

**OPTIMIZACIÓN DEL TEMPLE POR INDUCCIÓN UTILIZANDO LA MÁQUINA
“FDF” EN LA LÍNEA DE JUNTAS FIJAS DE TRANSEJES T.H. DE COLOMBIA**

**AUTORA
JOHANA MARCELA RUBIANO CORREA
CODIGO 1983179**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES
BUCARAMANGA
2008**

**OPTIMIZACIÓN DEL TEMPLE POR INDUCCIÓN UTILIZANDO LA MÁQUINA
“FDF” EN LA LÍNEA DE JUNTAS FIJAS DE TRANSEJES T.H. DE COLOMBIA**

Director
DOCTOR ORLANDO JOSÉ GÓMEZ
Profesor Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales
UIS

Tutor responsable de la práctica en la empresa
INGENIERO LUIS ALBERTO SANTOS
Gerente Procesos y Aseguramiento de la Calidad TH de Colombia

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES
BUCARAMANGA
2008

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. OBJETIVOS	2
1.1 OBJETIVO GENERAL	2
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
2. DETERMINACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE PUESTA A PUNTO DE LA MAQUINA F.D.F.	3
3. ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LAS CARTAS DE PUESTA A PUNTO DE LOS MODELOS SELLECCIONADOS CON SUS RESPECTIVAS PROBETAS TESTIGOS	5
3.1 Pruebas De Cartas De P.A.P. Vs. Probetas Testigo	5
4. EVALUACIÓN DE VARIABLES DEL TEMPLE POR INDUCCION EN LA MAQUINA F.D.F. DE LA LINEA DE JUNTAS FIJAS DE TRANSEJES TH DE COLOMBIA	33
4.1 Hombre	33
4.2 Máquina	39
4.3 Método de control	43
4.4 Medio de Temple	46
4.5. Ambiente	49
4.6. Materia Prima	49
4.7. Medición.	50
5. DETERMINACION DE LAS VARIABLES INFLUYENTES EN EL TEMPLE POR INDUCCION DE JUNTAS FIJAS EN LA MAQUINA F.D.F.	51
5.1 Influencia del número de condensadores conectados en la frecuencia leída en la máquina para cada estación.	51
5.2. Influencia del Diámetro ideal en la profundidad de casco efectivo obtenido	52
5.3. Influencia del Número de condensadores en la profundidad de casco efectivo obtenido	53
5.4. Influencia del Tiempo de calentamiento en la profundidad de casco efectivo obtenido	54
5.5. Influencia del porcentaje de potencia en la profundidad de casco efectivo obtenido	54

5.6. Influencia de la concentración del medio de temple en la profundidad de casco efectivo obtenido	55
5.7. Influencia del caudal de ducha de medio de temple en la profundidad de casco efectivo obtenido en la campana	55
5.8. Influencia de la presión de la ducha de medio de temple en la profundidad de casco efectivo obtenido en el vástago	56
6. DETERMINACION DE LOS PARAMETROS DE REFERENCIA DEL TEMPLE POR INDUCCION DE JUNTAS FIJAS EN LA MAQUINA F.D.F. PARA LOS MODELOS SELECCIONADOS	57
6.1 Parámetros de referencia del Modelo: MAZDA 323 NP 360108T	58
6.2 Parámetros de referencia del Modelo: R9 NP 360113T	60
6.3 Parámetros de referencia del Modelo: Corsa NP 360145T	62
6.4 Parámetros de referencia del Modelo: Explorer NP 363101T	64
6.5 Parámetros de referencia del Modelo: Explorer NP 363102T	66
6.6 Parámetros de referencia del Modelo: Hilux NP 363103T	68
6.7 Parámetros de referencia del Modelo: GRAND VITARA NP 363313T	70
6.8 Parámetros de referencia del Modelo: FIESTA NP 363803T	72
6.9 Parámetros de referencia del Modelo: COROLLA NP 363402T	74
6.10 Parámetros de referencia del Modelo: OPTRA T200 NP 363408T	76
7. HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA DEL PROCESO	79
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	80
7.1 Conclusiones	80
8.2 RECOMENDACIONES	81
9. BIBLIOGRAFIA	83

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. SENTIDO DE LA TOMA DE MICRODUREZAS.	13
FIGURA 2. VERIFICACIÓN DE CASCO EFECTIVO EN LA P.A.P. 1384 DE MAZDA 323. A) CAMPANA, B) VÁSTAGO.	13
FIGURA 3. VERIFICACIÓN DE CASCO EFECTIVO EN LA P.A.P. 1504 DE R9. A) CAMPANA, B) VÁSTAGO.	14
FIGURA 4. VERIFICACIÓN DE CASCO EFECTIVO EN LA P.A.P. 1504 DE CORSA. A) CAMPANA, B) VÁSTAGO.	15
FIGURA 5. VERIFICACIÓN DE CASCO EFECTIVO EN LA P.A.P. 724 DE EXPLORER U207. A) CAMPANA, B) VÁSTAGO.	16
FIGURA 6. VERIFICACIÓN DE CASCO EFECTIVO EN LA P.A.P. 944 DE EXPLORER U152. A) CAMPANA, B) VÁSTAGO.	17
FIGURA 7. VERIFICACIÓN DE CASCO EFECTIVO EN LA P.A.P. 934 DE HILUX. A) CAMPANA, B) VÁSTAGO.	18
FIGURA 8. VERIFICACIÓN DE CASCO EFECTIVO EN LA P.A.P. 1224 DE GRAND VITARA . A) CAMPANA, B) VÁSTAGO.	19
FIGURA 9. VERIFICACIÓN DE CASCO EFECTIVO EN LA P.A.P. 1784 DE FIESTA. A) CAMPANA, B) VÁSTAGO.	20
FIGURA 10. VERIFICACIÓN DE CASCO EFECTIVO EN LA P.A.P. 1894 DE COROLLA. A) CAMPANA, B) VÁSTAGO.	21
FIGURA 11. VERIFICACIÓN DE CASCO EFECTIVO EN LA P.A.P. 874 DE OPTRA T200. A) CAMPANA, B) VÁSTAGO.	22
FIGURA 12. ESPINA DE PESCADO DEL PROCESO DE TEMPLE POR INDUCCIÓN EN LA MAQUINA F.D.F. DE LA LÍNEA DE JUNTAS FIJAS DE TRANSEJES T.H. DE COLOMBIA.	34
FIGURA 13. DIFERENTES FORMAS DE INDUCTORES.	39
FIGURA 14. A) CONCENTRADORES DE FLUJO MAGNÉTICO FLUXTROL EN UN INDUCTOR. B) VARIOS TIPOS DE CONCENTRADORES FLUXTROL	40
FIGURA 15. DUCHA PARA TEMPLE.	40
FIGURA 16. A) PUNTO EN LA ESTACIÓN II DE LA F.D.F. B) TIPOS DE PUNTOS DE COBRE.	41
FIGURA 17. PUNTOS DE COBRE CON CARBURO DE TUNGSTENO.	42
FIGURA 18. CORTE DE PROBETAS EN VÁSTAGO Y CAMPANA PARA MEDIR LOS CASCOS EFECTIVOS.	44
FIGURA 19. MEDICIÓN DE CASOS EFECTIVOS.	45

FIGURA 20. GRAFICA COMPARATIVA ENTRE EL PORCENTAJE Y LA LECTURA EN °BRIX DE LA CONCENTRACIÓN DEL MEDIO DE TEMPLE EN LA MÁQUINA DE TEMPLE F.D.F.	47
FIGURA 21. ESQUEMA HIDRÁULICO AGUA DE TEMPLE Y AGUA REFRIGERANTE PARA LA MÁQUINA DE TEMPLE UNIVERSAL FDF DE JUNTAS FIJAS	49

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. CONDICIONES ELÉCTRICAS	6
TABLA 2. CONDICIONES DE CALENTAMIENTO	7
TABLA 3. CONDICIONES DEL MEDIO DE TEMPLE	8
TABLA 4. VERIFICACIÓN SOBRE PROBETAS TESTIGO MAZDA 323 NP: 360108T	9
TABLA 5. VERIFICACIÓN SOBRE PROBETAS TESTIGO R 9 NP: 360113T	9
TABLA 6. VERIFICACIÓN SOBRE PROBETAS TESTIGO CORSA NP: 360145T	9
TABLA 7. VERIFICACIÓN SOBRE PROBETAS TESTIGO EXPLORER U207 NP: 363101T	9
TABLA 8. VERIFICACIÓN SOBRE PROBETAS TESTIGO EXPLORER U 152 NP: 363102T	10
TABLA 9. VERIFICACIÓN SOBRE PROBETAS TESTIGO HILUX NP: 363103T	10
TABLA 10. VERIFICACIÓN SOBRE PROBETAS TESTIGO GRAND VITARA NP: 363313T	10
TABLA 11. VERIFICACIÓN SOBRE PROBETAS TESTIGO FIESTA NP: 363803T	10
TABLA 12. VERIFICACIÓN SOBRE PROBETAS TESTIGO COROLLA NP: 363402T	11
TABLA 13. VERIFICACIÓN SOBRE PROBETAS TESTIGO OPTRA T200 NP: 363408T	11
TABLA 14. DIÁMETROS IDEALES DE LAS PROBETAS SELECCIONADAS.	12
TABLA 15. METALOGRAFÍAS DE PROBETAS TESTIGO MAZDA 323 NP: 360108T	23
TABLA 16. METALOGRAFÍAS DE PROBETAS TESTIGO R 9 NP: 360113T	24
TABLA 17. METALOGRAFÍAS DE PROBETAS TESTIGO CORSA NP: 360145T	25
TABLA 18. METALOGRAFÍAS DE PROBETAS TESTIGO EXPLORER U207 NP: 363101T	26
TABLA 19. METALOGRAFÍAS DE PROBETAS TESTIGO EXPLORER U 152 NP: 363102T	27
TABLA 20. METALOGRAFÍAS DE PROBETAS TESTIGO HILUX NP: 363103T	28
TABLA 21. METALOGRAFÍAS DE PROBETAS TESTIGO GRAND VITARA NP: 363313T	29
TABLA 22. METALOGRAFÍAS DE PROBETAS TESTIGO FIESTA NP: 363803T	30
TABLA 23. METALOGRAFÍAS DE PROBETAS TESTIGO COROLLA NP: 363402T	31
TABLA 24. METALOGRAFÍAS DE PROBETAS TESTIGO OPTRA T200 NP: 363408T	32
TABLA 25. INFLUENCIA DEL NÚMERO DE CONDENSADORES EN LA FRECUENCIA.	51

TABLA 26. INFLUENCIA DEL NÚMERO DE CONDENSADORES EN LA FRECUENCIA.	52
TABLA 27. INFLUENCIA DEL DI EN LA PROFUNDIDAD DEL CASCO EFECTIVO.	53
TABLA 28. INFLUENCIA DEL NÚMERO DE CONDENSADORES CONECTADOS EN LA PROFUNDIDAD DEL CASCO EFECTIVO.	53
TABLA 29. INFLUENCIA DEL TIEMPO DE CALENTAMIENTO EN LA PROFUNDIDAD DEL CASCO EFECTIVO.	54
TABLA 30. INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE POTENCIA EN LA PROFUNDIDAD DEL CASCO EFECTIVO.	54
TABLA 31. INFLUENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DEL MEDIO DE TEMPLE EN LA PROFUNDIDAD DEL CASCO EFECTIVO.	55
TABLA 32. INFLUENCIA DEL CAUDAL DE LA DUCHA DE TEMPLE EN LA PROFUNDIDAD DEL CASCO EFECTIVO.	55
TABLA 33. INFLUENCIA DE LA PRESIÓN DE LA DUCHA DE TEMPLE EN LA PROFUNDIDAD DEL CASCO EFECTIVO DEL VÁSTAGO.	56
TABLA 33. PARÁMETROS DE REFERENCIA JF MAZDA 323 NP 363108T. TEMPLE CAMPANA	59
TABLA 34. PARÁMETROS DE REFERENCIA JF MAZDA 323 NP 363108T. TEMPLE VÁSTAGO	60
TABLA 35. PARÁMETROS DE REFERENCIA JF R9 NP 360113T. TEMPLE CAMPANA	61
TABLA 36. PARÁMETROS DE REFERENCIA JF R9 NP 360113T. TEMPLE VÁSTAGO	62
TABLA 37. PARÁMETROS DE REFERENCIA JF CORSA NP 360145T. TEMPLE CAMPANA	63
TABLA 38. PARÁMETROS DE REFERENCIA JF CORSA NP 360145T. TEMPLE VÁSTAGO	64
TABLA 39. PARÁMETROS DE REFERENCIA JF EXPLORER NP 363101T. TEMPLE CAMPANA	65
TABLA 40. PARÁMETROS DE REFERENCIA JF EXPLORER NP 363101T. TEMPLE VÁSTAGO	66
TABLA 41. PARÁMETROS DE REFERENCIA JF EXPLORER NP 363102T. TEMPLE CAMPANA	67
TABLA 42. PARÁMETROS DE REFERENCIA JF EXPLORER NP 363102T. TEMPLE VÁSTAGO	68
TABLA 43. PARÁMETROS DE REFERENCIA JF HILUX NP 363103T. TEMPLE CAMPANA	69
TABLA 44. PARÁMETROS DE REFERENCIA JF HILUX NP 363103T. TEMPLE VÁSTAGO	70
TABLA 45. PARÁMETROS DE REFERENCIA JF GRAND VITARA NP 363313T. TEMPLE CAMPANA	71

TABLA 46. PARÁMETROS DE REFERENCIA JF GRAND VITARA NP 363313T. TEMPLE VÁSTAGO	72
TABLA 47. PARÁMETROS DE REFERENCIA JF FIESTA NP 363803T. TEMPLE CAMPANA	73
TABLA 49. PARÁMETROS DE REFERENCIA JF COROLLA NP 363402T. TEMPLE CAMPANA	75
TABLA 50. PARÁMETROS DE REFERENCIA JF COROLLA NP 363402T. TEMPLE VÁSTAGO	76
TABLA 51. PARÁMETROS DE REFERENCIA JF OPTRA T200 NP 363408T. TEMPLE CAMPANA	77
TABLA 52. PARÁMETROS DE REFERENCIA JF OPTRA T200 NP 363408T. TEMPLE VÁSTAGO	78

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. DESCRIPCIÓN DEL FORMATO DE CARATA DE PUESTA A PUNTO DE LA MÁQUINA F.D.F.	85
ANEXO 2. DESCRIPCIÓN DE MODELOS EN LOS QUE SE BASARA LEL PROYECTO A DESARROLLAR EN LA PRACTICA.	90
ANEXO 3. BASE DE DATOS F.D.F.	100
ANEXO 4. RESUMEN DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS POR EL PROGRAMA DE APOYO TÉCNICO A LA INDUSTRIA, CONVENIO CITEMA – UIS, PARA LA EVALUACIÓN DE LAS SOLUCIONES POLIMÉRICAS UCON-A E HIDROTEMPLE USADAS EN EL TEMPLE POR INDUCCIÓN EN LA LÍNEA DE JUNTAS FIJAS DE TRANSEJES TH DE COLOMBIA	105

TITULO*: OPTIMIZACIÓN DEL TEMPLE POR INDUCCIÓN UTILIZANDO LA MÁQUINA “FDF” EN LA LÍNEA DE JUNTAS FIJAS DE TRANSEJES T.H. DE COLOMBIA.

AUTORA: Rubiano Correa Johana Marcela**

Palabras Claves: Eje homocinético, Junta fija, Calentamiento por inducción, Temple por inducción, Casco efectivo.

Descripción: En el presente trabajo de grado se evaluó y determino el comportamiento de las variables más influyentes en el temple por inducción en la máquina F.D.F. de la línea de juntas fijas de la empresa Transejes Trasmisiones Homocinéticas de Colombia.

Después de la familiarización con el proceso en la línea, se creó una base de datos de las cartas de puesta a punto del proceso de temple por inducción, se determinaron las variables que influían en el proceso mediante el análisis de la misma, encontrando que el número de condensadores conectados, el porcentaje de potencia, el tiempo de calentamiento, la concentración del medio de temple y la presión del medio de temple influían en la profundidad de temple obtenida en la campana y el vástago de la junta fija.

Mediante análisis de la base de datos y pruebas en tiempo real se observó cómo cada variable por separado afectaba el proceso, encontrando, que al aumentar el número de condensadores conectados, el porcentaje de potencia, la presión de la ducha de temple y el tiempo de calentamiento, aumentaba la profundidad de temple, y al disminuir la concentración del medio de temple aumentaba la profundidad de temple obtenida. A partir de este análisis se creó el manual de puesta a punto de la máquina F.D.F. como herramienta para que los operarios de la línea realizaran cambios rápidos en los parámetros y solucionaran inconvenientes al realizar la puesta a punto del proceso para obtener resultados dentro de especificación.

* Práctica Empresarial

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas, Escuela de Ingeniería Metalúrgica y ciencia de Materiales
Director: Dr. Orlando José Gómez Moreno
Tutor: Ing. Luis Alberto Santos

TITLE*: OPTIMIZATION OF INDUCTION HARDENING BY “FDF” MACHINE IN THE FIXED JOINT LINE OF TRANSEJES T.H. DE COLOMBIA.

AUTHOR: Rubiano Correa Johana Marcela**

Keywords: Homocinetic shaft, Fixed joint, Inducción Heating, Induction Hardening, Hardening case,

In this degree work was evaluated and determined the behavior of the most influential variables in the induction hardening process by “F.D.F” machine of the fixed joint of the company Transejes Trasmisiones Homocinéticas de Colombia

After familiarization with the process in the line, it was created a database of tuning letters of the induction hardening process, it was determined the influential variables in the process through analysis of the same, finding that the number of capacitors connected, the percentage of power, heating time, quenchant media concentration and quenchant media pressure influenced in the case hardening obtained in the outer race (bellhousing) and spindle of fixed joint.

By analysis of the database and tests in real time it was observed how each variable affected by separate the process, finding that when increasing the number of connected condensers, the power percentage, the pressure of the shower of quench and the time of heating, the depth case increased, and when diminished the concentration of the quenchant media the obtained depth case increased. From this analysis, it was established tuning manual to the F.D.F. machine as tool so that the line operators carried out quick changes in the parameters and they solved inconveniences when carrying out the tuning process to achieve results within specification.

* Práctica Empresarial

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas, Escuela de Ingeniería Metalúrgica y ciencia de Materiales
Director: Dr. Orlando José Gómez Moreno
Tutor: Ing. Luis Alberto Santos

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de grado fue desarrollado en la modalidad de práctica empresarial para la empresa TRANSEJES T.H. DE COLOMBIA, bajo la dirección del Doctor Orlando José Gómez, docente de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica de la UIS y la tutoría del Ingeniero Luis Alberto Santos, Ingeniero Mecánico Gerente del área de procesos y aseguramiento de la calidad de la empresa, además contó con la colaboración del personal de esta área y los operarios de la línea de juntas fijas.

En 1988 la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), publicó la serie de normas ISO 9000 para la gestión y aseguramiento de la calidad, los requerimientos de esta serie llevaron a muchas organizaciones a desarrollar sistemas de gestión de calidad enfocados hacia las necesidades, requisitos y expectativas del cliente, es así como en el área automotriz, TRANSEJES T.H. DE COLOMBIA cuenta desde noviembre del 2004 con la certificación ISO/TS 16949:2002, lo que la compromete en la búsqueda del mejoramiento continuo, por tal motivo, cuenta con una sección encargada del aseguramiento de la calidad y de los procesos con el fin de establecer las condiciones a las que debe operar cada máquina para que sea productiva, es decir, que produzcan con calidad, costos mínimos y en el menor tiempo posible.

Por esto, la empresa THC, en busca de la optimización de sus procesos, la calidad de sus productos y la satisfacción de sus clientes decidió desarrollar el proyecto “Optimización del Temple por Inducción en la Línea de Juntas Fijas”, con la ayuda de un estudiante de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales de la Universidad Industrial de Santander.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Optimizar el proceso de temple por inducción de la máquina FDF en la línea de juntas fijas.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer el proceso de temple por inducción basándose en el historial existente en las cartas de procedimiento de puesta a punto utilizadas en la línea de juntas fijas.
- Crear una base de datos del proceso de puesta a punto de temple por inducción en la máquina FDF a partir de las cartas de puesta a punto en la línea de juntas fijas.
- Buscar y desarrollar herramientas que permitan optimizar el proceso de temple por inducción en la línea de juntas fijas.
- Determinar los parámetros de referencia que permitan disminuir el tiempo de puesta a punto de la máquina FDF en la línea de juntas fijas.
- Elaborar un manual de puesta a punto de la máquina FDF para el temple por inducción en la línea de juntas fijas.

2. DETERMINACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE PUESTA A PUNTO DE LA MAQUINA F.D.F.

Se realizó acompañamiento durante varias puesta a punto para determinar el procedimiento con mayor claridad, primero el operario revisa la última carta de punto, del modelo a templar, para saber con qué herramientas y parámetros se templo este modelo anteriormente, desmonta el inductor y las duchas que se dejan de utilizar, los limpia y los cambia por los que corresponden al modelo a templar, después realiza los siguientes pasos:

1. Se ajustan los dispositivos, inductores y duchas.
2. Se Revisan los condensadores para que esté conectado los mismos y el mismo número que en la anterior PAP.
3. Se cuadran los topes con una pieza para evitar que inductor este muy cerca de la pieza y haga corto circuito.
4. Se coloca el tiempo de calentamiento de la anterior PAP en el temporizador.
5. Se coloca la presión de la ducha de la anterior PAP.
6. Se coloca una pieza en la primera estación, enroscando el vástago en un arrastre que fija la pieza para que no toque el inductor mientras gira.
7. Se pisa el pedal de inicio y el inductor baja hasta la pieza, que está girando, al bajar el carro que transporta el inductor activa el inicio del calentamiento de la pieza durante el tiempo programado en el temporizador.
8. Al terminar el calentamiento el carro comienza a subir hasta activar la salida del medio de temple, se detiene y enfría durante un tiempo programado.
9. Terminado el enfriamiento el inductor sube a la posición inicial y la pieza deja de girar.
10. Se retira la pieza y se observa para verificar con el oxido de alta temperatura que se produce en la pieza si el temple fue uniforme visualmente.

11. Se coloca la pieza en la segunda estación, encargada de templar el vástago, introduciendo la campana en un arrastre.
12. Se pisa el pedal para dar inicio al ciclo, el inductor baja y rodea el vástago, que está girando, sostenido en el otro extremo por un punto de carburo de tungsteno, activando el calentamiento de la pieza por el tiempo programado en esta estación.
13. Al terminar el calentamiento el carro comienza a subir activando la salida del medio de temple, se detiene y enfría el vástago por el tiempo programado.
14. El inductor sube y la pieza deja de girar.
15. Se retira la pieza y se observa hasta donde llegó la mancha de óxido de alta temperatura para confirmar la extensión del temple visualmente.
16. Se realiza corte y pulido de la probeta de la campana y del vástago.
17. Se observa el perfil de temple y con una reglilla se mide la profundidad del temple, si es muy cercana a la especificación, se ataca y se toma dureza para comprobar la profundidad del temple.

Si la dureza no está dentro de especificación, se procede a modificar los parámetros, tiempo de calentamiento, número de condensadores conectados, porcentaje de potencia. Si el perfil de temple no está completo, con ayuda de los topes se acerca el inductor a la pieza si es muy extenso se aleja. Si no es uniforme se modifica el inductor o se colocan concentradores de calor.

3. ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LAS CARTAS DE PUESTA A PUNTO DE LOS MODELOS SELLECCIONADOS CON SUS RESPECTIVAS PROBETAS TESTIGO

El formato y la descripción de las cartas de puesta a punto se puede observar en el Anexo 1, se debe tener en cuenta que las probetas testigo son aquellas probetas metalográficas extraídas de la pieza que el operario cortó al realizar la P.A.P. de la máquina F.D.F. y sobre las cuales realizó las mediciones solicitadas según el plan de control del diseño a producir y que se registran en la carta de puesta a punto.

Durante la revisión y análisis se encontró que la mayoría de los registros de las cartas de PAP no están completos, se encontró que se consignan las características del producto, pero se pasan por alto las características del proceso, asumiendo que si la pieza está dentro de especificaciones la máquina también. Esta falta de información dificulta el estudio de las probetas, teniendo que realizar observaciones en tiempo real y seguimientos a la producción.

3.1 Pruebas De Cartas De P.A.P. Vs. Probetas Testigo

Se comprobaron los resultados de tres puestas a punto para cada modelo, con el propósito de conocer la forma de medición de los operarios y verificar la efectividad del proceso de medición, en las Tablas 1 a 3 se muestran los parámetros utilizados, en las tablas 4 a 13 se encuentran los datos obtenidos, también se observaron las microestructuras de estas probetas para verificar la efectividad del temple, en las Tablas 15 a 24 se muestran las microestructuras obtenidas.

Tabla 1. Condiciones eléctricas

N/P	Nº P.A.P	Pista 90°				Vástago			
		Voltaje (V)	Corriente (A)	Potencia (Kw)	Frecuencia (KHz)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Potencia (Kw)	Frecuencia (KHz)
360108T	1844	--	--	109	--	--	--	--	--
	1944	430	490	115	7,9	440	480	122	7,6
	1384	--	--	--	--	--	--	--	--
360113T	894	460	500	120	8,6	450	--	--	8,9
	1304	460	500	120	8,6	450	--	--	8,9
	1504	--	--	--	--	--	--	--	--
360145T	1694	420	450	115	7,5	440	425	102	8,0
	1874	440	480	110	8,4	440	440	105	8,0
	25	--	--	--	--	--	--	--	--
363101T	1724	430	550	138	8,0	440	500	128	7,8
	724	440	550	132	8,5	440	500	118	8,0
	1544	--	--	--	--	--	--	--	--
363102T	1534	--	--	138	--	--	--	--	--
	944	450	600	140	8,4	435	500	110	8,3
	1884	430	550	128	8,1	440	510	128	7,8
363103T	844	450	600	140	8,5	500	460	130	7,5
	934	450	500	140	8,3	450	480	--	7,5
	1394	--	--	--	--	--	--	--	--
363313T	814	550	460	130	8,4	480	430	120	7,8
	1224	430	500	110	8,3	455	540	121	8,4
	1714	--	--	110	--	--	--	128	--
363803T	1054	465	520	118	8,7	440	480	105	8,6
	1064	465	520	120	8,7	440	480	100	8,6
	1784	430	450	100	8,3	440	480	115	8,0
363402T	1614	--	--	--	--	--	--	--	--
	1744	440	--	110	--	440	440	105	8,2
	1894	--	--	112	8,5	--	--	110	8,3
363408T	874	460	500	121	8,5	420	450	90	8,5
	1824	445	480	115	8,2	440	450	110	8,5
	65	--	--	105	--	--	--	110	--

--- Datos no registrados en la carta de P.A.P.

Tabla 2. Condiciones de calentamiento

N/P	Nº P.A. P	Pista 90°						Vástago					
		Condensadores				t calenta. (s)	Potencia (%)	Condensadores				t calenta. (s)	Potencia (%)
		90	22.5	45	90*			90	22.5	45	90*		
360108T	1844	8	0	1	4	3,6	90	8	0	1	4	3,8	95
	1944	--	--	--	--	3,6	90	--	--	--	--	3,8	95
	1384	8	0	1	3	3,5	90	8	0	1	1	4,1	95
360113T	894	8	0	1	3	4,1	100	8	0	1	1	3,5	86
	1304	8	0	1	3	3,5	100	8	0	1	1	3,3	85
	1504	8	0	1	4	3,8	90	8	0	3	3	3,2	87
360145T	1694	9	0	1	4	4,0	90	9	0	1	2	3,5	92
	1874	9	0	1	2	4,0	90	9	0	1	2	3,4	92
	25	9	0	1	2	4,1	90	9	0	1	2	3,4	95
363101T	1724	9	0	1	4	3,9	90	9	0	1	2	4,4	95
	724	8	0	1	4	3,8	90	8	0	1	2	4,4	95
	1544	9	0	1	4	3,9	90	9	0	1	1	4,3	95
363102T	1534	9	0	1	4	3,8	90	9	0	1	1	4,3	95
	944	8	0	1	4	3,5	95	8	0	1	2	4,1	95
	1884	9	0	1	3	4,2	90	9	0	1	2	4,0	95
363103T	844	--	--	--	--	3,2	95	--	--	--	--	8,0	98
	934	8	0	1	4	3,4	95	8	0	1	4	8,1	98
	1394	9	0	1	3	3,8	90	9	0	1	3	8,2	98
363313T	814	8	0	1	4	3,7	98	8	0	1	2	4,4	95
	1224	8	0	1	4	4,7	88	8	0	1	1	4,3	95
	1714	9	0	1	4	4,7	90	9	0	1	2	4,4	95
363803T	1054	8	1	0	4	3,3	100	8	1	0	2	4,0	95
	1064	8	1	0	4	3,4	100	8	1	0	2	4,0	95
	1784	9	0	1	3	4,1	90	9	0	1	2	3,8	95
363402T	1614	8	1	1	1	4,8	90	8	1	1	3	4,3	95
	1744	9	0	1	4	5,2	90	9	0	1	2	4,4	95
	1894	9	0	1	3	5,15	95	9	0	1	2	4,4	95
363408T	874	8	0	1	4	4,3	100	8	0	1	4	3,8	92
	1824	8	0	1	4	5,2	97	8	0	1	4	3,8	92
	65	9	0	1	3	5,7	90	9	0	1	2	3,1	95

* Condensadores de reserva

--- Datos no registrados en la carta de P.A.P.

Tabla 3. Condiciones del medio de temple

N/P	Nº P.A.P.	COLADA	Concentración medio de temple (°Brix)	Ducha	
				Pista 90° (l/min)	Vástago (psi)
360108T	1844	CX	5,0	7,0 x 7	34
	1944	CV	5,0	6,5 X 7	28
	1384	CV	5,0	7,0 X 7	30
360113T	894	SC	5,0	6,5 X 7	30
	1304	F	4,0	6,0 x 7	25
	1504	F	3,5	6,0 X 7	40
360145T	1694	NIT	5,0	7,0 x 7	25
	1874	--	5,0	7,0 X 7	34
	25	NMB	5,0	6,3 X 7	30
363101T	1724	--	5,0	7,0 x 7	25
	724	--	5,0	7,0 X 7	28
	1544	--	5,0	7,0 X 7	30
363102T	1534	--	6,0	7,0 x 7	30
	944	--	5,0	7,0 X 7	22
	1884	--	4,0	7,0 X 7	36
363103T	844	AE	5,0	6,5 X 7	22
	934	AJ	5,0	7,0 x 7	22
	1394	AL	5,0	7,5 X 7	24
363313T	814	AA	4,0	7,0 X 7	26
	1224	AA	7,0	7,0 x 7	30
	1714	AB	5,0	7,0 X 7	25
363803T	1054	NZO	3,0	5,5 x 7	24
	1064	NBO	3,0	5,5 X 7	24
	1784	NHH	4,5	6,0 X 7	35
363402T	1614	NGG	3,5	6,0 x 7	24
	1744	NH	5,0	7,0 X 7	24
	1894	NKZ	4,0	7,0 X 7	34
363408T	874	NZG	3,5	6,7 X 7	30
	1824	NHS	6,0	7,0 X 7	34
	65	NNW	3,0	7,0 X 7	26

--- Datos no registrados en la carta de P.A.P.

