



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

IMPLEMENTACIÓN DE GRÁFICOS DE CONTROL COMO HERRAMIENTA DE ESTANDARIZACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE CLAVO DE 1 1/2" DE LONGITUD, EN UNA PLANTA DE TREFILADO Y CONFORMADO DE CLAVO

Francisco Rafael Gil de León

Asesorado por Ing. Carlos Humberto Ponce Palao

Guatemala, julio de 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

IMPLEMENTACIÓN DE GRÁFICOS DE CONTROL COMO HERRAMIENTA DE
ESTANDARIZACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE CLAVO DE 1 1/2" DE
LONGITUD, EN UNA PLANTA DE TREFILADO Y CONFORMADO DE CLAVO

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

FRANCISCO RAFAEL GIL DE LEÓN

ASESORADO POR ING. CARLOS HUMBERTO PONCE PALAO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JULIO DE 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Carlos Roberto Gutiérrez Quintana
EXAMINADORA	Inga. Mayra Saadeth Arreaza Martínez
EXAMINADOR	Ing. Juan José Peralta Dardón
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

IMPLEMENTACIÓN DE GRÁFICOS DE CONTROL COMO HERRAMIENTA DE ESTANDARIZACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE CLAVO DE 1 1/2" DE LONGITUD, EN UNA PLANTA DE TREFILADO Y CONFORMADO DE CLAVO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 22 de octubre de 2003.

Francisco Rafael Gil de León

DEDICATORIA

A Dios

A mis padres

Carlos Ernesto y Elda Liliana, gracias por su esfuerzo, su dedicación y sobre todo por su amor. Ustedes, con su ejemplo, me han enseñado a vivir.

A mis hermanos

Ernesto y Lilian, con mucho cariño, ustedes han sido y serán siempre los mejores amigos de mi vida.

A mis abuelas

Maria Adelina (QEPD) y Casta Luz, siempre llevo sus consejos en mi mente y su ternura en el corazón.

A mis abuelos

José Ernesto y Rafael, que en paz descansen.

A la familia Leal de León

Muchas gracias por toda su ayuda y sobre todo por permitirme ser uno de su familia, en ustedes encontré mi segundo hogar.

A Beatriz Ramírez

Gracias por el apoyo, la comprensión y el amor que me has brindado desde que llegaste a mi vida.

A mis amigos

Ricardo, Pablo Jiménez, Óliver, Pablo Pérez, Francis, Igor y Luisa, porque a lo largo del camino hemos compartido momentos inolvidables.

A todos los que me han tendido una mano en los momentos en que la he necesitado.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XIV
GLOSARIO	XVI
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS	XVIII
INTRODUCCIÓN	XX

1. TEORÍA DE TREFILACIÓN, CONFORMADO DE CLAVO Y GRÁFICOS DE CONTROL	
1.1 Definición de trefilación	1
1.2 Maquinaria utilizada en la trefilación	3
1.2.1 Preparación del trabajo	4
1.3 Definición de clavo	5
1.3.1 Nomenclatura del clavo	5
1.3.2 Materia prima utilizada	6
1.4. Maquinaria utilizada en el conformado de clavo	6
1.4.1 Conformadora	6
1.4.1.1 Matriz y material usado	6
1.4.1.2 Mazo y material usado	7
1.4.1.3 Cuchilla y material usado	7
1.4.2 Pulidora	9
1.5 Definición de gráficos de control	10
1.5.1 Tipos de gráficos de control	11
1.5.1.1 Gráficos de control por variables	11

1.5.1.2 Gráficos de control por atributos	12
1.5.2 Límites de control	12
1.5.3 Interpretación de un gráfico de control	14
1.5.4 Gráficos de control X' - R	15
1.5.4.1 Gráfico X'	16
1.5.4.2 Gráfico R'	18
1.5.5 Capacidad de procesos	18
1.5.5.1 Índice Cp	19
1.5.5.2 Índice Cpk	19
2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y SITUACIÓN ACTUAL	
2.1. Descripción del proceso de producción del clavo de 1 1/2" de longitud	21
2.2 Especificaciones del clavo de 1 1/2"	22
2.2.1 Dimensiones	22
2.2.2 Empaque	22
2.3 Variables controladas dentro del proceso actual y análisis de las mismas	22
2.3.1 Sección de trefilado	22
2.3.2 Sección de conformado	23
2.3.3 Sección de pulido	25
3. PROPUESTA DE VARIABLES DE CONTROL A IMPLANTAR	
3.1 Determinación y justificación de variables a monitorear	33
3.1.1 Longitud de clavo	33
3.1.2 Longitud de punta	33
3.1.3 Diámetro de cabeza	34
3.1.4 Espesor de cabeza	34
3.1.5 Diámetro de espiga	34
3.1.6 Instrumentación necesaria para la toma de medidas	34
3.2 Diseño de formatos para registro de la información	35

3.3	Establecimiento de límites de control por máquina	37
3.3.1	Límites de control para máquina 1	37
3.3.1.1	Longitud de clavo máquina 1	37
3.3.1.2	Diámetro de espiga máquina 1	40
3.3.1.3	Longitud de punta máquina 1	41
3.3.1.4	Diámetro de cabeza máquina 1	43
3.3.1.5	Espesor de cabeza máquina 1	45
3.3.2	Límites de control para máquina 2	47
3.3.2.1	Longitud de clavo máquina 2	47
3.3.2.2	Diámetro de espiga máquina 2	48
3.3.2.3	Longitud de punta máquina 2	50
3.3.2.4	Diámetro de cabeza máquina 2	50
3.3.2.5	Espesor de cabeza máquina 2	54
3.3.3	Límites de control para máquina 3	56
3.3.3.1	Longitud de clavo máquina 3	56
3.3.3.2	Diámetro de espiga máquina 3	57
3.3.3.3	Longitud de punta máquina 3	60
3.3.3.4	Diámetro de cabeza máquina 3	61
3.3.3.5	Espesor de cabeza máquina 3	63
3.4	Establecimiento de diferencias en el conformado de clavo entre cada máquina	65
3.4.1	Comparación entre longitud de clavo	65
3.4.2	Comparación entre longitud de punta	66
3.4.3	Comparación entre diámetro de cabeza	67
3.4.4	Comparación entre espesor de cabeza	67
3.4.5	Comparación entre diámetro de espiga	68
4.	ESTANDARIZACIÓN ENTRE MÁQUINAS	
4.1	Descripción e implementación de ajustes de máquinas	71
4.1.1	Reparación de ejes cigüeñales	71

4.1.2 Implementación de plantilla en el rectificado de cuchillas	72
4.1.3 Ajuste de correderas	76
4.2 Restablecimiento de límites de control	76
4.2.1 Restablecimiento de límites máquina 1	76
4.2.1.1 Longitud de clavo máquina 1	77
4.2.1.2 Diámetro de espiga máquina 1	80
4.2.1.3 Longitud de punta máquina 1	82
4.2.1.4 Diámetro de cabeza máquina 1	84
4.2.1.5 Espesor de cabeza máquina 1	86
4.2.2 Restablecimiento de límites máquina 2	88
4.2.2.1 Longitud de clavo máquina 2	88
4.2.2.2 Diámetro de espiga máquina 2	90
4.2.2.3 Longitud de punta máquina 2	92
4.2.2.4 Diámetro de cabeza máquina 2	94
4.2.2.5 Espesor de cabeza máquina 2	96
4.2.3 Restablecimiento de límites máquina 3	98
4.2.3.1 Longitud de clavo máquina 3	98
4.2.3.2 Diámetro de espiga máquina 3	100
4.2.3.3 Longitud de punta máquina 3	102
4.2.3.4 Diámetro de cabeza máquina 3	104
4.2.3.5 Espesor de cabeza máquina 3	106
4.3 Diferencias de dimensiones de clavo entre máquinas conformadoras después de ajustes de maquinaria	108
4.3.1 Diferencias de longitud de clavo entre máquinas después de ajustes	108
4.3.2 Diferencias de diámetro de espiga entre máquinas después de ajustes	109
4.3.3 Diferencias de longitud de punta entre máquinas después de ajustes	110

4.3.4 Diferencias de diámetro de cabeza entre máquinas después de ajustes	111
4.3.5 Diferencias de espesor de cabeza entre máquinas después de ajustes	112
4.4 Establecimiento de nuevas especificaciones del producto	113
4.4.1 Especificación de longitud de clavo	114
4.4.2 Especificación de diámetro de espiga	114
4.4.3 Especificación de longitud de punta	114
4.4.4 Especificación de diámetro de cabeza	114
4.4.5 Especificación de espesor de cabeza	115
4.5 Capacidad del proceso para cumplir con la Norma Oficial para Clavos 12665 MEIC	115
4.5.1 Cálculo de índices Cp y Cpk de longitud de clavo para cumplir con la norma MEIC 12665	116
4.5.2 Cálculo de índices Cp y Cpk de diámetro de espiga para cumplir con la norma MEIC 12665	117
4.5.3 Cálculo de índices Cp y Cpk de diámetro de cabeza para cumplir con la norma MEIC 12665	117
4.6 Capacidad del proceso para cumplir con la norma JIS A 5508-1992	119
4.6.1 Cálculo de índices Cp y Cpk de longitud de clavo para cumplir con la norma JIS A 5508-1992	119
4.6.2 Cálculo de índices Cp y Cpk de diámetro de espiga para cumplir con la norma JIS A 5508-1992	120
4.6.3 Cálculo de índices Cp y Cpk de longitud de punta para cumplir con la norma JIS A 5508-1992	120
4.6.4 Cálculo de índices Cp y Cpk de diámetro de cabeza para cumplir con la norma JIS A 5508-1992	122

5. BENEFICIOS Y MEJORA CONTINUA	
5.1 Determinación de mejoras en la calidad del producto	123
5.1.1 Análisis entre registros históricos y registros del método implantado	123
5.2 Determinación de variaciones en la productividad	124
5.2.1 Evaluación de recursos utilizados para el control de la producción con el método actual	124
5.2.2 Evaluación de recursos utilizados para el control de la producción con el método propuesto	124
5.2.3 Evaluación de diferencia entre los recursos utilizados entre el método actual y el mejorado contra beneficios obtenidos	125
5.3 Determinación de acciones futuras para mejoramiento continuo	125
CONCLUSIONES	127
RECOMENDACIONES	129
BIBLIOGRAFÍA	131
ANEXOS	133

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Estirado de alambre	1
2. Máquina estiradora de alambre	4
3. Partes de un clavo	5
4. Máquina conformadora de clavo	8
5. Secuencia del conformado de clavo	8
6. Ejemplo de un gráfico o carta de control	11
7. Zonas de una carta de control	15
8. Aparato utilizado actualmente para medir clavos	24
9. Diagrama de operaciones de clavo de 1 1/2" X 15	26
10. Diagrama de flujo de clavo de 1 1/2" X 15	28
11. Diagrama de recorrido de clavo de 1 1/2" X 15	31
12. Calibrador Vernier	35
13. Formato de registro de medidas	36
14. Gráfico de control de medias de longitud de clavo máquina 1	39
15. Gráfico de control de rangos de longitud de clavo máquina 1	39
16. Gráfico de control de medias de diámetro de espiga máquina 1	41
17. Gráfico de control de rangos de diámetro de espiga máquina 1	41
18. Gráfico de control de medias de longitud de punta máquina 1	42
19. Gráfico de control de rangos de longitud de punta máquina 1	43
20. Gráfico de control de medias de diámetro de cabeza máquina 1	44
21. Gráfico de control de rangos de diámetro de cabeza máquina 1	44
22. Gráfico de control de medias de espesor de cabeza máquina 1	46

23. Gráfico de control de rangos de espesor de cabeza máquina 1	46
24. Gráfico de control de medias de longitud de clavo máquina 2	48
25. Gráfico de control de rangos de longitud de clavo máquina 2	48
26. Gráfico de control de medias de diámetro de espiga máquina 2	49
27. Gráfico de control de rangos de diámetro de espiga máquina 2	50
28. Gráfico de control de medias de longitud de punta máquina 2	51
29. Gráfico de control de rangos de longitud de punta máquina 2	51
30. Gráfico de control de medias de diámetro de cabeza máquina 2	53
31. Gráfico de control de rangos de diámetro de cabeza máquina 2	53
32. Gráfico de control de medias de espesor de cabeza máquina 2	55
33. Gráfico de control de rangos de espesor de cabeza máquina 2	55
34. Gráfico de control de medias de longitud de clavo máquina 3	57
35. Gráfico de control de rangos de longitud de clavo máquina 3	57
36. Gráfico de control de medias de diámetro de espiga máquina 3	59
37. Gráfico de control de rangos de diámetro de espiga máquina 3	59
38. Gráfico de control de medias de longitud de punta máquina 3	61
39. Gráfico de control de rangos de longitud de punta máquina 3	61
40. Gráfico de control de medias de diámetro de cabeza máquina 3	62
41. Gráfico de control de rangos de diámetro de cabeza máquina 3	63
42. Gráfico de control de medias de espesor de cabeza máquina 3	64
43. Gráfico de control de rangos de espesor de cabeza máquina 3	64
44. Gráfico de comparación de longitud de clavo entre máquinas	65
45. Gráfico de comparación de longitud de punta entre máquinas	66
46. Gráfico de comparación de diámetro de cabeza entre máquinas	67
47. Gráfico de comparación de espesor de cabeza entre máquinas	68
48. Gráfico de comparación de diámetro de espiga entre máquinas	69
49. Proceso de rectificado de cuchillas	72
50. Rectificado de piedra	73
51. Uso de plantilla en el rectificado de piedra rectificadora	75

52. Gráfico de control de medias de longitud de clavo máquina 1 remuestreo	79
53. Gráfico de control de rangos de longitud de clavo máquina 1 remuestreo	79
54. Gráfico de control de medias de diámetro de espiga máquina 1 remuestreo	81
55. Gráfico de control de rangos de diámetro de espiga máquina 1 remuestreo	81
56. Gráfico de control de medias de longitud de punta máquina 1 remuestreo	83
57. Gráfico de control de rangos de longitud de punta máquina 1 remuestreo	83
58. Gráfico de control de medias de diámetro de cabeza máquina 1 remuestreo	85
59. Gráfico de control de rangos de diámetro de cabeza máquina 1 remuestreo	85
60. Gráfico de control de medias de espesor de cabeza máquina 1 remuestreo	87
61. Gráfico de control de rangos de espesor de cabeza máquina 1 remuestreo	87
62. Gráfico de control de medias de longitud de clavo máquina 2 remuestreo	89
63. Gráfico de control de rangos de longitud de clavo máquina 2 remuestreo	89
64. Gráfico de control de medias de diámetro de espiga máquina 2 remuestreo	91
65. Gráfico de control de rangos de diámetro de espiga máquina 2 remuestreo	91
66. Gráfico de control de medias de longitud de punta máquina 2	

remuestreo	93
67. Gráfico de control de rangos de longitud de punta máquina 2 remuestreo	93
68. Gráfico de control de medias de diámetro de cabeza máquina 2 remuestreo	95
69. Gráfico de control de rangos de diámetro de cabeza máquina 2 remuestreo	95
70. Gráfico de control de medias de espesor de cabeza máquina 2 remuestreo	97
71. Gráfico de control de rangos de espesor de cabeza máquina 2 remuestreo	97
72. Gráfico de control de medias de longitud de clavo máquina 3 remuestreo	99
73. Gráfico de control de rangos de longitud de clavo máquina 3 remuestreo	99
74. Gráfico de control de medias de diámetro de espiga máquina 3 remuestreo	101
75. Gráfico de control de rangos de diámetro de espiga máquina 3 remuestreo	101
76. Gráfico de control de medias de longitud de punta máquina 3 remuestreo	103
77. Gráfico de control de rangos de longitud de punta máquina 3 remuestreo	103
78. Gráfico de control de medias de diámetro de cabeza máquina 3 remuestreo	105
79. Gráfico de control de rangos de diámetro de cabeza máquina 3 remuestreo	105
80. Gráfico de control de medias de espesor de cabeza máquina 3 remuestreo	107

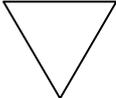
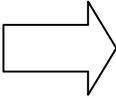
81. Gráfico de control de rangos de espesor de cabeza máquina 3 remuestreo	107
82. Gráfico de comparación de longitud de clavo entre máquinas después de ajustes	109
83. Gráfico de comparación de diámetro de espiga entre máquinas después de ajustes	110
84. Gráfico de comparación de longitud de punta entre máquinas después de ajustes	111
85. Gráfico de comparación de diámetro de cabeza entre máquinas después de ajustes	112
86. Gráfico de comparación de espesor de cabeza entre máquinas después de ajustes	113

TABLAS

I. Ejemplo de registro de datos de muestreo	15
II. Especificaciones de clavo de 1 1/2" X 15 después de ajustes	115
III. Factores para gráficos de control	133
IV. Datos de longitud de clavo primer muestreo máquina 1	134
V. Datos de diámetro de espiga primer muestreo máquina 1	135
VI. Datos de longitud de punta primer muestreo máquina 1	136
VII. Datos de diámetro de cabeza primer muestreo máquina 1	137
VIII. Datos de espesor de cabeza primer muestreo máquina 1	138
IX. Datos de longitud de clavo primer muestreo máquina 2	139
X. Datos de diámetro de espiga primer muestreo máquina 2	140
XI. Datos de longitud de punta primer muestreo máquina 2	141
XII. Datos de diámetro de cabeza primer muestreo máquina 2	142
XIII. Datos de espesor de cabeza primer muestreo máquina 2	143
XIV. Datos de longitud de clavo primer muestreo máquina 3	144
XV. Datos de diámetro de espiga primer muestreo máquina 3	145
XVI. Datos de longitud de punta primer muestreo máquina 3	146
XVII. Datos de diámetro de cabeza primer muestreo máquina 3	147
XVIII. Datos de espesor de cabeza primer muestreo máquina 3	148
XIX. Datos de longitud de clavo remuestreo máquina 1	149
XX. Datos de diámetro de espiga remuestreo máquina 1	150
XXI. Datos de longitud de punta remuestreo máquina 1	151
XXII. Datos de diámetro de cabeza remuestreo máquina 1	152
XXIII. Datos de espesor de cabeza remuestreo máquina 1	153
XXIV. Datos de longitud de clavo remuestreo máquina 2	154
XXV. Datos de diámetro de espiga remuestreo máquina 2	155
XXVI. Datos de longitud de punta remuestreo máquina 2	156

XXVII. Datos de diámetro de cabeza remuestreo máquina 2	157
XXVIII. Datos de espesor de cabeza remuestreo máquina 2	158
XXIX. Datos de longitud de clavo remuestreo máquina 3	159
XXX. Datos de diámetro de espiga remuestreo máquina 3	160
XXXI. Datos de longitud de punta remuestreo máquina 3	161
XXXII. Datos de diámetro de cabeza remuestreo máquina 3	162
XXXIII. Datos de espesor de cabeza remuestreo máquina 3	163
XXXIV. Norma para clavo delgado JIS A 5508-1992	164
XXXV. Norma para clavo MEIC 12665	165

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
	Operación
	Inspección
	Almacenamiento
	Transporte
μ	Media de una población
σ	Desviación estándar
LCS	Límite de control superior
LCI	Límite de control inferior
\bar{X}	Media de una muestra
R	Rango de una muestra
\bar{X}''	Media de medias de muestras
R'	Media de rangos de muestras
ES	Especificación superior
EI	Especificación inferior

MC

Menor valor entre
(ES - X") y (X" - EI)

qq

Quintales

rpm

Revoluciones por minuto

GLOSARIO

Abrasivo	Sustancia capaz de desgastar por fricción.
AISI	American Iron and Steel Institute
Alambrón	Alambre de sección circular que se obtiene de un proceso de laminado. Es la materia prima para el proceso de trefilado.
Ductilidad	Capacidad de un material para ser alargado, estirado o adelgazado sin romperse.
Dureza	Resistencia de un material a ser penetrado
Laminado	Proceso de reducción de área y alargamiento de un material producido por dos rodillos que giran en sentido opuesto.
Revenido	Tratamiento que consiste en calentar el material después del proceso de templado a una temperatura más baja, con el objetivo de eliminar las tensiones internas y aumentar la ductilidad.
Templado	Tratamiento térmico que consiste en calentar un metal para después enfriarlo rápidamente, con el objetivo de aumentar su dureza.

RESUMEN

Se evaluó el proceso de producción de clavo de 1 1/2" X 15 en una planta de trefilado de alambre y conformado de clavo, haciendo uso de gráficos de control para uniformar la totalidad de las máquinas conformadoras de las dimensiones de un clavo. Son éstas longitud total, diámetro de espiga, longitud de punta, diámetro de cabeza y espesor de cabeza. Posteriormente se estableció si el proceso cumple con normas internacionales de calidad.

Para determinar las diferencias existentes en la producción de clavo entre máquinas, se muestrearon de manera individual durante cuatro días para establecer límites de control para cada una de las componentes. Se encontraron las diferencias existentes entre las dimensiones de las mismas y se hicieron ajustes y reparaciones a la maquinaria con el fin de reducir las variaciones encontradas. Haciendo uso del nuevo método de control propuesto, se muestreó nuevamente para redefinir los límites de especificación del proceso y se compararon contra lo establecido en las normas JIS A 5508-1992 y MEIC 12665

Como resultado, se logró eliminar, o bien reducir, las diferencias en el conformado de clavo entre máquinas y se establecieron nuevas especificaciones de producto que las tres máquinas en estudio son capaces de satisfacer. Implementando el método proceso, éste sería capaz de cumplir en lo referente a longitud total y longitud de punta con la norma JIS A 5508-1992, y con longitud total y diámetro de cabeza para la norma MEIC 12665.

OBJETIVOS

General

Implementar el uso de gráficos de control como herramienta de estandarización en la producción de clavo de longitud 1 1/2", en una planta de trefilado y conformado de clavo.

Específicos

1. Dar a conocer el proceso productivo del clavo de longitud 1 1/2" para entender el mismo e identificar los puntos de control
2. Conocer los controles de producción actuales, analizar sus virtudes y deficiencias para descubrir puntos que sean susceptibles a mejorarse.
3. Proponer medidas que ayuden a que el proceso de producción sea controlable y predecible.
4. Reducir las variaciones en el conformado de clavo entre las máquinas utilizadas para el efecto para lograr la uniformidad del producto.
5. Lograr por medio de gráficos de control la estandarización de las características físicas del clavo de 1 1/2"
6. Determinar la capacidad del proceso para cumplir con normas internacionales de producción.

7. Contribuir al mejoramiento de la calidad del producto mediante el uso de controles estadísticos.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día las empresas se enfrentan al desafío de la competitividad en un mercado que tiende a la globalización. Tal situación obliga a buscar medios que permitan el mejoramiento continuo de la calidad de los productos. Para esto se hace necesario un proceso productivo que sea monitoreado constantemente, que además sea estandarizado, que sea controlable y que por lo tanto sea predecible. Es decir, se necesita saber, con buen grado de certeza, de lo que es capaz y de lo que no es capaz el proceso.

Para lo anterior, los gráficos de control se presentan como la herramienta de mayor utilidad.

Este trabajo tiene como objetivo principal el establecimiento de un sistema de captación y control de variables que sean de importancia en la fabricación de clavo de longitud 1 1/2". Persigue así lograr una estandarización del proceso y, por consiguiente, un producto terminado con especificaciones claramente establecidas, usando gráficos de control.

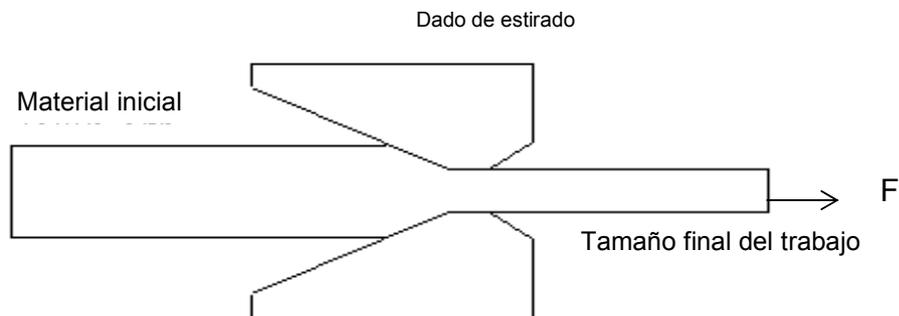
Para la realización de este documento, inicialmente se darán a conocer los conceptos básicos relativos a la trefilación y conformado de clavo, a continuación se describe la situación actual de la empresa, en cuanto a controles de proceso y de producto terminado, para después detallar todo lo concerniente al sistema propuesto, y por último, se hará un análisis de los beneficios que se podrían esperar.

1. TEORÍA DE TREFILACIÓN, CONFORMADO DE CLAVO Y GRÁFICOS DE CONTROL

1.1 Definición de trefilación

El trefilado o estirado es una operación donde la sección transversal de una barra, varilla o, para el caso de este documento, un alambre o alambρόn, se reduce al tirar del material a través de la abertura de un dado, como se muestra en la figura 1.

Figura 1. Estirado de alambre



Aunque la presencia de esfuerzos de tensión es obvia en el estirado, la compresión también juega un papel muy importante, ya que el material se comprime al pasar a través de la abertura del dado. Por esta razón, la deformación que ocurre en estirado se llama algunas veces compresión indirecta.

La diferencia básica entre el estirado de barras y el estirado de alambre es el tamaño del material que se procesa. El estirado de barras se refiere al material de diámetro grande, mientras que el estirado del alambre se aplica al material de diámetro pequeño.

El estirado de barras se realiza generalmente como una operación de estirado simple, en la cual el material se hala a través de la abertura del dado. Debido a que el material inicial tiene un diámetro grande, su forma es más bien una pieza recta que enrollada. Esto limita la longitud del trabajo que puede procesarse y es necesaria una operación tipo lote. Por el contrario, el alambre se estira a partir de rollos de alambrón que pueden medir varios cientos de metros de longitud y pasa a través de una serie de dados de estirado.

El número de dados puede variar entre cuatro y doce. El término estirado continuo se usa para describir este tipo de operación, debido a las grandes corridas de producción que pueden alcanzarse con los rollos de alambre, ya que pueden soldarse a tope con el siguiente rollo para hacer la operación verdaderamente continua.

El trefilado o estirado se realiza generalmente como una operación de trabajo en frío. Se usa más frecuentemente para producir secciones redondas, pero también se pueden estirar secciones cuadradas y de otras formas.

El estirado de alambre es un proceso industrial importante, que provee productos comerciales como cables y alambres eléctricos; alambre para cercas, ganchos de ropa, carretas para supermercados, alambres para producir clavos, tornillos, remaches, resortes y otros artículos de ferretería. El estirado de barras se usa para producir barras de metal para maquinado y para otros procesos.

Las ventajas del estirado en estas aplicaciones incluyen: estrecho control dimensional, buen acabado de superficie, adaptabilidad para producción económica en masa o en lotes, propiedades mecánicas mejoradas (como resistencia y dureza).

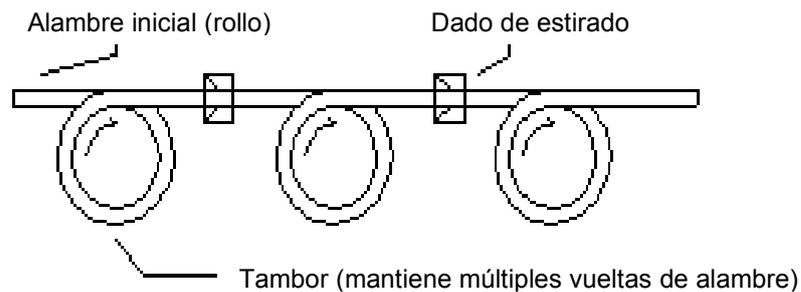
Las velocidades de estirado son tan altas como 50 m/s para alambre muy fino. En el caso de estirado de barras, se produce material para maquinado y la operación mejora la maquinabilidad de las barras.

1.2 Maquinaria utilizada en la trefilación

El estirado del alambre se hace con máquinas estiradoras continuas que contienen múltiples dados de estirado separados por tambores de acumulación entre los dados, como se ilustra en la figura 2. Cada tambor, llamado cabrestante o molinete, es movido por un motor que provee la fuerza apropiada para estirar el alambre a través del dado correspondiente. También mantiene una tensión regular que pasa al siguiente dado de estirado en serie.

Cada dado realiza una cierta reducción del alambre, y así se alcanza la reducción total deseada en la serie. Los dados de estirado se hacen de acero de herramienta o carburo cementado. Los dados de alta velocidad en las operaciones de estirado de alambre usan frecuentemente insertos hechos de diamante.

Figura 2. Máquina estiradora de alambre



1.2.1 Preparación del trabajo

Antes del estirado, el material inicial debe prepararse adecuadamente. Esto implica tres pasos: 1) recocido, 2) limpieza y 3) afilado.

El propósito del recocido es incrementar la ductilidad del material para aceptar la deformación durante el estirado. La limpieza del material se requiere para prevenir daños en la superficie de trabajo y en el dado de estirado, lo cual involucra la remoción de los contaminantes de la superficie (por ejemplo, capas de óxido). El afilado implica la reducción del diámetro del extremo inicial del material de manera que pueda insertarse a través del dado de estirado para iniciar el proceso, esto se logra generalmente mediante estampado, laminado o torneado.

1.3 Definición de clavo

El clavo es un dispositivo recto y delgado, regularmente provisto de una punta y una cabeza, diseñado para unir 2 ó más piezas. Es fabricado con alambre de acero y tiene longitudes y diámetros variables.

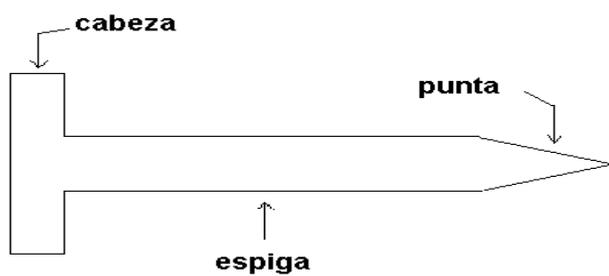
1.3.1 Nomenclatura del clavo

Para efectos de identificación de las partes que conforman un clavo, se definen las siguientes 3 partes:

- A. Cabeza
- B. Espiga
- C. Punta

Cada una de las anteriores se ilustra en la figura 3.

Figura 3. Partes de un clavo



1.3.2 Materia prima utilizada

La materia prima utilizada en la fabricación del clavo es el alambrón trefilado. Para el caso que compete este trabajo, se requiere que el alambrón sea de acero al carbono con un contenido de hasta 0.08% de carbono, que según la nomenclatura de la American Iron and Steel Institute se designa como AISI 1008. Lo anterior garantiza que sea un material dúctil al inicio del proceso, el cual va adquiriendo dureza, producto del trabajo en frío al que es sometido tanto en el trefilado como en el conformado del clavo.

1.4 Maquinaria utilizada en el conformado de clavo

1.4.1 Conformadora

La maquinaria utilizada para la elaboración del clavo tiene como componentes principales las matrices, el mazo o martillo y las cuchillas.

1.4.1.1 Matriz y material usado

Las matrices también son conocidas como mordazas, son usadas en el primer paso del conformado. Su función es la de sujetar firmemente el alambre para evitar cualquier movimiento que perjudique la formación de la cabeza. Las matrices están hechas de acero de alto carbono (1.55%) y alto cromo (11.8%) aleado con molibdeno y vanadio. La dureza deseada para su uso es de 55 HRC y, ya que el material no es suplido por el fabricante con esa dureza, es necesario someterlo a templado y posteriormente a revenido.

1.4.1.2 Mazo y material usado

El mazo o martillo es el que aplica un golpe al alambre que es sujetado por las matrices y así dar forma a la cabeza del clavo. Es el segundo paso de la máquina. El material y la dureza usada para el mazo es el mismo que para las matrices.

1.4.1.3 Cuchilla y material usado

Las cuchillas toman parte del proceso al final. Su función es la de cortar el alambre con la longitud deseada y simultáneamente hace la punta del clavo. Para soportar de mejor forma el desgaste en el filo que sufren durante el proceso, las cuchillas están hechas del mismo material que los componentes anteriores y se someten al mismo proceso de temple para alcanzar una dureza de 55 HRC.

En la figura 4, se ilustra una máquina de clavo, y en la figura 5 se ilustra la secuencia del conformado.

Figura 4. Máquina conformadora de clavo

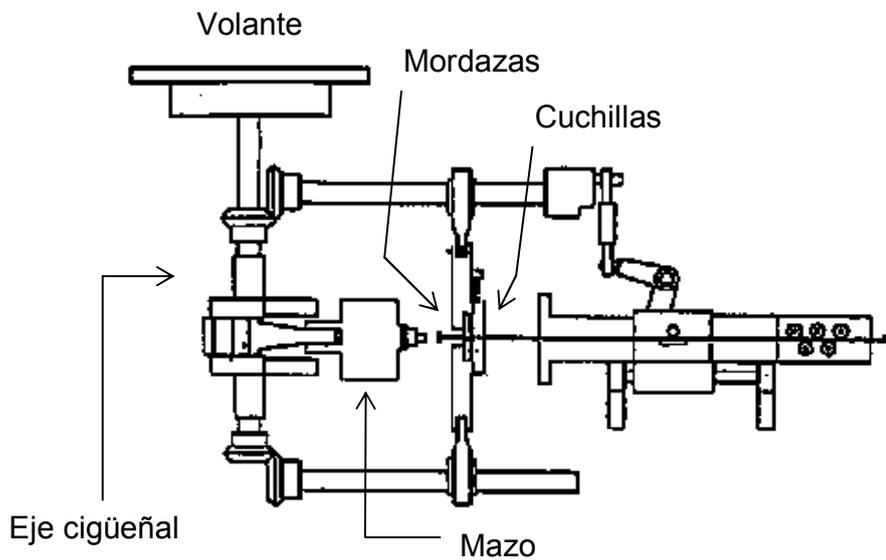
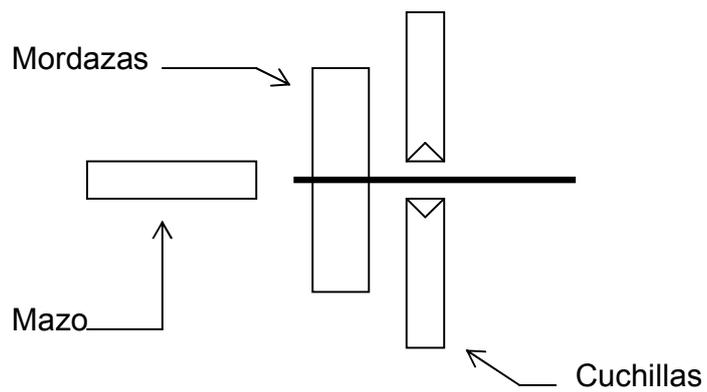
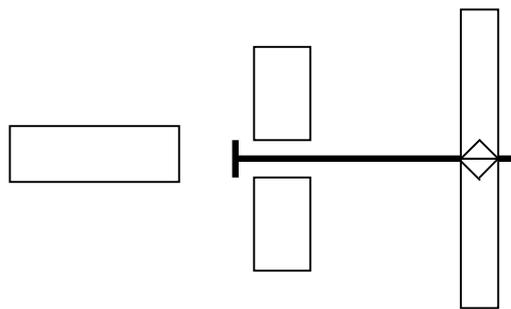


Figura 5. Secuencia del conformado de clavo

Paso 1. Las mordazas sujetan al alambre para ser golpeado por el mazo. Las cuchillas permanecen abiertas



Paso 2. El mazo ya ha formado la cabeza, las mordazas se abren, el mazo retrocede y el alambre avanza para dar la longitud del clavo; mientras las cuchillas se cierran para cortar y formar la punta



1.4.2 Pulidora

Puesto que los clavos salen de la máquina conformadora con rebabas, aceite y grasa, se hace necesario el pulido de los mismos. Esto se hace en la pulidora, que cuenta con un bombo o tambor giratorio al que se le agrega aserrín, el cual produce un efecto abrasivo que elimina las rebabas que han quedado en la punta y la cabeza dándole al clavo limpieza y brillo. El aserrín se evacúa de la pulidora a medida que ésta va girando, ya que cuenta con una lámina perforada que actúa como filtradora. Cuando el aserrín ya ha sido eliminado, en el bombo queda únicamente el clavo, el cual es vertido en su caja de empaque.

1.5 Definición de gráficos de control

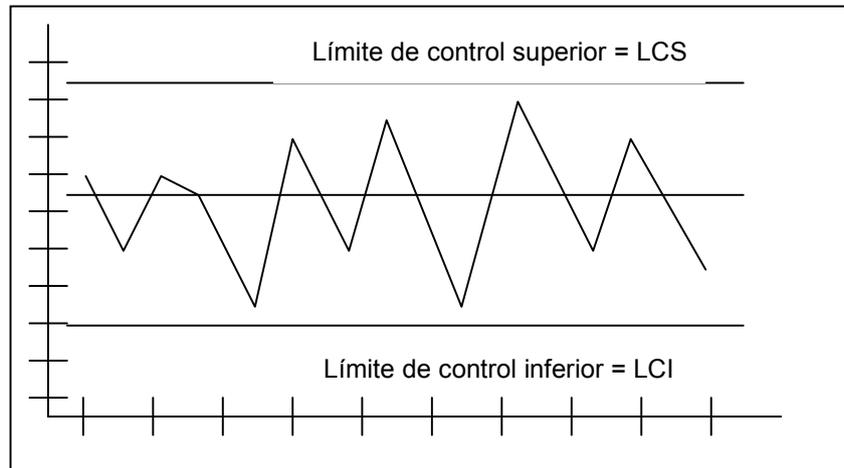
La idea básica de un gráfico o carta de control es observar y analizar, gráficamente, el comportamiento sobre el tiempo de la variable de un producto, o de un proceso, con el propósito de distinguir en tal variable sus variaciones debidas a causas comunes de las que suceden por causas especiales.

En la figura 6 se muestra una carta de control típica, la que se compone básicamente de tres líneas paralelas, comúnmente horizontales, que rematan a la izquierda en una escala numérica en las unidades de la variable X , que se grafica en la carta.

En la parte de abajo, hay un eje que sirve para identificar a quien pertenece cada valor de la variable que ha sido representado en la carta mediante un punto. La línea central de una carta de control representa el promedio de la variable que se grafica, cuando el proceso se encuentra en control estadístico. Las otras dos se llaman límites de control superior e inferior.

Si todos los puntos de la gráfica están dentro de los límites, entonces se supone que el proceso está en control estadístico. Si por el contrario, al menos un punto está fuera de los límites de control, entonces es una señal de que el proceso está fuera de control estadístico, por lo que es necesario investigar cual es la causa de este comportamiento o cambio especial.

Figura 6. Ejemplo de gráfico o carta de control



Lo que se observa en un gráfico de control no es sólo que un punto caiga fuera de los límites de control, sino también cualquier formación o patrón de puntos que tenga muy poca probabilidad de ocurrir en condiciones normales, lo cual será una señal de alerta sobre posibles cambios debidos a causas especiales.

1.5.1 Tipos de gráficos de control

Existen dos tipos generales de gráficos de control: para variables y para atributos.

1.5.1.1 Gráficos de control para variables

Se aplican a variables (o características de calidad) de tipo continuo, que son aquellas que requieren de instrumentos de medición para medirse (pesos,

volúmenes, voltajes, longitudes, temperaturas, etc). Las cartas más usuales para este tipo son:

- A. \bar{X} (de promedios)
- B. R (de rangos)
- C. S (de desviaciones estándar)
- D. X (de medias individuales)

1.5.1.2 Gráficos de control por atributos

Existen muchas características de calidad que no son medidas con instrumentos de medición en una escala continua, o al menos en una escala numérica. En estos casos, el producto se juzga como conforme o no conforme, dependiendo de si posee o no conformidades. La variabilidad y tendencia central de este tipo de características de calidad de tipo discreto se analizan a través de cartas de control para atributos:

- A. p (proporción de artículos defectuosos)
- B. np (número de unidades defectuosas)
- C. c (número de defectos)
- D. u (número de defectos por unidad)

1.5.2 Límites de control

La ubicación de los límites de control en una carta es un aspecto fundamental, ya que si se ubican demasiado alejados de la línea central, entonces será más difícil detectar los cambios en el proceso, mientras que si se ubican demasiado estrechos se incrementará el error tipo 1.

Los límites de control se obtienen a partir de la relación entre la media y la desviación estándar de una variable, que para el caso de una variable con distribución normal con media μ y desviación estándar σ , y bajo condiciones de control estadístico, se tiene que entre $\mu - 3\sigma$ y $\mu + 3\sigma$ se encuentra el 99.73% de los posibles valores que toma la variable.

Sea X la variable que se va a graficar en la carta de control, y suponiendo que su media es μ_x y su desviación estándar σ_x , entonces el límite de control superior (LCS), la línea central y el límite de control inferior (LCI) están dados por:

$$\text{LCS} = \mu_x + 3\sigma_x$$

$$\text{Línea central} = \mu_x$$

$$\text{LCI} = \mu_x - 3\sigma_x$$

La idea fundamental de los gráficos de control es contribuir a controlar, mejorar e innovar procesos, distinguiendo entre variaciones aleatorias (debidas a causas comunes) y variaciones especiales. La información que proporcionan puede ser usada para diagnosticar el funcionamiento del proceso y evaluar la capacidad del mismo.

Una de las aplicaciones más importantes consiste en evitar sobreajustes en el proceso y, recientemente, ayudan a dejar de administrar por reacción, tanto procesos productivos como administrativos. En síntesis, se podría decir que los gráficos de control son la herramienta especializada en el estudio de la variabilidad, el principal enemigo de la calidad.

1.5.3 Interpretación de un gráfico de control

Una señal de que se ha producido una causa especial de variación, se manifiesta cuando un punto cae fuera de los límites de control o cuando los puntos graficados en la carta siguen un comportamiento no aleatorio.

Para facilitar la identificación de patrones no aleatorios, lo primero que se hace es dividir la carta de control en seis zonas o bandas iguales, cada una con una amplitud similar a una desviación estándar de la variable que se grafica (ver figura 7) y se aplican las siguientes pruebas:

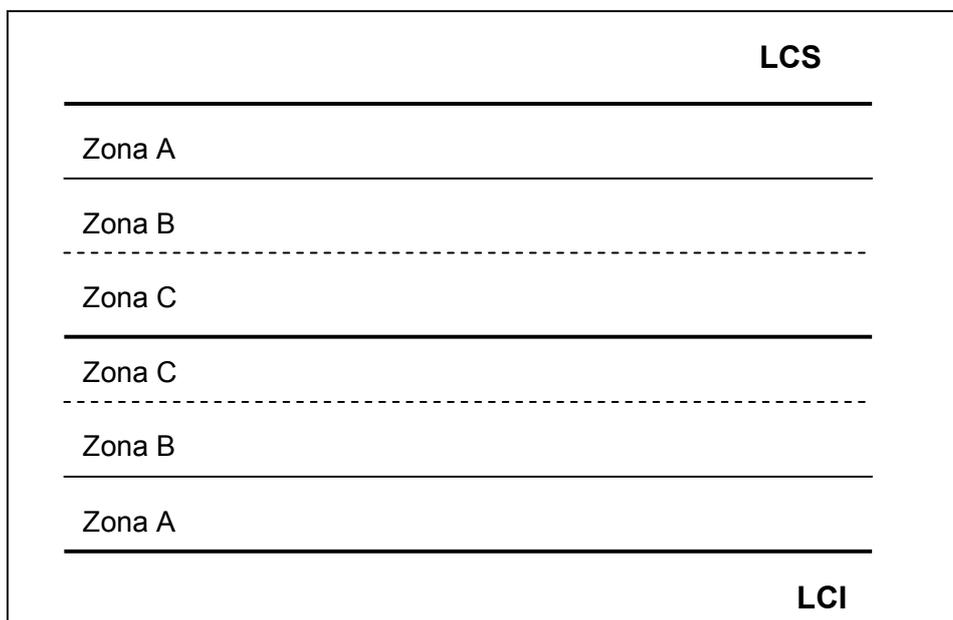
- A. Un punto fuera de los límites de control
- B. Dos de tres consecutivos en la zona A
- C. Cuatro de cinco puntos consecutivos en la zona B o más allá
- D. Ocho puntos consecutivos de un solo lado de la línea central
- E. Seis puntos consecutivos ascendentes o descendentes
- F. Catorce puntos consecutivos alternando entre altos y bajos
- G. Ocho puntos consecutivos distribuidos en ambos lados de la línea central con ninguno en la zona C
- H. Quince puntos consecutivos en la zona C, arriba o debajo de la línea central

Cuando alguna de las 8 pruebas anteriores es positiva, entonces el proceso está fuera de control estadístico, es decir se ha detectado una causa especial de variabilidad, lo que se traduce en cambios significativos en la correspondiente característica de calidad.

Cabe señalar que si el proceso está fuera de control estadístico, no significa que no se pueda seguir produciendo con él, sino que el proceso está trabajando con variaciones debidas a alguna causa específica.

Será responsabilidad de quienes aplican la carta de control buscar la causa de variación o no hacer nada, en cuyo caso las cartas pierden mucho de su potencial.

Figura 7. Zonas de una carta de control



1.5.4 Gráficos de control X' – R

Existen tantas características de calidad de tipo continuo en un producto o en un proceso, que interesa controlar su variabilidad y su tendencia central. Por ejemplo, las dimensiones de cierta pieza deber ser de 10 cm, con una tolerancia +/- 0.2 cm, por lo que la tendencia central de estas piezas debe estar muy próxima a 10, y su variabilidad debe ser tal que todas las piezas tengan una dimensión que caiga entre 9.8 y 10.2 cm.

Generalmente, mediante una carta de control \bar{X} se controla la tendencia central de este tipo de características de calidad, y mediante una carta R su variabilidad.

1.5.4.1 Gráfico \bar{X}

Para hacer un estudio inicial del desempeño del proceso sobre el tiempo de una variable, es necesario primero medir la característica de calidad de una cantidad pequeña de productos consecutivos (subgrupo de productos) cada determinado período y, en lugar de analizar las mediciones individuales, se analizan las medias y los rangos de los subgrupos o muestras.

Los datos obtenidos se registran como se ilustra en la tabla 1, en la que se incluye la media y el rango de cada muestra. El gráfico \bar{X} analizará el comportamiento sobre el tiempo de la columna de medias, con lo cual se tendrá información sobre la tendencia central y sobre la variación entre muestras.

Para calcular los límites de control en un estudio inicial, es necesario contar con las medias y rangos de alrededor de 20 grupos de muestras.

Como se mencionó los límites de control están determinados por la media y la desviación estándar de la variable que se grafica en la carta de la siguiente manera:

$$\mu_x \pm 3\sigma_x$$

En el caso de la carta \bar{X} , la variable que se grafica es la media de las muestras, por lo que una forma de estimar su media μ_x , es por:

$$\mu_x = \mu_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}}$$

donde $\bar{\bar{X}}$ es la media de las medias de las muestras, mientras que la desviación estándar de las medias de las muestras está dada por:

$$\sigma_x = \sigma_{x'} = \sigma / \sqrt{n}$$

donde n es el tamaño de muestra y σ es la desviación estándar de la característica de la calidad original. Este es un hecho importante a diferenciar en una carta X'. Una cosa es la desviación estándar de la característica de calidad y otra es la desviación estándar de las medias de los subgrupos, $\sigma_{x'} = \sigma / \sqrt{n}$. Esta última depende de la primera y del tamaño de la muestra.

Los límites de control para una carta de control X', en un estudio inicial, se obtendrán de la siguiente manera:

$$LCS = \bar{X}'' + A_2R'$$

$$\text{Línea central} = \bar{X}''$$

$$LCI = \bar{X}'' - A_2R'$$

Donde $A_2R' \approx 3 \sigma_{x'} = 3(\sigma / \sqrt{n}) \approx 3R' / (d_2\sqrt{n})$, donde d_2 es una constante que depende del tamaño de la muestra.

En el apéndice 1 se dan varios valores de d_2 y A_2 . R' es la media de rangos.

