

# APÉNDICE A

## MICROESTRUCTURAS 630A

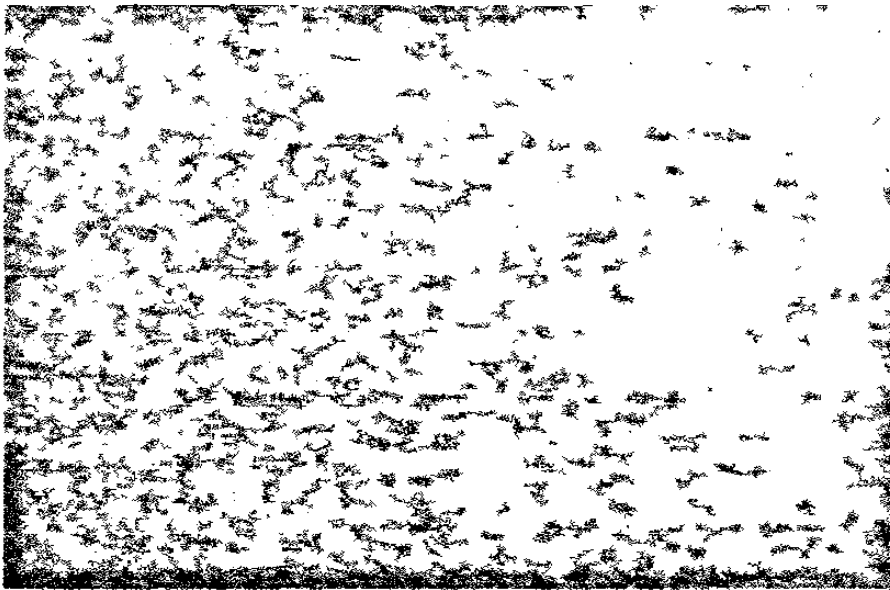


Fig. A-1. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 630°C con 0.25 horas de proceso, a 200X y con un ataque de Nital al 5%



Fig. A-2. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a  $630^{\circ}\text{C}$  con 0.50 horas de proceso, a 200X y con un ataque de Nital al 5%

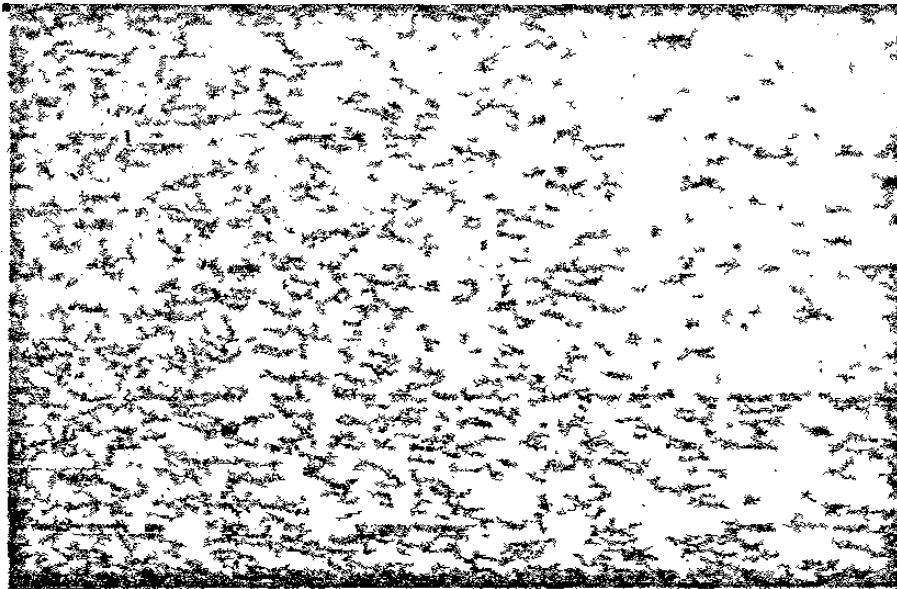


Fig. A-3. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a  $630^{\circ}\text{C}$  con 1 hora de proceso, a 200X y con un ataque de Nital al 5%

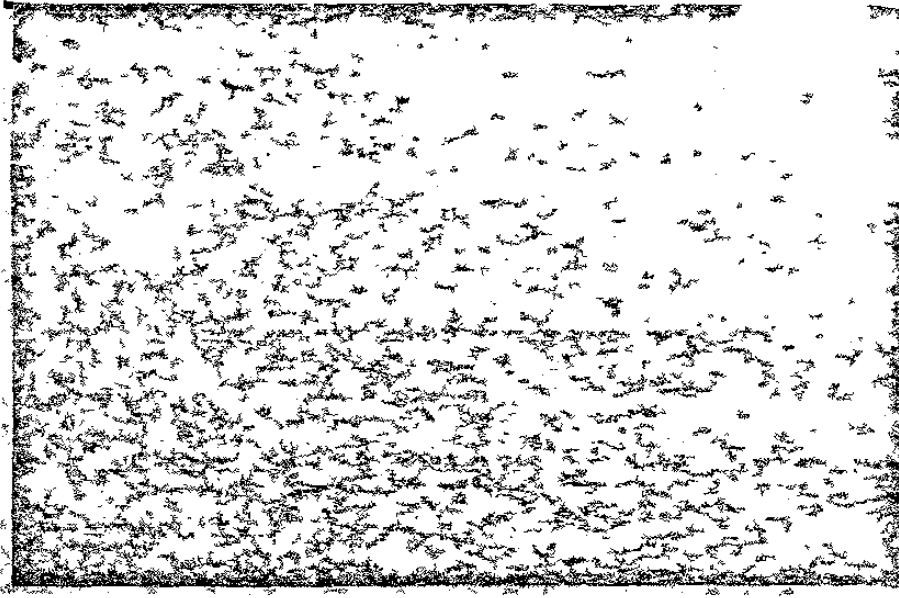


Fig. A-4. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 630°C con 2 horas de proceso, a 200X y con un ataque de Nital al 5%

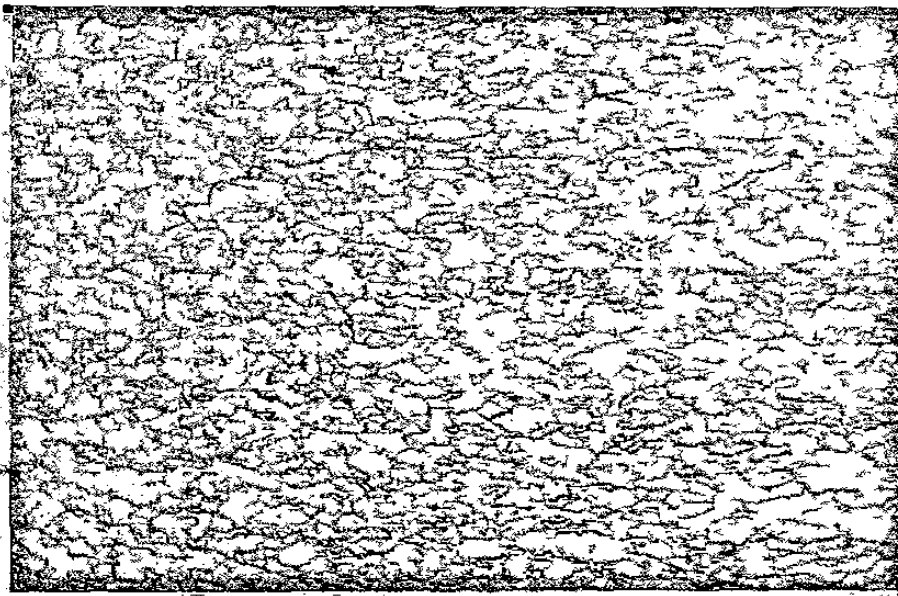


Fig. A-5. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 630°C con 3 horas de proceso, a 200X y con un ataque de Nital al 5%

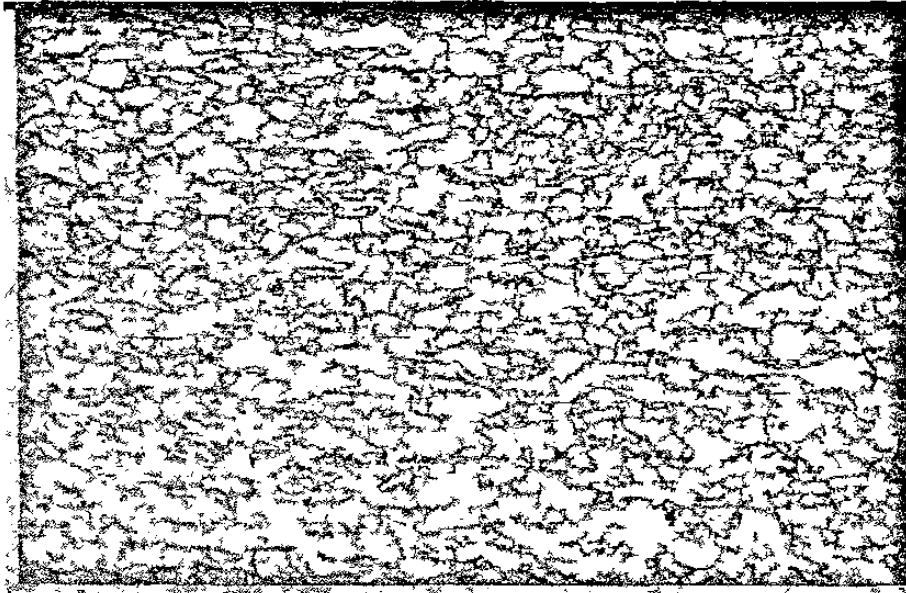


Fig. A-6. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 630°C con 6 horas de proceso, a 200X y con un ataque de Nital al 5%

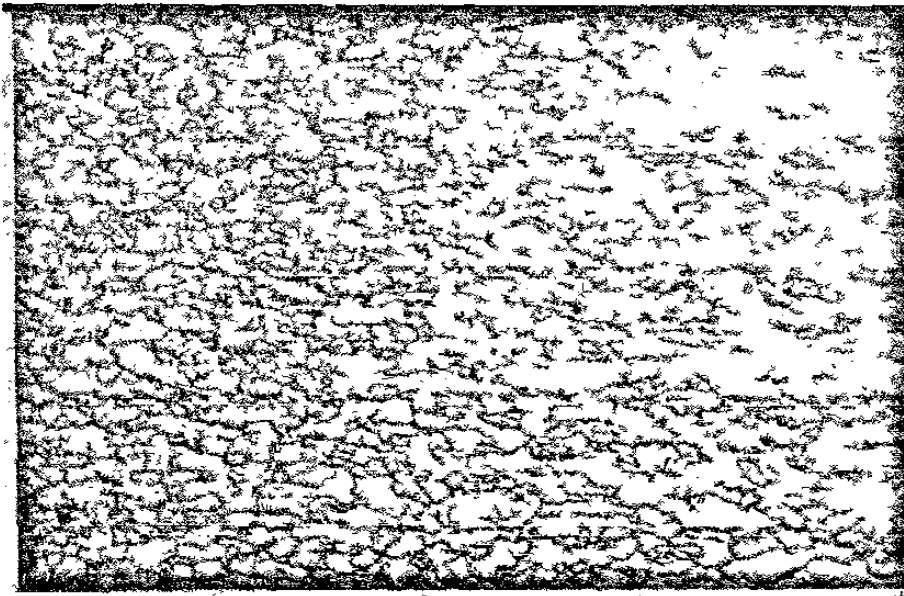


Fig. A-7. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 630°C con 9 horas de proceso, a 200X y con un ataque de Nital al 5%

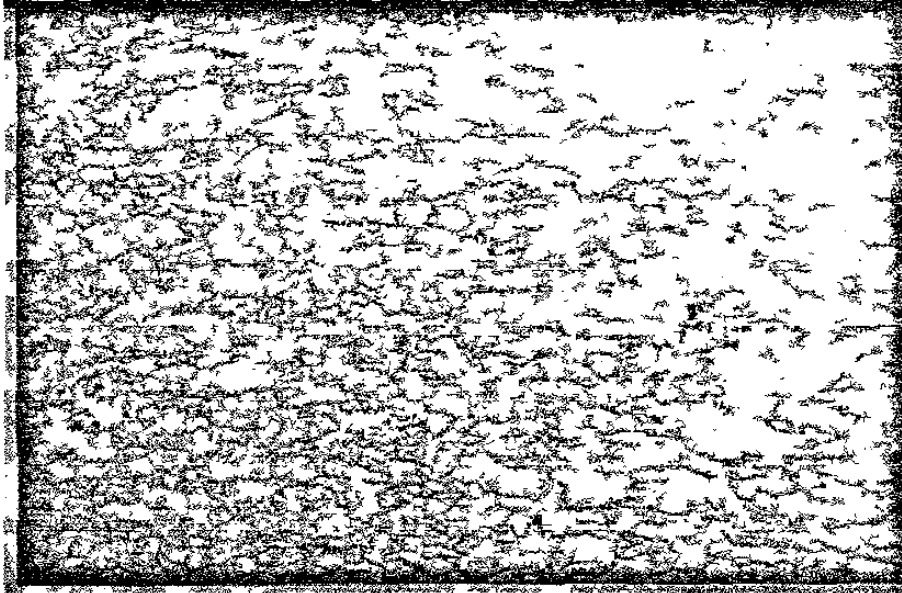


Fig. A-8. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 630°C con 12 horas de proceso, a 200X y con un ataque de Nital al 5%

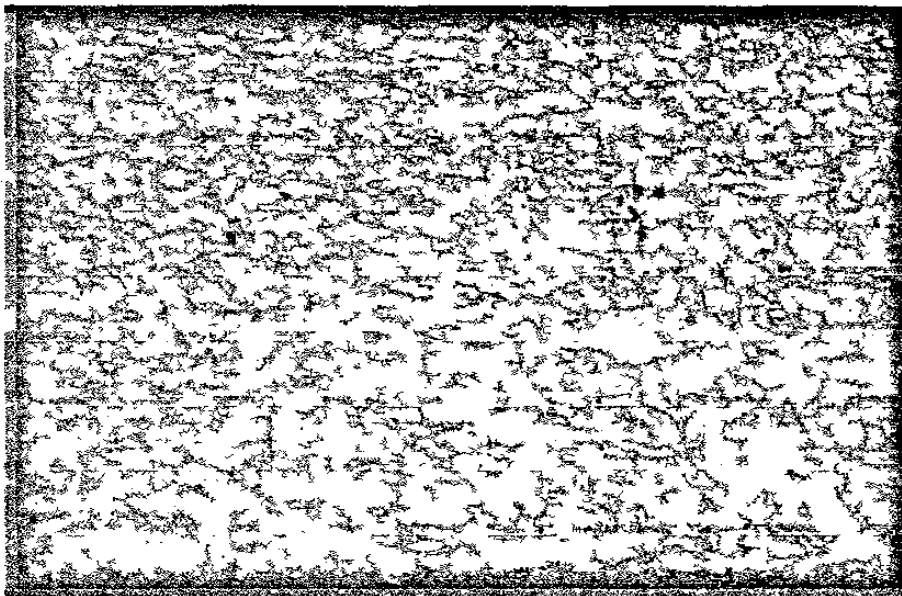


Fig. A-9. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 630°C con 15 horas de proceso, a 200X y con un ataque de Nital al 5%

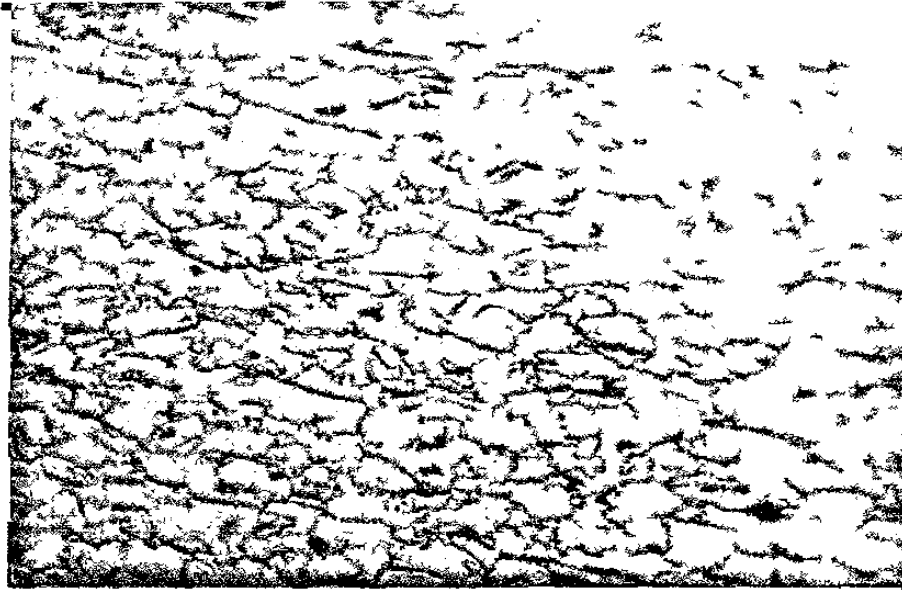


Fig. A-10. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 630°C con 0.25 horas de proceso, a 400X y con un ataque de Nital al 5%

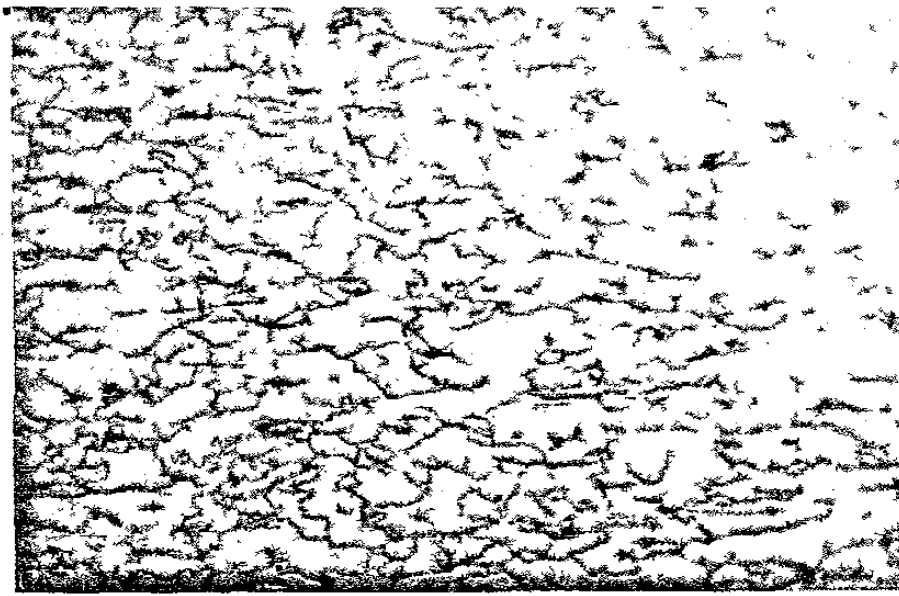


Fig. A-11. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 630°C con 0.50 horas de proceso, a 400X y con un ataque de Nital al 5%

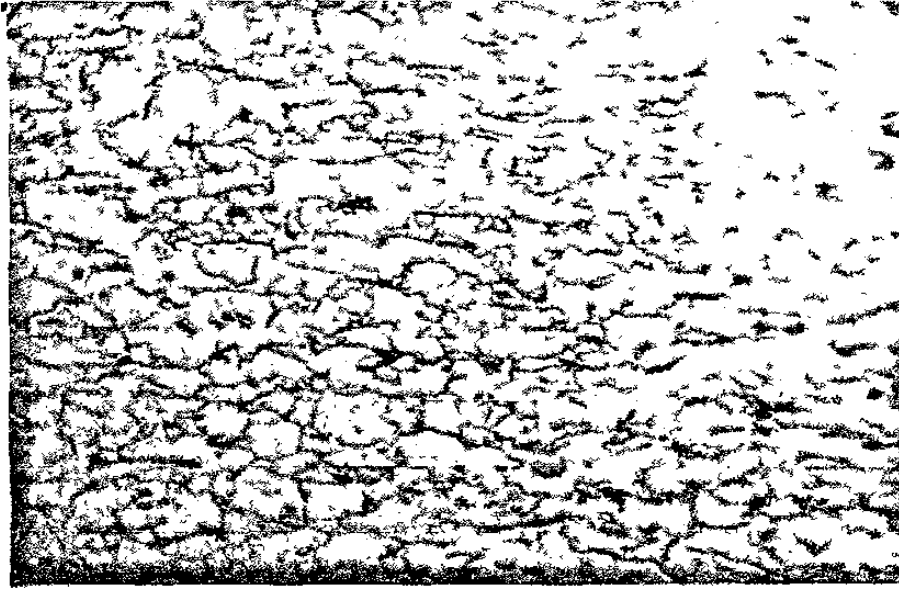


Fig. A-12. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 630°C con 1 hora de proceso, a 400X y con un ataque de Nital al 5%

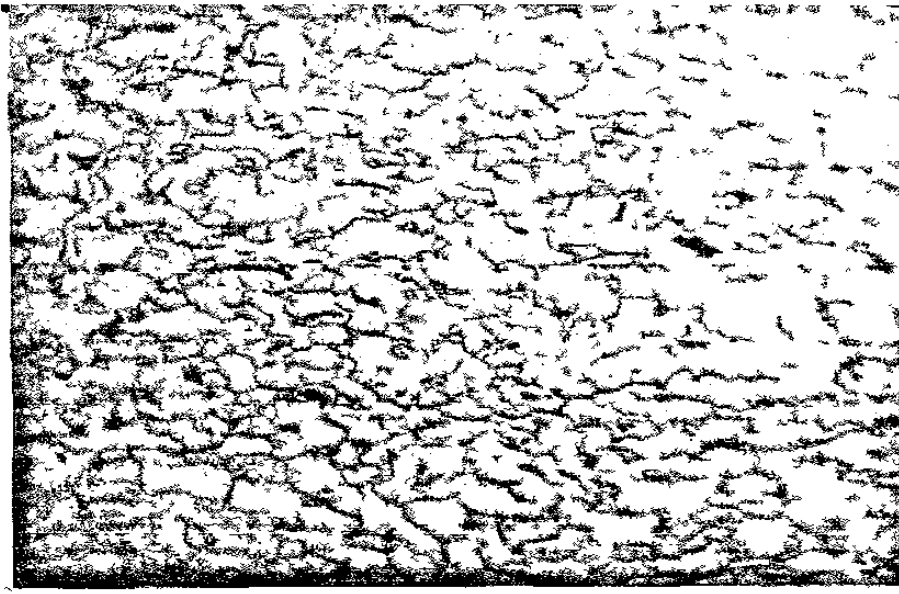


Fig. A-13. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 630°C con 2 horas de proceso, a 400X y con un ataque de Nital al 5%

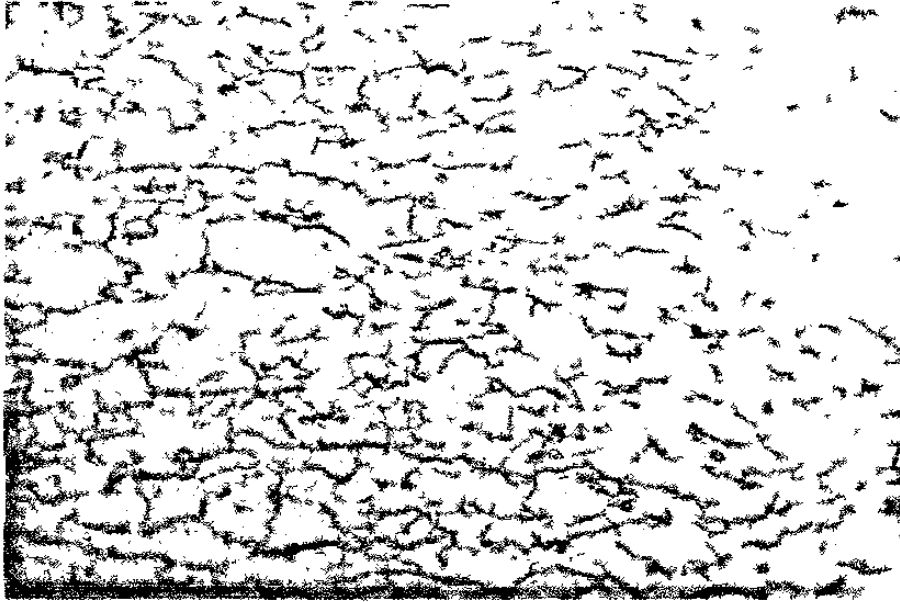


Fig. A-14. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 630°C con 3 horas de proceso, a 400X y con un ataque de Nital al 5%

