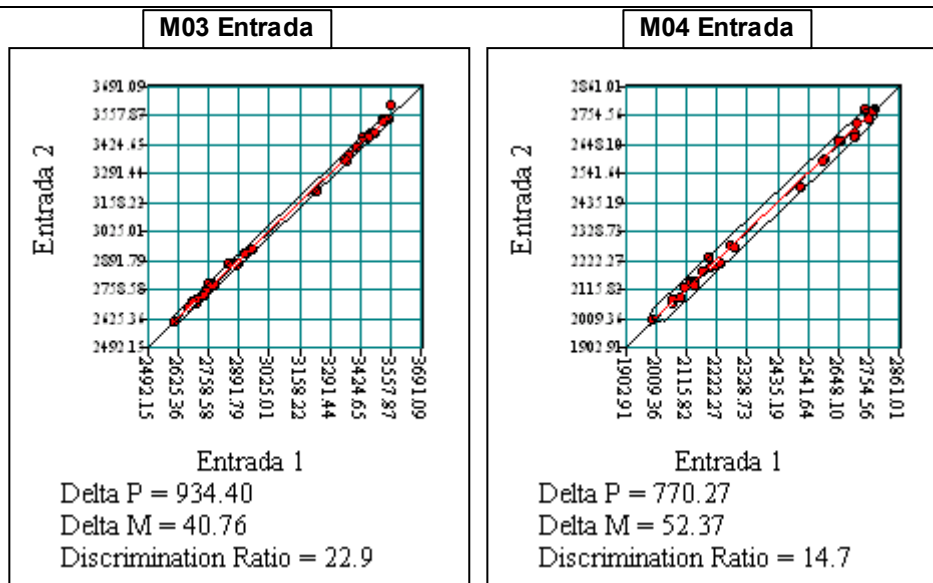
Salida 1	314	573	445	256	11	135	79		M
Salida 2	307	554	428	242	12	135	74		M
Pieza 13	1286	2221	2786	2143	64	1183	881	29	
Entrada 2	1288	2226	2768	2131	63	1171	877		
Salida 0	70	90	96	82	20	142	119		B
Salida 1	67	86	113	78	20	154	122		B
Salida 2	62	75	111	69	21	143	110		B
Pieza 14	1574	2725	3356	2600	72	1402	1079	33	
Entrada 2	1568	2718	3348	2586	70	1393	1070		
Salida 0	42	52	116	89	18	127	87		B
Salida 1	42	53	117	87	17	125	84		B
Salida 2	39	48	121	92	18	123	90		M
Pieza 15	1668	2880	3471	2752	82	1415	1180	54	
Entrada 2	1665	2873	3469	2740	83	1417	1176		
Salida 0	58	120	294	211	11	214	89		M
Salida 1	200	344	195	141	23	100	69		M
Salida 2	189	324	165	132	22	106	75		M
Pieza 16	1205	2091	2612	1999	51	1106	820	57	
Entrada 2	1208	2098	2607	1999	50	1101	817		
Salida 0	251	410	208	147	25	99	62		M
Salida 1	128	198	9	43	18	135	41		M
Salida 2	124	191	11	42	19	145	38		M
Pieza 17	1603	2758	3367	2592	82	1384	1082	53	
Entrada 2	1592	2742	3335	2576	80	1371	1056		
Salida 0	122	197	232	139	14	96	64		M
Salida 1	109	177	219	135	12	101	64		M
Salida 2	113	184	217	137	13	91	71		M
Pieza 18	1525	2626	3235	2512	79	1358	1047	53	
Entrada 2	1510	2603	3202	2486	77	1335	1035		
Salida 0	60	110	305	198	19	226	73		M
Salida 1	63	93	111	103	21	173	62		B
Salida 2	58	78	125	109	19	178	62		M
Pieza 19	1646	2840	3482	2704	82	1443	1134	33	
Entrada 2	1631	2817	3463	2683	81	1437	1122		
Salida 0	52	63	89	78	18	112	92		B
Salida 1	51	60	80	79	17	106	88		B
Salida 2	52	57	101	76	21	116	86		B
Pieza 20	1378	2354	2887	2216	82	1195	908	34	
Entrada 2	1372	2339	2872	2198	82	1187	897		
Salida 0	62	109	105	21	10	131	31		B
Salida 1	62	109	101	23	11	126	28		B
Salida 2	63	105	116	28	12	132	31		B
Pieza 21	1318	2246	2760	2175	89	1145	924	29	
Entrada 2	1319	2247	2780	2174	91	1154	925		
Salida 0	53	83	70	79	26	125	100		B
Salida 1	53	80	79	76	26	130	99		B
Salida 2	54	79	85	69	26	133	94		B
Pieza 22	1741	2941	3551	2753	119	1445	1145	53	
Entrada 2	1722	2919	3535	2730	115	1435	1135		
Salida 0	108	188	207	107	30	82	37		M
Salida 1	59	115	140	75	32	79	38		M
Salida 2	64	121	155	88	33	87	40		M
Pieza 23	1272	2198	2743	2142	61	1164	898	53	

