

Treball final de grau

Estudi: Grau en Arquitectura Tècnica i Edificació

Títol: Influència de la pressió del premsat i temperatura de cocció sobre la resistència a compressió i conductivitat tèrmica del maó massís ceràmic elaborat amb fangs sobrants procedents de centrals d'àrids

Document: memòria i annexes

Alumne: David Morillas Padilla

Tutor: Miquel Àngel Chamorro Trenado

Departament: d'Arquitectura i Enginyeria de la Construcció

Àrea: Construccions Arquitectòniques

Convocatòria (mes/any): setembre/2017

Índex

1.	Introducció	25
2.	Objectius.....	26
3.	Antecedents.....	27
3.1.	Antecedent específic principal	28
4.	Metodologia	31
4.1.	Primeres matèries per l'elaboració de les provetes.....	32
4.1.1.	Argila	32
4.1.2.	Fangs sobrants procedents de centrals d'àrids.....	34
4.1.3.	Sorra normalitzada	37
4.1.4.	Aigua	38
4.2.	La ceràmica	39
4.2.1.	El procés d'obtenció de la ceràmica.....	39
4.2.2.	Transformacions durant la cocció	40
4.2.3.	Tipus de ceràmica	41
5.	Desenvolupament.....	42
5.1.	Càlcul de primeres matèries	42
5.2.	Disseny i elaboració del motlle.....	45
5.3.	Disseny i elaboració del porta provetes per la caixa calenta calibrada.....	47
5.4.	Elaboració de maons ceràmics (provetes)	50
5.5.	Assaig de resistència a compressió.....	64
5.5.1.	Objectiu	64
5.5.2.	Normativa	64
5.5.3.	Material i màquines a utilitzar.....	64

5.5.4.	Proves	65
5.5.5.	Procediment amb peces senceres	66
5.5.6.	Procediment amb peces tallades	70
5.6.	Assaig per establir les propietats tèrmiques (mètode caixa calenta calibrada)	72
5.6.1.	Conceptes tèrmics	72
5.6.2.	Objectiu	73
5.6.3.	Normativa	73
5.6.4.	Material i maquinària utilitzada.....	73
5.6.5.	Procediment	76
5.6.6.	Fórmules.....	79
5.7.	Assaigs per determinar densitats.....	82
5.7.1.	Objectiu	82
5.7.2.	Normativa	82
5.7.3.	Material i maquinària	83
5.7.4.	Procediment	83
5.7.5.	Fórmules.....	85
5.8.	Anàlisi d'imatges, densitats i composició elemental mitjançant SEM-EDX	88
5.8.1.	Objectiu	88
5.8.2.	Material i maquinària	88
5.8.3.	Procediment de preparació.....	89
5.8.4.	Procediment d'observació i anàlisi.....	96
5.8.5.	Consideracions pels càlculs de porositat real	102
5.9.	Anàlisi d'estructures cristal·lines mitjançant difracció de raigs X	104
5.9.1.	Objectiu	104
5.9.2.	Material i màquines.....	104

5.9.3.	Procediment	104
6.	Resultats.....	110
6.1.	Resistència a compressió	110
6.1.1.	Provetes tallades	110
6.1.2.	Provetes senceres	121
6.2.	Propietats tèrmiques.....	147
6.3.	Densitats.....	165
6.4.	Porositat real i composició elemental mitjançant SEM-EDX.....	191
6.4.1.	Porositat real	191
6.4.2.	Composició elemental.....	203
6.5.	Estructures cristal·lines mitjançant difracció de raigs X.....	210
6.6.	Comparativa de resistència a compressió i conductivitat tèrmica.....	220
7.	Conclusions	222
7.1.	Resistència a compressió	222
7.2.	Propietats tèrmiques.....	223
7.3.	Densitat aparent i relativa, absorció, i porositat i compacitat relativa.....	224
7.4.	Porositat real i microanàlisis	226
7.5.	Estructures cristal·lines.....	227
7.6.	Conclusions finals.....	228
8.	Propostes d'investigació	229
9.	Referències bibliogràfiques.....	230
9.1.	Articles i congressos.....	230
9.2.	Treballs finals de grau i tesines.....	232
9.3.	Normativa	232
9.4.	Altres	233

10.	Agraïments.....	234
11.	Annexes	235
11.1.	Especejament del motlle d'acer i els suplementes	235
11.2.	Mesures de les provetes desemmotllades, assecades i cuites.....	237
11.3.	Gràfiques de resistència a compressió (provetes tallades).....	255
11.4.	Gràfiques de resistència a compressió fins a 180t (provetes senceres)	277
11.5.	Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada	296
11.6.	Imatges SEM-MER.....	334
11.7.	Composició elemental	372
11.8.	Difractogrames.....	391
11.9.	Fitxa tècnica del maó de Piera	410

Índex de figures

Figura 1. Instal·lacions d'Argiles Colades S.A.....	33
Figura 2. Sac d'argila PEN-F.....	33
Figura 3. Final del procés quan el fang surt de la premsa.....	34
Figura 4. Zona de recollida de fangs a Àrids Guixeras S.A.	34
Figura 5. Fangs humits trossejats	35
Figura 6. Fangs secs	35
Figura 7. Fangs picats a mà.....	36
Figura 8. Molí.....	36
Figura 9. Picant fangs	36
Figura 10. Fang picat	36
Figura 11. Sac de sorra normalitzada	37
Figura 12. Mesura de clor, brom i pH amb reactius.....	38
Figura 13. Resultat de l'assaig de pH amb pH-metre	38
Figura 14. Procés de soldat de la platina reforçada	46
Figura 15. Procés de soldat del motlle	46
Figura 16. Posicionat de marc abans d'encolar.....	47
Figura 17. Tapa de caixa de fusta.....	47
Figura 18. Tapes de fusta foradades.....	48
Figura 19. Posicionat del suro sobre la tapa	48
Figura 20. Encolat del marc amb la tapa i làmina de suro.....	48
Figura 21. Tapa de caixa acabada.....	49
Figura 22. Caixa acabada	49
Figura 23. Pesat de l'argila (1)	51
Figura 24. Pesat de l'argila (2)	51
Figura 25. Pesat del fang	51
Figura 26. Pesat de la sorra.....	51
Figura 27. Proveta amb 1053 ml d'aigua.....	52
Figura 28. Mesclat dels materials i afegit d'aigua amb proveta	53
Figura 29. Neteja de capçals i paret de mescladora durant l'amassat.....	53

Figura 30. Amassada acabada	54
Figura 31. Pesat de massa per a una proveta.....	54
Figura 32. Oli desencofrant.....	54
Figura 33. Preparació del motlle a la premsa.....	55
Figura 34. Platina de premsat amb desencofrant.....	55
Figura 35. Mescla abocada al motlle.....	55
Figura 36. Mescla regularitzada al motlle.....	55
Figura 37. Platina de premsat col·locada al motlle.....	56
Figura 38. Segona platina col·locada.....	56
Figura 39. Premsat	57
Figura 40. Elevat de motlle amb eslinga	58
Figura 41. Col·locació de marc obert	58
Figura 42. Dessemotllat	58
Figura 43. Proveta dessemotllada sota platina	58
Figura 44. Proveta dessemotllada (1)	59
Figura 45. Proveta dessemotllada (2)	59
Figura 46. Mesurat de la llargada.....	60
Figura 47. Mesurat de l'amplada.....	60
Figura 48. Mesurat del gruix	60
Figura 49. Estufa.....	61
Figura 50. Proveta assecada	61
Figura 51. Forn	63
Figura 52. Peces seques col·locades al forn.....	63
Figura 53. Peces cuites al forn.....	63
Figura 54. Provetes PIERA refrontades	65
Figura 55. Prova d'assaig amb proveta de PIERA refrontada	65
Figura 56. Proveta de PIERA refrontada després de l'assaig.....	66
Figura 57. Proveta de PIERA sense refrontar després de l'assaig	66
Figura 58. Provetes senceres i tallades en estufa	67
Figura 59. Màquina d'assaigs a compressió	67
Figura 60. Transductor i peu imantat.....	67

Figura 61. Escàner de dades per transductors.....	67
Figura 62. Proveta i transductors col·locats a la premsa.....	68
Figura 63. Transductor en contacte amb proveta.....	68
Figura 64. Lectura de la premsa durant un assaig.....	69
Figura 65. Lectura de l'escàner dels transductors durant un assaig.....	69
Figura 66. Marcatge de tall de provetes.....	70
Figura 67. Tallat de provetes amb serra circular.....	70
Figura 68. Proveta tallada de PIERA durant l'assaig (1).....	71
Figura 69. Proveta tallada de PIERA durant l'assaig (2).....	71
Figura 70. Equip complet de caixa tèrmica calibrada.....	74
Figura 71. Regulador de temperatura.....	75
Figura 72. Enregistrator de dades dels termoparells.....	75
Figura 73. Cambra freda.....	75
Figura 74. Cambra calenta.....	75
Figura 75. Proveta a caixa porta provetes oberta.....	76
Figura 76. Proveta a caixa porta provetes tancada.....	76
Figura 77. Col·locació de termoparell a cara freda.....	77
Figura 78. Termoparell col·locat a cara freda.....	77
Figura 79. Col·locació de termoparell a cara calenta.....	77
Figura 80. Termoparell col·locat a cara calenta.....	77
Figura 81. Caixa calenta calibrada en funcionament.....	78
Figura 82. Recopilació de dades a través del programari de l'enregistrator de dades.....	78
Figura 83. Provetes submergides en aigua.....	84
Figura 84. Retirada d'aigua superficial amb paper higiènic.....	84
Figura 85. Pesada a l'aire de proveta saturada d'aigua.....	84
Figura 86. Col·locació de proveta dins l'aigua a la balança.....	85
Figura 87. Pesada en aigua de proveta saturada d'aigua.....	85
Figura 88. Mostres tallades i assecades (1).....	89
Figura 89. Mostres tallades i assecades (2).....	89
Figura 90. Tallat de mostres amb serra circular petita.....	90
Figura 91. Mostres tallades.....	90

Figura 92. Assecat de mostres en estufa	90
Figura 93. Motlles d'inclusió	90
Figura 94. Mostra amb clip col·locat.....	91
Figura 95. Mostres col·locades al motlle	91
Figura 96. Mescla de resina epòxid i catalitzador.....	91
Figura 97. Emplenat de motlles amb la resina	91
Figura 98. Fent el buit a les mostres incloses	92
Figura 99. Mostra en motlle després del curat	92
Figura 100. Mostra desemmotllada.....	92
Figura 101. Primer polit de mostres	93
Figura 102. Mostra en procés de polit.....	93
Figura 103. Papers de polit (1).....	93
Figura 104. Papers de polit (2).....	93
Figura 105. Màquina de polit mitjançant suspensió aquosa amb alumina	94
Figura 106. Alumina de les tres diferents granulometries.....	94
Figura 107. Màquina per netejar amb ultrasons	94
Figura 108. Mostres polides.....	95
Figura 109. Mostres amb porta mostres.....	95
Figura 110. Màquina per fer l'evaporat de carboni	95
Figura 111. Mostra amb evaporat de carboni.....	95
Figura 112. Fent les pistes de plata col·loïdal (1).....	96
Figura 113. Fent pistes de plata col·loïdal (2)	96
Figura 114. Equip del microscopi SEM-MER	96
Figura 115. Col·locació de mostres al microscopi SEM-MER.....	96
Figura 116. Observació amb microscopi SEM-MER	97
Figura 117. Processat d'imatges.....	97
Figura 118. Exemple imatge SE.....	98
Figura 119. Exemple imatge BSE	98
Figura 120. Exemple imatge amb "threshold" aplicat	99
Figura 121. Aplicació de "threshold" amb programa ImageJ	99
Figura 122. Càlcul d'àrees amb programa ImageJ.....	100

Figura 123. Execució de microanàlisi.....	100
Figura 124. Exemple de microanàlisi amb gràfica ampliada.....	101
°	102
Figura 126. Imatges per anàlisi de porus SE vs BSE	103
Figura 127. Trencat de mostra amb martell.....	105
Figura 128. Triturat de la mostra amb martell.....	105
Figura 129. Mostra triturada.....	106
Figura 130. Màquina de molturar	106
Figura 131. Mostra i bola de tungstè col·locades a la màquina de molturar	107
Figura 132. Mostra molturada	107
Figura 133. Abocat de mostra al pot	107
Figura 134. Mostra de pols en porta mostres	108
Figura 135. Col·locació de mostra al difractòmetre	108
Figura 136. Difractòmetre en funcionament	108
Figura 137. Lectura del difractòmetre en funcionament.....	108
Figura 138. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (1).....	116
Figura 139. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (2).....	116
Figura 140. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (3).....	116
Figura 141. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (4).....	116
Figura 142. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (5).....	116
Figura 143. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (6).....	116
Figura 144. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (7).....	117
Figura 145. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (8).....	117
Figura 146. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (9).....	117
Figura 147. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (10).....	117
Figura 148. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (11).....	117
Figura 149. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (12).....	117
Figura 150. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (13).....	118
Figura 151. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (14).....	118
Figura 152. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (15).....	118
Figura 153. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (16).....	118

Figura 154. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (17).....	118
Figura 155. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (18).....	118
Figura 156. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (19).....	119
Figura 157. Assaig de resistència a compressió PF409004 (1).....	139
Figura 158. Assaig de resistència a compressió PF409004 (2).....	139
Figura 159. Assaig de resistència a compressió PF409004 (3).....	139
Figura 160. Assaig de resistència a compressió PF409004 (4).....	139
Figura 161. Assaig de resistència a compressió PF409004 (5).....	139
Figura 162. Assaig de resistència a compressió PF409004 (6).....	139
Figura 163. Assaig de resistència a compressió PF409004 (7).....	140
Figura 164. Assaig de resistència a compressió PF409004 (8).....	140
Figura 165. Assaig de resistència a compressió PF409004 (9).....	140
Figura 166. Assaig de resistència a compressió PF409004 (10).....	140
Figura 167. Assaig de resistència a compressió PF409004 (11).....	140
Figura 168. Assaig de resistència a compressió PF409004 (12).....	140
Figura 169. Assaig de resistència a compressió PF409004 (13).....	141
Figura 170. Assaig de resistència a compressió PF409004 (14).....	141
Figura 171. Assaig de resistència a compressió PF409004 (15).....	141
Figura 172. Assaig de resistència a compressió PF409004 (16).....	141
Figura 173. Assaig de resistència a compressió PF409004 (17).....	141
Figura 174. Assaig de resistència a compressió PF409004 (18).....	141
Figura 175. Assaig de resistència a compressió PF409004 (19).....	142
Figura 176. Assaig de resistència a compressió PF409004 (20).....	142
Figura 177. Assaig de resistència a compressió PF409004 (21).....	142
Figura 178. Assaig de resistència a compressió PF409004 (22).....	142
Figura 179. Assaig de resistència a compressió PF409004 (23).....	142
Figura 180. Assaig de resistència a compressió PF409004 (24).....	142
Figura 181. Assaig de resistència a compressió PF409004 (25).....	143
Figura 182. Assaig de resistència a compressió PF409004 (26).....	143
Figura 183. Assaig de resistència a compressió PF409004 (27).....	143
Figura 184. Assaig de resistència a compressió PF409004 (28).....	143

Figura 185. Especejament del motle d'acer	235
Figura 186. Especejament suplement del motle d'acer	236
Figura 187. Imatges BSE a 200 augments PA30850	334
Figura 188. Imatges SE a 200 i 50 augments PA30850	335
Figura 189. Imatges BSE a 200 augments PA30900	336
Figura 190. Imatges SE a 200 i 50 augments PA30900	337
Figura 191. Imatges BSE a 200 augments PA30950	338
Figura 192. Imatges SE a 200 i 50 augments PA30950	339
Figura 193. Imatges BSE a 200 augments PA40850	340
Figura 194. Imatges SE a 200 i 50 augments PA40850	341
Figura 195. Imatges BSE a 200 augments PA40900	342
Figura 196. Imatges SE a 200 i 50 augments PA40900	343
Figura 197. Imatges BSE a 200 augments PA40950	344
Figura 198. Imatges SE a 200 i 50 augments PA40950	345
Figura 199. Imatges BSE a 200 augments PA50850	346
Figura 200. Imatges SE a 200 i 50 augments PA50850	347
Figura 201. Imatges BSE a 200 augments PA50900	348
Figura 202. Imatges SE a 200 i 50 augments PA50900	349
Figura 203. Imatges BSE a 200 augments PA50950	350
Figura 204. Imatges SE a 200 i 50 augments PA50950	351
Figura 205. Imatges BSE a 200 augments PF30850	352
Figura 206. Imatges SE a 200 i 50 augments PF30850	353
Figura 207. Imatges BSE a 200 augments PF30900	354
Figura 208. Imatges SE a 200 i 50 augments PF30900	355
Figura 209. Imatges BSE a 200 augments PF30950	356
Figura 210. Imatges SE a 200 i 50 augments PF30950	357
Figura 211. Imatges BSE a 200 augments PF40850	358
Figura 212. Imatges SE a 200 i 50 augments PF40850	359
Figura 213. Imatges BSE a 200 augments PF40900	360
Figura 214. Imatges SE a 200 i 50 augments PF40900	361
Figura 215. Imatges BSE a 200 augments PF40950	362

Figura 216. Imatges SE a 200 i 50 augments PF40950	363
Figura 217. Imatges BSE a 200 augments PF50850	364
Figura 218. Imatges SE a 200 i 50 augments PF50850	365
Figura 219. Imatges BSE a 200 augments PF50900	366
Figura 220. Imatges SE a 200 i 50 augments PF50900	367
Figura 221. Imatges BSE a 200 augments PF50950	368
Figura 222. Imatges SE a 200 i 50 augments PF50950	369
Figura 223. Imatges BSE a 200 augments PIERA	370
Figura 224. Imatges SE a 200 i 50 augments PIERA.....	371
Figura 225. Fitxa tècnica del maó de Piera	410

Índex de gràfiques

Gràfica 1. Rang de la distribució granulomètrica segons DIN EN 196-1.....	37
Gràfica 3. Força-Posició del premsat (exemple a 50 kg/cm ²) Font. David Morillas.....	57
Gràfica 2. Cicle de cocció amb temperatura màxima de 850°C	62
Gràfica 3. Cicle de cocció amb temperatura màxima de 900°C	62
Gràfica 4. Cicle de cocció amb temperatura màxima de 950°C.....	62
Gràfica 5. Exemple de difractograma.....	109
Gràfica 6. Resistència a compressió sèrie PA30, PF30 i PIERA.....	112
Gràfica 7. Resistència a compressió sèrie PA40, PF40 i PIERA.....	113
Gràfica 8. Resistència a compressió sèrie PA50, PF50 i PIERA.....	113
Gràfica 9. Resistència a compressió sèrie PA (1)	114
Gràfica 10. Resistència a compressió sèrie PA (2)	114
Gràfica 11. Resistència a compressió sèrie PF (1).....	115
Gràfica 12. Resistència a compressió sèrie PF (2).....	115
Gràfica 13. Deformació unitària a 180t sèrie PA30, PF30 i PIERA.....	123
Gràfica 14. Deformació unitària a 180t sèrie PA40, PF40 i PIERA.....	124
Gràfica 15. Deformació unitària a 180t sèrie PA50, PF50 i PIERA.....	124
Gràfica 16. Deformació unitària a 180t sèrie PA (1)	125
Gràfica 17. Deformació unitària a 180t sèrie PA (2)	125
Gràfica 18. Deformació unitària a 180t sèrie PF (1)	126
Gràfica 19. Deformació unitària a 180t sèrie PF (2)	126
Gràfica 20. Comparativa gràfiques resistència a compressió fins 180t sèrie PA30 i PIERA	127
Gràfica 21. Comparativa gràfiques resistència a compressió fins 180t sèrie PA40 i PIERA	128
Gràfica 22. Comparativa gràfiques resistència a compressió fins 180t sèrie PA50 i PIERA	129
Gràfica 23. Comparativa gràfiques resistència a compressió fins 180t sèrie PF30 i PIERA	130
Gràfica 24. Comparativa gràfiques resistència a compressió fins 180t sèrie PF40 i PIERA	131
Gràfica 25. Comparativa gràfiques resistència a compressió fins 180t sèrie PF50 i PIERA	132
Gràfica 26. Comparativa gràfiques resistència a compressió fins 180t sèrie PA__850 i PIERA ..	133
Gràfica 27. Comparativa gràfiques resistència a compressió fins 180t sèrie PA__900 i PIERA ..	134
Gràfica 28. Comparativa gràfiques resistència a compressió fins 180t sèrie PA__950 i PIERA ..	135

Gràfica 29. Comparativa gràfiques resistència a compressió fins 180t sèrie PF__850 i PIERA ..	136
Gràfica 30. Comparativa gràfiques resistència a compressió fins 180t sèrie PF__900 i PIERA ..	137
Gràfica 31. Comparativa gràfiques resistència a compressió fins 180t sèrie PF__950 i PIERA ..	138
Gràfica 32. Conductivitat tèrmica sèrie PA30, PF30 i PIERA	150
Gràfica 33. Conductivitat tèrmica sèrie PA40, PF40 i PIERA	150
Gràfica 34. Conductivitat tèrmica sèrie PA50, PF50 i PIERA	151
Gràfica 35. Conductivitat tèrmica sèrie PA (1).....	151
Gràfica 36. Conductivitat tèrmica sèrie PA (2).....	152
Gràfica 37. Conductivitat tèrmica sèrie PF (1).....	152
Gràfica 38. Conductivitat tèrmica sèrie PF (2).....	153
Gràfica 39. Transmitància tèrmica sèrie PA30, PF30 i PIERA.....	154
Gràfica 40. Transmitància tèrmica sèrie PA40, PF40 i PIERA.....	154
Gràfica 41. Transmitància tèrmica sèrie PA50, PF50 i PIERA.....	155
Gràfica 42. Transmitància tèrmica sèrie PA (1).....	155
Gràfica 43. Transmitància tèrmica sèrie PA (2).....	156
Gràfica 44. Transmitància tèrmica sèrie PF (1)	156
Gràfica 45. Transmitància tèrmica sèrie PF (2)	157
Gràfica 46. Flux de calor sèrie PA30, PF30 i PIERA	158
Gràfica 47. Flux de calor sèrie PA40, PF40 i PIERA	159
Gràfica 48. Flux de calor sèrie PA50, PF50 i PIERA	159
Gràfica 49. Flux de calor sèrie PA (1)	160
Gràfica 50. Flux de calor sèrie PA (2)	160
Gràfica 51. Flux de calor sèrie PF (1).....	161
Gràfica 52. Flux de calor sèrie PF (2).....	161
Gràfica 53. Densitat aparent sèrie PA30, PF30 i PIERA	168
Gràfica 54. Densitat aparent sèrie PA40, PF40 i PIERA	168
Gràfica 55. Densitat aparent sèrie PA50, PF50 i PIERA	169
Gràfica 56. Densitat aparent sèrie PA (1).....	169
Gràfica 57. Densitat aparent sèrie PA (2).....	170
Gràfica 58. Densitat aparent sèrie PF (1).....	170
Gràfica 59. Densitat aparent sèrie PF (2).....	171

Gràfica 60. Densitat relativa sèrie PA30, PF30 i PIERA	172
Gràfica 61. Densitat relativa sèrie PA40, PF40 i PIERA	172
Gràfica 62. Densitat relativa sèrie PA50, PF50 i PIERA	173
Gràfica 63. Densitat relativa sèrie PA (1)	173
Gràfica 64. Densitat relativa sèrie PA (2)	174
Gràfica 65. Densitat relativa sèrie PF (1)	174
Gràfica 66. Densitat relativa sèrie PF (2)	175
Gràfica 67. Absorció sèrie PA30, PF30 i PIERA	176
Gràfica 68. Absorció sèrie PA40, PF40 i PIERA	176
Gràfica 69. Absorció sèrie PA50, PF50 i PIERA	177
Gràfica 70. Absorció sèrie PA (1).....	177
Gràfica 71. Absorció sèrie PA (2).....	178
Gràfica 72. Absorció sèrie PF (1).....	178
Gràfica 73. Absorció sèrie PF (2).....	179
Gràfica 74. Porositat relativa sèrie PA30, PF30 i PIERA.....	180
Gràfica 75. Porositat relativa sèrie PA40, PF40 i PIERA.....	180
Gràfica 76. Porositat relativa sèrie PA50, PF50 i PIERA.....	181
Gràfica 77. Porositat relativa sèrie PA (1)	181
Gràfica 78. Porositat relativa sèrie PA (2)	182
Gràfica 79. Porositat relativa sèrie PF (1)	182
Gràfica 80. Porositat relativa sèrie PF (2)	183
Gràfica 81. Compacitat relativa sèrie PA30, PF30 i PIERA.....	184
Gràfica 82. Compacitat relativa sèrie PA40, PF40 i PIERA.....	184
Gràfica 83. Compacitat relativa sèrie PA50, PF50 i PIERA.....	185
Gràfica 84. Compacitat relativa sèrie PA (1)	185
Gràfica 85. Compacitat relativa sèrie PA (2)	186
Gràfica 86. Compacitat relativa sèrie PF (1).....	186
Gràfica 87. Compacitat relativa sèrie PF (2).....	187
Gràfica 88. Porositat real sèrie PA30, PF30 i PIERA	198
Gràfica 89. Porositat real sèrie PA40, PF40 i PIERA	198
Gràfica 90. Porositat real sèrie PA50, PF50 i PIERA	199

Gràfica 91. Porositat real sèrie PA (1).....	199
Gràfica 92. Porositat real sèrie PA (2).....	200
Gràfica 93. Porositat real sèrie PF (1).....	200
Gràfica 94. Porositat real sèrie PF (2).....	201
Gràfica 95. Difractograma ampliat i estructures cristal·lines PA30900	210
Gràfica 96. Difractograma ampliat i estructures cristal·lines PIERA	210
Gràfica 97. Comparativa difractogrames PA30	211
Gràfica 98. Comparativa difractogrames PA40	212
Gràfica 99. Comparativa difractogrames PA50	213
Gràfica 100. Comparativa difractogrames PF30	214
Gràfica 101. Comparativa difractogrames PF40	215
Gràfica 102. Comparativa difractogrames PF50	216
Gràfica 103. Comparativa difractogrames PA i PIERA.....	217
Gràfica 104. Comparativa difractogrames PF	218
Gràfica 105. Comparativa difractogrames PA, PF i PIERA	219
Gràfica 106. Comparativa resistència compressió-conductivitat tèrmica PA i PIERA (1).....	220
Gràfica 107. Comparativa resistència compressió-conductivitat tèrmica PA i PIERA (2).....	220
Gràfica 108. Comparativa resistència compressió-conductivitat tèrmica PF i PIERA (1).....	221
Gràfica 109. Gràfiques resistència a compressió PA30850_1.....	255
Gràfica 110. Gràfiques resistència a compressió PA30900_1.....	256
Gràfica 111. Gràfiques resistència a compressió PA30950_1.....	257
Gràfica 112. Gràfiques resistència a compressió PA40850_1.....	258
Gràfica 113. Gràfiques resistència a compressió PA40900_1.....	259
Gràfica 114. Gràfiques resistència a compressió PA40900_2.....	260
Gràfica 115. Gràfiques resistència a compressió PA40950_1.....	261
Gràfica 116. Gràfiques resistència a compressió PA50850_1.....	262
Gràfica 117. Gràfiques resistència a compressió PA50900_1.....	263
Gràfica 118. Gràfiques resistència a compressió PA50950_1.....	264
Gràfica 119. Gràfiques resistència a compressió PF30850_1.....	265
Gràfica 120. Gràfiques resistència a compressió PF30900_1.....	266
Gràfica 121. Gràfiques resistència a compressió PF30950_1.....	267

Gràfica 122. Gràfiques resistència a compressió PF40850_1	268
Gràfica 123. Gràfiques resistència a compressió PF40900_1	269
Gràfica 124. Gràfiques resistència a compressió PF40900_2	270
Gràfica 125. Gràfiques resistència a compressió PF40950_1	271
Gràfica 126. Gràfiques resistència a compressió PF50850_1	272
Gràfica 127. Gràfiques resistència a compressió PF50900_1	273
Gràfica 128. Gràfiques resistència a compressió PF50950_1	274
Gràfica 129. Gràfiques resistència a compressió PIERA_1	275
Gràfica 130. Gràfiques resistència a compressió PIERA_2	276
Gràfica 131. Gràfiques resistència a compressió PA30850_.....	277
Gràfica 132. Gràfiques resistència a compressió PA30900_.....	278
Gràfica 133. Gràfiques resistència a compressió PA30950_.....	279
Gràfica 134. Gràfiques resistència a compressió PA40850_.....	280
Gràfica 135. Gràfiques resistència a compressió PA40900_.....	281
Gràfica 136. Gràfiques resistència a compressió PA40950_.....	282
Gràfica 137. Gràfiques resistència a compressió PA50850_.....	283
Gràfica 138. Gràfiques resistència a compressió PA50900_.....	284
Gràfica 139. Gràfiques resistència a compressió PA50950_.....	285
Gràfica 140. Gràfiques resistència a compressió PF30850_.....	286
Gràfica 141. Gràfiques resistència a compressió PF30900_.....	287
Gràfica 142. Gràfiques resistència a compressió PF30950_.....	288
Gràfica 143. Gràfiques resistència a compressió PF40850_.....	289
Gràfica 144. Gràfiques resistència a compressió PF40900_.....	290
Gràfica 145. Gràfiques resistència a compressió PF40950_.....	291
Gràfica 146. Gràfiques resistència a compressió PF50850_.....	292
Gràfica 147. Gràfiques resistència a compressió PF50900_.....	293
Gràfica 148. Gràfiques resistència a compressió PF50950_.....	294
Gràfica 149. Gràfiques resistència a compressió PIERA_.....	295
Gràfica 150. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PA30850_ (1)	296
Gràfica 151. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PA30850_ (2)	297
Gràfica 152. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PA30900_ (1)	298

Gràfica 153. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PA30900_ (2)	299
Gràfica 154. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PA30950_ (1)	300
Gràfica 155. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PA30950_ (2)	301
Gràfica 156. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PA40850_ (1)	302
Gràfica 157. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PA40850_ (2)	303
Gràfica 158. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PA40900_ (1)	304
Gràfica 159. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PA40900_ (2)	305
Gràfica 160. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PA40950_ (1)	306
Gràfica 161. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PA40950_ (2)	307
Gràfica 162. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PA50850_ (1)	308
Gràfica 163. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PA50850_ (2)	309
Gràfica 164. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PA50900_ (1)	310
Gràfica 165. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PA50900_ (2)	311
Gràfica 166. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PA50950_ (1)	312
Gràfica 167. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PA50950_ (2)	313
Gràfica 168. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PF30850_ (1)	314
Gràfica 169. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PF30850_ (2)	315
Gràfica 170. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PF30900_ (1)	316
Gràfica 171. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PF30900_ (2)	317
Gràfica 172. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PF30950_ (1)	318
Gràfica 173. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PF30950_ (2)	319
Gràfica 174. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PF40850_ (1)	320
Gràfica 175. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PF40850_ (2)	321
Gràfica 176. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PF40900_ (1)	322
Gràfica 177. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PF40900_ (2)	323
Gràfica 178. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PF40950_ (1)	324
Gràfica 179. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PF40950_ (2)	325
Gràfica 180. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PF50850_ (1)	326
Gràfica 181. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PF50850_ (2)	327
Gràfica 182. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PF50900_ (1)	328
Gràfica 183. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PF50900_ (2)	329

Gràfica 184. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PF50950_ (1)	330
Gràfica 185. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PF50950_ (2)	331
Gràfica 186. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PIERA_ (1)	332
Gràfica 187. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PIERA_ (2)	333
Gràfica 188. Difractograma PA30850.....	391
Gràfica 189. Difractograma PA30900.....	392
Gràfica 190. Difractograma PA30950.....	393
Gràfica 191. Difractograma PA40850.....	394
Gràfica 192. Difractograma PA40900.....	395
Gràfica 193. Difractograma PA40950.....	396
Gràfica 194. Difractograma PA50850.....	397
Gràfica 195. Difractograma PA50900.....	398
Gràfica 196. Difractograma PA50950.....	399
Gràfica 197. Difractograma PF30850.....	400
Gràfica 198. Difractograma PF30900.....	401
Gràfica 199. Difractograma PF30950.....	402
Gràfica 200. Difractograma PF40850.....	403
Gràfica 201. Difractograma PF40900.....	404
Gràfica 202. Difractograma PF40950.....	405
Gràfica 203. Difractograma PF50850.....	406
Gràfica 204. Difractograma PF50900.....	407
Gràfica 205. Difractograma PF50950.....	408
Gràfica 206. Difractograma PIERA	409

Índex de gràfiques-taula

Gràfica-taula 7. Microanàlisi per anàlisi de porus EDX (1)	102
Gràfica-taula 7. Microanàlisi per anàlisi de porus EDX (2)	103
Gràfica-taula 1. Microanàlisis EDX PA30	203
Gràfica-taula 2. Microanàlisis EDX PA40	204
Gràfica-taula 3. Microanàlisis EDX PA50	205
Gràfica-taula 4. Microanàlisis EDX PF30	206
Gràfica-taula 5. Microanàlisis EDX PF40	207
Gràfica-taula 6. Microanàlisis EDX PF50	208
Gràfica-taula 7. Microanàlisis EDX PIERA	209
Gràfica-taula 8. Microanàlisis EDX PA30850	372
Gràfica-taula 9. Microanàlisis EDX PA30900	373
Gràfica-taula 10. Microanàlisis EDX PA30950	374
Gràfica-taula 11. Microanàlisis EDX PA40850	375
Gràfica-taula 12. Microanàlisis EDX PA40900	376
Gràfica-taula 13. Microanàlisis EDX PA40950	377
Gràfica-taula 14. Microanàlisis EDX PA50850	378
Gràfica-taula 15. Microanàlisis EDX PA50900	379
Gràfica-taula 18. Microanàlisis EDX PA50950	380
Gràfica-taula 17. Microanàlisis EDX PF30850	381
Gràfica-taula 18. Microanàlisis EDX PF30900	382
Gràfica-taula 19. Microanàlisis EDX PF30950	383
Gràfica-taula 20. Microanàlisis EDX PF40850	384
Gràfica-taula 21. Microanàlisis EDX PF40900	385
Gràfica-taula 22. Microanàlisis EDX PF40950	386
Gràfica-taula 23. Microanàlisis EDX PF50850	387
Gràfica-taula 24. Microanàlisis EDX PF50900	388
Gràfica-taula 25. Microanàlisis EDX PF50950	389
Gràfica-taula 26. Microanàlisis EDX PIERA	390

Índex de taules

Taula 1. Composició química argila PEN-F.....	33
Taula 2. Granulometria de sorra normalitzada	37
Taula 3. Pes, volum i dimensions provetes desemmotllades TFG-Canal	43
Taula 4. Dosificacions de les amassades	44
Taula 5. Material per les amassades.....	44
Taula 6. Cicles de cocció	61
Taula 7. Resistència a compressió sèrie PA	110
Taula 8. Resistència a compressió sèrie PF	111
Taula 9. Resistència a compressió PIERA.....	111
Taula 10. Resum resistència a compressió PA	112
Taula 11. Resum resistència a compressió PF	112
Taula 12. Deformació a 180t PA	121
Taula 13. Deformació a 180t PF	122
Taula 14. Deformació a 180t PIERA	122
Taula 15. Resum deformació unitària a 180t PA	123
Taula 16. Resum deformació unitària a 180t PF	123
Taula 17. Propietats tèrmiques PA	147
Taula 18. Propietats tèrmiques PF.....	148
Taula 19. Propietats tèrmiques PIERA.....	149
Taula 20. Resum conductivitat tèrmica PA.....	149
Taula 21. Resum conductivitat tèrmica PF.....	149
Taula 22. Resum transmitància tèrmica PA	153
Taula 23. Resum transmitància tèrmica PF.....	153
Taula 24. Resum flux de calor PA.....	157
Taula 25. Resum flux de calor PF	158
Taula 26. Densitat aparent i relativa, absorció, porositat i compacitat relativa PA	165
Taula 27. Densitat aparent i relativa, absorció, porositat i compacitat relativa PF	166
Taula 28. Densitat aparent i relativa, absorció, porositat i compacitat relativa PIERA	167
Taula 29. Resum densitat aparent PA.....	167

Taula 30. Resum densitat aparent PF	167
Taula 31. Resum densitat relativa PA	171
Taula 32. Resum densitat relativa PF	171
Taula 33. Resum absorció PA.....	175
Taula 34. Resum absorció PF.....	175
Taula 35. Resum porositat relativa PA	179
Taula 36. Resum porositat relativa PF	179
Taula 37. Resum compacitat relativa PA	183
Taula 38. Resum compacitat relativa PF.....	183
Taula 39. Porositat real PA30	191
Taula 40. Porositat real PA40	192
Taula 41. Porositat real PA50	193
Taula 42. Porositat real PF30.....	194
Taula 43. Porositat real PF40.....	195
Taula 44. Porositat real PF50.....	196
Taula 45. Porositat real PIERA	197
Taula 46. Resum porositat real PA	197
Taula 47. Resum porositat real PF.....	197
Taula 43. Mesures PA30850.....	237
Taula 43. Mesures PA30900.....	238
Taula 43. Mesures PA30950.....	239
Taula 44. Mesures PA40850.....	240
Taula 44. Mesures PA40900.....	241
Taula 44. Mesures PA40950.....	242
Taula 55. Mesures PA50850.....	243
Taula 55. Mesures PA50900.....	244
Taula 55. Mesures PA50950.....	245
Taula 43. Mesures PF30850.....	246
Taula 43. Mesures PF30900.....	247
Taula 43. Mesures PF30950.....	248
Taula 44. Mesures PF40850.....	249

Taula 44. Mesures PF40900	250
Taula 44. Mesures PF40950	251
Taula 55. Mesures PF50850	252
Taula 55. Mesures PF50900	253
Taula 55. Mesures PF50950	254
Taula 55. Mesures PIERA.....	254

1. Introducció

Actualment en el món de la construcció hi ha moltes investigacions obertes a nous materials i especialment, amb materials reciclats.

En aquest treball, del molt ampli ventall de possibilitats de investigació sostenible, s'ha triat la ceràmica, un material molt important dins la història de la construcció.

Fa uns anys enrere, es va començar a investigar sobre l'aprofitament de fangs obtinguts per la neteja d'àrids per a la fabricació de ceràmica.

A partir de llavors, des de la Universitat de Girona, alumnes i professors d'Arquitectura Tècnica varen seguir estudiant l'aplicació d'aquests fangs fins a dia d'avui.

2. Objectius

L'objectiu principal del treball és l'ampliació dels estudis fets anteriorment els quals es detallen en l'apartat d'antecedents, i més concretament el d'en Jordi Canal.

Aquesta ampliació es vol dur a terme fent un estudi de la influència de la pressió del premsat i temperatura de cocció sobre la resistència a la compressió i conductivitat tèrmica del maó massís ceràmic massís fabricat amb fangs procedents de central d'àrids.

Es volen calcular densitats i porositats de la ceràmica fabricada per estudiar la seva relació amb la resistència a compressió i les propietats.

S'analitzaran mostres amb microscopi electrònic de rastreig, per calcular porositats i conèixer la composició química elemental.

Per acabar, també es farà difracció de raigs X per analitzar les estructures cristal·lines.

3. Antecedents

Aquest treball té com a antecedents específics els següents treballs finals de grau fets per alumnes d'Arquitectura Tècnica de la Universitat de Girona:

- *El reaprofitament dels fangs sobrants d'una central d'àrids per la seva aplicació a la construcció*, fet per Bjorn Erik Berthelsen i Francesc Xavier Janer (2012). D'ara en endavant, *TFG-Berthelsen-Janer*.
- *Reaprofitament dels fangs sobrants d'una central d'àrids per, a la fabricació de rajols i rajoles*, fet per Jordi Martil Soria i Arnau Mestre Reus (2014). D'ara en endavant, *TFG-Martil-Reus*.
- *Ampliació i perfeccionament de l'estudi de l'obtenció de peces ceràmiques a partir de l'aprofitament dels fangs sobrants d'una central d'àrids*, fet per Marc Vergeli (2015). D'ara en endavant, *TFG-Vergeli*.
- *La influència de la pressió de fabricació i del canvi de temperatura de cocció en les propietats de la ceràmica porosa fabricada amb fangs procedents de central d'àrids*, fet per Josep Cortals i Albert Lozano (2015). D'ara en endavant, *TFG-Cortals-Lozano*.
- *Influència de la pressió de fabricació i temperatura de cocció en la resistència a compressió i conductivitat tèrmica de la ceràmica porosa fabricada amb fangs procedents de centrals d'àrids*, fet per Jordi Canal (2016). D'ara en endavant, *TFG-Canal*.

Cal destacar un altre antecedent específic, la tesina *Estudi de l'aprofitament de subproductes industrials procedents del tractament d'àrids com a matèria primera ceràmica*, feta per Isaura Oliver Graells (2011).

També hi ha varis articles i estudis relacionats amb aquest treball i els abans esmentats.

En el treball final de grau *TFG-Canal* es descriuen detalladament els antecedents esmenats dels treballs finals de grau anteriors, la tesina, articles i altres estudis.

3.1. Antecedent específic principal

L'antecedent específic principal és el treball final de grau *TFG-Canal*.

L'objectiu principal era fer un estudi de la conductivitat tèrmica i el comportament de la ceràmica amb pressions de fabricació de 30kg/cm², 40kg/cm² i 50kg/cm² i les temperatures de cocció de 800°C a 950°C amb intervals de 50°C. Realitzant l'estudi tèrmic mitjançant l'assaig de la Caixa calenta calibrada amb la caixa actual al laboratori de la UDG i fabricant una nova caixa millorant les prestacions de l'anterior comparant els resultats de les dues caixes.

Es van realitzar assaigs de densitat l'assaig de densitat mitjançant la balança hidrostàtica per trobar les densitats, l'absorció, la porositat i la compacitat de les peces per relacionar una possible connexió amb la millora tèrmica de les provetes. Es van fer anàlisis amb microscopi SEM (Scanning Electron Microscope) per trobar porositats reals interiors i la composició química de les provetes.

També es va realitzar l'assaig a compressió de totes les peces assajades anteriorment, ja que és l'assaig més determinant alhora de comprovar les característiques de la ceràmica, i d'aquesta manera trobar la relació "pressió de fabricació-cocció" de la peça ceràmica més adequada respecte els assajos realitzats.

Les conclusions que es van extreure van ser les següents:

- Els resultats de la conductivitat tèrmica calculats a partir de les dues caixes calentes son semblants. Els resultats de la caixa vella donen millors conductivitats tèrmiques, és a dir, més baixes, però són resultats menys fiables ja que segons les imatges termogràfiques es poden observar les pèrdues de temperatura i els ponts tèrmics que té la caixa calenta vella.
- Les provetes amb millor conductivitat tèrmica son les fabricades a pressions de 30kg/cm², té certa lògica doncs son les provetes amb menor pressió de fabricació i per tant les més poroses. Les temperatures de cocció no són tant influents però a la vegada s'observa que en tots els casos la temperatura de cocció més adequada respecte la seva pressió de fabricació son les provetes cuites a 900°C. Per tant les millors provetes són les fabricades a pressió de 30kg/cm² i cuites a 900°C.
- Segons l'article *Utilización de nuevas materias primas y residuos insdustriales para mejorar las posibilidades de uso de los materiales cerámicos del àrea de de Bailén (Jaén)*, de R. J. -

Arboledas, A. Merino i S. Bueno, arriben a la conclusió que la variació de temperatures de cocció no fa variar de manera significativa la conductivitat tèrmica del material, sinó que depenen més del material mesclat i la densitat de les peces. Es contempla que el material VG (50% argila Vermella i 50% argila Gris) amb una temperatura de cocció de 950°C i amb una densitat aparent de 2,10 g/cm², presenta una conductivitat tèrmica de 0,83 W/mK. El maó massís ceràmic de Piera CV ecomanual segons la seva fitxa tècnica presenta una conductivitat tèrmica de 0,85 W/mK, que és la mateixa que es determina en el catàleg d'elements constructius del CTE. Dit això es conclou que els valors de conductivitat tèrmica obtinguts han sigut semblants.

- La temperatura de cocció no influeix en la densitat relativa i densitat aparent, però sí que influeix la pressió de fabricació. A més pressió de fabricació s'obtenen provetes amb més densitat relativa i aparent.
- La porositat i la compacitat de les provetes, a menor pressió de fabricació tenen major porositat i menor compacitat. I el mateix a la inversa.
- La porositat influeix directament en la conductivitat tèrmica de les provetes.
- S'obtenen resultats semblants d'absorció en comparació amb les de l'article *Materias primas ricas en arcila de las Capas Rojas Triásicas (Norte de Jaen) para fabricar materiales cerámicos de construccion*, fet per M. Vázquez i J. Jiménez-Millán. Segons l'article obtenen absorcions de 9,1% a 17,5% en peces cuites a 1000°C i de 16% a 18,5% en peces cuites a 800°C; segons el treball d'en Jordi Canal els resultats obtinguts van de 13,9% al 17,13% depenent de temperatura de cocció i la pressió de fabricació.
- La resistència a compressió normalitzada de les provetes compleix amb la mínima requerida segons el CTE-DB SE-F, de seguretat estructural de fàbrica, de 5 N/mm².
- La pressió de fabricació influeix directament en la resistència a compressió de les provetes. A major pressió de fabricació, major resistència a compressió.
- Les temperatures de cocció influeixen en la resistència a compressió. Les provetes cuites una temperatura de 900°C són les que tenen millors resultats a compressió, seguidament de les de 950°C, 850°C i 800°C.
- La porositat de les imatges observades amb el microscopi és més elevada en les provetes fabricades a menor pressió, doncs succeeix exactament el mateix que els resultats de les provetes analitzades en l'assaig de densitat però amb la diferència que les porositats

calculades amb les imatges són lleugerament més elevades, entre un 3 i un 11% en tots els casos que les calculades amb l'assaig de densitats. El mostreig s'ha fet amb 5 imatges per cada proveta de diferent pressió de fabricació i temperatura de cocció; en cada imatge es donen diferents resultats de porositat.

- Les temperatures de cocció no influeixen en la porositat de les imatges observades amb el microscopi, com tampoc influeixen en les porositats obtingudes amb l'assaig de densitats.

4. Metodologia

El procés a seguir per l'elaboració del present treball és el següent:

- Recerca d'informació, antecedents i referències bibliogràfiques
 - o Antecedents: tesis i tesines, treballs final de grau, articles, congressos i altres estudis.
 - o Normatives: UNE, CTE i altres.
- Càlcul i obtenció de les primeres matèries per la fabricació de provetes
 - o Argila.
 - o Fangs sobrants procedents de centrals d'àrids.
 - o Sorra normalitzada.
 - o Aigua
- Disseny i elaboració de motlle de provetes
 - o Disseny i especejament
 - o Muntatge
- Disseny i elaboració de caixa porta provetes de fusta per assaig en caixa calenta calibrada
 - o Diseny
 - o Muntatge
- Obtenció de maons ceràmics massissos de Piera.
- Elaboració de maons ceràmics massissos.
 - o Provetes fabricades amb argila.
 - 3 pressions · 3 coccions · 6 provetes = 54 unitats
 - o Provetes fabricades amb argila i fangs sobrants procedents de central d'àrids.
 - 3 pressions · 3 coccions · 6 provetes = 54 unitats
- Realització d'assaigs, anàlisi i tècniques
 - o Assaig de resistència a compressió mitjançant maquina d'assaig a compressió.
 - o Assaig per establir propietats tèrmiques mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada.
 - o Assaig de densitat mitjançant la balança hidrostàtica.
 - o Anàlisi d'imatges, porositat real i composició elemental mitjançant SEM.
 - o Anàlisi d'estructures cristal·lines mitjançant difracció de raigs X.
- Càlcul i interpretació de resultats.
- Conclusions.

4.1. Primeres matèries per l'elaboració de les provetes

Per l'elaboració de les provetes s'utilitzarà argila, fangs sobrants procedents de centrals d'àrids, sorra normalitzada i aigua.

En els treballs finals de grau *TFG-Berthelsen-Janer* i *TFG-Martil-Reus*, es descriuen més detalladament els apartats de:

- L'obtenció, procedència i descripció dels fangs utilitzats i dels seus components.
- La descripció de l'argila, les seves propietats i tipus.

En el treball final de grau *TFG-Vergeli* i *TFG-Cortals-Lozano* es descriu més detalladament:

- L'obtenció i procedència de l'argila.
- La procedència i descripció de la sorra.

A continuació es descriuen de manera resumida cadascun dels materials utilitzats per fer les provetes.

4.1.1. Argila

L'argila és una roca sedimentaria descomposta constituïda per agregats de silicats d'alumini hidratats, procedents de la descomposició de roques que contenen feldspat. Pot presentar diferents coloracions segons les impureses que conté; des de colors més rogencs fins al blanc quan és pura.

En l'àmbit de la construcció és característica per la seva plasticitat quan conté aigua, i per la seva duresa després de la seva cocció per sobre dels 800°C.

En aquest treball s'utilitzarà una argila PEN-F (pendular fi), subministrada per l'empresa Argiles Colades S.A.



Figura 1. Instal·lacions d'Argiles Colades S.A.

Font. David Morillas



Figura 2. Sac d'argila PEN-F

Font. David Morillas

La composició química de l'argila PEN-F que ens proporciona l'empresa és la següent:

Mostra	%
Na ₂ O	0,450
MgO	1,450
Al ₂ O ₃	19,550
SiO ₂	52,270
P ₂ O ₅	0,160
SO ₃	0,050
K ₂ O	3,750
CaO	4,910
TiO ₂	0,085
MnO	0,060
Fe ₂ O ₃	6,700
NiO	*
ZnO	0,020
Ga ₂ O ₃	*
Rb ₂ O	0,020
SrO	0,030
Y ₂ O ₃	*
ZrO ₂	0,030
Nb ₂ O ₅	*
BaO	0,070
PPC	9,650

Taula 1. Composició química argila PEN-F
Font. Argiles Colades S.A.

4.1.2. Fangs sobrants procedents de centrals d'àrids

Aquests fangs s'extreuen de les centrals d'àrids. S'extreuen en el moment de neteja dels àrids. Es fa la separació dels elements sòlids i líquids, és a dir, àrids i aigua; aquest procés es fa mitjançant un hidrocicló.

Aquest procés s'acaba amb l'obtenció de llots que es condueixen en un dipòsit de decantació per reduir la quantitat d'aigua, aquests es condueixen a una tremuja d'emmagatzematge que filtra i premsa per finalment obtenir els fangs.

Concretament s'utilitzaran els fangs proporcionats per l'empresa Àrids Guixeras S.A.

Es van recollir aproximadament 60 kg de fang dels quals se'n han utilitzat aproximadament 40 kg; es va seleccionar la zona de recollida per obtenir uns fangs semblants als utilitzats als treballs finals de grau anteriors.



Figura 3. Final del procés quan el fang surt de la premsa

Font. Xavier Janer i Bjorn Berthelsen



Figura 4. Zona de recollida de fangs a Àrids Guixeras S.A.

Font. David Morillas

El grup de recerca CATS, va sol·licitar un informe per determinar la composició mineral del fang i mitjançant la difracció de raigs X, es va determinar que estaven compostos majoritàriament per quars; la composició completa és la següent:

- Quars - SiO_2
- Albita - $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$
- Montmorillonita - $(\text{Na,Ca})_{0.3}(\text{Al,Mg})_2\text{Si}_2\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
- Mica Moscovita - $\text{KAl}_2(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}((\text{OH})_{1.8}\text{O}_{0.2})$
- Sanidina - $\text{K}_0.5\text{Na}_0.5\text{Ca}_0.03(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$
- Calcita - (CaCO_3)
- Caolinita - $\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_4$

Per preparar el fang per ser utilitzat primer cal fer un assecat a l'estufa durant 24 hores a 100°C .

Tot seguit es pica manualment fins a obtenir un diàmetre suficient com per poder introduir dins del molí.

Un cop mòlt el fang es col·loca a l'estufa fins a la seva utilització. Abans d'utilitzar-lo es treu del forn i es deixa refredar a temperatura ambient.

A continuació es poden veure imatges del procés:



Figura 5. Fangs humits trossejats

Font. David Morillas



Figura 6. Fangs secs

Font. David Morillas



Figura 7. Fangs picats a mà

Font. David Morillas



Figura 8. Molí

Font. David Morillas



Figura 9. Picant fangs

Font. David Morillas



Figura 10. Fang picat

Font. David Morillas

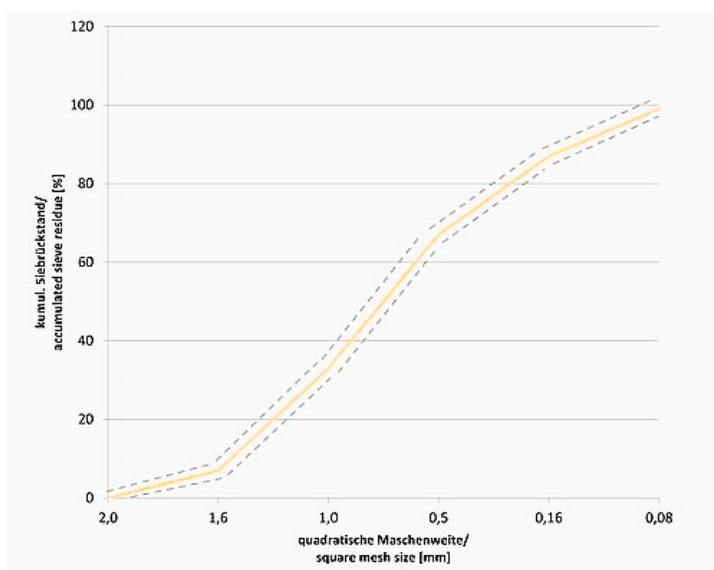
4.1.3. Sorra normalitzada

Per elaborar les provetes s'utilitzarà sorra normalitzada CEN-NORMSAND DIN EN 196-1. Aquesta sorra es subministra en sacs de 1,35 kg.

Aquesta sorra té una granulometria d'entre 0,08 i 2,00 mm. La proporció es mostra a la taula següent, que ve donada per el fabricant:

Tamiz (mm)	Límite inferior	Promedio de intervalo	Límite superior
2,00	0	0	0
1,60	2	7	12
1,00	28	33	38
0,50	62	67	72
0,16	82	87	92
0,08	98	99	100

Taula 2. Granulometria de sorra normalitzada
Font. www.normesand.de



Gràfica 1. Rang de la distribució granulomètrica segons DIN EN 196-1

Font. www.normesand.de



Figura 11. Sac de sorra normalitzada

Font. David Morillas

4.1.4. Aigua

L'aigua utilitzada per fer l'amassat ha de ser potable, és a dir, apta per al consum humà. Per a potabilitzar l'aigua natural es du a terme el seu tractament mitjançant processos físics i químics.

Per fer l'amassat es recull l'aigua en el mateix moment de ésser utilitzada. Es recull directament de les aixetes del Laboratori de construcció de l'Edifici P2 de l'Escola Politècnica Superior de la Universitat de Girona.

S'ha realitzat un petit anàlisi de l'aigua per conèixer el seu pH, el nivell de clor i brom i els resultats són els següents:

- El nivell de clor és menor a 0,5 mg/l i el nivell de brom és menor a 1 mg/l.
- Pel que fa al pH, obtenim un nivell de 7,65.



Figura 12. Mesura de clor, brom i pH amb reactius

Font. David Morillas



Figura 13. Resultat de l'assaig de pH amb pH-metre

Font. David Morillas

També cal tenir en compte que l'aigua no ha de tenir alts nivells de calç ja que la seva capacitat d'expansió en presència d'aigua podria provocar fissures i trencaments a les provetes de ceràmica elaborades.

4.2. La ceràmica

La ceràmica és un material molt utilitzat en la construcció en l'actualitat i també durant bona part de la història de la construcció. Abans de la ceràmica es coneixia l'argila seca; més tard es va descobrir la ceràmica, que bàsicament és argila cuita.

En el treball final de grau *TFG-Berthelsen-Janer* i *TFG-Cortals-Lozano* es descriu la ceràmica de manera detallada els següents apartats:

- El procés d'obtenció de la ceràmica.
- Les transformacions químiques en el procés de cocció.
- Els tipus de ceràmica segons la temperatura de cocció.
- Els tipus de ceràmica segons el grau de porositat.

A continuació es descriuen de manera resumida cadascun dels apartats.

4.2.1. El procés d'obtenció de la ceràmica

Per a l'obtenció de la ceràmica cal seguir els passos següents:

- Humectació de l'argila. Per a una bona elaboració cal que l'argila tingui un grau d'humitat i un assecat adequat. L'argila té la capacitat de captar l'aigua per absorció i adsorció:
 - o Absorció. L'aigua es distribueix homogèniament per tota la massa a nivell molecular arribant a formar una suspensió col·loïdal.
 - o Adsorció. Les partícules d'aigua s'adhereixen a les superfícies de les partícules laminars, estructura laminar, de l'argila a causa de forces residuals físiques o químiques.
- Conformació. La conformació pot ser mitjançant premsat manual o mecànic, o per extrusió:
 - o Premsat manual. Es premsa manualment amb l'ajuda d'un motlle. La compressió del material és baixa. Els motlles són d'estructura senzilla i permeten gran variabilitat de formes.

- Premsat mecànic. Es realitza el premsat amb una màquina. Es pot premsar a pressions més elevades i amb exactitud. Els motlles han de ser capaços de suportar les altes pressions sense deformar-se de manera significativa.
- Extrusió. S'utilitza una matriu per la qual es va introduint el material per una banda, i per l'altra surt el material el qual es va tallant de manera paral·lela a la matriu per obtenir les peces. El disseny de les peces ve donat per el disseny de la matriu.
- Assecat. S'extreu l'aigua de les peces per evaporació. Les peces s'assequen en una estufa. Cal controlar la velocitat d'evaporació per tal d'evitar la fissuració i esberlat. En l'assecat hi distingim tres fases:
 - Primera. Hi ha reducció de volum i no apareixen porus.
 - Segona. Hi ha reducció de volum i apareixen porus.
 - Tercera. No hi ha reducció de volum i augmenta la porositat.
- Cocció. En la cocció es produeixen canvis de fase, oxidacions, sinteritzacions i vitrificacions. El material es transforma, és un procés irreversible que dona lloc a un nou material amb característiques diferents. Es produeix una pèrdua d'aigua i una disminució de la porositat i volum. Cal tenir en compte que s'ha de controlar el cicle de cocció, és a dir, l'escalfament i el refredament.

4.2.2. Transformacions durant la cocció

Durant la cocció de la massa es produeixen les següents transformacions segons la temperatura:

- Fins a 200 °C. Pèrdua d'aigua i plasticitat. Es produeix una important contracció.
- De 200 a 450 °C. Pèrdua d'aigua i plasticitat. Es produeix contracció. Transformació irreversible.
- De 400 a 650 °C. Pèrdua total de l'aigua. Apareix el silicat d'alumini anhidrid: transformació de caolí a metacaolí.
- De 650 a 850°C. Contracció lenta. El metacaolí es comença a transformar en mul·lita.
- De 850 a 950 °C. Continua el procés de transformació de metacaolí a mul·lita.
- Més de 1000 °C. Transformació molecular dels silicats cristal·litzant en forma d'agulles.
- Més de 1700 °C. Es produeix la fusió de la ceràmica.

4.2.3. Tipus de ceràmica

Tot i que la temperatura de cocció i la porositat tenen una relació directe, es poden classificar de ambdues maneres.

Els tipus de ceràmica segons la temperatura màxima de cocció son:

- Terracota. De 800 a 1000 °C.
- Gres i pisa. De 1100 a 1300 °C.
- Porcellana. De 1300 a 1450 °C.
- Ceràmica refractària i vitrificada. De 1300 a 1800 °C.

Els tipus de ceràmica segons la seva porositat són:

- Ceràmica porosa. Terrissa. S'utilitza per fabricar de maons, rajoles, teules i revoltos entre d'altres.
- Ceràmica semi compacte. Pisa, vidriada i gres. S'utilitza per fabricar canalitzacions, rajoles i equips sanitaris entre d'altres.
- Ceràmica compacte o vitrificada. Porcellana. S'utilitza habitualment per fabricar elements decoratius.

5. Desenvolupament

5.1. Càlcul de primeres matèries

Per començar cal fer una estimació del material necessari per fer les comandes de material.

Les dosificacions utilitzades són les mateixes utilitzades en el treball final de grau *TFG-Canal*, que va utilitzar la dosificació que donava millors resultats del treball final de grau *TFG-Vergeli*.

Les dosificacions per fer la ceràmica feta amb argila és la següent:

- 100 kg argila + 20 kg sorra + 11,7 kg aigua = 131,7 kg massa total
- En percentatge serien aproximadament:
 - o 75,930 % argila.
 - o 15,186 % sorra.
 - o 8,884 % aigua.

Les dosificacions per fer la ceràmica feta amb argila i fangs és la següent:

- 84 kg argila + 16 kg fang + 20 kg sorra + 11,7 kg aigua = 131,7 kg massa total
- En percentatge serien aproximadament:
 - o 63,781 % argila.
 - o 12,149% fang.
 - o 15,186 % sorra.
 - o 8,884 % aigua.

Per fer l'estimació s'han agafat les dades de pes, dimensions i volum de les provetes després de l'amassat del treball final de grau *TFG-Canal*. La taula següent recull les mitjanes d'aquestes dades:

Amassada	Pes (g)	Amplada (mm)	Longitud (mm)	Gruix (mm)	Volum (cm ³)	Densitat (g/cm ³)
30-800	1250,6	72,11	145,49	55,54	582,61	2,15
30-850	1161,0	72,73	145,44	54,66	578,17	2,01
30-900	1139,3	72,17	145,39	52,17	547,47	2,08
30-950	1097,7	72,63	145,43	51,38	542,67	2,02
40-800	1203,4	72,30	145,23	54,89	576,39	2,09
40-850	1150,4	71,88	145,20	52,55	548,49	2,10
40-900	1196,2	72,02	145,27	53,60	560,78	2,13
40-950	1197,6	72,40	145,28	54,08	568,88	2,11
50-800	1236,4	72,37	145,32	55,32	581,79	2,13
50-850	1204,4	72,34	145,23	53,35	560,53	2,15
50-900	1186,3	72,35	145,20	52,30	549,47	2,16
50-950	1218,9	72,21	145,07	54,17	567,48	2,15
MITJANA	1186,8	72,29	145,30	53,67	563,73	2,11

Taula 3. Pes, volum i dimensions provetes desemmotllades TFG-Canal

Amb aquesta taula es pot calcular aproximadament el pes total de les provetes a fabricar.

Les provetes a fabricar són de les mateixes dimensions que les dels maons "MANUAL PIERA ROJO" de CERÀMICA PIERA, S.L.. Les dimensions són 276 x 133 x 43 mm.

Es faran càlculs a partir de les dosificacions i la taula anterior. Els càlculs segons la "Taula 3" són els següents:

$$\text{Densitat mitjana després del desemmotllat} = dM1 = 2,11 \frac{g}{cm^3}$$

$$\text{Volum nova proveta} = V1 = 276 \cdot 133 \cdot 43 = 1578444 \text{ mm}^3 = 1578,444 \text{ cm}^3$$

$$\text{Pes nova proveta 1} = P1 = V1 \cdot dM1 = 1578,444 \text{ cm}^3 \cdot 2,11 \frac{g}{cm^3} = 3330,52 \text{ g}$$

Segons el treball final de grau *TFG-Canal*, en una amassada es podien fer 12 provetes i sobrava una mica de material, utilitzava 10,08 kg d'argila, 1,92 kg de fang, 2,4 kg de sorra i 1,404 l d'aigua. Tot això suma un total de 15,804 kg i per cada proveta, sense tenir en compte el material sobrant, s'utilitzava 1,317 kg de material.

A continuació es faran càlculs amb les dades de dosificació del *TFG-Canal*:

$$\text{Densitat mitjana segons la dosificació} = dM2 = \frac{1317g}{563,73cm^3} = 2,34 \frac{g}{cm^3}$$

$$\text{Pes nova proveta 2} = P2 = V1 \cdot dM2 = 1578,444 cm^3 \cdot 2,34 \frac{g}{cm^3} = 3693,56 g$$

Per fer els càlculs de la comanda es va agafar com a referència el pes P2 ja que es considera que hi poden haver pèrdues i material sobrant que no es té en compte fent els càlculs del pes P1, i això podria comportar una comanda escassa de material.

Provetes	Pes unitari (kg)	Argila/ut (kg)	Fang/ut (kg)	Sorra/ut (kg)	Aigua/ut (kg)
Provetes argila	2,805	0,000	0,561	0,328	2,805
Provetes fang	2,356	0,449	0,561	0,328	2,356
Total	5,160	0,449	1,122	0,656	5,160

Taula 4. Dosificacions de les amassades

Amassades	Provetes	Argila (kg)	Fang (kg)	Sorra (kg)	Aigua (kg)	Total (kg)
1 d'argila	6	16,827	0,000	3,365	1,969	22,161
9 d'argila	54	151,444	0,000	30,289	17,719	199,452
1 de fang	6	14,135	2,692	3,365	1,969	22,161
9 de fang	54	127,213	24,231	30,289	17,719	199,452
Totes	108	278,657	24,231	60,578	35,438	398,903

Taula 5. Material per les amassades

Per tant cal demanar un mínim de 280 kg d'argila, 25 kg de fang i 61 kg de sorra. Tot i així es fa una comanda de 300 kg d'argila en sacs de 20 kg (15 sacs), es va a buscar un sac de fang de 60 kg, tenint en compte que el fang és humit i que en perdre l'aigua reduirà el seu pes aproximadament un 25% però, tot i així hi haurà material sobrant; també es demanen 60 sacs de sorra de 1,35 kg, essent un total de 81 kg de sorra, dels quals se n' han gastat aproximadament 75 kg.

Cal tenir en compte que va ser necessari anar a buscar 2 sacs més tenint en compte que es va fer inservible un sac que es va mullar a causa d'una inundació, i també es van haver de repetir dues amassades, una d'elles es va trencar una peça sencera que no tocava i l'altre perquè es va repetir una amassada que ja s'havia fet. Finalment va sobrar un sac d'argila, per tant es van gastar 320 kg.

5.2. Disseny i elaboració del motlle

Per fer el motlle per el premsat de les provetes, es va dissenyar de manera que fos resistent a les altes pressions sotmeses, per a una fàcil i ràpida execució i per a unes dimensions d'acabat determinades segons els maons de Piera, és a dir 276x133x43 cm.

La base motlle s'ha elaborat amb acer, concretament amb perfils laminats L100, i perfils rodons Ø10 per les nanses.

L'especejament del motlle és el següent:

- 2 perfils L100 de 333 mm.
- 2 perfils L100 de 276 mm.
- 4 perfils rodons Ø10 de 90 mm.
- 2 perfils rodons Ø10 de 153 mm.

Com a suplement del motlle tenim la platina reforçada la qual serà la encarregada de transmetre la pressió de la premsa al material emmotllat que està composta per:

- 1 passamà de 80x5 de 133 mm.
- 1 passamà de 80x5 de 276 mm.
- 2 passamans de 80x5 de 306 mm.
- 1 planxa de 83x226x10 mm.
- 1 planxa de 133x276x10 mm.

També caldrà una base per col·locar el motlle, una planxa de 526x383x10mm.

Finalment es fabricarà un marc d'acer obert per un costat, és a dir, que estarà format per 3 laterals, i que serà necessari per fer el desemmotllat. Aquest marc està compost per:

- 1 tub quadrat de 50x50x336 d'1mm de gruix.
- 2 tubs quadrats de 50x50x433 d'1mm de gruix.

En els annexes es poden veure els plànols del motlle i els seus suplementes.

Per a la unió de peces del motlle i els suplementes es va utilitzar la soldadura a l'arc. Primer es va soldar la platina reforçada i seguidament el motlle ja que a partir de la platina es podien fixar amb

sergents els perfils per soldar del motlle, i també d'aquesta manera garantir un bon encaix entre el motlle i la platina.

Cal tenir en compte que abans de col·locar la platina es varen col·locar unes galgues d'1mm pel seu voltant, és a dir que la galga quedaria col·locada entre la platina i la cara interior del motlle per deixar un marge de pas entre ells.



Figura 14. Procés de soldat de la platina reforçada

Font. David Morillas



Figura 15. Procés de soldat del motlle

Font. David Morillas

5.3. Disseny i elaboració del porta provetes per la caixa calenta calibrada

Per fer l'assaig amb el mètode de la caixa calenta calibrada calia fer un porta provetes per a col·locar les peces a assajar a la caixa.

El porta provetes és bàsicament una caixa de fusta que té una cavitat interior per col·locar la proveta i la resta d'espai està reomplert amb material aïllant per a evitar la transmissió de calor entre cambres, i així obtenir unes bones dades per calcular-ne els resultats.

Per a la seva fabricació primer es va elaborar un marc de fusta de 50x50 cm amb uns llistons de fusta de 55x55cm. El marc quadrat es va fer encolant quatre llistons fixats amb serjants, dos llistons de 50 cm i dos llistons de 390 cm.

Les tapes de la caixa son d'aglomerat de fusta de 50x50x1,5 cm.

A la part central de cada tapa es va fer un forat que serveix per comunicar les dues cambres amb la proveta. Aquest forat té un perímetre aproximadament equidistant al de la proveta i es més curt que la longitud i amplada de la proveta. Les dimensions aproximades del forat son de 25x10 cm.



Figura 16. Posicionat de marc abans d'encolar

Font. David Morillas



Figura 17. Tapa de caixa de fusta

Font. David Morillas



Figura 18. Tapes de fusta foradades

Font. David Morillas



Figura 19. Posicionat del suro sobre la tapa

Font. David Morillas



Figura 20. Encolat del marc amb la tapa i làmina de suro

Font. David Morillas

Un cop acabat el marc es fixa amb cola una de les tapes i es deixa subjectat amb serjants fins a assecar-se.

Entre la proveta i les tapes es col·loca una làmina de neoprè d'uns 8 mm de gruix per garantir una millor estanqueïtat.

L'aïllament de reomplert interior està compost per una capa de 4 mm de làmina de suro i la resta és d'escuma de poliuretà especial per a altes temperatures. La làmina de suro es va col·locar en el moment d'encolar la tapa fixa.

L'escuma es va projectar amb pistola a l'interior després de col·locar una proveta embolicada amb film transparent per evitar que l'aïllament s'adherís a la peça. Un cop sec l'aïllament es va tallar el sobrant amb l'ajuda d'un cúter.

L'altra tapa no serà fixa, sinó que s'hi col·locaran uns mecanismes d'acer es que permetran posar i treure de manera ràpida i senzilla a l'hora de fer el canvi de proveta.



Figura 21. Tapa de caixa acabada

Font. David Morillas



Figura 22. Caixa acabada

Font. David Morillas

5.4. Elaboració de maons ceràmics (provetes)

Els codis de les provetes estan compostats per 2 lletres inicials seguides de 6 números. A continuació es detallen el seus significats.

- Per a les provetes que no tenen contingut de fangs les seves lletres inicials seran "PA", tal i com s'anomenaran d'ara en endavant.
- Per a les provetes que s'elaboren amb fangs les seves lletres inicials seran "PF", tal i com s'anomenaran d'ara en endavant.
- Les dos primeres xifres indiquen la pressió del premsat de fabricació, és a dir, 30, 40 o 50 kg/cm².
- Les tres xifres següents indiquen la temperatura de cocció, és a dir, 850, 900 o 950°C.
- La última xifra indica l'ordre de fabricació dins de cada amassada, és a dir, 1, 2, 3, 4, 5 o 6.
- Exemple. Provena elaborada amb fangs amb una pressió del premsat de fabricació de 50 kg/cm², amb una temperatura de cocció de 900°C, i la primera de l'amassada en ésser desemmotllada. El codi de l'anterior proveta és "PF509001".

Es comença fent unes provetes de prova, concretament 2 amassades amb premsat i cuita, per conèixer les quantitats exactes necessàries per fer la mescla. Es va concloure que les dosificacions de les amassades serien les següents:

- Per la sèrie PA: 9 kg d'argila, 1,8 kg de sorra i 1,053 l d'aigua.
- Per la sèrie PF: 7,56 kg d'argila, 1,44 kg de sorra i 1,053 l d'aigua.

També es va concloure que per cada proveta eren necessaris aproximadament 3600 g de mescla.

PA per aprofitar les estones entre amassades per la preparació dels fangs entre d'altres coses.

Es va comprovar que no es podia fer una amassada sencera per cada sèrie de 6 provetes ja que la mescladora no tenia la capacitat volumètrica suficient, i per aquest motiu es va optar per fer 2 amassades seguides de 3 provetes cadascuna.

Abans de començar a amassar es treuen de l'estufa l'argila i el fang fins que estiguin a temperatura ambient. Per a un bon assecat han d'estar aproximadament 48 h a una temperatura entre 60 i 80°C

Un cop els materials ja estan a temperatura ambient, es pesen amb una balança i s'aboquen a la mescladora seguint el següent ordre: argila, sorra i aigua per les PA, i argila, fang, sorra i aigua per les PF.



Figura 23. Pesat de l'argila (1)

Font. David Morillas



Figura 24. Pesat de l'argila (2)

Font. David Morillas



Figura 25. Pesat del fang

Font. David Morillas



Figura 26. Pesat de la sorra

Font. David Morillas



Figura 27. Proveta amb 1053 ml d'aigua

Font. David Morillas

Per fer una bona mescla es mesclaven durant aproximadament 2 minuts cada vegada que s'afegia el següent material a la mescladora fins arribar a l'aigua, és a dir, en el cas de les PF, primer es mesclaven durant aproximadament 2 minuts l'argila i el fang, seguidament s'afegia la sorra i es mesclaven durant 2 minuts més, i finalment l'aigua s'afegia lentament amb l'ajuda d'una proveta de 1000 ml durant aproximadament dos parts de 10 minuts.

En referència a l'aigua cal tenir en compte que s'afegia en dos parts, durant la primera part s'afegia aproximadament dos tercers parts de l'aigua, seguidament es parava la mescladora i es removia manualment la mescla amb una paleta o espàtula per repassar la mescla de les parets, de la base i netejar els capçals mescladors; fet això es continuava afegint la resta de l'aigua, i un cop afegida es tornava a remoure la mescla amb una paleta o espàtula per repassar la mescla de les parets, de la base i netejar els capçals mescladors.

L'aigua també es podia afegir amb un polvoritzador d'aigua però es va optar per utilitzar les provetes de 1000 ml ja que es podien mesurar amb més precisió les quantitats d'aigua afegides i els resultats de l'amassat eren semblants, és a dir, que es produïen una quantitat de grumolls semblants.



Figura 28. Mesclat dels materials i afegit d'aigua amb proveta

Font. David Morillas



Figura 29. Neteja de capçals i paret de mescladora durant l'amassat

Font. David Morillas

Acabada l'amassada s'afegia la mescla en 3 bols d'acer, en cada bol s'afegia una quantitat de 3610 g amb un error màxim de ± 2 g.

El següent pas és el premsat de les provetes. Abans però, calia fer la preparació del premsat, i per ordre es feia el següent:

- Col·locació de planxa base a sobre de la màquina de premsat.
- Neteja del motlle, planxa base i platina de premsa.
- Col·locació del motlle sobre la platina base.
- Aplicació de desencofrat sobre la base, parets interiors del motlle i base de la platins de premsa amb l'ajuda d'un pinzell.
- Fixació d'una eslinga a la màquina de premsat, que servirà per aixecar el motlle en el desemmotllat.
- Programat de la màquina a la pressió requerida.



Figura 30. Amassada acabada

Font. David Morillas



Figura 31. Pesat de massa per a una proveta

Font. David Morillas



Figura 32. Oli desencofrant

Font. David Morillas

Fet això s'abocava el material d'un bol dins del motlle, s'escampava al mateix nivell de manera regular amb una paleta o espàtula, es col·locava la platina de premsa sobre del motlle i sobre aquesta es col·locava una altra platina per millorar el contacte amb el plat de la màquina de premsa.



Figura 33. Preparació del motlle a la premsa

Font. David Morillas



Figura 34. Platina de premsat amb desencofrant

Font. David Morillas



Figura 35. Mescla abocada al motlle

Font. David Morillas



Figura 36. Mescla regularitzada al motlle

Font. David Morillas



Figura 37. Platina de premsat col·locada al motlle

Font. David Morillas

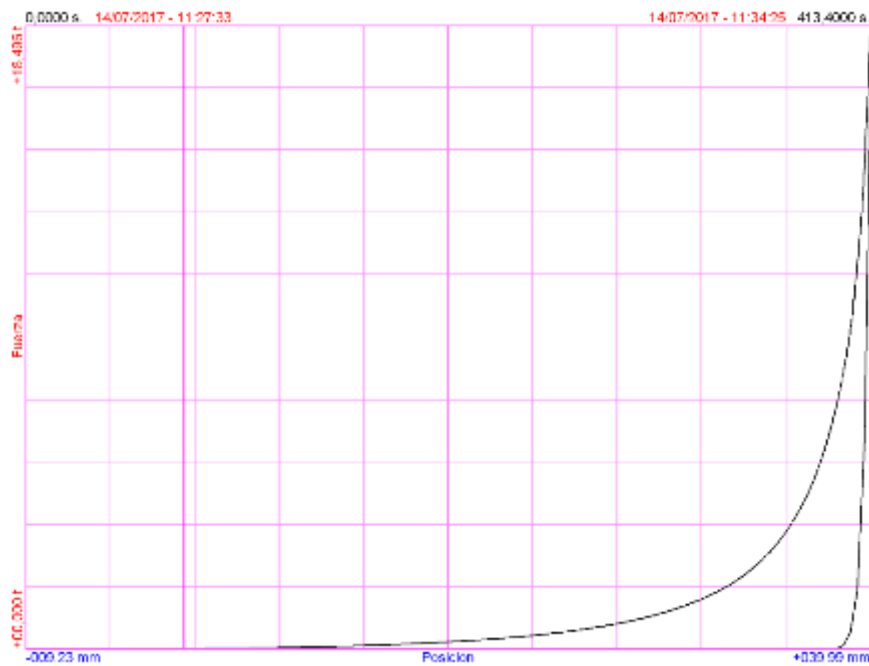


Figura 38. Segona platina col·locada

Font. David Morillas

Seguidament s'aplicava pressió amb la premsa de manera automàtica. Segons la pressió desitjada s'aplicava una càrrega màxima. Aquesta càrrega s'aplica segons la superfície, i tenint en compte que teníem una superfície aproximada de 276x133mm, s'aplicaven les següents càrregues:

- Per a una pressió de 30 kg/cm², 11021,4 kg ≈ 11,02 t
- Per a una pressió de 40 kg/cm², 14683,2 kg ≈ 14,68 t
- Per a una pressió de 50 kg/cm², 18354,0 kg ≈ 18,35 t



Gràfica 2. Força-Posició del premsat (exemple a 50 kg/cm²)

Font. David Morillas

Per aplicar aquestes càrregues es va utilitzar la màquina d'assaig universal del laboratori.

No es podia utilitzar la premsa petita que s'havia utilitzat en els treballs finals de grau anteriors ja que no permetia aplicar aquestes càrregues.



Figura 39. Premsat

Font. David Morillas

Un cop premsada la massa es lliga l'eslinga a les nanses del motlle, s'eleva tot el conjunt a una alçada adequada per poder col·locar el marc d'acer entre la planxa base i el motlle, i un cop col·locat el marc la premsa torna a exercir pressió per fer el desemmotllat.

El desemmotllat consisteix en fer lliscar la proveta pel motlle fins caure a la planxa base.

Quan la peça ja s'ja desemmotllat, es torna a elevar el motlle per retirar el marc i la proveta desemmotllada.



Figura 40. Elevat de motlle amb eslinga

Font. David Morillas



Figura 41. Col·locació de marc obert

Font. David Morillas



Figura 42. Dessemotllat

Font. David Morillas



Figura 43. Proveta desemmotllada sota platina

Font. David Morillas



Figura 44. Proveta dessemotllada (1)

Font. David Morillas



Figura 45. Proveta dessemotllada (2)

Font. David Morillas

Després de dessemotllar la peça es pesa amb una balança amb una precisió de 1 g, es mesuren les seves dimensions amb una cinta d'acer amb una precisió de 1 mm, i es gravava el codi de la proveta creant un relleu amb l'ajuda d'un clau d'acer.

Tot i que als projectes de final de grau anteriors utilitzaven peus de rei per mesurar les provetes i la normativa ens marca uns valors més estrictes de mesura, es va considerar que era suficient la mesura amb una cinta mil·limetrada ja que segons la fitxa tècnica dels maons ecomanuals de Piera, el fabricant dona les mesures en mil·límetres.

Es mesuraven dos vegades cada dimensió a diferents posicions, és a dir, es mesuraven en costats oposats 2 longituds, 2 amplades i 2 gruixos. Per pesar les peces s'han tingut en compte que, segons la normativa, tenint en compte que la massa utilitzada era de 3600 g, la precisió de pesat havia de ser d'un màxim de 3,6 g en aquest cas concret.



Figura 46. Mesurat de la llargada

Font. David Morillas

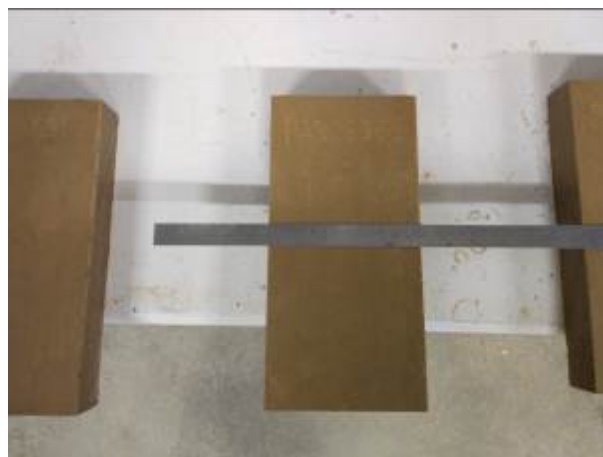


Figura 47. Mesurat de l'amplada

Font. David Morillas

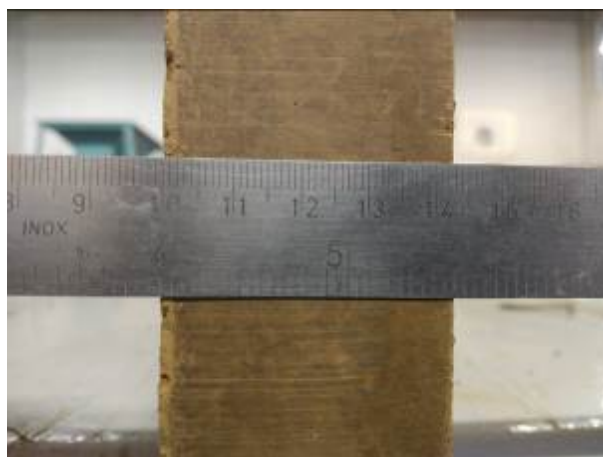


Figura 48. Mesurat del gruix

Font. David Morillas

Un cop mesurades i pesades les peces es posaven a l'estufa entre 60 i 80 °C durant un mínim de 48 h. Es va establir un mínim de dos dies ja que amb les provetes de prova es va comprovar que era un temps adequat.

Després d'assecar les peces a l'estufa es tornen a pesar i mesurar de la mateixa manera que després del desemmotllat. Fet això es col·loquen al forn, es programa el cicle de cocció i es posa en marxa.



Figura 49. Estufa

Font. David Morillas



Figura 50. Proveta assecada

Font. David Morillas

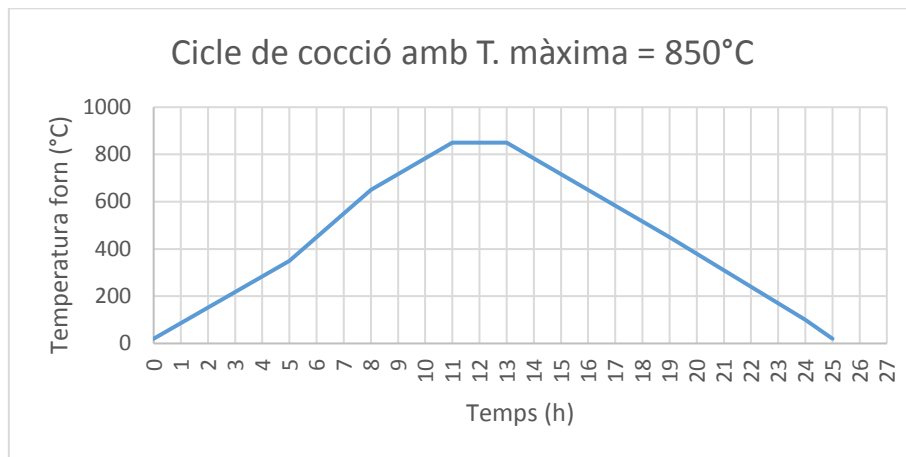
La cocció de les peces dura 25 hores. Hi ha tres tipus de cicles, els quals entre ells només en varia la temperatura màxima de cocció. Els cicles de cocció utilitzats són els mateixos que s'han utilitzat en el treball final de grau *TFG-Berthelsen-Janer*.

La temperatura màxima de cada cicle és 850, 900 i 950°C.

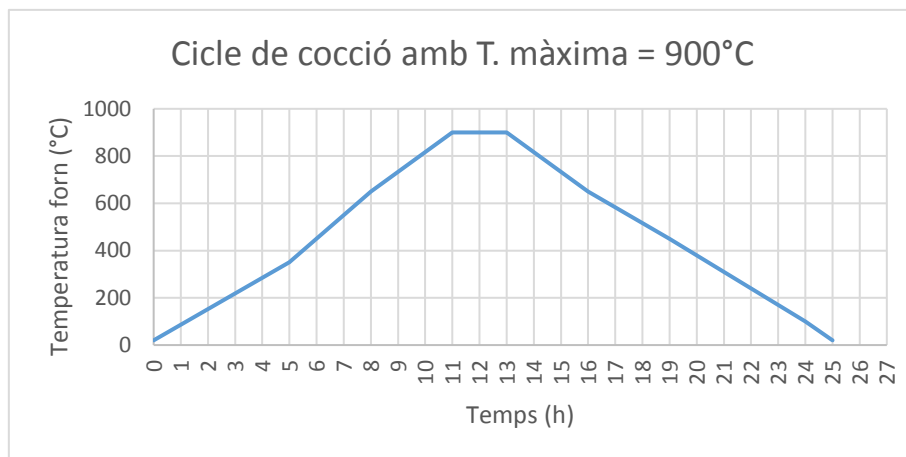
A la taula següent es poden veure el cicles de cocció:

Temps (h)	Temperatures de cocció (°C)
0	20
0 a 5	350
5 a 8	650
8 a 11	Temperatura màxima (850, 900 o 950)
11 a 13	Temperatura màxima (850, 900 o 950)
13 a 16	650
16 a 19	450
19 a 24	100
24 a 25	20

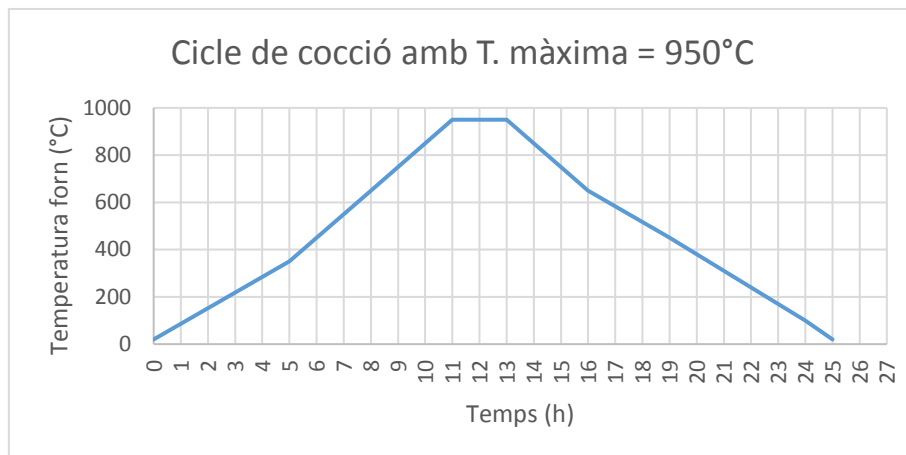
Taula 6. Cicles de cocció



Gràfica 3. Cicle de cocció amb temperatura màxima de 850°C



Gràfica 4. Cicle de cocció amb temperatura màxima de 900°C



Gràfica 5. Cicle de cocció amb temperatura màxima de 950°C



Figura 51. Forn

Font. David Morillas



Figura 52. Peces seques col·locades al forn

Font. David Morillas



Figura 53. Peces cuites al forn

Font. David Morillas

5.5. Assaig de resistència a compressió

5.5.1. Objectiu

Hi ha dos objectius en aquest assaig:

- Determinar la resistència a compressió normalitzada de les peces ceràmica fabricades, PA i PF, i les de PIERA.
- L'anàlisi del comportament de les peces senceres sotmeses fins a una càrrega de 180 t.

5.5.2. Normativa

La normativa de referència per aquest assaig ha sigut la norma UNE-EN 772-1:2011+A1 amb el títol *Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 1: Determinación de la resistencia a compresión.*

També s'ha utilitzat la norma UNE EN 772-16, amb el títol Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 16: Determinación de las dimensiones.

5.5.3. Material i màquines a utilitzar

- Màquina d'assaig a compressió. Per fer els assaig es va utilitzar una màquina d'assaig a compressió de la marca SERVOSIS, model MES-200 que té la capacitat d'aplicar una força de 200 t. Aquesta màquina està equipada amb un plat d'acer fix inferior i un plat d'acer basculant superior; el fet de ser un plat basculant no ens compleix el requisits que ens demana la normativa però, per realitzar els assaigs que es volien fer va ser necessari utilitzar

aquesta màquina d'assaig ja que era la única que es disposava capaç de trencar totes les provetes de l'assaig.

- Transductors i màquina de recollida de dades. Per mesurar desplaçaments de les cares durant l'assaig de les peces senceres. La màquina de mesura utilitzada és de la marca VISHAY, model 500B Scanner. Els transductors es col·loquen amb un peu imantat.
- Platines d'acer. Platines per col·locar entre la proveta i els plats de la premsa per garantir el contacte amb el total de la superfície superior i inferior de la proveta.
- Cinta mètrica d'acer inoxidable. Per mesurar la superfície de les provetes.
- Estufa. Per assecar les peces.
- Balança. Per pesar les peces.
- Serra circular. Per tallar les peces a unes dimensions adequades segons la normativa.

5.5.4. Proves

Inicialment es varen fer proves amb els maons ecomanuals de Piera, d'ara en endavant PIERA, per establir els mètodes i característiques dels posteriors assaigs. També es varen fer proves amb les provetes de prova fabricades. Aquests assaigs es van fer amb provetes senceres sense refrentar i amb refrentat. Es va comprovar que no es podia arribar a la càrrega màxima de ruptura.



Figura 54. Provetes PIERA refrentades
Font. David Morillas



Figura 55. Prova d'assaig amb proveta de PIERA refrentada

Font. David Morillas



Figura 56. Proveta de PIERA refrontada després de l'assaig

Font. David Morillas



Figura 57. Proveta de PIERA sense refrontar després de l'assaig

Font. David Morillas

Tot seguit es va provar de fer assaigs amb mitja peça, és a dir, la proveta tallada per la meitat de la seva longitud, i es va comprovar que es podien trencar les provetes.

Es va concloure doncs que es realitzaria el següent:

- La meitat de les peces serien assajades senceres i l'altra meitat serien assajades només d'una part, és a dir, tallades a unes dimensions acceptades per normativa.
- Les peces senceres es premsaran a una velocitat de 0,02 mm/s fins arribar a 180 t.
- Les peces tallades tindran aproximadament una amplada de 100 mm i una longitud de 133 mm.

5.5.5. Procediment amb peces senceres

Aquest assaig és l'últim que es va fer a les provetes ja que és un assaig destructiu.

Les provetes es van condicionar per assecat en estufa a 105°C durant 48 h. Abans d'assajar es deixaven refredar a temperatura ambient.

Aquest condicionament es tenia en compte per fer els càlculs de la resistència a compressió normalitzada; per fer-ho es minoraven els resultats un 80%.



Figura 58. Provetes senceres i tallades en estufa

Font. David Morillas



Figura 59. Màquina d'assaigs a compressió

Font. David Morillas



Figura 60. Transductor i peu imantat.

Font. David Morillas



Figura 61. Escàner de dades per transductors

Font. David Morillas

Abans de col·locar les provetes a la màquina cal netejar les platines de suport i els plats de la premsa amb l'ajuda d'un drap o paper higiènic.

Per fer l'assaig es col·loca la proveta entre dos platines d'acer, i aquestes entre el plat superior i les platines de reblert situades sobre el plat inferior de la premsa. La proveta es col·loca de manera centrada als plats de la premsa per a un bon repartiment de la força aplicada i per minimitzar els moviments basculants del plat superior.

Es col·loquen els transductors als dos laterals de cada proveta amb l'ajuda del peu imantat sobre les platines de suport col·locades sobre el plat de la premsa i es posiciona a 0 el plat de la premsa i l'escàner dels transductors.



Figura 62. Provena i transductors col·locats a la premsa

Font. David Morillas



Figura 63. Transductor en contacte amb proveta

Font. David Morillas

Tot seguit s'iniciaven alhora la premsa i l'escàner de manera manual, és a dir, que eren necessàries dues persones per activar la màquina d'assaig i l'escàner dels transductors alhora.

La premsa es programa per aplicar una velocitat de càrrega en funció de la posició del plat i el temps, concretament de 0,02 mm/s. Aquesta velocitat es manté fins arribar a una càrrega de 180 t; a partir de llavors es deixa d'aplicar càrrega i es fa baixar automàticament el plat de la premsa per retirar la proveta. També cal tenir en compte que es parava l'escàner un cop s'arribava a la càrrega de 180 t.

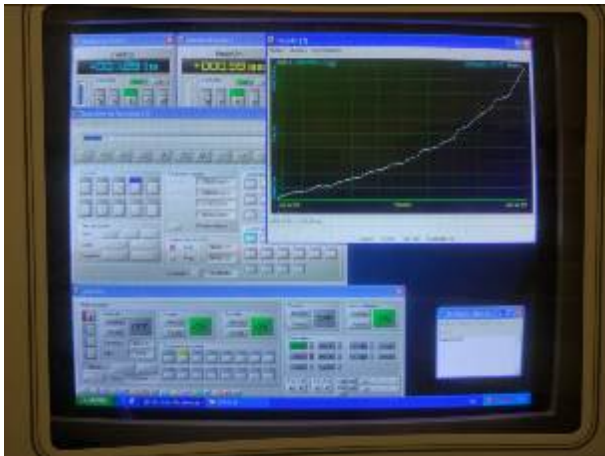


Figura 64. Lectura de la premsa durant un assaig

Font. David Morillas

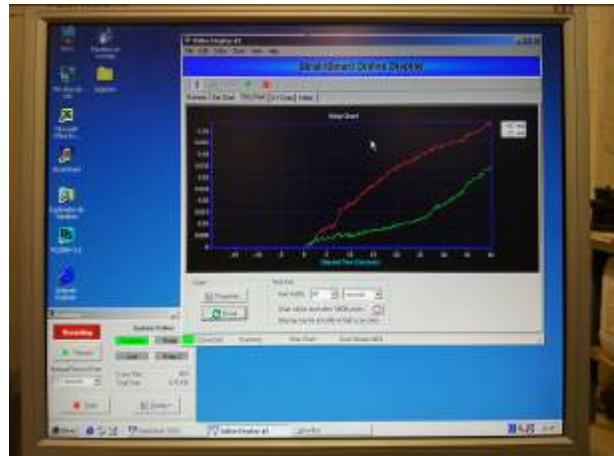


Figura 65. Lectura de l'escàner dels transductors durant un assaig

Font. David Morillas

Es van fer fotografies de les provetes abans, durant i després de l'assaig.

Els resultats de la premsa es recollien en un arxiu en format "txt", format de text, i els de l'escàner es recollien en format "xls", format excel.

Els dos arxius tenien aproximadament la mateixa durada temporal però a diferents escales, és a dir que el nombre de dades preses era diferent; mentre que l'escàner prenia 10 dades per segon, la premsa no tenia una escala concreta per cada proveta sinó que totes eren diferents però inferior a les dades preses per l'escàner.

Per aquest motiu va ser necessària una distribució manual de cada arxiu, tenint en compte que cap d'ells tenia la mateixa escala per poder unir les dades de força del plat, posició del plat, posició del transductor 1 i posició del transductor 2.

Finalment, es feien les gràfiques conjuntes dels resultats. En l'eix vertical de les gràfiques es pot veure la força del plat i la posició dels transductors, i en l'eix horitzontal la posició del plat.

5.5.6. Procediment amb peces tallades

Les peces tallades tenen un codi diferent a les senceres. El codi és semblant al de les peces senceres però amb la diferència que acaba amb “.1” o “.2”, és a dir, el codi de la peça sencera i a més a més s'afegeix al final un punt i un 1, o un punt i un 2 ja que són dos les provetes que s'extreuen d'una sencera. Un exemple de codificació és PA309004.1.

Les provetes es tallaven en quatre parts, una per assajar, una per fer els anàlisis corresponents amb el microscopi SEM i la difracció de raigs X, una part sobrant, i una altra part que, en un bon principi la intenció era per assajar per fer l'assaig amb 6 provetes de cada sèrie tal i com diu la normativa, però finalment només va ser possible assajar 6 provetes de les de les sèries PA40900, PF40900 i PIERA, per manca de temps i disponibilitat de màquina. El tall amb serra es feia amb l'addició d'aigua per evitar crear pols i refredar el disc de tall.