Tabla I. Registro de datos de muestreo

Muestra	Diámetros				Media	Rango
1	2	3	3	4	3.0	2.0
2	3	3	3	4	3.3	1.0
3	3	3	4	4	3.5	1.0
4	3	2	3	2	2.5	1.0
5	4	3	3	2	3.0	2.0
6	3	3	4	2	3.0	2.0
7	2	2	3	3	2.5	1.0
					X'' = 3.0	R' = 1.4

X'' = Media de medias

R' = Media de rangos

1.5.4.2 Gráfico R

Este tipo de diagrama es utilizado para estudiar la variabilidad de una característica de calidad de un producto o proceso, en ella se analiza el comportamiento sobre el tiempo de los rangos de las muestras o subgrupos. Los límites de control para una carta R se obtienen a partir de la misma forma general: la media más / menos tres veces la desviación estándar de la variable que se grafica en la carta, que en este caso son los rangos de las muestras, es decir: $\mu_R \pm 3\sigma_R$.

La estimación de la media de los rangos, μ_R , se hace a través de R' mientras que la estimación de la desviación estándar de los rangos σ_R se obtiene por: $\sigma_R = d_3\sigma \approx d_3(R'/d_2)$, donde d_3 es una constante que depende del tamaño de la muestra. De esta manera, los límites de una carta R, en un estudio inicial, se obtienen de la siguiente manera:

$$LCS = D_4R'$$

$$\text{Línea central} = R'$$

$$LCI = D_3R'$$

Donde las constantes D_3 y D_4 están tabuladas en el apéndice 1.

1.5.5 Capacidad de procesos

Una necesidad frecuente en muchos procesos, es evaluar la variabilidad y tendencia central de una característica de calidad de tipo continuo para compararla contra sus especificaciones de diseño. Por ejemplo, en la producción de tornillos, éstos deben ser de un diámetro óptimo más o menos cierta tolerancia, por lo que es necesario evaluar en que medida el proceso de producción es capaz de cumplir con tales especificaciones.

Para cuantificar la capacidad de cumplir con especificaciones, se utilizan los índices Cp y Cpk. Éstos ayudan a enfatizar la necesidad de mejoras para reducir la variabilidad del proceso, también facilitan la comparación del desempeño de distintos proveedores o procesos y proporcionan una idea aproximada del porcentaje de artículos que no cumple con especificaciones.

1.5.5.1 Índice Cp

El índice Cp se calcula de la siguiente forma:

$$Cp = (ES - EI) / 6\sigma \quad 6\sigma = R'/d2$$

Donde ES = Especificación superior, EI = Especificación inferior, σ = desviación estándar de la característica de calidad que se mide, R' = media de rangos, d2 = constante que depende del tamaño de la muestra.

Si el valor del índice Cp es menor que uno, es una evidencia de que no se está cumpliendo con las especificaciones. Por el contrario, si es mayor que uno, entonces evidencia que el proceso es potencialmente capaz de cumplir con las especificaciones. El valor mínimo deseable de Cp debe ser 1.33.

1.5.5.2 Índice Cpk

Este índice se calcula así

$$Cpk = MC / (3 (R'/d2))$$

Donde MC es el valor más pequeño de entre (ES - X") y (X" - EI). X" a su vez es el valor central del rango obtenido en el cálculo de los límites de control de medias.

El índice Cpk toma en cuenta la variabilidad, ya que evalúa donde se localiza la media del proceso respecto a las especificaciones. Si la media del proceso se ubica en el punto medio de las especificaciones, entonces el índice Cpk va ser igual que al Cp.

Si el proceso no está centrado, entonces el valor del índice Cpk será menor que el Cp. Valores de Cpk mayores que uno indicarán que se está produciendo artículos que cumplen con las especificaciones, mientras que valores menores que uno que se está produciendo fuera de las especificaciones

2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y SITUACIÓN ACTUAL

2.1 Descripción del proceso de producción del clavo de 1 1/2" de longitud

El proceso para el clavo de 1 1/2" en esta planta inicia en la sección de trefilado, donde a partir de un alambroón de 5.5mm de diámetro calidad AISI 1008 se forman bobinas de alambre de diámetro nominal de 1.84mm. Ésta sección cuenta con una máquina de estirado con capacidad máxima de 180 quintales diarios (7.5 qq/hora).

Posteriormente, las bobinas de alambre son transportadas a la sección de conformado que cuenta con 3 máquinas de igual capacidad (6 quintales diarios = 0.75 qq/hora) que se encargan de dar forma al clavo y depositarlo en recipientes. Seguidamente, el clavo es trasladado a la sección de pulido para vertirlos en alguna de las 4 máquinas pulidoras (de capacidad 2.85 qq/hora cada una) que son las encargadas de limpiar la superficie del clavo.

Cuando el proceso de pulido ha terminado, se lleva a cabo el empaque, vaciando el contenido de la pulidora en cajas de cartón de 50 libras, que seguidamente son ajustadas en su peso en una balanza para, por último, ser selladas con grapa y cola blanca.

2.2 Especificaciones del clavo de 1 1/2"

2.2.1 Dimensiones

- A. Longitud: 1.50 pulgadas +/- 1/16"
- B. Diámetro de espiga: 1.80 mm +/- 0.05 mm
- C. Diámetro de cabeza: 4.00 mm +/- 0.5 mm

2.2.2 Empaque

- A. Caja de 50 lbs +/- 0.0625 lbs.
- B. Unidades por libra: 540 +/- 10 unidades.

2.3 Variables controladas dentro del proceso actual y análisis de las mismas

Esta planta cuenta con personal de control de calidad únicamente en la sección de trefilado, no así en las secciones de conformado y pulido de clavo. A continuación se describen los controles que se llevan por sección.

2.3.1 Sección de trefilado

En esta sección, el operario de la máquina trefiladora se encarga de monitorear periódicamente, con un micrómetro, el diámetro al final y en los pasos anteriores del proceso. Los datos no son registrados en ningún formato, simplemente le sirven de referencia al operador para hacer los ajustes que, en base a su conocimiento, considere necesario.

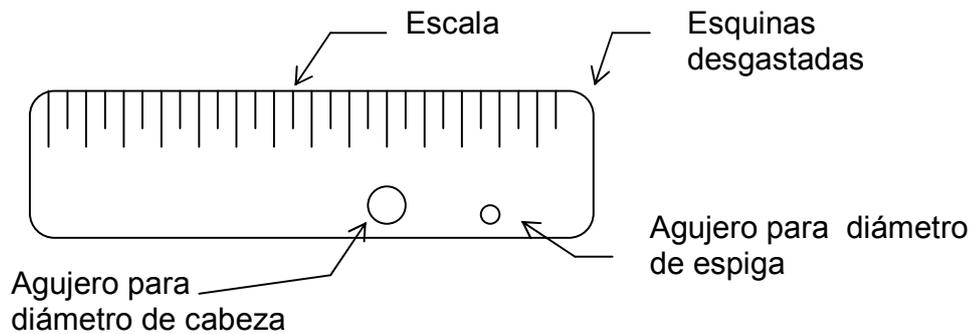
Aunque las mediciones son llevadas a cabo varias veces durante el día, no existe un período previamente determinado entre cada una. Sin embargo, el personal de control de calidad colabora en la medición del diámetro final aproximadamente cada hora. Si hay alambre fuera de especificación, entonces se procede a establecer el rango que ocupa dentro de la bobina la producción fuera de especificación. Si el diámetro del alambre excede el diámetro máximo especificado, existe la posibilidad de reingresar el alambre a la trefiladora y ajustar la medida, en cambio, si fuera el caso contrario es decir que no llegue al mínimo, el material es desechado.

2.3.2 Sección de conformado

En esta sección no se cuenta con personal de control de calidad, por lo que son los operarios y ayudantes de la maquinaria los encargados de monitorear la producción. Para ello, periódicamente miden la longitud del clavo, el diámetro de la espiga y el diámetro de la cabeza.

Los datos no son registrados en ningún formato. Al igual que en el caso del trefilado, sirven al operador para ajustar la máquina instantáneamente, si es que alguna de las dimensiones estuviese fuera de especificación. Para medir utiliza un instrumento como el que se ilustra en la figura 8, el cual cuenta con agujeros que dan el diámetro de la cabeza y el diámetro de la espiga simplemente por comparación, también tiene una escala con una marca que corresponde a la longitud nominal del clavo.

Figura 8. Aparato utilizado actualmente para medir



Estos instrumentos, debido a que han trabajado en la planta durante mucho tiempo, ya presentan en su superficie un desgaste considerable que ha hecho que la escala sea borrosa, que las esquinas no sean agudas sino más bien curvas, lo cual imposibilita una lectura correcta de la longitud, además, los agujeros ya no tienen ni el diámetro ni la simetría original, lo que impide medir con un buen grado de certeza el diámetro y la espiga.

Otro factor que complica el buen control de la producción es que, por cuestiones de distribución de personal, sólo se cuenta con un operador y un ayudante para las tres máquinas, lo cual no es suficiente, considerando que el monitorear la calidad del producto no es su única función sino que además se ocupan de otras tareas rutinarias, como alimentar las máquinas, trasladar el producto a pulido, etc.

2.3.3 Sección de pulido

En esta sección tampoco se cuenta con personal de control de calidad, por lo que, al igual que en el conformado, es el operador de las máquinas el único encargado del resultado del pulido, pesado y empaque.

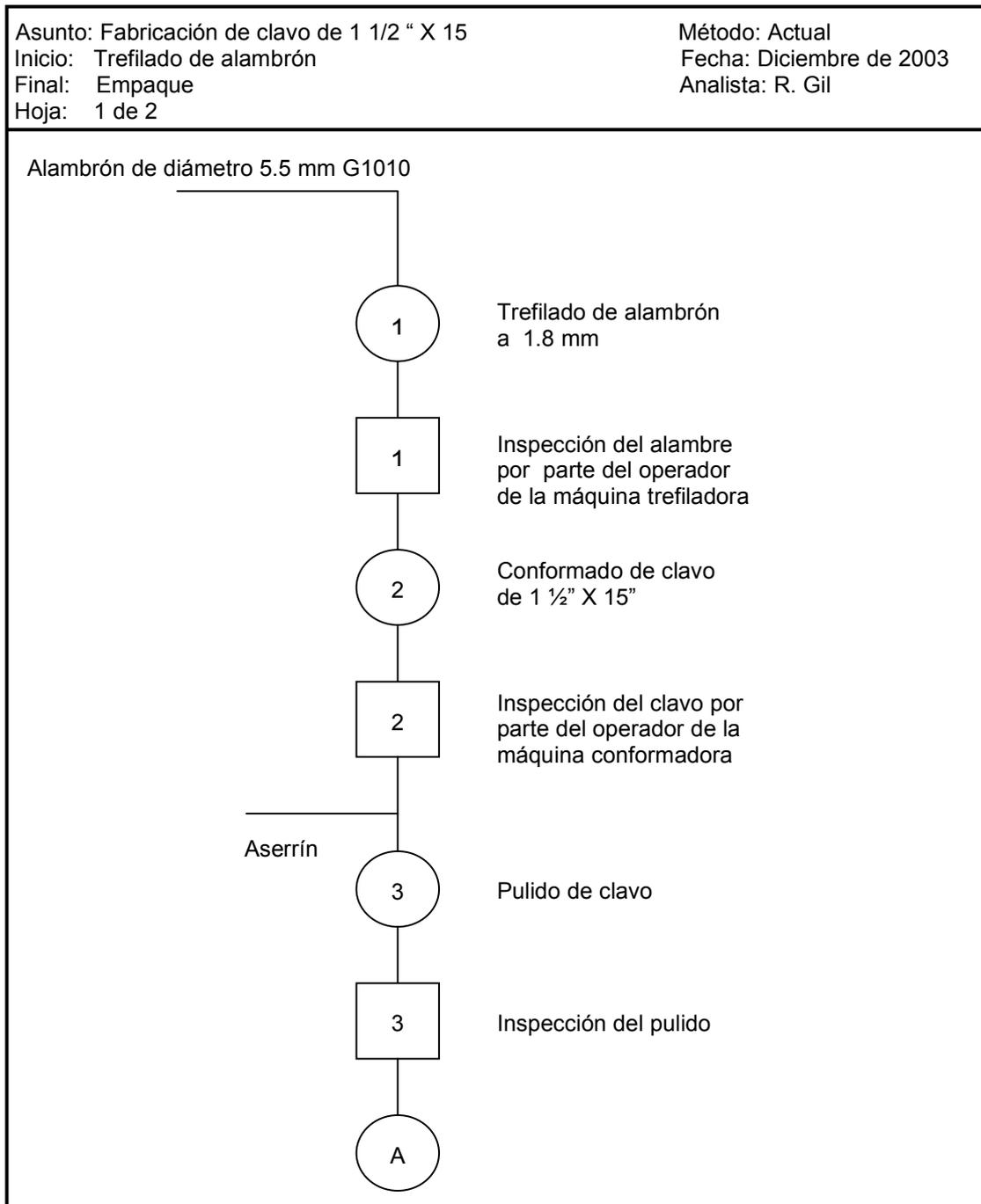
Después de que la máquina pulidora ya ha terminado su trabajo, el operario toma como muestra un puño de clavo y realiza una inspección visual, si percibe que ya no tiene grasa en su superficie y ya ha adquirido un brillo considerable, entonces inicia el vaciado en las cajas de empaque, de lo contrario procede a dejar que la máquina trabaje un poco más y agregará más aserrín.

Después de que ha vaciado en las cajas, procede a pesar en la balanza para agregar o quitar clavo de la caja según sea el caso de acuerdo a lo especificado. Acá tampoco se registra en algún documento los resultados que se vayan obteniendo.

En las figuras 9,10 y 11 se ilustran el diagrama de proceso, de flujo y de recorrido, respectivamente.

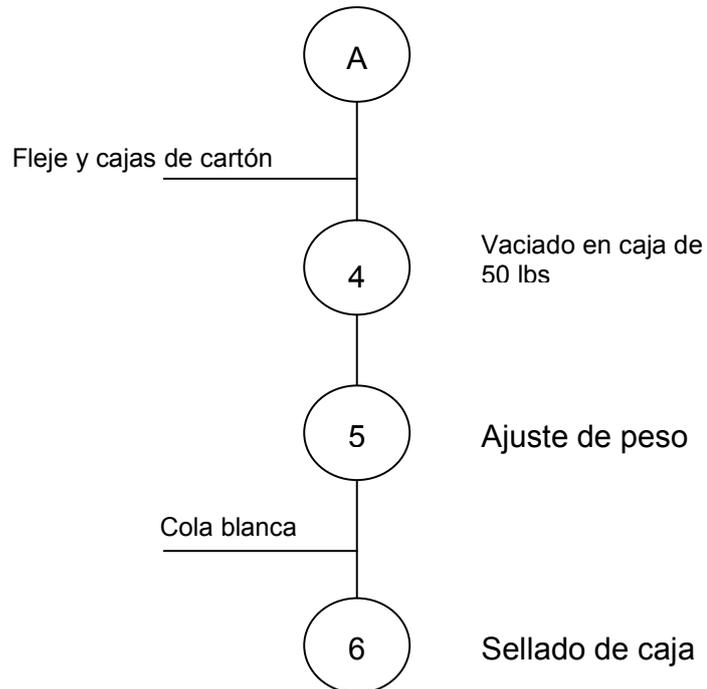
2.4 Diagrama de operaciones

Figura 9. Diagrama de operaciones de clavo de 1 1/2" X 15



Asunto: fabricación de clavo de 1 ½" X 15
 Inicio: trefilado de alambón
 Final: empaque
 Hoja: 2 de 2

Método: actual
 Fecha: diciembre 2003
 Analista: R. Gil

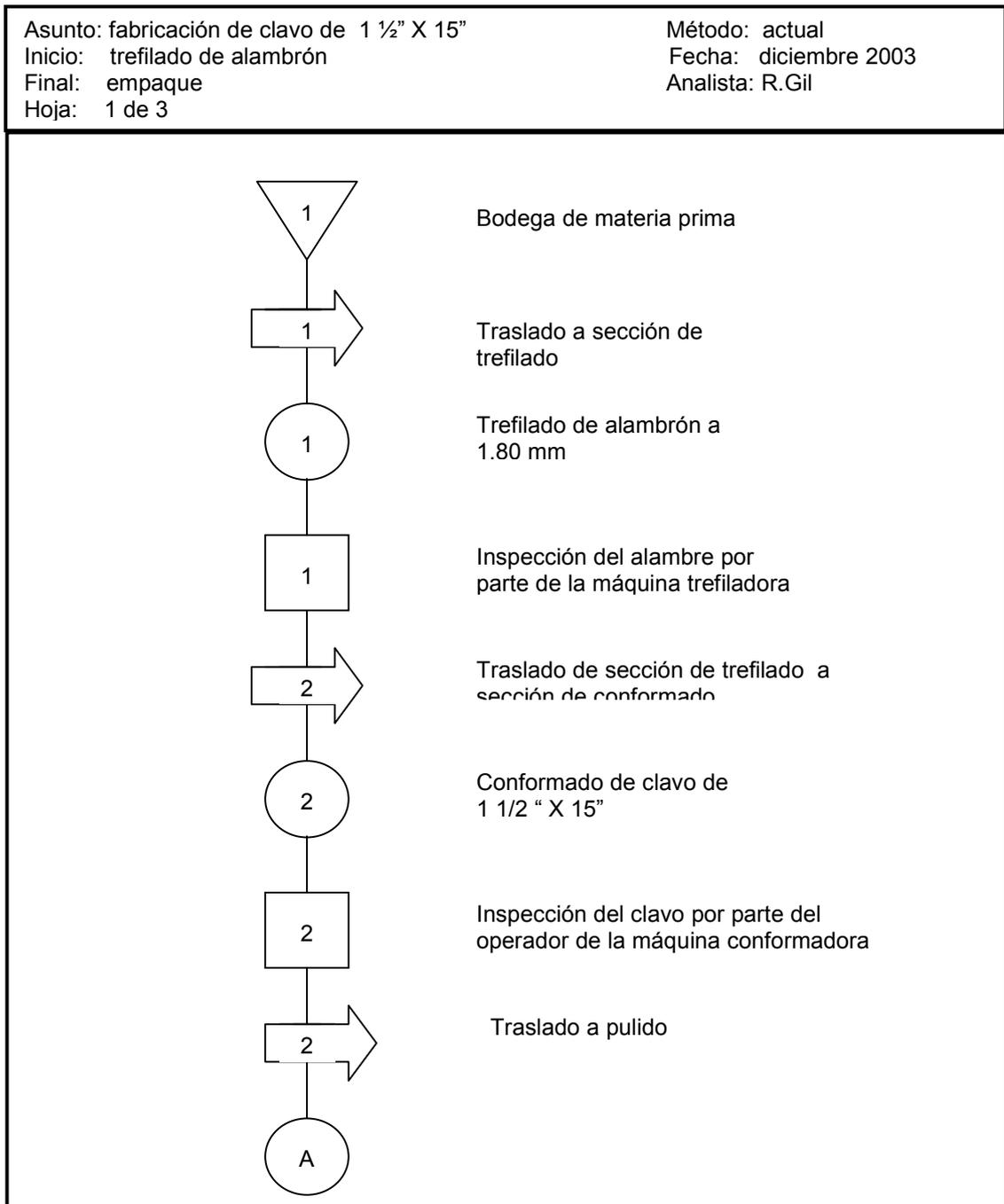


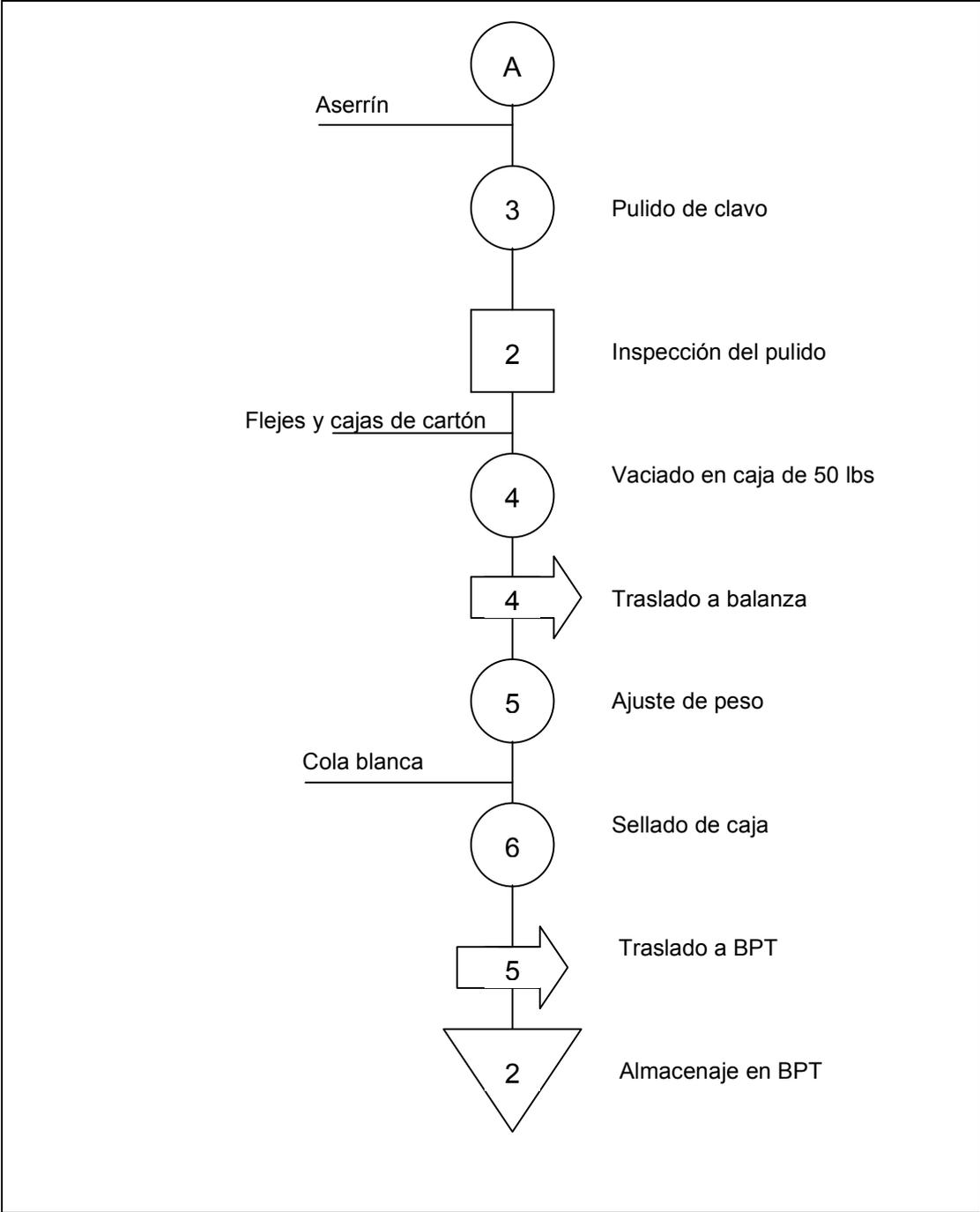
Resumen

Evento	Símbolo	Cantidad
Operaciones	○	6
Inspecciones	□	3
Ritmo de operación: 6 qq diarios		

2.5 Diagrama de flujo

Figura 10. Diagrama de flujo de clavo de 1 1/2" X 15



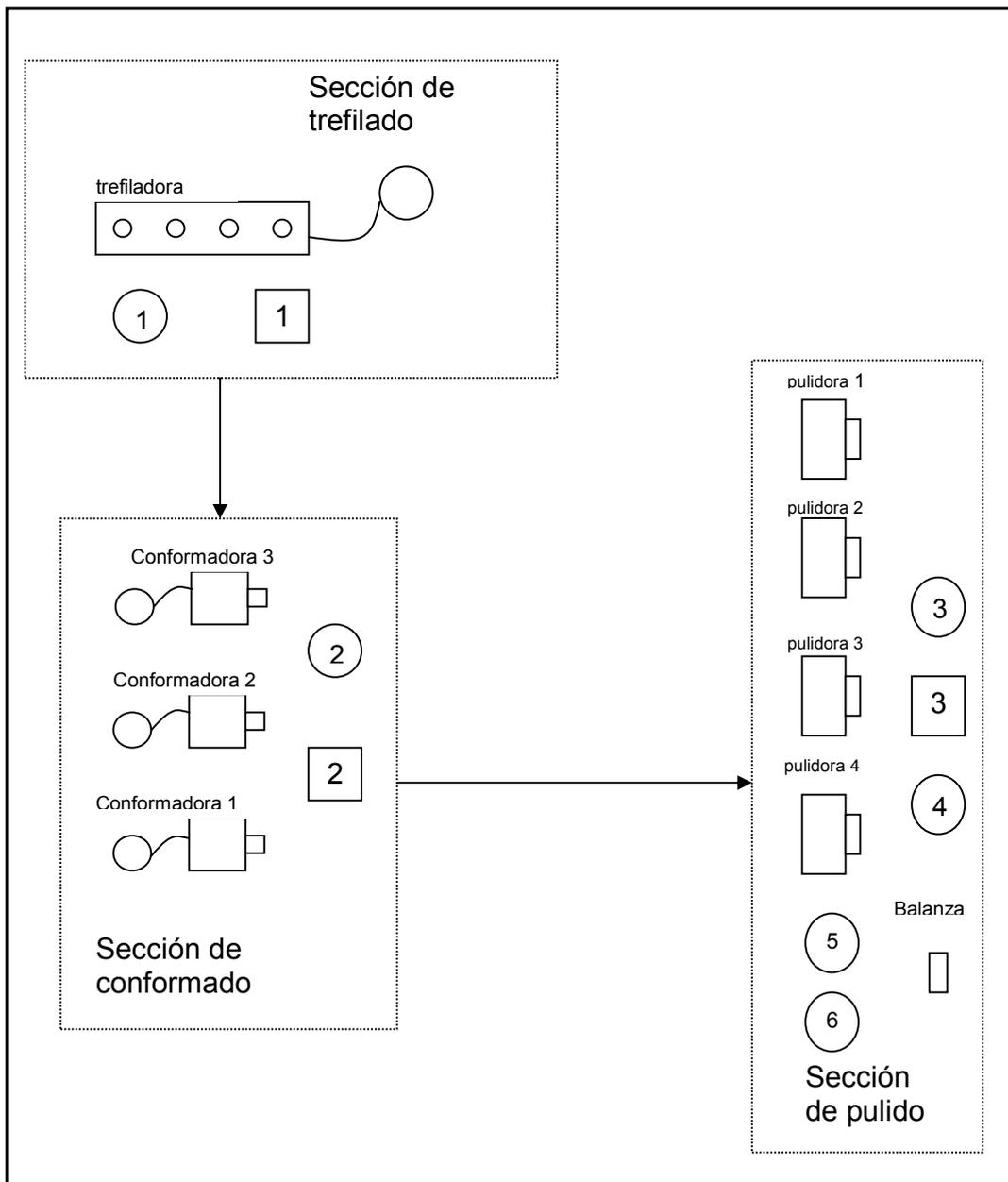


Resumen

Evento	Símbolo	Cantidad
Operación		6
Inspección		3
Traslado		5
Bodegas		2

2.6 Diagrama de recorrido

Figura 11. Diagrama de recorrido de clavo de 1 1/2" X 15



3. PROPUESTA DE VARIABLES DE CONTROL A IMPLANTAR

3.1 Determinación y justificación de variables a monitorear

De acuerdo con distintas normas internacionales, es necesario para la fabricación de un clavo de cualquier medida especificar y, por lo tanto, controlar las siguientes medidas:

- A. Longitud total del clavo
- B. Longitud de punta
- C. Diámetro de cabeza
- D. Espesor de cabeza
- E. Diámetro de espiga

3.1.1 Longitud de clavo

Es la totalidad de la longitud del clavo medida desde la cabeza hasta la punta. Dentro de los controles actuales del proceso se aplica esta medición, pero no de una forma metódica ni con la instrumentación adecuada.

3.1.2 Longitud de punta

La longitud de punta se determina midiendo en los dos lados del clavo y sacando el promedio de ambas medidas. Esta medida no se controla actualmente, ya que es necesaria la utilización de un calibrador Vernier.

3.1.3 Diámetro de cabeza

Es imposible lograr una circunferencia perfecta durante el conformado, por tal razón, para establecer el diámetro de cabeza se deben realizar al menos tres mediciones y promediar la mayor con la menor. En el proceso únicamente se hace una prueba de "pasa-no pasa" mediante una plantilla agujereada.

3.1.4 Espesor de cabeza

Al igual que en el diámetro, se deben hacer tres mediciones y obtener el promedio de la mayor con la menor. De esta medición no se lleva ningún control en el proceso actual.

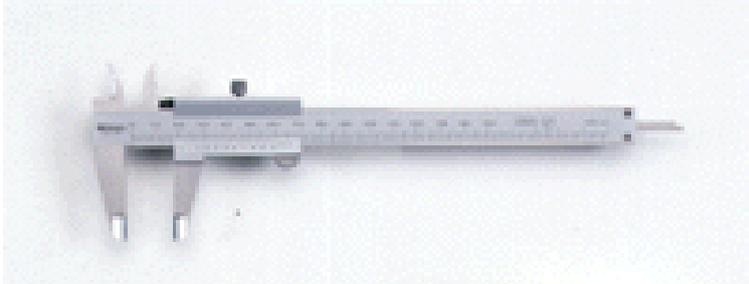
3.1.5 Diámetro de espiga

El diámetro de espiga sale del proceso de trefilación, lo cual hace que tenga muy pocas variaciones, por tanto para calcular se utiliza el promedio de sólo dos mediciones.

3.1.6 Instrumentación necesaria para la toma de medidas

Debido a que medidas como la longitud de punta, el diámetro de la cabeza, el diámetro de la espiga y el espesor de la misma son pequeñas y que se debe de controlar las variaciones dentro del proceso que estas vayan teniendo, se hace necesario el uso un instrumento de medición de alta precisión, por lo que se considera que el calibrador Vernier o Pie de Rey (figura 12), es la opción más adecuada. La precisión de estos aparatos es de ± 0.005 mm, lo cual garantiza mediciones lo suficientemente confiables.

FIGURA 12. Calibrador Vernier



3.2 Diseño de formatos para registro de la información

El tener un formato para cada una de las variables que se desean controlar implica tener cinco formularios, además, interesa tener una diferenciación entre cada una de las tres máquinas. Esto implica que para realizar el muestreo se tendrían que manejar simultáneamente quince formatos, lo cual es una cantidad considerable de papelería que además de facilitar equivocaciones a la hora de registrar las mediciones, hace que este procedimiento sea más lento.

Por lo anterior se considera que es conveniente tener un solo formato por máquina, en el cual se anoten todas las mediciones de cada una de las variables, con lo anterior se reduce la cantidad de papelería a tres formularios a la vez en lugar de quince.

En la figura 13 se muestra la hoja propuesta para el registro de la información

Figura 13. Formato de registro de medidas

Hoja de registro de datos
Clavo de 1 1/2" X 15

Máquina No:
Fecha:
Turno:
Operario:

Hora:

No.	1	2	3	4	Media	Rango
Longitud de clavo (mm)						
Diámetro de espiga (mm)						
Longitud de punta (mm)						
Diámetro de cabeza (mm)						
Espesor de cabeza (mm)						

Hora:

No.	1	2	3	4	Media	Rango
Longitud de clavo (mm)						
Diámetro de espiga (mm)						
Longitud de punta (mm)						
Diámetro de cabeza (mm)						
Espesor de cabeza (mm)						

Hora:

No.	1	2	3	4	Media	Rango
Longitud de clavo (mm)						
Diámetro de espiga (mm)						
Longitud de punta (mm)						
Diámetro de cabeza (mm)						
Espesor de cabeza (mm)						

3.3 Establecimiento de límites de control por máquina

Para la determinación de los límites se tomaron muestras de cuatro unidades, las cuales fueron recolectadas durante 4 días. El muestreo se realizó cada dos horas.

Considerando tiempos de paro por cada máquina para cambios de cuchillas, matrices, etc, se recolectaron 51 muestras (204 clavos) para la máquina 1, 52 para la máquina 2 (208 clavos), y 45 para la máquina 3 (180 clavos). Los datos de longitud de clavo, longitud de punta, diámetro de espiga, diámetro de cabeza y espesor de cabeza que fueron utilizados para el establecimiento de los límites de control de las tres máquinas, aparecen tabulados en los apéndices del 2 al 16.

3.3.1 Límites de control para máquina 1

3.3.1.1 Longitud de clavo máquina 1

Cálculo de límites para gráfico de medias:

$$LC_{\bar{x}} = \bar{X} \pm A_2 R'$$

$$A_2 = 0.729 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4\text{)}$$

$$\bar{X} = 39.42 ; A_2 = 0.729 ; R' = 0.29 \text{ (ver apéndice 2)}$$

$$LCS_{\bar{x}} = 39.42 + 0.729(0.29) = 39.64$$

$$LCI_{\bar{x}} = 39.42 - 0.729(0.29) = 39.21$$

Cálculo de límites para gráfico de rangos:

$$LCS_R = D_4 R'$$

$$LCI_R = D_3 R'$$

$$R' = 0.29 ; D_4 = 2.282 ; D_3 = 0 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$LCS_R = 2.282(0.29) = 0.67$$

$$LCI_R = 0(0.29) = 0$$

En las figuras 14 y 15 se muestran los gráficos de medias y rangos para la longitud de clavo de esta máquina.

Figura 14. Gráfico de control de medias de longitud de clavo máquina 1

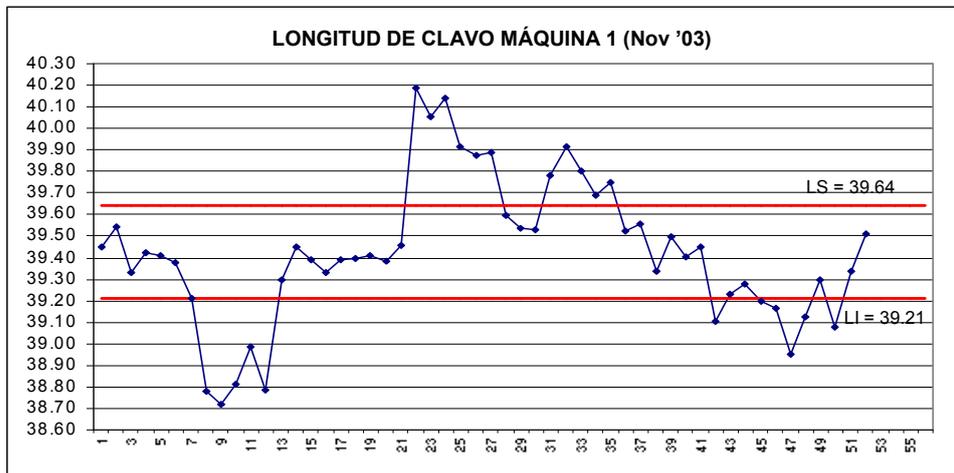
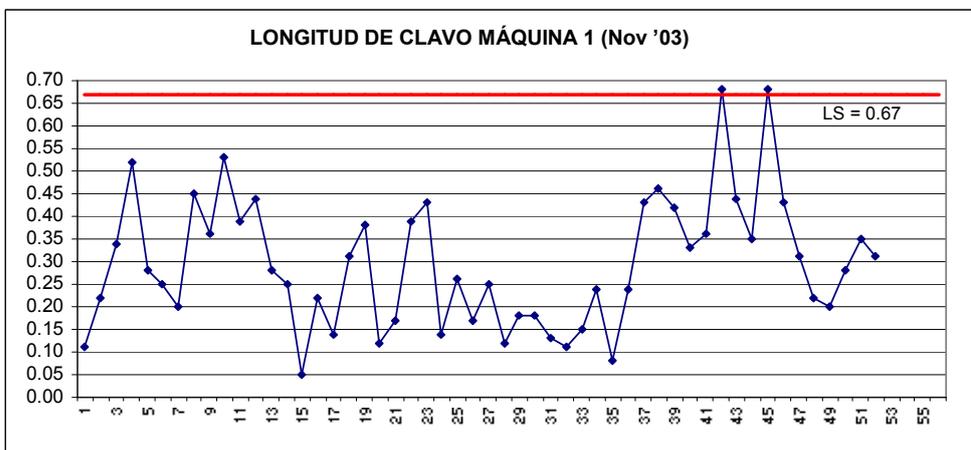


Figura 15. Gráfico de control de rangos de longitud de clavo máquina 1



3.3.1.2 Diámetro de espiga máquina 1

Cálculo de límites para gráfico de medias:

$$LC_{x'} = \bar{X}'' \pm A_2 R'$$

$$A_2 = 0.729 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$\bar{X}'' = 1.795 ; A_2 = 0.729 ; R' = 0.012 \text{ (ver apéndice 3)}$$

$$LCS_{x'} = 1.795 + 0.729(0.012) = 1.804$$

$$LCI_{x'} = 1.795 - 0.729(0.012) = 1.787$$

Cálculo de límites para gráfico de rangos:

$$LCS_R = D_4 R'$$

$$LCI_R = D_3 R'$$

$$R' = 0.012 ; D_4 = 2.282 ; D_3 = 0 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$LCS_R = 2.282(0.012) = 0.027$$

$$LCI_R = 0(0.012) = 0$$

En las figuras 16 y 17 se muestran los gráficos de medias y rangos para el diámetro de espiga de esta máquina.

Figura 16. Gráfico de control de medias de diámetro de espiga máquina 1

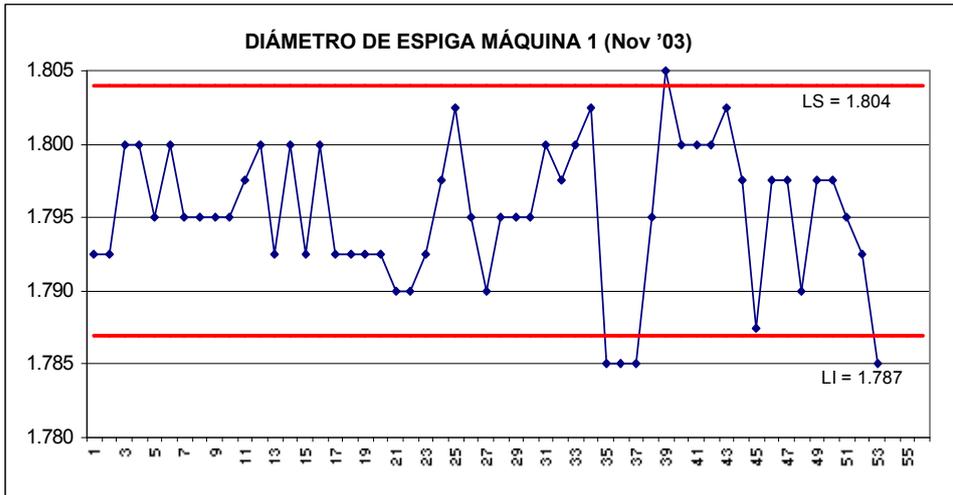
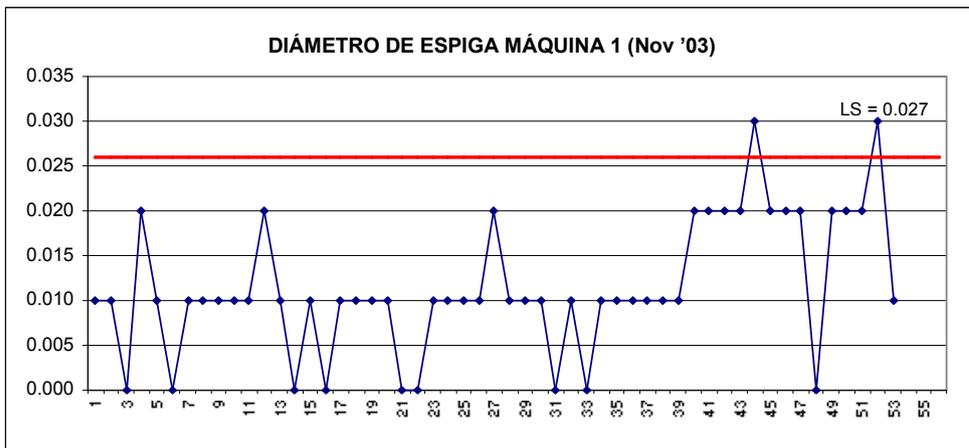


Figura 17. Gráfico de control de rangos de diámetro de espiga máquina 1



3.3.1.3 Longitud de punta máquina 1

Cálculo de límites para gráfico de medias:

$$LC_{x'} = \bar{X}'' \pm A_2 R'$$

$$A_2 = 0.729 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4\text{)}$$

$$\bar{X}'' = 2.55 ; A_2 = 0.729 ; R' = 0.12 \text{ (ver apéndice 4)}$$

$$LCS_{x'} = 2.55 + 0.729(0.12) = 2.64$$

$$LCI_{x'} = 2.55 - 0.729(0.12) = 2.47$$

Cálculo de límites para gráfico de rangos:

$$LCS_R = D_4 R'$$

$$LCI_R = D_3 R'$$

$$R' = 0.12 ; D_4 = 2.282 ; D_3 = 0 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4\text{)}$$

$$LCS_R = 2.282(0.12) = 0.27$$

$$LCI_R = 0(0.012) = 0$$

En las figuras 18 y 19 se muestran los gráficos de medias y rangos para la longitud de punta de esta máquina.

Figura 18. Gráfico de control de medias de longitud de punta máquina 1

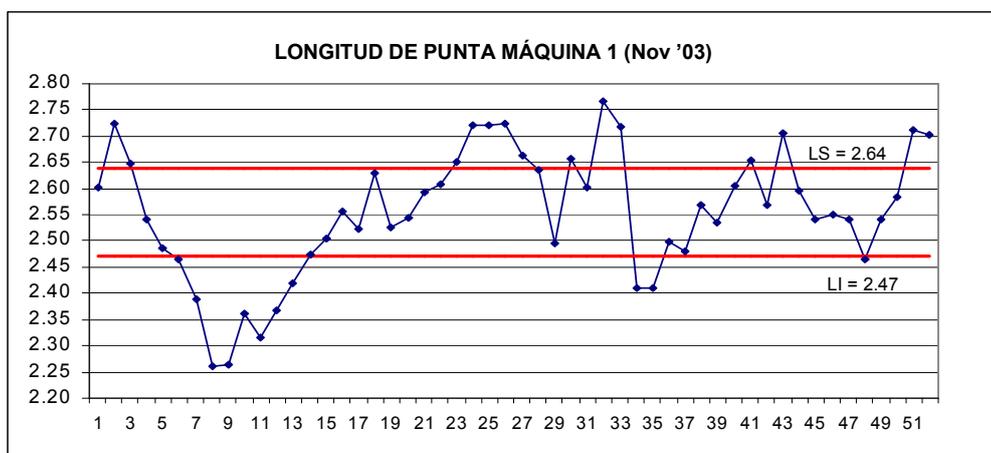
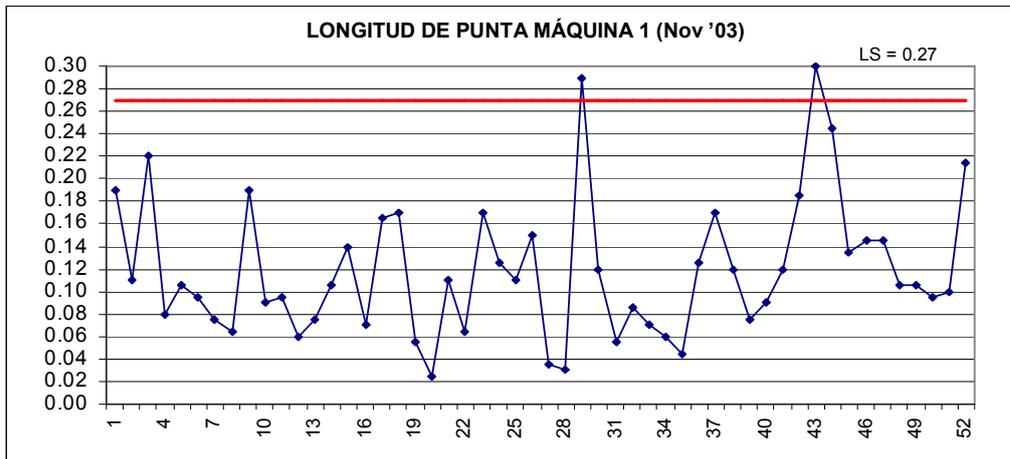


Figura 19. Gráfico de control de rangos de longitud de punta máquina 1



3.3.1.4 Diámetro de cabeza máquina 1

Cálculo de límites para gráfico de medias:

$$LC_{x'} = \bar{X}'' \pm A_2 R'$$

$A_2 = 0.729$ (ver apéndice 1 para $n = 4$)

$\bar{X}'' = 3.86$; $A_2 = 0.729$; $R' = 0.08$ (ver apéndice 5)

$$LCS_{x'} = 3.86 + 0.729(0.08) = 3.92$$

$$LCI_{x'} = 3.86 - 0.729(0.08) = 3.80$$

Cálculo de límites para gráfico de rangos:

$$LCS_R = D_4 R'$$

$$LCI_R = D_3 R'$$

$R' = 0.08$; $D_4 = 2.282$; $D_3 = 0$ (ver apéndice 1 para $n = 4$)

$$LCS_R = 2.282(0.08) = 0.18$$

$$LCI_R = 0(0.08) = 0$$

En las figuras 20 y 21 se muestran los gráficos de medias y rangos para el diámetro de cabeza de esta máquina.

Figura 20. Gráfico de control de medias de diámetro de cabeza máquina 1

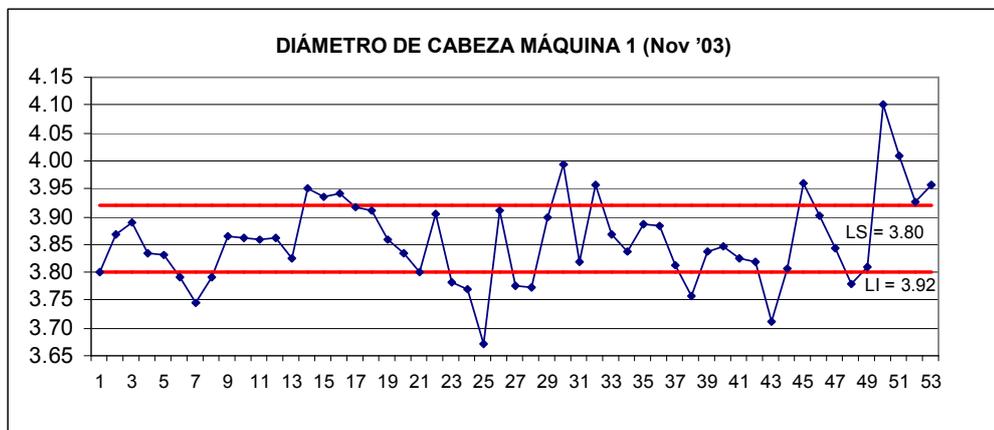
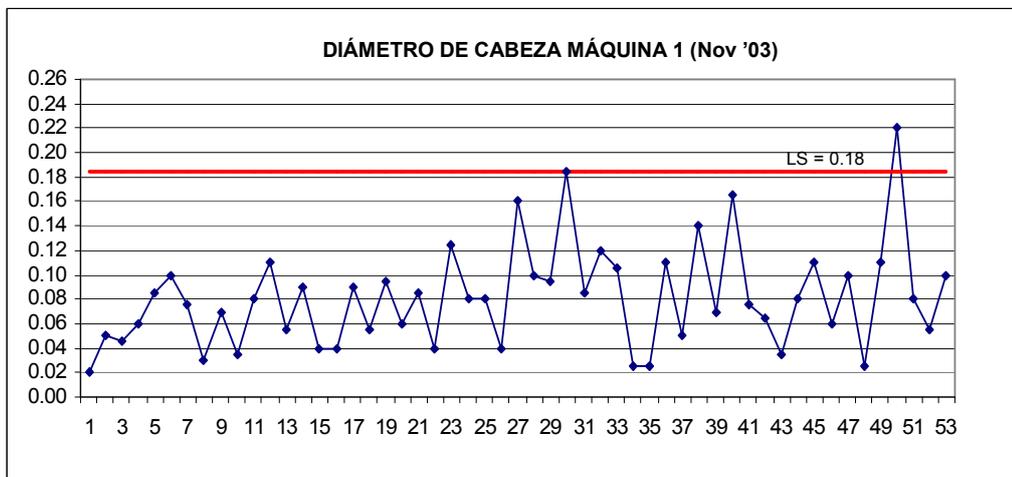


Figura 21. Gráfico de control de rangos de diámetro de cabeza máquina 1



3.3.1.5 Espesor de cabeza máquina 1

Cálculo de límites para gráfico de medias:

$$LC_X = \bar{X} \pm A_2 R$$

$$A_2 = 0.729 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$\bar{X} = 0.71 ; A_2 = 0.729 ; R' = 0.06 \text{ (ver apéndice 6)}$$

$$LCS_X = 0.71 + 0.729(0.06) = 0.76$$

$$LCI_X = 0.71 - 0.729(0.06) = 0.66$$

Cálculo de límites para gráfico de rangos:

$$LCS_R = D_4 R'$$

$$LCI_R = D_3 R'$$

$$R' = 0.06 ; D_4 = 2.282 ; D_3 = 0 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$LCS_R = 2.282(0.06) = 0.15$$

$$LCI_R = 0(0.06) = 0$$

En las figuras 22 y 23 se muestran los gráficos de medias y rangos para el espesor de cabeza de esta máquina.