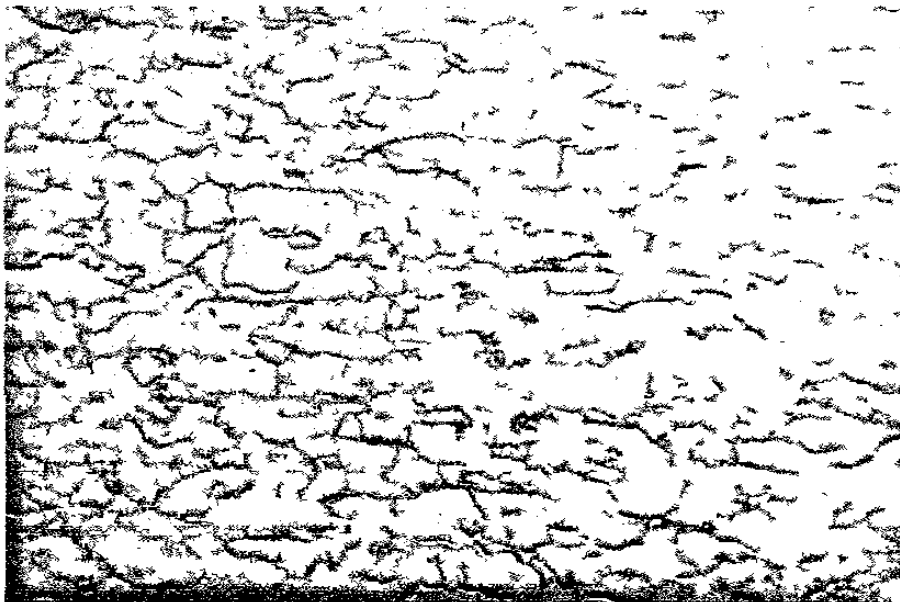


Fig. A-15. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 630°C con 6 horas de proceso, a 400X y con un ataque de Nital al 5%



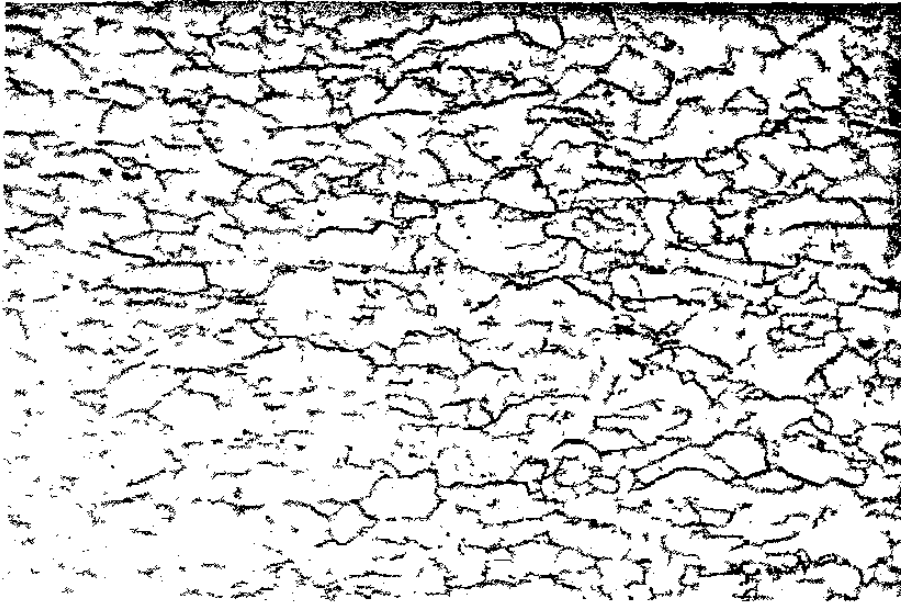


Fig. A-16. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 630°C con 9 horas de proceso, a 400X y con un ataque de Nital al 5%



Fig. A-17. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 630°C con 12 horas de proceso, a 400X y con un ataque de Nital al 5%

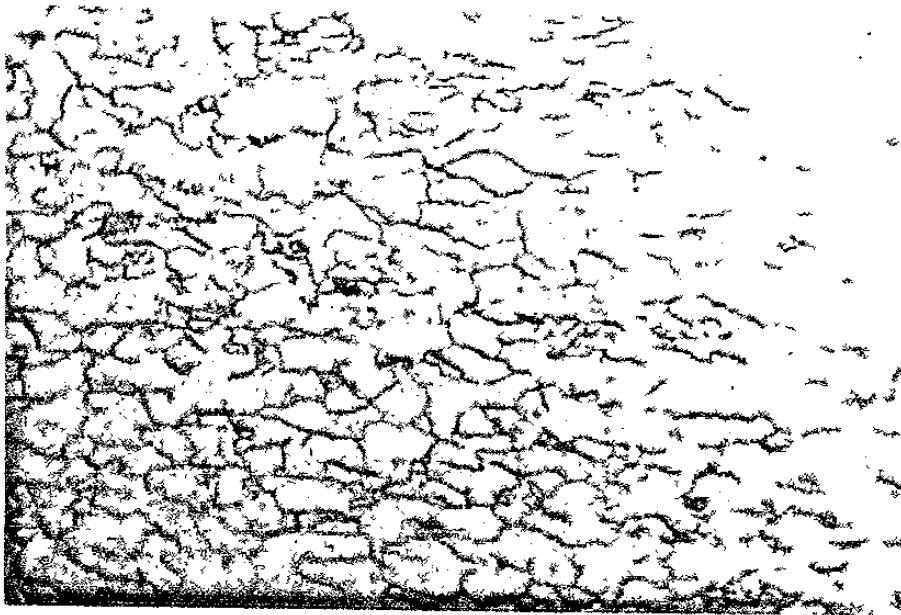


Fig. A-18. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 630°C con 15 horas de proceso, a 400X y con un ataque de Nital al 5%

## MICROESTRUCTURAS 630B



Fig. A-19. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 630°C con 0.25 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1hora, a 200X y con un ataque de Nital al 5%.



Fig. A-20. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 630°C con 2 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, a 200X y con un ataque de Nital al 5%.

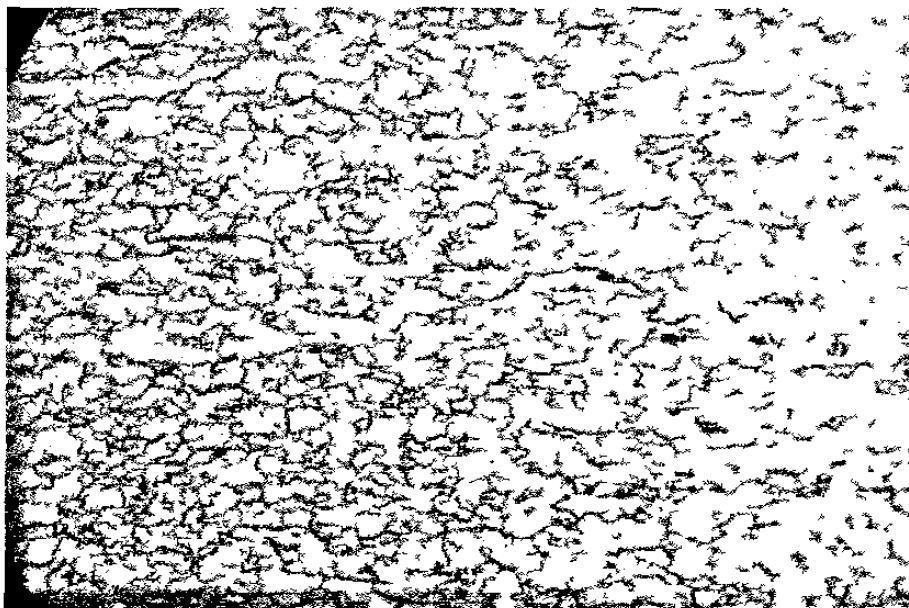


Fig. A-21. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 630°C con 3 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, a 200X y con un ataque de Nital al 5%.



Fig. A-22. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 630°C con 9 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, a 200X y con un ataque de Nital al 5%.

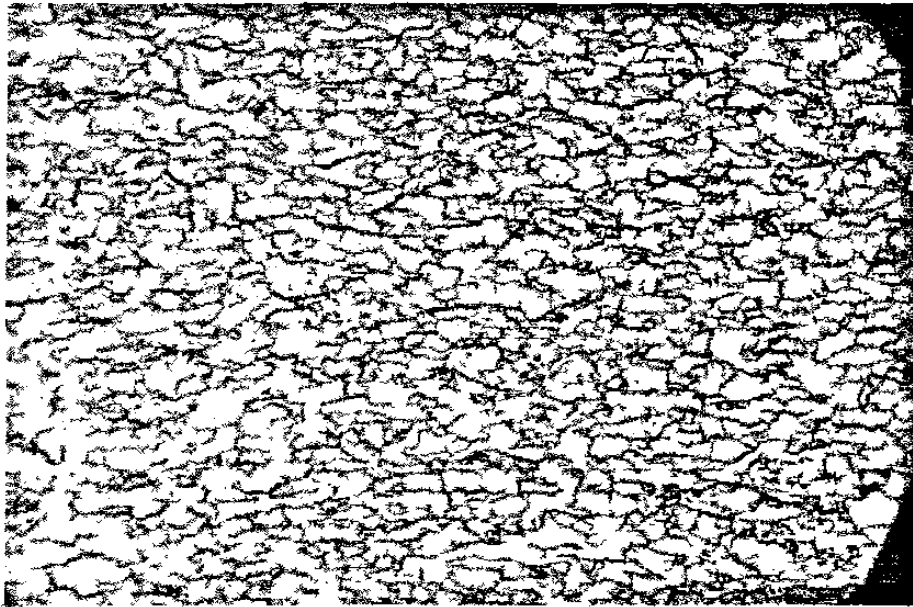


Fig. A-23. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 630°C con 12 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, a 200X y con un ataque de Nital al 5%.

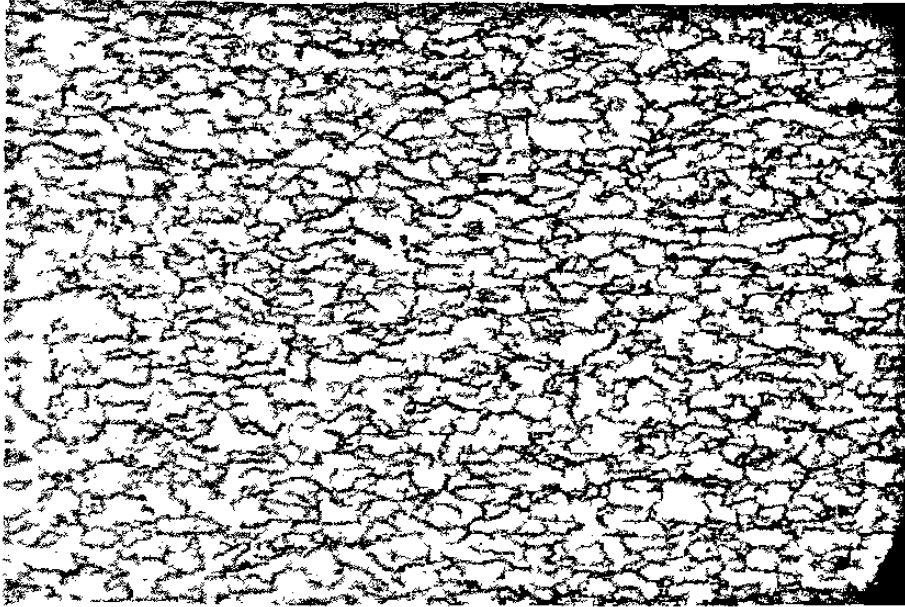


Fig. A-24. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 630°C con 15 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, a 200X y con un ataque de Nital al 5%.

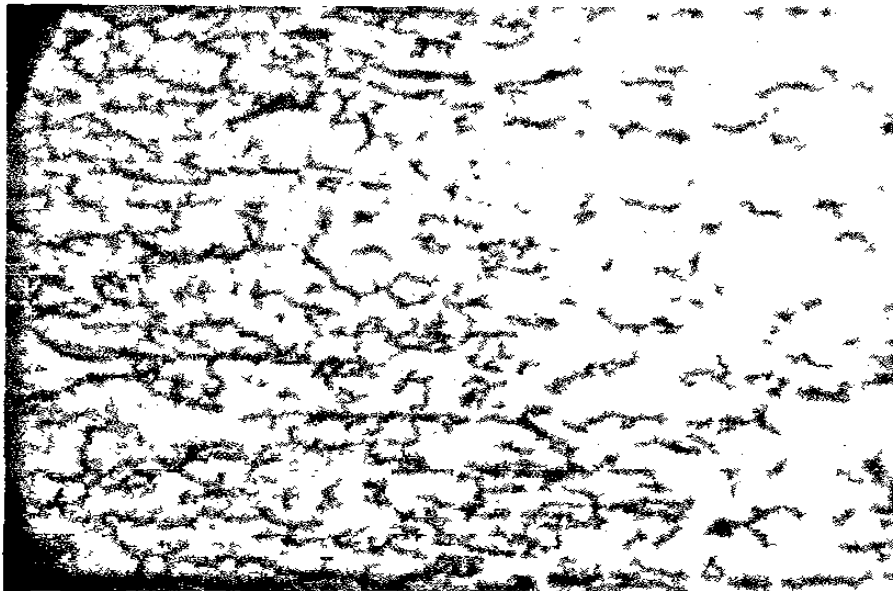


Fig. A-25. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 630°C con 0.50 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, a 400X y con un ataque de Nital al 5%.

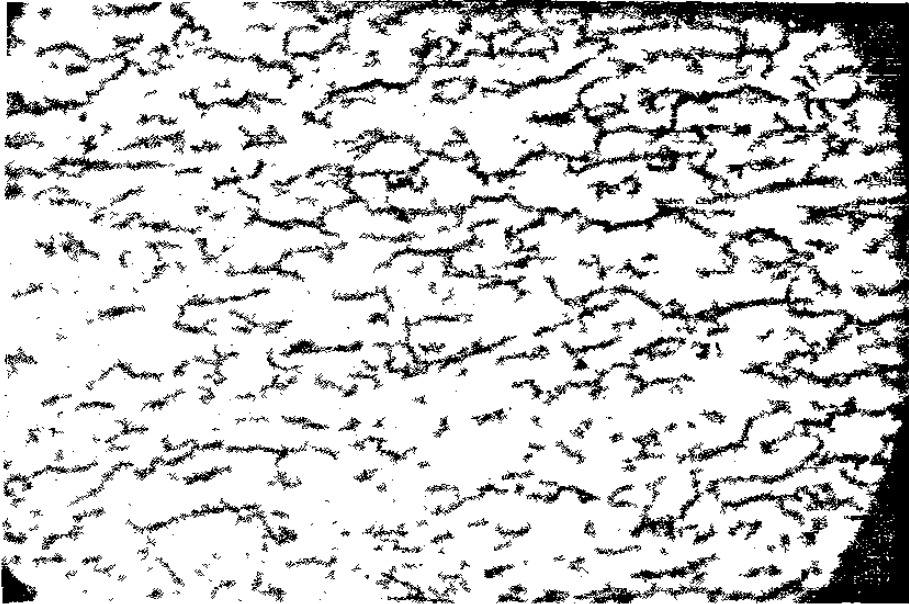


Fig. A-26. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 630°C con 1 hora de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, a 400X y con un ataque de Nital al 5%.

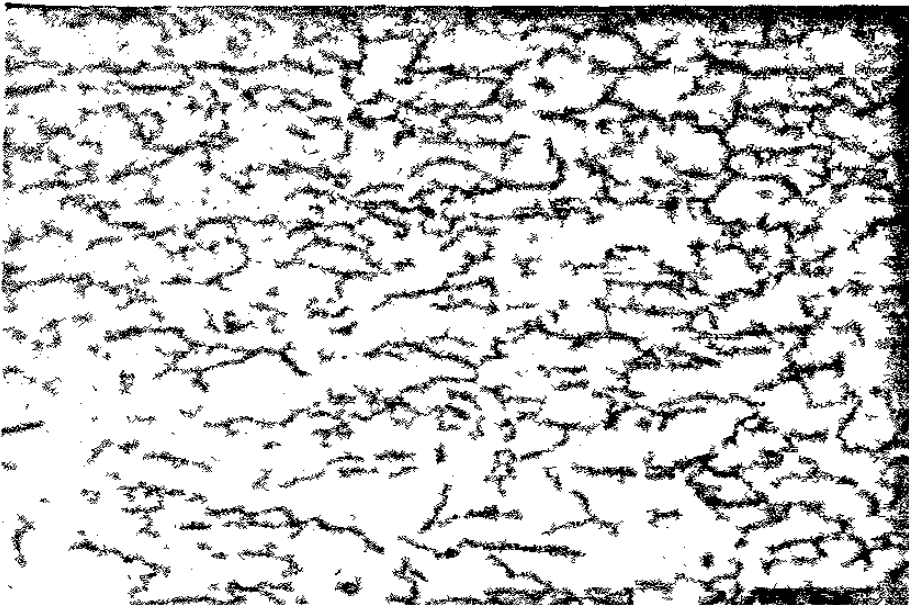


Fig. A-27. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 630°C con 2 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, a 400X y con un ataque de Nital al 5%.

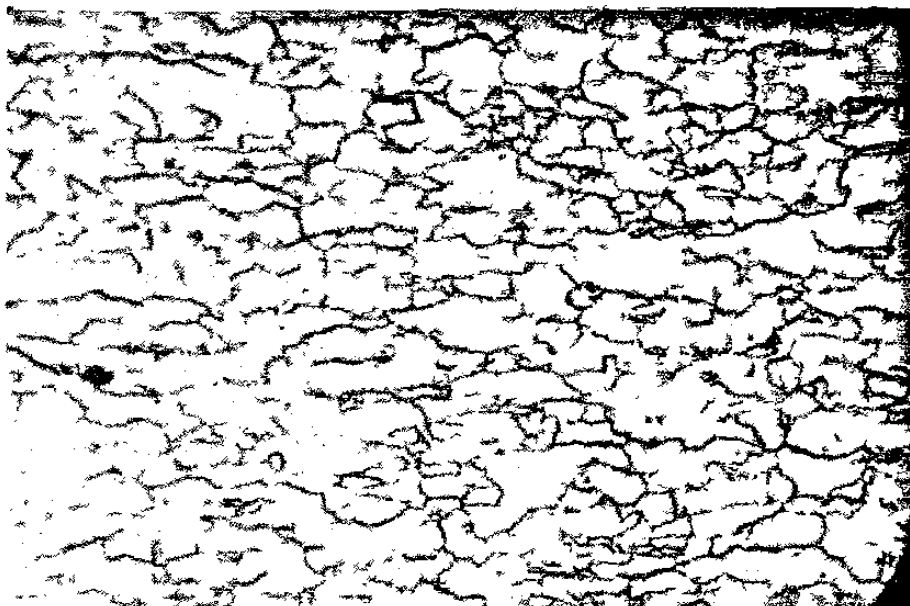


Fig. A-28. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 630°C con 3 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, a 400X y con un ataque de Nital al 5%.

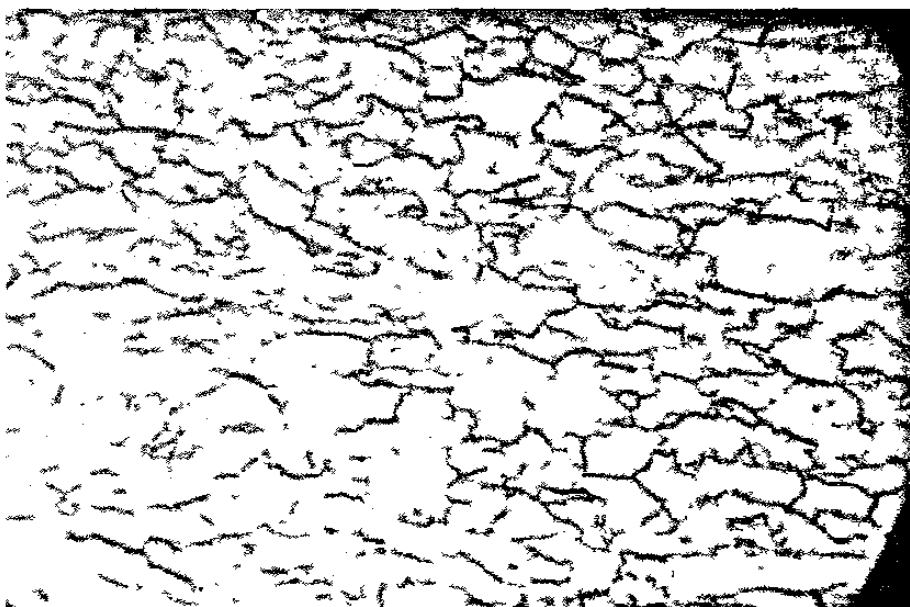


Fig. A-29. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 630°C con 6 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, a 400X y con un ataque de Nital al 5%.



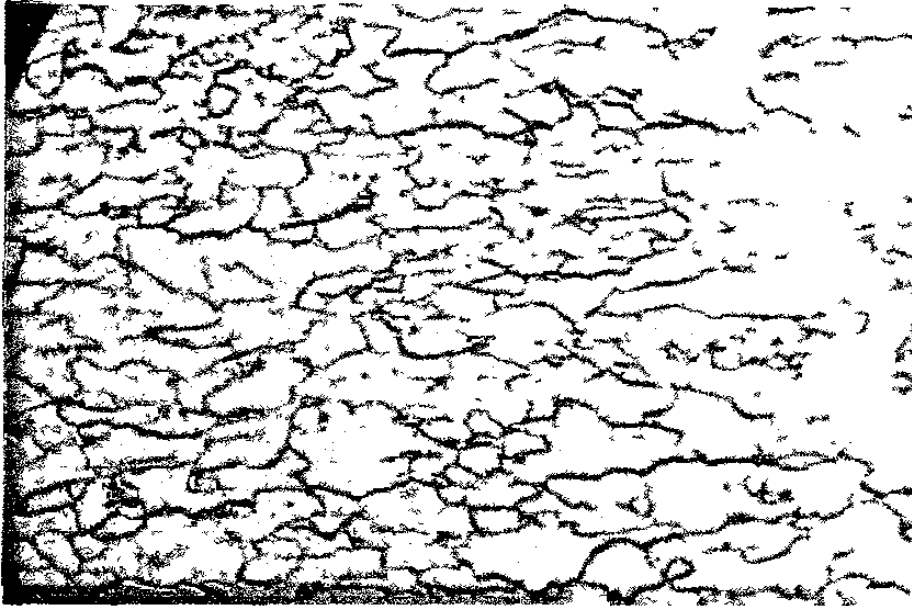


Fig. A-30. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 630°C con 9 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, a 400X y con un ataque de Nital al 5%.