Es van escollir aquestes sèries per que es va considerar que eren les més adequades per comparar amb les de PIERA tenint en compte que la pressió del premsat es la mitjana i que en el treball final de grau *TFG-Canal* les provetes cuites a 900°C eren les que donaven millors resultats

El primer pas va ser marcar les provetes amb l'ajuda d'una esquadra mil·limetrada i un llapis, tallar-les amb la serra circular i col·locar-les a l'estufa durant 2 dies entre 60 i 80°C. Abans d'assajar es deixaven refredar a temperatura ambient.



Figura 66. Marcatge de tall de provetes

Font. David Morillas



Figura 67. Tallat de provetes amb serra circular

Font. David Morillas

Un cop les provetes ja estan a temperatura ambient, es col·loquen a la premsa sobre platines d'acer col·locades sobre el plat inferior, i deixant la part superior directament en contacte amb el plat superior.

Tot seguit es posa en marxa la premsa. L'aplicació de la càrrega segons la normativa es fa a una velocitat determinada fins aproximadament la meitat de la càrrega prevista i seguidament s'ajusta la velocitat de manera que s'arribi a la càrrega màxima en un temps no inferior a 1 minut. Seguint aquesta pauta l'aplicació de càrrega es fa a una velocitat inicial de 0,3 (N/mm²)/s, tal i com es demana segons la normativa per a una resistència a compressió prevista d'entre 21 i 40 N/mm², i es segueix amb la mateixa velocitat fins a arribar a la càrrega màxima.



Figura 68. Proveta tallada de PIERA durant l'assaig (1)

Font. David Morillas



Figura 69. Proveta tallada de PIERA durant l'assaig (2)

Font. David Morillas

Finalment es fan les gràfiques i càlcul de resultats a partir de l'arxiu en format "txt" donat per la màquina d'assaig.

Per calcular la resistència de compressió de cada proveta es divideixen la càrrega màxima per la superfície de càrrega. Aquest resultat s'expressa arrodonint al 0,1 N/mm².

Així doncs la resistència a compressió de cada sèrie serà la mitjana de les resistències de les seves provetes, arrodonida al 0,1 N/mm arrodonint al 0,1 N/mm². També es calcula el coeficient de variació de la mostra.

5.6. Assaig per establir les propietats tèrmiques (mètode caixa calenta calibrada)

5.6.1. Conceptes tèrmics

Com a conceptes principals per aquest assaig tenim la conductivitat tèrmica, la transmitància tèrmica i el flux de calor.

La conductivitat tèrmica (λ) és una propietat física dels materials que mesura la capacitat de conducció de la calor en règim estacionari. Concretament és relació entre la quantitat de calor que passa per unitat de temps i el gradient de temperatura a través d'una àrea la qual el calor flueix perpendicularment a un ritme estacionari. Segons la segona llei de la termodinàmica el calor flueix sempre en direcció a la temperatura més baixa.

La transmitància tèrmica (U) és la mesura del calor que flueix per unitat de temps i superfície, transferit per un element o sistema constructiu format per una o més capes de material amb les cares paral·leles, quan hi ha un gradient tèrmic de 1°C de temperatura entre els dos ambients que aquest separa.

El flux de calor (Q) és la quantitat de calor que entra en un sistema per unitat de temps, és a dir la relació entre el calor diferencial que entra en el sistema i el temps que triga en entrar. Quan parlem de la capacitat d'un material per a la oposició al flux de calor, ens referim al concepte de resistència tèrmica (R).

També és important el significat de estat estacionari. Un sistema està en estat estacionari si les variables que defineixen el seu comportament no varien respecte al temps.

5.6.2. Objectiu

L'objectiu d'aquest assaig és determinar mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada les següents propietats tèrmiques:

- Transmissió tèrmica (U).
- Conductivitat tèrmica (λ).
- Flux de calor (Q).

5.6.3. Normativa

La normativa de referència per aquest assaig ha sigut la norma UNE-EN ISO 8990 amb el títol *Determinación de las propiedades de transmisión térmica en régimen estacionario. Métodos de la caja caliente guardada y calibrada. (ISO 8990:1994)*.

També s'ha seguit la normativa del CTE DB-HE (*Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HE Ahorro de Energía*), i la norma UNE EN 772-16, amb el títol *Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 16: Determinación de las dimensiones*.

5.6.4. Material i maquinària utilitzada

Per fer l'assaig es va utilitzar una caixa calenta calibrada, la que es va fabricar en el treball final de grau *TFG-Canal*. Aquesta caixa es va fabricar seguint bona part de las pautes marcades a la norma UNE-EN ISO 8990. Els components de la caixa son:

- o Cambra freda.
- o Cambra calenta.
- o Motlle de caixa de fusta.
- o Resistència elèctrica i regulador de temperatura (controlador PID).

- o Termoparells, enregistrator de dades (*data logger*) i ordinador amb programari específic per descarregar les dades de l'enregistrator.

Es tracta d'una caixa d'acer recoberta interiorment per 10 cm de suro formada per dues cambres i una part central on es col·loca la caixa de fusta porta provetes.

Hi ha una cambra freda i una cambra calenta; en aquesta última hi ha col·locada la resistència elèctrica, i aquesta està connectada amb el regulador de temperatura que està encastat a l'exterior de la caixa.

Els termoparells són els sensors de temperatura que estan col·locats a les cambres i que es col·loquen a les cares de la proveta. Hi ha 5 termoparells, aquests estan situats a:

- Un a la cambra freda per mesurar la temperatura de l'aire.
- Dos a la cambra calenta per mesurar la temperatura de l'aire; un està connectat a l'enregistrator de dades i l'altre al regulador de temperatura.
- Un a la cara freda de la proveta.
- Un a la cara calenta de la proveta.

En el treball final de grau *TFG-Canal* es descriu de manera més detallada els components i disseny de la caixa calenta calibrada.



Figura 70. Equip complet de caixa tèrmica calibrada

Font. David Morillas



Figura 71. Regulador de temperatura

Font. David Morillas



Figura 72. Enregistrador de dades dels termoparells

Font. David Morillas



Figura 73. Cambra freda

Font. David Morillas



Figura 74. Cambra calenta

Font. David Morillas

5.6.5. Procediment

Segons la normativa, no es defineix un únic criteri per determinar l'estat estacionari, per això s'ha establert que per fer aquest assaig es consideraria un estat estacionari de les temperatures quan la mesura de cada temperatura mesurada en un període de 1 h no variï més de $0,5^{\circ}\text{C}$, dit d'una altra manera, que en el període d'1 h no hauria de variar més de $0,5^{\circ}\text{C}$ la temperatura de la cambra freda, de la cambra calenta, de la cara freda de la proveta i de la cara calenta de la proveta.

Inicialment es van estipular dos assaigs diaris perquè es va comprovar que aproximadament les provetes iniciaven l'estat estacionari al cap de 3 h; a partir de llavors es deixaven 3 h més de lectura com a mínim, ja que és el mínim requerit per la normativa. Més tard es va decidir que per manca de temps es farien 3 assaigs per dia; un al matí, un a la tarda i un altre que es deixava des del vespre fins l'endemà al matí. Per tant els assaigs passaven a ser de un total de 5 h com a mínim. Tot i això es va comprovar que la diferència dels resultats no era significativa.

Aquest assaig era el primer, es feia a partir del dia següent de la cocció de les peces. Per realitzar l'assaig primer calia netejar les vores que tenen contacte entre la peça i la caixa porta provetes. Es col·locava la peça en una posició concreta, és a dir, que totes les peces es col·locaven de la mateixa manera. Un cop col·locada la peça es col·locava la tapa, es fixava i es posicionava al centre de la caixa calenta calibrada.



Figura 75. Proveta a caixa porta provetes oberta

Font. David Morillas



Figura 76. Proveta a caixa porta provetes tancada

Font. David Morillas

El següent pas era col·locar els termoparells a les cares de la peça. El termoparell de la cara calenta es fixava amb un tall de cinta adhesiva d'alumini, i el de la cara calenta es fixava també amb la mateixa cinta però entre la cinta i el termoparell es col·locava una capa d'aïllament de llana mineral. Aquest aïllament permetia que la lectura del termoparell fos únicament la de la cara calenta i no la temperatura de la cambra, perquè evitava la transmissió directa de la calor al termoparell.



Figura 77. Col·locació de termoparell a cara freda

Font. David Morillas



Figura 78. Termoparell col·locat a cara freda

Font. David Morillas



Figura 79. Col·locació de termoparell a cara calenta

Font. David Morillas



Figura 80. Termoparell col·locat a cara calenta

Font. David Morillas

Després de posar els termoparells ja es podia col·locar la caixa porta provetes al centre de la caixa calenta calibrada i fixar-la amb una certa pressió de manera que no quedin espais que comuniquin l'interior de la caixa amb l'exterior. Fet això es posava en marxa la resistència, el regulador de temperatura i l'enregistrador de dades dels termoparells.



Figura 81. Caixa calenta calibrada en funcionament

Font. David Morillas

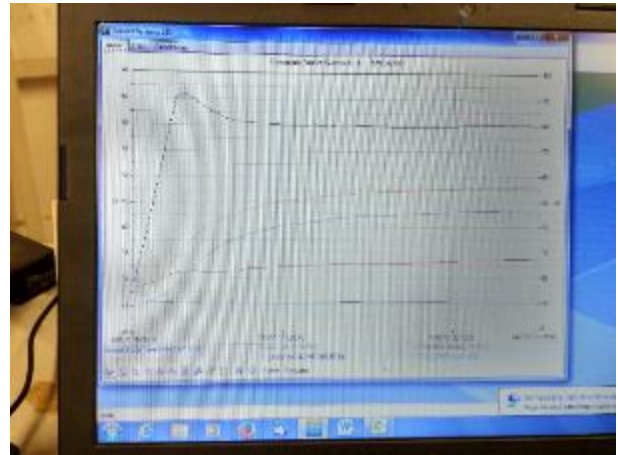


Figura 82. Recopilació de dades a través del programari de l'enregistrador de dades

Font. David Morillas

Es programava l'enregistrament per registrar dades cada 5 minuts, i el regulador a temperatura a 60°C. La temperatura estabilitzada podia oscil·lar entre 58 i 62°C. També cal tenir en compte que es van utilitzar dos reguladors de temperatura diferents ja que es va espatllar un i conseqüentment es va canviar.

Un cop passades mínimes 5 h es guardaven les dades en un arxiu en format "xls", format excel, es retirava la caixa porta provetes i es tornava a col·locar una altra proveta.

Cal tenir en compte que en general els assaigs es començaven sense deixar refredar la cambra, és a dir, que es feia un assaig rere l'altre sense esperar que es refredes la caixa i s'igualesin les temperatures de la cambra freda i calenta. Això comportava un escalfament més ràpid de la proveta i per tant arribar abans a l'estat estacionari.

Finalment a partir dels arxius "xls" es feien els càlculs de la conductivitat tèrmica, transmitància tèrmica i flux de calor, i es dibuixaven les gràfiques les quals en l'eix vertical es situa la temperatura en °C i en l'eix horitzontal es situa el temps en h.

5.6.6. Fórmules

Resistència tèrmica interna(R):

$$R \left[\frac{m^2 \cdot ^\circ C}{W} \right] = \frac{e}{\lambda}$$

On,

$e[m]$ = gruix de l'element

$$\lambda \left[\frac{W}{m \cdot ^\circ C} \right] = \text{Conductivitat tèrmica}$$

Transmitància tèrmica (U):

$$U \left[\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \right] = \frac{1}{R}$$

On,

$$R \left[\frac{m^2 \cdot ^\circ C}{W} \right] = \text{Resistència tèrmica interna}$$

Flux de calor (Q):

$$Q[W] = \frac{S \cdot \lambda \cdot (T_{sc} - T_{sf})}{e}$$

$$Q[W] = S \cdot U \cdot (T_c - T_f)$$

On,

$S[m^2]$ = Superfície de l'element

$$\lambda \left[\frac{W}{m \cdot ^\circ C} \right] = \text{Conductivitat tèrmica}$$

$T_{sc} [^{\circ}C]$ = Temperatura de la superfície de la cara calenta

$T_{sf} [^{\circ}C]$ = Temperatura de la superfície de la cara freda

$e [m]$ = gruix de l'element

$T_c [^{\circ}C]$ = Temperatura de l'aire de la cambra calenta

$T_f [^{\circ}C]$ = Temperatura de l'aire de la cambra freda

Coeficient superficial de transmissió interior (h_i):

$$h_i \left[\frac{W}{m^2 \cdot ^{\circ}C} \right] = \frac{1}{R_{si}}$$

On,

$$R_{si} \left[\frac{m^2 \cdot ^{\circ}C}{W} \right] = \text{Resistència tèrmica superficial d'un tancament en contacte amb l'aire interior}$$

Segons el CTE DB-HE, la resistència tèrmica superficial de tancaments en contacte amb l'aire interior (R_{si}) és de $0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ en els tancaments verticals o amb pendent sobre la horitzontal més gran de 60° i flux horitzontal. Per tant, la resistència superficial interior total (R_{st}), tenint en compte que hi ha dos cares, serà:

$$R_{st} = R_{si} + R_{si} = 2 \cdot 0,13 \frac{m^2 \cdot ^{\circ}C}{W}$$

$$R_{st} = 0,26 \frac{m^2 \cdot ^{\circ}C}{W}$$

Temperatura de la superfície de la cara calenta (T_{sc}):

$$T_{sc} [^{\circ}C] = T_c - \frac{U \cdot (T_{sc} - T_{sf})}{h_i}$$

On,

$T_c [^{\circ}\text{C}] = \text{Temperatura de l'aire de la cambra calenta}$

$U \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}} \right] = \text{Transmitància tèrmica}$

$T_c [^{\circ}\text{C}] = \text{Temperatura de l'aire de la cambra calenta}$

$T_f [^{\circ}\text{C}] = \text{Temperatura de l'aire de la cambra freda}$

Conductivitat tèrmica (λ):

$$\lambda \left[\frac{\text{W}}{\text{m} \cdot ^{\circ}\text{C}} \right] = \frac{e \cdot U \cdot (T_c - T_f)}{(T_{sc} - T_{sf})}$$

On,

$e[\text{m}] = \text{gruix de l'element}$

$U \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}} \right] = \text{Transmitància tèrmica}$

$T_c [^{\circ}\text{C}] = \text{Temperatura de l'aire de la cambra calenta}$

$T_f [^{\circ}\text{C}] = \text{Temperatura de l'aire de la cambra freda}$

$T_{sc} [^{\circ}\text{C}] = \text{Temperatura de la superfície de la cara calenta}$

$T_{sf} [^{\circ}\text{C}] = \text{Temperatura de la superfície de la cara freda}$

I ve aïllada de:

$$Q = \frac{S \cdot \lambda \cdot (T_{sc} - T_{sf})}{e}; Q = S \cdot U \cdot (T_c - T_f)$$

$$\frac{S \cdot \lambda \cdot (T_{sc} - T_{sf})}{e} = S \cdot U \cdot (T_c - T_f) \rightarrow \frac{\lambda \cdot (T_{sc} - T_{sf})}{e} = U \cdot (T_c - T_f) \rightarrow \lambda = \frac{e \cdot U \cdot (T_c - T_f)}{(T_{sc} - T_{sf})}$$

5.7. Assaigs per determinar densitats

5.7.1. Objectiu

El primer objectiu d'aquests assaigs és determinar la densitat aparent seca, la densitat absoluta seca, l'absorció, la porositat relativa i la compacitat relativa de les provetes fabricades i les de PIERA.

El segon objectiu es analitzar els resultats per trobar possibles relacions amb les propietats tèrmiques i la resistència a compressió de les mateixes.

5.7.2. Normativa

S'utilitzaran les següents normes:

- UNE EN 772-3, amb el títol *Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 3: Determinación del volumen neto y del porcentaje de huecos por pesada hidrostática de piezas de arcilla cocida para fábrica de albañilería.*
- UNE EN 772-13, amb en títol *Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 13: Determinación de la densidad absoluta seca y de la densidad aparente seca de piezas para fábrica de albañilería (excepto piedra natural).*
- UNE EN 772-16, amb el títol *Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 16: Determinación de las dimensiones.*
- UNE 103-301-94, amb el títol *Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática.*

5.7.3. Material i maquinària

Per fer aquests assaigs es va utilitzar el següent:

- Balança hidrostàtica. Balança que serveix per pesar tant material a l'aire com submergit en aigua. Té una precisió mínima de 0,1% de la massa de la proveta.
- Estufa. Per assecar les provetes.
- Cinta mètrica d'acer inoxidable. Per mesurar les provetes en les diferents etapes.
- Recipient amb aigua. Recipient suficientment gran per poder submergir les provetes en aigua.
- Paper higiènic. Per assecar el sobrant d'aigua de les provetes.

5.7.4. Procediment

En primer lloc es pesaven i mesuraven les peces seques cuites. En general el pesat es feia després de la cocció ja que es considera que les provetes estan seques.

Per altra banda les que no es pesaven després de la cocció, s'assecaven a l'estufa durant 48 h a una temperatura d'entre 60 i 80°C.

Seguidament s'emplenava el recipient d'aigua i es submergien totalment les peces, és a dir, que les peces estiguin cobertes d'aigua i deixant espai entre elles. Per a garantir això es cobrien d'aigua aproximadament 5 cm més de la cota superior de les provetes, i es col·locaven amb una separació aproximada de 2 cm.

Les provetes es deixaven en aigua fins que arribessin a tenir una massa constant, és a dir, que les peces estiguessin completament saturades. Es deixaven durant 24 hores, ja que es va comprovar que era un temps suficient per arribar a massa constant. Segons la norma, per establir una massa constant, la massa de dos pesades successives en un interval de 30 min ha de diferir menys d'un 0,2 %.



Figura 83. Provetes submergides en aigua

Font. David Morillas

Passades les 24 h es treien del recipient amb aigua, es retirava amb paper higiènic l'aigua superficial que quedava a les provetes i es pesaven immediatament. Es pesaven amb una balança hidrostàtica; es feien dos pesades, una a l'aire, per conèixer la massa saturada en aigua, i una altra dins l'aigua, per conèixer la massa saturada i submergida en aigua.



Figura 84. Retirada d'aigua superficial amb paper higiènic

Font. David Morillas

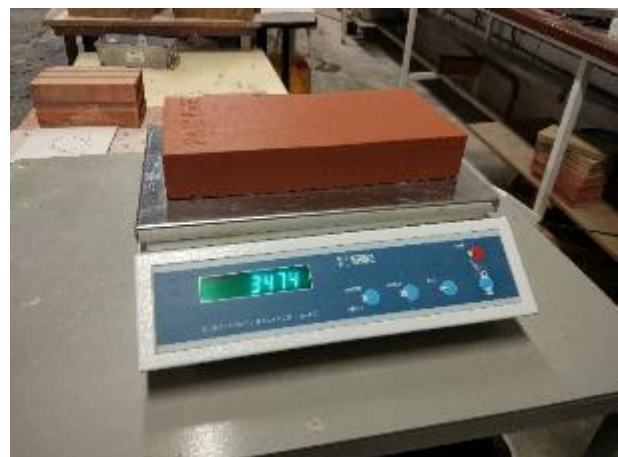


Figura 85. Pesada a l'aire de proveta saturada d'aigua

Font. David Morillas

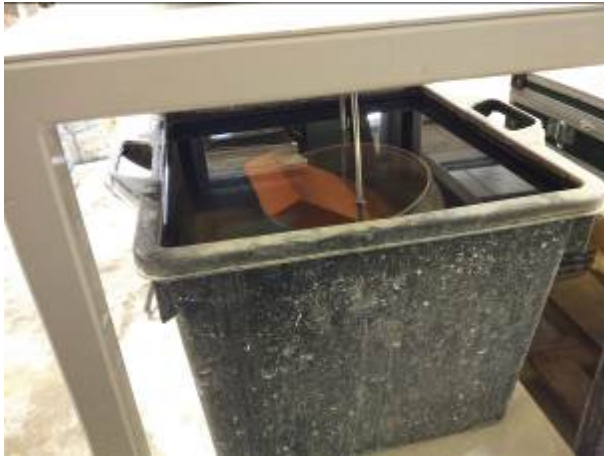


Figura 86. Col·locació de proveta dins l'aigua a la balança

Font. David Morillas



Figura 87. Pesada en aigua de proveta saturada d'aigua

Font. David Morillas

S'anotaven els resultats i tot seguit es col·locaven a l'estufa per posteriorment fer l'assaig a compressió, o es guardaven per ser tallades.

5.7.5. Fórmules

Volum aparent (V_{ap}):

$$V_{ap}[cm^3] = l \cdot a \cdot h$$

$$l[cm] = \text{longitud}$$

$$a[cm] = \text{amplada}$$

$$h[cm] = \text{alçada o gruix}$$

Densitat aparent seca (ρ_{ap}):

$$\rho_{ap} \left[\frac{g}{cm^3} \right] = \frac{m_s}{V_{ap}}$$

On,

$m_s[g] = \text{massa en sec}$

$V_{ap}[cm^3] = \text{Volum aparent}$

Volum relatiu (V_r):

$$V_r[cm^3] = \frac{M_s - M_{ss}}{\rho_{aigua}}$$

On,

$M_s[g] = \text{massa a l'aire saturada d'aigua}$

$M_{ss}[g] = \text{massa a l'aigua saturada d'aigua}$

$\rho_{aigua} \left[\frac{g}{cm^3} \right] = \text{densitat de l'aigua} \approx 1 \frac{g}{cm^3}$

Densitat relativa seca (ρ_r):

$$\rho_{abs} \left[\frac{g}{cm^3} \right] = \frac{m_s}{V_n}$$

On,

$m_s[g] = \text{massa en sec}$

$V_n[cm^3] = \text{volum net o absolut}$

Volum de porus accessibles o oberts (V_{pa}):

$$V_{pa}[cm^3] = \frac{M_{ss} - m_s}{\rho_{aigua}}$$

On,

$M_s[g]$ = massa a l'aire saturada d'aigua

$m_s[g]$ = massa en sec

$\rho_{aigua} \left[\frac{g}{cm^3} \right]$ = densitat de l'aigua $\approx 1 \frac{g}{cm^3}$

Porositat relativa o oberta (P_r):

$$P_r = \frac{V_{pa}}{V_{ap}} \rightarrow \text{En } \% \rightarrow P_r(\%) = \frac{V_{pa}}{V_{ap}} \cdot 100$$

On,

$V_{pa}[cm^3]$ = Volum de porus accessibles o oberts

$V_{ap}[cm^3]$ = Volum aparent

Compacitat relativa (C_r)

$$C_r = 1 - P_r \rightarrow \text{En } \% \rightarrow C_r(\%) = (1 - P_r) \cdot 100$$

On,

P_r = Porositat relativa o oberta

Absorció (Abs):

$$Abs = \frac{M_{ss} - m_s}{m_s} \rightarrow \text{En } \% \rightarrow Abs(100) = \frac{M_{ss} - m_s}{m_s} \cdot 100$$

On,

$M_{ss}[g]$ = massa a l'aigua saturada d'aigua

$M_s[g]$ = massa a l'aire saturada d'aigua

5.8. Anàlisi d'imatges, densitats i composició elemental mitjançant SEM-EDX

5.8.1. Objectiu

L'objectiu és fer l'observació mitjançant SEM (Scanning Electron Microscopy) i microanàlisi amb EDX (Energy Dispersive X-ray spectroscopy), per obtenir imatges de les diferents mostres, poder analitzar els seus components i, a partir de les imatges fer càlculs de densitats per poder comparar-les amb les obtingudes en els assaigs de densitats.

5.8.2. Material i maquinària

Per preparar, observar i analitzar les mostres es van utilitzar:

- Microscopi electrònic de rastreig SEM-EDX. Els models són SEM Zeiss DSM 960A i EDX i EDX Bruker Quantax 200. La capacitat d'augment és entre 5 i 200000 augments.
- Serra circular gran i serra circular petita. Per al tallat de les mostres.
- Estufa. Per assecar les mostres.
- Motlles de silicona i suport de mostra. Per la preparació de mostres.
- Resina epòxid Axson RSF816 i catalitzador. Per la preparació de mostres.
- Màquina per fer el buit. Per la preparació de mostres.
- Màquina polidora de mostres i els discs de polit.
- Màquina de polit final de mostres i la alúmina.
- Màquina per rentat de mostres amb ultrasons.
- Porta mostres (stub).
- Plata col·loïdal. Per la preparació de mostres.
- Màquina d'evaporació de carboni i carboni. Per la preparació de mostres.
- Compressor d'aire sec.

5.8.3. Procediment de preparació

El procediment de preparació comença amb el tall de les provetes de mostra. Aquest tall s'efectua en el mateix moment que es van tallar les provetes per fer l'assaig de resistència a compressió.



Figura 88. Mostres tallades i assecades (1)

Font. David Morillas



Figura 89. Mostres tallades i assecades (2)

Font. David Morillas

Les mostres es van extreure de cada proveta amb el 4 com a últim número de codi, és a dir que es va agafar una mostra de cada amassada, i una de PIERA, sumant un total de 19 mostres.

Les mostres es van extreure de la part central de cada proveta, i aquestes feien aproximadament 133 mm de longitud, 43 mm d'ample i 10 mm de gruix.

Fins aquí el procediment es va realitzar al Laboratori de Construcció de l'Escola Politècnica Superior de la Universitat de Girona.

El procediment continua en els STR (Serveis Tècnics de Recerca) de la Universitat de Girona.

El següent pas era tallar les mostres a unes dimensions més petites, concretament de 30x15x10 mm. Les mostres es tallaven amb una serra circular tenint en compte la part superior i inferior de la proveta original.

Per poder distingir la part superior, les mostres es van fer asimètriques; per fer-ho es tallava de manera esbiaixada una cantonada de la part superior de cada mostra.

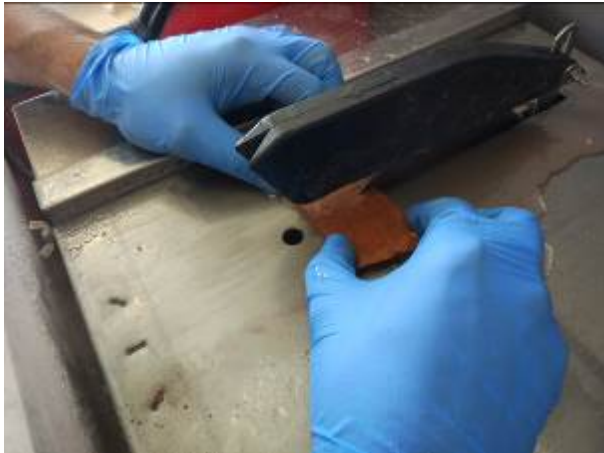


Figura 90. Tallat de mostres amb serra circular petita

Font. David Morillas

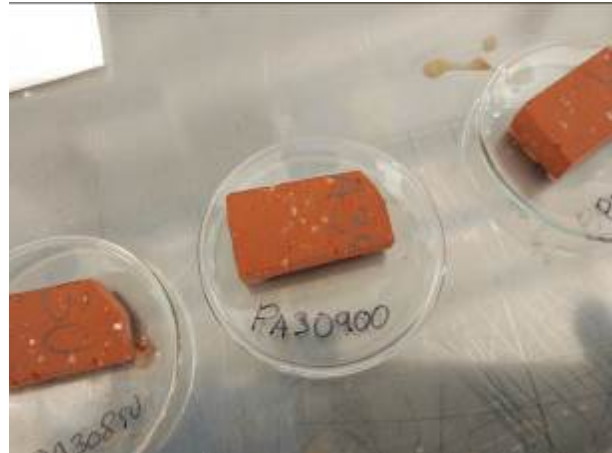


Figura 91. Mostres tallades

Font. David Morillas

Ja que el tall es va realitzar amb l'adició d'aigua per evitar la pols i l'escalfament del disc, es van deixar assecat les mostres en una estufa durant 24 h a una temperatura de 100°C.

Assecades les mostres es van incloure en un motlle de silicona. Amb un clip de suport de resines sintètiques es pinçava la mostra i es col·locava dins el motlle. Seguidament es preparava la resina epòxid i es s'abocava a cadascun dels motlles fins cobrir les mostres.



Figura 92. Assecat de mostres en estufa

Font. David Morillas



Figura 93. Motlles d'inclusió

Font. David Morillas

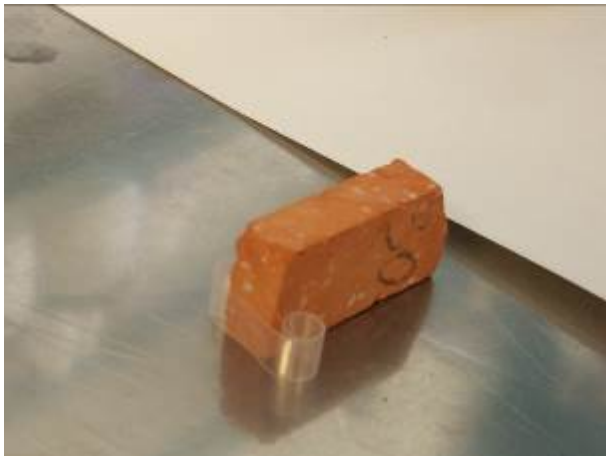


Figura 94. Mostra amb clip col·locat

Font. David Morillas



Figura 95. Mostres col·locades al motlle

Font. David Morillas

Abans d'abocar la resina epòxid es mesclava amb un catalitzador; la proporció era de 5 parts de resina epòxid i 2 de catalitzador. A cada motlle s'hi afegien aproximadament 16 ml de la mescla. Sobre la mostra es col·locava un paper amb el codi d'identificació de la mostra.



Figura 96. Mescla de resina epòxid i catalitzador

Font. David Morillas



Figura 97. Emplenat de motlles amb la resina

Font. David Morillas

Amb la màquina del buit, es feia el buit a les mostres per treure l'aire del seu interior i així deixar penetrar la resina epòxid. Fet això es deixaven curar les mostres durant 24 h a temperatura ambient tot i que amb menys hores era suficient..



Figura 98. Fent el buit a les mostres incloses

Font. David Morillas

Al cap d'aproximadament 24 h es desemmotllaven les mostres incloses i es preparaven per polir. Abans de polir es feia un devastat del perímetre superior de la mostra per millorar la manejabilitat i evitar talls.



Figura 99. Mostra en motlle després del curat

Font. David Morillas



Figura 100. Mostra desemmotllada

Font. David Morillas

El següent pas a seguir era el polit de les mostres amb l'ajuda d'una màquina es feia un polit de 7 seqüències amb papers abrasius de diferents densitat de punts per superfície; la seqüència de polits es va fer en amb papers de menor a major unitats de punts en el següent ordre: P80, P150, P240,

P400, P800, P1200 i P2000. Per fer-ho es col·locava el paper a la màquina al plat giratori, es treia el sobrant de resina, es feia un rebaix inicial i un rebaix secundari fent un moviment circular amb moviment contrari al del plat; i així amb cada sèrie.



Figura 101. Primer polit de mostres

Font. David Morillas

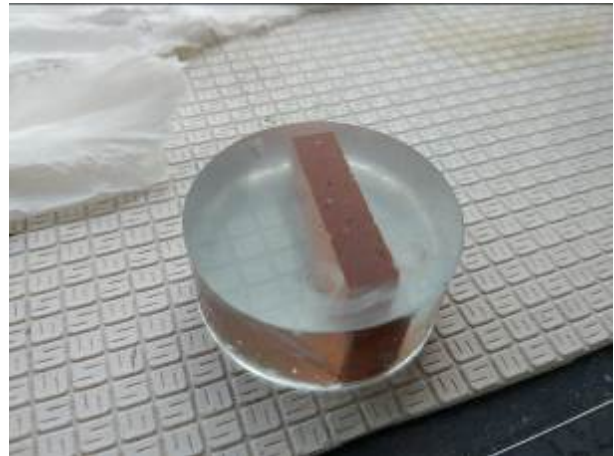


Figura 102. Mostra en procés de polit

Font. David Morillas

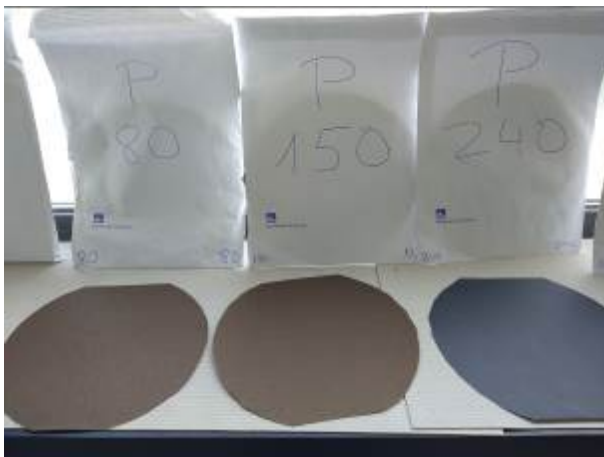


Figura 103. Papers de polit (1)

Font. David Morillas



Figura 104. Papers de polit (2)

Font. David Morillas

Aquest polit es feia amb adició d'aigua i era important netejar bé el plat giratori cada vegada que es canviava a papers mes fins per evitar un mal polit.

El polit final consistia en seguir un procés semblant a l'anterior però canviant el paper per alúmina. Es feien tres seqüències de suspensió aquosa amb alúmina en seguint l'ordre de major a menor granulometria de les partícules: 9,5 μ , 3 μ i 1 μ .



Figura 105. Màquina de polit mitjançant suspensió aquosa amb alúmina

Font. David Morillas



Figura 106. Alúmina de les tres diferents granulometries

Font. David Morillas

Acabat el polit es netejaven les mostres amb ultrasons amb aigua i sabó. Es feien dos seqüències, la primera amb aigua potable i sabó i la segona amb aigua desionitzada per fer l'esbandit



Figura 107. Màquina per netejar amb ultrasons

Font. David Morillas

S'assecaven les mostres i es bufaven amb aire sec comprimit per eliminar la pols superficial.

Tot seguit es muntaven en el porta mostres del microscopi i es cobria amb carboni la seva superfície fent un evaporat de carboni d'alt buit. Aquest porta mostres es col·locava amb adhesiu termoplàstic.



Figura 108. Mostres polides

Font. David Morillas



Figura 109. Mostres amb porta mostres

Font. David Morillas



Figura 110. Màquina per fer l'evaporat de carboni

Font. David Morillas

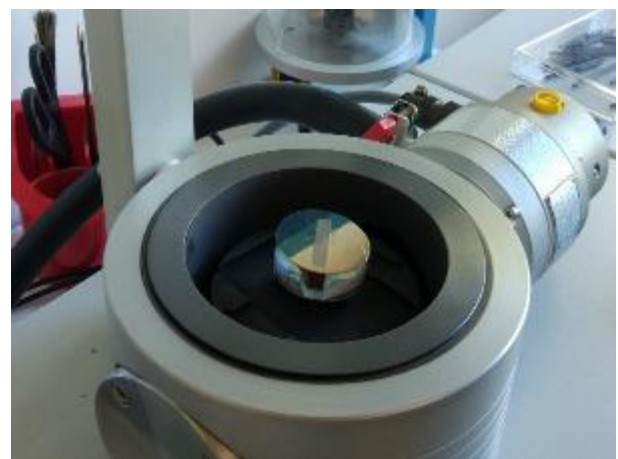


Figura 111. Mostra amb evaporat de carboni

Font. David Morillas

Finalment es fan les pistes de plata col·loïdal per sonar conductivitat a la mostra, és a dir, es fan unes connexions entre la mostra i el porta mostres per donar la bona conductivitat a la mostra un cop col·locada al microscopi i així garantir una bona observació i anàlisi.



Figura 112. Fent les pistes de plata col·loïdal (1)

Font. David Morillas



Figura 113. Fent pistes de plata col·loïdal (2)

Font. David Morillas

5.8.4. Procediment d'observació i anàlisi

Es col·loquen les mostres al microscopi SEM-MER en sèries de 3. El microscopi fa el buit al seu interior abans de l'observació de les mostres.



Figura 114. Equip del microscopi SEM-MER

Font. David Morillas



Figura 115. Col·locació de mostres al microscopi SEM-MER

Font. David Morillas

De cada mostra es capturen imatges amb el detector d'electrons secundaris (SE) i amb el detector d'electrons retrodispersats (BSE). També es fan microanàlisis de cada mostra amb el detector EDX (Energy Dispersion X-Ray Analysis). Les imatges i microanàlisis que s'han fet de cada mostra són els següents:

- Imatges BSE a 200 augments de la part superior, central i inferior de la mostra; 3x3=9 imatges.
- Imatges SE a 200 augments de la part superior, central i inferior de la mostra; 3 imatges que corresponen a 3 imatges BSE, és a dir, de la mateixa zona capturada.
- Imatges SE a 50 augments i microanàlisi de la part superior, central i inferior de la mostra; 3 imatges corresponents a la zona del microanàlisi.

Per tant s'han fet 15 imatges i 3 microanàlisis de cada mostra.

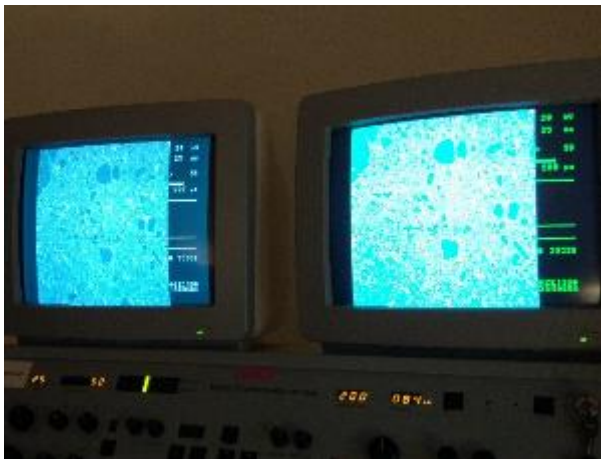


Figura 116. Observació amb microscopi SEM-MER

Font. David Morillas

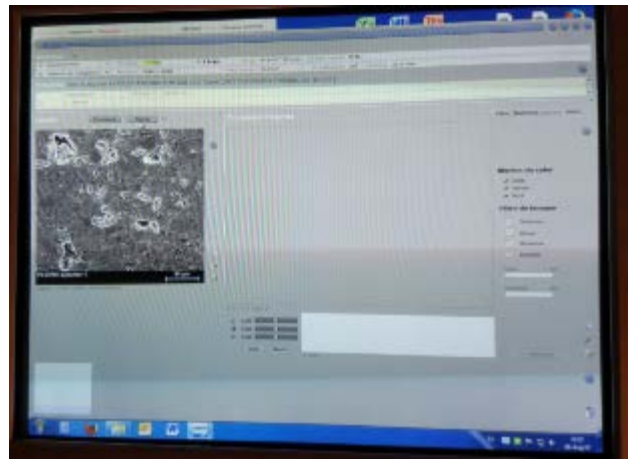


Figura 117. Processat d'imatges

Font. David Morillas

A partir de les 9 imatges BSE de cada mostra s'ha fet un càlcul de la seva porositat utilitzant el programa ImageJ.

Es varen fer proves de càlcul de porositat amb els porus visibles en les imatges SE, però els resultats no van ser els esperats i es va canviar de mètode. Finalment es va considerar que els porus eren les parts buides que es podien observar i les parts emplenades per la resina epòxid. Aquestes parts

coincidien amb la majoria de les zones més fosques de les imatges BSE, que són els elements amb nombre atòmic més baix, aproximadament fins al carboni, carboni inclòs.

Amb el programa ImageJ es podia seleccionar l'àrea que es considerava com a porus i l'àrea total de la imatge, i a partir d'aquí es podia calcular el percentatge. Els passos a seguir eren els següents:

- Carregar la imatge a ImageJ.
- Escalar la imatge a partir de l'escala gràfica de la mateixa.
- Retallar la imatge per veure només la part la qual s'observa la mostra.
- Aplicar el "treshold" per defecte. Es decideix fer així per unificar els criteris d'aplicació i després de comprovar que donava un bon resultat.
- Seleccionar i mesurar l'àrea total.
- Seleccionar i mesurar l'àrea considerada com a porus.
- Exportar les dades a un format "xls" i fer els càlculs dels totals de porositat de les 9 imatges de cada mostra i la seva mitjana.

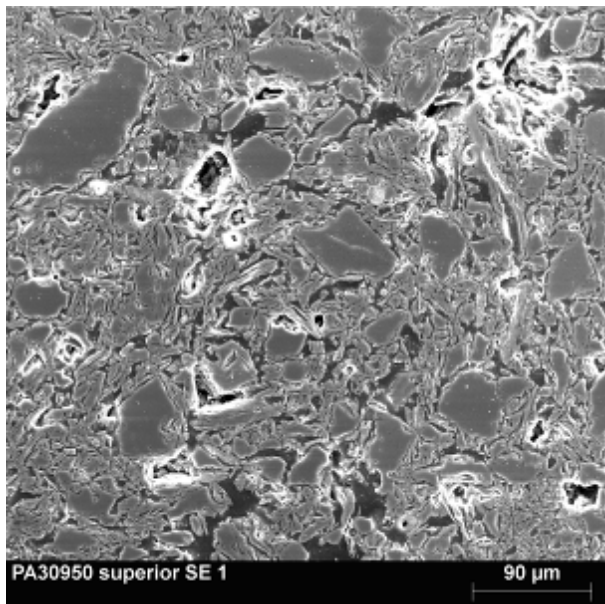


Figura 118. Exemple imatge SE

Font. David Morillas

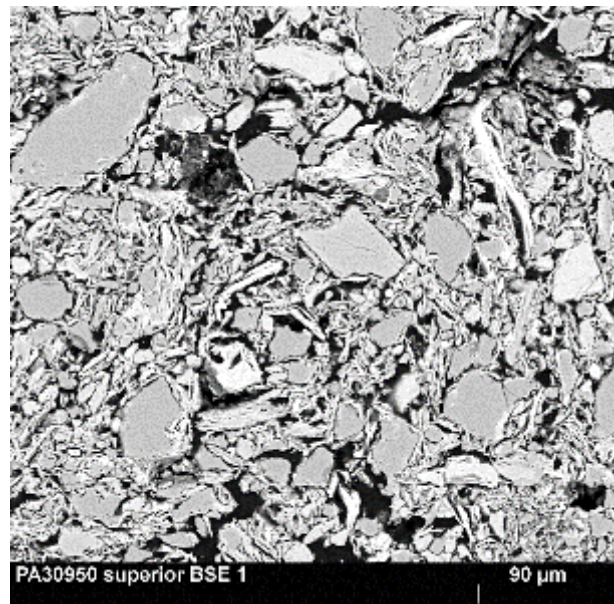


Figura 119. Exemple imatge BSE

Font. David Morillas

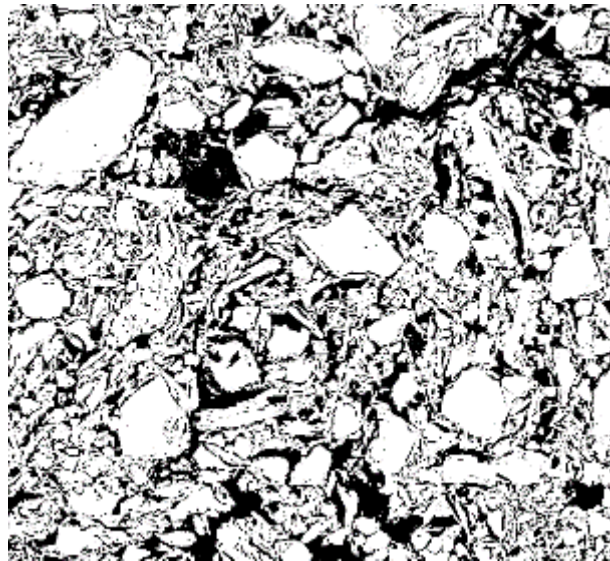


Figura 120. Exemple imatge amb "threshold" aplicat

Font. David Morillas

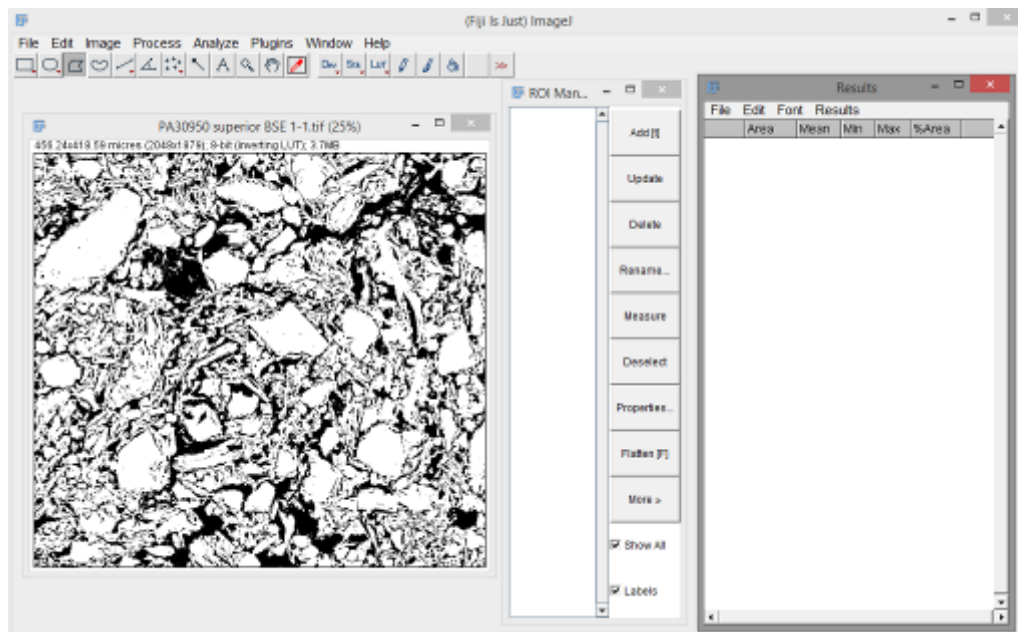


Figura 121. Aplicació de "threshold" amb programa ImageJ

Font. David Morillas

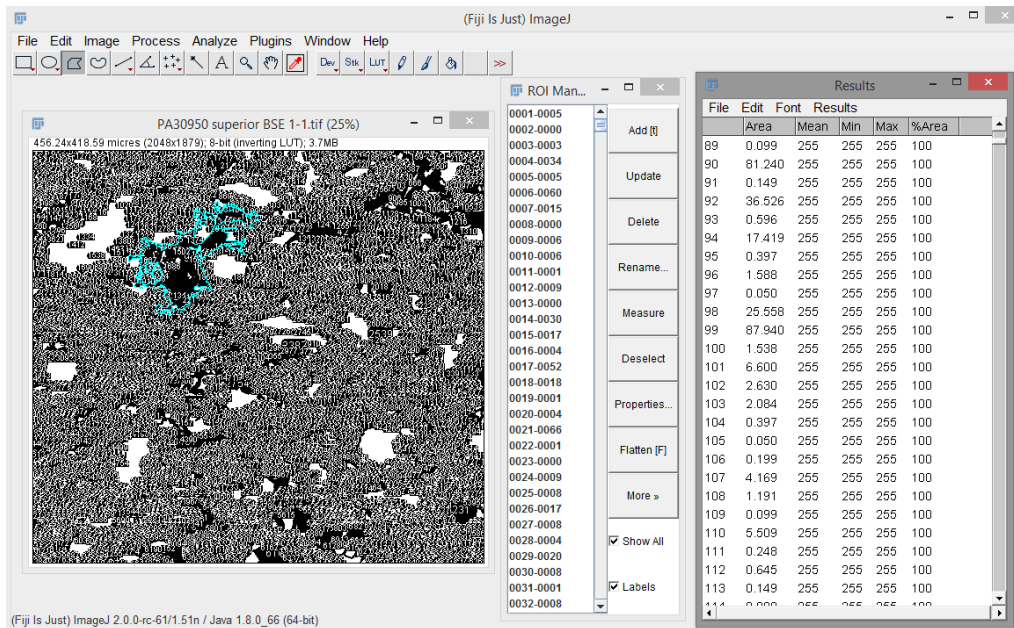


Figura 122. Càlcul d'àrees amb programa ImageJ

Font. David Morillas

Pel que fa als microanàlisis fets amb EDX, aquests són els que ens donen informació de la composició elemental de la mostra. Aquests es fan a partir d'un anàlisi quantitatiu.

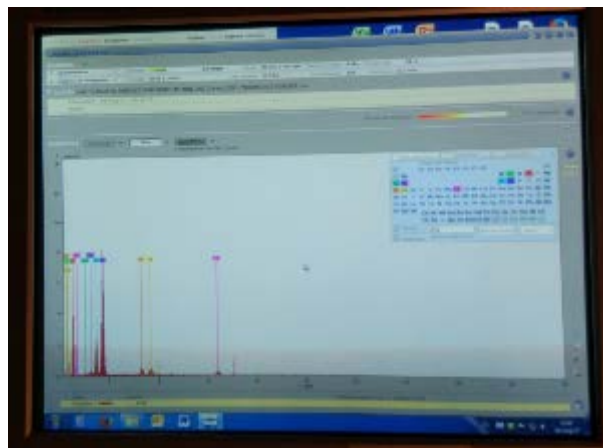
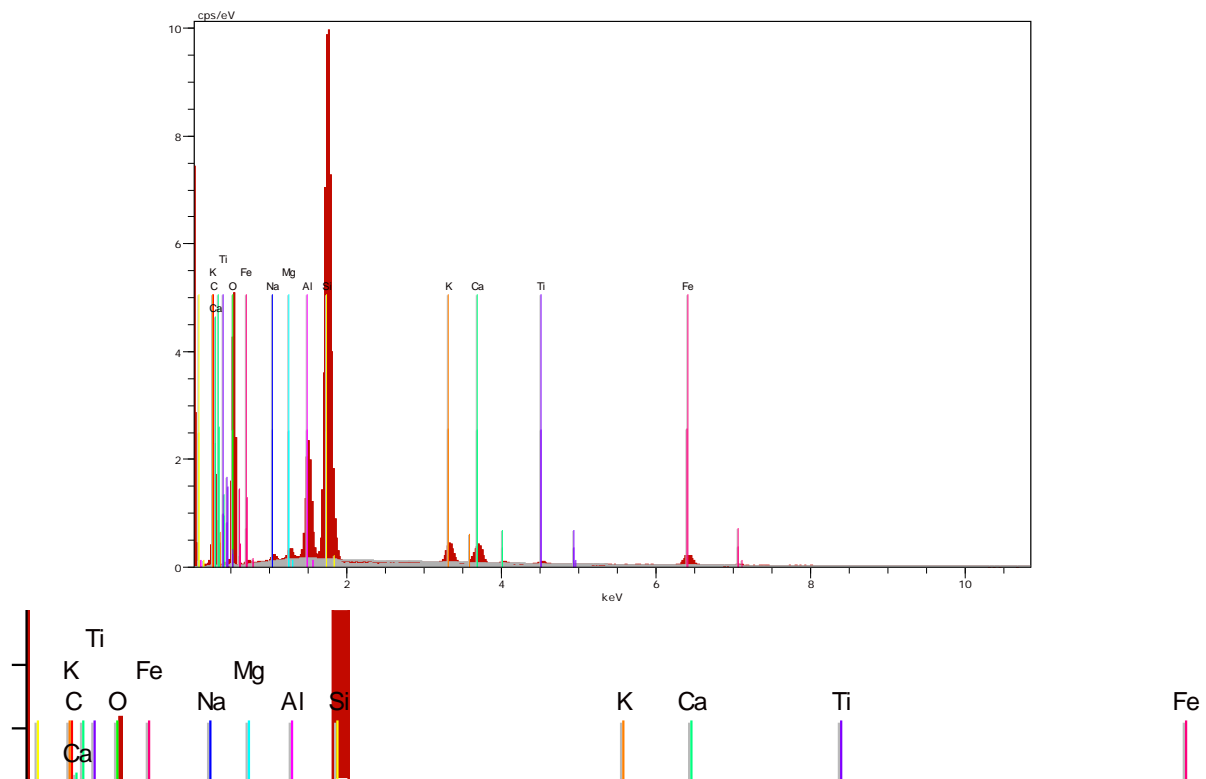


Figura 123. Execució de microanàlisi

Font. David Morillas



Spectrum: PA40900 superior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	30.13	26.62	37.42
Oxygen	K-series	49.09	43.37	45.77
Sodium	K-series	0.57	0.50	0.37
Magnesium	K-series	0.62	0.55	0.38
Aluminium	K-series	5.97	5.28	3.30
Silicon	K-series	19.41	17.15	10.31
Potassium	K-series	1.78	1.57	0.68
Calcium	K-series	2.41	2.13	0.90
Titanium	K-series	0.27	0.24	0.08
Iron	K-series	2.95	2.61	0.79
Total:		113.20	100.00	100.00

Figura 124. Exemple de microanàlisi amb gràfica ampliada

Per analitzar els microanàlisis cal tenir en compte que no es poden determinar els continguts exactes de Carboni (C) ja que la majoria de carboni forma part de la resina epòxid que ha penetrat en els porus de la mostra i també del recobriment fet de carboni mitjançant la evaporació de carboni al buit.

5.8.5. Consideracions pels càlculs de porositat real

Es fan uns anàlisis dels porus per definir el que es consideren porus oberts i porus tancats. Es fa el microanàlisi de dues zones diferents. La primera es fa en una zona partint de l'hipòtesi que és un porus tancat, i la segona es fa en una zona on hipotèticament hi ha porus oberts, que és on està embeguda la resina epòxid.

Es fa l'anàlisi a partir dels següents resultats:

- En **vermell** es marca la zona hipotètica de porus tancat.

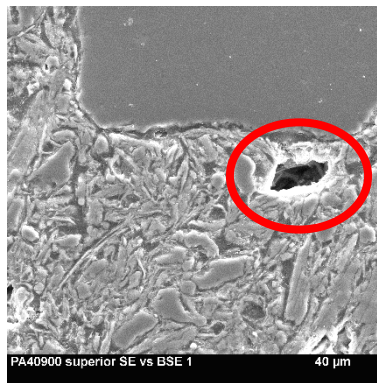
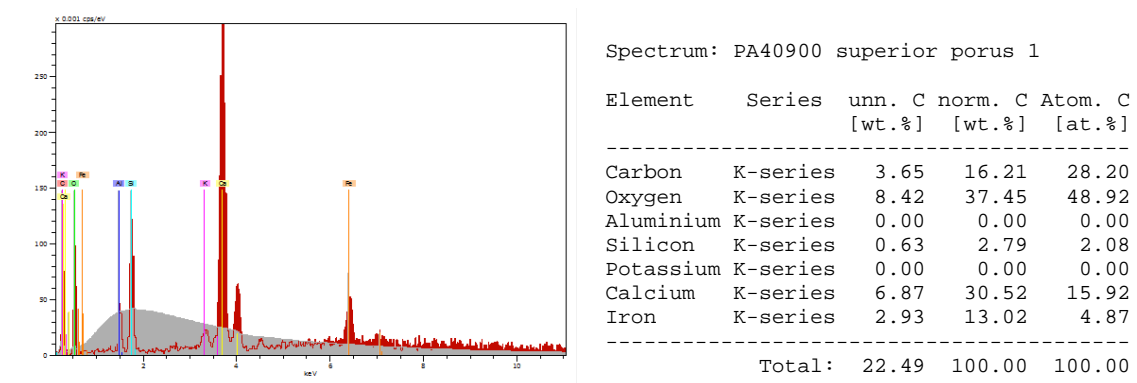


Figura 125. Imatge per anàlisi de porus SE vs BSE (1)



Gràfica-taula 1. Microanàlisi per anàlisi de porus EDX (1)

- En blau es marca la zona hipotètica de porus obert.

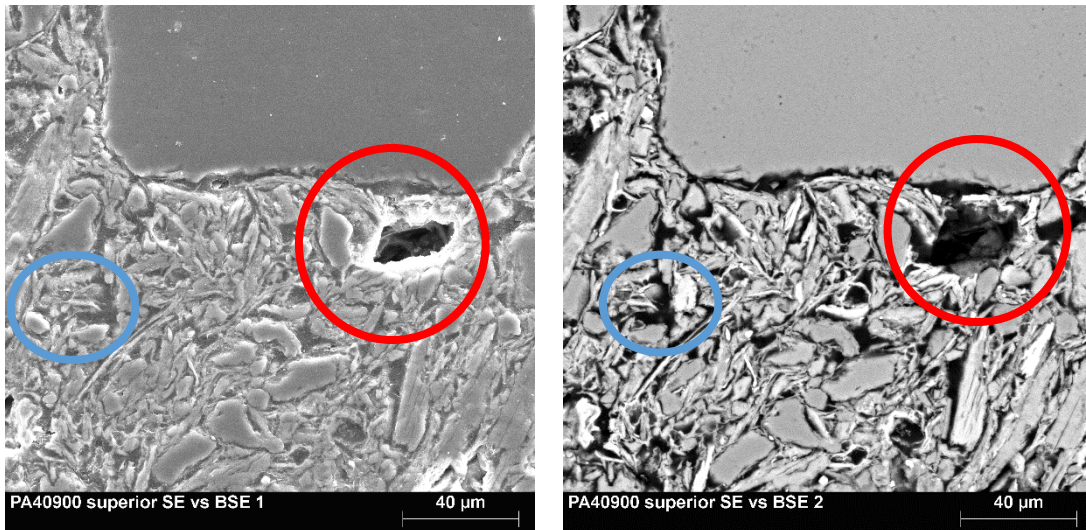
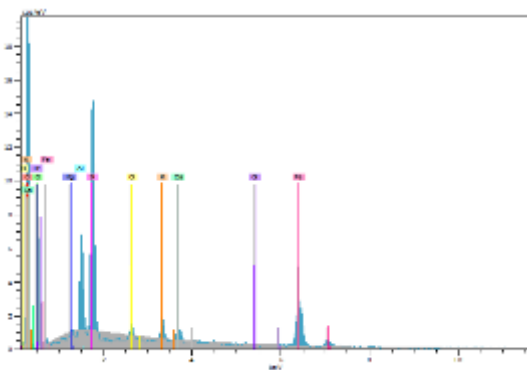


Figura 126. Imatges per anàlisi de porus SE vs BSE



Spectrum: Objecte 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	58.15	70.15	80.51
Oxygen	K-series	14.20	17.13	14.76
Magnesium	K-series	0.01	0.01	0.01
Aluminium	K-series	1.59	1.92	0.98
Silicon	K-series	3.20	3.86	1.90
Chlorine	K-series	0.17	0.21	0.08
Potassium	K-series	0.49	0.59	0.21
Calcium	K-series	0.41	0.49	0.17
Chromium	K-series	0.02	0.02	0.01
Iron	K-series	4.66	5.62	1.39

Total: 82.90 100.00 100.00

Gràfica-taula 2. Microanàlisi per anàlisi de porus EDX (2)

Es pot observar que, al primer microanàlisi de porus, l'escala de la gràfica és molt baixa en comparació amb la resta analitzades i que les quantitats de components també es molt baixa, per tant es considera que es un porus tancat. En canvi, al segon microanàlisi, es comprova que és diferent que el primer i que correspon a la resina epòxid. Per tant per fer els càlculs de porositat real es tindran en compte les parts més fosques de la imatge, ja que en general es tracta dels porus tancats i oberts.

5.9. Anàlisi d'estructures cristal·lines mitjançant difracció de raigs X

5.9.1. Objectiu

L'objectiu d'aquest anàlisi es determinar i comparar les estructures cristal·lines de les mostres PA, PF i PIERA tenint en compte ja que les PA s'han fabricat sense fangs i les PF amb fangs i que s'han cuit arribant a temperatures màximes diferents, 850, 900 i 950°C.

5.9.2. Material i màquines

Per a preparar i analitzar les mostres es va fer servir el següent:

- Difractòmetre de raig X de pols, Model Bruker AXS D8 Advance.
- Martell. Per trencar les provetes.
- Màquina de molturar.
- Alcohol i paper higiènic.
- Pots esterilitzats de 10 cl.
- Porta mostres de difractòmetre.

5.9.3. Procediment

Per fer les mostres es varen utilitzar les mostres tallades de totes les peces de codi acabat amb 4, les quals també es van utilitzar per preparar les mostres per observar amb el microscopi SEM- MER.

Abans del segon tall de mostres per al SEM-MER, es trencava una part de cadascuna amb l'ajuda d'un martell. Es trencaven aproximadament parts de 43x30x10 mm.

Per trencar les mostres es feia sobre una enclusa d'acer. Abans de res es netejava amb paper i alcohol la superfície de l'enclusa, el martell i els guants; això es feia per evitar contaminar les mostres.

El tros trencat es posava en una bosseta de plàstic i es picava amb el martell. Això servia per fer un picat previ per fer i facilitar el molturat. La mostra triturada s'abocava en un pot de plàstic esterilitzat.



Figura 127. Trencat de mostra amb martell

Font. David Morillas



Figura 128. Triturat de la mostra amb martell

Font. David Morillas



Figura 129. Mostra triturada

Font. David Morillas

Es següent pas era el molturat de les mostres, i tracta de fer pols a partir de la mostra. El primer que es feia era netejar el recipient del molturat i la bola de tungstè; es netejava amb paper i alcohol.

Per fer la pols s'havien de fer 2 molturats per cada mostra. Un primer molturat que servia per netejar amb més profunditat el recipient i la bola de tungstè, i que per tant es llençava, i un segon molturat que es feia seguidament al segon i sense netejar el recipient i la bola. Per a una bona molturada van ser suficients 5 minuts per cada seqüència.



Figura 130. Màquina de molturar

Font. David Morillas



Figura 131. Mostra i bola de tungstè col·locades a la màquina de molturar

Font. David Morillas

Font. David Morillas

La preparació de la mostra s'acaba amb la col·locació de la pols resultant del segon molturat dins pot de plàstic amb l'ajuda de paper de pesat.



Figura 132. Mostra molturada

Font. David Morillas

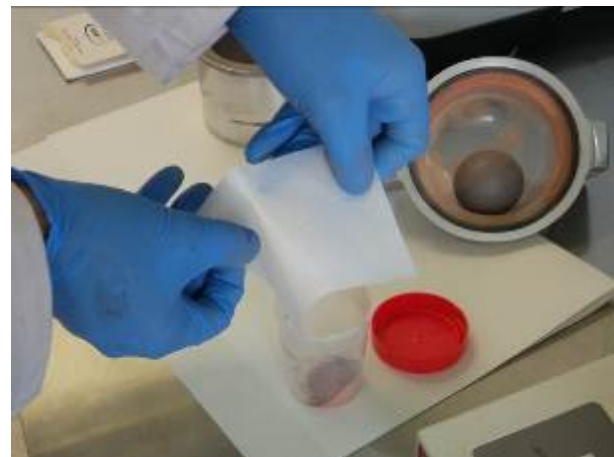


Figura 133. Abocat de mostra al pot

Font. David Morillas

Per analitzar les mostres es col·locava una mica de pols en un porta provetes en el difractòmetre i s'iniciava l'anàlisi.



Figura 134. Mostra de pols en porta mostres

Font. David Morillas



Figura 135. Col·locació de mostra al difractòmetre

Font. David Morillas

Bàsicament el difractòmetre es tracta d'un emissor de raig X i un detector. El detector i la mostra es van movent de tal manera que fa canviar l'angle de detecció per capturar els raig difractats en totes les direccions possibles; el detector es mou en un angle i la mostra es mou en angle i rotació.



Figura 136. Difractòmetre en funcionament

Font. David Morillas

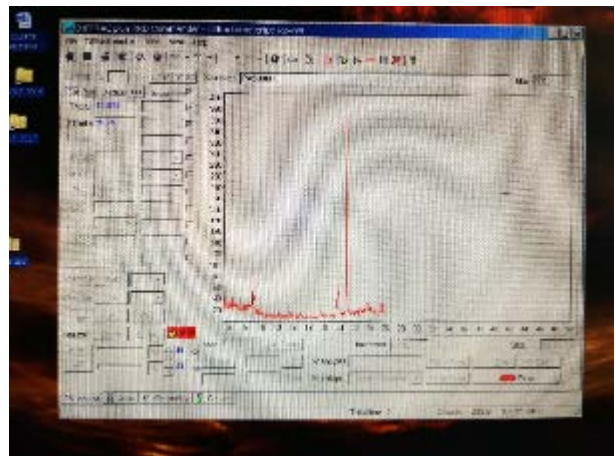
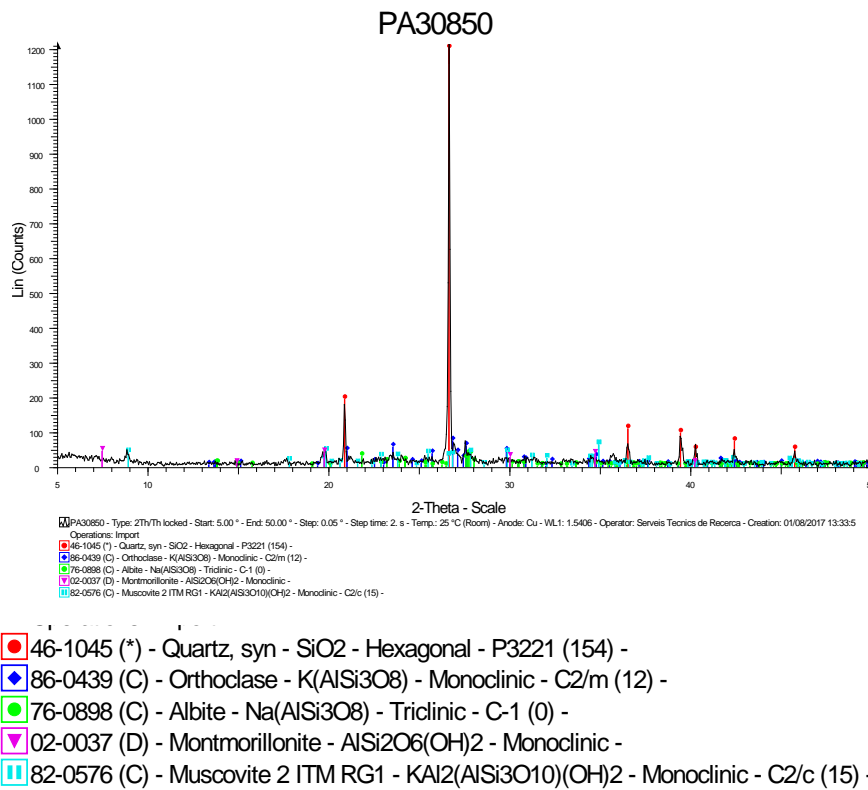


Figura 137. Lectura del difractòmetre en funcionament

Font. David Morillas

A partir d'aquí s'analitzen els patrons de difracció i s'extreuen els resultats.



Gràfica 6. Exemple de difractograma

Font. David Morillas

6. Resultats

6.1. Resistència a compressió

6.1.1. Provetes tallades

Resistència a compressió de la sèrie PA:

Sèrie / Provetes	Longitud (mm)	Amplada (mm)	Gruix (mm)	Superfície (mm ²)	Càrrega (t)	Resistència a compressió (RC) (N/mm ²)		factor de forma <i>d</i>	Resistència a compressió normalitzada (RC · <i>d</i> · 0,8) (N/mm ²)		Desviació estàndard	Coefficient de variació (%)	Variància	
PA30850/	4.1	134,50	100,00	43,75	13450,00	60,90	44,42	0,9031	32,09		4,29	15,22	18,43	
	5.1	134,50	100,00	44,00	13450,00	44,78	32,66	39,03	0,9030	23,59				28,20
	6.1	134,25	100,00	43,75	13425,00	54,74	40,00	0,9031	28,90					
PA30900/	4.1	134,25	100,00	43,75	13425,00	61,90	45,23	0,9031	32,68		5,20	18,77	27,09	
	5.1	134,50	100,00	43,75	13450,00	42,32	30,87	38,37	0,9031	22,30				27,72
	6.1	134,25	100,00	43,75	13425,00	53,39	39,01	0,9031	28,19					
PA30950/	4.1	134,25	100,00	44,25	13425,00	58,70	42,89	0,9029	30,98		4,50	17,19	20,22	
	5.1	134,25	100,00	44,00	13425,00	48,16	35,19	36,22	0,9030	25,42				26,16
	6.1	134,25	100,00	44,00	13425,00	41,83	30,57	0,9030	22,08					
PA40850/	4.1	134,50	100,00	43,25	13450,00	62,73	45,75	0,9034	33,07		3,37	11,52	11,34	
	5.1	134,50	100,00	43,25	13450,00	52,89	38,58	40,45	0,9034	27,88				29,23
	6.1	134,50	100,00	43,25	13450,00	50,75	37,02	0,9034	26,75					
PA40900/	4.1	134,25	100,00	43,25	13425,00	48,80	35,66	0,9034	25,77		3,06	9,69	9,34	
	4.2	134,25	100,00	43,25	13425,00	65,16	47,61	0,9034	34,41					
	5.1	134,50	100,00	43,25	13450,00	59,79	43,61	0,9034	31,52					
	5.2	134,50	100,00	43,25	13450,00	60,80	44,35	0,9034	32,05					
	6.1	134,25	100,00	43,25	13425,00	63,91	46,70	0,9034	33,75					
	6.2	134,25	100,00	43,25	13425,00	60,16	43,96	0,9034	31,77					
PA40950/	4.1	134,50	100,00	43,25	13450,00	45,82	33,42	0,9034	24,15		2,42	9,22	5,86	
	5.1	134,50	100,00	43,25	13450,00	48,74	35,55	36,32	0,9034	25,69				26,25
	6.1	134,50	100,00	43,25	13450,00	54,82	39,98	0,9034	28,90					
PA50850/	4.1	134,50	100,00	42,75	13450,00	52,95	38,62	0,9036	27,92		1,44	4,89	2,08	
	5.1	134,50	100,00	42,25	13450,00	58,31	42,53	40,79	0,9039	30,75				29,49
	6.1	134,25	100,00	42,50	13425,00	56,42	41,23	0,9038	29,81					
PA50900/	4.1	134,50	100,00	42,50	13450,00	52,52	38,31	0,9038	27,70		-	-	-	
	5.1	134,50	100,00	42,50	13450,00	94,44	-	38,31	-	-				
	6.1	134,50	100,00	42,50	13450,00	127,81	-	-	-	-				
PA50950/	4.1	134,00	100,00	43,00	13400,00	65,05	47,62	0,9035	34,42		2,09	5,83	4,36	
	5.1	134,00	100,00	43,00	13400,00	65,90	48,24	49,59	0,9035	34,87				35,84
	6.1	134,00	100,00	42,75	13400,00	72,26	52,90	0,9036	38,24					

Taula 7. Resistència a compressió sèrie PA

Resistència a compressió de la sèrie PF:

Sèrie / Proveta	Longitud (mm)	Amplada (mm)	Gruix (mm)	Superfície (mm²)	Càrrega (t)	Resistència a compressió (RC)		factor de forma <i>d</i>	Resistència a compressió normalitzada (RC · <i>d</i> · 0,8)		Desviació estàndard	Coeficient de variació (%)	Variància	
						(N/mm²)			(N/mm²)	(N/mm²)				
PF30850/	4.1	134,75	100,00	44,50	13475,00	46,63	33,95	0,9028	24,52		0,92	3,86	0,84	
	5.1	134,75	100,00	44,50	13475,00	45,80	33,34		32,93	24,08				23,78
	6.1	134,75	100,00	44,50	13475,00	43,28	31,51			22,76				
PF30900/	4.1	134,50	100,00	44,25	13450,00	48,12	35,10	0,9029	25,35		0,24	0,95	0,06	
	5.1	134,50	100,00	44,50	13450,00	48,19	35,15		34,93	25,38				25,23
	6.1	134,50	100,00	44,50	13450,00	47,37	34,55			24,95				
PF30950/	4.1	134,50	100,00	44,50	13450,00	57,41	41,87	0,9028	30,24		3,98	15,41	15,87	
	5.1	134,50	100,00	44,50	13450,00	47,17	34,40		35,79	24,85				25,85
	6.1	134,25	100,00	44,50	13425,00	42,57	31,11			22,47				
PF40850/	4.1	134,50	100,00	43,50	13450,00	56,11	40,92	0,9033	29,57		2,30	8,07	5,30	
	5.1	134,75	100,00	43,75	13475,00	49,18	35,80		39,46	25,87				28,51
	6.1	134,75	100,00	43,75	13475,00	57,20	41,64			30,09				
PF40900/	4.1	134,25	100,00	43,50	13425,00	60,73	44,38	40,32	32,07		3,48	11,94	12,10	
	4.2	134,25	100,00	43,50	13425,00	47,91	35,01		0,9033	25,30				
	5.1	134,50	100,00	43,50	13450,00	48,23	35,18		0,9033	25,42				
	5.2	134,50	100,00	43,50	13450,00	58,69	42,81		0,9033	30,93				
	6.1	134,00	100,00	43,50	13400,00	52,37	38,34		0,9033	27,70				
	6.2	134,00	100,00	43,50	13400,00	63,12	46,21		0,9033	33,39				
PF40950/	4.1	134,25	100,00	43,50	13425,00	44,37	32,42	0,9033	23,43		5,38	19,33	28,89	
	5.1	134,25	100,00	43,50	13425,00	64,02	46,78		38,48	33,80				27,80
	6.1	134,50	100,00	43,50	13450,00	49,67	36,23			26,18				
PF50850/	4.1	134,25	100,00	43,25	13425,00	61,82	45,17	0,9034	32,65		6,96	25,11	48,45	
	5.1	134,25	100,00	43,25	13425,00	43,18	31,55		38,36	22,80				27,73
	6.1	134,25	100,00	43,25	13425,00	126,19	-		-	-				-
PF50900/	4.1	134,75	100,00	43,25	13475,00	67,11	48,86	0,9034	35,31		6,24	22,21	38,97	
	5.1	135,00	100,00	43,25	13500,00	47,43	34,47		38,90	24,91				28,11
	6.1	135,00	100,00	43,25	13500,00	45,94	33,38			24,13				
PF50950/	4.1	134,75	100,00	43,00	13475,00	64,67	47,08	0,9035	34,03		4,45	15,13	19,80	
	5.1	134,50	100,00	43,25	13450,00	55,09	40,18		40,69	29,04				29,41
	6.1	134,50	100,00	43,25	13450,00	47,72	34,81			25,15				

Taula 8. Resistència a compressió sèrie PF

Resistència a compressió de les provetes PIERA:

Sèrie / Proveta	Longitud (mm)	Amplada (mm)	Gruix (mm)	Superfície (mm²)	Càrrega (t)	Resistència a compressió (RC)		factor de forma <i>d</i>	Resistència a compressió normalitzada (RC · <i>d</i> · 0,8)		Desviació estàndard	Coeficient de variació (%)	Variància	
						(N/mm²)			(N/mm²)	(N/mm²)				
PIERA /	4.1	134,00	100,00	43,25	13400,00	64,34	47,10	41,66	34,04		5,08	16,87	25,79	
	4.2	134,00	100,00	43,25	13400,00	50,30	36,82		0,9034	26,61				
	5.1	134,00	100,00	43,25	13400,00	129,98	-		-	-				
	5.2	134,00	100,00	43,25	13400,00	69,94	51,20		0,9034	37,00				
	6.1	134,50	100,00	43,25	13450,00	48,82	35,61		0,9034	25,73				
	6.2	134,50	100,00	43,25	13450,00	51,50	37,56		0,9034	27,15				

Taula 9. Resistència a compressió PIERA

Taula resum de resistència a compressió de la sèrie PA (N/mm²):

Pressió del presmat	Temperatura màxima de cocció		
	850°C	900°C	950°C
30 kg/cm²	28,20	27,72	26,16
40 kg/cm²	29,23	31,54	26,25
50 kg/cm²	29,49	27,70	35,84

Taula 10. Resum resistència a compressió PA

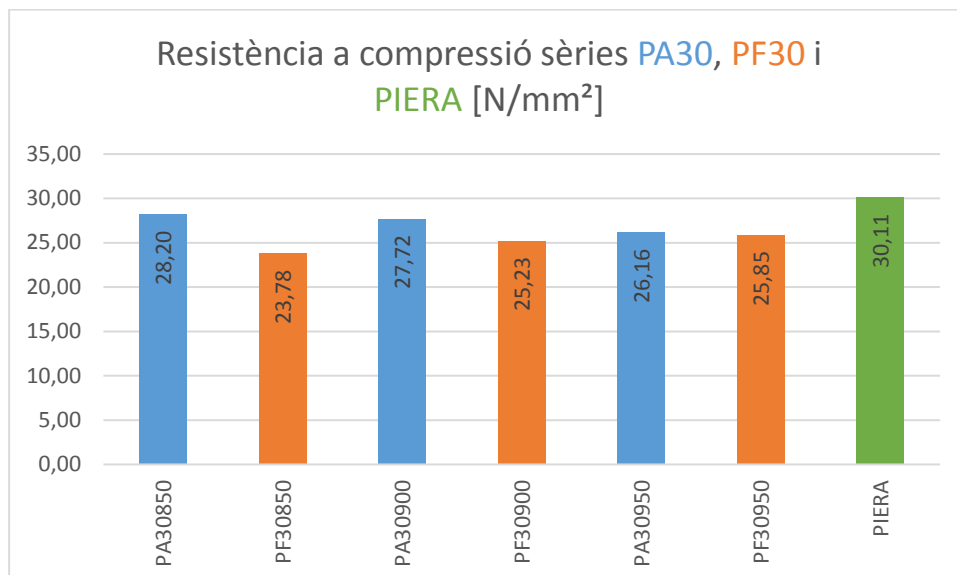
Taula resum de resistència a compressió de la sèrie PF (N/mm²):

Pressió del presmat	Temperatura màxima de cocció		
	850°C	900°C	950°C
30 kg/cm²	23,78	25,23	25,85
40 kg/cm²	28,51	29,14	27,80
50 kg/cm²	27,73	28,11	29,41

Taula 11. Resum resistència a compressió PF

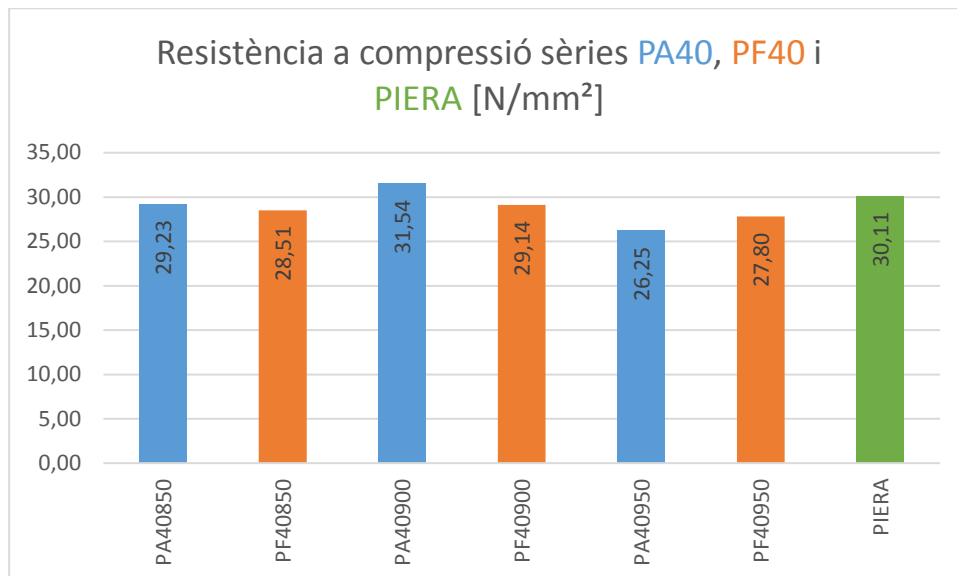
Resistència a compressió de PIERA: 30,11 N/mm².

Comparativa gràfica de resistències a compressió de les sèries PA30, PF30 i PIERA:



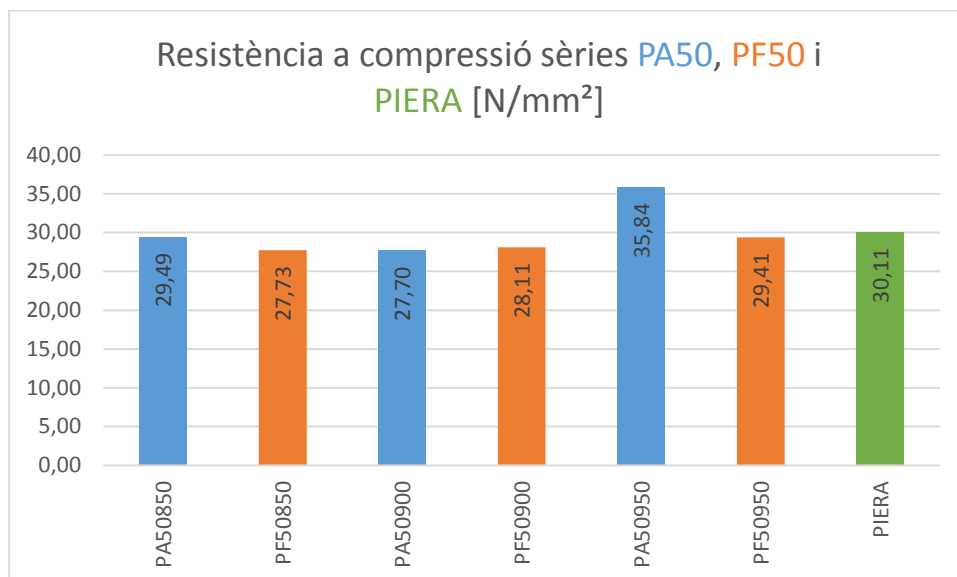
Gràfica 7. Resistència a compressió sèrie PA30, PF30 i PIERA

Comparativa gràfica de resistències a compressió de les sèries PA40, PF40 i PIERA:



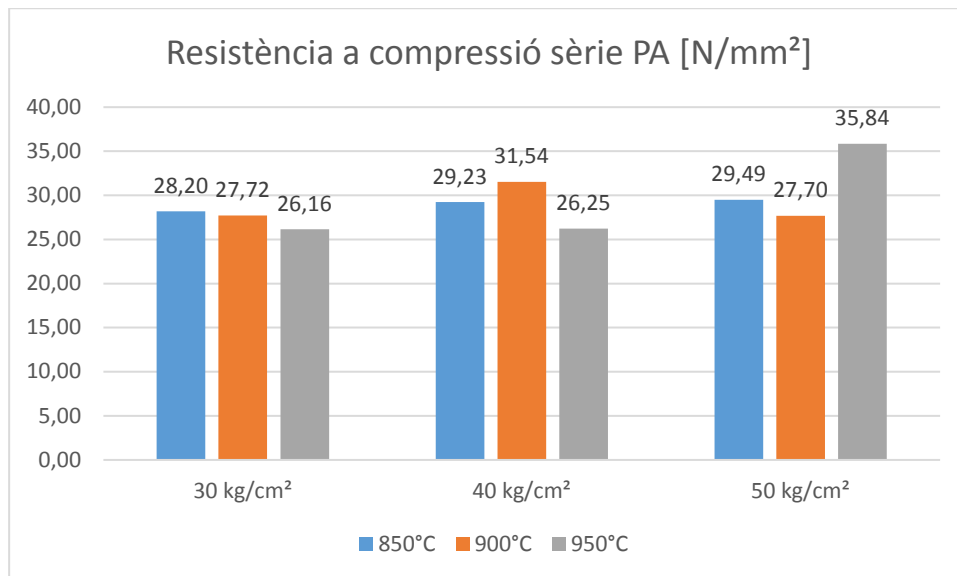
Gràfica 8. Resistència a compressió sèrie PA40, PF40 i PIERA

Comparativa gràfica de resistències a compressió de les sèries PA50, PF50 i PIERA:

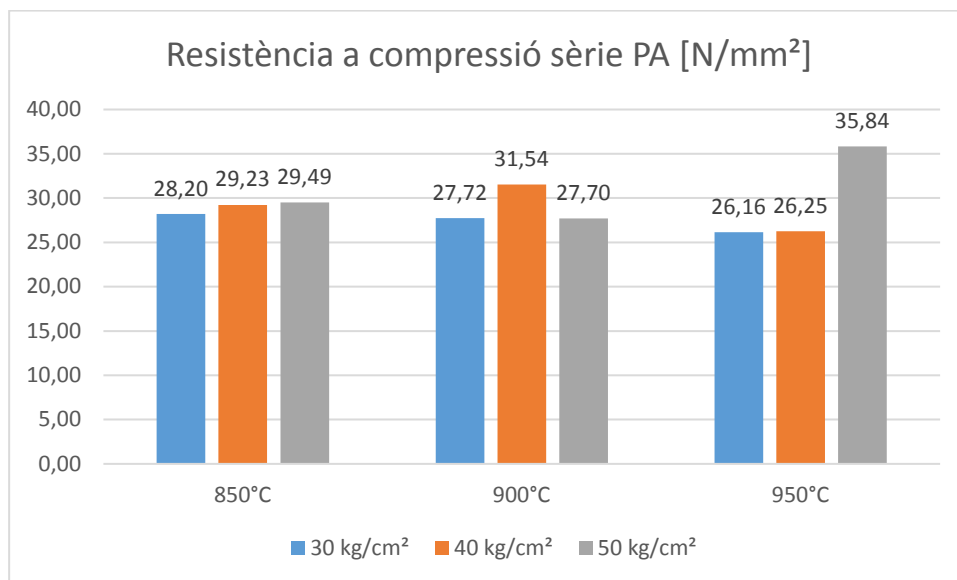


Gràfica 9. Resistència a compressió sèrie PA50, PF50 i PIERA

Comparativa gràfica de resistències a compressió de la sèrie PA:

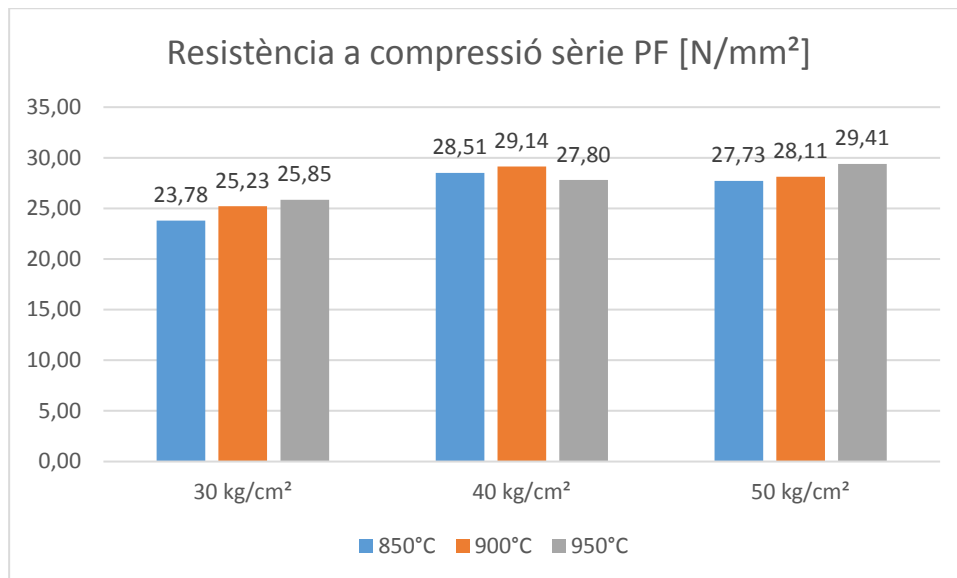


Gràfica 10. Resistència a compressió sèrie PA (1)

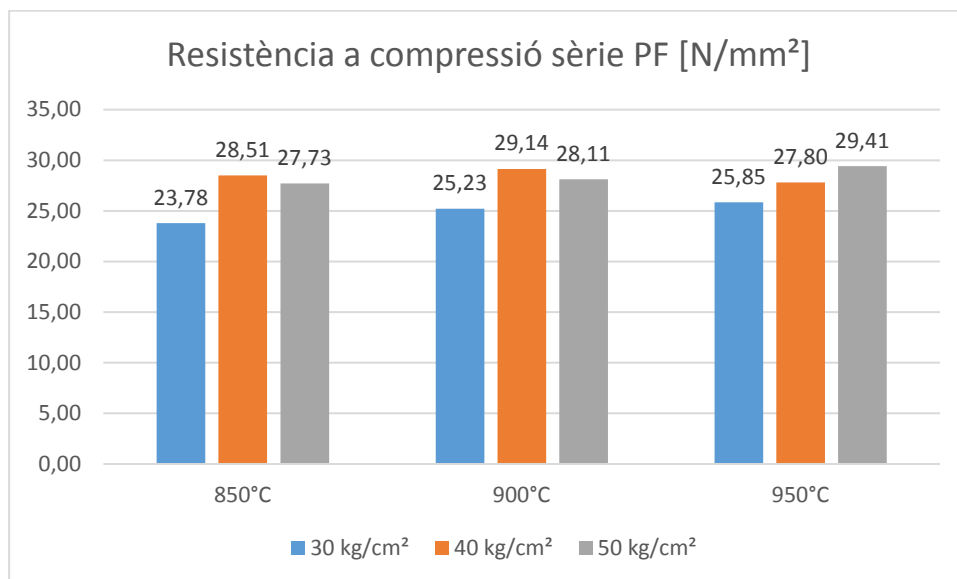


Gràfica 11. Resistència a compressió sèrie PA (2)

Comparativa gràfica de resistències a compressió de la sèrie PF:



Gràfica 12. Resistència a compressió sèrie PF (1)



Gràfica 13. Resistència a compressió sèrie PF (2)

6.1.1.1. *Fotografies de resultats*

A continuació es podran veure fotografies d'abans, durant i després de fer un assaig de resistència a compressió d'una proveta tallada. La proveta d'exemple serà la PF409004.1.



Figura 138. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (1)

Font. David Morillas



Figura 139. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (2)

Font. David Morillas



Figura 140. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (3)

Font. David Morillas



Figura 141. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (4)

Font. David Morillas



Figura 142. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (5)

Font. David Morillas



Figura 143. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (6)

Font. David Morillas



Figura 144. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (7)

Font. David Morillas

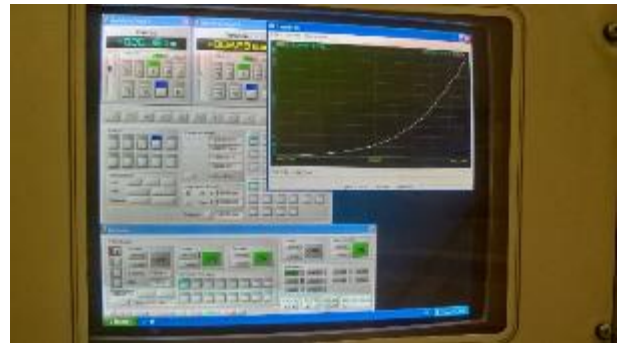


Figura 145. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (8)

Font. David Morillas



Figura 146. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (9)

Font. David Morillas



Figura 147. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (10)

Font. David Morillas



Figura 148. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (11)

Font. David Morillas



Figura 149. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (12)

Font. David Morillas



Figura 150. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (13)

Font. David Morillas



Figura 151. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (14)

Font. David Morillas



Figura 152. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (15)

Font. David Morillas



Figura 153. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (16)

Font. David Morillas

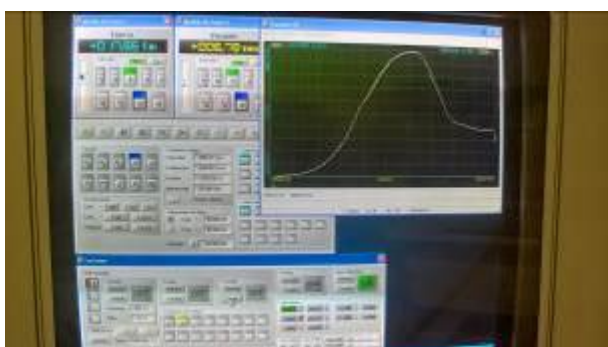


Figura 154. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (17)

Font. David Morillas



Figura 155. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (18)

Font. David Morillas



Figura 156. Assaig de resistència a compressió PF409004.1 (19)

Font. David Morillas

6.1.1.2. Anàlisi de resultats

Vocabulari: resistència a compressió (RC), resistència a compressió normalitzada (RCN)

Primer cal comentar que a la Taula 7, Taula 8, i Taula 9, es poden veure en vermell els resultats de càrrega les provetes PA509005.1, PA509506.1, PF508506.1 i PIERA5.1. Això indica que aquestes provetes s'han desestimat per calcular la resistència a compressió. Als annexes es poden veure les seves gràfiques.

La desestimació de les provetes anteriors s'ha fet perquè el resultat de l'assaig no ha sigut adequat; es pot veure que són resultats alts comparats amb la resta. Aquestes provetes s'han comportat de manera irregular durant l'assaig, es comprimien de tal manera que la part central quedava pràcticament intacte i molt resistent, anava suportant cada vegada més carrega fins parar l'assaig manualment ja que els seus comportaments no eren els esperats. Aquestes provetes, a part de les PIERA, tenen la similitud d'haver sigut fabricades a una pressió de 50 kg/cm².

Segons els coeficients de variació, cal tenir en compte que hi ha dispersions de resultats d'entre 0,95 i 25,21%. La de més de 25% es d'una sèrie la qual s'ha desestimat una proveta.

La resistència a compressió normalitzada de PIERA és semblant a la de la fitxa tècnica del fabricant, segons el fabricant té una RCN de 30 N/mm² i en aquest assaig una RCN de 30,11 N/mm².

La sèrie amb major resistència a compressió és la PA50950 (35,84), seguida de PA40900 (31,54), PIERA (30,11) i PF50950 (29,41).

La sèrie amb la menor resistència a compressió és la PF30850 (23,78), seguida de PF30900 (25,23) i PF30950 (25,85). Es pot veure doncs que la PF30 és la sèrie amb menor RC.

En general les PA tenen millor RC que les PF.

Les provetes que tenen una RC semblant a PIERA són PA50850 i PA50950.

Pel que fa a la sèrie PA:

- Segons la pressió de premsat:
 - o La RC mitjana més alta és la de PA50.
 - o La RC mitjana més baixa és la de PA30.
- Segons la temperatura màxima de cocció:
 - o La RC mitjana més alta és la de PA__950.
 - o La RC mitjana més baixa és la de PA__850, tot i que és pràcticament igual a la de PA__900.

Pel que fa a la sèrie PF:

- Segons la pressió de premsat:
 - o La RC mitjana més alta és la de PF40, tot i que és molt semblant a la de PF50.
 - o La RC mitjana més baixa és la de PF30.
- Segons la temperatura màxima de cocció:
 - o La RC mitjana més alta és la de PF__950, tot i que és semblant a la de PF__900.
 - o La RC mitjana més baixa és la de PF__850.

En general les RC són majors les de les sèries cuites a 850°C.

En general les sèries amb menor RC són les sèries cuites a 900 i 950°C.

De manera visual durant l'assaig es podien detectar fissures a les provetes a partir d'entre 5 i 15t aproximadament; també es podia veure que les provetes anaven adquirint una secció cònica.

La majoria de les provetes quedaven totalment deteriorades, excepte algunes que en quedava una petita part central i que tenia una geometria de secció cònica.