Figura 22. Gráfico de control de medias de espesor de cabeza máquina 1

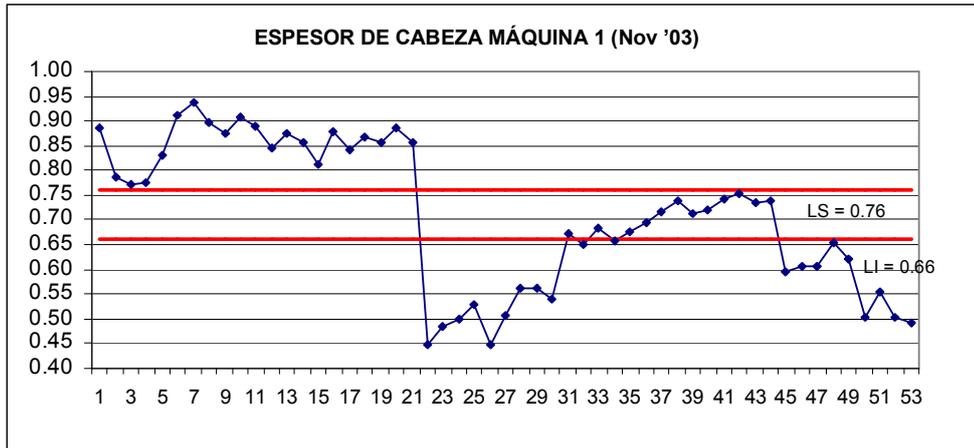
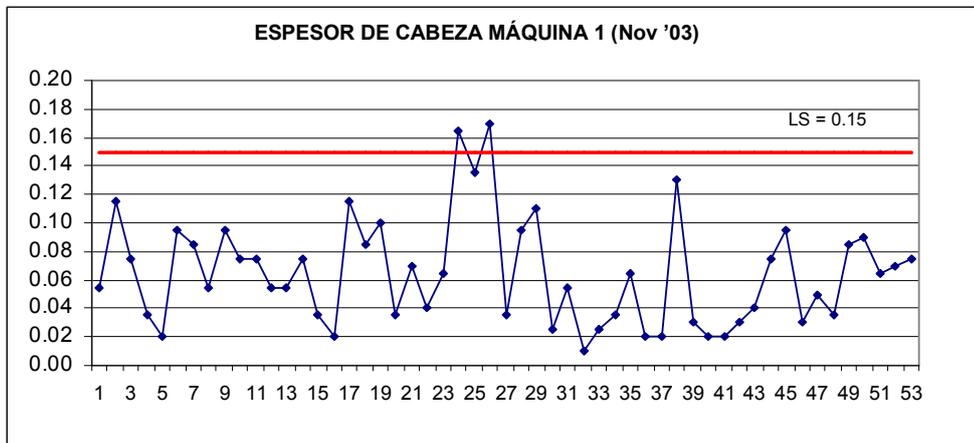


Figura 23. Gráfico de control de rangos de espesor de cabeza máquina 1



3.3.2 Límites de control para máquina 2

3.3.2.1 Longitud de clavo máquina 2

Cálculo de límites para gráfico de medias:

$$LC_{x'} = \bar{X}'' \pm A_2 R'$$

$$A_2 = 0.729 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4\text{)}$$

$$\bar{X}'' = 39.27 ; A_2 = 0.729 ; R' = 0.32 \text{ (ver apéndice 7)}$$

$$LCS_{x'} = 39.27 + 0.729(0.32) = 39.51$$

$$LCI_{x'} = 39.27 - 0.729(0.32) = 39.03$$

Cálculo de límites para gráfico de rangos:

$$LCS_R = D_4 R'$$

$$LCI_R = D_3 R'$$

$$R' = 0.32 ; D_4 = 2.282 ; D_3 = 0 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4\text{)}$$

$$LCS_R = 2.282(0.32) = 0.74$$

$$LCI_R = 0(0.32) = 0$$

En las figuras 24 y 25 se muestran los gráficos de medias y rangos para la longitud de clavo de esta máquina.

Figura 24. Gráfico de control de medias de longitud de clavo máquina 2

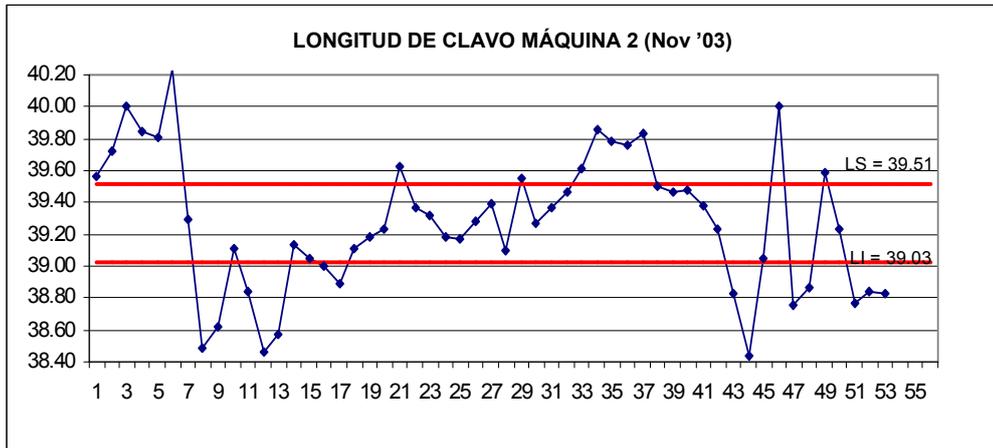
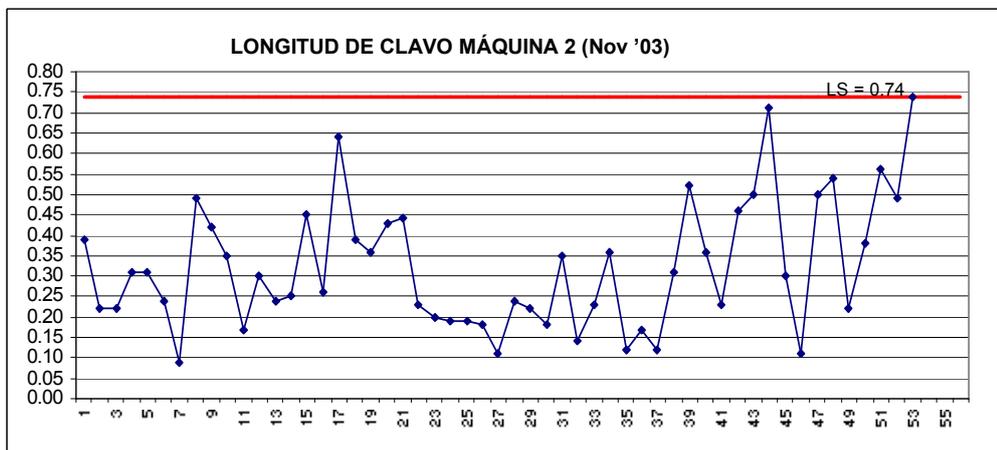


Figura 25. Gráfico de control de rangos de longitud de clavo máquina 2



3.3.2.2 Diámetro de espiga máquina 2

Cálculo de límites para gráfico de medias:

$$LC_{x'} = \bar{X}'' \pm A_2 R'$$

$$A_2 = 0.729 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4\text{)}$$

$$\bar{X}'' = 1.804 ; A_2 = 0.729 ; R' = 0.007 \text{ (ver apéndice 8)}$$

$$LCS_{x'} = 1.804 + 0.729(0.007) = 1.809$$

$$LCI_{x'} = 1.804 - 0.729(0.007) = 1.799$$

Cálculo de límites para gráfico de rangos:

$$LCS_R = D_4 R''$$

$$LCI_R = D_3 R''$$

$$R'' = 0.007 ; D_4 = 2.282 ; D_3 = 0 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4\text{)}$$

$$LCS_R = 2.282(0.007) = 0.016$$

$$LCI_R = 0(0.007) = 0$$

En las figuras 26 y 27 se muestran los gráficos de medias y rangos para el diámetro de espiga de esta máquina.

Figura 26. Gráfico de control de medias de diámetro de espiga máquina 2

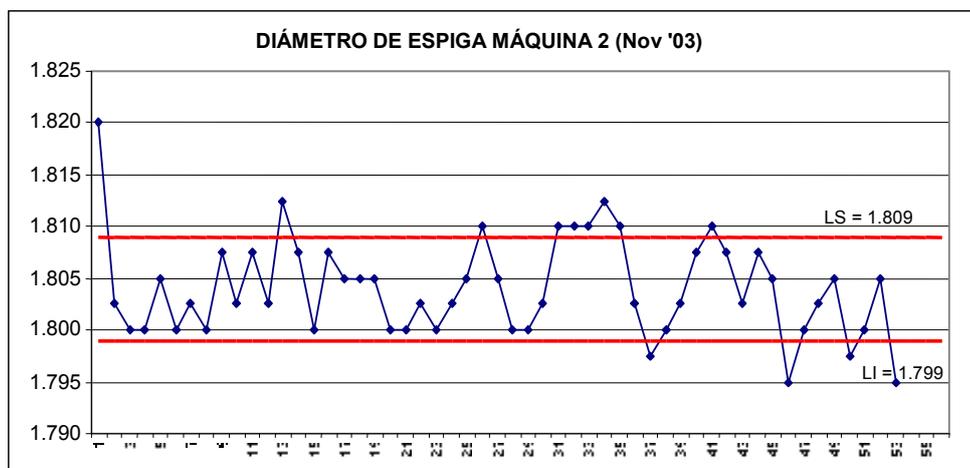
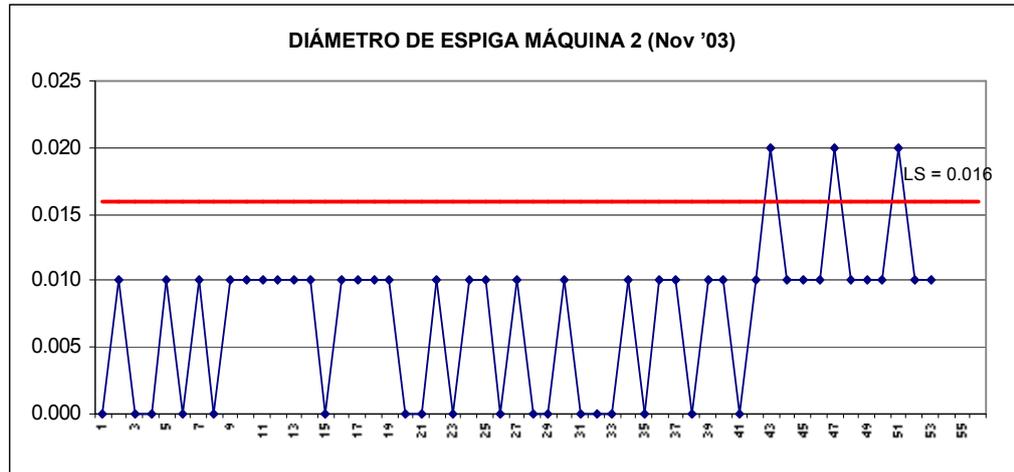


Figura 27. Gráfico de control de rangos diámetro de espiga de máquina 2



3.3.2.3 Longitud de punta máquina 2

Cálculo de límites para gráfico de medias:

$$LC_{X'} = \bar{X}'' \pm A_2 R'$$

$$A_2 = 0.729 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4 \text{)}$$

$$\bar{X}'' = 2.52 ; A_2 = 0.729 ; R' = 0.12 \text{ (ver apéndice 9)}$$

$$LCS_{X'} = 2.52 + 0.729(0.12) = 2.61$$

$$LCI_{X'} = 2.52 - 0.729(0.12) = 2.43$$

Cálculo de límites para gráfico de rangos:

$$LCS_R = D_4 R''$$

$$LCI_R = D_3 R''$$

$$R'' = 0.12 ; D_4 = 2.282 ; D_3 = 0 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4 \text{)}$$

$$LCS_R = 2.282(0.12) = 0.28$$

$$LCI_R = 0(0.12) = 0$$

En las figuras 28 y 29 se muestran los gráficos de medias y rangos para la longitud punta de esta máquina.

Figura 28. Gráfico de control de medias de longitud de punta máquina 2

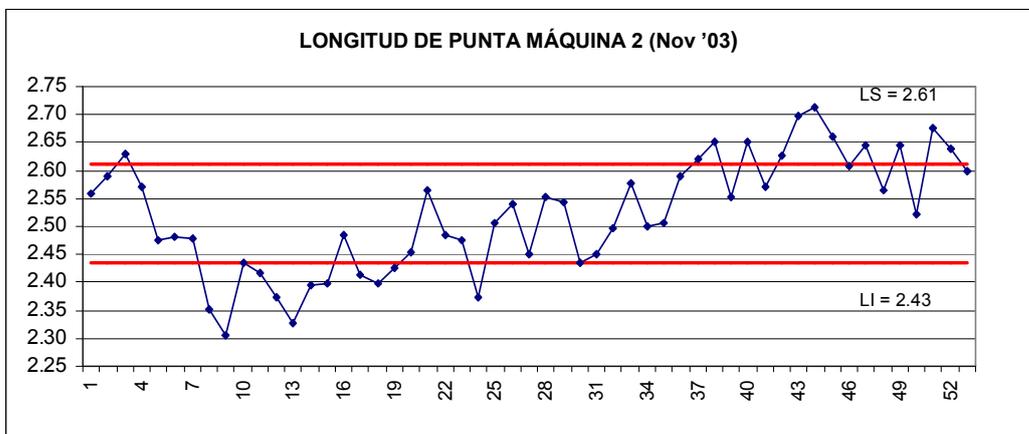
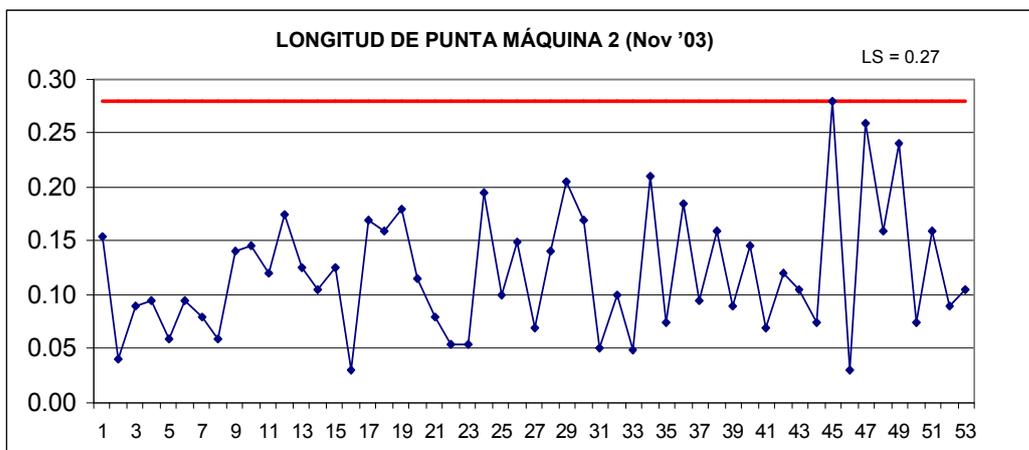


Figura 29. Gráfico de control de rangos longitud de punta de máquina 2



3.3.2.4 Diámetro de cabeza máquina 2

Cálculo de límites para gráfico de medias:

$$LC_{x'} = \bar{X} \pm A_2 R'$$

$$A_2 = 0.729 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$\bar{X} = 3.83 ; A_2 = 0.729 ; R' = 0.08 \text{ (ver apéndice 10)}$$

$$LCS_{x'} = 3.83 + 0.729(0.08) = 3.89$$

$$LCI_{x'} = 3.83 - 0.729(0.08) = 3.77$$

Cálculo de límites para gráfico de rangos:

$$LCS_R = D_4 R'$$

$$LCI_R = D_3 R'$$

$$R' = 0.08 ; D_4 = 2.282 ; D_3 = 0 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$LCS_R = 2.282(0.08) = 0.18$$

$$LCI_R = 0(0.08) = 0$$

En las figuras 30 y 31 se muestran los gráficos de medias y rangos para el diámetro de cabeza de esta máquina.

Figura 30. Gráfico de control de medias de diámetro de cabeza máquina 2

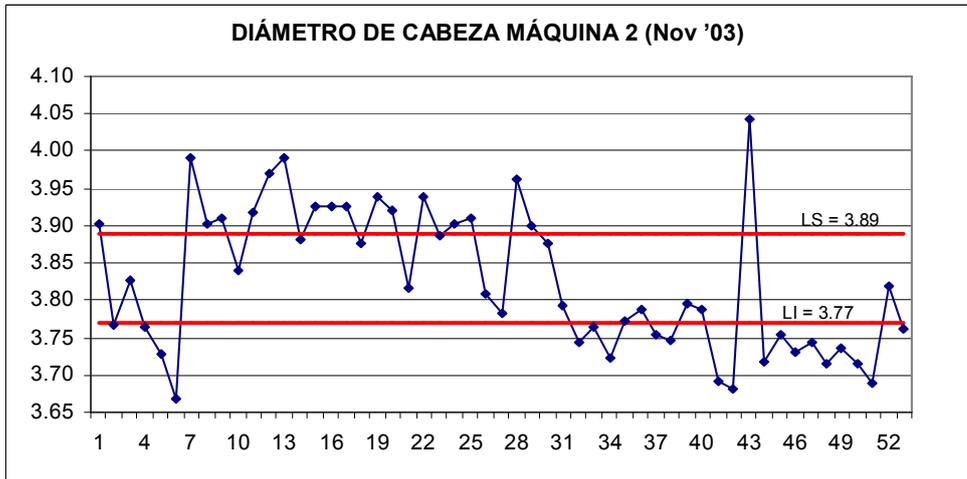
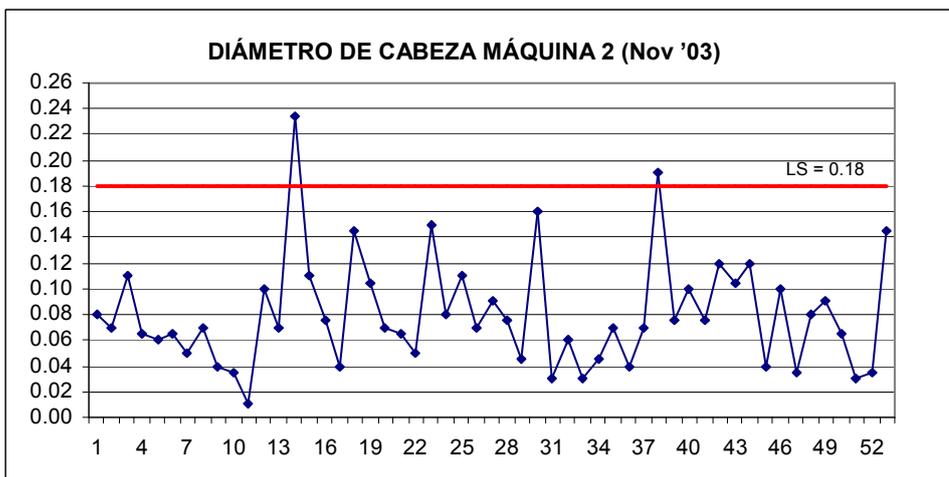


Figura 31. Gráfico de control de rangos de diâmetro de cabeça máquina 2



3.3.2.5 Espesor de cabeza máquina 2

Cálculo de límites para gráfico de medias:

$$LC_{x'} = \bar{X} \pm A_2 R'$$

$$A_2 = 0.729 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4\text{)}$$

$$\bar{X} = 0.73 ; A_2 = 0.729 ; R' = 0.06 \text{ (ver apéndice 11)}$$

$$LCS_{x'} = 0.73 + 0.729(0.06) = 0.78$$

$$LCI_{x'} = 0.73 - 0.729(0.06) = 0.68$$

Cálculo de límites para gráfico de rangos:

$$LCS_R = D_4 R'$$

$$LCI_R = D_3 R'$$

$$R' = 0.06 ; D_4 = 2.282 ; D_3 = 0 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4\text{)}$$

$$LCS_R = 2.282(0.06) = 0.15$$

$$LCI_R = 0(0.06) = 0$$

En las figuras 32 y 33 se muestran los gráficos de medias y rangos para el espesor de cabeza de esta máquina.

Figura 32. Gráfico de control de medias de espesor de cabeza máquina 2

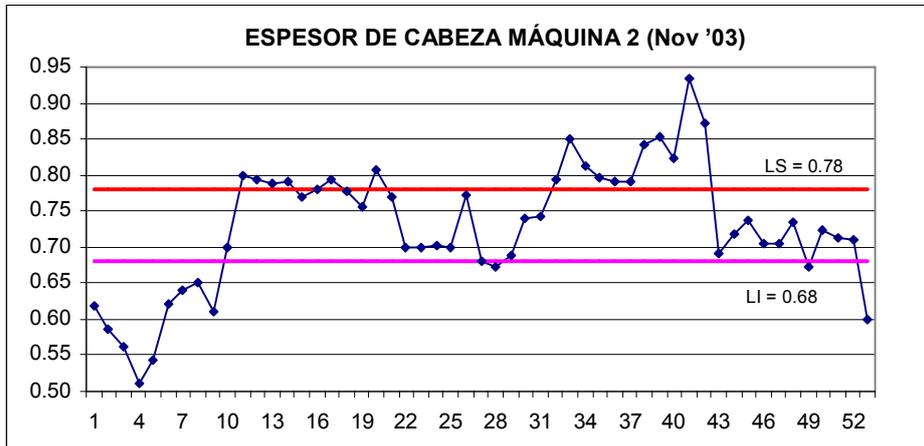
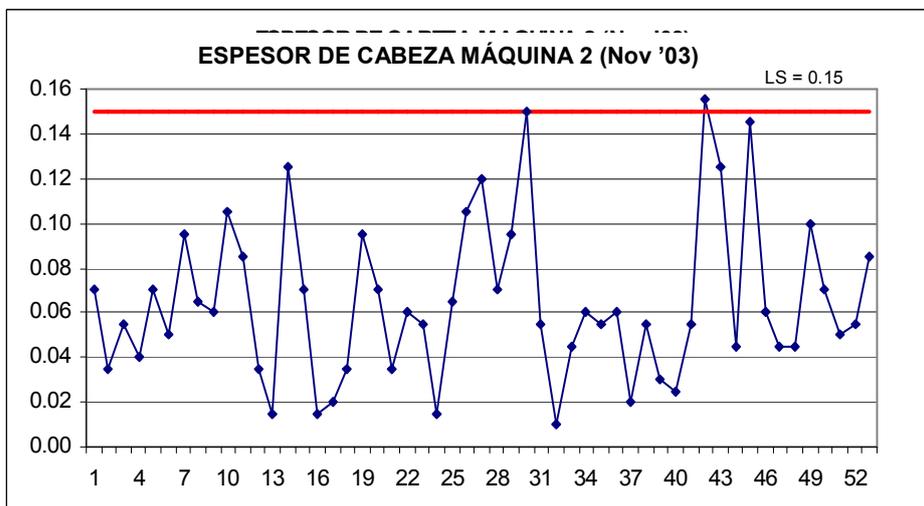


Figura 33. Gráfico de control de rangos de espesor de cabeza máquina 2



3.3.3 Límites de control para máquina 3

3.3.3.1 Longitud de clavo máquina 3

Cálculo de límites para gráfico de medias:

$$LC_{x'} = \bar{X}'' \pm A_2 R'$$

$$A_2 = 0.729 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$\bar{X}'' = 40.26 ; A_2 = 0.729 ; R' = 0.39 \text{ (ver apéndice 12)}$$

$$LCS_{x'} = 40.26 + 0.729(0.39) = 40.54$$

$$LCI_{x'} = 40.26 - 0.729(0.39) = 39.97$$

Cálculo de límites para gráfico de rangos:

$$LCS_R = D_4 R'$$

$$LCI_R = D_3 R'$$

$$R' = 0.39 ; D_4 = 2.282 ; D_3 = 0 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$LCS_R = 2.282(0.39) = 0.89$$

$$LCI_R = 0(0.39) = 0$$

En las figuras 34 y 35 se muestran los gráficos de medias y rangos para la longitud de clavo de esta máquina.

Figura 34. Gráfico de control de medias de longitud de clavo máquina 3

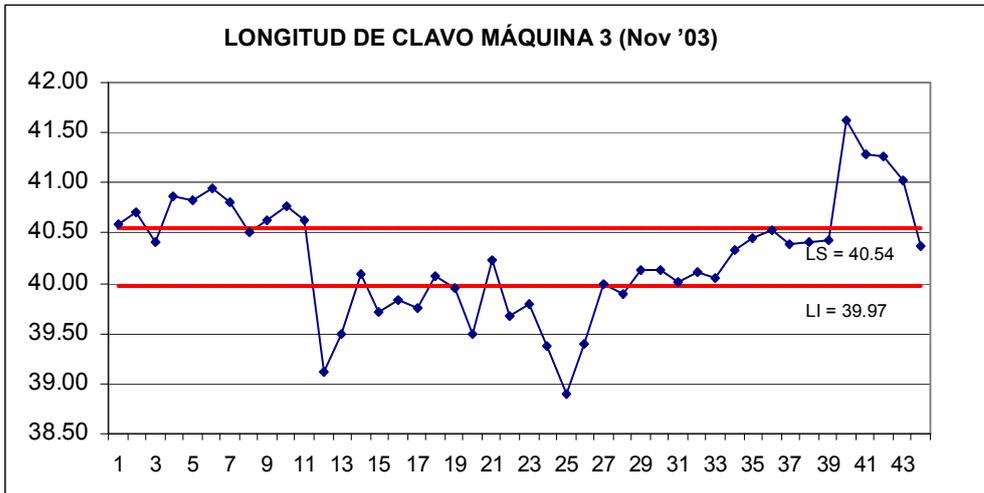
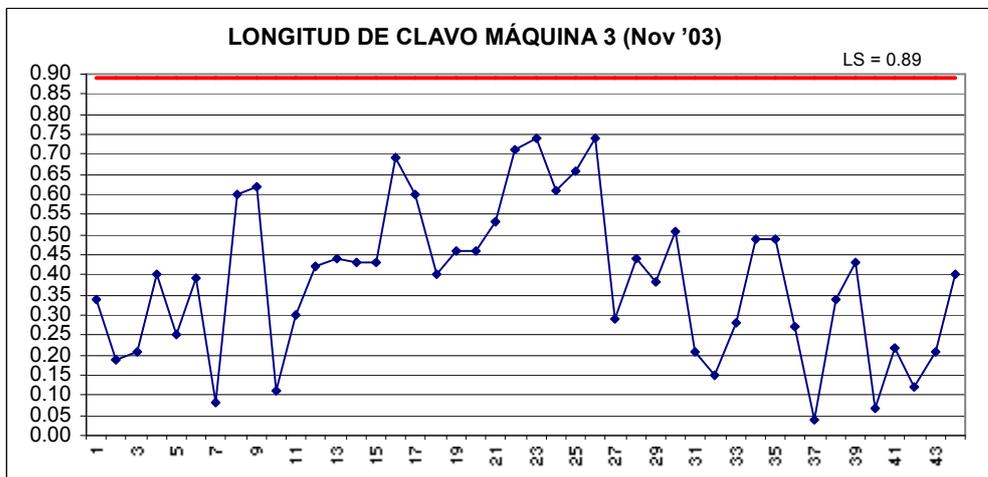


Figura 35. Gráfico de control de rangos de longitud de clavo máquina 3



3.3.3.2 Diámetro de espiga máquina 3

Cálculo de límites para gráfico de medias:

$$LC_{x'} = \bar{X}'' \pm A_2 R'$$

$$A_2 = 0.729 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$\bar{X}'' = 1.781 ; A_2 = 0.729 ; R' = 0.012 \text{ (ver apéndice 13)}$$

$$LCS_{x'} = 1.781 + 0.729(0.012) = 1.790$$

$$LCI_{x'} = 1.781 - 0.729(0.012) = 1.773$$

Cálculo de límites para gráfico de rangos:

$$LCS_R = D_4 R'$$

$$LCI_R = D_3 R'$$

$$R' = 0.012 ; D_4 = 2.282 ; D_3 = 0 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$LCS_R = 2.282(0.012) = 0.027$$

$$LCI_R = 0(0.012) = 0$$

En las figuras 36 y 37 se muestran los gráficos de medias y rangos para el diámetro de espiga de esta máquina.

Figura 36. Gráfico de control de medias de diámetro de espiga máquina 3

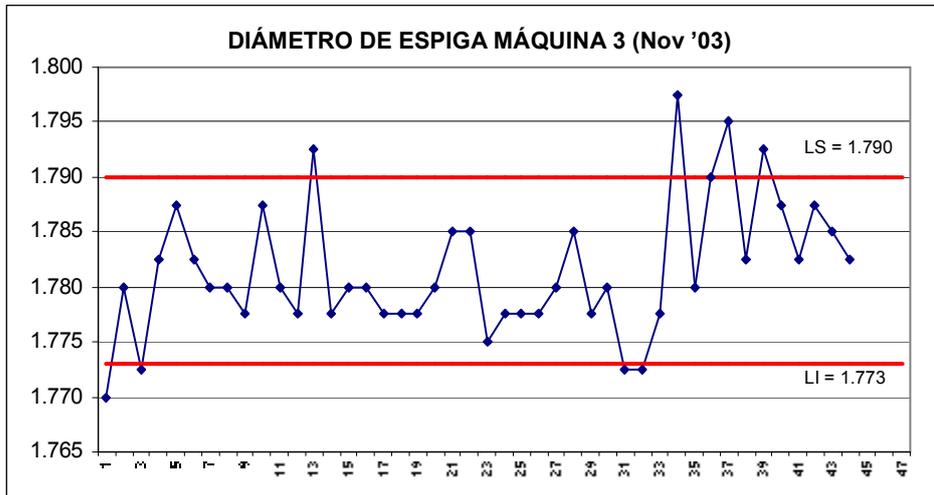
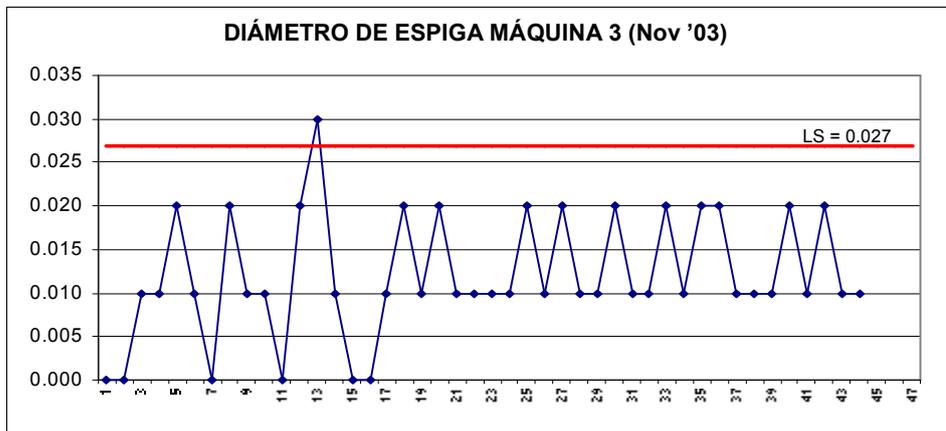


Figura 37. Gráfico de control de rangos de diámetro de espiga máquina 3



3.3.3.3 Longitud de punta máquina 3

Cálculo de límites para gráfico de medias:

$$LC_{x'} = \bar{X}'' \pm A_2 R'$$

$$A_2 = 0.729 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$\bar{X}'' = 2.46 ; A_2 = 0.729 ; R' = 0.12 \text{ (ver apéndice 14)}$$

$$LCS_{x'} = 2.46 + 0.729(0.12) = 2.54$$

$$LCI_{x'} = 2.46 - 0.729(0.12) = 2.38$$

Cálculo de límites para gráfico de rangos:

$$LCS_R = D_4 R'$$

$$LCI_R = D_3 R'$$

$$R = 0.12 ; D_4 = 2.282 ; D_3 = 0 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$LCS_R = 2.282(0.12) = 0.26$$

$$LCI_R = 0(0.12) = 0$$

En las figuras 38 y 39 se muestran los gráficos de medias y rangos para la longitud de punta de esta máquina.

Figura 38. Gráfico de control de medias de longitud de punta máquina 3

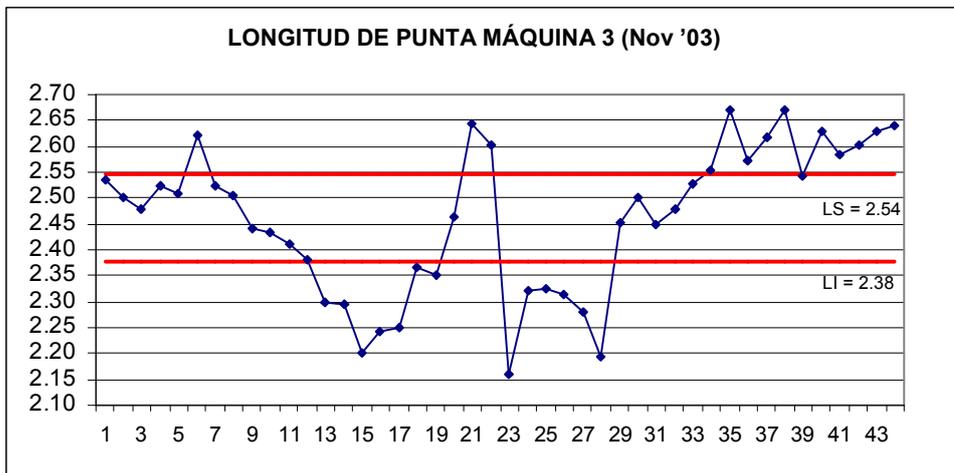
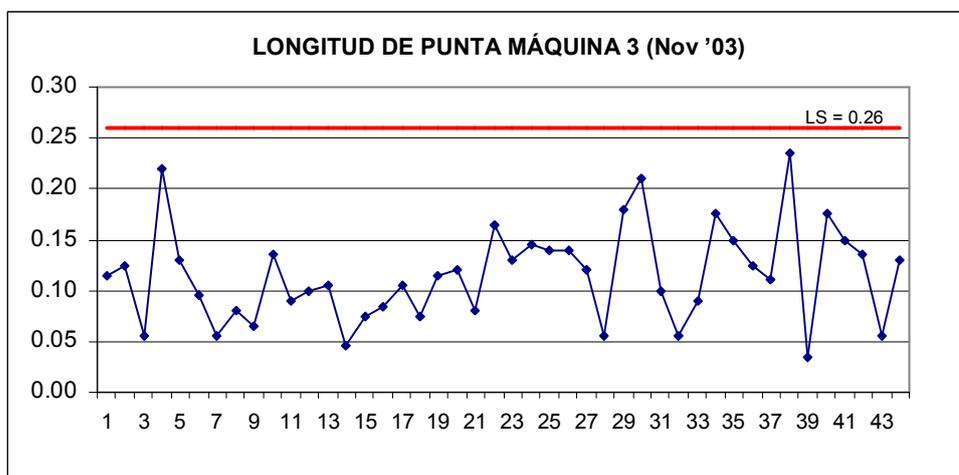


Figura 39. Gráfico de control de rangos de longitud de punta máquina 3



3.3.3.4 Diámetro de cabeza máquina 3

Cálculo de límites para gráfico de medias:

$$LC_{x'} = \bar{X}'' \pm A_2 R'$$

$A_2 = 0.729$ (ver apéndice 1 para $n = 4$)

$\bar{X}'' = 3.79$; $A_2 = 0.729$; $R' = 0.07$ (ver apéndice 15)

$$LCS_{x'} = 3.79 + 0.729(0.07) = 3.85$$

$$LCI_{x'} = 3.79 - 0.729(0.07) = 3.74$$

Cálculo de límites para gráfico de rangos:

$$LCS_R = D_4 R'$$

$$LCI_R = D_3 R'$$

$R' = 0.07$; $D_4 = 2.282$; $D_3 = 0$ (ver apéndice 1 para $n = 4$)

$$LCS_R = 2.282(0.07) = 0.16$$

$$LCI_R = 0(0.012) = 0$$

En las figuras 40 y 41 se muestran los gráficos de medias y rangos para el diámetro de cabeza de esta máquina.

Figura 40. Gráfico de control de medias de diámetro de cabeza máquina 3

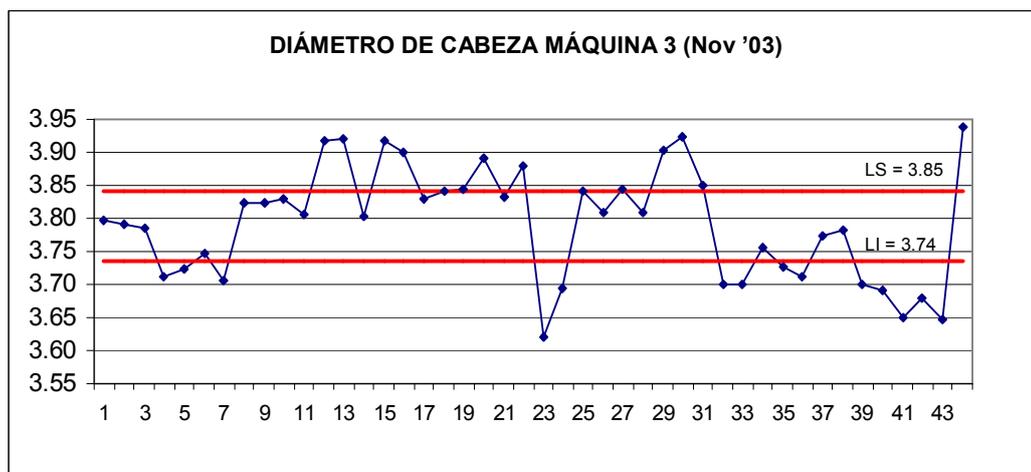
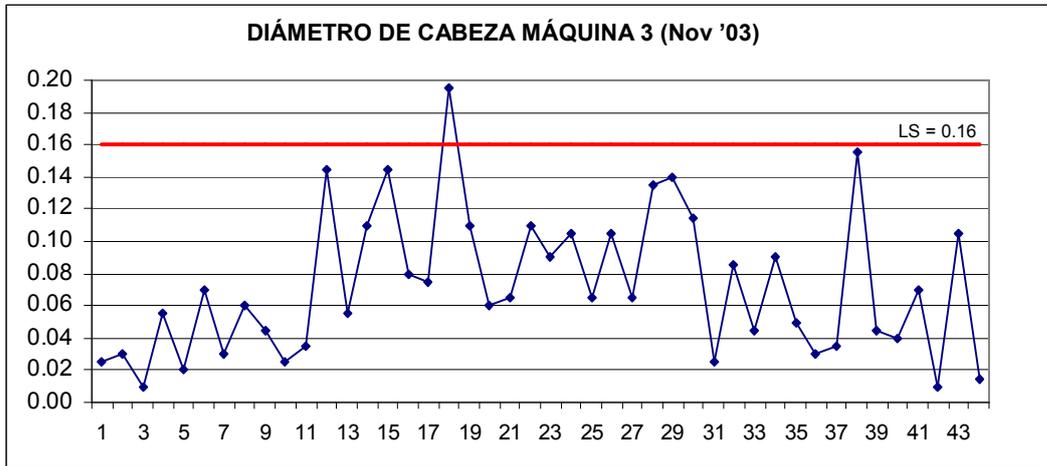


Figura 41. Gráfico de control de rangos de diámetro de cabeza máquina 3



3.3.3.5 Espesor de cabeza máquina 3

Cálculo de límites para gráfico de medias:

$$LC_{x'} = \bar{X}'' \pm A_2 R'$$

$A_2 = 0.729$ (ver apéndice 1 para $n = 4$)

$\bar{X}'' = 0.71$; $A_2 = 0.729$; $R' = 0.05$ (ver apéndice 16)

$$LCS_{x'} = 0.71 + 0.729(0.05) = 0.75$$

$$LCI_{x'} = 0.71 - 0.729(0.05) = 0.67$$

Cálculo de límites para gráfico de rangos:

$$LCS_R = D_4 R'$$

$$LCI_R = D_3 R'$$

$R' = 0.05$; $D_4 = 2.282$; $D_3 = 0$ (ver apéndice 1 para $n = 4$)

$$LCS_R = 2.282(0.05) = 0.12$$

$$LCIR = 0(0.012) = 0$$

En las figuras 42 y 43 se muestran los gráficos de medias y rangos para el espesor de cabeza de esta máquina.

Figura 42. Gráfico de control de medias de espesor de cabeza máquina 3

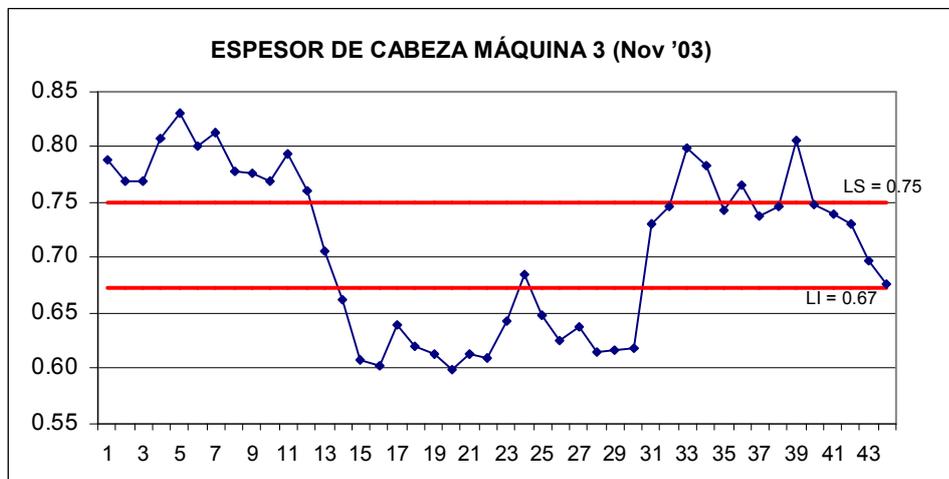
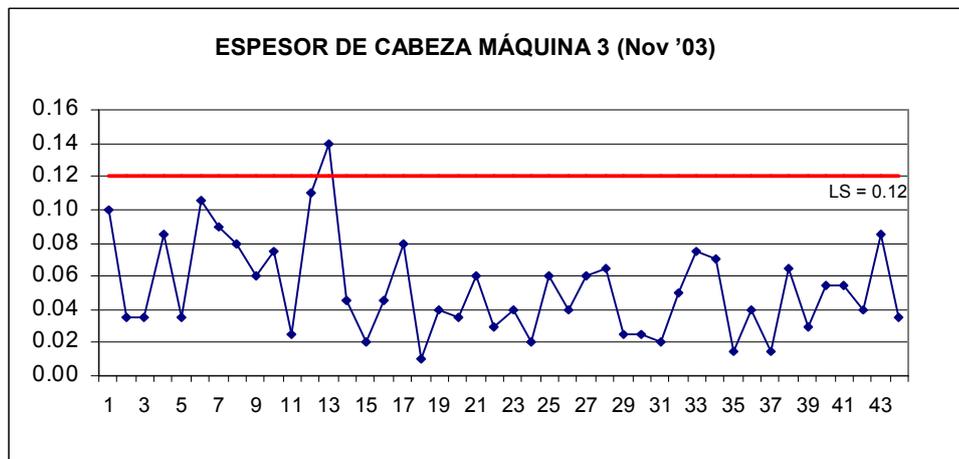


Figura 43. Gráfico de control de rangos de espesor de cabeza máquina 3



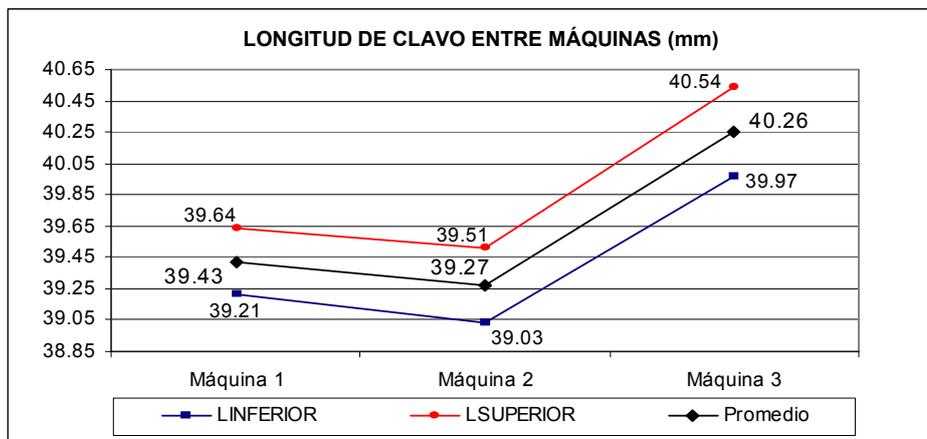
3.4 Establecimiento de diferencias en el conformado de clavo entre cada máquina

En la sección anterior se determinaron los límites de control para cada máquina. A continuación se ilustran gráficamente las diferencias entre las mismas para cada variable monitoreada.

3.4.1 Comparación entre longitud de clavo

En el gráfico No. 44 se observa que existe cierta similitud entre la máquina 1 y la máquina 2, ya que la longitud de clavo con la cual producen es en promedio 39.42mm y 39.26mm respectivamente. La diferencia en este caso la marca la máquina 3, pues produce con una media de 40.26mm, lo cual está muy por encima de las otras dos máquinas. Se puede observar en el gráfico que el límite inferior de la máquina 3 (39.97mm) es mayor a los límites superiores de las máquinas 1 y 2 (39.64 y 39.51mm).

Figura 44. Gráfico de comparación de longitudes de clavo entre máquinas

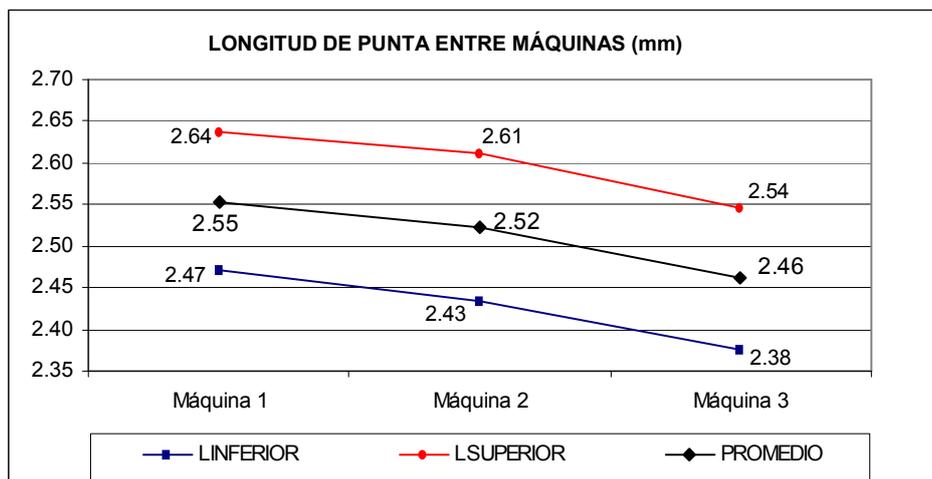


3.4.2 Comparación entre longitud de punta

En la gráfica No. 46 se observa lo mismo que en los dos casos anteriores (comparación de longitud de clavo y diámetro de espiga), una pequeña diferencia entre la media producida en la máquina 1 (2.55mm) y la media producida en la máquina 2 (2.52). Para la máquina 3, esta medida está en (2.46mm).