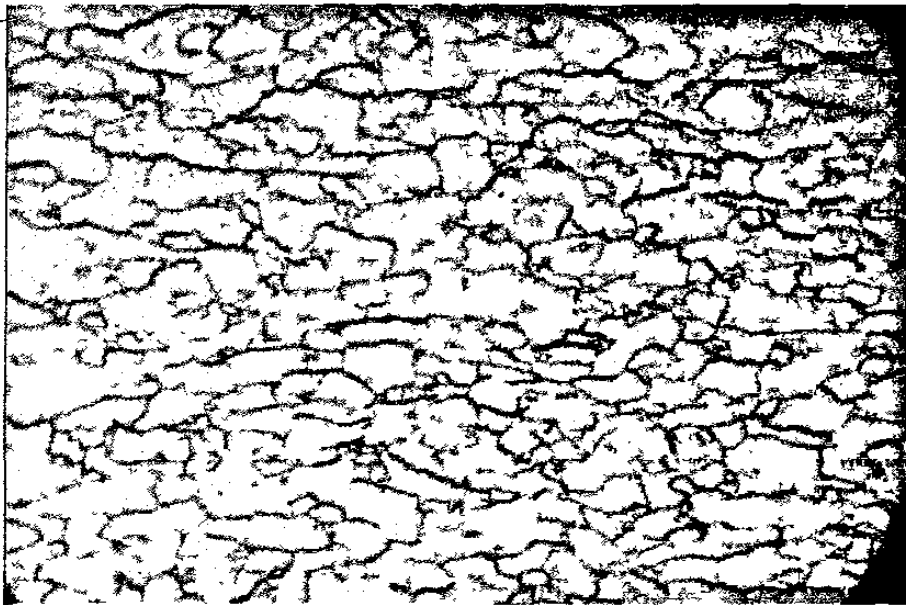


Fig. A-31. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 630°C con 12 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, a 400X y con un ataque de Nital al 5%.

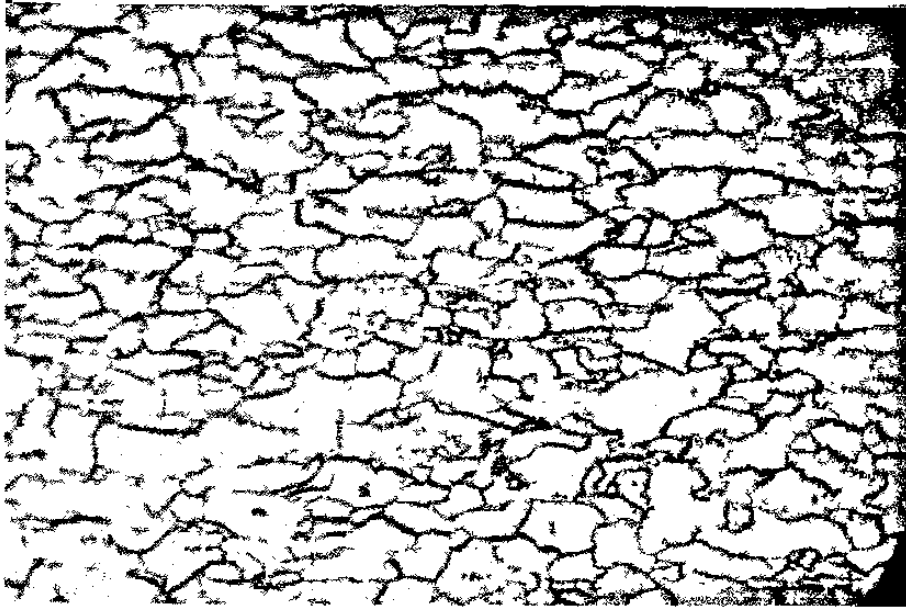


Fig. A-32. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 630°C con 15 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1hora, a 400X y con un ataque de Nital al 5%.

## MICROESTRUCTURAS 670A

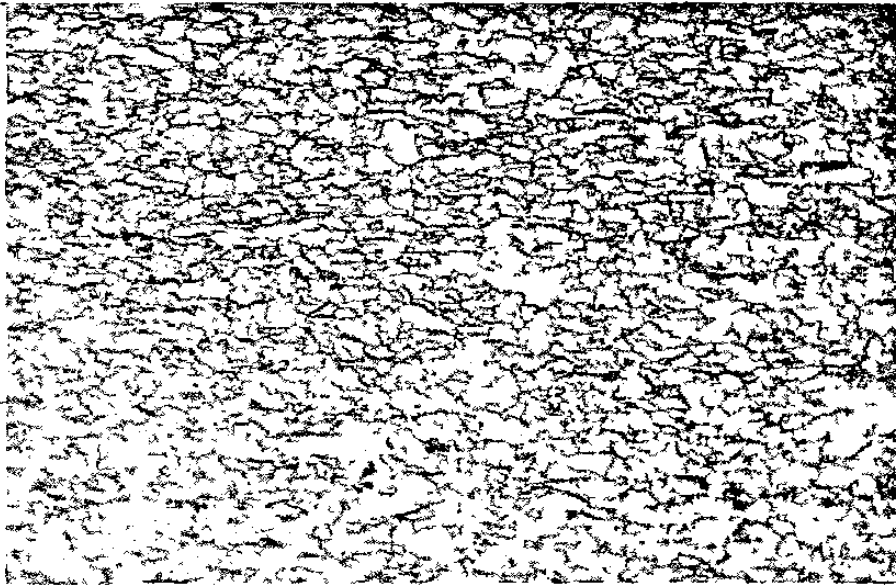


Fig. A-33. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 670°C X 0.25 horas de proceso, a 200X y con un ataque de Nital al 5%.

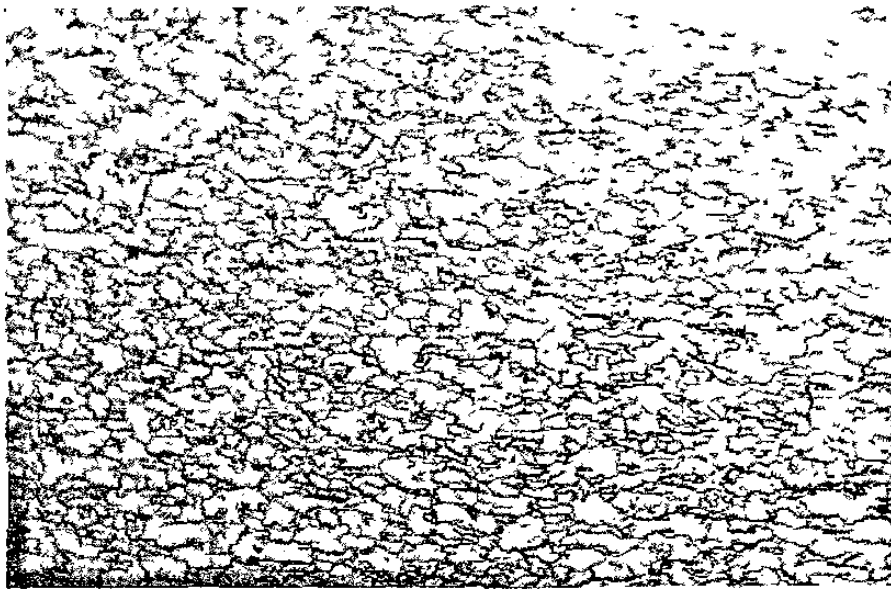


Fig. A-34. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 670°C X 0.50 horas de proceso, a 200X y con un ataque de Nital al 5%

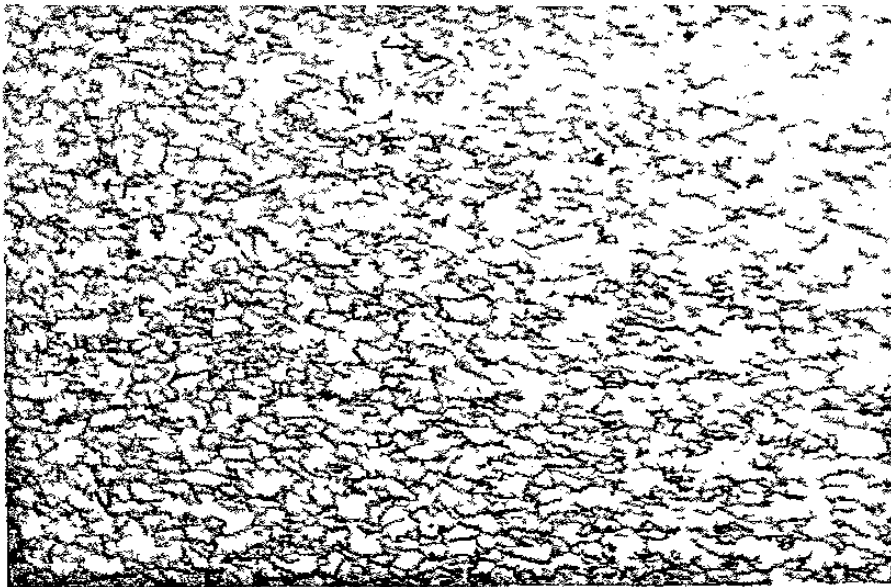


Fig. A-35. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 670°C con 1 hora de proceso, a 200X y con un ataque de Nital al 5%

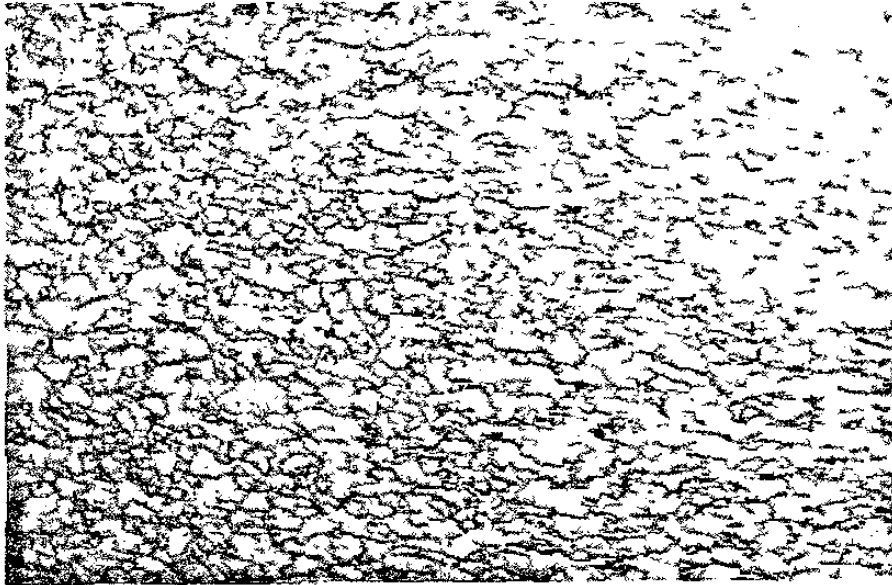


Fig. A-36. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 670°C con 2 hora de proceso, a 200X y con un ataque de Nital al 5%

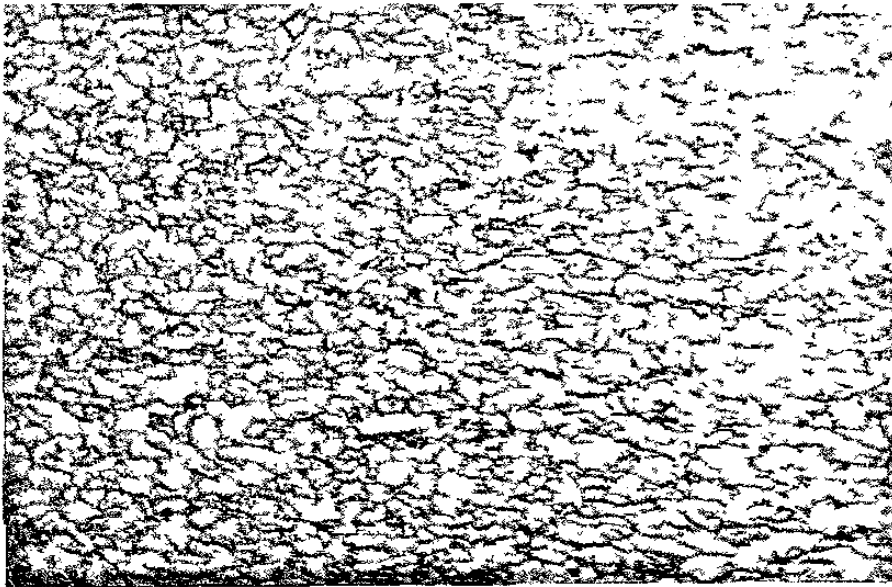


Fig. A-37. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 670°C con 3 hora de proceso, a 200X y con un ataque de Nital al 5%

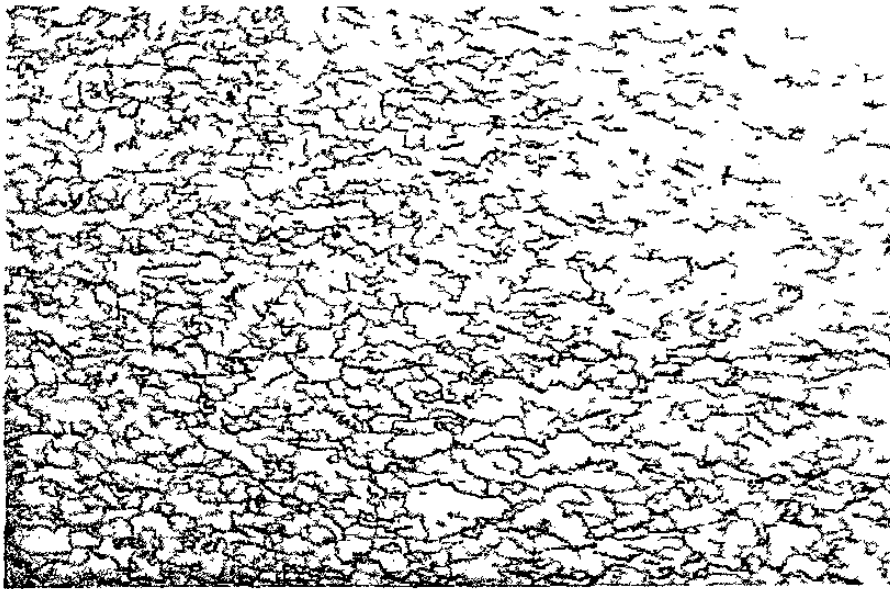


Fig. A-38. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 670°C con 6 horas de proceso, a 200X y con un ataque de Nital al 5%

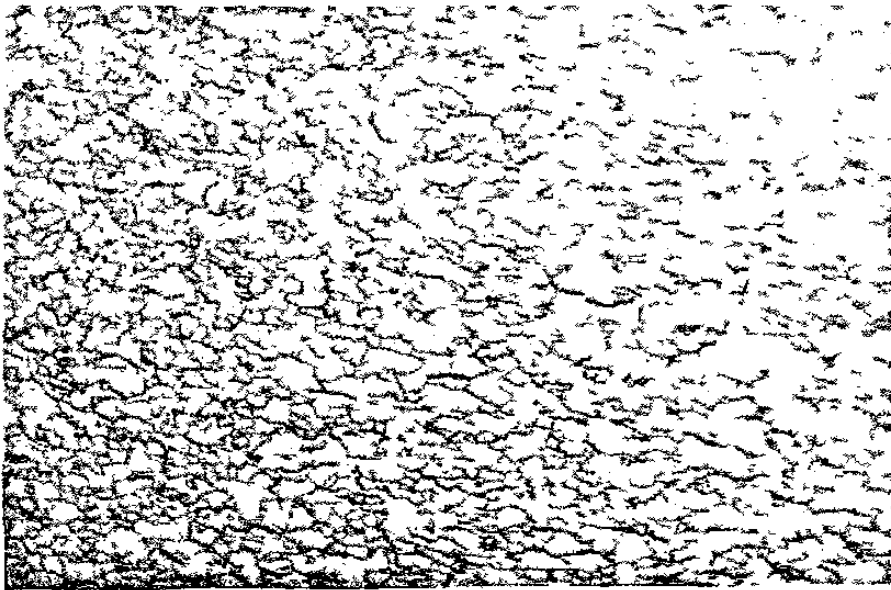


Fig. A-39. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 670°C con 9 horas de proceso, a 200X y con un ataque de Nital al 5%

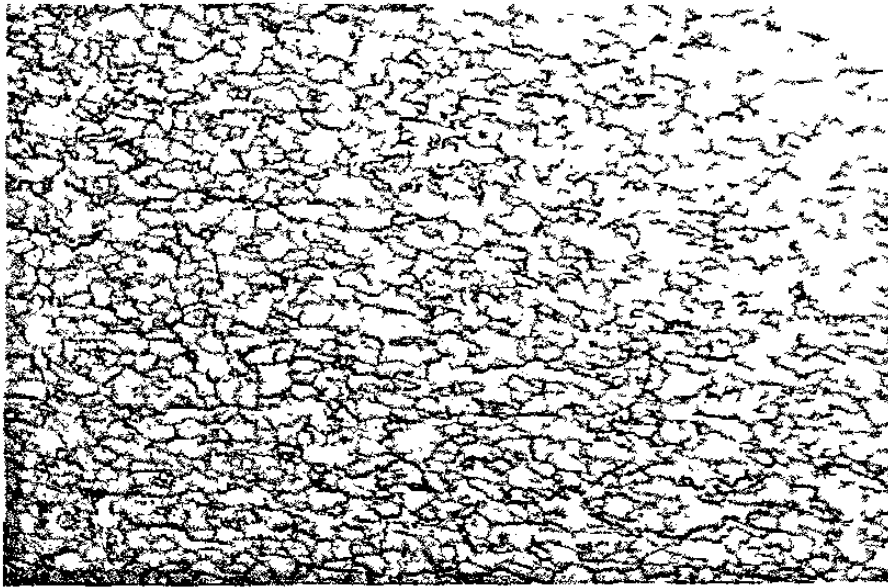


Fig. A-40. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 670°C con 12 horas de proceso, a 200X y con un ataque de Nital al 5%

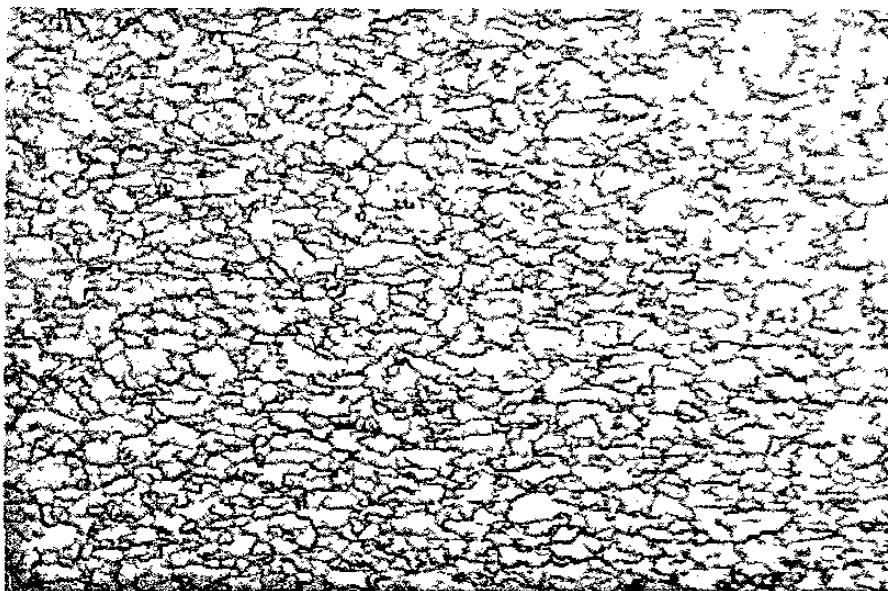


Fig. A-41. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 670°C con 15 horas de proceso, a 200X y con un ataque de Nital al 5%

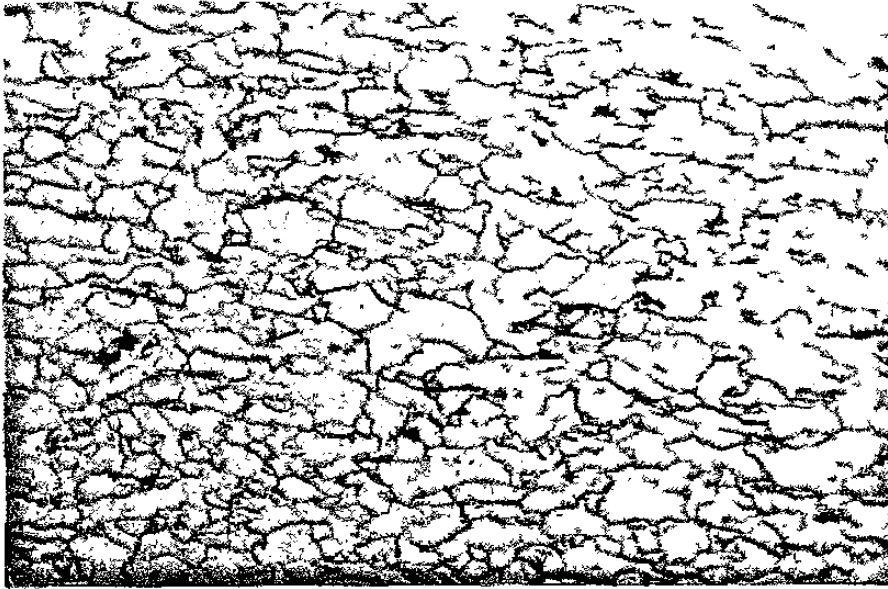


Fig. A-42. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 670°C con 0.25 horas de procesos, a 400X y con un ataque de Nital al 5%

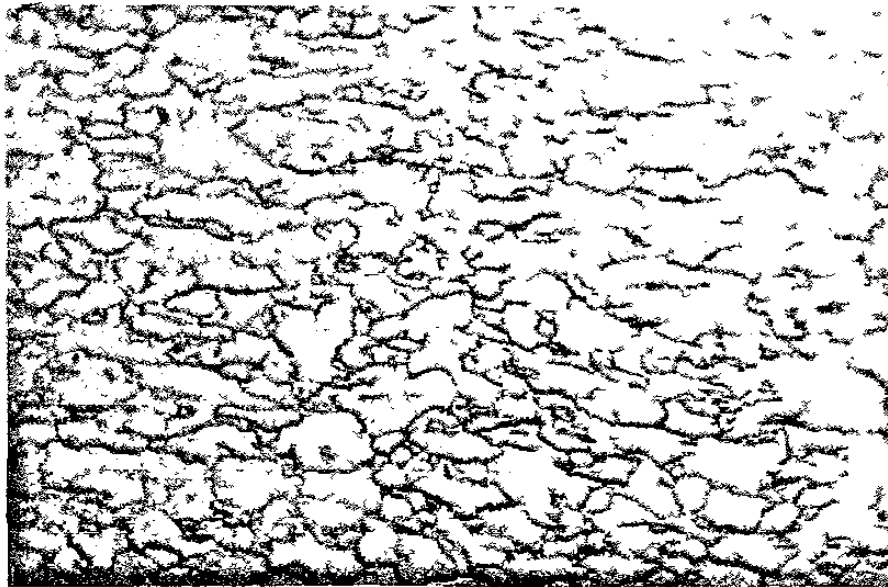


Fig. A-43. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 670°C con 0.50 horas de proceso, a 400X y con un ataque de Nital al 5%



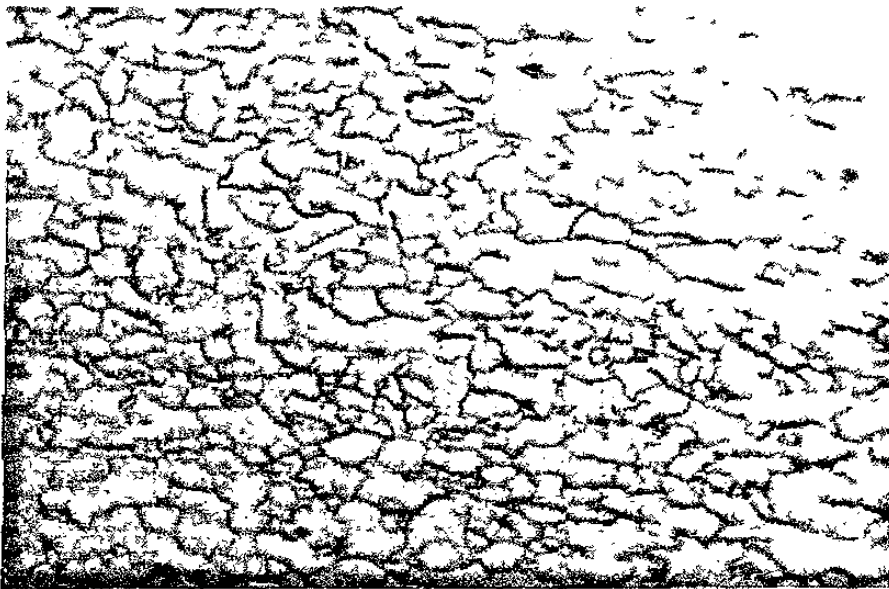


Fig. A-44. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 670°C con 1 hora de proceso, a 400X y con un ataque de Nital al 5%

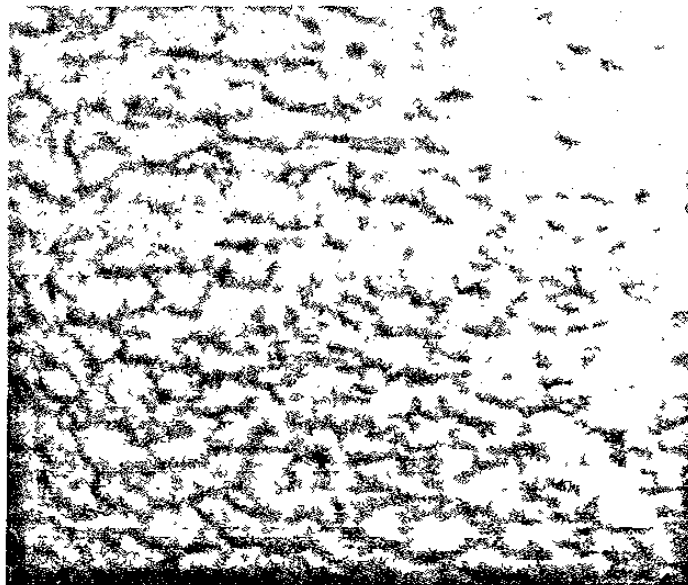


Fig. A-45. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 670°C con 2 horas de proceso, a 400X y con un ataque de Nital al 5%



Fig. A-46. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 670°C con 3 horas de proceso, a 400X y con un ataque de Nital al 5%.