6.1.2. Provetes senceres

Deformació a 180t de la sèrie PA:

Sèrie / Proвета	Longitud (mm)	Amplada (mm)	Gruix (mm)	Superfície (mm ²)	Deformació (mm)	Deformació mitjana (mm)	Deformació unitària	Deformació unitària mitjana
PA30850	1	275,25	134,00	43,50	36883,50	8,61	0,20	0,17
	2	275,25	134,00	43,50	36883,50	6,05	7,43	
	3	275,00	134,00	43,50	36850,00	7,64	0,18	
PA30900	1	274,75	134,00	43,25	36816,50	6,05	0,14	0,12
	2	274,75	133,50	43,25	36679,13	5,20	5,30	
	3	274,75	134,00	43,50	36816,50	4,66	0,11	
PA30950	1	274,25	134,00	43,50	36749,50	5,05	0,12	0,11
	2	274,25	134,00	43,25	36749,50	4,68	4,80	
	3	274,25	134,00	43,25	36749,50	4,68	0,11	
PA40850	1	274,75	134,00	43,00	36816,50	7,54	0,18	0,15
	2	274,50	134,00	43,00	36783,00	6,50	6,47	
	3	274,75	134,00	42,75	36816,50	5,36	0,13	
PA40900	1	275,00	134,00	43,25	36850,00	5,04	0,12	0,11
	2	274,75	134,00	43,25	36816,50	4,88	4,96	
	3	274,75	134,00	43,25	36816,50	4,95	0,11	
PA40950	1	275,25	134,00	43,25	36883,50	7,71	0,18	0,16
	2	275,50	134,00	43,25	36917,00	6,44	6,84	
	3	275,50	134,00	43,50	36917,00	6,37	0,15	
PA50850	1	274,25	134,50	42,75	36886,63	7,36	0,17	0,15
	2	274,75	134,00	42,75	36816,50	5,94	6,38	
	3	274,25	134,00	42,75	36749,50	5,83	0,14	
PA50900	1	274,75	134,00	42,50	36816,50	7,33	0,17	0,16
	2	274,50	134,00	42,50	36783,00	5,64	6,94	
	3	274,75	134,00	42,75	36816,50	7,85	0,18	
PA50950	1	274,00	134,00	42,75	36716,00	6,37	0,15	0,13
	2	274,00	134,00	42,75	36716,00	5,19	5,39	
	3	274,00	133,50	42,75	36579,00	4,61	0,11	

Taula 12. Deformació a 180t PA

Deformació a 180t de la sèrie PF:

Sèrie / Proveta	Longitud (mm)	Amplada (mm)	Gruix (mm)	Superfície (mm ²)	Deformació (mm)	Deformació mitjana (mm)	Deformació unitària	Deformació unitària mitjana
PF30850	1	275,75	134,50	44,50	37088,38	7,98		0,18
	2	275,50	134,50	44,50	37054,75	6,63	6,84	0,15
	3	275,50	134,50	44,50	37054,75	5,91		0,13
PF30900	1	275,25	134,00	44,50	36883,50	6,31		0,14
	2	275,25	134,00	44,25	36883,50	5,48	5,88	0,12
	3	275,25	134,00	44,50	36883,50	5,84		0,13
PF30950	1	275,25	134,00	44,50	36883,50	6,62		0,15
	2	275,00	134,00	44,50	36850,00	5,53	5,82	0,12
	3	274,75	134,00	44,50	36816,50	5,31		0,12
PF40850	1	275,25	134,00	43,75	36883,50	7,16		0,16
	2	275,25	134,00	43,75	36883,50	5,47	5,90	0,13
	3	275,25	134,00	43,50	36883,50	5,07		0,12
PF40900	1	275,00	134,00	43,50	36850,00	5,23		0,12
	2	274,75	134,00	43,50	36816,50	5,15	5,09	0,12
	3	274,75	134,00	43,50	36816,50	4,90		0,11
PF40950	1	275,00	134,00	43,50	36850,00	5,01		0,12
	2	274,75	134,00	43,50	36816,50	4,93	4,91	0,11
	3	274,75	134,00	43,50	36816,50	4,79		0,11
PF50850	1	275,25	133,50	43,25	36745,88	5,34		0,12
	2	275,00	133,50	42,75	36712,50	4,99	5,17	0,12
	3	274,75	133,50	42,75	36679,13	5,19		0,12
PF50900	1	275,50	134,50	43,75	37054,75	5,28		0,12
	2	275,50	134,50	43,50	37054,75	6,93	5,83	0,16
	3	275,50	134,50	43,50	37054,75	5,27		0,12
PF50950	1	275,25	134,50	43,25	37021,13	4,34		0,10
	2	275,25	134,50	43,00	37021,13	4,54	4,45	0,11
	3	275,25	134,50	43,00	37021,13	4,46		0,10

Taula 13. Deformació a 180t PF

Deformació a 180t de PIERA:

Sèrie / Proveta	Longitud (mm)	Amplada (mm)	Gruix (mm)	Superfície (mm ²)	Deformació (mm)	Deformació mitjana (mm)	Deformació unitària	Deformació unitària mitjana
PIERA	1	278,00	134,50	43,25	37391,00	5,93		0,14
	2	278,25	134,50	43,00	37424,63	5,73	5,96	0,13
	3	277,00	134,50	43,50	37256,50	6,23		0,14

Taula 14. Deformació a 180t PIERA

Taula resum de deformació unitària a 180t de la sèrie PA:

Pressió del premsat	Temperatura màxima de cocció		
	850°C	900°C	950°C
30 kg/cm ²	0,17	0,12	0,11
40 kg/cm ²	0,15	0,11	0,16
50 kg/cm ²	0,15	0,16	0,13

Taula 15. Resum deformació unitària a 180t PA

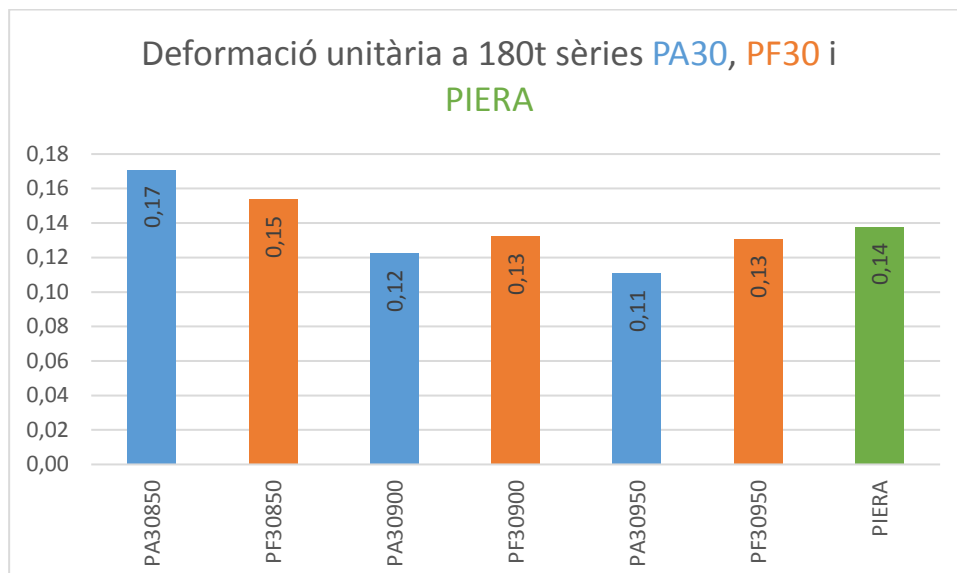
Taula resum de deformació unitària a 180t de la sèrie PF:

Pressió del premsat	Temperatura màxima de cocció		
	850°C	900°C	950°C
30 kg/cm ²	0,15	0,13	0,13
40 kg/cm ²	0,14	0,12	0,11
50 kg/cm ²	0,12	0,13	0,10

Taula 16. Resum deformació unitària a 180t PF

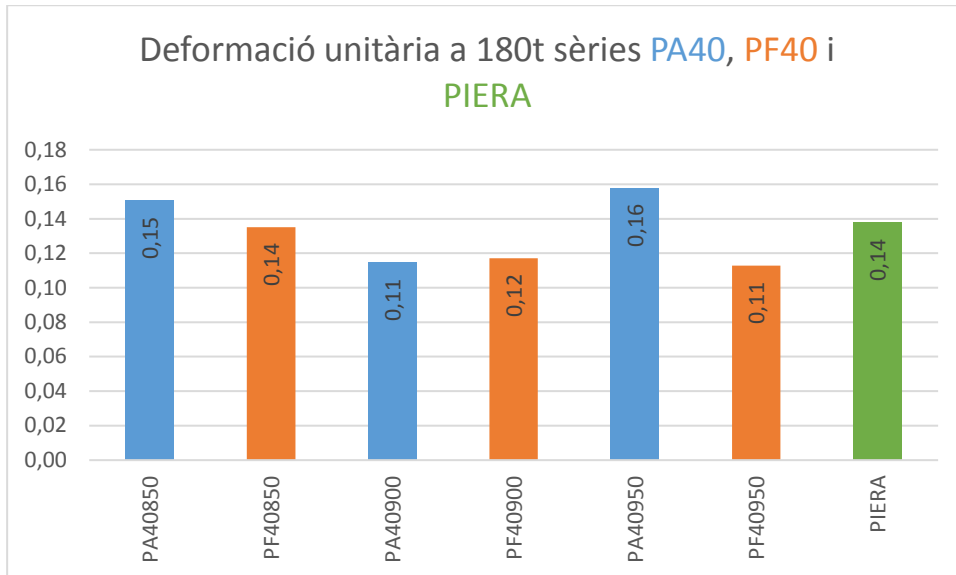
Deformació unitària a 180t PIERA: 0,14 N/mm².

Comparativa gràfica de deformació unitària a 180t de les sèries PA30, PF30 i PIERA:



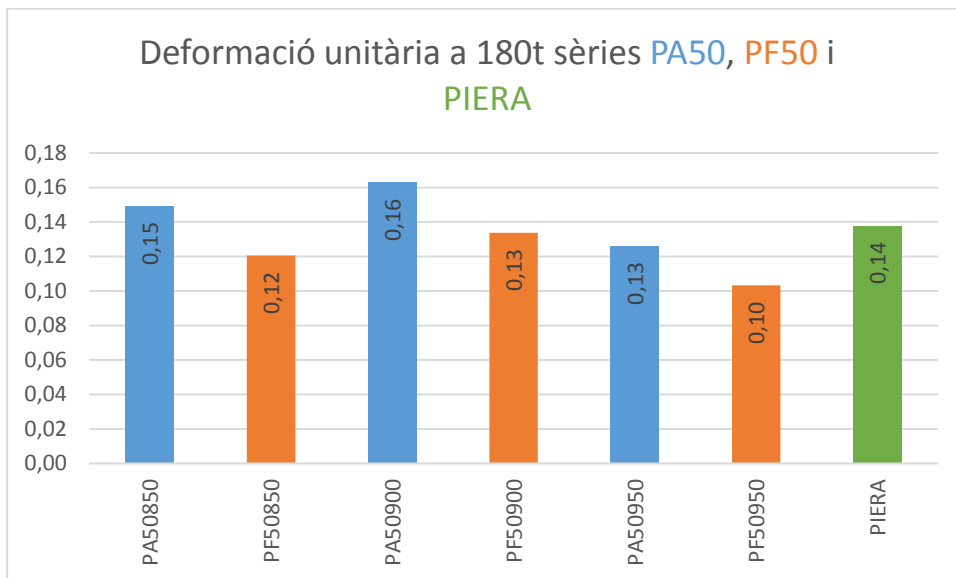
Gràfica 14. Deformació unitària a 180t sèrie PA30, PF30 i PIERA

Comparativa gràfica de deformació unitària a 180t de les sèries PA40, PF40 i PIERA:



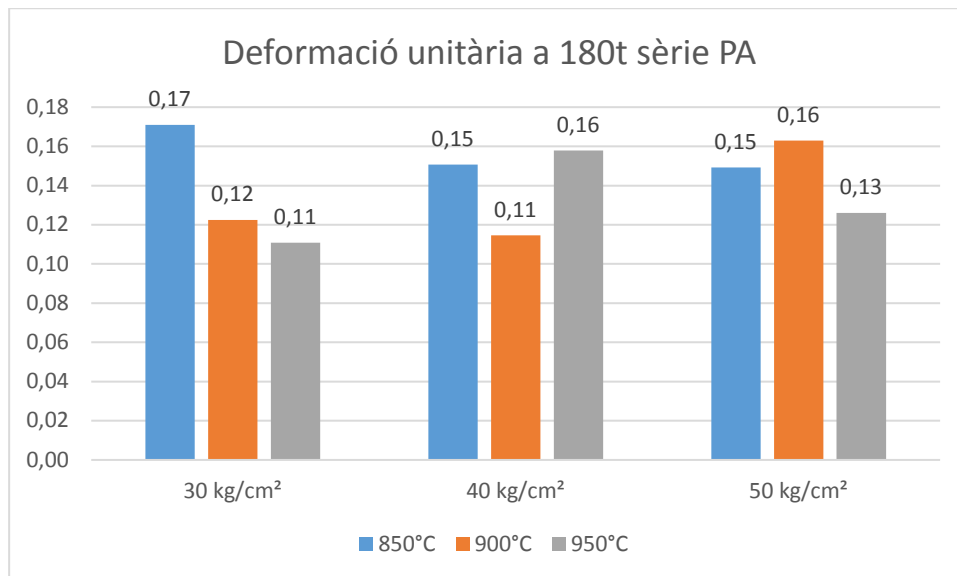
Gràfica 15. Deformació unitària a 180t sèrie PA40, PF40 i PIERA

Comparativa gràfica de deformació unitària a 180t de les sèries PA50, PF50 i PIERA:

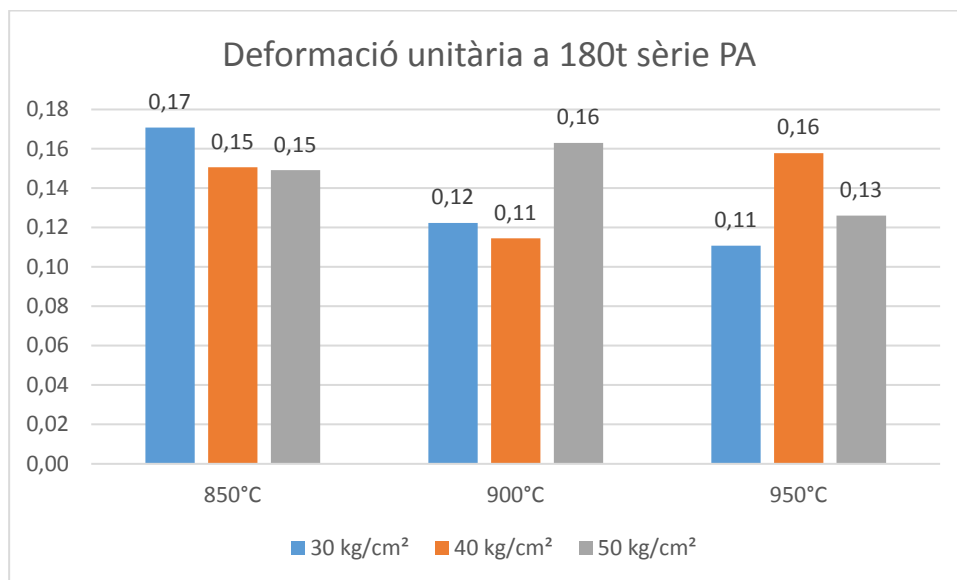


Gràfica 16. Deformació unitària a 180t sèrie PA50, PF50 i PIERA

Comparativa gràfica de deformació unitària a 180t de la sèrie PA:

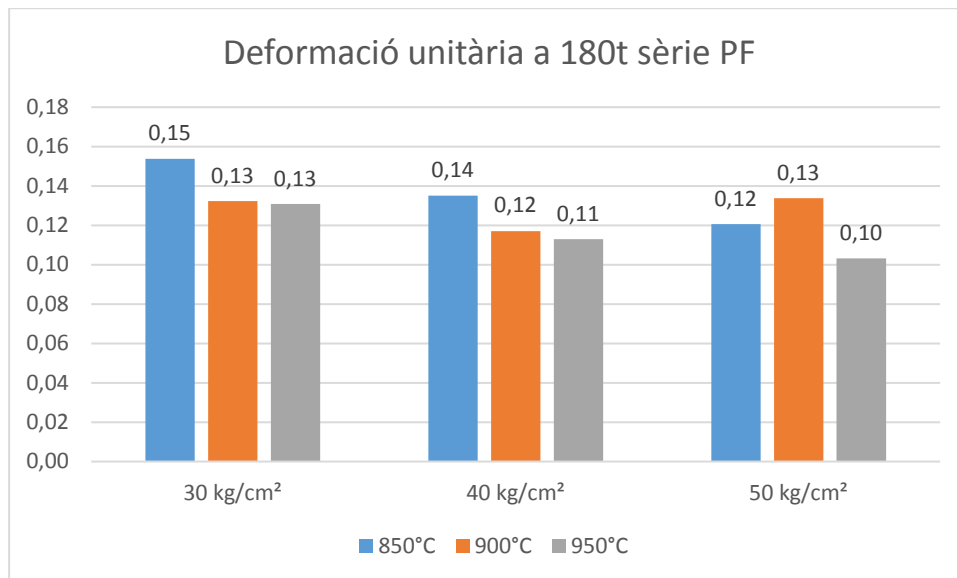


Gràfica 17. Deformació unitària a 180t sèrie PA (1)

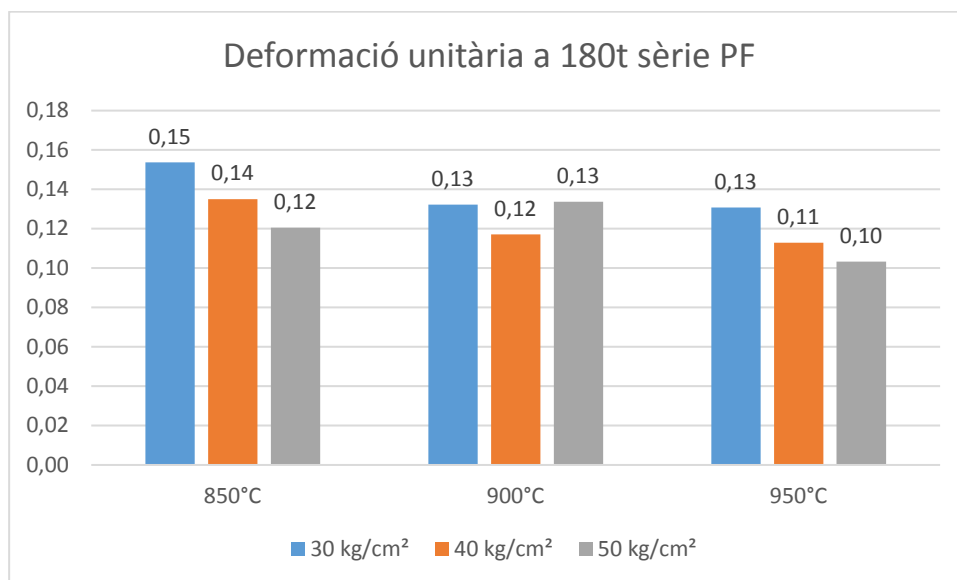


Gràfica 18. Deformació unitària a 180t sèrie PA (2)

Comparativa gràfica de deformació unitària a 180t de la sèrie PF:

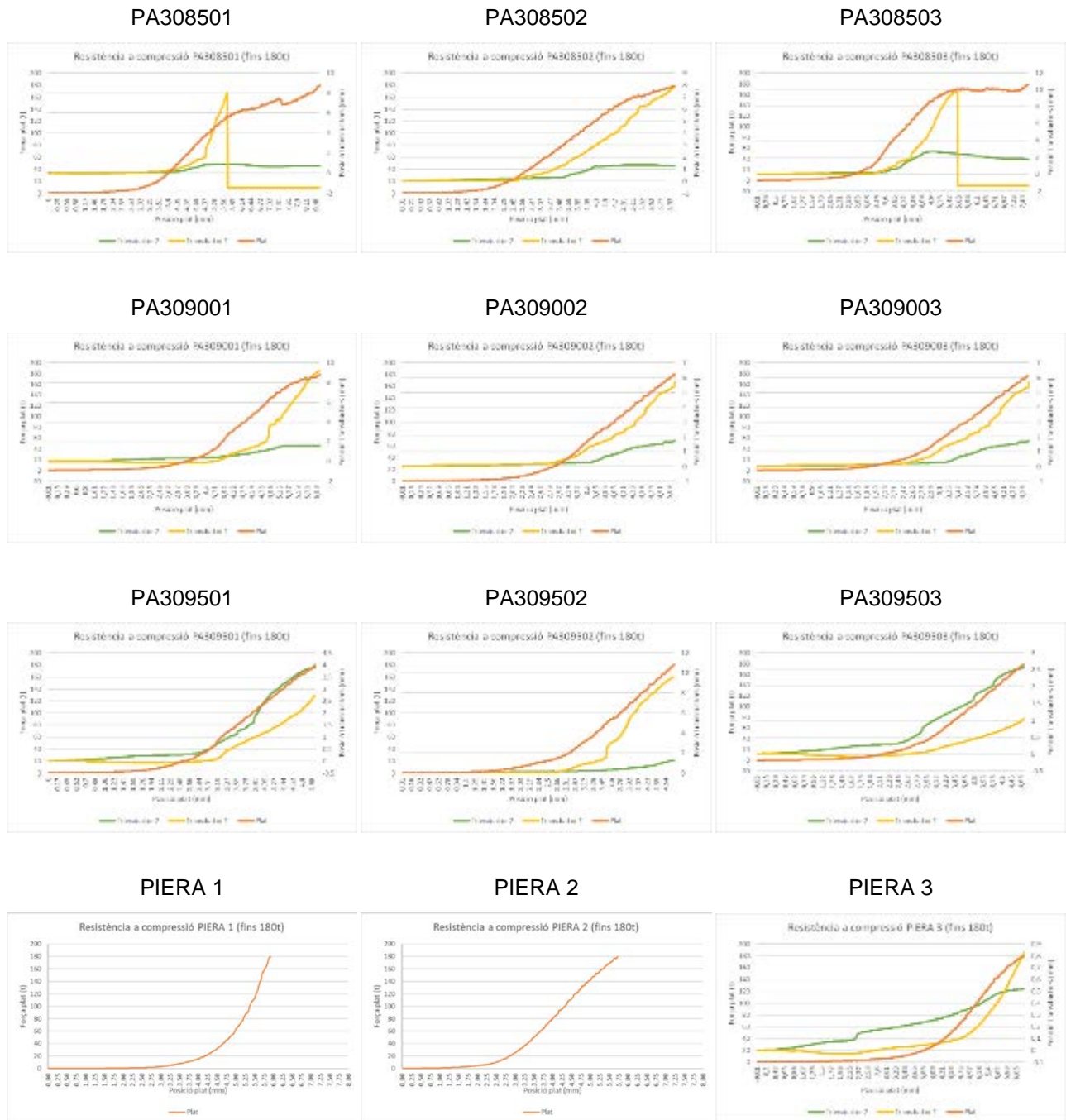


Gràfica 19. Deformació unitària a 180t sèrie PF (1)



Gràfica 20. Deformació unitària a 180t sèrie PF (2)

Comparativa de gràfiques de resistència a compressió fins 180t de la sèrie PA30 i PIERA:



Gràfica 21. Comparativa gràfiques resistència a compressió fins 180t sèrie PA30 i PIERA

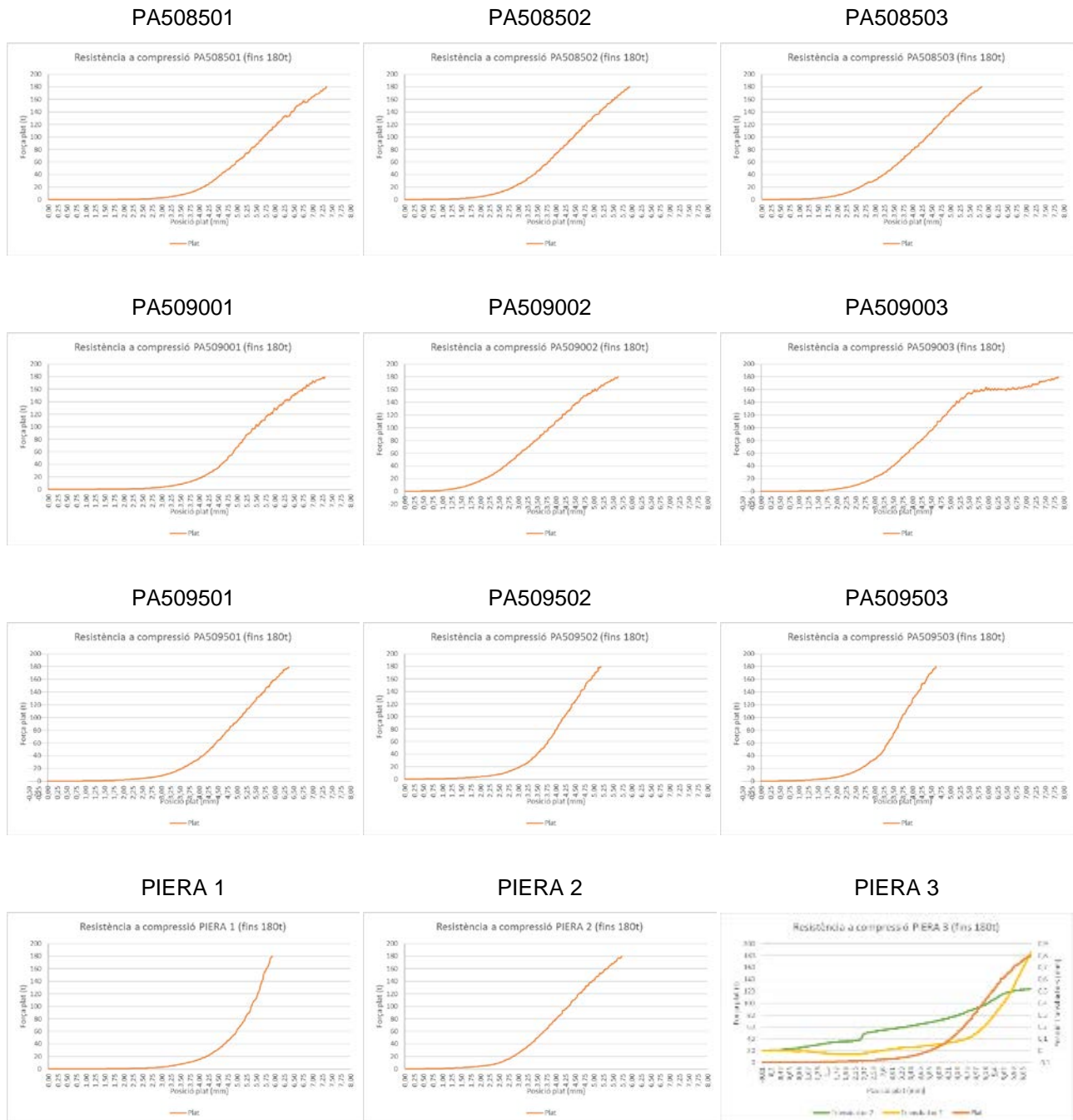
Comparativa de gràfiques* de resistència a compressió fins 180t de la sèrie PA40 i PIERA:



Gràfica 22. Comparativa gràfiques resistència a compressió fins 180t sèrie PA40 i PIERA

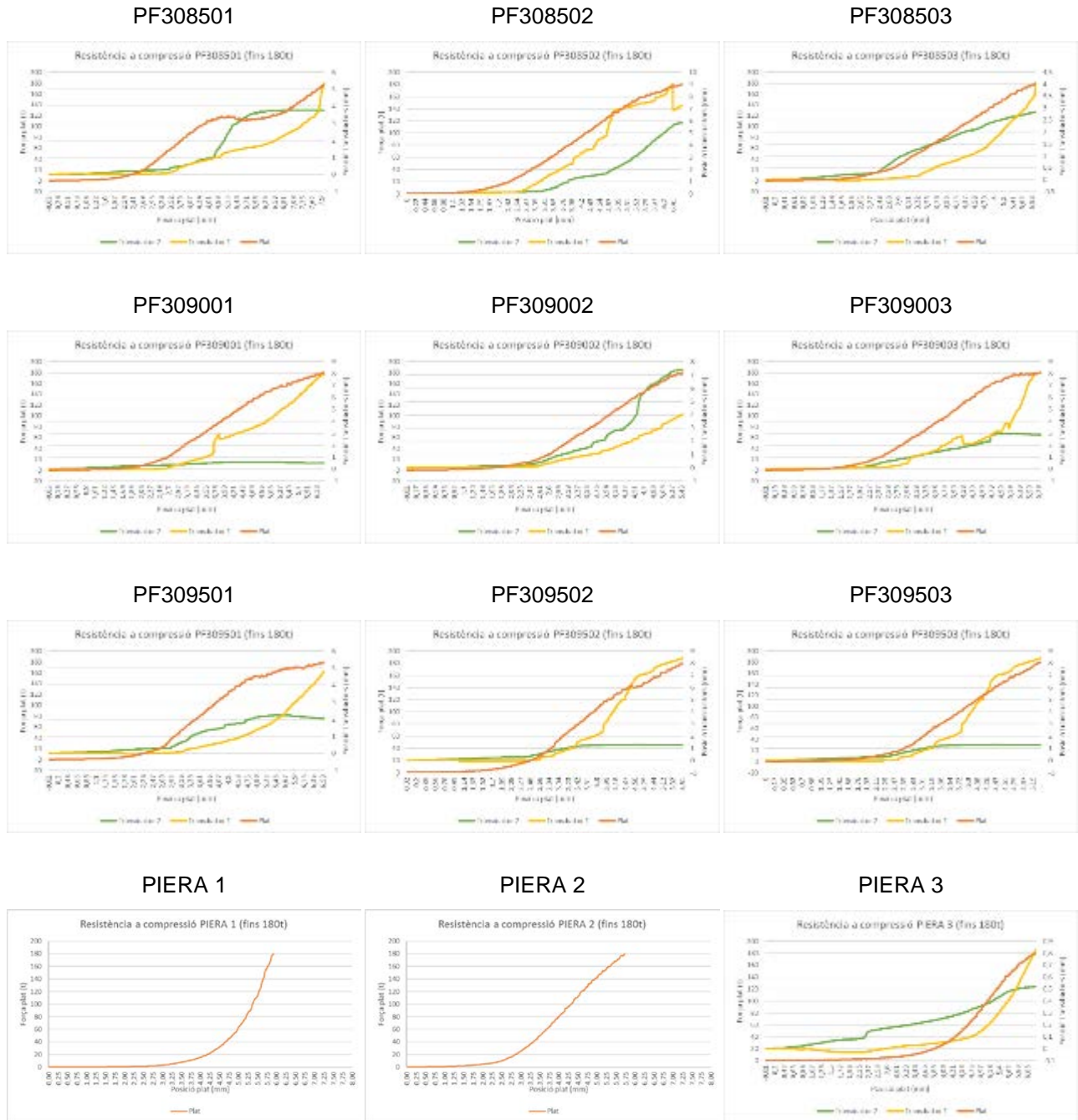
*Gràfiques en miniatura; les gràfiques originals es poden consultar als annexes.

Comparativa de gràfiques de resistència a compressió fins 180t de la sèrie PA50 i PIERA:



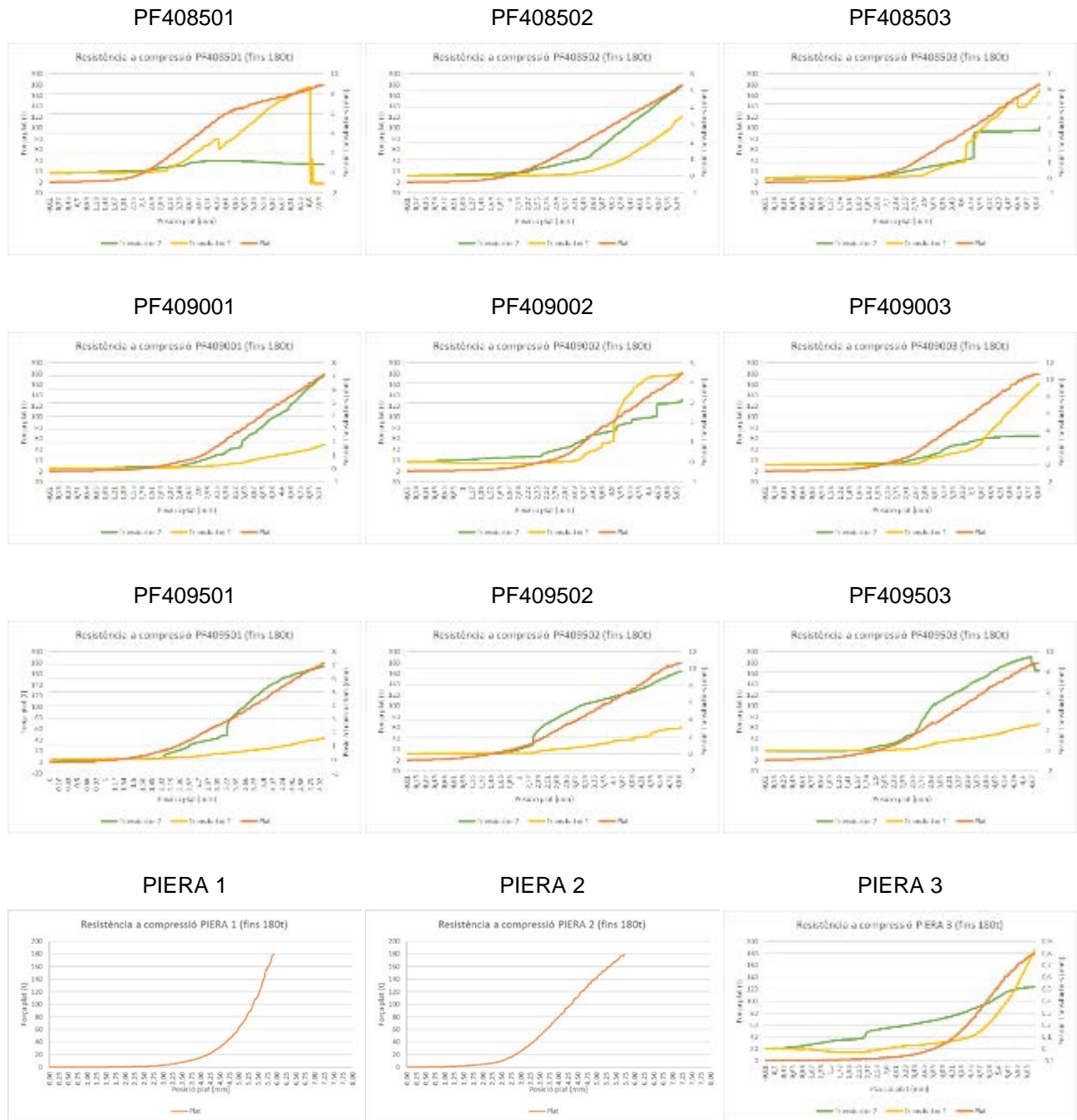
Gràfica 23. Comparativa gràfiques resistència a compressió fins 180t sèrie PA50 i PIERA

Comparativa de gràfiques de resistència a compressió fins 180t de la sèrie PF30 i PIERA:



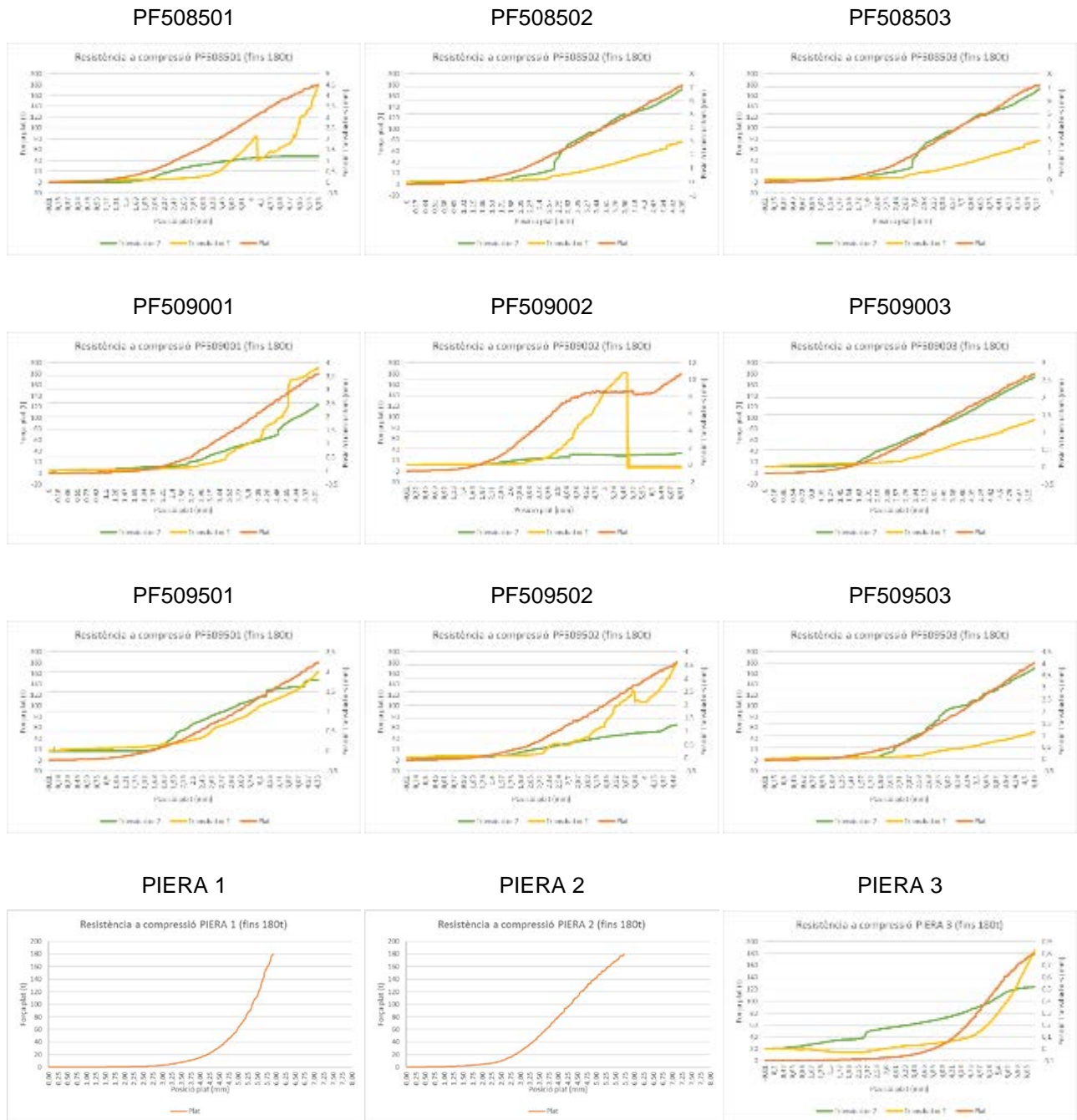
Gràfica 24. Comparativa gràfiques resistència a compressió fins 180t sèrie PF30 i PIERA

Comparativa de gràfiques de resistència a compressió fins 180t de la sèrie PF40 i PIERA:



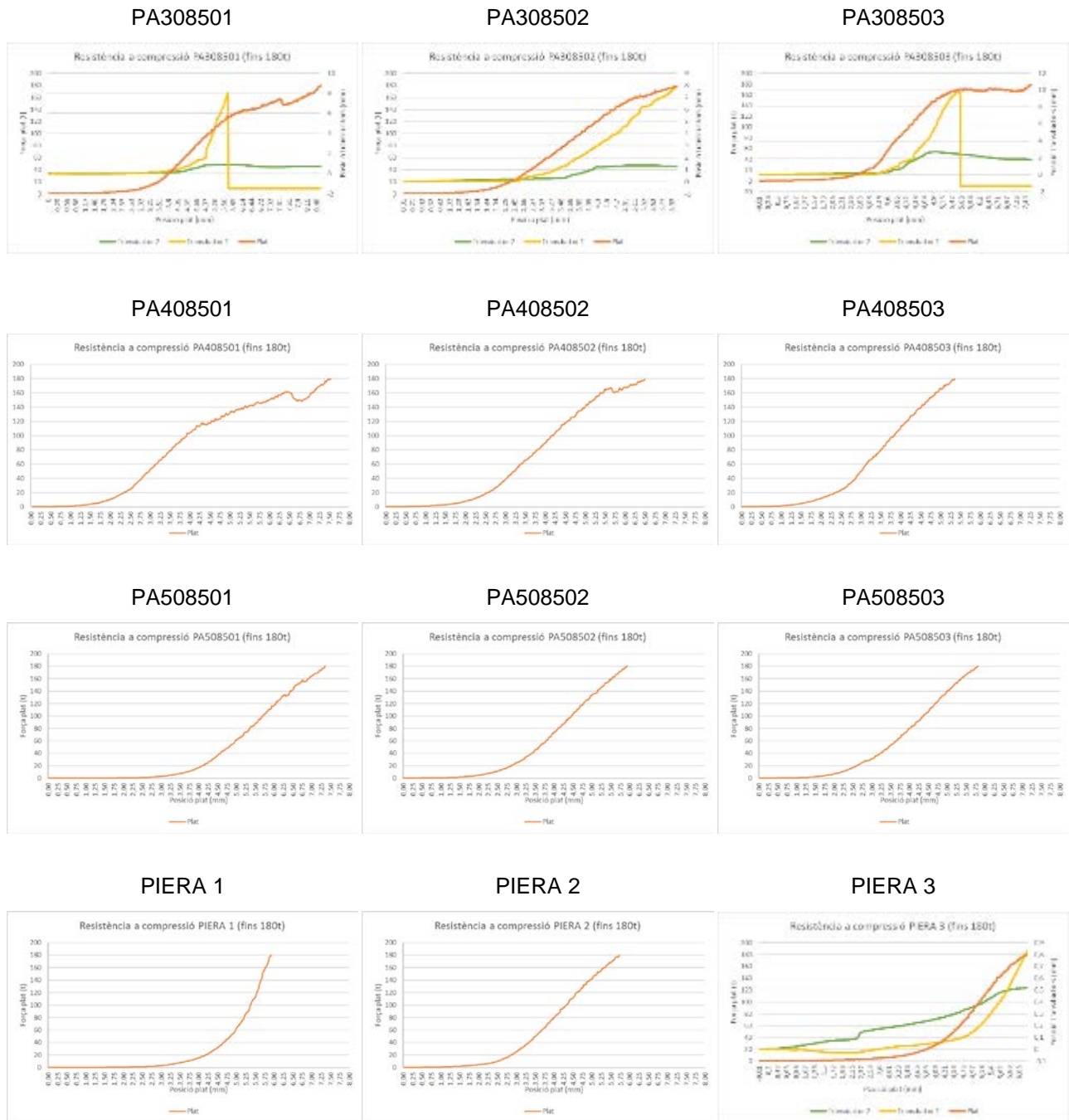
Gràfica 25. Comparativa gràfiques resistència a compressió fins 180t sèrie PF40 i PIERA

Comparativa de gràfiques de resistència a compressió fins 180t de la sèrie PF50 i PIERA:



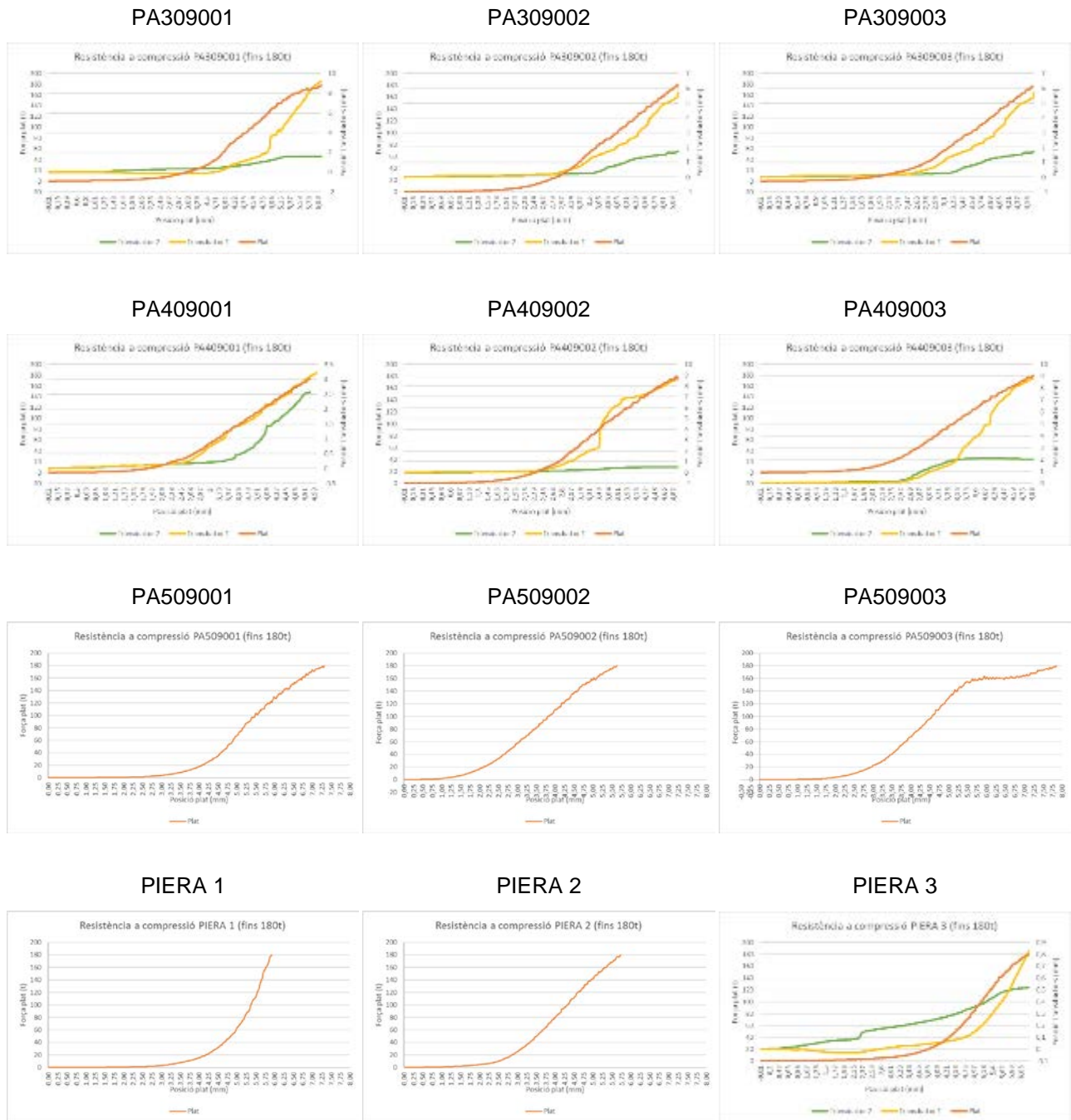
Gràfica 26. Comparativa gràfiques resistència a compressió fins 180t sèrie PF50 i PIERA

Comparativa de gràfiques de resistència a compressió fins 180t de la sèrie PA__850 i PIERA:



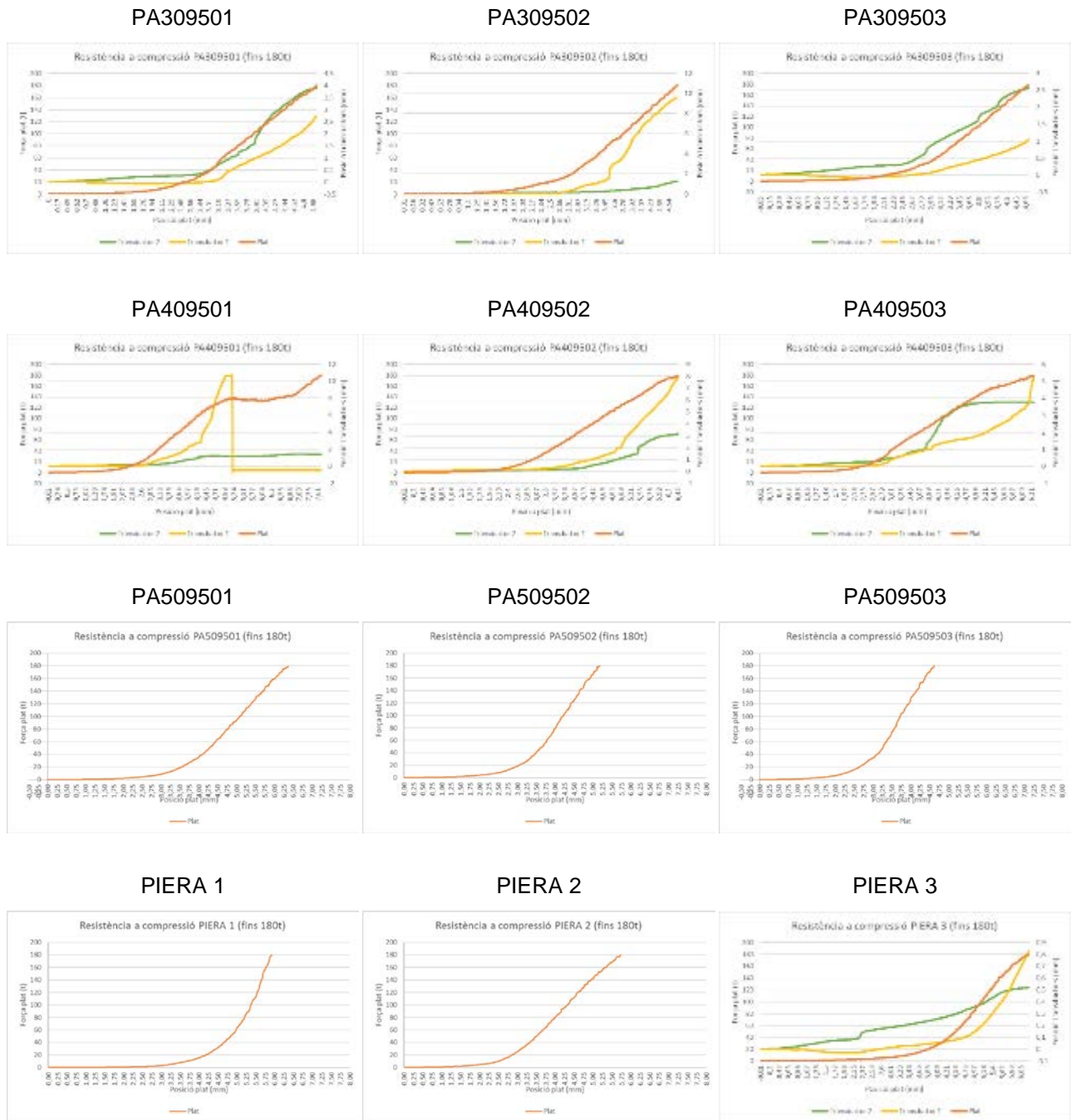
Gràfica 27. Comparativa gràfiques resistència a compressió fins 180t sèrie PA__850 i PIERA

Comparativa de gràfiques de resistència a compressió fins 180t de la sèrie PA__900 i PIERA:



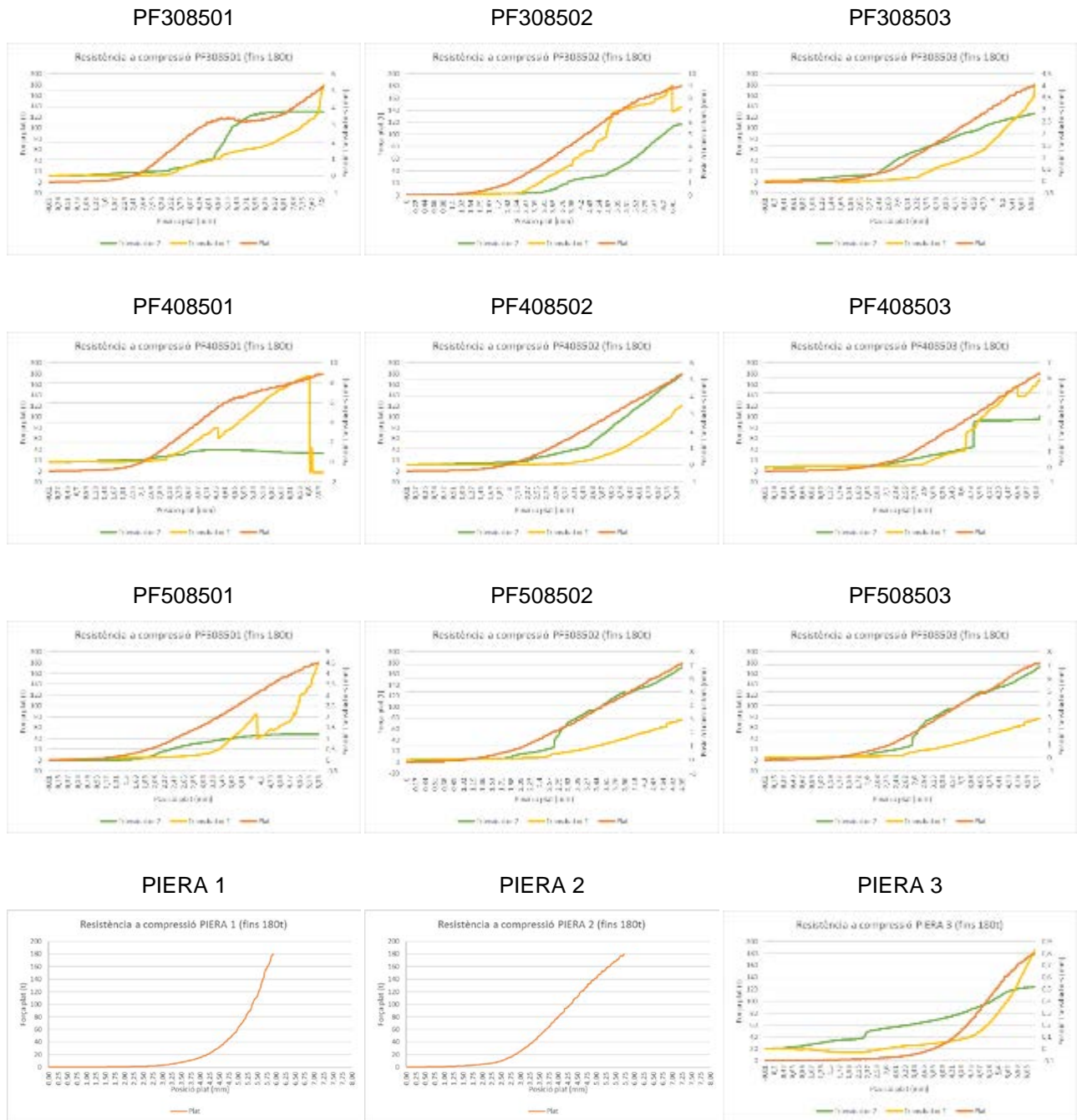
Gràfica 28. Comparativa gràfiques resistència a compressió fins 180t sèrie PA__900 i PIERA

Comparativa de gràfiques de resistència a compressió fins 180t de la sèrie PA__950 i PIERA:



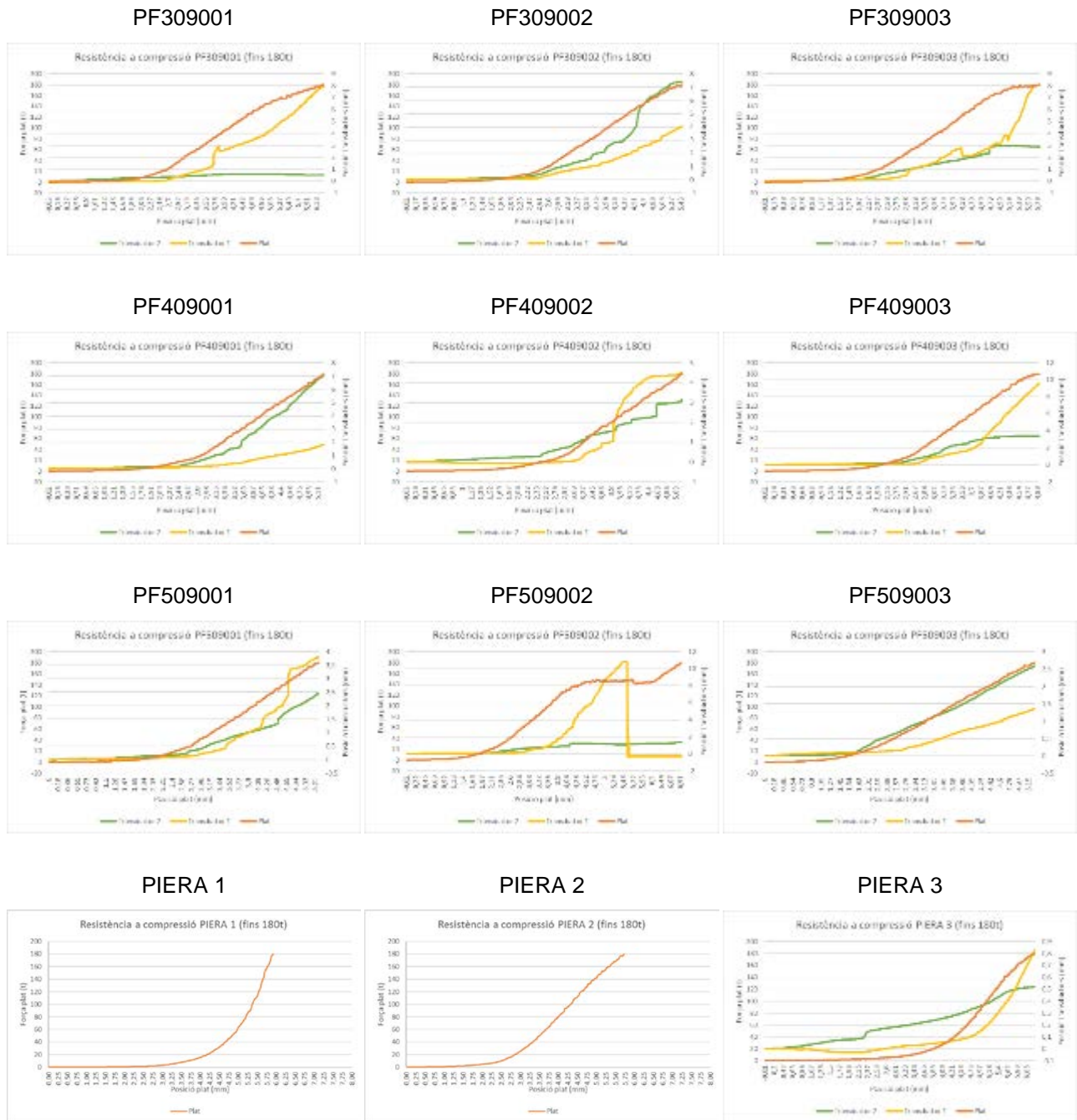
Gràfica 29. Comparativa gràfiques resistència a compressió fins 180t sèrie PA__950 i PIERA

Comparativa de gràfiques de resistència a compressió fins 180t de la sèrie PF__850 i PIERA:



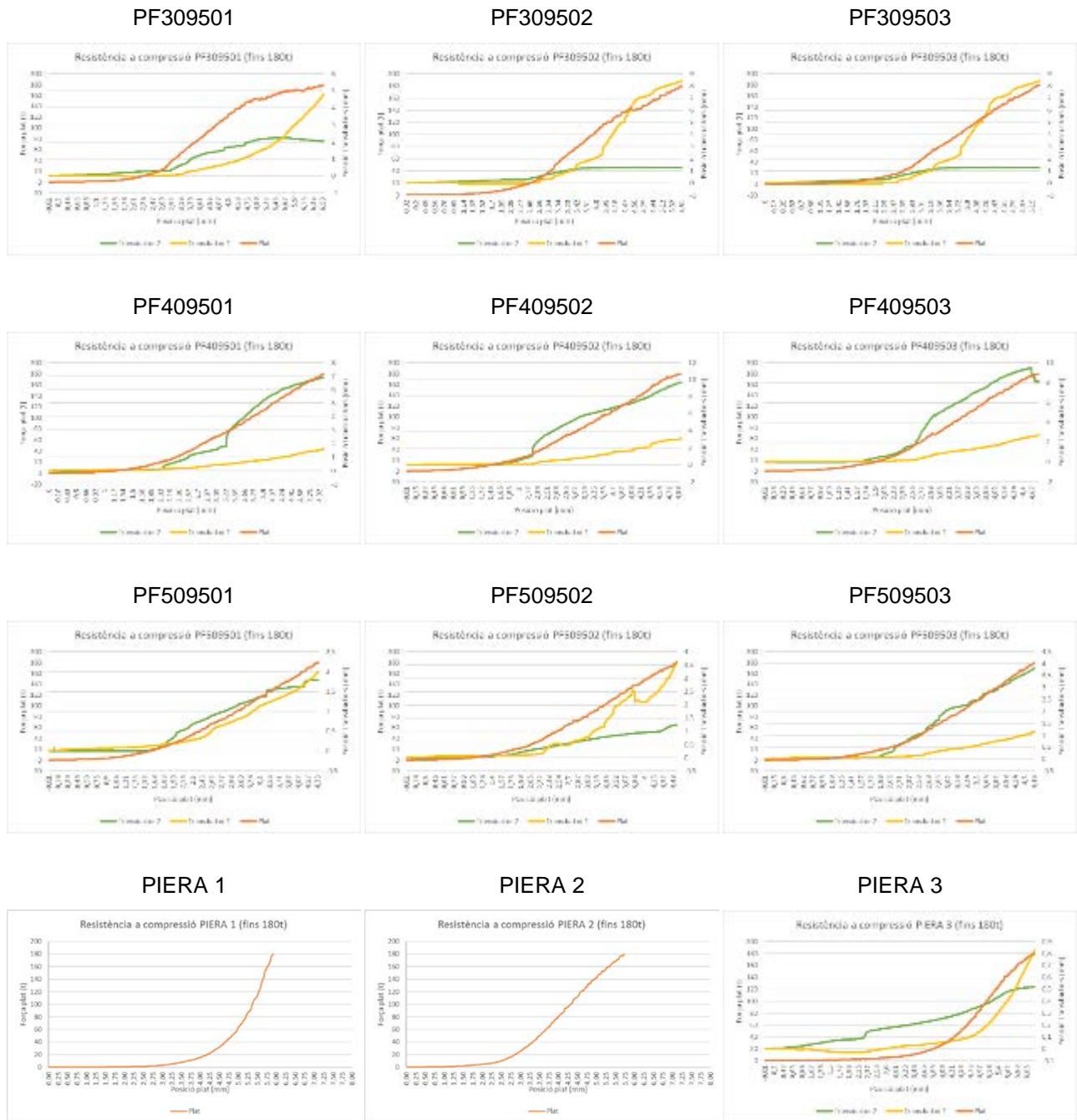
Gràfica 30. Comparativa gràfiques resistència a compressió fins 180t sèrie PF__850 i PIERA

Comparativa de gràfiques de resistència a compressió fins 180t de la sèrie PF__900 i PIERA:



Gràfica 31. Comparativa gràfiques resistència a compressió fins 180t sèrie PF__900 i PIERA

Comparativa de gràfiques de resistència a compressió fins 180t de la sèrie PF__950 i PIERA:



Gràfica 32. Comparativa gràfiques resistència a compressió fins 180t sèrie PF__950 i PIERA

6.1.2.1. *Fotografies de resultats*

A continuació es podran veure fotografies d'abans, durant i després de fer un assaig de resistència a compressió d'una proveta sencera. La proveta d'exemple serà la PF409004.



Figura 157. Assaig de resistència a compressió PF409004 (1)

Font. David Morillas



Figura 158. Assaig de resistència a compressió PF409004 (2)

Font. David Morillas



Figura 159. Assaig de resistència a compressió PF409004 (3)

Font. David Morillas



Figura 160. Assaig de resistència a compressió PF409004 (4)

Font. David Morillas



Figura 161. Assaig de resistència a compressió PF409004 (5)

Font. David Morillas



Figura 162. Assaig de resistència a compressió PF409004 (6)

Font. David Morillas



Figura 163. Assaig de resistència a compressió PF409004 (7)

Font. David Morillas

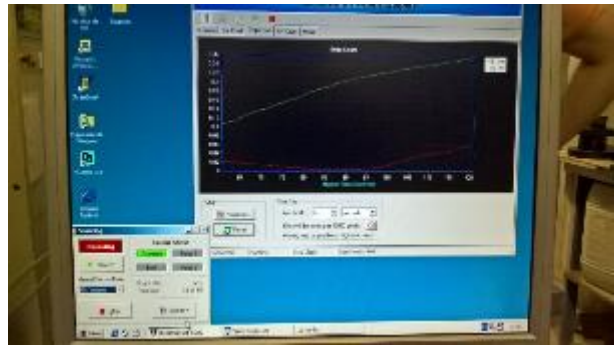


Figura 164. Assaig de resistència a compressió PF409004 (8)

Font. David Morillas



Figura 165. Assaig de resistència a compressió PF409004 (9)

Font. David Morillas

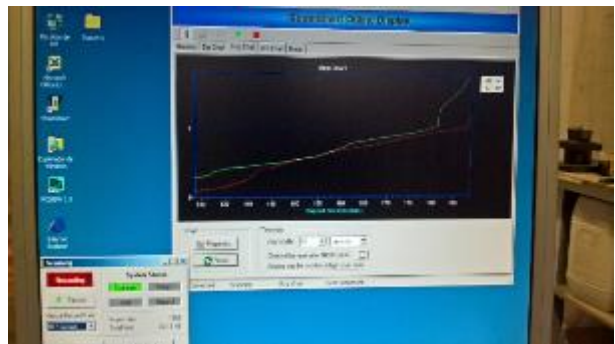


Figura 166. Assaig de resistència a compressió PF409004 (10)

Font. David Morillas



Figura 167. Assaig de resistència a compressió PF409004 (11)

Font. David Morillas



Figura 168. Assaig de resistència a compressió PF409004 (12)

Font. David Morillas



Figura 169. Assaig de resistència a compressió PF409004 (13)

Font. David Morillas



Figura 170. Assaig de resistència a compressió PF409004 (14)

Font. David Morillas



Figura 171. Assaig de resistència a compressió PF409004 (15)

Font. David Morillas



Figura 172. Assaig de resistència a compressió PF409004 (16)

Font. David Morillas



Figura 173. Assaig de resistència a compressió PF409004 (17)

Font. David Morillas



Figura 174. Assaig de resistència a compressió PF409004 (18)

Font. David Morillas



Figura 175. Assaig de resistència a compressió PF409004 (19)

Font. David Morillas



Figura 176. Assaig de resistència a compressió PF409004 (20)

Font. David Morillas



Figura 177. Assaig de resistència a compressió PF409004 (21)

Font. David Morillas



Figura 178. Assaig de resistència a compressió PF409004 (22)

Font. David Morillas



Figura 179. Assaig de resistència a compressió PF409004 (23)

Font. David Morillas



Figura 180. Assaig de resistència a compressió PF409004 (24)

Font. David Morillas



Figura 181. Assaig de resistència a compressió PF409004 (25)

Font. David Morillas



Figura 182. Assaig de resistència a compressió PF409004 (26)

Font. David Morillas



Figura 183. Assaig de resistència a compressió PF409004 (27)

Font. David Morillas



Figura 184. Assaig de resistència a compressió PF409004 (28)

Font. David Morillas

6.1.2.2. Anàlisi de resultats

Vocabulari: deformació unitària a 180t (DU)

La sèrie amb la major DU és la PA30850 (0,17), seguida de dos iguals entre elles, la PA40950 i PA50900 (0,16).

La sèrie amb la menor DU és la PF50950 (0,10), seguida de tres iguals entre elles, la PA30950, PA40900 i PA30950 (0,13).

La PIERA es troba aproximadament a la mitjana de les DU; té una DU igual a les PF4085 (0,14).

Les sèries que tenen una DU semblant a la de PIERA són, amb +0,01 de DU, PA40, PA50 i PA30, i amb -0,01 de DU, PA50950, PF30900, PF30950 i PF50900.

Pel que fa a la sèrie PA:

- Segons la pressió de premsat:
 - o La DU mitjana més alta és la de PA50.
 - o La DU mitjana més baixa és la de PA30 tot i que també té la DU més alta de totes, la ja anomenada PA30850.
- Segons la temperatura màxima de cocció:
 - o La DU mitjana més alta és la de PA__850.
 - o La DU mitjana més baixa és la de PA__900, tot i que és molt semblant la PA__950.

Pel que fa a la sèrie PF:

- Segons la pressió de premsat:
 - o La DU mitjana més alta és la de PF30.
 - o La DU mitjana més baixa és la de PF50.
- Segons la temperatura màxima de cocció:
 - o La DU mitjana més alta és la de PF__850.
 - o La DU mitjana més baixa és la de PF__950.

En general les DU són majors les de les sèries cuites a 850°C.

En general les sèries amb menor DU són les sèries cuites a 900 i 950°C.

En les gràfiques de resistència a compressió fins a 180t pel que fa a la relació entre força i posició del plat, en general es poden distingir 3 tipus de gràfiques, les quals s'anomenaran GT1, GT2 i GT3.

La primera, GT1, és la qual es poden veure 2 sectors, un primer sector amb poca pendent i un segon sector amb pendent pronunciada i poc variable fins a 180t. Com per exemple la gràfica de PA309003, PF409001 i PIERA1, PIERA2

La segona, GT2, és la que podem distingir 3 sectors, un primer sector que té poca pendent, un segon sector amb pendent més pronunciada i poc variable, i un tercer sector amb disminució de la pendent fins a 180t. Com per exemple la gràfica de PA308503, PF309001 i PIERA3.

La tercera, GT3, és la qual podem distingir 3 sectors, un primer sector amb poca pendent, un segon amb pendent pronunciada i un tercer amb significatives fluctuacions i/o pendents variables, és a dir positives i negatives fins a 180t. Per exemple tenim la gràfica PA409501, PF308501.

En general el tipus de gràfica més predominant és la GT1, seguida de la GT2.

A la sèrie PA hi ha 6 GT3, PA308501, PA308503, PA408501, PA408502, PA409501 i PA509003 mentre que a la PF hi ha 4 GT3, 2 amb uns canvis més significatius al tercer sector, PF308501, PF509002, i 2 amb uns canvis menys diferenciats al tercer sector, PF309501 i PF309502.

Pel que fa a les gràfiques on es poden veure els resultats dels transductors, es pot veure que en general es detecten canvis de posició molt pronunciats als inicis del segon tram anomenat a les gràfiques GT1, GT2 i GT3. Aquest canvis de posició en positiu solen coincidir amb el desprendiment de les cares de la proveta on estan situats els transductors.

La comparativa de gràfiques segons la temperatura de cocció ens mostra que hi ha diferents comportaments de manera més puntual; es pot veure quela relació entre la força i la posició del plat formen pendents menys pronunciades i més irregulars a la temperatura de 850°C a les PA30 i PA40.

Segons a la deformació de les provetes a partir dels transductors col·locats als cantells, es considera que la informació que donen ja no s'interpreta com a deformació a partir de que es comencen a despendre els cantells, és a dir, que els resultats que es donen a partir del desprendiment dels cantells es consideren com a tal i no pas com a una deformació real de la proveta.

Es podia veure durant els assaigs que en general els cantells es començaven a despendre quan els transductors marcaven un desplaçament d'entre 2 i 3 mm. En la majoria de provetes el despeniment dels cantells era mínim d'una cara, i a vegades de les dos. Això es pot interpretar amb els canvis de posició dels transductors en els canvis significatius de pendent o bé a partir dels 2 o 3 mm de posició.

En alguns casos el despeniment dels cantells podia ser nul o poc significatiu a les dos cares, per exemple en el cas de PIERA3, el qual es pot veure que com a màxim el transductor 1 mesura un desplaçament aproximat de 0,8 mm i el transductor 2 de 0,5 mm. La PA309503 també té un recorregut màxim de desplaçament baix, aproximadament 2,5 mm el transductor 2 i el transductor 1, 1 mm.

Cal tenir en compte també que els transductors es retiraven quan arribaven al seu límit de lectura o abans per evitar que es trenquessin. En general es treien en arribar al seu límit, és a dir un cop arribat als 10 mm.

De manera visual durant l'assaig es podien detectar fissures a les provetes a partir d'entre 20 i 30t aproximadament.

En general les provetes acabaven l'assaig amb una pèrdua de massa dels laterals i quedant una gran part central pràcticament sencera.

També es podia veure que habitualment el trencament tenia tendència a ser major en un dels dos cantells de la peça. Cal tenir en compte que el plat superior de la premsa tenia ròtula i que podia afavorir aquest fet.

6.2. Propietats tèrmiques

Propietats tèrmiques de la sèrie PA:

Sèrie	Proveta	Transmitància tèrmica (U) [W/m ² ·°C]	Mitjana U [W/m ² ·°C]	Flux de calor (Q) [W]	Mitjana Q [W]	Coefficient de conductivitat tèrmica (λ) [W/m·°C]	Mitjana λ [W/m·°C]	Desviació estàndard λ	Coefficient de variació λ (%)	Variància λ
PA30850	PA308501	3,605	3,492	2,328	2,309	0,788	0,809	0,054	6,622	0,003
	PA308502	3,531		2,329		0,899				
	PA308503	3,441		2,251		0,740				
	PA308504	3,435		2,249		0,835				
	PA308505	3,592		2,472		0,804				
	PA308506	3,347		2,222		0,790				
PA30900	PA309001	3,449	3,370	2,330	2,306	0,830	0,752	0,043	5,717	0,002
	PA309002	3,308		2,240		0,706				
	PA309003	3,318		2,257		0,743				
	PA309004	3,366		2,376		0,721				
	PA309005	3,444		2,348		0,759				
	PA309006	3,334		2,286		0,751				
PA30950	PA309501	3,450	3,511	2,256	2,361	0,795	0,837	0,035	4,189	0,001
	PA309502	3,427		2,256		0,811				
	PA309503	3,433		2,240		0,819				
	PA309504	3,600		2,504		0,890				
	PA309505	3,575		2,467		0,855				
	PA309506	3,582		2,443		0,850				
PA40850	PA408501	3,425	3,397	2,332	2,435	0,782	0,746	0,062	8,326	0,004
	PA408502	3,403		2,354		0,725				
	PA408503	3,306		2,282		0,672				
	PA408504	3,563		2,355		0,813				
	PA408505	3,285		2,736		0,681				
	PA408506	3,399		2,550		0,803				
PA40900	PA409001	3,368	3,350	2,260	2,250	0,759	0,750	0,052	6,921	0,003
	PA409002	3,379		2,280		0,764				
	PA409003	3,206		2,159		0,681				
	PA409004	3,306		2,187		0,752				
	PA409005	3,481		2,365		0,832				
	PA409006	3,362		2,247		0,709				
PA40950	PA409501	3,508	3,416	2,317	2,247	0,788	0,728	0,051	6,967	0,003
	PA409502	3,376		2,226		0,713				
	PA409503	3,470		2,293		0,786				
	PA409504	3,349		2,192		0,659				
	PA409505	3,434		2,242		0,724				
	PA409506	3,361		2,214		0,698				
PA50850	PA508501	3,088	2,918	2,092	2,088	0,598	0,568	0,063	11,060	0,004
	PA508502	2,950		2,051		0,575				
	PA508503	2,858		1,922		0,508				
	PA508504	2,991		2,107		0,675				
	PA508505	2,713		1,978		0,515				
	PA508506	2,910		2,380		0,540				
PA50900	PA509001	3,033	3,214	2,099	2,232	0,578	0,683	0,088	12,918	0,008
	PA509002	3,193		2,264		0,657				
	PA509003	3,328		2,332		0,750				
	PA509004	3,157		2,167		0,642				
	PA509005	3,196		2,223		0,648				
	PA509006	3,377		2,309		0,824				
PA50950	PA509501	3,312	3,272	2,248	2,234	0,709	0,711	0,032	4,536	0,001
	PA509502	3,334		2,255		0,760				
	PA509503	3,145		2,146		0,669				
	PA509504	3,232		2,209		0,704				
	PA509505	3,376		2,322		0,735				
	PA509506	3,237		2,226		0,690				

Taula 17. Propietats tèrmiques PA

Propietats tèrmiques de la sèrie PF:

Sèrie	Proveta	Transmitància tèrmica (U) [W/m ² .°C]	Mitjana U [W/m ² .°C]	Flux de calor (Q) [W]	Mitjana Q [W]	Coefficient de conductivitat tèrmica (λ) [W/m.°C]	Mitjana λ [W/m.°C]	Desviació estàndard λ	Coefficient de variació λ (%)	Variància λ
PF30850	PF308501	3,403	3,490	2,225	2,340	0,702	0,803	0,077	9,548	0,006
	PF308502	3,508		2,333		0,903				
	PF308503	3,571		2,436		0,789				
	PF308504	3,506		2,360		0,877				
	PF308505	3,490		2,359		0,807				
	PF308506	3,461		2,325		0,743				
PF30900	PF309001	3,368	3,463	2,291	2,377	0,718	0,779	0,046	5,904	0,002
	PF309002	3,540		2,454		0,799				
	PF309003	3,460		2,386		0,839				
	PF309004	3,452		2,379		0,814				
	PF309005	3,536		2,423		0,761				
	PF309006	3,421		2,329		0,743				
PF30950	PF309501	3,434	3,446	2,343	2,389	0,781	0,786	0,037	4,649	0,001
	PF309502	3,529		2,395		0,809				
	PF309503	3,427		2,613		0,743				
	PF309504	3,417		2,398		0,797				
	PF309505	3,414		2,287		0,747				
	PF309506	3,457		2,296		0,838				
PF40850	PF408501	3,778	3,689	2,525	2,498	0,920	0,926	0,030	3,245	0,001
	PF408502	3,635		2,440		0,885				
	PF408503	3,688		2,480		0,945				
	PF408504	3,633		2,430		0,912				
	PF408505	3,710		2,554		0,924				
	PF408506	3,689		2,557		0,973				
PF40900	PF409001	3,645	3,620	2,504	2,453	0,895	0,902	0,057	6,268	0,003
	PF409002	3,658		2,480		0,959				
	PF409003	3,601		2,444		0,890				
	PF409004	3,515		2,367		0,802				
	PF409005	3,682		2,483		0,951				
	PF409006	3,621		2,441		0,914				
PF40950	PF409501	3,617	3,598	2,513	2,431	0,907	0,882	0,047	5,331	0,002
	PF409502	3,678		2,533		0,937				
	PF409503	3,487		2,341		0,817				
	PF409504	3,588		2,400		0,849				
	PF409505	3,602		2,406		0,859				
	PF409506	3,614		2,395		0,921				
PF50850	PF508501	3,676	3,601	2,439	2,381	0,949	0,851	0,084	9,844	0,007
	PF508502	3,714		2,462		0,912				
	PF508503	3,656		2,425		0,882				
	PF508504	3,366		2,170		0,713				
	PF508505	3,641		2,437		0,842				
	PF508506	3,554		2,354		0,811				
PF50900	PF509001	3,617	3,582	2,409	2,382	0,886	0,860	0,051	5,895	0,003
	PF509002	3,555		2,383		0,824				
	PF509003	3,531		2,320		0,811				
	PF509004	3,544		2,345		0,812				
	PF509005	3,625		2,412		0,927				
	PF509006	3,621		2,424		0,902				
PF50950	PF509501	3,586	3,615	2,410	2,398	0,989	0,955	0,047	4,914	0,002
	PF509502	3,637		2,423		0,998				
	PF509503	3,633		2,396		0,940				
	PF509504	3,613		2,358		0,956				
	PF509505	3,561		2,356		0,870				
	PF509506	3,659		2,444		0,978				

Taula 18. Propietats tèrmiques PF

Propietats tèrmiques de PIERA:

Sèrie	Proveta	Transmitància tèrmica (U) [W/m ² ·°C]	Mitjana U [W/m ² ·°C]	Flux de calor (Q) [W]	Mitjana Q [W]	Coefficient conductivitat tèrmica (λ) [W/m·°C]	Mitjana λ [W/m·°C]	Desviació estàndard λ	Coefficient de variació λ (%)	Variància λ
PIERA	PIERA 1	3,098	3,152	2,745	2,627	0,723	0,743	0,059	7,973	0,004
	PIERA 2	3,120		2,626		0,730				
	PIERA 3	2,954		2,504		0,665				
	PIERA 4	3,091		2,629		0,717				
	PIERA 5	3,310		2,638		0,793				
	PIERA 6	3,341		2,618		0,831				

Taula 19. Propietats tèrmiques PIERA

Taula resum de conductivitat tèrmica de la sèrie PA (W/m·°C):

Pressió del premsat	Temperatura màxima de cocció		
	850°C	900°C	950°C
30 kg/cm ²	0,81	0,75	0,84
40 kg/cm ²	0,75	0,75	0,73
50 kg/cm ²	0,57	0,68	0,71

Taula 20. Resum conductivitat tèrmica PA

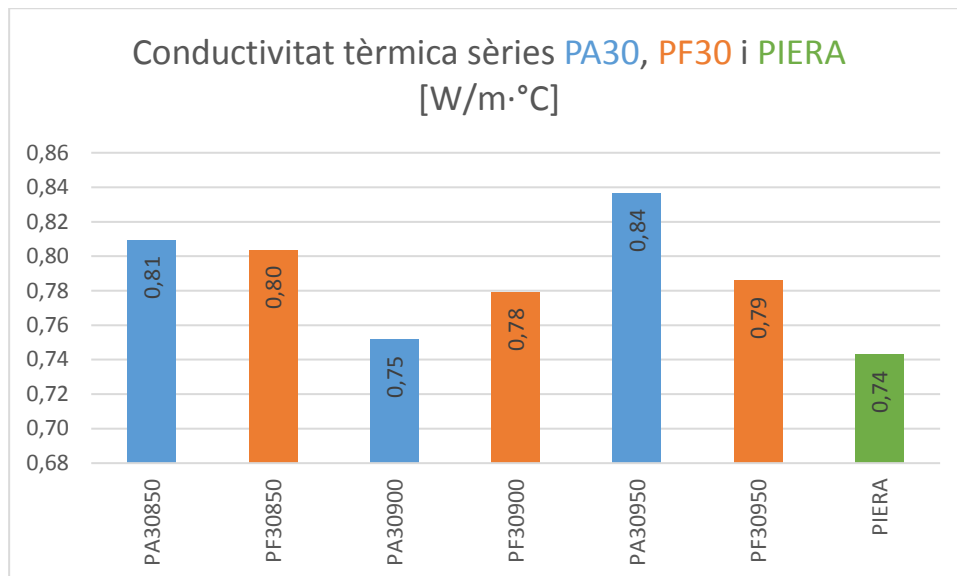
Taula resum de conductivitat tèrmica de la sèrie PF (W/m·°C):

Pressió del premsat	Temperatura màxima de cocció		
	850°C	900°C	950°C
30 kg/cm ²	0,80	0,78	0,79
40 kg/cm ²	0,93	0,90	0,88
50 kg/cm ²	0,85	0,86	0,96

Taula 21. Resum conductivitat tèrmica PF

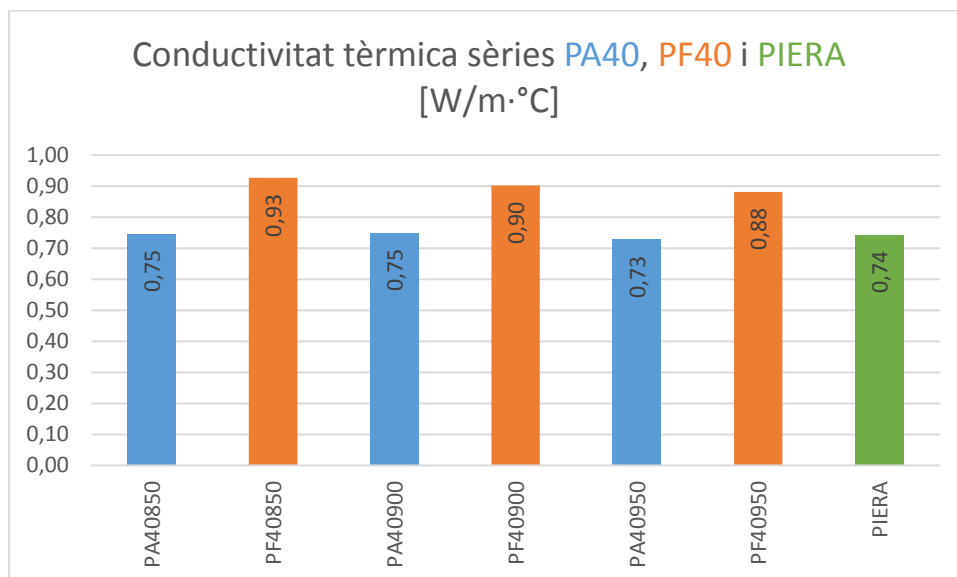
Conductivitat tèrmica de PIERA: 0,743 (W/m·°C).

Comparativa gràfica de conductivitat tèrmica de les sèries PA30, PF30 i PIERA:



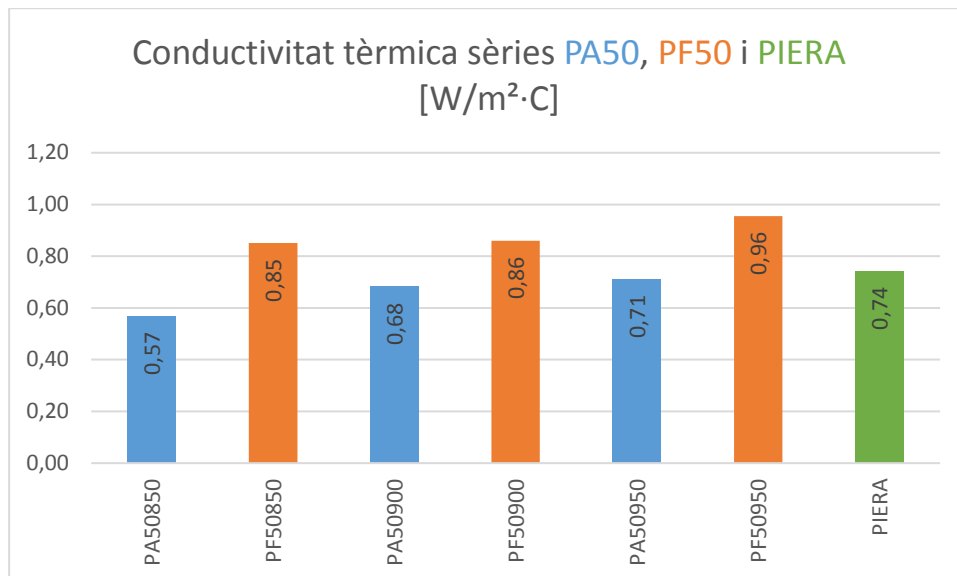
Gràfica 33. Conductivitat tèrmica sèrie PA30, PF30 i PIERA

Comparativa gràfica de conductivitat tèrmica de les sèries PA40, PF40 i PIERA:



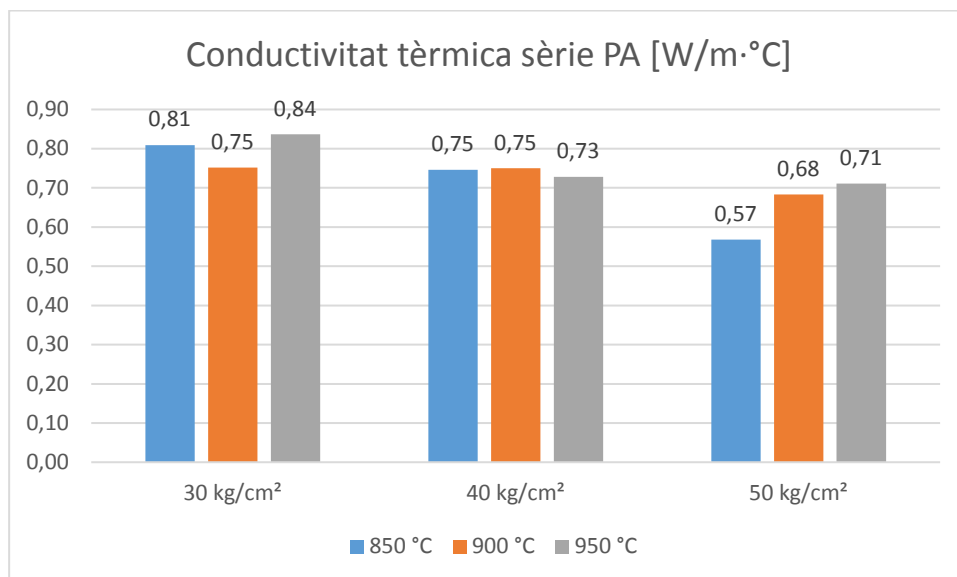
Gràfica 34. Conductivitat tèrmica sèrie PA40, PF40 i PIERA

Comparativa gràfica de conductivitat tèrmica de les sèries PA50, PF50 i PIERA:

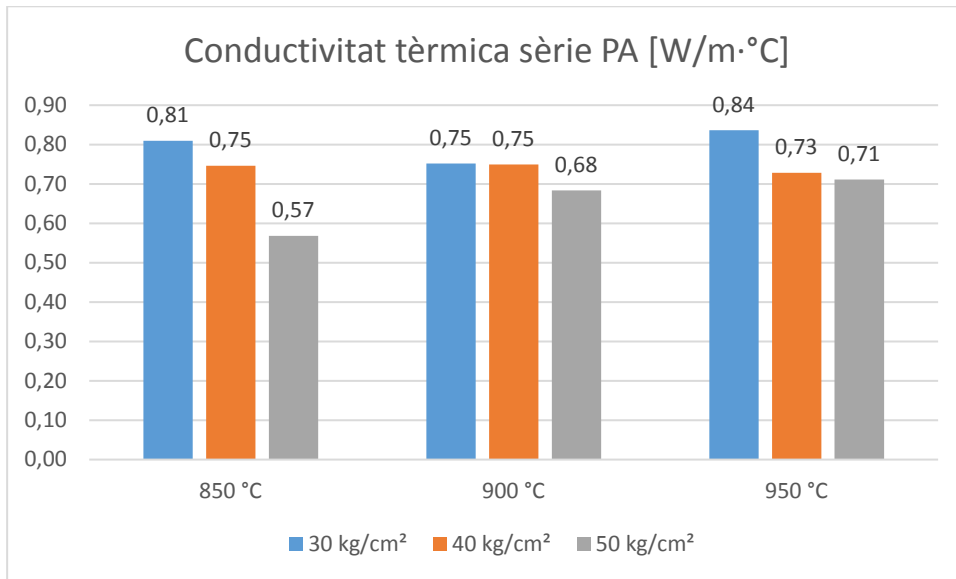


Gràfica 35. Conductivitat tèrmica sèrie PA50, PF50 i PIERA

Comparativa gràfica de conductivitat tèrmica de la sèrie PA:

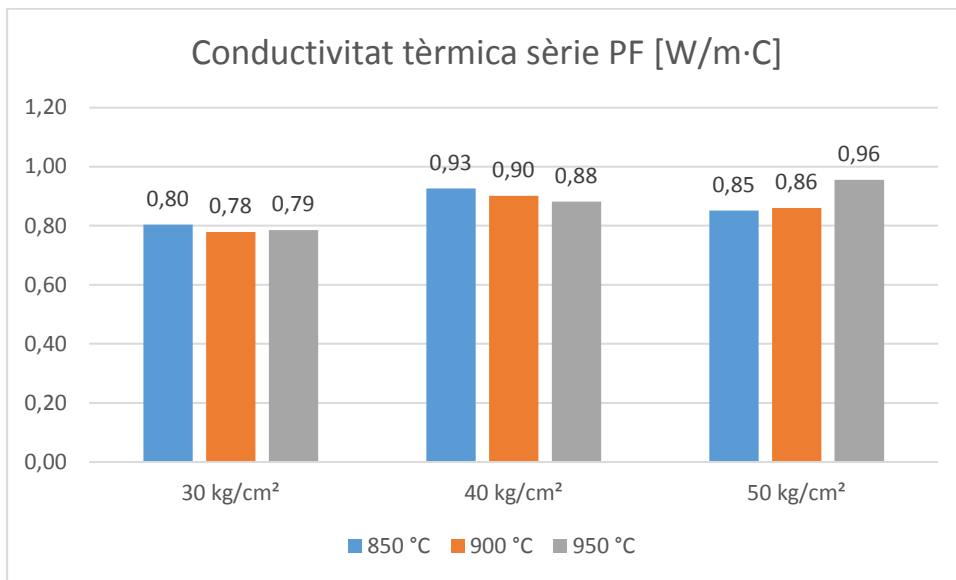


Gràfica 36. Conductivitat tèrmica sèrie PA (1)

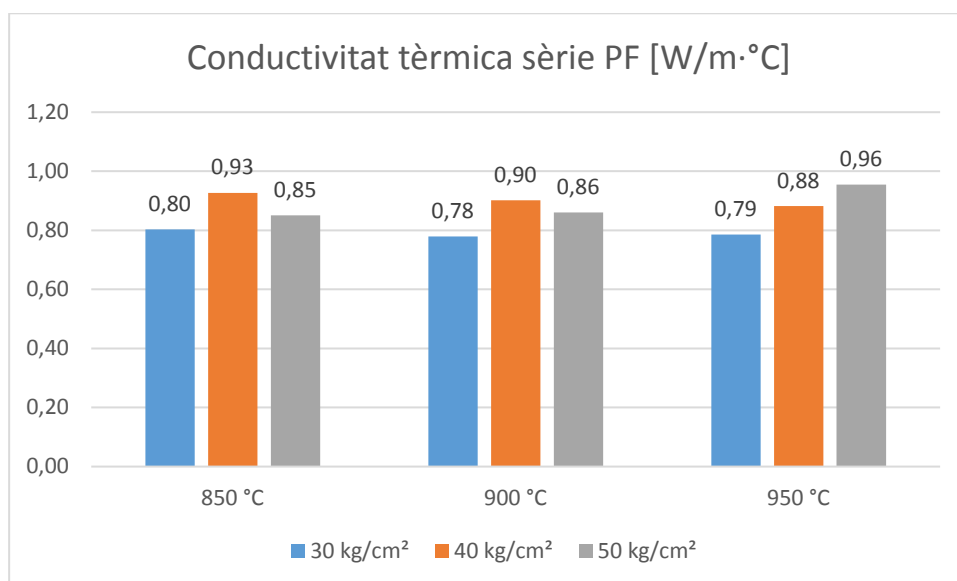


Gràfica 37. Conductivitat tèrmica sèrie PA (2)

Comparativa gràfica de conductivitat tèrmica de la sèrie PF:



Gràfica 38. Conductivitat tèrmica sèrie PF (1)



Gràfica 39. Conductivitat tèrmica sèrie PF (2)

Taula resum de transmissió tèrmica de la sèrie PA (W/m²·°C):

Pressió del premsat	Temperatura màxima de cocció		
	850°C	900°C	950°C
30 kg/cm²	3,49	3,37	3,51
40 kg/cm²	3,40	3,35	3,42
50 kg/cm²	2,92	3,21	3,27

Taula 22. Resum transmissió tèrmica PA

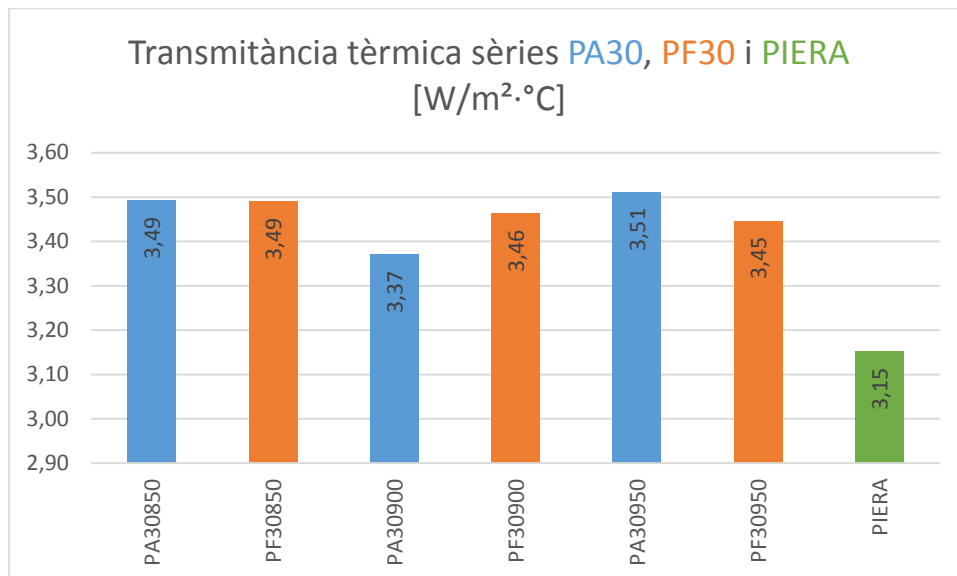
Taula resum de transmissió tèrmica de la sèrie PF (W/m²·°C):

Pressió del premsat	Temperatura màxima de cocció		
	850°C	900°C	950°C
30 kg/cm²	3,49	3,46	3,45
40 kg/cm²	3,69	3,62	3,60
50 kg/cm²	3,60	3,58	3,61

Taula 23. Resum transmissió tèrmica PF

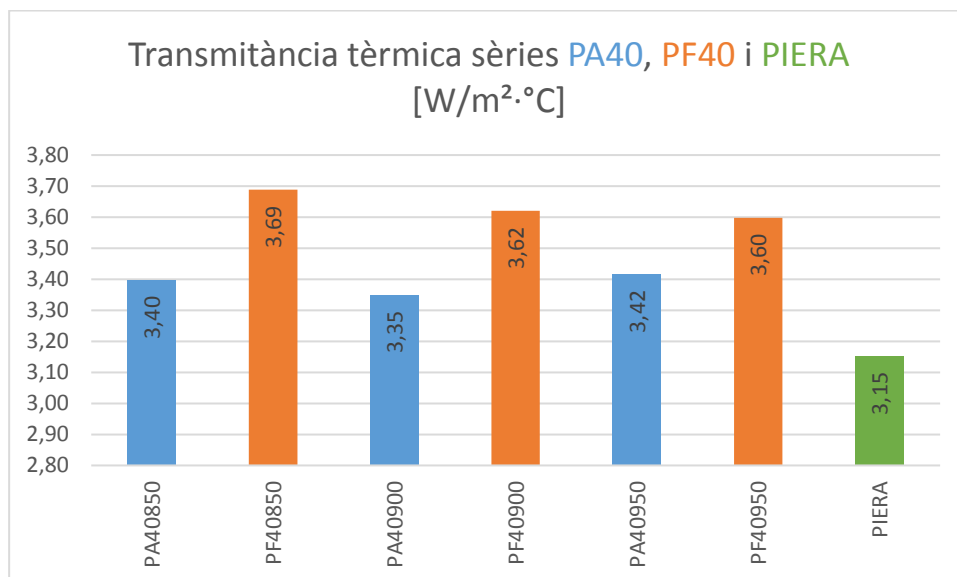
Transmissió tèrmica de PIERA: 3,15 (W/m²·°C).