Al analizar la gráfica se ve que el rango de variación para esta máquina es [2.38,2.54mm] es decir que el límite superior para esta máquina está dentro de los valores de la media para las máquinas 1 y 2, por lo cual se puede decir que la máquina 3 produce una longitud de punta considerablemente menor que las otras máquinas.

Figura 45. Gráfico de comparación de longitud de punta entre máquinas

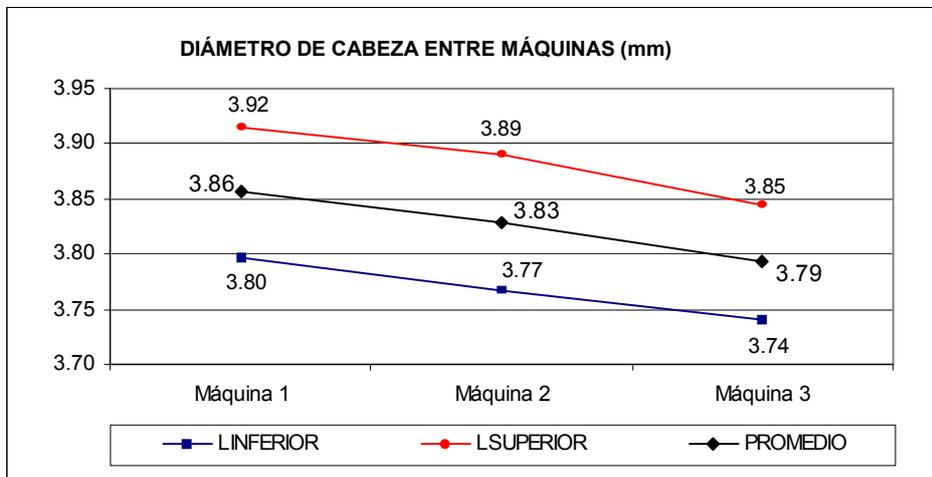


3.4.3 Comparación entre diámetro de cabeza

En este caso no existe variación con respecto a las variables anteriores, es decir, hay similitud entre las medias producidas por las máquinas 1 y 2 (3.86 y 3.83mm) y diferencia en la máquina 3 que produce entre el siguiente rango [3.74,3.85mm].

Puede observarse en el gráfico 47 que el límite superior de la máquina 3 se encuentra dentro de los valores de media de las otras 2 máquinas, por lo que se puede decir que la máquina 3 produce un diámetro de cabeza menor a los de las máquinas 1 y 2.

Figura 46. Gráfico de comparación de diámetro de cabeza entre máquinas

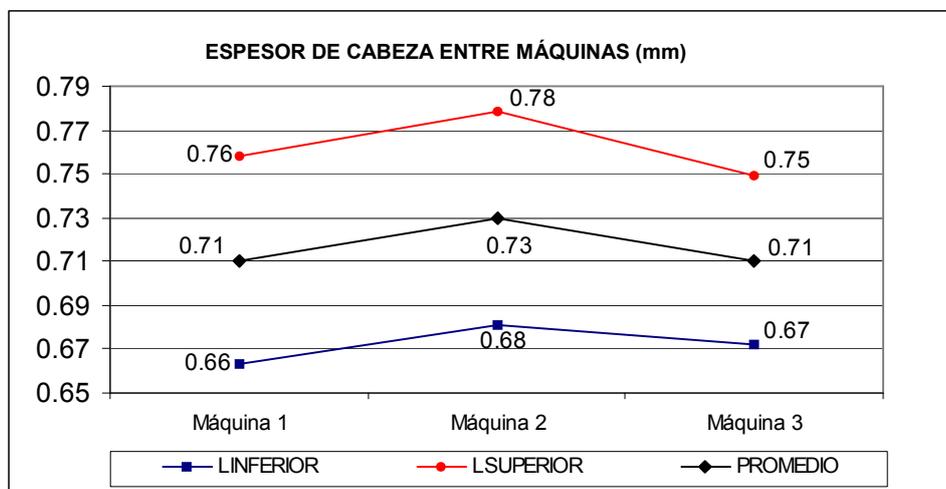


3.4.4 Comparación entre espesor de cabeza

Según se observa en la gráfica siguiente, existe similitud entre las 3 máquinas, ya que se tienen valores promedios de (0.71, 0.73, 0.71) para las

máquinas 1, 2 y 3 respectivamente. Los límites superiores e inferiores también presentan poca diferencia entre sí, por lo que es posible afirmar que todas las máquinas producen un espesor de cabeza semejante.

Figura 47. Gráfico de comparación de espesor de cabeza entre máquinas



3.4.5 Comparación entre diámetro de espiga

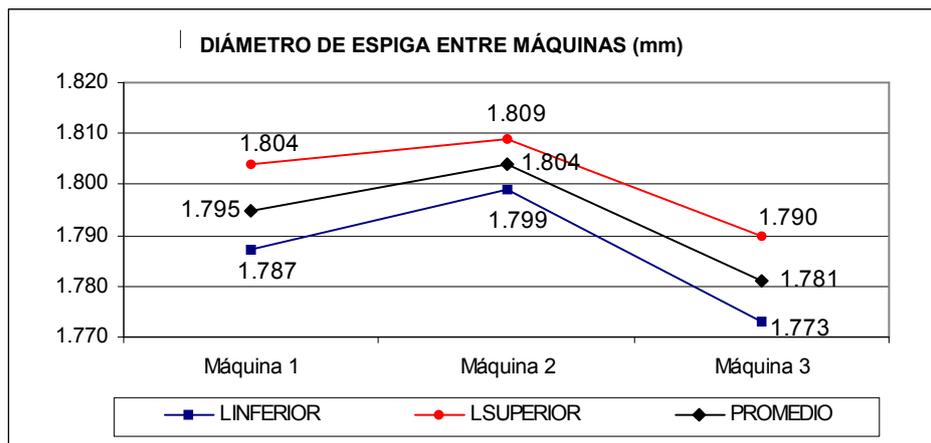
Para esta variable, se observa en el gráfico No. 45 una similitud a la variación detectada en la longitud de clavo, es decir que los datos obtenidos de las máquinas 1 y 2 tienen cierto grado de igualdad en sus medias (1.795mm y 1.804mm) respectivamente, mientras que para la máquina 3 la media está en 1.781mm.

Es importante tomar en cuenta que la diferencia se percibe por la escala utilizada en la gráfica. Si se usaran sólo 2 decimales para el análisis, veríamos que las máquinas 1 y 2 trabajan con una media de 1.80mm mientras que la

número 3 con 1.78mm, es decir, sólo 0.02mm de diferencia, lo cual no es significativo.

Vale la pena mencionar que el diámetro de la espiga es establecido en el proceso de trefilación por lo que cuando llega al conformado no hay nada que se pueda hacer para modificarlo.

Figura 48. Gráfico de comparación de diámetros de espiga entre máquinas



4. ESTADARIZACIÓN ENTRE MÁQUINAS

4.1 Descripción e implementación de ajustes de máquinas

Debido a los años de uso de la maquinaria, ésta ha ido sufriendo daños y desgastes en sus diferentes piezas, lo cual influye directamente en el conformado del clavo. Es por eso que se hizo necesario tomar medidas para mejorar su estado.

Para los ajustes que se llevaron a cabo, fueron tomadas en cuenta las diferencias entre las tres máquinas descritas en el capítulo tres y, además, las especificaciones de la norma JIS A 5508-1992 que se ven en el apéndice 32.

4.1.1 Reparación de ejes cigüeñales

En las máquinas conformadoras de clavo, el mazo es accionado por el eje cigüeñal, ya que al estar ambos unidos (ver figura 4) y a medida que este último gira, el mazo adquiere un movimiento de ida y vuelta para formar la cabeza del clavo.

Sin embargo, existe para las tres máquinas desajuste entre las dos piezas, lo cual hace que el mazo no esté fijo durante la operación sino que tenga un pequeño, pero constante, movimiento sobre el eje. Este movimiento causa variaciones tanto en el diámetro como en el espesor de cabeza de clavos producidos en la misma máquina. Además, hace prácticamente imposible que el operador manipule la máquina a fin de controlar ambas dimensiones si durante la producción fuera necesario. Por lo tanto, tampoco es posible hacer

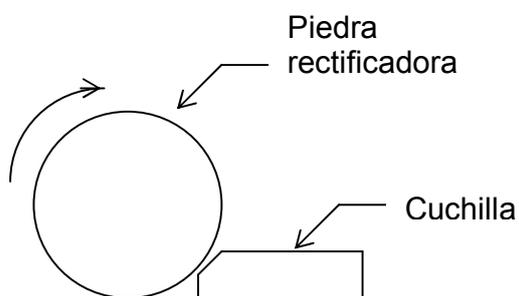
que el diámetro de cabeza alcance a los 5mm que especifica la norma JIS A 5508-192 [5.00,6.12].

Para corregir esta variación, se hizo necesario desmontar ambas piezas en las tres máquinas para calzar y torneear el diámetro interno del mazo; de igual forma se procedió en el eje cigüeñal. Al realizar estas correcciones, se logró eliminar el desajuste existente entre las dos piezas y, consecuentemente, una mejor calidad de cabeza en cuanto a diámetro y espesor.

4.1.2 Implementación de plantilla en el rectificado de cuchillas

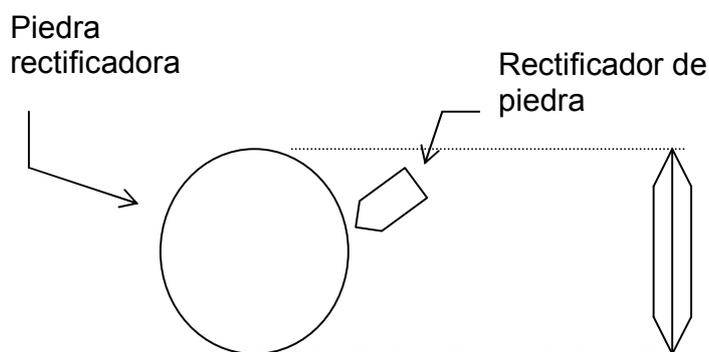
Las cuchillas de las máquinas conformadoras son piezas que sufren desgaste, el cual provoca que la punta del clavo sea cada vez menos aguda y menos afilada. Cuando esto sucede, son reemplazadas y luego rectificadas para ser usadas nuevamente. La rectificación es realizada con una piedra circular de superficie diamantada que, debido a su acción abrasiva, logra dar nuevamente forma a la cuchilla (ver figura 49).

Figura 49. Proceso de rectificado de cuchillas



A pesar de lo anterior, la piedra también sufre desgaste a medida que es usada, por lo que es afilada manualmente con un dispositivo de punta de diamante que le devuelve el filo (ver figura 50). La persona que se encarga de este procedimiento cuenta con más de quince años de experiencia, tanto en el rectificado de cuchillas como de piedras. No obstante, debido a que el rectificador de la piedra se sujeta con la mano mientras la piedra gira a una velocidad de 100 r.p.m., es muy difícil que el ángulo que se le da a la piedra sea siempre igual.

Figura 50. Rectificado de piedra

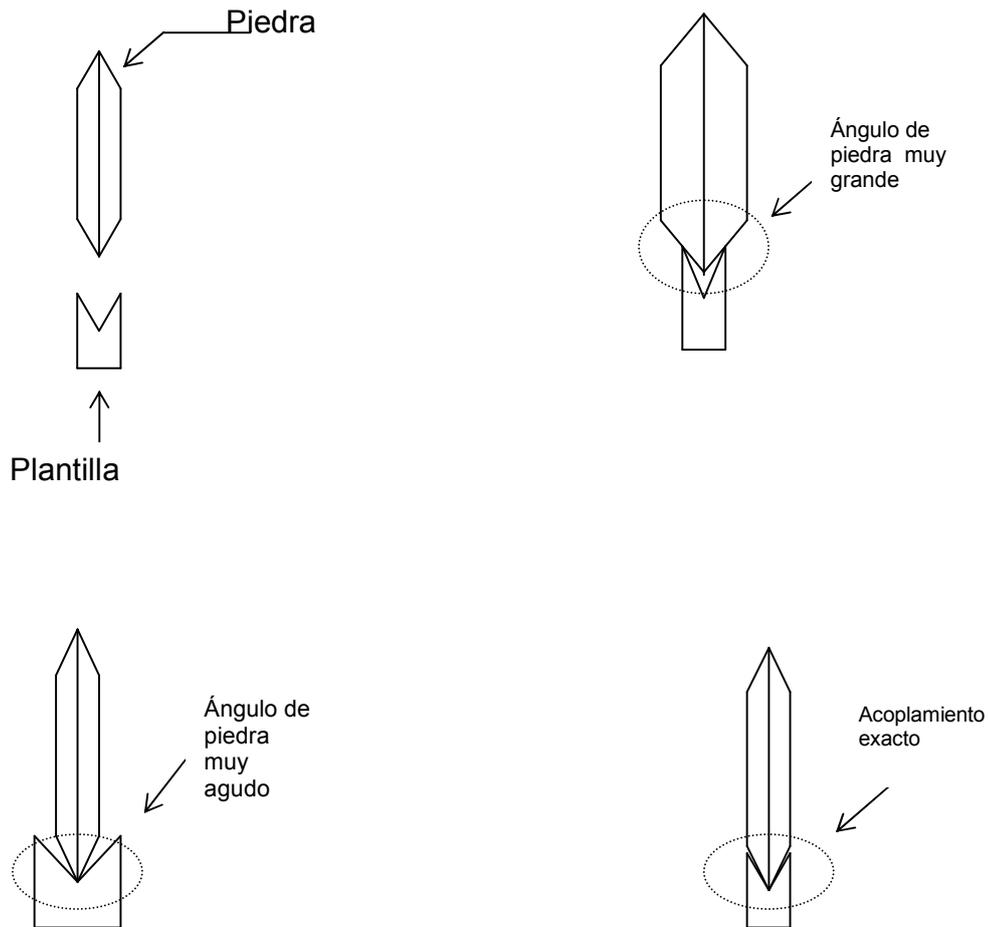


La importancia de tener un ángulo uniforme en la piedra radica primordialmente en que este será posteriormente el ángulo que la piedra rectificadora dé a las cuchillas. Por lo tanto, no es posible tener una misma calidad de punta de clavo en cuanto a longitud y filo si no se uniforma el ángulo de la piedra.

Para corregir esta disconformidad, se implementó el uso de una plantilla que sirve de guía al operador. Dicha plantilla funciona como una especie de unión macho-hembra, siendo la piedra el macho y la hembra la plantilla. Al unir ambas partes, el operador observa si el ángulo que le dio a la piedra es el correcto. Si éste es muy agudo, no existirá contacto entre la plantilla y la piedra en algunas de sus partes, si por el contrario, el ángulo es muy grande, la piedra no entrará en la plantilla. El afilado de la piedra sólo estará terminado cuando exista un acople exacto entre la piedra y la plantilla.

En la figura 51 se detalla la plantilla y la piedra y las diferentes situaciones que se pueden dar durante el afilado de esta última.

Figura 51. Uso de plantilla en el rectificado de la piedra rectificadora de cuchillas



Con la utilización de esta plantilla se espera que el clavo se produzca con una longitud y ángulo de punta que sea conocido, y que sean uniformes para las tres máquinas.

De acuerdo con la norma JIS, la longitud de punta debe estar en el intervalo [2.00,4.10], comparándolo con los resultados obtenidos en el capítulo tres (ver figura 46), se observa que las tres máquinas están cercanas al valor

mínimo que especifica la norma (2.55,2.52 y 2.46mm para las máquinas 1,2 y 3 respectivamente). Por lo cual, y aprovechando el uso de la plantilla, ésta podría ajustarse para producir con un mínimo de 3mm, para estar aproximadamente en valor central de lo especificado (3.05mm).

4.1.3 Ajuste de correderas

La longitud de clavo para las tres máquinas fue ajustada para que fuera menor, ya que considerando el rango establecido en la norma JIS [36.50,39.70], las máquinas 1 y 2 estaban produciendo bastante cerca del límite superior (39.42 y 39.27 mm, respectivamente) mientras que la máquina 3 estaba produciendo incluso por encima del límite superior especificado (40.26mm).

Las correderas que sirven de alimentación de alambre de las máquinas fueron ajustadas para que todas produzcan una longitud de clavo cercana a 38.10 mm, que es el valor central del rango de la especificación.

4.2 Restablecimiento de límites de control

Para la redefinición de los límites se tomaron muestras de cuatro unidades, las cuales fueron recolectadas durante dos días, el muestreo se realizó cada hora.

A diferencia del primer muestreo, donde las muestras fueron recolectadas en su totalidad para después ser medidas y posteriormente analizadas, en esta ocasión hubo una persona encargada de la recolección e inmediata medición de las dimensiones del clavo, además mantuvo constante comunicación con el operador y su ayudante, de tal manera que se pudieran hacer ajustes menores

sobre la marcha para que, en la medida en que lo permitieran las máquinas, se cumpliera con la norma JIS.

Considerando tiempos de paro para cambios de cuchillas, matrices, etc. se recolectaron 37 muestras para cada una de las tres máquinas.

Los datos de longitud de clavo, longitud de punta, diámetro de espiga, diámetro de cabeza y espesor de cabeza que fueron utilizados para el restablecimiento de los límites, aparecen tabulados en los apéndices del 17 al 31.

4.2.1 Restablecimiento de límites máquina 1

4.2.1.1 Longitud de clavo máquina 1

Cálculo de límites para gráfico de medias:

$$LC_{x'} = \bar{X}'' \pm A_2 R'$$

$$A_2 = 0.729 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$\bar{X}'' = 38.45; A_2 = 0.729; R' = 0.20 \text{ (ver apéndice 17)}$$

$$LCS_x = 38.45 + 0.729(0.20) = 38.59$$

$$LCI_x = 38.45 - 0.729(0.20) = 38.30$$

Cálculo de límites para gráfico de rangos:

$$LCS_R = D_4 R'$$

$$LCI_R = D_3 R'$$

$$R' = 0.20; D_4 = 2.282; D_3 = 0 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$LCS_R = 2.282(0.20) = 0.45$$

$$LCI_R = 0(0.20) = 0$$

En las figuras 52 y 53 se muestran los gráficos de medias y rangos para la longitud de clavo de esta máquina.

Figura 52. Gráfico de control de medias de longitud de clavo máquina 1, remuestreo

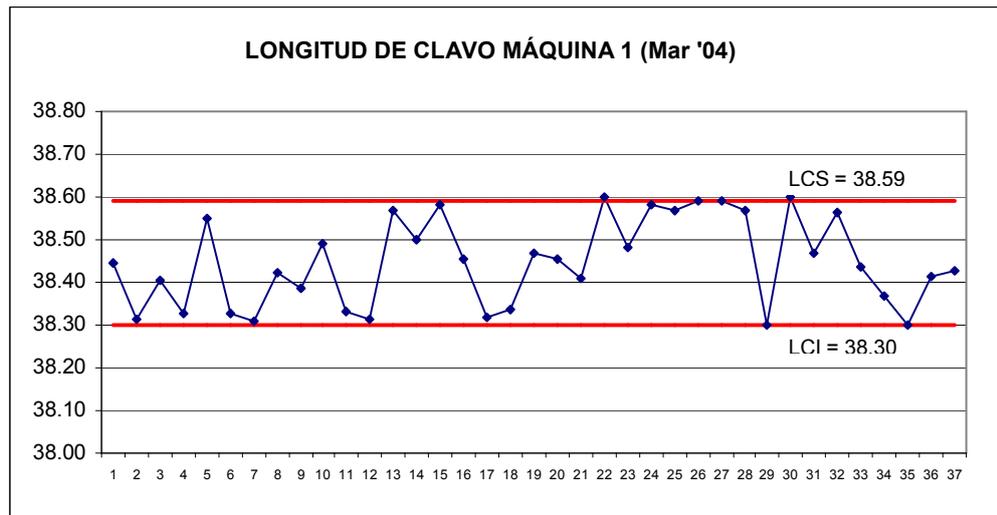
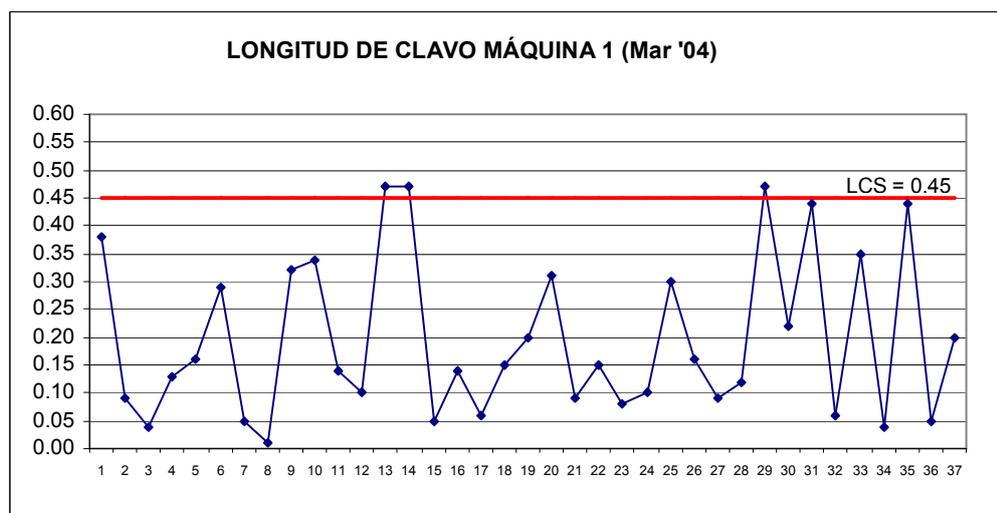


Figura 53. Gráfico de control de rangos de longitud de clavo máquina 1, remuestreo



4.2.1.2 Diámetro de espiga máquina 1

Cálculo de límites para gráfico de medias:

$$LC_{x'} = \bar{X} \pm A_2 R'$$

$$A_2 = 0.729 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$\bar{X} = 1.796; A_2 = 0.729; R' = 0.011 \text{ (ver apéndice 18)}$$

$$LCS_x = 1.796 + 0.729(0.011) = 1.804$$

$$LCI_x = 1.796 - 0.729(0.011) = 1.789$$

Cálculo de límites para gráfico de rangos:

$$LCS_R = D_4 R'$$

$$LCI_R = D_3 R'$$

$$R' = 0.011; D_4 = 2.282; D_3 = 0 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$LCS_R = 2.282(0.011) = 0.025$$

$$LCI_R = 0(0.011) = 0$$

En las figuras 54 y 55 se muestran los gráficos de medias y rangos para el diámetro de espiga de esta máquina.

Figura 54. Gráfico de control de medias de diámetro de espiga máquina 1, remuestreo

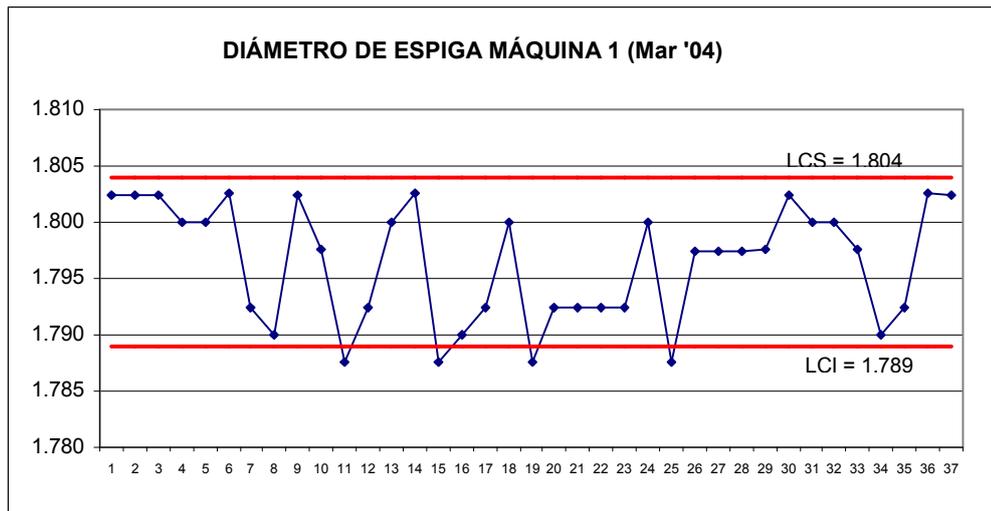
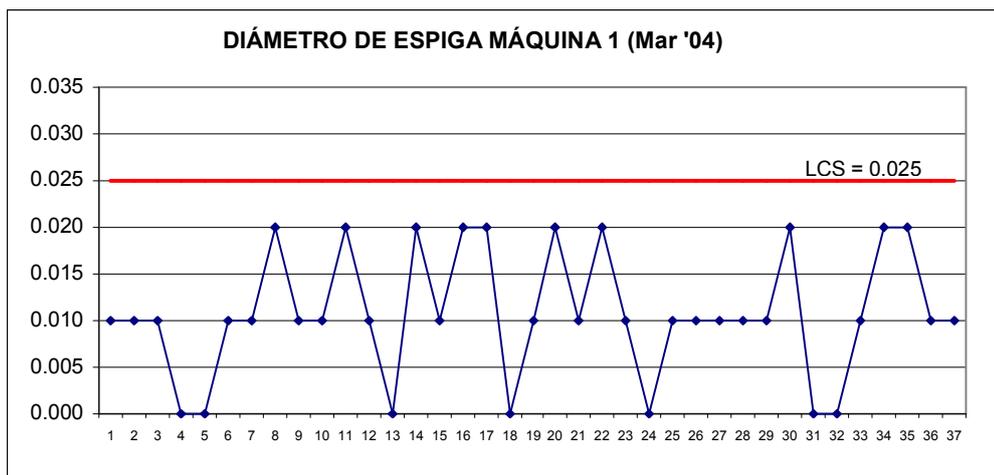


Figura 55. Gráfico de control de rangos de diámetro de espiga máquina 1, remuestreo



4.2.1.3 Longitud de punta máquina 1

Cálculo de límites para gráfico de medias:

$$LC_{x'} = \bar{X} \pm A_2 R'$$

$$A_2 = 0.729 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$\bar{X} = 2.70; A_2 = 0.729; R' = 0.05 \text{ (ver apéndice 19)}$$

$$LCS_x = 2.70 + 0.729(0.05) = 2.73$$

$$LCI_x = 2.70 - 0.729(0.05) = 2.66$$

Cálculo de límites para gráfico de rangos:

$$LCS_R = D_4 R'$$

$$LCI_R = D_3 R'$$

$$R' = 0.05; D_4 = 2.282; D_3 = 0 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$LCS_R = 2.282(0.05) = 0.11$$

$$LCI_R = 0(0.05) = 0$$

En las figuras 56 y 57 se muestran los gráficos de medias y rangos para la longitud de punta de esta máquina.

Figura 56. Gráfico de control de medias de longitud de punta máquina 1, remuestreo

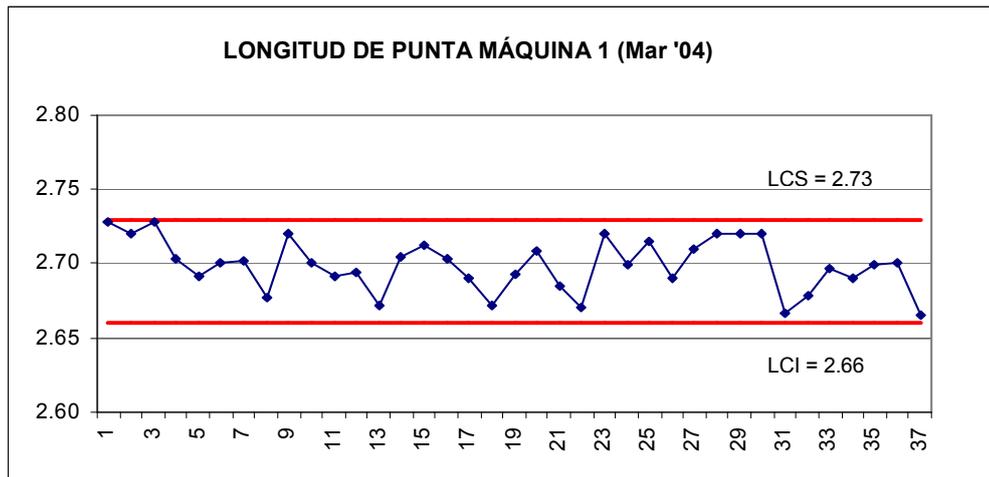
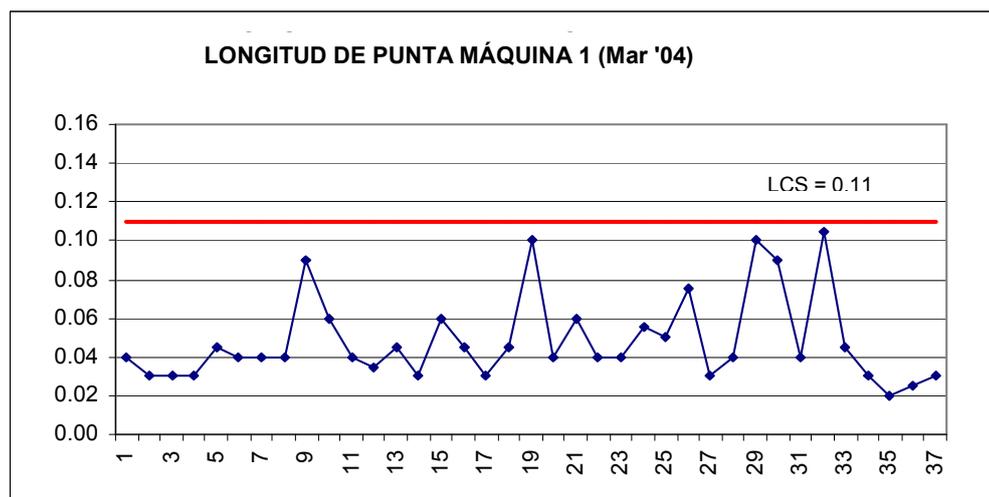


Figura 57. Gráfico de control de rangos de longitud de punta máquina 1, remuestreo



4.2.1.4 Diámetro de cabeza máquina 1

Cálculo de límites para gráfico de medias:

$$LC_{x'} = \bar{X} \pm A_2 R'$$

$$A_2 = 0.729 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$\bar{X} = 4.53; A_2 = 0.729; R' = 0.08 \text{ (ver apéndice 20)}$$

$$LCS_x = 4.53 + 0.729(0.08) = 4.59$$

$$LCI_x = 4.53 - 0.729(0.08) = 4.47$$

Cálculo de límites para gráfico de rangos:

$$LCS_R = D_4 R'$$

$$LCI_R = D_3 R'$$

$$R' = 0.08; D_4 = 2.282; D_3 = 0 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$LCS_R = 2.282(0.08) = 0.18$$

$$LCI_R = 0(0.08) = 0$$

En las figuras 58 y 59 se muestran los gráficos de medias y rangos para el diámetro de cabeza de esta máquina.

Figura 58. Gráfico de control de medias de diámetro de cabeza máquina 1, remuestreo

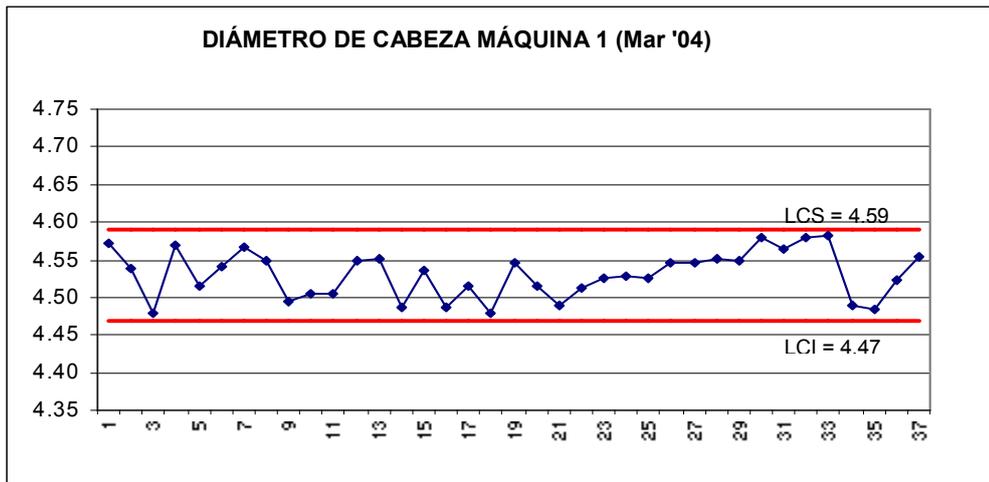
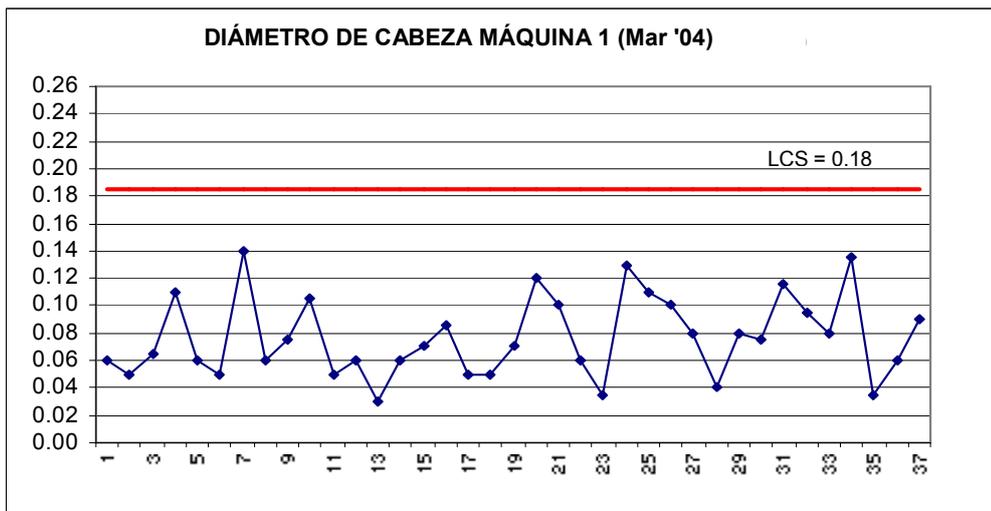


Figura 59. Gráfico de control de rangos de diámetro de cabeza máquina 1, remuestreo



4.2.1.5 Espesor de cabeza máquina 1

Cálculo de límites para gráfico de medias:

$$LC_{x'} = \bar{X} \pm A_2 R'$$

$$A_2 = 0.729 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4\text{)}$$

$$\bar{X} = 0.69; A_2 = 0.729; R' = 0.08 \text{ (ver apéndice 21)}$$

$$LCS_x = 0.69 + 0.729(0.08) = 0.74$$

$$LCI_x = 0.69 - 0.729(0.08) = 0.63$$

Cálculo de límites para gráfico de rangos:

$$LCS_R = D_4 R'$$

$$LCI_R = D_3 R'$$

$$R' = 0.08; D_4 = 2.282; D_3 = 0 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4\text{)}$$

$$LCS_R = 2.282(0.08) = 0.18$$

$$LCI_R = 0(0.08) = 0$$

En las figuras 60 y 61 se muestran los gráficos de medias y rangos para el espesor de cabeza de esta máquina.

Figura 60. Gráfico de control de medias de espesor de cabeza máquina 1, remuestreo

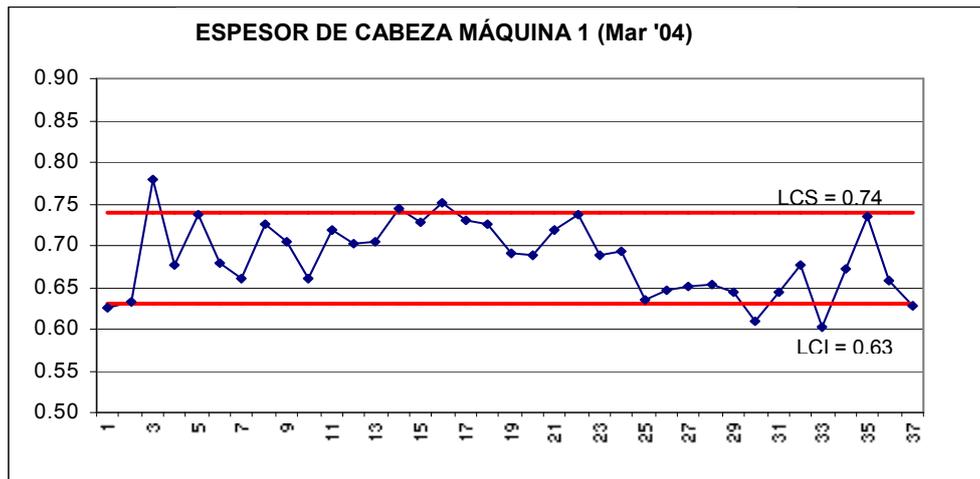
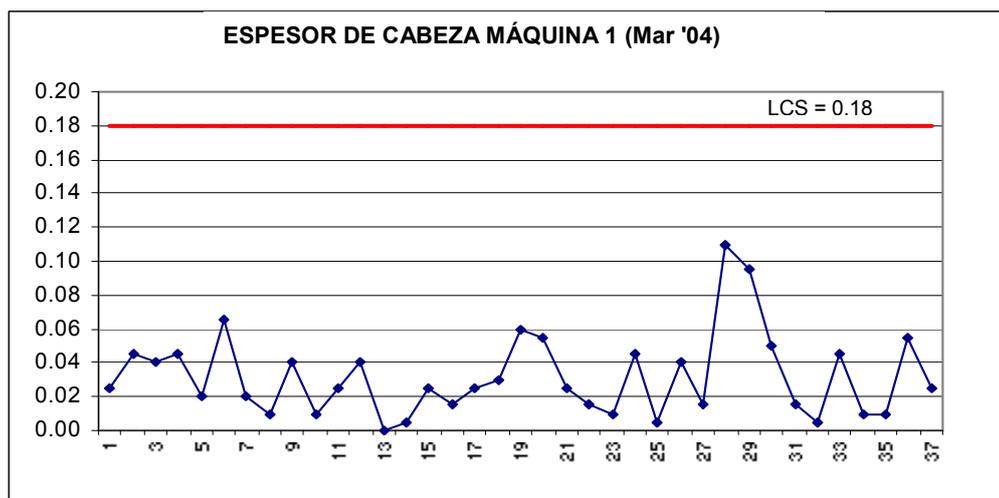


Figura 61. Gráfico de control de rangos de espesor de cabeza máquina 1, remuestreo



4.2.2 Restablecimiento de límites máquina 2

4.2.2.1 Longitud de clavo máquina 2

Cálculo de límites para gráfico de medias:

$$LC_{x'} = \bar{X}'' \pm A_2 R'$$

$$A_2 = 0.729 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$\bar{X}'' = 38.43; A_2 = 0.729; R' = 0.19 \text{ (ver apéndice 22)}$$

$$LCS_x = 38.43 + 0.729(0.19) = 38.57$$

$$LCI_x = 39.43 - 0.729(0.19) = 38.30$$

Cálculo de límites para gráfico de rangos:

$$LCS_R = D_4 R'$$

$$LCI_R = D_3 R'$$

$$R' = 0.19; D_4 = 2.282; D_3 = 0 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$LCS_R = 2.282(0.19) = 0.43$$

$$LCI_R = 0(0.19) = 0$$

En las figuras 62 y 63 se muestran los gráficos de medias y rangos para la longitud de clavo de esta máquina.

Figura 62. Gráfico de control de medias de longitud de clavo máquina 2, remuestreo

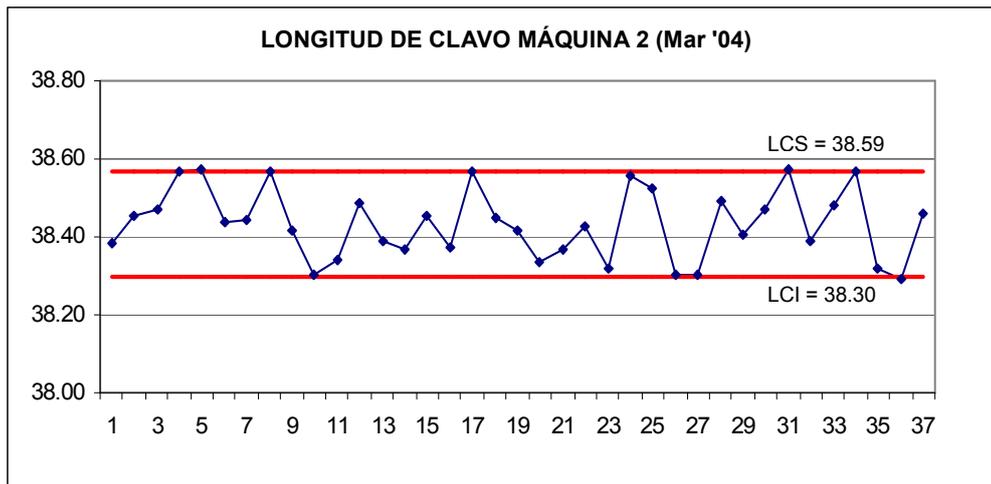
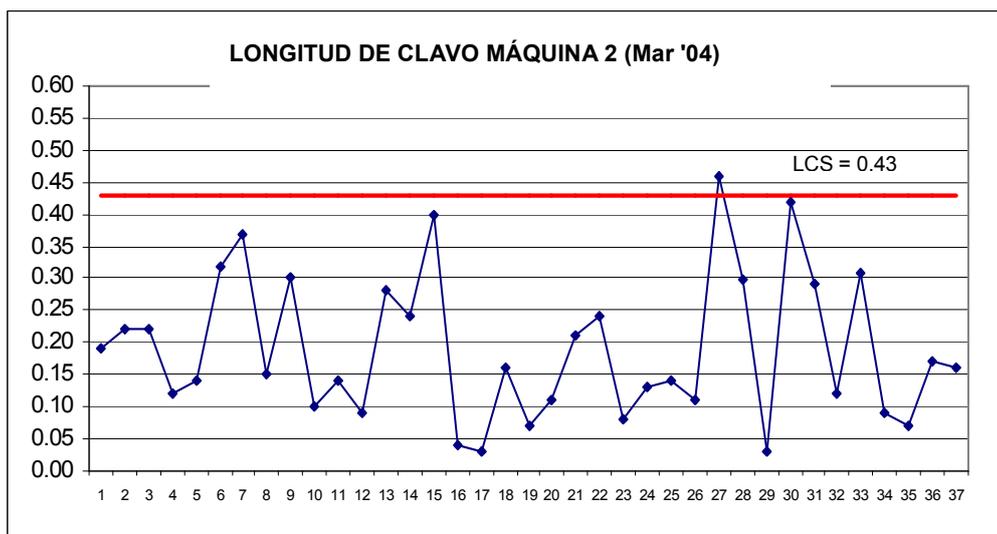


Figura 63. Gráfico de control de rangos de longitud de clavo máquina 2, remuestreo



4.2.2.2 Diámetro de espiga máquina 2

Cálculo de límites para gráfico de medias:

$$LC_{x'} = \bar{X} \pm A_2 R'$$

$$A_2 = 0.729 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4\text{)}$$

$$\bar{X} = 1.796; A_2 = 0.729; R' = 0.019 \text{ (ver apéndice 23)}$$

$$LCS_x = 1.796 + 0.729(0.019) = 1.811$$

$$LCI_x = 1.796 - 0.729(0.019) = 1.784$$

Cálculo de límites para gráfico de rangos:

$$LCS_R = D_4 R'$$

$$LCI_R = D_3 R'$$

$$R' = 0.019; D_4 = 2.282; D_3 = 0 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4\text{)}$$

$$LCS_R = 2.282(0.019) = 0.043$$

$$LCI_R = 0(0.019) = 0$$

En las figuras 64 y 65 se muestran los gráficos de medias y rangos para el diámetro de espiga de esta máquina.

Figura 64. Gráfico de control de medias de diámetro de espiga máquina 2, remuestreo

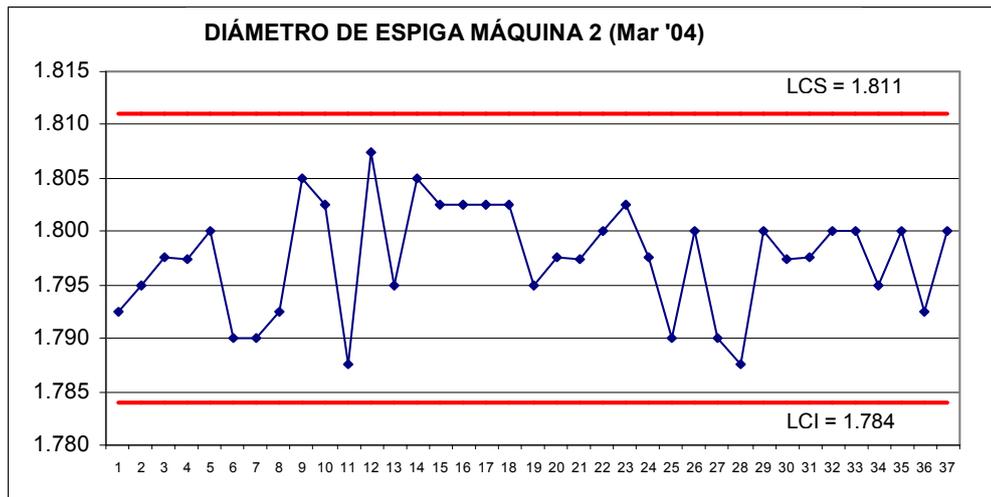
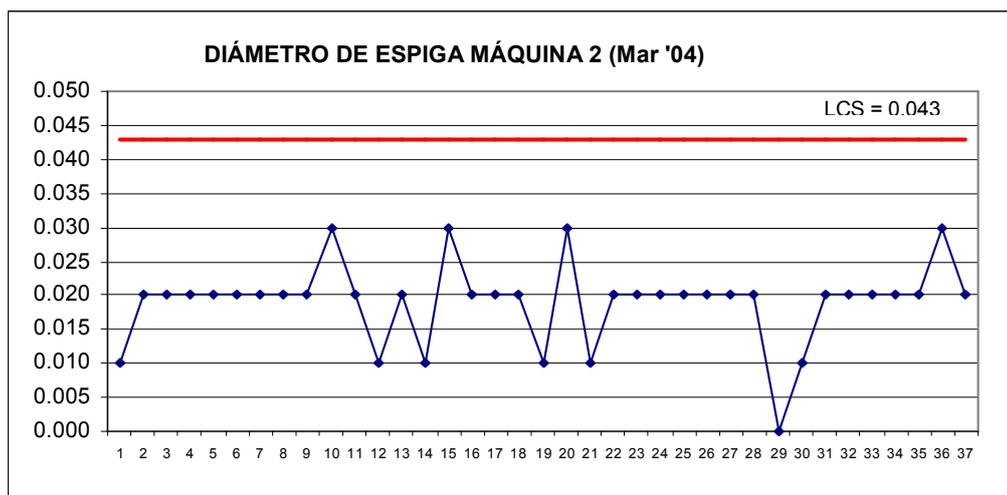


Figura 65. Gráfico de control de rangos de diámetro de espiga máquina 2, remuestreo



4.2.2.3 Longitud de punta máquina 2

Cálculo de límites para gráfico de medias:

$$LC_{x'} = \bar{X} \pm A_2 R'$$

$$A_2 = 0.729 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$\bar{X} = 2.70; A_2 = 0.729; R' = 0.05 \text{ (ver apéndice 24)}$$

$$LCS_x = 2.70 + 0.729(0.05) = 2.73$$

$$LCI_x = 2.70 - 0.729(0.05) = 2.66$$

Cálculo de límites para gráfico de rangos:

$$LCS_R = D_4 R'$$

$$LCI_R = D_3 R'$$

$$R' = 0.05; D_4 = 2.282; D_3 = 0 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$LCS_R = 2.282(0.05) = 0.11$$

$$LCI_R = 0(0.05) = 0$$

En las figuras 66 y 67 se muestran los gráficos de medias y rangos para la longitud de punta de esta máquina.