TABLA 4. Verificación sobre probetas testigo MAZDA 323 NP: 360108T

CARACTERÍSTICA	ESPECIFICIFICACION	CE Medido a [HV]	CARTA DE PAP			CONFIRMACION			EN TIEMPO REAL
			1844	1944	1384	1844	1944	1384	
CE Pista 90° [mm]	1.3 mínimo	550	1,57	1,70	1,50	1,53	1,72	1,4	1,7
CE vástago [mm]	2.5-4.5	550	2,90	3,09	3,0	2,84	2,97	2,9	2,4

TABLA 5. Verificación sobre probetas testigo R 9 NP: 360113T

CARACTERÍSTICA	ESPECIFICIFICACION	CE Medido a [HV]	CARTA DE PAP			CONFIRMACION			EN TIEMPO REAL
			894	1304	1504	894	1304	1504	
CE Pista 90° [mm]	1.3 mínimo	580	1,90	1,60	1,50	1,87	1,53	1,4	1,4
CE vástago [mm]	2.0-3.5	485	3,50	2,50	3,14	3,48	2,54	3,0	3

TABLA 6. Verificación sobre probetas testigo CORSA NP: 360145T

CARACTERÍSTICA	ESPECIFICIFICACION	CE Medido a [HV]	CARTA DE PAP			CONFIRMACION			EN TIEMPO REAL
			1694	1874	25	1694	1874	25	
CE Pista 90° [mm]	1.3 mínimo	550	1,80	1,75	1,80	1,74	1,73	1,82	1,7
CE vástago [mm]	2.5-4.5	550	3,10	3,80	3,10	2,98	3,71	3,1	3,5

TABLA 7. Verificación sobre probetas testigo EXPLORER U207 NP: 363101T

CARACTERÍSTICA	ESPECIFICIFICACION	CE Medido a [HV]	CARTA DE PAP			CONFIRMACION			EN TIEMPO REAL
			1724	724	1544	1724	724	1544	
CE Pista 90° [mm]	0.8-2.9	513	1,90	1,80	1,65	1,88	1,7	1,6	1,9
CE vástago [mm]	2.5-5.0	513	3,7	3,3	2,65	3,72	3,2	2,5	3,7

TABLA 8. Verificación sobre probetas testigo EXPLORER U 152 NP: 363102T

CARACTERÍSTICA	ESPECIFICIFICACION	CE Medido a [HV]	CARTA DE PAP			CONFIRMACION			EN TIEMPO REAL
			1534	944	1884	1534	944	1884	
CE Pista 90° [mm]	0.8-2.9	513	2,10	1,60	1,75	2,00	1,63	1,63	1,93
CE vástago [mm]		513	4,19	3,7	3,96	4,15	3,6	3,87	3,51

TABLA 9. Verificación sobre probetas testigo HILUX NP: 363103T

CARACTERÍSTICA	ESPECIFICIFICACION	CE Medido a [HV]	CARTA DE PAP			CONFIRMACION			EN TIEMPO REAL
			844	934	1394	844	934	1394	
CE Pista 90° [mm]	0.8-2.9	513	1,45	1,65	1,65	1,4	1,65	1,67	1,95
CE vástago [mm]	1.5-4.5	513	3,00	2,10	2,20	2,84	2,16	2,18	3,6

TABLA 10. Verificación sobre probetas testigo GRAND VITARA NP: 363313T

CARACTERÍSTICA	ESPECIFICIFICACION	CE Medido a [HV]	CARTA DE PAP			CONFIRMACION			EN TIEMPO REAL
			814	1224	1714	814	1224	1714	
CE Pista 90° [mm]	0.6-2.3	550	1,50	1,00	1,80	1,47	1,0	1,76	2
CE vástago [mm]		500	4,39	3,30	4,20	4,4	3,2	4,16	4

TABLA 11. Verificación sobre probetas testigo FIESTA NP: 363803T

CARACTERÍSTICA	ESPECIFICIFICACION	CE Medido a [HV]	CARTA DE PAP			CONFIRMACION			EN TIEMPO REAL
			1054	1064	1784	1054	1064	1784	
CE Pista 90° [mm]	0.6-2.3	550	1,56	1,27	1,38	1,55	1,22	1,3	1,52
CE vástago [mm]		550	3,69	3,28	3,9	3,55	3,2	3,8	3,3

TABLA 12. Verificación sobre probetas testigo COROLLA NP: 363402T

CARACTERÍSTICA	ESPECIFICIFICACION	CE Medido a [HV]	CARTA DE PAP			CONFIRMACION			EN TIEMPO REAL
			1614	1744	1894	1614	1744	1894	
CE Pista 90° [mm]	0.6-2.3	500	1,10	1,40	2,00	1	1,38	1,8	1,74
CE vástago [mm]	3.0-5.0	500	4,10	4,00	4,00	4,05	4,02	3,9	3,3

TABLA 13. Verificación sobre probetas testigo OPTRA T200 NP: 363408T

CARACTERÍSTICA	ESPECIFICIFICACION	CE Medido a [HV]	CARTA DE PAP			CONFIRMACION			EN TIEMPO REAL
			874	1824	65	874	1824	65	
CE Pista 90° [mm]	0.6-2.3	500	1,6	1,32	2	1,54	1,3	1,78	2,15
CE vástago [mm]	3.0-5.0	500	3,5	3,6	3,4	3,1	3,54	3,2	3,3

Se realizó análisis de composición química de las probetas testigo para determinar el diámetro ideal con el que contaban en el momento de realizar el temple. Los resultados se pueden observar en la tabla 14.

Para realizar el análisis metalográfico de las probetas, escogimos solo una de las tres muestras por modelo, para elegir se revisó el comportamiento de la dureza en el recorrido desde la superficie hasta la dureza especificada, como se observa en la figura 1.

TABLA 14. Diámetros ideales de las probetas seleccionadas.

N/P	Nº P.A.P.	COLADA	DI
360108T	1844	CX	54.06
	1944	CV	53.66
	1384	CV	53.66
360113T	894	SC	---
	1304	F	34.21
	1504	F	34.21
360145T	1694	NIT	42.44
	1874	--	---
	25	NMB	---
363101T	1724	--	38.95
	724	--	---
	1544	--	40.03
363102T	1534	--	41.07
	944	--	42.23
	1884	--	38.80
363103T	844	AE	53.88
	934	AJ	56.87
	1394	AL	57.6
363313T	814	AA	53.44
	1224	AA	53.44
	1714	AB	44.40
363803T	1054	NZO	38.98
	1064	NBO	43.88
	1784	NHH	44.91
363402T	1614	NGG	43.46
	1744	NH	44.12
	1894	NKZ	37.60
363408T	874	NZG	39.43
	1824	NHS	39.70
	65	NNW	41.57

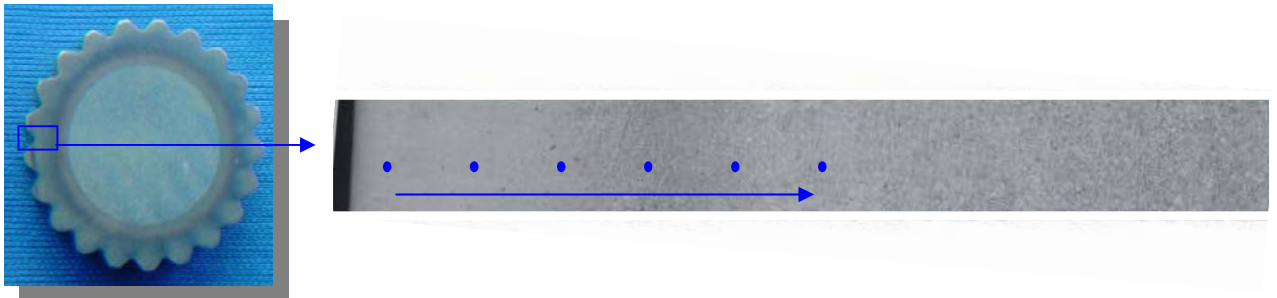


Figura 1. Sentido de la toma de microdurezas.

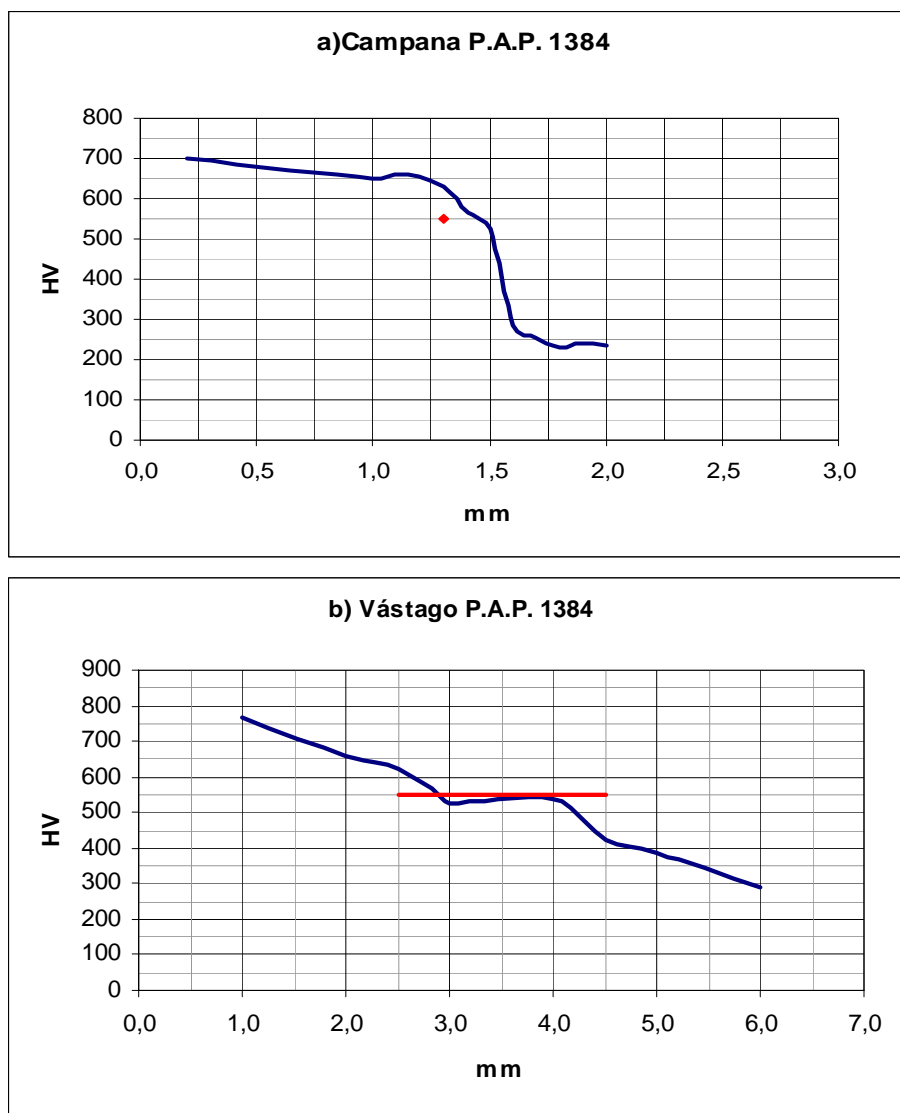


Figura 2. Verificación de casco efectivo en la P.A.P. 1384 de MAZDA 323. a) Campana, b) Vástago.

En la figura 2 a) podemos observar un perfil de temple muy bien definido en la campana, al ver la caída de dureza después de 1,4mm de profundidad. En la figura 2 b) se observa un pequeño aumento en la dureza después de que la dureza ha llegado a 550 HV.

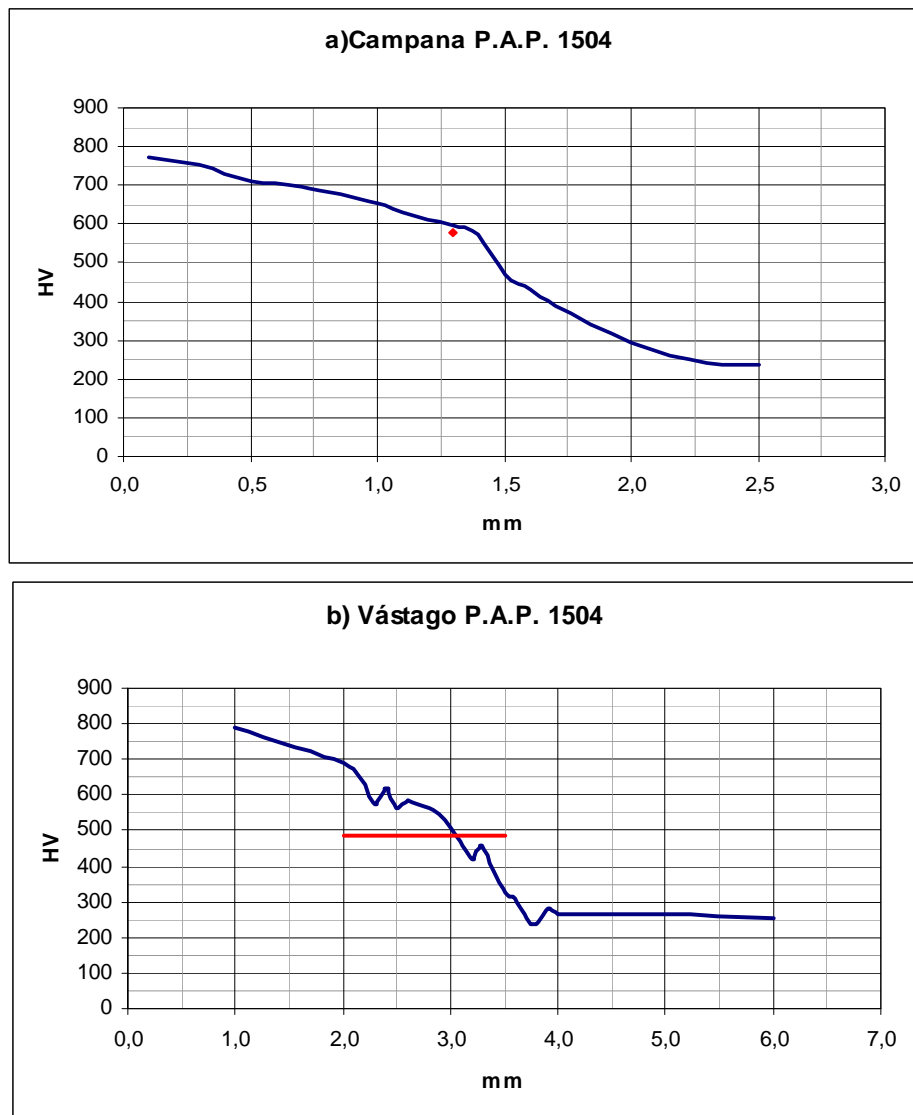


Figura 3. Verificación de casco efectivo en la P.A.P. 1504 de R9. a) Campana, b) Vástago.

En la figura 3 a) se observa un perfil de temple que no está bien definido debido a que la grafica muestra una caída de dureza muy leve. En la figura 3 b) la grafica

muestra variaciones de dureza antes de llegar a 485 HV que podrían ser considerados puntos blandos.

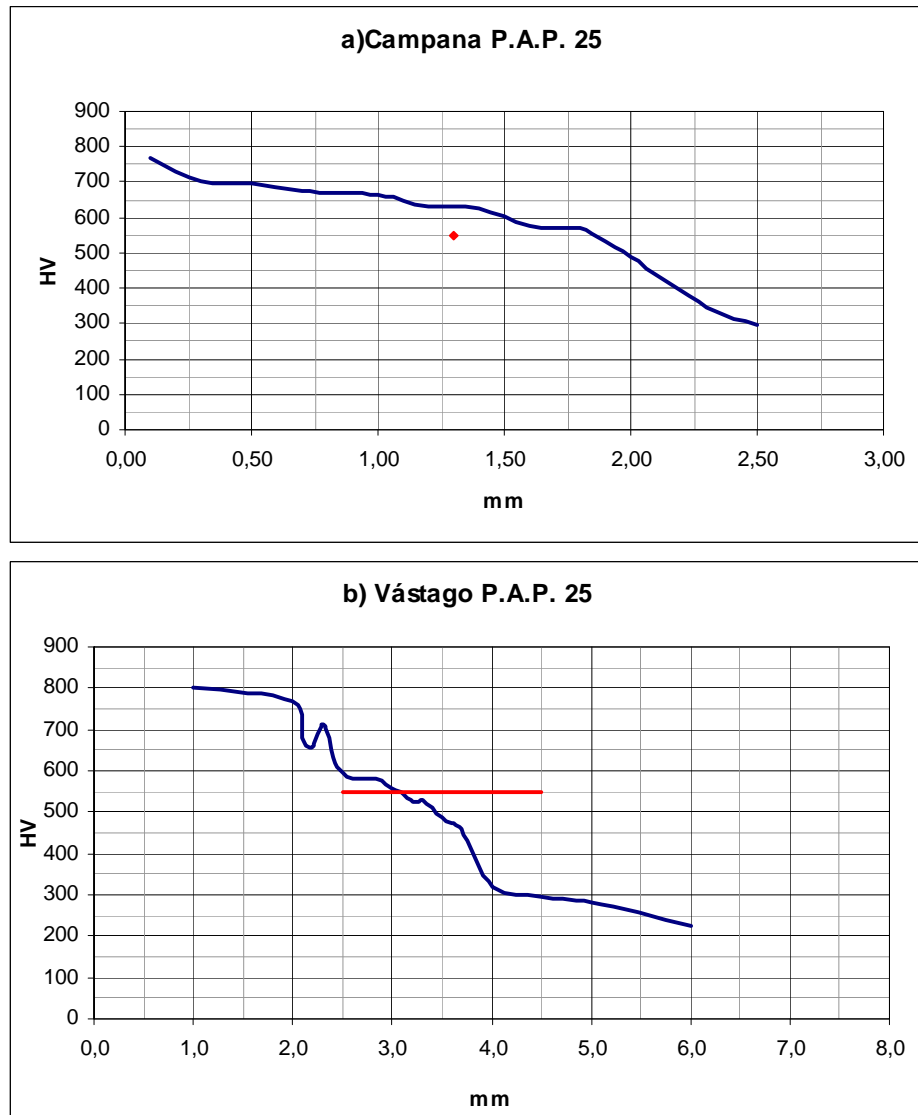


Figura 4. Verificación de casco efectivo en la P.A.P. 1504 de CORSA. a) Campana, b) Vástago.

En la figura 4 a) se observa que la dureza va disminuyendo de manera continua en la campana. En la figura 4 b) la grafica muestra un punto duro antes de llegar a los 550 HV de la especificación.

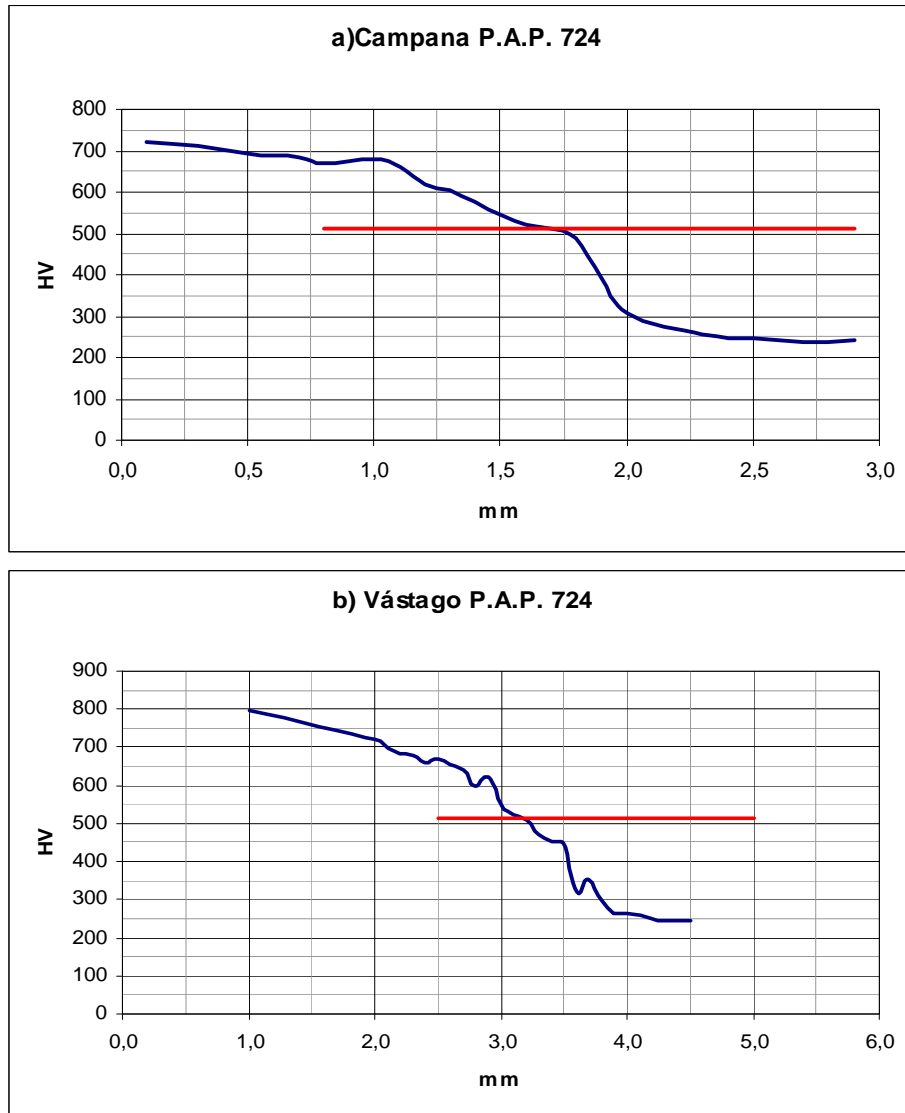


Figura 5. Verificación de casco efectivo en la P.A.P. 724 de EXPLORER U207.

a) Campana, b) Vástago.

En la figura 7 a) se observa que la dureza va disminuyendo de manera continua hasta llegar a la dureza especificada, después muestra una caída. En la figura 7 b) la grafica muestra pequeñas variaciones de dureza pero, en general, el descenso es continuo.

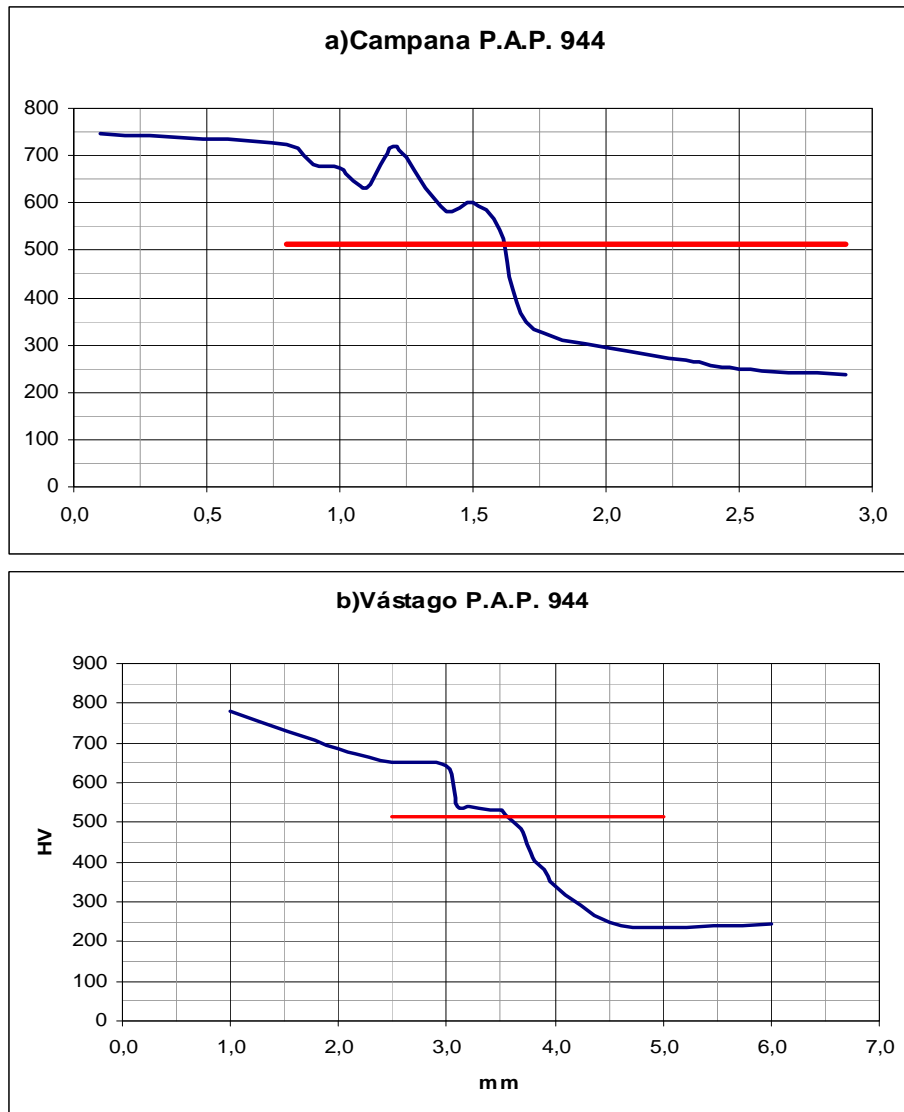


Figura 6. Verificación de casco efectivo en la P.A.P. 944 de EXPLORER U152.

a) Campana, b) Vástago.

En la Figura 6 a) muestra un punto muy duro, posiblemente un carburo, en la Figura 6 b) se observa una pequeña zona de transición antes de alcanzar la especificación y luego muestra una caída de dureza.

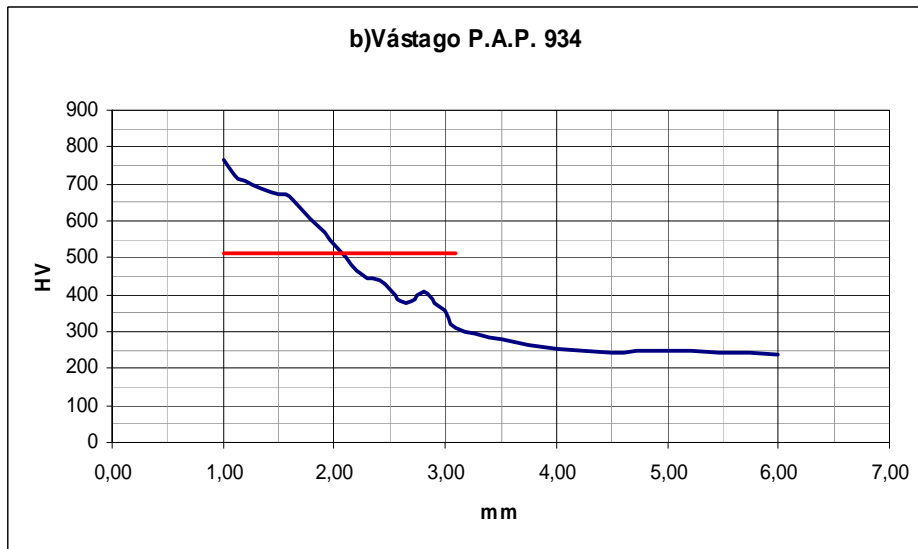
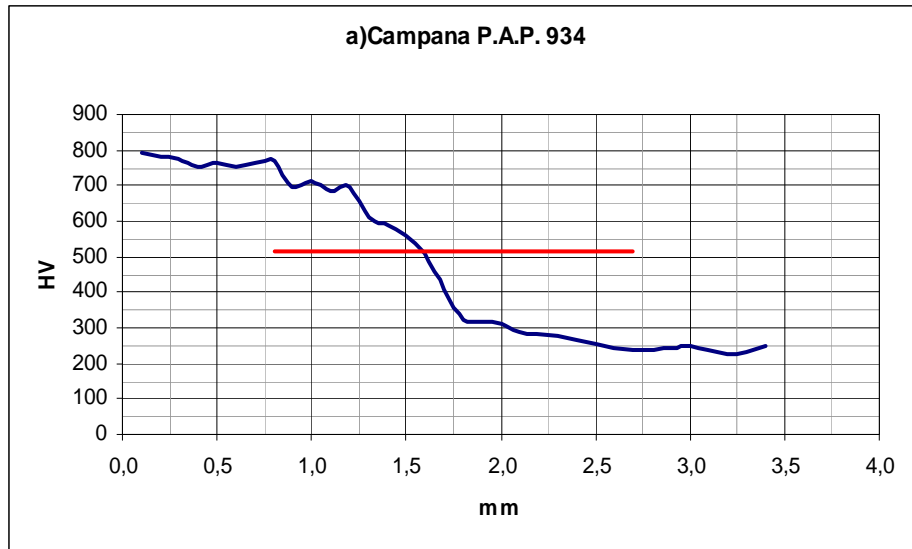


Figura 7. Verificación de casco efectivo en la P.A.P. 934 de HILUX. a) Campana, b) Vástago.

En la Figura 7 a) se puede ver un perfil de temple bien definido, en la Figura 7 b) también se observa un perfil de temple definido.