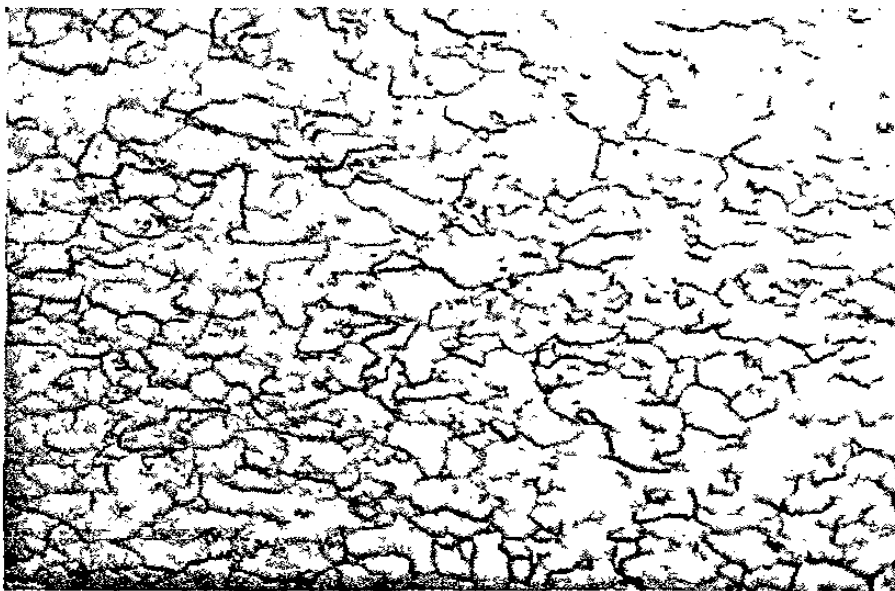


Fig. A-47. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 670°C con 6 horas de proceso, a 400X y con un ataque de Nital al 5%.



Fig. A-48. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 670°C con 9 horas de proceso, a 400X y con un ataque de Nital al 5%.

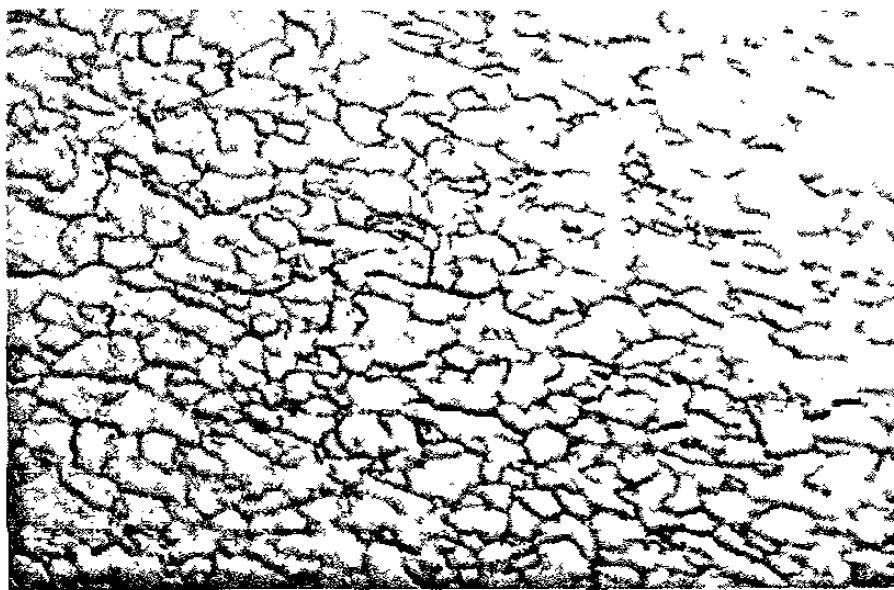


Fig. A-49. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 670°C con 12 horas de proceso, a 400X y con un ataque de Nital al 5%.

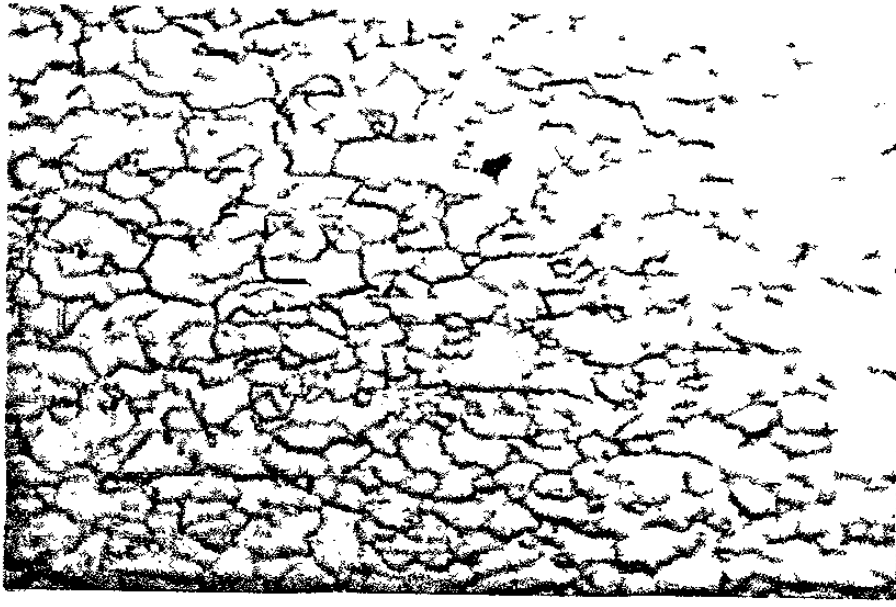


Fig. A-50. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 670°C con 15 horas de proceso, a 400X y con un ataque de Nital al 5%.

## MICROESTRUCTURAS 670B

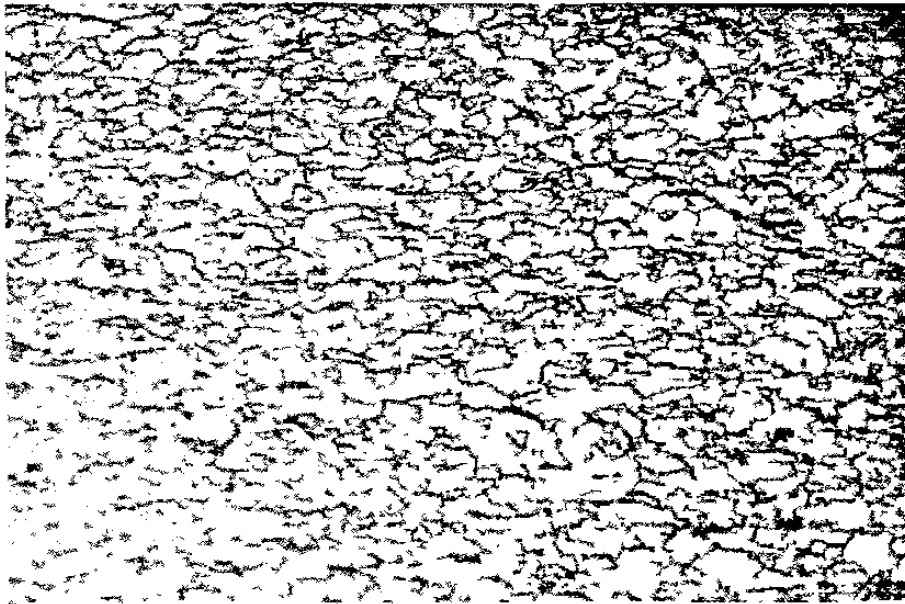


Fig. A-51. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 670°C con 0.25 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, a 200X y con un ataque de Nital al 5%.



Fig. A-52. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 670°C con 0.50 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, a 200X y con un ataque de Nital al 5%.

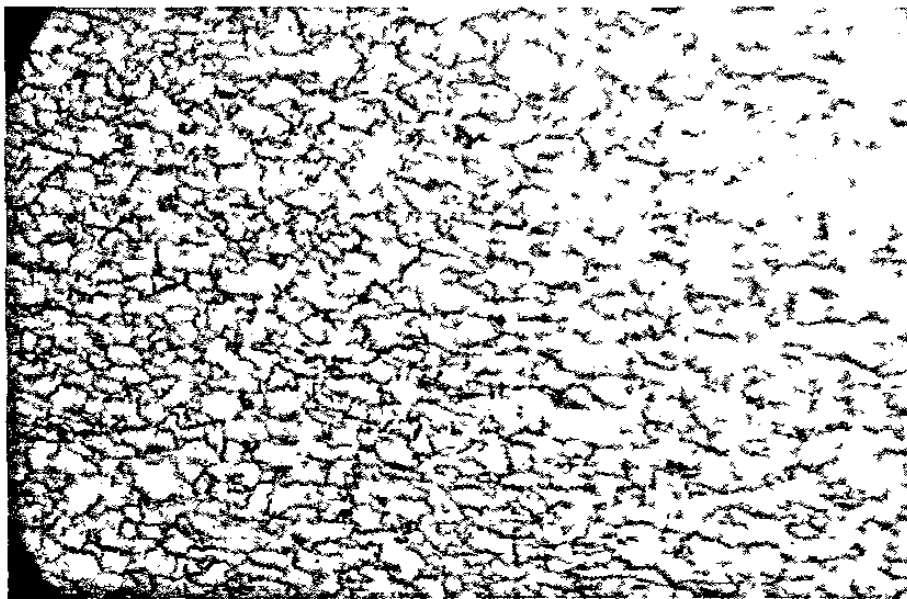


Fig. A-53. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 670°C con 1 hora de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, a 200X y con un ataque de Nital al 5%.

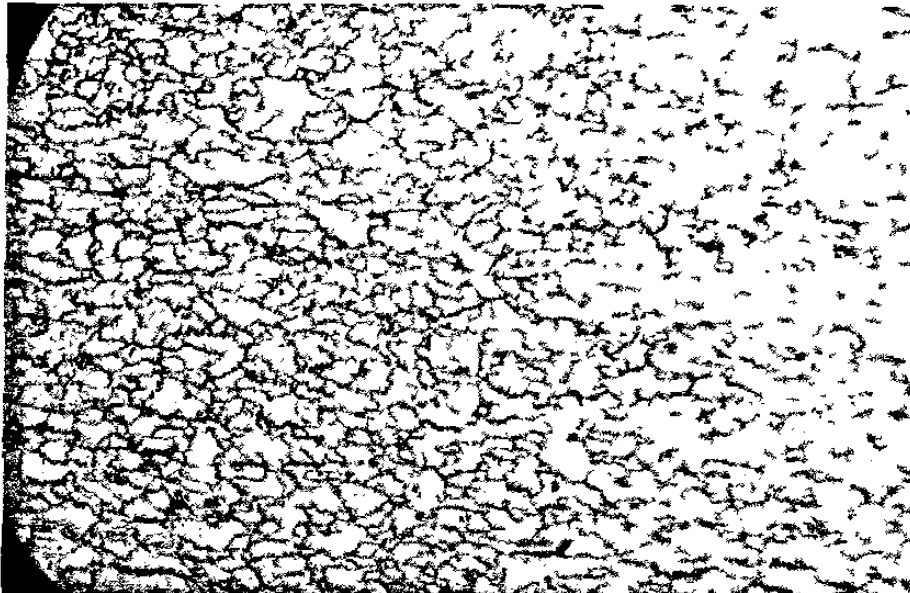


Fig. A-54. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 670°C con 3 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, a 200X y con un ataque de Nital al 5%.

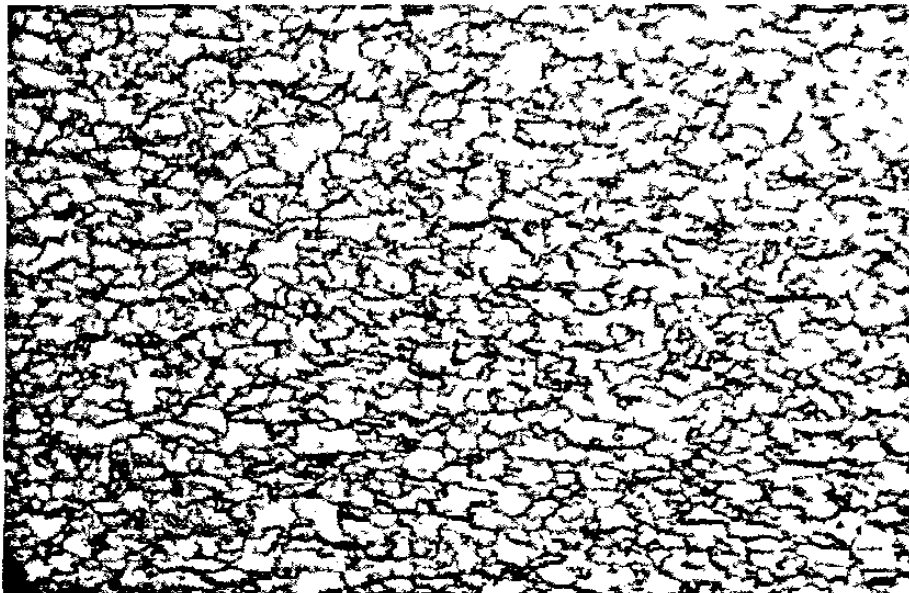


Fig. A-55. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 670°C con 6 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, a 200X y con un ataque de Nital al 5%.

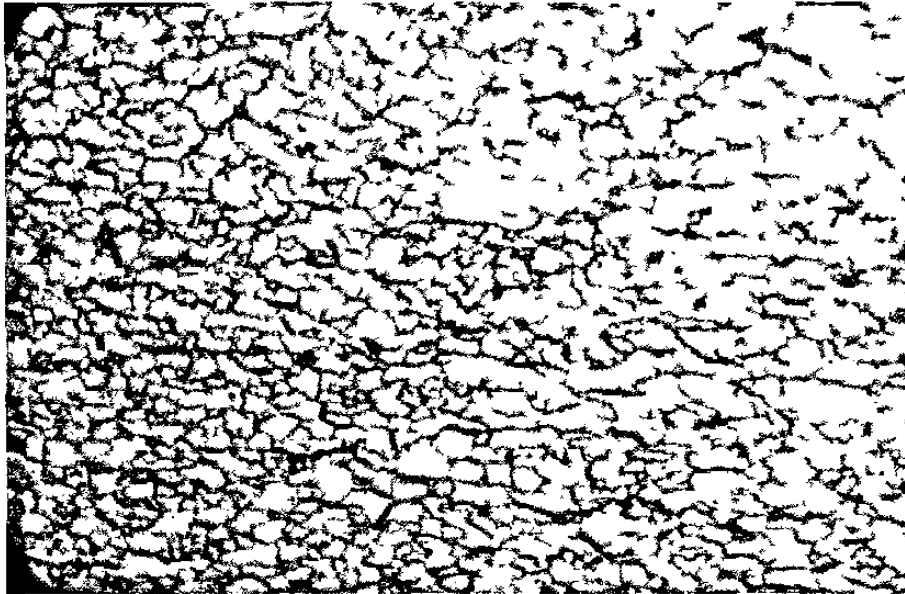


Fig. A-56. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 670°C con 9 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, a 200X y con un ataque de Nital al 5%.

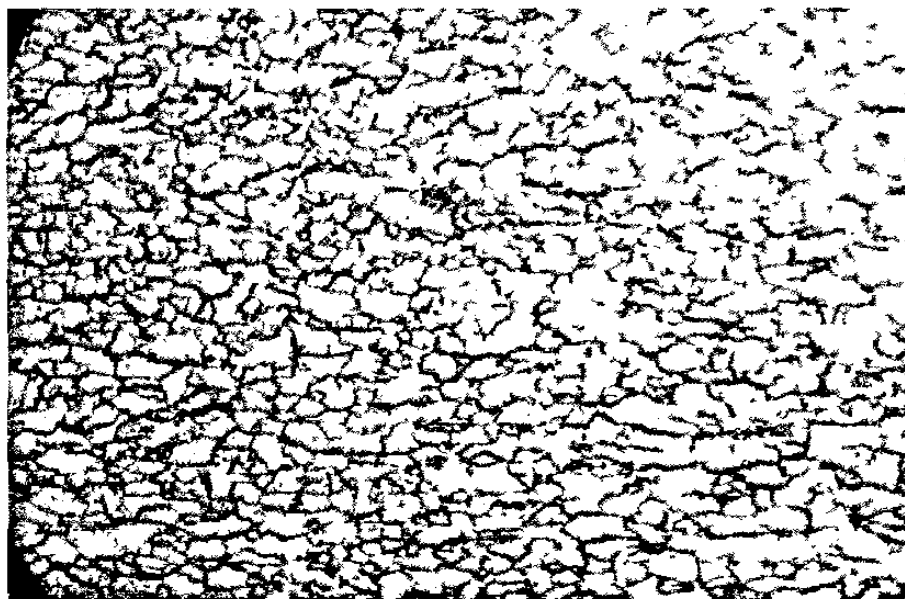


Fig. A-57. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 670°C con 12 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, a 200X y con un ataque de Nital al 5%.



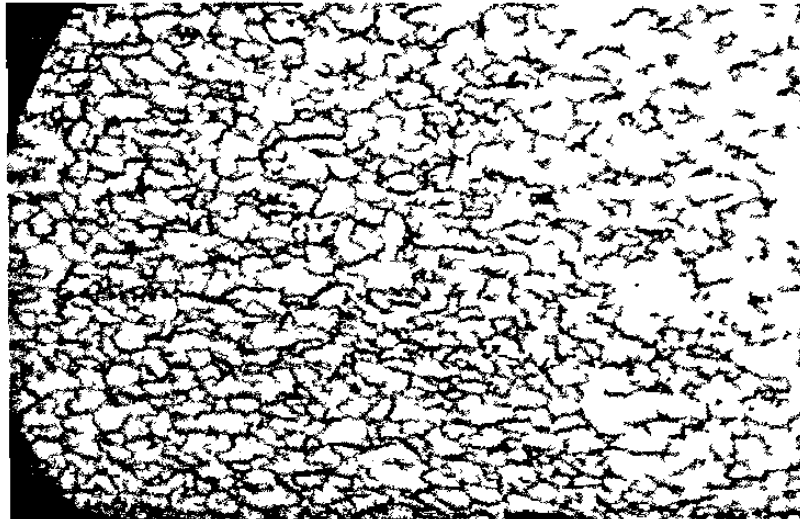


Fig. A-58. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 670°C con 15 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1hora, a 200X y con un ataque de Nital al 5%.

**400X**



Fig. A-59. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 670°C con 0.25 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1hora, a 400X y con un ataque de Nital al 5%.



Fig. A-60. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 670°C con 0.50 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1hora, a 400X y con un ataque de Nital al 5%.

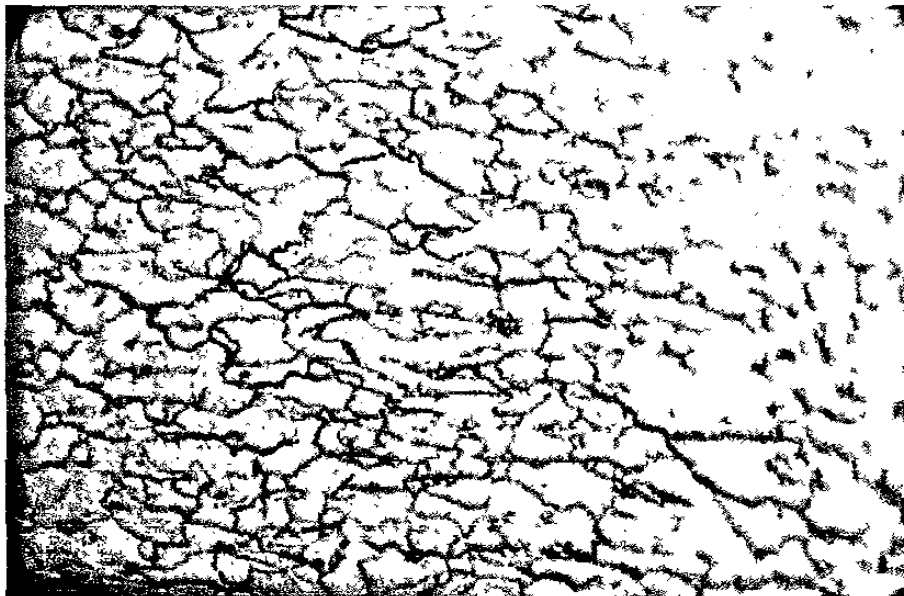


Fig. A-61. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 670°C con 1 hora de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1hora, a 400X y con un ataque de Nital al 5%.

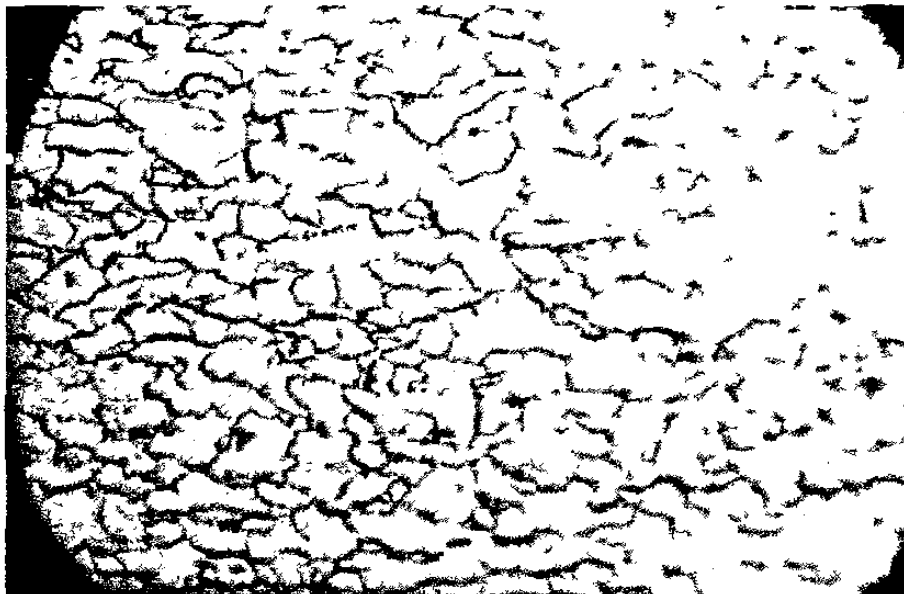


Fig. A-62. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 670°C con 3 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, a 400X y con un ataque de Nital al 5%.