Figura 66. Gráfico de control de medias de longitud de punta máquina 2, remuestreo

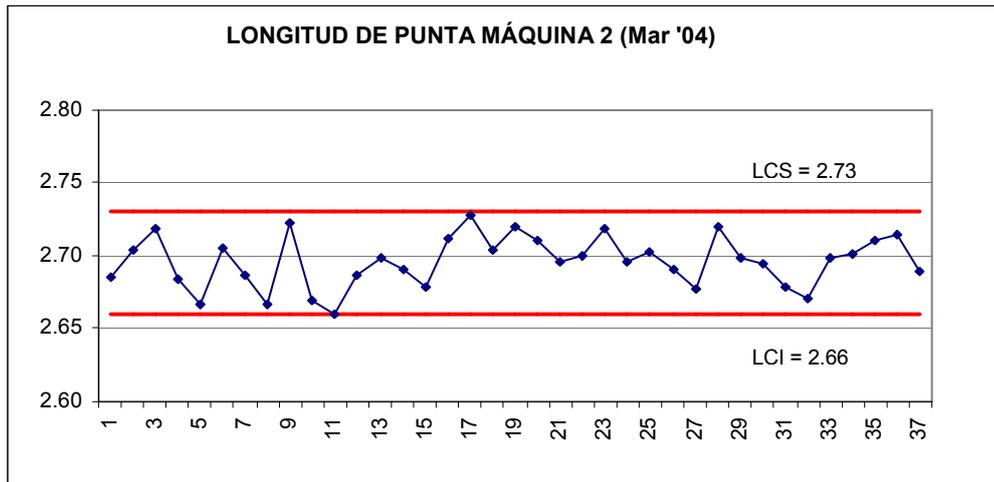
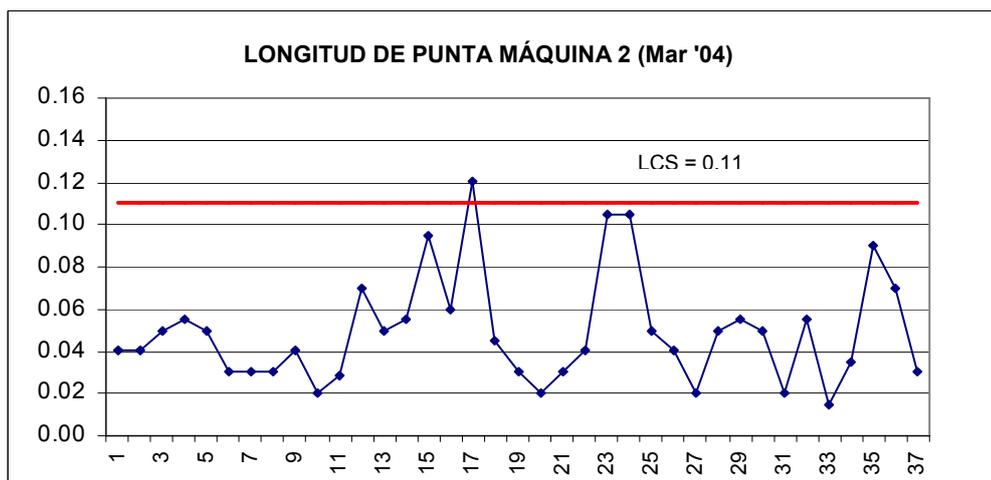


Figura 67. Gráfico de control de rangos de longitud de punta máquina 2, remuestreo



4.2.2.4 Diámetro de cabeza máquina 2

Cálculo de límites para gráfico de medias:

$$LC_{x'} = \bar{X} \pm A_2 R'$$

$$A_2 = 0.729 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$\bar{X} = 4.53; A_2 = 0.729; R' = 0.07 \text{ (ver apéndice 25)}$$

$$LCS_x = 4.53 + 0.729(0.07) = 4.58$$

$$LCI_x = 4.53 - 0.729(0.07) = 4.47$$

Cálculo de límites para gráfico de rangos:

$$LCS_R = D_4 R'$$

$$LCI_R = D_3 R'$$

$$R' = 0.07; D_4 = 2.282; D_3 = 0 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$LCS_R = 2.282(0.07) = 0.17$$

$$LCI_R = 0(0.07) = 0$$

En las figuras 68 y 69 se muestran los gráficos de medias y rangos para el diámetro de cabeza de esta máquina.

Figura 68. Gráfico de control de medias de diámetro de cabeza máquina 2, remuestreo

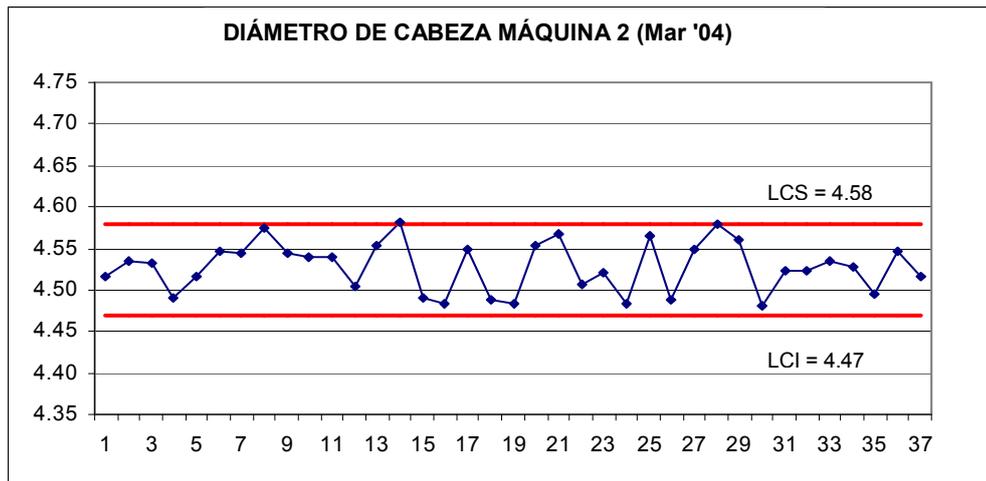
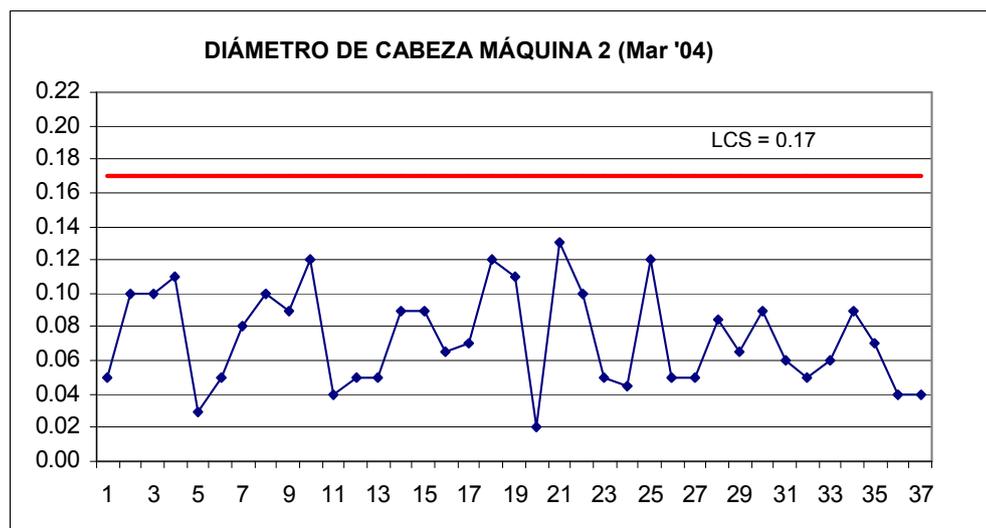


Figura 69. Gráfico de control de rangos de diámetro de cabeza máquina 2, remuestreo



4.2.2.5 Espesor de cabeza máquina 2

Cálculo de límites para gráfico de medias:

$$LC_{x'} = \bar{X} \pm A_2 R'$$

$$A_2 = 0.729 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$\bar{X} = 0.68; A_2 = 0.729; R' = 0.08 \text{ (ver apéndice 26)}$$

$$LCS_x = 0.68 + 0.729(0.08) = 0.74$$

$$LCI_x = 0.68 - 0.729(0.08) = 0.62$$

Cálculo de límites para gráfico de rangos:

$$LCS_R = D_4 R'$$

$$LCI_R = D_3 R'$$

$$R' = 0.08; D_4 = 2.282; D_3 = 0 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$LCS_R = 2.282(0.08) = 0.18$$

$$LCI_R = 0(0.08) = 0$$

En las figuras 70 y 71 se muestran los gráficos de medias y rangos para el espesor de cabeza de esta máquina.

Figura 70. Gráfico de control de medias de espesor de cabeza máquina 2, remuestreo

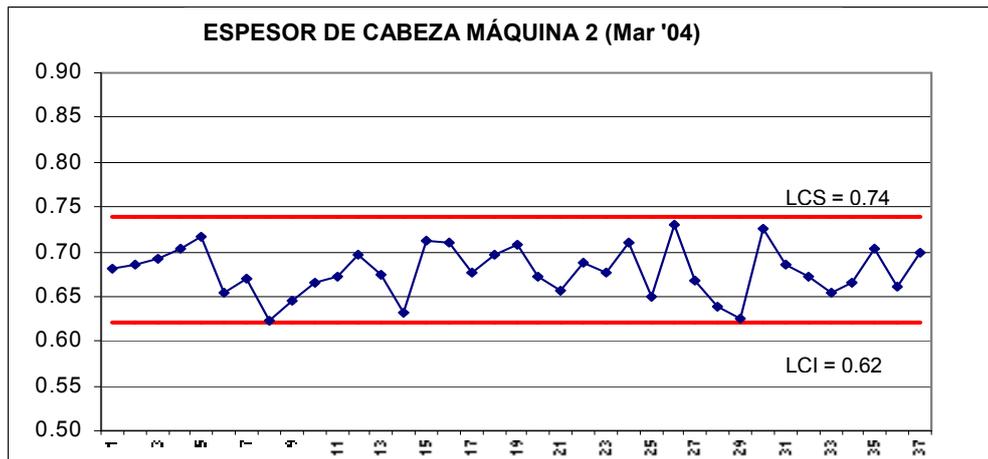
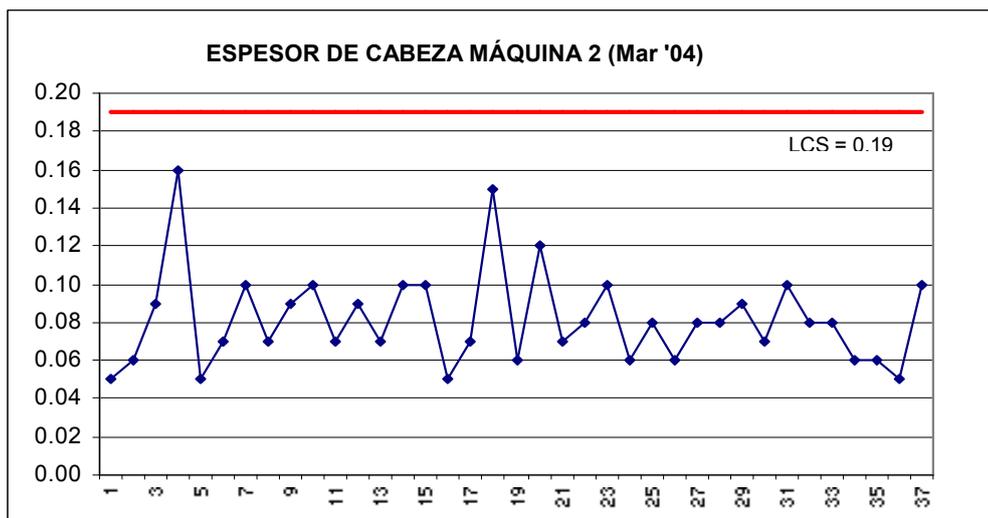


Figura 71. Gráfico de control de rangos de espesor de cabeza máquina 2, remuestreo



4.2.3 Restablecimiento de límites máquina 3

4.2.3.1 Longitud de clavo máquina 3

Cálculo de límites para gráfico de medias:

$$LC_{x'} = \bar{X}'' \pm A_2 R'$$

$$A_2 = 0.729 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$\bar{X}'' = 38.42; A_2 = 0.729; R' = 0.39 \text{ (ver apéndice 27)}$$

$$LCS_x = 38.42 + 0.729(0.39) = 38.27$$

$$LCI_x = 39.42 - 0.729(0.39) = 38.57$$

Cálculo de límites para gráfico de rangos:

$$LCS_R = D_4 R'$$

$$LCI_R = D_3 R'$$

$$R' = 0.39; D_4 = 2.282; D_3 = 0 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$LCS_R = 2.282(0.39) = 0.46$$

$$LCI_R = 0(0.39) = 0$$

En las figuras 72 y 73 se muestran los gráficos de medias y rangos para la longitud de clavo de esta máquina.

Figura 72. Gráfico de control de medias de longitud de clavo máquina 3, remuestreo

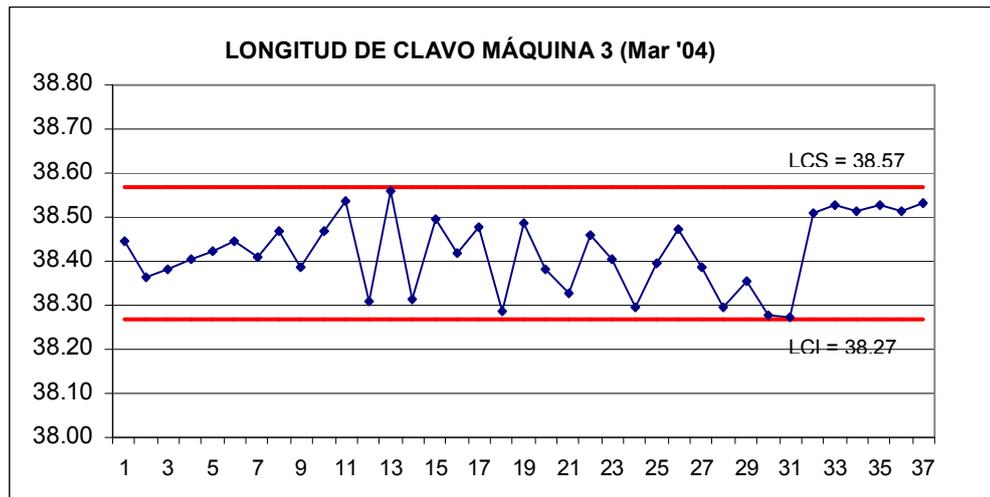
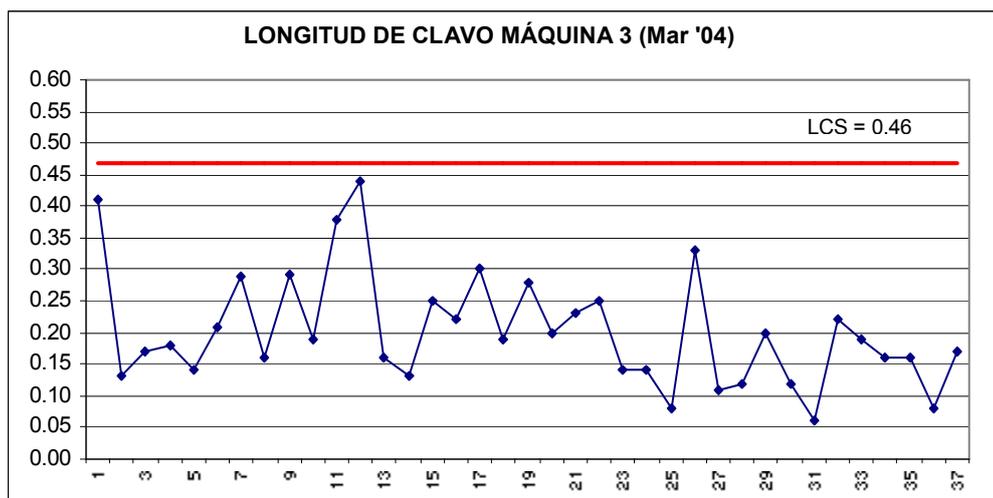


Figura 73. Gráfico de control de rangos de longitud de clavo máquina 3, remuestreo



4.2.3.2 Diámetro de espiga máquina 3

Cálculo de límites para gráfico de medias:

$$LC_{x'} = \bar{X} \pm A_2 R'$$

$$A_2 = 0.729 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$\bar{X} = 1.802; A_2 = 0.729; R' = 0.011 \text{ (ver apéndice 28)}$$

$$LCS_x = 1.802 + 0.729(0.011) = 1.810$$

$$LCI_x = 1.802 - 0.729(0.011) = 1.794$$

Cálculo de límites para gráfico de rangos:

$$LCS_R = D_4 R'$$

$$LCI_R = D_3 R'$$

$$R' = 0.011; D_4 = 2.282; D_3 = 0 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$LCS_R = 2.282(0.011) = 0.024$$

$$LCI_R = 0(0.011) = 0$$

En las figuras 74 y 75 se muestran los gráficos de medias y rangos para el diámetro de espiga de esta máquina.

Figura 74. Gráfico de control de medias de diámetro de espiga máquina 3, remuestreo

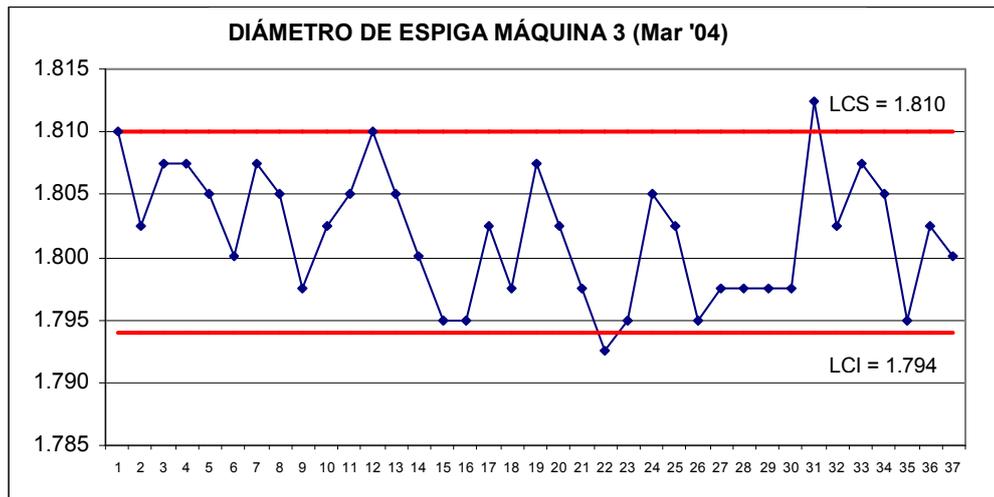
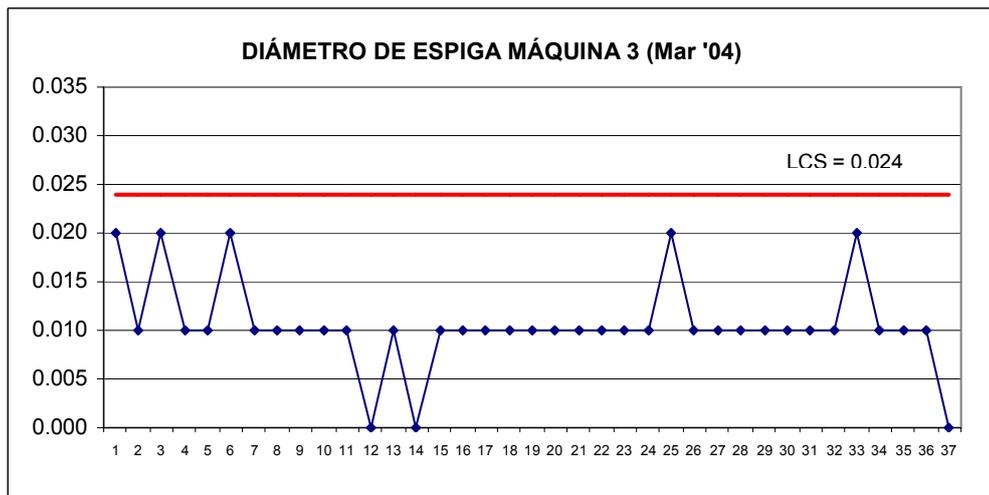


Figura 75. Gráfico de control de rangos de diámetro de espiga máquina 3, remuestreo



4.2.3.3 Longitud de punta máquina 3

Cálculo de límites para gráfico de medias:

$$LC_{x'} = \bar{X} \pm A_2 R'$$

$$A_2 = 0.729 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$\bar{X} = 2.70; A_2 = 0.729; R' = 0.06 \text{ (ver apéndice 29)}$$

$$LCS_x = 2.70 + 0.729(0.06) = 2.74$$

$$LCI_x = 2.70 - 0.729(0.06) = 2.66$$

Cálculo de límites para gráfico de rangos:

$$LCS_R = D_4 R'$$

$$LCI_R = D_3 R'$$

$$R' = 0.06; D_4 = 2.282; D_3 = 0 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$LCS_R = 2.282(0.06) = 0.13$$

$$LCI_R = 0(0.06) = 0$$

En las figuras 76 y 77 se muestran los gráficos de medias y rangos para la longitud de punta de esta máquina.

Figura 76. Gráfico de control de medias de longitud de punta máquina 3, remuestreo

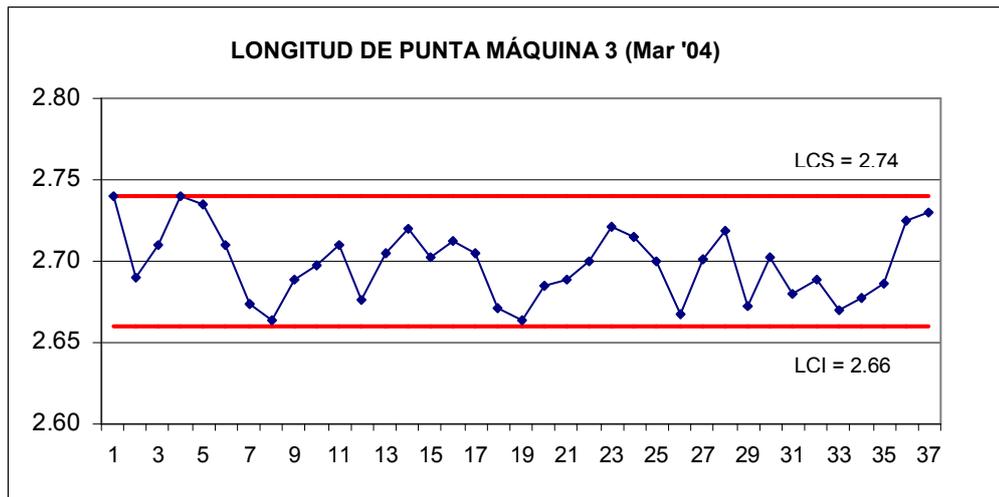
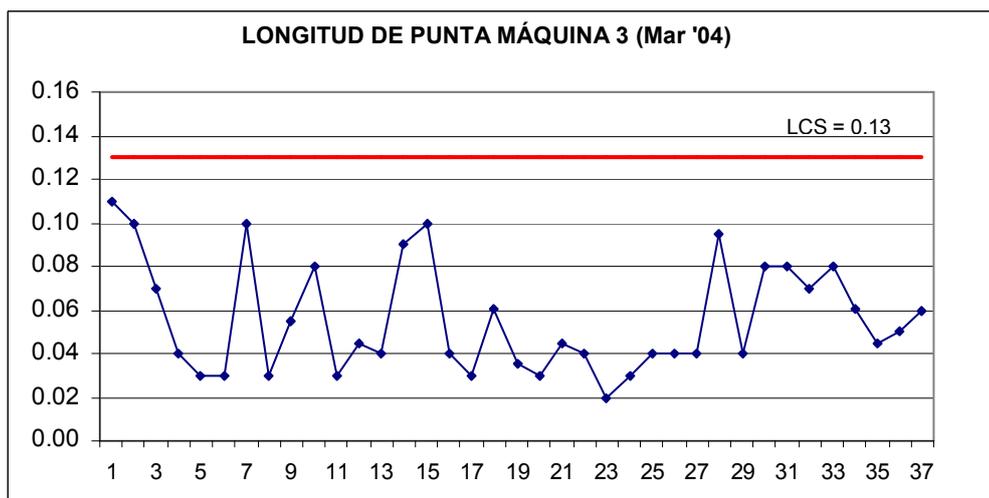


Figura 77. Gráfico de control de rangos de longitud de punta máquina 3, remuestreo



4.2.3.4 Diámetro de cabeza máquina 3

Cálculo de límites para gráfico de medias:

$$LC_{x'} = \bar{X} \pm A_2 R'$$

$$A_2 = 0.729 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$\bar{X} = 4.52; A_2 = 0.729; R' = 0.07 \text{ (ver apéndice 30)}$$

$$LCS_x = 4.52 + 0.729(0.07) = 4.58$$

$$LCI_x = 4.52 - 0.729(0.07) = 4.47$$

Cálculo de límites para gráfico de rangos:

$$LCS_R = D_4 R'$$

$$LCI_R = D_3 R'$$

$$R' = 0.07; D_4 = 2.282; D_3 = 0 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$LCS_R = 2.282(0.07) = 0.17$$

$$LCI_R = 0(0.07) = 0$$

En las figuras 78 y 79 se muestran los gráficos de medias y rangos para el diámetro de cabeza de esta máquina.

Figura 78. Gráfico de control de medias de diámetro de cabeza máquina 3, remuestreo

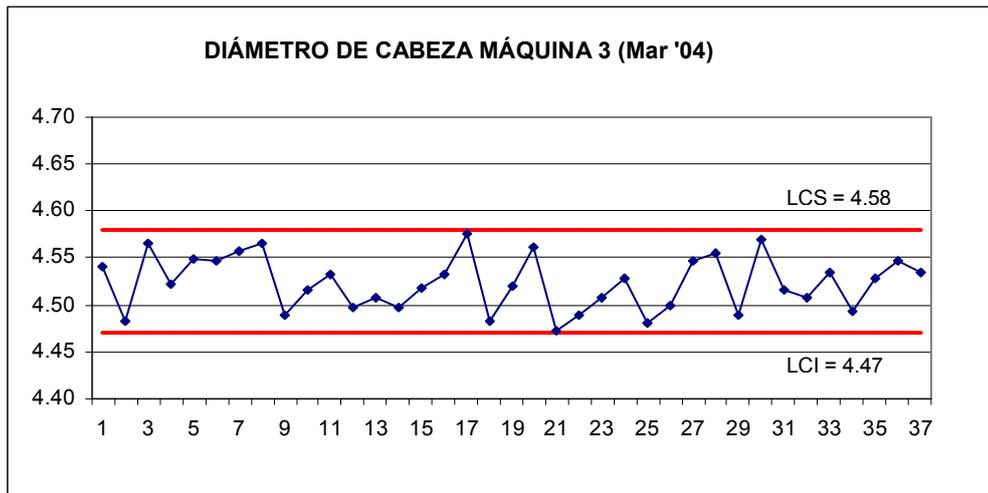
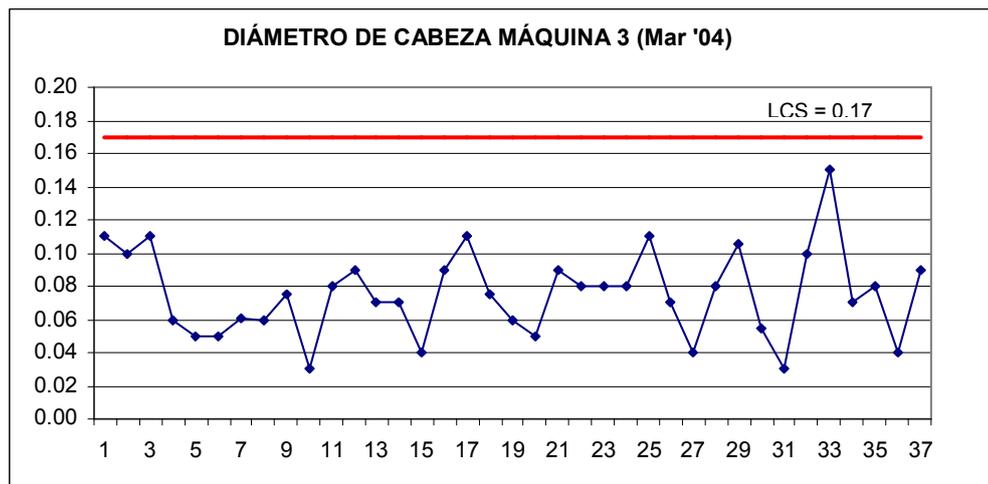


Figura 79. Gráfico de control de rangos de diámetro de cabeza máquina 3, remuestreo



4.2.3.5 Espesor de cabeza máquina 3

Cálculo de límites para gráfico de medias:

$$LC_{x'} = \bar{X} \pm A_2 R'$$

$$A_2 = 0.729 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$\bar{X} = 0.68; A_2 = 0.729; R' = 0.07 \text{ (ver apéndice 31)}$$

$$LCS_x = 0.68 + 0.729(0.07) = 0.73$$

$$LCI_x = 0.68 - 0.729(0.07) = 0.62$$

Cálculo de límites para gráfico de rangos:

$$LCS_R = D_4 R'$$

$$LCI_R = D_3 R'$$

$$R' = 0.07; D_4 = 2.282; D_3 = 0 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

$$LCS_R = 2.282(0.07) = 0.16$$

$$LCI_R = 0(0.07) = 0$$

En las figuras 80 y 81 se muestran los gráficos de medias y rangos para el espesor de cabeza de esta máquina.

Figura 80. Gráfico de control de medias de espesor de cabeza máquina 3, remuestreo

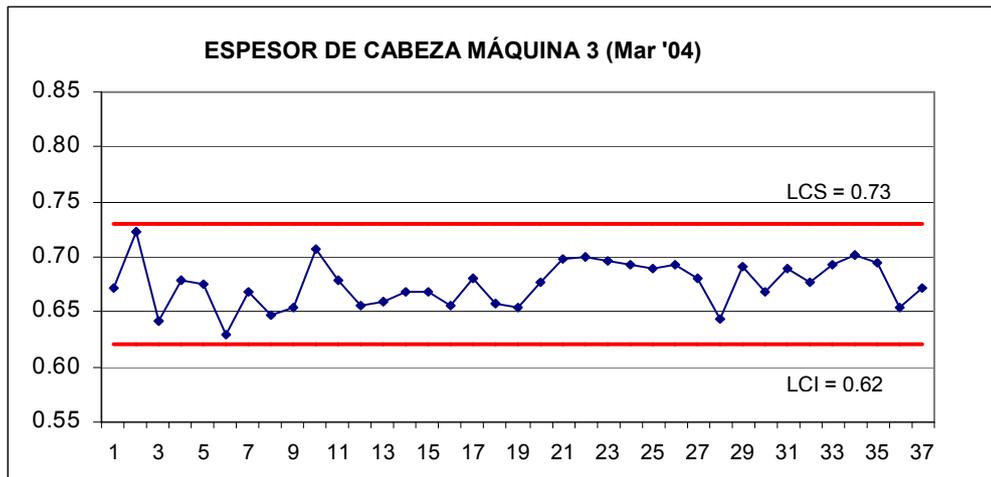
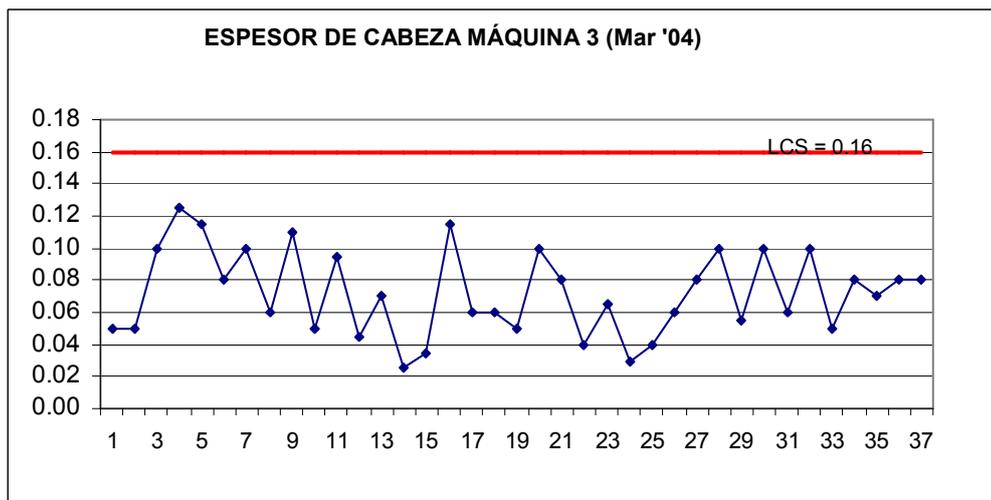


Figura 81. Gráfico de control de rangos de espesor de cabeza máquina 3, remuestreo



4.3 Diferencias de dimensiones de clavo entre máquinas conformadoras después de ajustes de maquinaria

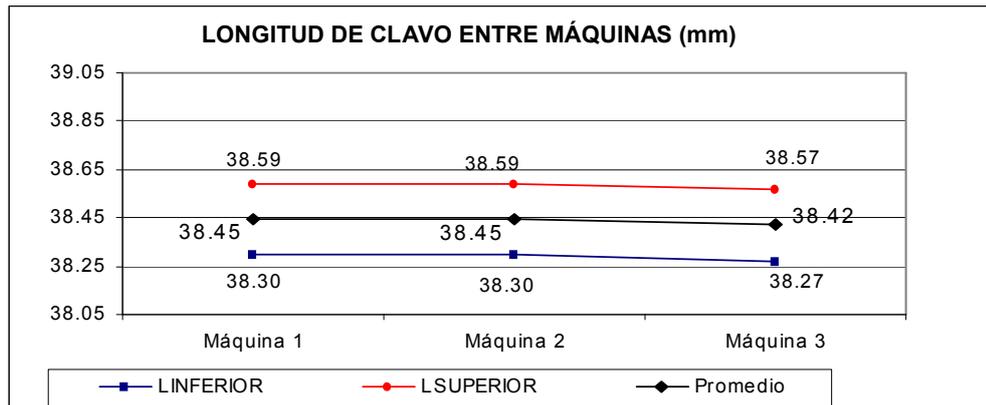
Considerando los ajustes realizados a las máquinas conformadoras, se presentarán gráficamente las diferencias en las dimensiones producidas por las mismas.

4.3.1 Diferencias de longitud de clavo entre máquinas después de de ajustes

En la gráfica 82, se observa que como consecuencia de la reparación realizada en la corredera de las máquinas, las longitudes de clavo que producen la totalidad de las máquinas son muy similares entre sí, ya que se obtiene una media de 38.45mm para las máquinas 1 y 2 y de 38.42 para la máquina 3, es decir, tan sólo 3 centésimas de milímetro menos, lo cual no representa una diferencia significativa.

Si se compara con la figura 44, en la que se muestra que las longitudes promedio eran (39.43, 39.27 y 40.26 mm) para las máquinas uno, dos y tres respectivamente, se observa que en términos generales la longitud de clavo fue reducida y que existe mayor uniformidad en las medidas.

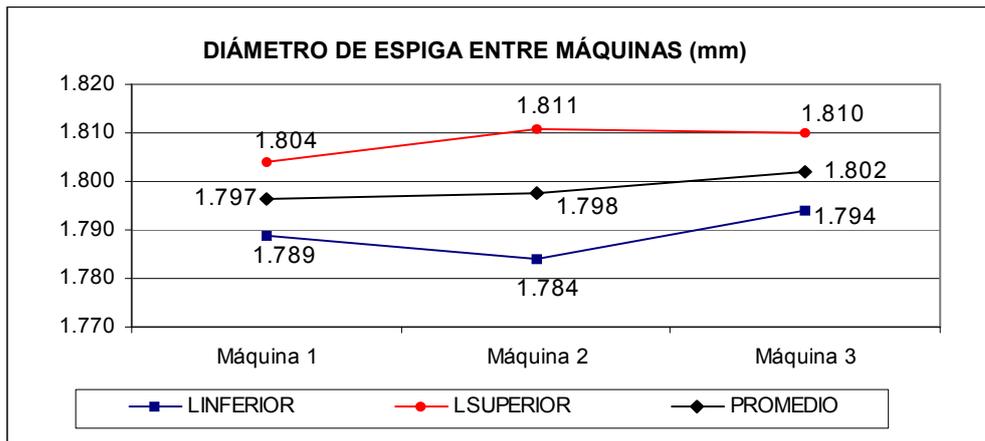
Figura 82. Gráfico de comparación de longitud de clavo entre máquinas después de ajustes



4.3.2 Diferencias de diámetro de espiga entre máquinas después de ajustes

El diámetro de espiga, como se ha mencionado con anterioridad, no es posible modificarlo dentro del proceso de conformado, por lo que si se analiza la gráfica 83 con la gráfica 45, no se observa que se haya conseguido reducir diferencias. Antes de las modificaciones, las medias para las máquinas se situaban en (1.795, 1.804 y 1.781) mientras que ahora se ubican en (1.797, 1.798 y 1.802).

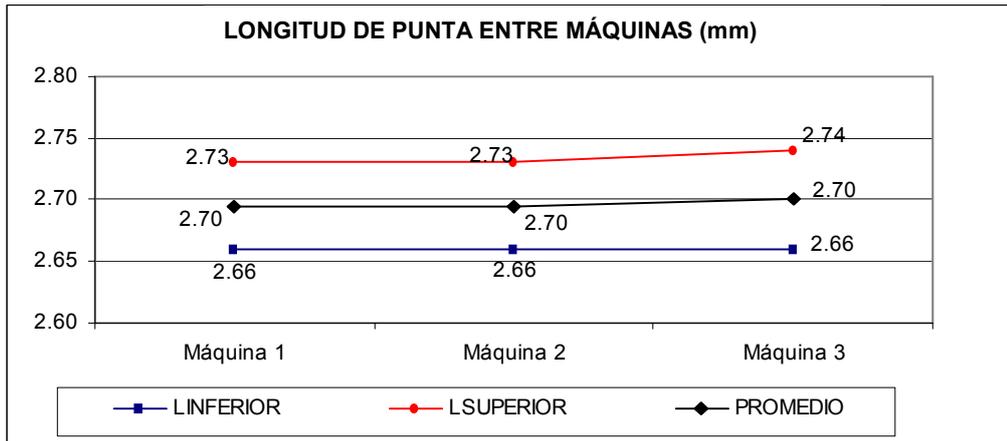
Figura 83. Gráfico de comparación de diámetro de espiga entre máquinas después de ajustes



4.3.3 Diferencias de longitud de punta entre máquinas después de ajustes

El uso de la plantilla en el proceso de rectificación de la piedra rectificadora de cuchillas, dio como resultado que tal y como se aprecia en la gráfica 84, las tres máquinas conformadoras producen una punta de media de 2.70 mm. Según se observa en la gráfica 46, los resultados anteriores fueron (2.55, 2.52 y 2.46) para las máquinas uno, dos y tres, respectivamente, por lo que se puede concluir que además de que la punta ha crecido, se han reducido las diferencias que prevalecían en el pasado.

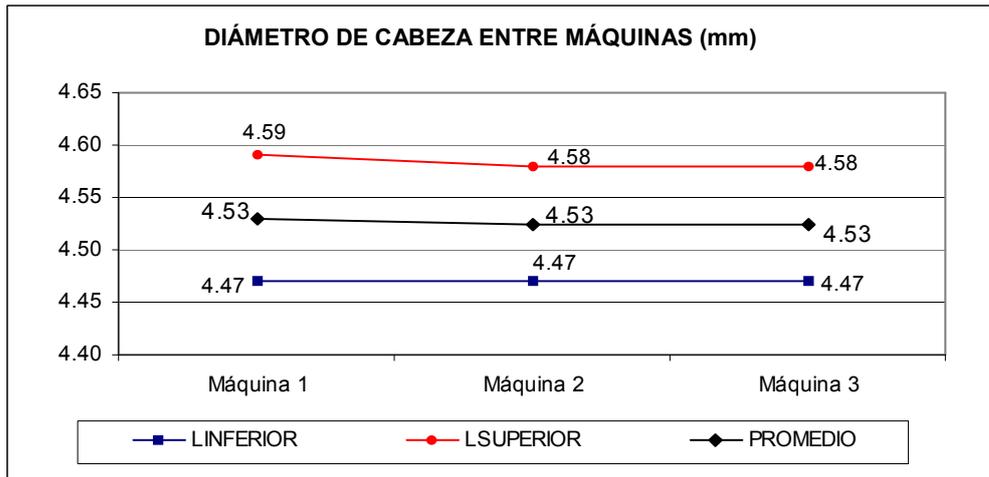
Figura 84. Gráfico de comparación de longitud de punta entre máquinas después de ajustes



4.3.4 Diferencias de diámetro de cabeza entre máquinas después ajustes

La restauración del ajuste entre el eje cigüeñal y el mazo en las tres máquinas brindó resultados satisfactorios. Anteriormente, existía diferencia entre lo producido entre máquinas, tal como lo ilustra la gráfica 47 (3.86, 3.83 y 3.79mm). Sin embargo, se ha corregido esta situación; en el gráfico 85 se observa que las máquinas producen una longitud de punta promedio de 4.53mm, lo cual significa que en lo referente al diámetro de cabeza este ha crecido en tamaño y se han eliminado diferencias.

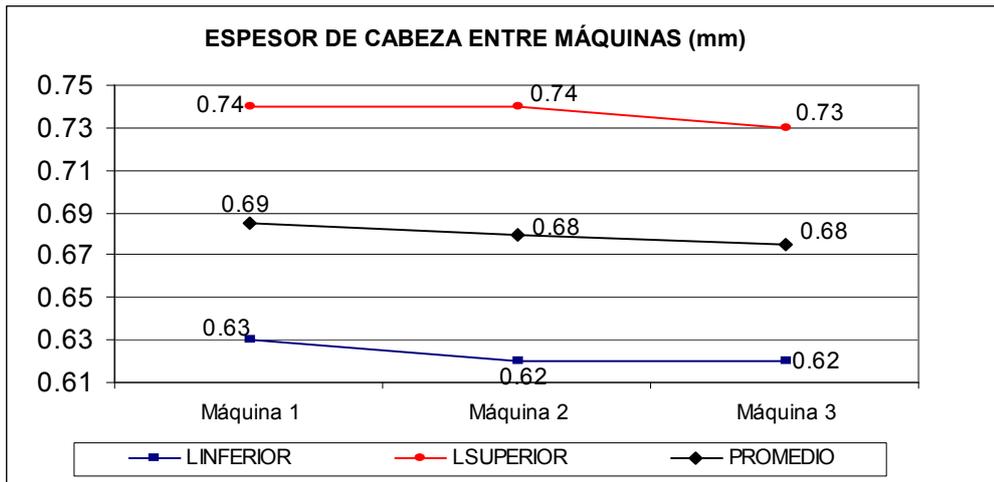
Figura 85. Gráfico de comparación de diámetro de cabeza entre máquinas después de ajustes



4.3.5 Diferencias de espesor de cabeza entre máquinas después de de ajustes

El espesor de cabeza no obtuvo variaciones respecto al pasado (gráfica 48). Antes se producía en promedio (0.71, 0.73 y 0.71mm), mientras que ahora esas medidas están en (0.69, 0.68 y 0.68) para las máquinas 1, 2 y 3, respectivamente. Existe una pequeña reducción en el espesor de cabeza para cada máquina, pero es a lo sumo de 5 centésimas de milímetro por lo que es posible decir que el espesor de cabeza permaneció constante.

Figura 86. Gráfico de comparación de espesor de cabeza entre máquinas después de ajustes



4.4 Establecimiento de nuevas especificaciones del producto

Considerando que los ajustes realizados a la maquinaria dio como resultado que las diferencias en las dimensiones de clavo producidas entre máquinas se redujeran, y además se modificaran, es necesario redefinir los límites del proceso, que serán a su vez las especificaciones del producto producido en esta planta.

Para cada dimensión en cuestión (longitud de clavo, diámetro de espiga, etc). es necesario determinar un rango de variación dentro del cual se debe mantener la producción del clavo.

El valor mínimo del rango será el menor límite de control inferior (LCI) que se haya obtenido de las tres máquinas en el remuestreo. Análogamente, el

valor máximo será el mayor límite de control superior (LCS) que se haya obtenido de las tres máquinas en el remuestreo.

4.4.1 Especificación de longitud de clavo

Los límites inferiores son (38.30, 38.30 y 38.27mm).

Los límites superiores son (38.59,38.59 y 38.57mm).

Por lo tanto, el rango de especificación de longitud de clavo para este proceso será [38.27,38.57mm].

4.4.2 Especificación de diámetro de espiga

Los límites inferiores son (1.78, 1.78 y 1.79mm).

Los límites superiores son (1.80,1.81 y 1.81mm).

Por lo tanto, el rango de especificación de diámetro de espiga para este proceso será [1.78,1.81mm].

4.4.3 Especificación de longitud de punta

Para las tres máquinas el límite inferior es de 2.66mm.

Los límites superiores son (2.73, 2.73 y 2.74mm).

Por lo tanto el rango de especificación de longitud de punta para este proceso será [2.66,2.74mm].

4.4.4 Especificación de diámetro de cabeza

Para las tres máquinas, el límite inferior es de 4.47mm.

Los límites superiores son (4.59, 4.58 y 4.58mm).

Por lo tanto, el rango de especificación de diámetro de espiga para este proceso será [4.47,4.59mm].

4.4.5 Especificación de espesor de cabeza

Los límites inferiores son (0.63, 0.62 y 0.62mm).

Los límites superiores son (0.74, 0.74 y 0.73mm).

Por lo tanto, el rango de especificación de diámetro de espiga para este proceso será [0.62,0.74mm].

Tabla II. Especificaciones de clavo de 1 1/2" X 15, después de ajustes

Parte del clavo	Valor mínimo (mm)	Valor máximo (mm)
Longitud	38.27	38.57
Diámetro de espiga	1.78	1.81
Longitud de punta	2.66	2.74
Diámetro de cabeza	4.47	4.59
Espesor de cabeza	0.62	0.74

4.5 Capacidad del proceso para cumplir con la Norma Oficial para Clavos 12665 MEIC

De acuerdo a los índices de capacidad del proceso Cp y Cpk, se evalúa a continuación si con lo obtenido después de los ajustes realizados es posible cumplir con la norma MEIC 12665 (ver apéndice 32), en lo que se refiere a longitud de clavo, diámetro de espiga y diámetro de cabeza, ya que las anteriores, como se ve en el anexo 18, son las únicas dimensiones a las que

hace mención esta norma. Para ambos índices se requiere determinar el rango de variación del proceso (R'), que al igual que en el caso de los límites de especificación, se obtendrán de escoger el mayor y el menor de las tres máquinas.

4.5.1 Cálculo de índices C_p y C_{pk} de longitud de clavo para cumplir la norma MEIC 12665

Longitud de clavo especificado por norma: [36.86, 39.14]

Longitud de clavo del proceso: [37.27, 37.57]

$$C_p = (ES - EI) / (6 (R' / d_2)) \text{ (ver capítulo 1)}$$

De las gráficas de control de rangos para las máquinas, se obtuvieron valores mínimos de cero y valores máximos de (0.45, 0.43 y 0.46) (ver gráficas 53, 63 y 73)

$$\text{Por tanto } R' \text{ es } (0 + 46) / 2 = 0.23$$

$$ES = 39.14 ; EI = 36.86$$

$$d_2 = 2.059 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

entonces,

$$C_p = (39.14 - 36.86) / (3(0.23 / 2.059)) = 3.40$$

Ya que $C_p \gg 1$ se puede decir que según el índice C_p , el proceso está sumamente capacitado para cumplir con el requerimiento de longitud de clavo.

$$C_{pk} = MC / (6 (R' / d_2)) \text{ (ver capítulo 1)}$$

MC es el menor valor entre $(X'' - EI)$ y $(ES - X'')$

de las especificaciones del proceso, $X'' = (37.27 + 37.57) / 2 = 37.42$

$(X'' - EI) = 37.42 - 36.86 = 0.56$; $(ES - X'') = 39.14 - 37.42 = 1.72$

por lo tanto, $MC = 0.56$

entonces,

$Cpk = 0.56 / (3 (0.23 / 2.059)) = 1.67$

$Cpk > 1$ por lo cual el proceso es capaz para cumplir con el requerimiento de longitud de clavo.