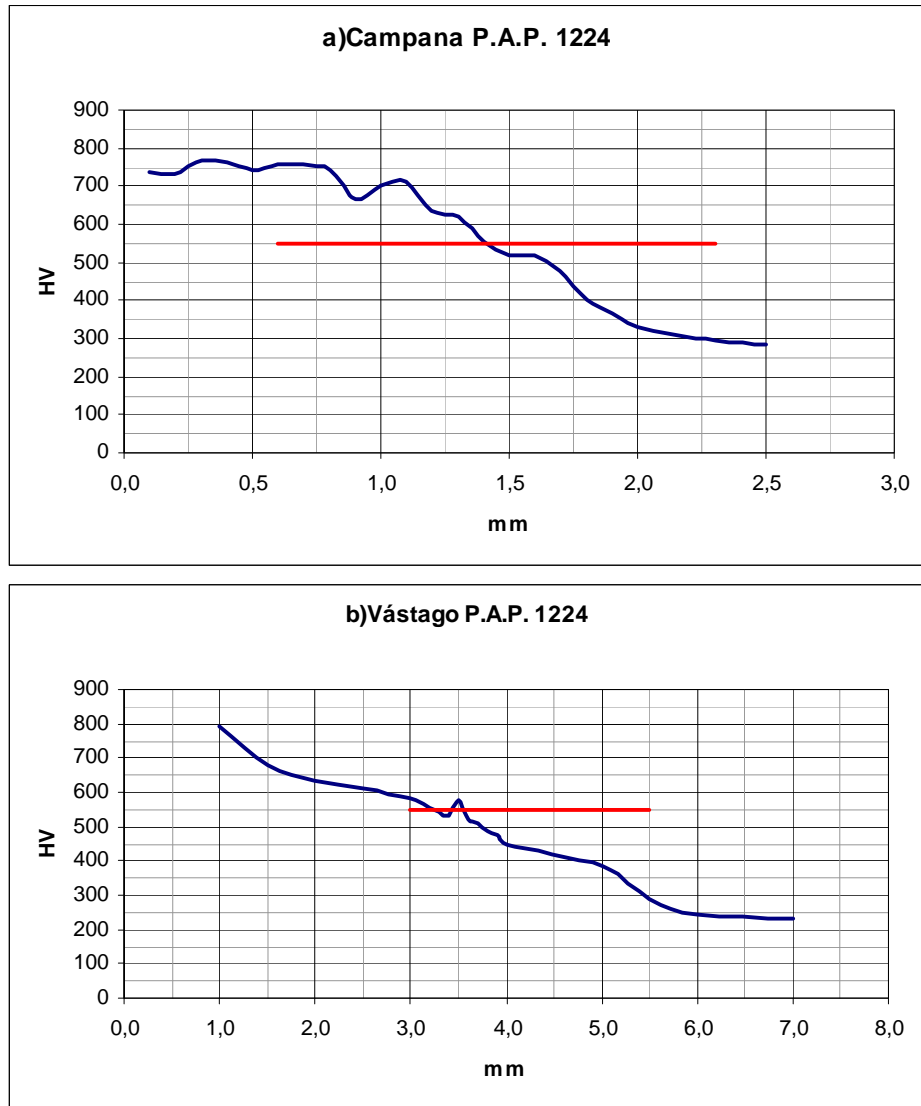


Figura 8. Verificación de casco efectivo en la P.A.P.1224 de GRAND VITARA.

a) Campana, b) Vástago.

En la Figura 8 a) se puede ver un perfil de temple con una pequeña zona de transición después de observar, en la Figura 8 b) se observa una zona de transición que atraviesa varias veces la dureza especificada.

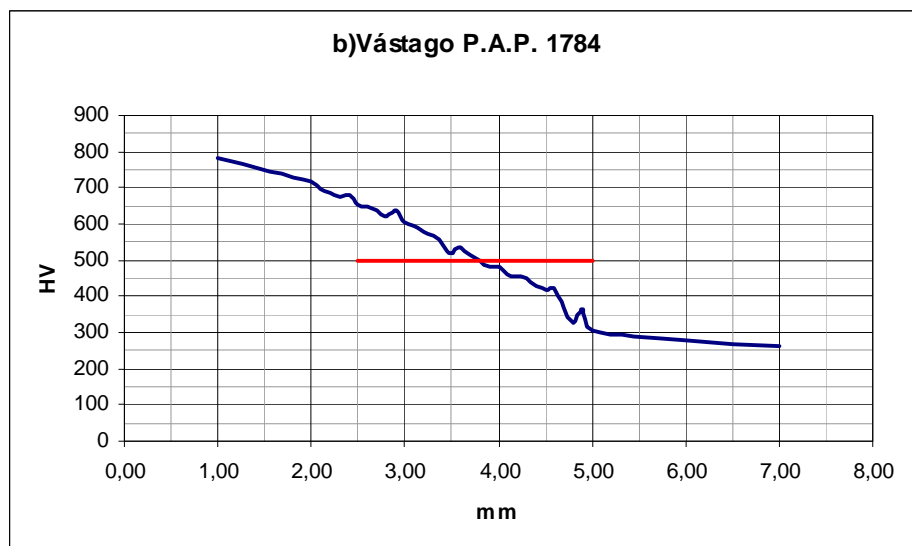
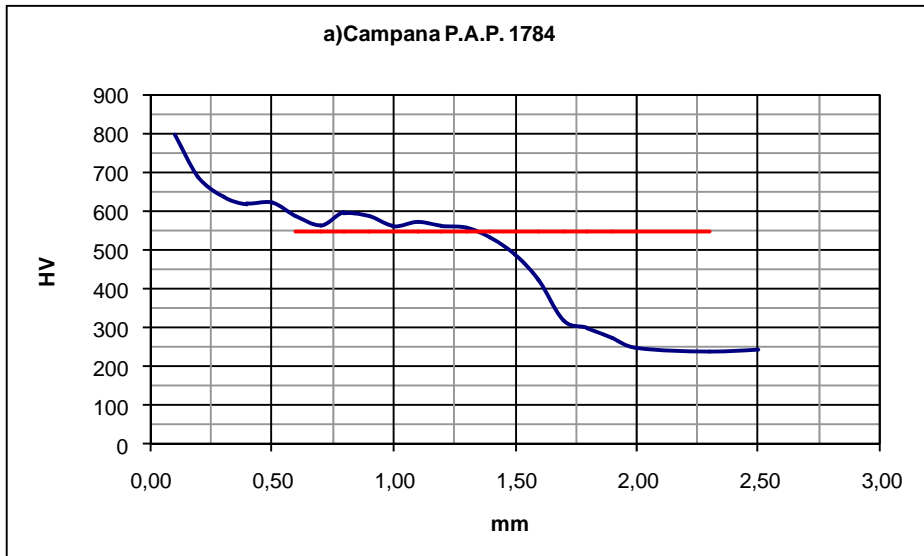


Figura 9. Verificación de casco efectivo en la P.A.P.1784 de FIESTA. a) Campana, b) Vástago.

En la Figura 9 a) se puede ver una zona de transición muy amplia, con durezas muy cercanas a la especificación, en la Figura 9 b) se observa un descenso continuo de dureza.

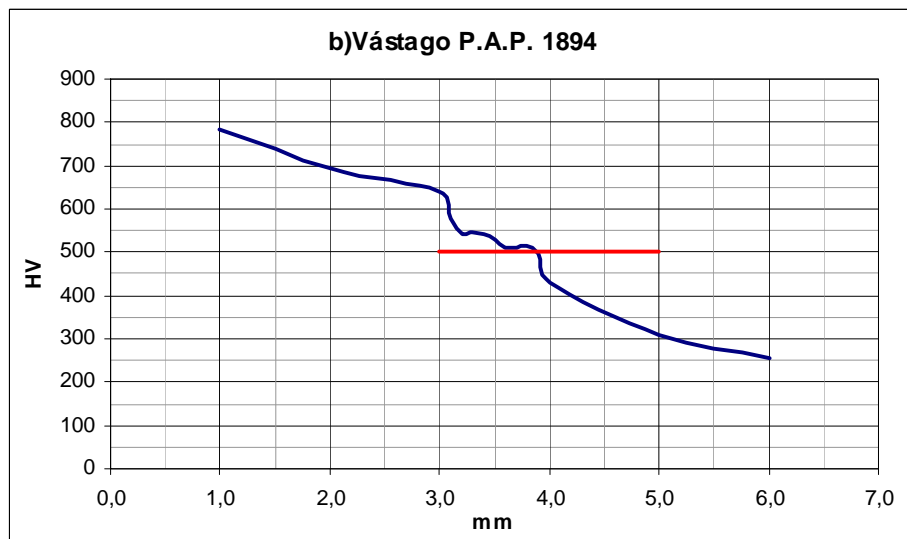
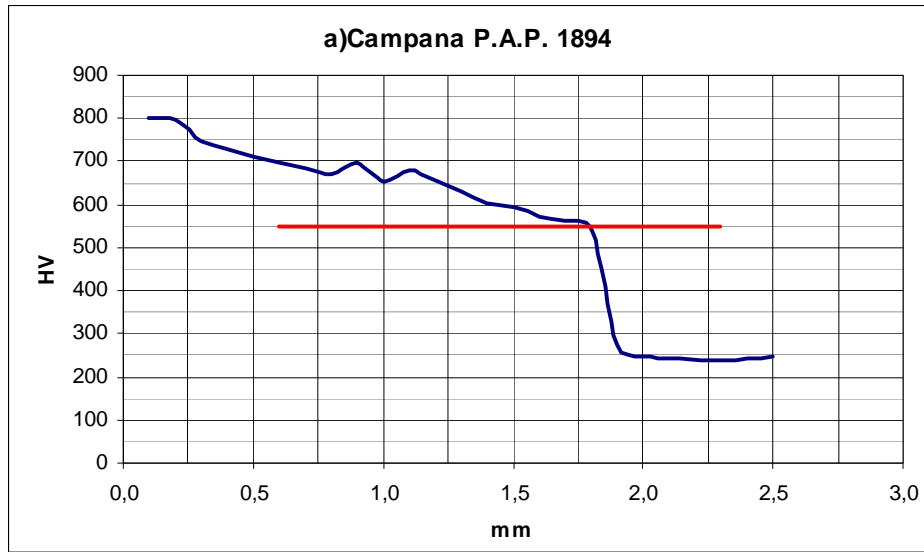


Figura 10. Verificación de casco efectivo en la P.A.P.1894 de COROLLA. a) Campana, b) Vástago.

En la Figura 10 a) se puede ver una zona templada muy uniforme, y una caída de dureza después de alcanzar la especificación, en la Figura 10 b) se observa un descenso continuo de dureza.

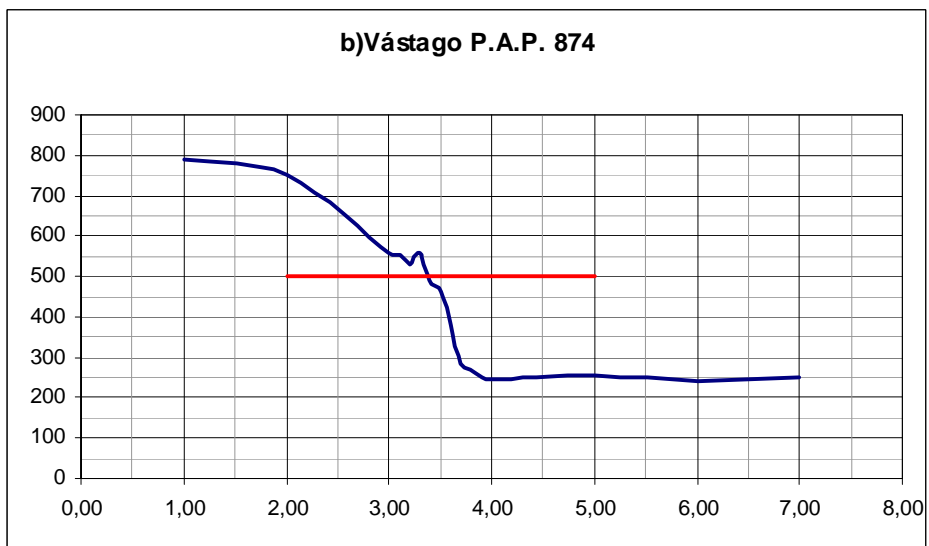
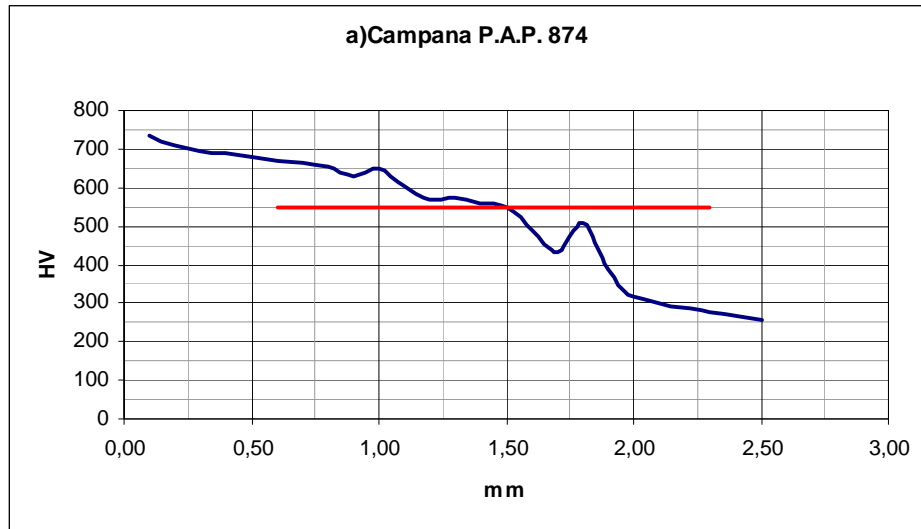


Figura 11. Verificación de casco efectivo en la P.A.P. 874 de OPTRA T200. a) Campana, b) Vástago.

En la Figura 11 a) se puede ver una zona templada uniforme, y un punto duro después de alcanzar la especificación, en la Figura 11 b) se observa un perfil de temple definido.

TABLA 15. Metalografías de probetas testigo MAZDA 323 NP: 360108T



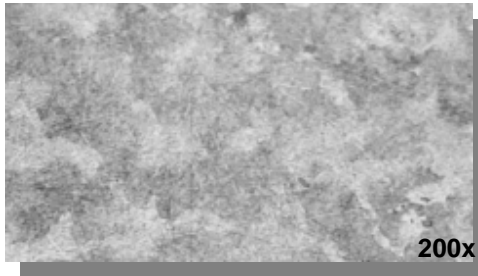
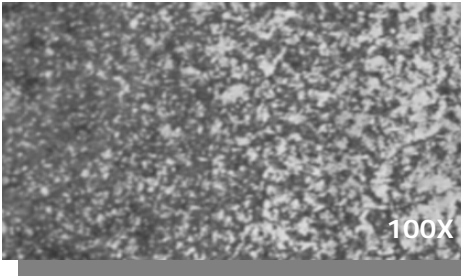

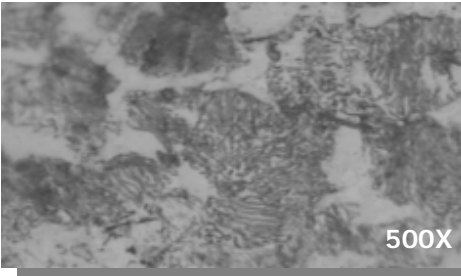
CARACTERÍSTICA	CARTA DE PAP 1384	
	Pista a 90°	Vástago
superficie	 50x	 200X
	Martensita fina	Martensita fina
Zona de transición	 200x	 100X
	Martensita, ferrita y perlita	Martensita ferrita y perlita
Núcleo	 50x	 500X
	Ferrita y perlita	Perlita fina y ferrita

TABLA 16. Metalografías de probetas testigo R 9 NP: 360113T

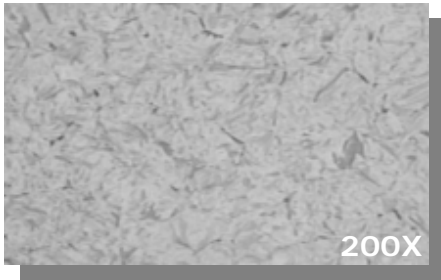
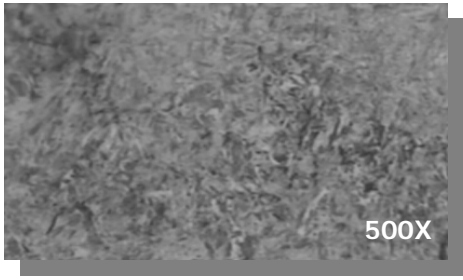
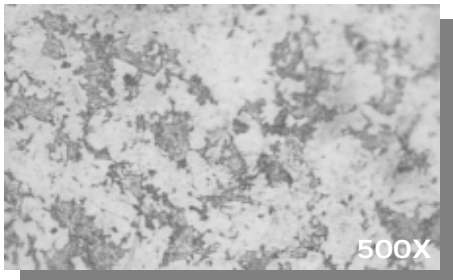
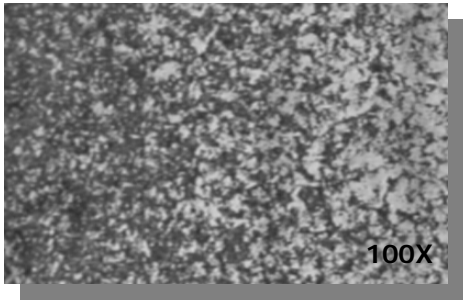
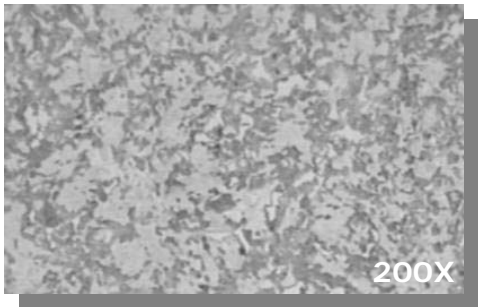
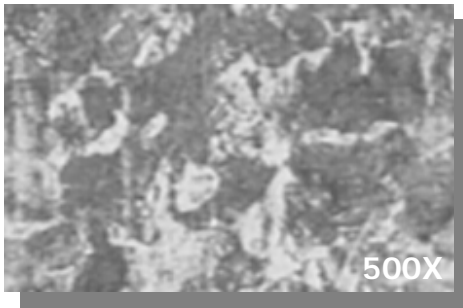
CARACTERÍSTICA	CARTA DE PAP 1504	
	Pista a 90°	Vástago
Zona templada		
	Martensita	Martensita
Zona de transición		
	Martensita, martensita autorevenida y perlita fina	Martensita, martensita autorevenida, ferrita y perlita
Núcleo		
	Ferrita y perlita	Perlita y ferrita

TABLA 17. Metalografías de probetas testigo CORSA NP: 360145T


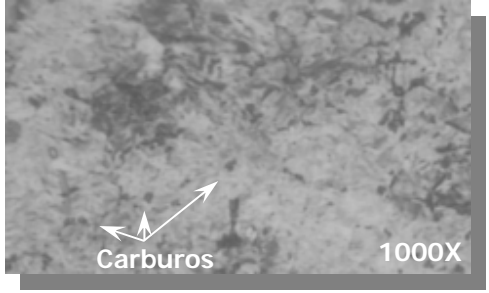
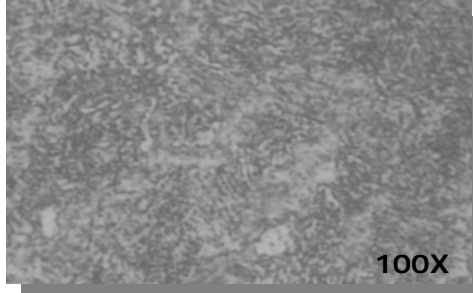
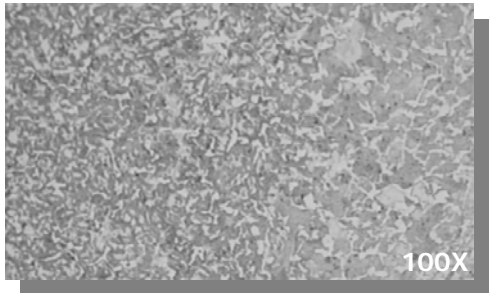
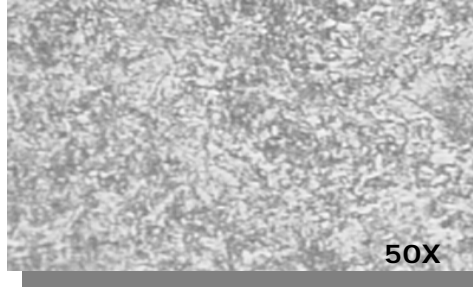
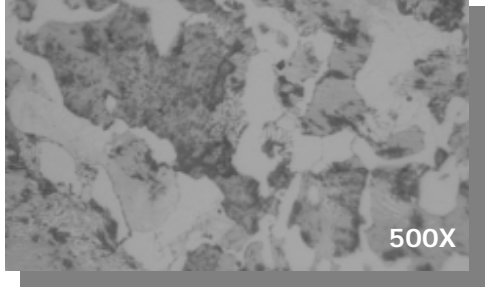
CARACTERÍSTICA	CARTA DE PAP 25	
	Pista a 90°	Vástago
Zona templada		
	Martensita	Martensita y cementita
Interface		
	Martensita, bainita fina, islas de ferrita y perlita	Bainita, ferrita y cementita, perlita y ferrita
Núcleo		
	Ferrita y perlita	Ferrita y perlita fina

TABLA 18. Metalografías de probetas testigo EXPLORER U207 NP: 363101T


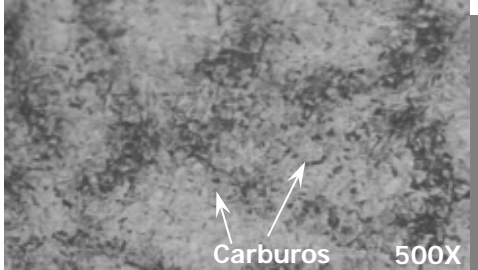
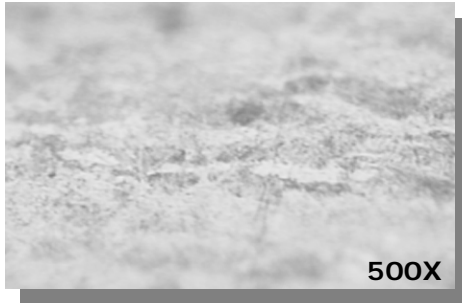
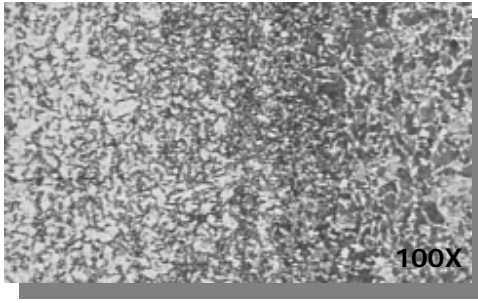
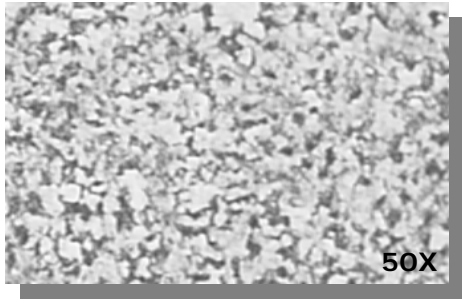
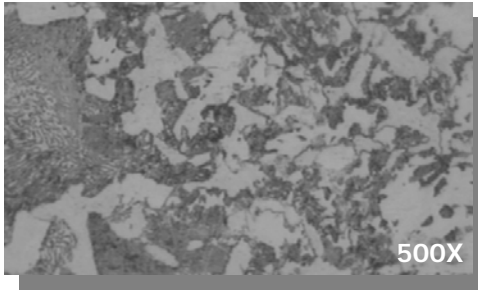
CARACTERÍSTICA	CARTA DE PAP 724	
	Pista a 90°	vástago
Zona templada		
	Martensita	Martensita y pequeños carburos
Interface		
	Bainita fina y pequeñas agrupaciones de perlita	Martensita, martensita autorevenida, perlita y ferrita
Núcleo		
	Ferrita y perlita	Ferrita y perlita

TABLA 19. Metalografías de probetas testigo EXPLORER U 152 NP: 363102T


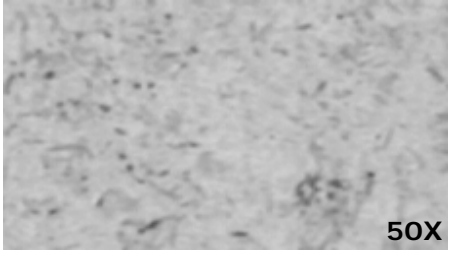
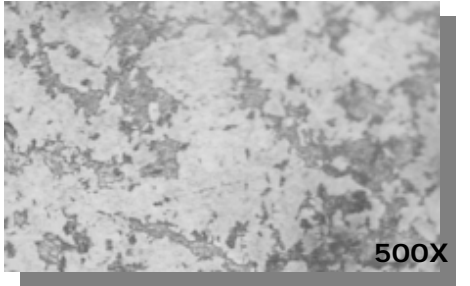
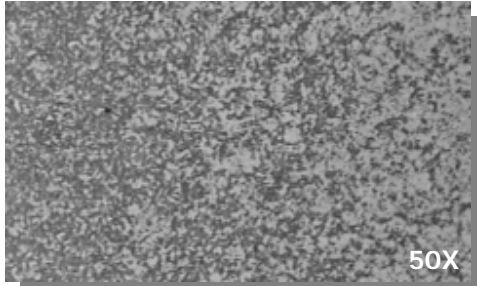

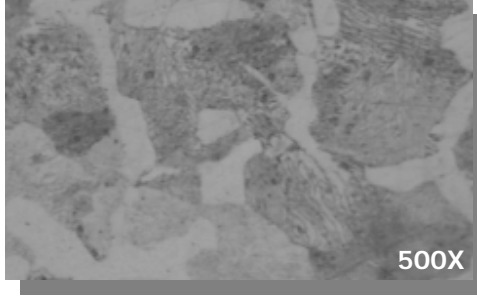
CARACTERÍSTICA	CARTA DE PAP 944	
	Pista a 90°	vástago
Zona templada		
	Martensita con pequeños granos de ferrita retenida	Martensita
Interface		
	Martensita, martensita revenida y perlita	Martensita revenida, perlita y ferrita
Núcleo		
	Ferrita y perlita	Ferrita y perlita

TABLA 20. Metalografías de probetas testigo HILUX NP: 363103T

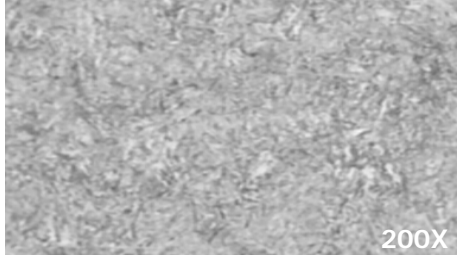
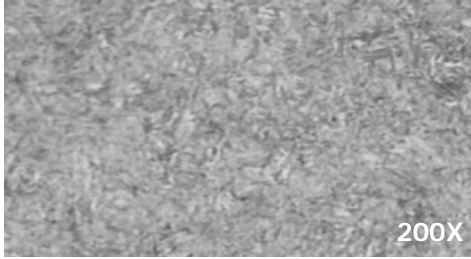
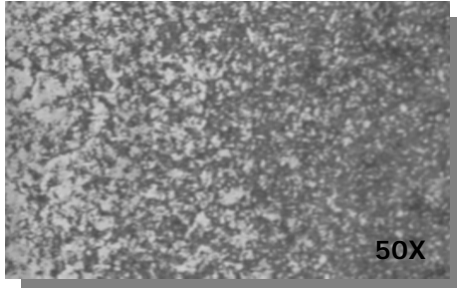
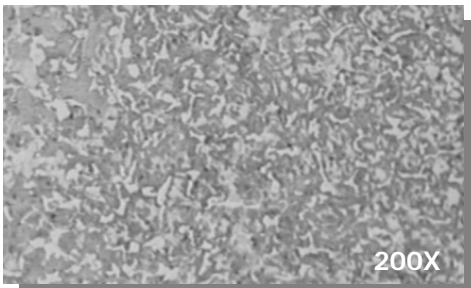
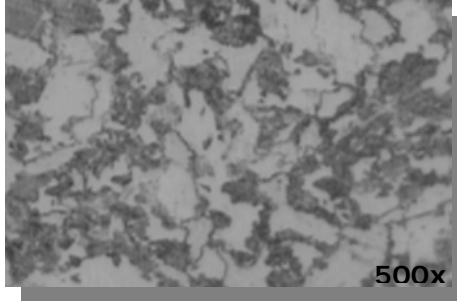
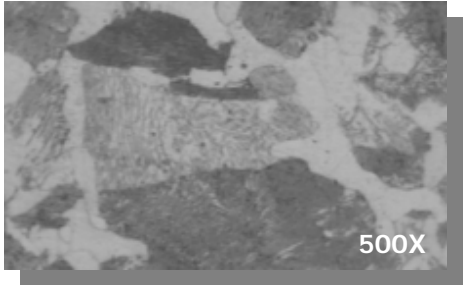
CARACTERÍSTICA	CARTA DE PAP 934	
	Pista a 90°	Vástago
Zona templada		
	Martensita	Martensita
Interface		
	Martensita revenida, bainita fina ferrita y perlita	Bainita, perlita y ferrita
Núcleo		
	Perlita y ferrita	Perlita y ferrita

TABLA 21. Metalografías de probetas testigo GRAND VITARA NP: 363313T



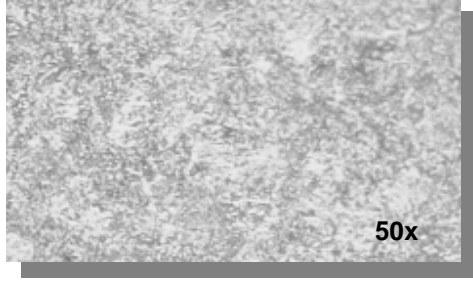
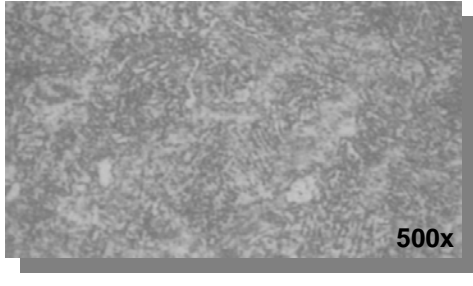
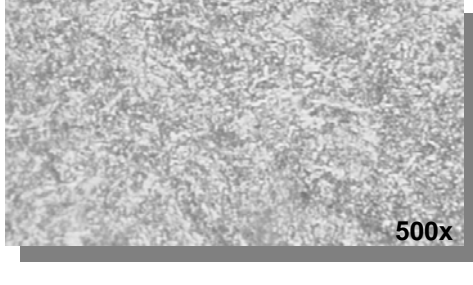
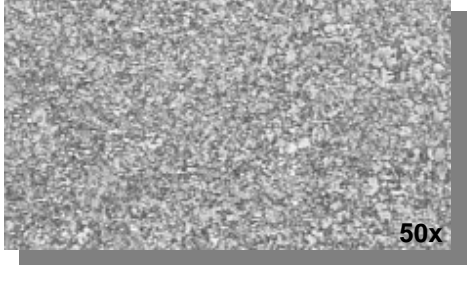
CARACTERÍSTICA	CARTA DE PAP 1224	
	Pista a 90°	Vástago
Zona templada		
	Martensita	martensita
Interface		
	Martensita revenida, ferrita y perlita	Bainita, ferrita y perlita fina.
Núcleo		
	Ferrita y perlita	Ferrita y perlita