Entrada 2	1262	2182	2728	2126	57	1151	896		
Salida 0	69	130	225	84	4	174	36		M
Salida 1	148	254	87	72	11	114	62		M
Salida 2	139	237	77	59	11	128	63		M
Pieza 24	1610	2770	3460	2702	80	1474	1137	40	
Entrada 2	1598	2744	3444	2664	79	1470	1117		
Salida 0	65	97	99	66	12	30	93		B
Salida 1	64	95	96	70	13	31	99		B
Salida 2	66	98	100	59	12	31	89		B
Pieza 25	1238	2142	2675	2070	59	1132	867	31	
Entrada 2	1247	2161	2668	2078	58	1123	870		
Salida 0	66	100	76	61	11	138	81		B
Salida 1	71	104	63	63	13	129	80		B
Salida 2	72	105	72	65	14	141	84		B
Pieza 26	1596	2757	3405	2650	79	1419	1112	35	
Entrada 2	1612	2778	3407	2656	80	1413	1113		
Salida 0	17	24	116	109	6	132	103		B
Salida 1	19	26	117	106	6	135	102		B
Salida 2	17	24	127	107	5	144	99		M
Pieza 27	1398	2392	2952	2284	75	1228	950	31	
Entrada 2	1388	2384	2934	2266	75	1214	943		
Salida 0	46	84	102	55	2	150	91		B
Salida 1	47	84	92	55	1	142	88		B
Salida 2	48	86	106	52	1	153	91		B
Pieza 28	1261	2194	2691	2111	59	1122	891	54	
Entrada 2	1258	2191	2695	2122	57	1118	901		
Salida 0	160	265	87	67	16	106	51		M
Salida 1	73	120	68	80	11	145	58		M
Salida 2	68	110	81	86	10	150	59		B
Pieza 29	1351	2333	2880	2235	63	1209	930	49	
Entrada 2	1338	2314	2860	2210	62	1194	918		
Salida 0	62	97	110	51	11	123	95		B
Salida 1	59	95	124	41	10	131	81		M
Salida 2	61	97	138	38	10	143	75		M
Pieza 30	1709	2920	3523	2767	100	1436	1171	54	
Entrada 2	1706	2916	3519	2762	99	1436	1166		
Salida 0	77	126	268	174	10	193	73		M
Salida 1	166	306	130	118	3	106	73		M
Salida 2	163	293	123	118	1	105	79		M

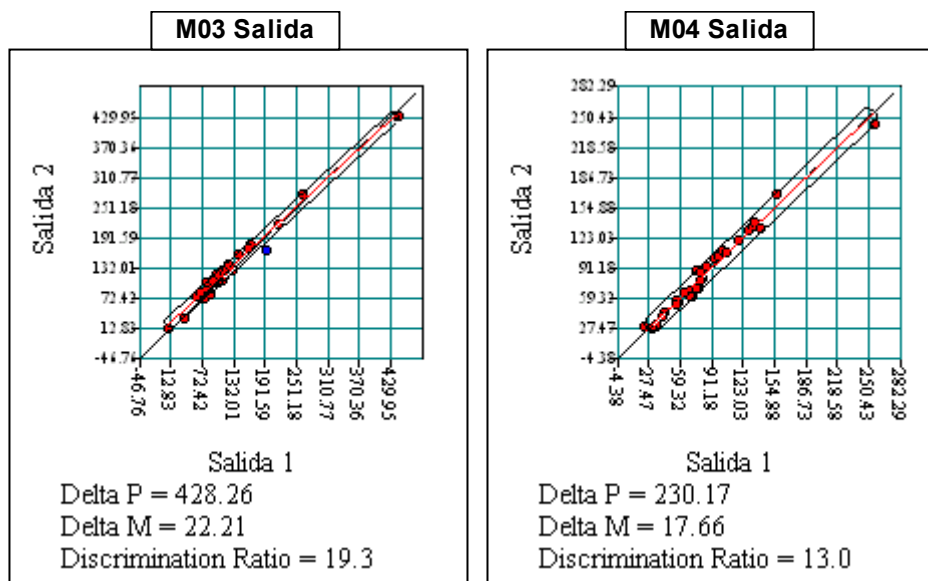
Validación del sistema de medida.