Comparativa gràfica de transmitància tèrmica de les sèries PA30, PF30 i PIERA:



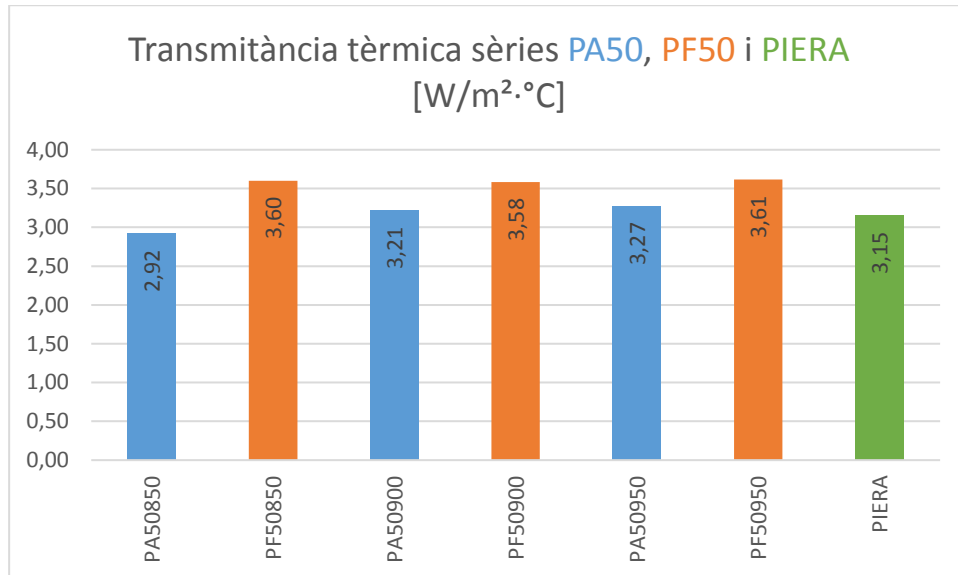
Gràfica 40. Transmitància tèrmica sèrie PA30, PF30 i PIERA

Comparativa gràfica de transmitància tèrmica de les sèries PA40, PF40 i PIERA:



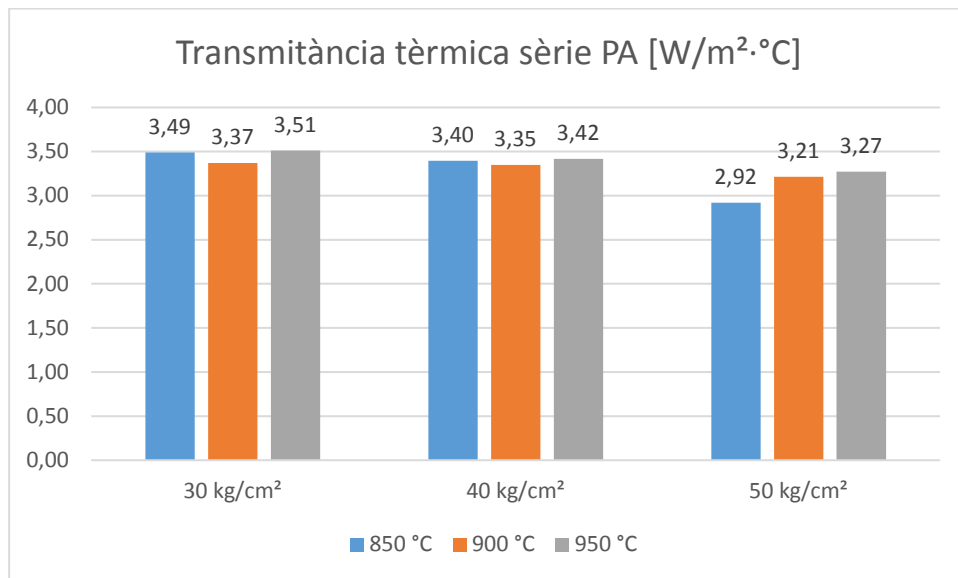
Gràfica 41. Transmitància tèrmica sèrie PA40, PF40 i PIERA

Comparativa gràfica de transmitància tèrmica de les sèries PA50, PF50 i PIERA:

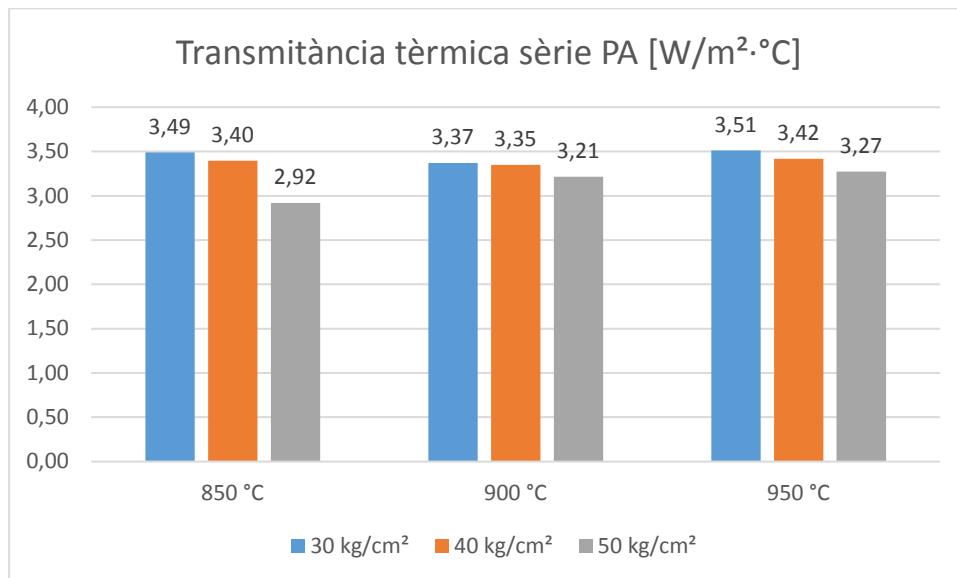


Gràfica 42. Transmitància tèrmica sèrie PA50, PF50 i PIERA

Comparativa gràfica de transmitància tèrmica de la sèrie PA:

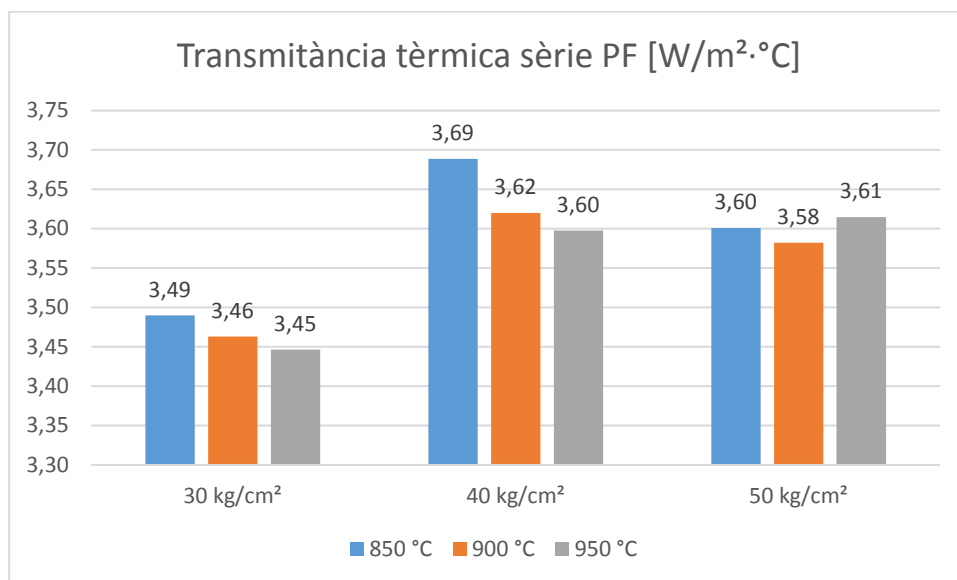


Gràfica 43. Transmitància tèrmica sèrie PA (1)

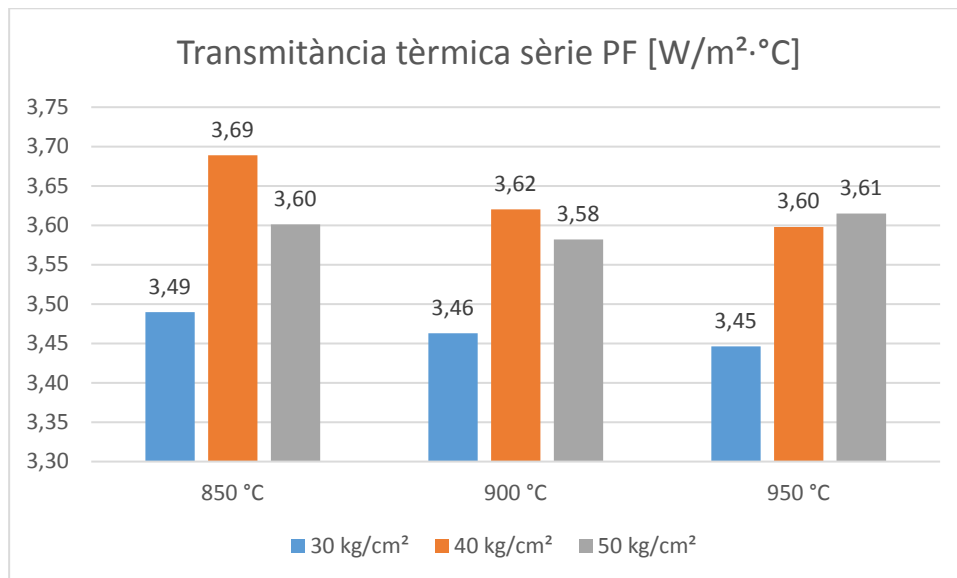


Gràfica 44. Transmitància tèrmica sèrie PA (2)

Comparativa gràfica de transmitància tèrmica de la sèrie PF:



Gràfica 45. Transmitància tèrmica sèrie PF (1)



Gràfica 46. Transmitància tèrmica sèrie PF (2)

Taula resum de flux de calor de la sèrie PA (W):

Pressió del premsat	Temperatura màxima de cocció		
	850°C	900°C	950°C
30 kg/cm ²	2,31	2,31	2,36
40 kg/cm ²	2,43	2,25	2,25
50 kg/cm ²	2,09	2,23	2,23

Taula 24. Resum flux de calor PA

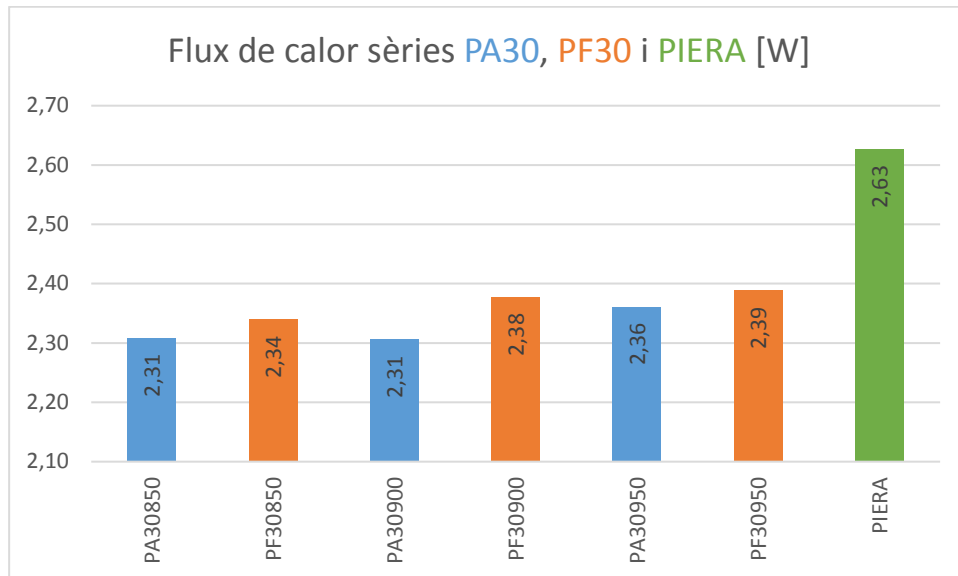
Taula resum de flux de calor de la sèrie PF (W):

Pressió del premsat	Temperatura màxima de cocció		
	850°C	900°C	950°C
30 kg/cm ²	2,34	2,38	2,39
40 kg/cm ²	2,50	2,45	2,43
50 kg/cm ²	2,38	2,38	2,40

Taula 25. Resum flux de calor PF

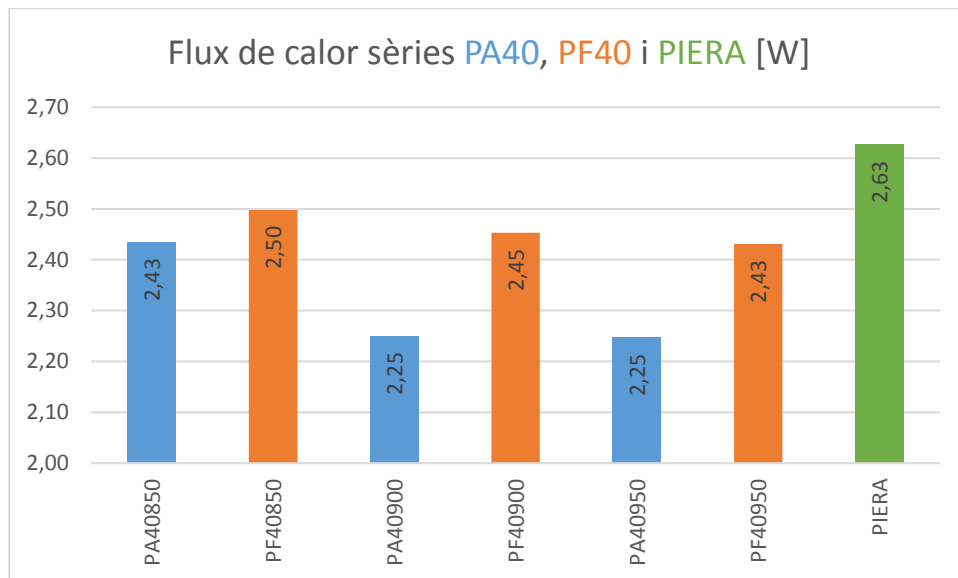
Flux de calor de PIERA: 2,63 (W).

Comparativa gràfica de flux de calor de les sèries PA30, PF30 i PIERA:



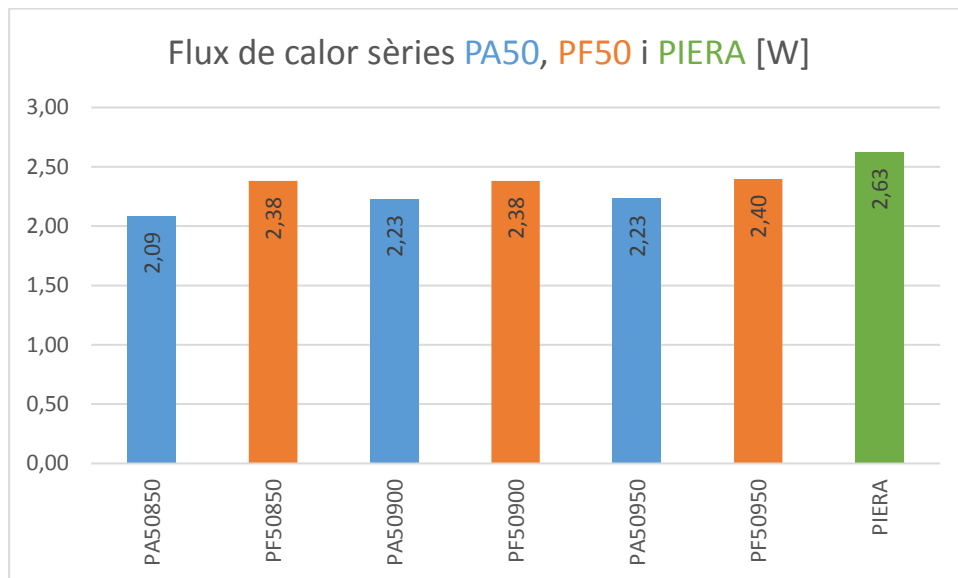
Gràfica 47. Flux de calor sèrie PA30, PF30 i PIERA

Comparativa gràfica de flux de calor de les sèries PA40, PF40 i PIERA:



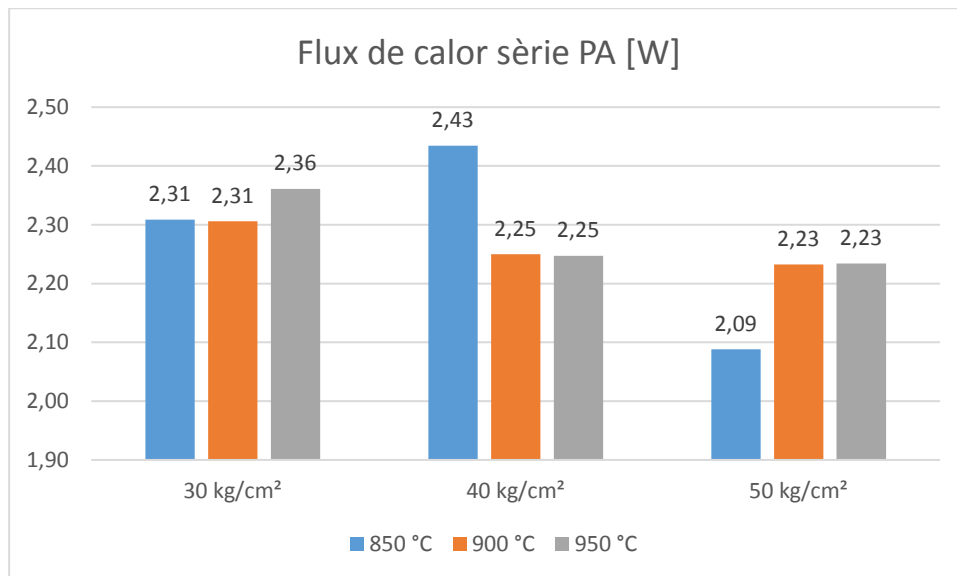
Gràfica 48. Flux de calor sèrie PA40, PF40 i PIERA

Comparativa gràfica de flux de calor de les sèries PA50, PF50 i PIERA:

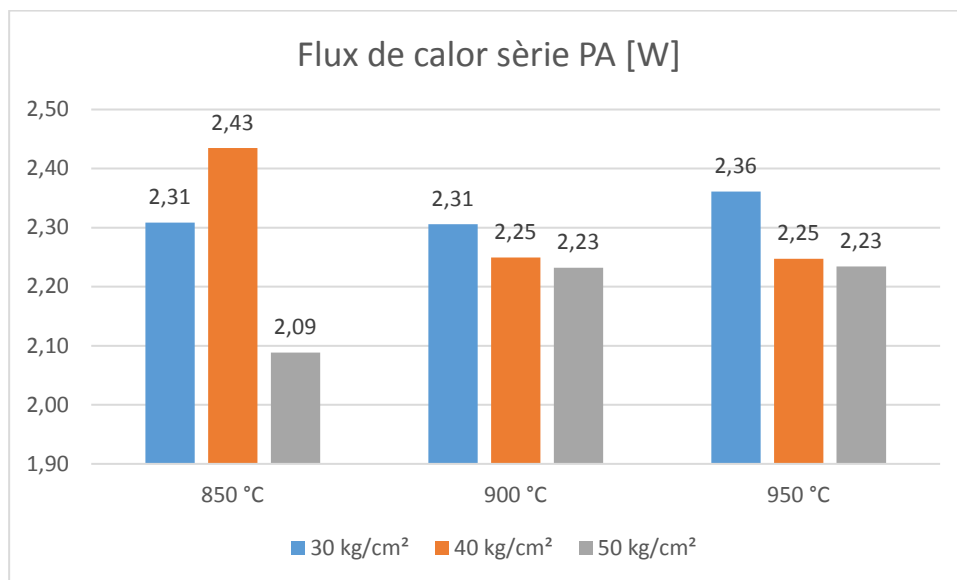


Gràfica 49. Flux de calor sèrie PA50, PF50 i PIERA

Comparativa gràfica de flux de calor de la sèrie PA:

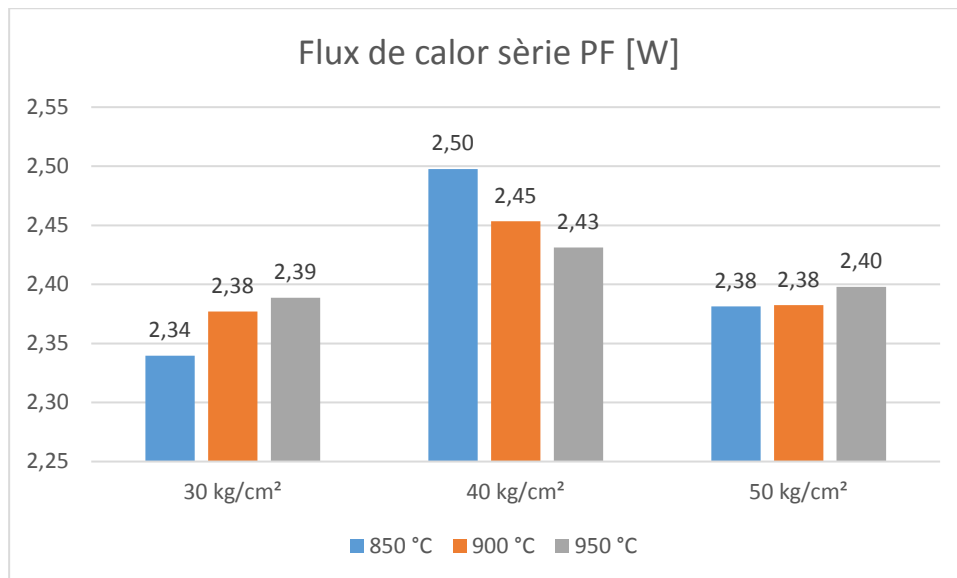


Gràfica 50. Flux de calor sèrie PA (1)

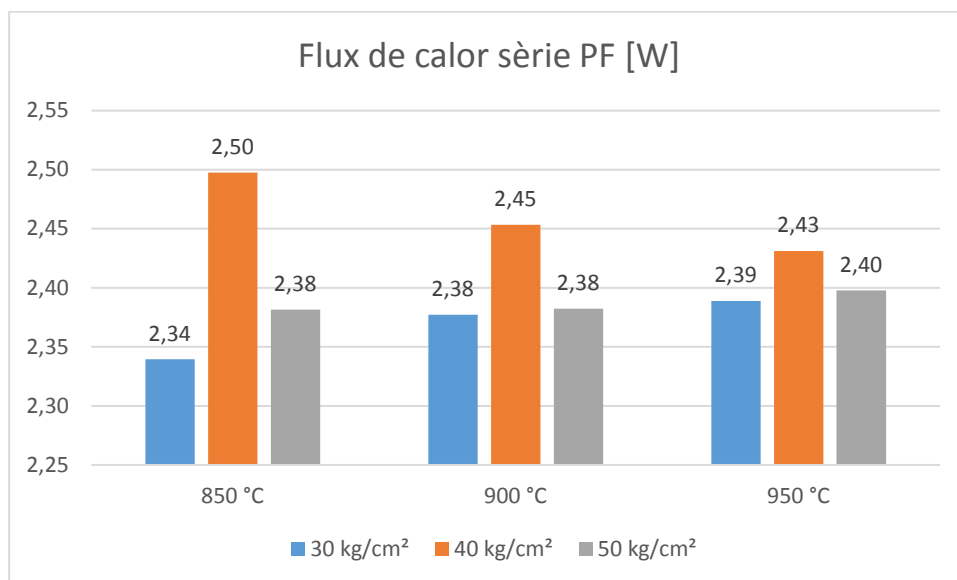


Gràfica 51. Flux de calor sèrie PA (2)

Comparativa gràfica de flux de calor de la sèrie PF:



Gràfica 52. Flux de calor sèrie PF (1)



Gràfica 53. Flux de calor sèrie PF (2)

6.2.1. Anàlisi de resultats

Vocabulari: conductivitat tèrmica (CT), transmitància tèrmica (TT), Flux de calor (FC).

La desviació estàndard de la CT està aproximadament entre el valor mínim i màxim, 0,03 i 0,09 respectivament.

El coeficient de variació de la CT està aproximadament entre un 3,25 i un 12,92%, tenint en compte que només 2 sèries sobrepassen el 10%, la PA50850, amb un 11,06% i la PA50900 amb un 12,92%.

La variància de la CT està aproximadament entre un valor de 0,001 i 0,008.

La sèrie amb la major CT és la PF50950 (0,955), seguida de PF40850 (0,926) i PF40900 (0,902).

La sèrie amb la menor CT és la PA50850 (0,568), seguida de PA50900 (0,683) i PA50950 (0,711).

La PIERA (0,743) es troba aproximadament per sota de la mitjana de CT; té una CT semblant a les de la sèrie PA40850 (0,746), PA40900 (0,750) i PA40950 (0,728), i la PA30900 (0,752).

En general la sèrie PA té millor CT que la sèrie PF. Només hi ha 2 casos que la PF és millor, la PF30850 (0,803), que només varia un +0,006 de CT de la PA30850 (0,809), i la PF30950 (0,786), que varia un +0,051 de CT de la PA30950 (0,837).

Pel que fa a la sèrie PA:

- Segons la pressió de premsat:
 - o La CT mitjana més alta és la de PA30.
 - o La CT mitjana més baixa és la de PA50.
- Segons la temperatura màxima de cocció:
 - o La CT mitjana més alta és la de PA__950.
 - o La CT mitjana més baixa és la de PA__850.

Pel que fa a la sèrie PF:

- Segons la pressió de premsat:
 - o La CT mitjana més alta és la de PF40.
 - o La CT mitjana més baixa és la de PF30.
- Segons la temperatura màxima de cocció:
 - o La CT més alta és la PF__950.

- o La CT més baixa és la PF__900.

La sèrie amb la major TT és la PF40850, seguida de PF40900 i PF50950.

La sèrie amb la menor TT és la PA50850, seguida de PIERA, PA50900 i PA50950.

La PIERA, es troba segons la mitjana entre les TT mes baixes; té una TT semblant a la de la sèrie PA50900. Respecte la PIERA la PA50900 té +0,06 de TT.

La sèrie PA té millor TT que la sèrie PF.

Pel que fa a la sèrie PA:

- Segons la pressió de premsat:
 - o La TT mitjana més alta és la de PA30.
 - o La TT mitjana més baixa és la de PA50.
- Segons la temperatura màxima de cocció:
 - o La TT mitjana més alta és la de PA__950.
 - o La TT mitjana més baixa és la PA__850. Tot i que respecte de les PA__900, només es mes baixa la PA50.

Pel que fa a la sèrie PF:

- Segons la pressió de premsat:
 - o La TT mitjana més alta és la de PF40.
 - o La TT mitjana més baixa és la de PF30, i amb una diferència significativa.
- Segons la temperatura màxima de cocció:
 - o La TT mitjana més alta és la de PF__850.
 - o La TT mitjana més baixa és la de PF__900 juntament amb la PF__950. Tot i que de la PF__950 la sèrie PF40 i PF50, tenen una TT lleugerament mes baixa respecte la PF900.

La sèrie amb el major FC és la PIERA (2,63), seguida de PF40850 (2,50), PF40900 (2,45) i PF40950 (2,43).

La sèrie amb el menor FC és la PA50850 (2,09), seguida de PA50900 (2,23) i PA50950 (2,23)

La sèrie PA té menor FC que la sèrie PF.

Pel que fa a la sèrie PA:

- Segons la pressió de premsat:
 - o El FC mitjà més alt és la de PA30, tot i que el de PA30850 és mes baix que el de PA40850.
 - o El FC mitjà més baix és la de PA50.
- Segons la temperatura màxima de cocció:
 - o El FC mitjà més alt és la de PA__950.
 - o El FC mitjà més baix és la PA__850. Tot i que té el FC més alt, el de PF40850.

Pel que fa a la sèrie PF:

- Segons la pressió de premsat:
 - o El FC mitjà més alt és el de PF40.
 - o El FC mitjà més baix és el de PF30, i amb una diferència significativa respecte PF40 pero semblant a PF50.
- Segons la temperatura màxima de cocció:
 - o Els FC mitjans més alts són el de la PF__850 i PF__950; la seva mitjana és la mateixa. Cal tenir en compte que la PF40850 té el flux més alt que la resta.
 - o El FC mitjà més baix és el de la PF__900. Cal tenir en compte que les mitjanes de PF__850, PF__900 i PF__950 són molt semblants.

6.3. Densitats

Densitat aparent (ρ_{ap}) i relativa (ρ_r), absorció (Abs), i porositat (P_r) i compacitat relativa (C_r) de la sèrie PA:

Sèrie / Proveta	m_s [g]	l [cm]	a [cm]	h [cm]	V_{ap} [cm ³]	ρ_{ap} [g/cm ³]	$\overline{\rho_{ap}}$ [g/cm ³]	M_s [g]	M_{ss} [g]	V_r [cm ³]	ρ_r [g/cm ³]	$\overline{\rho_r}$ [g/cm ³]	V_{pa} [cm ³]	Abs (%)	\overline{Abs} (%)	P_r	$\overline{P_r}$ (%)	C_r	$\overline{C_r}$ (%)
PA30850 /	1	3041	13,45	27,53	4,35	1610,42	1,89	3486	1868	1618	1,88	1,87	445,00	14,63	15,00	27,50	28,00	72,50	72,00
	2	3031	13,45	27,53	4,35	1610,42	1,88	3478	1861	1617	1,87	1,87	447,00	14,75	15,00	27,64	28,00	72,36	72,36
	3	3028	13,45	27,50	4,35	1608,96	1,88	3479	1859	1620	1,87	1,87	451,00	14,89	15,00	27,84	28,00	72,16	72,16
	4	3015	13,45	27,48	4,38	1616,73	1,86	3477	1853	1624	1,86	1,87	462,00	15,32	15,00	28,45	28,00	71,55	72,00
	5	3031	13,45	27,50	4,40	1627,45	1,86	3497	1865	1632	1,86	1,86	466,00	15,37	15,00	28,55	28,00	71,45	71,45
	6	3018	13,43	27,50	4,38	1615,20	1,87	3473	1850	1623	1,86	1,86	455,00	15,08	15,00	28,03	28,00	71,97	71,97
PA30900 /	1	3033	13,45	27,48	4,33	1598,26	1,90	3476	1872	1604	1,89	1,87	443,00	14,61	15,07	27,62	28,21	72,38	71,79
	2	3030	13,43	27,48	4,33	1595,28	1,90	3482	1878	1604	1,89	1,87	452,00	14,92	15,07	28,18	28,21	71,82	71,82
	3	3025	13,43	27,48	4,35	1604,51	1,89	3468	1863	1605	1,88	1,87	443,00	14,64	15,07	27,60	28,21	72,40	71,79
	4	3015	13,43	27,50	4,38	1615,20	1,87	3480	1853	1627	1,85	1,87	465,00	15,42	15,07	28,58	28,21	71,42	71,42
	5	3025	13,45	27,53	4,38	1619,67	1,87	3494	1863	1631	1,85	1,85	469,00	15,50	15,07	28,76	28,21	71,24	71,24
	6	3021	13,43	27,50	4,38	1615,20	1,87	3486	1858	1628	1,86	1,86	465,00	15,39	15,07	28,56	28,21	71,44	71,44
PA30950 /	1	3024	13,43	27,43	4,35	1601,59	1,89	3467	1863	1604	1,89	1,87	443,00	14,65	14,80	27,62	27,67	72,38	72,38
	2	3024	13,43	27,43	4,33	1592,38	1,90	3455	1856	1599	1,89	1,89	431,00	14,25	14,80	26,95	27,67	73,05	73,05
	3	3022	13,43	27,43	4,33	1592,38	1,90	3451	1855	1596	1,89	1,87	429,00	14,20	14,80	26,88	27,67	73,12	72,33
	4	3017	13,43	27,45	4,43	1630,68	1,85	3475	1845	1630	1,85	1,85	458,00	15,18	14,80	28,10	27,67	71,90	71,90
	5	3014	13,43	27,48	4,40	1622,95	1,86	3477	1845	1632	1,85	1,85	463,00	15,36	14,80	28,37	27,67	71,63	71,63
	6	3015	13,43	27,45	4,40	1621,47	1,86	3474	1844	1630	1,85	1,85	459,00	15,22	14,80	28,16	27,67	71,84	71,84
PA40850 /	1	3038	13,43	27,48	4,30	1586,06	1,92	3472	1886	1586	1,92	1,90	434,00	14,29	14,57	27,36	27,66	72,64	72,64
	2	3042	13,45	27,45	4,30	1587,57	1,92	3479	1889	1590	1,91	1,90	437,00	14,37	14,57	27,48	27,66	72,52	72,52
	3	3050	13,43	27,48	4,28	1576,84	1,93	3472	1885	1587	1,92	1,90	422,00	13,84	14,57	26,59	27,66	73,41	72,34
	4	3034	13,45	27,53	4,33	1601,16	1,89	3473	1866	1607	1,89	1,90	439,00	14,47	14,57	27,32	27,66	72,68	72,68
	5	3041	13,45	27,53	4,33	1601,16	1,90	3506	1886	1620	1,88	1,88	465,00	15,29	14,57	28,70	27,66	71,30	71,30
	6	3034	13,45	27,53	4,33	1601,16	1,89	3497	1879	1618	1,88	1,88	463,00	15,26	14,57	28,62	27,66	71,38	71,38
PA40900 /	1	3032	13,45	27,50	4,33	1599,71	1,90	3479	1872	1607	1,89	1,88	447,00	14,74	14,87	27,82	28,01	72,18	71,99
	2	3023	13,45	27,48	4,33	1598,26	1,89	3478	1873	1605	1,88	1,88	455,00	15,05	14,87	28,35	28,01	71,65	71,65
	3	3020	13,43	27,48	4,33	1595,28	1,89	3467	1865	1602	1,89	1,88	447,00	14,80	14,87	27,90	28,01	72,10	72,10
	4	3020	13,43	27,48	4,33	1595,28	1,89	3464	1860	1604	1,88	1,88	444,00	14,70	14,87	27,68	28,01	72,32	72,32
	5	3023	13,45	27,50	4,33	1599,71	1,89	3468	1864	1604	1,88	1,88	445,00	14,72	14,87	27,74	28,01	72,26	72,26
	6	3023	13,43	27,48	4,33	1595,28	1,89	3483	1874	1609	1,88	1,88	460,00	15,22	14,87	28,59	28,01	71,41	71,41
PA40950 /	1	3053	13,45	27,53	4,33	1601,16	1,91	3505	1881	1624	1,88	1,89	452,00	14,81	14,63	27,83	27,59	72,17	72,17
	2	3042	13,45	27,55	4,33	1602,62	1,90	3492	1873	1619	1,88	1,89	450,00	14,79	14,63	27,79	27,59	72,21	72,21
	3	3043	13,45	27,55	4,35	1611,88	1,89	3497	1876	1621	1,88	1,89	454,00	14,92	14,63	28,01	27,59	71,99	71,99
	4	3048	13,45	27,53	4,33	1601,16	1,90	3487	1876	1611	1,89	1,89	439,00	14,40	14,63	27,25	27,59	72,75	72,75
	5	3045	13,45	27,53	4,33	1601,16	1,90	3484	1875	1609	1,89	1,89	439,00	14,42	14,63	27,28	27,59	72,72	72,72
	6	3048	13,45	27,53	4,33	1601,16	1,90	3489	1878	1611	1,89	1,89	441,00	14,47	14,63	27,37	27,59	72,63	72,63
PA50850 /	1	3020	13,45	27,43	4,28	1576,90	1,92	3452	1870	1582	1,91	1,92	432,00	14,30	13,68	27,31	26,25	72,69	72,69
	2	3032	13,45	27,48	4,28	1579,78	1,92	3451	1867	1584	1,91	1,92	419,00	13,82	13,68	26,45	26,25	73,55	73,55
	3	3027	13,45	27,43	4,28	1576,90	1,92	3438	1862	1576	1,92	1,92	411,00	13,58	13,68	26,08	26,25	73,92	73,92
	4	3030	13,45	27,43	4,28	1576,90	1,92	3432	1857	1575	1,92	1,92	402,00	13,27	13,68	25,52	26,25	74,48	73,75
	5	3035	13,45	27,48	4,23	1561,30	1,94	3451	1871	1580	1,92	1,92	416,00	13,71	13,68	26,33	26,25	73,67	73,67
	6	3025	13,43	27,45	4,25	1566,19	1,93	3432	1858	1574	1,92	1,92	407,00	13,45	13,68	25,86	26,25	74,14	74,14
PA50900 /	1	3054	13,45	27,48	4,25	1570,54	1,94	3485	1907	1578	1,94	1,93	431,00	14,11	14,28	27,31	27,57	72,69	72,69
	2	3048	13,45	27,45	4,25	1569,11	1,94	3489	1908	1581	1,93	1,93	441,00	14,47	14,28	27,89	27,57	72,11	72,11
	3	3050	13,45	27,48	4,28	1579,78	1,93	3492	1908	1584	1,93	1,93	442,00	14,49	14,28	27,90	27,57	72,10	72,10
	4	3061	13,45	27,45	4,25	1569,11	1,95	3496	1912	1584	1,93	1,93	435,00	14,21	14,28	27,46	27,57	72,54	72,54
	5	3053	13,45	27,45	4,25	1569,11	1,95	3492	1909	1583	1,93	1,93	439,00	14,38	14,28	27,73	27,57	72,27	72,27
	6	3054	13,45	27,43	4,25	1567,68	1,95	3482	1904	1578	1,94	1,94	428,00	14,01	14,28	27,12	27,57	72,88	72,88
PA50950 /	1	3027	13,40	27,40	4,28	1569,61	1,93	3458	1879	1579	1,92	1,91	431,00	14,24	14,31	27,30	27,31	72,70	72,70
	2	3021	13,43	27,40	4,28	1572,54	1,92	3440	1868	1572	1,92	1,91	419,00	13,87	14,31	26,65	27,31	73,35	73,35
	3	3018	13,38	27,40	4,28	1566,68	1,93	3442	1868	1574	1,92	1,92	424,00	14,05	14,31	26,94	27,31	73,06	73,06
	4	3015	13,40	27,40	4,30	1578,79	1,91	3459	1869	1590	1,90	1,91	444,00	14,73	14,31	27,92	27,31	72,08	72,08
	5	3020	13,40	27,45	4,30	1581,67	1,91	3460	1869	1591	1,90	1,90	440,00	14,57	14,31	27,66	27,31	72,34	72,34
	6	3018	13,40	27,45	4,28	1572,47	1,92	3453	1866	1587	1,90	1,90	435,00	14,41	14,31	27,41	27,31	72,59	72,59

Taula 26. Densitat aparent i relativa, absorció, porositat i compacitat relativa PA

Densitat aparent (ρ_{ap}) i relativa (ρ_r), absorció (Abs), i porositat (P_r) i compacitat relativa (C_r) de la sèrie PF:

Sèrie / Proveta	m_s [g]	l [cm]	a [cm]	h [cm]	V_{ap} [cm ³]	ρ_{ap} [g/cm ³]	$\overline{\rho_{ap}}$ [g/cm ³]	M_s [g]	M_{ss} [g]	V_r [cm ³]	ρ_r [g/cm ³]	$\overline{\rho_r}$ [g/cm ³]	V_{pa} [cm ³]	Abs (%)	\overline{Abs} (%)	P_r	$\overline{P_r}$ (%)	C_r	$\overline{C_r}$ (%)
PF30850 /	1 3047	13,48	27,58	4,45	1653,50	1,84	1,84	3536	1876	1660	1,84	1,83	489,00	16,05	16,02	29,46	29,39	70,54	70,61
	2 3034	13,48	27,55	4,45	1652,00	1,84		3525	1867	1658	1,83		491,00	16,18		29,61		70,39	
	3 3033	13,48	27,55	4,45	1652,00	1,84		3522	1865	1657	1,83		489,00	16,12		29,51		70,49	
	4 3035	13,48	27,55	4,45	1652,00	1,84		3519	1866	1653	1,84		484,00	15,95		29,28		70,72	
	5 3048	13,48	27,55	4,45	1652,00	1,85		3532	1873	1659	1,84		484,00	15,88		29,17		70,83	
	6 3037	13,48	27,55	4,45	1652,00	1,84		3522	1866	1656	1,83		485,00	15,97		29,29		70,71	
PF30900 /	1 3031	13,45	27,53	4,45	1647,44	1,84	1,84	3502	1855	1647	1,84	1,84	471,00	15,54	15,48	28,60	28,48	71,40	71,52
	2 3030	13,45	27,53	4,43	1638,18	1,85		3501	1853	1648	1,84		471,00	15,54		28,58		71,42	
	3 3030	13,45	27,53	4,45	1647,44	1,84		3499	1851	1648	1,84		469,00	15,48		28,46		71,54	
	4 3025	13,45	27,50	4,43	1636,70	1,85		3490	1848	1642	1,84		465,00	15,37		28,32		71,68	
	5 3030	13,45	27,53	4,45	1647,44	1,84		3501	1854	1647	1,84		471,00	15,54		28,60		71,40	
	6 3030	13,45	27,50	4,45	1645,94	1,84		3496	1852	1644	1,84		466,00	15,38		28,35		71,65	
PF30950 /	1 3024	13,45	27,53	4,45	1647,44	1,84	1,84	3490	1851	1639	1,85	1,84	466,00	15,41	15,32	28,43	28,22	71,57	71,78
	2 3024	13,45	27,50	4,45	1645,94	1,84		3487	1846	1641	1,84		463,00	15,31		28,21		71,79	
	3 3027	13,45	27,48	4,45	1644,45	1,84		3490	1843	1647	1,84		463,00	15,30		28,11		71,89	
	4 3022	13,45	27,48	4,45	1644,45	1,84		3483	1844	1639	1,84		461,00	15,25		28,13		71,87	
	5 3024	13,45	27,48	4,45	1644,45	1,84		3491	1846	1645	1,84		467,00	15,44		28,39		71,61	
	6 3023	13,43	27,50	4,45	1642,88	1,84		3482	1845	1637	1,85		459,00	15,18		28,04		71,96	
PF40850 /	1 3048	13,45	27,53	4,38	1619,67	1,88	1,88	3493	1873	1620	1,88	1,88	445,00	14,60	14,59	27,47	27,44	72,53	72,56
	2 3042	13,45	27,53	4,38	1619,67	1,88		3488	1870	1618	1,88		446,00	14,66		27,56		72,44	
	3 3039	13,45	27,53	4,35	1610,42	1,89		3481	1865	1616	1,88		442,00	14,54		27,35		72,65	
	4 3036	13,45	27,53	4,35	1610,42	1,89		3477	1863	1614	1,88		441,00	14,53		27,32		72,68	
	5 3043	13,48	27,53	4,38	1622,68	1,88		3489	1871	1618	1,88		446,00	14,66		27,56		72,44	
	6 3039	13,48	27,53	4,38	1622,68	1,87		3481	1866	1615	1,88		442,00	14,54		27,37		72,63	
PF40900 /	1 3032	13,45	27,50	4,35	1608,96	1,88	1,89	3476	1865	1611	1,88	1,88	444,00	14,64	14,47	27,56	27,25	72,44	72,75
	2 3030	13,45	27,48	4,35	1607,49	1,88		3474	1862	1612	1,88		444,00	14,65		27,54		72,46	
	3 3028	13,45	27,48	4,35	1607,49	1,88		3468	1853	1615	1,87		440,00	14,53		27,24		72,76	
	4 3034	13,43	27,48	4,35	1604,51	1,89		3466	1858	1608	1,89		432,00	14,24		26,87		73,13	
	5 3037	13,45	27,48	4,35	1607,49	1,89		3475	1867	1608	1,89		438,00	14,42		27,24		72,76	
	6 3034	13,40	27,48	4,35	1601,52	1,89		3469	1863	1606	1,89		435,00	14,34		27,09		72,91	
PF40950 /	1 3032	13,45	27,50	4,35	1608,96	1,88	1,88	3475	1860	1615	1,88	1,88	443,00	14,61	14,63	27,43	27,44	72,57	72,56
	2 3026	13,45	27,48	4,35	1607,49	1,88		3471	1855	1616	1,87		445,00	14,71		27,54		72,46	
	3 3028	13,45	27,48	4,35	1607,49	1,88		3469	1855	1614	1,88		441,00	14,56		27,32		72,68	
	4 3021	13,43	27,48	4,35	1604,51	1,88		3459	1849	1610	1,88		438,00	14,50		27,20		72,80	
	5 3023	13,43	27,48	4,35	1604,51	1,88		3474	1858	1616	1,87		451,00	14,92		27,91		72,09	
	6 3023	13,45	27,48	4,35	1607,49	1,88		3461	1852	1609	1,88		438,00	14,49		27,22		72,78	
PF50850 /	1 3036	13,40	27,53	4,33	1595,21	1,90	1,91	3464	1875	1589	1,91	1,89	428,00	14,10	14,36	26,94	27,22	73,06	72,78
	2 3035	13,40	27,50	4,28	1575,34	1,93		3466	1875	1591	1,91		431,00	14,20		27,09		72,91	
	3 3035	13,40	27,48	4,28	1573,91	1,93		3457	1869	1588	1,91		422,00	13,90		26,57		73,43	
	4 3027	13,43	27,50	4,33	1596,74	1,90		3473	1861	1612	1,88		446,00	14,73		27,67		72,33	
	5 3031	13,43	27,53	4,33	1598,19	1,90		3474	1865	1609	1,88		443,00	14,62		27,53		72,47	
	6 3025	13,43	27,50	4,33	1596,74	1,89		3469	1857	1612	1,88		444,00	14,68		27,54		72,46	
PF50900 /	1 3032	13,50	27,55	4,38	1627,17	1,86	1,88	3483	1863	1620	1,87	1,88	451,00	14,87	14,43	27,84	27,14	72,16	72,86
	2 3028	13,48	27,55	4,35	1614,88	1,88		3472	1854	1618	1,87		444,00	14,66		27,44		72,56	
	3 3030	13,48	27,55	4,35	1614,88	1,88		3467	1852	1615	1,88		437,00	14,42		27,06		72,94	
	4 3028	13,48	27,53	4,33	1604,14	1,89		3455	1851	1604	1,89		427,00	14,10		26,62		73,38	
	5 3027	13,50	27,55	4,33	1608,58	1,88		3461	1857	1604	1,89		434,00	14,34		27,06		72,94	
	6 3028	13,50	27,53	4,33	1607,12	1,88		3459	1854	1605	1,89		431,00	14,23		26,85		73,15	
PF50950 /	1 3035	13,48	27,53	4,33	1604,14	1,89	1,90	3465	1864	1601	1,90	1,90	430,00	14,17	14,11	26,86	26,75	73,14	73,25
	2 3034	13,48	27,53	4,30	1594,87	1,90		3461	1860	1601	1,90		427,00	14,07		26,67		73,33	
	3 3037	13,48	27,53	4,30	1594,87	1,90		3463	1863	1600	1,90		426,00	14,03		26,63		73,38	
	4 3030	13,48	27,53	4,30	1594,87	1,90		3455	1857	1598	1,90		425,00	14,03		26,60		73,40	
	5 3033	13,45	27,53	4,33	1601,16	1,89		3465	1862	1603	1,89		432,00	14,24		26,95		73,05	
	6 3035	13,45	27,53	4,33	1601,16	1,90		3464	1862	1602	1,89		429,00	14,14		26,78		73,22	

Taula 27. Densitat aparent i relativa, absorció, porositat i compacitat relativa PF

Densitat aparent (ρ_{ap}) i relativa (ρ_r), absorció (Abs), i porositat (P_r) i compacitat relativa (C_r) de PIERA:

Sèrie / Provena	m_s [g]	l [cm]	a [cm]	h [cm]	V_{ap} [cm ³]	ρ_{ap} [g/cm ³]	$\overline{\rho_{ap}}$ [g/cm ³]	M_s [g]	M_{ss} [g]	V_r [cm ³]	ρ_r [g/cm ³]	$\overline{\rho_r}$ [g/cm ³]	V_{pa} [cm ³]	Abs (%)	\overline{Abs} (%)	P_r	$\overline{P_r}$ (%)	C_r	$\overline{C_r}$ (%)
PIERA /	1	3019	13,45	27,80	4,33	1617,16	1,87	3169	1584	1585	1,90		150,00	4,97		9,46		90,54	
	2	3039	13,45	27,83	4,30	1609,26	1,89	3157	1552	1605	1,89		118,00	3,88		7,35		92,65	
	3	3036	13,45	27,70	4,35	1620,66	1,87	3112	1521	1591	1,91		76,00	2,50	4,23	4,78	8,08	95,22	91,92
	4	3031	13,40	27,68	4,33	1603,90	1,89	3159	1578	1581	1,92	1,91	128,00	4,22		8,10		91,90	
	5	3025	13,40	27,80	4,33	1611,15	1,88	3202	1625	1577	1,92		177,00	5,85		11,22		88,78	
	6	3024	13,45	27,80	4,33	1617,16	1,87	3224	1646	1578	1,92		200,00	6,61		12,67		87,33	

Taula 28. Densitat aparent i relativa, absorció, porositat i compacitat relativa PIERA

Taula resum de densitat aparent de la sèrie PA (g/cm³):

Pressió del premsat	Temperatura màxima de cocció		
	850°C	900°C	950°C
30 kg/cm ²	1,87	1,88	1,88
40 kg/cm ²	1,91	1,89	1,90
50 kg/cm ²	1,93	1,94	1,92

Taula 29. Resum densitat aparent PA

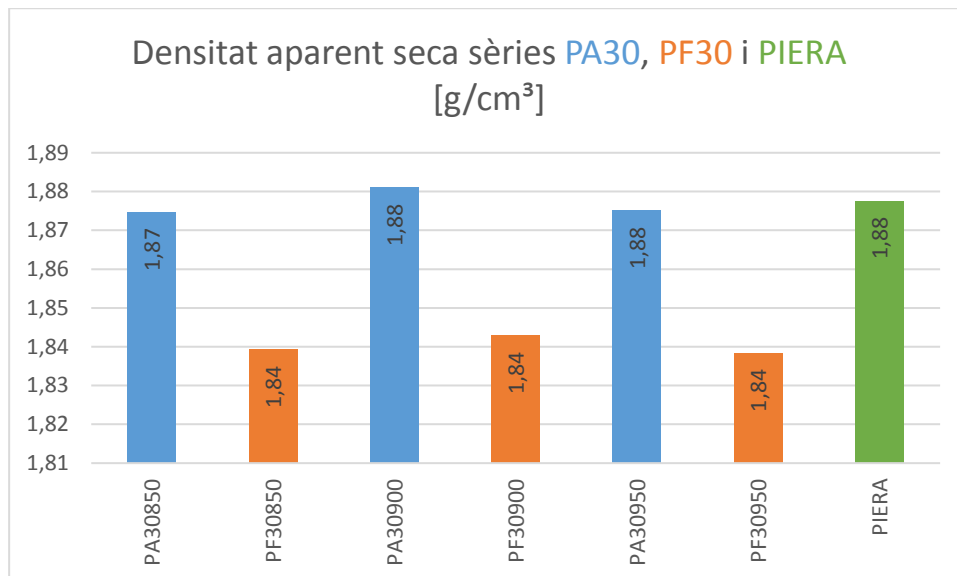
Taula resum de densitat aparent de la sèrie PF (g/cm³):

Pressió del premsat	Temperatura màxima de cocció		
	850°C	900°C	950°C
30 kg/cm ²	1,84	1,84	1,84
40 kg/cm ²	1,88	1,89	1,88
50 kg/cm ²	1,91	1,88	1,90

Taula 30. Resum densitat aparent PF

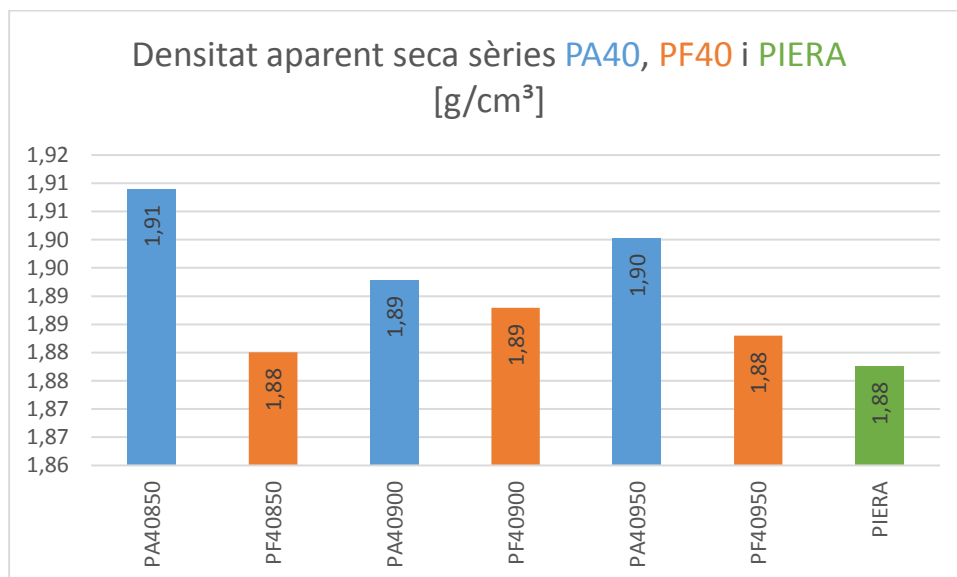
Densitat aparent de PIERA: 1,88 g/cm³.

Comparativa gràfica de densitat aparent de les sèries PA30, PF30 i PIERA:



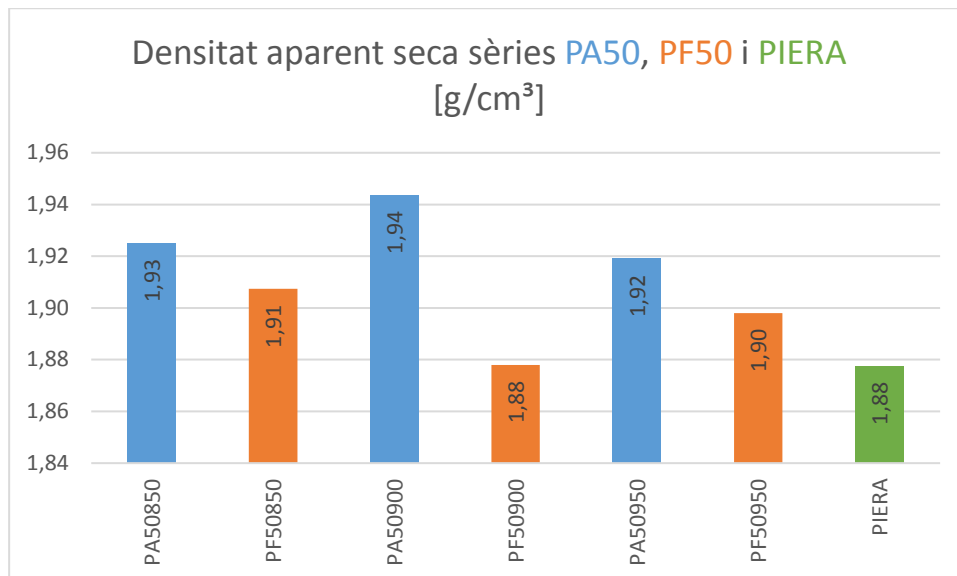
Gràfica 54. Densitat aparent sèrie PA30, PF30 i PIERA

Comparativa gràfica de densitat aparent de les sèries PA40, PF40 i PIERA:



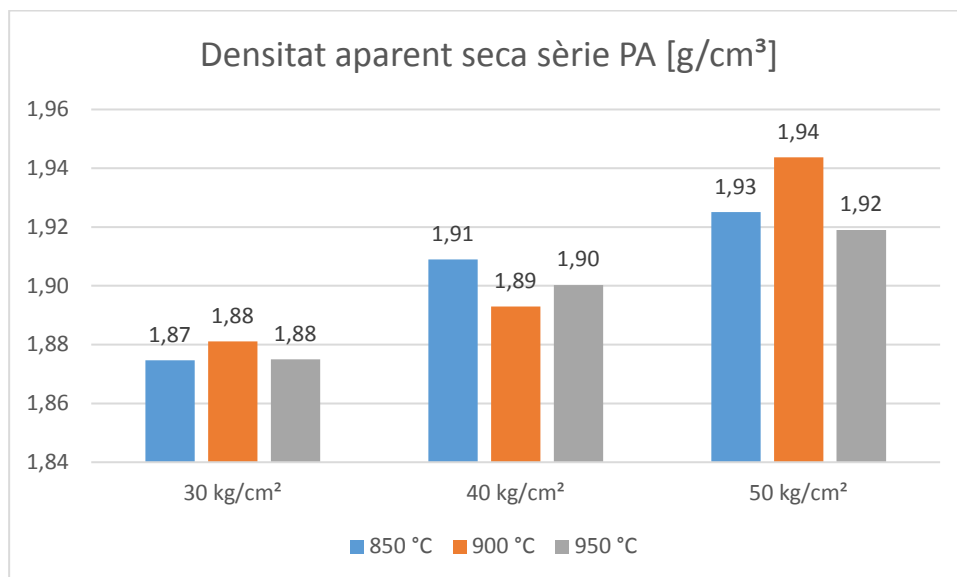
Gràfica 55. Densitat aparent sèrie PA40, PF40 i PIERA

Comparativa gràfica de densitat aparent de les sèries PA50, PF50 i PIERA:

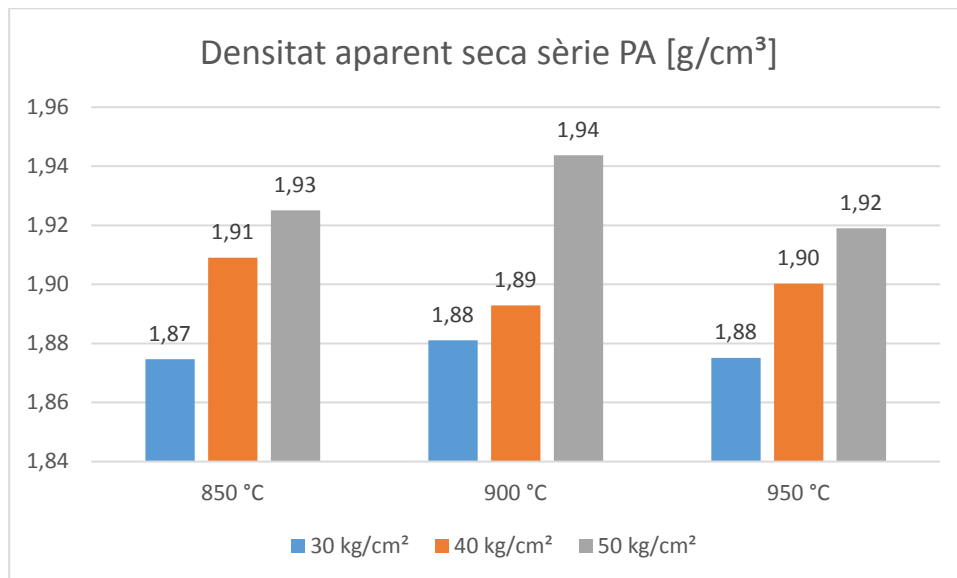


Gràfica 56. Densitat aparent sèrie PA50, PF50 i PIERA

Comparativa gràfica de densitat aparent de la sèrie PA:

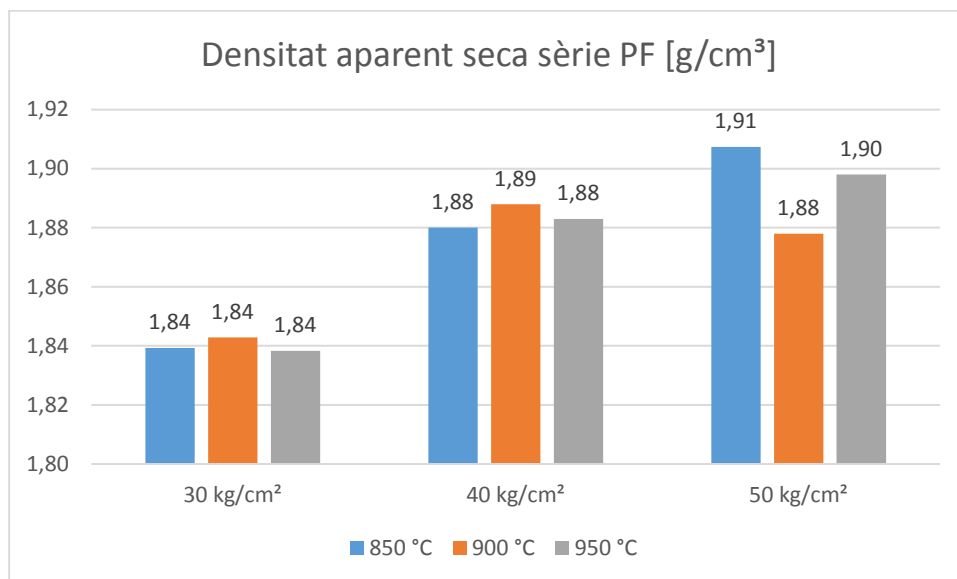


Gràfica 57. Densitat aparent sèrie PA (1)

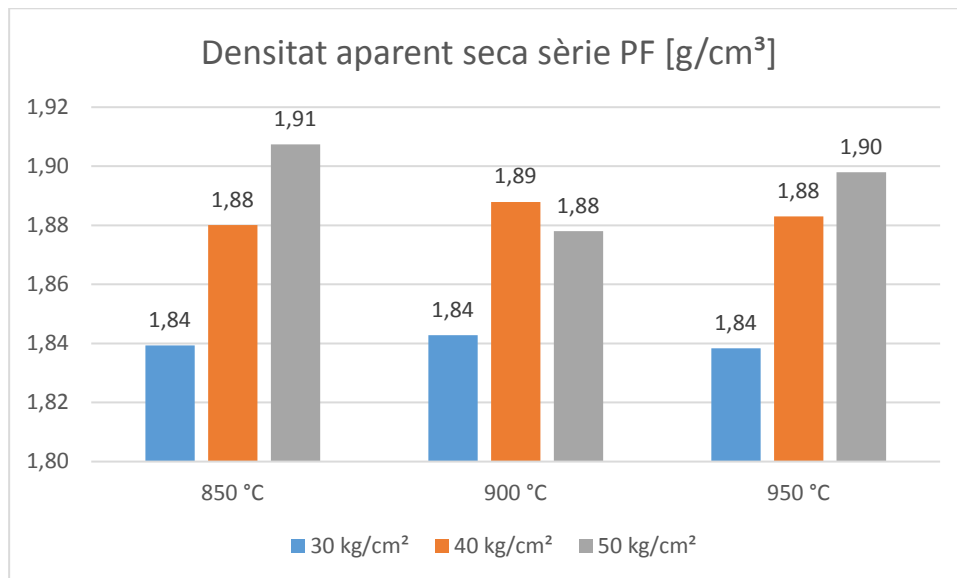


Gràfica 58. Densitat aparent sèrie PA (2)

Comparativa gràfica de densitat aparent de la sèrie PF:



Gràfica 59. Densitat aparent sèrie PF (1)



Gràfica 60. Densitat aparent sèrie PF (2)

Taula resum de densitat relativa de la sèrie PA (g/cm³):

Pressió del premsat	Temperatura màxima de cocció		
	850°C	900°C	950°C
30 kg/cm²	1,87	1,87	1,87
40 kg/cm²	1,90	1,88	1,89
50 kg/cm²	1,92	1,93	1,91

Taula 31. Resum densitat relativa PA

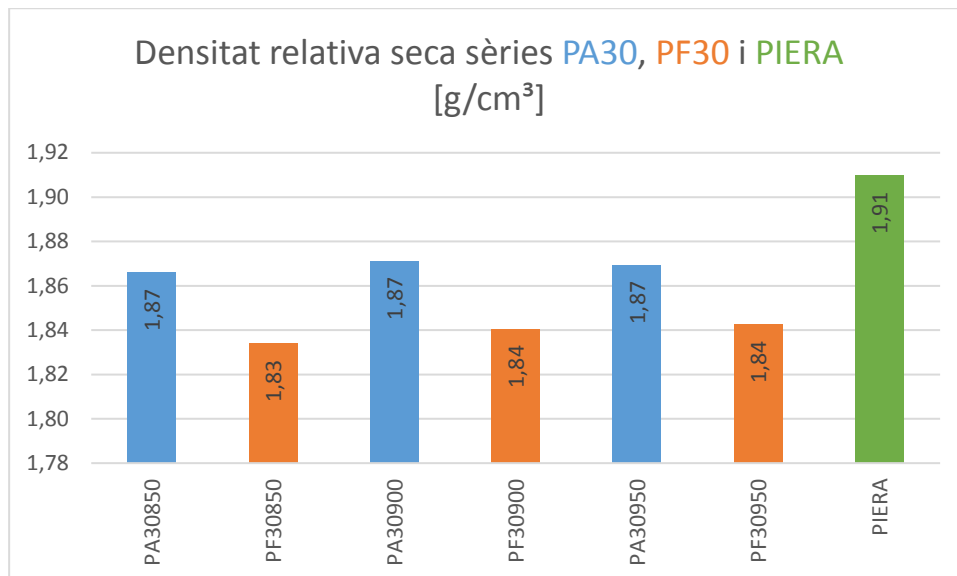
Taula resum de densitat relativa de la sèrie PF (g/cm³):

Pressió del premsat	Temperatura màxima de cocció		
	850°C	900°C	950°C
30 kg/cm²	1,83	1,84	1,84
40 kg/cm²	1,88	1,88	1,88
50 kg/cm²	1,89	1,88	1,90

Taula 32. Resum densitat relativa PF

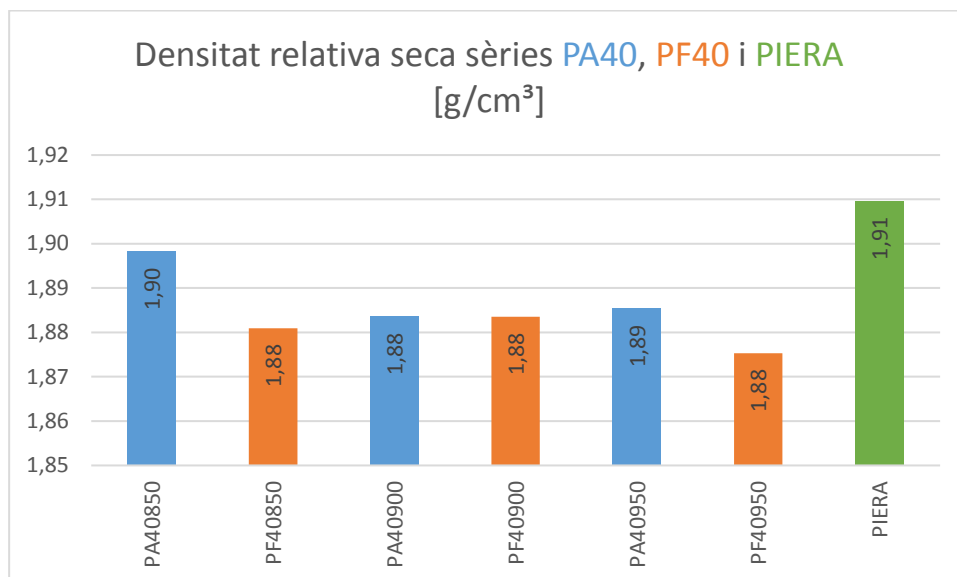
Densitat relativa de PIERA: 1,91 g/cm³.

Comparativa gràfica de densitat relativa de les sèries PA30, PF30 i PIERA:



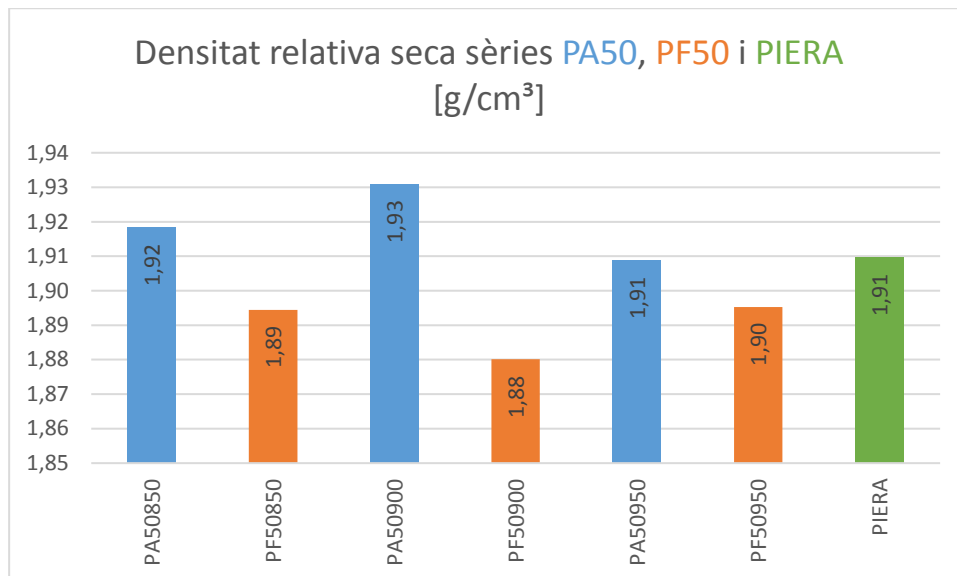
Gràfica 61. Densitat relativa sèrie PA30, PF30 i PIERA

Comparativa gràfica de densitat relativa de les sèries PA40, PF40 i PIERA:



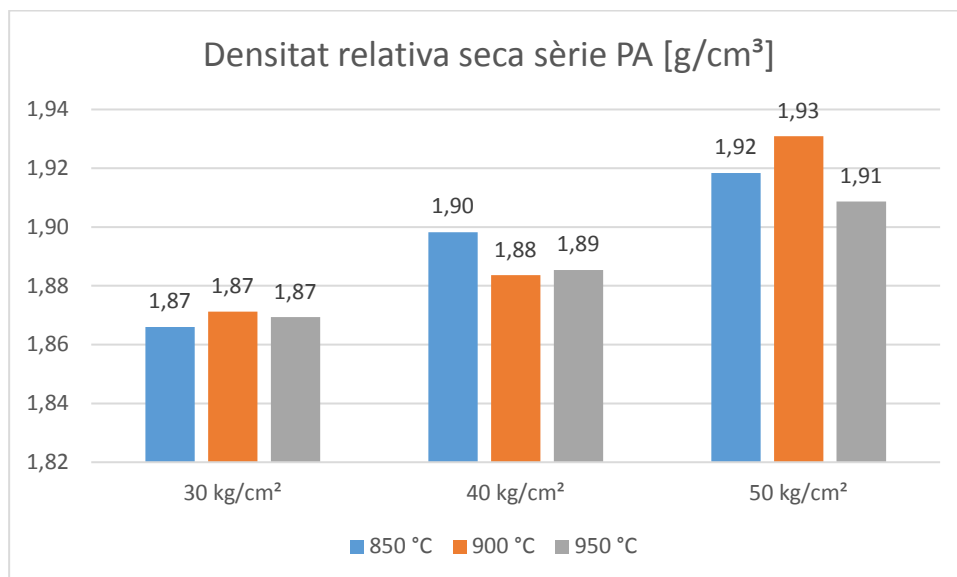
Gràfica 62. Densitat relativa sèrie PA40, PF40 i PIERA

Comparativa gràfica de densitat relativa de les sèries PA50, PF50 i PIERA:

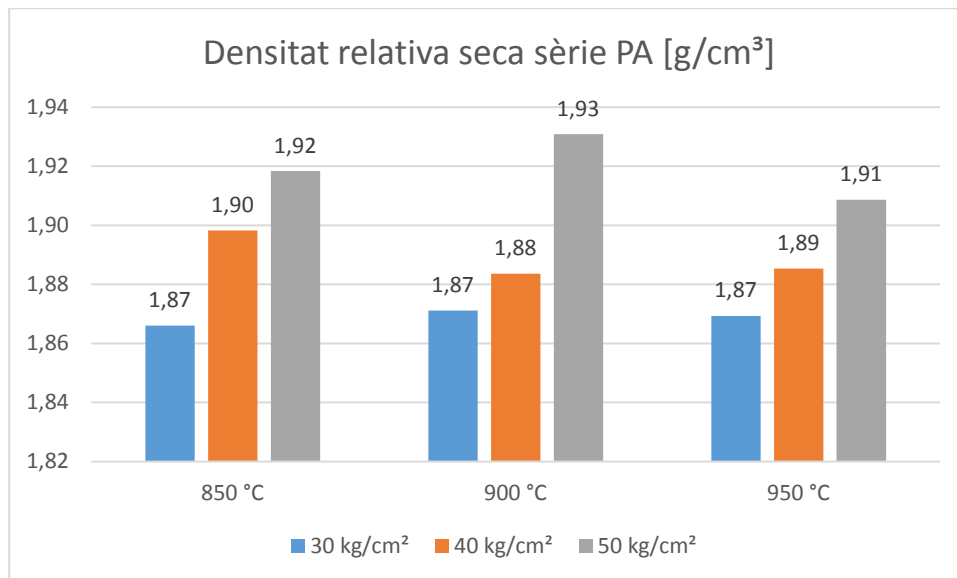


Gràfica 63. Densitat relativa sèrie PA50, PF50 i PIERA

Comparativa gràfica de densitat relativa de la sèrie PA:

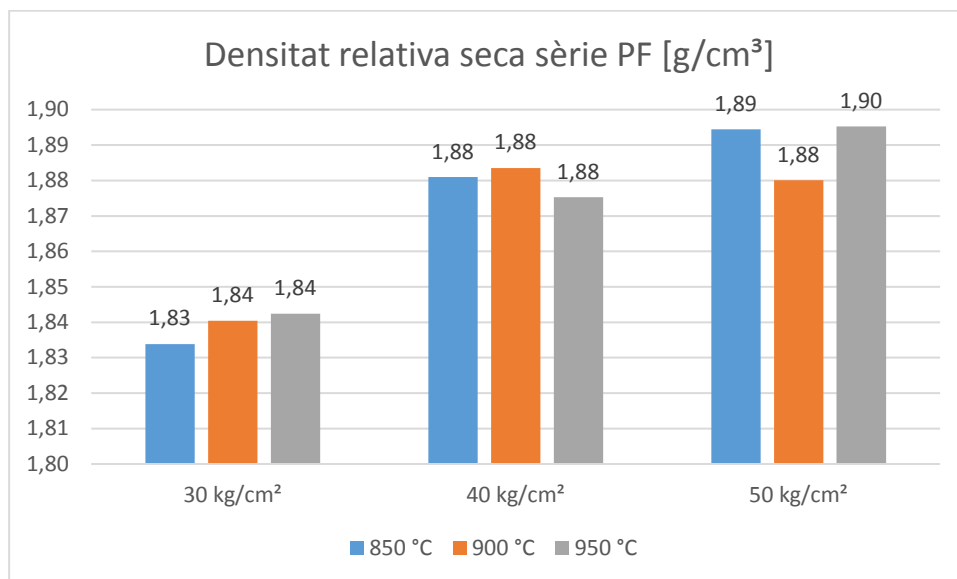


Gràfica 64. Densitat relativa sèrie PA (1)

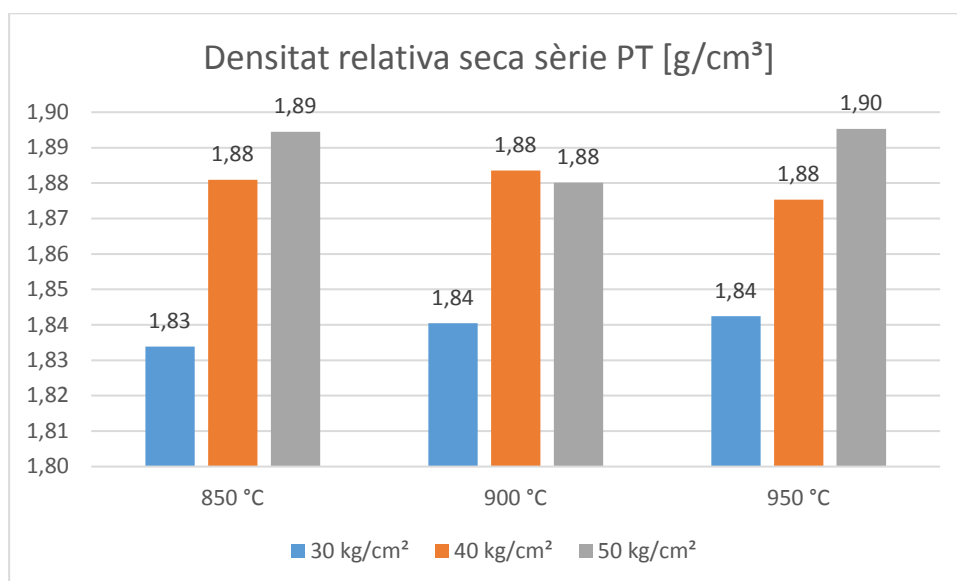


Gràfica 65. Densitat relativa sèrie PA (2)

Comparativa gràfica de densitat relativa de la sèrie PF:



Gràfica 66. Densitat relativa sèrie PF (1)



Gràfica 67. Densitat relativa sèrie PF (2)

Taula resum d'absorció de la sèrie PA (%):

Pressió del premsat	Temperatura màxima de cocció		
	850°C	900°C	950°C
30 kg/cm²	15,00	15,07	14,80
40 kg/cm²	14,57	14,87	14,63
50 kg/cm²	13,68	14,28	14,31

Taula 33. Resum absorció PA

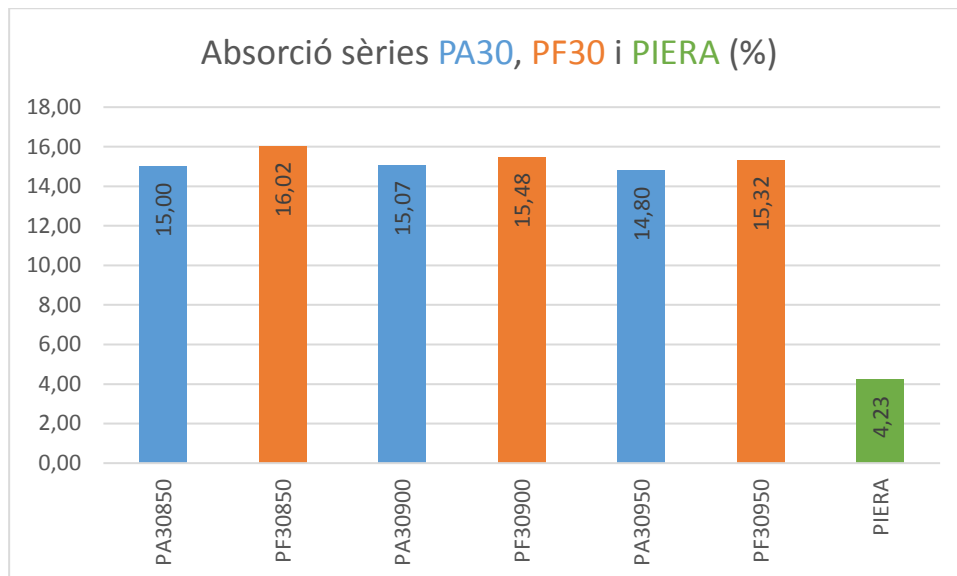
Taula resum d'absorció de la sèrie PF (%):

Pressió del premsat	Temperatura màxima de cocció		
	850°C	900°C	950°C
30 kg/cm²	16,02	15,48	15,32
40 kg/cm²	14,59	14,47	14,63
50 kg/cm²	14,36	14,43	14,11

Taula 34. Resum absorció PF

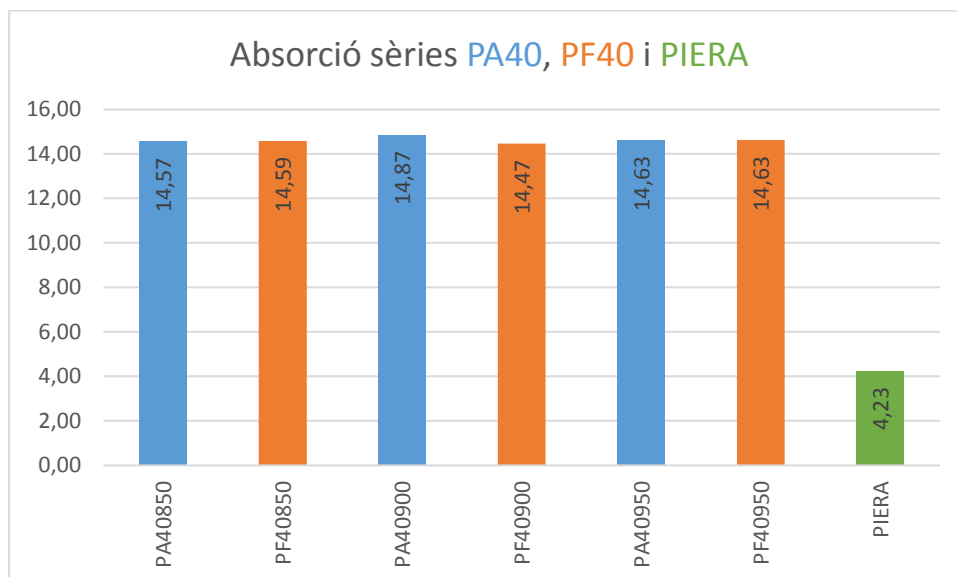
Absorció de PIERA: 4,23 %.

Comparativa gràfica d'absorció de les sèries PA30, PF30 i PIERA:



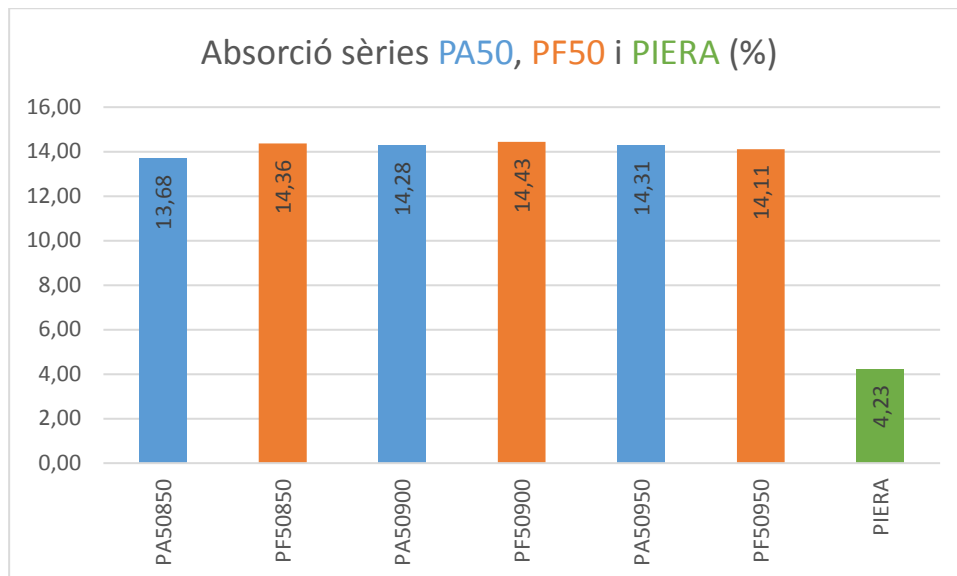
Gràfica 68. Absorció sèrie PA30, PF30 i PIERA

Comparativa gràfica d'absorció de les sèries PA40, PF40 i PIERA:



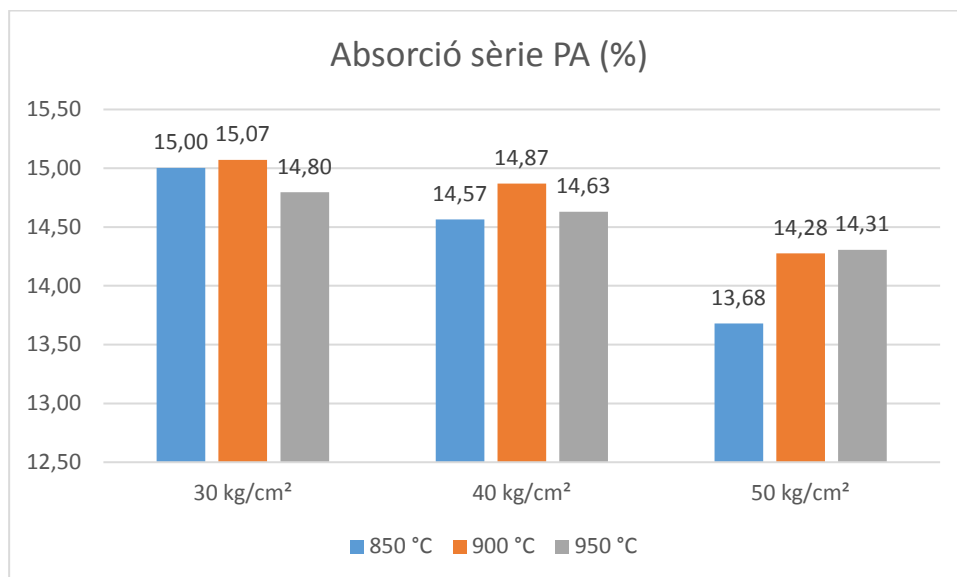
Gràfica 69. Absorció sèrie PA40, PF40 i PIERA

Comparativa gràfica d'absorció de les sèries PA50, PF50 i PIERA:

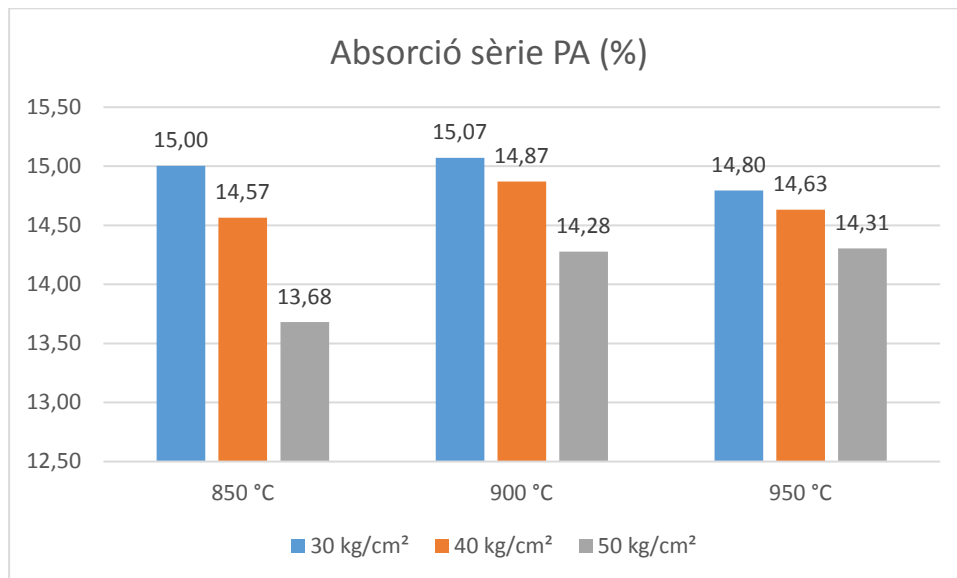


Gràfica 70. Absorció sèrie PA50, PF50 i PIERA

Comparativa gràfica d'absorció de la sèrie PA:

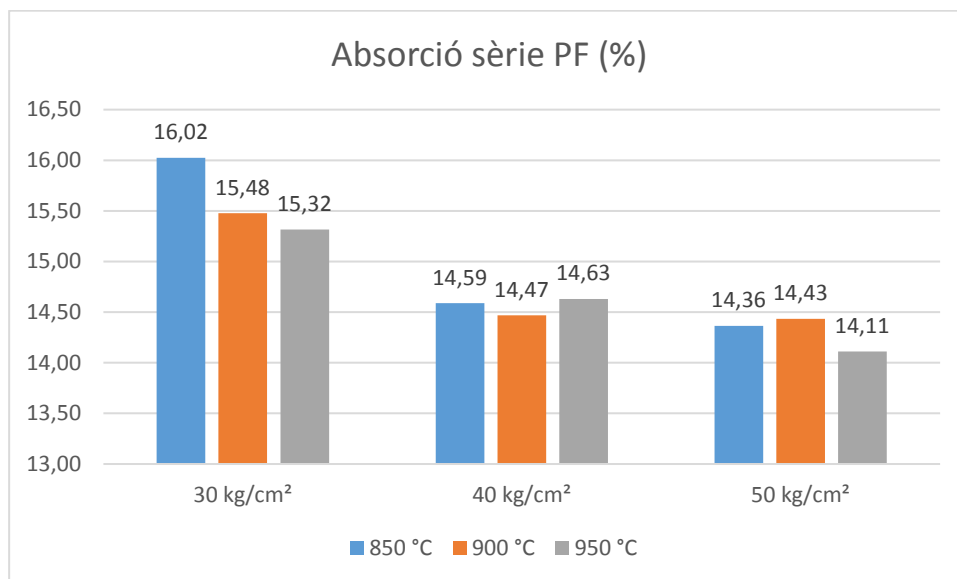


Gràfica 71. Absorció sèrie PA (1)

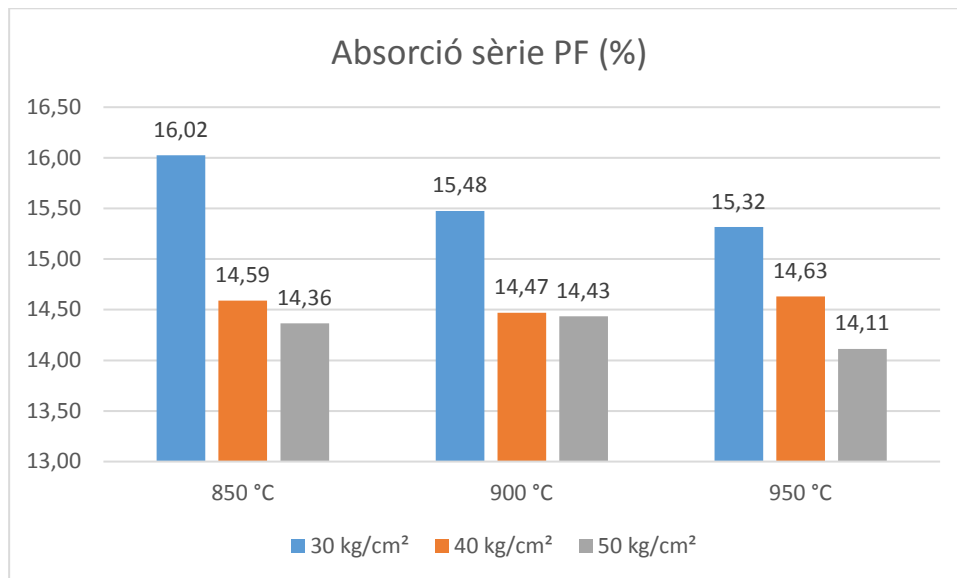


Gràfica 72. Absorció sèrie PA (2)

Comparativa gràfica d'absorció de la sèrie PF:



Gràfica 73. Absorció sèrie PF (1)



Gràfica 74. Absorció sèrie PF (2)

Taula resum de porositat relativa de la sèrie PA (%):

Pressió del premsat	Temperatura màxima de cocció		
	850°C	900°C	950°C
30 kg/cm²	28,00	28,21	27,67
40 kg/cm²	27,66	28,01	27,59
50 kg/cm²	26,25	27,57	27,31

Taula 35. Resum porositat relativa PA

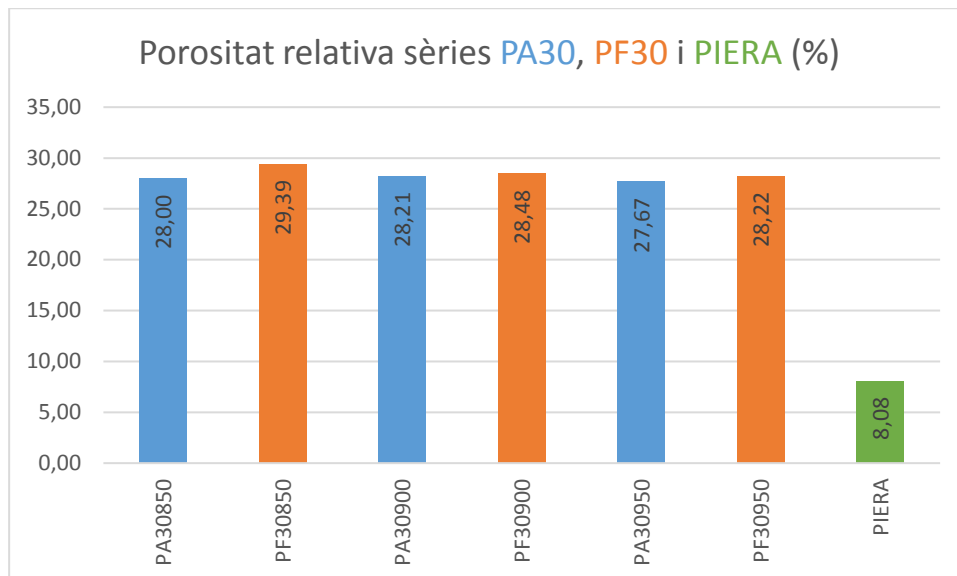
Taula resum de porositat relativa de la sèrie PF (%):

Pressió del premsat	Temperatura màxima de cocció		
	850°C	900°C	950°C
30 kg/cm²	29,39	28,48	28,22
40 kg/cm²	27,44	27,25	27,44
50 kg/cm²	27,22	27,14	26,75

Taula 36. Resum porositat relativa PF

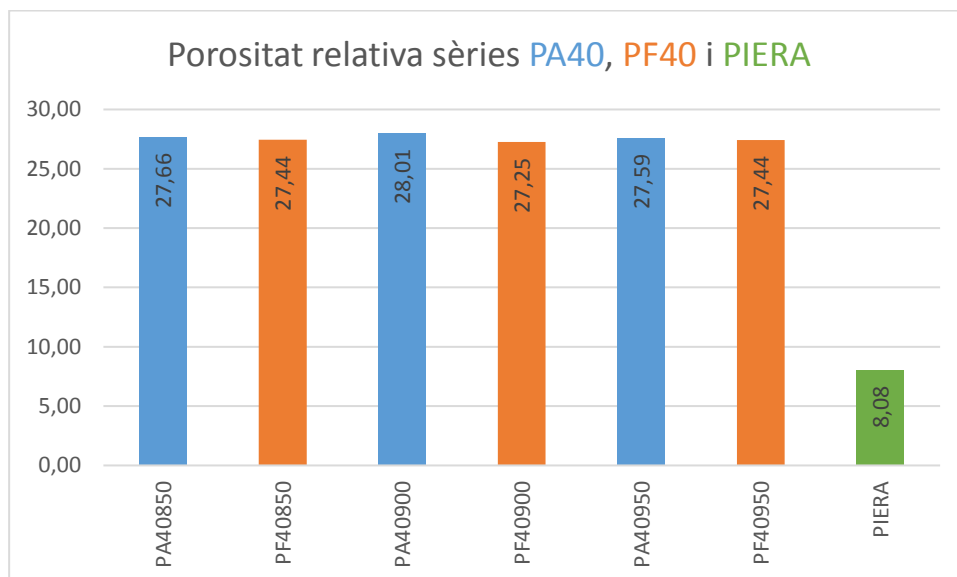
Porositat relativa de PIERA: 8,08 %.