TABLA 22. Metalografías de probetas testigo FIESTA NP: 363803T

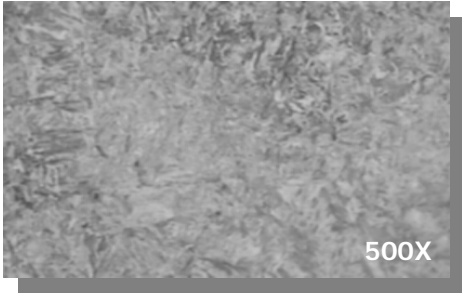
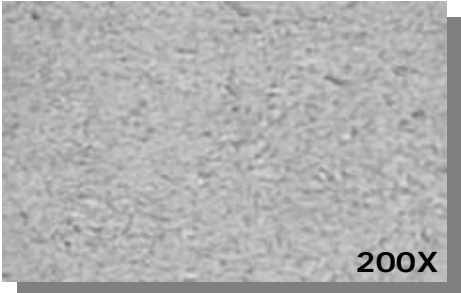
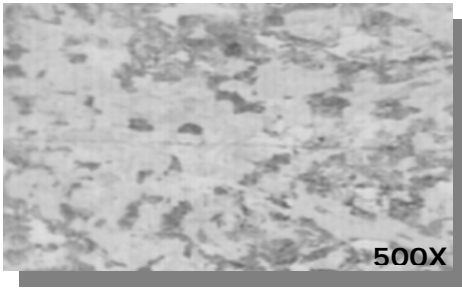
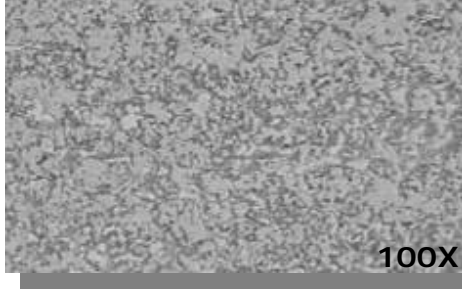
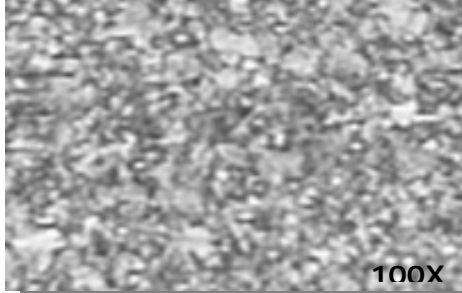
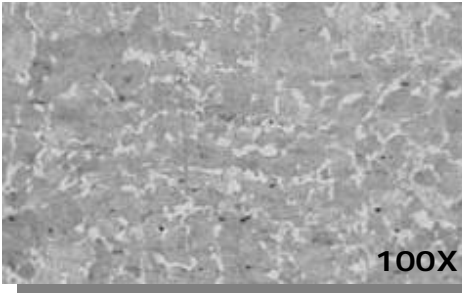
CARACTERÍSTICA	CARTA DE PAP 1784	
	Pista a 90°	vástago
Zona templada		
	Martensita	Martensita
Interface		
	Martensita autorevenida y perlita fina	Martensita autorevenida y perlita fina
Núcleo		
	Perlita y ferrita	Perlita y ferrita

TABLA 23. Metalografías de probetas testigo COROLLA NP: 363402T

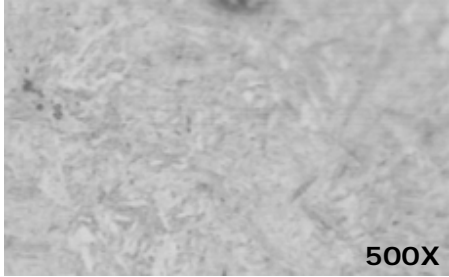
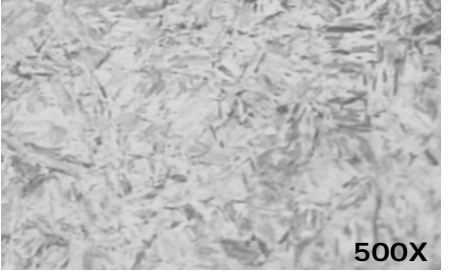
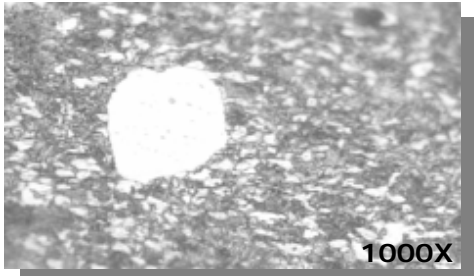
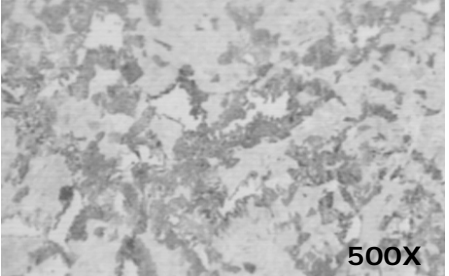
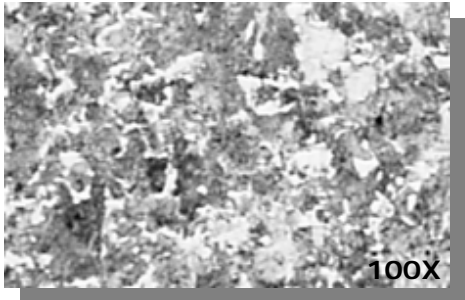
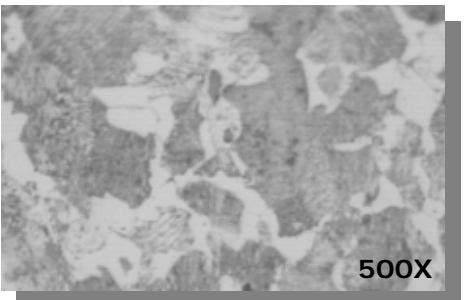
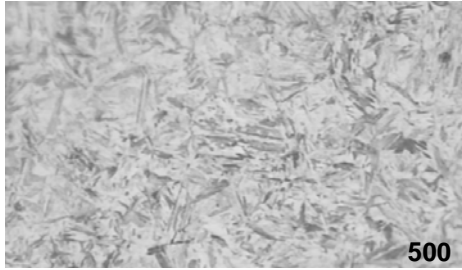

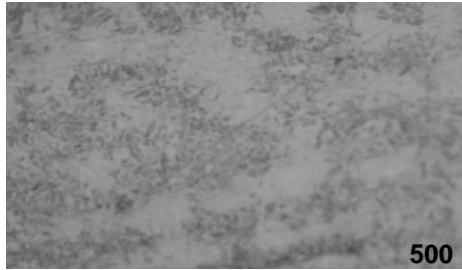
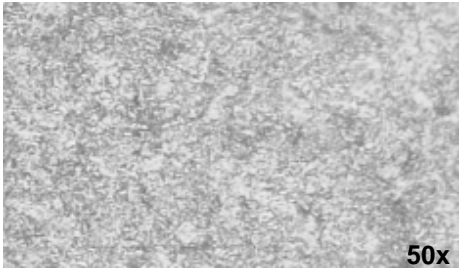
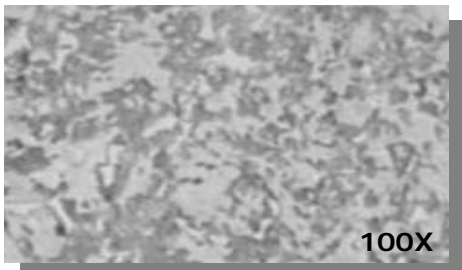
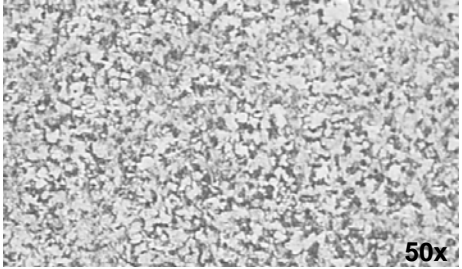
CARACTERÍSTICA	CARTA DE PAP 1894	
	Pista a 90°	vástago
Zona templada		
	Martensita	Martensita
Interface		
	Martensita ferrita y perlita	Martensita autorevenida, ferrita y perlita
Núcleo		
	Ferrita perlita	Ferrita y perlita

TABLA 24. Metalografías de probetas testigo OPTRA T200 NP: 363408T

CARACTERÍSTICA	CARTA DE PAP 874	
	Pista a 90°	Vástago
Superficie		
	Martensita	Martensita
Interface		
	Martensita ferrita y perlita	Martensita ferrita y perlita
Núcleo		
	Ferrita y perlita	Ferrita y perlita

4. EVALUACIÓN DE VARIABLES DEL TEMPLE POR INDUCCION EN LA MAQUINA F.D.F. DE LA LINEA DE JUNTAS FIJAS DE TRANSEJES TH DE COLOMBIA

Se evaluaron y describieron las variables del temple por inducción en la maquina F.D.F. de la línea de juntas fijas de TRANSEJES TH DE COLOMBIA, con la ayuda de un diagrama de espina de pescado y el seguimiento a las puesta a punto, y se determinaron las variables de mayor influencia en el proceso de temple por inducción, para determinar su relación con los resultados obtenidos en las piezas. Figura 12.

4.1 Hombre

4.1.1 Entrenamiento: la empresa realiza capacitaciones periódicas sobre medición de dureza y preparación metalográfica, también se han realizado capacitaciones de tratamientos térmicos con expertos de otras plantas de DANA.

4.1.2 Actitud de operarios antiguos: los operarios antiguos se sienten reacios al cambio, escudan en su experiencia cualquier comentario o sugerencia de una modificación, en el acompañamiento a las P.A.P. se pudo observar que al encontrarse con un problema modifican muchas variables a la vez, lo que dificulta la posibilidad de realizar algún análisis y buscar una solución metódica que pueda servir para futuras ocasiones.

4.1.3 Operarios nuevos: Los operarios nuevos reciben entrenamiento de los operarios antiguos sobre el manejo de la maquina y la forma de programar la puesta a punto. Su falta de experiencia hace que tomen como verdad absoluta las observaciones de sus compañeros antiguos y limitan su capacidad de análisis.

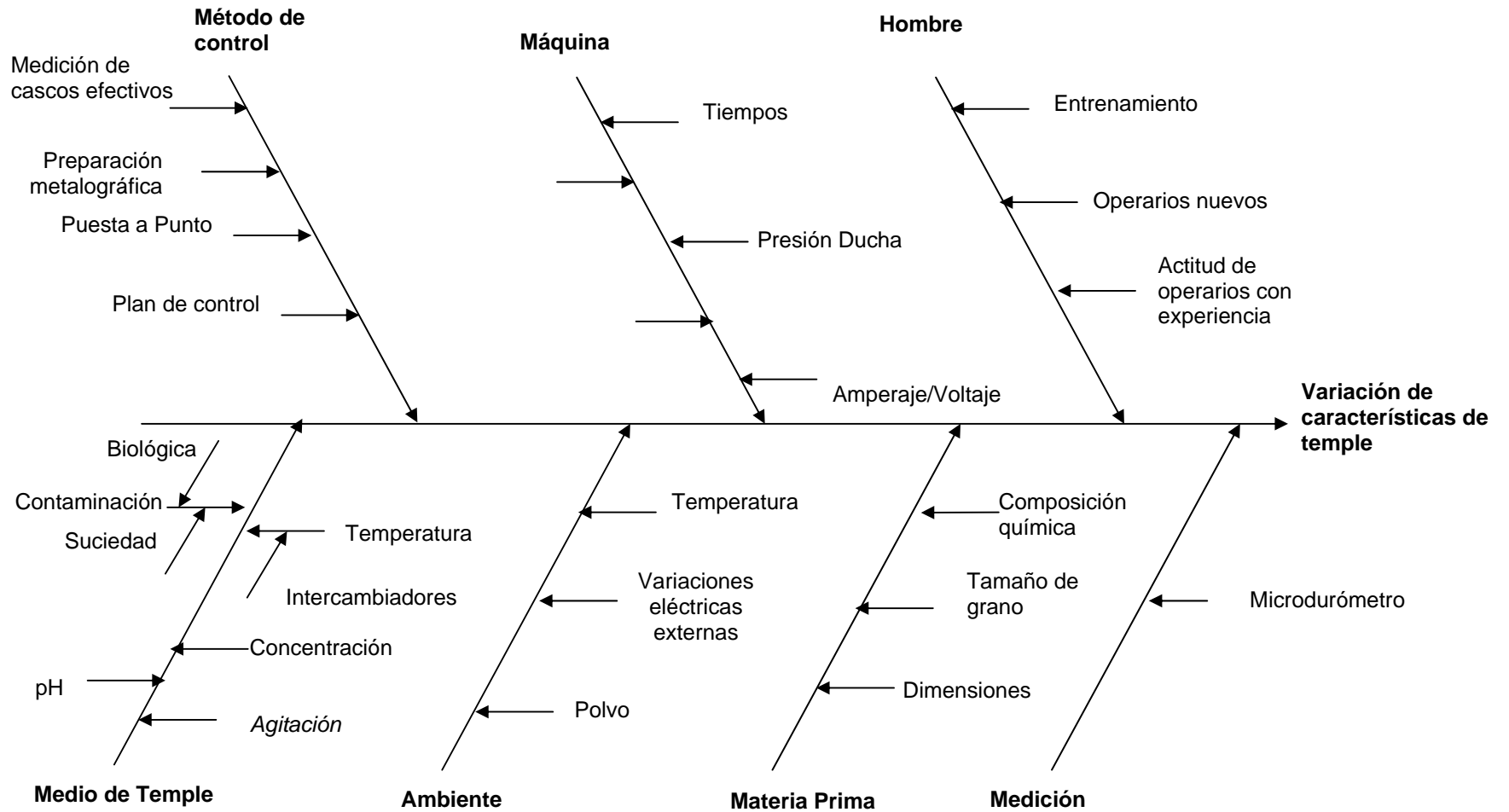


Figura 12. Espina de pescado del proceso de temple por inducción en la maquina F.D.F. de la línea de juntas fijas de TRANSEJES T.H. DE COLOMBIA.

4.2 Máquina

4.2.1 Amperaje / voltaje: El amperaje y voltaje de la máquina se muestra prácticamente constante durante la producción. El ajuste del voltaje de la máquina se realiza por medio de la conexión de los condensadores y con ellos también se realiza el balanceo de la potencia, frecuencia y voltaje. Se debe tener en cuenta que un aumento exagerado en el número de condensadores, trae por consecuencia arcos eléctricos.

4.2.2 Dispositivos:

Inductores: algunos dispositivos son fabricados en Transejes por operarios que recibieron entrenamiento especializado, los de mayor complejidad son importados, son fabricados en cobre electrolítico y con ayuda de soldadura se obtienen sus diversas formas.



Figura 13. Diferentes formas de inductores.

Cuando no se obtiene la profundidad de temple deseada los operarios modifican los inductores colocando concentradores de calor fluxtrol, figura 14, esto aumenta la profundidad de penetración de la frecuencia, permitiendo que el calentamiento sea más profundo y obteniendo la profundidad de temple deseada, esto soluciona el problema temporalmente, porque estos concentradores retienen suciedad y van dañando el inductor a largo plazo.

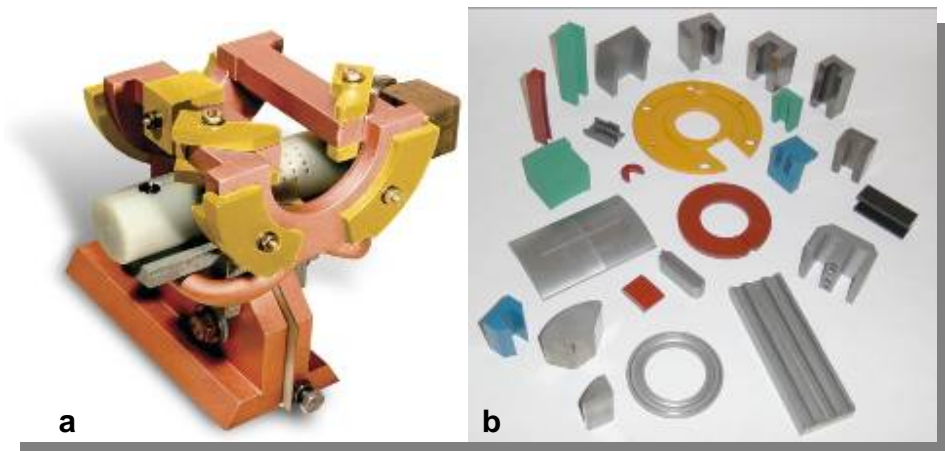


Figura 14. a) Concentradores de flujo magnético Fluxtrol en un inductor. b) Varios tipos de concentradores FLuxtrol

Ducha: La ducha es un cilindro con orificios de diámetro de 1,5 a 2 mm y ángulo de orientación de orificio de 10 a 15°, y las que tienen agujeros rectos tienen movilidad para variar el ángulo de aplicación.

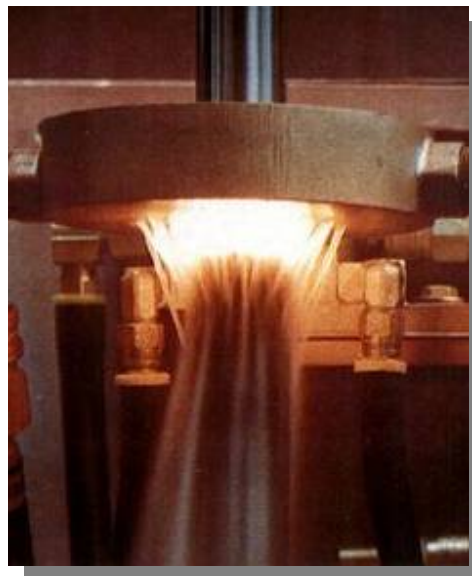


Figura 15. Ducha para temple.

Puntos de Cobre: Los puntos de cobre se usan para garantizar que la salida de temple sea la especificada. Tienen diámetro menor que la pieza y su forma varía dependiendo de la salida a obtener. Figura 16.

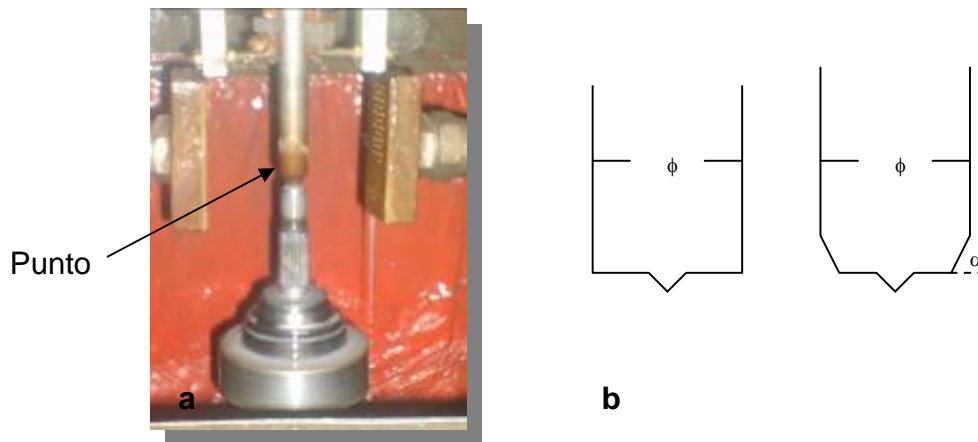


Figura 16. a) Punto en la estación II de la F.D.F. b) Tipos de puntos de cobre.

El primer tipo se usa para salidas mayores o iguales que 4 mm y el segundo tipo para salidas menores o iguales que 3 mm. El ángulo α se determina experimentalmente (prueba y error), así como el diámetro ϕ del punto, que nunca puede ser mayor que el de la pieza. Puede ser hecho de cobre o SS304, lo importante es que sea un material no magnético, para que detenga el campo.

En la punta del punto de cobre se coloca una pieza de carburo de tungsteno, unida a presión o con un tornillo para evitar que el contacto frecuente con la pieza desgaste el punto. Figura 17.

Se utiliza un resorte retráctil como apoyo durante el temple, de esta manera a medida que la pieza se expande a consecuencia del temple, el resorte se retrae evitando que la pieza se deforme y que el punto se deteriore o rompa por exceso de presión.

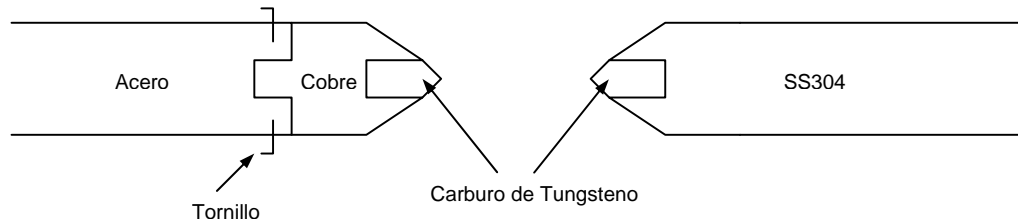


Figura 17. Puntos de cobre con carburo de tungsteno.

4.2.3. Presión de la ducha: La presión de salida del medio de temple durante la ducha, es dada por el operario desde el panel de control de cada estación; para la primera estación, durante el temple de la campana, se mide en litros por minuto, en un rango de 5,0 x 7 a 7,5 x 7 l/min, para la segunda estación, encargada el temple del vástago, se mide en psi, que van de 20 a 36 psi.

Bajas presiones ocasionan una baja profundidad de la capa templada y una mala transformación de la microestructura por lo tanto una dureza superficial baja. Por el contrario presiones muy altas forman burbujas en la superficie de la pieza que rompen la capa de polímero que regula la velocidad de enfriamiento y ocasionan variación en la dureza superficial de las piezas.

4.2.4. Potencia: La potencia necesaria está basada en varios factores, como el área a ser endurecida, número de piezas producidas, temperatura requerida y cantidad de material calentado. En la F.D.F. observamos dos potencias, la primera es la potencia de salida de la maquina, que al igual que el amperaje y el voltaje está dada por el numero de condensadores conectados en la maquina; la segunda es el porcentaje de esta potencia que es aplicado a la pieza, que varía entre el 80% y el 100 %.

La potencia es la variable más recomendada a modificar en el proceso, para aumentar la capa y dureza superficial, pero se debe tener en cuenta que potencias elevadas ocasionan distorsiones, fisuras en la pieza y en el inductor.

4.2.5. Tiempos: La diferencia entre temperatura de tratamiento térmico por calentamiento por inducción y calentamiento en horno es relativa al inherente corto tiempo de calentamiento del método de inducción y su efecto en la temperatura de transformación.

El tiempo al igual que la potencia, es una de las variables que se recomienda mover cuando se requiere una mayor o menor penetración de temple, teniendo en cuenta las implicaciones en la línea de producción. Su selección garantiza una buena transformación de la estructura del material en el área que se especifica. El temple por inducción en la máquina F.D.F. se realiza en tiempos entre 3 y 6 segundos para cada estación.

4.3 Método de control

Para medir las características del tratamiento térmico se hace una preparación metalográfica y se mide hasta donde penetra la transformación estructural, en las piezas tratadas, por intermedio de la dureza.

4.3.1. Plan de control: En el informe numero dos se pudo observar el tipo de planes de control del proceso de temple por inducción en la máquina F.D.F., se explico la forma en la que se deben interpretar y durante el desarrollo de la practica se realizaron las correcciones a las discrepancias observadas en los mismos.

4.3.2. Puesta a punto: En la primera parte de este informe se puede observar la determinación del procedimiento de puesta a punto de la máquina F.D.F.

4.3.3. Preparación metalográfica: La preparación metalográfica de la pieza que se inspecciona la hace el operario de la maquina FDF, los pasos a seguir son los siguientes:

1. Se lleva la pieza a la zona de corte y se corta la pieza en una cortadora de disco, con disco NORTON 57^a90-K4R30, 304,8 x 1.59 x 31,7 mm, 3760 RPM, cada disco alcanzan para el corte de dos piezas aproximadamente. De la pieza se sacan varias probetas, para el objetivo de este proyecto tendremos en cuenta solo las mostradas en la Figura 18, un corte transversal en el vástago y un corte longitudinal en la campana para medir la profundidad de temple en los mismos.

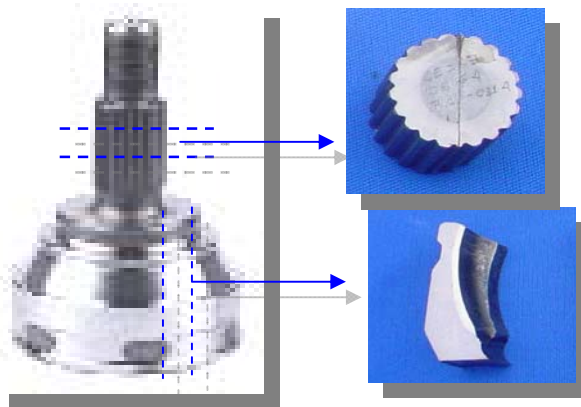


Figura 18. Corte de probetas en vástago y campana para medir los cascotes efectivos.

2. Junto a la cortadora hay una desbastadora de banda, donde se eliminan filos y rebabas, con una lija de grano 80, que también se usa para desbaste inicial. Solo se eliminan los filos por la cara que sostiene el operario, en la cara que se va a pulir no se puede hacer, pues afectaría la medida de profundidad de temple.
3. El pulido con las lijas 120, 240, 320, 400 y 600 es manual, los operarios han recibido capacitación acerca de cómo pulir, con el cambio de lija giran la probeta 90°, pero el pulido lo realizan con mucha fuerza, por lo que el consumo de lija es muy alto.
4. Después de la lija 600 las piezas de proceso o las que van a ser sometidas a pruebas normales se pulen con paño y alúmina, la pulidora de disco solo tiene

una velocidad, gira muy rápido, por lo que los paños se dañan con mucha facilidad. Sólo las probetas especiales o que se van a fotografiar se llevan al laboratorio y se pulen con pasta de diamante.

5. Las probetas ya pulidas se atacan con nital al 2.5%, se lava con alcohol y se seca con ayuda de un secador de pared.

4.3.4. Medición de cascos efectivos: Después de atacadas las probetas, se llevan al laboratorio y se mide la profundidad de capa templada y la dureza superficial con un microdurómetro Vickers. La dureza superficial se mide a 0.1mm del fondo del diente para la probeta del vástago y a 0.1mm del borde de la campana. La profundidad de temple o casco efectivo, se mide con el microdurómetro, desde el fondo del diente de la probeta del vástago, hasta donde se mida una dureza especificada en el plano, por eje. Casco efectivo medido a 500HV de la superficie. El operario escoge visualmente el sitio con menor penetración, y en este hace un pequeño barrido hasta donde encuentre la dureza especificada. Figura 19. Los operarios no tienen en cuenta si hay puntos duros y blandos a lo largo de la zona templada, tampoco están en capacidad de analizar la microestructura de la probeta.

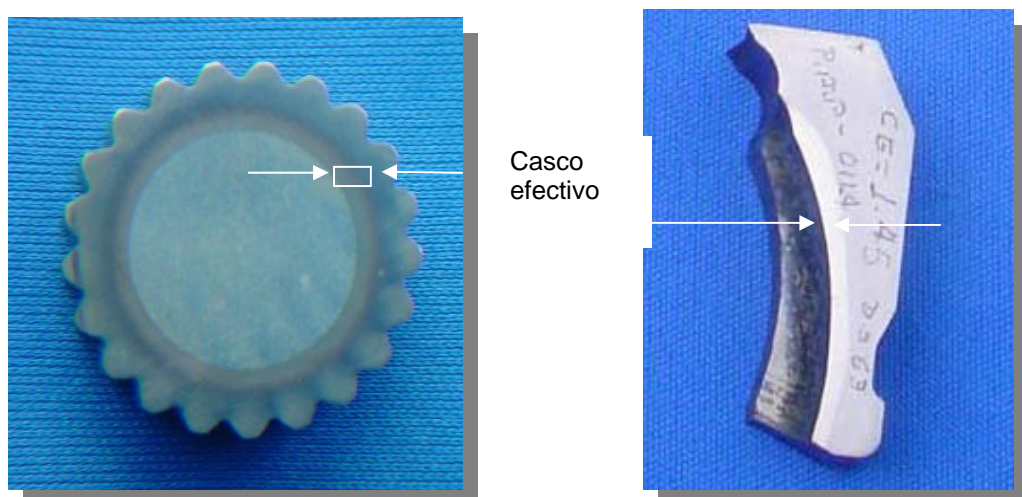


Figura 19. Medición de cascos efectivos.

Las piezas se marcan externamente con la dureza, casco efectivo y el número de PAP para guardarlas como probetas testigo durante mínimo seis meses. Los técnicos de laboratorio y los operarios de la línea están entrenados para realizar la medición en el microdurómetro, además la empresa maneja sus propios instructivos y procedimientos internos para: preparación de probetas, medición de dureza HV, medición de dureza HB, medición de dureza HR y calibración de equipos, ensayo visual, ataque con reactivos metalográficos a aleaciones ferrosas.

4.4 Medio de Temple

Un polímero agregado al agua ayuda a disminuir la severidad del temple y prevenir fisuras, distorsión y oxidación en la pieza. Su selección se hizo de acuerdo a su severidad de temple.

4.4.1. Agitación: Se requiere de agitación, no turbulenta, que garantice la homogeneidad de la mezcla de polímero y agua. Se considera que el sistema de recirculación produce la suficiente agitación para que el medio de temple permanezca homogéneo, sin embargo el polímero se degrada cada dos o tres meses, tomando mal olor, una coloración blanca y produciendo espuma, esto se debe a la contaminación producida por los lubricantes utilizados durante el mecanizado de las piezas. Por este motivo se instaló una lavadora para las piezas ante de la primera estación, pero no se han obtenido los resultados deseados debido a que los operarios se niegan a utilizarla ya que la temperatura a la que deben ser lavadas las piezas es de mínimo 50°C y presenta molestias en la manipulación de las mismas.