Hacemos un isoplot para las medidas M03 y M04 para comprobar de nuevo que nuestro sistema de medida es totalmente fiable.

Los isoplots para la entrada de las piezas son:



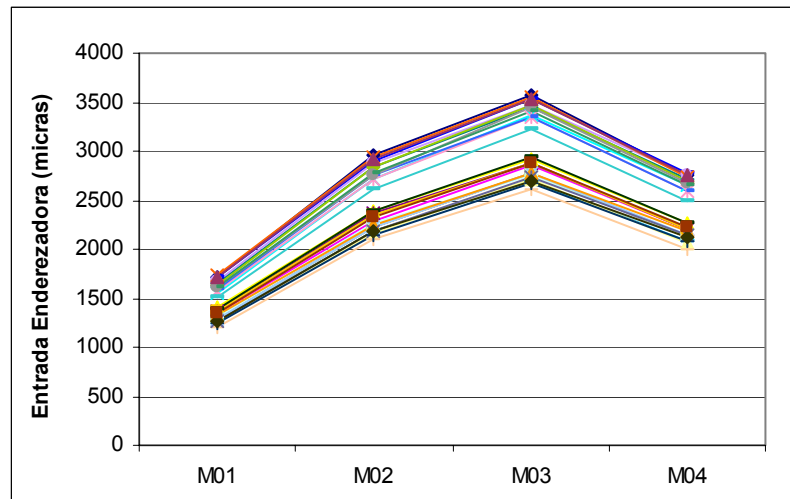
Los isoplots para la salida de las piezas son:



Aquí se puede observar como el resultado de los isoplots es mejor para las de la entrada de las piezas, ya que el rango de variación es bastante mayor que para las medidas de la salida. También se ve que el resultado de estos isoplots para la salida es mejor que los resultados obtenidos para la Prueba 1, ya que aquí hay piezas en las que se ha interrumpido el ciclo de enderezado (fijado en 50s) y por tanto habrá piezas con mayor deformación que en la Prueba 1, lo que implicará mayor rango en las medidas de salida.

Deformación de la pieza a la entrada de la enderezadora.

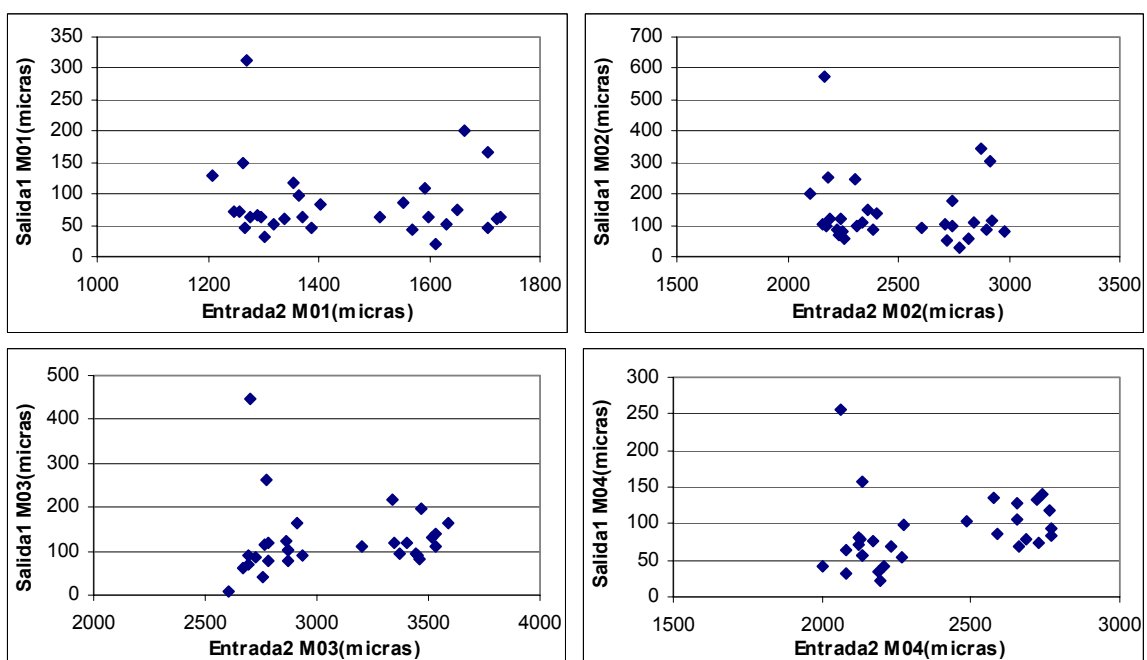
Representamos a continuación las medidas que proporciona la enderezadora cuando le llegan las piezas:



En este gráfico podemos seguir observando que el punto de máxima deformación es el punto 3 o uno muy cercano a él. Otra cosa que este gráfico pone claramente de manifiesto es que tenemos las piezas agrupadas en dos familias. De ahora en adelante llamaremos “familia 1” a aquella cuyas piezas tienen menor medida, y “familia 2” a aquella cuyas piezas tienen mayor medida.

Comparación deformación entrada-salida.

Vamos a representar a continuación en cuatro gráficos M01, M02, M03 y M04 a la entrada de la enderezadora frente a la salida de la misma. Cogemos por ejemplo las medidas Entrada2 y Salida1, ya que los isoplots nos aseguran que cualquiera de las medidas es correcta (también podíamos haber cogido la media de las medidas de la entrada y la de las salida y hubiese sido igualmente válido). No representamos ni analizamos las demás medidas porque son medidas intermedias que no utilizamos para definir si nuestra pieza es buena o es mala en cuanto a deformación se refiere.



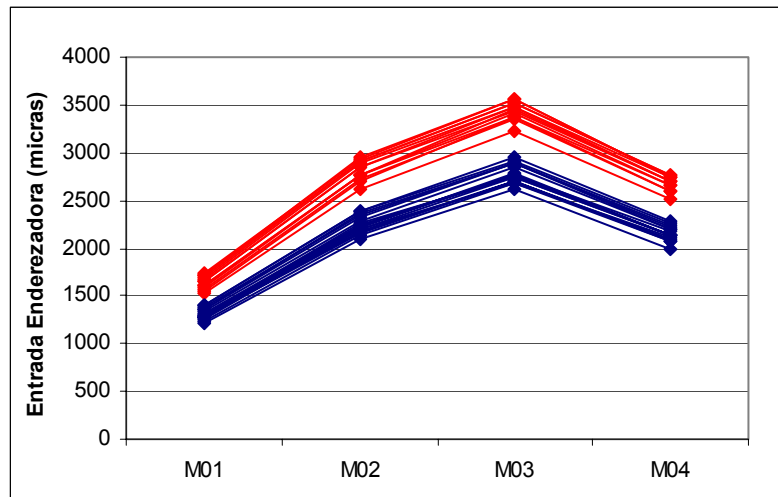
Se puede observar en los gráficos anteriores como efectivamente tenemos dos familias de piezas en la entrada perfectamente diferenciadas. Vemos también como por regla general, en M03 y M04 (no así en M01 y M02), menor deformación a la entrada significa menor deformación a la salida, aunque hay dos casos en los que claramente esto no es así (menor deformación a la entrada da lugar a las dos peores piezas a la salida).

Comparación entre BOB y WOW.