4.5.2 Cálculo de índices Cp y Cpk de diámetro de espiga para cumplir la norma MEIC 12665

Diámetro de espiga especificado por norma: [1.90,2.10]

Diámetro de espiga del proceso: [1.78,1.81]

Por simple comparación, se observa que el límite superior del proceso es menor que el límite inferior de la especificación, por lo que sin necesidad de calcular los índices podemos concluir que, en cuanto a diámetro de espiga, el proceso no es capaz de cumplir con lo especificado en la norma MEIC.

4.5.3 Cálculo de índices Cp y Cpk de diámetro de cabeza para cumplir la norma MEIC 12665

Diámetro de cabeza especificado por norma: [4.28,4.73]

Diámetro de cabeza del proceso: [4.47,4.59]

$Cp = (ES - EI) / (6 (R' / d2))$ (ver capítulo 1)

De las gráficas de control de rangos para las máquinas se obtuvo valores mínimos de cero y valores máximos de (0.18, 0.17 y 0.17) (ver gráficas 59, 69 y 79).

Por tanto R' es $(0 + 0.18) / 2 = 0.09$

$ES = 4.73$; $EI = 4.28$

$d_2 = 2.059$ (ver apéndice 1 para $n = 4$)

entonces,

$$C_p = (4.73 - 4.28) / (6(0.09 / 2.059)) = 1.72$$

Ya que $C_p > 1$ se puede decir que, según el índice, C_p el proceso está capacitado para cumplir con el requerimiento de diámetro de cabeza.

$C_{pk} = MC / (3 (R' / d_2))$ (ver capítulo 1)

MC es el menor valor entre $(X'' - EI)$ y $(ES - X'')$

de las especificaciones del proceso, $X'' = (4.47 + 4.59) / 2 = 4.53$

$$(X'' - EI) = 4.53 - 4.28 = 0.25 ; (ES - X'') = 4.73 - 4.53 = 0.20$$

por lo tanto, $MC = 0.20$

entonces,

$$C_{pk} = 0.20 / (3 (0.09 / 2.059)) = 1.53$$

$C_{pk} > 1$ por lo cual el proceso es capaz de cumplir con el requerimiento de longitud de punta.

4.6 Determinación de la capacidad del proceso para cumplir con la norma JIS A 5508-1992

Los valores de R' necesarios para calcular ambos índices, son los mismos que ya se calcularon en la sección 4.5.

4.6.1 Cálculo de índices Cp y Cpk de longitud de clavo para cumplir la norma JIS A 5508-1992

Longitud de clavo especificado por norma: [36.50, 39.70]

Longitud de clavo del proceso: [37.27, 37.57]

$$C_p = (ES - EI) / (6 (R' / d_2)) \text{ (ver capítulo 1)}$$

$$R' = 0.23 \text{ (ver sección 4.5.1)}$$

$$ES = 39.70 ; EI = 36.50$$

$$d_2 = 2.059 \text{ (ver apéndice 1 para } n = 4)$$

entonces,

$$C_p = (39.70 - 36.50) / (6(0.23 / 2.059)) = 4.77$$

Ya que $C_p \gg 1$ se puede decir que según el índice C_p el proceso está sumamente capacitado para cumplir con el requerimiento de longitud de clavo.

$$C_{pk} = MC / (6 (R' / d_2)) \text{ (ver capítulo 1)}$$

MC es el menor valor entre $(X'' - EI)$ y $(ES - X'')$

de las especificaciones del proceso, $X'' = (37.27 + 37.57) / 2 = 37.42$

$$(X'' - EI) = 37.42 - 36.50 = 0.92 ; (ES - X'') = 39.70 - 37.42 = 2.28$$

por lo tanto, MC = 0.92

entonces,

$$Cpk = 0.92 / (3 (0.23 / 2.059)) = 1.37$$

Cpk > 1 por lo cual el proceso es capaz para cumplir con el requerimiento de longitud de clavo.

4.6.2 Cálculo de índices Cp y Cpk de diámetro de espiga para cumplir la norma JIS A 5508-1992

Diámetro de espiga especificado por norma: [1.93,2.13]

Diámetro de espiga del proceso: [1.78,1.81]

Ya que el límite superior del proceso es menor que el límite inferior de la especificación, no es necesario calcular los índices para concluir que en cuanto a diámetro de espiga, el proceso no es capaz de cumplir con lo especificado en la norma JIS.

4.6.3 Cálculo de índices Cp y Cpk de longitud de punta para cumplir la norma JIS A 5508-1992

Longitud de punta especificada por norma: [2.00,4.10]

Longitud de punta del proceso: [2.66,2.74]

$$Cp = (ES - EI) / (6 (R' / d2)) \text{ (ver capítulo 1)}$$

De las gráficas de control de rangos para las máquinas se obtuvieron valores mínimos de cero y valores máximos de (0.11,0.11 y 0.13) (ver gráficas 57, 67 y 77)

Por tanto R' es $(0 + 0.13) / 2 = 0.065$

$ES = 4.10$; $EI = 2.00$

$d_2 = 2.059$ (ver apéndice 1 para $n = 4$)

entonces,

$$C_p = (4.10 - 2.00) / (6(0.065 / 2.059)) = 11.09$$

$C_p \gg 1$ por lo que según el índice C_p el proceso está sumamente capacitado para cumplir con el requerimiento de longitud de punta.

$$C_{pk} = MC / (3 (R' / d_2)) \text{ (ver capítulo 1)}$$

MC es el menor valor entre $(X'' - EI)$ y $(ES - X'')$

de las especificaciones del proceso, $X'' = (2.66 + 2.74) / 2 = 2.70$

$$(X'' - EI) = 2.70 - 2.00 = 0.70 ; (ES - X'') = 4.00 - 2.70 = 1.30$$

por lo tanto, $MC = 0.70$

entonces,

$$C_{pk} = 0.70 / (3 (0.065 / 2.059)) = 7.39$$

$C_{pk} > 1$ por lo cual el proceso es capaz para cumplir con el requerimiento de longitud de punta.

4.6.4 Cálculo de índices Cp y Cpk de diámetro de cabeza para cumplir la norma JIS A 5508-1992

Diámetro de cabeza especificado por norma: [5.00,6.12]

Diámetro de cabeza del proceso: [4.47,4.59]

Al igual que en el cálculo de la capacidad para el diámetro de espiga, el diámetro de cabeza del proceso no es capaz de satisfacer los requerimientos de la norma JIS, esto se deduce fácilmente al ver que el límite superior del proceso es menor que el límite inferior de la especificación.

5. BENEFICIOS Y MEJORA CONTINUA

5.1 Determinación de mejoras en la calidad del producto

Con el estudio realizado se logró determinar la situación real de la producción de clavo de 1 1/2" X 15. Anteriormente no se contaba con un historial de la producción del mismo. Al realizar el análisis, se determinó que existen variaciones en las dimensiones de clavo producidas entre máquinas, y que no se utilizan dentro de la producción del clavo normas internacionales que estandaricen sus dimensiones. Con las modificaciones que se llevaron a cabo, se logró obtener mayor uniformidad entre máquinas y además se cumplen varias especificaciones establecidas en la norma JIS.

5.1.1 Análisis de variaciones entre registros históricos y registros del método implantado

Aunque hasta la realización de este estudio no se registraban datos de la calidad del clavo, es importante hacer una comparación entre el primer muestreo y el segundo (antes y después de los ajustes de la maquinaria).

En el capítulo cuatro puede observarse que las gráficas de comparación entre máquinas para cada una de las variables en estudio, guardan una menor diferencia entre sí de las que se observaron antes de las modificaciones. Esto es un avance importante, ya que, como se mencionó en el capítulo 1, la variación es el peor enemigo de la calidad.

5.2 Determinación de variaciones en la productividad

La productividad es un aspecto que no se debe perder de vista, por lo que es necesario un análisis de recursos empleados contra resultados obtenidos.

5.2.1 Evaluación de recursos utilizados para el control de la producción con el método actual

Como se describió en el capítulo 2, no se cuenta con una persona cuya única función sea controlar la producción de las máquinas conformadoras; tampoco existe una herramienta adecuada para la medición del clavo ni un registro de mediciones. Por lo tanto, puede decirse que no se invierten recursos para el control de la calidad del clavo.

5.2.2 Evaluación de recursos utilizados para el control de la producción con el método propuesto

Los recursos que demanda el método propuesto son los siguientes:

- **Recurso humano.** Dos personas con educación básica (una persona por turno)
- **Materiales.** Un calibrador Vernier. Materiales de trabajo (formularios, bolígrafos, lápices, etc).
- **Una computadora** para llevar el registro de la información

5.2.3 Evaluación de diferencia entre los recursos utilizados entre el método actual y el mejorado, contra beneficios obtenidos

En general, cualquier intento que se haga con el fin de mejorar la calidad implicará un costo adicional. Es necesario tener en cuenta que el producir en base a una norma reconocida mundialmente ofrece a futuro la seguridad de consolidarse a nivel nacional y, lo que es más importante, la posibilidad de competir en el mercado internacional. Con estos recursos se lograría, además, tener un proceso productivo que sea controlable y predecible, lo que al mismo tiempo le permite ser flexible a las cambiantes necesidades del cliente, es decir, que sea capaz de evolucionar para cumplir no sólo con las normas ya mencionadas, sino además con las normas venideras.

5.3 Determinación de acciones futuras para mejoramiento continuo

El mejoramiento de la calidad no debe ser sólo el producto de acciones aisladas, sino más bien una búsqueda constante e interminable. Para la planta en estudio, establecer el método propuesto sólo significaría un buen inicio, pero además se debiera en el futuro implementar otras acciones que están fuera del alcance de esta investigación, tales como el control de materia prima (alambión) por proveedor, mejoramiento de los equipos de tratamiento térmico, monitoreo de rendimiento por quintal de producción de cuchillas, mordazas y mazo para que en base a esos índices se emprenda una búsqueda de materiales que ofrezcan mejores resultados.

Actualmente, los fabricantes de máquinas conformadoras ofrecen equipos con capacidades y precisiones muy superiores a lo que se tiene en esta planta. Corresponde a las autoridades de la empresa evaluar mediante un estudio de factibilidad que tome en cuenta un mercado creciente, la posibilidad de invertir

en una modernización de la planta que permita mayores volúmenes de producción terminados con una mejora sustancial en la calidad.

CONCLUSIONES

1. La longitud de clavo, la longitud de punta, el diámetro de espiga, el diámetro de cabeza y el espesor de cabeza son variables que deber ser medidas y controladas dentro del proceso de manufactura del clavo de 1 1/2".
2. Los controles aplicados a la producción de clavo de 1 1/2" X 15 en esta planta, al inicio de este estudio, no eran suficientes, ya que se tomaba en cuenta únicamente la longitud total, y los diámetros de espiga y cabeza. Tampoco eran adecuados por no contar con los recursos necesarios, lo cual no permitía que la calidad del clavo fabricado fuera la misma, independientemente de la máquina utilizada en la producción.
3. Para lograr mejoras en la calidad de la producción del clavo, se debió implementar un procedimiento de control que incluye la medición y el registro de todos los componentes del clavo y además se debe contar con personal capacitado e instrumentos de medición adecuados.
4. Por medio del uso de gráficos de control se lograron determinar los límites de control para cada una de las tres máquinas y establecer las diferencias en las medidas de los componentes producidos. Basados en esto, se realizaron ajustes en la maquinaria para que dichas variaciones se redujeran.

5. Se establecieron nuevas especificaciones para el clavo de 1 1/2" X 15 que las tres máquinas conformadoras son capaces de satisfacer, ya que están basadas en límites de gráficos de control calculados después de realizados los ajustes de maquinaria.

6. El proceso trabaja dentro de los siguientes rangos de variación: longitud de clavo [37.27,37.57]; diámetro de espiga [1.78,1.81]; longitud de punta [2.66,2.74] y diámetro de cabeza [4.47,4.59]. Por tanto, es capaz de cumplir con lo establecido por la norma JIS A 5508-1992 en lo referente a longitud de clavo [36.50,39.70], y longitud de punta [2.00,4.10]; queda corto en el diámetro de espiga [1.93,2.13] y el diámetro de cabeza [5.00,6.12].

7. Con respecto a la norma MEIC 12665, que exige los siguientes parámetros: longitud de clavo [36.86,39.14]; diámetro de cabeza [4.28,4.78] y diámetro de espiga [1.90,2.10], el proceso es capaz cumplir con la longitud de clavo [37,27,37.57] y el diámetro de cabeza [4.47,4.59]; mientras que en lo que respecta al diámetro de espiga, el rango de variación obtenido es insuficiente [1.78,1.81].

RECOMENDACIONES

1. Los controles de producción empleados en la planta deben extenderse para abarcar otros elementos importantes dentro el proceso, como control de materias primas por proveedor, monitoreo de rendimientos por producción de matrices y cuchillas, con el objetivo de incrementar la productividad de la planta.
2. Es importante que se establezca un departamento de control de calidad que esté comprometido con la continuidad y el mejoramiento constante del método implantado, ya que de esto depende que la maquinaria mantenga la uniformidad deseada en el producto final.
3. La capacitación del personal, la búsqueda de nueva tecnología que facilite la medición y el control de los parámetros de calidad del clavo, son políticas que debe adoptar la empresa para lograr mejoras en la calidad del producto.
4. Mediante el uso de los gráficos de control, es posible medir el grado de diferencia en el conformado del clavo por máquina, lo cual se debe tomar como parámetro para determinar el momento en que nuevos ajustes de maquinaria sean necesarios para mantener la uniformidad del clavo.
5. Los controles y especificaciones que se establecieron no deben considerarse como únicos y definitivos, el proceso debe ser flexible y capaz de adaptarse a las nuevas necesidades que el mercado exija.

6. Se debe hacer ajustes en el trefilado, de manera que el alambre designado para la fabricación de clavo de 1 1/2" pueda alcanzar un diámetro no menor a 2mm. Esto dará como resultado que se pueda cumplir con lo especificado en las normas JIS y MEIC para diámetro de espiga. Lo anterior ofrecerá la posibilidad de cumplir con los 5mm establecidos como mínimo para diámetro de cabeza en la norma JIS, ya que por la forma de operar de la maquinaria, a mayor diámetro de espiga, mayor diámetro de cabeza.

7. Se debe considerar que, de cara al futuro para satisfacer una demanda más alta y más exigente, será necesaria una modernización de los equipos de producción de la planta, pues actualmente éstos, por el tiempo de uso, ya tienen grandes limitaciones.

BIBLIOGRAFÍA

1. Gutiérrez Pulido, Humberto. **Calidad total y productividad.** 1^{ra}. ed. México: McGraw-Hill, 1997.
2. Doyle, Lawrence E. et. Al. **Materiales y procesos de manufactura para ingenieros.** 3^{ra}. ed. esp. México: Prentice Hall, 1988.
3. THE WIRE ASSOCIATION, INC. **Ferrous wire.** 3^{ra}. ed. (Volumen 2). Estados Unidos: 1989.
4. Niebel, Benjamin W. **Ingeniería industrial, métodos, tiempos y movimientos.** 3^{ra}. ed. esp. México: Alfaomega, 1990.

APÉNDICE 1

Factores para la construcción de cartas de control

Tabla III. Factores para cartas de control

Tamaño de la muestra (n)	Carta X'	Carta R'		
	A2	D3	D4	d2
2	1.880	0	3.267	1.128
3	1.023	0	2.575	1.693
4	0.729	0	2.282	2.059
5	0.577	0	2.115	2.326
6	0.483	0	2.004	2.534
7	0.419	0.076	1.924	2.74
8	0.373	0.136	1.864	2.847
9	0.337	0.184	1.816	2.97
10	0.308	0.223	1.777	3.078
11	0.285	0.256	1.744	3.173
12	0.266	0.283	1.717	3.258
13	0.246	0.307	1.693	3.336
14	0.235	0.328	1.672	3.407
15	0.223	0.347	1.653	3.472

APÉNDICE 2

Registro de longitud de clavo, máquina 1

Tabla IV. Datos de longitud de clavo, primer muestreo, máquina 1

FECHA	HORA	CLAVO 1	CLAVO 2	CLAVO 3	CLAVO 4	MEDIA	RANGO
17-Nov-03	11:00	39.47	39.37	39.48	39.48	39.45	0.11
17-Nov-03	13:00	39.49	39.65	39.59	39.43	39.54	0.22
17-Nov-03	15:00	39.37	39.24	39.18	39.52	39.33	0.34
17-Nov-03	17:00	39.56	39.51	39.57	39.05	39.42	0.52
17-Nov-03	19:00	39.27	39.37	39.55	39.44	39.41	0.28
17-Nov-03	21:00	39.47	39.22	39.40	39.42	39.38	0.25
17-Nov-03	23:00	39.29	39.29	39.17	39.09	39.21	0.20
17-Nov-03	1:00	39.02	38.85	38.57	38.68	38.78	0.45
17-Nov-03	3:00	38.48	38.79	38.84	38.77	38.72	0.36
17-Nov-03	5:00	38.79	38.55	38.83	39.08	38.81	0.53
18-Nov-03	7:00	No hubo muestra					0.00
18-Nov-03	9:00	39.02	38.75	39.14	39.04	38.99	0.39
18-Nov-03	11:00	Clavo con problema en la punta					0.00
18-Nov-03	13:00	38.71	38.98	38.92	38.54	38.79	0.44
18-Nov-03	15:00	39.47	39.26	39.27	39.19	39.30	0.28
18-Nov-03	17:00	39.54	39.29	39.52	39.46	39.45	0.25
18-Nov-03	19:00	39.39	39.36	39.40	39.41	39.39	0.05
18-Nov-03	21:00	39.17	39.39	39.39	39.36	39.33	0.22
18-Nov-03	23:00	39.32	39.46	39.39	39.38	39.39	0.14
18-Nov-03	1:00	39.52	39.37	39.48	39.21	39.40	0.31
18-Nov-03	3:00	39.16	39.49	39.44	39.54	39.41	0.38
18-Nov-03	5:00	39.35	39.42	39.32	39.44	39.38	0.12
19-Nov-03	7:00	Cambio de matrices					0.00
19-Nov-03	9:00	39.38	39.55	39.47	39.43	39.46	0.17
19-Nov-03	11:00	40.32	40.33	39.94	40.15	40.19	0.39
19-Nov-03	13:00	40.27	39.88	39.84	40.24	40.06	0.43
19-Nov-03	15:00	40.22	40.08	40.12	40.15	40.14	0.14
19-Nov-03	17:00	39.91	39.98	39.76	40.02	39.92	0.26
19-Nov-03	19:00	39.96	39.89	39.79	39.86	39.88	0.17
19-Nov-03	21:00	40.02	39.97	39.77	39.80	39.89	0.25
19-Nov-03	23:00	39.63	39.58	39.65	39.53	39.60	0.12
19-Nov-03	1:00	39.47	39.53	39.65	39.49	39.54	0.18
19-Nov-03	3:00	39.44	39.62	39.52	39.53	39.53	0.18
19-Nov-03	5:00	39.85	39.83	39.73	39.72	39.78	0.13
20-Nov-03	7:00	39.89	39.87	39.98	39.92	39.92	0.11
20-Nov-03	9:00	39.78	39.72	39.84	39.87	39.80	0.15
20-Nov-03	11:00	Cambio de cuchillas					0.00
20-Nov-03	13:00	39.57	39.81	39.70	39.67	39.69	0.24
20-Nov-03	15:00	39.71	39.79	39.72	39.77	39.75	0.08
20-Nov-03	17:00	39.46	39.48	39.70	39.46	39.53	0.24
20-Nov-03	19:00	39.63	39.25	39.68	39.67	39.56	0.43
20-Nov-03	21:00	39.14	39.32	39.30	39.60	39.34	0.46
20-Nov-03	23:00	39.57	39.69	39.45	39.27	39.50	0.42
20-Nov-03	1:00	39.24	39.57	39.53	39.28	39.41	0.33
20-Nov-03	3:00	39.26	39.61	39.62	39.30	39.45	0.36
20-Nov-03	5:00	39.06	38.71	39.27	39.39	39.11	0.68
21-Nov-04	7:00	38.93	39.32	39.37	39.30	39.23	0.44
21-Nov-04	9:00	39.22	39.12	39.47	39.30	39.28	0.35
21-Nov-04	11:00	39.29	39.48	38.80	39.22	39.20	0.68
21-Nov-04	13:00	39.12	39.11	39.00	39.43	39.17	0.43
21-Nov-04	15:00	38.95	38.94	38.81	39.12	38.96	0.31
21-Nov-04	17:00	39.09	39.23	39.01	39.18	39.13	0.22
21-Nov-04	19:00	39.29	39.40	39.29	39.20	39.30	0.20
21-Nov-04	21:00	38.92	39.07	39.20	39.12	39.08	0.28
21-Nov-04	23:00	39.21	39.51	39.16	39.47	39.34	0.35
21-Nov-04	1:00	39.42	39.42	39.48	39.73	39.51	0.31

X" = 39.42 R' = 0.29

APÉNDICE 3

Registro de diámetro de espiga, máquina 1

Tabla V. Datos de diámetro de espiga, primer muestreo, máquina 1

FECHA	HORA	CLAVO 1	CLAVO 2	CLAVO 3	CLAVO 4	MEDIA	RANGO
17-Nov-03	11:00	1.80	1.79	1.79	1.79	1.79	0.01
17-Nov-03	13:00	1.79	1.79	1.80	1.79	1.79	0.01
17-Nov-03	15:00	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	0.00
17-Nov-03	17:00	1.80	1.79	1.80	1.81	1.80	0.02
17-Nov-03	19:00	1.80	1.80	1.79	1.79	1.80	0.01
17-Nov-03	21:00	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	0.00
17-Nov-03	23:00	1.80	1.79	1.79	1.80	1.80	0.01
17-Nov-03	1:00	1.80	1.79	1.79	1.80	1.80	0.01
17-Nov-03	3:00	1.80	1.79	1.79	1.80	1.80	0.01
17-Nov-03	5:00	1.79	1.79	1.80	1.80	1.80	0.01
18-Nov-03	7:00	No hubo muestra					
18-Nov-03	9:00	1.80	1.79	1.80	1.80	1.80	0.01
18-Nov-03	11:00	1.80	1.80	1.81	1.79	1.80	0.02
18-Nov-03	13:00	1.79	1.80	1.79	1.79	1.79	0.01
18-Nov-03	15:00	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	0.00
18-Nov-03	17:00	1.79	1.79	1.79	1.80	1.79	0.01
18-Nov-03	19:00	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	0.00
18-Nov-03	21:00	1.79	1.79	1.80	1.79	1.79	0.01
18-Nov-03	23:00	1.80	1.79	1.79	1.79	1.79	0.01
18-Nov-03	1:00	1.80	1.79	1.79	1.79	1.79	0.01
18-Nov-03	3:00	1.79	1.79	1.80	1.79	1.79	0.01
18-Nov-03	5:00	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	0.00
19-Nov-03	7:00	Cambio de matrices					
19-Nov-03	9:00	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	0.00
19-Nov-03	11:00	1.79	1.80	1.79	1.79	1.79	0.01
19-Nov-03	13:00	1.80	1.80	1.79	1.80	1.80	0.01
19-Nov-03	15:00	1.80	1.80	1.80	1.81	1.80	0.01
19-Nov-03	17:00	1.80	1.79	1.80	1.79	1.80	0.01
19-Nov-03	19:00	1.79	1.78	1.79	1.80	1.79	0.02
19-Nov-03	21:00	1.79	1.80	1.80	1.79	1.80	0.01
19-Nov-03	23:00	1.79	1.79	1.80	1.80	1.80	0.01
19-Nov-03	1:00	1.79	1.79	1.80	1.80	1.80	0.01
19-Nov-03	3:00	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	0.00
19-Nov-03	5:00	1.80	1.80	1.79	1.80	1.80	0.01
20-Nov-03	7:00	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	0.00
20-Nov-03	9:00	1.80	1.81	1.80	1.80	1.80	0.01
20-Nov-03	11:00	Cambio de cuchillas					
20-Nov-03	13:00	1.78	1.79	1.78	1.79	1.79	0.01
20-Nov-03	15:00	1.79	1.79	1.78	1.78	1.79	0.01
20-Nov-03	17:00	1.78	1.78	1.79	1.79	1.79	0.01
20-Nov-03	19:00	1.80	1.79	1.80	1.79	1.80	0.01
20-Nov-03	21:00	1.81	1.81	1.80	1.80	1.81	0.01
20-Nov-03	23:00	1.80	1.80	1.81	1.79	1.80	0.02
20-Nov-03	1:00	1.80	1.79	1.80	1.81	1.80	0.02
20-Nov-03	3:00	1.81	1.80	1.79	1.80	1.80	0.02
20-Nov-03	5:00	1.80	1.81	1.81	1.79	1.80	0.02
21-Nov-04	7:00	1.78	1.80	1.80	1.81	1.80	0.03
21-Nov-04	9:00	1.78	1.79	1.78	1.80	1.79	0.02
21-Nov-04	11:00	1.79	1.80	1.79	1.81	1.80	0.02
21-Nov-04	13:00	1.80	1.79	1.79	1.81	1.80	0.02
21-Nov-04	15:00	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	0.00
21-Nov-04	17:00	1.79	1.81	1.79	1.80	1.80	0.02
21-Nov-04	19:00	1.80	1.79	1.81	1.79	1.80	0.02
21-Nov-04	21:00	1.81	1.79	1.79	1.79	1.80	0.02
21-Nov-04	23:00	1.79	1.78	1.79	1.81	1.79	0.03
21-Nov-04	1:00	1.79	1.78	1.79	1.78	1.79	0.01

X" = 1.795 R' = 0.012

APÉNDICE 4

Registro de longitud de punta, máquina 1

Tabla VI. Datos de longitud de punta, primer muestreo, máquina 1

FECHA	HORA	CLAVO 1	CLAVO 2	CLAVO 3	CLAVO 4	MEDIA	RANGO	
17-Nov-03	11:00	2.50	2.69	2.64	2.59	2.60	0.19	
17-Nov-03	13:00	2.77	2.72	2.75	2.66	2.72	0.11	
17-Nov-03	15:00	2.59	2.55	2.77	2.69	2.65	0.22	
17-Nov-03	17:00	2.54	2.55	2.59	2.51	2.54	0.08	
17-Nov-03	19:00	2.45	2.53	2.54	2.43	2.49	0.11	
17-Nov-03	21:00	2.42	2.48	2.46	2.51	2.47	0.09	
17-Nov-03	23:00	2.37	2.40	2.36	2.43	2.39	0.07	
17-Nov-03	1:00	2.30	2.24	2.25	2.26	2.26	0.06	
17-Nov-03	3:00	2.28	2.17	2.24	2.36	2.26	0.19	
17-Nov-03	5:00	2.36	2.42	2.35	2.33	2.36	0.09	
18-Nov-03	7:00	No hubo muestra						
18-Nov-03	9:00	2.29	2.38	2.32	2.28	2.32	0.09	
18-Nov-03	11:00	Clavo con problema en la punta						
18-Nov-03	13:00	2.35	2.40	2.34	2.38	2.37	0.06	
18-Nov-03	15:00	2.43	2.38	2.42	2.46	2.42	0.08	
18-Nov-03	17:00	2.43	2.54	2.45	2.49	2.48	0.11	
18-Nov-03	19:00	2.57	2.43	2.49	2.54	2.50	0.14	
18-Nov-03	21:00	2.57	2.58	2.57	2.51	2.56	0.07	
18-Nov-03	23:00	2.42	2.54	2.59	2.56	2.52	0.17	
18-Nov-03	1:00	2.73	2.63	2.61	2.56	2.63	0.17	
18-Nov-03	3:00	2.55	2.52	2.50	2.54	2.53	0.05	
18-Nov-03	5:00	2.54	2.56	2.53	2.56	2.55	0.03	
19-Nov-03	7:00	Cambio de matrices						
19-Nov-03	9:00	2.51	2.62	2.62	2.62	2.59	0.11	
19-Nov-03	11:00	2.58	2.64	2.62	2.60	2.61	0.06	
19-Nov-03	13:00	2.59	2.64	2.63	2.76	2.65	0.17	
19-Nov-03	15:00	2.65	2.77	2.78	2.69	2.72	0.13	
19-Nov-03	17:00	2.77	2.66	2.71	2.74	2.72	0.11	
19-Nov-03	19:00	2.66	2.70	2.74	2.81	2.72	0.15	
19-Nov-03	21:00	2.69	2.66	2.66	2.65	2.66	0.04	
19-Nov-03	23:00	2.65	2.63	2.62	2.65	2.64	0.03	
19-Nov-03	1:00	2.54	2.49	2.34	2.63	2.50	0.29	
19-Nov-03	3:00	2.69	2.59	2.64	2.71	2.66	0.12	
19-Nov-03	5:00	2.61	2.61	2.63	2.57	2.60	0.06	
20-Nov-03	7:00	2.74	2.78	2.82	2.73	2.77	0.09	
20-Nov-03	9:00	2.76	2.69	2.70	2.73	2.72	0.07	
20-Nov-03	11:00	Cambio de cuchillas						
20-Nov-03	13:00	2.45	2.39	2.39	2.43	2.41	0.06	
20-Nov-03	15:00	2.39	2.42	2.42	2.43	2.41	0.04	
20-Nov-03	17:00	2.56	2.54	2.43	2.48	2.50	0.13	
20-Nov-03	19:00	2.44	2.45	2.61	2.44	2.48	0.17	
20-Nov-03	21:00	2.55	2.53	2.65	2.55	2.57	0.12	
20-Nov-03	23:00	2.52	2.56	2.57	2.49	2.53	0.07	
20-Nov-03	1:00	2.58	2.61	2.58	2.67	2.61	0.09	
20-Nov-03	3:00	2.59	2.69	2.63	2.71	2.65	0.12	
20-Nov-03	5:00	2.52	2.50	2.57	2.69	2.57	0.19	
21-Nov-04	7:00	2.53	2.72	2.83	2.76	2.71	0.30	
21-Nov-04	9:00	2.47	2.69	2.51	2.72	2.60	0.25	
21-Nov-04	11:00	2.51	2.62	2.56	2.48	2.54	0.14	
21-Nov-04	13:00	2.50	2.64	2.49	2.58	2.55	0.15	
21-Nov-04	15:00	2.62	2.54	2.48	2.53	2.54	0.15	
21-Nov-04	17:00	2.44	2.49	2.52	2.41	2.46	0.11	
21-Nov-04	19:00	2.53	2.58	2.58	2.48	2.54	0.11	
21-Nov-04	21:00	2.52	2.61	2.61	2.60	2.58	0.09	
21-Nov-04	23:00	2.68	2.73	2.67	2.77	2.71	0.10	
21-Nov-04	1:00	2.64	2.65	2.85	2.67	2.70	0.22	

$X'' = 2.55$ $R' = 0.12$

APÉNDICE 5

Registro de diámetro de cabeza, máquina 1

Tabla VII. Datos de diámetro de cabeza, primer muestreo, máquina 1

FECHA	HORA	CLAVO 1	CLAVO 2	CLAVO 3	CLAVO 4	MEDIA	RANGO
17-Nov-03	11:00	3.79	3.80	3.80	3.81	3.80	0.02
17-Nov-03	13:00	3.85	3.90	3.88	3.86	3.87	0.05
17-Nov-03	15:00	3.87	3.88	3.91	3.91	3.89	0.04
17-Nov-03	17:00	3.86	3.80	3.83	3.86	3.84	0.06
17-Nov-03	19:00	3.83	3.80	3.88	3.82	3.83	0.09
17-Nov-03	21:00	3.86	3.78	3.77	3.76	3.79	0.10
17-Nov-03	23:00	3.80	3.74	3.72	3.73	3.75	0.08
17-Nov-03	1:00	3.80	3.77	3.80	3.80	3.79	0.03
17-Nov-03	3:00	3.91	3.84	3.84	3.88	3.86	0.07
17-Nov-03	5:00	3.85	3.88	3.87	3.86	3.86	0.04
18-Nov-03	7:00	No hubo muestra					
18-Nov-03	9:00	3.83	3.90	3.88	3.82	3.86	0.08
18-Nov-03	11:00	3.87	3.91	3.88	3.80	3.86	0.11
18-Nov-03	13:00	3.86	3.81	3.81	3.83	3.83	0.06
18-Nov-03	15:00	3.90	3.97	3.99	3.95	3.95	0.09
18-Nov-03	17:00	3.94	3.94	3.96	3.92	3.94	0.04
18-Nov-03	19:00	3.94	3.92	3.95	3.96	3.94	0.04
18-Nov-03	21:00	3.96	3.90	3.87	3.95	3.92	0.09
18-Nov-03	23:00	3.94	3.94	3.90	3.88	3.91	0.06
18-Nov-03	1:00	3.86	3.87	3.91	3.81	3.86	0.10
18-Nov-03	3:00	3.87	3.81	3.84	3.84	3.84	0.06
18-Nov-03	5:00	3.77	3.78	3.81	3.86	3.80	0.09
19-Nov-03	7:00	Cambio de matrices					
19-Nov-03	9:00	3.89	3.92	3.90	3.93	3.91	0.04
19-Nov-03	11:00	3.85	3.72	3.83	3.74	3.78	0.13
19-Nov-03	13:00	3.72	3.76	3.80	3.80	3.77	0.08
19-Nov-03	15:00	3.67	3.63	3.68	3.71	3.67	0.08
19-Nov-03	17:00	3.91	3.92	3.93	3.89	3.91	0.04
19-Nov-03	19:00	3.79	3.74	3.87	3.71	3.78	0.16
19-Nov-03	21:00	3.83	3.80	3.73	3.73	3.77	0.10
19-Nov-03	23:00	3.90	3.84	3.92	3.94	3.90	0.10
19-Nov-03	1:00	4.09	4.00	3.90	3.99	3.99	0.19
19-Nov-03	3:00	3.80	3.80	3.88	3.80	3.82	0.09
19-Nov-03	5:00	3.91	3.93	3.97	4.03	3.96	0.12
20-Nov-03	7:00	3.92	3.87	3.89	3.81	3.87	0.11
20-Nov-03	9:00	3.83	3.85	3.83	3.85	3.84	0.02
20-Nov-03	11:00	Cambio de cuchillas					
20-Nov-03	13:00	3.90	3.89	3.89	3.88	3.89	0.02
20-Nov-03	15:00	3.90	3.95	3.84	3.85	3.88	0.11
20-Nov-03	17:00	3.83	3.81	3.78	3.83	3.81	0.05
20-Nov-03	19:00	3.78	3.67	3.81	3.78	3.76	0.14
20-Nov-03	21:00	3.84	3.81	3.82	3.88	3.84	0.07
20-Nov-03	23:00	3.83	3.87	3.93	3.76	3.85	0.17
20-Nov-03	1:00	3.79	3.87	3.82	3.83	3.83	0.08
20-Nov-03	3:00	3.81	3.83	3.85	3.79	3.82	0.06
20-Nov-03	5:00	3.69	3.72	3.73	3.71	3.71	0.03
21-Nov-04	7:00	3.78	3.86	3.78	3.81	3.81	0.08
21-Nov-04	9:00	3.95	3.89	4.00	4.00	3.96	0.11
21-Nov-04	11:00	3.93	3.89	3.87	3.93	3.90	0.06
21-Nov-04	13:00	3.90	3.80	3.88	3.81	3.84	0.10
21-Nov-04	15:00	3.79	3.79	3.78	3.76	3.78	0.03
21-Nov-04	17:00	3.82	3.87	3.80	3.76	3.81	0.11
21-Nov-04	19:00	4.08	4.13	3.99	4.21	4.10	0.22
21-Nov-04	21:00	4.00	3.97	4.05	4.02	4.01	0.08
21-Nov-04	23:00	3.95	3.93	3.94	3.90	3.93	0.05
21-Nov-04	1:00	4.02	3.96	3.92	3.93	3.96	0.10

$\bar{X}'' = 3.86$ $R' = 0.08$

APÉNDICE 6

Registro de espesor de cabeza, máquina 1

Tabla VIII. Datos de espesor de cabeza, primer muestreo, máquina 1

FECHA	HORA	CLAVO 1	CLAVO 2	CLAVO 3	CLAVO 4	MEDIA	RANGO
17-Nov-03	11:00	0.90	0.88	0.91	0.86	0.89	0.06
17-Nov-03	13:00	0.78	0.77	0.86	0.74	0.79	0.12
17-Nov-03	15:00	0.73	0.75	0.80	0.81	0.77	0.08
17-Nov-03	17:00	0.77	0.77	0.77	0.80	0.78	0.04
17-Nov-03	19:00	0.83	0.84	0.84	0.82	0.83	0.02
17-Nov-03	21:00	0.85	0.94	0.94	0.93	0.91	0.10
17-Nov-03	23:00	0.89	0.94	0.98	0.96	0.94	0.09
17-Nov-03	1:00	0.94	0.88	0.90	0.88	0.90	0.06
17-Nov-03	3:00	0.84	0.90	0.93	0.84	0.88	0.10
17-Nov-03	5:00	0.92	0.87	0.95	0.90	0.91	0.08
18-Nov-03	7:00	No hubo muestra					
18-Nov-03	9:00	0.90	0.87	0.94	0.86	0.89	0.08
18-Nov-03	11:00	0.84	0.84	0.88	0.83	0.85	0.06
18-Nov-03	13:00	0.85	0.90	0.88	0.89	0.88	0.06
18-Nov-03	15:00	0.91	0.86	0.83	0.84	0.86	0.08
18-Nov-03	17:00	0.79	0.82	0.82	0.83	0.81	0.03
18-Nov-03	19:00	0.89	0.87	0.87	0.88	0.88	0.02
18-Nov-03	21:00	0.78	0.89	0.87	0.83	0.84	0.12
18-Nov-03	23:00	0.87	0.83	0.88	0.91	0.87	0.09
18-Nov-03	1:00	0.92	0.83	0.82	0.86	0.86	0.10
18-Nov-03	3:00	0.88	0.89	0.91	0.88	0.89	0.04
18-Nov-03	5:00	0.87	0.83	0.84	0.90	0.86	0.07
19-Nov-03	7:00	Cambio de matrices					
19-Nov-03	9:00	0.47	0.43	0.45	0.45	0.45	0.04
19-Nov-03	11:00	0.49	0.52	0.46	0.48	0.49	0.07
19-Nov-03	13:00	0.47	0.52	0.43	0.59	0.50	0.17
19-Nov-03	15:00	0.47	0.59	0.47	0.60	0.53	0.14
19-Nov-03	17:00	0.54	0.48	0.37	0.40	0.45	0.17
19-Nov-03	19:00	0.50	0.50	0.50	0.53	0.51	0.04
19-Nov-03	21:00	0.61	0.51	0.56	0.58	0.56	0.10
19-Nov-03	23:00	0.62	0.55	0.58	0.51	0.56	0.11
19-Nov-03	1:00	0.54	0.55	0.55	0.53	0.54	0.03
19-Nov-03	3:00	0.69	0.69	0.68	0.64	0.67	0.05
19-Nov-03	5:00	0.66	0.66	0.65	0.65	0.65	0.01
20-Nov-03	7:00	0.67	0.70	0.68	0.69	0.68	0.02
20-Nov-03	9:00	0.66	0.68	0.66	0.65	0.66	0.04
20-Nov-03	11:00	Cambio de cuchillas					
20-Nov-03	13:00	0.66	0.72	0.67	0.66	0.68	0.06
20-Nov-03	15:00	0.70	0.69	0.69	0.71	0.69	0.02
20-Nov-03	17:00	0.72	0.72	0.73	0.71	0.72	0.02
20-Nov-03	19:00	0.72	0.70	0.72	0.83	0.74	0.13
20-Nov-03	21:00	0.73	0.72	0.72	0.70	0.71	0.03
20-Nov-03	23:00	0.73	0.72	0.71	0.73	0.72	0.02
20-Nov-03	1:00	0.75	0.73	0.75	0.74	0.74	0.02
20-Nov-03	3:00	0.76	0.77	0.76	0.74	0.75	0.03
20-Nov-03	5:00	0.72	0.73	0.74	0.76	0.74	0.04
21-Nov-04	7:00	0.77	0.72	0.70	0.78	0.74	0.08
21-Nov-04	9:00	0.60	0.65	0.55	0.59	0.60	0.10
21-Nov-04	11:00	0.60	0.63	0.60	0.61	0.61	0.03
21-Nov-04	13:00	0.61	0.62	0.58	0.63	0.61	0.05
21-Nov-04	15:00	0.68	0.65	0.65	0.64	0.65	0.04
21-Nov-04	17:00	0.63	0.58	0.62	0.66	0.62	0.09
21-Nov-04	19:00	0.56	0.49	0.50	0.47	0.50	0.09
21-Nov-04	21:00	0.55	0.59	0.52	0.57	0.56	0.06
21-Nov-04	23:00	0.50	0.55	0.48	0.50	0.50	0.07
21-Nov-04	1:00	0.50	0.53	0.46	0.49	0.49	0.08

X" 0.71 R' = 0.06

APÉNDICE 7

Registro de longitud de clavo, máquina 2

Tabla IX. Datos de longitud de clavo, primer muestreo, máquina 2

FECHA	HORA	M-1	M-2	M-3	M-4	MEDIA	RANGO
17-Nov-03	11:00	39.48	39.56	39.42	39.81	39.57	0.39
17-Nov-03	13:00	39.59	39.69	39.80	39.81	39.72	0.22
17-Nov-03	15:00	40.13	39.91	39.92	40.05	40.00	0.22
17-Nov-03	17:00	39.72	40.03	39.75	39.89	39.85	0.31
17-Nov-03	19:00	39.66	39.97	39.74	39.85	39.81	0.31
17-Nov-03	21:00	40.35	40.11	40.33	40.18	40.24	0.24
17-Nov-03	23:00	39.33	39.29	39.24	39.31	39.29	0.09
17-Nov-03	1:00	38.72	38.23	38.52	38.49	38.49	0.49
17-Nov-03	3:00	38.73	38.55	38.39	38.81	38.62	0.42
17-Nov-03	5:00	39.11	39.26	39.14	38.91	39.11	0.35
18-Nov-03	7:00	No hubo muestra					
18-Nov-03	9:00	38.91	38.92	38.75	38.76	38.84	0.17
18-Nov-03	11:00	38.56	38.29	38.59	38.41	38.46	0.30
18-Nov-03	13:00	38.51	38.72	38.48	38.59	38.58	0.24
18-Nov-03	15:00	39.15	39.25	39.15	39.00	39.14	0.25
18-Nov-03	17:00	38.87	39.00	39.03	39.32	39.06	0.45
18-Nov-03	19:00	38.85	38.99	39.11	39.04	39.00	0.26
18-Nov-03	21:00	39.03	38.90	39.13	38.49	38.89	0.64
18-Nov-03	23:00	39.14	39.27	38.88	39.16	39.11	0.39
18-Nov-03	1:00	39.08	39.36	39.00	39.30	39.19	0.36
18-Nov-03	3:00	39.06	39.49	39.08	39.28	39.23	0.43
18-Nov-03	5:00	39.41	39.85	39.53	39.70	39.62	0.44
19-Nov-03	7:00	39.26	39.49	39.30	39.40	39.36	0.23
19-Nov-03	9:00	39.26	39.20	39.40	39.40	39.32	0.20
19-Nov-03	11:00	39.13	39.30	39.18	39.11	39.18	0.19
19-Nov-03	13:00	39.22	39.07	39.13	39.26	39.17	0.19
19-Nov-03	15:00	39.19	39.22	39.37	39.33	39.28	0.18
19-Nov-03	17:00	39.45	39.39	39.40	39.34	39.40	0.11
19-Nov-03	19:00	Cambio de cuchillas					
19-Nov-03	21:00	39.00	39.24	39.14	39.02	39.10	0.24
19-Nov-03	23:00	39.67	39.45	39.49	39.60	39.55	0.22
19-Nov-03	1:00	39.23	39.34	39.33	39.16	39.27	0.18
19-Nov-03	3:00	39.60	39.32	39.30	39.25	39.37	0.35
19-Nov-03	5:00	39.54	39.41	39.53	39.40	39.47	0.14
20-Nov-03	7:00	39.70	39.47	39.56	39.70	39.61	0.23
20-Nov-03	9:00	40.04	39.90	39.83	39.68	39.86	0.36
20-Nov-03	11:00	39.76	39.86	39.74	39.78	39.79	0.12
20-Nov-03	13:00	39.80	39.84	39.72	39.67	39.76	0.17
20-Nov-03	15:00	39.89	39.77	39.83	39.86	39.84	0.12
20-Nov-03	17:00	39.66	39.41	39.35	39.59	39.50	0.31
20-Nov-03	19:00	39.76	39.24	39.42	39.44	39.47	0.52
20-Nov-03	21:00	39.69	39.54	39.35	39.33	39.48	0.36
20-Nov-03	23:00	39.50	39.40	39.27	39.35	39.38	0.23
20-Nov-03	1:00	39.24	38.92	39.38	39.37	39.23	0.46
20-Nov-03	3:00	Cambio de cuchillas					
20-Nov-03	5:00	38.64	39.14	38.87	38.64	38.82	0.50
21-Nov-04	7:00	38.63	38.67	38.50	37.96	38.44	0.71
21-Nov-04	9:00	39.18	39.20	38.90	38.90	39.05	0.30
21-Nov-04	11:00	40.06	40.04	39.95	39.96	40.00	0.11
21-Nov-04	13:00	38.48	38.98	38.67	38.90	38.76	0.50
21-Nov-04	15:00	39.08	38.90	38.95	38.54	38.87	0.54
21-Nov-04	17:00	39.50	39.60	39.53	39.72	39.59	0.22
21-Nov-04	19:00	39.28	39.08	39.10	39.46	39.23	0.38
21-Nov-04	21:00	38.51	38.69	38.78	39.07	38.76	0.56
21-Nov-04	23:00	39.03	38.89	38.91	38.54	38.84	0.49
21-Nov-04	1:00	38.48	39.22	38.65	38.98	38.83	0.74