4.4.2. PH: El hidrotemple es básico, y su mezcla con agua al disolverse debe conservarse básica también, este parámetro es controlado por medio de un PH-metro electrónico con una medición semanal por parte del personal de calidad, este rango tan espaciado se debe a que se realizaron estudios que demostraron

que el valor del PH se conservaba aproximadamente constante, después de realizar la mezcla, por largos periodos de tiempo, como se observa en la tabla 25.

4.4.3. Concentración: El rango de concentración se establece en función del acero y la dureza requerida. El operario debe verificar la concentración en la puesta a punto y al inicio de turno, con un refractómetro, la lectura la realiza en °Brix, sin embargo el plan de control exige un porcentaje de concentración del medio de temple, por lo que surgió la necesidad de construir una grafica comparativa entre el porcentaje de concentración y su respectiva lectura en °Brix en el refractómetro. Figura 20.

Actualmente se trabaja con una concentración entre 3.5 y 5 °Brix, lo que equivale a una concentración entre el 6.5% y el 10%.

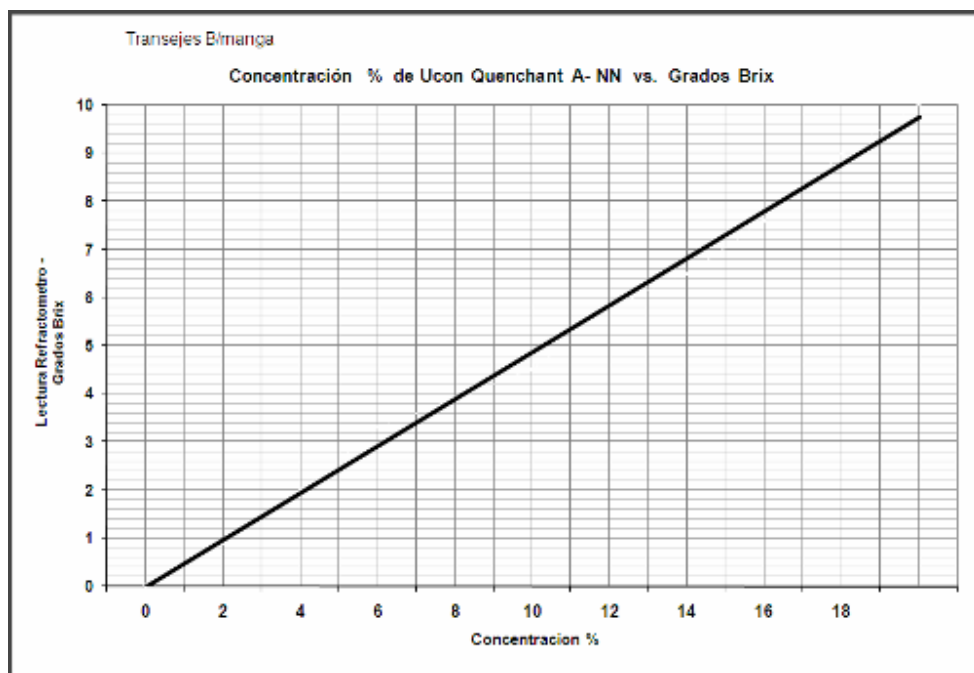


Figura 20. Grafica comparativa entre el porcentaje y la lectura en °Brix de la concentración del medio de temple en la máquina de temple F.D.F.

4.4.4. Temperatura: Se debe tener en cuenta que enfriamientos con agua muy caliente ocasionan durezas superficiales bajas y enfriamientos con agua muy fría ocasionan durezas elevadas y probabilidad de fisura. La temperatura del refrigerante debe oscilar entre 22 – 35 °C. La temperatura del medio de temple siempre está alrededor de los 29 °C, para mantener este valor se cuenta con un sistema de recirculación que lo hace pasar a través de un intercambiador de calor. Figura 20. Por este motivo este parámetro no se controla durante el proceso, solo se verifica durante el mantenimiento del sistema de recirculación que esté funcionando adecuadamente.

3.4.5. Contaminación: El polímero que se adiciona al agua está diseñado para no degradarse, sin embargo en esta planta este debe ser cambiado cada dos o tres meses, ya que se descompone y toma muy mal olor. El cambio del líquido de temple es hecho por el personal de limpieza y supervisado por el líder de la línea; el líder es el responsable por el cambio.

- Suciedad: las piezas pasan por una lavadora con agua a 50°C que debería eliminar los rastros de lubricante de mecanizado de las operaciones previas al temple, sin embargo se detectó que los operarios no respetan esta temperatura y lavan las piezas con agua entre 30 y 35 °C, que no elimina la grasa de los lubricantes y contamina el medio de temple. Se comunicó a mantenimiento y adecuaron una resistencia con un control de temperatura que no permite ser modificado.
- Biológica: No hay estructura interna para controlar la contaminación biológica del medio de temple, por lo que se requiere de la ayuda de la universidad industrial de Santander para determinar este tipo de contaminación. Según los últimos estudios realizados se encontró la presencia de contaminación biológica en el medio de temple (para mayor información ver anexo 1), esto se debe principalmente a la calidad del aire, ya que debido a la contaminación hay presencia de hongos y bacterias en el aire que encuentran en el medio de

temple un medio para sobrevivir y multiplicarse, debido a la presencia de las grasas de los lubricantes.

4.5. Ambiente

Polvo: no se encontraron estudios sobre la concentración de material particulado inferior a 10 micras en Girón.

Variaciones eléctricas: no se han registrado variaciones eléctricas que afecten el desempeño de la máquina.

Temperatura: Girón cuenta con una temperatura ambiente promedio de 24°C, lo que no interfiere con el proceso.

4.6. Materia Prima

Dimensiones: El tamaño de la pieza es uno de los factores externos que influyen en el resultado de la transformación y se controla con el adecuado diseño del inductor. Las dimensiones y la forma de las piezas se pueden observar en el Anexo 2.

Tamaño de Grano: El tamaño de grano afecta la profundidad de la capa templada, estructuras con carburos finos se endurecen a mayor profundidad que estructuras con carburos gruesos. Este es verificado antes de ser pasado a la línea, mediante una inspección de recibo realizada por el personal de calidad y debe estar entre 5 y 8 ASTM, esta inspección no se hace a todos los lotes, si no por muestreo dependiendo de la confiabilidad del proveedor, lo que ha ocasionado que a las líneas llegue material con tamaño de grano fuera de especificación y dificulte la puesta a punto hasta llegar a retirar el material de la línea debido a que no se puede conseguir una profundidad de temple deseada.

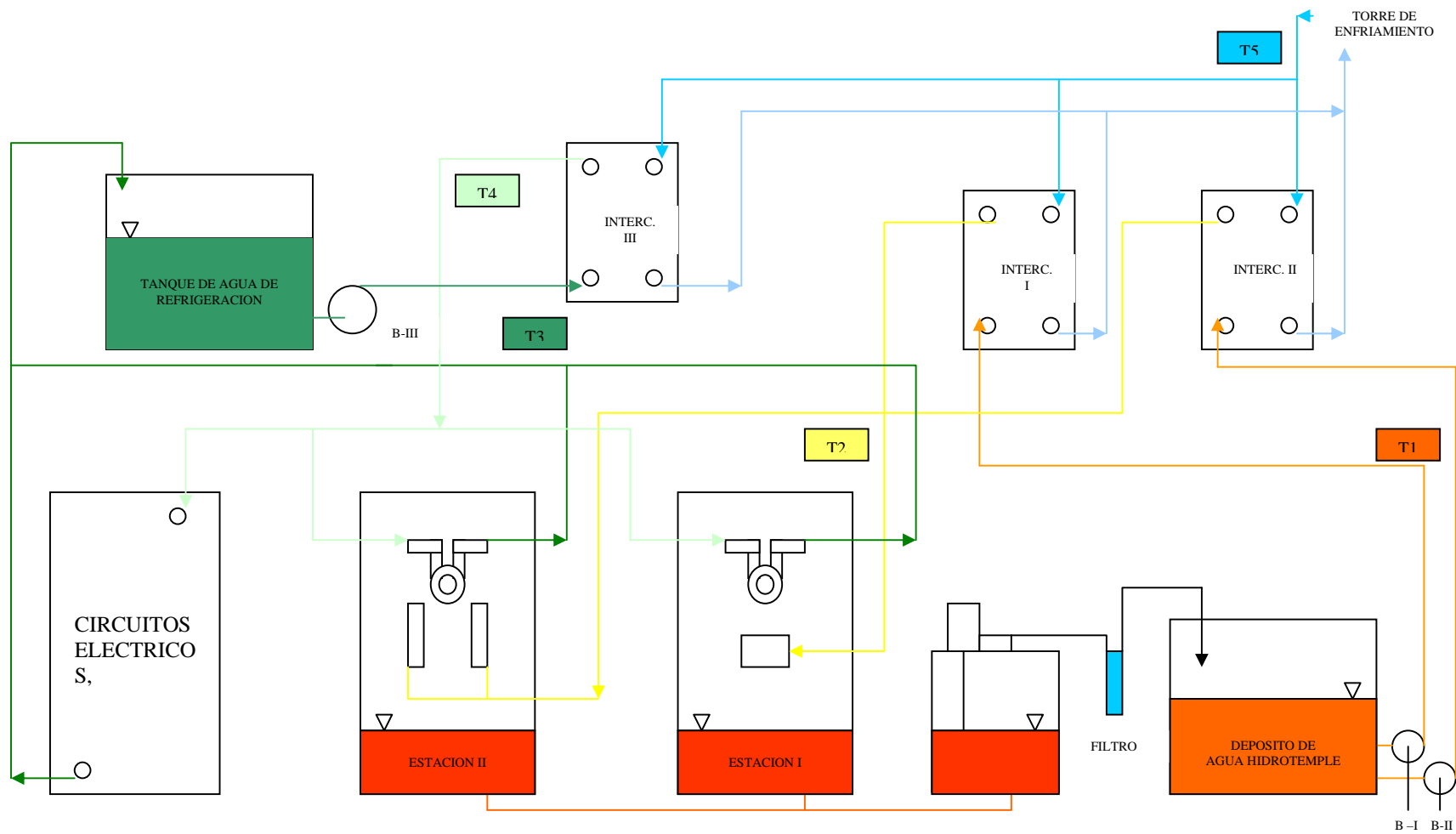


Figura 21. Esquema hidráulico agua de temple y agua refrigerante para La máquina de temple universal FDF de juntas fijas

Composición química: La composición química del acero no se verifica, se confía en el certificado emitido por el proveedor, el diámetro ideal del acero debe ser mayor a 34.

4.7. Medición.

La medición se realiza con un microdurómetro ZWICK ROELL ZHV 2, que se patrona diariamente por el personal de calidad y se calibra por un ente externo una vez al año. El durómetro tiene un instructivo de manejo y operación y los operarios han recibido capacitación en el manejo del mismo.

5. DETERMINACION DE LAS VARIABLES INFLUYENTES EN EL TEMPLE POR INDUCCION DE JUNTAS FIJAS EN LA MAQUINA F.D.F.

La corriente, el voltaje, la potencia y la frecuencia de trabajo de la máquina F.D.F. están dictadas por el número de condensadores conectados en la estación de trabajo, en el punto 4.1 se muestra la influencia del número de condensadores conectados en la frecuencia leída en la máquina. A partir del punto 4.2 se mostrará cómo afectan los parámetros: diámetro ideal, número de condensadores, tiempo de calentamiento, porcentaje de potencia, caudal de ducha de temple de campana, presión de ducha de temple vástago y concentración del medio de temple el casco efectivo (CE), o penetración de dureza de temple, obtenido en las piezas, por medio de valores tomados de la base de datos de cartas de puesta a punto. Anexo 3.

5.1 Influencia del número de condensadores conectados en la frecuencia leída en la máquina para cada estación.

Estación I: En la tabla 25 observamos como al disminuir el número de condensadores, de la primera estación, la frecuencia aumenta, y como al aumentar el número de condensadores la frecuencia disminuye.

TABLA 25. Influencia del número de condensadores en la frecuencia.

MODELO- No PAP PARAMETRO	CORSA 360145T		EXPLORER U-207 363101T		AMAZON 363803T	
	1694	1874	724	1724	1064	1784
Cond. de 90	9	9	8	9	8	9
Cond. de 22.5	0	0	0	0	1	0
Cond. de 45	1	1	1	1	0	1
Cond. de reserva	4	2	4	4	4	3
Frecuencia [KHz]	7.5	8.4	8.5	8.0	8.7	8.3

Estación II: En la Tabla 26 se observa que para igual número de condensadores la frecuencia permanece constante, y al aumentar el número de condensadores la frecuencia disminuye.

TABLA 26. Influencia del número de condensadores en la frecuencia.

MODELO- No PAP PARAMETRO	CORSA 360145T		EXPLORER U-207 363101T		AMAZON 363803T	
	1694	1874	724	1724	1064	1784
Cond. de 90	9	9	8	9	8	9
Cond. de 22.5	0	0	0	0	1	0
Cond. de 45	1	1	1	1	0	1
Cond. de reserva	2	2	2	2	2	2
Frecuencia [KHz]	8.0	8.0	8.0	7.8	8.6	8.0

Sabemos que al disminuir la frecuencia aumenta la profundidad de penetración del campo inducido y por lo tanto el calor alcanza una mayor profundidad, por lo que se obtendrán cascos efectivos mayores al aumentar el número de condensadores.

5.2. Influencia del Diámetro ideal en la profundidad de casco efectivo obtenido

Con número de condensadores, tiempo de calentamiento, porcentaje de potencia, caudal de ducha y concentración del medio de temple constante se observó que al aumentar el DI la profundidad del casco efectivo tiene un pequeño aumento, pero como esta variable no la podemos controlar ni corroborar en los laboratorios de la empresa, debemos asumir que es constante y evaluar los otros parámetros partiendo de este supuesto.

TABLA 27. Influencia del DI en la profundidad del casco efectivo.

MODELO- No PAP PARAMETRO	EXPLORER U 207 363101		AMAZON/FIESTA 363803T		AMAZON / FIESTA 363803T	
	1544	1724	1054	1064	1054	1064
DI	40.03	38.95	38.98	43.88	38.98	43.88
CE [HV]	1,90	1,65	1,56	1,57	3.69	3.77

5.3. Influencia del Número de condensadores en la profundidad de casco efectivo obtenido

Con composición química (DI), tiempo de calentamiento, porcentaje de potencia, caudal de ducha y concentración del medio de temple constante se observó que al aumentar el número de condensadores conectados la profundidad del casco efectivo obtenido aumenta. De la misma forma podemos observar cómo, al disminuir el número de condensadores conectados, la profundidad del casco efectivo disminuye.

TABLA 28. Influencia del número de condensadores conectados en la profundidad del casco efectivo.

MODELO No PAP PARAMETRO	R4/R6 360112T		SPRINT 360206T		TOYOTA 363104T	
	414	543	644	904	1343	1343
Condensadores	8 de 90	8 de 90	8 de 90	8 de 90	8 DE 90	8 DE 90
	0 de 22.5	0 de 22.5	0 de 22.5	0 de 22.5	1 DE 22.5	1 DE 22.5
	1 de 45	1 de 45	1 de 45	1 de 45	1 DE 45	0 DE 45
	3 de 90	2 de 90	1 de 90	2 de 90	1 DE 90	1 DE 90
CE vástago [mm]	2,00	1,65	1,65	1,9	3,15	2,72

5.4. Influencia del Tiempo de calentamiento en la profundidad de casco efectivo obtenido

Con composición química (DI), número de condensadores conectados, porcentaje de potencia, caudal de ducha y concentración del medio de temple constante se observó que al aumentar el tiempo de calentamiento la profundidad del casco efectivo obtenido aumenta

TABLA 29. Influencia del tiempo de calentamiento en la profundidad del casco efectivo.

MODELO No PAP PARAMETRO	F-CORCEL 360115T		FIESTA 360204T		DEL REY 363211T	
	483	483*	551	551	883	883
t calenta. (s)	6,00	5,90	6,30	7,30	4,7	4,3
CE Pista 90° [mm]	1,99	1,92	1.1	1,3	1,90	1,81

5.5. Influencia del porcentaje de potencia en la profundidad de casco efectivo obtenido

Con composición química (DI), número de condensadores conectados, tiempo de calentamiento y concentración del medio de temple constantes, se observó que la profundidad del casco efectivo aumenta al aumentar el porcentaje de potencia aplicado a la pieza, ya que se genera una campo mayor dentro de la misma.

TABLA 30. Influencia del porcentaje de potencia en la profundidad del casco efectivo.

MODELO No PAP PARAMETRO	SWIFT 1.3 360164		HIUNDAY 363806T	
	1432	1432	1124	1424
Potencia (%)	85	88	100	90
CE Pista 90° [mm]	1,6	1,9	1,90	1,30

5.6. Influencia de la concentración del medio de temple en la profundidad de casco efectivo obtenido

Con composición química (DI), número de condensadores conectados, tiempo de calentamiento y porcentaje de potencia constantes, se observó que, al disminuir la concentración del medio de temple, la profundidad del casco efectivo aumenta, debido a que aumenta la severidad del medio.

TABLA 31. Influencia de la concentración del medio de temple en la profundidad del casco efectivo.

MODELO No PAP PARAMETRO	DAEWOO 360155T		SPRINT 360206T		ASTRA 363311T	
	1083	1233	313	413	1612	1612
Concentración medio de temple (°Brix)	3,5	3,0	3,5	3	3	2,5
CE Pista 90° [mm]	2,70	2,30	2,16	2	2,8	2,55

5.7. Influencia del caudal de ducha de medio de temple en la profundidad de casco efectivo obtenido en la campana

Con composición química (DI), número de condensadores conectados, tiempo de calentamiento, porcentaje de potencia y concentración del medio de temple constante se observó como varía la profundidad del casco efectivo al modificar el caudal de la ducha de medio de temple observando que este no es dependiente de las variaciones realizadas en el caudal.

TABLA 32. Influencia del caudal de la ducha de temple en la profundidad del casco efectivo.

MODELO No PAP PARAMETRO	SPRINT 360206T		ASTRA 363311T		TWINGO 363804T	
	413	413	1323	1323	334	514
Caudal ducha (l/min)	7.0 X 7	7.5 X 7	6.0 X 7.0	6.5 X 7.0	6.5 x 7	7.0 x 7
CE Pista 90° [mm]	1,66	1,64	1,5	1,5	1,44	1,50

5.8. Influencia de la presión de la ducha de medio de temple en la profundidad de casco efectivo obtenido en el vástago

Con composición química (DI), número de condensadores conectados, tiempo de calentamiento, porcentaje de potencia y concentración del medio de temple constante se observó que al aumentar la presión de la ducha de medio de temple aumenta la profundidad del casco efectivo.

TABLA 33. Influencia de la presión de la ducha de temple en la profundidad del casco efectivo del vástago.

MODELO No PAP PARAMETRO	SPRINT 360206T		ASTRA 363311T		TWINGO 363804T	
	413	413	1323	1323	334	514
Presión de ducha [psi]	26	28	30	27	28	30
CE Pista 90° [mm]	1,62	1,70	1,85	1,54	1,42	1,50

6. DETERMINACION DE LOS PARAMETROS DE REFERENCIA DEL TEMPLE POR INDUCCION DE JUNTAS FIJAS EN LA MAQUINA F.D.F. PARA LOS MODELOS SELECCIONADOS

A través de la determinación de los parámetros que influyen en el temple por inducción y la evaluación de su comportamiento se lograron establecer parámetros de referencia de los modelos seleccionados, estos parámetros permitirán obtener un valor muy cercano o dentro de especificación para las profundidades de casco efectivos de cada modelo.

A continuación se observan los resultados obtenidos durante dos pruebas realizadas a cada grupo de parámetros, para cada uno de los modelos seleccionados. La metodología seguida consistió en obtener el valor de concentración del medio de temple, ya que éste es el parámetro con mayor dificultad para ser modificado, y con base en este modificar los parámetros de referencia de acuerdo al comportamiento mostrado en el numeral cuatro. Respecto a este punto se puede afirmar en resumen que el comportamiento de las variables es el siguiente:

- Al aumentar el número de condensadores conectados disminuye la frecuencia generada, lo que ocasiona una mayor penetración de calor en la pieza, y por consiguiente una mayor profundidad del casco efectivo. De la misma manera, al disminuir el número de condensadores conectados la frecuencia aumenta, a altas frecuencias es menor la penetración del campo y las profundidades del casco efectivo obtenidas.
- Al aumentar el Diámetro ideal del acero aumenta su templabilidad, por lo que se obtienen profundidades de temple mayores, a su vez, cuando disminuye el diámetro ideal del acero, las profundidades de temple son menores. Debido a

la dificultad de conocer la composición química de las diferentes coladas tomaremos el diámetro ideal de las piezas como constante para este análisis.

- Al aumentar el tiempo de calentamiento, aumentamos el tiempo de inducción de campo magnético en la pieza, por lo que esta conseguirá calentarse a una profundidad mayor y así, obtener mayores profundidades de temple.
- Al aumentar el porcentaje de potencia aumenta la profundidad de temple, y por el contrario, al disminuir el porcentaje de potencia disminuye la profundidad del casco efectivo.
- Al aumentar la concentración del medio de temple disminuimos la severidad del mismo, por lo que disminuye la profundidad de temple. Al disminuir la concentración del medio de temple, aumenta la profundidad de temple, pero hay grandes posibilidades de generación de grietas durante el temple.
- Al aumentar la presión de la ducha de temple en el vástago de la junta fija, aumenta la penetración de temple.

6.1 Parámetros de referencia del Modelo: MAZDA 323 NP 360108T

Estación I. Temple Campana. En la Tabla 33 se indican los parámetros de referencia y los resultados obtenidos en la verificación de los mismos durante una puesta a Punto.

Las pruebas realizadas fueron:

- Prueba 1: Se adjudicaron al proceso los parámetros de referencia, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación.

- Prueba 2: Se disminuyo el tiempo de calentamiento en 0.1 segundos, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación y 0.1 mm menor que en la prueba 1.

TABLA 33. Parámetros de referencia JF Mazda 323 NP 363108T. Temple campana

C A R A C T E R I S T I C A S D E L P R O C E S O				
No.	DESCRIP. CARACT. DEL PROCESO	REFERENCIA	PRUEBA 1	PRUEBA 2
7	CONDENSADORES	9 DE 90	9 DE 90	9 DE 90
8		0 DE 22.5	0 DE 22.5	0 DE 22.5
9		1 DE 45	1 DE 45	1 DE 45
10	CONDENSADOR DE RESERVA	3 DE 90	3 DE 90	3 DE 90
11	TIEMPO CALENTAMIENTO [s]	4.5	4.5	4.4
13	POTENCIA [%]	90	90	90
17	CAUDAL DUCHA [l/min]	7.0 x 7	7.0 x 7	7.0 x 7
24	MEDIO DE TEMPLE [°Brix]	4.0	4.0	4.0
C A R A C T E R I S T I C A S D E L P R O D U C T O				
No.	DESCRIPCION CARCATERISTICA PRODUCTO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
1	CASCO EFECTIVO PISTA A 90°	1.5 Min.	1.8	1.7
6	GRIETAS	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA
11	MEDICION DE CASCOS EFECTIVOS A	550HV	550HV	550HV

Estación II. Temple vástago. En la Tabla 34 se indican los parámetros de referencia y los resultados obtenidos en la verificación de los mismos durante una puesta a Punto. Las pruebas realizadas fueron:

- Prueba 1: Se adjudicaron al proceso los parámetros de referencia, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación.
- Prueba 2: Se disminuyo el tiempo de calentamiento en 0.2 segundos, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación y 0.3 mm menor que en la prueba 1.

**TABLA 34. Parámetros de referencia JF Mazda 323 NP 363108T. Temple
vástago**

C A R A C T E R I S T I C A S D E L P R O C E S O				
No.	DESCRIP. CARACT. DEL PROCESO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
9	CONDENSADORES	9 DE 90	9 DE 90	9 DE 90
10		0 DE 22.5	0 DE 22.5	0 DE 22.5
11		1 DE 45	1 DE 45	1 DE 45
12	CONDENSADOR DE RESERVA	2 DE 90	2 DE 90	2 DE 90
13	PRESION DUCHA [psi]	26 Ref.	26 Ref.	26 Ref.
14	TIEMPO CALENTAMIENTO [s]	4.3 Ref.	4.3 Ref.	4.1 Ref.
17	POTENCIA [%]	95 Ref.	95 Ref.	95 Ref.
22	MEDIO DE TEMPLE [°Brix]	4 ± 1	3	3
C A R A C T E R I S T I C A S D E L P R O D U C T O				
No.	DESCRIPCION CARACTERISTICA PRODUCTO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
2	C. E. ESTRIADO VASTAGO	2.5 - 4.5	3.8	3.46
7	MEDICION DE CASCOS EFECTIVOS A	550 HV	550 HV	550 HV
10	GRIETAS	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA

6.2 Parámetros de referencia del Modelo: R9 NP 360113T

Estación I. Temple Campana. En la Tabla 35 se indican los parámetros de referencia y los resultados obtenidos en la verificación de los mismos durante una puesta a Punto.

Las pruebas realizadas fueron:

- Prueba 1: Se adjudicaron al proceso los parámetros de referencia, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación.
- Prueba 2: Se conecto un condensador de reserva y se aumento el tiempo de calentamiento en 0.1 segundos, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación y 0.1 mm mayor que en la prueba 1.

TABLA 35. Parámetros de referencia JF R9 NP 360113T. Temple campana

C A R A C T E R I S T I C A S D E L P R O C E S O				
No.	DESCRIP. CARACT. DEL PROCESO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
7	CONDENSADORES	9 DE 90	9 DE 90	9 DE 90
8		0 DE 22.5	0 DE 22.5	0 DE 22.5
9		1 DE 45	1 DE 45	1 DE 45
10	CONDENSADOR DE RESERVA	2 DE 90	2 DE 90	3 DE 90
11	TIEMPO CALENTAMIENTO [s]	4.0 Ref	4.0 Ref	4.1 Ref
13	POTENCIA [%]	90 Ref	90 Ref	90 Ref
17	CAUDAL DUCHA [l/min]	6.0 x 7	6.0 x 7	6.0 x 7
24	MEDIO DE TEMPLE [°Brix]	4 ±1	4 ±1	4 ±1
C A R A C T E R I S T I C A S D E L P R O D U C T O				
No.	DESCRIPCION CARCATERISTICA PRODUCTO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
1	CASCO EFECTIVO PISTA A 90°	1.3 Min.	1.4	1.52
6	GRIETAS	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA
11	MEDICION DE CASCOS EFECTIVOS A	550HV	550HV	550HV

Estación II. Temple vástago. En la Tabla 34 se indican los parámetros de referencia y los resultados obtenidos en la verificación de los mismos durante una puesta a Punto.

Las pruebas realizadas fueron:

- Prueba 1: Se adjudicaron al proceso los parámetros de referencia, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación.
- Prueba 2: Se conecto un condensador de reserva y se aumento el tiempo de calentamiento en 0.1 segundos, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación y 0.2 mm menor que en la prueba 1.

TABLA 36. Parámetros de referencia JF R9 NP 360113T. Temple vástago

C A R A C T E R I S T I C A S D E L P R O C E S O				
No.	DESCRIP. CARACT. DEL PROCESO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
9	CONDENSADORES	9 DE 90	9 DE 90	9 DE 90
10		0 DE 22.5	0 DE 22.5	0 DE 22.5
11		1 DE 45	1 DE 45	1 DE 45
12	CONDENSADOR DE RESERVA	2 DE 90	2 DE 90	3 DE 90
13	PRESION DUCHA [psi]	24 Ref	24 Ref	24 Ref
14	TIEMPO CALENTAMIENTO [s]	2.9 s Ref.	2.9 s Ref.	3.0 Ref.
17	POTENCIA [%]	90 Ref.	90 Ref.	90 Ref.
22	MEDIO DE TEMPLE [°Brix]	4 ± 1	4.5	4.5
C A R A C T E R I S T I C A S D E L P R O D U C T O				
No.	DESCRIPCION CARACTERISTICA PRODUCTO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
2	C. E. ESTRIADO VASTAGO	2.5 - 4.5	3.18	3.0
7	MEDICION DE CASCOS EFECTIVOS A	550 HV	550 HV	550 HV
10	GRIETAS	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA

6.3 Parámetros de referencia del Modelo: Corsa NP 360145T

Estación I. Temple Campana. En la Tabla 35 se indican los parámetros de referencia y los resultados obtenidos en la verificación de los mismos durante una puesta a Punto.

Las pruebas realizadas fueron:

- Prueba 1: Se adjudicaron al proceso los parámetros de referencia, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación.
- Prueba 2: Se conecto un condensador de reserva obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación y 0.2 mm menor a la obtenida en la prueba 1.

TABLA 37. Parámetros de referencia JF Corsa NP 360145T. Temple campana

C A R A C T E R I S T I C A S D E L P R O C E S O				
No.	DESCRIP. CARACT. DEL PROCESO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
7	CONDENSADORES	9 DE 90	9 DE 90	9 DE 90
8		0 DE 22.5	0 DE 22.5	0 DE 22.5
9		1 DE 45	1 DE 45	1 DE 45
10	CONDENSADOR DE RESERVA	2 DE 90	2 DE 90	3 DE 90
11	TIEMPO CALENTAMIENTO [s]	4.2	4.2	4.2
13	POTENCIA [%]	90	90	90
17	CAUDAL DUCHA [l/min]	7.0 x 7	7.0 x 7	7.0 x 7
24	MEDIO DE TEMPLE [°Brix]	4 ±1	4.5	4.5
C A R A C T E R I S T I C A S D E L P R O D U C T O				
No.	DESCRIPCION CARCATERISTICA PRODUCTO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
1	CASCO EFECTIVO PISTA A 90°	1.4 Min.	1.95	1.79
6	GRIETAS	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA
11	MEDICION DE CASCOS EFECTIVOS A	550HV	550HV	550HV

Estación II. Temple vástago. En la Tabla 38 se indican los parámetros de referencia y los resultados obtenidos en la verificación de los mismos durante una puesta a Punto.

Las pruebas realizadas fueron:

- Prueba 1: Se adjudicaron al proceso los parámetros de referencia, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación.
- Prueba 2: Se conectó un condensador de reserva y se aumentó el tiempo de calentamiento en 0.1 segundos, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación y 0.2 mm menor que en la prueba 1.