La tabla siguiente nos muestra las medidas de las piezas cuando llegan a la enderezadora. Se ha tomado la medida Pieza nº ya que esta es la que la máquina hubiese tomado en un proceso continuo normal. Se han señalado de rojo aquellas piezas pertenecientes a la familia 2, es decir a la peor familia según la deformación:

	M01	M02	M03	M04
Pieza 1	1716	2956	3559	2739
Pieza 2	1340	2273	2850	2196
Pieza 3	1402	2392	2913	2267
Pieza 4	1550	2704	3372	2654
Pieza 5	1361	2357	2881	2201
Pieza 6	1282	2234	2774	2127
Pieza 7	1650	2845	3437	2711
Pieza 8	1706	2904	3519	2772
Pieza 9	1272	2188	2704	2097
Pieza 10	1302	2256	2746	2142
Pieza 11	1288	2224	2772	2130
Pieza 12	1274	2166	2710	2067
Pieza 13	1286	2221	2786	2143
Pieza 14	1574	2725	3356	2600
Pieza 15	1668	2880	3471	2752
Pieza 16	1205	2091	2612	1999
Pieza 17	1603	2758	3367	2592
Pieza 18	1525	2626	3235	2512
Pieza 19	1646	2840	3482	2704
Pieza 20	1378	2354	2887	2216
Pieza 21	1318	2246	2760	2175
Pieza 22	1741	2941	3551	2753
Pieza 23	1272	2198	2743	2142
Pieza 24	1610	2770	3460	2702
Pieza 25	1238	2142	2675	2070
Pieza 26	1596	2757	3405	2650
Pieza 27	1398	2392	2952	2284
Pieza 28	1261	2194	2691	2111
Pieza 29	1351	2333	2880	2235
Pieza 30	1709	2920	3523	2767

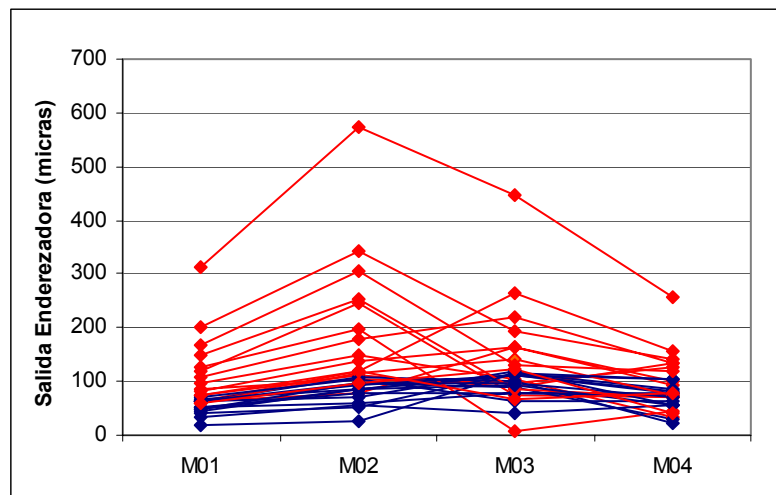
Representando la tabla anterior:



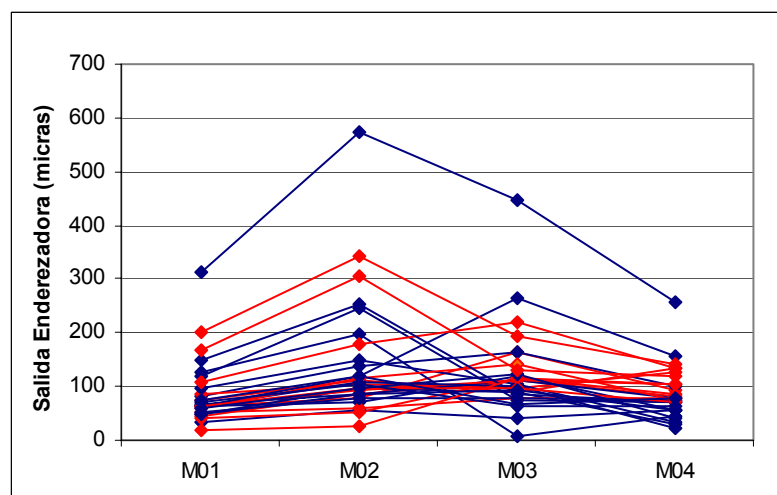
A continuación mostramos las medidas de las piezas cuando finaliza el ciclo de enderezado. Se ha tomado las medidas correspondientes a Salida 1 porque son las que tomaría la máquina si estuviésemos trabajando en un proceso continuo normal. Se han señalado de rojo aquellas piezas que no cumplen la especificación de rectitud final.