Comparativa gràfica de porositat relativa de les sèries PA30, PF30 i PIERA:



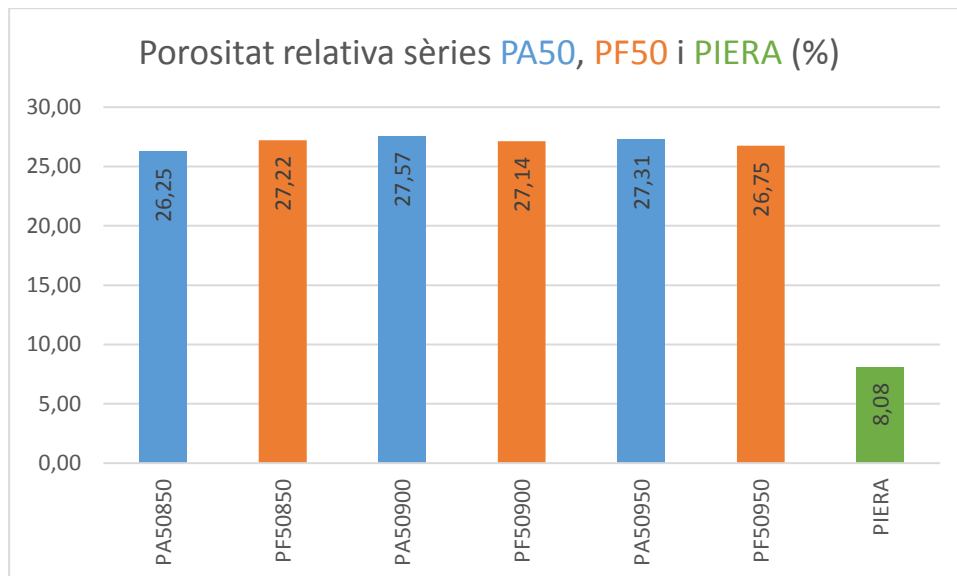
Gràfica 75. Porositat relativa sèrie PA30, PF30 i PIERA

Comparativa gràfica de porositat relativa de les sèries PA40, PF40 i PIERA:



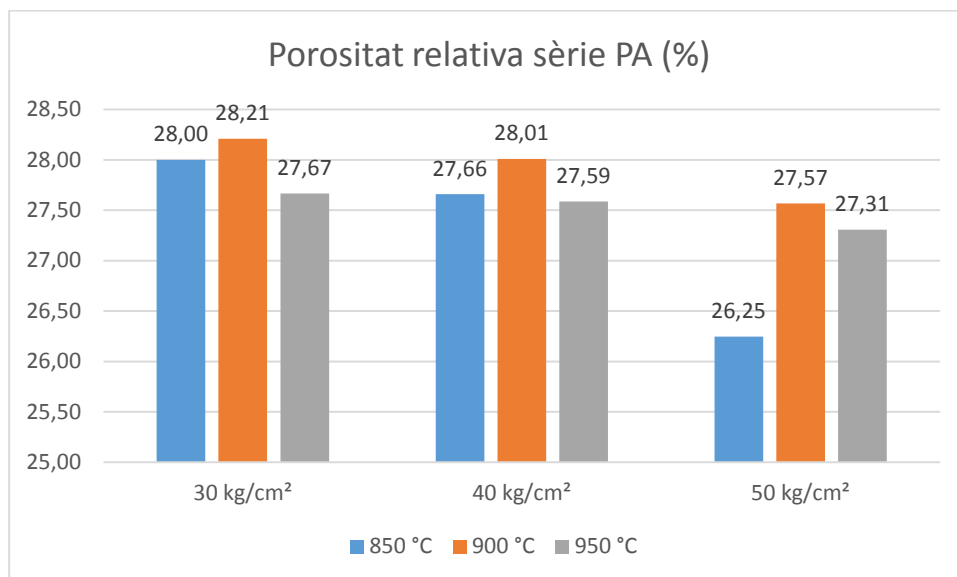
Gràfica 76. Porositat relativa sèrie PA40, PF40 i PIERA

Comparativa gràfica de porositat relativa de les sèries PA50, PF50 i PIERA:

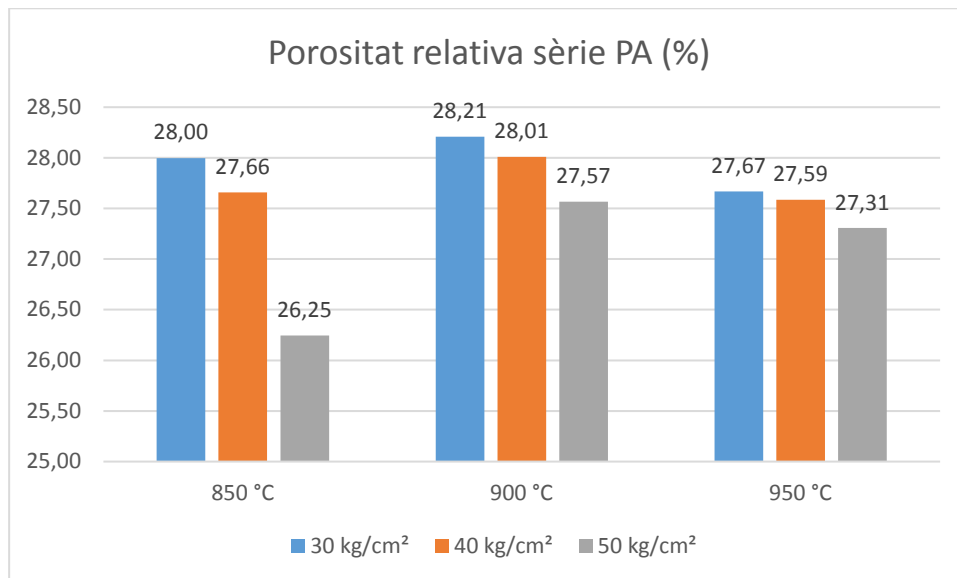


Gràfica 77. Porositat relativa sèrie PA50, PF50 i PIERA

Comparativa gràfica de porositat relativa de la sèrie PA:

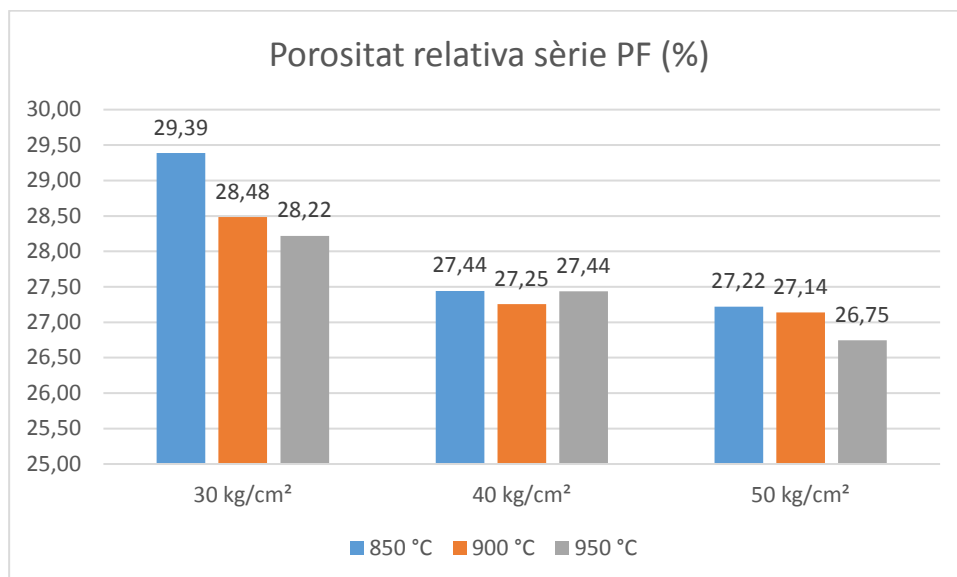


Gràfica 78. Porositat relativa sèrie PA (1)

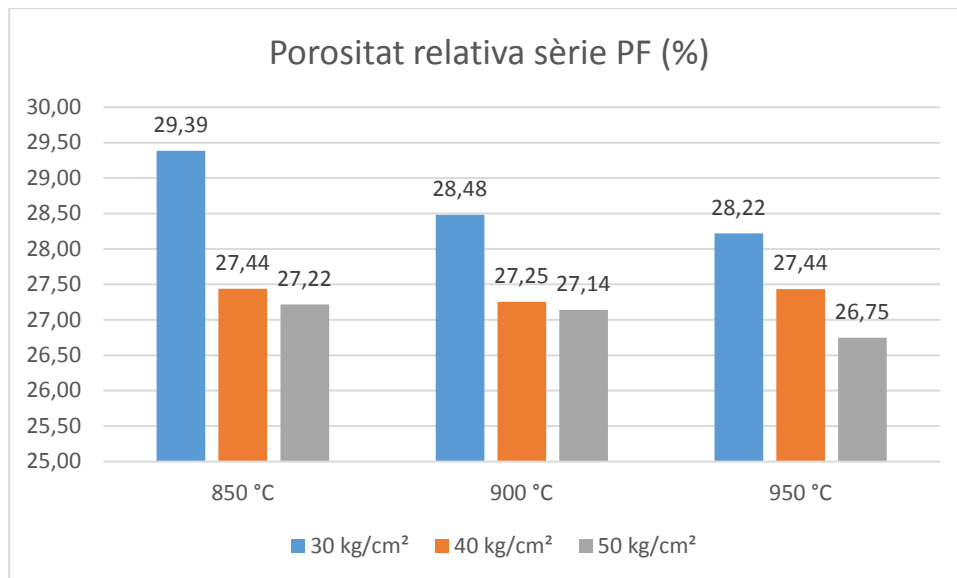


Gràfica 79. Porositat relativa sèrie PA (2)

Comparativa gràfica de porositat relativa de la sèrie PF:



Gràfica 80. Porositat relativa sèrie PF (1)



Gràfica 81. Porositat relativa sèrie PF (2)

Taula resum de compacitat relativa de la sèrie PA (%):

Pressió del premsat	Temperatura màxima de cocció		
	850°C	900°C	950°C
30 kg/cm²	72,00	71,79	72,33
40 kg/cm²	72,34	71,99	72,41
50 kg/cm²	73,75	72,43	72,69

Taula 37. Resum compacitat relativa PA

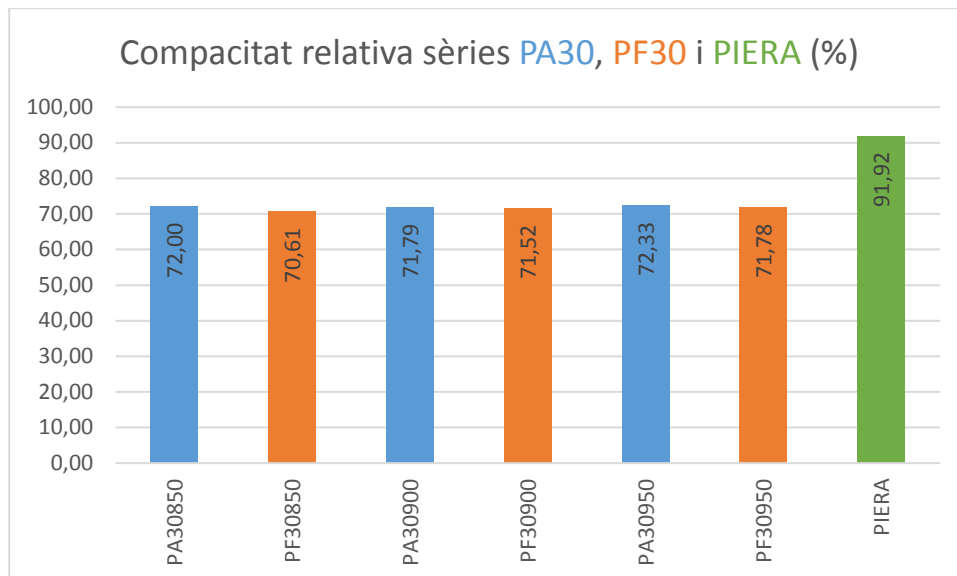
Taula resum de compacitat relativa de la sèrie PF (%):

Pressió del premsat	Temperatura màxima de cocció		
	850°C	900°C	950°C
30 kg/cm²	70,61	71,52	71,78
40 kg/cm²	72,56	72,75	72,56
50 kg/cm²	72,78	72,86	73,25

Taula 38. Resum compacitat relativa PF

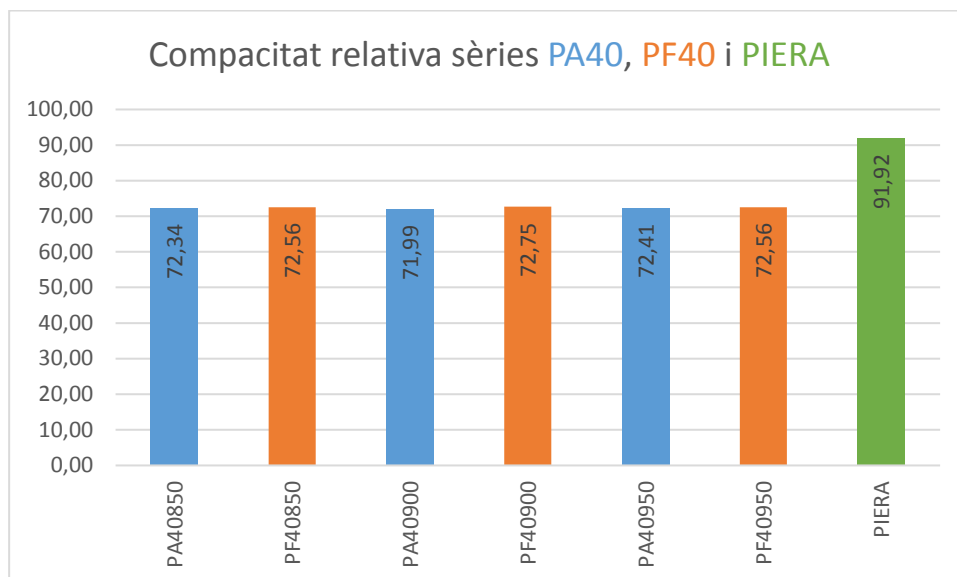
Compacitat relativa de PIERA: 91,92 %.

Comparativa gràfica de compacitat relativa de les sèries PA30, PF30 i PIERA:



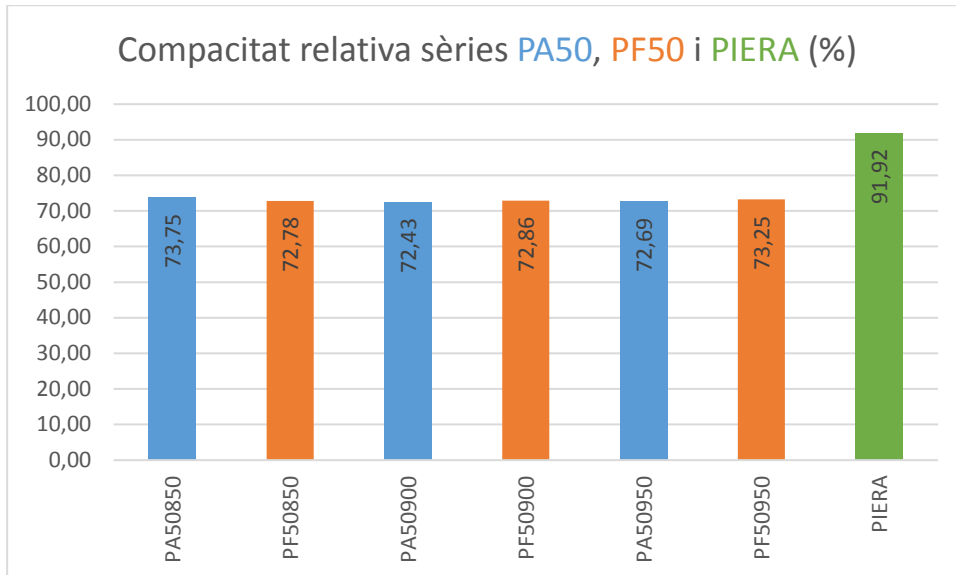
Gràfica 82. Compacitat relativa sèrie PA30, PF30 i PIERA

Comparativa gràfica de compacitat relativa de les sèries PA40, PF40 i PIERA:



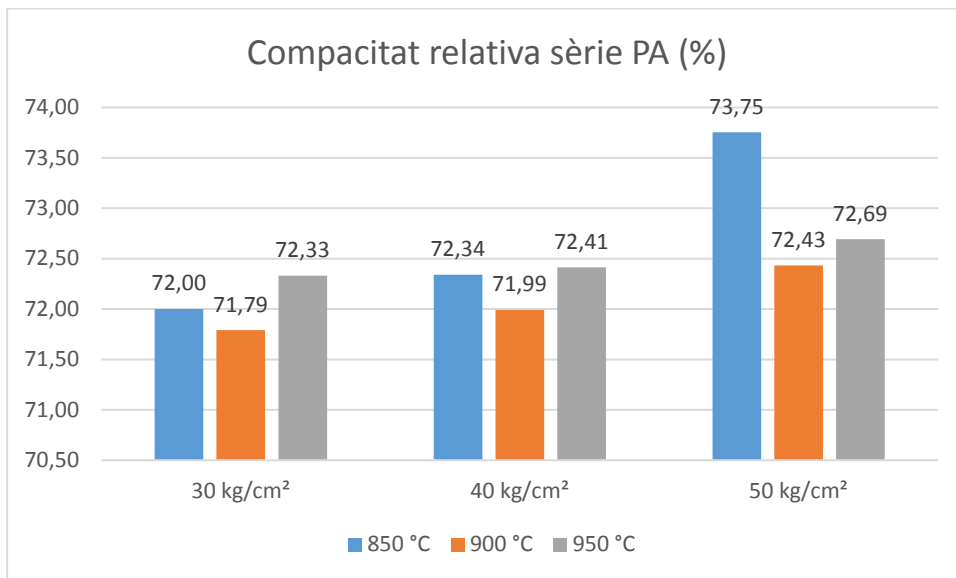
Gràfica 83. Compacitat relativa sèrie PA40, PF40 i PIERA

Comparativa gràfica de compacitat relativa de les sèries PA50, PF50 i PIERA:

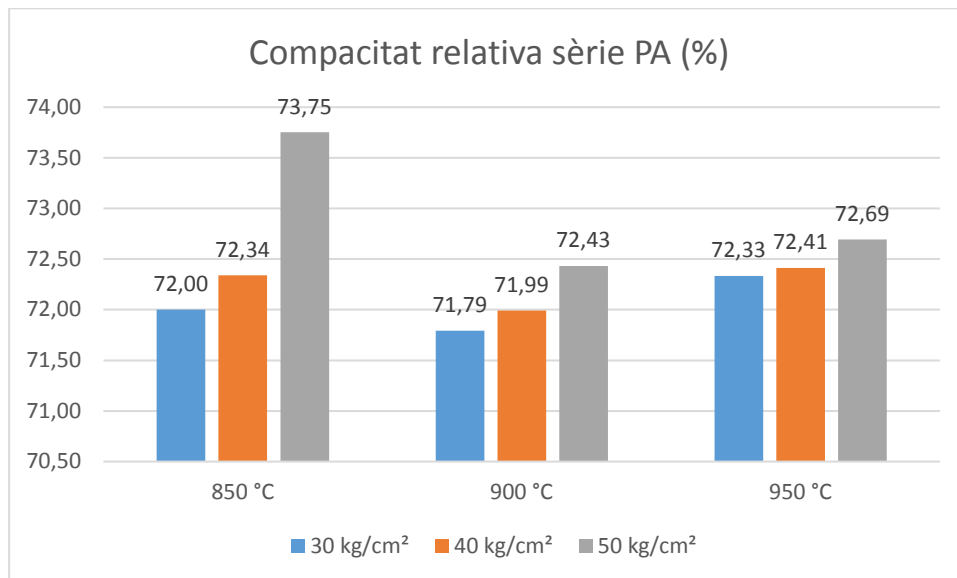


Gràfica 84. Compacitat relativa sèrie PA50, PF50 i PIERA

Comparativa gràfica de compacitat relativa de la sèrie PA:

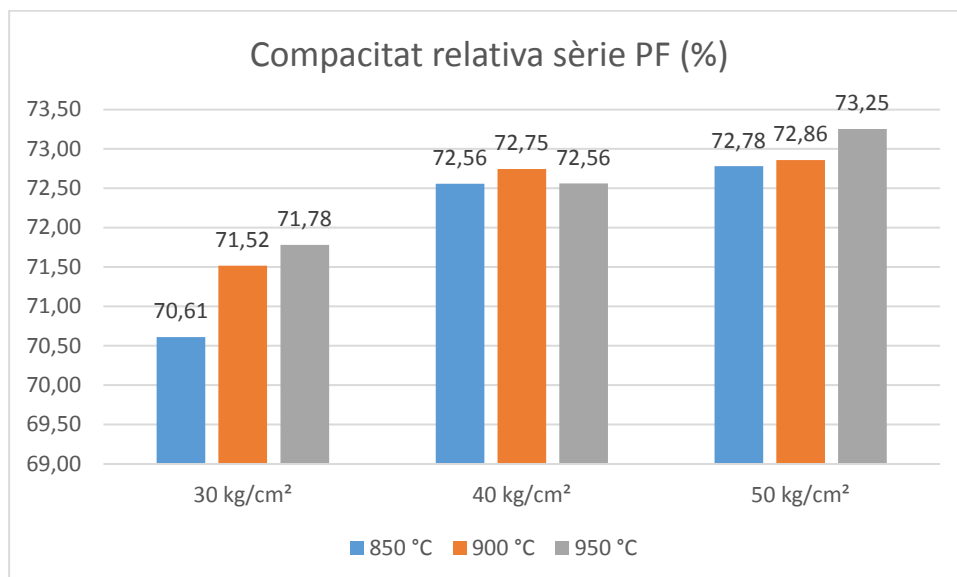


Gràfica 85. Compacitat relativa sèrie PA (1)

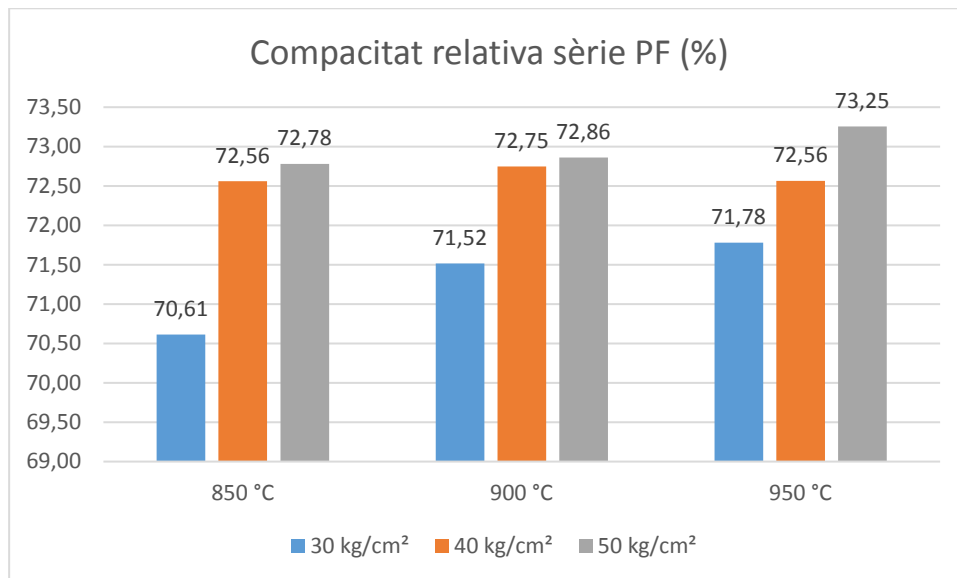


Gràfica 86. Compacitat relativa sèrie PA (2)

Comparativa gràfica de compacitat relativa de la sèrie PF:



Gràfica 87. Compacitat relativa sèrie PF (1)



Gràfica 88. Compacitat relativa sèrie PF (2)

6.3.1. Anàlisi de resultats

Vocabulari: densitat aparent (DA), densitat relativa (DR), absorció (Abs), porositat relativa (PR) i compacitat relativa (CR).

Pel que fa a la densitat aparent i relativa, són molt semblants els seus resultats, en les sèries de les PA i PF la que més varia ho fa amb 0,03 unitats; les de PIERA també varien 0,03 unitats. La resta varien 0,01 i 0,02 o no varien. Cal tenir en compte que de les que varien, les més altes són les DA en la sèrie PA i PF però no en PIERA. Degut a la semblança entre la DA i DR, només es faran observacions i comentaris sobre la DA.

La sèrie amb la major DA és la PA50900 (1,94), seguida de PA50850 (1,93) i PA50950 (1,92).

Les sèries amb la menor DA són conjuntament la PF30850, PF30900 i PF30950 (1,84), seguides de PA30850 (1,87), i seguides conjuntament de PA30900, PA30950, PA40850, PA50900, i PIERA (1,88).

La PIERA, es troba aproximadament a la mitjana de les DA.

La sèrie PA té major DA que la sèrie PF.

Pel que fa a la sèrie PA:

- Segons la pressió de premsat:
 - o La DA mitjana més alta és la de PA50.
 - o La DA mitjana més baixa és la de PA30.
- Segons la temperatura màxima de cocció:
 - o La DA mitjana més alta és la de PA40 i PA30 conjuntament; tot i que la PA40900 és la més alta.
 - o La DA mitjana més baixa és la PA__950. Tot i que respecte de les PA__850 i PA_900, hi ha poca variació.

Pel que fa a la sèrie PF:

- Segons la pressió de premsat:
 - o La DA mitjana més alta és la de PF50.
 - o La DA mitjana més baixa és la de PF30.

- Segons la temperatura màxima de cocció:
 - o La DA mitjana més alta és la de PF__850.
 - o La DA mitjana més baixa és la de PF__950; Tot i que de la PF__900 és molt semblant.

Pel que fa a l'absorció es poden veure que els resultats de les PA i PF comparats amb les de PIERA, són molt diferents. Mentre que l'absorció de les PA i PF està entre els valors de 13,68 i 16,02, la PIERA té el valor de 4,23, per tant les PA i PF tenen més del triple d'absorció que les de PIERA.

La sèrie amb la major Abs és la PF30850 (16,02), seguida de PF30900 (15,48) i PF30950 (1,92).

Les sèrie amb la menor Abs després de la PIERA és la PA50850 (13,68), seguida de PF50950 (14,11) i PA50900 (14,28).

Les sèries PA i PF tenen una Abs molt semblant però cal tenir en compte que les mes altes es troben a la PF.

Pel que fa a la sèrie PA:

- Segons la pressió de premsat:
 - o L'Abs mitjana més alta és la de P30.
 - o L'Abs mitjana més baixa és la de PA50.
- Segons la temperatura màxima de cocció:
 - o L'Abs mitjana més alta és la de PA__900, però no destaca sobre les altres.
 - o L'Abs mitjana més baixa és la PA__850.

Pel que fa a la sèrie PF:

- Segons la pressió de premsat:
 - o L'Abs mitjana més alta és la de PF30.
 - o L'Abs mitjana més baixa és la de PF50.
- Segons la temperatura màxima de cocció:
 - o L'Abs mitjana més alta és la de PF__850.
 - o L'Abs mitjana més baixa és la de PF__950.

Pel que fa a la porositat relativa i la compacitat relativa, només es comentaran els resultats de porositat ja que existeix una relació entre ells, aquesta relació es que tots dos sumen un 100%, és a dir, $PR + CR = 100\%$, o dit d'una altra manera, quan una PR és considera la major, la CR es considera la menor.

La sèrie amb la major PR és la PF30850 (29,39), seguida de PF30900 (28,48) i PF30950 (28,22).

Les sèrie amb la menor PR, i amb molta diferència, és la PIERA (8,08), seguida de PA50850 (26,25), seguida de PF50950 (26,75) i PF50900 (27,14).

Les sèries PA i PF tenen una PR molt semblant però cal tenir en compte que les mes altes es troben a la PF.

Pel que fa a la sèrie PA:

- Segons la pressió de premsat:
 - o La PR mitjana més alta és la de P30.
 - o La PR mitjana més baixa és la de PA50.
- Segons la temperatura màxima de cocció:
 - o La PR mitjana més alta és la de PA__900.
 - o La PR mitjana més baixa és la PA__850; tot i que la de PA30850 és més alta que la de PA30950, i la de PA40850 és més alta que la de PA40950.

Pel que fa a la sèrie PF:

- Segons la pressió de premsat:
 - o La PR mitjana més alta és la de PF30.
 - o La PR mitjana més baixa és la de PF50.
- Segons la temperatura màxima de cocció:
 - o La PR mitjana més alta és la de PF__850.
 - o La PR mitjana més baixa és la de PF__950.

6.4. Porositat real i composició elemental mitjançant SEM-EDX

6.4.1. Porositat real

Porositat real de la sèrie PA30:

Mostra	Zona	Imatge	Àrea total [μm^2]	Àrea de porus [μm^2]	Porositat real (%)	Porositat real de zona (%)	Porositat real mitjana (%)
PA30850	superior	BSE 1	190976176	47393028	24,82	25,96	26,14
		BSE 2	190976176	52922115	27,71		
		BSE 3	190976176	48387929	25,34		
	centre	BSE 1	190976176	48723529	25,51	26,07	
		BSE 2	190976176	46851177	24,53		
		BSE 3	190976176	53785038	28,16		
	inferior	BSE 1	190976176	54010850	28,28	26,40	
		BSE 2	190976176	47636950	24,94		
		BSE 3	190976176	49587287	25,97		
PA30900	superior	BSE 1	190976176	53013006	27,76	26,20	26,89
		BSE 2	190976176	48626860	25,46		
		BSE 3	190976176	48469941	25,38		
	centre	BSE 1	190976176	53076274	27,79	27,01	
		BSE 2	190976176	59536536	31,17		
		BSE 3	190976176	42150555	22,07		
	inferior	BSE 1	190976176	55937937	29,29	27,47	
		BSE 2	190976176	50220169	26,30		
		BSE 3	190976176	51199718	26,81		
PA30950	superior	BSE 1	190976176	58287316	30,52	28,96	27,73
		BSE 2	190976176	60533858	31,70		
		BSE 3	190976176	47086523	24,66		
	centre	BSE 1	190976176	55000949	28,80	28,12	
		BSE 2	190976176	56937534	29,81		
		BSE 3	190976176	49180579	25,75		
	inferior	BSE 1	190976176	48782571	25,54	26,10	
		BSE 2	190976176	48278722	25,28		
		BSE 3	190976176	52458851	27,47		

Taula 39. Porositat real PA30

Porositat real de la sèrie PA40:

Mostra	Zona	Imatge	Àrea total [μm^2]	Àrea de porus [μm^2]	Porositat real (%)	Porositat real de zona (%)	Porositat real mitjana (%)
PA40850	superior	BSE 1	190976176	51541115	26,99	25,85	25,34
		BSE 2	190976176	45576196	23,86		
		BSE 3	190976176	50981898	26,70		
	centre	BSE 1	190976176	47950982	25,11	24,35	
		BSE 2	190976176	47932777	25,10		
		BSE 3	190976176	43636039	22,85		
	inferior	BSE 1	190976176	53668374	28,10	25,82	
		BSE 2	190976176	45768273	23,97		
		BSE 3	190976176	48466969	25,38		
PA40900	superior	BSE 1	190976176	49703548	26,03	25,20	25,18
		BSE 2	190976176	43879380	22,98		
		BSE 3	190976176	50792855	26,60		
	centre	BSE 1	190976176	45936911	24,05	24,55	
		BSE 2	190976176	50267961	26,32		
		BSE 3	190976176	44447668	23,27		
	inferior	BSE 1	190976176	47615610	24,93	25,79	
		BSE 2	190976176	49031886	25,67		
		BSE 3	190976176	51146140	26,78		
PA40950	superior	BSE 1	190976176	50796429	26,60	24,56	23,65
		BSE 2	190976176	47497910	24,87		
		BSE 3	190976176	42439823	22,22		
	centre	BSE 1	190976176	48747174	25,53	24,06	
		BSE 2	190976176	33023803	17,29		
		BSE 3	190976176	56075250	29,36		
	inferior	BSE 1	190976176	42121842	22,06	22,32	
		BSE 2	190976176	42405403	22,20		
		BSE 3	190976176	43334954	22,69		

Taula 40. Porositat real PA40

Porositat real de la sèrie PA50:

Mostra	Zona	Imatge	Àrea total [μm^2]	Àrea de porus [μm^2]	Porositat real (%)	Porositat real de zona (%)	Porositat real mitjana (%)
PA50850	superior	BSE 1	190976176	45398008	23,77	26,22	27,93
		BSE 2	190976176	50391365	26,39		
		BSE 3	190976176	54432366	28,50		
	centre	BSE 1	190976176	49349736	25,84	27,86	
		BSE 2	190976176	54084076	28,32		
		BSE 3	190976176	56172588	29,41		
	inferior	BSE 1	190976176	53976457	28,26	29,70	
		BSE 2	190976176	50730233	26,56		
		BSE 3	190976176	65469346	34,28		
PA50900	superior	BSE 1	190976176	45319543	23,73	24,54	23,47
		BSE 2	190976176	48616133	25,46		
		BSE 3	190976176	46655712	24,43		
	centre	BSE 1	190976176	48297294	25,29	23,54	
		BSE 2	190976176	41349890	21,65		
		BSE 3	190976176	45240557	23,69		
	inferior	BSE 1	190976176	35273122	18,47	22,32	
		BSE 2	190976176	43416358	22,73		
		BSE 3	190976176	49224048	25,77		
PA50950	superior	BSE 1	190976176	49517067	25,93	27,65	25,84
		BSE 2	190976176	58419367	30,59		
		BSE 3	190976176	50455064	26,42		
	centre	BSE 1	190976176	49465979	25,90	25,37	
		BSE 2	190976176	50604172	26,50		
		BSE 3	190976176	45270999	23,71		
	inferior	BSE 1	190976176	48429726	25,36	24,49	
		BSE 2	190976176	46457165	24,33		
		BSE 3	190976176	45435291	23,79		

Taula 41. Porositat real PA50

Porositat real de la sèrie PF30:

Mostra	Zona	Imatge	Àrea total [μm^2]	Àrea de porus [μm^2]	Porositat real (%)	Porositat real de zona (%)	Porositat real mitjana (%)
PF30850	superior	BSE 1	190976176	56257558	29,46	26,75	25,99
		BSE 2	190976176	54186650	28,37		
		BSE 3	190976176	42806476	22,41		
	centre	BSE 1	190976176	48625112	25,46	25,68	
		BSE 2	190976176	48583853	25,44		
		BSE 3	190976176	49932674	26,15		
	inferior	BSE 1	190976176	47136700	24,68	25,55	
		BSE 2	190976176	50169097	26,27		
		BSE 3	190976176	49065901	25,69		
PF30900	superior	BSE 1	190976176	49670833	26,01	27,06	27,73
		BSE 2	190976176	51684182	27,06		
		BSE 3	190976176	53692642	28,11		
	centre	BSE 1	190976176	50660517	26,53	26,51	
		BSE 2	190976176	47931156	25,10		
		BSE 3	190976176	53290279	27,90		
	inferior	BSE 1	190976176	53166659	27,84	29,61	
		BSE 2	190976176	61910496	32,42		
		BSE 3	190976176	54550152	28,56		
PF30950	superior	BSE 1	190976176	50077679	26,22	29,60	29,25
		BSE 2	190976176	57532425	30,13		
		BSE 3	190976176	61957150	32,44		
	centre	BSE 1	190976176	55523951	29,07	28,89	
		BSE 2	190976176	51144253	26,78		
		BSE 3	190976176	58845390	30,81		
	inferior	BSE 1	190976176	56435086	29,55	29,26	
		BSE 2	190976176	53564647	28,05		
		BSE 3	190976176	57611034	30,17		

Taula 42. Porositat real PF30

Porositat real de la sèrie PF40:

Mostra	Zona	Imatge	Àrea total [μm^2]	Àrea de porus [μm^2]	Porositat real (%)	Porositat real de zona (%)	Porositat real mitjana (%)
PF40850	superior	BSE 1	190976176	42622946	22,32	24,12	24,39
		BSE 2	190976176	44896165	23,51		
		BSE 3	190976176	50668839	26,53		
	centre	BSE 1	190976176	47404689	24,82	24,66	
		BSE 2	190976176	46874196	24,54		
		BSE 3	190976176	47029057	24,63		
	inferior	BSE 1	190976176	47416510	24,83	24,39	
		BSE 2	190976176	42003370	21,99		
		BSE 3	190976176	50330512	26,35		
PF40900	superior	BSE 1	190976176	53209126	27,86	27,11	27,04
		BSE 2	190976176	51602861	27,02		
		BSE 3	190976176	50518130	26,45		
	centre	BSE 1	190976176	50645806	26,52	26,49	
		BSE 2	190976176	50717596	26,56		
		BSE 3	190976176	50423868	26,40		
	inferior	BSE 1	190976176	51951611	27,20	27,51	
		BSE 2	190976176	50561778	26,48		
		BSE 3	190976176	55071655	28,84		
PF40950	superior	BSE 1	190976176	52844712	27,67	25,58	27,28
		BSE 2	190976176	41970134	21,98		
		BSE 3	190976176	51747102	27,10		
	centre	BSE 1	190976176	49381627	25,86	27,38	
		BSE 2	190976176	54504815	28,54		
		BSE 3	190976176	52956069	27,73		
	inferior	BSE 1	190976176	51171177	26,79	28,89	
		BSE 2	190976176	54487554	28,53		
		BSE 3	190976176	59891150	31,36		

Taula 43. Porositat real PF40

Porositat real de la sèrie PF50:

Mostra	Zona	Imatge	Àrea total [μm^2]	Àrea de porus [μm^2]	Porositat real (%)	Porositat real de zona (%)	Porositat real mitjana (%)
PF50850	superior	BSE 1	190976176	44067575	23,07	23,23	24,16
		BSE 2	190976176	50472217	26,43		
		BSE 3	190976176	38550024	20,19		
	centre	BSE 1	190976176	46700719	24,45	24,82	
		BSE 2	190976176	48379678	25,33		
		BSE 3	190976176	47123659	24,68		
	inferior	BSE 1	190976176	48516851	25,40	24,42	
		BSE 2	190976176	46690025	24,45		
		BSE 3	190976176	44692751	23,40		
PF50900	superior	BSE 1	190976176	50534055	26,46	25,46	25,19
		BSE 2	190976176	45614679	23,89		
		BSE 3	190976176	49697405	26,02		
	centre	BSE 1	190976176	50099478	26,23	25,99	
		BSE 2	190976176	49601358	25,97		
		BSE 3	190976176	49208656	25,77		
	inferior	BSE 1	190976176	51492521	26,96	24,12	
		BSE 2	190976176	49136785	25,73		
		BSE 3	190976176	37573775	19,67		
PF50950	superior	BSE 1	190976176	49453675	25,90	27,21	27,56
		BSE 2	190976176	56498946	29,58		
		BSE 3	190976176	49966265	26,16		
	centre	BSE 1	190976176	58773849	30,78	28,14	
		BSE 2	190976176	46713188	24,46		
		BSE 3	190976176	55752733	29,19		
	inferior	BSE 1	190976176	51966976	27,21	27,31	
		BSE 2	190976176	52851867	27,67		
		BSE 3	190976176	51681314	27,06		

Taula 44. Porositat real PF50

Porositat real de PIERA:

Mostra	Zona	Imatge	Àrea total [μm^2]	Àrea de porus [μm^2]	Porositat real (%)	Porositat real de zona (%)	Porositat real mitjana (%)
PIERA	superior	BSE 1	190976176	58221362	30,49	27,74	27,40
		BSE 2	190976176	37356036	19,56		
		BSE 3	190976176	63353101	33,17		
	centre	BSE 1	190976176	49673483	26,01	28,88	
		BSE 2	190976176	64758050	33,91		
		BSE 3	190976176	51000319	26,71		
	inferior	BSE 1	190976176	34426452	18,03	25,59	
		BSE 2	190976176	62919346	32,95		
		BSE 3	190976176	49271348	25,80		

Taula 45. Porositat real PIERA

Taula resum de porositat real de la sèrie PA (%):

Pressió del premsat	Temperatura màxima de cocció		
	850°C	900°C	950°C
30 kg/cm ²	26,14	26,89	27,73
40 kg/cm ²	25,34	25,18	23,65
50 kg/cm ²	27,93	23,47	25,84

Taula 46. Resum porositat real PA

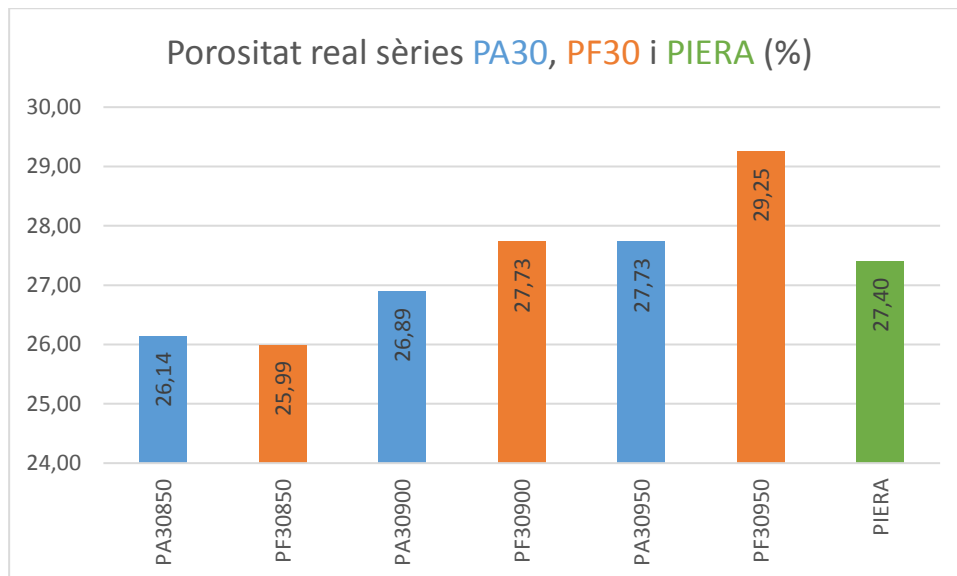
Taula resum de porositat real de la sèrie PF (%):

Pressió del premsat	Temperatura màxima de cocció		
	850°C	900°C	950°C
30 kg/cm ²	25,99	27,73	29,25
40 kg/cm ²	24,39	27,04	27,28
50 kg/cm ²	24,16	25,19	27,56

Taula 47. Resum porositat real PF

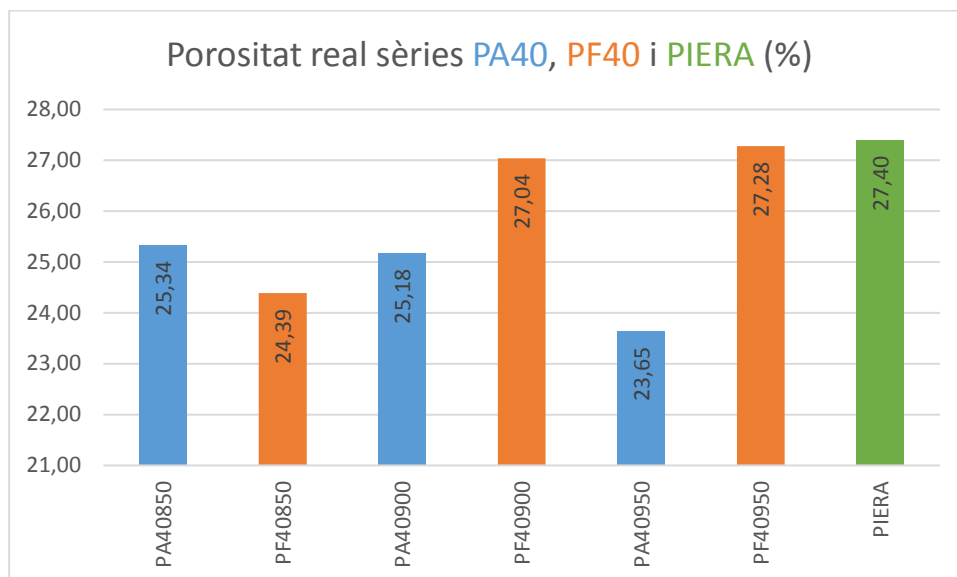
Porositat real de PIERA: 27,40 %.

Comparativa gràfica de porositat real de les sèries PA30, PF30 i PIERA:



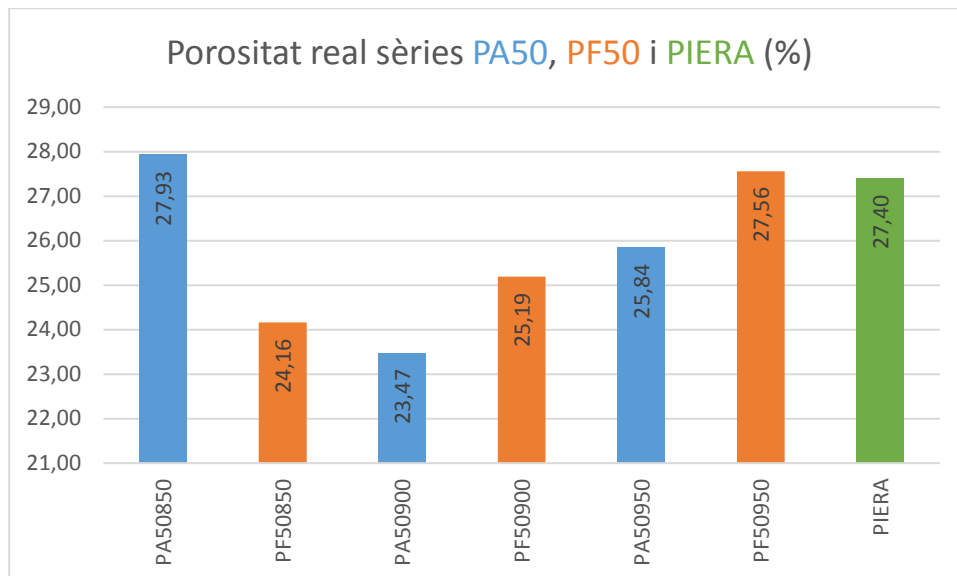
Gràfica 89. Porositat real sèrie PA30, PF30 i PIERA

Comparativa gràfica de porositat real de les sèries PA40, PF40 i PIERA:



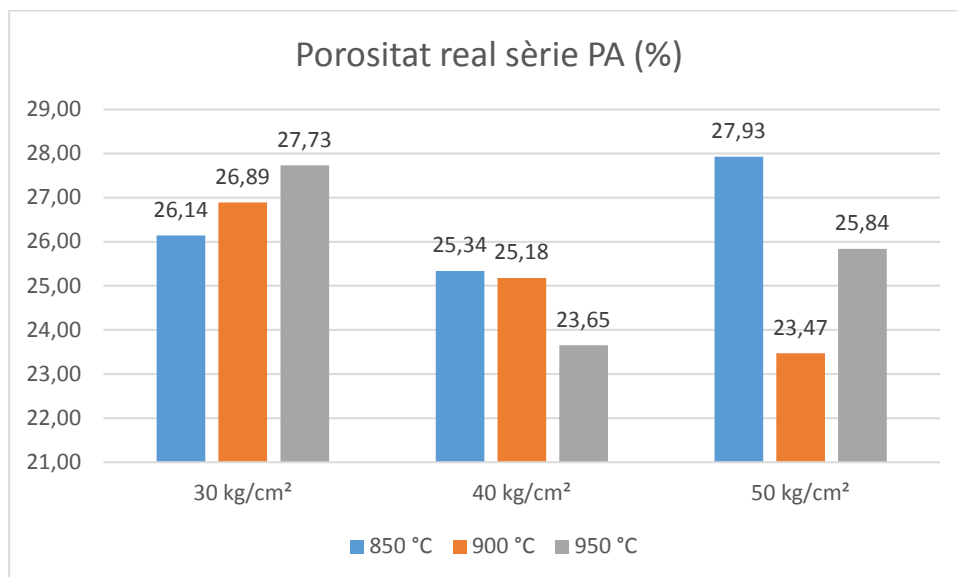
Gràfica 90. Porositat real sèrie PA40, PF40 i PIERA

Comparativa gràfica de porositat real de les sèries PA50, PF50 i PIERA:

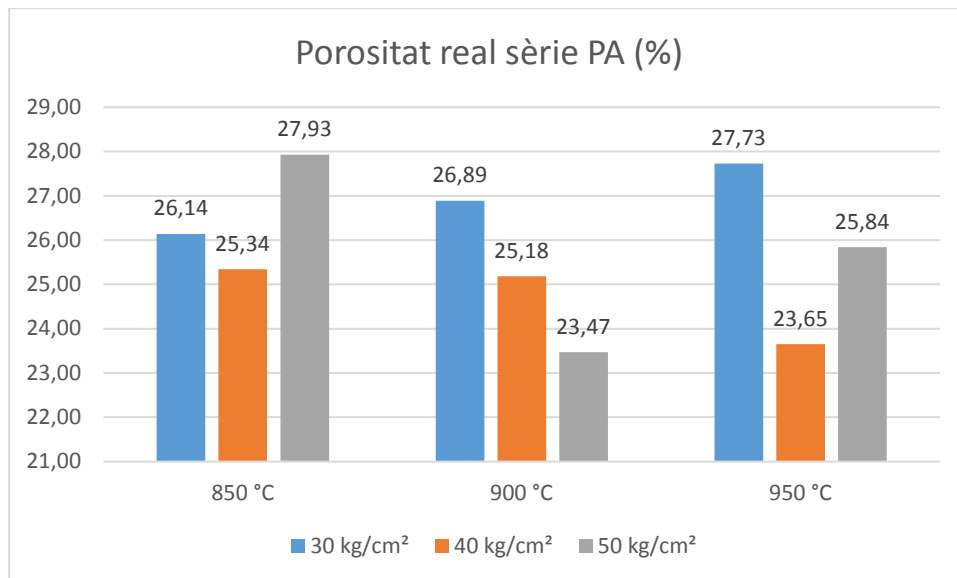


Gràfica 91. Porositat real sèrie PA50, PF50 i PIERA

Comparativa gràfica de porositat real de la sèrie PA:

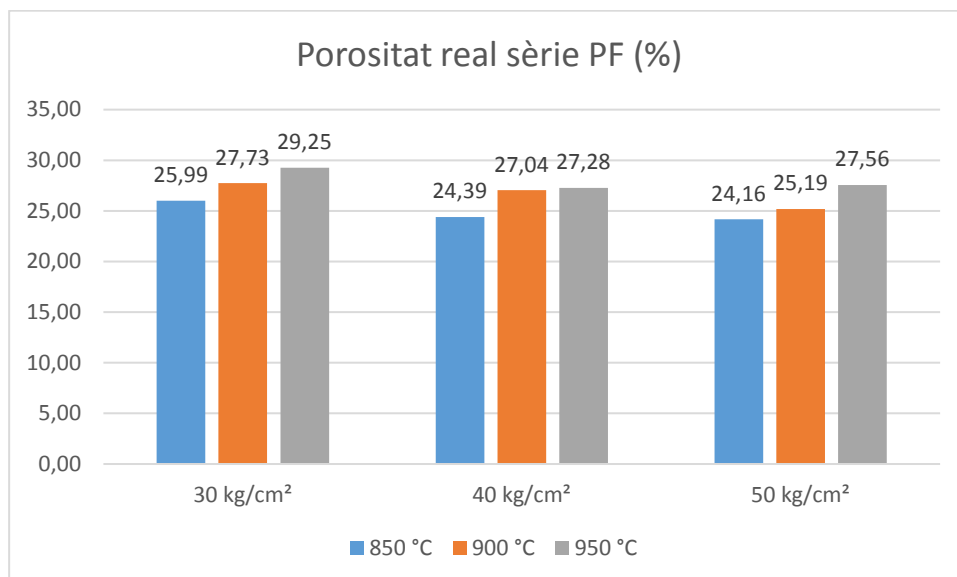


Gràfica 92. Porositat real sèrie PA (1)

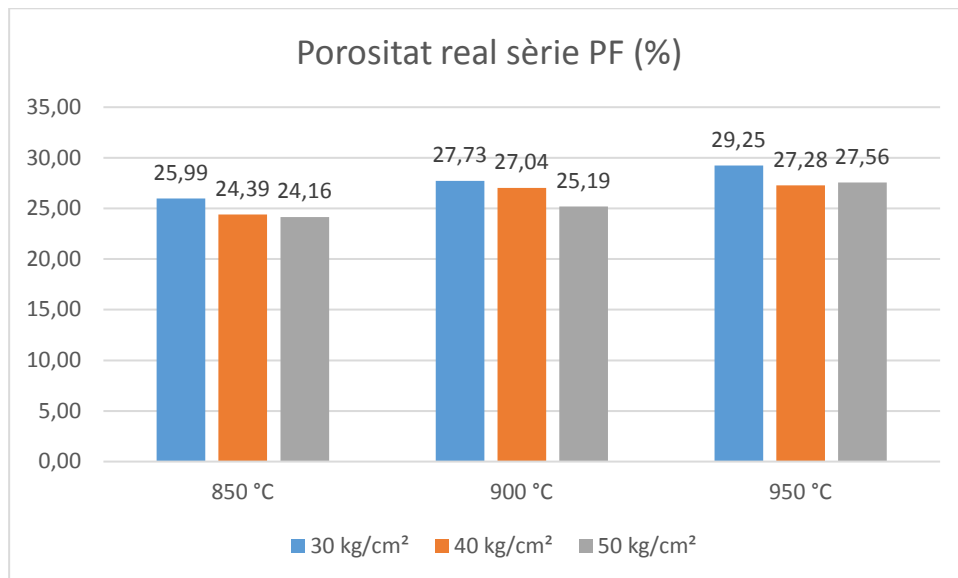


Gràfica 93. Porositat real sèrie PA (2)

Comparativa gràfica de porositat real de la sèrie PF:



Gràfica 94. Porositat real sèrie PF (1)



Gràfica 95. Porositat real sèrie PF (2)

6.4.1.1. Anàlisi de resultats

Vocabulari: porositat real (PRR)

Es pot veure que els resultats de la porositat real de les PA i PF són semblants a les de PIERA.

La sèrie amb la major PRR és la PF30950 (29,25), seguida conjuntament de PA30950 i PF30900 (27,73), i seguida de PF30950 (27,56).

Les sèrie amb la menor PRR és la PA50900 (23,47), seguida de PA40950 (23,65), seguida de PF50850 (24,16).

Les sèries PA i PF tenen una PRR molt semblant però cal tenir en compte que les més altes es troben a la PF.

Els resultats de la sèrie PA són més variables que els de la PF.

Pel que fa a la sèrie PA:

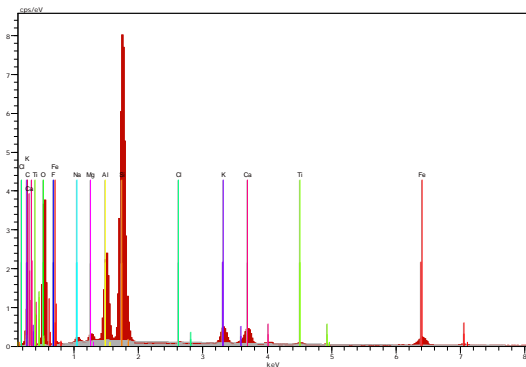
- Segons la pressió de premsat:
 - o La PRR mitjana més alta és la de PA30.
 - o La PRR mitjana més baixa és la de PA50.
- Segons la temperatura màxima de cocció:
 - o La PRR mitjana més alta és la de PA__800.
 - o La PRR mitjana més baixa és la PA__900.

Pel que fa a la sèrie PF:

- Segons la pressió de premsat:
 - o La PRR mitjana més alta és la de PF30.
 - o La PRR mitjana més baixa és la de PF50.
- Segons la temperatura màxima de cocció:
 - o La PRR mitjana més alta és la de PF__850.
 - o La PRR mitjana més baixa és la de PF__950.

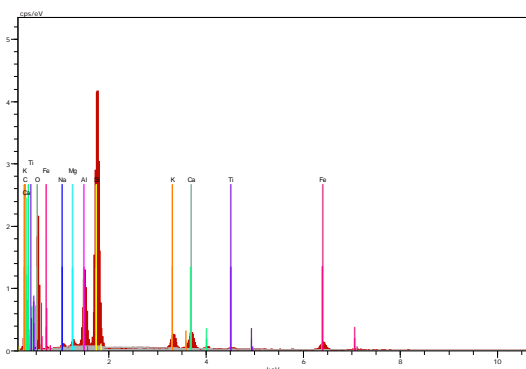
6.4.2. Composició elemental

Composició elemental de la sèrie PA30:



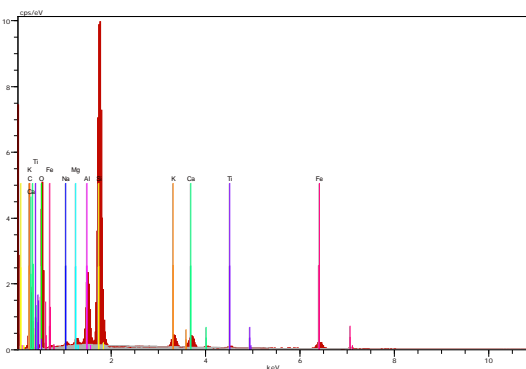
Spectrum: PA30850 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	28.97	28.47	39.70
Oxygen	K-series	42.33	41.61	43.55
Fluorine	K-series	0.57	0.56	0.49
Sodium	K-series	0.52	0.51	0.37
Magnesium	K-series	0.53	0.53	0.36
Aluminium	K-series	5.47	5.38	3.34
Silicon	K-series	16.69	16.41	9.78
Chlorine	K-series	0.00	0.00	0.00
Potassium	K-series	1.66	1.63	0.70
Calcium	K-series	1.94	1.91	0.80
Titanium	K-series	0.25	0.24	0.08
Iron	K-series	2.81	2.76	0.83
Total:		101.73	100.00	100.00



Spectrum: PA30900 superior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	35.26	30.63	42.15
Oxygen	K-series	47.52	41.28	42.64
Sodium	K-series	0.50	0.44	0.31
Magnesium	K-series	0.60	0.52	0.35
Aluminium	K-series	5.83	5.06	3.10
Silicon	K-series	17.42	15.13	8.91
Potassium	K-series	1.81	1.58	0.67
Calcium	K-series	2.60	2.26	0.93
Titanium	K-series	0.33	0.29	0.10
Iron	K-series	3.25	2.83	0.84
Total:		115.12	100.00	100.00

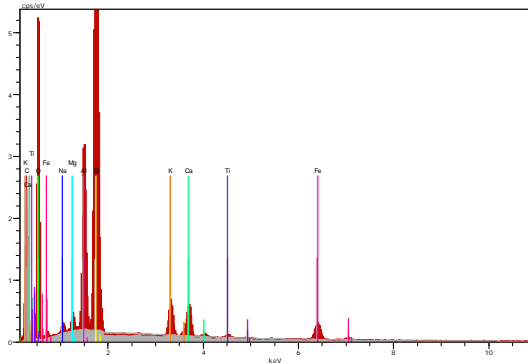


Spectrum: PA30950 superior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	36.04	29.94	41.01
Oxygen	K-series	51.48	42.77	43.98
Sodium	K-series	0.46	0.38	0.27
Magnesium	K-series	0.59	0.49	0.33
Aluminium	K-series	5.20	4.32	2.64
Silicon	K-series	20.38	16.93	9.92
Potassium	K-series	1.44	1.20	0.50
Calcium	K-series	1.76	1.46	0.60
Titanium	K-series	0.33	0.27	0.09
Iron	K-series	2.68	2.23	0.66
Total:		120.36	100.00	100.00

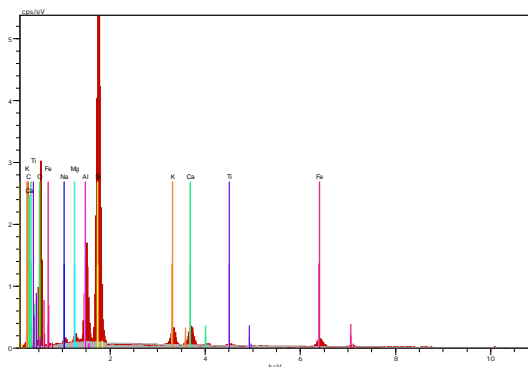
Gràfica-taula 3. Microanàlisi EDX PA30

Composició elemental de la sèrie PA40:



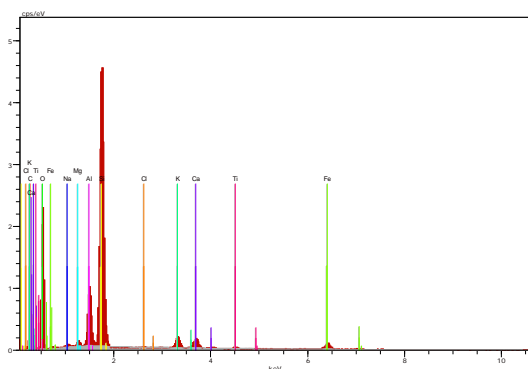
Spectrum: PA40850 superior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	33.03	29.33	40.66
Oxygen	K-series	46.84	41.60	43.29
Sodium	K-series	0.58	0.51	0.37
Magnesium	K-series	0.63	0.56	0.39
Aluminium	K-series	5.88	5.22	3.22
Silicon	K-series	18.60	16.51	9.79
Potassium	K-series	1.74	1.55	0.66
Calcium	K-series	2.01	1.79	0.74
Titanium	K-series	0.27	0.24	0.08
Iron	K-series	3.02	2.68	0.80
Total:		112.60	100.00	100.00



Spectrum: PA40900 superior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	30.13	26.62	37.42
Oxygen	K-series	49.09	43.37	45.77
Sodium	K-series	0.57	0.50	0.37
Magnesium	K-series	0.62	0.55	0.38
Aluminium	K-series	5.97	5.28	3.30
Silicon	K-series	19.41	17.15	10.31
Potassium	K-series	1.78	1.57	0.68
Calcium	K-series	2.41	2.13	0.90
Titanium	K-series	0.27	0.24	0.08
Iron	K-series	2.95	2.61	0.79
Total:		113.20	100.00	100.00

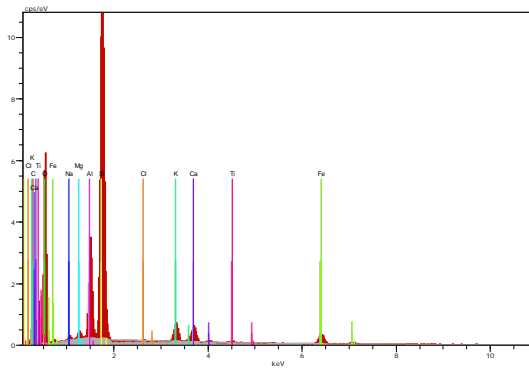


Spectrum: PA40950 superior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	28.68	25.40	35.76
Oxygen	K-series	50.68	44.87	47.43
Sodium	K-series	0.47	0.42	0.31
Magnesium	K-series	0.53	0.47	0.33
Aluminium	K-series	5.16	4.57	2.87
Silicon	K-series	21.06	18.64	11.23
Chlorine	K-series	0.02	0.01	0.01
Potassium	K-series	1.56	1.38	0.60
Calcium	K-series	1.69	1.50	0.63
Titanium	K-series	0.38	0.34	0.12
Iron	K-series	2.71	2.40	0.73
Total:		112.93	100.00	100.00

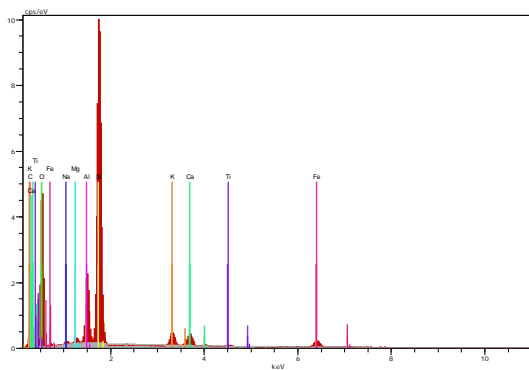
Gràfica-taula 4. Microanàlisi EDX PA40

Composició elemental de la sèrie PA50:



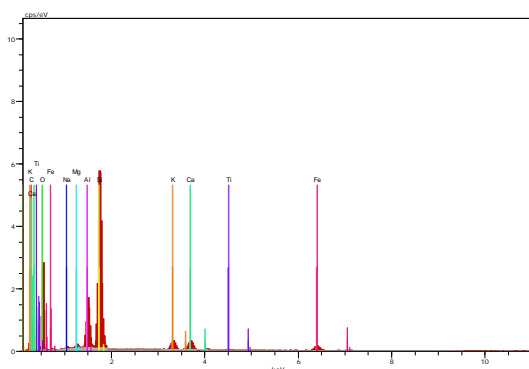
Spectrum: PA50850 superior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	28.09	26.42	37.33
Oxygen	K-series	45.35	42.67	45.25
Sodium	K-series	0.39	0.37	0.27
Magnesium	K-series	0.48	0.45	0.31
Aluminium	K-series	5.46	5.14	3.23
Silicon	K-series	19.86	18.68	11.29
Chlorine	K-series	0.00	0.00	0.00
Potassium	K-series	1.68	1.58	0.69
Calcium	K-series	1.75	1.65	0.70
Titanium	K-series	0.25	0.24	0.08
Iron	K-series	2.98	2.80	0.85
Total:		106.29	100.00	100.00



Spectrum: PA50900 superior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	21.94	22.15	31.95
Oxygen	K-series	45.15	45.58	49.35
Sodium	K-series	0.37	0.38	0.28
Magnesium	K-series	0.48	0.48	0.34
Aluminium	K-series	4.98	5.03	3.23
Silicon	K-series	20.17	20.36	12.56
Potassium	K-series	1.52	1.54	0.68
Calcium	K-series	1.69	1.71	0.74
Titanium	K-series	0.19	0.19	0.07
Iron	K-series	2.56	2.58	0.80
Total:		99.05	100.00	100.00

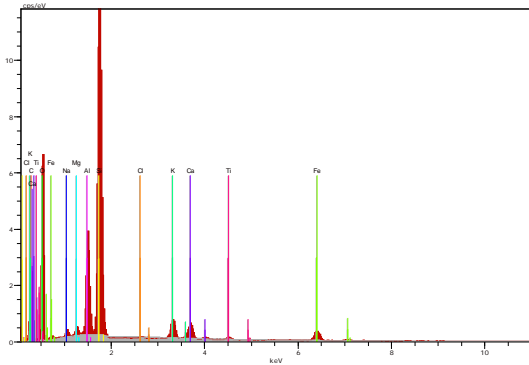


Spectrum: PA50950 superior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	29.61	28.02	39.17
Oxygen	K-series	44.69	42.29	44.38
Sodium	K-series	0.45	0.43	0.31
Magnesium	K-series	0.55	0.52	0.36
Aluminium	K-series	5.62	5.31	3.31
Silicon	K-series	17.67	16.72	10.00
Potassium	K-series	1.69	1.60	0.69
Calcium	K-series	2.14	2.02	0.85
Titanium	K-series	0.25	0.23	0.08
Iron	K-series	3.02	2.85	0.86
Total:		105.67	100.00	100.00

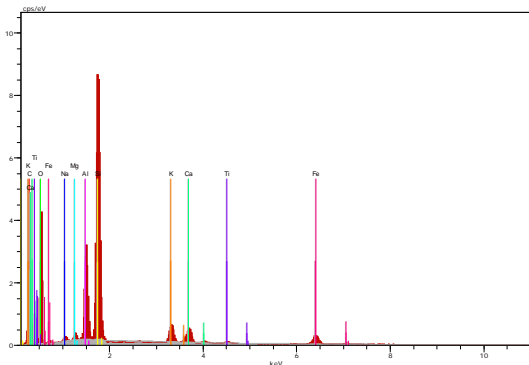
Gràfica-taula 5. Microanàlisi EDX PA50

Composició elemental de la sèrie PF30:



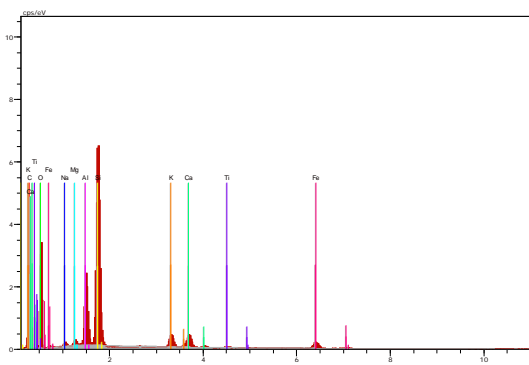
Spectrum: PF30850 superior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	33.90	30.64	42.07
Oxygen	K-series	45.66	41.27	42.54
Sodium	K-series	0.62	0.56	0.40
Magnesium	K-series	0.55	0.49	0.34
Aluminium	K-series	5.54	5.01	3.06
Silicon	K-series	17.88	16.16	9.49
Chlorine	K-series	0.00	0.00	0.00
Potassium	K-series	1.65	1.49	0.63
Calcium	K-series	1.65	1.49	0.61
Titanium	K-series	0.29	0.27	0.09
Iron	K-series	2.89	2.61	0.77
Total:		110.64	100.00	100.00



Spectrum: PF30900 superior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	30.39	30.56	42.31
Oxygen	K-series	39.92	40.15	41.73
Sodium	K-series	0.54	0.54	0.39
Magnesium	K-series	0.49	0.49	0.34
Aluminium	K-series	5.98	6.01	3.71
Silicon	K-series	14.96	15.05	8.91
Potassium	K-series	1.85	1.86	0.79
Calcium	K-series	1.88	1.89	0.78
Titanium	K-series	0.24	0.25	0.09
Iron	K-series	3.18	3.20	0.95
Total:		99.44	100.00	100.00

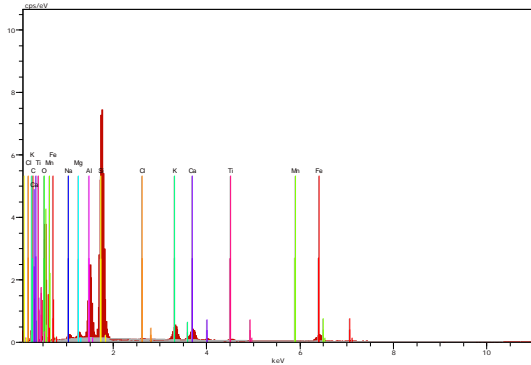


Spectrum: PF30950 superior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	35.75	32.04	43.79
Oxygen	K-series	44.84	40.18	41.23
Sodium	K-series	0.62	0.55	0.40
Magnesium	K-series	0.63	0.56	0.38
Aluminium	K-series	6.37	5.71	3.48
Silicon	K-series	15.81	14.17	8.28
Potassium	K-series	1.85	1.66	0.69
Calcium	K-series	2.31	2.07	0.85
Titanium	K-series	0.27	0.24	0.08
Iron	K-series	3.14	2.81	0.83
Total:		111.58	100.00	100.00

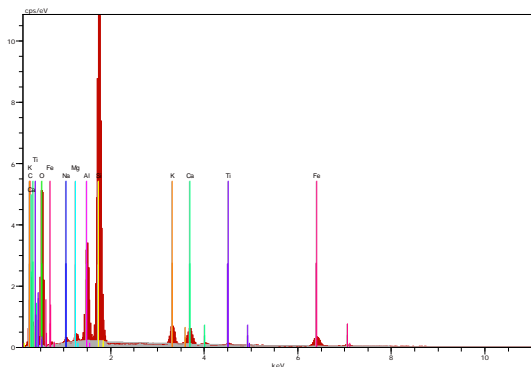
Gràfica-taula 6. Microanàlisi EDX PF30

Composició elemental de la sèrie PF40:



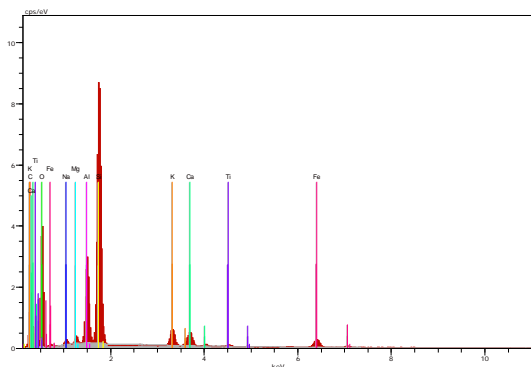
Spectrum: PF40850 superior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	33.79	29.78	41.23
Oxygen	K-series	46.82	41.27	42.89
Sodium	K-series	0.68	0.60	0.43
Magnesium	K-series	0.64	0.56	0.38
Aluminium	K-series	6.37	5.62	3.46
Silicon	K-series	17.52	15.44	9.14
Chlorine	K-series	0.05	0.04	0.02
Potassium	K-series	2.03	1.79	0.76
Calcium	K-series	1.97	1.73	0.72
Titanium	K-series	0.31	0.28	0.10
Manganese	K-series	0.04	0.04	0.01
Iron	K-series	3.25	2.86	0.85
Total:		113.47	100.00	100.00



Spectrum: PF40900 superior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	33.39	31.06	42.72
Oxygen	K-series	43.46	40.43	41.75
Sodium	K-series	0.49	0.45	0.33
Magnesium	K-series	0.55	0.51	0.35
Aluminium	K-series	5.65	5.26	3.22
Silicon	K-series	17.05	15.86	9.33
Potassium	K-series	1.70	1.58	0.67
Calcium	K-series	1.84	1.72	0.71
Titanium	K-series	0.26	0.24	0.08
Iron	K-series	3.11	2.89	0.86
Total:		107.50	100.00	100.00

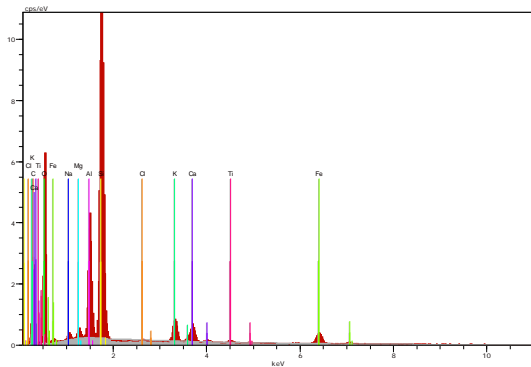


Spectrum: PF40950 superior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	31.29	31.00	42.85
Oxygen	K-series	40.03	39.66	41.15
Sodium	K-series	0.53	0.53	0.38
Magnesium	K-series	0.54	0.53	0.36
Aluminium	K-series	5.73	5.68	3.49
Silicon	K-series	15.68	15.53	9.18
Potassium	K-series	1.83	1.81	0.77
Calcium	K-series	1.94	1.92	0.80
Titanium	K-series	0.31	0.31	0.11
Iron	K-series	3.05	3.02	0.90
Total:		100.94	100.00	100.00

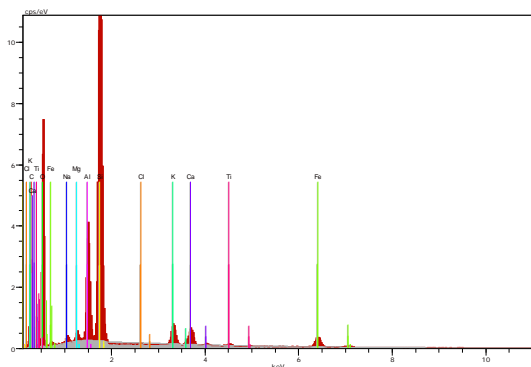
Gràfica-taula 7. Microanàlisi EDX PF40

Composició elemental de la sèrie PF50:



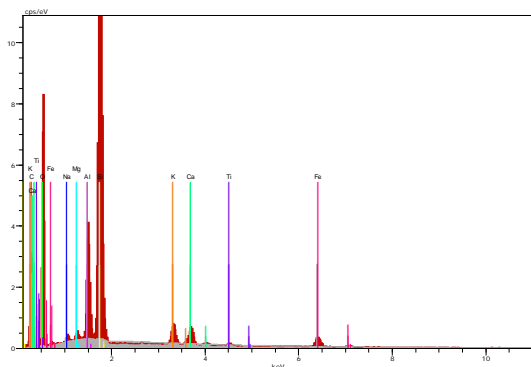
Spectrum: PF50850 superior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	35.35	31.86	43.60
Oxygen	K-series	44.37	39.98	41.08
Sodium	K-series	0.60	0.54	0.39
Magnesium	K-series	0.61	0.55	0.37
Aluminium	K-series	6.10	5.50	3.35
Silicon	K-series	16.99	15.31	8.96
Chlorine	K-series	0.00	0.00	0.00
Potassium	K-series	1.82	1.64	0.69
Calcium	K-series	1.75	1.57	0.65
Titanium	K-series	0.28	0.25	0.09
Iron	K-series	3.10	2.80	0.82
Total:		110.97	100.00	100.00



Spectrum: PF50900 superior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	33.04	30.24	41.48
Oxygen	K-series	45.84	41.95	43.20
Sodium	K-series	0.58	0.53	0.38
Magnesium	K-series	0.58	0.53	0.36
Aluminium	K-series	5.40	4.94	3.02
Silicon	K-series	17.83	16.31	9.57
Chlorine	K-series	0.00	0.00	0.00
Potassium	K-series	1.55	1.41	0.60
Calcium	K-series	1.60	1.47	0.60
Titanium	K-series	0.23	0.21	0.07
Iron	K-series	2.63	2.41	0.71
Total:		109.29	100.00	100.00

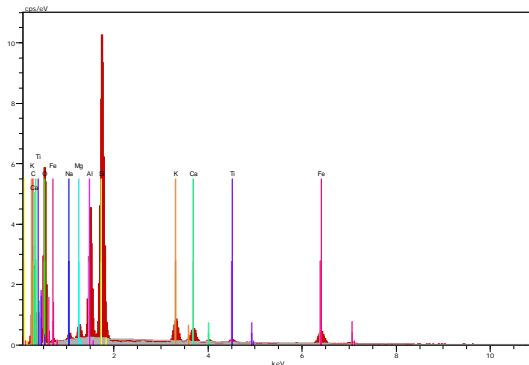


Spectrum: PF50950 superior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	31.44	30.20	41.44
Oxygen	K-series	43.37	41.66	42.92
Sodium	K-series	0.48	0.46	0.33
Magnesium	K-series	0.42	0.40	0.27
Aluminium	K-series	4.50	4.32	2.64
Silicon	K-series	18.96	18.21	10.68
Potassium	K-series	1.28	1.23	0.52
Calcium	K-series	1.42	1.37	0.56
Titanium	K-series	0.17	0.17	0.06
Iron	K-series	2.07	1.99	0.59
Total:		104.11	100.00	100.00

Gràfica-taula 8. Microanàlisi EDX PF50

Composició elemental de la PIERA:



Spectrum: PIERA superior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	36.93	34.15	45.98
Oxygen	K-series	43.07	39.84	40.27
Sodium	K-series	0.57	0.53	0.37
Magnesium	K-series	0.81	0.75	0.50
Aluminium	K-series	6.58	6.09	3.65
Silicon	K-series	13.11	12.12	6.98
Potassium	K-series	1.80	1.66	0.69
Calcium	K-series	1.34	1.24	0.50
Titanium	K-series	0.40	0.37	0.13
Iron	K-series	3.51	3.25	0.94
Total:		108.12	100.00	100.00

Gràfica-taula 9. Microanàlisi EDX PIERA

6.4.2.1. Anàlisi de resultats

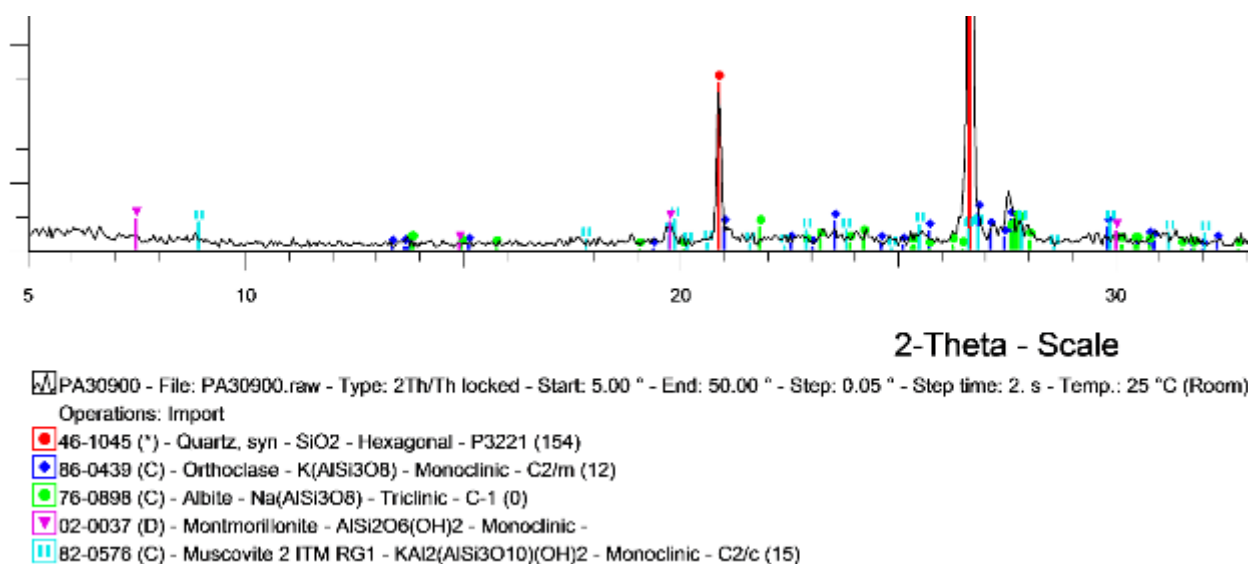
Pel que fa als microanàlisis, cal tenir en compte que només s'han exposat en el capítol de resultats els microanàlisis realitzats a la part superior de cada mostra, ja que aquests i els de la part central i inferior de cada mostra són molt semblants al de la superior. Tot i així els microanàlisis de la part central i inferior es poden veure als annexes.

En els resultats podem veure que totes les mostres tenen els mateixos elements majoritaris i que aquests apareixen en quantitats molts semblants. Aquests elements són, de major a menor quantitat:

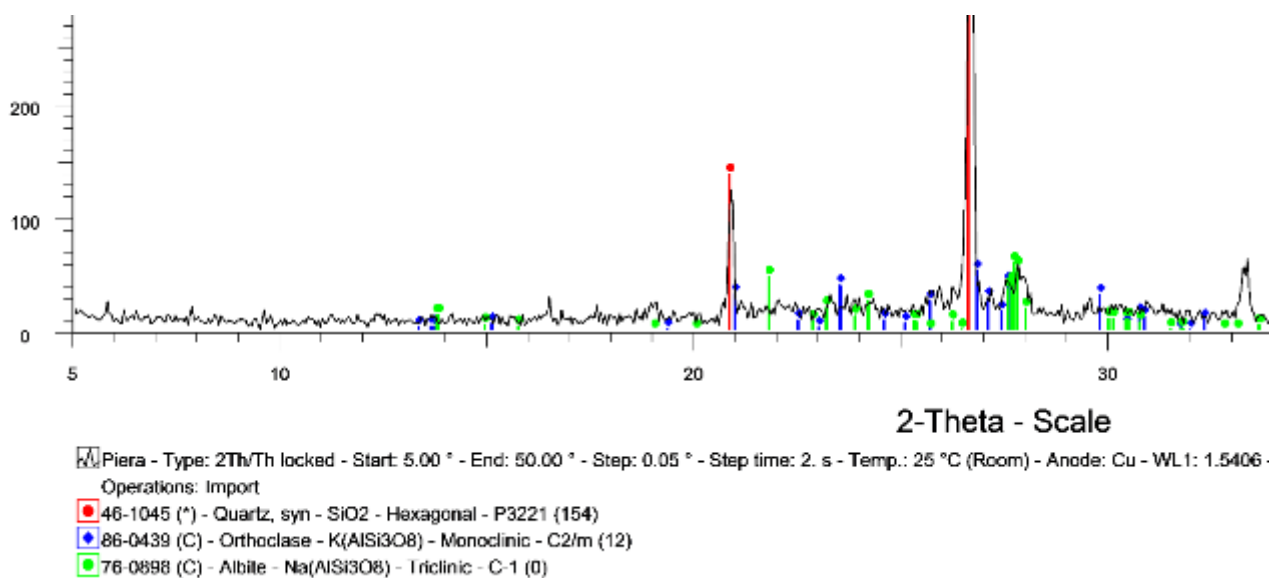
- Oxigen (O). Entre un 39,66 i 45,58%
- Carboni (C). Entre un 22,15 i 34,15%
- Silici (Si). Entre un 12,12 i un 20,36%
- Alumini (Al). Entre un 4,32 i 6,09%
- Ferro (Fe). Entre un 2,23 i 3,25%
- Calci (Ca). Entre un 1,24 i 2,26%
- Potassi (K). Entre un 1,20 i 1,83%
- Altres com Magnesi (Mg), Sodi (Na), Titani (Ti); i en algunes mostres Fluor (F) Clor (Cl) i Manganés (Mn).

6.5. Estructures cristal·lines mitjançant difracció de raigs X

Retall ampliat de difractogrames i estructures cristal·lines de la sèrie PA30900 i de PIERA:

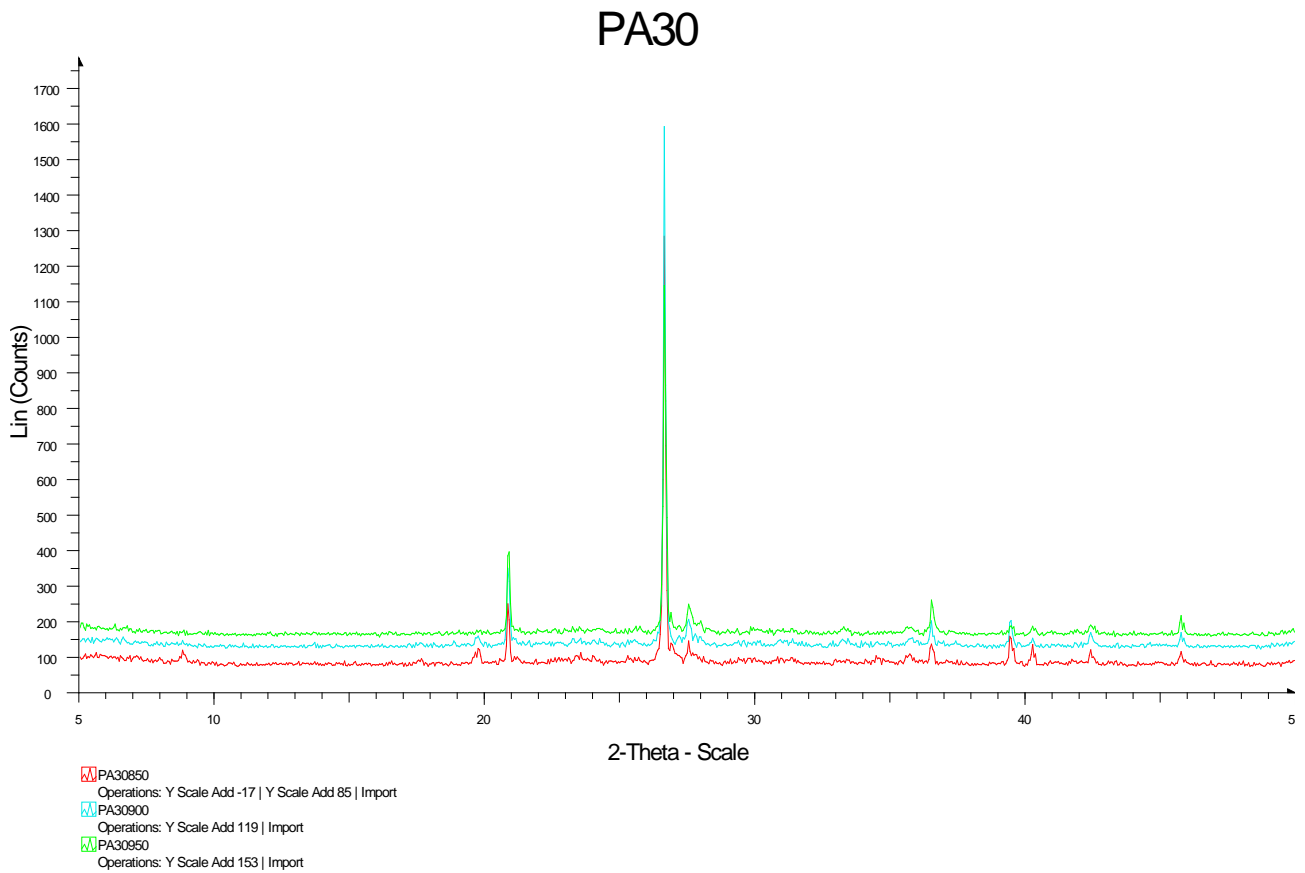


Gràfica 96. Difractograma ampliat i estructures cristal·lines PA30900



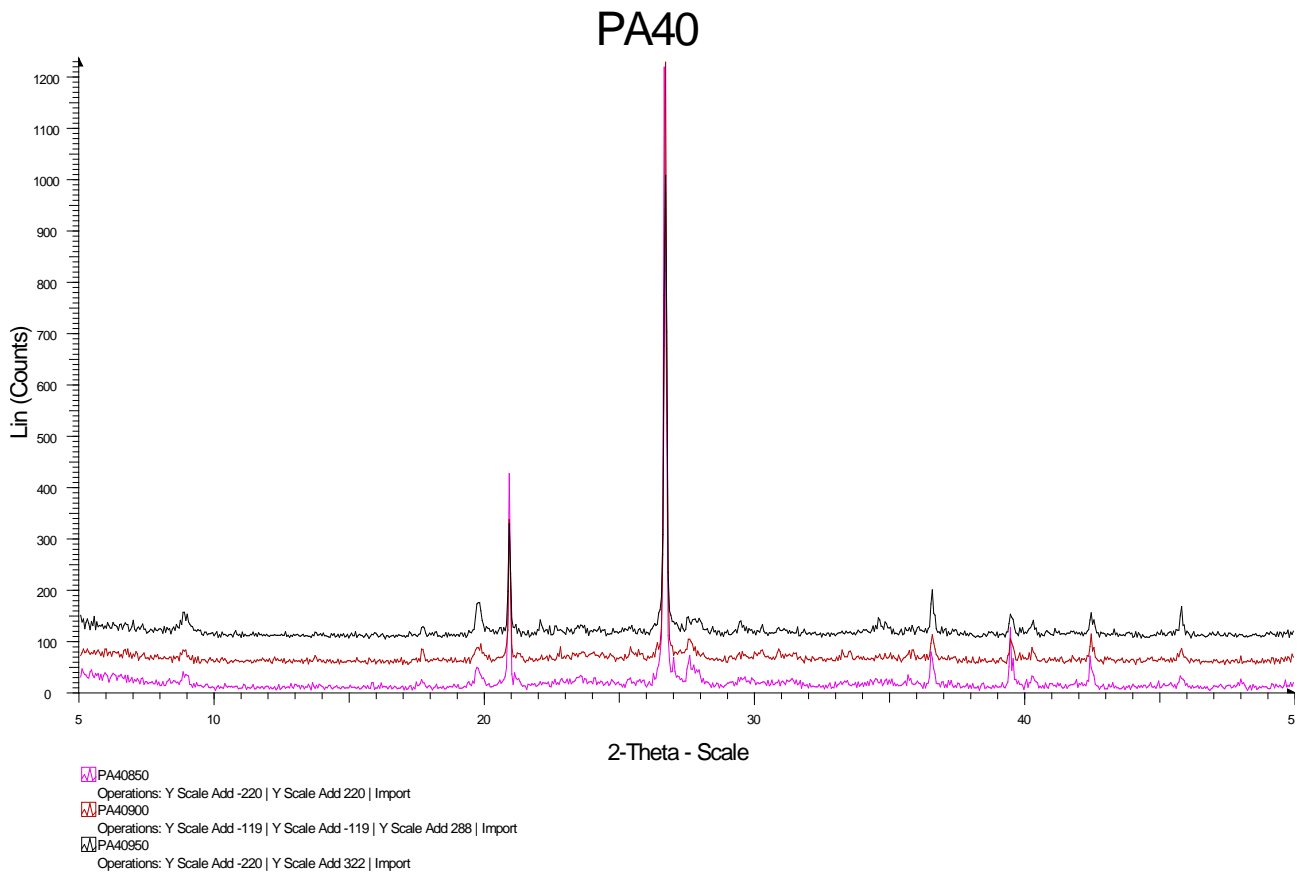
Gràfica 97. Difractograma ampliat i estructures cristal·lines PIERA

Comparativa de difractogrames de la sèrie PA30:



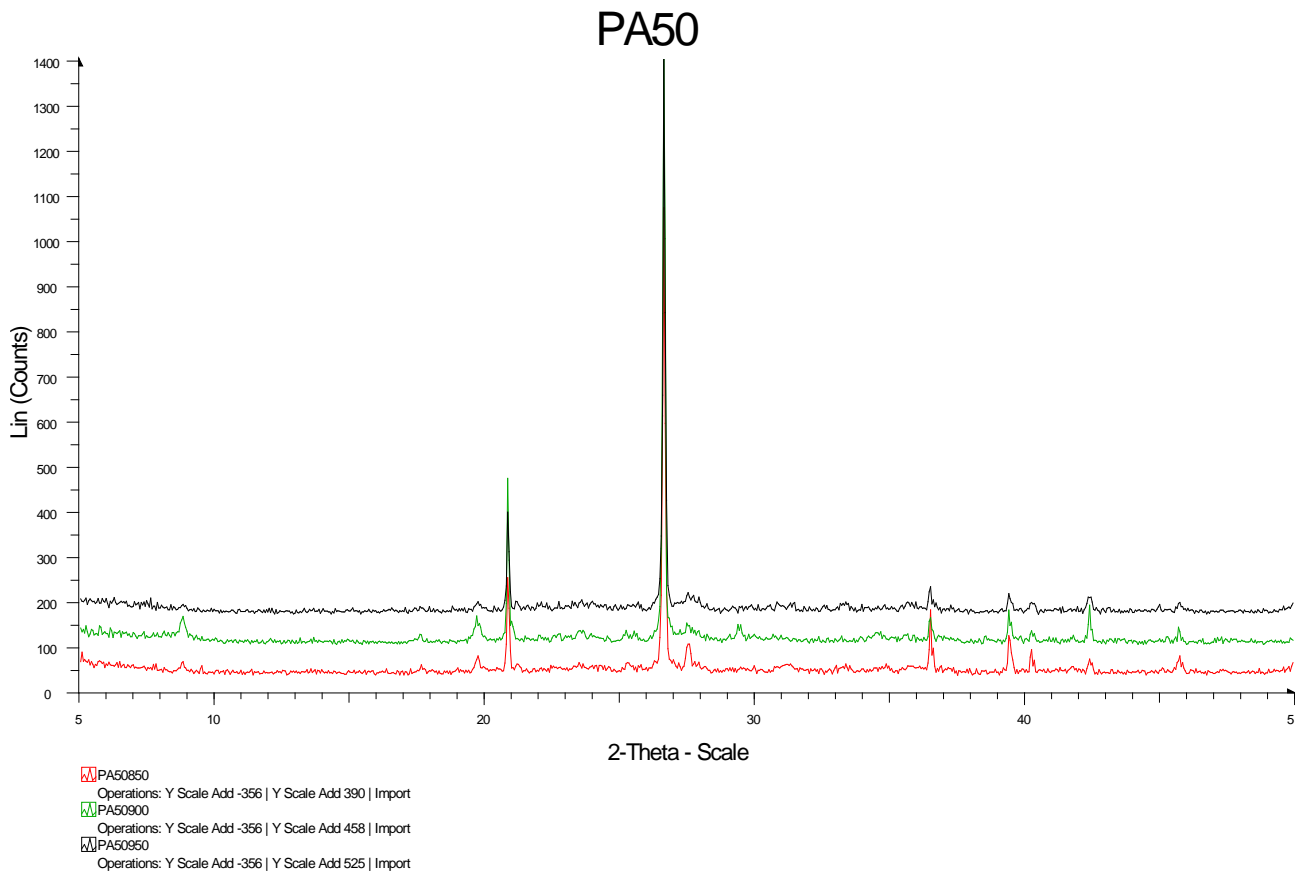
Gràfica 98. Comparativa difractogrames PA30

Comparativa de difractogrames de la sèrie PA40:



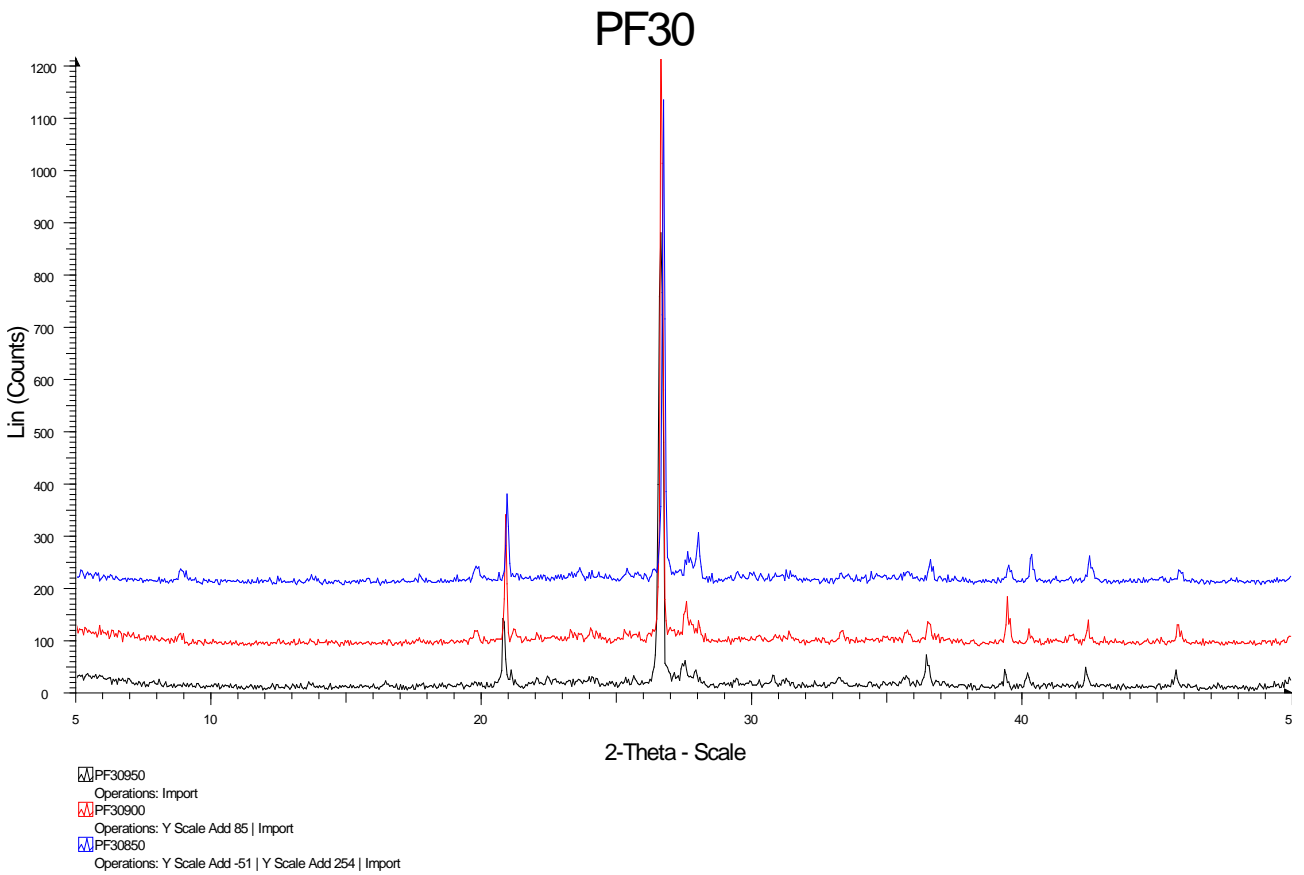
Gràfica 99. Comparativa difractogrames PA40

Comparativa de difractogrames de la sèrie PA50:



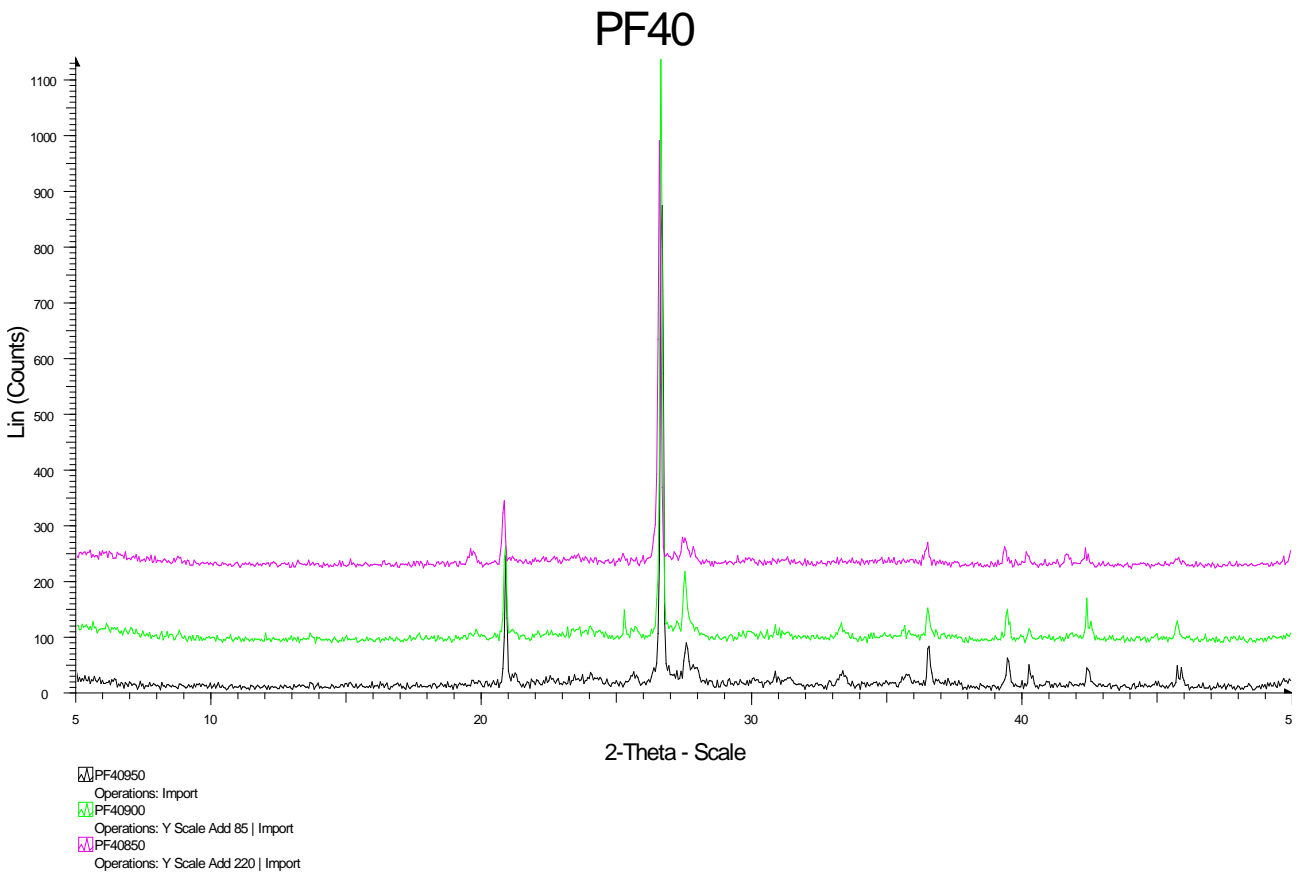
Gràfica 100. Comparativa difractogrames PA50