X" 39.27 R' = 0.32

APÉNDICE 8

Registro de diámetro de espiga, máquina 2

Tabla X. Datos de diámetro de espiga, primer muestreo, máquina 2

FECHA	HORA	M-1	M-2	M-3	M-4	MEDIA	RANGO
17-Nov-03	11:00	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	0.00
17-Nov-03	13:00	1.80	1.80	1.80	1.81	1.80	0.01
17-Nov-03	15:00	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	0.00
17-Nov-03	17:00	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	0.00
17-Nov-03	19:00	1.81	1.81	1.80	1.80	1.81	0.01
17-Nov-03	21:00	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	0.00
17-Nov-03	23:00	1.81	1.80	1.80	1.80	1.80	0.01
17-Nov-03	1:00	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	0.00
17-Nov-03	3:00	1.81	1.80	1.81	1.81	1.81	0.01
17-Nov-03	5:00	1.80	1.80	1.81	1.80	1.80	0.01
18-Nov-03	7:00	No hubo muestra					
18-Nov-03	9:00	1.80	1.81	1.81	1.81	1.81	0.01
18-Nov-03	11:00	1.80	1.81	1.80	1.80	1.80	0.01
18-Nov-03	13:00	1.82	1.81	1.81	1.81	1.81	0.01
18-Nov-03	15:00	1.81	1.81	1.81	1.80	1.81	0.01
18-Nov-03	17:00	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	0.00
18-Nov-03	19:00	1.81	1.80	1.81	1.81	1.81	0.01
18-Nov-03	21:00	1.81	1.81	1.80	1.80	1.81	0.01
18-Nov-03	23:00	1.80	1.81	1.80	1.81	1.81	0.01
18-Nov-03	1:00	1.80	1.80	1.81	1.81	1.81	0.01
18-Nov-03	3:00	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	0.00
18-Nov-03	5:00	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	0.00
19-Nov-03	7:00	1.80	1.80	1.81	1.80	1.80	0.01
19-Nov-03	9:00	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	0.00
19-Nov-03	11:00	1.80	1.80	1.81	1.80	1.80	0.01
19-Nov-03	13:00	1.81	1.80	1.81	1.80	1.81	0.01
19-Nov-03	15:00	1.81	1.81	1.81	1.81	1.81	0.00
19-Nov-03	17:00	1.80	1.81	1.81	1.80	1.81	0.01
19-Nov-03	19:00	Cambio de cuchillas					
19-Nov-03	21:00	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	0.00
19-Nov-03	23:00	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	0.00
19-Nov-03	1:00	1.80	1.80	1.81	1.80	1.80	0.01
19-Nov-03	3:00	1.81	1.81	1.81	1.81	1.81	0.00
19-Nov-03	5:00	1.81	1.81	1.81	1.81	1.81	0.00
20-Nov-03	7:00	1.81	1.81	1.81	1.81	1.81	0.00
20-Nov-03	9:00	1.82	1.81	1.81	1.81	1.81	0.01
20-Nov-03	11:00	1.81	1.81	1.81	1.81	1.81	0.00
20-Nov-03	13:00	1.81	1.80	1.80	1.80	1.80	0.01
20-Nov-03	15:00	1.80	1.79	1.80	1.80	1.80	0.01
20-Nov-03	17:00	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	0.00
20-Nov-03	19:00	1.80	1.80	1.80	1.81	1.80	0.01
20-Nov-03	21:00	1.81	1.80	1.81	1.81	1.81	0.01
20-Nov-03	23:00	1.81	1.81	1.81	1.81	1.81	0.00
20-Nov-03	1:00	1.81	1.81	1.80	1.81	1.81	0.01
20-Nov-03	3:00	Cambio de cuchillas					
20-Nov-03	5:00	1.79	1.81	1.80	1.81	1.80	0.02
21-Nov-04	7:00	1.81	1.80	1.81	1.81	1.81	0.01
21-Nov-04	9:00	1.80	1.80	1.81	1.81	1.81	0.01
21-Nov-04	11:00	1.80	1.80	1.79	1.79	1.80	0.01
21-Nov-04	13:00	1.80	1.79	1.80	1.81	1.80	0.02
21-Nov-04	15:00	1.80	1.80	1.81	1.80	1.80	0.01
21-Nov-04	17:00	1.80	1.81	1.80	1.81	1.81	0.01
21-Nov-04	19:00	1.80	1.80	1.79	1.80	1.80	0.01
21-Nov-04	21:00	1.80	1.81	1.80	1.79	1.80	0.02
21-Nov-04	23:00	1.80	1.81	1.80	1.81	1.81	0.01
21-Nov-04	1:00	1.80	1.80	1.79	1.79	1.80	0.01

X" = 1.804 R' = 0.07

APÉNDICE 9

Registro de longitud de punta, máquina 2

Tabla XI. Datos de longitud de punta, primer muestreo, máquina 2

FECHA	HORA	M-1	M-2	M-3	M-4	MEDIA	RANGO
17-Nov-03	11:00	2.49	2.55	2.64	2.56	2.56	0.16
17-Nov-03	13:00	2.62	2.58	2.59	2.58	2.59	0.04
17-Nov-03	15:00	2.66	2.57	2.65	2.65	2.63	0.09
17-Nov-03	17:00	2.57	2.63	2.57	2.53	2.57	0.09
17-Nov-03	19:00	2.47	2.46	2.46	2.52	2.48	0.06
17-Nov-03	21:00	2.47	2.47	2.55	2.45	2.48	0.09
17-Nov-03	23:00	2.52	2.44	2.52	2.45	2.48	0.08
17-Nov-03	1:00	2.35	2.34	2.34	2.40	2.35	0.06
17-Nov-03	3:00	2.36	2.35	2.22	2.30	2.31	0.14
17-Nov-03	5:00	2.52	2.37	2.47	2.39	2.44	0.15
18-Nov-03	7:00	No hubo muestra					
18-Nov-03	9:00	2.44	2.48	2.36	2.39	2.42	0.12
18-Nov-03	11:00	2.26	2.37	2.44	2.44	2.38	0.18
18-Nov-03	13:00	2.28	2.40	2.31	2.33	2.33	0.13
18-Nov-03	15:00	2.39	2.46	2.38	2.36	2.39	0.11
18-Nov-03	17:00	2.34	2.35	2.47	2.44	2.40	0.13
18-Nov-03	19:00	2.48	2.51	2.48	2.49	2.49	0.03
18-Nov-03	21:00	2.45	2.34	2.38	2.51	2.42	0.17
18-Nov-03	23:00	2.40	2.47	2.43	2.31	2.40	0.16
18-Nov-03	1:00	2.52	2.49	2.36	2.34	2.43	0.18
18-Nov-03	3:00	2.38	2.49	2.47	2.49	2.46	0.12
18-Nov-03	5:00	2.60	2.52	2.58	2.58	2.57	0.08
19-Nov-03	7:00	2.48	2.48	2.47	2.52	2.48	0.06
19-Nov-03	9:00	2.50	2.49	2.45	2.47	2.48	0.05
19-Nov-03	11:00	2.29	2.48	2.35	2.39	2.38	0.20
19-Nov-03	13:00	2.55	2.51	2.51	2.45	2.51	0.10
19-Nov-03	15:00	2.56	2.47	2.52	2.62	2.54	0.15
19-Nov-03	17:00	2.49	2.45	2.45	2.42	2.45	0.07
19-Nov-03	19:00	Cambio de cuchillas					
19-Nov-03	21:00	2.52	2.55	2.65	2.51	2.55	0.14
19-Nov-03	23:00	2.47	2.68	2.51	2.52	2.54	0.21
19-Nov-03	1:00	2.37	2.53	2.49	2.36	2.44	0.17
19-Nov-03	3:00	2.48	2.46	2.43	2.45	2.45	0.05
19-Nov-03	5:00	2.49	2.47	2.57	2.47	2.50	0.10
20-Nov-03	7:00	2.60	2.57	2.55	2.59	2.58	0.05
20-Nov-03	9:00	2.36	2.56	2.52	2.57	2.50	0.21
20-Nov-03	11:00	2.47	2.53	2.55	2.49	2.51	0.08
20-Nov-03	13:00	2.67	2.56	2.48	2.66	2.59	0.19
20-Nov-03	15:00	2.66	2.63	2.57	2.63	2.62	0.10
20-Nov-03	17:00	2.70	2.74	2.59	2.58	2.65	0.16
20-Nov-03	19:00	2.51	2.53	2.58	2.60	2.55	0.09
20-Nov-03	21:00	2.69	2.72	2.62	2.58	2.65	0.15
20-Nov-03	23:00	2.57	2.55	2.56	2.62	2.57	0.07
20-Nov-03	1:00	2.58	2.64	2.60	2.70	2.63	0.12
20-Nov-03	3:00	Cambio de cuchillas					
20-Nov-03	5:00	2.64	2.75	2.70	2.72	2.70	0.11
21-Nov-04	7:00	2.74	2.74	2.72	2.67	2.71	0.08
21-Nov-04	9:00	2.55	2.61	2.66	2.83	2.66	0.28
21-Nov-04	11:00	2.59	2.62	2.61	2.62	2.61	0.03
21-Nov-04	13:00	2.51	2.63	2.68	2.77	2.65	0.26
21-Nov-04	15:00	2.66	2.60	2.52	2.50	2.57	0.16
21-Nov-04	17:00	2.47	2.70	2.71	2.70	2.65	0.24
21-Nov-04	19:00	2.55	2.52	2.54	2.48	2.52	0.07
21-Nov-04	21:00	2.61	2.68	2.77	2.66	2.68	0.16
21-Nov-04	23:00	2.62	2.68	2.68	2.59	2.64	0.09
21-Nov-04	1:00	2.62	2.64	2.62	2.53	2.60	0.11

$X'' = 2.52$ $R' = 0.12$

APÉNDICE 10

Registro de diámetro de cabeza, máquina 2

Tabla XII. Datos de diámetro de cabeza, primer muestreo, máquina 2

FECHA	HORA	M-1	M-2	M-3	M-4	MEDIA	RANGO
17-Nov-03	11:00	3.88	3.94	3.86	3.94	3.90	0.08
17-Nov-03	13:00	3.73	3.80	3.79	3.76	3.77	0.07
17-Nov-03	15:00	3.80	3.81	3.81	3.91	3.83	0.11
17-Nov-03	17:00	3.78	3.73	3.76	3.80	3.77	0.06
17-Nov-03	19:00	3.72	3.77	3.71	3.72	3.73	0.06
17-Nov-03	21:00	3.64	3.70	3.68	3.67	3.67	0.07
17-Nov-03	23:00	3.97	4.02	4.00	3.99	3.99	0.05
17-Nov-03	1:00	3.92	3.93	3.86	3.90	3.90	0.07
17-Nov-03	3:00	3.89	3.93	3.91	3.92	3.91	0.04
17-Nov-03	5:00	3.83	3.83	3.86	3.84	3.84	0.03
18-Nov-03	7:00	No hubo muestra					
18-Nov-03	9:00	3.93	3.92	3.92	3.92	3.92	0.01
18-Nov-03	11:00	4.00	3.90	3.98	4.00	3.97	0.10
18-Nov-03	13:00	4.03	3.98	3.96	3.99	3.99	0.07
18-Nov-03	15:00	3.90	3.94	3.97	3.73	3.88	0.23
18-Nov-03	17:00	3.96	3.86	3.97	3.92	3.93	0.11
18-Nov-03	19:00	3.97	3.89	3.90	3.95	3.93	0.07
18-Nov-03	21:00	3.95	3.93	3.93	3.91	3.93	0.04
18-Nov-03	23:00	3.91	3.93	3.78	3.90	3.88	0.15
18-Nov-03	1:00	3.96	3.99	3.88	3.93	3.94	0.11
18-Nov-03	3:00	3.92	3.88	3.95	3.94	3.92	0.07
18-Nov-03	5:00	3.80	3.80	3.82	3.86	3.82	0.07
19-Nov-03	7:00	3.95	3.91	3.95	3.96	3.94	0.05
19-Nov-03	9:00	3.90	3.88	3.81	3.96	3.89	0.15
19-Nov-03	11:00	3.91	3.90	3.95	3.87	3.90	0.08
19-Nov-03	13:00	3.97	3.86	3.88	3.95	3.91	0.11
19-Nov-03	15:00	3.81	3.85	3.81	3.78	3.81	0.07
19-Nov-03	17:00	3.82	3.73	3.81	3.79	3.78	0.09
19-Nov-03	19:00	Cambio de cuchillas					
19-Nov-03	21:00	4.00	3.93	3.99	3.94	3.96	0.08
19-Nov-03	23:00	3.92	3.91	3.91	3.87	3.90	0.04
19-Nov-03	1:00	3.92	3.86	3.95	3.79	3.88	0.16
19-Nov-03	3:00	3.78	3.81	3.78	3.80	3.79	0.03
19-Nov-03	5:00	3.76	3.76	3.70	3.76	3.74	0.06
20-Nov-03	7:00	3.77	3.77	3.75	3.78	3.76	0.03
20-Nov-03	9:00	3.73	3.74	3.69	3.74	3.72	0.05
20-Nov-03	11:00	3.75	3.82	3.77	3.75	3.77	0.07
20-Nov-03	13:00	3.77	3.81	3.80	3.77	3.79	0.04
20-Nov-03	15:00	3.71	3.76	3.78	3.77	3.75	0.07
20-Nov-03	17:00	3.62	3.81	3.78	3.78	3.75	0.19
20-Nov-03	19:00	3.82	3.78	3.76	3.83	3.80	0.08
20-Nov-03	21:00	3.85	3.77	3.79	3.75	3.79	0.10
20-Nov-03	23:00	3.65	3.70	3.73	3.70	3.69	0.07
20-Nov-03	1:00	3.67	3.74	3.62	3.70	3.68	0.12
20-Nov-03	3:00	Cambio de cuchillas					
20-Nov-03	5:00	4.01	4.00	4.07	4.10	4.04	0.11
21-Nov-04	7:00	3.67	3.79	3.71	3.72	3.72	0.12
21-Nov-04	9:00	3.77	3.78	3.74	3.75	3.76	0.04
21-Nov-04	11:00	3.78	3.68	3.73	3.75	3.73	0.10
21-Nov-04	13:00	3.75	3.77	3.74	3.73	3.74	0.03
21-Nov-04	15:00	3.73	3.67	3.75	3.73	3.72	0.08
21-Nov-04	17:00	3.74	3.78	3.75	3.69	3.74	0.09
21-Nov-04	19:00	3.68	3.72	3.75	3.72	3.72	0.07
21-Nov-04	21:00	3.68	3.71	3.69	3.69	3.69	0.03
21-Nov-04	23:00	3.80	3.83	3.84	3.82	3.82	0.04
21-Nov-04	1:00	3.83	3.79	3.68	3.75	3.76	0.15

X" = 3.83 R' = 0.08

APÉNDICE 11

Registro de espesor de cabeza, máquina 2

Tabla XIII. Datos de espesor de cabeza, primer muestreo, máquina 2

FECHA	HORA	M-1	M-2	M-3	M-4	MEDIA	RANGO	
17-Nov-03	11:00	0.61	0.65	0.63	0.58	0.62	0.07	
17-Nov-03	13:00	0.61	0.58	0.60	0.57	0.59	0.03	
17-Nov-03	15:00	0.59	0.59	0.53	0.55	0.56	0.05	
17-Nov-03	17:00	0.53	0.49	0.52	0.51	0.51	0.04	
17-Nov-03	19:00	0.58	0.51	0.53	0.55	0.54	0.07	
17-Nov-03	21:00	0.61	0.60	0.64	0.65	0.62	0.05	
17-Nov-03	23:00	0.62	0.62	0.71	0.62	0.64	0.10	
17-Nov-03	1:00	0.63	0.66	0.69	0.63	0.65	0.06	
17-Nov-03	3:00	0.64	0.61	0.62	0.58	0.61	0.06	
17-Nov-03	5:00	0.70	0.66	0.77	0.67	0.70	0.11	
18-Nov-03	7:00	No hubo muestra						
18-Nov-03	9:00	0.77	0.78	0.85	0.80	0.80	0.09	
18-Nov-03	11:00	0.79	0.81	0.78	0.80	0.79	0.04	
18-Nov-03	13:00	0.79	0.78	0.80	0.80	0.79	0.01	
18-Nov-03	15:00	0.82	0.78	0.72	0.85	0.79	0.13	
18-Nov-03	17:00	0.76	0.79	0.73	0.80	0.77	0.07	
18-Nov-03	19:00	0.79	0.78	0.79	0.78	0.78	0.02	
18-Nov-03	21:00	0.79	0.80	0.81	0.79	0.79	0.02	
18-Nov-03	23:00	0.79	0.77	0.80	0.77	0.78	0.04	
18-Nov-03	1:00	0.71	0.76	0.81	0.75	0.76	0.10	
18-Nov-03	3:00	0.77	0.84	0.79	0.84	0.81	0.07	
18-Nov-03	5:00	0.77	0.78	0.78	0.75	0.77	0.03	
19-Nov-03	7:00	0.69	0.68	0.74	0.71	0.70	0.06	
19-Nov-03	9:00	0.71	0.70	0.72	0.67	0.70	0.05	
19-Nov-03	11:00	0.70	0.70	0.71	0.71	0.70	0.01	
19-Nov-03	13:00	0.68	0.75	0.69	0.69	0.70	0.07	
19-Nov-03	15:00	0.74	0.78	0.84	0.73	0.77	0.11	
19-Nov-03	17:00	0.76	0.64	0.66	0.68	0.68	0.12	
19-Nov-03	19:00	Cambio de cuchillas						
19-Nov-03	21:00	0.68	0.65	0.72	0.66	0.67	0.07	
19-Nov-03	23:00	0.73	0.64	0.72	0.67	0.69	0.10	
19-Nov-03	1:00	0.74	0.76	0.93	0.66	0.77	0.28	
19-Nov-03	3:00	0.74	0.75	0.77	0.71	0.74	0.06	
19-Nov-03	5:00	0.80	0.80	0.79	0.80	0.80	0.01	
20-Nov-03	7:00	0.83	0.85	0.87	0.87	0.85	0.05	
20-Nov-03	9:00	0.84	0.84	0.78	0.80	0.81	0.06	
20-Nov-03	11:00	0.77	0.78	0.83	0.81	0.80	0.05	
20-Nov-03	13:00	0.79	0.77	0.77	0.83	0.79	0.06	
20-Nov-03	15:00	0.78	0.80	0.79	0.80	0.79	0.02	
20-Nov-03	17:00	0.86	0.81	0.86	0.85	0.84	0.06	
20-Nov-03	19:00	0.85	0.84	0.87	0.87	0.85	0.03	
20-Nov-03	21:00	0.81	0.83	0.83	0.83	0.82	0.03	
20-Nov-03	23:00	0.95	0.97	0.92	0.91	0.94	0.06	
20-Nov-03	1:00	0.90	0.76	0.92	0.92	0.87	0.16	
20-Nov-03	3:00	Cambio de cuchillas						
20-Nov-03	5:00	0.72	0.76	0.63	0.66	0.69	0.13	
21-Nov-04	7:00	0.73	0.70	0.75	0.70	0.72	0.05	
21-Nov-04	9:00	0.66	0.76	0.73	0.81	0.74	0.15	
21-Nov-04	11:00	0.67	0.71	0.73	0.71	0.71	0.06	
21-Nov-04	13:00	0.68	0.71	0.71	0.73	0.71	0.05	
21-Nov-04	15:00	0.76	0.72	0.71	0.75	0.73	0.05	
21-Nov-04	17:00	0.72	0.68	0.62	0.68	0.67	0.10	
21-Nov-04	19:00	0.74	0.77	0.70	0.70	0.72	0.07	
21-Nov-04	21:00	0.71	0.70	0.75	0.71	0.71	0.05	
21-Nov-04	23:00	0.69	0.70	0.74	0.72	0.71	0.05	
21-Nov-04	1:00	0.60	0.56	0.65	0.59	0.60	0.09	

X'' = 0.73 R' = 0.06

APÉNDICE 12

Registro de longitud de clavo, máquina 3

Tabla XIV. Datos de longitud de clavo, primer muestreo, máquina 3

FECHA	HORA	M-1	M-2	M-3	M-4	MEDIA	RANGO
17-Nov-03	11:00	40.60	40.48	40.46	40.80	40.59	0.34
17-Nov-03	13:00	40.79	40.60	40.70	40.70	40.70	0.19
17-Nov-03	15:00	40.33	40.39	40.54	40.37	40.41	0.21
17-Nov-03	17:00	40.62	40.98	41.02	40.83	40.86	0.40
17-Nov-03	19:00	40.83	40.66	40.90	40.91	40.83	0.25
17-Nov-03	21:00	40.73	40.87	41.12	41.09	40.95	0.39
17-Nov-03	23:00	40.87	40.79	40.79	40.81	40.82	0.08
17-Nov-03	1:00	40.75	40.47	40.70	40.15	40.52	0.60
17-Nov-03	3:00	40.75	40.80	40.18	40.78	40.63	0.62
17-Nov-03	5:00	40.81	40.82	40.71	40.72	40.77	0.11
18-Nov-03	7:00	No hubo muestra					
18-Nov-03	9:00	40.52	40.82	40.54	40.61	40.62	0.30
18-Nov-03	11:00	39.31	39.30	39.00	39.42	39.26	0.42
18-Nov-03	13:00	No hubo muestra					
18-Nov-03	15:00	39.28	39.60	39.43	39.16	39.37	0.44
18-Nov-03	17:00	40.03	39.83	40.21	40.26	40.08	0.43
18-Nov-03	19:00	39.64	39.44	39.87	39.87	39.71	0.43
18-Nov-03	21:00	39.50	39.70	40.19	39.96	39.84	0.69
18-Nov-03	23:00	40.00	40.00	39.43	39.40	39.71	0.60
18-Nov-03	1:00	40.19	39.90	40.29	40.30	40.17	0.40
18-Nov-03	3:00	40.07	40.10	39.64	40.03	39.96	0.46
18-Nov-03	5:00	39.48	39.29	39.75	39.46	39.50	0.46
19-Nov-03	7:00	40.35	39.85	40.32	40.38	40.23	0.53
19-Nov-03	9:00	Cambio de cuchillas					
19-Nov-03	11:00	Cambio de cuchillas					
19-Nov-03	13:00	Cambio de cuchillas					
19-Nov-03	15:00	39.29	40.00	39.67	39.72	39.67	0.71
19-Nov-03	17:00	39.89	39.64	40.00	39.26	39.70	0.74
19-Nov-03	19:00	39.04	39.51	39.65	39.32	39.38	0.61
19-Nov-03	21:00	38.78	38.87	38.66	39.32	38.91	0.66
19-Nov-03	23:00	39.31	39.94	39.28	40.02	39.64	0.74
19-Nov-03	1:00	40.11	40.04	39.82	40.00	39.99	0.29
19-Nov-03	3:00	40.02	39.93	40.01	39.58	39.89	0.44
19-Nov-03	5:00	40.06	40.10	40.37	39.99	40.13	0.38
20-Nov-03	7:00	39.92	40.43	40.07	40.11	40.13	0.51
20-Nov-03	9:00	Cambio de corredera					
20-Nov-03	11:00	40.13	39.97	40.05	39.92	40.02	0.21
20-Nov-03	13:00	40.13	40.06	40.07	40.21	40.12	0.15
20-Nov-03	15:00	40.23	40.07	39.95	39.99	40.06	0.28
20-Nov-03	17:00	40.59	40.10	40.43	40.53	40.41	0.49
20-Nov-03	19:00	40.44	40.65	40.58	40.16	40.46	0.49
20-Nov-03	21:00	40.56	40.48	40.39	40.66	40.52	0.27
20-Nov-03	23:00	40.39	40.36	40.40	40.39	40.39	0.04
20-Nov-03	1:00	40.24	40.28	40.50	40.58	40.40	0.34
20-Nov-03	3:00	40.17	40.42	40.60	40.49	40.42	0.43
20-Nov-03	5:00	41.59	41.64	41.65	41.58	41.62	0.07
21-Nov-04	7:00	41.42	41.28	41.27	41.20	41.29	0.22
21-Nov-04	9:00	41.32	41.27	41.28	41.20	41.27	0.12
21-Nov-04	11:00	Máquina parada por problemas mecánicos					
21-Nov-04	13:00	Máquina parada por problemas mecánicos					
21-Nov-04	15:00	41.07	40.88	41.04	41.09	41.02	0.21
21-Nov-04	17:00	Máquina parada por problemas mecánicos					
21-Nov-04	19:00	Máquina parada por problemas mecánicos					
21-Nov-04	21:00	Máquina parada por problemas mecánicos					
21-Nov-04	23:00	Máquina parada por problemas mecánicos					
21-Nov-04	1:00	40.13	40.41	40.42	40.53	40.37	0.40

X" = 40.26 R' = 0.39

APÉNDICE 13

Registro de diámetro de espiga, máquina 3

Tabla XV. Datos de diámetro de espiga, primer muestreo, máquina 3

FECHA	HORA	M-1	M-2	M-3	M-4	MEDIA	RANGO
17-Nov-03	11:00	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	0.00
17-Nov-03	13:00	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	0.00
17-Nov-03	15:00	1.78	1.77	1.77	1.77	1.77	0.01
17-Nov-03	17:00	1.78	1.78	1.78	1.79	1.78	0.01
17-Nov-03	19:00	1.78	1.78	1.80	1.79	1.79	0.02
17-Nov-03	21:00	1.78	1.78	1.78	1.79	1.78	0.01
17-Nov-03	23:00	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	0.00
17-Nov-03	1:00	1.78	1.79	1.77	1.78	1.78	0.02
17-Nov-03	3:00	1.78	1.78	1.77	1.78	1.78	0.01
17-Nov-03	5:00	1.79	1.79	1.78	1.79	1.79	0.01
18-Nov-03	7:00	No hubo muestra					
18-Nov-03	9:00	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	0.00
18-Nov-03	11:00	1.77	1.79	1.78	1.77	1.78	0.02
18-Nov-03	13:00	No hubo muestra					
18-Nov-03	15:00	1.80	1.78	1.78	1.81	1.79	0.03
18-Nov-03	17:00	1.77	1.78	1.78	1.78	1.78	0.01
18-Nov-03	19:00	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	0.00
18-Nov-03	21:00	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	0.00
18-Nov-03	23:00	1.77	1.78	1.78	1.78	1.78	0.01
18-Nov-03	1:00	1.77	1.78	1.79	1.77	1.78	0.02
18-Nov-03	3:00	1.77	1.78	1.78	1.78	1.78	0.01
18-Nov-03	5:00	1.79	1.78	1.78	1.77	1.78	0.02
19-Nov-03	7:00	1.78	1.79	1.79	1.78	1.79	0.01
19-Nov-03	9:00	Cambio de cuchillas					
19-Nov-03	11:00	Cambio de cuchillas					
19-Nov-03	13:00	Cambio de cuchillas					
19-Nov-03	15:00	1.78	1.79	1.79	1.78	1.79	0.01
19-Nov-03	17:00	1.78	1.77	1.77	1.78	1.78	0.01
19-Nov-03	19:00	1.78	1.77	1.78	1.78	1.78	0.01
19-Nov-03	21:00	1.77	1.77	1.78	1.79	1.78	0.02
19-Nov-03	23:00	1.78	1.78	1.78	1.77	1.78	0.01
19-Nov-03	1:00	1.78	1.79	1.78	1.77	1.78	0.02
19-Nov-03	3:00	1.78	1.79	1.78	1.79	1.79	0.01
19-Nov-03	5:00	1.78	1.78	1.78	1.77	1.78	0.01
20-Nov-03	7:00	1.77	1.78	1.78	1.79	1.78	0.02
20-Nov-03	9:00	Cambio de corredera					
20-Nov-03	11:00	1.77	1.78	1.77	1.77	1.77	0.01
20-Nov-03	13:00	1.77	1.77	1.77	1.78	1.77	0.01
20-Nov-03	15:00	1.77	1.77	1.78	1.79	1.78	0.02
20-Nov-03	17:00	1.79	1.80	1.80	1.80	1.80	0.01
20-Nov-03	19:00	1.77	1.78	1.79	1.78	1.78	0.02
20-Nov-03	21:00	1.80	1.79	1.78	1.79	1.79	0.02
20-Nov-03	23:00	1.79	1.80	1.79	1.80	1.80	0.01
20-Nov-03	1:00	1.79	1.78	1.78	1.78	1.78	0.01
20-Nov-03	3:00	1.79	1.80	1.79	1.79	1.79	0.01
20-Nov-03	5:00	1.80	1.78	1.79	1.78	1.79	0.02
21-Nov-04	7:00	1.78	1.78	1.79	1.78	1.78	0.01
21-Nov-04	9:00	1.78	1.79	1.80	1.78	1.79	0.02
21-Nov-04	11:00	Máquina parada por problemas mecánicos					
21-Nov-04	13:00	Máquina parada por problemas mecánicos					
21-Nov-04	15:00	1.78	1.79	1.78	1.79	1.79	0.01
21-Nov-04	17:00	Máquina parada por problemas mecánicos					
21-Nov-04	19:00	Máquina parada por problemas mecánicos					
21-Nov-04	21:00	Máquina parada por problemas mecánicos					
21-Nov-04	23:00	Máquina parada por problemas mecánicos					
21-Nov-04	1:00	1.78	1.78	1.79	1.78	1.78	0.01

X" = 1.781 R' = 0.012

APÉNDICE 14

Registro de longitud de punta, máquina 3

Tabla XVI. Datos de longitud de punta, primer muestreo, máquina 3

FECHA	HORA	M-1	M-2	M-3	M-4	MEDIA	RANGO
17-Nov-03	11:00	2.47	2.58	2.54	2.56	2.54	0.12
17-Nov-03	13:00	2.55	2.53	2.42	2.52	2.50	0.13
17-Nov-03	15:00	2.47	2.46	2.51	2.49	2.48	0.05
17-Nov-03	17:00	2.42	2.53	2.64	2.51	2.52	0.22
17-Nov-03	19:00	2.50	2.44	2.57	2.54	2.51	0.13
17-Nov-03	21:00	2.60	2.57	2.67	2.66	2.62	0.09
17-Nov-03	23:00	2.52	2.50	2.53	2.55	2.52	0.05
17-Nov-03	1:00	2.46	2.52	2.54	2.51	2.51	0.08
17-Nov-03	3:00	2.48	2.47	2.41	2.42	2.44	0.06
17-Nov-03	5:00	2.45	2.37	2.51	2.42	2.43	0.14
18-Nov-03	7:00	No hubo muestra					
18-Nov-03	9:00	2.37	2.46	2.40	2.42	2.41	0.09
18-Nov-03	11:00	2.32	2.42	2.37	2.42	2.38	0.10
18-Nov-03	13:00	No hubo muestra					
18-Nov-03	15:00	2.26	2.27	2.31	2.36	2.30	0.11
18-Nov-03	17:00	2.27	2.28	2.31	2.32	2.29	0.04
18-Nov-03	19:00	2.17	2.20	2.19	2.25	2.20	0.08
18-Nov-03	21:00	2.30	2.21	2.23	2.24	2.24	0.09
18-Nov-03	23:00	2.28	2.23	2.19	2.30	2.25	0.11
18-Nov-03	1:00	2.36	2.39	2.32	2.40	2.37	0.07
18-Nov-03	3:00	2.40	2.29	2.37	2.36	2.35	0.12
18-Nov-03	5:00	2.45	2.42	2.44	2.54	2.46	0.12
19-Nov-03	7:00	2.65	2.67	2.60	2.68	2.65	0.08
19-Nov-03	9:00	Cambio de cuchillas					
19-Nov-03	11:00	Cambio de cuchillas					
19-Nov-03	13:00	Cambio de cuchillas					
19-Nov-03	15:00	2.66	2.67	2.58	2.51	2.60	0.17
19-Nov-03	17:00	2.23	2.17	2.16	2.10	2.16	0.13
19-Nov-03	19:00	2.29	2.27	2.33	2.41	2.32	0.15
19-Nov-03	21:00	2.32	2.39	2.34	2.25	2.33	0.14
19-Nov-03	23:00	2.25	2.29	2.39	2.33	2.31	0.14
19-Nov-03	1:00	2.32	2.35	2.23	2.24	2.28	0.12
19-Nov-03	3:00	2.20	2.23	2.17	2.19	2.20	0.06
19-Nov-03	5:00	2.36	2.44	2.47	2.54	2.45	0.18
20-Nov-03	7:00	2.40	2.54	2.61	2.47	2.50	0.21
20-Nov-03	9:00	Cambio de corredera					
20-Nov-03	11:00	2.41	2.43	2.51	2.46	2.45	0.10
20-Nov-03	13:00	2.44	2.50	2.49	2.49	2.48	0.05
20-Nov-03	15:00	2.52	2.49	2.58	2.53	2.53	0.09
20-Nov-03	17:00	2.57	2.64	2.54	2.47	2.55	0.18
20-Nov-03	19:00	2.63	2.69	2.76	2.61	2.67	0.15
20-Nov-03	21:00	2.56	2.57	2.52	2.65	2.57	0.13
20-Nov-03	23:00	2.59	2.68	2.63	2.57	2.62	0.11
20-Nov-03	1:00	2.63	2.60	2.63	2.83	2.67	0.24
20-Nov-03	3:00	2.55	2.52	2.56	2.55	2.54	0.04
20-Nov-03	5:00	2.68	2.68	2.65	2.51	2.63	0.18
21-Nov-04	7:00	2.65	2.50	2.64	2.54	2.58	0.15
21-Nov-04	9:00	2.58	2.70	2.56	2.57	2.60	0.14
21-Nov-04	11:00	Máquina parada por problemas mecánicos					
21-Nov-04	13:00	Máquina parada por problemas mecánicos					
21-Nov-04	15:00	2.62	2.63	2.61	2.66	2.63	0.06
21-Nov-04	17:00	Máquina parada por problemas mecánicos					
21-Nov-04	19:00	Máquina parada por problemas mecánicos					
21-Nov-04	21:00	Máquina parada por problemas mecánicos					
21-Nov-04	23:00	Máquina parada por problemas mecánicos					
21-Nov-04	1:00	2.69	2.65	2.68	2.56	2.64	0.13

X'' = 2.46 R' = 0.12

APÉNDICE 15

Registro de diámetro de cabeza, máquina 3

Tabla XVII. Datos de diámetro de cabeza, primer muestreo, máquina 3

FECHA	HORA	M-1	M-2	M-3	M-4	MEDIA	RANGO
17-Nov-03	11:00	3.79	3.81	3.81	3.79	3.80	0.02
17-Nov-03	13:00	3.81	3.79	3.79	3.78	3.79	0.03
17-Nov-03	15:00	3.79	3.78	3.79	3.79	3.79	0.01
17-Nov-03	17:00	3.68	3.74	3.73	3.71	3.71	0.06
17-Nov-03	19:00	3.71	3.73	3.73	3.73	3.72	0.02
17-Nov-03	21:00	3.74	3.75	3.72	3.79	3.75	0.07
17-Nov-03	23:00	3.70	3.73	3.70	3.70	3.71	0.03
17-Nov-03	1:00	3.80	3.81	3.84	3.86	3.82	0.06
17-Nov-03	3:00	3.84	3.80	3.81	3.85	3.82	0.04
17-Nov-03	5:00	3.82	3.84	3.84	3.83	3.83	0.02
18-Nov-03	7:00	No hubo muestra					
18-Nov-03	9:00	3.79	3.82	3.83	3.80	3.81	0.04
18-Nov-03	11:00	3.91	3.92	3.85	4.00	3.92	0.15
18-Nov-03	13:00	No hubo muestra					
18-Nov-03	15:00	3.94	3.88	3.94	3.93	3.92	0.06
18-Nov-03	17:00	3.76	3.79	3.87	3.80	3.80	0.11
18-Nov-03	19:00	3.93	3.97	3.83	3.95	3.92	0.15
18-Nov-03	21:00	3.87	3.87	3.95	3.92	3.90	0.08
18-Nov-03	23:00	3.82	3.80	3.87	3.84	3.83	0.08
18-Nov-03	1:00	3.94	3.85	3.74	3.85	3.84	0.19
18-Nov-03	3:00	3.88	3.86	3.87	3.77	3.84	0.11
18-Nov-03	5:00	3.90	3.92	3.86	3.88	3.89	0.06
19-Nov-03	7:00	3.85	3.87	3.80	3.83	3.83	0.07
19-Nov-03	9:00	Cambio de cuchillas					
19-Nov-03	11:00	Cambio de cuchillas					
19-Nov-03	13:00	Cambio de cuchillas					
19-Nov-03	15:00	3.82	3.85	3.93	3.93	3.88	0.11
19-Nov-03	17:00	3.57	3.66	3.62	3.65	3.62	0.09
19-Nov-03	19:00	3.66	3.68	3.77	3.67	3.69	0.11
19-Nov-03	21:00	3.87	3.84	3.86	3.80	3.84	0.07
19-Nov-03	23:00	3.83	3.86	3.75	3.81	3.81	0.11
19-Nov-03	1:00	3.87	3.86	3.80	3.86	3.85	0.07
19-Nov-03	3:00	3.81	3.75	3.79	3.89	3.81	0.14
19-Nov-03	5:00	3.85	3.92	3.87	3.99	3.90	0.14
20-Nov-03	7:00	3.93	3.93	3.98	3.87	3.92	0.12
20-Nov-03	9:00	Cambio de corredera					
20-Nov-03	11:00	3.84	3.84	3.86	3.87	3.85	0.03
20-Nov-03	13:00	3.73	3.71	3.65	3.72	3.70	0.09
20-Nov-03	15:00	3.72	3.68	3.70	3.71	3.70	0.04
20-Nov-03	17:00	3.75	3.78	3.71	3.80	3.76	0.09
20-Nov-03	19:00	3.76	3.72	3.72	3.71	3.73	0.05
20-Nov-03	21:00	3.72	3.72	3.72	3.69	3.71	0.03
20-Nov-03	23:00	3.80	3.77	3.78	3.76	3.78	0.04
20-Nov-03	1:00	3.70	3.86	3.78	3.80	3.78	0.16
20-Nov-03	3:00	3.70	3.69	3.69	3.73	3.70	0.04
20-Nov-03	5:00	3.67	3.71	3.68	3.71	3.69	0.04
21-Nov-04	7:00	3.63	3.62	3.69	3.67	3.65	0.07
21-Nov-04	9:00	3.68	3.69	3.68	3.68	3.68	0.01
21-Nov-04	11:00	Máquina parada por problemas mecánicos					
21-Nov-04	13:00	Máquina parada por problemas mecánicos					
21-Nov-04	15:00	3.71	3.67	3.62	3.60	3.65	0.11
21-Nov-04	17:00	Máquina parada por problemas mecánicos					
21-Nov-04	19:00	Máquina parada por problemas mecánicos					
21-Nov-04	21:00	Máquina parada por problemas mecánicos					
21-Nov-04	23:00	Máquina parada por problemas mecánicos					
21-Nov-04	1:00	3.93	3.95	3.93	3.95	3.94	0.02

X'' = 3.79 R' = 0.07

APÉNDICE 16

Registro de espesor de cabeza, máquina 3

Tabla XVIII. Datos de espesor de cabeza, primer muestreo, máquina 3

FECHA	HORA	M-1	M-2	M-3	M-4	MEDIA	RANGO
17-Nov-03	11:00	0.85	0.80	0.76	0.75	0.79	0.10
17-Nov-03	13:00	0.78	0.79	0.76	0.76	0.77	0.04
17-Nov-03	15:00	0.75	0.77	0.77	0.79	0.77	0.04
17-Nov-03	17:00	0.80	0.81	0.77	0.86	0.81	0.09
17-Nov-03	19:00	0.85	0.84	0.82	0.82	0.83	0.04
17-Nov-03	21:00	0.83	0.75	0.85	0.78	0.80	0.11
17-Nov-03	23:00	0.79	0.78	0.81	0.87	0.81	0.09
17-Nov-03	1:00	0.74	0.81	0.82	0.75	0.78	0.08
17-Nov-03	3:00	0.81	0.78	0.75	0.78	0.78	0.06
17-Nov-03	5:00	0.75	0.74	0.79	0.81	0.77	0.08
18-Nov-03	7:00	No hubo muestra					
18-Nov-03	9:00	0.81	0.79	0.79	0.79	0.79	0.03
18-Nov-03	11:00	0.76	0.76	0.82	0.71	0.76	0.11
18-Nov-03	13:00	No hubo muestra					
18-Nov-03	15:00	0.76	0.62	0.70	0.76	0.71	0.14
18-Nov-03	17:00	0.66	0.67	0.64	0.69	0.66	0.05
18-Nov-03	19:00	0.60	0.62	0.61	0.61	0.61	0.02
18-Nov-03	21:00	0.62	0.59	0.63	0.58	0.60	0.04
18-Nov-03	23:00	0.64	0.67	0.59	0.66	0.64	0.08
18-Nov-03	1:00	0.62	0.63	0.62	0.62	0.62	0.01
18-Nov-03	3:00	0.64	0.60	0.61	0.60	0.61	0.04
18-Nov-03	5:00	0.61	0.58	0.62	0.59	0.60	0.03
19-Nov-03	7:00	0.60	0.59	0.65	0.61	0.61	0.06
19-Nov-03	9:00	Cambio de cuchillas					
19-Nov-03	11:00	Cambio de cuchillas					
19-Nov-03	13:00	Cambio de cuchillas					
19-Nov-03	15:00	0.62	0.61	0.59	0.62	0.61	0.03
19-Nov-03	17:00	0.63	0.67	0.65	0.63	0.64	0.04
19-Nov-03	19:00	0.70	0.69	0.69	0.68	0.69	0.02
19-Nov-03	21:00	0.66	0.66	0.61	0.67	0.65	0.06
19-Nov-03	23:00	0.65	0.61	0.62	0.62	0.63	0.04
19-Nov-03	1:00	0.67	0.67	0.61	0.62	0.64	0.06
19-Nov-03	3:00	0.65	0.59	0.62	0.61	0.62	0.07
19-Nov-03	5:00	0.62	0.60	0.62	0.63	0.62	0.03
20-Nov-03	7:00	0.63	0.62	0.61	0.63	0.62	0.03
20-Nov-03	9:00	Cambio de corredera					
20-Nov-03	11:00	0.74	0.73	0.72	0.74	0.73	0.02
20-Nov-03	13:00	0.73	0.74	0.78	0.74	0.75	0.05
20-Nov-03	15:00	0.77	0.80	0.78	0.85	0.80	0.08
20-Nov-03	17:00	0.83	0.77	0.78	0.76	0.78	0.07
20-Nov-03	19:00	0.74	0.75	0.75	0.75	0.74	0.02
20-Nov-03	21:00	0.76	0.75	0.76	0.79	0.77	0.04
20-Nov-03	23:00	0.74	0.74	0.75	0.73	0.74	0.02
20-Nov-03	1:00	0.75	0.71	0.77	0.77	0.75	0.07
20-Nov-03	3:00	0.82	0.80	0.79	0.82	0.81	0.03
20-Nov-03	5:00	0.75	0.77	0.77	0.72	0.75	0.05
21-Nov-04	7:00	0.73	0.75	0.72	0.77	0.74	0.05
21-Nov-04	9:00	0.72	0.74	0.72	0.76	0.73	0.04
21-Nov-04	11:00	Máquina parada por problemas mecánicos					
21-Nov-04	13:00	Máquina parada por problemas mecánicos					
21-Nov-04	15:00	0.72	0.70	0.65	0.73	0.70	0.09
21-Nov-04	17:00	Máquina parada por problemas mecánicos					
21-Nov-04	19:00	Máquina parada por problemas mecánicos					
21-Nov-04	21:00	Máquina parada por problemas mecánicos					
21-Nov-04	23:00	Máquina parada por problemas mecánicos					
21-Nov-04	1:00	0.68	0.68	0.70	0.66	0.68	0.04

X'' = 0.71 R' = 0.05

APÉNDICE 17

Registro de remuestreo de longitud de clavo, máquina 1

Tabla XIX. Datos de longitud de clavo, remuestreo, máquina 1

FECHA	HORA	CLAVO 1	CLAVO 2	CLAVO 3	CLAVO 4	MEDIA	RANGO
15-Mar-04	7:00	38.24	38.62	38.48	38.45	38.45	0.38
15-Mar-04	8:00	38.36	38.27	38.31	38.32	38.31	0.09
15-Mar-04	9:00	38.41	38.38	38.42	38.40	38.40	0.04
15-Mar-04	10:00	38.40	38.27	38.29	38.36	38.33	0.13
15-Mar-04	11:00	38.62	38.46	38.55	38.57	38.55	0.16
15-Mar-04	12:00	38.31	38.47	38.18	38.35	38.33	0.29
15-Mar-04	13:00	38.33	38.28	38.30	38.33	38.31	0.05
15-Mar-04	14:00	38.43	38.42	38.43	38.42	38.42	0.01
15-Mar-04	15:00	38.24	38.56	38.32	38.42	38.39	0.32
15-Mar-04	16:00	38.65	38.45	38.55	38.31	38.49	0.34
15-Mar-04	17:00	38.37	38.24	38.38	38.33	38.33	0.14
15-Mar-04	18:00	38.29	38.28	38.25	38.35	38.29	0.10
15-Mar-04	19:00	38.30	38.77	38.64	38.65	38.59	0.47
15-Mar-04	20:00	38.72	38.25	38.53	38.51	38.50	0.47
15-Mar-04	21:00	38.63	38.61	38.59	38.58	38.60	0.05
15-Mar-04	22:00	38.40	38.49	38.39	38.53	38.45	0.14
15-Mar-04	23:00	38.28	38.34	38.33	38.30	38.32	0.06
16-Mar-04	0:00	38.43	38.30	38.28	38.34	38.34	0.15
16-Mar-04	1:00	38.38	38.58	38.43	38.48	38.47	0.20
16-Mar-04	2:00	38.62	38.31	38.44	38.35	38.46	0.31
16-Mar-04	3:00	38.46	38.37	38.42	38.39	38.41	0.09
16-Mar-04	4:00	38.70	38.55	38.57	38.58	38.60	0.15
16-Mar-04	5:00	38.50	38.51	38.43	38.49	38.48	0.08
16-Mar-04	6:00	38.56	38.55	38.57	38.65	38.58	0.10
16-Mar-04	7:00	38.58	38.70	38.59	38.40	38.57	0.30
16-Mar-04	8:00	38.49	38.59	38.65	38.63	38.59	0.16
16-Mar-04	9:00	38.56	38.65	38.57	38.58	38.59	0.09
16-Mar-04	10:00	38.50	38.62	38.58	38.55	38.57	0.12
16-Mar-04	11:00	38.50	38.03	38.09	38.50	38.28	0.47
16-Mar-04	12:00	38.71	38.49	38.62	38.58	38.60	0.22
16-Mar-04	13:00	38.68	38.24	38.47	38.48	38.47	0.44
16-Mar-04	14:00	38.54	38.57	38.54	38.60	38.56	0.06
16-Mar-04	15:00	38.24	38.59	38.45	38.47	38.44	0.35
16-Mar-04	16:00	38.39	38.38	38.35	38.36	38.37	0.04
16-Mar-04	17:00	38.12	38.56	38.24	38.28	38.30	0.44
16-Mar-04	18:00	38.44	38.39	38.42	38.40	38.41	0.05
16-Mar-04	19:00	38.31	38.51	38.46	38.43	38.43	0.20

X" = 38.45 R' = 0.20

APÉNDICE 18

Registro de remuestreo de diámetro de espiga, máquina 1

Tabla XX. Datos de diámetro de espiga, remuestreo, máquina 1

FECHA	HORA	CLAVO 1	CLAVO 2	CLAVO 3	CLAVO 4	MEDIA	RANGO
15-Mar-04	7:00	1.81	1.80	1.80	1.80	1.80	0.01
15-Mar-04	8:00	1.81	1.80	1.80	1.80	1.80	0.01
15-Mar-04	9:00	1.81	1.80	1.80	1.80	1.80	0.01
15-Mar-04	10:00	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	0.00
15-Mar-04	11:00	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	0.00
15-Mar-04	12:00	1.80	1.80	1.80	1.81	1.80	0.01
15-Mar-04	13:00	1.79	1.79	1.80	1.79	1.79	0.01
15-Mar-04	14:00	1.79	1.79	1.78	1.80	1.79	0.02
15-Mar-04	15:00	1.80	1.80	1.81	1.80	1.80	0.01
15-Mar-04	16:00	1.80	1.80	1.79	1.80	1.80	0.01
15-Mar-04	17:00	1.78	1.78	1.80	1.79	1.79	0.02
15-Mar-04	18:00	1.79	1.79	1.80	1.79	1.79	0.01
15-Mar-04	19:00	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	0.00
15-Mar-04	20:00	1.81	1.79	1.80	1.81	1.80	0.02
15-Mar-04	21:00	1.79	1.78	1.79	1.79	1.79	0.01
15-Mar-04	22:00	1.79	1.78	1.80	1.79	1.79	0.02
15-Mar-04	23:00	1.80	1.78	1.80	1.79	1.79	0.02
16-Mar-04	0:00	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	0.00
16-Mar-04	1:00	1.78	1.79	1.79	1.79	1.79	0.01
16-Mar-04	2:00	1.78	1.80	1.80	1.79	1.79	0.02
16-Mar-04	3:00	1.80	1.79	1.79	1.79	1.79	0.01
16-Mar-04	4:00	1.80	1.78	1.79	1.80	1.79	0.02
16-Mar-04	5:00	1.80	1.79	1.79	1.79	1.79	0.01
16-Mar-04	6:00	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	0.00
16-Mar-04	7:00	1.78	1.79	1.79	1.79	1.79	0.01
16-Mar-04	8:00	1.80	1.79	1.80	1.80	1.80	0.01
16-Mar-04	9:00	1.80	1.79	1.80	1.80	1.80	0.01
16-Mar-04	10:00	1.79	1.80	1.80	1.80	1.80	0.01
16-Mar-04	11:00	1.80	1.80	1.80	1.79	1.80	0.01
16-Mar-04	12:00	1.79	1.81	1.81	1.80	1.80	0.02
16-Mar-04	13:00	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	0.00
16-Mar-04	14:00	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	0.00
16-Mar-04	15:00	1.80	1.80	1.80	1.79	1.80	0.01
16-Mar-04	16:00	1.79	1.80	1.79	1.78	1.79	0.02
16-Mar-04	17:00	1.78	1.80	1.80	1.79	1.79	0.02
16-Mar-04	18:00	1.80	1.80	1.80	1.81	1.80	0.01
16-Mar-04	19:00	1.80	1.80	1.81	1.80	1.80	0.01