	M01	M02	M03	M04	Tc
Pieza 1	64	79	164	94	52
Pieza 2	119	246	76	70	53
Pieza 3	82	136	162	99	53
Pieza 4	86	105	96	128	53
Pieza 5	98	149	103	35	54
Pieza 6	64	70	120	57	32
Pieza 7	74	110	90	133	55
Pieza 8	46	85	112	83	53
Pieza 9	47	98	90	31	30
Pieza 10	32	55	40	56	30
Pieza 11	63	121	263	157	53
Pieza 12	314	573	445	256	54
Pieza 13	67	86	113	78	29
Pieza 14	42	53	117	87	33
Pieza 15	200	344	195	141	54
Pieza 16	128	198	9	43	57
Pieza 17	109	177	219	135	53
Pieza 18	63	93	111	103	53
Pieza 19	51	60	80	79	33
Pieza 20	62	109	101	23	34
Pieza 21	53	80	79	76	29
Pieza 22	59	115	140	75	53
Pieza 23	148	254	87	72	53
Pieza 24	64	95	96	70	40
Pieza 25	71	104	63	63	31
Pieza 26	19	26	117	106	35
Pieza 27	47	84	92	55	31
Pieza 28	73	120	68	80	54
Pieza 29	59	95	124	41	49
Pieza 30	166	306	130	118	54

Representando la tabla anterior:



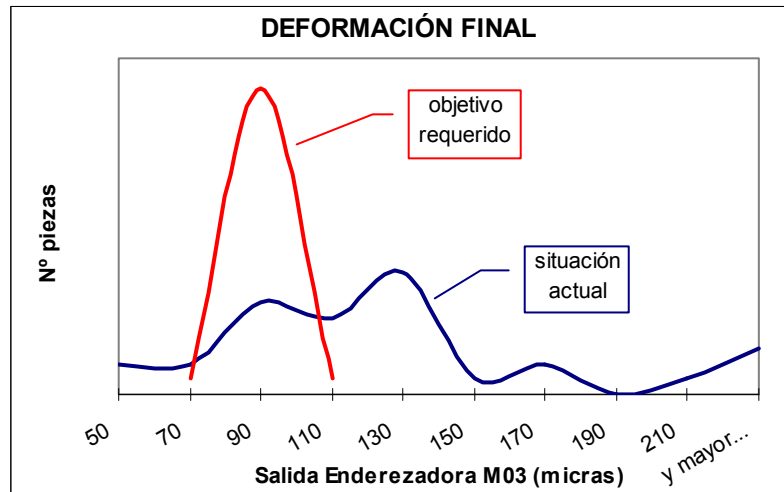
En el gráfico anterior están representadas las piezas BOB y las WOW a la salida de la enderezadora, es decir, las que han sido enderezadas con éxito y las que no. Representamos en el siguiente gráfico las medidas de las piezas a la salida de la enderezadora, pero esta vez las piezas rojas son las correspondientes a la familia 2, y las azules a la familia 1. Es decir, de azul van las piezas que se preveían a priori que iban a dar mejor resultado en el enderezado por tener menor deformación inicial, y de rojo las que tenían mayor deformación inicial y parecían que iban a presentar mas problemas en el proceso de enderezado.



El gráfico anterior pone de manifiesto como las piezas que al inicio eran BOB (las pertenecientes a la familia 1) y que podíamos pensar que por ser las de menor deformación inicial pudieran ser también BOB al final del ciclo de enderezado, es decir que se enderezarían con mayor rapidez y facilidad, son de hecho BOB y WOW a la salida de la enderezadora. Y viceversa, las WOW iniciales pueden ser después de enderezar WOW y BOB. Esto nos quiere decir, por tanto, que nuestro programa de enderezado no es el mas adecuado para las deformaciones que tenemos en las piezas.

Comparación entre la situación actual y el objetivo requerido.

Agrupando en intervalos de 20 micras la deformación al final del enderezado obtenemos una curva que nos indica la situación actual de nuestras piezas a la salida del enderezado cuando fijamos el tiempo de ciclo de la enderezadora en 50s. En la misma gráfica representamos cual es nuestro objetivo.



Vemos por tanto, lo lejos que estamos de nuestro objetivo.