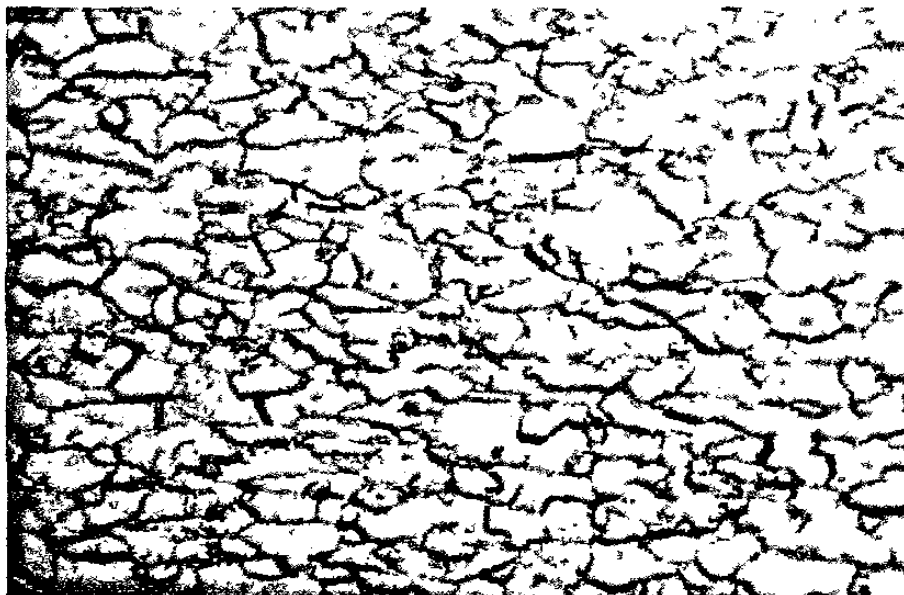


Fig. A-63. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 670°C con 6 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, a 400X y con un ataque de Nital al 5%.

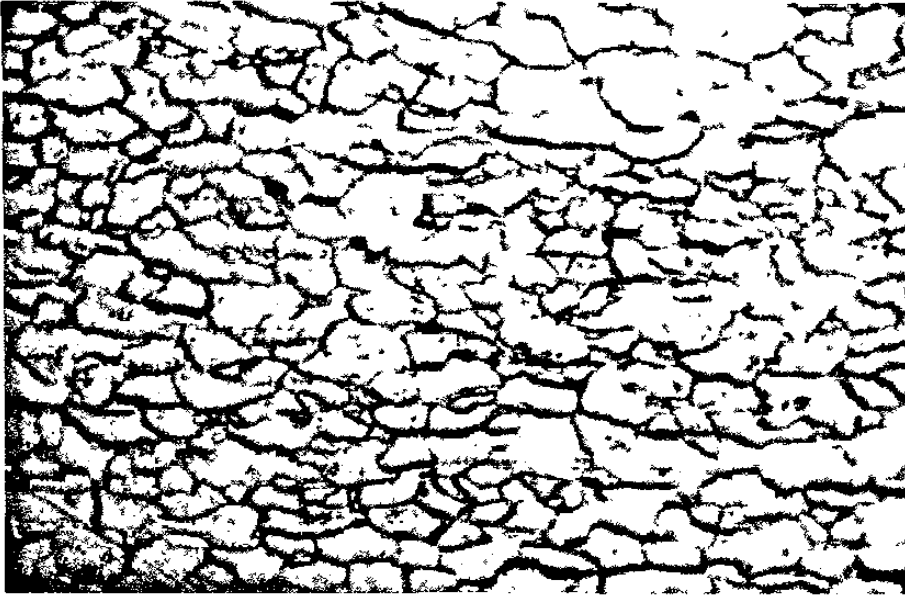


Fig. A-64. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 670°C con 9 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, a 400X y con un ataque de Nital al 5%.

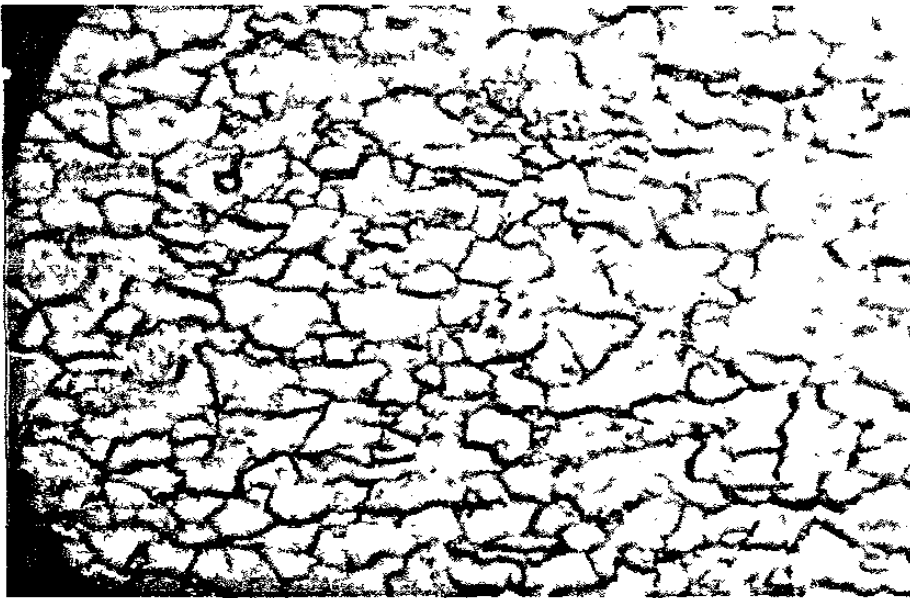


Fig. A-65. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 670°C con 12 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, a 400X y con un ataque de Nital al 5%.

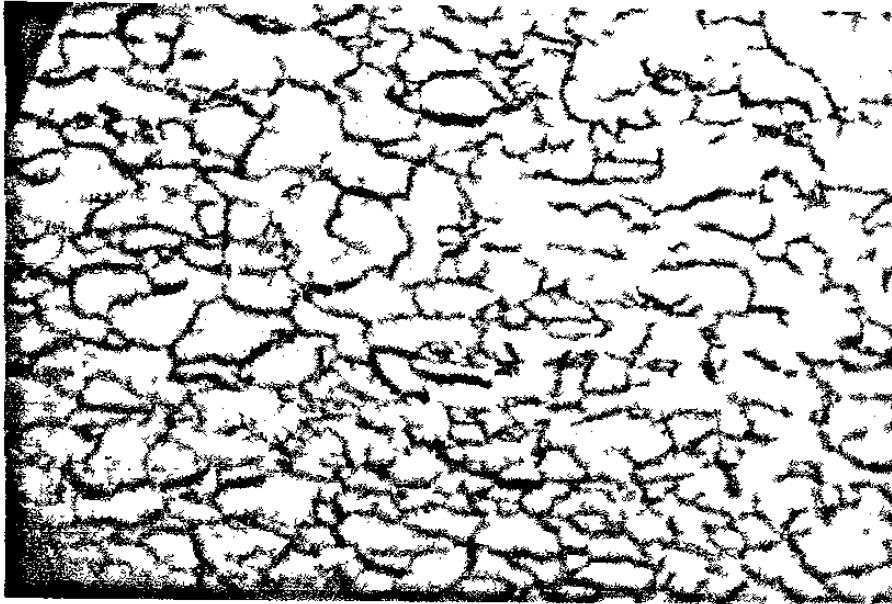


Fig. A-66. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, sometido a un ciclo de recocido a 670°C con 15 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1hora, a 400X y con un ataque de Nital al 5%.

## MICROESTRUCTURAS 710A

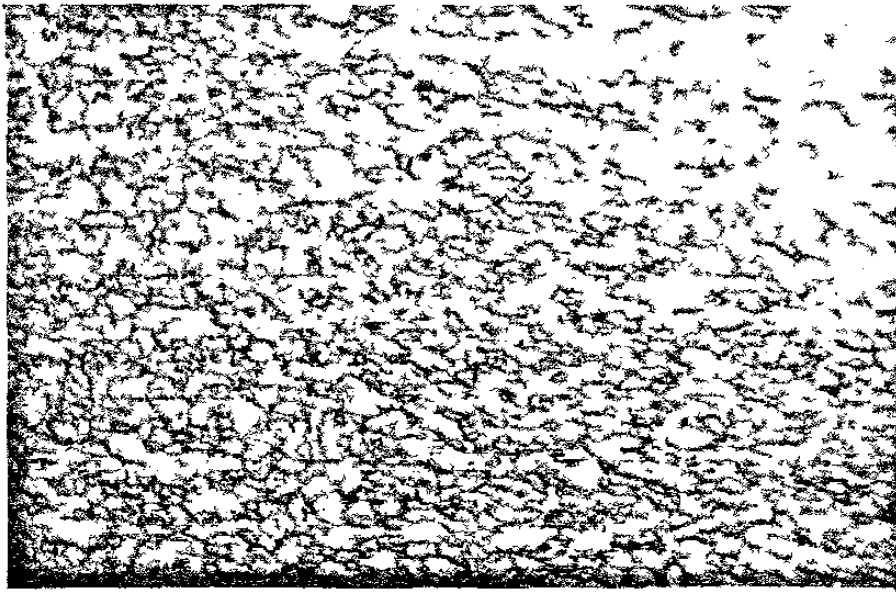


Fig. A-67. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, ciclo de recocido a 710°C X 0.25 horas de proceso, visto a 200X y con un ataque de Nital al 5%

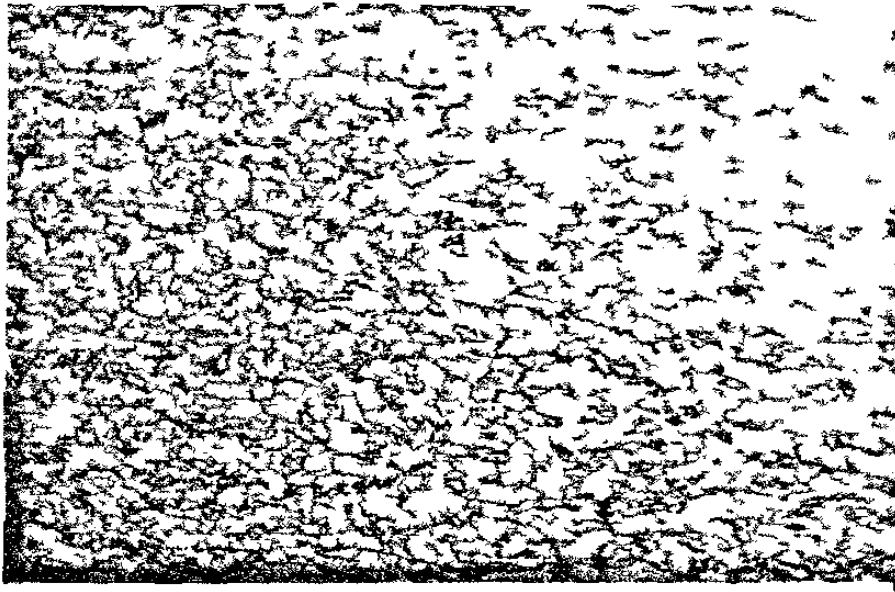


Fig. A-68. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, ciclo de recocido a 710°C X 0.50 horas de proceso, visto a 200X y con un ataque de Nital al 5%

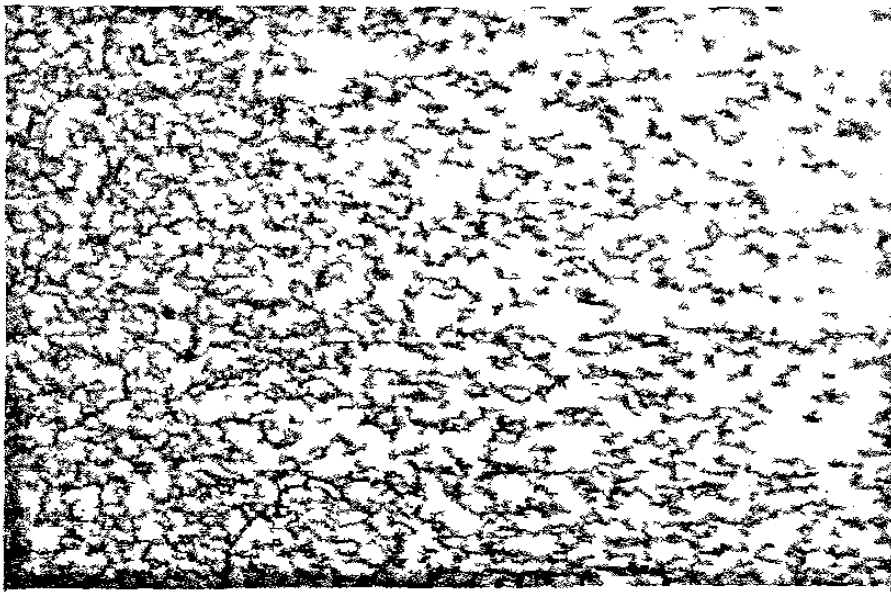


Fig. A-69. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, ciclo de recocido a 710°C X 1 hora de proceso, visto a 200X y con un ataque de Nital al 5%

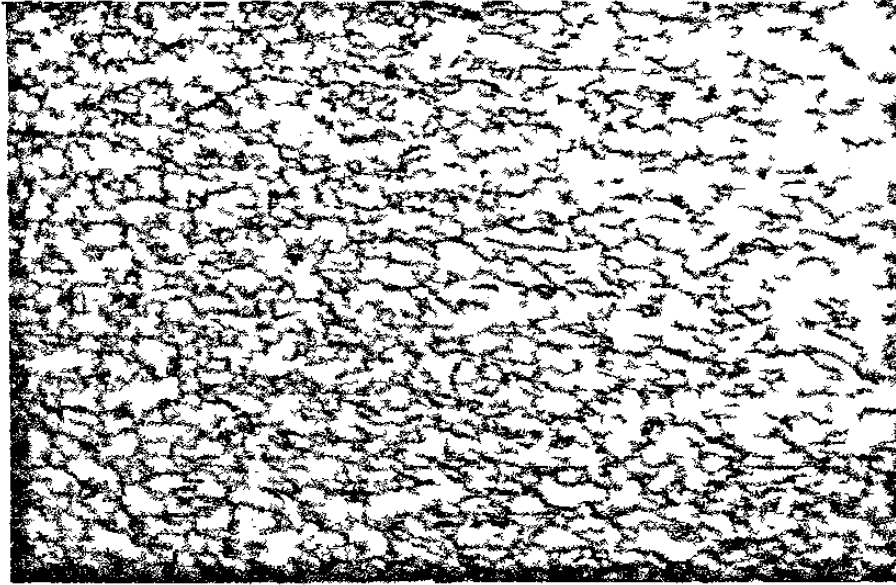


Fig. A-70. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, ciclo de recocido a 710°C X 2 horas de proceso, visto a 200X y con un ataque de Nital al 5%

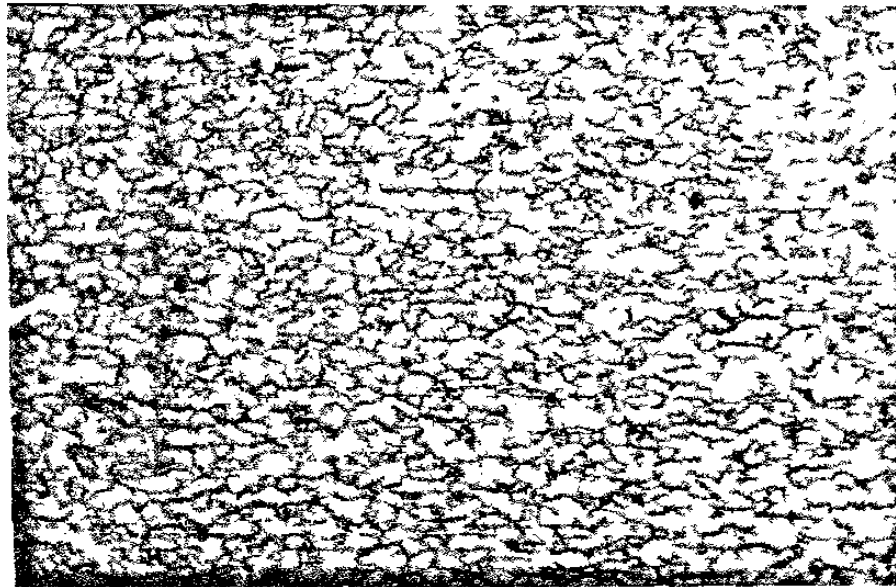


Fig. A-71. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, ciclo de recocido a 710°C X 3 horas de proceso, visto a 200X y con un ataque de Nital al 5%



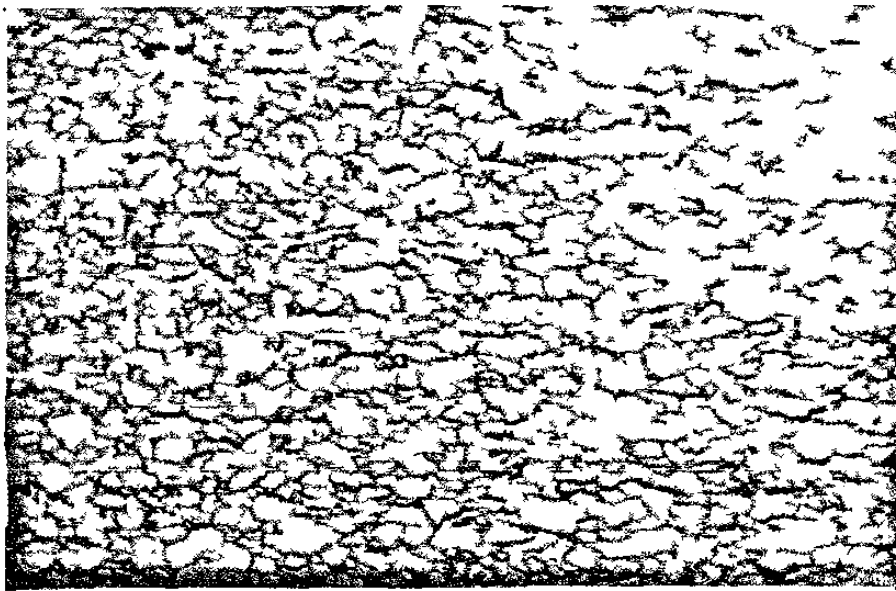


Fig. A-72. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, ciclo de recocido a 710°C X 6 horas de proceso, visto a 200X y con un ataque de Nital al 5%

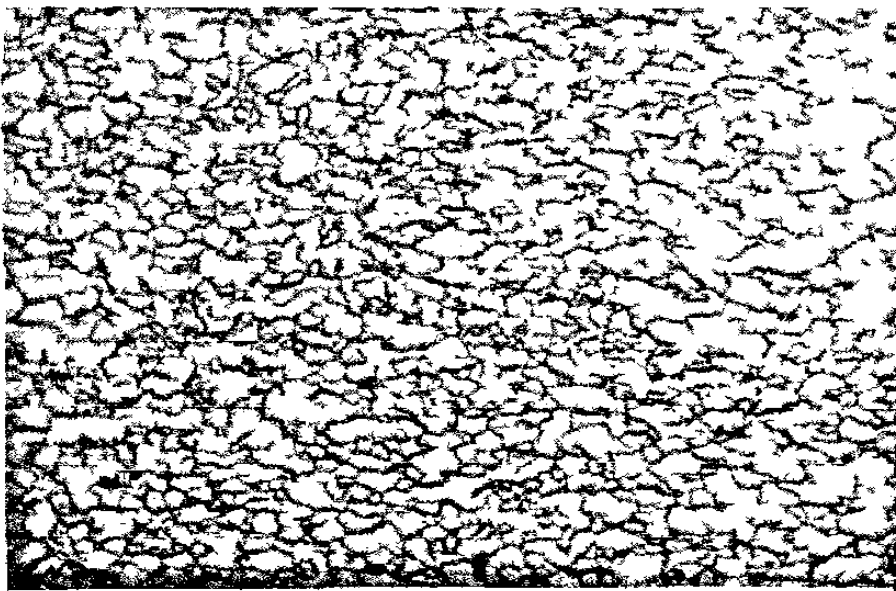
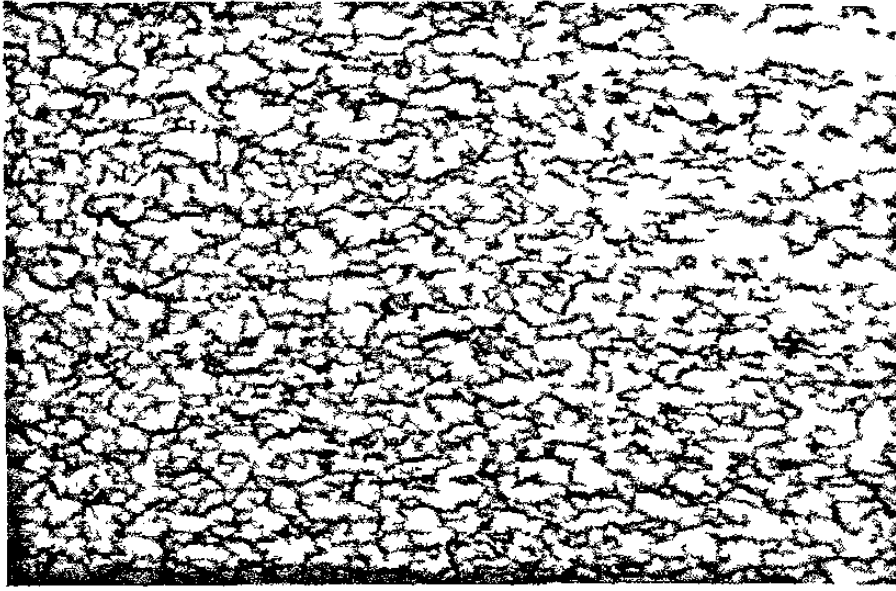
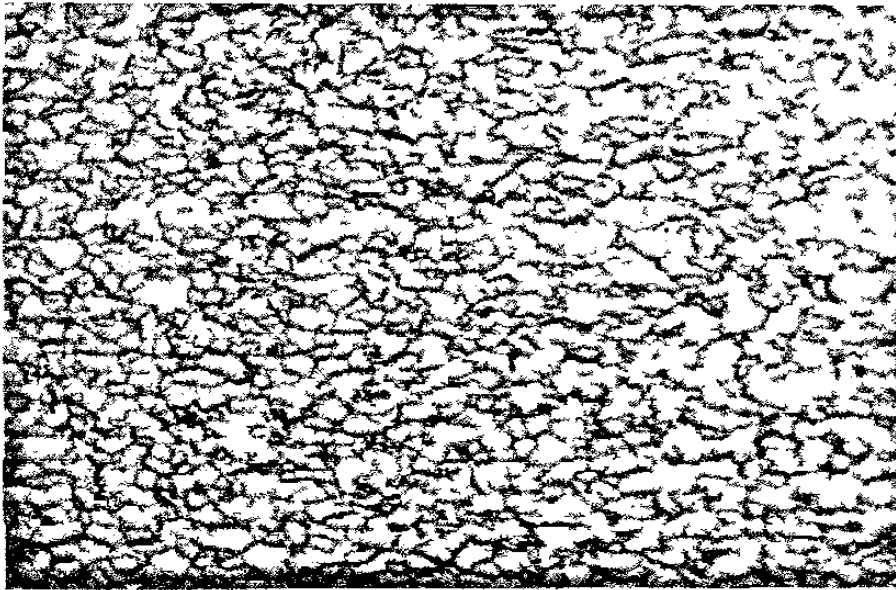


Fig. A-73. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, ciclo de recocido a 710°C X 9 horas de proceso, visto a 200X y con un ataque de Nital al 5%