X'' = 1.796 R' = 0.011

APÉNDICE 19

Registro de remuestreo de longitud de punta, máquina 1

Tabla XXI. Datos de longitud de punta, remuestreo, máquina 1

FECHA	HORA	CLAVO 1	CLAVO 2	CLAVO 3	CLAVO 4	MEDIA	RANGO
15-Mar-04	7:00	2.72	2.71	2.73	2.75	2.73	0.04
15-Mar-04	8:00	2.71	2.71	2.74	2.72	2.72	0.03
15-Mar-04	9:00	2.71	2.73	2.74	2.73	2.73	0.03
15-Mar-04	10:00	2.72	2.70	2.71	2.69	2.70	0.03
15-Mar-04	11:00	2.72	2.67	2.70	2.68	2.69	0.04
15-Mar-04	12:00	2.71	2.69	2.72	2.68	2.70	0.04
15-Mar-04	13:00	2.72	2.68	2.70	2.71	2.70	0.04
15-Mar-04	14:00	2.66	2.67	2.70	2.68	2.68	0.04
15-Mar-04	15:00	2.68	2.73	2.77	2.70	2.72	0.09
15-Mar-04	16:00	2.66	2.71	2.72	2.72	2.70	0.06
15-Mar-04	17:00	2.70	2.67	2.69	2.71	2.69	0.04
15-Mar-04	18:00	2.68	2.69	2.70	2.71	2.69	0.04
15-Mar-04	19:00	2.65	2.67	2.68	2.69	2.67	0.04
15-Mar-04	20:00	2.70	2.69	2.71	2.72	2.71	0.03
15-Mar-04	21:00	2.70	2.68	2.73	2.74	2.71	0.06
15-Mar-04	22:00	2.71	2.68	2.72	2.71	2.70	0.05
15-Mar-04	23:00	2.69	2.67	2.70	2.70	2.69	0.03
16-Mar-04	0:00	2.70	2.65	2.69	2.65	2.67	0.05
16-Mar-04	1:00	2.64	2.74	2.70	2.69	2.69	0.10
16-Mar-04	2:00	2.71	2.71	2.73	2.69	2.71	0.04
16-Mar-04	3:00	2.65	2.70	2.71	2.68	2.69	0.06
16-Mar-04	4:00	2.65	2.68	2.69	2.66	2.67	0.04
16-Mar-04	5:00	2.70	2.71	2.73	2.74	2.72	0.04
16-Mar-04	6:00	2.71	2.67	2.72	2.70	2.70	0.06
16-Mar-04	7:00	2.74	2.70	2.69	2.73	2.72	0.05
16-Mar-04	8:00	2.66	2.72	2.73	2.66	2.69	0.07
16-Mar-04	9:00	2.71	2.70	2.70	2.73	2.71	0.03
16-Mar-04	10:00	2.74	2.73	2.70	2.71	2.72	0.04
16-Mar-04	11:00	2.79	2.69	2.71	2.69	2.72	0.10
16-Mar-04	12:00	2.68	2.70	2.71	2.77	2.72	0.09
16-Mar-04	13:00	2.66	2.67	2.69	2.65	2.67	0.04
16-Mar-04	14:00	2.63	2.67	2.69	2.73	2.68	0.11
16-Mar-04	15:00	2.68	2.68	2.72	2.71	2.70	0.05
16-Mar-04	16:00	2.69	2.70	2.67	2.70	2.69	0.03
16-Mar-04	17:00	2.70	2.69	2.71	2.70	2.70	0.02
16-Mar-04	18:00	2.72	2.69	2.71	2.69	2.70	0.02
16-Mar-04	19:00	2.68	2.65	2.67	2.66	2.67	0.03

X" = 2.70 R' = 0.05

APÉNDICE 20

Registro de remuestreo de diámetro de cabeza, máquina 1

Tabla XXII. Datos de diámetro de cabeza, remuestreo, máquina 1

FECHA	HORA	CLAVO 1	CLAVO 2	CLAVO 3	CLAVO 4	MEDIA	RANGO
15-Mar-04	7:00	4.54	4.57	4.58	4.60	4.57	0.06
15-Mar-04	8:00	4.56	4.51	4.55	4.53	4.54	0.05
15-Mar-04	9:00	4.45	4.50	4.51	4.46	4.48	0.06
15-Mar-04	10:00	4.62	4.51	4.61	4.54	4.57	0.11
15-Mar-04	11:00	4.51	4.51	4.55	4.49	4.52	0.06
15-Mar-04	12:00	4.53	4.54	4.57	4.52	4.54	0.05
15-Mar-04	13:00	4.51	4.65	4.54	4.57	4.57	0.14
15-Mar-04	14:00	4.54	4.55	4.59	4.53	4.55	0.06
15-Mar-04	15:00	4.52	4.46	4.53	4.48	4.50	0.08
15-Mar-04	16:00	4.45	4.55	4.50	4.52	4.50	0.11
15-Mar-04	17:00	4.52	4.48	4.49	4.53	4.51	0.05
15-Mar-04	18:00	4.56	4.53	4.58	4.52	4.55	0.06
15-Mar-04	19:00	4.55	4.54	4.57	4.55	4.55	0.03
15-Mar-04	20:00	4.47	4.47	4.53	4.48	4.49	0.06
15-Mar-04	21:00	4.50	4.57	4.52	4.55	4.54	0.07
15-Mar-04	22:00	4.43	4.52	4.49	4.51	4.49	0.09
15-Mar-04	23:00	4.53	4.50	4.54	4.49	4.52	0.05
16-Mar-04	0:00	4.46	4.48	4.47	4.51	4.48	0.05
16-Mar-04	1:00	4.50	4.56	4.55	4.57	4.55	0.07
16-Mar-04	2:00	4.55	4.45	4.57	4.50	4.52	0.12
16-Mar-04	3:00	4.54	4.44	4.49	4.50	4.49	0.10
16-Mar-04	4:00	4.52	4.50	4.55	4.49	4.51	0.06
16-Mar-04	5:00	4.51	4.55	4.53	4.52	4.53	0.04
16-Mar-04	6:00	4.58	4.45	4.55	4.53	4.53	0.13
16-Mar-04	7:00	4.47	4.58	4.50	4.55	4.53	0.11
16-Mar-04	8:00	4.56	4.52	4.60	4.50	4.55	0.10
16-Mar-04	9:00	4.52	4.60	4.54	4.52	4.55	0.08
16-Mar-04	10:00	4.57	4.56	4.55	4.53	4.55	0.04
16-Mar-04	11:00	4.50	4.58	4.55	4.57	4.55	0.08
16-Mar-04	12:00	4.62	4.62	4.55	4.54	4.58	0.08
16-Mar-04	13:00	4.64	4.56	4.52	4.55	4.57	0.12
16-Mar-04	14:00	4.63	4.63	4.54	4.53	4.58	0.10
16-Mar-04	15:00	4.63	4.58	4.57	4.55	4.58	0.08
16-Mar-04	16:00	4.41	4.54	4.52	4.48	4.49	0.13
16-Mar-04	17:00	4.48	4.51	4.47	4.48	4.48	0.04
16-Mar-04	18:00	4.54	4.55	4.52	4.49	4.52	0.06
16-Mar-04	19:00	4.59	4.60	4.52	4.51	4.56	0.09

X" = 4.53 R' = 0.08

APÉNDICE 21

Registro de remuestreo de espesor de cabeza, máquina 1

Tabla XXIII. Datos espesor de cabeza, remuestreo, máquina 1

FECHA	HORA	CLAVO 1	CLAVO 2	CLAVO 3	CLAVO 4	MEDIA	RANGO
15-Mar-04	7:00	0.68	0.62	0.60	0.61	0.63	0.08
15-Mar-04	8:00	0.68	0.58	0.64	0.63	0.63	0.10
15-Mar-04	9:00	0.76	0.80	0.79	0.77	0.78	0.04
15-Mar-04	10:00	0.69	0.68	0.63	0.71	0.68	0.08
15-Mar-04	11:00	0.77	0.75	0.69	0.75	0.74	0.08
15-Mar-04	12:00	0.72	0.70	0.67	0.63	0.68	0.09
15-Mar-04	13:00	0.60	0.70	0.66	0.68	0.66	0.10
15-Mar-04	14:00	0.76	0.77	0.64	0.73	0.73	0.13
15-Mar-04	15:00	0.71	0.67	0.74	0.70	0.71	0.07
15-Mar-04	16:00	0.61	0.60	0.75	0.68	0.66	0.15
15-Mar-04	17:00	0.74	0.72	0.73	0.69	0.72	0.05
15-Mar-04	18:00	0.72	0.75	0.68	0.66	0.70	0.09
15-Mar-04	19:00	0.69	0.71	0.69	0.73	0.71	0.04
15-Mar-04	20:00	0.74	0.75	0.73	0.76	0.74	0.03
15-Mar-04	21:00	0.74	0.72	0.71	0.75	0.73	0.04
15-Mar-04	22:00	0.71	0.72	0.78	0.80	0.75	0.10
15-Mar-04	23:00	0.74	0.72	0.72	0.75	0.73	0.03
16-Mar-04	0:00	0.71	0.68	0.75	0.77	0.73	0.10
16-Mar-04	1:00	0.74	0.69	0.66	0.68	0.69	0.08
16-Mar-04	2:00	0.66	0.72	0.71	0.67	0.69	0.06
16-Mar-04	3:00	0.67	0.70	0.74	0.77	0.72	0.10
16-Mar-04	4:00	0.79	0.77	0.70	0.69	0.74	0.10
16-Mar-04	5:00	0.71	0.72	0.68	0.65	0.69	0.07
16-Mar-04	6:00	0.65	0.69	0.71	0.73	0.69	0.09
16-Mar-04	7:00	0.60	0.60	0.69	0.65	0.63	0.10
16-Mar-04	8:00	0.68	0.67	0.64	0.60	0.65	0.08
16-Mar-04	9:00	0.67	0.69	0.63	0.62	0.65	0.07
16-Mar-04	10:00	0.65	0.73	0.62	0.62	0.65	0.11
16-Mar-04	11:00	0.59	0.69	0.65	0.65	0.64	0.10
16-Mar-04	12:00	0.58	0.63	0.60	0.63	0.61	0.05
16-Mar-04	13:00	0.69	0.67	0.62	0.60	0.64	0.09
16-Mar-04	14:00	0.71	0.71	0.66	0.63	0.68	0.08
16-Mar-04	15:00	0.62	0.57	0.62	0.60	0.60	0.05
16-Mar-04	16:00	0.67	0.66	0.74	0.63	0.67	0.11
16-Mar-04	17:00	0.71	0.68	0.77	0.78	0.74	0.10
16-Mar-04	18:00	0.67	0.62	0.74	0.61	0.66	0.13
16-Mar-04	19:00	0.63	0.66	0.63	0.60	0.63	0.06

X'' 0.69 R' = 0.08

APÉNDICE 22

Registro de remuestreo de longitud de clavo, máquina 2

Tabla XXIV. Datos de longitud de clavo, remuestreo, máquina 2

FECHA	HORA	CLAVO 1	CLAVO 2	CLAVO 3	CLAVO 4	MEDIA	RANGO
15-Mar-04	7:00	38.41	38.31	38.50	38.32	38.39	0.19
15-Mar-04	8:00	38.33	38.51	38.42	38.55	38.45	0.22
15-Mar-04	9:00	38.37	38.50	38.59	38.43	38.47	0.22
15-Mar-04	10:00	38.53	38.65	38.54	38.55	38.57	0.12
15-Mar-04	11:00	38.63	38.61	38.49	38.57	38.58	0.14
15-Mar-04	12:00	38.30	38.53	38.30	38.62	38.44	0.32
15-Mar-04	13:00	38.23	38.49	38.60	38.45	38.44	0.37
15-Mar-04	14:00	38.50	38.51	38.60	38.65	38.57	0.15
15-Mar-04	15:00	38.30	38.48	38.59	38.29	38.42	0.30
15-Mar-04	16:00	38.34	38.32	38.24	38.31	38.30	0.10
15-Mar-04	17:00	38.42	38.36	38.31	38.28	38.34	0.14
15-Mar-04	18:00	38.49	38.51	38.52	38.43	38.49	0.09
15-Mar-04	19:00	38.30	38.30	38.58	38.39	38.39	0.28
15-Mar-04	20:00	38.25	38.49	38.35	38.39	38.37	0.24
15-Mar-04	21:00	38.23	38.47	38.63	38.48	38.45	0.40
15-Mar-04	22:00	38.38	38.38	38.39	38.35	38.38	0.04
15-Mar-04	23:00	38.58	38.56	38.58	38.55	38.57	0.03
16-Mar-04	0:00	38.37	38.47	38.53	38.42	38.45	0.16
16-Mar-04	1:00	38.45	38.41	38.38	38.42	38.42	0.07
16-Mar-04	2:00	38.39	38.38	38.28	38.29	38.33	0.11
16-Mar-04	3:00	38.39	38.47	38.26	38.36	38.37	0.21
16-Mar-04	4:00	38.29	38.39	38.53	38.49	38.43	0.24
16-Mar-04	5:00	38.27	38.32	38.35	38.33	38.32	0.08
16-Mar-04	6:00	38.64	38.55	38.51	38.52	38.56	0.13
16-Mar-04	7:00	38.59	38.58	38.45	38.47	38.52	0.14
16-Mar-04	8:00	38.36	38.32	38.28	38.25	38.30	0.11
16-Mar-04	9:00	38.11	38.30	38.57	38.24	38.31	0.46
16-Mar-04	10:00	38.35	38.51	38.65	38.46	38.49	0.30
16-Mar-04	11:00	38.40	38.42	38.39	38.42	38.41	0.03
16-Mar-04	12:00	38.67	38.50	38.25	38.47	38.47	0.42
16-Mar-04	13:00	38.57	38.42	38.71	38.59	38.57	0.29
16-Mar-04	14:00	38.31	38.40	38.42	38.43	38.39	0.12
16-Mar-04	15:00	38.28	38.51	38.55	38.59	38.48	0.31
16-Mar-04	16:00	38.53	38.62	38.58	38.54	38.57	0.09
16-Mar-04	17:00	38.35	38.34	38.28	38.31	38.32	0.07
16-Mar-04	18:00	38.37	38.31	38.20	38.29	38.29	0.17
16-Mar-04	19:00	38.39	38.55	38.50	38.39	38.46	0.16

X' = 38.43 R' = 0.19

APÉNDICE 23

Registro de remuestreo de diámetro de espiga, máquina 2

Tabla XXV. Datos de diámetro de espiga, remuestreo, máquina 2

FECHA	HORA	CLAVO 1	CLAVO 2	CLAVO 3	CLAVO 4	MEDIA	RANGO
15-Mar-04	7:00	1.79	1.79	1.79	1.80	1.79	0.01
15-Mar-04	8:00	1.80	1.80	1.78	1.80	1.80	0.02
15-Mar-04	9:00	1.79	1.81	1.79	1.80	1.80	0.02
15-Mar-04	10:00	1.79	1.79	1.80	1.81	1.80	0.02
15-Mar-04	11:00	1.80	1.79	1.80	1.81	1.80	0.02
15-Mar-04	12:00	1.78	1.79	1.79	1.80	1.79	0.02
15-Mar-04	13:00	1.78	1.78	1.80	1.80	1.79	0.02
15-Mar-04	14:00	1.79	1.80	1.78	1.80	1.79	0.02
15-Mar-04	15:00	1.80	1.82	1.80	1.80	1.81	0.02
15-Mar-04	16:00	1.80	1.82	1.80	1.79	1.80	0.03
15-Mar-04	17:00	1.78	1.78	1.80	1.79	1.79	0.02
15-Mar-04	18:00	1.81	1.80	1.81	1.81	1.81	0.01
15-Mar-04	19:00	1.79	1.81	1.79	1.79	1.80	0.02
15-Mar-04	20:00	1.80	1.80	1.81	1.81	1.81	0.01
15-Mar-04	21:00	1.80	1.79	1.80	1.82	1.80	0.03
15-Mar-04	22:00	1.79	1.80	1.81	1.81	1.80	0.02
15-Mar-04	23:00	1.81	1.81	1.79	1.80	1.80	0.02
16-Mar-04	0:00	1.80	1.79	1.81	1.81	1.80	0.02
16-Mar-04	1:00	1.79	1.79	1.80	1.80	1.80	0.01
16-Mar-04	2:00	1.80	1.78	1.81	1.80	1.80	0.03
16-Mar-04	3:00	1.80	1.79	1.80	1.80	1.80	0.01
16-Mar-04	4:00	1.80	1.79	1.80	1.81	1.80	0.02
16-Mar-04	5:00	1.81	1.79	1.80	1.81	1.80	0.02
16-Mar-04	6:00	1.79	1.81	1.79	1.80	1.80	0.02
16-Mar-04	7:00	1.78	1.79	1.79	1.80	1.79	0.02
16-Mar-04	8:00	1.80	1.81	1.79	1.80	1.80	0.02
16-Mar-04	9:00	1.80	1.79	1.78	1.79	1.79	0.02
16-Mar-04	10:00	1.79	1.80	1.78	1.78	1.79	0.02
16-Mar-04	11:00	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	0.00
16-Mar-04	12:00	1.79	1.80	1.80	1.80	1.80	0.01
16-Mar-04	13:00	1.80	1.81	1.79	1.79	1.80	0.02
16-Mar-04	14:00	1.80	1.81	1.79	1.80	1.80	0.02
16-Mar-04	15:00	1.80	1.81	1.79	1.80	1.80	0.02
16-Mar-04	16:00	1.79	1.81	1.79	1.79	1.80	0.02
16-Mar-04	17:00	1.79	1.79	1.81	1.81	1.80	0.02
16-Mar-04	18:00	1.79	1.81	1.79	1.78	1.79	0.03
16-Mar-04	19:00	1.80	1.79	1.80	1.81	1.80	0.02

X" = 1.802 R' = 0.011

APÉNDICE 24

Registro de remuestreo de longitud de punta, máquina 2

Tabla XXVI. Datos de longitud de punta, remuestreo, máquina 2

FECHA	HORA	CLAVO 1	CLAVO 2	CLAVO 3	CLAVO 4	MEDIA	RANGO
15-Mar-04	7:00	2.66	2.68	2.70	2.70	2.69	0.04
15-Mar-04	8:00	2.73	2.69	2.70	2.70	2.70	0.04
15-Mar-04	9:00	2.74	2.69	2.71	2.74	2.72	0.05
15-Mar-04	10:00	2.70	2.65	2.69	2.70	2.68	0.06
15-Mar-04	11:00	2.68	2.64	2.66	2.69	2.67	0.05
15-Mar-04	12:00	2.71	2.72	2.70	2.69	2.71	0.03
15-Mar-04	13:00	2.70	2.68	2.70	2.67	2.69	0.03
15-Mar-04	14:00	2.67	2.65	2.68	2.67	2.67	0.03
15-Mar-04	15:00	2.74	2.73	2.72	2.70	2.72	0.04
15-Mar-04	16:00	2.66	2.66	2.68	2.68	2.67	0.02
15-Mar-04	17:00	2.67	2.66	2.66	2.65	2.66	0.03
15-Mar-04	18:00	2.71	2.66	2.66	2.73	2.69	0.07
15-Mar-04	19:00	2.71	2.67	2.72	2.70	2.70	0.05
15-Mar-04	20:00	2.73	2.68	2.69	2.67	2.69	0.06
15-Mar-04	21:00	2.64	2.73	2.68	2.67	2.68	0.10
15-Mar-04	22:00	2.71	2.74	2.72	2.68	2.71	0.06
15-Mar-04	23:00	2.73	2.67	2.72	2.79	2.73	0.12
16-Mar-04	0:00	2.72	2.71	2.71	2.68	2.70	0.05
16-Mar-04	1:00	2.71	2.74	2.72	2.71	2.72	0.03
16-Mar-04	2:00	2.72	2.72	2.70	2.70	2.71	0.02
16-Mar-04	3:00	2.69	2.71	2.71	2.68	2.70	0.03
16-Mar-04	4:00	2.72	2.68	2.71	2.69	2.70	0.04
16-Mar-04	5:00	2.73	2.66	2.73	2.76	2.72	0.11
16-Mar-04	6:00	2.70	2.63	2.72	2.74	2.70	0.11
16-Mar-04	7:00	2.73	2.71	2.69	2.68	2.70	0.05
16-Mar-04	8:00	2.70	2.70	2.66	2.70	2.69	0.04
16-Mar-04	9:00	2.67	2.68	2.69	2.67	2.68	0.02
16-Mar-04	10:00	2.72	2.69	2.74	2.73	2.72	0.05
16-Mar-04	11:00	2.72	2.70	2.71	2.67	2.70	0.06
16-Mar-04	12:00	2.71	2.67	2.72	2.68	2.70	0.05
16-Mar-04	13:00	2.68	2.67	2.69	2.67	2.68	0.02
16-Mar-04	14:00	2.71	2.65	2.68	2.65	2.67	0.06
16-Mar-04	15:00	2.71	2.70	2.70	2.69	2.70	0.02
16-Mar-04	16:00	2.72	2.70	2.68	2.71	2.70	0.03
16-Mar-04	17:00	2.71	2.66	2.72	2.75	2.71	0.09
16-Mar-04	18:00	2.75	2.73	2.68	2.70	2.72	0.07
16-Mar-04	19:00	2.70	2.70	2.69	2.67	2.69	0.03

X" = 2.70 R' = 0.05

APÉNDICE 25

Registro de remuestreo de diámetro de cabeza, máquina 2

Tabla XXVII. Datos de diámetro de cabeza, remuestreo, máquina 2

FECHA	HORA	CLAVO 1	CLAVO 2	CLAVO 3	CLAVO 4	MEDIA	RANGO
15-Mar-04	7:00	4.51	4.52	4.54	4.49	4.52	0.05
15-Mar-04	8:00	4.55	4.51	4.59	4.49	4.54	0.10
15-Mar-04	9:00	4.53	4.56	4.57	4.47	4.53	0.10
15-Mar-04	10:00	4.44	4.55	4.48	4.50	4.49	0.11
15-Mar-04	11:00	4.53	4.51	4.50	4.52	4.52	0.03
15-Mar-04	12:00	4.53	4.57	4.57	4.52	4.55	0.05
15-Mar-04	13:00	4.60	4.53	4.53	4.52	4.55	0.08
15-Mar-04	14:00	4.52	4.62	4.56	4.60	4.58	0.10
15-Mar-04	15:00	4.52	4.57	4.59	4.50	4.55	0.09
15-Mar-04	16:00	4.56	4.52	4.60	4.48	4.54	0.12
15-Mar-04	17:00	4.54	4.54	4.56	4.52	4.54	0.04
15-Mar-04	18:00	4.48	4.53	4.48	4.53	4.51	0.05
15-Mar-04	19:00	4.56	4.58	4.54	4.53	4.55	0.05
15-Mar-04	20:00	4.58	4.64	4.56	4.55	4.58	0.09
15-Mar-04	21:00	4.52	4.49	4.52	4.43	4.49	0.09
15-Mar-04	22:00	4.49	4.47	4.46	4.52	4.48	0.06
15-Mar-04	23:00	4.58	4.51	4.54	4.57	4.55	0.07
16-Mar-04	0:00	4.54	4.42	4.51	4.48	4.49	0.12
16-Mar-04	1:00	4.53	4.48	4.42	4.51	4.48	0.11
16-Mar-04	2:00	4.54	4.56	4.56	4.55	4.55	0.02
16-Mar-04	3:00	4.65	4.52	4.53	4.57	4.57	0.13
16-Mar-04	4:00	4.56	4.47	4.54	4.46	4.51	0.10
16-Mar-04	5:00	4.50	4.55	4.50	4.53	4.52	0.05
16-Mar-04	6:00	4.51	4.49	4.46	4.48	4.48	0.04
16-Mar-04	7:00	4.54	4.58	4.63	4.51	4.57	0.12
16-Mar-04	8:00	4.47	4.48	4.52	4.48	4.49	0.05
16-Mar-04	9:00	4.55	4.55	4.58	4.53	4.55	0.05
16-Mar-04	10:00	4.62	4.63	4.54	4.54	4.58	0.09
16-Mar-04	11:00	4.60	4.57	4.54	4.54	4.56	0.06
16-Mar-04	12:00	4.45	4.47	4.46	4.54	4.48	0.09
16-Mar-04	13:00	4.55	4.55	4.51	4.49	4.52	0.06
16-Mar-04	14:00	4.50	4.55	4.50	4.54	4.52	0.05
16-Mar-04	15:00	4.57	4.51	4.51	4.55	4.54	0.06
16-Mar-04	16:00	4.53	4.55	4.56	4.47	4.53	0.09
16-Mar-04	17:00	4.46	4.53	4.52	4.48	4.50	0.07
16-Mar-04	18:00	4.53	4.57	4.56	4.53	4.55	0.04
16-Mar-04	19:00	4.54	4.50	4.51	4.51	4.52	0.04

X'' = 4.53 R' = 0.07

APÉNDICE 26

Registro de remuestreo de espesor de cabeza, máquina 2

Tabla XXVIII. Datos de espesor de cabeza, remuestreo, máquina 2

FECHA	HORA	CLAVO 1	CLAVO 2	CLAVO 3	CLAVO 4	MEDIA	RANGO
15-Mar-04	7:00	0.65	0.68	0.70	0.69	0.68	0.05
15-Mar-04	8:00	0.72	0.69	0.67	0.66	0.69	0.06
15-Mar-04	9:00	0.73	0.72	0.68	0.64	0.69	0.09
15-Mar-04	10:00	0.62	0.72	0.78	0.69	0.70	0.16
15-Mar-04	11:00	0.73	0.74	0.71	0.69	0.72	0.05
15-Mar-04	12:00	0.69	0.62	0.66	0.65	0.66	0.07
15-Mar-04	13:00	0.64	0.70	0.72	0.62	0.67	0.10
15-Mar-04	14:00	0.59	0.66	0.63	0.61	0.62	0.07
15-Mar-04	15:00	0.63	0.71	0.62	0.62	0.65	0.09
15-Mar-04	16:00	0.73	0.63	0.66	0.64	0.67	0.10
15-Mar-04	17:00	0.71	0.68	0.66	0.64	0.67	0.07
15-Mar-04	18:00	0.68	0.74	0.72	0.65	0.70	0.09
15-Mar-04	19:00	0.68	0.65	0.72	0.65	0.68	0.07
15-Mar-04	20:00	0.63	0.69	0.59	0.62	0.63	0.10
15-Mar-04	21:00	0.65	0.73	0.72	0.75	0.71	0.10
15-Mar-04	22:00	0.72	0.68	0.73	0.71	0.71	0.05
15-Mar-04	23:00	0.71	0.66	0.70	0.64	0.68	0.07
16-Mar-04	0:00	0.60	0.75	0.70	0.74	0.70	0.15
16-Mar-04	1:00	0.72	0.69	0.68	0.74	0.71	0.06
16-Mar-04	2:00	0.65	0.68	0.62	0.74	0.67	0.12
16-Mar-04	3:00	0.70	0.64	0.66	0.63	0.66	0.07
16-Mar-04	4:00	0.72	0.71	0.68	0.64	0.69	0.08
16-Mar-04	5:00	0.74	0.65	0.64	0.68	0.68	0.10
16-Mar-04	6:00	0.74	0.70	0.68	0.72	0.71	0.06
16-Mar-04	7:00	0.70	0.62	0.65	0.63	0.65	0.08
16-Mar-04	8:00	0.72	0.74	0.76	0.70	0.73	0.06
16-Mar-04	9:00	0.72	0.66	0.65	0.64	0.67	0.08
16-Mar-04	10:00	0.69	0.62	0.63	0.61	0.64	0.08
16-Mar-04	11:00	0.62	0.68	0.61	0.59	0.63	0.09
16-Mar-04	12:00	0.73	0.68	0.75	0.74	0.73	0.07
16-Mar-04	13:00	0.72	0.62	0.68	0.72	0.69	0.10
16-Mar-04	14:00	0.62	0.70	0.68	0.69	0.67	0.08
16-Mar-04	15:00	0.70	0.62	0.64	0.66	0.66	0.08
16-Mar-04	16:00	0.65	0.64	0.70	0.67	0.67	0.06
16-Mar-04	17:00	0.69	0.74	0.70	0.68	0.70	0.06
16-Mar-04	18:00	0.65	0.66	0.69	0.64	0.66	0.05
16-Mar-04	19:00	0.64	0.74	0.70	0.72	0.70	0.10

X" 0.68 R' = 0.08

APÉNDICE 27

Registro de remuestreo de longitud de clavo, máquina 3

Tabla XXIX. Datos de longitud de clavo, remuestreo, máquina 3

FECHA	HORA	CLAVO 1	CLAVO 2	CLAVO 3	CLAVO 4	MEDIA	RANGO
15-Mar-04	7:00	38.68	38.27	38.31	38.52	38.45	0.41
15-Mar-04	8:00	38.26	38.34	38.39	38.47	38.37	0.13
15-Mar-04	9:00	38.28	38.40	38.39	38.45	38.38	0.17
15-Mar-04	10:00	38.45	38.48	38.30	38.39	38.41	0.18
15-Mar-04	11:00	38.36	38.50	38.40	38.43	38.42	0.14
15-Mar-04	12:00	38.34	38.41	38.55	38.49	38.45	0.21
15-Mar-04	13:00	38.31	38.58	38.29	38.46	38.41	0.29
15-Mar-04	14:00	38.55	38.39	38.42	38.51	38.47	0.16
15-Mar-04	15:00	38.31	38.57	38.39	38.28	38.39	0.29
15-Mar-04	16:00	38.38	38.54	38.57	38.39	38.47	0.19
15-Mar-04	17:00	38.28	38.66	38.60	38.61	38.54	0.38
15-Mar-04	18:00	38.61	38.17	38.19	38.26	38.31	0.44
15-Mar-04	19:00	38.51	38.59	38.65	38.49	38.56	0.16
15-Mar-04	20:00	38.24	38.29	38.37	38.35	38.31	0.13
15-Mar-04	21:00	38.55	38.44	38.62	38.37	38.50	0.25
15-Mar-04	22:00	38.30	38.52	38.49	38.37	38.42	0.22
15-Mar-04	23:00	38.29	38.54	38.59	38.49	38.48	0.30
16-Mar-04	0:00	38.38	38.19	38.29	38.29	38.29	0.19
16-Mar-04	1:00	38.36	38.64	38.46	38.49	38.49	0.28
16-Mar-04	2:00	38.42	38.49	38.32	38.29	38.38	0.20
16-Mar-04	3:00	38.21	38.44	38.29	38.36	38.33	0.23
16-Mar-04	4:00	38.31	38.33	38.47	38.58	38.46	0.25
16-Mar-04	5:00	38.39	38.33	38.42	38.47	38.40	0.14
16-Mar-04	6:00	38.39	38.26	38.25	38.28	38.30	0.14
16-Mar-04	7:00	38.35	38.43	38.41	38.39	38.40	0.08
16-Mar-04	8:00	38.31	38.29	38.62	38.51	38.47	0.33
16-Mar-04	9:00	38.32	38.41	38.43	38.38	38.39	0.11
16-Mar-04	10:00	38.37	38.27	38.25	38.30	38.30	0.12
16-Mar-04	11:00	38.40	38.25	38.36	38.45	38.35	0.20
16-Mar-04	12:00	38.33	38.21	38.29	38.28	38.28	0.12
16-Mar-04	13:00	38.26	38.27	38.25	38.31	38.27	0.06
16-Mar-04	14:00	38.48	38.60	38.57	38.38	38.51	0.22
16-Mar-04	15:00	38.56	38.59	38.40	38.55	38.53	0.19
16-Mar-04	16:00	38.53	38.58	38.42	38.52	38.51	0.16
16-Mar-04	17:00	38.50	38.53	38.62	38.46	38.53	0.16
16-Mar-04	18:00	38.48	38.51	38.50	38.56	38.51	0.08
16-Mar-04	19:00	38.51	38.45	38.62	38.55	38.53	0.17

X" = 38.42 R' = 0.20

APÉNDICE 28

Registro de remuestreo de diámetro de espiga, máquina 3

Tabla XXX. Datos de diámetro de espiga, remuestreo, máquina 3

FECHA	HORA	CLAVO 1	CLAVO 2	CLAVO 3	CLAVO 4	MEDIA	RANGO
15-Mar-04	7:00	1.81	1.82	1.81	1.80	1.81	0.02
15-Mar-04	8:00	1.80	1.80	1.80	1.81	1.80	0.01
15-Mar-04	9:00	1.82	1.81	1.80	1.80	1.81	0.02
15-Mar-04	10:00	1.80	1.81	1.81	1.81	1.81	0.01
15-Mar-04	11:00	1.81	1.81	1.80	1.80	1.81	0.01
15-Mar-04	12:00	1.80	1.81	1.79	1.80	1.80	0.02
15-Mar-04	13:00	1.81	1.81	1.80	1.81	1.81	0.01
15-Mar-04	14:00	1.80	1.81	1.80	1.81	1.81	0.01
15-Mar-04	15:00	1.80	1.80	1.80	1.79	1.80	0.01
15-Mar-04	16:00	1.80	1.81	1.80	1.80	1.80	0.01
15-Mar-04	17:00	1.81	1.81	1.80	1.80	1.81	0.01
15-Mar-04	18:00	1.81	1.81	1.81	1.81	1.81	0.00
15-Mar-04	19:00	1.81	1.81	1.80	1.80	1.81	0.01
15-Mar-04	20:00	1.80	1.80	1.80	1.8	1.80	0.00
15-Mar-04	21:00	1.79	1.80	1.79	1.80	1.80	0.01
15-Mar-04	22:00	1.79	1.79	1.80	1.80	1.80	0.01
15-Mar-04	23:00	1.80	1.81	1.80	1.80	1.80	0.01
16-Mar-04	0:00	1.80	1.80	1.80	1.79	1.80	0.01
16-Mar-04	1:00	1.81	1.81	1.80	1.81	1.81	0.01
16-Mar-04	2:00	1.80	1.81	1.80	1.80	1.80	0.01
16-Mar-04	3:00	1.80	1.80	1.79	1.80	1.80	0.01
16-Mar-04	4:00	1.79	1.79	1.80	1.79	1.79	0.01
16-Mar-04	5:00	1.79	1.80	1.79	1.80	1.80	0.01
16-Mar-04	6:00	1.80	1.81	1.81	1.80	1.81	0.01
16-Mar-04	7:00	1.81	1.80	1.81	1.79	1.80	0.02
16-Mar-04	8:00	1.80	1.79	1.80	1.79	1.80	0.01
16-Mar-04	9:00	1.80	1.80	1.79	1.80	1.80	0.01
16-Mar-04	10:00	1.80	1.80	1.80	1.79	1.80	0.01
16-Mar-04	11:00	1.80	1.80	1.79	1.80	1.80	0.01
16-Mar-04	12:00	1.79	1.80	1.80	1.80	1.80	0.01
16-Mar-04	13:00	1.82	1.81	1.81	1.81	1.81	0.01
16-Mar-04	14:00	1.81	1.80	1.80	1.80	1.80	0.01
16-Mar-04	15:00	1.81	1.82	1.80	1.80	1.81	0.02
16-Mar-04	16:00	1.81	1.80	1.80	1.81	1.81	0.01
16-Mar-04	17:00	1.79	1.80	1.80	1.79	1.80	0.01
16-Mar-04	18:00	1.80	1.81	1.80	1.80	1.80	0.01
16-Mar-04	19:00	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	0.00

X'' = 1.802 R' = 0.011

APÉNDICE 29

Registro de remuestreo de longitud de punta, máquina 3

Tabla XXXI. Datos de longitud de punta, remuestreo, máquina 3

FECHA	HORA	CLAVO 1	CLAVO 2	CLAVO 3	CLAVO 4	MEDIA	RANGO
15-Mar-04	7:00	2.66	2.68	2.70	2.70	2.69	0.04
15-Mar-04	8:00	2.73	2.69	2.70	2.70	2.70	0.04
15-Mar-04	9:00	2.65	2.66	2.68	2.67	2.66	0.03
15-Mar-04	10:00	2.70	2.66	2.71	2.69	2.69	0.05
15-Mar-04	11:00	2.73	2.67	2.74	2.66	2.70	0.08
15-Mar-04	12:00	2.70	2.73	2.71	2.70	2.71	0.03
15-Mar-04	13:00	2.66	2.66	2.69	2.70	2.68	0.04
15-Mar-04	14:00	2.71	2.71	2.72	2.68	2.71	0.04
15-Mar-04	15:00	2.77	2.68	2.70	2.73	2.72	0.09
15-Mar-04	16:00	2.75	2.65	2.74	2.67	2.70	0.10
15-Mar-04	17:00	2.70	2.70	2.74	2.71	2.71	0.04
15-Mar-04	18:00	2.71	2.72	2.70	2.69	2.71	0.03
15-Mar-04	19:00	2.64	2.67	2.68	2.70	2.67	0.06
15-Mar-04	20:00	2.65	2.67	2.68	2.66	2.66	0.04
15-Mar-04	21:00	2.67	2.69	2.68	2.70	2.69	0.03
15-Mar-04	22:00	2.67	2.69	2.71	2.69	2.69	0.04
15-Mar-04	23:00	2.70	2.70	2.68	2.72	2.70	0.04
16-Mar-04	0:00	2.73	2.71	2.73	2.72	2.72	0.02
16-Mar-04	1:00	2.73	2.70	2.71	2.72	2.72	0.03
16-Mar-04	2:00	2.71	2.69	2.72	2.68	2.70	0.04
16-Mar-04	3:00	2.69	2.65	2.67	2.66	2.67	0.04
16-Mar-04	4:00	2.70	2.68	2.71	2.72	2.70	0.04
16-Mar-04	5:00	2.76	2.67	2.72	2.73	2.72	0.09
16-Mar-04	6:00	2.67	2.68	2.65	2.69	2.67	0.04
16-Mar-04	7:00	2.75	2.67	2.67	2.72	2.70	0.08
16-Mar-04	8:00	2.63	2.70	2.71	2.68	2.68	0.08
16-Mar-04	9:00	2.66	2.71	2.66	2.73	2.69	0.07
16-Mar-04	10:00	2.63	2.69	2.71	2.65	2.67	0.08
16-Mar-04	11:00	2.65	2.71	2.68	2.67	2.68	0.06
16-Mar-04	12:00	2.66	2.71	2.70	2.68	2.69	0.04
16-Mar-04	13:00	2.74	2.70	2.75	2.71	2.73	0.05
16-Mar-04	14:00	2.70	2.74	2.76	2.72	2.73	0.06
16-Mar-04	15:00	2.71	2.70	2.70	2.69	2.70	0.02
16-Mar-04	16:00	2.72	2.70	2.68	2.71	2.70	0.03
16-Mar-04	17:00	2.71	2.66	2.72	2.75	2.71	0.09
16-Mar-04	18:00	2.75	2.73	2.68	2.70	2.72	0.07
16-Mar-04	19:00	2.70	2.70	2.69	2.67	2.69	0.03

X'' = 2.70 R' = 0.06

APÉNDICE 30

Registro de remuestreo de diámetro de cabeza, máquina 3

Tabla XXXII. Datos de diámetro de cabeza, remuestreo, máquina 3

FECHA	HORA	CLAVO 1	CLAVO 2	CLAVO 3	CLAVO 4	MEDIA	RANGO
15-Mar-04	7:00	4.49	4.60	4.52	4.55	4.54	0.11
15-Mar-04	8:00	4.52	4.42	4.48	4.52	4.48	0.10
15-Mar-04	9:00	4.52	4.63	4.58	4.53	4.57	0.11
15-Mar-04	10:00	4.55	4.50	4.55	4.49	4.52	0.06
15-Mar-04	11:00	4.52	4.55	4.57	4.56	4.55	0.05
15-Mar-04	12:00	4.54	4.56	4.57	4.52	4.55	0.05
15-Mar-04	13:00	4.52	4.58	4.56	4.57	4.56	0.06
15-Mar-04	14:00	4.59	4.53	4.57	4.58	4.57	0.06
15-Mar-04	15:00	4.51	4.45	4.52	4.49	4.49	0.07
15-Mar-04	16:00	4.53	4.50	4.51	4.52	4.52	0.03
15-Mar-04	17:00	4.53	4.49	4.57	4.54	4.53	0.08
15-Mar-04	18:00	4.46	4.55	4.47	4.51	4.50	0.09
15-Mar-04	19:00	4.47	4.49	4.53	4.54	4.51	0.07
15-Mar-04	20:00	4.46	4.52	4.48	4.53	4.50	0.07
15-Mar-04	21:00	4.54	4.50	4.51	4.52	4.52	0.04
15-Mar-04	22:00	4.48	4.57	4.56	4.52	4.53	0.09
15-Mar-04	23:00	4.61	4.56	4.62	4.51	4.58	0.11
16-Mar-04	0:00	4.53	4.46	4.47	4.48	4.48	0.07
16-Mar-04	1:00	4.54	4.50	4.55	4.49	4.52	0.06
16-Mar-04	2:00	4.55	4.54	4.57	4.59	4.56	0.05
16-Mar-04	3:00	4.52	4.43	4.49	4.45	4.47	0.09
16-Mar-04	4:00	4.44	4.52	4.49	4.51	4.49	0.08
16-Mar-04	5:00	4.47	4.54	4.47	4.55	4.51	0.08
16-Mar-04	6:00	4.48	4.56	4.55	4.52	4.53	0.08
16-Mar-04	7:00	4.55	4.46	4.47	4.44	4.48	0.11
16-Mar-04	8:00	4.46	4.53	4.49	4.52	4.50	0.07
16-Mar-04	9:00	4.53	4.54	4.57	4.55	4.55	0.04
16-Mar-04	10:00	4.52	4.60	4.57	4.53	4.56	0.08
16-Mar-04	11:00	4.54	4.43	4.49	4.50	4.49	0.11
16-Mar-04	12:00	4.55	4.55	4.60	4.58	4.57	0.05
16-Mar-04	13:00	4.52	4.51	4.50	4.53	4.52	0.03
16-Mar-04	14:00	4.46	4.53	4.48	4.56	4.51	0.10
16-Mar-04	15:00	4.46	4.61	4.51	4.56	4.54	0.15
16-Mar-04	16:00	4.52	4.49	4.51	4.45	4.49	0.07
16-Mar-04	17:00	4.49	4.57	4.54	4.51	4.53	0.08
16-Mar-04	18:00	4.57	4.55	4.54	4.53	4.55	0.04
16-Mar-04	19:00	4.50	4.59	4.51	4.54	4.54	0.09

X" = 4.52 R' = 0.07

APÉNDICE 31

Registro de remuestreo de espesor de cabeza, máquina 3

Tabla XXXIII. Datos de espesor de cabeza, remuestreo, máquina 3

FECHA	HORA	CLAVO 1	CLAVO 2	CLAVO 3	CLAVO 4	MEDIA	RANGO
15-Mar-04	7:00	0.68	0.64	0.69	0.68	0.67	0.05
15-Mar-04	8:00	0.69	0.74	0.73	0.73	0.72	0.05
15-Mar-04	9:00	0.59	0.69	0.64	0.65	0.64	0.10
15-Mar-04	10:00	0.75	0.62	0.68	0.67	0.68	0.13
15-Mar-04	11:00	0.61	0.70	0.68	0.72	0.68	0.12
15-Mar-04	12:00	0.64	0.58	0.64	0.66	0.63	0.08
15-Mar-04	13:00	0.72	0.63	0.62	0.70	0.67	0.10
15-Mar-04	14:00	0.63	0.62	0.66	0.68	0.65	0.06
15-Mar-04	15:00	0.72	0.67	0.62	0.61	0.65	0.11
15-Mar-04	16:00	0.68	0.73	0.70	0.72	0.71	0.05
15-Mar-04	17:00	0.63	0.68	0.69	0.72	0.68	0.10
15-Mar-04	18:00	0.64	0.66	0.65	0.68	0.66	0.05
15-Mar-04	19:00	0.69	0.67	0.66	0.62	0.66	0.07
15-Mar-04	20:00	0.67	0.66	0.67	0.68	0.67	0.03
15-Mar-04	21:00	0.66	0.69	0.68	0.65	0.67	0.04
15-Mar-04	22:00	0.74	0.62	0.62	0.65	0.66	0.12
15-Mar-04	23:00	0.65	0.67	0.71	0.69	0.68	0.06
16-Mar-04	0:00	0.63	0.63	0.69	0.68	0.66	0.06
16-Mar-04	1:00	0.63	0.65	0.68	0.66	0.66	0.05
16-Mar-04	2:00	0.63	0.63	0.72	0.73	0.68	0.10
16-Mar-04	3:00	0.68	0.66	0.71	0.74	0.70	0.08
16-Mar-04	4:00	0.72	0.68	0.68	0.72	0.70	0.04
16-Mar-04	5:00	0.73	0.66	0.72	0.68	0.70	0.06
16-Mar-04	6:00	0.71	0.69	0.69	0.68	0.69	0.03
16-Mar-04	7:00	0.68	0.68	0.68	0.72	0.69	0.04
16-Mar-04	8:00	0.72	0.72	0.66	0.68	0.69	0.06
16-Mar-04	9:00	0.66	0.70	0.64	0.72	0.68	0.08
16-Mar-04	10:00	0.70	0.65	0.63	0.60	0.64	0.10
16-Mar-04	11:00	0.66	0.71	0.71	0.70	0.69	0.05
16-Mar-04	12:00	0.72	0.69	0.62	0.64	0.67	0.10
16-Mar-04	13:00	0.70	0.68	0.72	0.66	0.69	0.06
16-Mar-04	14:00	0.62	0.68	0.72	0.69	0.68	0.10
16-Mar-04	15:00	0.72	0.67	0.70	0.68	0.69	0.05
16-Mar-04	16:00	0.65	0.71	0.72	0.73	0.70	0.08
16-Mar-04	17:00	0.65	0.72	0.69	0.72	0.70	0.07
16-Mar-04	18:00	0.70	0.62	0.66	0.64	0.66	0.08
16-Mar-04	19:00	0.66	0.72	0.64	0.67	0.67	0.08

X" 0.68 R' = 0.07

APÉNDICE 32

Norma para clavo JIS A 5508-1992 y MEIC 12665

Tabla XXXIV. Norma para clavo delgado JIS A 5508-1992

Tamaño Nominal (plg)	Longitud		Diámetro de espiga		Longitud de punta		Diámetro de cabeza		Espesor de cabeza (mm)
	Mínima (mm)	Máxima (mm)	Mínimo (mm)	Máximo (mm)	Mínima (mm)	Máxima (mm)	Mínimo (mm)	Máximo (mm)	
5	124.60	129.40	4.01	4.21	4.10	8.20	9.29	11.35	1.30
4	99.20	104.00	3.66	3.86	3.80	7.50	8.58	10.48	1.20
3 1/2	86.50	91.30	3.33	3.53	3.40	6.90	7.87	9.61	1.10
3	73.80	78.60	3.15	3.35	3.20	6.50	7.13	8.81	1.10
2 1/2	61.90	65.10	2.77	2.97	2.90	5.70	6.79	8.29	0.90
2	49.20	52.40	2.41	2.61	2.50	5.00	6.08	7.44	0.75
1 1/2	36.50	39.70	1.93	2.13	2.00	4.10	5.00	6.12	0.50
1	24.60	26.20	1.65	1.75	1.70	3.40	4.60	5.26	0.35

Nota: El espesor de cabeza es sólo referencial, no mandatorio.

Tabla XXXV. Norma para clavo delgado MEIC 12665

Tamaño Nominal (mm)	Longitud		Diámetro de espiga		Diámetro de cabeza	
	Mínima (mm)	Máxima (mm)	Mínimo (mm)	Máximo (mm)	Mínimo (mm)	Máximo (mm)
127	123.19	130.81	4.66	5.15	10.45	11.55
102	98.94	105.06	4.28	4.73	9.03	9.98
89	86.33	91.67	3.61	3.99	8.55	9.45
76	73.72	78.28	3.23	3.57	7.13	7.88
63.5	61.60	65.41	2.95	3.26	6.65	7.35
51	49.47	52.53	2.57	2.84	5.70	6.30
38	36.86	39.14	1.90	2.10	4.28	4.73
25	24.25	25.75	1.71	1.89	3.80	4.20