TABLA 38. Parámetros de referencia JF Corsa NP 360145T. Temple vástago

CARACTERISTICAS DEL PROCESO				
No.	DESCRIP. CARACT. DEL PROCESO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
9	CONDENSADORES	9 DE 90	9 DE 90	9 DE 90
10		0 DE 22.5	0 DE 22.5	0 DE 22.5
11		1 DE 45	1 DE 45	1 DE 45
12	CONDENSADOR DE RESERVA	2 DE 90	2 DE 90	2 DE 90
13	PRESION DUCHA	28 PSI Ref.	28 PSI Ref.	28 PSI Ref.
14	TIEMPO CALENTAMIENTO [s]	3.4 Ref.	3.4 Ref.	3.4 Ref.
17	POTENCIA [%]	95 Ref.	95 Ref.	95 Ref.
22	MEDIO DE TEMPLE [°Brix]	4 ± 1	4.3	4.5
CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO				
No.	DESCRIPCION CARACTERISTICA PRODUCTO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
2	C. E. ESTRIADO VASTAGO	2.5 - 4.5	3.13	3.15
7	MEDICION DE CASCOS EFECTIVOS A	550 HV	551 HV	552 HV
10	GRIETAS	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA

6.4 Parámetros de referencia del Modelo: Explorer NP 363101T

Estación I. Temple Campana. En la Tabla 39 se indican los parámetros de referencia y los resultados obtenidos en la verificación de los mismos durante una puesta a Punto.

Las pruebas realizadas fueron:

- Prueba 1: Se adjudicaron al proceso los parámetros de referencia, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación.
- Prueba 2: Se conecto un condensador de reserva obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación y 0.2 mm menor a la obtenida en la prueba 1.

TABLA 39. Parámetros de referencia JF Explorer NP 363101T. Temple campana

C A R A C T E R I S T I C A S D E L P R O C E S O				
No.	DESCRIP. CARACT. DEL PROCESO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
7	CONDENSADORES	9 DE 90	9 DE 90	9 DE 90
8		0 DE 22.5	0 DE 22.5	0 DE 22.5
9		1 DE 45	1 DE 45	1 DE 45
10	CONDENSADOR DE RESERVA	3 DE 90	3 DE 90	4 DE 90
11	TIEMPO CALENTAMIENTO [s]	4.0	4.0	3.9
13	POTENCIA [%]	90	90	90
17	CAUDAL DUCHA [l/min]	7.0 x 7	7.0 x 7	7.0 x 7
24	MEDIO DE TEMPLE [°Brix]	4 ±1	4.5	4.5
C A R A C T E R I S T I C A S D E L P R O D U C T O				
No.	DESCRIPCION CARACTERISTICA PRODUCTO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
1	CASCO EFECTIVO PISTA A 90°	0.8 - 2.9	1.85	1.65
6	GRIETAS	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA
11	MEDICION DE CASCOS EFECTIVOS A	513 HV	513 HV	513 HV

Estación II. Temple vástago. En la Tabla 40 se indican los parámetros de referencia y los resultados obtenidos en la verificación de los mismos durante una puesta a Punto. Las pruebas realizadas fueron:

- Prueba 1: Se adjudicaron al proceso los parámetros de referencia, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación.
- Prueba 2: Se conecto un condensador de reserva y se aumento el tiempo de calentamiento en 0.1 segundos, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación y 0.2 mm menor que en la prueba 1.

**TABLA 40. Parámetros de referencia JF Explorer NP 363101T. Temple
vástago**

C A R A C T E R I S T I C A S D E L P R O C E S O				
No.	DESCRIP. CARACT. DEL PROCESO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
9	CONDENSADORES	9 DE 90	9 DE 90	9 DE 90
10		0 DE 22.5	0 DE 22.5	0 DE 22.5
11		1 DE 45	1 DE 45	1 DE 45
12	CONDENSADOR DE RESERVA	1 DE 90	1 DE 90	1 DE 90
13	PRESION DUCHA	30 Ref.	30	25
14	TIEMPO CALENTAMIENTO [s]	4.3 Ref.	4.3	4.4
17	POTENCIA [%]	90 Ref.	90	95
22	MEDIO DE TEMPLE [°Brix]	4 ± 1	5.0	5.0
C A R A C T E R I S T I C A S D E L P R O D U C T O				
No.	DESCRIPCION CARCATERISTICA PRODUCTO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
2	C. E. ESTRIADO VASTAGO	2.0 - 5.0	2.65	3.9
7	MEDICION DE CASCOS EFECTIVOS A	513 HV	513 HV	513 HV
10	GRIETAS	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA

6.5 Parámetros de referencia del Modelo: Explorer NP 363102T

Estación I. Temple Campana. En la Tabla 41 se indican los parámetros de referencia y los resultados obtenidos en la verificación de los mismos durante una puesta a Punto.

Las pruebas realizadas fueron:

- Prueba 1: Se adjudicaron al proceso los parámetros de referencia, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación.
- Prueba 2: Se conecto un condensador de reserva y se disminuyo el caudal de la ducha en 0.5 x 7 l/min, con un medio de temple 0.3°Brix menor que en 1, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación y 0.1 mm mayor a la obtenida en la prueba 1.

TABLA 41. Parámetros de referencia JF Explorer NP 363102T. Temple campana

C A R A C T E R I S T I C A S D E L P R O C E S O				
No.	DESCRIP. CARACT. DEL PROCESO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
7	CONDENSADORES	9 DE 90	9 DE 90	9 DE 90
8		0 DE 22.5	0 DE 22.5	0 DE 22.5
9		1 DE 45	1 DE 45	1 DE 45
10	CONDENSADOR DE RESERVA	2 DE 90	2 DE 90	3 DE 90
11	TIEMPO CALENTAMIENTO [s]	4.2	4.2	4.2
13	POTENCIA [%]	90	90	90
17	CAUDAL DUCHA [l/min]	7.0 x 7	7.0 x 7	6.5 x 7
24	MEDIO DE TEMPLE [°Brix]	4 ±1	4.0	3.7
C A R A C T E R I S T I C A S D E L P R O D U C T O				
No.	DESCRIPCION CARCATERISTICA PRODUCTO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
1	CASCO EFECTIVO PISTA A 90°	1.4 Min.	1.75	1.85
6	GRIETAS	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA
11	MEDICION DE CASCOS EFECTIVOS A	513 HV	513 HV	513 HV

Estación II. Temple vástago. En la Tabla 34 se indican los parámetros de referencia y los resultados obtenidos en la verificación de los mismos durante una puesta a Punto.

Las pruebas realizadas fueron:

- Prueba 1: Se adjudicaron al proceso los parámetros de referencia, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación.
- Prueba 2: Se aumentó la presión de la ducha de temple en 10 psi, el tiempo de calentamiento en 0.1 segundos y se aumentó la concentración del medio de temple en 10°Brix, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación y aproximadamente igual a la de la prueba 1.

**TABLA 42. Parámetros de referencia JF Explorer NP 363102T. Temple
vástago**

C A R A C T E R I S T I C A S D E L P R O C E S O				
No.	DESCRIP. CARACT. DEL PROCESO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
9	CONDENSADORES	9 DE 90	9 DE 90	9 DE 90
10		0 DE 22.5	0 DE 22.5	0 DE 22.5
11		1 DE 45	1 DE 45	1 DE 45
12	CONDENSADOR DE RESERVA	2 DE 90	2 DE 90	2 DE 90
13	PRESION DUCHA [psi]	26 Ref.	26	36
14	TIEMPO CALENTAMIENTO [s]	4.0 Ref.	3.9	4.0
17	POTENCIA [%]	95 Ref.	95 Ref.	95 Ref.
22	MEDIO DE TEMPLE [°Brix]	4 ± 1	3.0	4.0
C A R A C T E R I S T I C A S D E L P R O D U C T O				
No.	DESCRIPCION CARCATERISTICA PRODUCTO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
2	C. E. ESTRIADO VASTAGO	2.5 – 5.0	4.27	4.26
7	MEDICION DE CASCOS EFECTIVOS A	513 HV	513 HV	513 HV
10	GRIETAS	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA

6.6 Parámetros de referencia del Modelo: Hilux NP 363103T

Estación I. Temple Campana. En la Tabla 43 se indican los parámetros de referencia y los resultados obtenidos en la verificación de los mismos durante una puesta a Punto.

Las pruebas realizadas fueron:

- Prueba 1: Se adjudicaron al proceso los parámetros de referencia, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación.
- Prueba 2: Se conectaron dos condensadores de reserva, con un medio de temple 1.5 °Brix menor que en 1, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación y 0.05 mm menor a la de la prueba 1.

TABLA 43. Parámetros de referencia JF Hilux NP 363103T. Temple campana

C A R A C T E R I S T I C A S D E L P R O C E S O				
No.	DESCRIP. CARACT. DEL PROCESO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
7	CONDENSADORES	9 DE 90	9 DE 90	9 DE 90
8		0 DE 22.5	0 DE 22.5	0 DE 22.5
9		1 DE 45	1 DE 45	1 DE 45
10	CONDENSADOR DE RESERVA	2 DE 90	2 DE 90	4 DE 90
11	TIEMPO CALENTAMIENTO [s]	3.9	3.9	3.9
13	POTENCIA [%]	90	90	90
17	CAUDAL DUCHA [l/min]	7.0 x 7	7.0 x 7	7.0 x 7
24	MEDIO DE TEMPLE [°Brix]	4 ±1	5.0	3.5
C A R A C T E R I S T I C A S D E L P R O D U C T O				
No.	DESCRIPCION CARCATERISTICA PRODUCTO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
1	CASCO EFECTIVO PISTA A 90°	0.8 – 2.9	2.0	1.95
6	GRIETAS	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA
11	MEDICION DE CASCOS EFECTIVOS A	513 HV	513 HV	513 HV

Estación II. Temple vástago. En la Tabla 34 se indican los parámetros de referencia y los resultados obtenidos en la verificación de los mismos durante una puesta a Punto.

Las pruebas realizadas fueron:

- Prueba 1: Se adjudicaron al proceso los parámetros de referencia, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación.
- Prueba 2: Se aumentó la presión de la ducha de temple en 10 psi, el tiempo de calentamiento en 0.1 segundos y se aumentó la concentración del medio de temple en 10°Brix, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación y aproximadamente igual a la de la prueba 1.

TABLA 44. Parámetros de referencia JF Hilux NP 363103T. Temple vástago

C A R A C T E R I S T I C A S D E L P R O C E S O				
No.	DESCRIP. CARACT. DEL PROCESO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
9	CONDENSADORES	9 DE 90	9 DE 90	9 DE 90
10		0 DE 22.5	0 DE 22.5	0 DE 22.5
11		1 DE 45	1 DE 45	1 DE 45
12	CONDENSADOR DE RESERVA	1 DE 90	1 DE 90	1 DE 90
13	PRESION DUCHA [psi]	26 Ref.	26	26
14	TIEMPO CALENTAMIENTO [s]	8.0 Ref.	8.0	7.6
17	POTENCIA [%]	95 Ref.	95	98
22	MEDIO DE TEMPLE [°Brix]	4 ± 1	3.5	3.8
C A R A C T E R I S T I C A S D E L P R O D U C T O				
No.	DESCRIPCION CARCATERISTICA PRODUCTO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
2	C. E. ESTRIADO VASTAGO	1.5 – 4.5	3.6	3.5
7	MEDICION DE CASCOS EFECTIVOS A	513 HV	513 HV	513 HV
10	GRIETAS	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA

6.7 Parámetros de referencia del Modelo: GRAND VITARA NP 363313T

Estación I. Temple Campana. En la Tabla 45 se indican los parámetros de referencia y los resultados obtenidos en la verificación de los mismos durante una puesta a Punto.

Las pruebas realizadas fueron:

- Prueba 1: Se adjudicaron al proceso los parámetros de referencia, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación.
- Prueba 2: Se conectó un condensador de reserva, con un medio de temple 0.5 °Brix menor que en 1, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación aproximadamente igual a la obtenida en 1.

TABLA 45. Parámetros de referencia JF GRAND VITARA NP 363313T. Temple campana

C A R A C T E R I S T I C A S D E L P R O C E S O				
No.	DESCRIP. CARACT. DEL PROCESO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
7	CONDENSADORES	9 DE 90	9 DE 90	9 DE 90
8		0 DE 22.5	0 DE 22.5	0 DE 22.5
9		1 DE 45	1 DE 45	1 DE 45
10	CONDENSADOR DE RESERVA	2 DE 90	2 DE 90	3 DE 90
11	TIEMPO CALENTAMIENTO [s]	4.4	4.4	4.4
13	POTENCIA [%]	90	90	90
17	CAUDAL DUCHA [l/min]	6.5 x 7	6.5 x 7	6.5 x 7
24	MEDIO DE TEMPLE [°Brix]	4 ±1	4.5	4.0
C A R A C T E R I S T I C A S D E L P R O D U C T O				
No.	DESCRIPCION CARCATERISTICA PRODUCTO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
1	CASCO EFECTIVO PISTA A 90°	0.6 – 2.3	1.64	1.68
6	GRIETAS	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA
11	MEDICION DE CASCOS EFECTIVOS A	550 HV	550 HV	550 HV

Estación II. Temple vástago. En la Tabla 46 se indican los parámetros de referencia y los resultados obtenidos en la verificación de los mismos durante una puesta a Punto.

Las pruebas realizadas fueron:

- Prueba 1: Se adjudicaron al proceso los parámetros de referencia, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación.
- Prueba 2: Se aumentó la presión de la ducha de temple en 10 psi, el tiempo de calentamiento en 0.1 segundos y se aumentó la concentración del medio de temple en 10°Brix, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación y aproximadamente igual a la de la prueba 1.

TABLA 46. Parámetros de referencia JF GRAND VITARA NP 363313T. Temple vástago

C A R A C T E R I S T I C A S D E L P R O C E S O				
No.	DESCRIP. CARACT. DEL PROCESO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
9	CONDENSADORES	9 DE 90	9 DE 90	9 DE 90
10		0 DE 22.5	0 DE 22.5	0 DE 22.5
11		1 DE 45	1 DE 45	1 DE 45
12	CONDENSADOR DE RESERVA	2 DE 90	2 DE 90	3 DE 90
13	PRESION DUCHA [psi]	30 Ref.	30	30
14	TIEMPO CALENTAMIENTO [s]	4.7 Ref.	4.7	4.7
17	POTENCIA [%]	97 Ref.	97	97
22	MEDIO DE TEMPLE [°Brix]	4 ± 1	4.0	4.5
C A R A C T E R I S T I C A S D E L P R O D U C T O				
No.	DESCRIPCION CARCATERISTICA PRODUCTO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
2	C. E. ESTRIADO VASTAGO	3.0 – 5.5	3.57	3.46
7	MEDICION DE CASCOS EFECTIVOS A	500 HV	500 HV	500 HV
10	GRIETAS	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA

6.8 Parámetros de referencia del Modelo: FIESTA NP 363803T

Estación I. Temple Campana. En la Tabla 45 se indican los parámetros de referencia y los resultados obtenidos en la verificación de los mismos durante una puesta a Punto.

Las pruebas realizadas fueron:

- Prueba 1: Se adjudicaron al proceso los parámetros de referencia, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación.
- Prueba 2: Se conectó un condensador de reserva, con un medio de temple 0.5 °Brix menor que en 1, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación aproximadamente igual a la obtenida en 1.

TABLA 47. Parámetros de referencia JF FIESTA NP 363803T. Temple campana

C A R A C T E R I S T I C A S D E L P R O C E S O				
No.	DESCRIP. CARACT. DEL PROCESO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
7	CONDENSADORES	9 DE 90	9 DE 90	9 DE 90
8		0 DE 22.5	0 DE 22.5	0 DE 22.5
9		1 DE 45	1 DE 45	1 DE 45
10	CONDENSADOR DE RESERVA	2 DE 90	2 DE 90	3 DE 90
11	TIEMPO CALENTAMIENTO [s]	4.4	4.4	4.4
13	POTENCIA [%]	90	90	90
17	CAUDAL DUCHA [l/min]	6.5 x 7	6.5 x 7	6.5 x 7
24	MEDIO DE TEMPLE [°Brix]	4 ±1	4.5	4.0
C A R A C T E R I S T I C A S D E L P R O D U C T O				
No.	DESCRIPCION CARCATERISTICA PRODUCTO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
1	CASCO EFECTIVO PISTA A 90°	0.6 – 2.3	1.64	1.68
6	GRIETAS	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA
11	MEDICION DE CASCOS EFECTIVOS A	550 HV	550 HV	550 HV

Estación II. Temple vástago. En la Tabla 46 se indican los parámetros de referencia y los resultados obtenidos en la verificación de los mismos durante una puesta a Punto.

Las pruebas realizadas fueron:

- Prueba 1: Se adjudicaron al proceso los parámetros de referencia, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación.
- Prueba 2: Se aumentó el tiempo de calentamiento en 0.5 segundos ya que la concentración del medio de temple estaba 0.8°Brixabajo de la medida estipulada como referencia, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación y aproximadamente igual a la de la prueba 1.

TABLA 48. Parámetros de referencia JF FIESTA NP 363803T. Temple vástago

CARACTERISTICAS DEL PROCESO				
No.	DESCRIP. CARACT. DEL PROCESO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
9	CONDENSADORES	9 DE 90	9 DE 90	9 DE 90
10		0 DE 22.5	0 DE 22.5	0 DE 22.5
11		1 DE 45	1 DE 45	1 DE 45
12	CONDENSADOR DE RESERVA	3 DE 90	3 DE 90	3 DE 90
13	PRESION DUCHA [psi]	26 Ref.	26	26
14	TIEMPO CALENTAMIENTO [s]	4.3 Ref.	4.3	4.8
17	POTENCIA [%]	95 Ref.	95	95
22	MEDIO DE TEMPLE [°Brix]	4.0 Ref.	4.0	3.2
CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO				
No.	DESCRIPCION CARCATERISTICA PRODUCTO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
2	C. E. ESTRIADO VASTAGO	2.5 – 5.5	3.5	3.45
7	MEDICION DE CASCOS EFECTIVOS A	550 HV	500 HV	500 HV
10	GRIETAS	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA

6.9 Parámetros de referencia del Modelo: COROLLA NP 363402T

Estación I. Temple Campana. En la Tabla 45 se indican los parámetros de referencia y los resultados obtenidos en la verificación de los mismos durante una puesta a Punto. Las pruebas realizadas fueron:

- Prueba 1: Con una concentración del medio de temple 0.8°Brix mayor que la de referencia, se adjudicaron los otros parámetros de referencia, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación.
- Prueba 2: Con una concentración del medio de temple 0.3°Brix mayor que la de referencia, se probaron los parámetros de referencia, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación.

TABLA 49. Parámetros de referencia JF COROLLA NP 363402T. Temple campana

C A R A C T E R I S T I C A S D E L P R O C E S O				
No.	DESCRIP. CARACT. DEL PROCESO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
7	CONDENSADORES	9 DE 90	9 DE 90	9 DE 90
8		0 DE 22.5	0 DE 22.5	0 DE 22.5
9		1 DE 45	1 DE 45	1 DE 45
10	CONDENSADOR DE RESERVA	3 DE 90	3 DE 90	3 DE 90
11	TIEMPO CALENTAMIENTO [s]	4.8	4.8	4.8
13	POTENCIA [%]	90	90	90
17	CAUDAL DUCHA [l/min]	6.5 x 7	6.5 x 7	6.5 x 7
24	MEDIO DE TEMPLE [°Brix]	4.0	4.8	4.3
C A R A C T E R I S T I C A S D E L P R O D U C T O				
No.	DESCRIPCION CARCATERISTICA PRODUCTO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
1	CASCO EFECTIVO PISTA A 90°	0.6 – 2.3	1.57	1.72
6	GRIETAS	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA
11	MEDICION DE CASCOS EFECTIVOS A	500 HV	500 HV	500 HV

Estación II. Temple vástago. En la Tabla 46 se indican los parámetros de referencia y los resultados obtenidos en la verificación de los mismos durante una puesta a Punto. Las pruebas realizadas fueron:

- Prueba 1: Se adjudicaron al proceso los parámetros de referencia, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación.
- Prueba 2: Se probaron los parámetros de referencia con una concentración 0.8°Brix mayor que la de referencia, aumentando la presión de la ducha en 2 psi, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación.

**TABLA 50. Parámetros de referencia JF COROLLA NP 363402T. Temple
vástago**

C A R A C T E R I S T I C A S D E L P R O C E S O				
No.	DESCRIP. CARACT. DEL PROCESO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
9	CONDENSADORES	9 DE 90	9 DE 90	9 DE 90
10		0 DE 22.5	0 DE 22.5	0 DE 22.5
11		1 DE 45	1 DE 45	1 DE 45
12	CONDENSADOR DE RESERVA	2 DE 90	2 DE 90	2 DE 90
13	PRESION DUCHA [psi]	28 Ref.	28	30
14	TIEMPO CALENTAMIENTO [s]	4.6 Ref.	4.6	4.6
17	POTENCIA [%]	95 Ref.	95	95
22	MEDIO DE TEMPLE [°Brix]	4.0 Ref.	4.0	4.8
C A R A C T E R I S T I C A S D E L P R O D U C T O				
No.	DESCRIPCION CARCATERISTICA PRODUCTO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
2	C. E. ESTRIADO VASTAGO	3.0 – 5.0	4.32	3.7
7	MEDICION DE CASCOS EFECTIVOS A	500 HV	500 HV	500 HV
10	GRIETAS	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA

6.10 Parámetros de referencia del Modelo: OPTRA T200 NP 363408T

Estación I. Temple Campana. En la Tabla 45 se indican los parámetros de referencia y los resultados obtenidos en la verificación de los mismos durante una puesta a Punto.

Las pruebas realizadas fueron:

- Prueba 1: Con una concentración del medio de temple 0.8°Brix menor que la de referencia, se adjudicaron los parámetros de referencia con un tiempo de calentamiento 0.2 mm, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación.
- Prueba 2: Con una concentración del medio de temple 0.8°Brix menor que la de referencia, se probaron los parámetros de referencia aumentando el

tiempo de calentamiento en 0.2 segundos, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación.

TABLA 51. Parámetros de referencia JF OPTRA T200 NP 363408T. Temple campana

C A R A C T E R I S T I C A S D E L P R O C E S O				
No.	DESCRIP. CARACT. DEL PROCESO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
7	CONDENSADORES	9 DE 90	9 DE 90	9 DE 90
8		0 DE 22.5	0 DE 22.5	0 DE 22.5
9		1 DE 45	1 DE 45	1 DE 45
10	CONDENSADOR DE RESERVA	3 DE 90	3 DE 90	3 DE 90
11	TIEMPO CALENTAMIENTO [s]	5.5	5.7	5.5
13	POTENCIA [%]	90	90	90
17	CAUDAL DUCHA [l/min]	7.0 x 7	7.0 x 7	7.0 x 7
24	MEDIO DE TEMPLE [°Brix]	4.0	3.2	3.2
C A R A C T E R I S T I C A S D E L P R O D U C T O				
No.	DESCRIPCION CARACTERISTICA PRODUCTO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
1	CASCO EFECTIVO PISTA A 90°	0.6 – 2.3	1.85	1.3
6	GRIETAS	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA
11	MEDICION DE CASCOS EFECTIVOS A	500 HV	500 HV	500 HV

Estación II. Temple vástago. En la Tabla 46 se indican los parámetros de referencia y los resultados obtenidos en la verificación de los mismos durante una puesta a Punto.

Las pruebas realizadas fueron:

- Prueba 1: Se adjudicaron al proceso los parámetros de referencia con una concentración 1.0°Brix menor que la de referencia, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación.
- Prueba 2: Se probaron los parámetros de referencia con una concentración 0.8°Brix menor que la de referencia, aumentando la presión de la ducha en 2 psi, obteniendo una profundidad de casco efectivo dentro de especificación.

**TABLA 52. Parámetros de referencia JF OPTRA T200 NP 363408T. Temple
vástago**

C A R A C T E R I S T I C A S D E L P R O C E S O				
No.	DESCRIP. CARACT. DEL PROCESO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
9	CONDENSADORES	9 DE 90	9 DE 90	9 DE 90
10		0 DE 22.5	0 DE 22.5	0 DE 22.5
11		1 DE 45	1 DE 45	1 DE 45
12	CONDENSADOR DE RESERVA	2 DE 90	2 DE 90	2 DE 90
13	PRESION DUCHA [psi]	26 Ref.	26	26
14	TIEMPO CALENTAMIENTO [s]	4.5 Ref.	4.5	4.8
17	POTENCIA [%]	95 Ref.	95	95
22	MEDIO DE TEMPLE [°Brix]	4.0 Ref.	3.0	3.2
C A R A C T E R I S T I C A S D E L P R O D U C T O				
No.	DESCRIPCION CARCATERISTICA PRODUCTO	ESPECIFICACION	PRUEBA 1	PRUEBA 2
2	C. E. ESTRIADO VASTAGO	3.0 – 5.0	4.1	3.8
7	MEDICION DE CASCOS EFECTIVOS A	500 HV	500 HV	500 HV
10	GRIETAS	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA

7. HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA DEL PROCESO

Como parte de las acciones para mejorar el proceso de temple por inducción en la línea de juntas fijas, se realizó un estudio de la durabilidad de dos soluciones poliméricas usadas como medio de temple, el HIDROTEMPLE, que es un producto nacional y el UCON-A que es el producto utilizado por en las otras plantas de DANA, se encontró que el UCON-A sufre menor degradación en el mismo periodo de tiempo comparado con el HIDROTEMPLE, pero al hacer la relación costo-beneficio, se decidió seguir usando el HIDROTEMPLE y mejorar las condiciones de almacenamiento, que según el estudio, son las responsables de la degradación. Información más detallada se puede encontrar en el Anexo 4, al final del libro.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

- Se pudo observar que los perfiles de temple de la campana están en su mayoría mejor definidos que los del vástago, ya que la zona de transición era menor.
- Los valores de dureza de la medición realizada por los operarios y la realizada durante la comprobación son muy cercanos, lo que indica que el temple es homogéneo transversalmente en la pieza.
- Se observaron, en la mayoría de las probetas estudiadas, transformaciones microestructurales adecuadas, por lo tanto podemos decir que se cuenta con una adecuada maquinaria para el proceso.
- Se analizó el comportamiento de las variables más influyentes en el temple por inducción en la línea de juntas fijas de Transejes TH de Colombia, lo que permitió determinar los parámetros de referencia para el proceso de temple por inducción de los modelos seleccionados.
- Se creó un manual de operación, manejo y PAP de la máquina F.D.F. como guía para que el operario tenga en cuenta las variables que puede modificar ante determinadas situaciones, y como se comportará el casco efectivo, ocasionando menos tiempos de PAP.

8.2 RECOMENDACIONES

Materia Prima

- ✓ El personal de calidad debería garantizar que el material que entra a la línea este dentro de especificación en composición química y tamaño de grano, así se evitarían pérdidas de tiempo en el cuadro de los parámetros.
- ✓ Se detectaron problemas de alto contenido de inclusiones en el acero, por lo que deberían tener retículas especiales para medir inclusiones en los microscopios, así eliminarían la subjetividad de la medición.

Puesta a punto

- ✓ Se debe concienciar a los operarios acerca del correcto llenado de los registros, ya que la mayoría de las cartas de PAP no están completamente diligenciadas, se encontró que se consignan las características del producto, pero se pasan por alto las características del proceso, asumiendo que si la pieza está dentro de especificaciones la maquina también.
- ✓ Se puede reducir el tiempo de preparación metalográfica a desbaste con lija 80, pulido con lijas 120, 320 y 600, y pulido con disco, obteniendo un acabado muy parecido a cuando se utilizan las lijas 240 y 400. En el laboratorio se debe seguir utilizando las 5 lijas y pasta de diamante para piezas que se van a analizar por defectos y/o a fotografiar.
- ✓ El inicio de producción se puede realizar midiendo la profundidad del casco efectivo con un calibrador, así el operario de la maquina puede empezar a

producir mientras el líder de la línea o el personal de calidad verifican las durezas y profundidades en el laboratorio.

- ✓ Una vez verificadas durezas y profundidades de capa, se debe hacer una verificación al microscopio para certificar que no haya grietas, crecimiento de grano anormal, grano grueso en el núcleo, ni microestructura fuera de especificación.

- ✓ Se debe tener en cuenta que un perfil de dureza que presenta variación entre altos y bajos valores en la zona endurecida, indica que la transformación fue mala y que hay ferrita, perlita y bainita presentes; una pieza en estas condiciones no es confiable en cuanto a sus propiedades mecánicas.

9. BIBLIOGRAFIA

AMERICAN SOCIETY OF TESTING AND MATERIALS. Metals Handbook, Heat treatment Vol 4. 5 ed. Marzo 2001.

ASM. Induction Heating. ASM, 1946

CASTRO, M. Modelización computacional de tratamientos térmicos. Universidad de Buenos Aires, 2001.

FLUXTROL INC. Frequency Selection for Induction Heat-Treating Operations. Valentine Nemkov, Auburn Hills, Mich. Posted: May 10, 2005

INDUSTRIAL HEATING. The Heat Treat Doctor(tm): Induction Heating for the Rest of Us. Publicada: 05/11/2004

INDUSTRIAL HEATING. Automotive Focus: Accelerated Austenitizing Using Simultaneous Dual-Frequency Induction Heating. *Mike Hammond, Electroheat Technologies LLC, Auburn Hills, Mich.* Publicada: 05/08/2002

INDUSTRIAL HEATING. Be Aware of the 'Fine Print' In the Science of Metallurgy of Induction Hardening: Part 1. Publicada: 03/04/2005

WARBURTON-BROWN,D. Induction Heating Practice; A handbook on the high-frequency induction process for all concerned with engineering product. London 1956.

Páginas web:

- AMERITHERM INC. www.ameritherm.com/minisite_spanish.htm#anchor1. Diciembre. 2004
- Encur, Inc. www.encur.com. Diciembre. 2004
- CENTRE FOR INDUCTION TECHNOLOGY, INC. Página principal. www.induction.org. Diciembre. 2004
- INDUSTRIAL HEATING. The international journal and thermal technology. www.industrialheating.com. Diciembre. 2004
- CURVAS TTT PARA TRATAMIENTOS ISOTÉRMICOS Y DE ENFRIAMIENTO CONTINUO. www.ing.puc.cl/icm cursos/metalurgia/apuntes/cap4/46/. Enero. 2005
- Industrial Gilba S.L. <http://www.gilba.com/gilba.asp>. Enero. 2005
- Ministerio del medio ambiente. <http://web.minambiente.gov.co/oau/nivel3.php?indicador=ICAireChimita&observ=4>. Septiembre 2006.

**ANEXO 1. DESCRIPCIÓN DEL FORMATO DE CARATA DE PUESTA A PUNTO
DE LA MÁQUINA F.D.F.**

DESCRIPCIÓN DEL FORMATO DE CARATA DE PUESTA A PUNTO DE LA MÁQUINA F.D.F.