**Fig. A-74.** Crecimiento de grano del acero SAE 1006, ciclo de recocido a 710°C X 12 horas de proceso, visto a 200X y con un ataque de Nital al 5%



**Fig. A-75.** Crecimiento de grano del acero SAE 1006, ciclo de recocido a 710°C X 15 horas de proceso, visto a 200X y con un ataque de Nital al 5%

**400X**

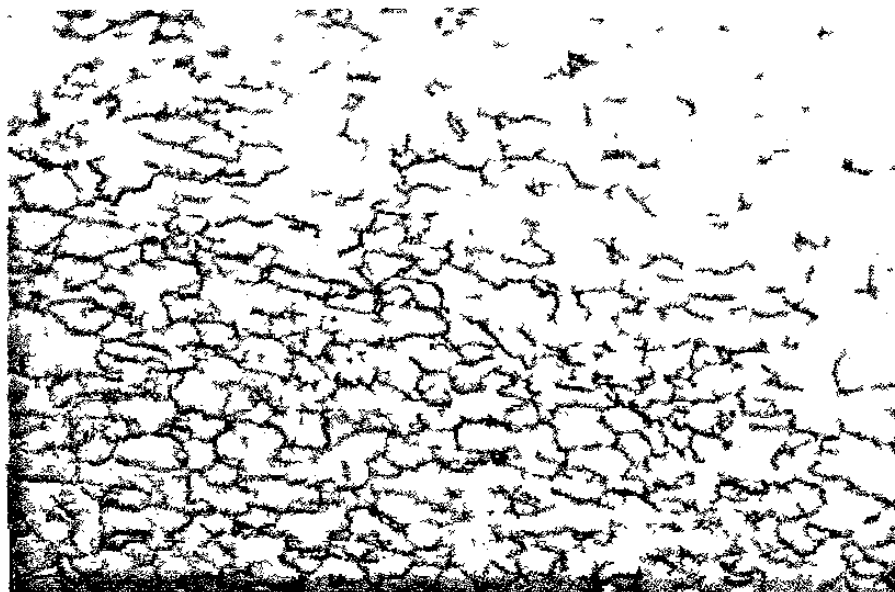


Fig. A-76. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, ciclo de recocido a 710°C X 0.25 horas de proceso, visto a 400X y con un ataque de Nital al 5%



Fig. A-77. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, ciclo de recocido a 710°C X 0.50 horas de proceso, visto a 400X y con un ataque de Nital al 5%

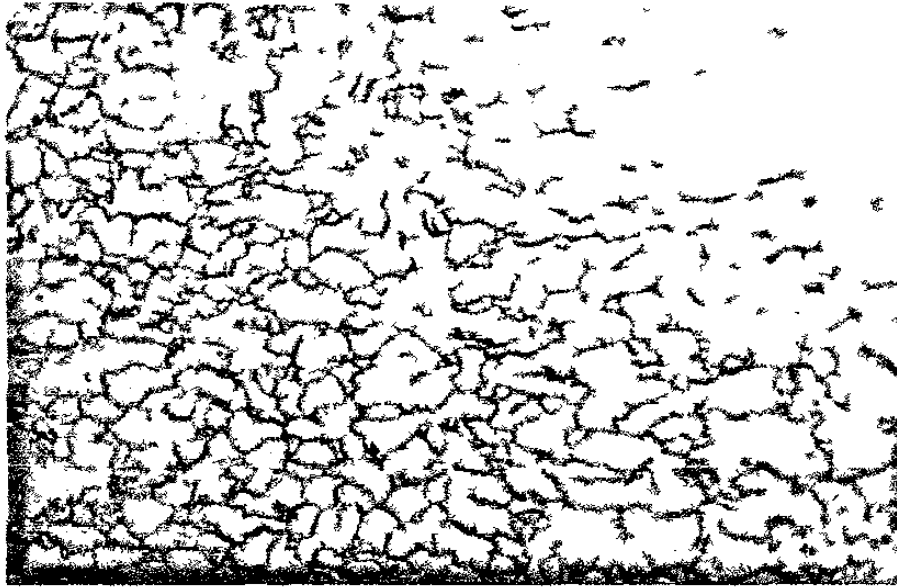


Fig. A-78. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, ciclo de recocido a 710°C X 1 horas de proceso, visto a 400X y con un ataque de Nital al 5%

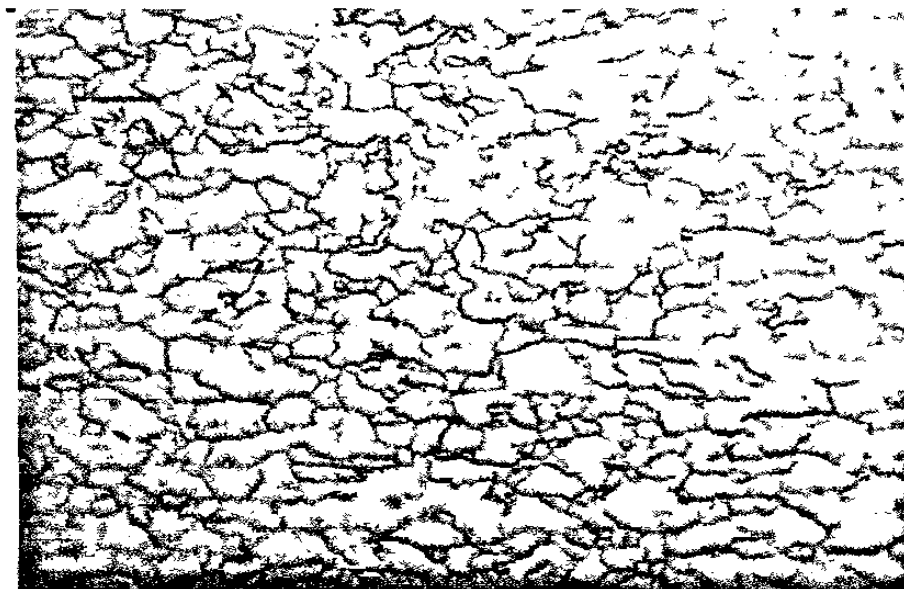
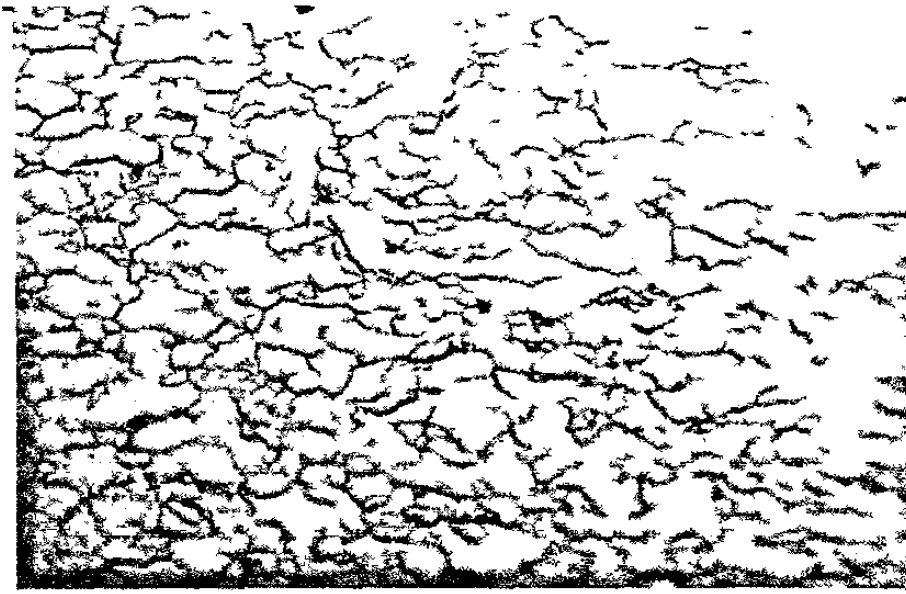
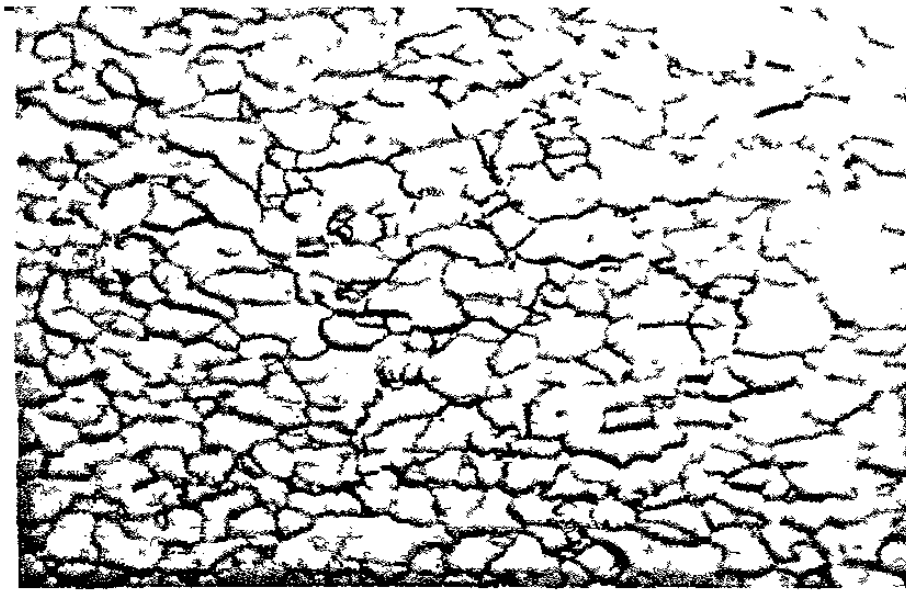


Fig. A-79. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, ciclo de recocido a 710°C X 2 horas de proceso, visto a 400X y con un ataque de Nital al 5%



*Fig. A-80. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, ciclo de recocido a 710°C X 3 horas de proceso, visto a 400X y con un ataque de Nital al 5%*



*Fig. A-81. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, ciclo de recocido a 710°C X 6 horas de proceso, visto a 400X y con un ataque de Nital al 5%*

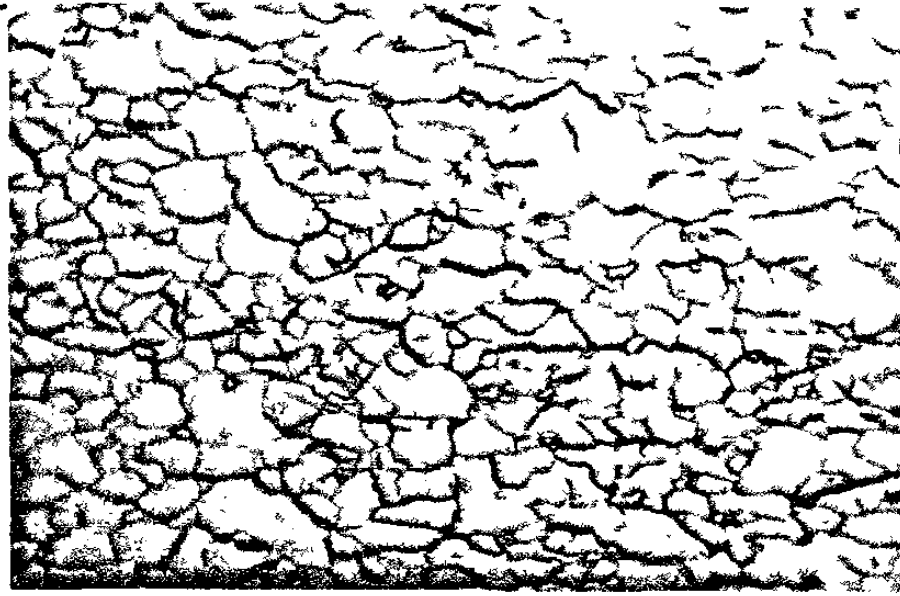


Fig. A-82. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, ciclo de recocido a 710°C X 9 horas de proceso, visto a 400X y con un ataque de Nital al 5%

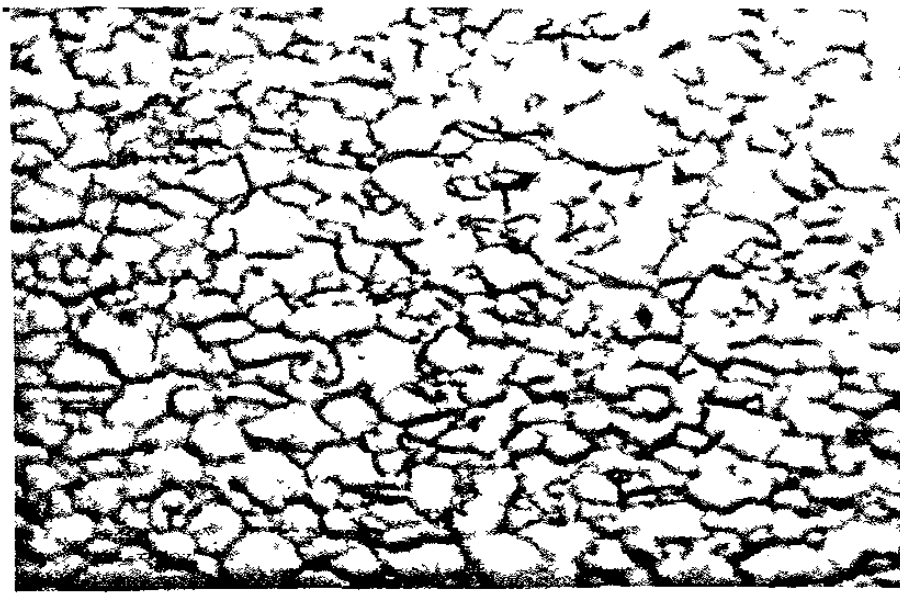


Fig. A-83. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, ciclo de recocido a 710°C X 12 horas de proceso, visto a 400X y con un ataque de Nital al 5%

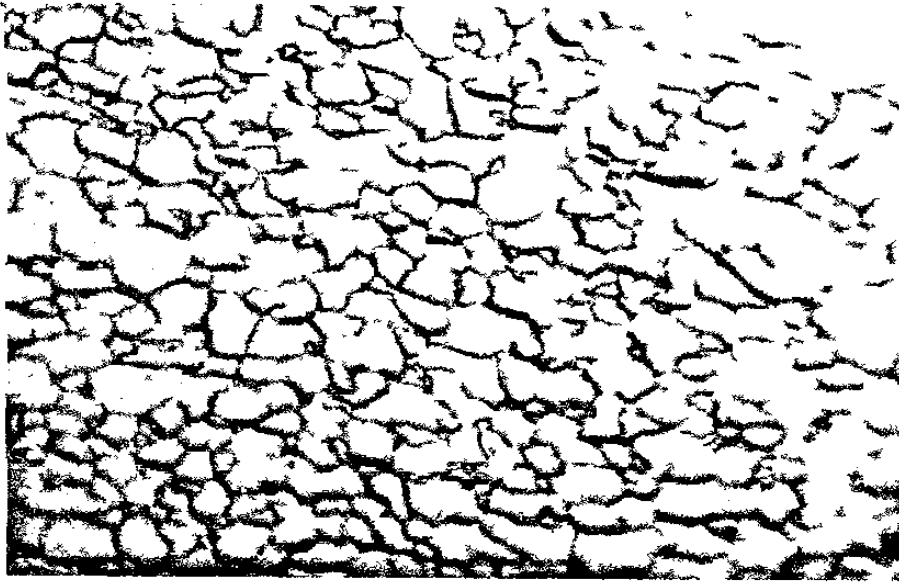


Fig. A-84. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, ciclo de recocido a 710°C X 15 horas de proceso, visto a 400X y con un ataque de Nital al 5%

## MICROESTRUCTURAS 710B

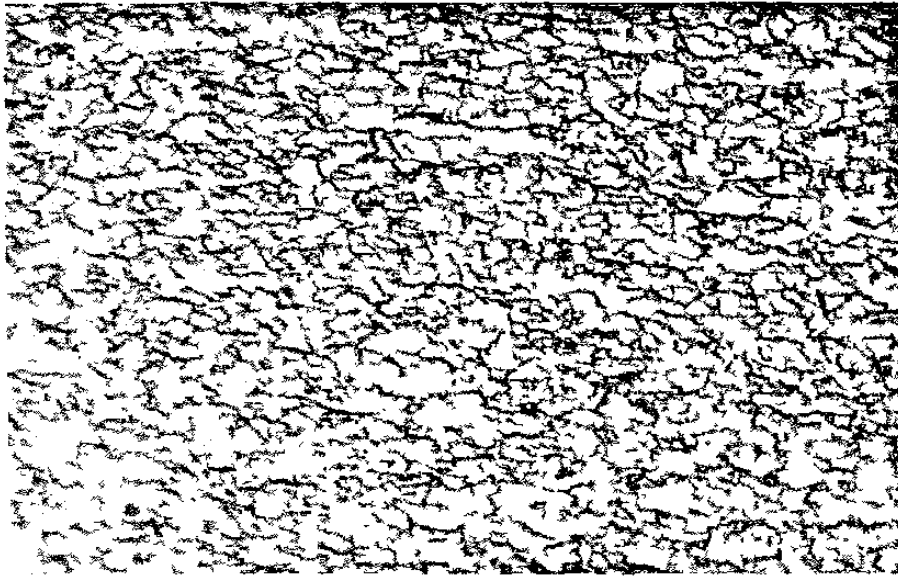


Fig. A-85. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, ciclo de recocido a  $710^{\circ}\text{C}$  X 0.25 horas de proceso con zona de precalentamiento a  $400^{\circ}\text{C}$  X 1 hora, visto a 200X y con un ataque de Nital al 5%



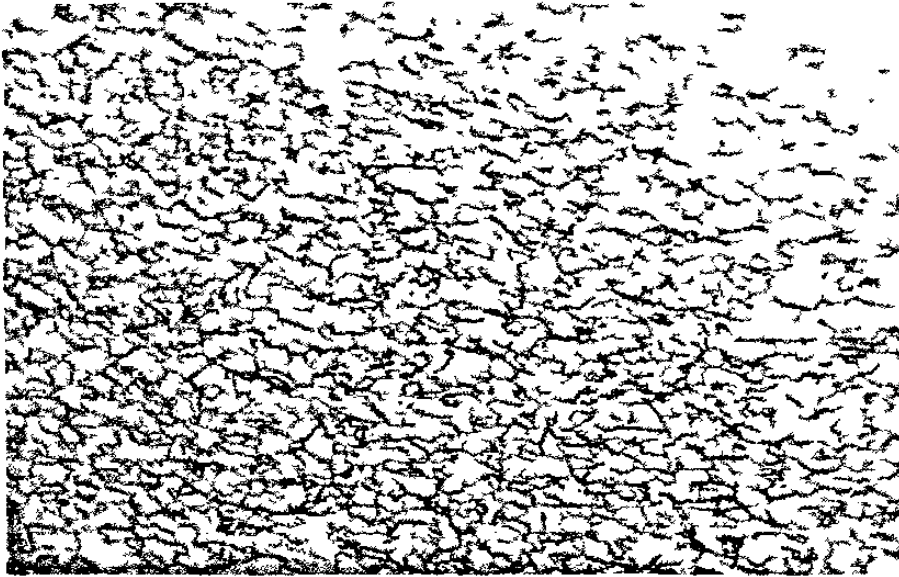


Fig. A-86. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, ciclo de recocido a 710°C X 0.50 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, visto a 200X y con un ataque de Nital al 5%



Fig. A-87. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, ciclo de recocido a 710°C X 1 hora de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, visto a 200X y con un ataque de Nital al 5%



Fig. A-88. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, ciclo de recocido a 710°C X 2 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, visto a 200X y con un ataque de Nital al 5%

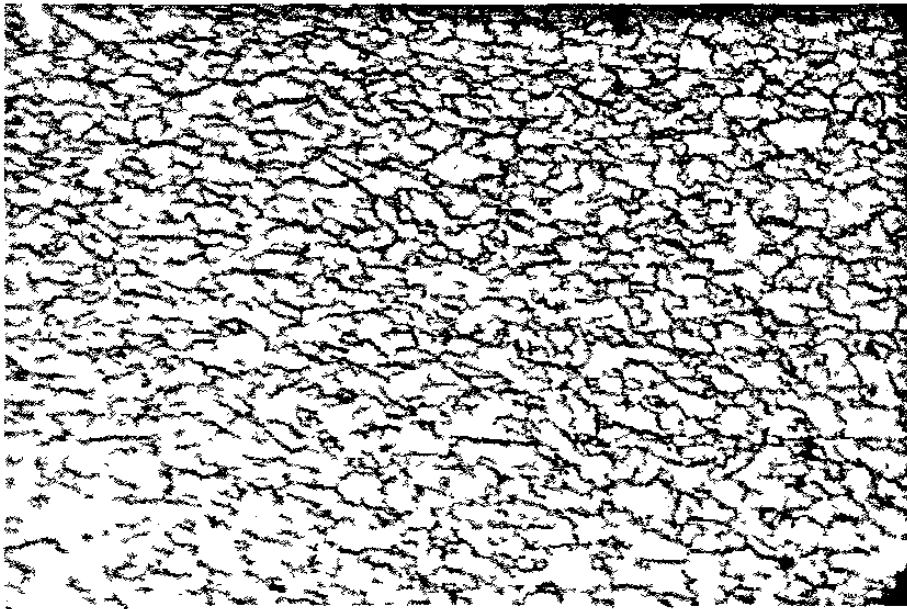


Fig. A-89. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, ciclo de recocido a 710°C X 3 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, visto a 200X y con un ataque de Nital al 5%



Fig. A-90. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, ciclo de recocido a 710°C X 6 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, visto a 200X y con un ataque de Nital al 5%



Fig. A-91. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, ciclo de recocido a 710°C X 9 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, visto a 200X y con un ataque de Nital al 5%



Fig. A-92. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, ciclo de recocido a 710°C X 12 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, visto a 200X y con un ataque de Nital al 5%



Fig. A-93. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, ciclo de recocido a 710°C X 15 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, visto a 200X y con un ataque de Nital al 5%

**400X**

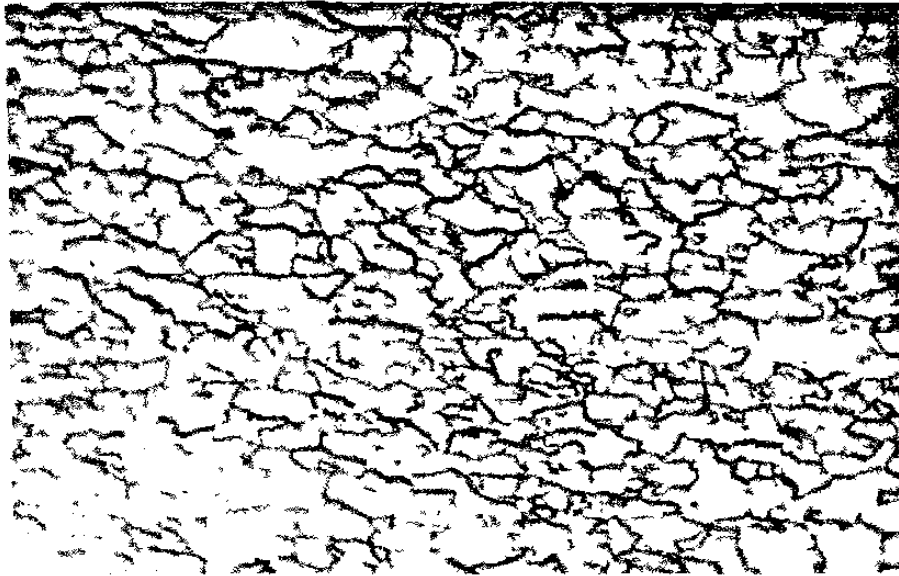


Fig. A-94. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, ciclo de recocido a 710°C X 0.25 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, visto a 400X y con un ataque de Nital al 5%