Comparativa de difractogrames de la sèrie PF30:



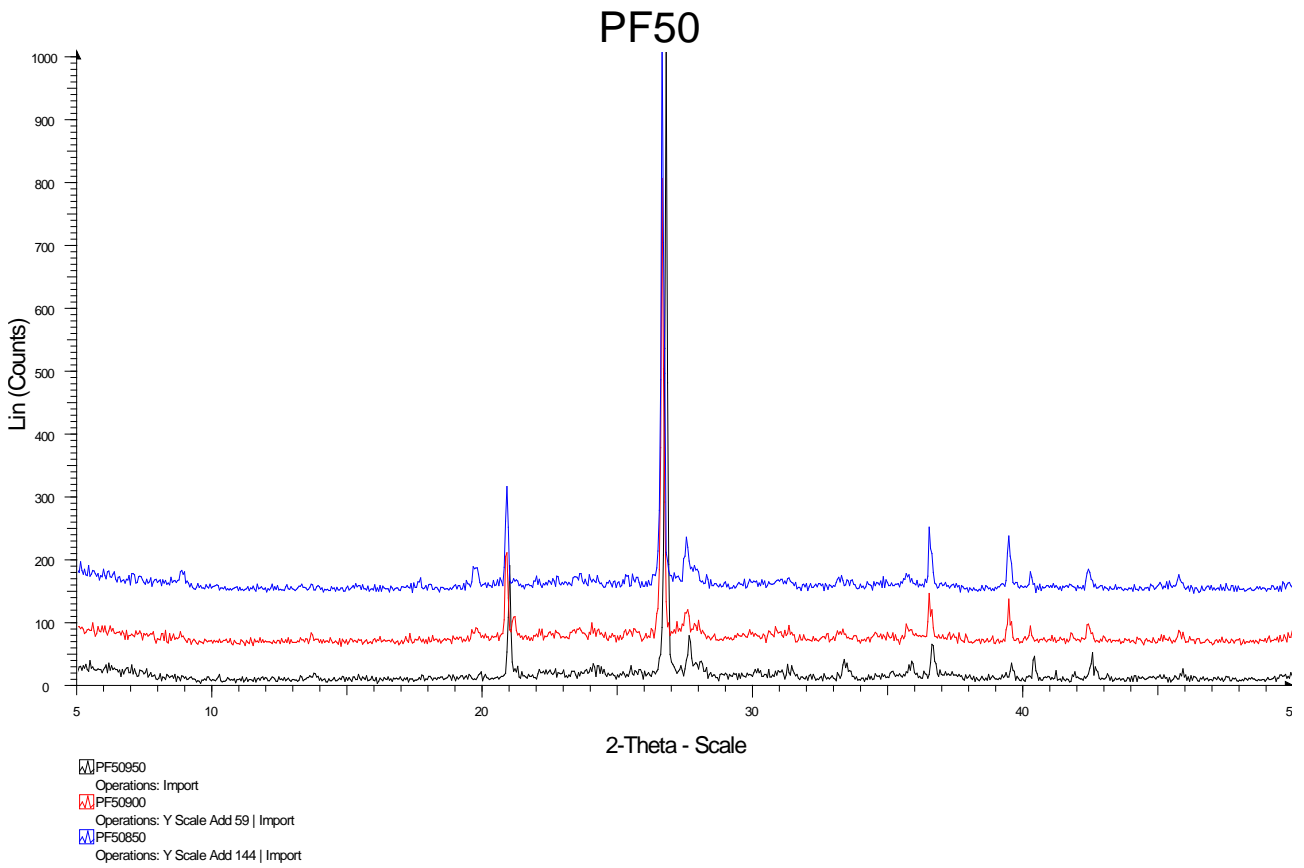
Gràfica 101. Comparativa difractogrames PF30

Comparativa de difractogrames de la sèrie PF40:



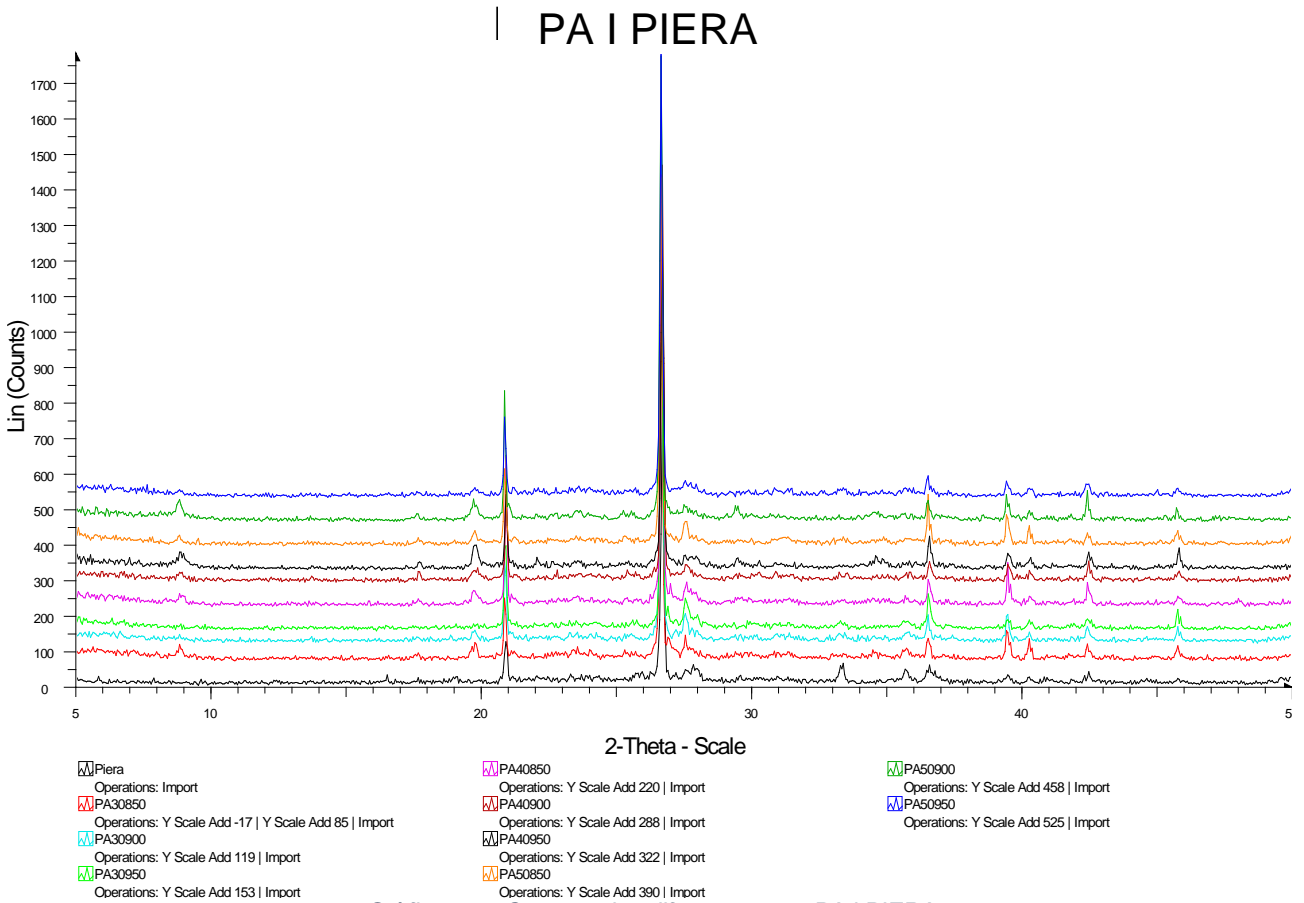
Gràfica 102. Comparativa difractogrames PF40

Comparativa de difractogrames de la sèrie PF50:



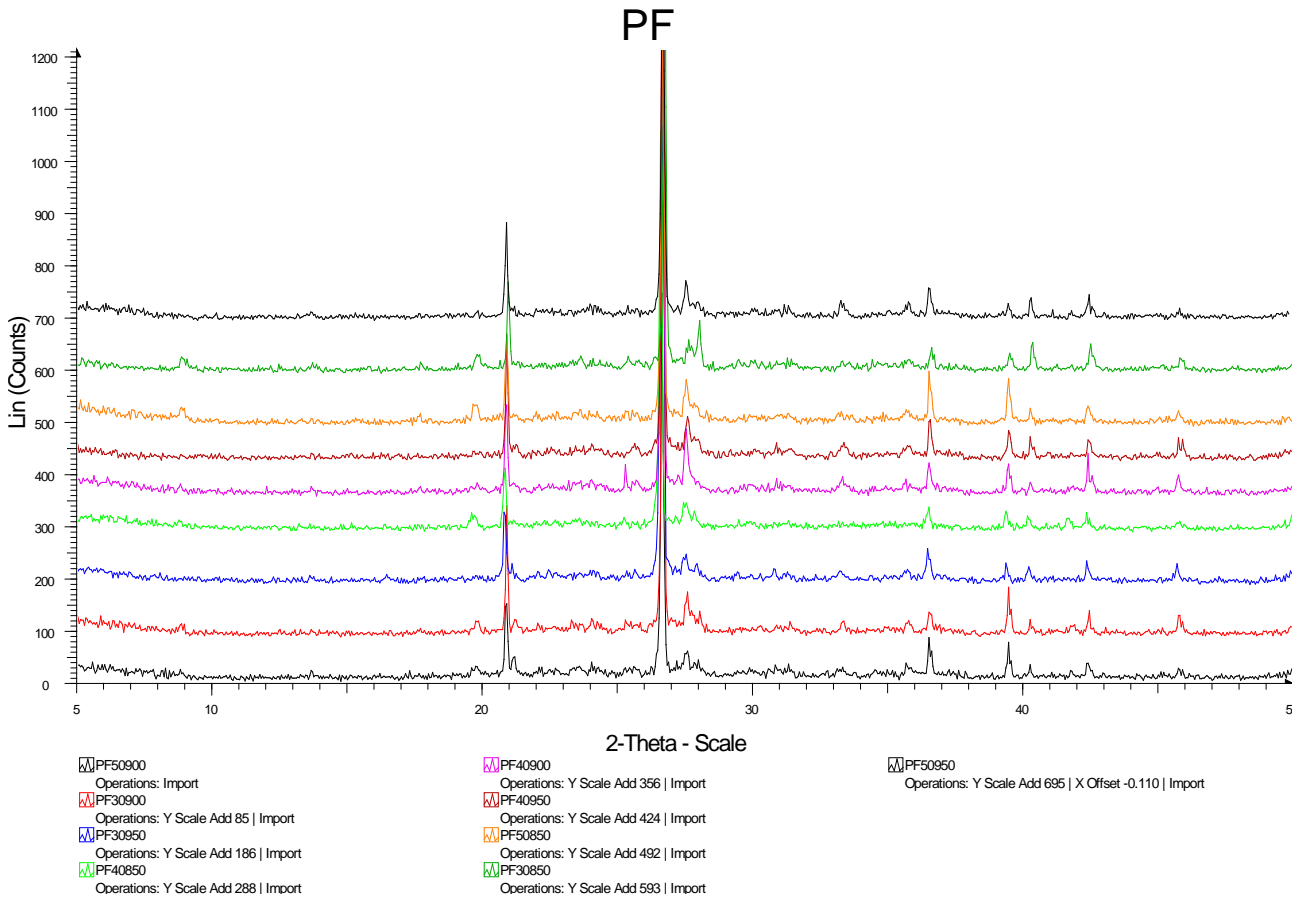
Gràfica 103. Comparativa difractogrames PF50

Comparativa de difractogrames de les sèries PA i PIERA:



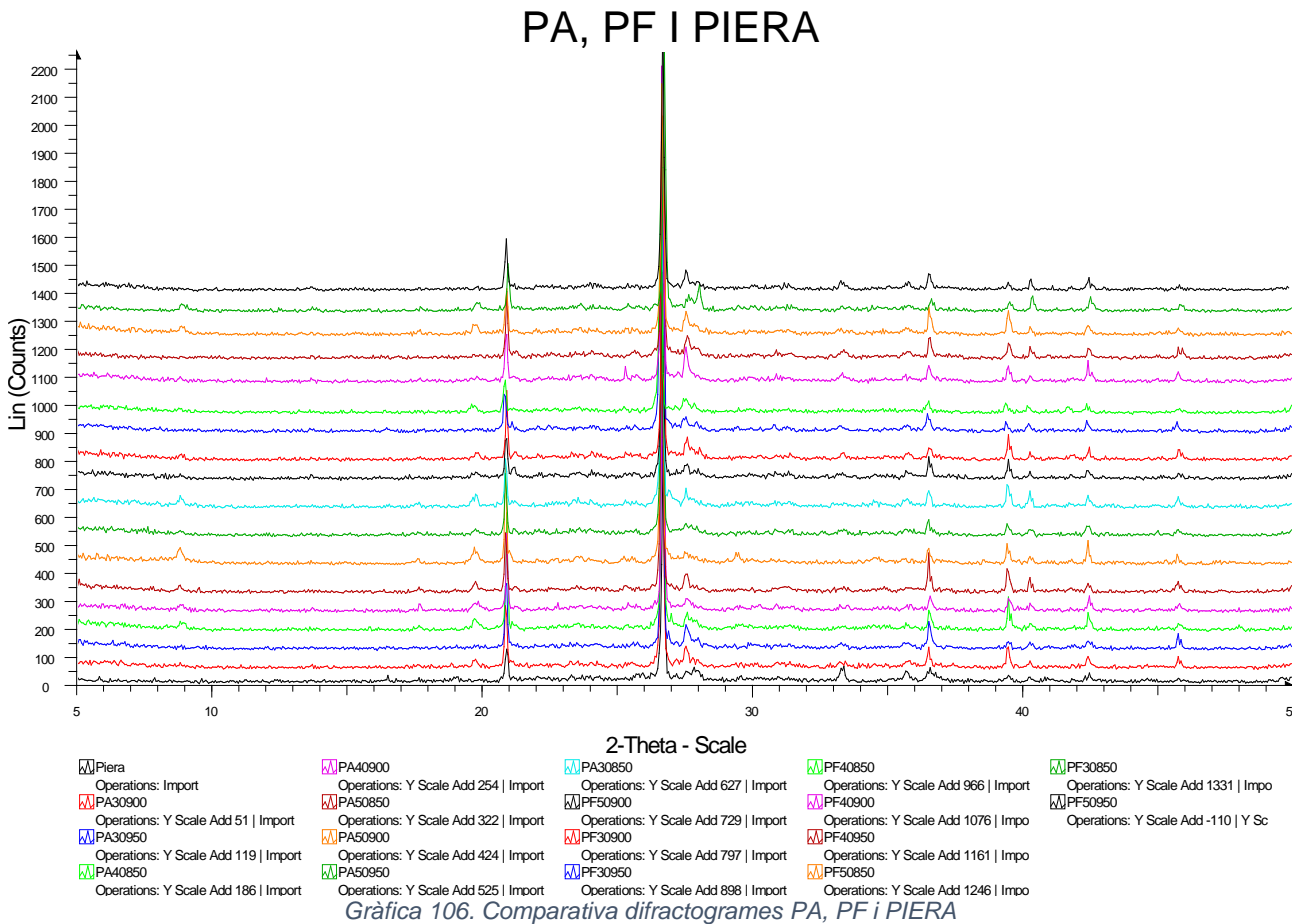
Gràfica 104. Comparativa difractogrames PA i PIERA

Comparativa de difractogrames de la sèrie PF:



Gràfica 105. Comparativa difractogrames PF

Comparativa de difractogrames de les sèries PA, PF i PIERA:



6.5.1. Anàlisi de resultats

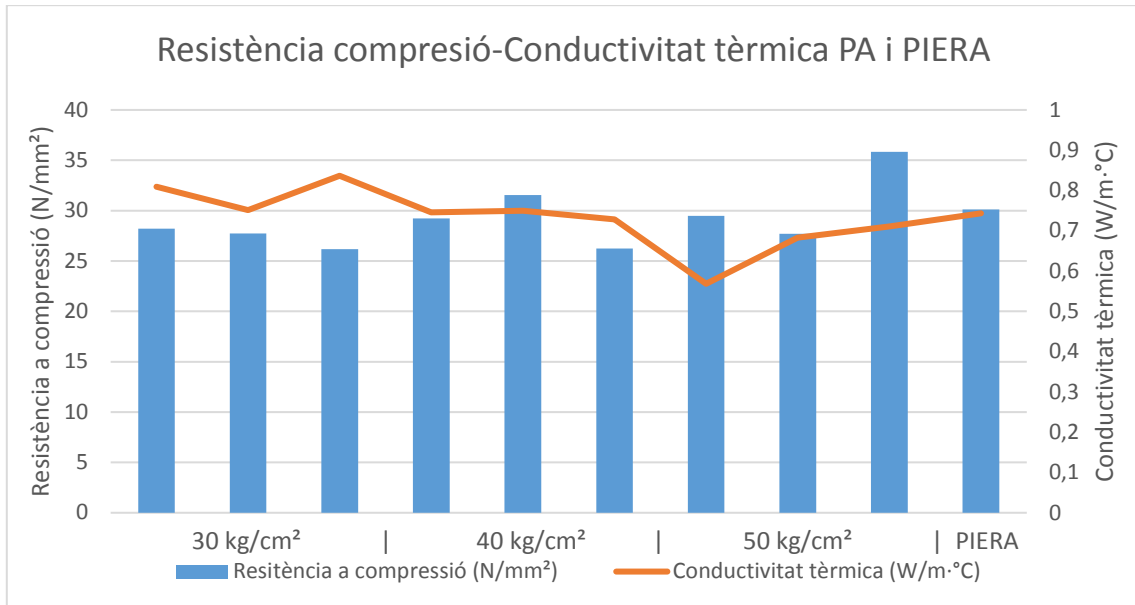
Als annexes es poden veure els difractogrames de cada sèrie de manera individual i també el difractograma de PIERA.

En els difractogrames de les provetes fabricades amb argila i amb fang, trobem, de més a menys intensitat: patrons de quars (SiO_2), que són els que tenen els pics més alts i es poden veure a simple vista; també trobem amb menys intensitat feldspat ortosa, albita, montmorillonita i moscovita. Per altra banda, es pot veure que les estructures cristal·lines de Piera són diferents a la resta; aquesta no montmorillonita ni moscovita.

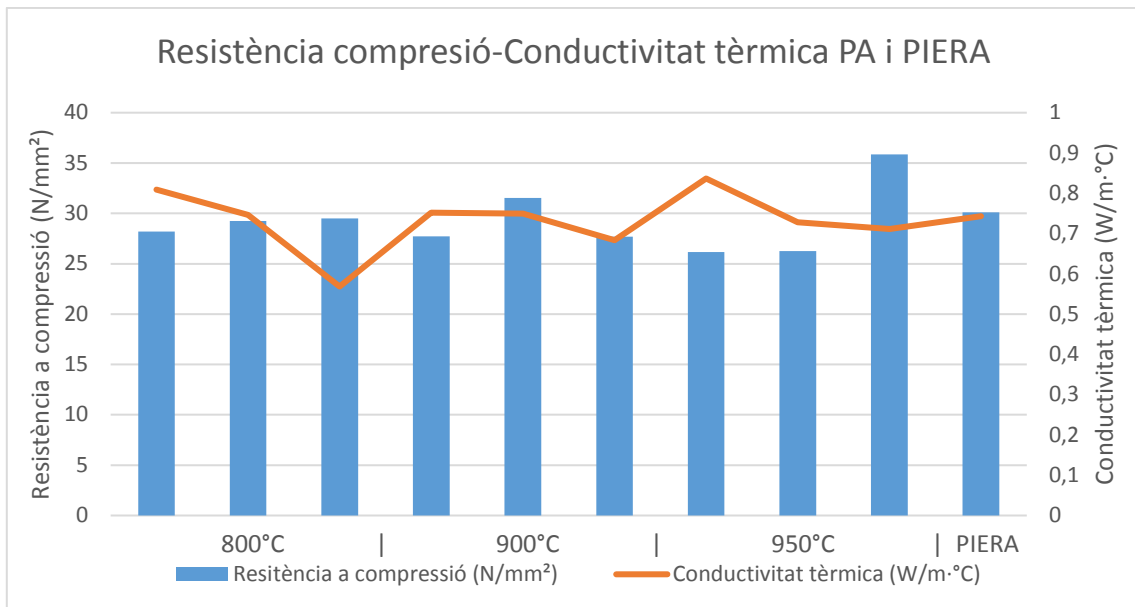
Es pot veure que a les comparacions dels difractogrames de cada sèrie fabricada a diferents temperatures, no hi ha diferències significatives entre uns patrons i altres.

6.6. Comparativa de resistència a compressió i conductivitat tèrmica

Gràfiques comparatives de resistència a compressió i conductivitat tèrmica de la sèrie PA i PIERA:

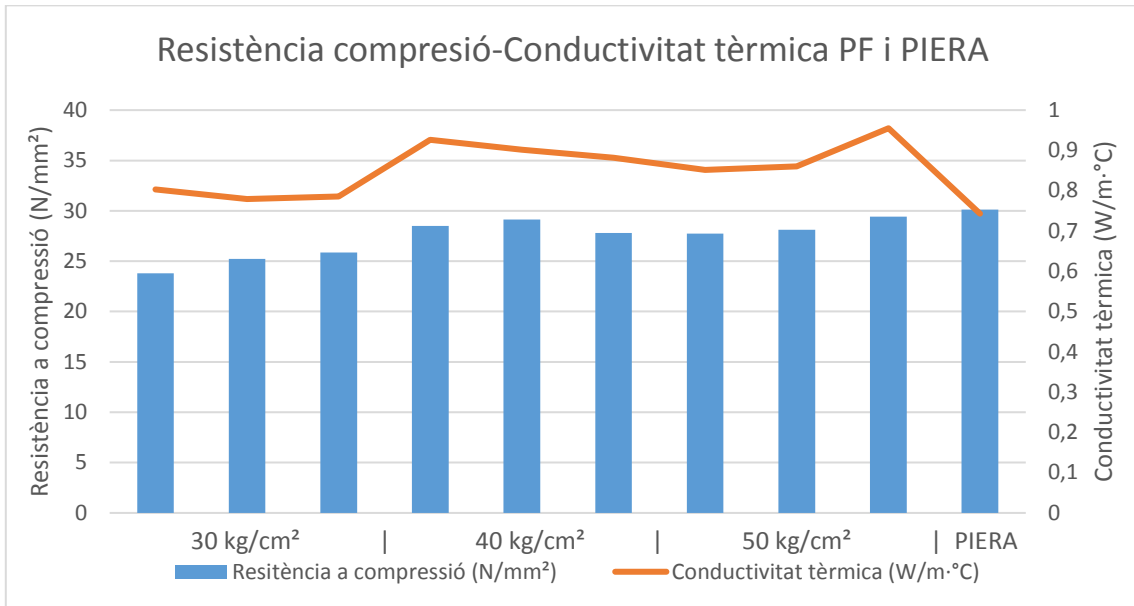


Gràfica 107. Comparativa resistència compressió-conductivitat tèrmica PA i PIERA (1)

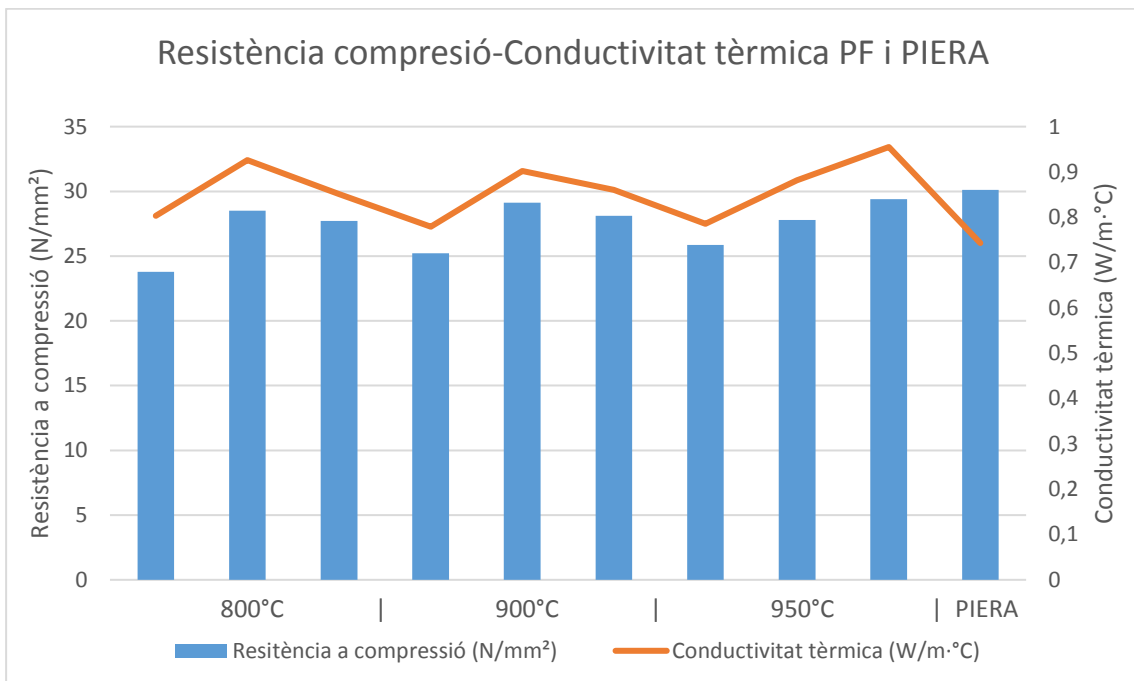


Gràfica 108. Comparativa resistència compressió-conductivitat tèrmica PA i PIERA (2)

Gràfiques comparatives de resistència a compressió i conductivitat tèrmica de la sèrie PF i PIERA:



Gràfica 109. Comparativa resistència compressió-conductivitat tèrmica PF i PIERA (1)



7. Conclusions

7.1. Resistència a compressió

Les provetes fabricades amb argila tenen una millor resistència a compressió que les fabricades amb fang.

La relació amb la pressió de fabricació i la resistència a la compressió és significativa ja que les provetes amb millor resistència a compressió són les fabricades a 50 kg/cm² per les d'argila i 40 kg/cm² per les de fang; i amb menor resistència a la compressió són les fabricades a 30 kg/cm² en ambdós casos, les fabricades amb argila i també les de fang. Per tant, si s'augmenta la pressió de premsat també n'augmenta la resistència a compressió.

Pel que fa a la temperatura de cocció no té una relació important en els resultats de resistència a compressió però en general es pot considerar que augmentant la temperatura de cocció s'obtenen resistències més altes.

Les provetes fabricades en general tenen una resistència a compressió inferior a les de Piera. Les que tenen resultats semblants a les de Piera són les provetes fabricades a 50 kg/cm³. Cal tenir en compte que els maons de Piera es fabriquen mitjançant el mètode d'extrusió, el qual podria ser millor que l'utilitzat per fabricar les provetes de manera més artesanal i/o que les pressions durant l'extrusió siguin elevades, entre d'altres motius.

Ens trobem també que els resultats de la Piera com a resistència a compressió són molt semblants als que es mostren a la fitxa tècnica del fabricant. Es pot considerar doncs que en general s'han obtingut bons resultats.

Les provetes, un cop assajades a compressió, assumeixen una geometria de secció cònica.

Es pot concloure que no es pot determinar la resistència a compressió de manera efectiva fent l'assaig a compressió de les provetes de maó senceres, i que per tant és necessari tallar-les per poder fer l'assaig. Un motiu, de que no s'obtenen resultats esperats es que les provetes suporten més carrega, pot ser que la força de fregament que es crea entre les provetes i els plats o platines

col·locades a la premsa, faci disminuir les tensions internes de la proveta, afavorint així la seva resistència a compressió emprada per la premsa.

Cal també tenir en compte que en comparació de les resistències a compressió obtingudes en treball final e grau *TFG-Canal*, les resistències a compressió són més elevades. Un motiu d'aquest fet pot ser que la relació entre pressió de premsat i volum sigui també més elevada.

En els assaigs de les provetes senceres es relaciona la deformació amb la temperatura màxima de cocció. A major temperatura de cocció s'obtenen deformacions més baixes. No és tan clara però la relació amb la pressió de fabricació.

Es determinen tres tipus de comportaments diferents, segons les gràfiques dels resultats, de les peces senceres assajades a compressió fins a 180t. El comportament més general és que totes les provetes arriben a suportar una càrrega de 180t i en general es desprenen com a mínim un dels seus costats, i la secció passa de tenir una secció rectangular a una geometria de secció cònica.

Amb els transductors a l'assaig de càrrega de 180t es pot determinar de manera aproximada l'aparició de fissures dels cantells on estan situats i el despreniment dels mateixos, però no s'ha pogut utilitzar per relacionar la deformació de la peça amb la resistència a compressió de la mateixa.

7.2. Propietats tèrmiques

Pel que fa la conductivitat tèrmica, en general les provetes fabricades amb argila tenen millor conductivitat tèrmica que les fabricades amb fang. Només hi ha dos casos on el resultat de les fabricades amb fang ha sigut millor, però de manera poc significativa; aquets casos es troben a la pressió de fabricació de 30 kg/cm², per tant es pot concloure que a una pressió baixa es poden obtenir bones conductivitats tèrmiques de les provetes fabricades amb fang.

Hi ha una relació general entre la pressió de premsat i la conductivitat tèrmica en les provetes, aquesta és diferent entre les provetes fabricades amb fang i argila. Les d'argila tenen una millor conductivitat a major pressió, i les de fang al contrari. Per tant no es pot concloure que hi hagi una única millor pressió del premsat.

Pel que fa a la temperatura de cocció si que es pot dir que té una relació de manera conjunta, argila i fang, amb la conductivitat tèrmica. Es conclou de manera general que les provetes cuites a 900°C tenen una millor conductivitat tèrmica.

En comparació amb el valor orientatiu de conductivitat tèrmica del CEC (0,85 W/m·K) i que és també el que es mostra a la fitxa tècnica dels maons ecomanuals de Piera, són millors els valors obtinguts per les provetes fabricades amb argila i aproximadament menys de la meitat de les de fang.

Els resultats obtinguts en el treball final de grau *TFG-Canal*, són més baixos si es comparen amb els de les provetes fabricades amb fang. Això pot ser per un o varis motius, un d'ells pot esser que la pressió de premsat no té en compte el volum sinó la superfície, i com que les provetes tenen gruixos diferents, és possible que estiguin més compactades, és a dir, premsades a més pressió en relació al volum, i això impliqui un empitjorament general de la conductivitat tèrmica. També podria ser un motiu que les caixes porta provetes utilitzades per col·locar a la caixa calenta calibrada no han sigut les mateixes i que per tant poden tenir més o menys pèrdues de calor; per tant si fos així la caixa fabricada per les provetes senceres tindria més bon aïllament entre les cambres freda, calenta i l'exterior.

La resta de propietats tèrmiques analitzades, es conclou que els resultats de la transmitància tèrmica tenen una relació directa amb els de la conductivitat tèrmica, i per tant de manera general es poden considerar de la mateixa manera que la conductivitat tèrmica. El mateix es pot dir del flux de calor, que també té una relació directa amb la conductivitat tèrmica i la transmitància tèrmica.

7.3. Densitat aparent i relativa, absorció, i porositat i compacitat relativa

Pel que fa a les densitats, s'ha comprovat que la densitat aparent i la relativa són molt semblants per tant significa que el volum de porus oberts és molt poc significatiu. També degut a aquesta semblança, s'han analitzat conjuntament les dos densitats.

En general les provetes que tenen una densitat més alta són les premsades a 50 kg/cm² i les més baixes les premsades a 30 kg/cm². Per tant es pot concloure que hi ha una relació directa entre la densitat i la pressió del premsat.

La temperatura màxima de cocció no té una relació significativa amb les densitats.

Com a comparació de resultats de densitats de la ceràmica de Piera, segons la fitxa tècnica, la densitat aparent és de 1850 kg/m^3 , i els resultats obtinguts són de una densitat aparent de 1880 kg/m^3 . Tenint en compte aquestes dades es pot concloure que s'han obtingut dades semblants.

També cal tenir en compte que el resultat de la densitat aparent de les provetes de Piera és menor que el de la densitat relativa. Això pot ser a causa de la irregularitat de la superfície de les provetes, ja que en algunes es podien veure cantonades de secció corba i forats en alguna o varies cares; per tant no es tenen en compte alguns espais buits per determinar les dimensions, i pot donar a una relació més baixa entre el pes i el volum.

Les provetes fabricades amb argila tenen més densitat que les fabricades amb fang. Això, de manera general, no ens dona una relació lligada a la conductivitat tèrmica ni amb la resistència a compressió, però si s'analitzen per separat, es pot concloure que les fabricades amb argila, a major densitat, major és la resistència a compressió i menor la conductivitat tèrmica; i per altra banda les d'argila a major densitat, major és la resistència a compressió i també major la conductivitat tèrmica. Per tant es pot concloure que hi ha comportaments diferents depenent del material que s'utilitza per fer les provetes.

L'absorció es veu directament relacionada amb la pressió de fabricació, a major pressió de fabricació l'absorció és menor, per tant també es relaciona amb la densitat; a més densitat menor absorció. Per altra banda, la temperatura de cocció no té una relació significativa amb l'absorció.

Es considera que no hi ha diferències significatives d'absorció entre les provetes fabricades amb argila i fang, però si que ho són amb les de Piera ja que segons els resultats, l'absorció de les provetes fabricades són tres vegades majors que la dels maons de Piera. Això podria ser a causa de la utilització d'additius per fer augmentar la densitat de les provetes; un altre motiu pot ser la diferència del procés de fabricació i dels materials utilitzats.

La porositat relativa està també relacionada amb la pressió de fabricació però no ho fa de manera significativa amb la temperatura màxima de cocció. A major pressió de fabricació la porositat relativa és menor; d'aquesta manera també es relaciona amb l'absorció, la densitat, i, tenint en compte el material utilitzat per la fabricació, argila o fang, la conductivitat tèrmica i la resistència a compressió es relacionaran de diferents maneres.

La compacitat relativa va lligada directament a la porositat relativa, i per tant es pot dir que una alta compacitat relativa ve donada per una baixa porositat relativa, ja que, en tant per cent, les dues sumen un total de 100. D'aquesta manera es dedueix que a menor compacitat relativa hi haurà una major absorció i menor densitat.

7.4. Porositat real i microanàlisis

Els resultats de porositat real en general no han sigut els esperats ja que, la majoria de resultats, tots excepte quatre, són menors que els de la porositat relativa i, teòricament, hauria de ser al contrari.

Tampoc han sigut esperats els resultats de porositat real de Piera ja que no són gens semblants als de la porositat relativa; segons els resultats les provetes de Piera tindrien una porositat real de més de tres vegades més gran que la porositat aparent, i aquests resultats es consideren desproporcionats. Si comparem els resultats amb els del treball final de grau *TFG-Canal*, es pot veure que resultats de porositat real són superiors als de la porositat relativa, entre un 3 i 11%, i aquests resultats es poden considerar acceptables.

El fet d'obtenir uns resultats de porositat real no esperats pot ser degut a que les mostres obtingudes de les provetes no eren prou representatives, ja que només s'analitza una petita part d'una sola proveta de cada amassada; també pot ser un motiu que el mètode utilitzat per al càlcul de les porositats no sigui el més adequat. Tot i així les porositats reals tenen una relació amb la pressió de premsat, i per tant també es relacionen amb les porositats relatives.

Segons els resultats de porositat real, les provetes fetes amb fang són en general les més poroses.

A partir dels microanàlisis, es pot concloure que els elements que componen les provetes fabricades amb argila o fangs són molt semblants. Són semblants tant els elements que les componen com la seva quantitat.

Cal tenir en compte però, que mitjançant la tècnica EDX per l'anàlisi dels elements no es pot quantificar el contingut exacte de carboni ja que els resultats de carboni també formen part del

carboni pel qual està composta la resina epòxid on s'ha inclòs la mostra i el recobriment de carboni de la mostra per fer la observació.

Es conclou doncs que en general les provetes tenen, de major a menor quantitat, oxigen, silici, alumini, ferro, calci, potassi, magnesi, sodi, titani; i algunes provetes també tenen fluor, clor i manganés.

7.5. Estructures cristal·lines

Es pot concloure que de manera general que les provetes de fang i argila es componen, de major a menor intensitat, de quars, feldspat ortosa, albita, montmoril·lonita i moscovita.

En l'observació per separat de les dues sèries diferents, la d'argila i la de fang, la comparació a diferents temperatures màximes de cocció no mostra canvis significatius en la composició ni intensitat de les estructures cristal·lines de les provetes. Tampoc s'han observat canvis depenent de la pressió de premsat.

Pel que fa a la comparació de les estructures cristal·lines de les provetes fabricades amb argila i fang, es pot dir que no s'han trobat diferències significatives entre les mostres però sí que s'ha vist una certa diferència amb les de Piera ja que, aquesta última, només té estructures de quars, feldspat ortosa i albita.

Per tant es conclou doncs que no hi ha variacions significatives en relació a la temperatura màxima de cocció ni amb la pressió del premsat.

7.6. Conclusions finals

Finalment es conclou que tant la pressió del premsat i la temperatura de cocció influeixen sobre la resistència a compressió i conductivitat tèrmica dels maons massissos. Tot i que influeix de manera més significativa la pressió del premsat.

Aquesta influència però depèn també en gran part del material utilitzat per la fabricació, és a dir, les provetes fabricades només amb argila, sorra, i aigua, i les que, a més a més d'aquests materials, també s'utilitzen fangs sobrants procedents de la neteja d'àrids de les pròpies centrals d'àrids. Dit això podem concloure que els materials utilitzats també tenen una influència sobre la resistència a compressió i conductivitat tèrmica dels maons massissos.

Pel que fa als maons fabricats amb argila (argila, sorra i aigua), es pot concloure que les millors combinacions per a la seva fabricació són: una pressió de premsat de 50 kg/cm^2 i una temperatura de cocció de 950°C .

I pel que fa a la fabricació de maons amb fangs (argila, fangs sobrants procedents de centrals d'àrids, sorra i aigua), es conclou que les millors combinacions per a la seva fabricació són: una pressió de premsat de 50 kg/cm^2 i una temperatura de cocció de 950°C .

La densitat aparent, la densitat relativa, l'absorció, la porositat relativa, la compacitat relativa i la porositat real, es relacionen directament amb la pressió del premsat.

Els maons fabricats amb argila i els fabricats amb fangs tenen una semblant composició elemental i l'estructura cristal·lina, tenint en compte que la fabricació s'ha fet a diferents pressions de premsat i diferents temperatures màximes de cocció.

Per altra banda, els maons de Piera també tenen una composició elemental semblant a la dels maons fabricats amb argila i els fabricats amb fangs, però tenen menys tipus d'estructures cristal·lines. Per tant es pot concloure que aquestes diferències poden venir donades per la utilització d'un mètode de fabricació i materials diferents.

També cal dir que s'han assolit els objectius originals del treball i d'altres que s'han originat a mesura que s'ha anat fent el treball en qüestió.

8. Propostes d'investigació

Per a seguir la investigació a partir d'aquest treball final de grau, tenint en compte les conclusions finals, es proposen el següent:

- Pel que fa l'estudi de la resistència a compressió amb la peça sencera, es podrien fer estudis amb màquines d'assaig a compressió de més alt tonatge per a poder estudiar el comportament de les provetes i la màxima resistència a compressió.
- En relació a la resistència a compressió normalitzada, es proposa fer un estudi més ampli, com a mínim de 6 provetes de cada sèrie.
- Per a un futur es proposa també fer un estudi el qual es pugui fer un amassat amb més volum de material per la fabricació de maons ja que aquest pot ser un dels motius d'algunes altes dispersions dels resultats obtinguts.
- Tenint en compte les capacitats de la caixa calenta calibrada utilitzada per fer els assaigs, es proposa fer assaigs amb caixes calentes normalitzades i comparar-ne els resultats.
- Es proposa modificar el mètode d'anàlisi de porositats reals mitjançant l'anàlisi d'imatges obtingudes amb microscopi electrònic de rastreig i comparar-ne els resultats obtinguts per un altre mètode d'assaig.
- També es proposa variar les temperatures màximes de cocció i les pressions de premsat amb l'objectiu de buscar la relació més òptima entre la resistència a compressió i la conductivitat tèrmica.
- Per últim, es proposa la fabricació de ceràmica amb la utilització d'altres materials reciclats, és a dir, fabricar ceràmica a partir d'argila, sorra, aigua i un altre material, o bé amb argila, fangs sobrants procedents de centrals d'àrids, sorra, aigua i un altre material.

9. Referències bibliogràfiques

9.1. Articles i congressos

Arezki S., Chelouah N., Tahakourt A. (2016) *The effect of the addition of ground olive stones on the physical and mechanical properties of clay bricks*. *Materiales de construcción* 66, 322, April-June 2016, e093.

Balgaranova J., Petkov A., Pavlova L., Alexandrova A. (2003) *Utilization of wastes from the coke-chemical production and sewage sludge as additives in the brick-clay*. *Water, Air, and Soil Pollution* 150, 103–111.

Chamorro M. A., Pareta M. M., Berthelsen B. E., Janer F. X. (2016) *The exploitation of sludge from aggregate plants in the manufacture of porous fired clay bricks*. *Materiales de construcción* 66, 323, July-September 2016, e093.

Coletti C., Maritan L., Cultrone G., Mazzoli C. (2016) *Use of industrial ceramic sludge in brick production: Effect on aesthetic quality and physical properties*. *Construction and Building Materials* 124, 219–227.

Crespo, R., Jiménez, R. (2011). *Utilización de lodos procedentes del lavado de áridos naturales en la producción de materiales de construcción*. IX Congreso cubano de geología.

Demir, I. (2008) *Effect of organic residues addition on the technological properties of clay bricks*. *Waste Management* 28, 622-627.

Galán R. J., Merino A., Bueno S. (2012) *Utilización de nuevas materias primas y residuos Industriales para mejorar las posibilidades de uso de los materiales cerámicos del área de Bailén (Jaén)*. *Materiales de construcción* 63, 312, 553-568.

Kadir A., Mohajerani A. (2011) *Bricks: an excellent building material for recycling wastes – a review*. *Environmental Management and Engineering (EME)* 2011

Kizinievic O., Zurauskiene R., Kizinievic V., Zurauskas R. (2013) *Utilisation of sludge waste from water treatment for ceramic products*. *Construction and Building Materials* 41, 464–473.

- Monteiro S. N., Alexandre J., Margem J. I., Sánchez R., Vieira C.M.F. (2008) *Incorporation of sludge waste from water treatment plant into red ceramic*. *Construction and Building Materials* 22, 1281–1287.
- Mymrin V. A., Alekseev K. P., Zelinskaya E. V., Tolmacheva N. A., Catai R. E. (2014) *Industrial sewage slurry utilization for red ceramics production*. *Construction and Building Materials* 66, 368–374.
- Narendra A, Pathrose C. (2017) *Development of thermally efficient fibre-based eco-friendly brick reusing locally available waste materials*. *Construction and Building Materials* 133 , 275–284.
- Pérez L., Corpas F.A., Martínez S., Artiaga R., Pascual J. (2012) *Manufacturing new ceramic materials from clay and red mud derived from the aluminium industry*. *Construction and Building Materials* 35, 656-665.
- Raut S.P., Ralegaonkar R.V, Mandavgane S.A. (2011) *Development of sustainable construction material using industrial and agricultural solid waste: A review of waste-create bricks*. *Construction and Building Materials* 25, 4037–4042.
- Sutcu M., Alptekin H., Erdogmus E., Er Y., Gencil O. (2015) *Characteristics of fired clay bricks with waste marble powder addition as building materials*. *Construction and Building Materials* 82 (2015), 1–8. *Construction and Building Materials* 91, 86–93.
- Ukwatta A., Mohajerani A, Setunge S., Eshtiaghi N. (2015) *Possible use of biosolids in fired-clay bricks*. *Construction and Building Materials* 91, 86–93.
- Vázquez M., Jiménez J. (2004) *Materias primas ricas en arcilla de las Capas Rojas Triásicas (Norte de Jaén, España) para fabricar materiales cerámicos de construcción*. *Materiales de Construcción*, 273, 5-20.

9.2. Treballs finals de grau i tesines

Oliver I. (2011) *Estudi de l'aprofitament de subproductes industrials procedents del tractament d'àrids com matèria primera ceràmica*. Tesina. Universitat Politècnica de Catalunya. Tutor: Viladevall M.

Berthelsen B., Janer F.X. (2012) *Reaprofitament dels fangs sobrants d'una central d'àrids per a la seva aplicació a la construcció*. Projecte/Treball Final de Carrera. Universitat de Girona. Tutor: Pareta M. M.

Vergeli M. (2015) *Ampliació i perfeccionament de l'estudi de l'obtenció de peces ceràmiques a partir de l'aprofitament dels fangs sobrants d'una central d'àrids*. Treball final de grau. Tutor: Pareta M. M.

Martil J., Mestre A. (2014) *Reaprofitament dels fangs sobrants d'una central d'àrids per, a la fabricació de rajols i rajoles*. Treball final de grau. Universitat de Girona. Tutor: Pareta M. M.

Lozano A., Cortals J. (2015) *Influència dels fangs sobrants d'una central d'àrids per la seva aplicació en la construcció*. Projecte final de carrera. Universitat de Girona. Tutor: Chamorro M. A.

Canal J. (2016) *Influència de la pressió de fabricació i temperatura de cocció en la resistència a compressió i conductivitat tèrmica de la ceràmica porosa fabricada amb fangs procedents de centrals d'àrids*. Treball final de grau. Tutor: Chamorro M. A.

9.3. Normativa

CTE DB-HE (*Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HE Ahorro de Energía*)

UNE 103-301-94 *Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática*.

UNE 103-105-93 *Determinación de la densidad mínima de una arena*

UNE-EN 771-1:2011+A1 *Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. Parte 1: piezas de arcilla cocida*.

UNE-EN 772-1:2011+A1 *Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 1: Determinación de la resistencia a compresión.*

UNE EN 772-13 *Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 13: Determinación de la densidad absoluta seca y de la densidad aparente seca de piezas para fábrica de albañilería (excepto piedra natural).*

UNE-EN 772-16 *Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 16: Determinación de las dimensiones.*

UNE EN 772-3 *Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 3: Determinación del volumen neto y del porcentaje de huecos por pesada hidrostática de piezas de arcilla cocida para fábrica de albañilería.*

UNE-EN ISO 8990 *Determinación de las propiedades de transmisión térmica en régimen estacionario. Métodos de la caja caliente guardada i calibrada. (ISO 8990:1994).*

9.4. Altres

Àrids Guixeras S. L., <http://www.aridsguixeras.cat>.

Argiles Colades S. A., <http://www.argilescolades.com>.

Ceràmiques Piera S. L., <http://www.pieraecoceramica.com>.

ImageJ, <https://imagej.nih.gov/ij>.

Normensand GmbH, <https://www.normensand.de>.

Serveis Tècnics de Recerca de la Universitat de Girona,
<http://www2.udg.edu/tabid/12511/language/ca-ES/Default.aspx>.

10. Agraïments

En primer lloc, vull donar les gràcies al meu tutor del treball final de grau, en Miquel Àngel Chamorro Trenado ja que m'ha resolt molts dubtes i m'ha guiat de manera satisfactòria en situacions complicades.

Agraeixo de manera especial a en Pere Bellvehi Cassadella, que gracies a la seva gran ajuda al laboratori i amb moltes hores de dedicació, ha sigut possible l'elaboració d'aquest treball.

Vull agrair a en Joan Llorenç Sulivera, per les seves recomanacions i la resolució d'un seguit de dubtes que m'han sigut molt útils per l'elaboració del treball, a l'Elena Vilagran Grau, que em va donar un cop de mà en alguns aspectes del treball, i també a la resta de professors que he tingut aquests últims anys i dels quals he après moltes coses.

Un gran agraïment a en Dani Reyes Bautista i en Xavier Fonrodona Gubau, que m'han ajudat molt en l'anàlisi de mostres, i també a en Jordi Blavia Bergós i la Carme Carulla Contreras per fer possible aquests anàlisis.

Agraeixo a Argiles Colades S.A. i a Àrids Guixeras S.L. per la seva col·laboració en el treball.

Dono les gràcies als companys perquè junts hem anat superant els reptes del grau i també hem viscut molt bones experiències.

Agraeixo a la meva família, especialment a la meva mare i als meus avis, que sempre m'han donat suport i m'han animat a seguir endavant en moments difícils.

Voldria agrair també als amics, que, a més de fer-me gaudir de la vida, em fan costat quan em cal.

Finalment també vull agrair a la resta als professors que he tingut i dels quals gran part del que he après fins ara és gracies a ells.

11. Annexes

11.1. Especejament del motlle d'acer i els suplementes

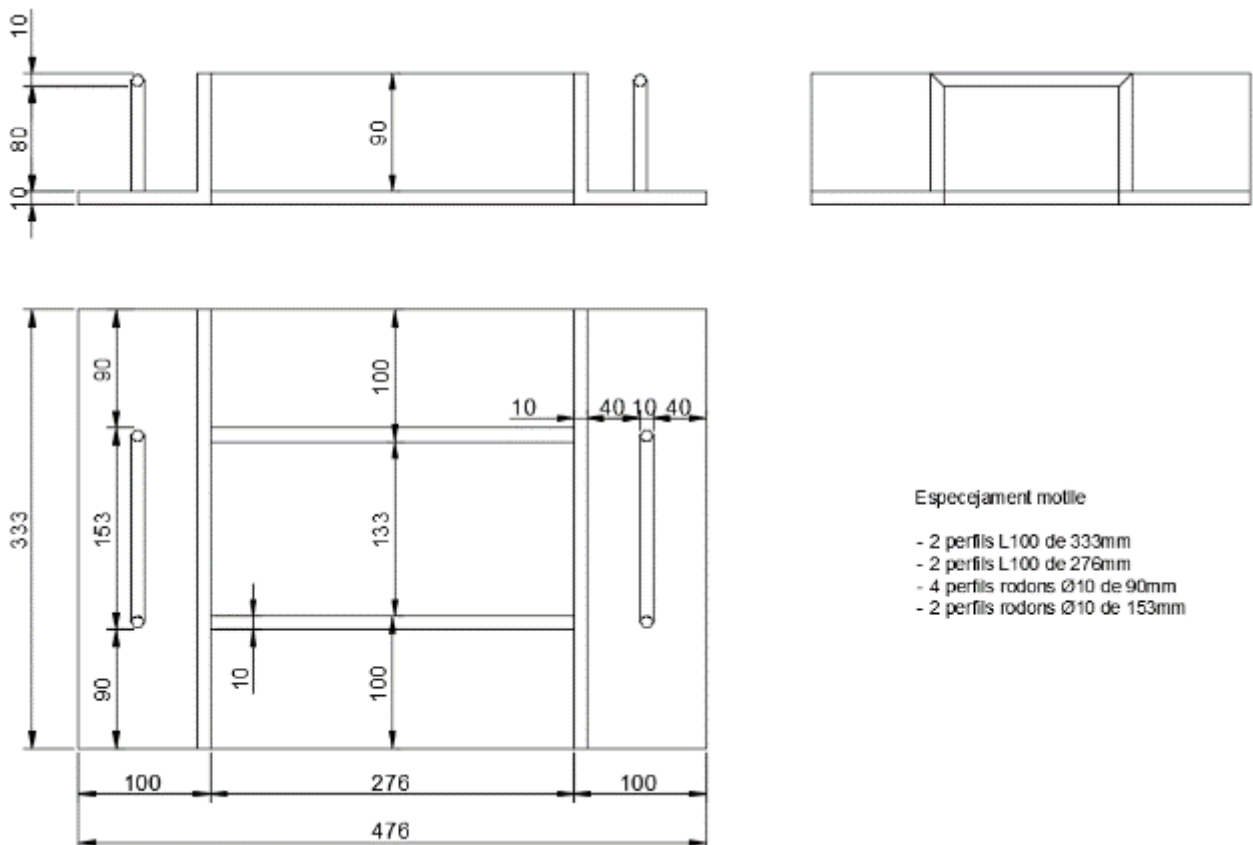


Figura 185. Especejament del motlle d'acer

Font. David Morillas

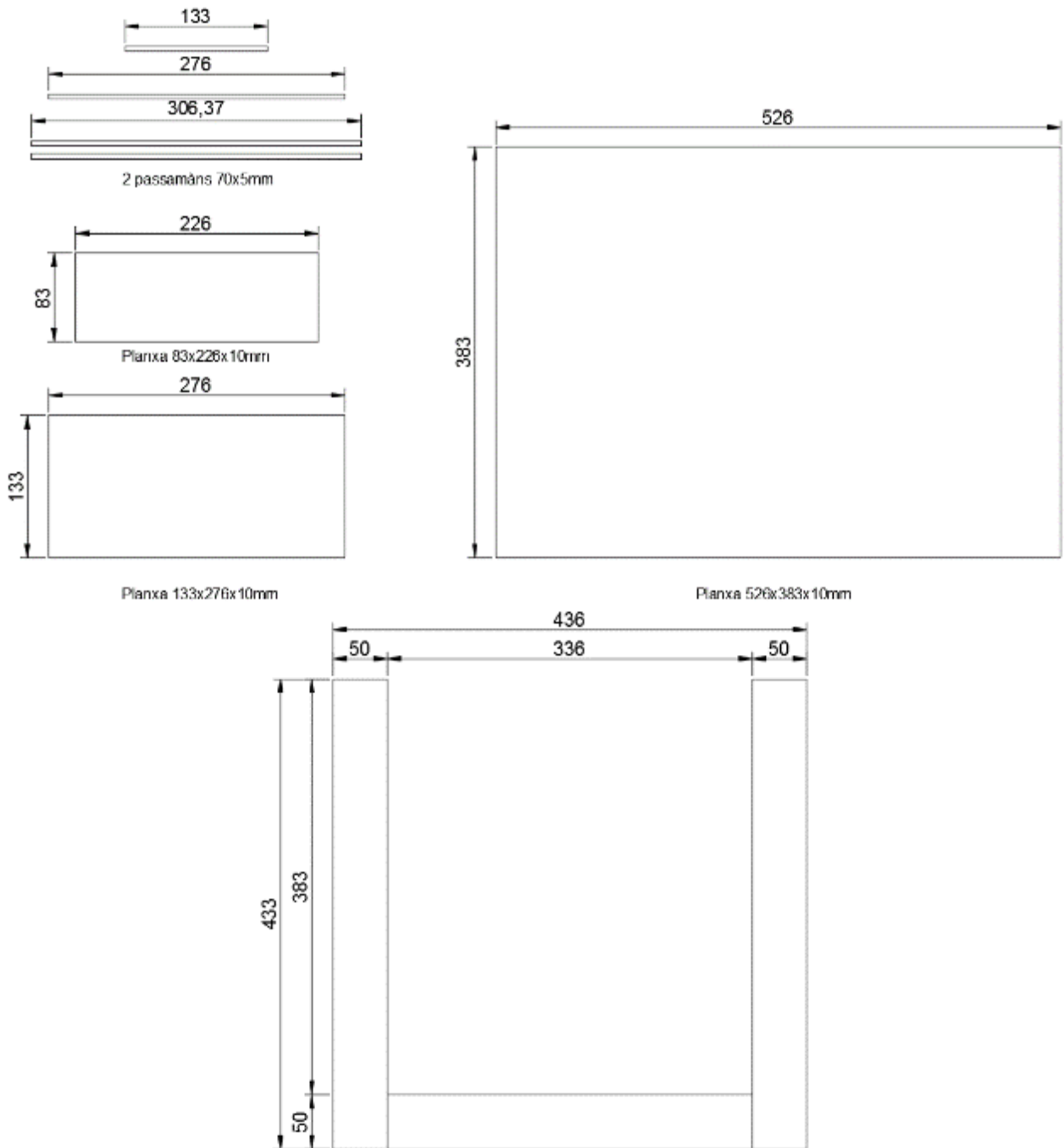


Figura 186. Espejament suplement del motle d'acer

Font. David Morillas

11.2. Mesures de les provetes desemmotllades, assecades i cuites

Dimensions (mm), volum (cm³), massa (g), densitat aparent (g/cm³) de les provetes PA30850:

Desemmotllades

Peça	Dimensions									Volum	Massa	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PA308501	276,00	277,00	276,50	134,50	136,00	135,25	44,00	44,00	44,00	1645,452	3600	2,188
PA308502	276,00	276,50	276,25	134,50	136,00	135,25	44,00	44,00	44,00	1643,964	3600	2,190
PA308503	276,00	277,00	276,50	135,00	136,00	135,50	44,00	44,00	44,00	1648,493	3600	2,184
PA308504	276,00	277,00	276,50	135,00	136,00	135,50	44,00	44,00	44,00	1648,493	3603	2,186
PA308505	276,00	276,50	276,25	135,00	136,00	135,50	44,00	44,00	44,00	1647,003	3603	2,188
PA308506	276,50	277,00	276,75	135,00	136,00	135,50	44,00	44,00	44,00	1649,984	3601	2,182

Assecades

Peça	Dimensions									Volum	Massa	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PA308501	276,00	277,00	276,50	134,50	136,00	135,25	44,00	44,00	44,00	1645,452	3600	2,188
PA308502	276,00	276,50	276,25	134,50	136,00	135,25	44,00	44,00	44,00	1643,964	3600	2,190
PA308503	276,00	277,00	276,50	135,00	136,00	135,50	44,00	44,00	44,00	1648,493	3600	2,184
PA308504	276,00	277,00	276,50	135,00	136,00	135,50	44,00	44,00	44,00	1648,493	3603	2,186
PA308505	276,00	276,50	276,25	135,00	136,00	135,50	44,00	44,00	44,00	1647,003	3603	2,188
PA308506	276,50	277,00	276,75	135,00	136,00	135,50	44,00	44,00	44,00	1649,984	3601	2,182

Cuites

Peça	Dimensions									Volum	Massa	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PA308501	276,00	277,00	276,50	134,50	136,00	135,25	44,00	44,00	44,00	1645,452	3600	2,188
PA308502	276,00	276,50	276,25	134,50	136,00	135,25	44,00	44,00	44,00	1643,964	3600	2,190
PA308503	276,00	277,00	276,50	135,00	136,00	135,50	44,00	44,00	44,00	1648,493	3600	2,184
PA308504	276,00	277,00	276,50	135,00	136,00	135,50	44,00	44,00	44,00	1648,493	3603	2,186
PA308505	276,00	276,50	276,25	135,00	136,00	135,50	44,00	44,00	44,00	1647,003	3603	2,188
PA308506	276,50	277,00	276,75	135,00	136,00	135,50	44,00	44,00	44,00	1649,984	3601	2,182

Taula 48. Mesures PA30850

Dimensions (mm), volum (cm³), massa (g), densitat aparent (g/cm³) de les provetes PA30900:

Desemmotllades

Peça	Mesures									Volum	Massa	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PA308501	276,00	277,00	276,50	134,50	136,00	135,25	44,00	44,00	44,00	1645,452	3600	2,188
PA308502	276,00	276,50	276,25	134,50	136,00	135,25	44,00	44,00	44,00	1643,964	3600	2,190
PA308503	276,00	277,00	276,50	135,00	136,00	135,50	44,00	44,00	44,00	1648,493	3600	2,184
PA308504	276,00	277,00	276,50	135,00	136,00	135,50	44,00	44,00	44,00	1648,493	3603	2,186
PA308505	276,00	276,50	276,25	135,00	136,00	135,50	44,00	44,00	44,00	1647,003	3603	2,188
PA308506	276,50	277,00	276,75	135,00	136,00	135,50	44,00	44,00	44,00	1649,984	3601	2,182

Assecades

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PA309001	273,50	273,00	273,25	133,50	134,00	133,75	43,00	43,50	43,25	1580,666	3250	2,056
PA309002	273,00	273,50	273,25	133,00	134,00	133,50	43,00	43,00	43,00	1568,592	3254	2,074
PA309003	273,50	273,50	273,50	133,50	134,00	133,75	43,50	44,00	43,75	1600,402	3252	2,032
PA309004	274,00	273,50	273,75	133,50	134,00	133,75	43,50	44,00	43,75	1601,865	3242	2,024
PA309005	274,00	273,50	273,75	133,50	134,00	133,75	43,50	44,00	43,75	1601,865	3243	2,025
PA309006	274,00	273,50	273,75	133,50	134,00	133,75	43,50	43,50	43,50	1592,712	3245	2,037

Cuïtes

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PA309001	274,50	275,00	274,75	134,00	135,00	134,50	43,00	43,50	43,25	1598,255	3033	1,898
PA309002	274,50	275,00	274,75	133,50	135,00	134,25	43,00	43,50	43,25	1595,284	3030	1,899
PA309003	274,50	275,00	274,75	134,00	134,50	134,25	43,00	44,00	43,50	1604,506	3025	1,885
PA309004	275,00	275,00	275,00	134,00	134,50	134,25	43,50	44,00	43,75	1615,195	3015	1,867
PA309005	275,00	275,50	275,25	134,00	135,00	134,50	43,50	44,00	43,75	1619,674	3025	1,868
PA309006	275,00	275,00	275,00	134,00	134,50	134,25	43,50	44,00	43,75	1615,195	3021	1,870

Taula 49. Mesures PA30900

Dimensions (mm), volum (cm³), massa (g), densitat aparent (g/cm³) de les provetes PA30950:

Desemmotllades

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PA309501	276,00	276,50	276,25	135,00	135,50	135,25	44,00	43,50	43,75	1634,623	3600	2,202
PA309502	276,00	276,50	276,25	135,00	135,50	135,25	43,50	44,00	43,75	1634,623	3604	2,205
PA309503	276,00	276,50	276,25	135,00	135,50	135,25	43,50	43,50	43,50	1625,282	3601	2,216
PA309504	276,00	276,50	276,25	135,00	135,50	135,25	44,00	44,50	44,25	1653,304	3601	2,178
PA309505	276,00	276,50	276,25	135,00	135,50	135,25	44,00	44,50	44,25	1653,304	3600	2,177
PA309506	276,00	276,50	276,25	135,00	135,50	135,25	44,00	44,50	44,25	1653,304	3601	2,178

Assecades

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PA309501	273,50	273,00	273,25	133,50	134,00	133,75	43,50	43,00	43,25	1580,666	3230	2,043
PA309502	273,50	273,00	273,25	133,50	134,00	133,75	43,00	43,00	43,00	1571,529	3233	2,057
PA309503	273,50	273,50	273,50	133,50	134,00	133,75	43,00	43,00	43,00	1572,967	3232	2,055
PA309504	274,00	273,50	273,75	133,50	134,00	133,75	43,50	44,00	43,75	1601,865	3223	2,012
PA309505	274,00	273,50	273,75	133,50	134,00	133,75	43,50	44,00	43,75	1601,865	3221	2,011
PA309506	274,00	273,50	273,75	133,50	134,00	133,75	43,50	44,00	43,75	1601,865	3224	2,013

Cuïtes

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PA309501	274,00	274,50	274,25	134,00	134,50	134,25	43,50	43,50	43,50	1601,586	3024	1,888
PA309502	274,00	274,50	274,25	134,00	134,50	134,25	43,00	43,50	43,25	1592,381	3024	1,899
PA309503	274,00	274,50	274,25	134,00	134,50	134,25	43,00	43,50	43,25	1592,381	3022	1,898
PA309504	274,50	274,50	274,50	134,00	134,50	134,25	44,00	44,50	44,25	1630,684	3017	1,850
PA309505	275,00	274,50	274,75	134,00	134,50	134,25	43,50	44,50	44,00	1622,948	3014	1,857
PA309506	274,50	274,50	274,50	134,00	134,50	134,25	43,50	44,50	44,00	1621,472	3015	1,859

Taula 50. Mesures PA30950

Dimensions (mm), volum (cm⁴), massa (g), densitat aparent (g/cm⁴) de les provetes PA40850:

Desemmotllades

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PA408501	276,00	277,00	276,50	135,00	135,50	135,25	43,00	43,50	43,25	1617,404	3590	2,220
PA408502	276,00	277,00	276,50	135,00	135,50	135,25	43,50	43,50	43,50	1626,753	3598	2,212
PA408503	276,00	277,00	276,50	135,00	135,50	135,25	43,50	43,50	43,50	1626,753	3596	2,211
PA408504	276,00	277,00	276,50	135,00	136,00	135,50	43,50	44,00	43,75	1639,127	3599	2,196
PA408505	276,00	276,50	276,25	134,50	136,00	135,25	43,50	44,00	43,75	1634,623	3599	2,202
PA408506	276,00	276,50	276,25	134,50	136,00	135,25	43,50	44,00	43,75	1634,623	3601	2,203

Assecades

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PA408501	273,00	273,50	273,25	133,00	134,00	133,50	42,00	43,00	42,50	1550,352	3236	2,087
PA408502	273,00	273,00	273,00	133,00	134,00	133,50	43,00	42,50	42,75	1558,045	3244	2,082
PA408503	273,00	273,50	273,25	133,00	134,00	133,50	43,00	43,00	43,00	1568,592	3248	2,071
PA408504	273,50	274,00	273,75	133,50	134,50	134,00	43,00	43,50	43,25	1586,518	3239	2,042
PA408505	273,50	273,50	273,50	133,50	134,50	134,00	43,00	43,50	43,25	1585,069	3239	2,043
PA408506	273,50	274,00	273,75	133,50	134,50	134,00	43,00	43,50	43,25	1586,518	3239	2,042

Cuïtes

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PA408501	274,50	275,00	274,75	134,00	134,50	134,25	42,50	43,50	43,00	1586,063	3038	1,915
PA408502	274,50	274,50	274,50	134,00	135,00	134,50	43,00	43,00	43,00	1587,571	3042	1,916
PA408503	274,50	275,00	274,75	134,00	134,50	134,25	42,50	43,00	42,75	1576,842	3050	1,934
PA408504	275,00	275,50	275,25	134,00	135,00	134,50	43,00	43,50	43,25	1601,164	3034	1,895
PA408505	275,00	275,50	275,25	134,00	135,00	134,50	43,00	43,50	43,25	1601,164	3041	1,899
PA408506	275,00	275,50	275,25	134,00	135,00	134,50	43,00	43,50	43,25	1601,164	3034	1,895

Taula 51. Mesures PA40850

Dimensions (mm), volum (cm⁴), massa (g), densitat aparent (g/cm⁴) de les provetes PA40900:

Desemmotllades

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PA409001	276,00	277,00	276,50	135,00	136,00	135,50	43,00	44,00	43,50	1629,760	3603	2,211
PA409002	276,50	277,00	276,75	135,00	136,00	135,50	43,00	44,00	43,50	1631,234	3602	2,208
PA409003	276,00	277,00	276,50	135,00	136,00	135,50	43,00	44,00	43,50	1629,760	3601	2,210
PA409004	276,00	277,00	276,50	135,00	136,00	135,50	43,50	44,00	43,75	1639,127	3604	2,199
PA409005	276,50	277,00	276,75	135,00	136,00	135,50	43,00	44,00	43,50	1631,234	3600	2,207
PA409006	276,50	277,00	276,75	135,00	136,00	135,50	43,50	44,00	43,75	1640,609	3603	2,196

Assecades

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PA409001	273,00	273,50	273,25	133,50	134,00	133,75	43,00	43,50	43,25	1580,666	3217	2,035
PA409002	273,50	273,50	273,50	133,50	134,00	133,75	43,00	43,50	43,25	1582,112	3217	2,033
PA409003	273,00	273,50	273,25	133,00	134,00	133,50	43,00	43,00	43,00	1568,592	3217	2,051
PA409004	273,50	273,00	273,25	133,50	134,00	133,75	43,00	43,00	43,00	1571,529	3215	2,046
PA409005	273,00	273,00	273,00	133,50	134,00	133,75	43,00	43,50	43,25	1579,220	3214	2,035
PA409006	273,50	273,50	273,50	133,00	134,00	133,50	43,00	43,00	43,00	1570,027	3220	2,051

Cuïtes

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PA409001	274,50	275,50	275,00	134,00	135,00	134,50	43,00	43,50	43,25	1599,709	3032	1,895
PA409002	274,50	275,00	274,75	134,00	135,00	134,50	43,00	43,50	43,25	1598,255	3023	1,891
PA409003	274,50	275,00	274,75	134,00	134,50	134,25	43,00	43,50	43,25	1595,284	3020	1,893
PA409004	274,50	275,00	274,75	134,00	134,50	134,25	43,00	43,50	43,25	1595,284	3020	1,893
PA409005	274,50	275,50	275,00	134,00	135,00	134,50	43,00	43,50	43,25	1599,709	3023	1,890
PA409006	274,50	275,00	274,75	134,00	134,50	134,25	43,00	43,50	43,25	1595,284	3023	1,895

Taula 52. Mesures PA40900

Dimensions (mm), volum (cm⁴), massa (g), densitat aparent (g/cm⁴) de les provetes PA40950:

Desemmotllades

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PA409501	276,00	277,00	276,50	135,00	135,50	135,25	43,50	44,00	43,75	1636,102	3601	2,201
PA409502	276,00	277,00	276,50	135,00	135,50	135,25	43,50	44,00	43,75	1636,102	3603	2,202
PA409503	276,00	276,50	276,25	134,50	135,50	135,00	43,00	44,00	43,50	1622,278	3602	2,220
PA409504	276,00	277,00	276,50	135,00	135,50	135,25	43,50	43,50	43,50	1626,753	3599	2,212
PA409505	276,00	277,00	276,50	135,00	135,50	135,25	43,50	43,50	43,50	1626,753	3601	2,214
PA409506	276,00	277,00	276,50	135,00	135,50	135,25	43,00	43,50	43,25	1617,404	3601	2,226

Assecades

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PA409501	274,00	273,50	273,75	133,50	134,00	133,75	43,00	43,50	43,25	1583,558	3225	2,037
PA409502	273,00	273,50	273,25	133,50	134,00	133,75	42,50	43,00	42,75	1562,392	3230	2,067
PA409503	273,00	273,50	273,25	133,50	134,00	133,75	42,50	43,50	43,00	1571,529	3231	2,056
PA409504	273,00	273,50	273,25	133,50	134,00	133,75	43,00	43,50	43,25	1580,666	3220	2,037
PA409505	273,00	273,00	273,00	133,50	134,00	133,75	43,00	43,50	43,25	1579,220	3226	2,043
PA409506	273,00	273,50	273,25	133,50	134,00	133,75	43,00	43,50	43,25	1580,666	3229	2,043

Cuïtes

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PA409501	275,00	275,50	275,25	134,00	135,00	134,50	43,00	43,50	43,25	1601,164	3053	1,907
PA409502	275,00	276,00	275,50	134,00	135,00	134,50	43,00	43,50	43,25	1602,618	3042	1,898
PA409503	275,00	276,00	275,50	134,00	135,00	134,50	43,00	44,00	43,50	1611,882	3043	1,888
PA409504	275,00	275,50	275,25	134,00	135,00	134,50	43,00	43,50	43,25	1601,164	3048	1,904
PA409505	275,00	275,50	275,25	134,00	135,00	134,50	43,00	43,50	43,25	1601,164	3045	1,902
PA409506	275,00	275,50	275,25	134,00	135,00	134,50	43,00	43,50	43,25	1601,164	3048	1,904

Taula 53. Mesures PA40950

Dimensions (mm), volum (cm⁵), massa (g), densitat aparent (g/cm⁵) de les provetes PA50850:

Desemmotllades

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PA508501	276,00	276,00	276,00	136,00	135,00	135,50	42,00	44,00	43,00	1608,114	3577	2,224
PA508502	276,00	276,00	276,00	135,00	135,00	135,00	42,00	44,00	43,00	1602,180	3580	2,234
PA508503	275,00	277,00	276,00	135,00	135,00	135,00	41,50	44,00	42,75	1592,865	3585	2,251
PA508504	275,50	276,00	275,75	135,00	135,50	135,25	42,00	44,00	43,00	1603,693	3587	2,237
PA508505	276,00	276,00	276,00	135,00	135,50	135,25	42,00	43,00	42,50	1586,483	3586	2,260
PA508506	275,50	276,00	275,75	135,00	135,50	135,25	42,00	43,00	42,50	1585,045	3589	2,264

Assecades

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PA508501	273,50	272,00	272,75	134,50	133,50	134,00	41,00	44,00	42,50	1553,311	3208	2,065
PA508502	273,00	273,00	273,00	133,00	134,50	133,75	41,00	44,00	42,50	1551,834	3219	2,074
PA508503	273,00	273,00	273,00	133,00	134,50	133,75	41,00	43,50	42,25	1542,706	3211	2,081
PA508504	273,00	273,00	273,00	133,50	134,00	133,75	41,50	44,00	42,75	1560,963	3213	2,058
PA508505	273,00	273,00	273,00	133,50	134,50	134,00	42,00	43,00	42,50	1554,735	3215	2,068
PA508506	273,00	273,00	273,00	133,50	134,00	133,75	42,00	43,00	42,50	1551,834	3220	2,075

Cuïtes

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PA508501	274,00	274,50	274,25	134,50	134,50	134,50	41,50	44,00	42,75	1576,903	3020	1,915
PA508502	274,50	275,00	274,75	134,00	135,00	134,50	42,00	43,50	42,75	1579,778	3032	1,919
PA508503	274,00	274,50	274,25	134,00	135,00	134,50	41,50	44,00	42,75	1576,903	3027	1,920
PA508504	274,00	274,50	274,25	134,00	135,00	134,50	41,50	44,00	42,75	1576,903	3030	1,921
PA508505	274,50	275,00	274,75	134,00	135,00	134,50	41,50	43,00	42,25	1561,301	3035	1,944
PA508506	274,50	274,50	274,50	134,00	134,50	134,25	42,00	43,00	42,50	1566,194	3025	1,931

Taula 54. Mesures PA50850

Dimensions (mm), volum (cm⁵), massa (g), densitat aparent (g/cm⁵) de les provetes PA50900:

Desemmotllades

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PA509001	275,50	276,00	275,75	135,50	136,00	135,75	42,50	44,00	43,25	1618,980	3592	2,219
PA509002	276,00	276,00	276,00	135,00	136,00	135,50	42,50	44,00	43,25	1617,464	3595	2,223
PA509003	276,50	276,00	276,25	135,00	136,00	135,50	42,50	44,00	43,25	1618,929	3598	2,222
PA509004	276,00	276,50	276,25	134,50	136,00	135,25	42,50	44,00	43,25	1615,942	3597	2,226
PA509005	276,00	276,50	276,25	135,00	136,00	135,50	42,50	44,00	43,25	1618,929	3602	2,225
PA509006	276,00	276,50	276,25	135,00	136,00	135,50	42,50	43,00	42,75	1600,213	3598	2,248

Assecades

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PA509001	273,00	274,00	273,50	134,00	134,50	134,25	42,00	43,00	42,50	1560,488	3242	2,078
PA509002	273,00	274,00	273,50	133,50	134,50	134,00	42,00	43,00	42,50	1557,583	3248	2,085
PA509003	273,50	274,00	273,75	133,50	134,50	134,00	42,00	43,00	42,50	1559,006	3250	2,085
PA509004	273,00	274,00	273,50	133,50	134,50	134,00	42,00	43,00	42,50	1557,583	3242	2,081
PA509005	273,00	274,00	273,50	133,50	134,50	134,00	42,00	43,00	42,50	1557,583	3248	2,085
PA509006	273,00	273,50	273,25	133,50	134,50	134,00	42,00	42,50	42,25	1547,005	3243	2,096

Cuïtes

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PA509001	274,50	275,00	274,75	134,00	135,00	134,50	42,00	43,00	42,50	1570,540	3054	1,945
PA509002	274,00	275,00	274,50	134,00	135,00	134,50	42,00	43,00	42,50	1569,111	3048	1,943
PA509003	274,50	275,00	274,75	134,00	135,00	134,50	42,00	43,50	42,75	1579,778	3050	1,931
PA509004	274,00	275,00	274,50	134,00	135,00	134,50	42,00	43,00	42,50	1569,111	3061	1,951
PA509005	274,00	275,00	274,50	134,00	135,00	134,50	42,00	43,00	42,50	1569,111	3053	1,946
PA509006	274,00	274,50	274,25	134,00	135,00	134,50	42,00	43,00	42,50	1567,682	3054	1,948

Taula 55. Mesures PA50900

Dimensions (mm), volum (cm⁵), massa (g), densitat aparent (g/cm⁵) de les provetes PA50950:

Desemmotllades

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PA509501	276,00	276,00	276,00	135,00	135,00	135,00	43,00	43,00	43,00	1602,180	3596	2,244
PA509502	275,50	276,00	275,75	135,00	135,50	135,25	43,00	43,00	43,00	1603,693	3595	2,242
PA509503	276,00	276,00	276,00	135,00	135,00	135,00	42,50	43,50	43,00	1602,180	3594	2,243
PA509504	276,00	276,00	276,00	134,50	135,50	135,00	43,00	44,50	43,75	1630,125	3599	2,208
PA509505	276,00	276,00	276,00	135,00	135,50	135,25	43,00	44,00	43,50	1623,812	3599	2,216
PA509506	276,00	276,00	276,00	135,00	135,50	135,25	43,00	44,00	43,50	1623,812	3598	2,216

Assecades

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PA509501	273,00	273,50	273,25	133,50	133,50	133,50	42,00	42,50	42,25	1541,232	3229	2,095
PA509502	272,50	273,50	273,00	133,50	133,50	133,50	42,00	42,50	42,25	1539,822	3227	2,096
PA509503	273,00	273,50	273,25	133,00	133,50	133,25	42,00	43,00	42,50	1547,449	3226	2,085
PA509504	273,00	274,00	273,50	133,00	134,00	133,50	41,50	43,50	42,50	1551,771	3221	2,076
PA509505	273,00	274,00	273,50	133,00	134,00	133,50	42,00	43,00	42,50	1551,771	3222	2,076
PA509506	273,00	273,50	273,25	133,50	134,00	133,75	42,00	43,00	42,50	1553,255	3223	2,075

Cuïtes

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PA509501	274,00	274,00	274,00	134,00	134,00	134,00	42,50	43,00	42,75	1569,609	3027	1,929
PA509502	274,00	274,00	274,00	134,00	134,50	134,25	42,50	43,00	42,75	1572,537	3021	1,921
PA509503	274,00	274,00	274,00	133,50	134,00	133,75	42,50	43,00	42,75	1566,681	3018	1,926
PA509504	274,00	274,00	274,00	133,50	134,50	134,00	42,00	44,00	43,00	1578,788	3015	1,910
PA509505	274,50	274,50	274,50	133,50	134,50	134,00	42,50	43,50	43,00	1581,669	3020	1,909
PA509506	274,50	274,50	274,50	133,50	134,50	134,00	42,50	43,00	42,75	1572,473	3018	1,919

Taula 56. Mesures PA50950

Dimensions (mm), volum (cm³), massa (g), densitat aparent (g/cm³) de les provetes PF30850:

Desemmotllades

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PF308501	276,50	276,50	276,50	135,00	135,50	135,25	45,00	45,00	45,00	1682,848	3603	2,141
PF308502	276,50	277,00	276,75	135,00	135,50	135,25	45,00	45,00	45,00	1684,370	3598	2,136
PF308503	276,50	277,00	276,75	135,00	135,50	135,25	45,00	45,00	45,00	1684,370	3603	2,139
PF308504	276,50	276,50	276,50	135,00	135,50	135,25	45,00	45,00	45,00	1682,848	3603	2,141
PF308505	276,50	277,00	276,75	135,00	135,50	135,25	44,50	45,00	44,75	1675,012	3602	2,150
PF308506	276,50	277,00	276,75	135,00	135,00	135,00	44,50	45,00	44,75	1671,916	3604	2,156

Assecades

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PF308501	274,00	274,00	274,00	134,00	134,00	134,00	44,50	44,00	44,25	1624,683	3219	1,981
PF308502	274,00	274,00	274,00	134,00	134,00	134,00	44,00	44,50	44,25	1624,683	3217	1,980
PF308503	274,00	274,00	274,00	133,50	134,00	133,75	44,50	44,50	44,50	1630,814	3224	1,977
PF308504	274,00	274,00	274,00	133,50	134,00	133,75	44,50	44,50	44,50	1630,814	3228	1,979
PF308505	274,00	273,50	273,75	133,50	134,00	133,75	44,00	44,50	44,25	1620,172	3227	1,992
PF308506	274,00	274,00	274,00	133,50	134,00	133,75	44,00	44,50	44,25	1621,652	3229	1,991

Cuïtes

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PF308501	275,50	276,00	275,75	134,50	135,00	134,75	44,50	44,50	44,50	1653,500	3047	1,843
PF308502	275,00	276,00	275,50	134,50	135,00	134,75	44,50	44,50	44,50	1652,001	3034	1,837
PF308503	275,50	275,50	275,50	134,50	135,00	134,75	44,50	44,50	44,50	1652,001	3033	1,836
PF308504	275,50	275,50	275,50	134,50	135,00	134,75	44,50	44,50	44,50	1652,001	3035	1,837
PF308505	275,50	275,50	275,50	134,50	135,00	134,75	44,50	44,50	44,50	1652,001	3048	1,845
PF308506	275,50	275,50	275,50	134,50	135,00	134,75	44,50	44,50	44,50	1652,001	3037	1,838

Taula 57. Mesures PF30850

Dimensions (mm), volum (cm³), massa (g), densitat aparent (g/cm³) de les provetes PF30900:

Desemmotllades

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PF309001	276,00	277,00	276,50	135,00	136,00	135,50	44,50	45,00	44,75	1676,592	3600	2,147
PF309002	276,00	277,00	276,50	135,00	135,50	135,25	44,50	45,00	44,75	1673,499	3600	2,151
PF309003	276,00	277,00	276,50	135,00	136,00	135,50	44,00	45,00	44,50	1667,226	3603	2,161
PF309004	276,00	277,00	276,50	135,00	136,00	135,50	44,00	45,00	44,50	1667,226	3603	2,161
PF309005	276,00	277,00	276,50	135,00	136,00	135,50	44,50	45,00	44,75	1676,592	3602	2,148
PF309006	276,00	277,00	276,50	135,00	135,50	135,25	44,50	45,00	44,75	1673,499	3603	2,153

Assecades

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PF309001	274,00	274,00	274,00	133,50	134,00	133,75	44,00	44,50	44,25	1621,652	3221	1,986
PF309002	274,00	274,00	274,00	133,50	134,00	133,75	44,00	44,50	44,25	1621,652	3225	1,989
PF309003	274,00	274,00	274,00	133,50	134,00	133,75	44,00	45,00	44,50	1630,814	3228	1,979
PF309004	274,00	274,00	274,00	133,50	134,00	133,75	44,00	44,50	44,25	1621,652	3223	1,987
PF309005	274,00	274,00	274,00	133,50	134,00	133,75	44,00	44,50	44,25	1621,652	3224	1,988
PF309006	274,00	274,00	274,00	133,50	134,00	133,75	44,00	44,50	44,25	1621,652	3227	1,990

Cuïtes

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PF309001	275,00	275,50	275,25	134,00	135,00	134,50	44,50	44,50	44,50	1647,440	3031	1,840
PF309002	275,00	275,50	275,25	134,00	135,00	134,50	44,00	44,50	44,25	1638,185	3030	1,850
PF309003	275,00	275,50	275,25	134,00	135,00	134,50	44,00	45,00	44,50	1647,440	3030	1,839
PF309004	275,00	275,00	275,00	134,00	135,00	134,50	44,00	44,50	44,25	1636,697	3025	1,848
PF309005	275,00	275,50	275,25	134,00	135,00	134,50	44,50	44,50	44,50	1647,440	3030	1,839
PF309006	275,00	275,00	275,00	134,00	135,00	134,50	44,50	44,50	44,50	1645,944	3030	1,841

Taula 58. Mesures PF30900

Dimensions (mm), volum (cm³), massa (g), densitat aparent (g/cm³) de les provetes PF30950:

Desemmotllades

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PF309501	276,00	277,00	276,50	135,00	135,50	135,25	44,50	44,50	44,50	1664,150	3601	2,164
PF309502	276,00	277,00	276,50	135,00	135,50	135,25	44,50	44,50	44,50	1664,150	3602	2,164
PF309503	276,00	276,50	276,25	135,00	135,50	135,25	44,50	45,00	44,75	1671,986	3603	2,155
PF309504	276,50	276,50	276,50	135,00	135,50	135,25	44,50	45,00	44,75	1673,499	3601	2,152
PF309505	276,50	276,50	276,50	135,00	135,50	135,25	45,00	44,50	44,75	1673,499	3604	2,154
PF309506	276,50	276,50	276,50	135,00	135,50	135,25	44,50	44,50	44,50	1664,150	3602	2,164

Assecades

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PF309501	274,00	273,50	273,75	133,50	134,00	133,75	44,00	44,00	44,00	1611,019	3235	2,008
PF309502	274,00	274,00	274,00	133,50	134,00	133,75	44,00	44,00	44,00	1612,490	3239	2,009
PF309503	274,00	274,00	274,00	133,50	134,00	133,75	44,00	44,00	44,00	1612,490	3242	2,011
PF309504	274,00	274,00	274,00	133,50	134,50	134,00	44,00	44,50	44,25	1624,683	3234	1,991
PF309505	274,00	273,50	273,75	133,50	134,50	134,00	44,00	44,50	44,25	1623,201	3237	1,994
PF309506	274,00	274,00	274,00	133,50	134,00	133,75	44,00	44,00	44,00	1612,490	3237	2,007

Cuïtes

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PF309501	275,00	275,50	275,25	134,00	135,00	134,50	44,00	44,50	44,50	1647,440	3024	1,836
PF309502	274,50	275,50	275,00	134,00	135,00	134,50	44,00	44,50	44,50	1645,944	3024	1,837
PF309503	274,50	275,00	274,75	134,00	135,00	134,50	44,00	44,50	44,50	1644,447	3027	1,841
PF309504	274,50	275,00	274,75	134,00	135,00	134,50	44,50	44,50	44,50	1644,447	3022	1,838
PF309505	274,50	275,00	274,75	134,00	135,00	134,50	44,50	44,50	44,50	1644,447	3024	1,839
PF309506	275,00	275,00	275,00	134,00	134,50	134,25	44,00	44,50	44,50	1642,884	3023	1,840

Taula 59. Mesures PF30950

Dimensions (mm), volum (cm⁴), massa (g), densitat aparent (g/cm⁴) de les provetes PF40850:

Desemmotllades

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PF408501	276,00	276,50	276,25	135,00	135,50	135,25	44,00	43,50	43,75	1634,623	3601	2,203
PF408502	276,00	277,00	276,50	135,00	136,00	135,50	44,00	43,50	43,75	1639,127	3600	2,196
PF408503	276,00	276,50	276,25	135,00	135,50	135,25	44,00	44,00	44,00	1643,964	3600	2,190
PF408504	276,00	277,00	276,50	135,00	135,50	135,25	43,50	44,00	43,75	1636,102	3600	2,200
PF408505	276,50	277,00	276,75	135,00	135,50	135,25	44,00	43,50	43,75	1637,582	3598	2,197
PF408506	276,50	277,00	276,75	135,00	135,50	135,25	44,00	43,50	43,75	1637,582	3601	2,199

Assecades

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PF408501	274,00	273,50	273,75	133,50	134,00	133,75	43,50	43,00	43,25	1583,558	3241	2,047
PF408502	274,00	274,00	274,00	133,50	134,50	134,00	43,50	43,00	43,25	1587,967	3245	2,043
PF408503	274,00	274,00	274,00	133,50	134,50	134,00	43,00	43,50	43,25	1587,967	3246	2,044
PF408504	273,50	274,00	273,75	133,50	134,00	133,75	43,00	43,50	43,25	1583,558	3242	2,047
PF408505	274,00	274,00	274,00	133,50	134,50	134,00	43,50	43,00	43,25	1587,967	3242	2,042
PF408506	274,00	274,00	274,00	133,50	134,50	134,00	43,50	43,00	43,25	1587,967	3246	2,044

Cuïtes

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PF408501	275,00	275,50	275,25	134,00	135,00	134,50	44,00	43,50	43,75	1619,674	3048	1,882
PF408502	275,00	275,50	275,25	134,00	135,00	134,50	44,00	43,50	43,75	1619,674	3042	1,878
PF408503	275,00	275,50	275,25	134,00	135,00	134,50	43,50	43,50	43,50	1610,419	3039	1,887
PF408504	275,00	275,50	275,25	134,00	135,00	134,50	43,50	43,50	43,50	1610,419	3036	1,885
PF408505	275,00	275,50	275,25	134,50	135,00	134,75	44,00	43,50	43,75	1622,685	3043	1,875
PF408506	275,00	275,50	275,25	134,50	135,00	134,75	44,00	43,50	43,75	1622,685	3039	1,873

Taula 60. Mesures PF40850

Dimensions (mm), volum (cm⁴), massa (g), densitat aparent (g/cm⁴) de les provetes PF40900:

Desemmotllades

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PF409001	276,00	276,50	276,25	135,00	135,50	135,25	44,00	43,50	43,75	1634,623	3598	2,201
PF409002	276,00	276,50	276,25	135,00	135,50	135,25	44,00	43,50	43,75	1634,623	3601	2,203
PF409003	276,50	276,50	276,50	135,00	135,50	135,25	43,50	44,00	43,75	1636,102	3602	2,202
PF409004	276,00	277,00	276,50	135,00	135,50	135,25	43,50	43,50	43,50	1626,753	3601	2,214
PF409005	276,00	277,00	276,50	135,00	135,50	135,25	43,50	43,50	43,50	1626,753	3603	2,215
PF409006	276,00	276,50	276,25	135,00	135,50	135,25	43,50	43,50	43,50	1625,282	3600	2,215

Assecades

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PF409001	273,50	274,00	273,75	133,50	134,50	134,00	43,50	43,00	43,25	1586,518	3239	2,042
PF409002	273,50	274,00	273,75	133,50	134,00	133,75	43,50	43,50	43,50	1592,712	3240	2,034
PF409003	273,50	273,50	273,50	133,50	134,50	134,00	43,50	43,50	43,50	1594,232	3242	2,034
PF409004	273,50	273,50	273,50	133,50	134,50	134,00	43,50	43,00	43,25	1585,069	3241	2,045
PF409005	273,50	274,00	273,75	133,50	134,50	134,00	43,50	43,00	43,25	1586,518	3247	2,047
PF409006	273,50	274,00	273,75	133,50	134,00	133,75	43,50	43,00	43,25	1583,558	3244	2,049

Cuïtes

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PF409001	274,50	275,50	275,00	134,00	135,00	134,50	43,50	43,50	43,50	1608,956	3032	1,884
PF409002	274,50	275,00	274,75	134,00	135,00	134,50	43,50	43,50	43,50	1607,494	3030	1,885
PF409003	274,50	275,00	274,75	134,00	135,00	134,50	43,50	43,50	43,50	1607,494	3028	1,884
PF409004	274,50	275,00	274,75	134,00	134,50	134,25	43,50	43,50	43,50	1604,506	3034	1,891
PF409005	274,50	275,00	274,75	134,00	135,00	134,50	43,50	43,50	43,50	1607,494	3037	1,889
PF409006	274,50	275,00	274,75	134,00	134,00	134,00	43,50	43,50	43,50	1601,518	3034	1,894

Taula 61. Mesures PF40900

Dimensions (mm), volum (cm⁴), massa (g), densitat aparent (g/cm⁴) de les provetes PF40950:

Desemmotllades

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PF409501	276,00	276,50	276,25	135,00	135,50	135,25	44,00	44,00	44,00	1643,964	3600	2,190
PF409502	276,00	276,50	276,25	134,50	135,50	135,00	44,00	44,00	44,00	1640,925	3601	2,194
PF409503	276,00	276,50	276,25	134,50	135,50	135,00	44,00	44,00	44,00	1640,925	3599	2,193
PF409504	276,00	276,50	276,25	135,00	135,50	135,25	44,00	44,00	44,00	1643,964	3598	2,189
PF409505	276,50	276,50	276,50	135,00	135,50	135,25	44,00	44,00	44,00	1645,452	3601	2,188
PF409506	276,50	276,50	276,50	135,00	135,50	135,25	43,50	44,00	43,75	1636,102	3600	2,200

Assecades

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PF409501	273,50	274,00	273,75	133,50	135,50	134,00	43,50	43,50	43,50	1595,689	3231	2,025
PF409502	273,50	273,50	273,50	133,50	135,50	134,00	43,50	43,50	43,50	1594,232	3228	2,025
PF409503	273,50	273,50	273,50	133,50	135,50	134,00	43,50	43,50	43,50	1594,232	3231	2,027
PF409504	273,50	273,50	273,50	133,50	135,50	134,00	43,50	43,50	43,50	1594,232	3222	2,021
PF409505	273,50	273,50	273,50	133,50	135,50	134,00	43,50	43,50	43,50	1594,232	3225	2,023
PF409506	273,50	74,00	173,75	133,50	135,50	134,00	43,50	43,50	43,50	1012,789	3227	3,186

Cuïtes

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PF409501	274,50	275,50	275,00	134,00	135,00	134,50	43,50	43,50	43,50	1608,956	3032	1,884
PF409502	274,50	275,00	274,75	134,00	135,00	134,50	43,50	43,50	43,50	1607,494	3026	1,882
PF409503	274,50	275,00	274,75	134,00	135,00	134,50	43,50	43,50	43,50	1607,494	3028	1,884
PF409504	274,50	275,00	274,75	134,00	134,50	134,25	43,50	43,50	43,50	1604,506	3021	1,883
PF409505	274,50	275,00	274,75	134,00	134,50	134,25	43,50	43,50	43,50	1604,506	3023	1,884
PF409506	274,50	275,00	274,75	134,00	135,00	134,50	43,50	43,50	43,50	1607,494	3023	1,881

Taula 62. Mesures PF40950

Dimensions (mm), volum (cm⁵), massa (g), densitat aparent (g/cm⁵) de les provetes PF50850:

Desemmotllades

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PF508501	276,00	276,50	276,25	134,50	135,50	135,00	43,00	43,00	43,00	1603,631	3599	2,244
PF508502	276,00	276,50	276,25	134,50	135,50	135,00	43,00	43,50	43,25	1612,955	3601	2,233
PF508503	276,00	276,50	276,25	134,50	136,00	135,25	43,00	43,50	43,25	1615,942	3602	2,229
PF508504	276,50	276,50	276,50	135,00	136,00	135,50	43,50	44,00	43,75	1639,127	3599	2,196
PF508505	276,50	277,00	276,75	135,00	136,00	135,50	43,50	43,50	43,50	1631,234	3601	2,208
PF508506	276,50	276,50	276,50	135,00	136,00	135,50	43,50	44,00	43,75	1639,127	3601	2,197

Assecades

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PF508501	273,50	274,00	273,75	133,50	134,00	133,75	42,50	42,50	42,50	1556,098	3241	2,083
PF508502	273,00	274,00	273,50	133,50	134,00	133,75	42,50	43,00	42,75	1563,822	3244	2,074
PF508503	273,50	274,00	273,75	133,50	134,00	133,75	42,50	43,00	42,75	1565,251	3245	2,073
PF508504	274,00	274,00	274,00	133,50	134,50	134,00	43,00	43,50	43,25	1587,967	3234	2,037
PF508505	274,00	274,00	274,00	133,50	134,50	134,00	43,00	43,00	43,00	1578,788	3237	2,050
PF508506	274,00	274,00	274,00	133,50	134,50	134,00	43,00	43,50	43,25	1587,967	3235	2,037

Cuïtes

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PF508501	275,00	275,50	275,25	133,50	134,50	134,00	43,00	43,50	43,25	1595,211	3036	1,903
PF508502	274,50	275,50	275,00	133,50	134,50	134,00	42,50	43,00	42,75	1575,338	3035	1,927
PF508503	274,50	275,00	274,75	133,50	134,50	134,00	42,50	43,00	42,75	1573,905	3035	1,928
PF508504	275,00	275,00	275,00	133,50	135,00	134,25	43,00	43,50	43,25	1596,736	3027	1,896
PF508505	275,00	275,50	275,25	133,50	135,00	134,25	43,00	43,50	43,25	1598,188	3031	1,897
PF508506	275,00	275,00	275,00	133,50	135,00	134,25	43,00	43,50	43,25	1596,736	3025	1,894

Taula 63. Mesures PF50850

Dimensions (mm), volum (cm⁵), massa (g), densitat aparent (g/cm⁵) de les provetes PF50900:

Desemmotllades

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PF509001	276,50	277,00	276,75	135,00	136,00	135,50	44,00	43,50	43,75	1640,609	3601	2,195
PF509002	276,50	276,50	276,50	135,00	136,00	135,50	44,50	43,50	44,00	1648,493	3600	2,184
PF509003	276,50	277,00	276,75	135,00	136,00	135,50	44,00	43,50	43,75	1640,609	3601	2,195
PF509004	276,50	277,00	276,75	135,00	136,00	135,50	44,00	43,50	43,75	1640,609	3599	2,194
PF509005	276,50	277,00	276,75	135,00	136,00	135,50	44,00	43,50	43,75	1640,609	3598	2,193
PF509006	276,50	277,00	276,75	135,00	136,00	135,50	43,50	44,00	43,75	1640,609	3597	2,192