Las cartas de puesta a punto toman todas las características definidas en el plan de control de cada operación, en la Figura 1a y 1b, se observa la carta de puesta a punto de la máquina F.D.F., y a continuación una descripción de los aspectos enumerados en la misma.

1. En esta sección se consigna información acerca de la pieza a templar, que permite saber cuándo y en qué condiciones se temple. Comprende:
 - Número de parte
 - Aplicación
 - Colada
 - Forja
 - Plan de control utilizado y nivel de revisión correspondiente.
 - Nivel de ingeniería del plano para estas piezas, al momento de templar el lote de piezas.
2. Posición de los topes: estos parámetros se asignan a la máquina y proporciona la posición del inductor y la ducha respecto a la pieza.
3. Especificaciones y características del producto. Son obtenidas del plan de control de cada modelo. En la Figura 2 se observa la ubicación de las principales especificaciones en la pieza. Se entiende como casco efectivo la profundidad de la capa endurecida, obtenida gracias al temple por inducción.
 1. Casco efectivo estriado.
 2. Casco efectivo radio
 3. Longitud de temple
 4. Dureza superficial vástago
 5. Casco efectivo campana
 6. Longitud de temple campana
 7. Dureza superficial campana

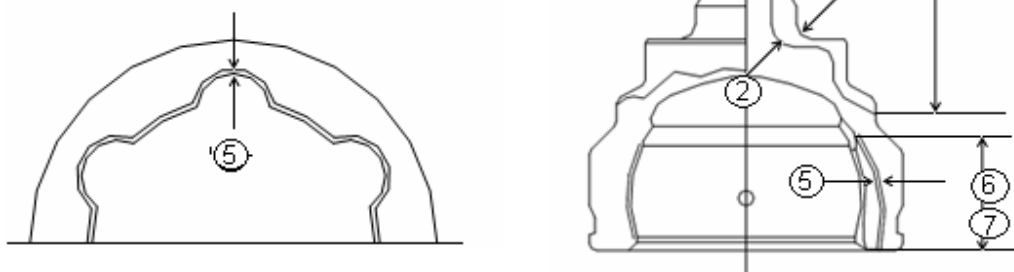


Figura 2. Especificaciones de temple de la Junta Fija.


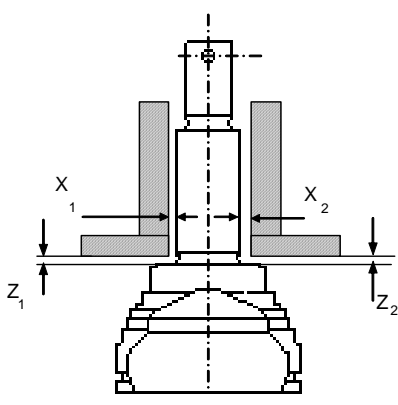
 CARTA PUESTA A PUNTO MAQUINA DE TEMPLE F. D. F.	NUMERO DE PARTE	NIVEL REV. PLAN CONTROL: OP.090	OP.093	1	NIVEL DE ING. PLANO:	REGISTRO DE PUESTA A PUNTO No.		
	PLAN CONTROL REFERENCIA: FPC-0900 / FPC-0930	APLICACION	SEGUIMIENTO AL LOTE:	COLADA:	N/P FORJA			
POSICION DE LAS PIEZA (ESTACION 2: H G L 1250) 		POSICION DE LOS TOPES F. D. F. 1					F. D. F. 2	
		No.	PARAMETRO INICIAL	REINSPECCIONES		No.	PARAMETRO INICIAL	REINSPECCIONES
		1	2			1	2	
1								
2								
4								
6								
7								
8								
TM								
		ESPECIFICACIONES Y CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO						
FECHA		CASCO EFECTIVO PISTA A 90°					mm	
PARAMETRO		CASCO EFECTIVO PISTA A _____					mm	
STANDARD		LONGITUD DE TEMPLE PERFIL PISTA					mm	
		LONGITUD DE TEMPLE PERFIL PISTA INICIO					mm	
X ₁		D. S. TEMPLE CAMPANA					R.C.	
X ₂		MEDICION DUREZA					CAMPANA HV VASTAGO HV	
Z ₁		VERIFICACION ESTADO POKA-YOKE HUECO PIN					DETECTO SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
Z ₂		VERIF. EST. POKA-YOKE ROSCA INT. VASTAGO					DETECTO SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
		CASCO EFECTIVO RADIO					mm	
		C. E. ESTRIADO INICIO A _____					mm	
		C. E. ESTRIADO FIN A _____					mm	
		LONGITUD PERFIL INICIO					mm	
		LONGITUD PERFIL FIN					mm	
		C. E. CUERPO O RODAMIENTO					mm	
		DUREZA SUP. ASTO. BOCIN					R.C.	
		DUREZA SUPERFICIAL VASTAGO					R.C.	
ESTACION 1 H G L 400		GRIETAS						
FECHA		C.E. Ø BOCIN					mm	
FILAS		C.E. ASTO GUARDAPOLVO					mm	
1		C. E. ASTO BOCIN					mm	
2								
3								
4								
5								
HUECOS TAPADOS DUCHA BLINDAJE		OBSERVACIONES:						
ABREVIATURAS		C.E. = CASCO EFECTIVO D.S. = DUREZA SUPERFICIAL N. A. = NO APLICA N/P = NUMERO DE PARTE T. M. = TOPE MECANICO						
REGISTRO DE ARCHIVO		COD. F.MTO:F4-591-0897 P. C. GERMAN D. No REVISION: 4						

Figura 1(a). Carta de puesta a punto, primera hoja.

CARACTERISTICAS DEL PROCESO						
ESTACION	F. D. F. 1 (OPE: 090)			F. D. F. 2 (OPE: 093)		
	PARAMETROS INICIALES	REINSPECCIONES		PARAMETROS INICIALES	REINSPECCIONES	
		1	2		1	2
FECHA						
INDUCTOR	FD-0900	FD-0900	FD-0900	FD-0930	FD-0930	FD-0930
SOPORTE ARRASTRE	FD-090038T/29T-	FD-090038T/29T-	FD-090038T/29T-	FD-093004T-	FD-093004T-	FD-093004T-
DUCHA	FD-0900	FD-0900	FD-0900	FD-0930	FD-0930	FD-0930
TEFLON	FD-0900	FD-0900	FD-0900	N.A.	N.A.	N.A.
PUNTO	N.A.	N.A.	N.A.	FD-0930	FD-0930	FD-0930
TEFLON LOCALIZADOR (MAGNATEST)	N.A.	N.A.	N.A.	FD-0940	FD-0940	FD-0940
CAPUCHON DE COBRE	N.A.	N.A.	N.A.	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
GENERADOR	10 K Hz	10 K Hz	10 K Hz	10 K Hz	10 K Hz	10 K Hz
VOLTAJE (V)						
CORRIENTE (A)						
POTENCIA (Kw)						
FRECUENCIA (K Hz)						
CONEXIÓN	--	--	--	--	--	--
VOLTAJE CONEXIÓN	V	V	V	V	V	V
CONDENSADORES	DE 90	DE 90	DE 90	DE 90	DE 90	DE 90
	DE 22.5	DE 22.5	DE 22.5	DE 22.5	DE 22.5	DE 22.5
	DE 45	DE 45	DE 45	DE 45	DE 45	DE 45
CONDENSADORES DE RESERVA	DE 90	DE 90	DE 90	DE 90	DE 90	DE 90
TABLERO DE MANDOS						
TIEMPO DE CALENTAMIENTO	S	S	S	S	S	S
TIEMPO DE DUCHA	S	S	S	S	S	S
TIEMPO DUCHA DE SERVICIO	N.A.	N.A.	N.A.	S	S	S
POTENCIA I	%	%	%	%	%	%
ROTACION				2	2	2
PROGRAMA	3	3	3	3	3	3
POSICION INDUCTOR	N.A.	N.A.	N.A.	ADELANTE	ADELANTE	ADELANTE
START	ARRIBA	ARRIBA	ARRIBA	ARRIBA	ARRIBA	ARRIBA
DUCHA I	X 7 Lt./Min.	X 7 Lt./Min.	X 7 Lt./Min.	PSI	PSI	PSI
DUCHA II	X 0.6 Lt./Min.	X 0.6 Lt./Min.	X 0.6 Lt./Min.	N.A.	N.A.	N.A.
MEDIO DE TEMPLE	OTROS					
CONCENTRACION	%	%	%	%	%	%
REVENIDO	TIEMPO	minutos	minutos	minutos	minutos	minutos
	TEMPERATURA	190±20 °C	190±20 °C	190±20 °C	190±20 °C	190±20 °C
CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO						
ESPECIFICADO	RESULTADO					
CASCO EFECTIVO PISTA A 90° (mm)				N.A.	N.A.	N.A.
CASCO EFECTIVO PISTA A _____ (mm)				N.A.	N.A.	N.A.
LONGITUD DE TEMPLE PERFIL PISTA (mm)				N.A.	N.A.	N.A.
LONGITUD DE TEMPLE PERFIL PISTA INICIO (mm)				N.A.	N.A.	N.A.
DUREZA SUPERFICIAL TEMPLE CAMPANA RC				N.A.	N.A.	N.A.
CASCO EFECTIVO RADIO (mm)	N.A.	N.A.	N.A.			
CASCO EFECTIVO ESTRIADO INICIO A _____ (mm)	N.A.	N.A.	N.A.			
CASCO EFECTIVO ESTRIADO FIN A _____ (mm)	N.A.	N.A.	N.A.			
LONGITUD PERFIL INICIO (mm)	N.A.	N.A.	N.A.			
LONGITUD PERFIL FIN (mm)	N.A.	N.A.	N.A.			
CASCO EFECTIVO CUERPO O RODAMIENTO (mm)	N.A.	N.A.	N.A.			
DUREZA SUP. ASTO. BOCIN RC	N.A.	N.A.	N.A.			
DUREZA SUPERFICIAL VASTAGO RC	N.A.	N.A.	N.A.			
GRIETAS						
C.E. Ø BOCIN (mm)	N.A.	N.A.	N.A.			
C.E. ASTO GUARDAPOLVO (mm)	N.A.	N.A.	N.A.			
C. E. ASTO BOCIN (mm)	N.A.	N.A.	N.A.			
PROGRAMO						
REVISO Y APROBO						

Figura 1(b). Carta de puesta a punto segunda hoja.

- Distancia pieza Inductor. Permite controlar la distancia entre la pieza y el inductor para que el temple sea uniforme en el vástago de la junta Fija.

5. El operario escribe la cantidad de orificios tapados en la ducha de la estación 1, encargada del temple de la campana, así se controla la presión del medio de temple que influye en la profundidad del casco efectivo y la dureza superficial.
6. En este espacio se describen las observaciones de las anomalías presentadas durante la puesta a punto.
7. En la columna de características del proceso se describe los accesorios con los que se realiza el proceso para un determinado número de parte como son el inductor, la ducha, el número y el tipo de condensadores, también los parámetros de salida de la máquina, corriente, voltaje, frecuencia y potencia. Estas características son dadas por el plan de control de cada parte.
8. En la columna de tablero de mandos puedo adjudicar los parámetros de proceso a la máquina, que son tiempo de calentamiento, tiempo de ducha (tiempo de enfriamiento), % de potencia, rotación la concentración del medio de temple etc.
9. En la columna de resultados se encuentran registrados los valores de cada especificación medida en la puesta a punto de la máquina.

**ANEXO 2. DESCRIPCIÓN DE MODELOS EN LOS QUE SE
BASARA LEL PROYECTO A DESARROLLAR EN LA
PRACTICA.**

DESCRIPCIÓN DE MODELOS EN LOS QUE SE BASARA LEL PROYECTO A DESARROLLAR
EN LA PRACTICA.

Como ya se había mencionado, la existencia de varios diseños para las diferentes casas ensambladoras, hace que el estudio de todos ellos resulte muy largo y tedioso, por lo cual se optó por la escogencia de aquellos de más frecuente fabricación, y que se pueden usar como genéricos para otros modelos.

A continuación encontraremos los planos que contienen las características dimensionales de cada modelo a ser estudiado:

1. Modelo: MAZDA 323
NUMERO DE PARTE: 360108T

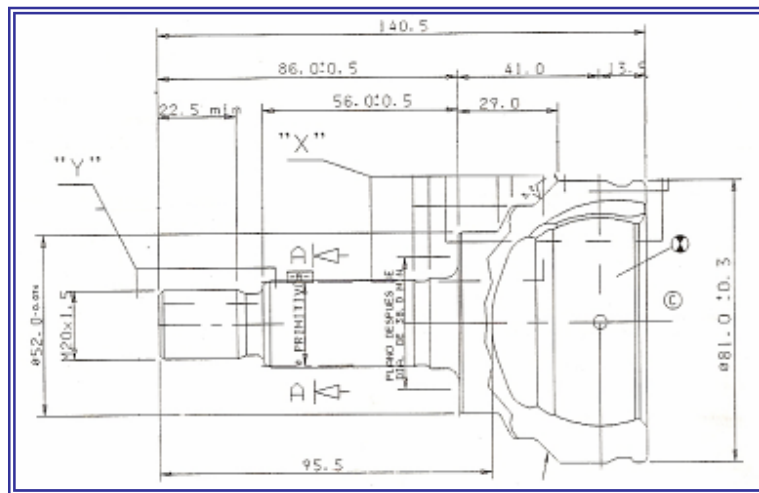


FIGURA 1(a). Dimensiones Junta fija NP 360108T.

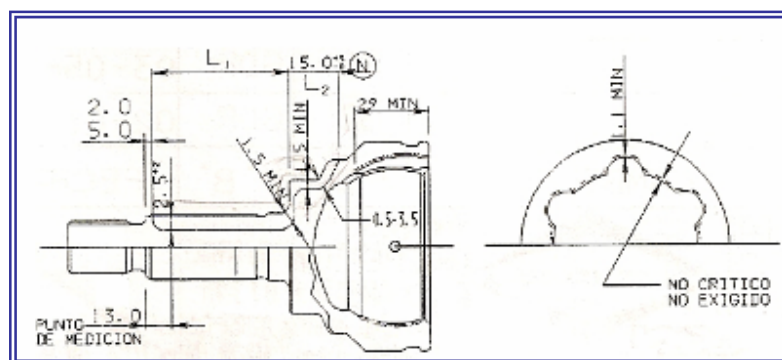


FIGURA 1(b). Perfil de temple Junta fija NP 360108T.

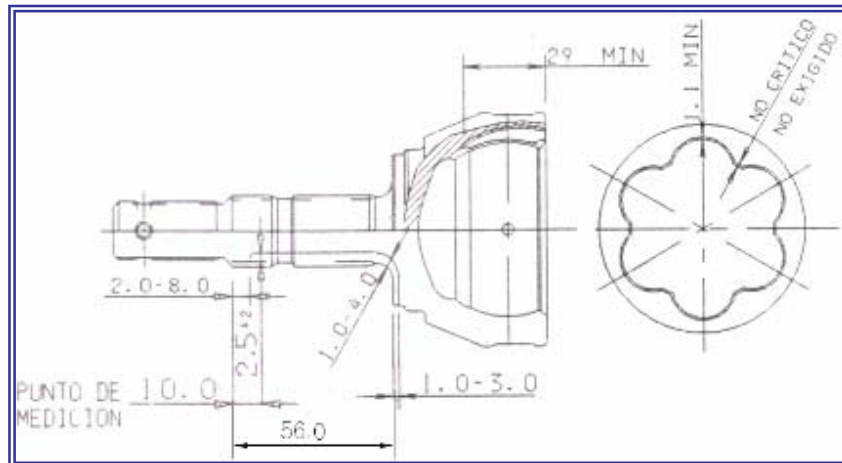


FIGURA 3(b). Perfil de temple Junta fija NP 360145T.

4. Modelo: EXPLORER U207. NUMERO DE PARTE: 363101T

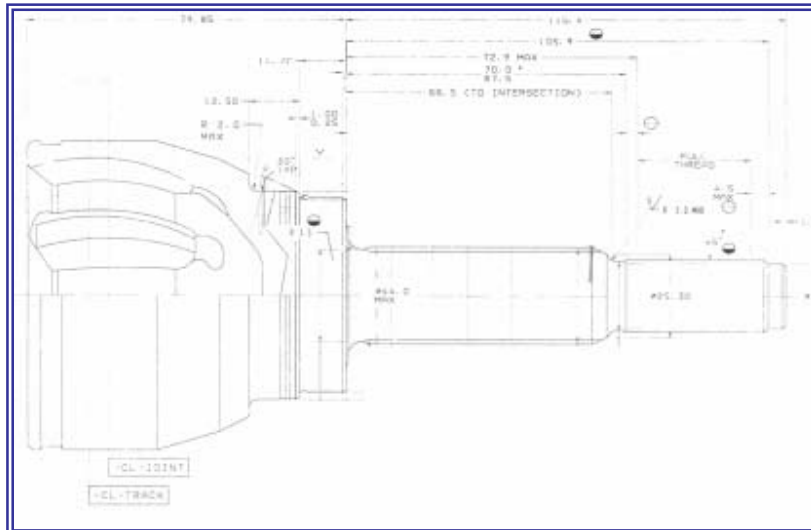


FIGURA 4(a). Dimensiones Junta fija NP 363101T.

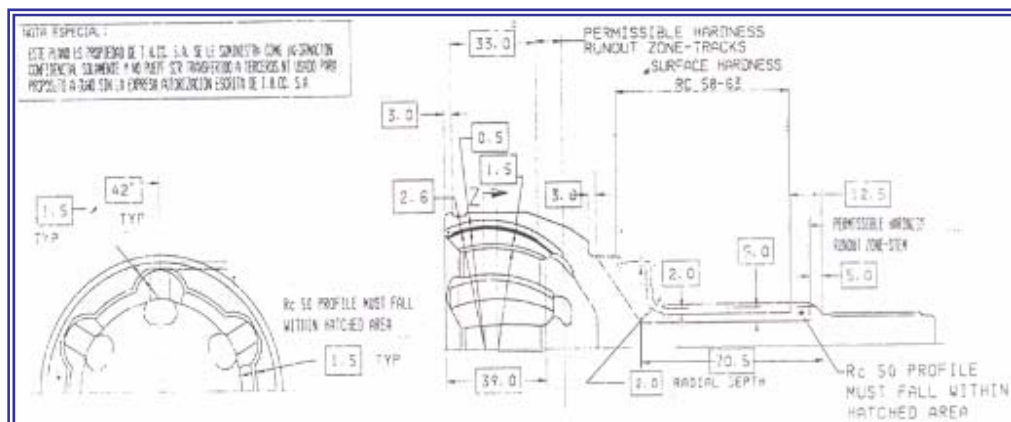


FIGURA 4(b). Perfil de temple Junta fija NP 363101T.

5. Modelo: EXPLORER. NUMERO DE PARTE: 363102T

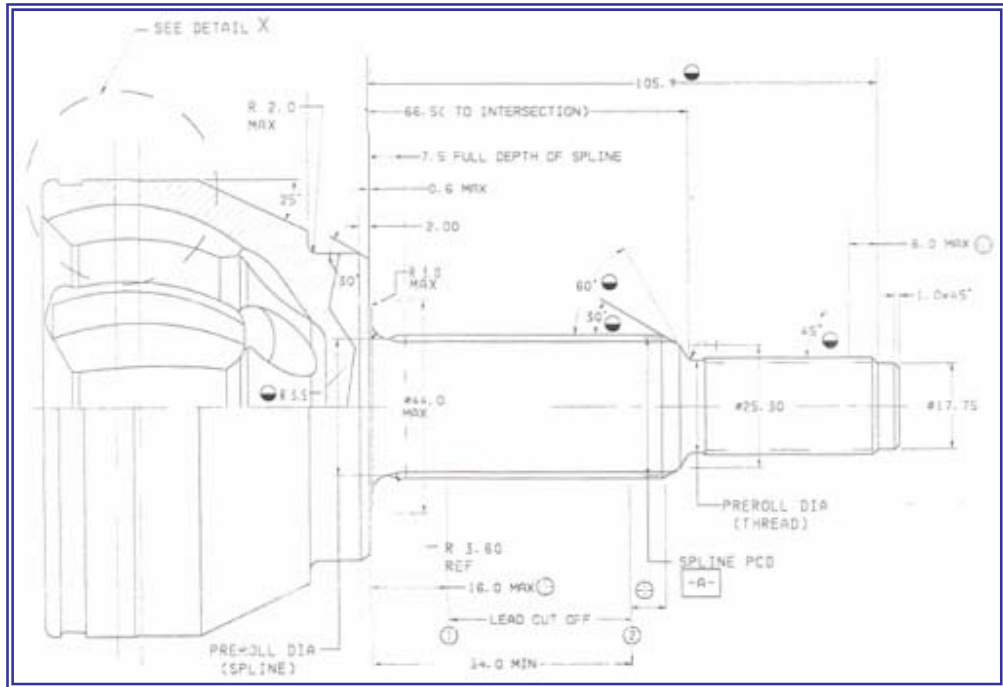


FIGURA 5(a). Dimensiones Junta fija NP 360102T.

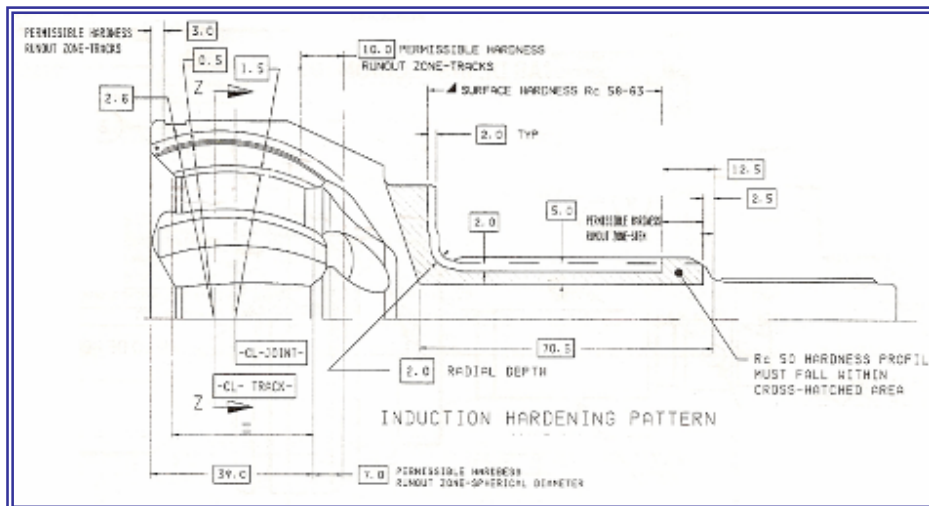


FIGURA 5(b). Perfil de temple Junta fija NP 363102T.

6. Modelo: HILUX. NUMERO DE PARTE: 363103T

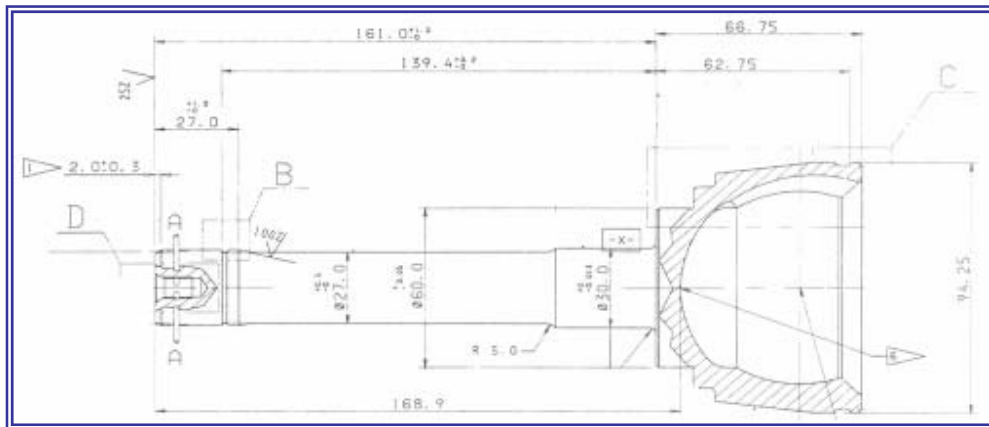


FIGURA 6(a). Dimensiones Junta fija NP 360103T.

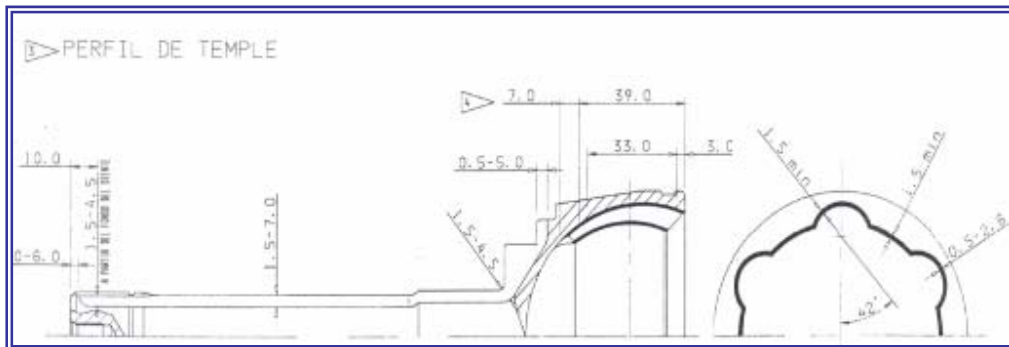


FIGURA 6(b). Perfil de temple Junta fija NP 363103T.

7. Modelo: GRAND VITARA. NUMERO DE PARTE: 363313T

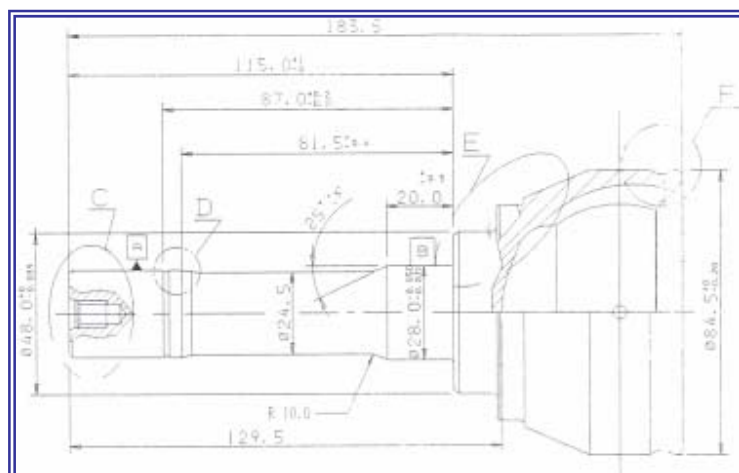


FIGURA 7(a). Dimensiones Junta fija NP 363313T.

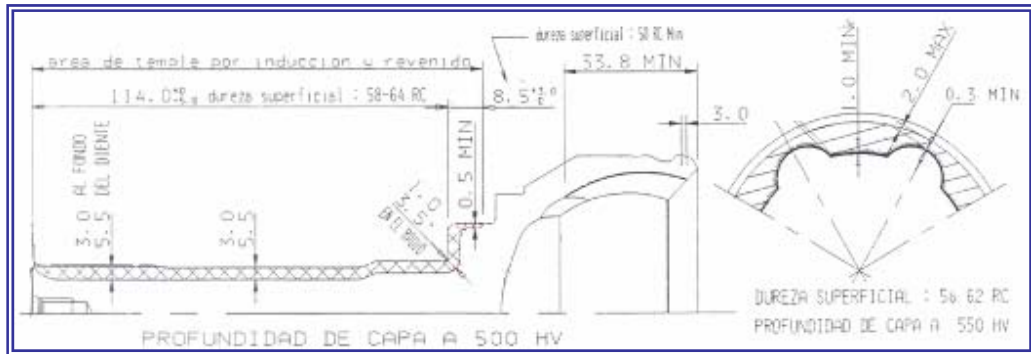


FIGURA 7(b). Perfil de temple Junta fija NP 363313T.

8. Modelo: FIESTA. NUMERO DE PARTE: 363803T

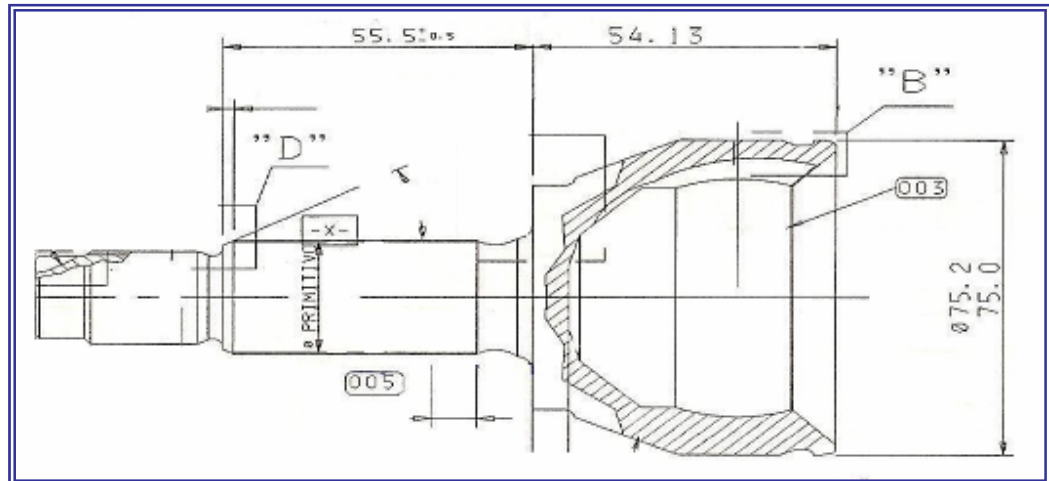


FIGURA 8(a). Dimensiones Junta fija NP 363803T.

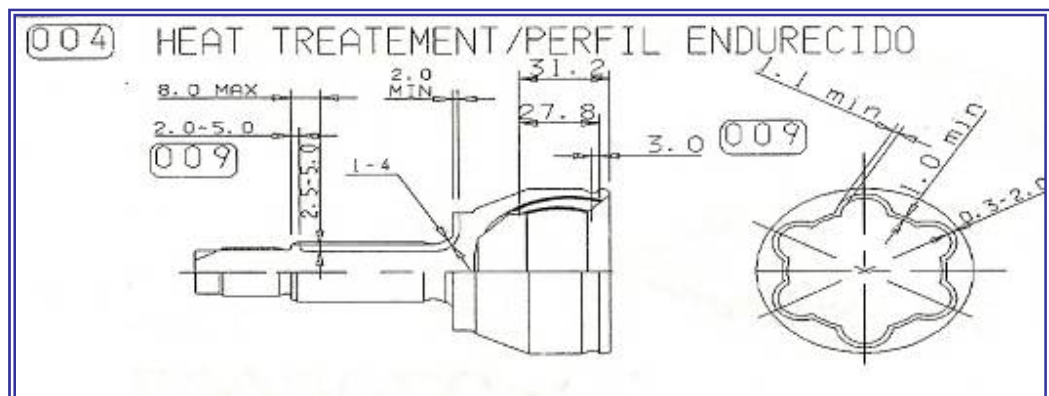


FIGURA 8(b). Perfil de temple Junta fija NP 363803T.