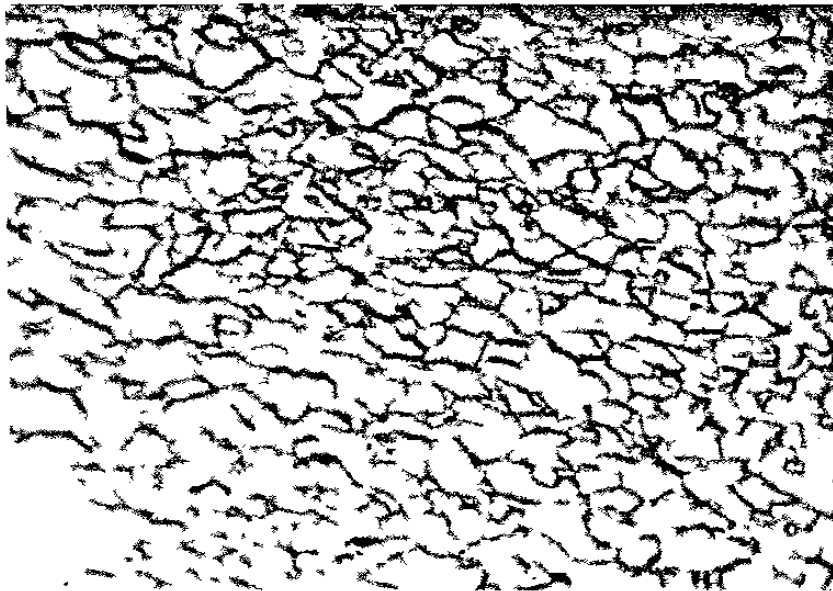


Fig. A-95. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, ciclo de recocido a 710°C X 0.50 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, visto a 400X y con un ataque de Nital al 5%

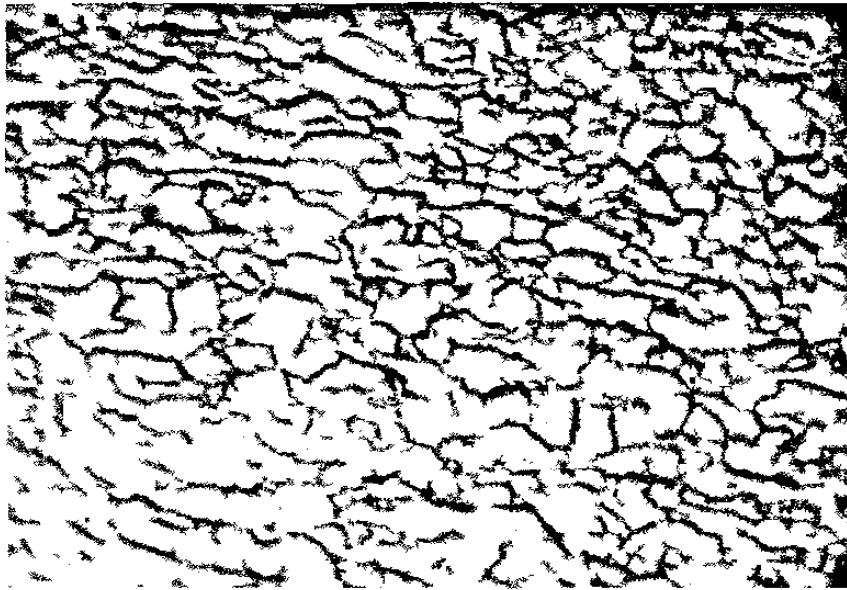


Fig. A-96. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, ciclo de recocido a 710°C X 1 hora de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, visto a 400X y con un ataque de Nital al 5%

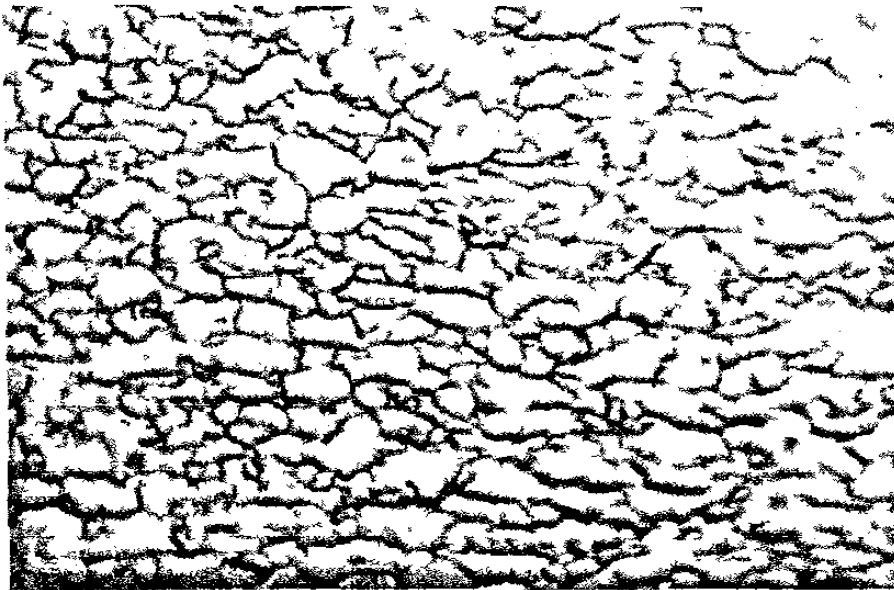


Fig. A-97. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, ciclo de recocido a 710°C X 2 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, visto a 400X y con un ataque de Nital al 5%

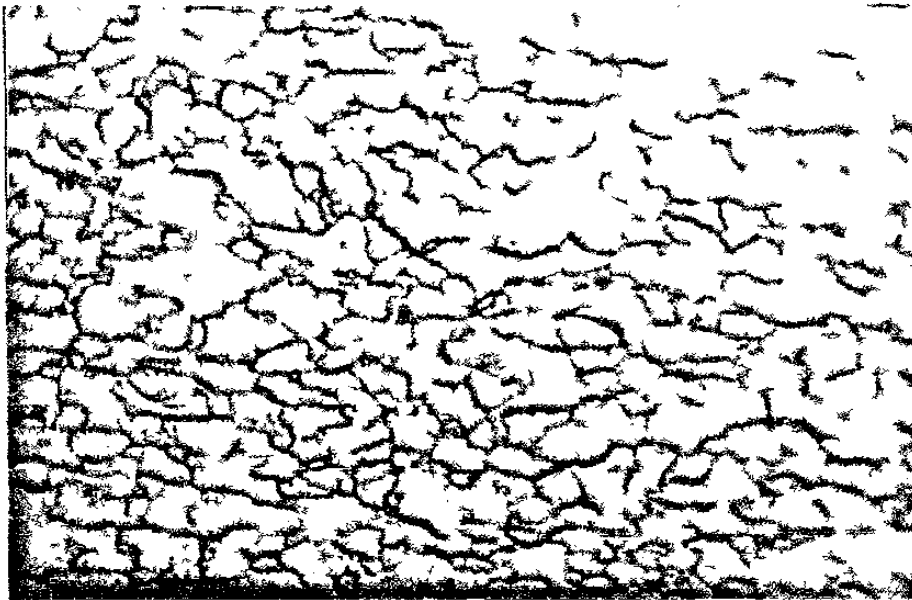


Fig. A-98. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, ciclo de recocido a 710°C X 3 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, visto a 400X y con un ataque de Nital al 5%

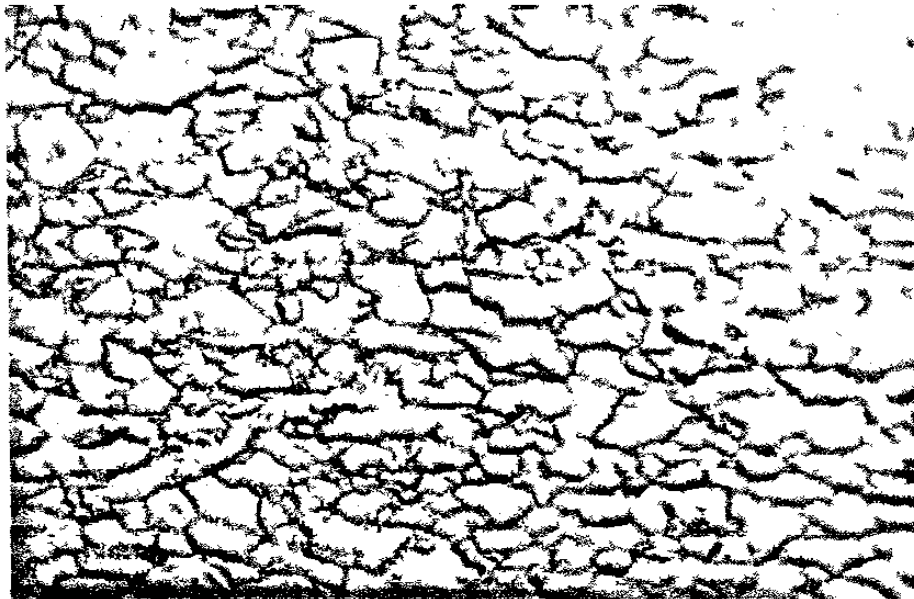


Fig. A-99. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, ciclo de recocido a 710°C X 6 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, visto a 400X y con un ataque de Nital al 5%

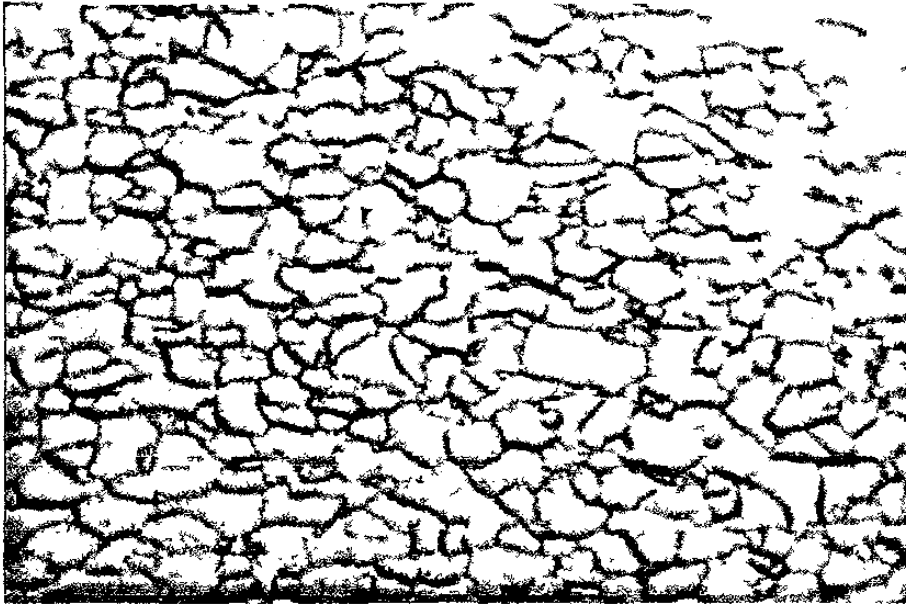


Fig. A-100. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, ciclo de recocido a 710°C X 9 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, visto a 400X y con un ataque de Nital al 5%

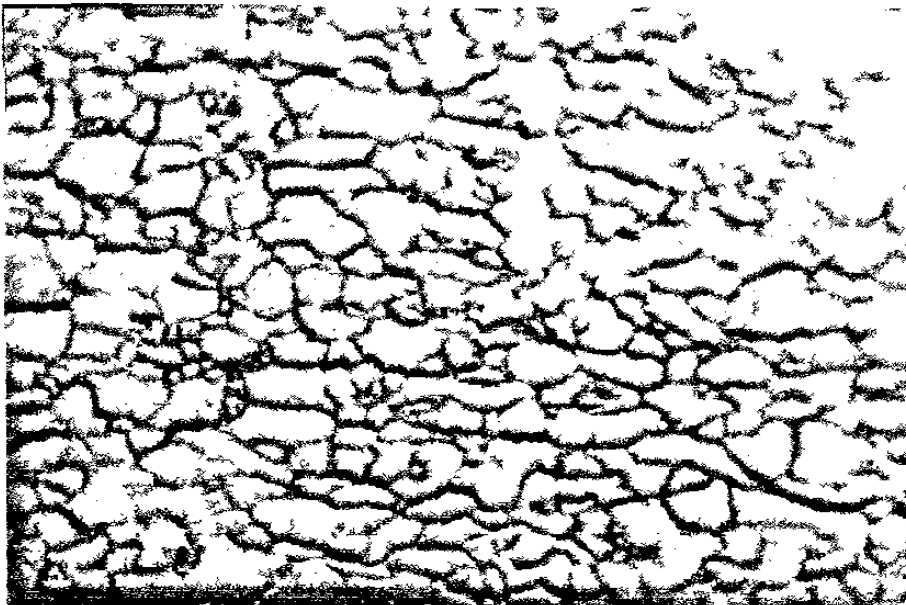


Fig. A-101. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, ciclo de recocido a 710°C X 12 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, visto a 400X y con un ataque de Nital al 5%



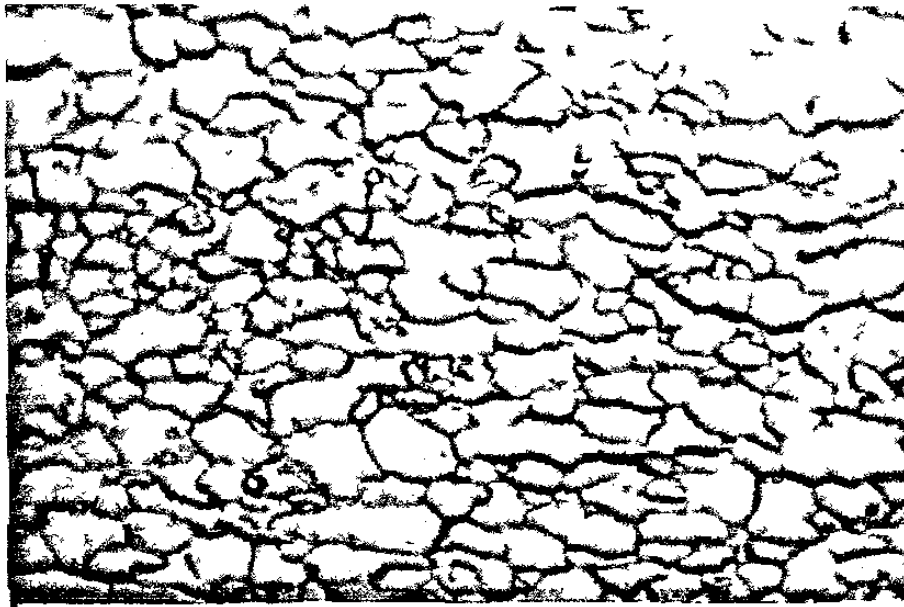


Fig. A-102. Crecimiento de grano del acero SAE 1006, ciclo de recocido a 710°C X 15 horas de proceso con zona de precalentamiento a 400°C X 1 hora, visto a 400X y con un ataque de Nital al 5%

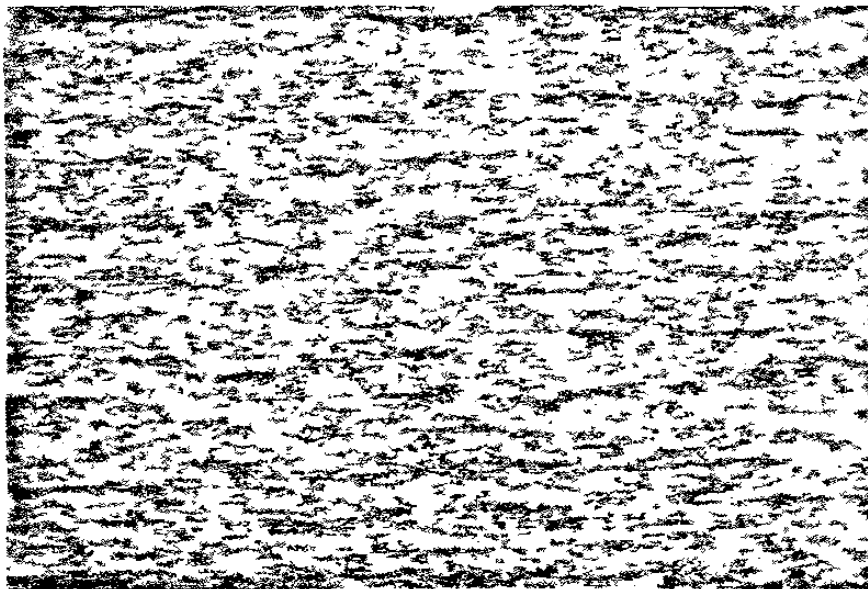


Fig. A-103. Fotografía que muestra grano deformado del material rolando en frío con 57.8% de reducción, sin proceso de Recocido, Nital 5%, 100X.

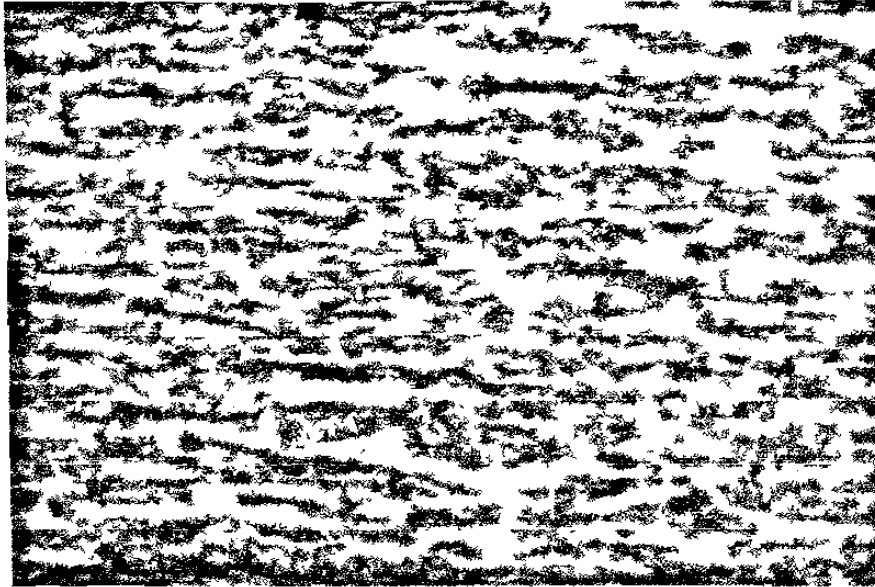


Fig. A-104. Fotografía que muestra grano deformado del material rolando en frío con 57.8% de reducción, después del proceso de precalentamiento a 400°C, Nital 5%, 200X.

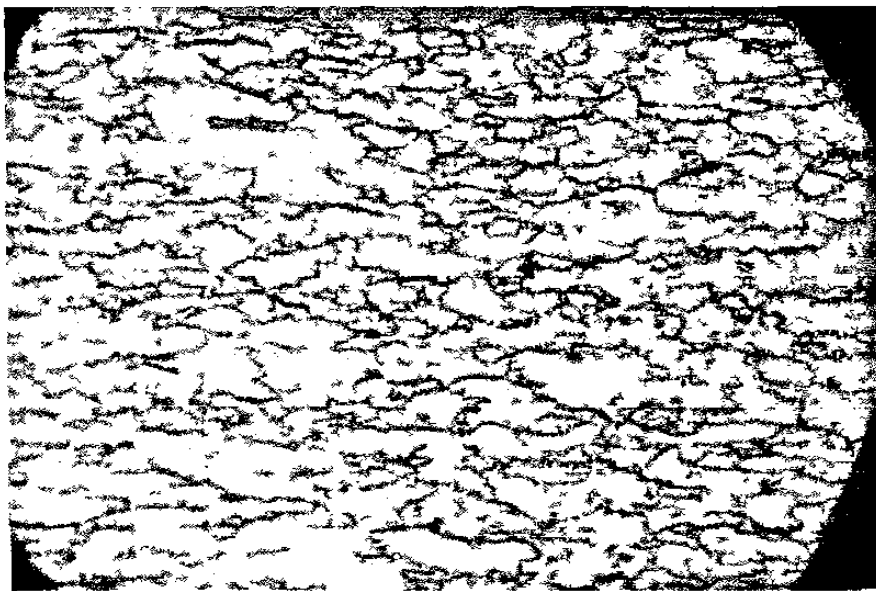


Fig. A-105. Fotografía que muestra grano recocido en horno de campana, rolando en frío con 57.8% de reducción, Nital 5%, 200X.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 3-01.** Ilustración de una celda de cuerpo centrada en el cuerpo y un sistema de deslizamiento.....84
- Figura 3-02.** Dislocación en una vértice de un cúbico simple.....84
- Figura 3-03.** Efecto de las Imperfecciones en un esfuerzo de corte crítico.....85
- Figura 3-04.** Dislocaciones entrelazadas en un hierro deformado a 25°C. (a) deformación del 1%, (b) deformación del 3.5%, (c) deformación del 9%, (d) deformación del 20%. ( micrografías de electrones de transmisión, aproximadamente 25,000X).....85
- Figura 3-05.** Ejemplo de un formado inestable en una copa de troquelado profundo.....86
- Figura 3-06.** Micrografía que muestra una estructura de grano ondulada en una sección transversal de alambre de tungsteno (J. F. Peck). .....86
- Figura 3-07.** Micrografía que muestra piel de naranja (rugosa, área de cedencia en la parte media superior de la micrografía) en la superficie del acero ligeramente pulido y plásticamente deformado. (D. A. Chatfield). .....86
- Figura 3-08.** Micrografía que muestra bandas de deslizamiento en dos planos en un cristal simple de una aleación de Co-8Fe que fue pulida y deformada plásticamente. ....87
- Figura 3-09.** Micrografía que muestra bandas de deformación en (100) la superficie de un cristal simple de una aleación de Co-8Fe que fue deformada un 44%, pulida y ligeramente después deformada. ....87

- Figura 3-10.** Micrografía que muestra bandas de retorcadura que fue producida en un cristal simple de zinc por compresión axial. ....87
- Figura 3-11.** Micrografía que muestra bandas de Luder (áreas rugosas), las cuales se propagaron a lo largo de la longitud de un espécimen de acero recocido que fue probado en tensión. ....88
- Figura 3-12.** Grado de orilla de corte.....88
- Figura 3-13.** Arreglo esquemático de la estación de un molino y sus equipos auxiliares comprendiendo una estación de 5 estaciones del molino de reducción. La sección oscura del molino representa el castillo del molino de las estaciones del molino 4Hi. Solamente un rodillo de trabajo de cada estación se indica de color negro.....88
- Figura 4-01.** Ciclos térmicos y microestructura resultante obtenida de los cuatro diferentes tipos de recocido (C.T. Temperatura crítica del diagrama de hierro carburo de hierro – 721°C).....89
- Figura 4-02.** Horno de recocido de campana, Atmósfera Nitrógeno, Dibujo esquemático del horno de campana, Cortesía de Cintacero.....90
- Figura 4-03.** Dispersión térmica para HICON/H2 y HNL convencional.....91
- Figura 4-04.** Esquema de las tres etapas del recocido de una estructura trabajada en frío, o es la propiedad del material blando o recocido, antes de ser trabajado en frío; TF es la propiedad del material trabajado en frío, antes del recocido.....91
- Figura 4-05.** Cambios de resistividad eléctrica (curva superior) y de densidad (curva inferior) durante recuperación.....91
- Figura 4-06.** Patrones de esfuerzos residuales establecidos en barras de acero 1045 roladas en frío con 20% de reducción, de 43 a 38 mm de diámetro; (centro) patrones de esfuerzos residuales después del alivio mecánico de esfuerzos con enderezado rotatorio; (derecha) patrones de esfuerzos residuales después del alivio térmico de esfuerzos a dos temperaturas.....92