Assecades

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PF509001	274,00	274,50	274,25	133,50	134,00	133,75	43,50	43,00	43,25	1586,451	3240	2,042
PF509002	274,00	274,00	274,00	133,50	134,00	133,75	44,00	43,00	43,50	1594,166	3241	2,033
PF509003	274,00	274,00	274,00	133,50	134,00	133,75	43,50	43,00	43,25	1585,004	3242	2,045
PF509004	274,00	274,00	274,00	133,50	134,50	134,00	43,50	43,00	43,25	1587,967	3238	2,039
PF509005	274,00	274,00	274,00	133,50	134,50	134,00	43,50	43,00	43,25	1587,967	3238	2,039
PF509006	274,00	274,00	274,00	133,50	134,50	134,00	43,00	43,50	43,25	1587,967	3240	2,040

Cuïtes

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PF509001	275,00	276,00	275,50	134,50	135,50	135,00	44,00	43,50	43,75	1627,172	3032	1,863
PF509002	275,50	275,50	275,50	134,50	135,00	134,75	44,00	43,00	43,50	1614,878	3028	1,875
PF509003	275,50	275,50	275,50	134,50	135,00	134,75	43,50	43,50	43,50	1614,878	3030	1,876
PF509004	275,00	275,50	275,25	134,50	135,00	134,75	43,50	43,00	43,25	1604,140	3028	1,888
PF509005	275,50	275,50	275,50	134,50	135,50	135,00	43,50	43,00	43,25	1608,576	3027	1,882
PF509006	275,00	275,50	275,25	134,50	135,50	135,00	43,00	43,50	43,25	1607,116	3028	1,884

Taula 64. Mesures PF50900

Dimensions (mm), volum (cm⁵), massa (g), densitat aparent (g/cm⁵) de les provetes PF50950:

Desemmotllades

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PF509501	276,50	277,00	276,75	135,00	135,50	135,25	43,50	43,50	43,50	1628,224	3600	2,211
PF509502	276,50	277,00	276,75	135,00	135,50	135,25	43,50	44,00	43,75	1637,582	3600	2,198
PF509503	276,50	277,00	276,75	135,00	135,50	135,25	44,00	43,50	43,75	1637,582	3598	2,197
PF509504	276,50	277,00	276,75	135,00	135,50	135,25	43,50	44,00	43,75	1637,582	3597	2,197
PF509505	276,50	277,00	276,75	135,00	135,50	135,25	43,50	44,00	43,75	1637,582	3600	2,198
PF509506	276,50	277,00	276,75	135,00	135,50	135,25	43,50	44,00	43,75	1637,582	3600	2,198

Assecades

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PF509501	276,00	274,50	275,25	133,50	134,50	134,00	43,00	43,00	43,00	1585,991	3245	2,046
PF509502	276,00	274,50	275,25	134,00	134,50	134,25	42,50	43,50	43,00	1588,949	3246	2,043
PF509503	276,00	274,50	275,25	134,00	134,50	134,25	43,00	43,00	43,00	1588,949	3250	2,045
PF509504	276,00	274,50	275,25	134,00	134,50	134,25	43,00	43,00	43,00	1588,949	3240	2,039
PF509505	276,00	274,50	275,25	133,50	134,50	134,00	43,00	43,50	43,25	1595,211	3246	2,035
PF509506	276,00	274,50	275,25	134,00	134,50	134,25	43,00	43,50	43,25	1598,188	3247	2,032

Cuïtes

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PF509501	275,00	275,50	275,25	134,50	135,00	134,75	43,00	43,50	43,25	1604,140	3035	1,892
PF509502	275,00	275,50	275,25	134,50	135,00	134,75	42,50	43,50	43,00	1594,867	3034	1,902
PF509503	275,00	275,50	275,25	134,50	135,00	134,75	43,00	43,00	43,00	1594,867	3037	1,904
PF509504	275,00	275,50	275,25	134,50	135,00	134,75	43,00	43,00	43,00	1594,867	3030	1,900
PF509505	275,00	275,50	275,25	134,00	135,00	134,50	43,00	43,50	43,25	1601,164	3033	1,894
PF509506	275,00	275,50	275,25	134,00	135,00	134,50	43,00	43,50	43,25	1601,164	3035	1,895

Taula 65. Mesures PF50950

Dimensions (mm), volum (cm⁵), massa (g), densitat aparent (g/cm⁵) de les provetes PIERA:

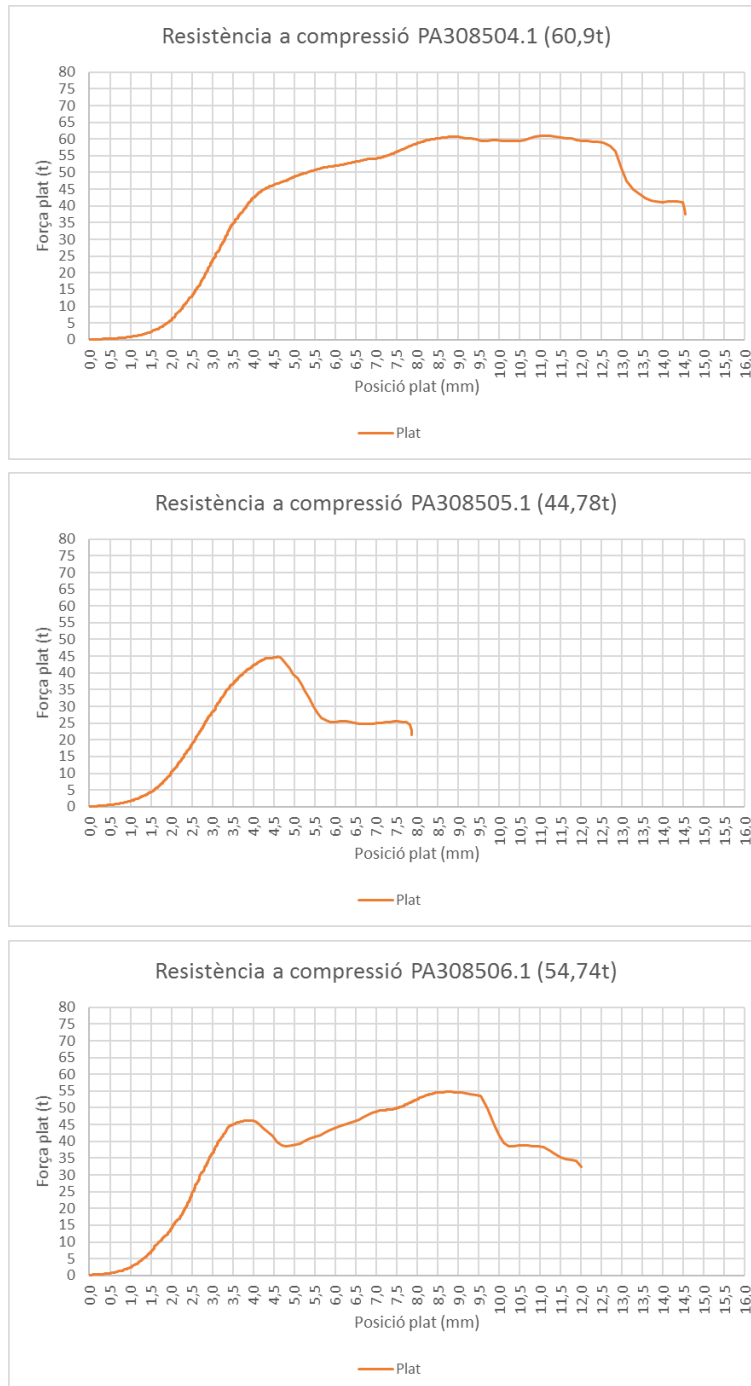
Cuïtes

Peça	Mesures									Volum	Pes	Densitat aparent
	Longitud 1	Longitud 2	Longitud	Amplada 1	Amplada 2	Amplada	Gruix 1	Gruix 2	Gruix			
PIERA 1	277,00	279,00	278,00	134,50	134,50	134,50	43,00	43,50	43,25	1617,161	3019	1,867
PIERA 2	277,50	279,00	278,25	134,50	134,50	134,50	42,50	43,50	43,00	1609,259	3039	1,888
PIERA 3	276,00	278,00	277,00	134,50	134,50	134,50	43,50	43,50	43,50	1620,658	3036	1,873
PIERA 4	275,50	278,00	276,75	134,00	134,00	134,00	42,50	44,00	43,25	1603,905	3031	1,890
PIERA 5	277,00	279,00	278,00	134,00	134,00	134,00	43,00	43,50	43,25	1611,149	3025	1,878
PIERA 6	277,00	279,00	278,00	134,50	134,50	134,50	43,00	43,50	43,25	1617,161	3024	1,870

Taula 66. Mesures PIERA

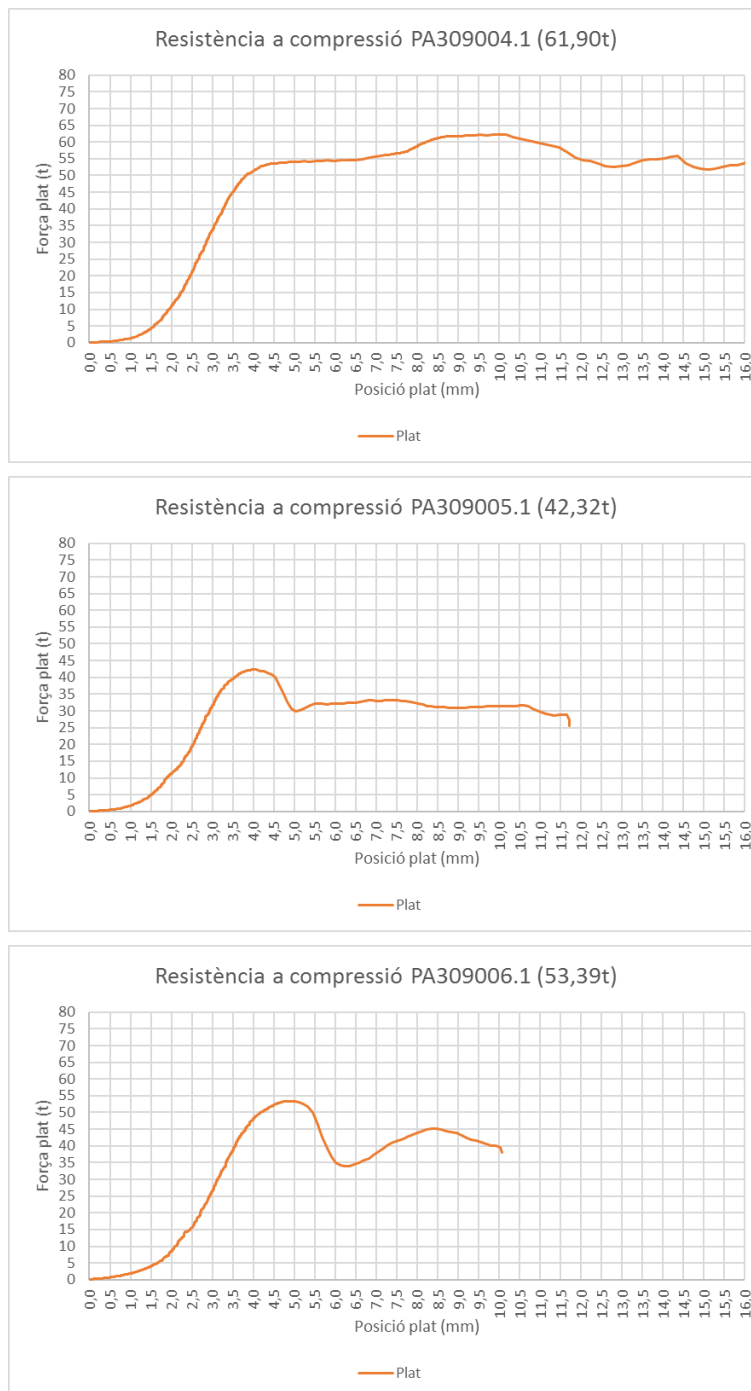
11.3. Gràfiques de resistència a compressió (provetes tallades)

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PA30850_.1:



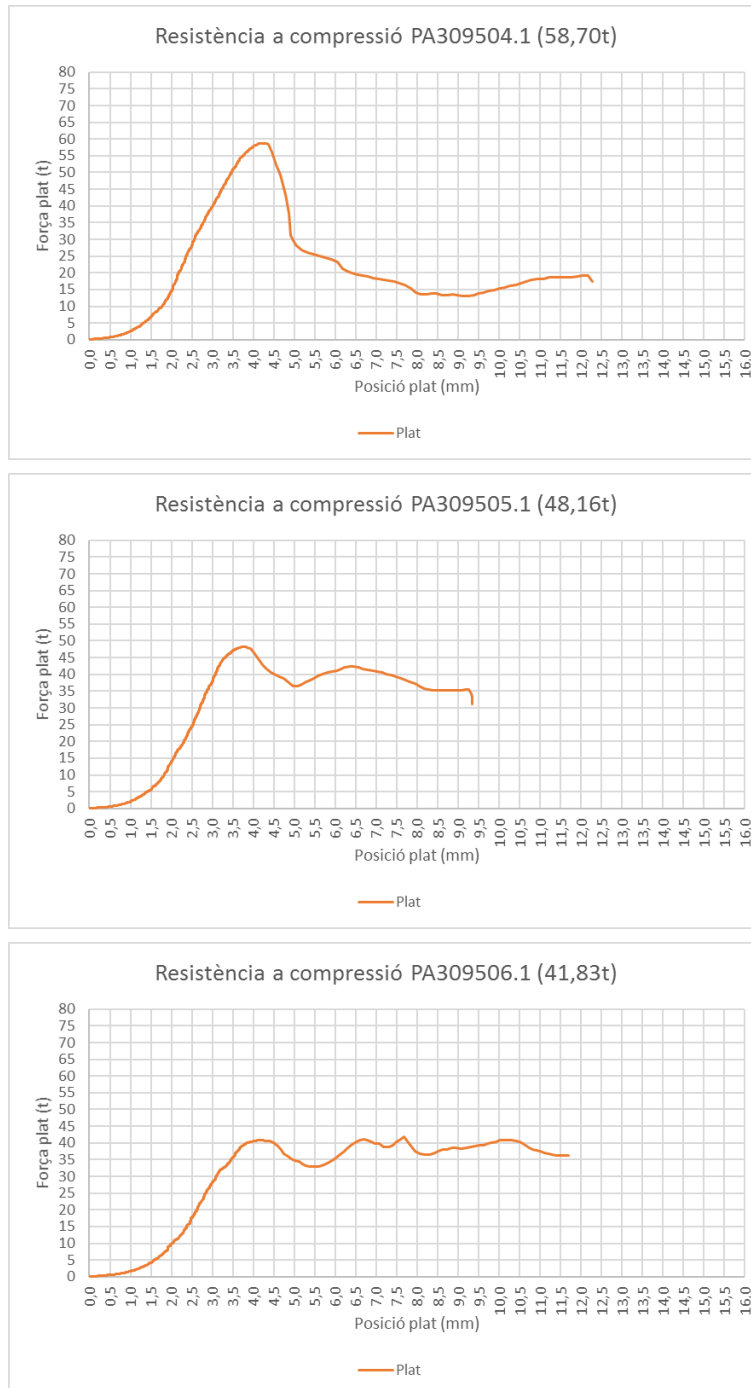
Gràfica 110. Gràfiques resistència a compressió PA30850_.1

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PA30900_1:



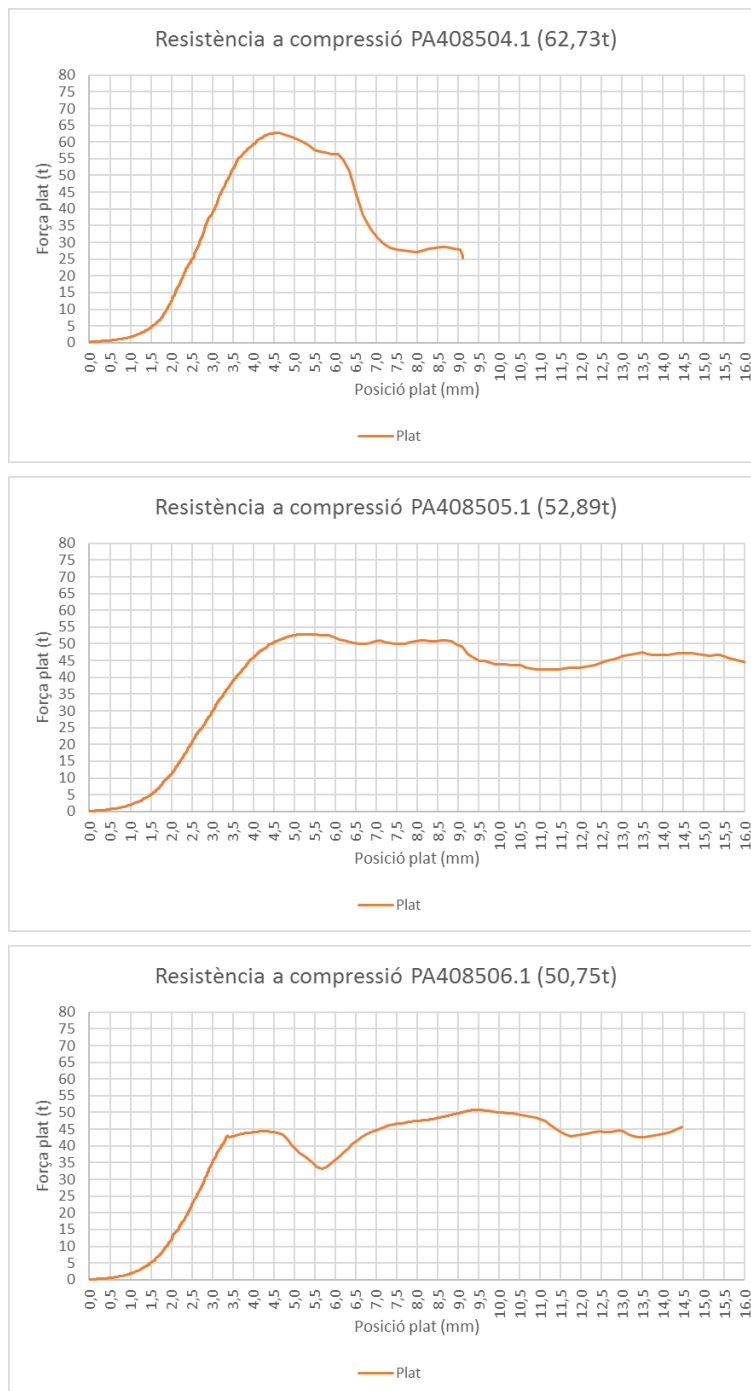
Gràfica 111. Gràfiques resistència a compressió PA30900_1

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PA30950_.1:



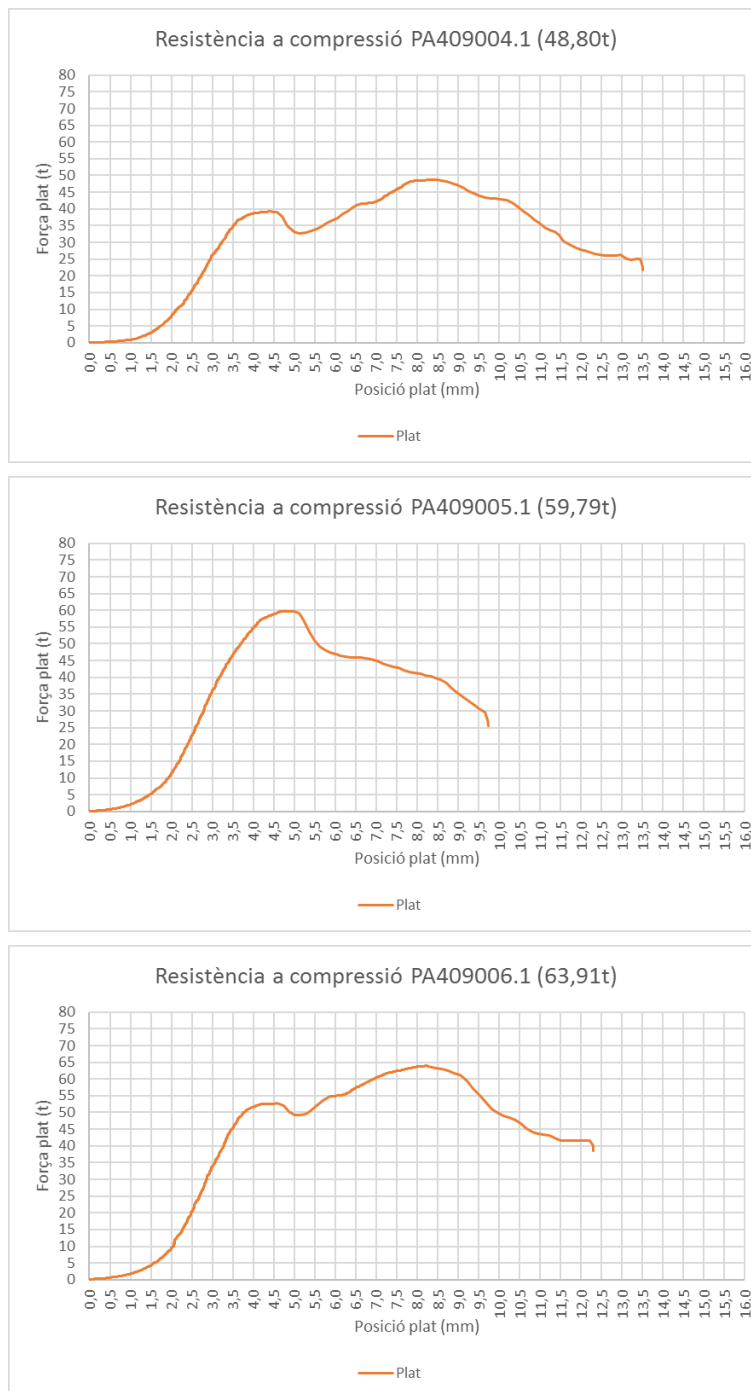
Gràfica 112. Gràfiques resistència a compressió PA30950_.1

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PA40850_1:



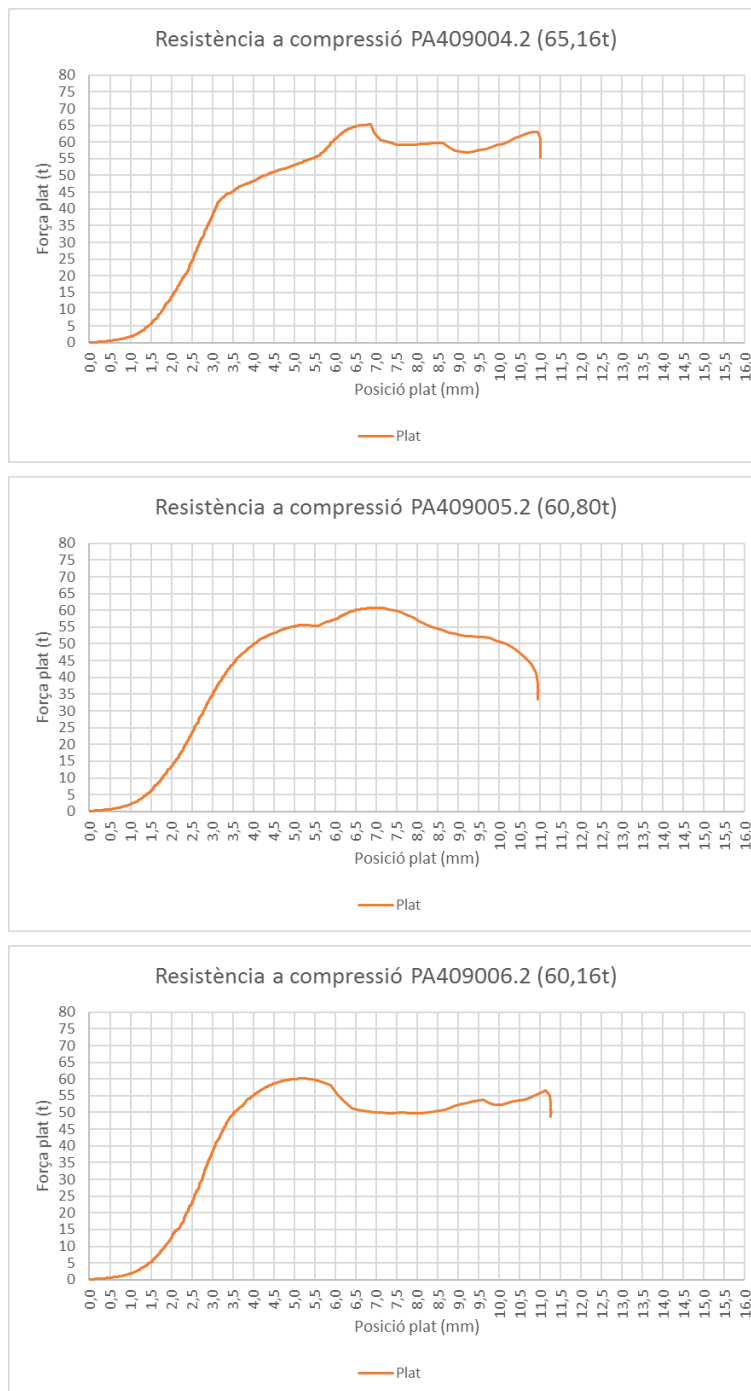
Gràfica 113. Gràfiques resistència a compressió PA40850_1

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PA40900_1:



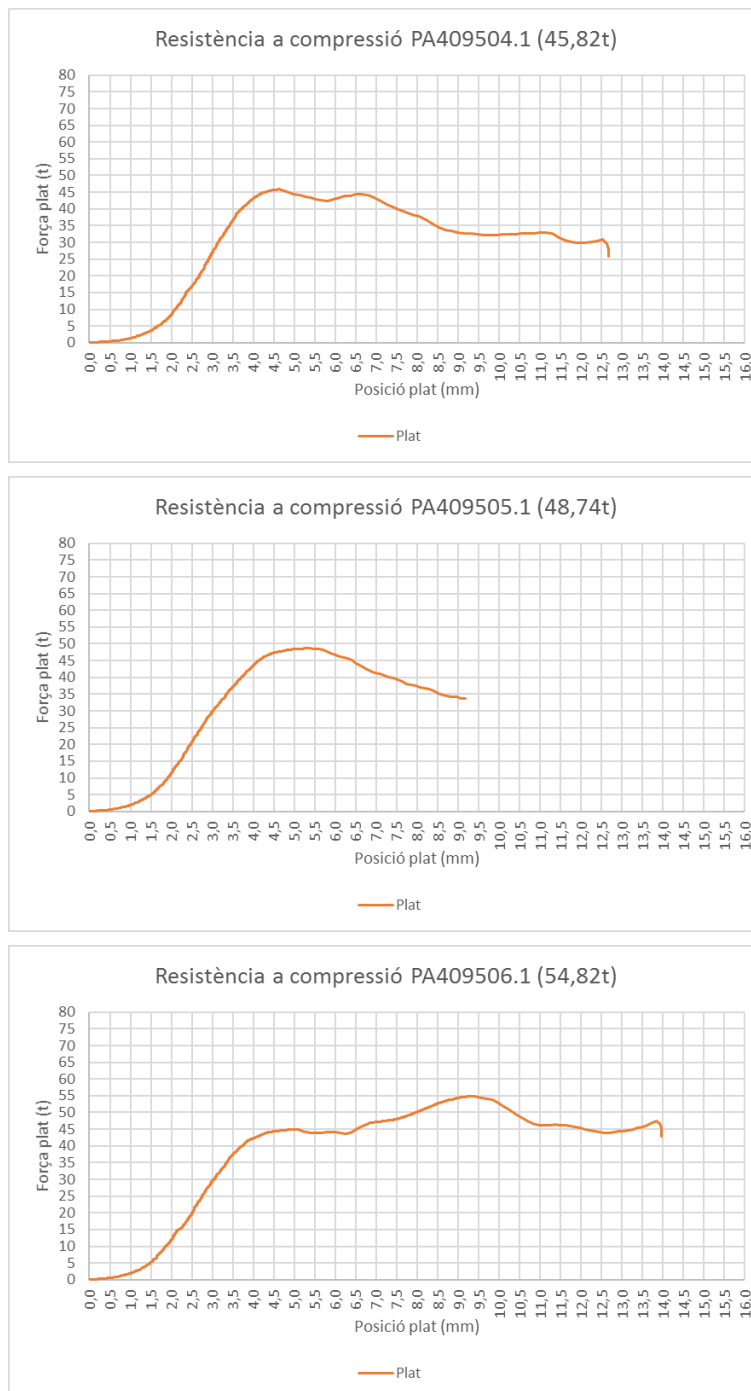
Gràfica 114. Gràfiques resistència a compressió PA40900_1

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PA40900_2:



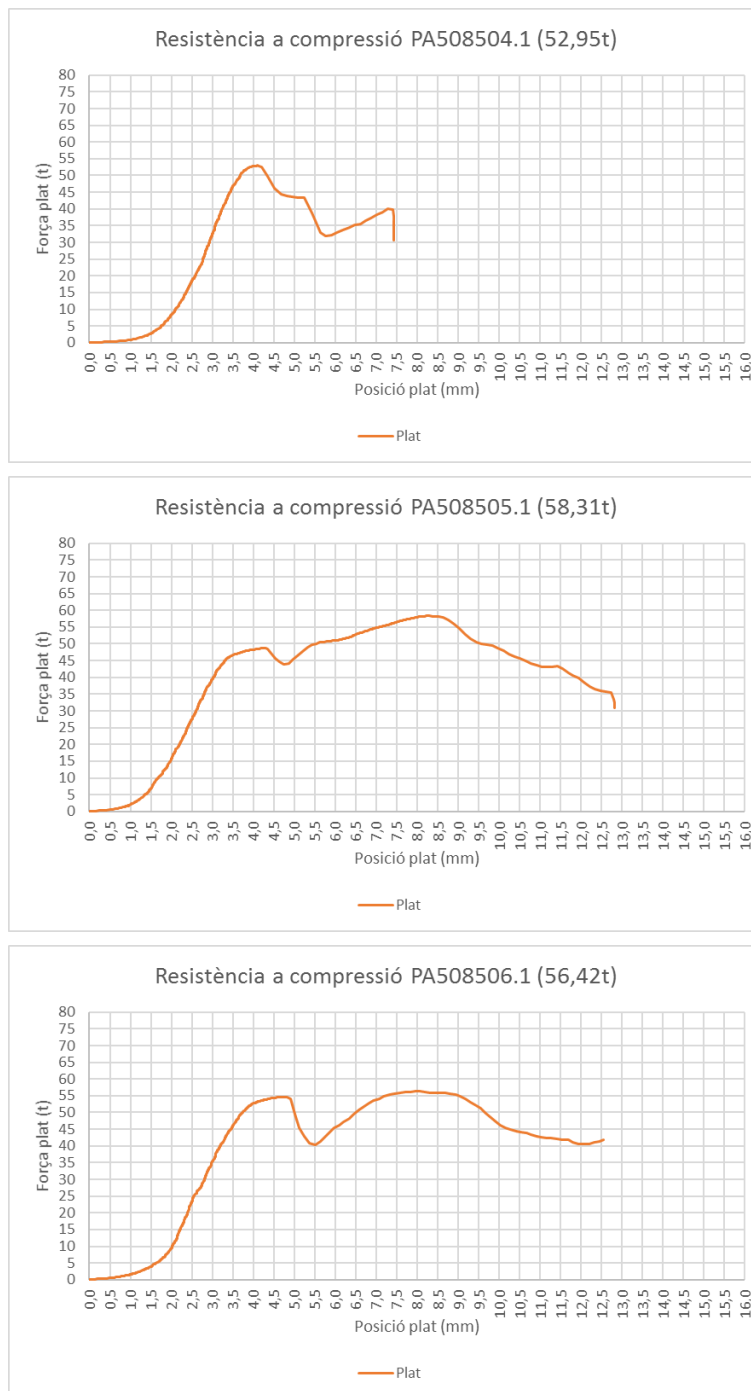
Gràfica 115. Gràfiques resistència a compressió PA40900_2

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PA40950_1:



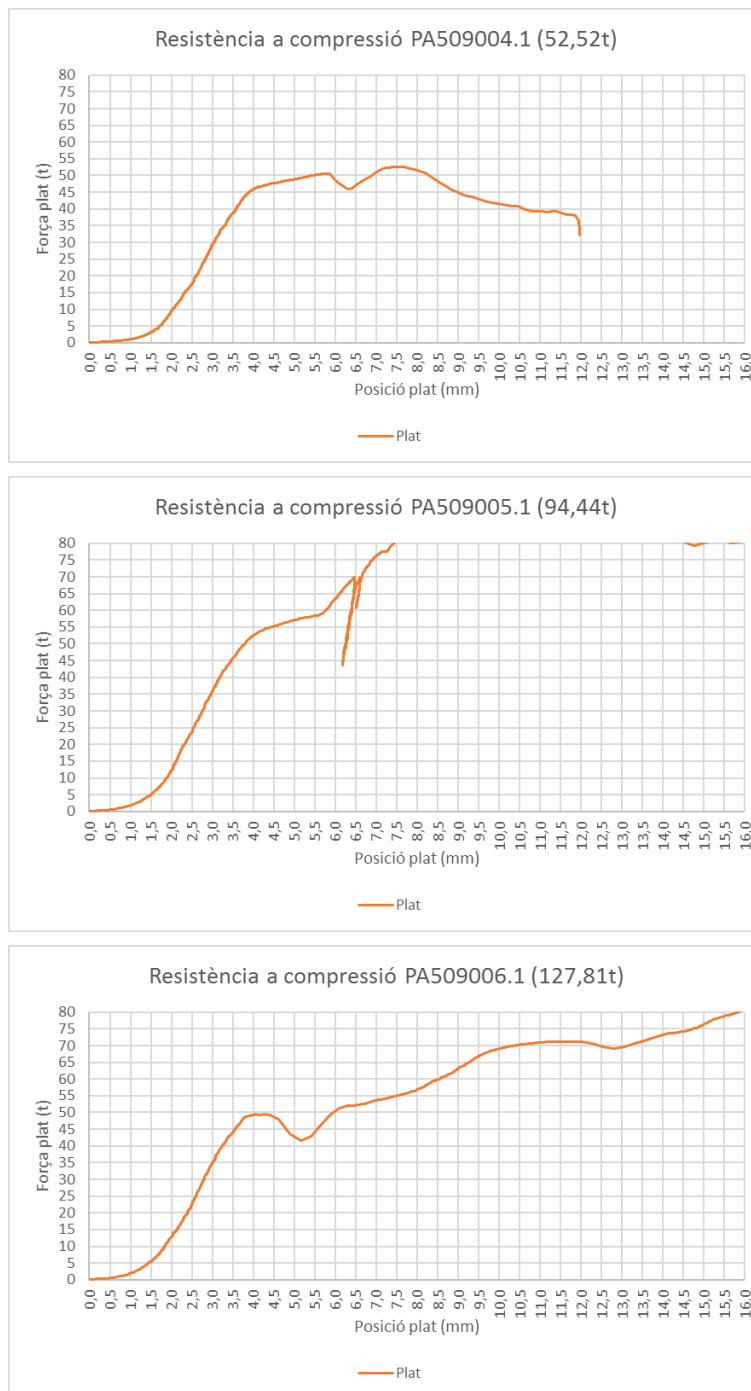
Gràfica 116. Gràfiques resistència a compressió PA40950_1

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PA50850_1:



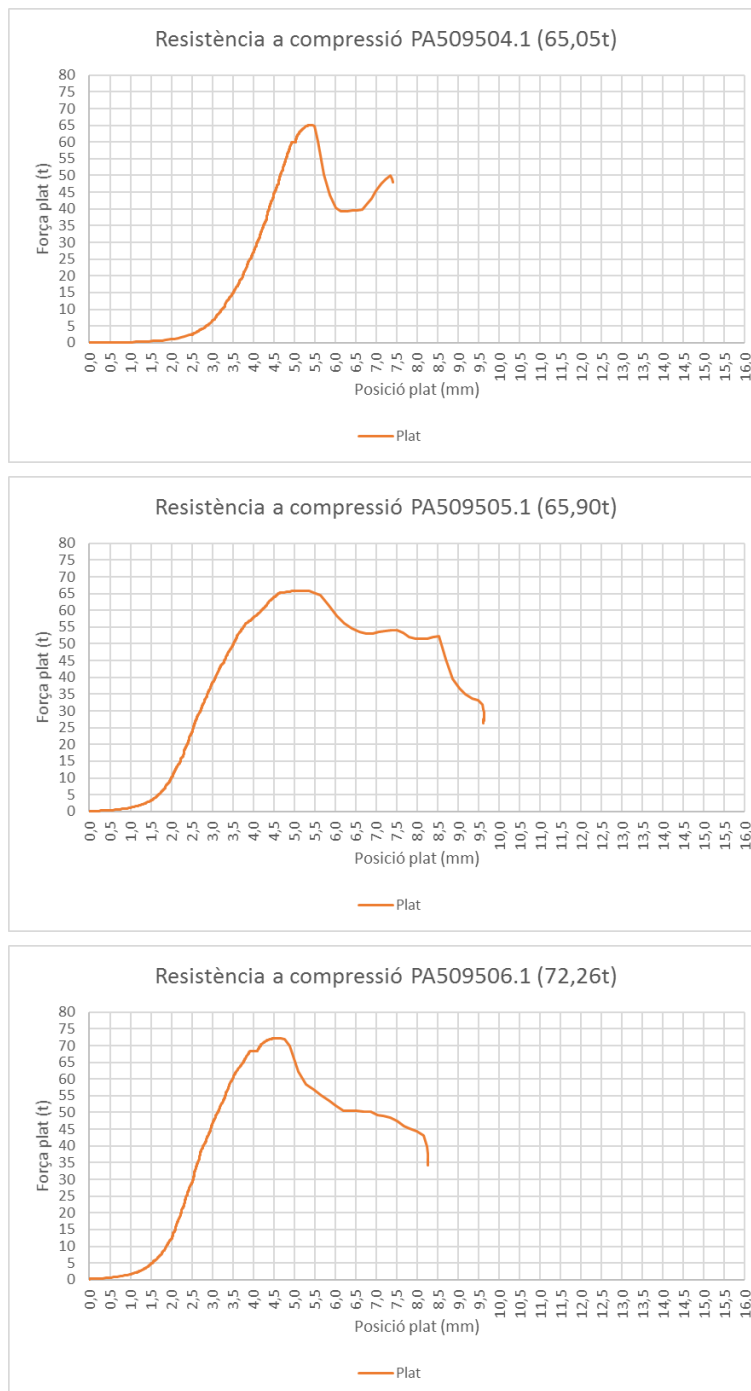
Gràfica 117. Gràfiques resistència a compressió PA50850_1

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PA50900_1:



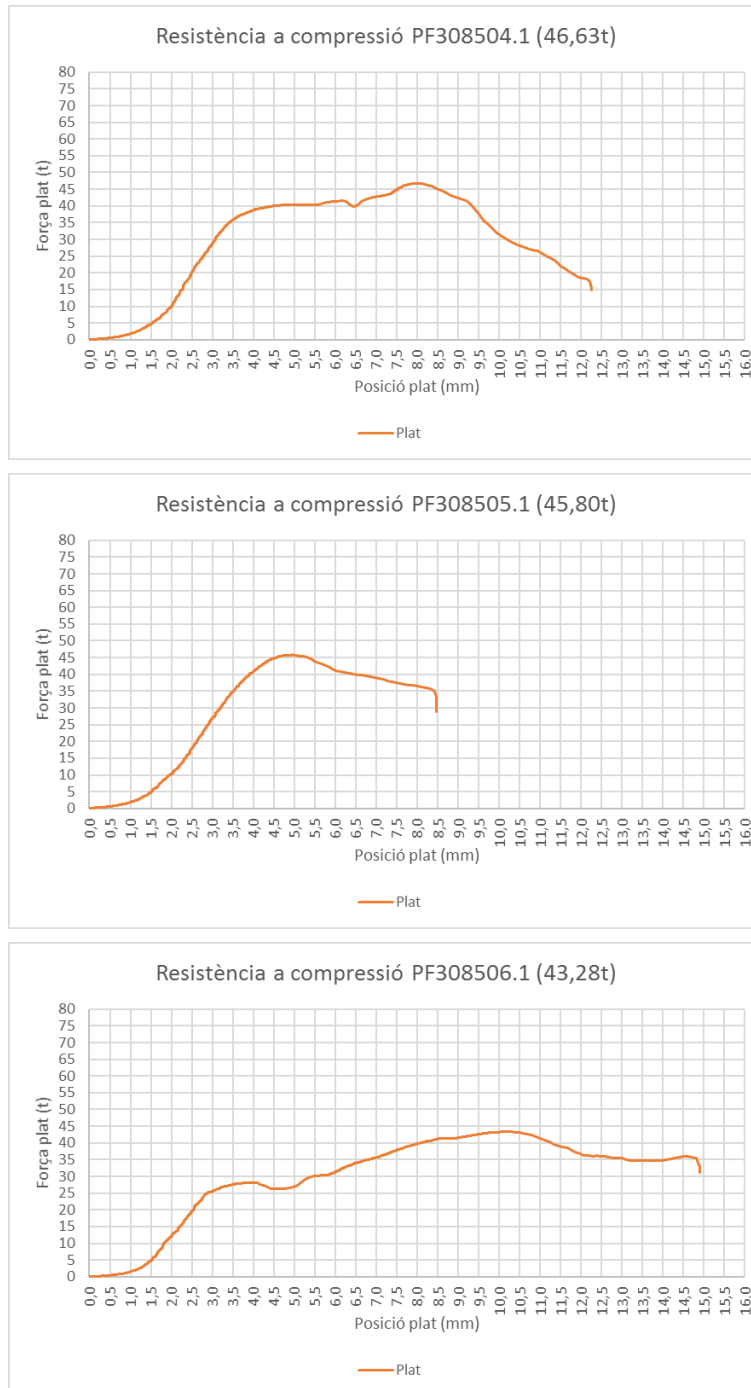
Gràfica 118. Gràfiques resistència a compressió PA50900_1

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PA50950_.1:



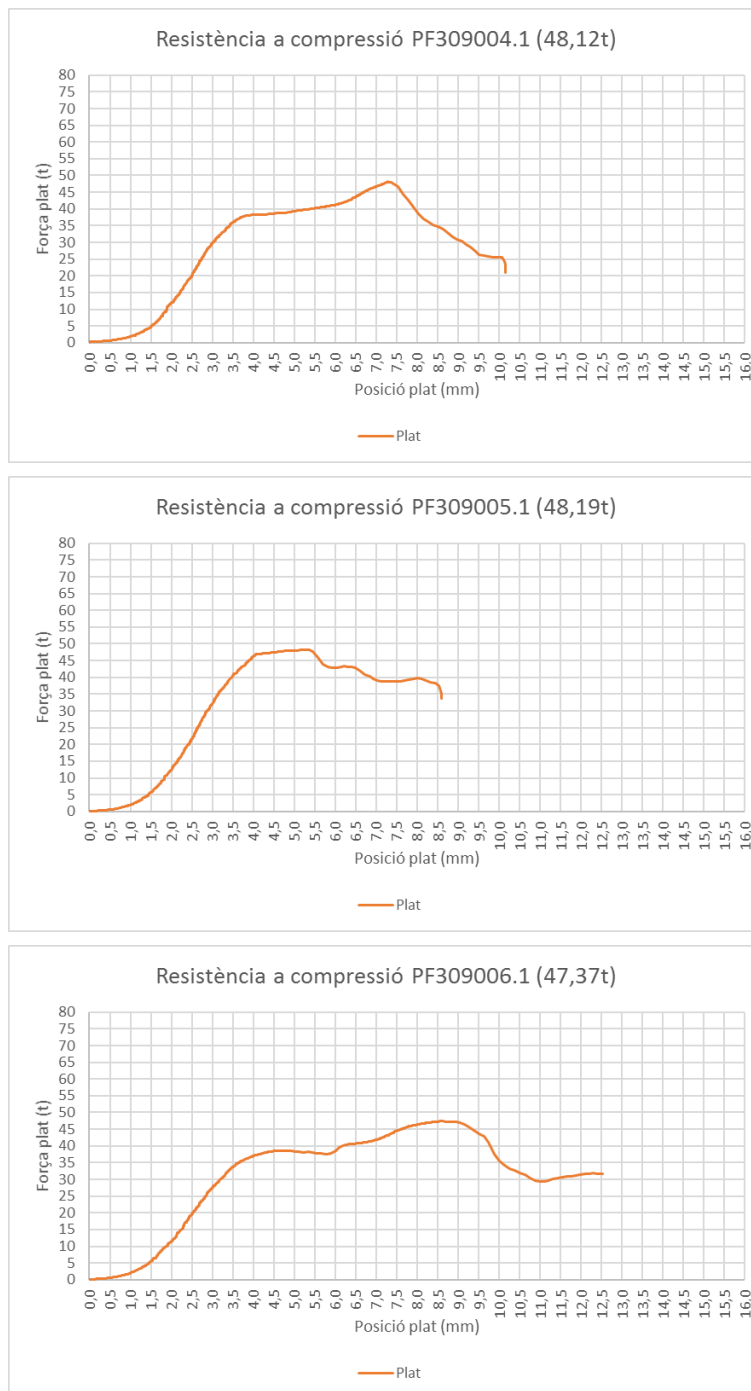
Gràfica 119. Gràfiques resistència a compressió PA50950_.1

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PF30850_.1:



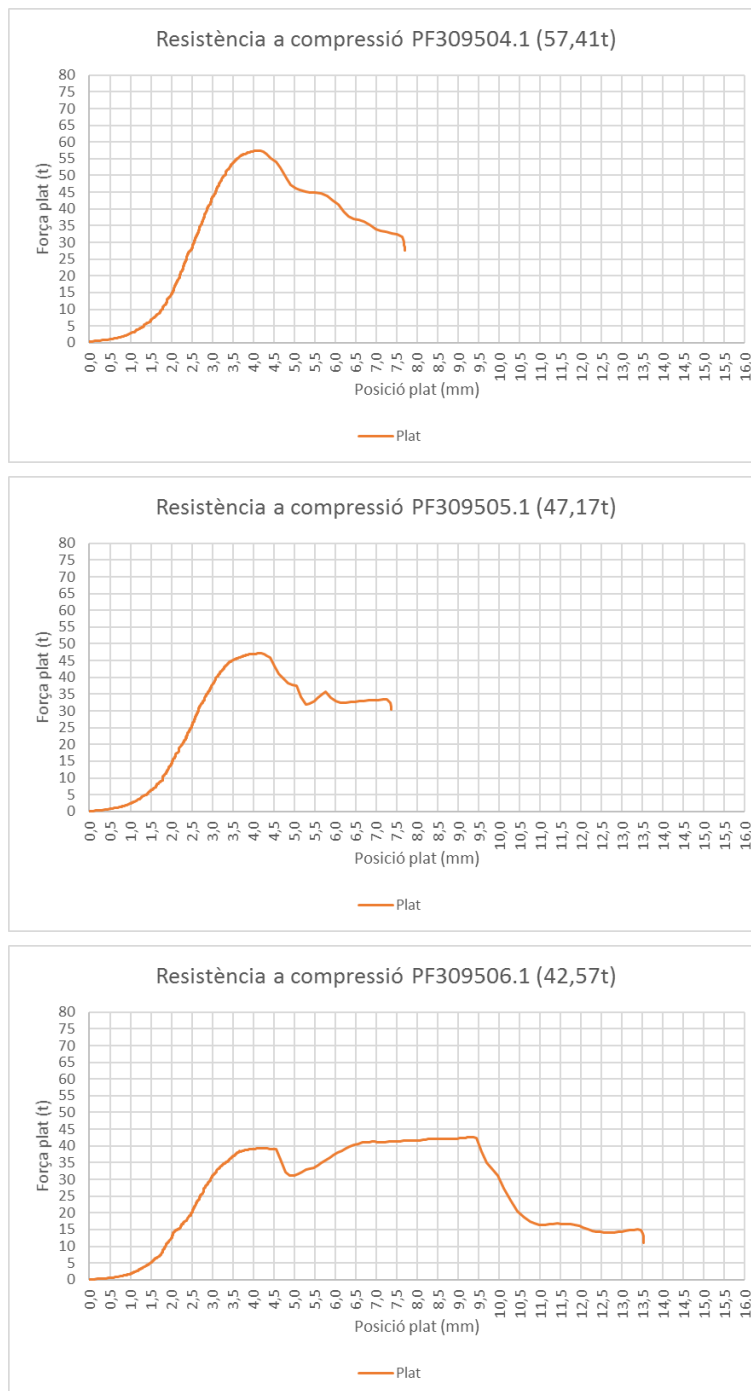
Gràfica 120. Gràfiques resistència a compressió PF30850_.1

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PF30900_1:



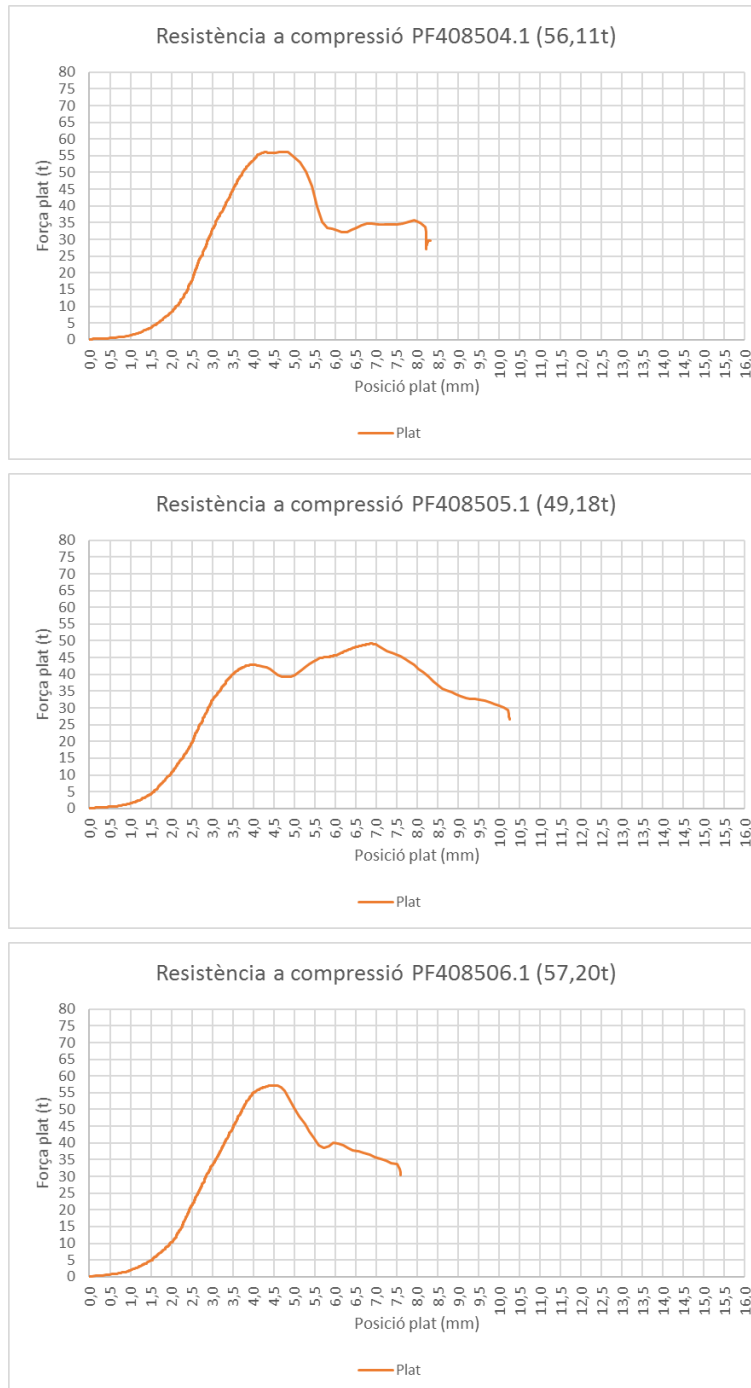
Gràfica 121. Gràfiques resistència a compressió PF30900_1

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PF30950_.1:



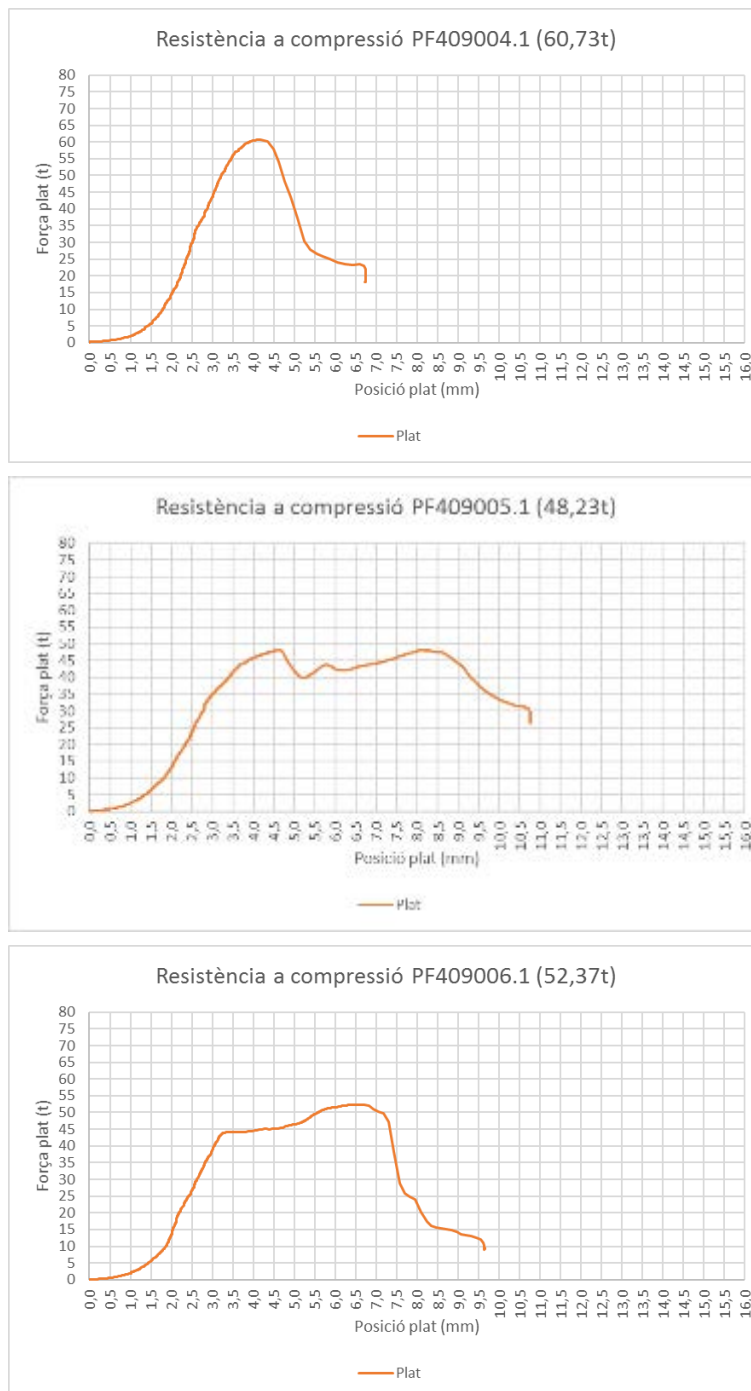
Gràfica 122. Gràfiques resistència a compressió PF30950_.1

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PF40850_.1:



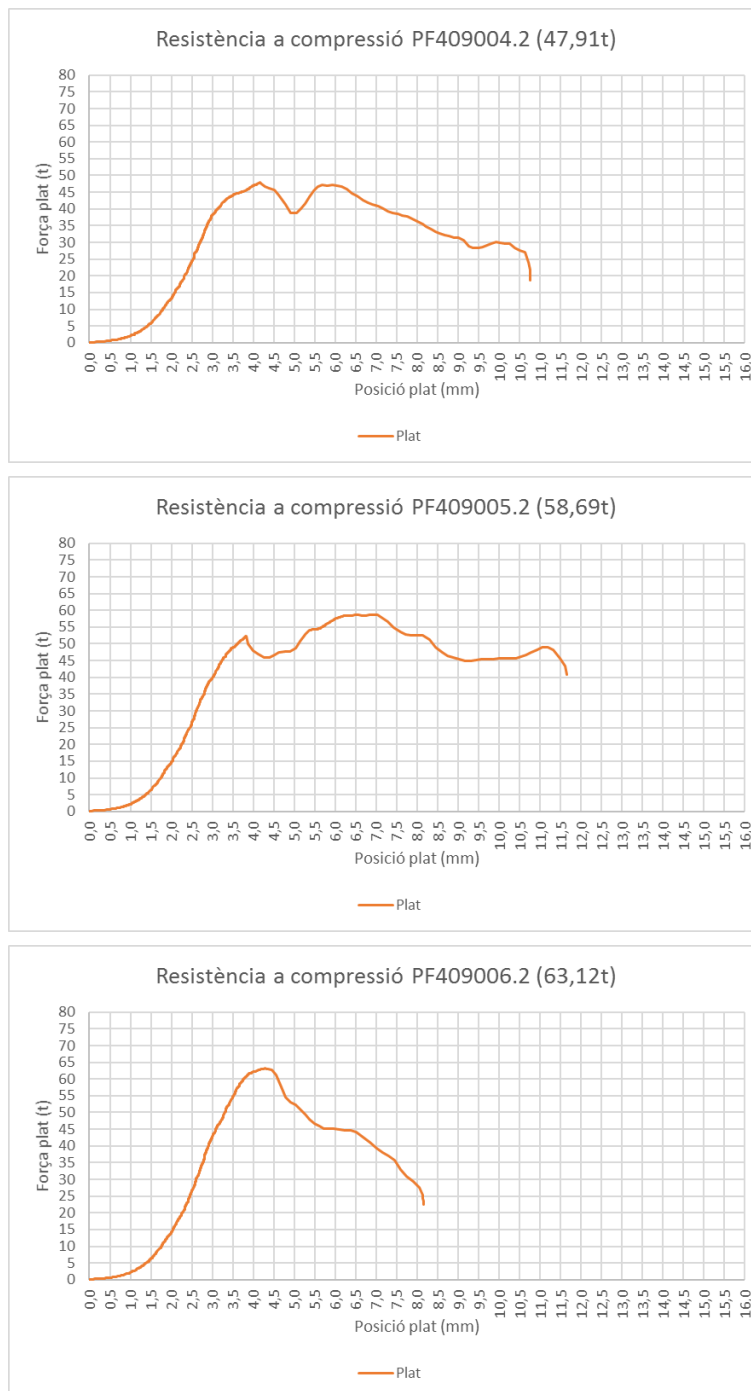
Gràfica 123. Gràfiques resistència a compressió PF40850_.1

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PF40900_1:



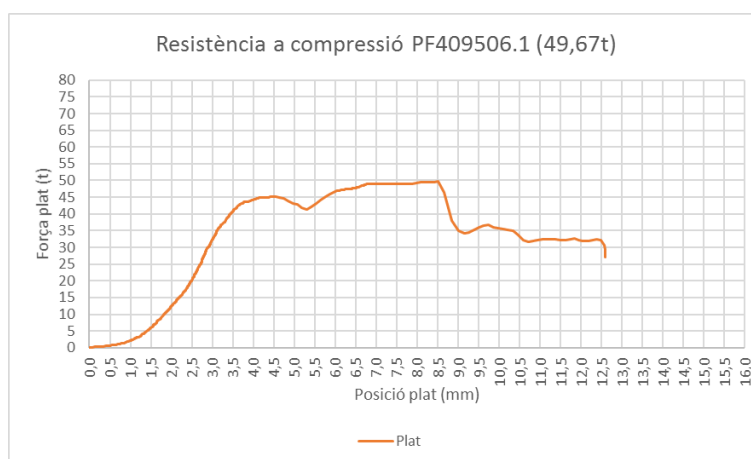
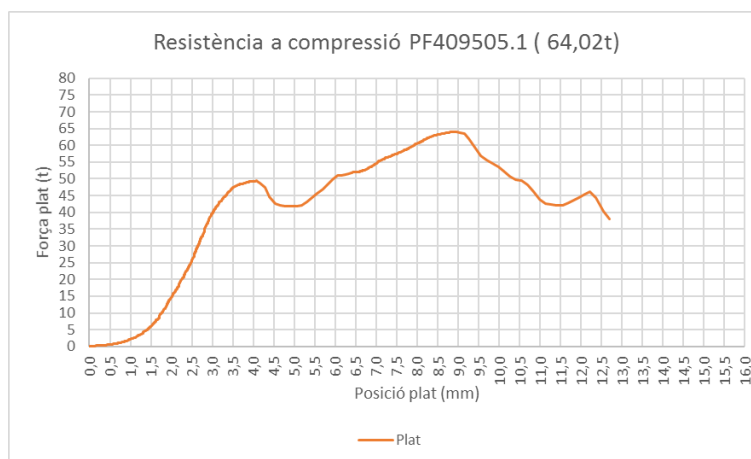
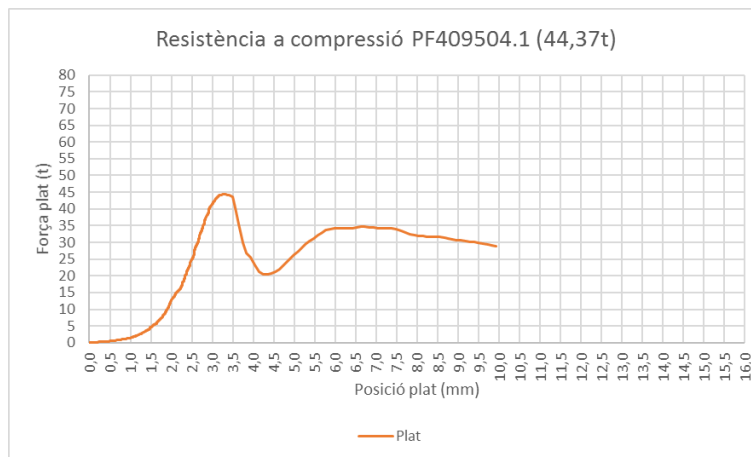
Gràfica 124. Gràfiques resistència a compressió PF40900_1

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PF40900_2:



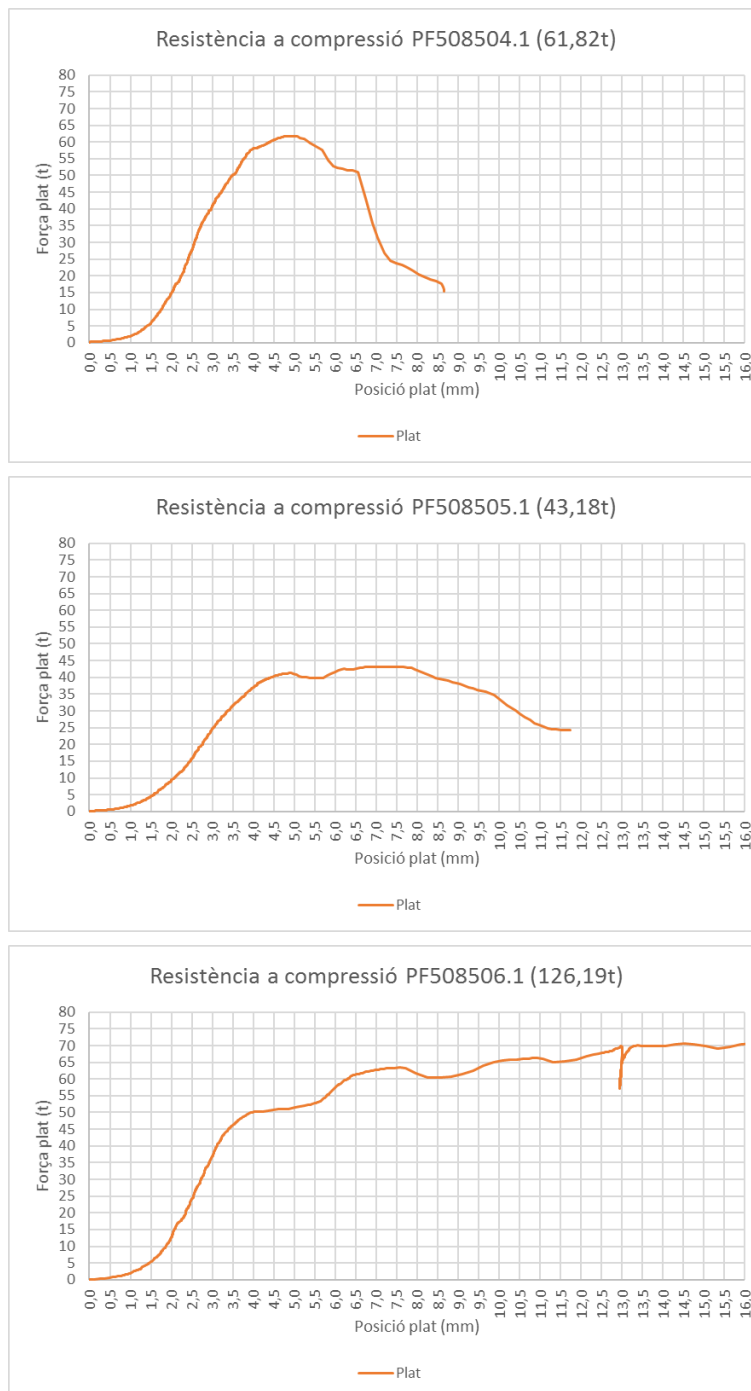
Gràfica 125. Gràfiques resistència a compressió PF40900_2

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PF40950_1:



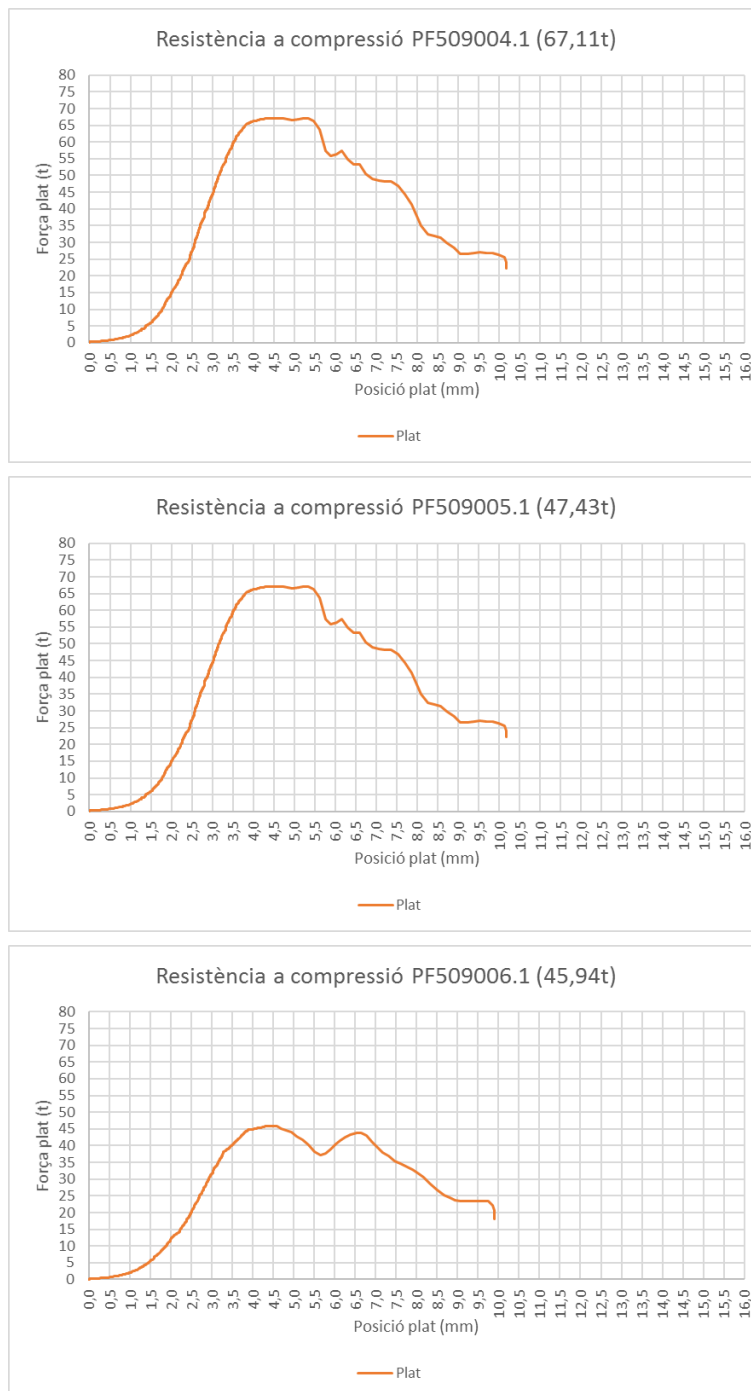
Gràfica 126. Gràfiques resistència a compressió PF40950_1

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PF50850_1:



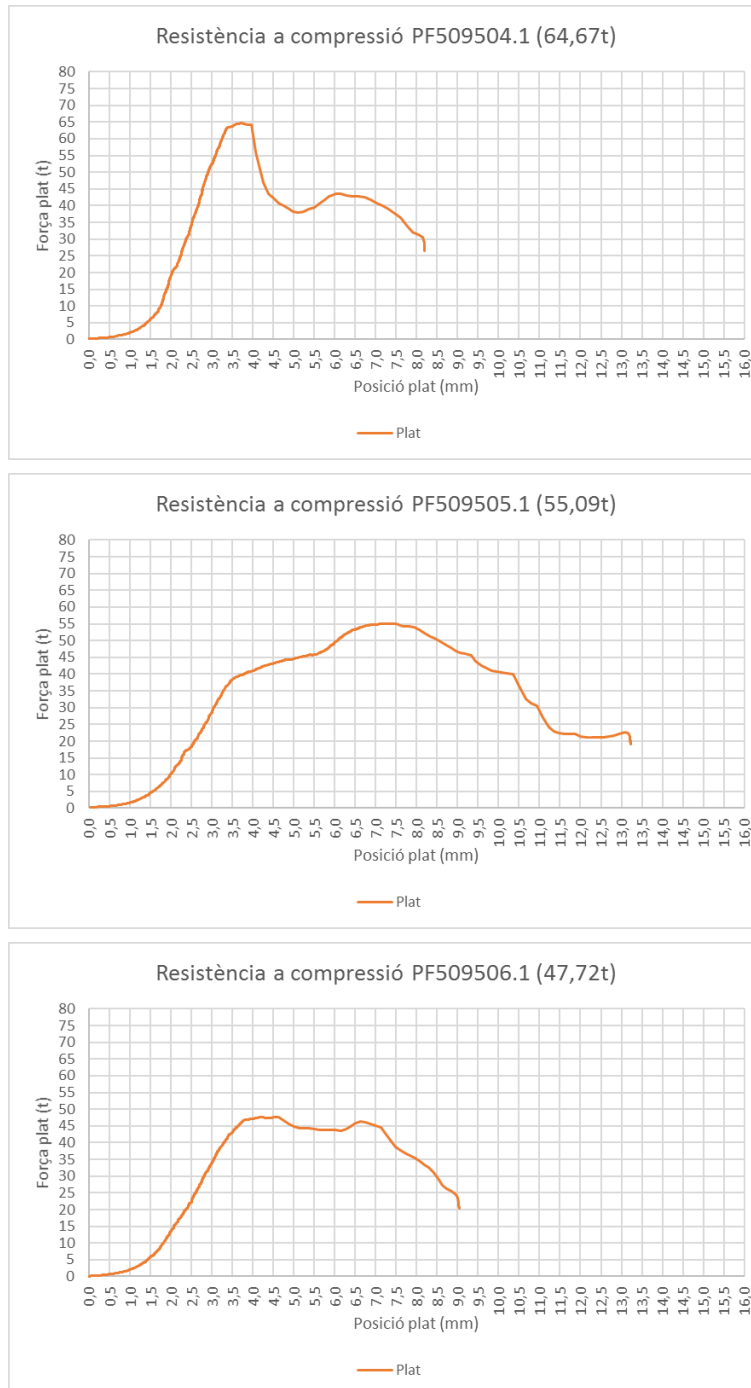
Gràfica 127. Gràfiques resistència a compressió PF50850_1

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PF50900_1:



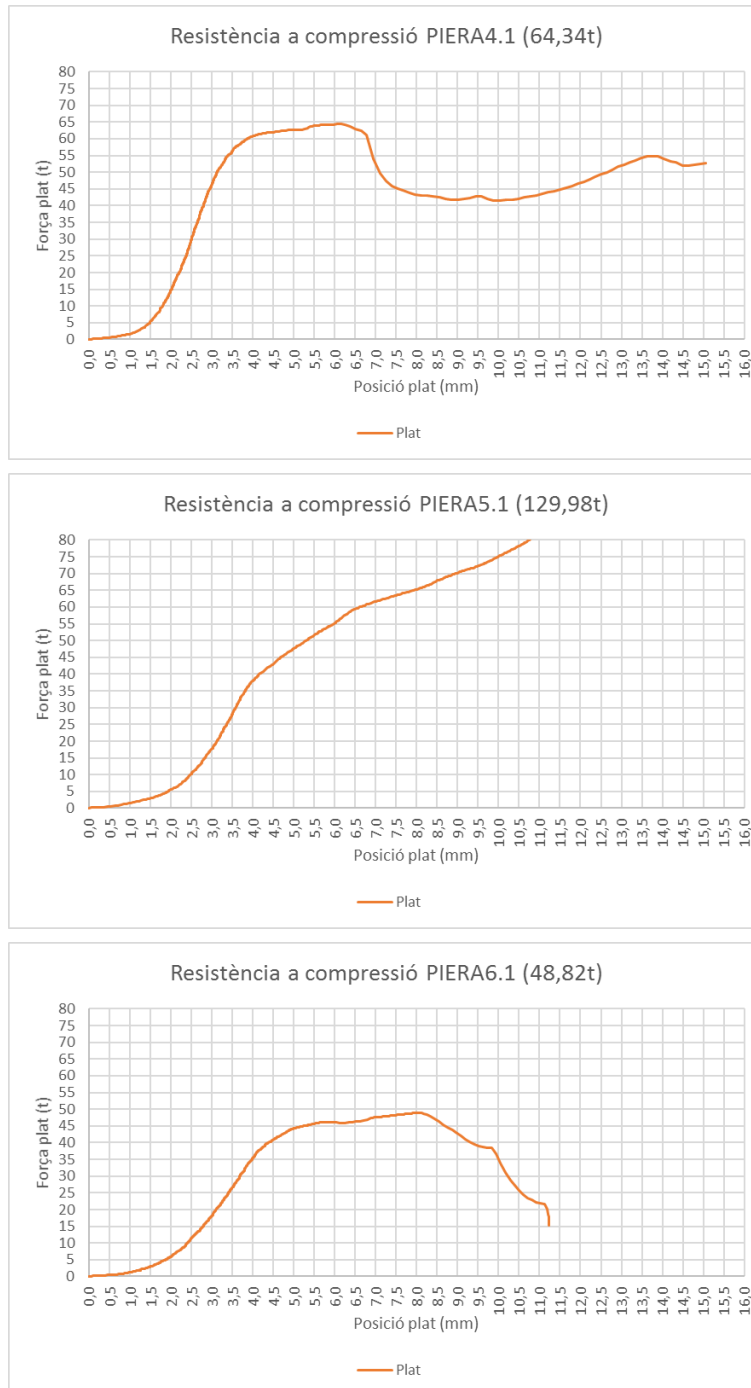
Gràfica 128. Gràfiques resistència a compressió PF50900_1

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PF50950_.1:



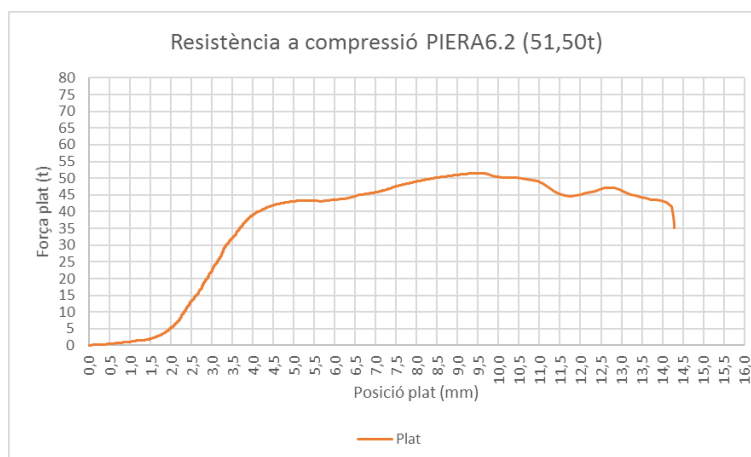
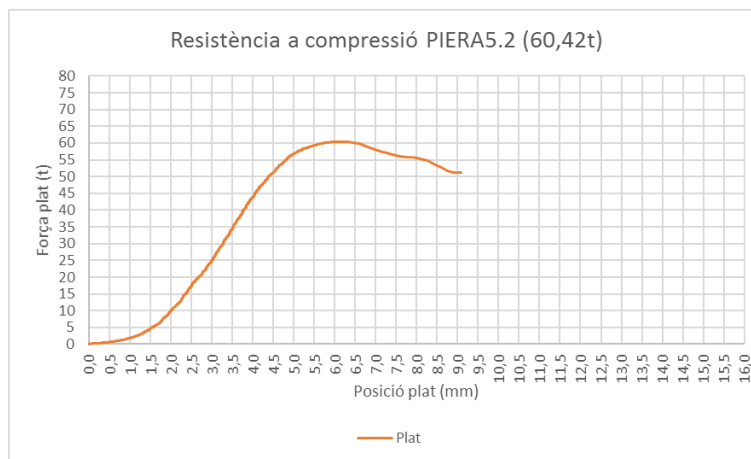
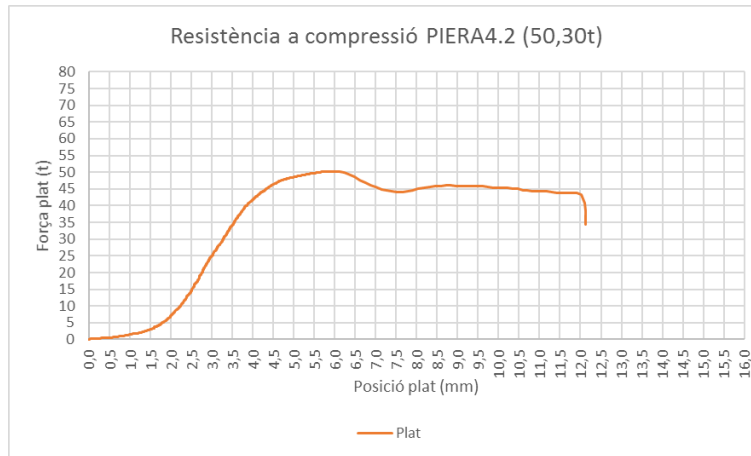
Gràfica 129. Gràfiques resistència a compressió PF50950_.1

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PIERA_.1:



Gràfica 130. Gràfiques resistència a compressió PIERA_.1

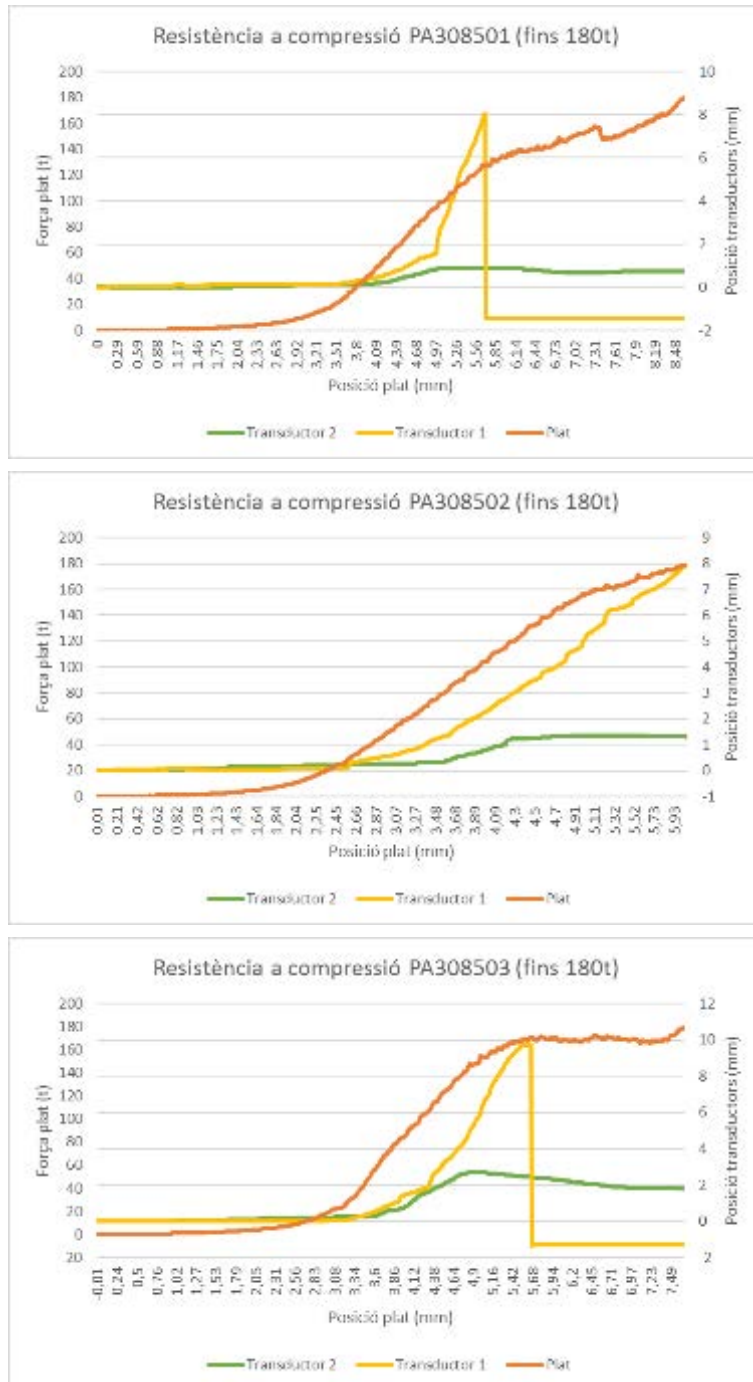
Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PIERA_.2:



Gràfica 131. Gràfiques resistència a compressió PIERA_.2

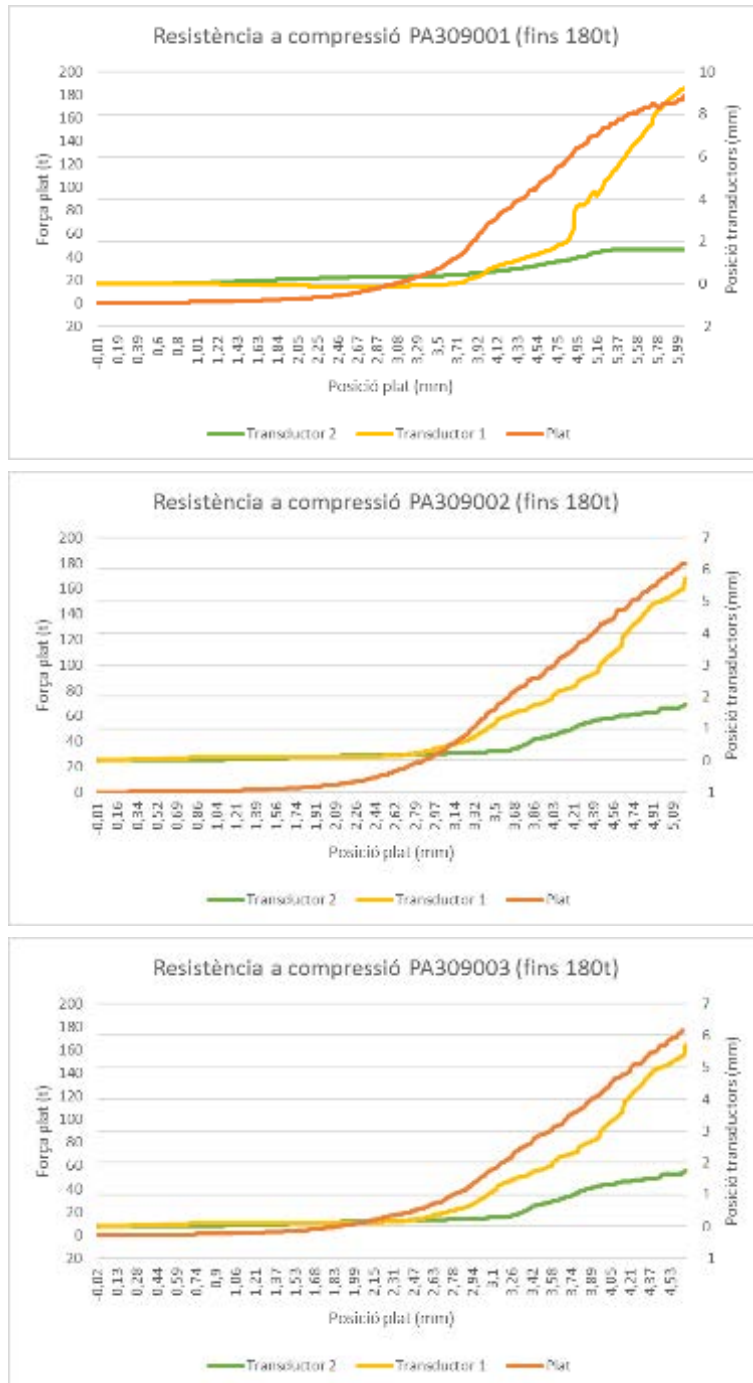
11.4. Gràfiques de resistència a compressió fins a 180t (provetes senceres)

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PA30850_:



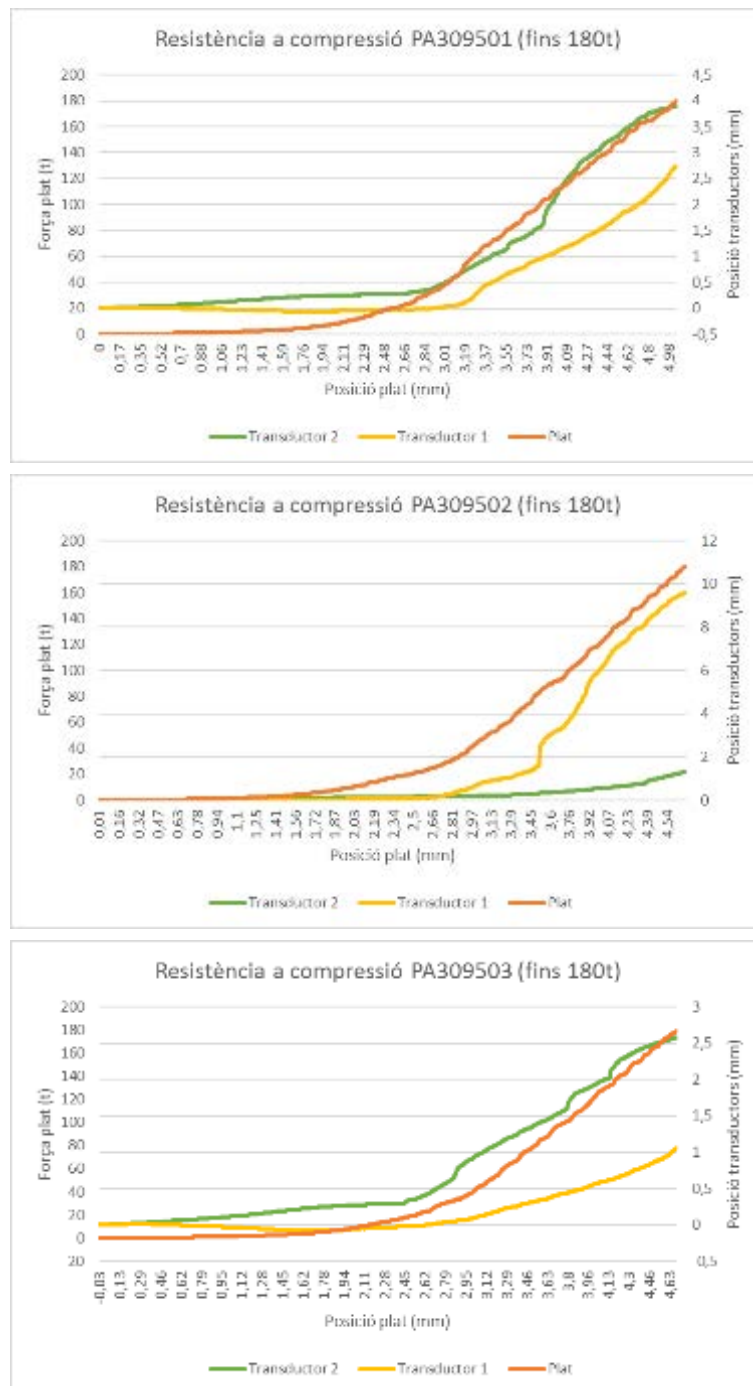
Gràfica 132. Gràfiques resistència a compressió PA30850_

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PA30900_:



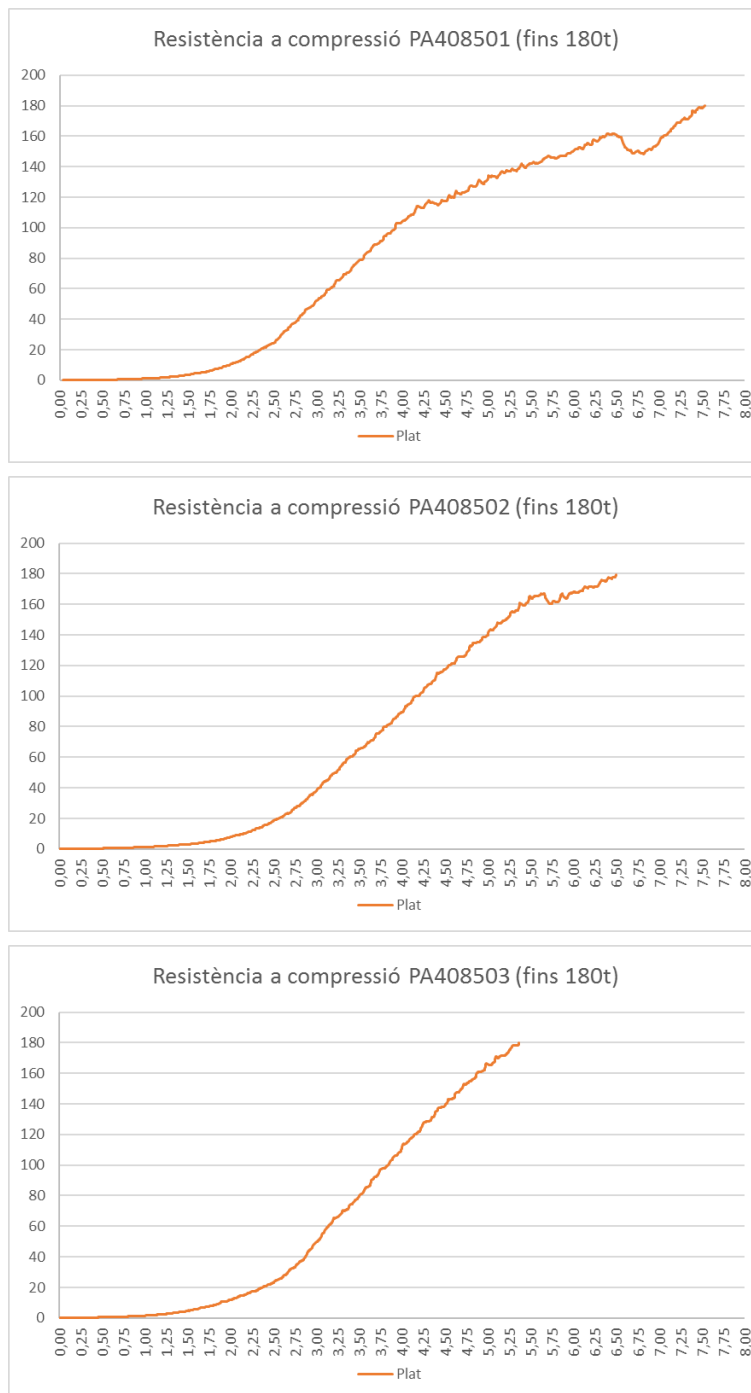
Gràfica 133. Gràfiques resistència a compressió PA30900_

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PA30950_:



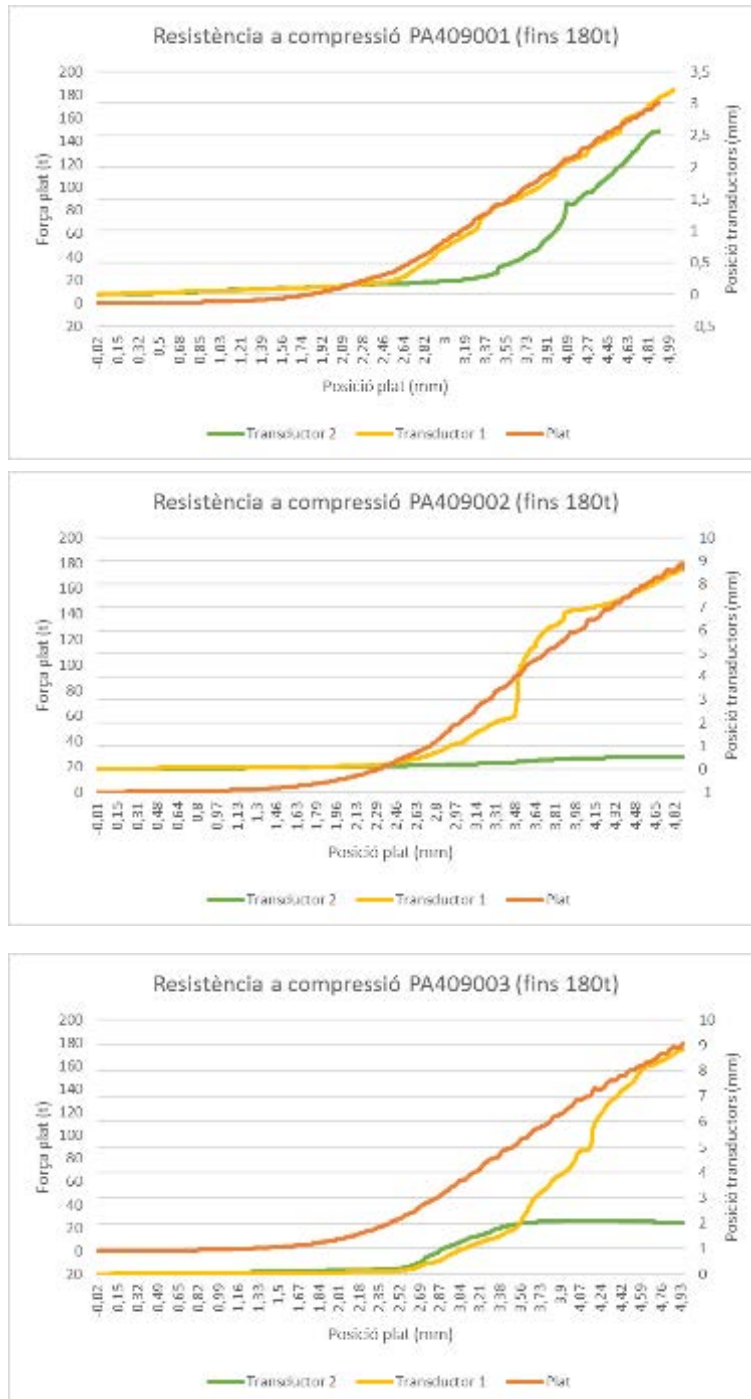
Gràfica 134. Gràfiques resistència a compressió PA30950_

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PA40850_:



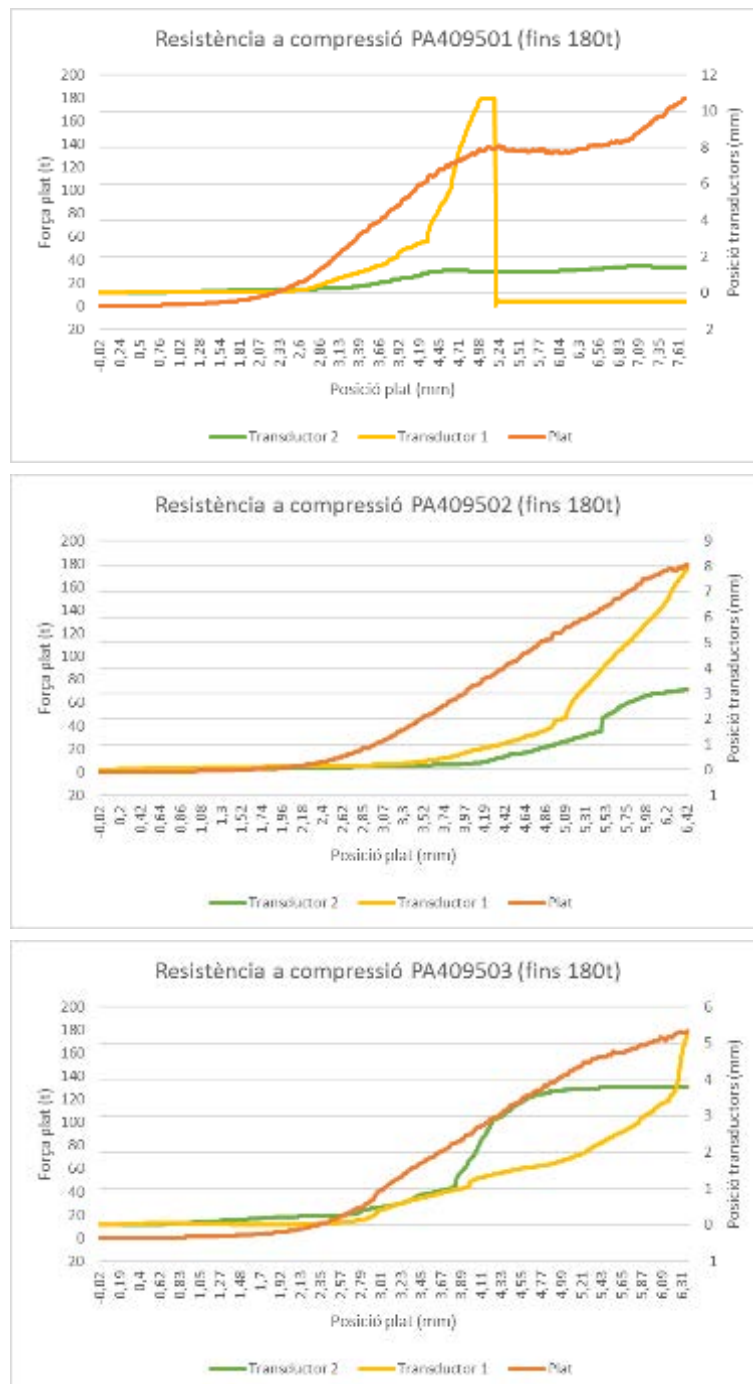
Gràfica 135. Gràfiques resistència a compressió PA40850_