9. Modelo: COROLLA. NUMERO DE PARTE: 363402T

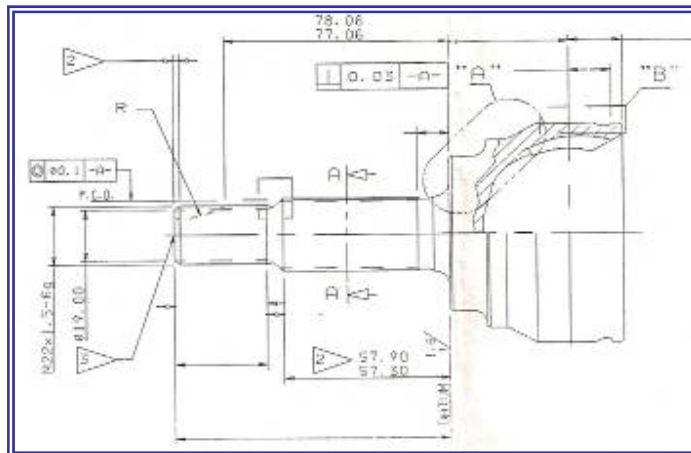


FIGURA 9(a). Dimensiones Junta fija NP 363402T.

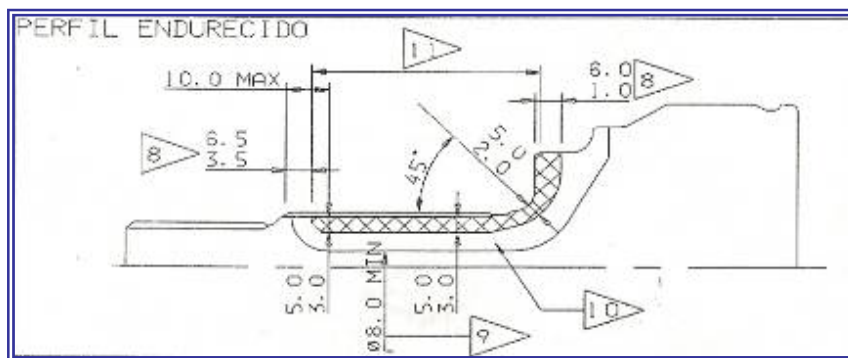


FIGURA 9(b). Perfil de temple Junta fija NP 363402T.

10. Modelo: OPTRA T200. NUMERO DE PARTE: 363408T

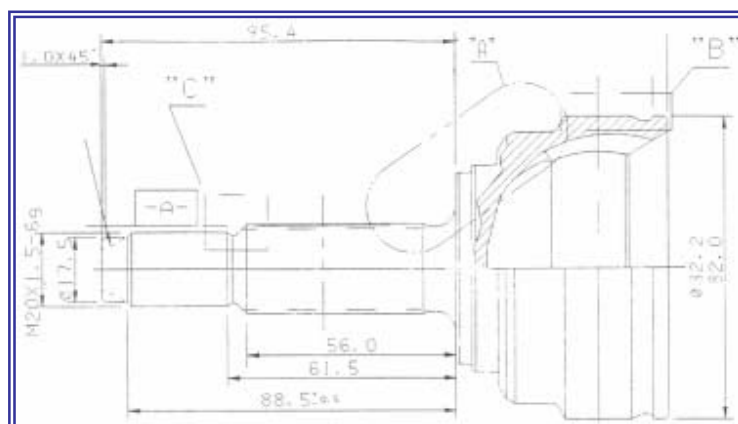


FIGURA 10(a). Dimensiones Junta fija NP 360408T.

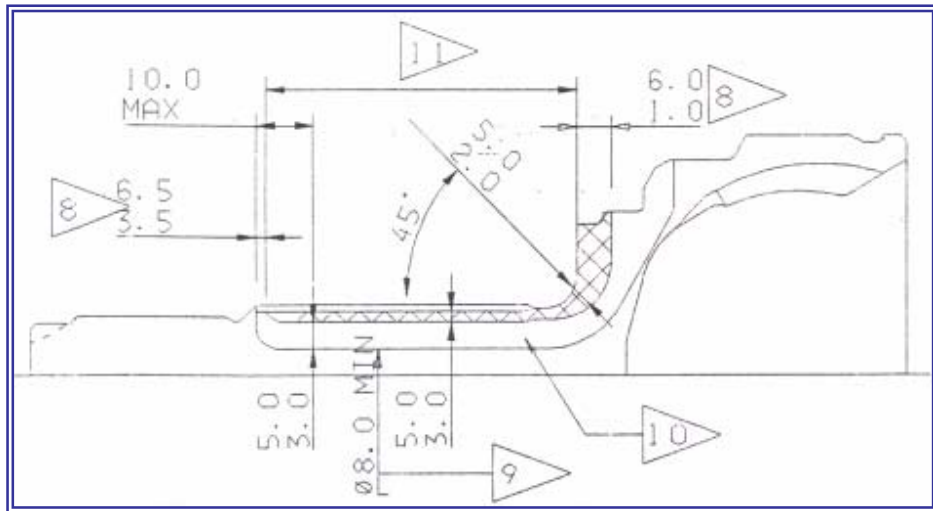


FIGURA 10(b). Perfil de temple Junta fija NP 360408T.

Las especificaciones dimensionales y de material que se deben considerar para el temple por inducción de estas piezas son:

- 1- Longitud del vástago: es la longitud del vástago que va templada por inducción.
- 2- Diámetro del vástago: el diámetro del vástago que se temple por inducción.
- 3- Profundidad de temple en el vástago: la especificación de la profundidad que debe alcanzar el temple, medido desde la superficie.
- 4- Longitud de la campana: es la longitud de la campana que debe ser templada por inducción.
- 5- Diámetro de la campana: el diámetro interno que debe ser templado por inducción.
- 6- Profundidad de temple en la campana: la especificación de la profundidad que debe alcanzar el temple en la campana, medido desde la superficie.
- 7- Materia prima: tipo de acero y tamaño de grano especificado.

En la Tabla 1 se resumen las especificaciones que deben cumplir las juntas fijas seleccionadas, al ser tratadas térmicamente por inducción. En la Tabla 3 se especifica la composición química de los aceros utilizados para la fabricación de las juntas fijas seleccionadas.

Tabla 1. Características de los modelos de junta fija escogidos para la realización del proyecto.

N/P	Vástago				Campana			Materia prima	
	Longitud [mm]	Ø [mm]	Profundidad de temple [mm]	Profundidad de temple a [HV]	Longitud [mm]	Profundidad de temple [mm]	Profundidad de temple a [HV]	Tipo de acero	Tamaño de grano ASTM
360108T	50.5 – 54.5	24.7 – 25.1	2.5 – 4.5	550	29 min.	1.1 min.	550	SAE 1050	5-8
360113T	49.8 – 55.8	21.2 – 23.3	2.0 – 3.5	485	28.5 min.	1.1 min.	580	SAE 1050	5 – 8
360145T	48.0 – 54.0	24.15 – 24.35	2.5 – 4.5	550	29 min.	1.1 min.	550	SAE 1050	5 – 8
363101T	56.0 – 63.5	29.39 – 29.64	2.0 – 5.0	513	39.0 min.	0.8 – 2.9	513	SAE 1050	5 – 8
363102T	56.0 – 63.5	29.39 – 29.64	2.0 – 5.0	513	39.0 min.	0.8 – 2.9	513	SAE 1050M	5 – 8
363103T	155.0 – 161.0	27.0 - 27.5	1.5 – 7.0	513	42.0 min.	0.8 – 2.9	513	SAE 1552	5 – 8
363313T	113.5 – 114.0	24.0 – 25.0	3.0 – 5.5	500	33.8 min.	1.0 min.	550	SAE 1050	5 -8
363803T	50.0 – 54.0	27.0 – 27.5	2.5 – 5.0	550	24.8 – 27.8	0.6 – 2.3	550	SAE 1050	5 – 8
363402T	50.8 – 54.4	27.0 – 27.2	3.0 – 5.0	500	36.0 – 40.5	0.6 – 2.3	500	SAE 1050	5 – 8
363408T	52.75 – 62.75	24.15 - 24.35	3.0 – 5.0	500	35.6 – 40.0	0.6 – 2.3	500	SAE 1050M	5 – 8

Tabla 2. Especificación de composición química de los aceros utilizados para la fabricación de las juntas fijas.

		C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo	Cu	Sn	Nb	Zr	B	Pb	Al*	Al**	V*	V**	Ti
SAE 1050	min	0,48	0,6			0,15										0,015		0,02		
	máx	0,55	0,9	0,04	0,05	0,35	0,25	0,2	0,06	0,25	0,025	0,007	0,007	0,0004	0,01	0,05	0,007	0,05	0,007	0,007
1050M	min	0,48	0,8			0,15										0,015		0,02		
	máx	0,55	1,1	0,04	0,05	0,35	0,25	0,2	0,06	0,25	0,025	0,007	0,007	0,0004	0,01	0,05	0,007	0,05	0,007	0,007

ANEXO 3. BASE DE DATOS F.D.F.

1.1 INTRODUCCIÓN A LA BASE DE DATOS F.D.F.

Esta base de datos fué elaborada en Excel debido a la facilidad de acceso al programa en todos los equipos de la empresa y a la fácil visualización de datos al comparar los registros de puesta a punto (P.A.P.) de la misma. Está compuesta por 56 libros que corresponden a los 55 números de parte que se han fabricado en la empresa hasta la fecha y a las instrucciones de manejo de la misma, esta base de datos contiene los registros realizados desde el primero de octubre del 2003 hasta la fecha en que se terminó la práctica empresarial. A continuación se describirá la base de datos, enumerando sus principales características, las cuales se deben tener en cuenta para el manejo y manipulación de la misma.

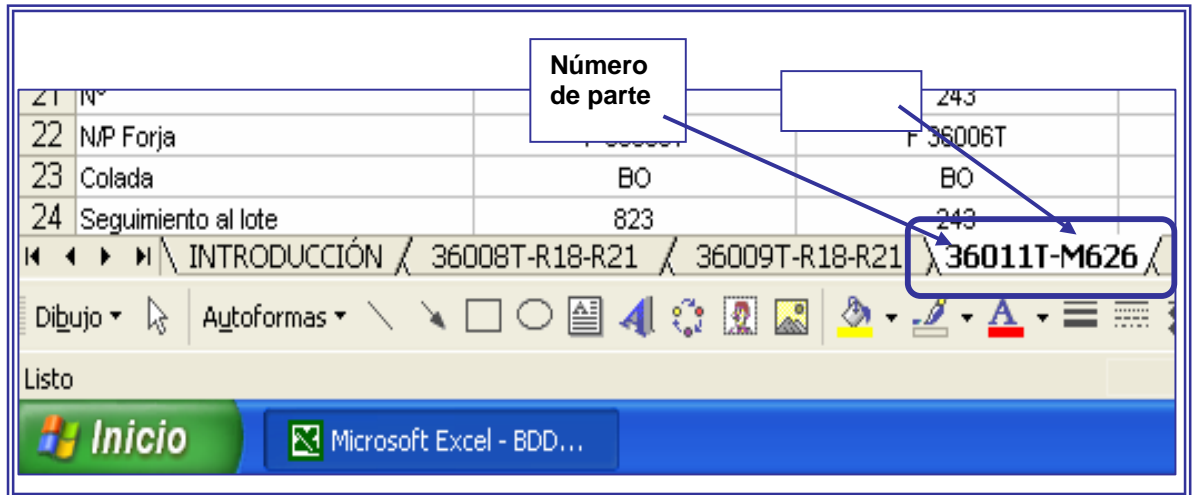
	A	B	C	D	E
1	Número de parte	36011T		CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO	F.D.F. 1 (OPE:
2	Aplicación	M626		Inductor	FD-090055
3	Ref Plan Control	FPC-090003 FPC-093003		Arrastre	FD-090038T,29
4	ESPECIFICACIONES Y CARACTERÍSTICAS			Ducha	FD-090045
5	Casco Efec. Pista 90° [mm]	1.3 min		Generador	10kHz
6	C. E. Perfil pista [mm]	32.2min		Conexión	0--6
7	Dureza Sup. Temple Camp. [RC]	60-64		Voltage conexión(V)	600
8	CE Medido a [HV]	550,0			
9	Casco efectivo radio [mm]	1.5-4.5			
10	Casco efec estriado a 35 [mm]	2.5-4.5			
11	Casco efec estriado a 10 [mm]	2.5-4.5			
12	Casco efectivo perfil inicio [mm]	0.3 min			
13	Casco efectivo perfil fin [mm]	2.0-5.0			
14	Dureza Sup. vástago. [RC]	60 a 64			
15	Grietas	No Admite			
16	Dureza superficial de revenido [RC]	58-62			
17					
18	<input checked="" type="checkbox"/> Reinspección	Actualización	22/12/2004		
19					
20	Fecha	08/08/2003	28/02/2003	30/10/2003	09/01/2004
21	Nº	1003	243	1583	64
22	N/P Forja	F 36006T	F 36006T	F 36006T	F 36006T
23	Colada	BO	BO	BP	BS
24	Seguimiento al lote	823	243	1323	44

Figura 1. Base de datos F.D.F.

1.2 CARACTERÍSTICAS

El libro denominado INTRODUCCION contiene las instrucciones para el manejo y lectura de la base de datos, a continuación se mencionan las principales características de la misma.

■ Cada hoja está nombrada de acuerdo al número de parte y al modelo al que pertenecen los datos que contiene, así que en cada libro se encuentran todos los registros referentes a este modelo. Ver Figura 2.



■ En la parte superior de cada hoja se encuentra ubicada una tabla que contiene las especificaciones y características del producto, como la dureza a la que deben ser medidos los cascos efectivos y dentro de que distancia se deben encontrar los mismos, como se observa en la Figura 3.

Número de parte		36011T
Aplicación	M626	
Ref Plan Control	FPC-090003 FPC-093003	
ESPECIFICACIONES Y CARACTERÍSTICAS		
Casco Efec. Pista 90° [mm]	1.3 min	
C. E. Perfil pista [mm]	32.2min	
Dureza Sup. Temple Camp. [RC]	60-64	
CE Medido a [HV]	550,0	
Casco efectivo radio [mm]	1.5-4.5	
Casco efec estriado a 35 [mm]	2.5-4.5	
Casco efec estriado a 10 [mm]	2.5-4.5	
Casco efectivo perfil inicio [mm]	0.3 min	
Casco efectivo perfil fin [mm]	2.0-5.0	
Dureza Sup. vástago. [RC]	60 a 64	
Grietas	No Admite	
Dureza superficial de revenido [RC]	58-62	

Dureza mínima a la que deben medirse todos los cascos efectivos

Figura 3. Especificaciones de las características del producto.

Al lado de la Tabla de especificaciones se encuentra una tabla con los dispositivos que se usan en la fabricación de este modelo específico. Ver Figura 4.

	D	E	F
CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO		F.D.F. 1 (OPE: 090)	F.D.F. 2 (OPE: 093)
Inductor		FD-090055T	FD-093011T-5
Arrastre		FD-090038T/29T-11	FD-09304T-3
Ducha		FD-090045T	FD-093002T
Generador		10KHz	10KHz
Conexión		0--6	2--6
Voltage conexión(V)		600	400

Figura 4. Características del proceso.

En la columna A de cada hoja, se encuentra la lista de todas las características del proceso y el producto contempladas en la carta de P.A.P.

	A	C	D	E
19				
20	Fecha	28/02/2003	30/10/2003	09/01/2004
21	Nº	243	1583	64
22	NIP Forja	F 36006T	F 36006T	F 36006T
23	Colada	BO	BP	BS
24	Seguiramiento al lote	243	1323	44
25	Nivel Rev Plan Control		OP.90 E OP.93 E	OP.90 OP.93 F
26	Posición de los Topes			
27	FDF1(Parametro Inicial)			
28	1	264	245	236
29	2	263	245	236
30	4	275	258	250
100	Start	Arriba	Arriba	Arriba
101	Presión Ducha I (Psi)	24	22	24
102	Refrigerante			
103	Hidrotemple (Galones)	25	30	30
104	Otros			
105	Concentración %	4,0	5,5	5,0
106	Tiempo de revenido [min]	65	65	65
107	Temperatura de revenido [C]	200°C	200°C	200°C
108	CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO			
109	F.D.F. 1 (OPE: 090)			
110	Casco Efec. Campana 90* [mm]	2,01	1,61	1,46
111	Long. Temple Campana [mm]	32,00		32,30
112	Dureza Sup. Temple Camp. [RC]	63,0	33,0	62,0
113	Grietas	NO	NO	NO
114	F.D.F. 2 (OPE: 093)			
115	Casco efectivo radio [mm]	2,34	2,50	3,00

Figura 5. Características del proceso y el producto.

En las columnas B, C, D y en adelante se encuentran los datos de cada P.A.P. identificados por la fecha y el número de puesta a punto, con el que se lleva la trazabilidad de las piezas en la empresa. Ver Figura 6.

A99		* Posición Inductor			
A		C	D	E	
19					
20	Fecha	28/02/2003	30/10/2003	09/01/2004	28/02/2003
21	Nº	243	1583	64	
22	N/P Forja	F 36006T	F 36006T	F 36006T	
23	Colada	BO	BP	BS	
24	Seguimiento al lote	243	1323	44	
25	Nivel Rev Plan Control		OP.90 E OP.93 E	OP.90 OP.93 F	OP.90

Figura 6. Registros de P.A.P.

- Las reinspecciones a una puesta punto se distinguen de los demás registros por que la casilla de la fecha es de fondo naranja. Una reinspección es una inspección de la producción durante el proceso. Ver Figura 7.


A		B	C	
13	Casco efectivo perfil inicio [mm]	8.0 minimo		Du
14	Casco efectivo perfil fin [mm]	Fin Estriado		Gen
15	Dureza Sup. vástago. [RC]	62-64		Cor
16	Grietas	NO		Voltage c
17	Dureza superficial de revenido [RC]	58-62		
18				Actua
19	 Reinspección			
20				
21	Fecha	23/04/2003	23/04/2003	22/0
22	Nº	483	483	8
23	N/P Forja	F2-99-189-3	F2-99-189-3	F2-99
24	Colada	JAP	JAP	
25	Seguimiento al lote	433	433	
26	Nivel Rev Plan Control			
27	Posición de los Topes			
28	FDF1 (Parametro Inicial)			
29	1	263	263	
30	2	260	260	
31	4	275	275	
32	6	322	322	
33	7	465	465	
34	8	290	290	
35	TM			
36	FDF2 (Parametro Inicial)			

Figura 7. Distinción de una reinspección de P.A.P.

**ANEXO 4. RESUMEN DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS POR EL PROGRAMA
DE APOYO TÉCNICO A LA INDUSTRIA, CONVENIO CITEMA –
UIS, PARA LA EVALUACIÓN DE LAS SOLUCIONES
POLIMÉRICAS UCON-A E HIDROTEMPLE USADAS EN EL
TEMPLE POR INDUCCIÓN EN LA LÍNEA DE JUNTAS FIJAS DE
TRANSEJES TH DE COLOMBIA**

(INFORMES C-03-045, P-01-079, P-01-085)

1. OBJETIVO

Por medio de análisis fisicoquímicos y microbiológicos mostrar cual de los dos medios de temple, UCON-A o HIDROTEMPLE, presenta un mayor deterioro cuando es sometido al uso continuo durante un periodo de tiempo determinado.

2. MUESTRAS ANALIZADAS

Fueron analizadas dos muestras de solución polimérica UCON-A, U1 y U2, y dos de HIDROTEMPLE, H1 y H2, las cuales fueron tomadas en igualdad de condiciones para proporcionar comparación veraz. La procedencia de cada muestra se presenta en la Tabla 1.

TABLA 1. PROCEDENCIA Y CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS RECIBIDAS.

MUESTRA	PROCEDENCIA	CARACTERÍSTICAS
U1	UCON – A nuevo	Solución polimérica pura
U2	UCON – A usada	Solución mezclada con agua, extraída del tanque
H1	HIDROTEMPLE nuevo	HIDROTEMPLE puro
H2	HIDROTEMPLE usado	HIDROTEMPLE usado, extraído del tanque

3. PRUEBAS REALIZADAS

3.1. Caracterización Microbiológica

Con el fin de determinar el tipo de bacterias y hongos presentes en las soluciones poliméricas recibidas se realizaron las siguientes pruebas:

- *Recuento total de mesófilos*. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 9215 D.
- *Coliformes totales*. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 9222 B y 9223 B.
- *Coliformes fecales*. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 9222 D y 9223 B.
- *Mohos y levaduras*.
- *Hongos*.

3.2. Caracterización Fisicoquímica

Con el fin de caracterizar fisicoquímicamente las soluciones poliméricas recibidas se realizaron las siguientes pruebas:

- *pH*. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 4500H⁺B.
- *Sólidos Totales*. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 2540 B.
- *Cloruros*. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 45000Cl B
- *Conductividad*. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 2510 B.
- *Turbiedad*. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 2130 B.

- *Dureza Cálcica*. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 3500 Ca B
- *Dureza Total*. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 2340 C.
- *Alcalinidad*. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 2320 B.
- *Hierro*. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 3500Fe B.
- *Sulfatos*. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 4500 SO₄⁻² E.
- Índice de L'angelier. Cálculo.

3.3 Análisis Infrarrojo

Se realizó análisis infrarrojo a las soluciones poliméricas con el fin de detectar el posible deterioro del polímero debido a su uso.

4. RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados del presente informe corresponden a las muestras evaluadas por el Programa de Apoyo Técnico a la Industria, Convenio CITEMA – UIS, a petición de TRANSEJES TH DE COLOMBIA. Los resultados de las pruebas realizadas se presentan a continuación.

4.1 Caracterización Microbiológica.

Los resultados obtenidos se pueden observar en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados obtenidos en la caracterización microbiológica.

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADOS			
		U1	U2	H1	H2
Recuento total de mesófilos.	UFC/ml	120	30	58.8	99
Coliformes totales.	NMP/ml	43	<3	<3	0
Coliformes fecales.	NMP/ml	<3	<3	<3	0
Mohos y levaduras.	UFC/ml	480	<10	-	-
Hongos	-	Mucor sp Geotrichum sp	-	-	Penicilium sp Mucor sp Aspergillus sp Geotrichum sp

UFC: Unidad Formadora de colonias.
NMP: Número más probable.

4.2 Caracterización Fisicoquímica.

En la Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos en la caracterización fisicoquímica.

TABLA 3. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA.

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADOS			
		U1	U2	H1	H2
Ph	-	12,79	8,83	7,79	8,41
Sólidos Totales	g/L	552,08	68,98	-	-
Cloruros	mg/L Cl	62,48	28,28	244,77	140,84
Conductividad	µS/cm.	1151	8550	4180	3,63
Turbiedad	NTU	11,2	17900	364	319
Dureza Cálctica	mg/L Ca	ND	132,29	-	-
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	ND	255,84	79,37	732
Alcalinidad M	mg/L CaCO ₃	3174,22	3311,44	1095	315,06
Hierro	mg/L Fe	1,25	28,17	15,51	21,3
Sulfatos	mg/L SO ₄ ⁻²	14,42	2447,65	185,72	8,20
Indice de L'angelier	-	-539,29	-60,90	-	- 29771.33

ND: No disponible

- **Análisis Infrarrojo**

Se encontraron grupos funcionales OH y CH en las cuatro soluciones analizadas. En la muestra H2 se observó una disminución y adelgazamiento de la tensión OH acompañado de un alargamiento de la tensión CH en comparación con la muestra H1. Ver Figura 1. En la muestra U2 observó una disminución y adelgazamiento de la tensión OH respecto a la muestra U1 pero no hubo un cambio significativo en la tensión CH. Ver Figura 2. En ninguna de las muestras hay presencia de grupos carbonilos.

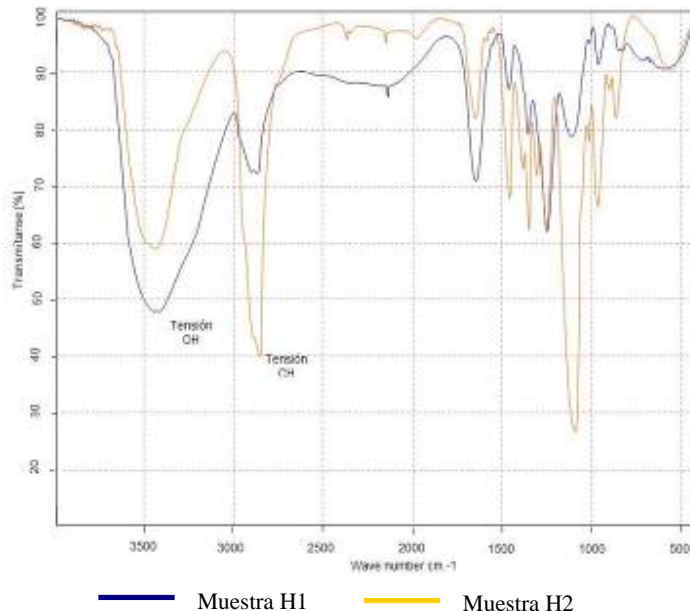


Figura 1. Espectrómetro de las muestras de HIDROTEMPLE analizadas.

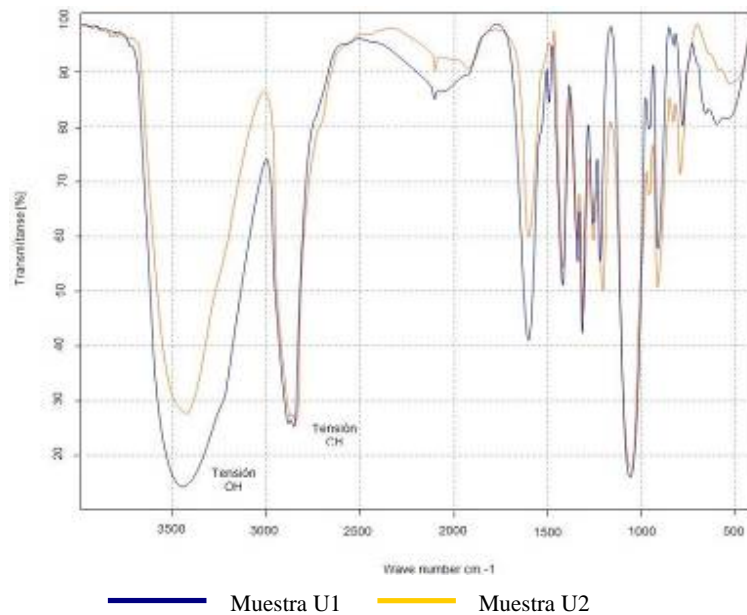


Figura 2. Espectrómetro de las muestras de UCON-A analizadas.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

- Los coliformes son un grupo de bacterias que pueden ser de origen fecal o ambiental y se utilizan como indicadores de la posible presencia en el agua de organismos que ocasionan enfermedades. En las muestras analizadas los valores de este tipo de microorganismos son bajos comparados con los límites permitidos por las entidades sanitarias para el agua potable o para aguas que pueden ser tratadas. Se considera que niveles bajos de coliformes fecales son buenos indicadores de ausencia de organismos patógenos.
- Del análisis microbiológico observamos que los resultados de los parámetros evaluados (Recuento total de mesófilos, coliformes totales, coliformes fecales, hongos, mohos y levaduras) en la muestra U2 son menores a los de la muestra U1 esto debido a que la solución polimérica U2 ha sido sometida a altas temperaturas lo que hace que estas bacterias y microorganismos no sobrevivan a esas condiciones, mientras que la muestra H2 presenta un aumento en mesófilos respecto a H1 y, a diferencia de U2, presenta hongos a pesar de haber sido sometida al mismo tratamiento.
- Los hongos presentes en la muestra H2 pueden afectar significativamente la salud de las personas que están en contacto continuo con ellos. (Ver Anexo 1).
- Los sólidos totales son la cantidad de elementos disueltos y sin disolverse en el agua, se expresa en mg/l. Se pueden dividir en sólidos suspendidos y sólidos disueltos involucrando ambos parámetros a los sólidos volátiles y sólidos fijos. Los valores de las soluciones poliméricas se encuentran por debajo de los límites permitidos para el agua potable.
- La conductividad es la medida de la habilidad de una solución para conducir una corriente eléctrica que varía tanto con el número como con el tipo de iones presentes en la solución. La medida de la conductividad permite evaluar rápidamente pero de forma aproximada la mineralización del agua. Las cuatro muestras exhiben una conductividad considerada como muy débil.

- El análisis del índice de L'angelier, calculado para las cuatro muestras, indica que la muestra U2 es menos corrosiva. Este índice es el medio de expresar el grado de saturación de la solución respecto a la solubilidad del carbonato de calcio y nos indica el grado de corrosividad de la solución. A valores más negativos más corrosiva es la solución.
- Las dos mezclas poliméricas conservan los mismos grupos funcionales que son OH y CH. No hay degradación por oxidación ya que las muestras no presentan grupos carbonilos. Los espectros de la solución de HIDROTEMPLE presentan una mayor degradación con respecto a la solución polimérica, debido a la reducción de la tensión OH y al aumento de la tensión CH. Esto se refleja en la disminución de sus propiedades, ya que, al aumentar los grupos CH puede haber un cambio en la estructura química de la solución.
- Debido a las altas temperaturas a las que están sometidas estas muestras hay pérdidas de OH; esto causa una disminución de la viscosidad de la solución lo que ocasiona una menor adherencia de la solución a las piezas haciéndolas vulnerables a la corrosión.

CONCLUSIÓN

- La solución polimérica UCON-A presenta menor degradación, comparada con la solución HIDROTEMPLE; esto quiere decir que sometiendo las soluciones al proceso de temple durante un periodo de tiempo dado, las propiedades de la solución polimérica UCON-A no disminuyen tanto como las del HIDROTEMPLE, garantizando La reproducibilidad de los resultados del proceso y la protección que el polímero debe proveer a la pieza. A esto se suma que la presencia de hongos en la solución de HIDROTEMPLE es perjudicial para la salud de los operarios que están en contacto con ella.