- Figura 4-07.** Las marañas de dislocaciones en la estructura trabajada en frío se reorganizan para formar una estructura poligonal, o de subgranos, dentro de los granos deformados TF en (b) durante la recuperación.....92
- Figura 4-08.** Muestra ilustra un hierro rolado en frío, después de recuperación durante el subsecuente calentamiento, la estructura es típica de ferrita altamente deformada y recuperada, consiste de arreglos de dislocaciones y suburbanos. ....93
- Figura 4-09.** Esquema del inicio de la recristalización (izquierda) y de la microestructura totalmente recristalizada (derecha).....93
- Figura 4-10.** Fracción,  $X$ , del volumen que recristaliza en función del tiempo durante un proceso isotérmico.....93
- Figura 4-11.** Cristal de hierro con 75% de reducción y parcialmente recristalizado. Un grano recristalizado (claro) tiene un crecimiento dentro de la matriz deformada. ....94
- Figura 4-12.** Micrografía de un acero de bajo carbón (0.05%) que fue deformado y casi completamente recristalizado. Libre de grandes dislocaciones y subgranos, los granos (oscuros) han crecido dentro de la matriz recuperada (clara), la cual contiene suburbanos. ....94
- Figura 4-13.** Efecto de la temperatura sobre el tamaño de grano recristalizado. ....94
- Figura 4-14.** Crecimiento de grano en una aleación de titanio y vanadio, durante un tiempo prolongado de recocido, amplificación 2X. ....95
- Figura 4-15.** Crecimiento de grano o recristalizado normal y anormal, o secundario, después de la recristalización primaria. ....95
- Figura 4-16.** Formación signoidal de la textura de cubo en Fe-3%Si durante la recristalización secundaria.....95
- Figura 4-17.** Microestructuras que muestran la influencia de temperatura de calentamiento en el tamaño de grano en un acero de 0.45% de carbono. ....96

- Figura 4-18.** Dependencia de  $r$  y de la textura recocida  $\{111\}$  respecto a la cantidad de trabajo en frío.....96
- Figura 4-19.** Dependencia de la Anisotropía de planos,  $\Delta r$ , respecto a la reducción en frío.....96
- Figura 4-20.** La formación o no de "orejas" depende de la velocidad de Anisotropía planar,  $\Delta r$ , la cual, a su vez, depende de la reducción en frío previa al recocido, como se muestra en la figura 4-19. Los números sobre los vasos corresponden a la reducción en frío, y los valores  $\Delta r$  correspondientes a estas reducciones se obtienen a partir de la figura 4-19. La línea de cada vaso indica la dirección de laminación.....97
- Figura 4-21.** Componentes fundamentales del proceso de embutido.....97
- Figura 4-22.** Etapas sucesivas del embutido de un blank para elaborar un vaso.....97
- Figura 4-23.** Estado de los esfuerzos en el embutido de un vaso; en la pestaña es cortante puro; en la pared es de tensión.....98
- Figura 4-24.** Espécimenes de ensayo en las direcciones L, T y a  $45^\circ$  respecto a la dirección de laminación.....98
- Figura 4-25.** Las curvas de la parte superior representan la variación característica de la velocidad de deformación plástica con la dirección de ensayo en la lámina de acero de bajo carbono. La velocidad de deformación media,  $r$ , de cada una de las gráficas es un parámetro relacionado con la embutibilidad según el tamaño relativo de los vasos de la parte inferior.....98
- Figura 4-26.** (Derecha), Esquema del proceso de estirado, donde se muestra como se estira el blanco de manera semejante a lo que ocurre en el ensayo de tensión simple; (izquierda) respuesta conceptual del blanco en un ensayo de tensión.....99
- Figura 6-01** - Curvas de proceso para los ciclos de recocido a  $630^\circ\text{C}$ ,  $670^\circ\text{C}$  y  $710^\circ\text{C}$ .....100

- Figura 6-02** - Dureza Rockwell 30T (núcleo) vs. tiempo log (min), en un Acero SAE 1006, Recocido a 630°C, 670°C y 710°C Ciclo A con 57.8% de TF.  
.....100
- Figura 6-03** - Dureza Rockwell 30T (núcleo) vs. tiempo log (min), en un Acero SAE 1006, Recocido a 630°C, 670°C y 710°C Ciclo B con 57.8% de TF.  
.....101
- Figura 6-04** – Dureza Rockwell 30T (núcleo) vs. Tiempo log (min), Comparación del ciclo A vs. B a una temperatura de 710°C.....101
- Figura 6-05** - Dureza Rockwell 30T (núcleo) vs. Tiempo log (min), Comparación del ciclo A vs. B a una temperatura de 670°C.....102
- Figura 6-06** - Dureza Rockwell 30T (núcleo) vs. Tiempo log (min), Comparación del ciclo A vs. B a una temperatura de 630°C.....102
- Figura 6-07** – Área del grano ( $\mu\text{m}^2$ ) vs. Tiempo de proceso log (min.) para un acero SAE 1006 con 57.8%TF. Recocido a tres a rangos de temperatura, Ciclo A.....103
- Figura 6-08** - Área del grano ( $\mu\text{m}^2$ ) vs. Tiempo de proceso log (min.) para un acero SAE 1006 con 57.8%TF. Recocido a tres a rangos de temperatura, Ciclo B.....103
- Figura 6-09** – Relación de Aspecto vs. Tiempo de proceso log (min.) para un acero SAE 1006 con 57.8%TF. Recocido a tres a rangos de temperatura, Ciclo A.....104
- Figura 6-10** – Relación de Aspecto vs. Tiempo de proceso log (min.) para un acero SAE 1006 con 57.8%TF. Recocido a tres a rangos de temperatura, Ciclo B.....104
- Figura 6-11** – Área del grano ( $\mu\text{m}^2$ ) vs. Tiempo de proceso log (min.) para un acero SAE 1006 con 57.8%TF, comparación del Ciclo A y B a 710°C...105
- Figura 6-12** – Área del grano ( $\mu\text{m}^2$ ) vs. Tiempo de proceso log (min.) para un acero SAE 1006 con 57.8%TF, comparación del Ciclo A y B a 670°C...105
- Figura 6-13** – Área del grano ( $\mu\text{m}^2$ ) vs. Tiempo de proceso log (min.) para un acero SAE 1006 con 57.8%TF, comparación del Ciclo A y B a 630°C...106

- Figura 6-14** - Relación de Aspecto vs. Tiempo de proceso log (min.) para un acero SAE 1006 con 57.8%TF. Recocido a 670°C, Comparación del Ciclo A y B.....106
- Figura 6-15** - Relación de Aspecto vs. Tiempo de proceso log (min.) para un acero SAE 1006 con 57.8%TF. Recocido a 630°C, Comparación del Ciclo A y B.....107
- Figura 6-16** – Diámetro del grano ( $\mu\text{m}$ ) vs. Tiempo de proceso log (min.) para un acero SAE 1006 con 57.8%TF. Recocido a tres a rangos de temperatura, Ciclo A.....107
- Figura 6-17** - Diámetro del grano ( $\mu\text{m}$ ) vs. tiempo de proceso log (min) para un acero SAE 1006 con 57.8% de TF, recocido a tres rangos de temperaturas, Ciclo B.....108
- Figura 6-18** – Curva de esfuerzo – deformación ingenieril, influencia del tiempo en las propiedades mecánicas de un acero SAE 1006, de 0.079" de espesor con 57.8% de TF recocido a 630°C, Ciclo A.....108
- Figura 6-19** – Curva de esfuerzo – deformación ingenieril, influencia del tiempo en las propiedades mecánicas de un acero SAE 1006, de 0.079" de espesor con 57.8% de TF recocido a 670°C, Ciclo A.....109
- Figura 6-20** – Curva de esfuerzo – deformación real, influencia del tiempo en las propiedades mecánicas de un acero SAE 1006, de 0.079" de espesor con 57.8% de TF recocido a 710°C, Ciclo A.....109
- Figura 6-21** – Comparativo del esfuerzo de cedencia (0.2%) vs. tiempo de proceso log (min) de un acero SAE 1006, de 0.079" de espesor con 57.8% de TF recocido a 710°C, 670°C y 630°C. ....110
- Figura 6-22** - Comparativo del esfuerzo de último vs. tiempo de proceso log (min) de un acero SAE 1006, de 0.079" de espesor con 57.8% de TF recocido a 710°C, 670°C y 630°C .....110
- Figura 6-23** – Comparativo del coeficiente de endurecimiento "n" vs. Tiempo de proceso log (min). de un acero SAE 1006, de 0.079" de espesor con 57.8% de TF recocido a 710°C, 670°C y 630°C. ....111



- Figura 6-24** – Comparativo del coeficiente de resistencia "K" vs. tiempo de proceso log (min) de un acero SAE 1006, de 0.079" de espesor con 57.8% de TF recocido a 710°C, 670°C y 630°C.....111
- Figura 6-25** – Comparativo de " $r_m$ " vs. tiempo de proceso log (min) de un acero SAE 1006, de 0.079" de espesor con 57.8% de TF recocido a 710°C, 670°C y 630°C. ....112
- Figura 6-26** - Comparativo de " $\Delta r$ " vs. tiempo de proceso log (min) de un acero SAE 1006, de 0.079" de espesor con 57.8% de TF recocido a 710°C, 670°C y 630°C. ....112
- Figura 6-27** - Influencia del tiempo en el Sult, So y K, acero SAE 1006, de 0.079" de espesor con 57.8% de TF con recocido a 710°C.....113
- Figura 6-28** - Influencia del tiempo en el Sult, So y K, acero SAE 1006, de 0.079" de espesor con 57.8% de TF con recocido a 670°C.....113
- Figura 6-29** - Influencia del tiempo en el Sult, So y K, acero SAE 1006, de 0.079" de espesor con 57.8% de TF con recocido a 630°C.....114
- Figura 6-30** - Influencia del tiempo en "n" y "e", acero SAE 1006, de 0.079" de espesor con 57.8% de TF con recocido a 710°C.....114
- Figura 6-31** - Influencia del tiempo en "n" y "e", acero SAE 1006, de 0.079" de espesor con 57.8% de TF con recocido a 670°C.....115
- Figura 6-32** - Influencia del tiempo en "n" y "e", acero SAE 1006, de 0.079" de espesor con 57.8% de TF con recocido a 630°C.....115
- Figura 6-33.** Curva de esfuerzo – deformación real, influencia del tiempo en las propiedades mecánicas de un acero SAE 1006, de 0.079" de espesor con 57.8% de TF recocido a 630°C, Ciclo A.....116
- Figura 6-34.** Curva de esfuerzo – deformación real, influencia del tiempo en las propiedades mecánicas de un acero SAE 1006, de 0.079" de espesor con 57.8% de TF recocido a 670°C, Ciclo A.....116
- Figura 6-35.** Curva de esfuerzo – deformación real, influencia del tiempo en las propiedades mecánicas de un acero SAE 1006, de 0.079" de espesor con 57.8% de TF recocido a 710°C, Ciclo A.....117

# LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 2-01.</b> Composiciones químicas del acero al carbón solamente aplicable a formas estructurales, placas, cintas, láminas y tubo soldado.....	118
<b>Tabla 2-02.</b> Propiedades mecánicas y grados de temple de acuerdo al espesor sobre la base de la ASTM A109 <sup>2</sup> .....	119
<b>Tabla 3-01.</b> Clasificación de productos por tamaño del plano del acero al carbón rolado en frío. ....	119
<b>Tabla 4-01-</b> Texturas de deformación y de recocido de diferentes estructuras cristalinas metálicas.....	120
<b>Tabla 4-02-</b> Valores para n y K para metales a temperatura ambiente.....	120
<b>Tabla 6-01-</b> Resultados de pruebas mecánicas y anisotropía del acero SAE 1006, de 0.079" de espesor con 57.8% de TF y 16% de TF con recocido a 630°C, actual proceso de operación.....	121
<b>Tabla 6-02-</b> Resultados del análisis químico del acero rolado en frío sin recocido de 0.079" de espesor con 57.8% de TF.....	121
<b>Tabla 6-03 –</b> Resultado del ensayo de dureza Rockwell en escala 30T (núcleo), acero SAE 1006, 57.8% de TF, con ciclos A y B de recocido.....	122
<b>Tabla 6-04 –</b> Resultados del análisis Metalográfico de un acero SAE 1006, con 57.8% de TF, Recocido en tres rangos de temperatura (630°C, 670°C y 710°C) Ciclos A y B.....	125
<b>Tabla 6-05 -</b> Valores de propiedades mecánicas para la segunda etapa del proceso de recocido, ciclo A, sin zona de precalentamiento, acero SAE 1006, con 57.8% de TF.....	126

**Tabla 6-06** - Valores de "r" y " $\Delta r$ " para la segunda etapa del proceso de recocido, ciclo A, sin zona de precalentamiento, acero SAE 1006, con 57.8% de TF.....127

# GLOSARIO

**Anisotropía** – Material no isótropico, tiene diferentes propiedades en diferentes direcciones, así los cristales del sistema isométrico son ópticamente isotrópicos, pero todos los demás cristales son anisotrópicos.

**Anisotropía planar ( $\Delta r$ )** – es la variación de la relación de deformación en diferentes direcciones en el plano de la lámina. Es un valor diferente de cero no uniforme en extensión del material en algunas direcciones.

**Bandas de corte** - Se forman durante el rolado la lámina. Estas bandas constituyen una estructura planar que está orientada paralelamente a la dirección transversal de la lámina e inclinada 30° a 60° del rolado.

**Bandas de deformación** - Son parte de un cristal que han sido rotadas en diferentes direcciones durante la deformación, produciendo bandas de diferentes orientaciones dentro de un cristal. En algunos casos, esta rotación resulta de la operación de diferentes estaciones del sistema de deslizamiento.

**Bandas de retorcedura** - Son bandas de deformación que se identifican por el cambio abrupto en la orientación del vértice que ocurre a través de sus fronteras. Los límites de las bandas de retorcedura frecuentemente caen en una relación que se atribuye a una acumulación de dislocaciones primarias del mismo signo.

**Defectos cristalinos** - Debido a las técnicas de difracción de rayos x estos pueden detectar la flexión de los vértices en los planos cristalinos y localizar la rotación del vértice, a la vez proveen frecuentemente evidencia indirecta de los defectos cristalinos en el formado de metales. Sin embargo la alta resolución y magnificación del microscopio electrónico de transmisión provee finalmente en directo, una fina escala de observación y permite que la formación de estructuras por deformación plástica sea descrita y clasificada en términos de defectos cristalinos individuales que están presentes.

**Deformación dobles** - Son parte de cristales que han sido deformados por corte homogéneo, un tipo de corte que se reorienta al vértice dentro de una imagen proyectada del vértice patrón. Las bandas de deformaciones dobles son de forma parecida a placas o lentes y su plano puede ser determinado por el análisis de dos superficies no paralelas.

**Deformaciones inducidas por transformaciones de fases** - Son transformaciones de fases que ocurren durante deformaciones plásticas, un ejemplo de este tipo de transformación es la producción de martensita en el acero austenítico por trabajo en frío en el rango de temperatura de  $M_d$ - $M_s$ . Si la transformación involucra un incremento de volumen, será promovida por la tensión hidrostática y suprimidos por compresión.

**Densidad** - La densidad del material es definida como la masa del material por unidad de volumen. El agua tiene una densidad de  $1.0 \times 10^3 \text{ kg/mm}^3$ , donde el acero tiene una densidad de acuerdo a norma ASTM de  $7.85 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ .

**Dipolos y Multipolos** - Un dipolo es la alineación paralela de dos grados de dislocaciones de signos opuestos. Un dipolo es frecuentemente formado de dos segmentos de una línea de dislocación en movimiento.

**Dureza Knoop** – Unidad de dureza del metal introducida en 1939. La prueba Knoop es similar a la prueba Vickers en la que un penetrador de diamante es utilizado para indentar la muestra a ser probada, aquí se utiliza un diamante romboédrico mas que un diamante piramidal. Es similar a la prueba Rockwell en la que la unidad de dureza es la profundidad de la penetración mas que su área. El resultado es medido en kilogramos por fuerza por milímetros cuadrados pero es una medida empírica, sin unidades.

**Dureza Rockwell** – Unidad de medida de dureza introducida en por Rockwell en 1922. En una prueba Rockwell, un penetrador marca una indentación en el metal dentro de dos cargas constantes, una carga menor (generalmente de 10kgs) y después una carga mayor. La diferencia en la profundidad de penetración entre las cargas provee la medida de dureza, usualmente leída de un calibrador de la máquina de prueba. Existen varias escalas Rockwell para diferentes rangos de dureza. La más común es la escala B (HRB), para lo cual un balín de acero es usado como penetrador, y la escala C (HRC), en la cual un diamante cónico se utiliza. La escala B es apropiada para materiales suaves, la escala C para materiales duros. Los números de dureza Rockwell no son proporcionales a la dureza Vickers.

**Dureza Vickers** – Unidad de medición de dureza introducida por Vickers en 1922. En la prueba Vickers un diamante piramidal es presionado en el material a ser probado. La dureza Vickers es la cantidad de fuerza aplicada por el diamante dividido por el área de la indentación del diamante hecha en el material; en la practica el diagonal de la indentación piramidal es medida y el resultado, se calcula en kilogramos por fuerza por milímetro cuadrado, y es leído en una tabla. (Las lecturas son unidades empíricas, sin unidades).

**Envejecimiento**, - Es un término aplicado al cambio en las propiedades de un acero al carbón que puede ocurrir con el tiempo. Estos cambios incluyen un

incremento en la resistencia tensil y un decremento en la elongación total, Aun más, la elongación en el punto de cedencia puede incrementarse en el temple, puede manifestarse irregularidades en la superficie, (como líneas de Luder ó líneas de fluencia) durante el formado que pueden restar capacidad de usos en partes expuestas. El envejecimiento resulta de la presencia de nitrógeno y carbón intersticial.

**Estructura de grano ondulado.** - Es un fenómeno de grano se observa en secciones transversales de trazos de alambre de estructura de cúbica centrada en el cuerpo; también ocurre en metales cúbica centradas en la cara simétricamente comprimidos en grandes deformaciones.

**Fibras Mecánicas** - Se refiere a la elongación y alineación de los límites internos y segundas fases en direcciones correspondientes a la dirección del flujo del metal durante el proceso de deformación. La fibración frecuentemente esta asociada con propiedades mecánicas anisótropicas.

Inestabilidad

**Isotropía** – Material que tiene las mismas propiedades en todas direcciones, específicamente, elásticas en todas direcciones.

**Jogs** - Un jog es un corte, segmento transversal de una línea de dislocación, adquirida por una dislocación en movimiento que tiene una intersección de bastantes dislocaciones.

**Líneas de deslizamiento** - Son trazos visibles de planos de deslizamiento. Los cuales son causados por el movimiento relativo o transferencia del material en lados opuestos de los planos de deslizamiento. El término "banda de deslizamiento" es algunas veces utilizado para referirse a una sección de líneas de deslizamiento.

**Líneas de flujo** - Usualmente son líneas que son visibles en una superficie que ha sido atacada de forjado; líneas de flujo que forman un patrón sugestivo de la dirección y se extienden del metal en movimiento que ocurre durante la deformación.

**Líneas de Luder** - Llamadas bandas de Luder por deformaciones de estiramiento, las cuales se encuentran comúnmente en láminas de acero de troquelado extraprofundo. Son visibles como superficies de marcas, o superficie rugosa, causada por una homogénea cedencia (discontinuidad) durante el formado del metal. La cedencia plástica ocurre dentro de líneas de Luder pero no afuera de ellos.

**Marcas de deformación** - Líneas que son visibles en una superficie que ha sido pulida y atacada después del flujo plástico. Estas líneas definen los trazos de los planos internos en los cuales el esfuerzo cortante plástico aparece debido a un ataque en dislocaciones concentradas en la superficie cortante.

**Orejas (formado)** – La tendencia para un material que siendo plásticamente deformado (prensado del producto) presenta orillas irregulares debido a la textura del material.

**Piel de naranja** - Superficie rugosa, producida por la deformación plástica del material policristalino; Esto es causado por la anisotropía de las propiedades del flujo del cristal.

**Porcentaje de Reducción en frío (%TF)** – Es el porcentaje de reducción en frío y se refiere al % de reducción de área que para una lámina o placa esta en función de la diferencia del espesor inicial con respecto al espesor final requerido.



**Propiedades del material** – La Ley de Hooke establece que la deformación del material es proporcional al esfuerzo. Constantes elásticas, son como resortes constantes en diferentes direcciones de la estructura cristalina del material.

**Razón de Deformación ( $\epsilon$ )**– Es la relación del cambio en la longitud a la longitud original.

**Reacciones de Dislocación - Precipitado** - Los precipitados sirven como obstáculos para el movimiento de las dislocaciones y así inhiben el flujo plástico. Si los precipitados de partículas son más débiles que la matriz, pueden deformarse, produciendo un cambio en la forma de la partícula o un incremento en la densidad de dislocaciones dentro de ambos.

**Relación de Aspecto (ASPECT RATIO)** – Relación entre el eje mayor y el eje menor de una elipse equivalente al objeto (por ejemplo el grano de un acero).

# RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

**M.C. OSCAR FRANCISCO VILLARREAL VERA**

Fecha Nacimiento : 4 de Octubre de 1965  
Estado Civil : Casado  
Cédula Profesional: 1336537

## POSGRADO Y LICENCIATURA

Fecha	Estudios
Sep/99-Dic/2002	Postgrado <b>Maestría en Ingeniería Mecánica con Especialidad en Materiales</b> U. A. N. L; Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. <b>Tesis:</b> Recristalización de cinta de acero rolado en frío grado 1006 de 0.079" de espesor y 57.8% de TF y la influencia de la zona de precalentamiento en la recristalización del acero.
1983-1987	Ingeniería <b>Ingeniero Mecánico Metalúrgico</b> U. A. N. L; Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Examen Honorífico con Práctico.

## EXPERIENCIA LABORAL

Fecha	Compañía y Descripción del puesto
Jun/00 en adelante	<p data-bbox="558 406 1133 438">CINTACERO, S.A. DE C.V. - VILLACERO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="516 463 1378 555">• Gerente de Ingeniería de Servicio / División Lámina Galvanizada y Cinta de Acero rolada en frío.</li> <li data-bbox="516 576 1378 725">• Soporte Técnico al Área Comercial, Atención de reclamaciones, Servicio al Cliente involucrando visitas con los clientes principales del sector.</li> <li data-bbox="516 746 1378 895">• Desarrollo de productos en base a los requerimientos del cliente enfocados a la aplicación del grado de acero y propiedades del material.</li> <li data-bbox="516 917 1378 1008">• Impartición de cursos al área comercial, unidades de medición.</li> <li data-bbox="516 1029 1378 1229">• Participación en proyectos de Doble reducción en frío para cintas de acero rolada en frío y aplicación de alambre de alto carbón con tratamiento térmico de globulizado y duro.</li> </ul>
May-96/Jun-00	<p data-bbox="516 1310 1084 1342">Ing. de Desarrollo de Nuevos Productos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="516 1368 1378 1623">• Coordinación del desarrollo de clientes, productos nuevos o clientes de reactivación, definiendo las especificaciones del producto (cintas de acero roladas en frío) de acuerdo a Norma (DIN, SAE, ASTM, TLVW, GM, etc.)</li> <li data-bbox="516 1644 1378 1793">• Coordinación del proceso de aprobación de partes para producción (P.P.A.P.) junto con su control de especificaciones y reporte de muestra inicial (R. M. I.).</li> <li data-bbox="516 1815 1198 1847">• Desarrollo y elaboración el AMEF de proceso.</li> <li data-bbox="516 1868 1239 1904">• Desarrollo del proceso de empaque de material.</li> </ul>

Fecha	Compañía y Descripción del puesto
Sep./88 - May/96	<p data-bbox="500 300 691 331">DIRONA, S.A.</p> <ul data-bbox="500 357 1360 1064" style="list-style-type: none"><li data-bbox="500 357 1360 442">• Supervisor del área de Tratamientos Térmicos de Engranés.</li><li data-bbox="500 470 1360 783">• Coordinación del personal operativo para el control de (a) hornos de: carburizado con atmósfera controlada basándose en CH<sub>4</sub>-CO<sub>2</sub>, (b) procesos de temple por prensas hidráulicas y por inducción, (c) procesos de revenido, recocido cíclico, recocido por inducción y normalizado, (d) recubrimiento de fosfatizado.</li><li data-bbox="500 863 1360 1064">• Manejo de cartas de control X-R, controles de propiedades del material, análisis metalográfico, análisis químico (espectrometría óptica) y reporte metalúrgico de piezas procesadas.</li></ul>