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PA40900_:



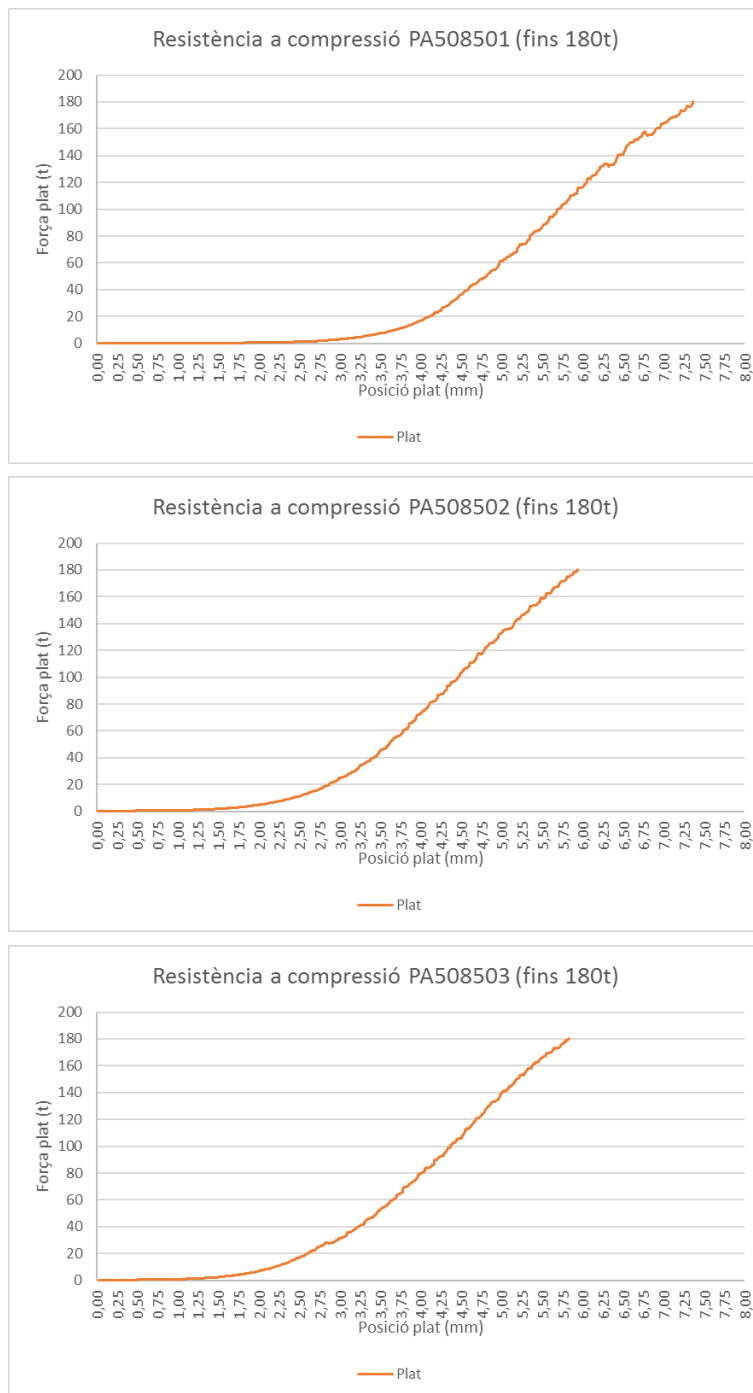
Gràfica 136. Gràfiques resistència a compressió PA40900_

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PA40950_:



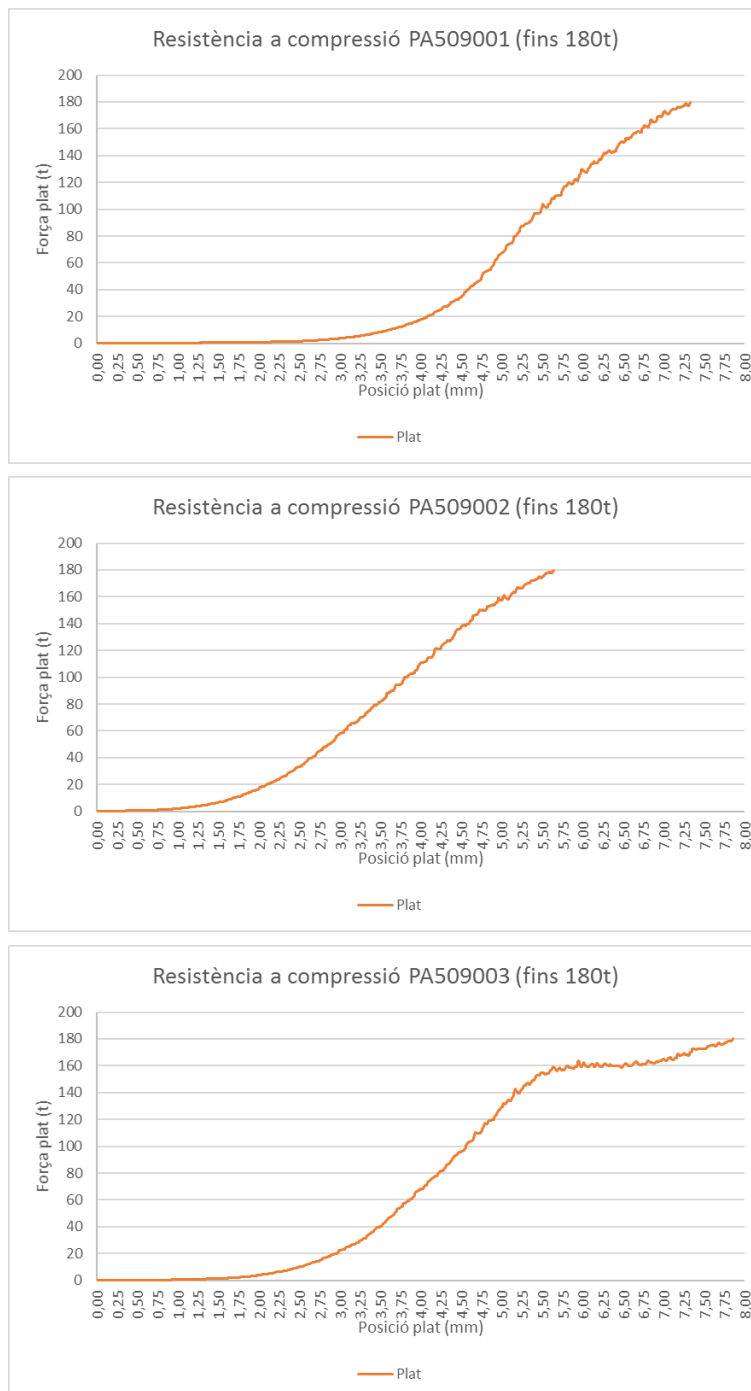
Gràfica 137. Gràfiques resistència a compressió PA40950_

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PA50850_:



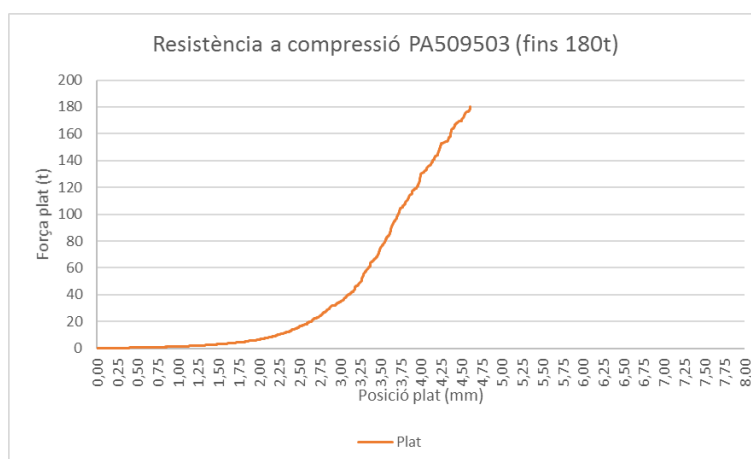
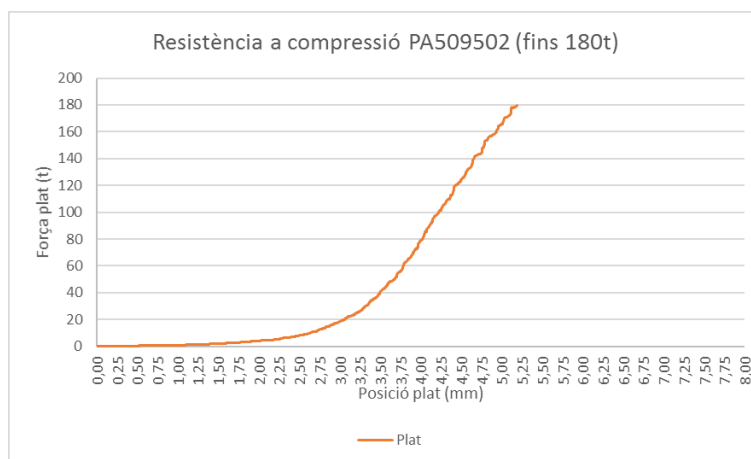
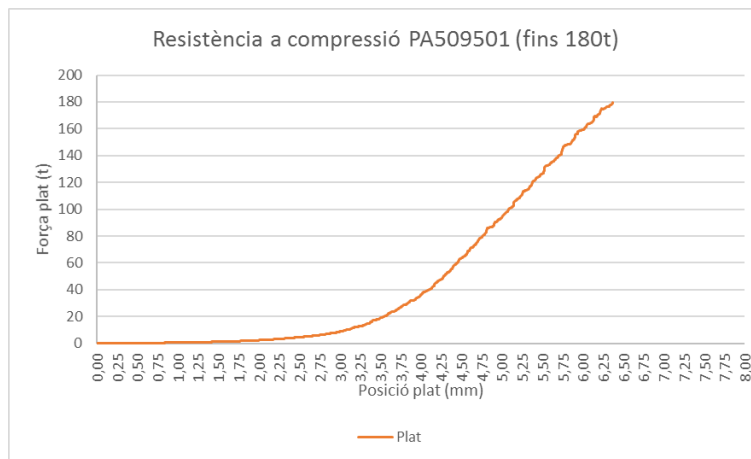
Gràfica 138. Gràfiques resistència a compressió PA50850_

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PA50900_:



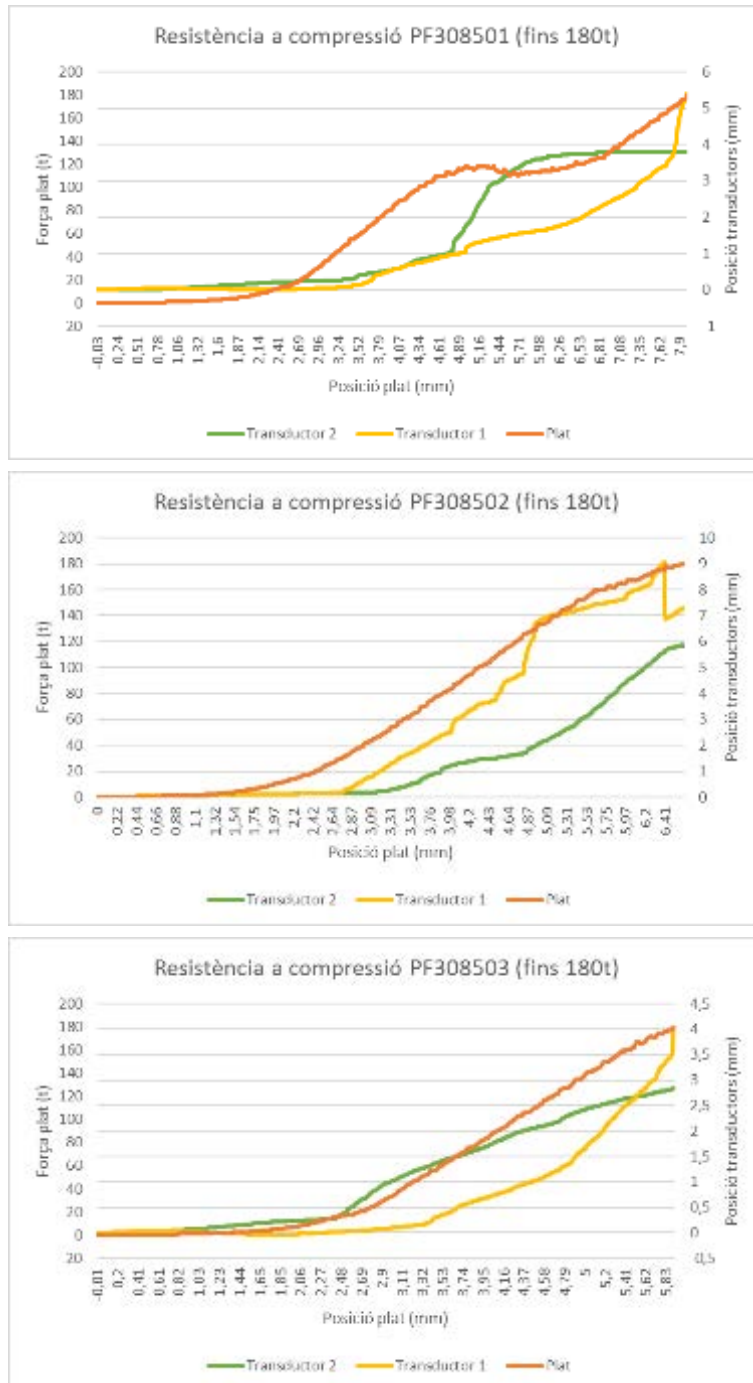
Gràfica 139. Gràfiques resistència a compressió PA50900_

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PA50950_:



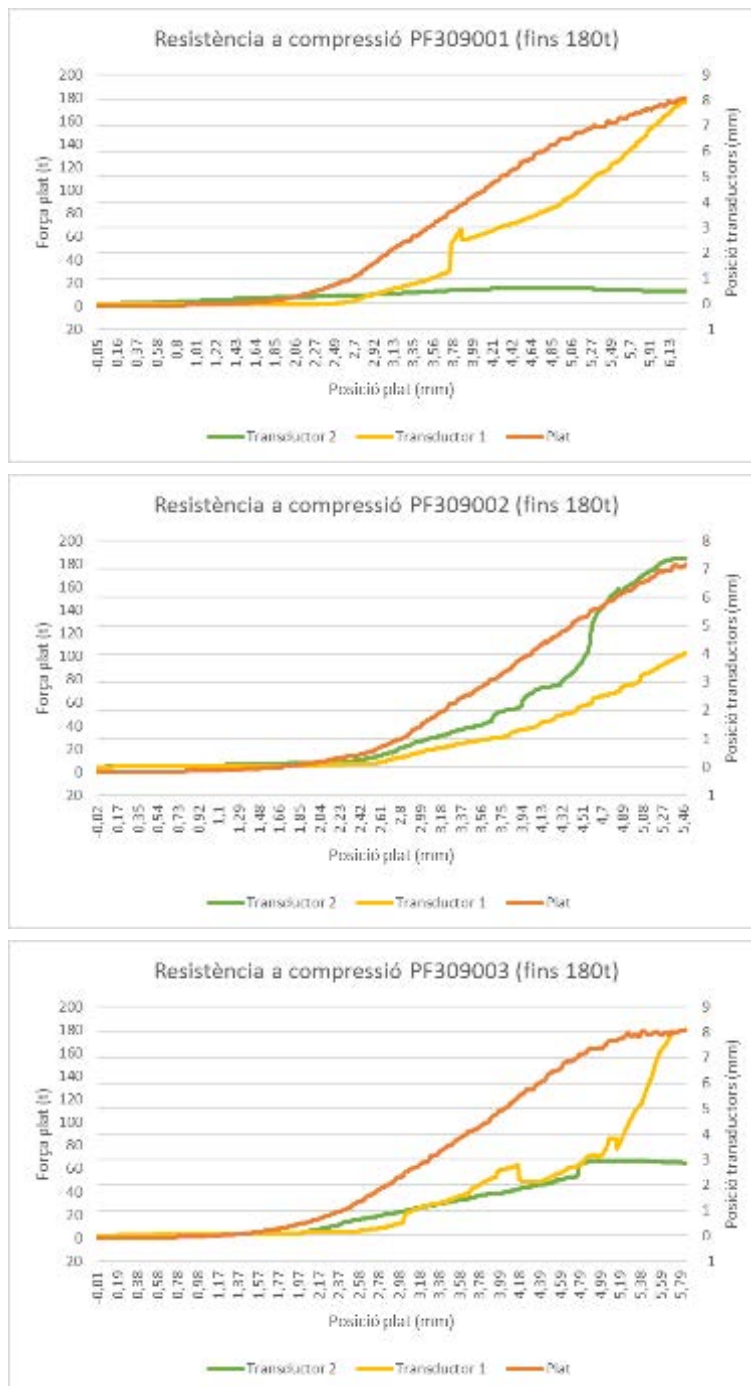
Gràfica 140. Gràfiques resistència a compressió PA50950_

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PF30850_:



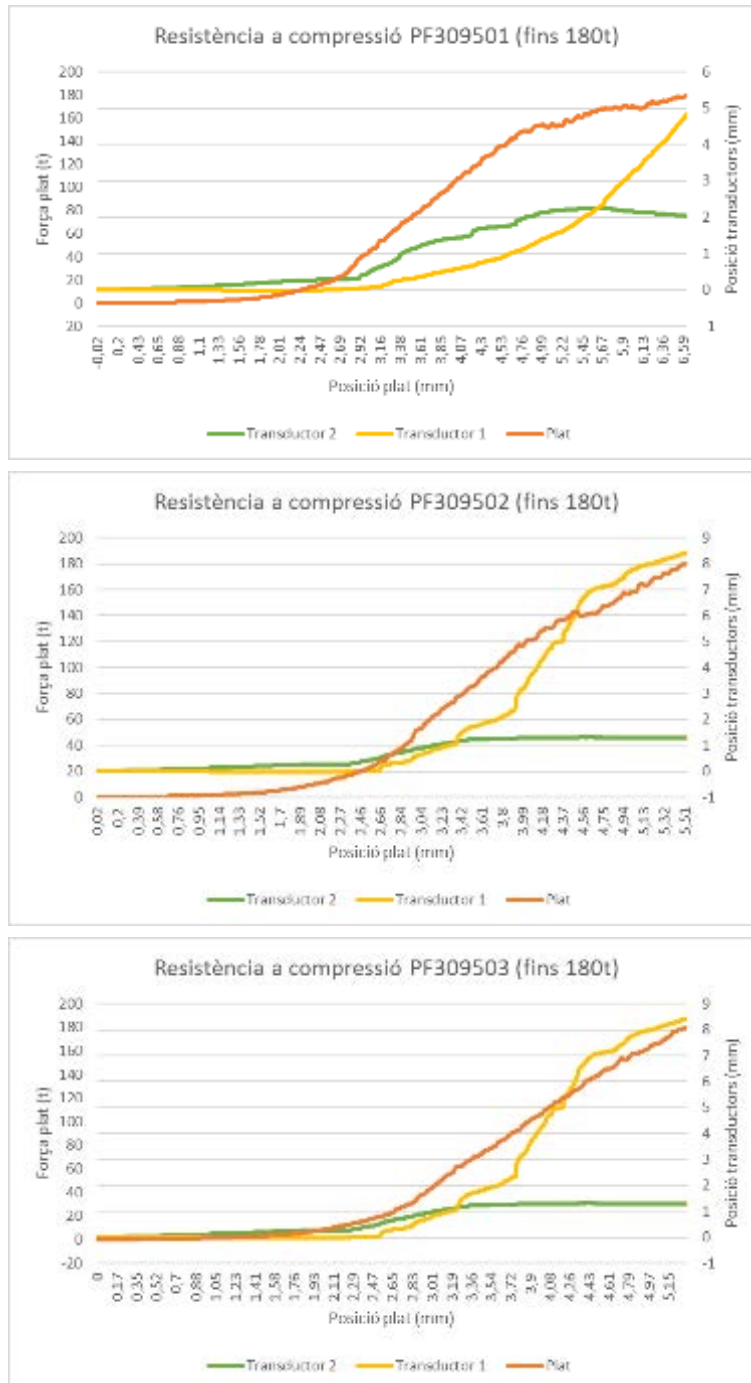
Gràfica 141. Gràfiques resistència a compressió PF30850_

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PF30900_:



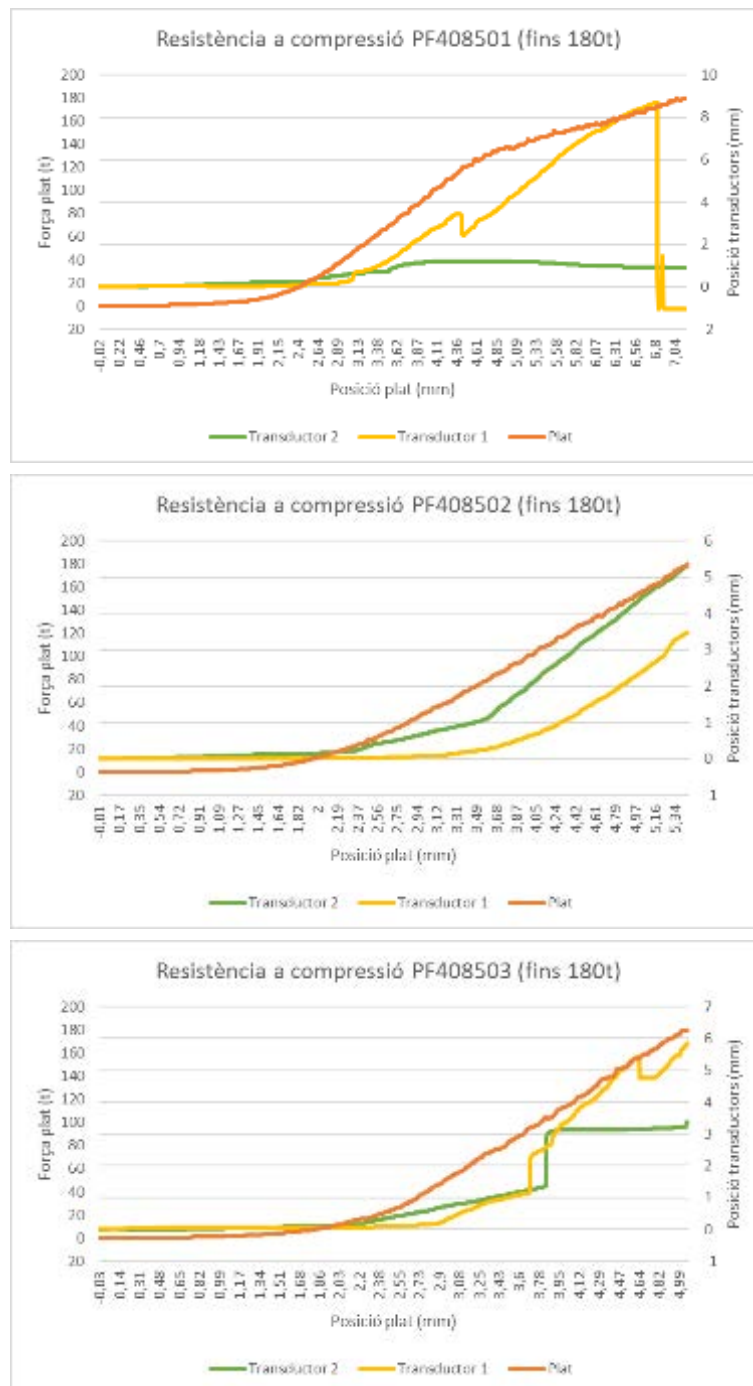
Gràfica 142. Gràfiques resistència a compressió PF30900_

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PF30950_:



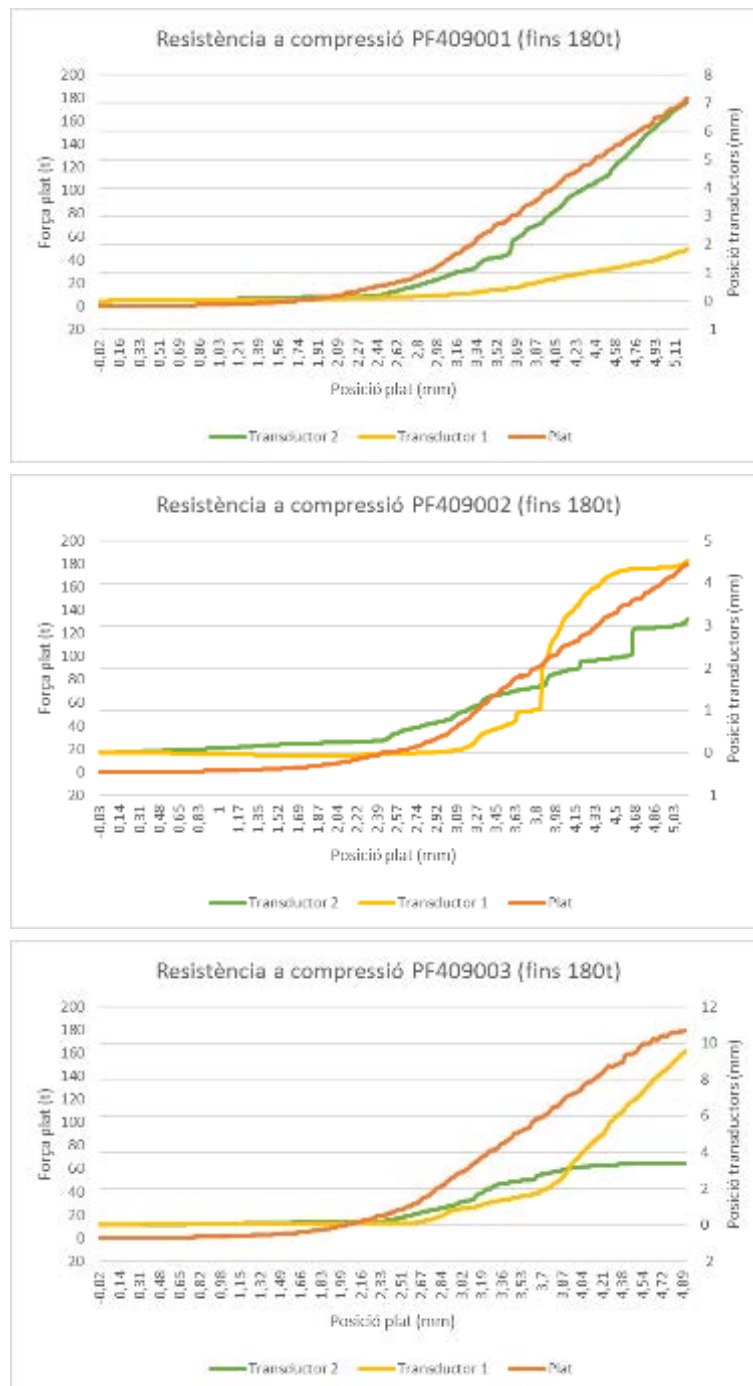
Gràfica 143. Gràfiques resistència a compressió PF30950_

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PF40850_:



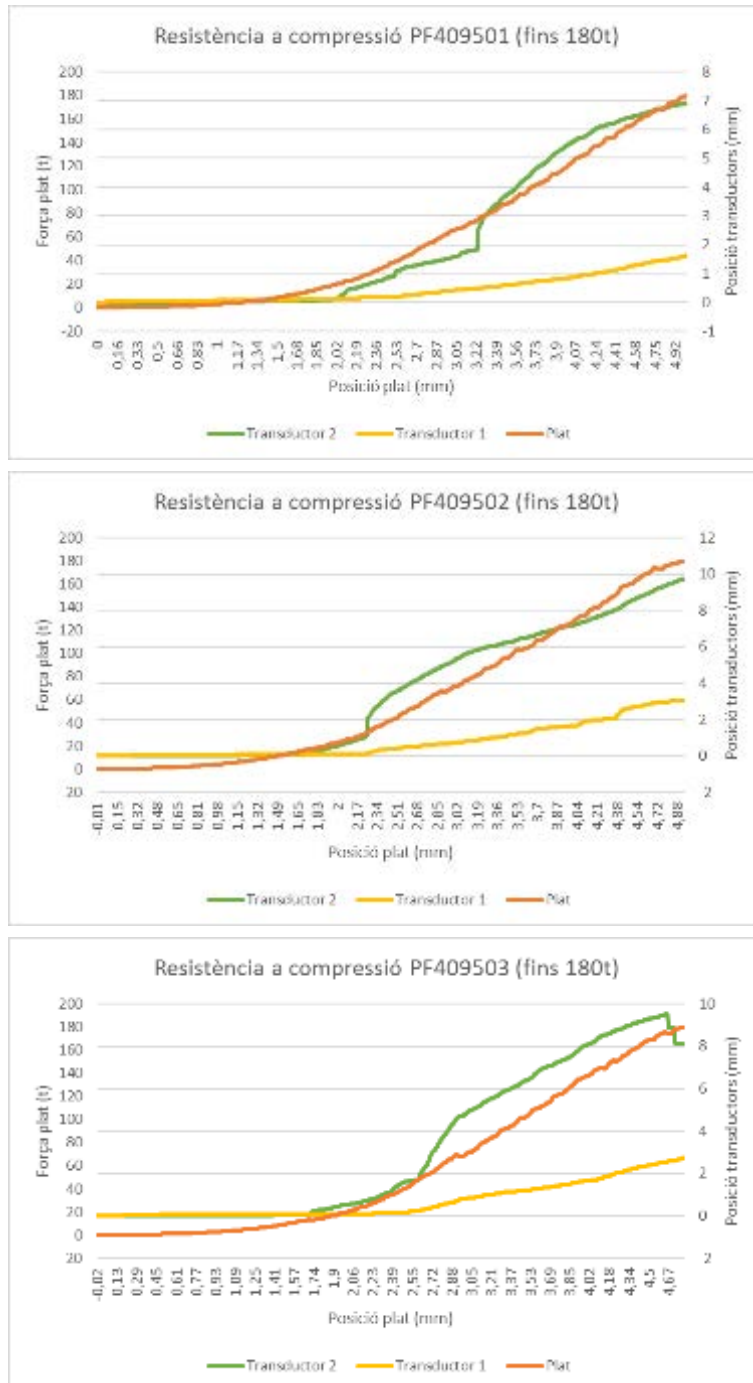
Gràfica 144. Gràfiques resistència a compressió PF40850_

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PF40900_:



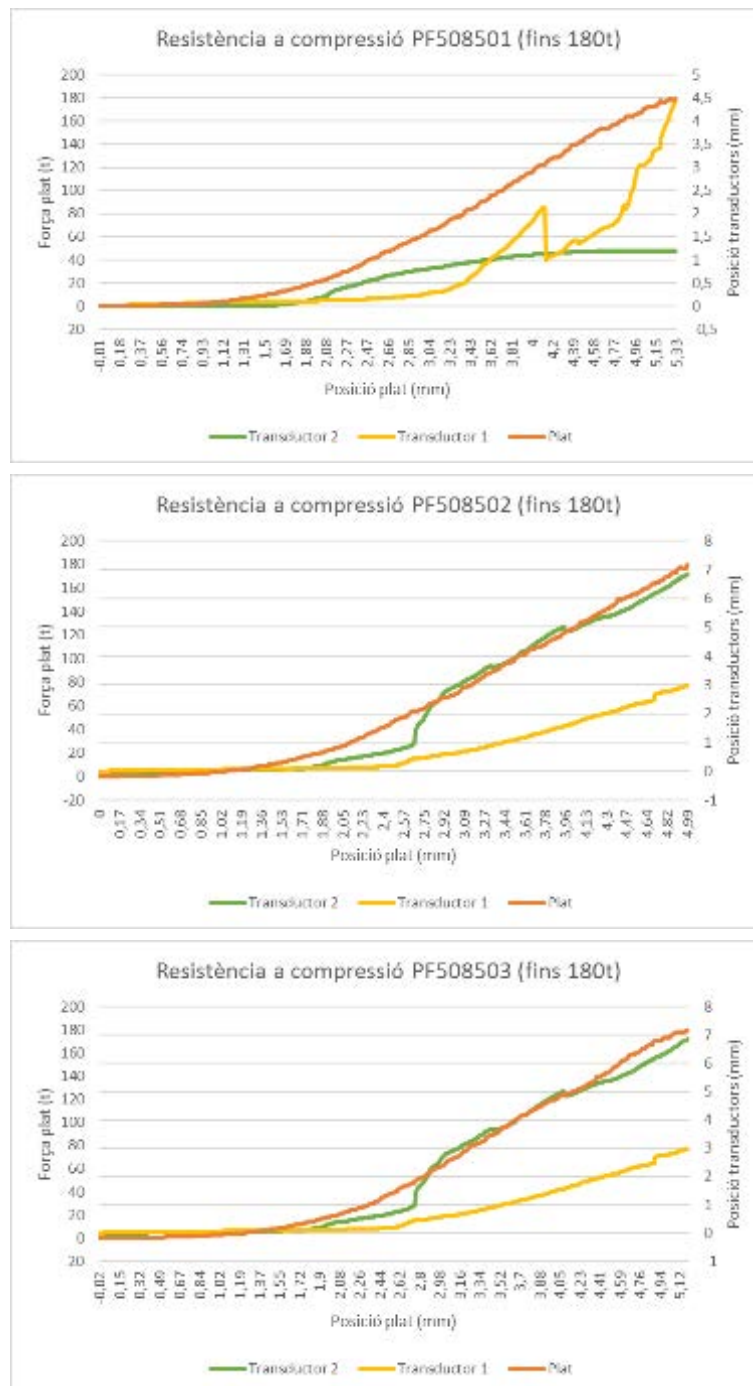
Gràfica 145. Gràfiques resistència a compressió PF40900_

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PF40950_:



Gràfica 146. Gràfiques resistència a compressió PF40950_

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PF50850_:



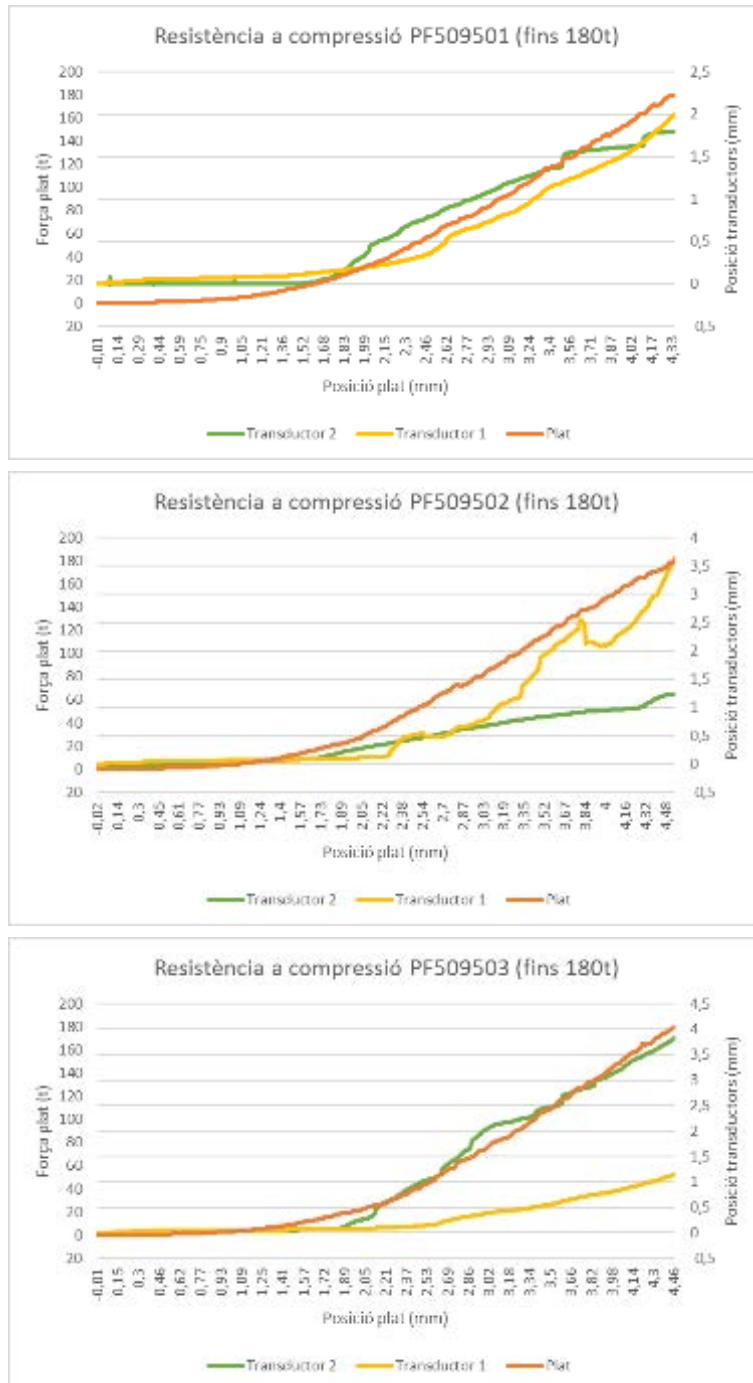
Gràfica 147. Gràfiques resistència a compressió PF50850_

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PF50900_:



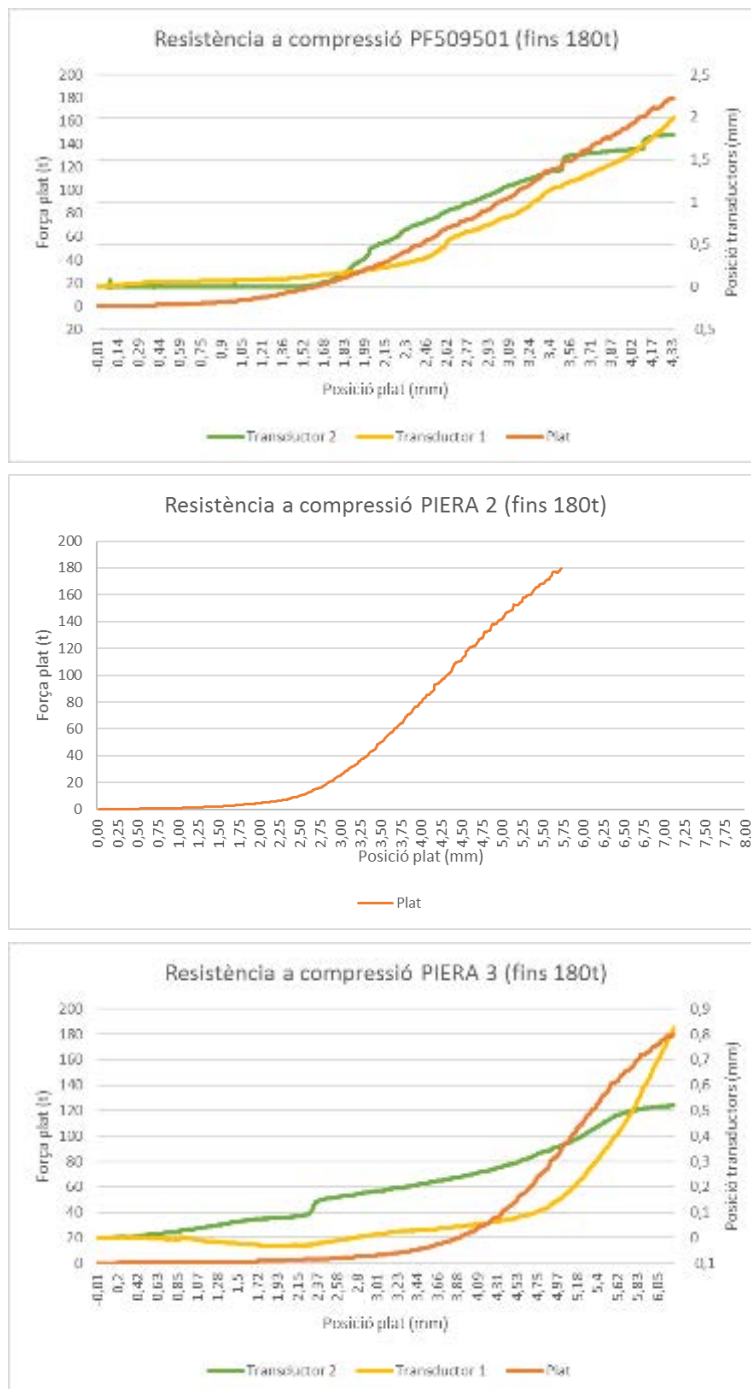
Gràfica 148. Gràfiques resistència a compressió PF50900_

Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PF50950_:



Gràfica 149. Gràfiques resistència a compressió PF50950_

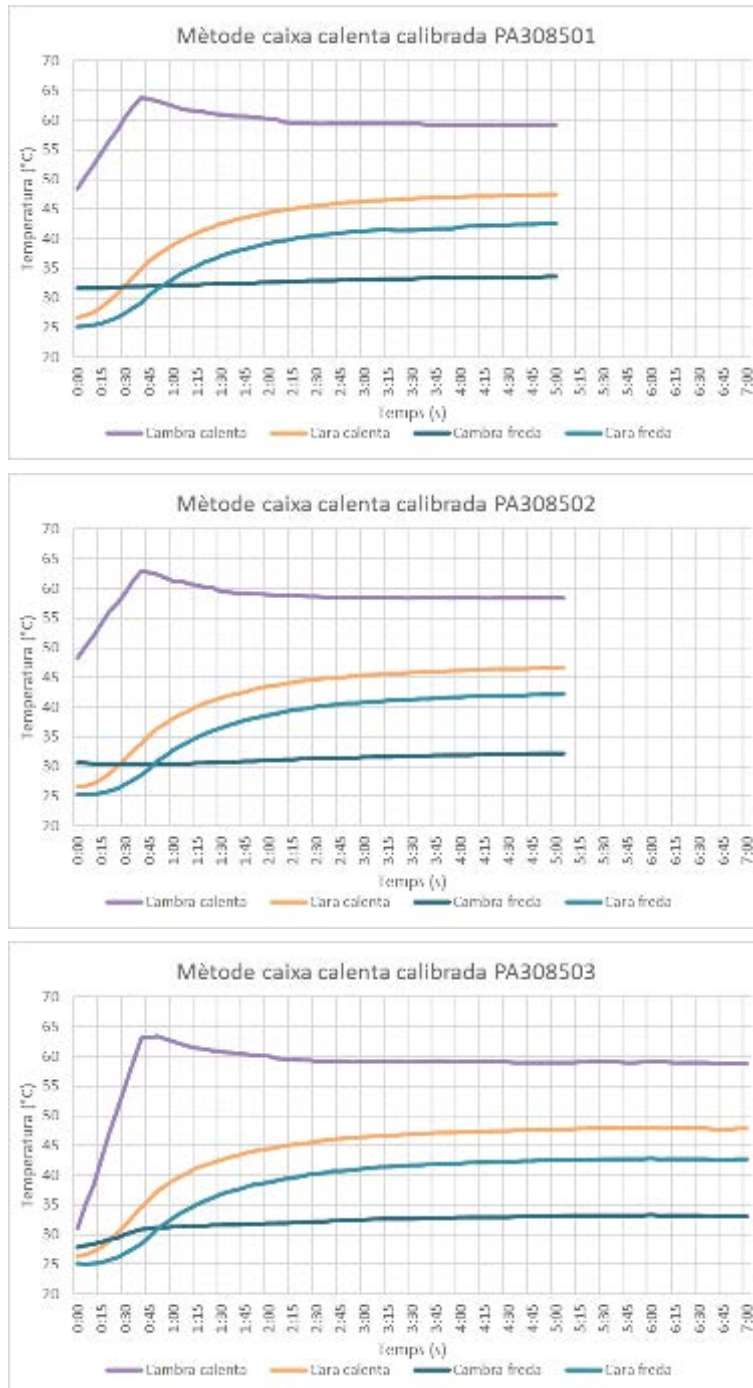
Gràfiques de resistència a compressió de la sèrie PIERA_:



Gràfica 150. Gràfiques resistència a compressió PIERA_

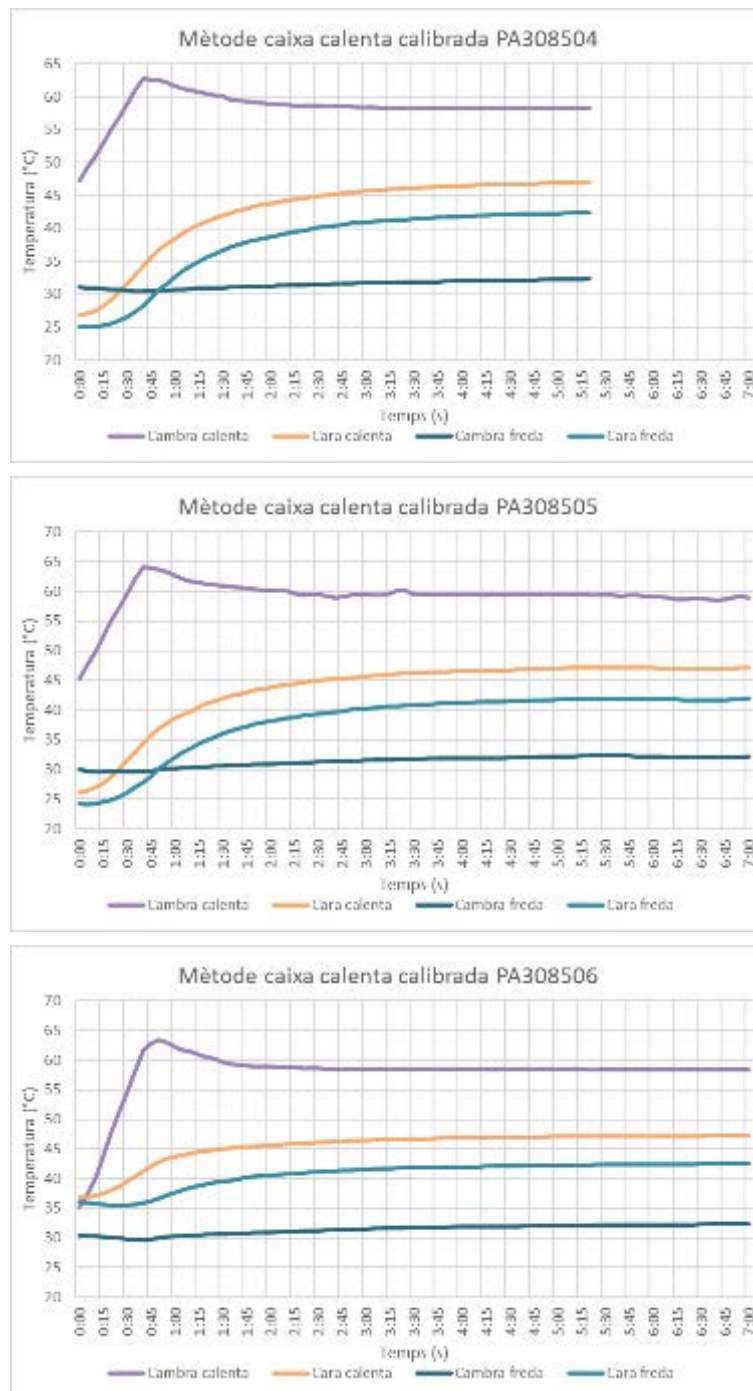
11.5. Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PA30850_:



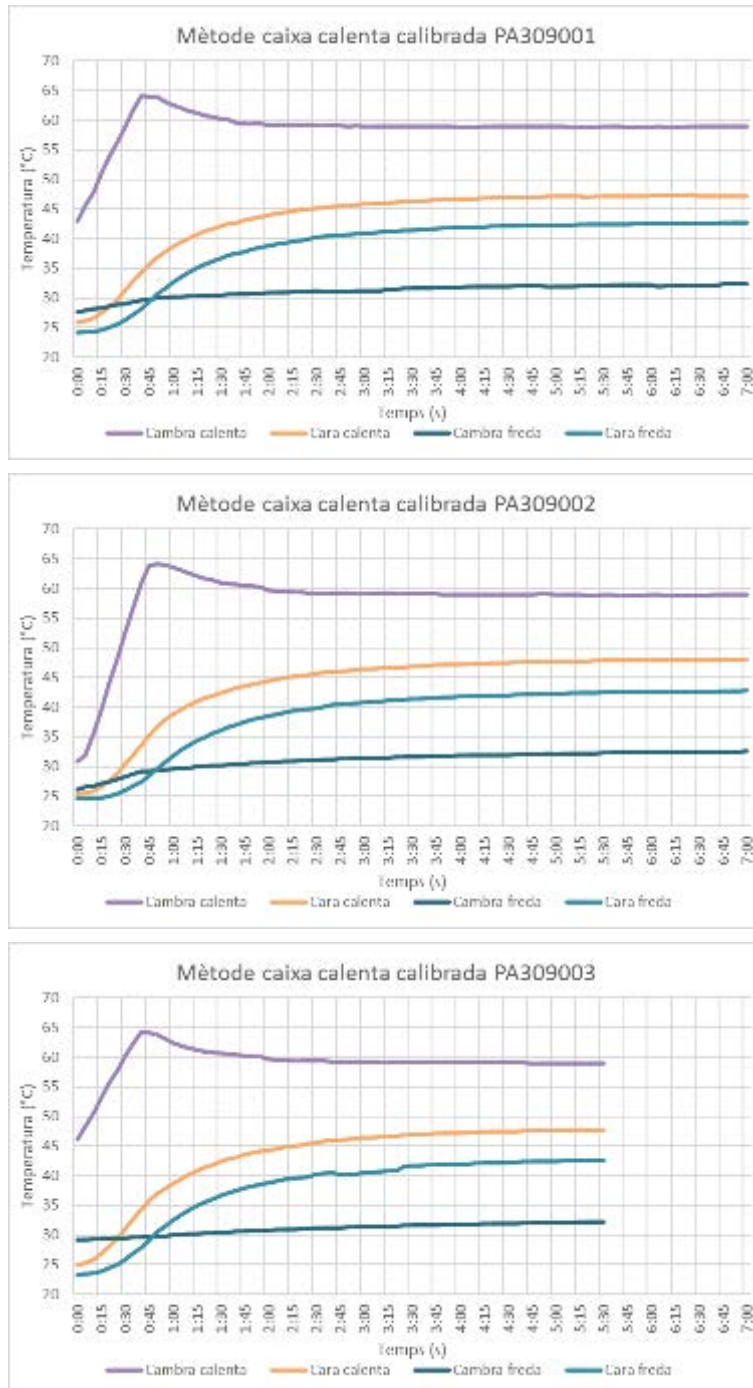
Gràfica 151. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PA30850_ (1)

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PA30850_:



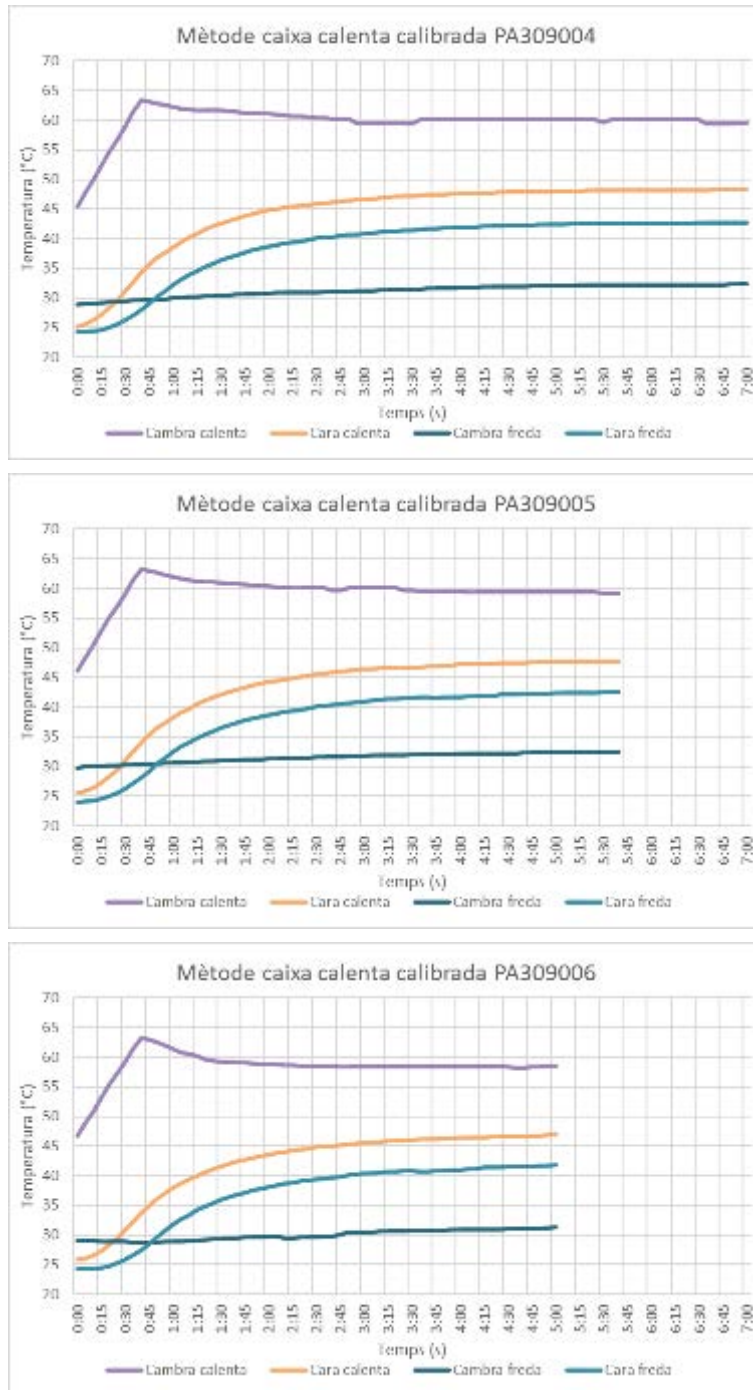
Gràfica 152. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PA30850_ (2)

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PA30900_:



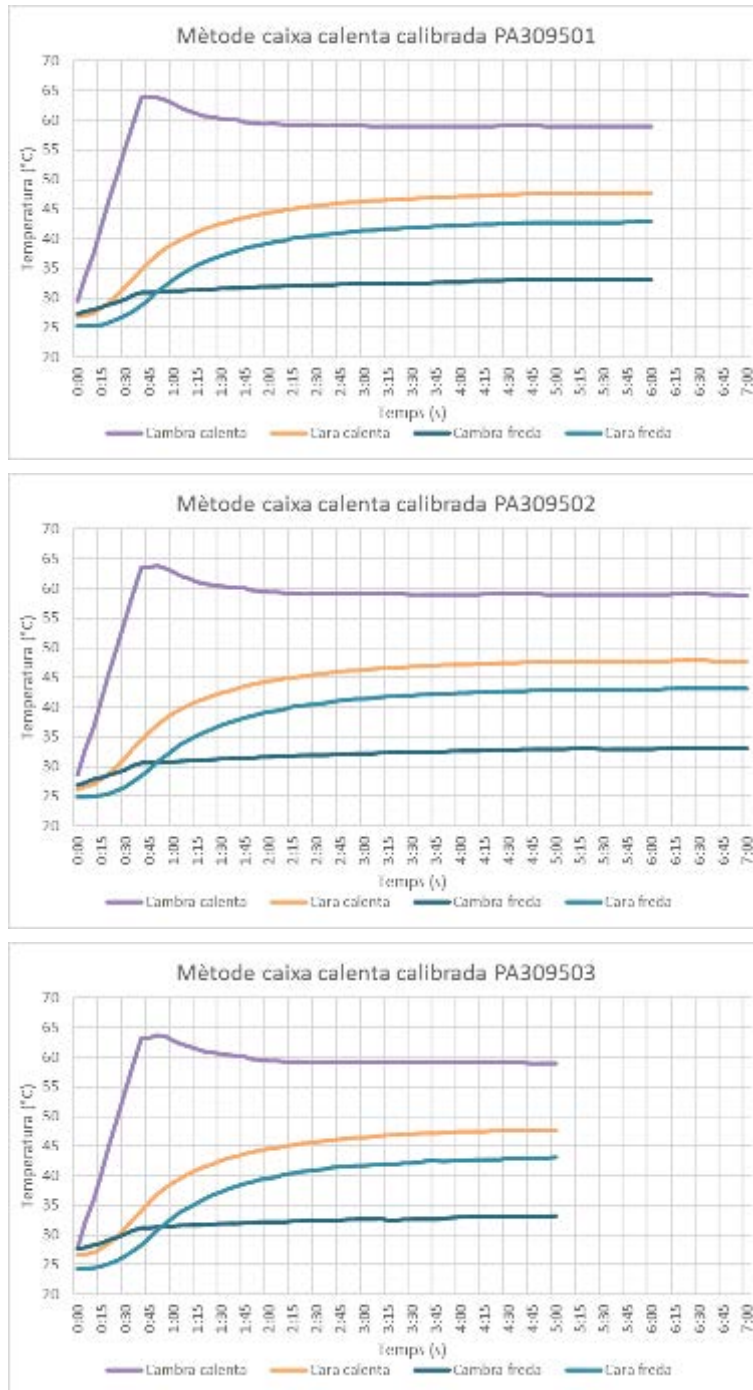
Gràfica 153. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PA30900_ (1)

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PA30900_:



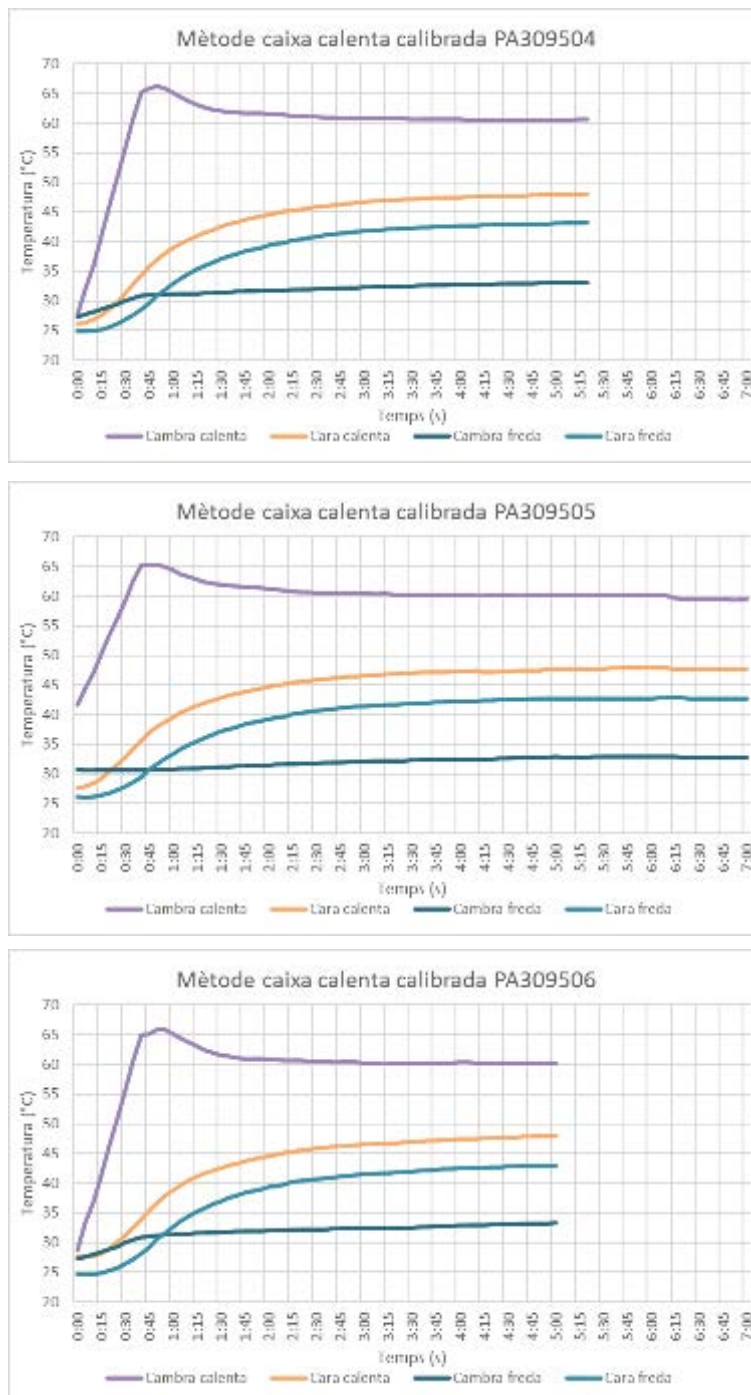
Gràfica 154. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PA30900_ (2)

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PA30950_:



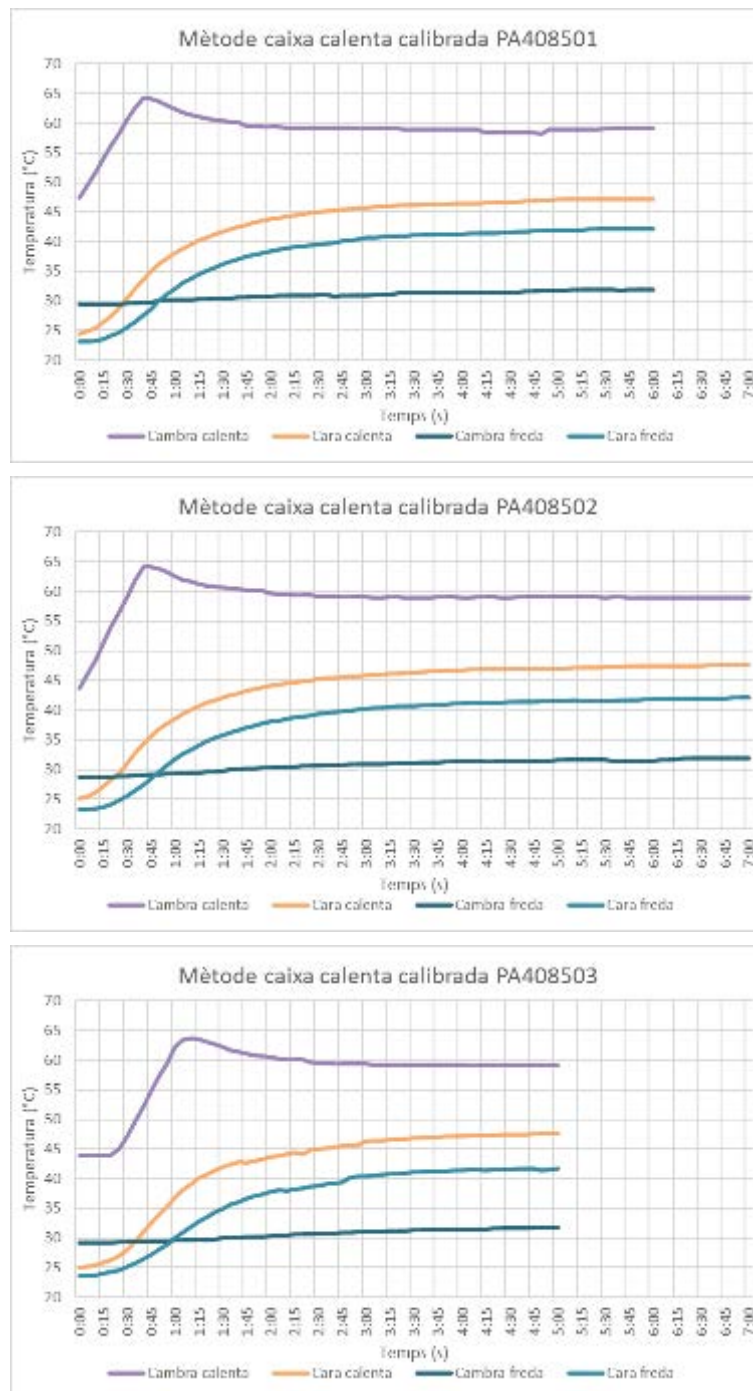
Gràfica 155. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PA30950_ (1)

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PA30950_:



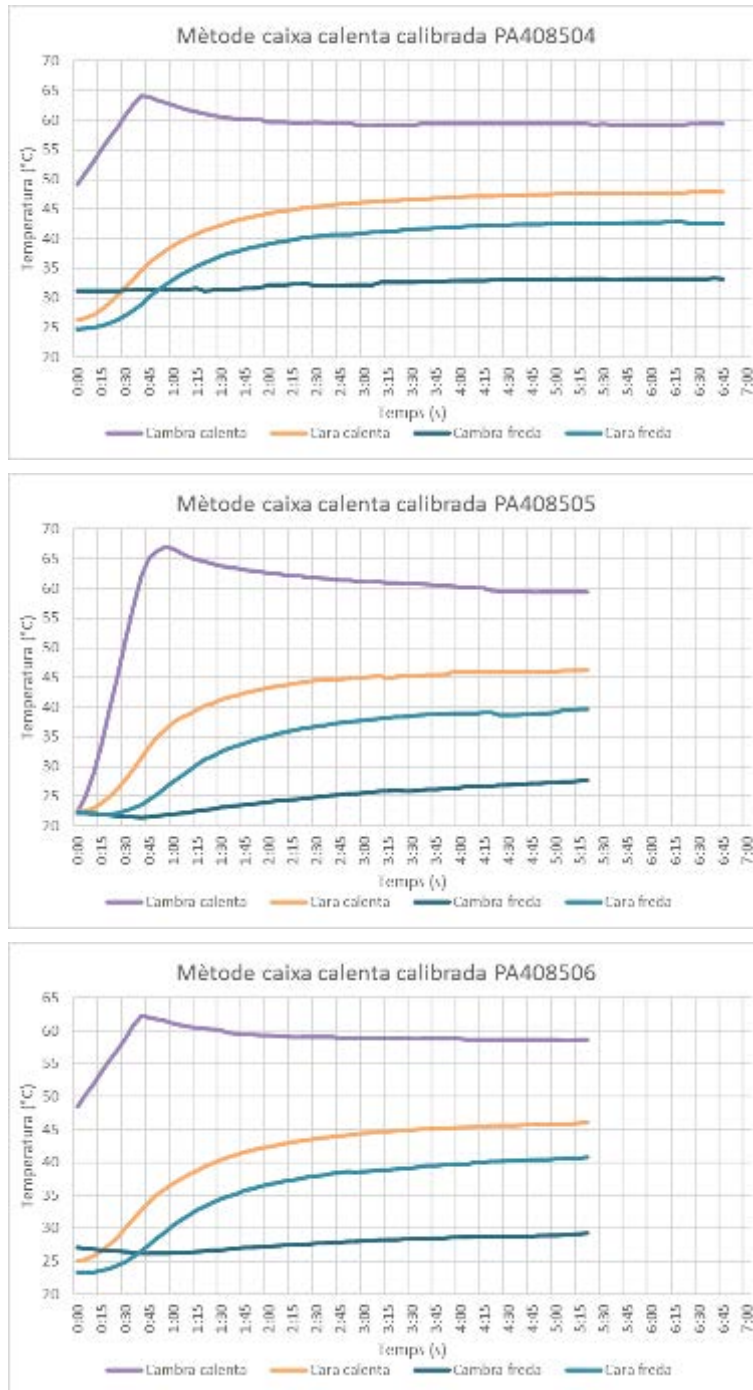
Gràfica 156. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PA30950_ (2)

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PA40850_:



Gràfica 157. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PA40850_ (1)

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PA40850_:



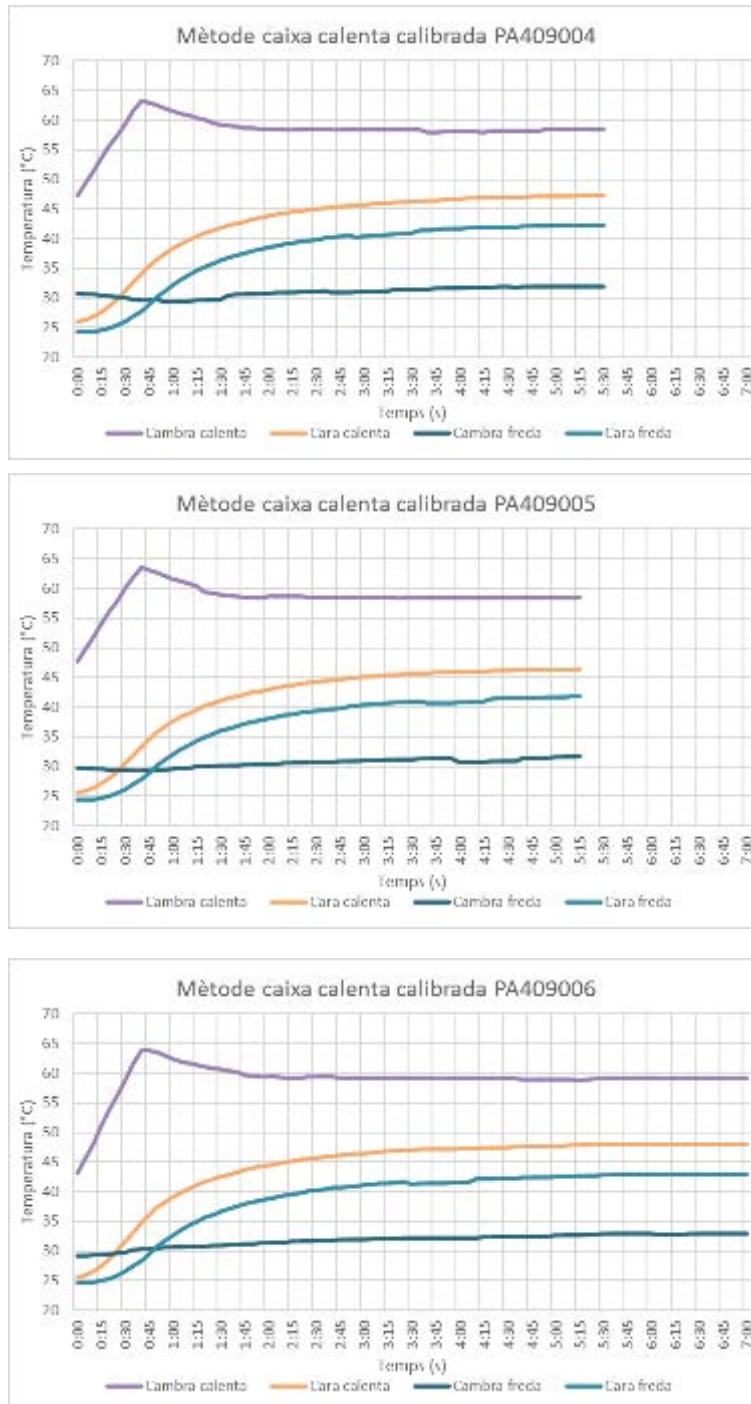
Gràfica 158. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PA40850_ (2)

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PA40900_:



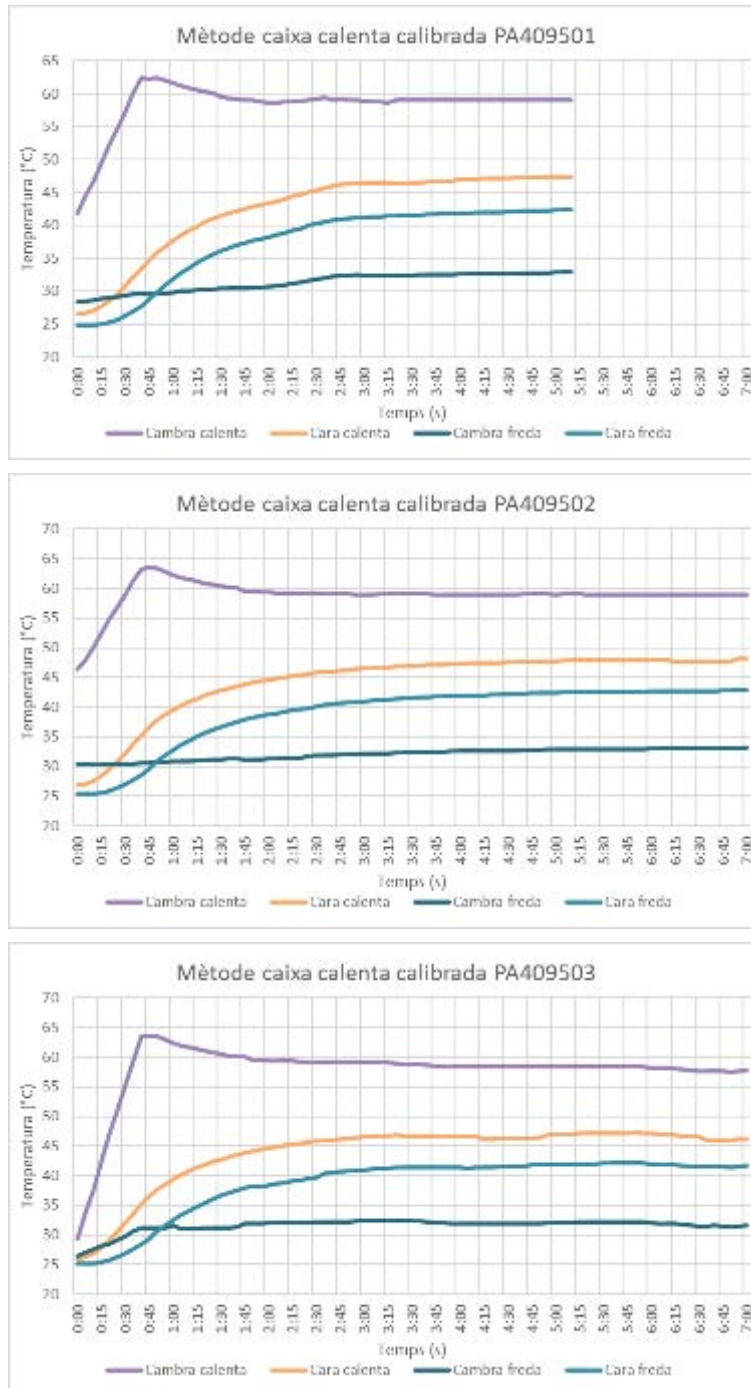
Gràfica 159. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PA40900_ (1)

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PA40900_:



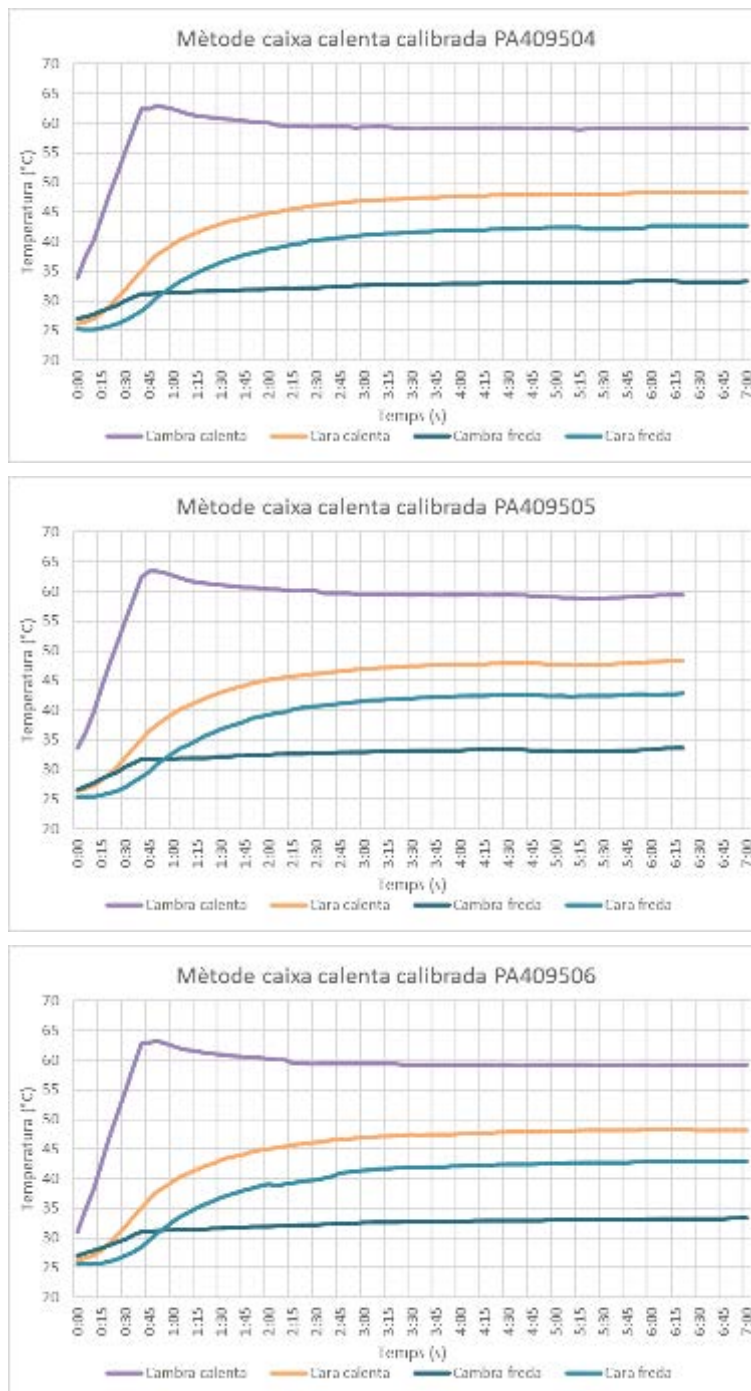
Gràfica 160. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PA40900_ (2)

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PA40950_:



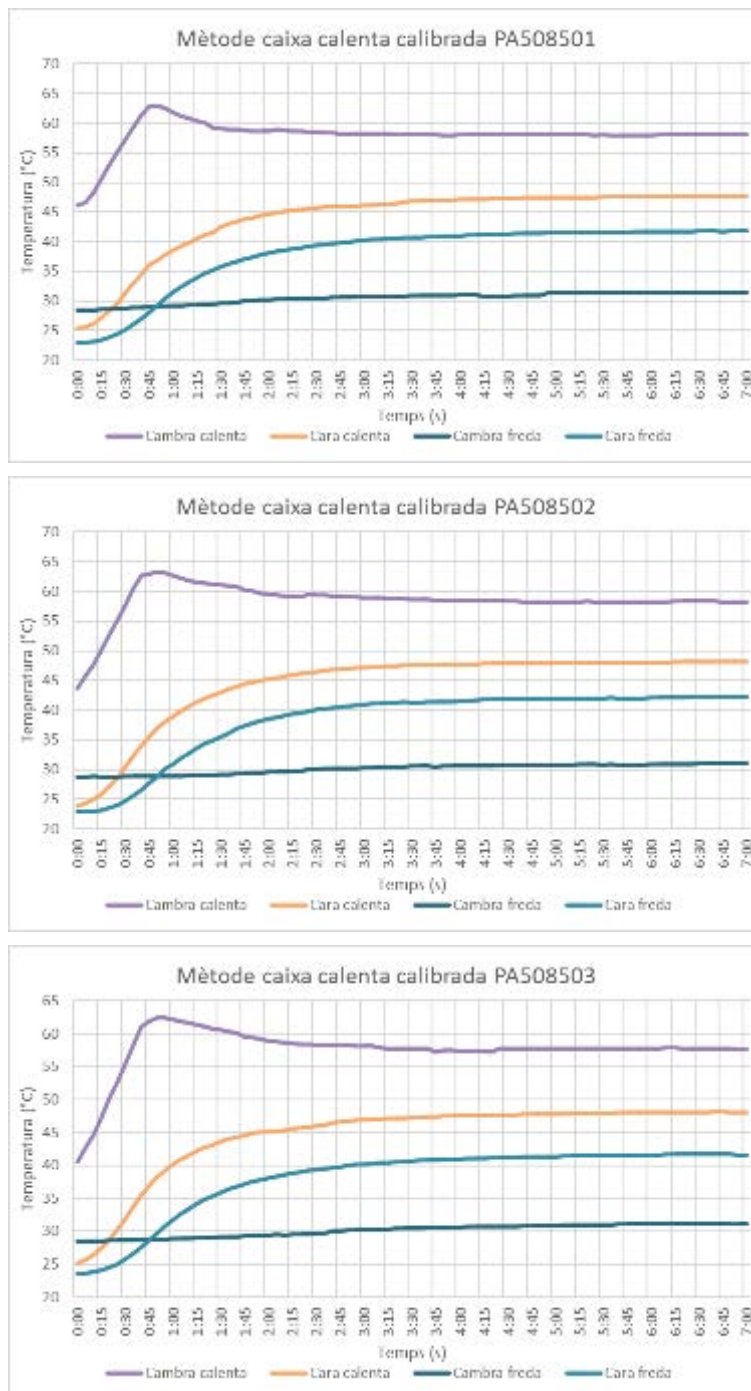
Gràfica 161. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PA40950_ (1)

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PA40950_:



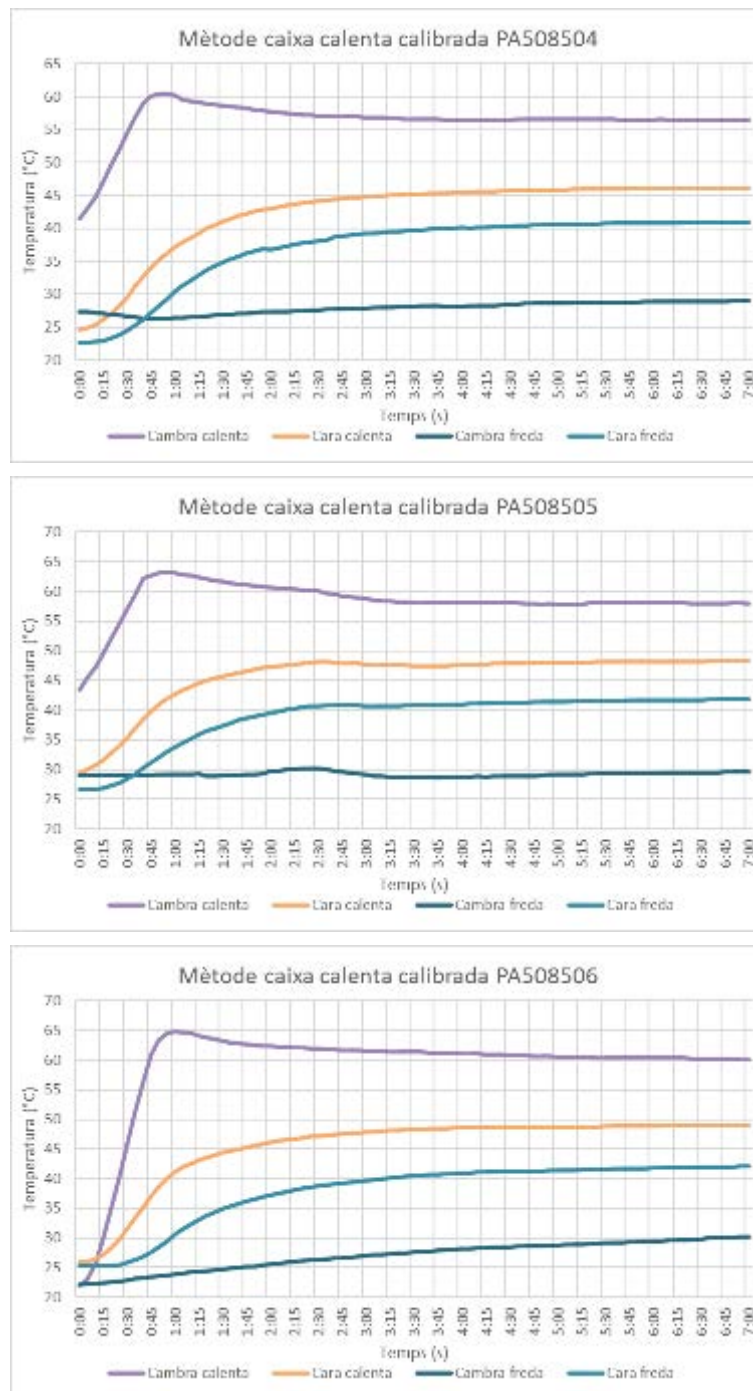
Gràfica 162. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PA40950_ (2)

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PA50850_:



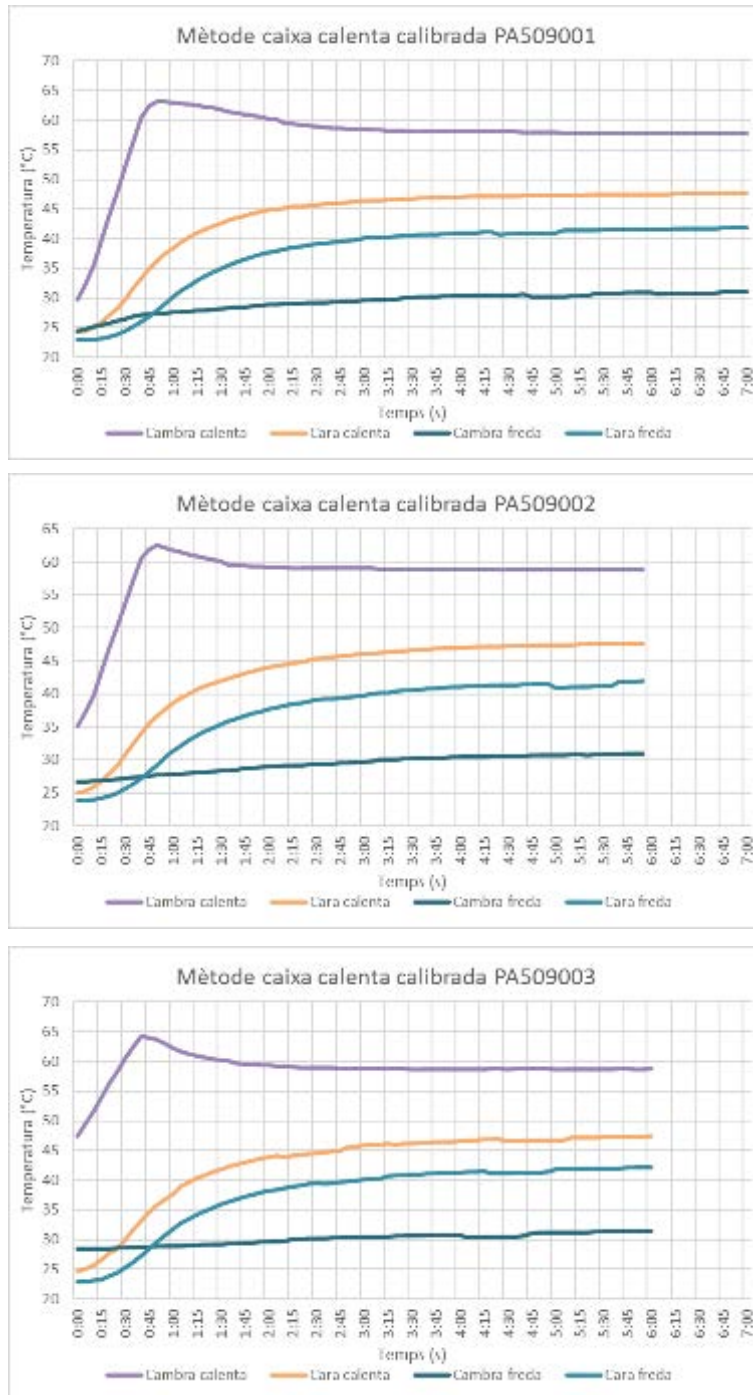
Gràfica 163. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PA50850_ (1)

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PA50850_:



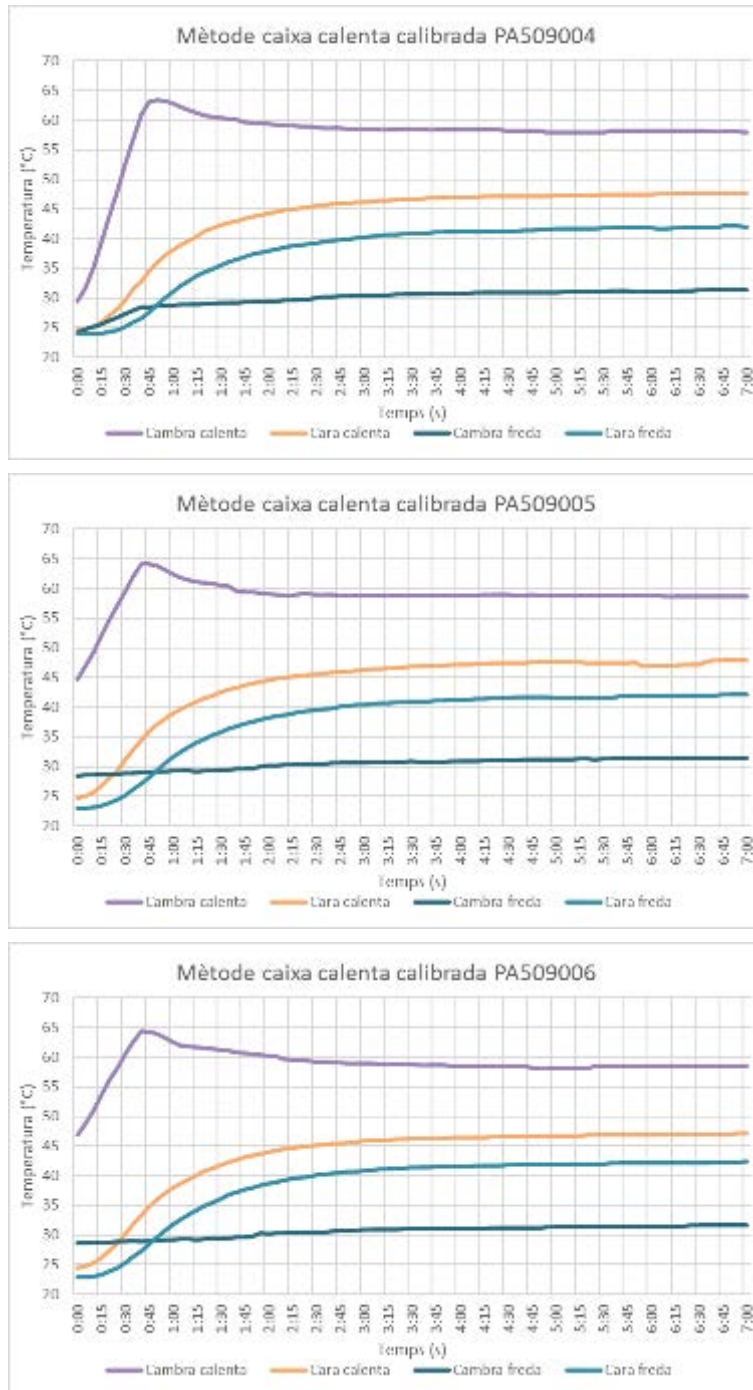
Gràfica 164. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PA50850_ (2)

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PA50900_:



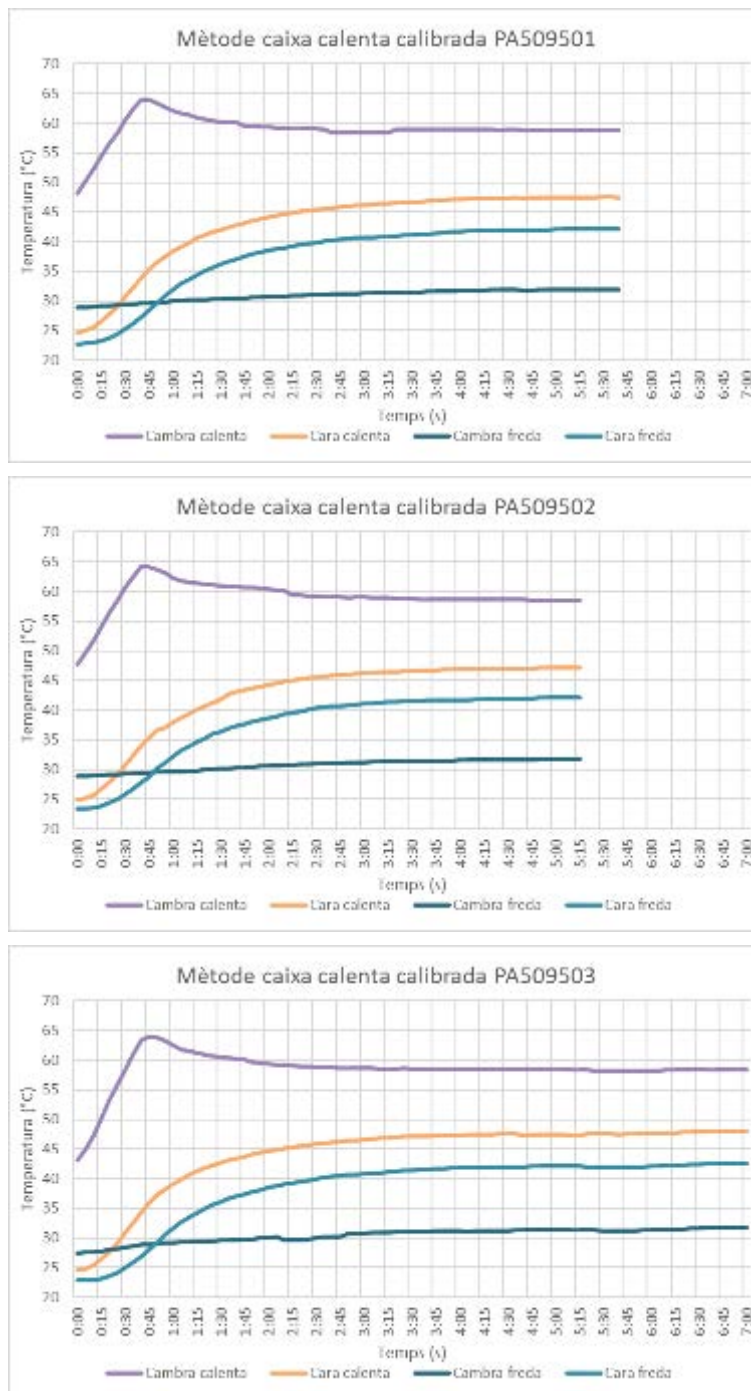
Gràfica 165. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PA50900_ (1)

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PA50900_:



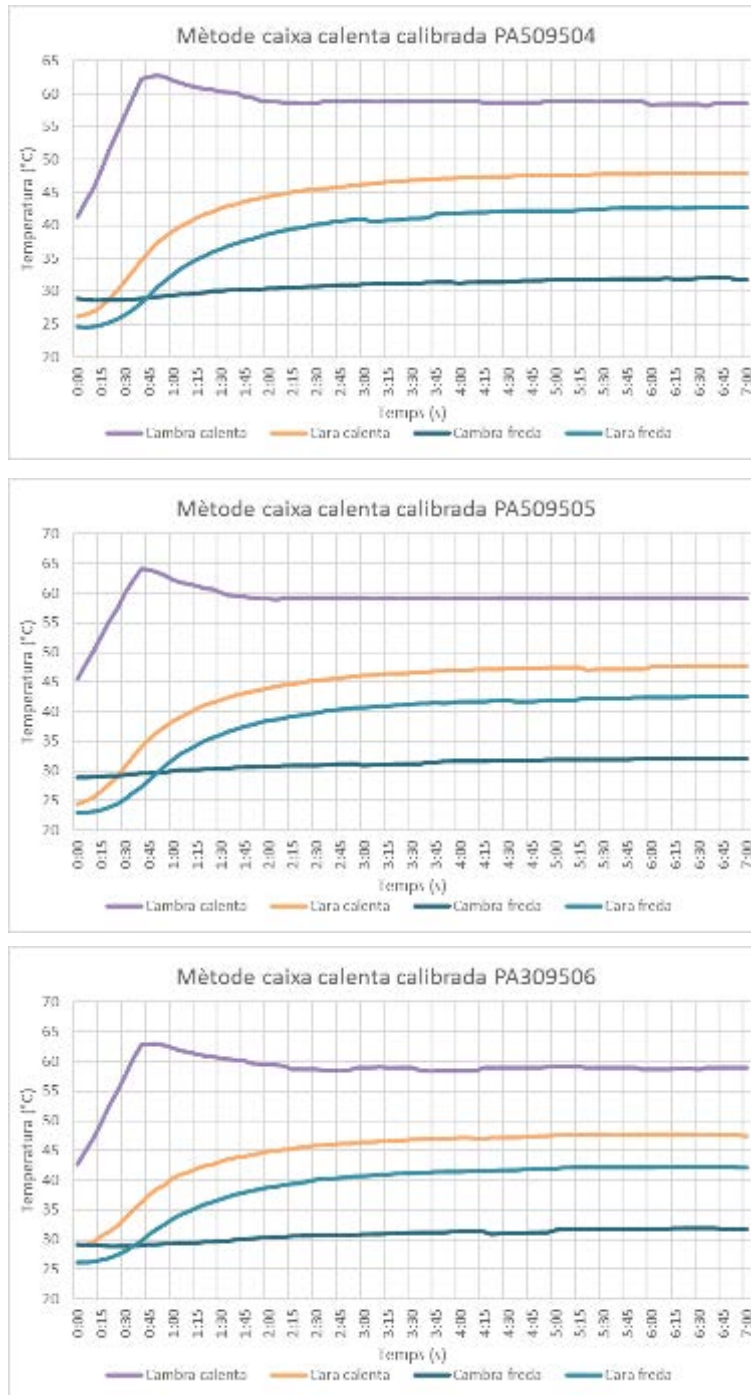
Gràfica 166. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PA50900_ (2)

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PA50950_:



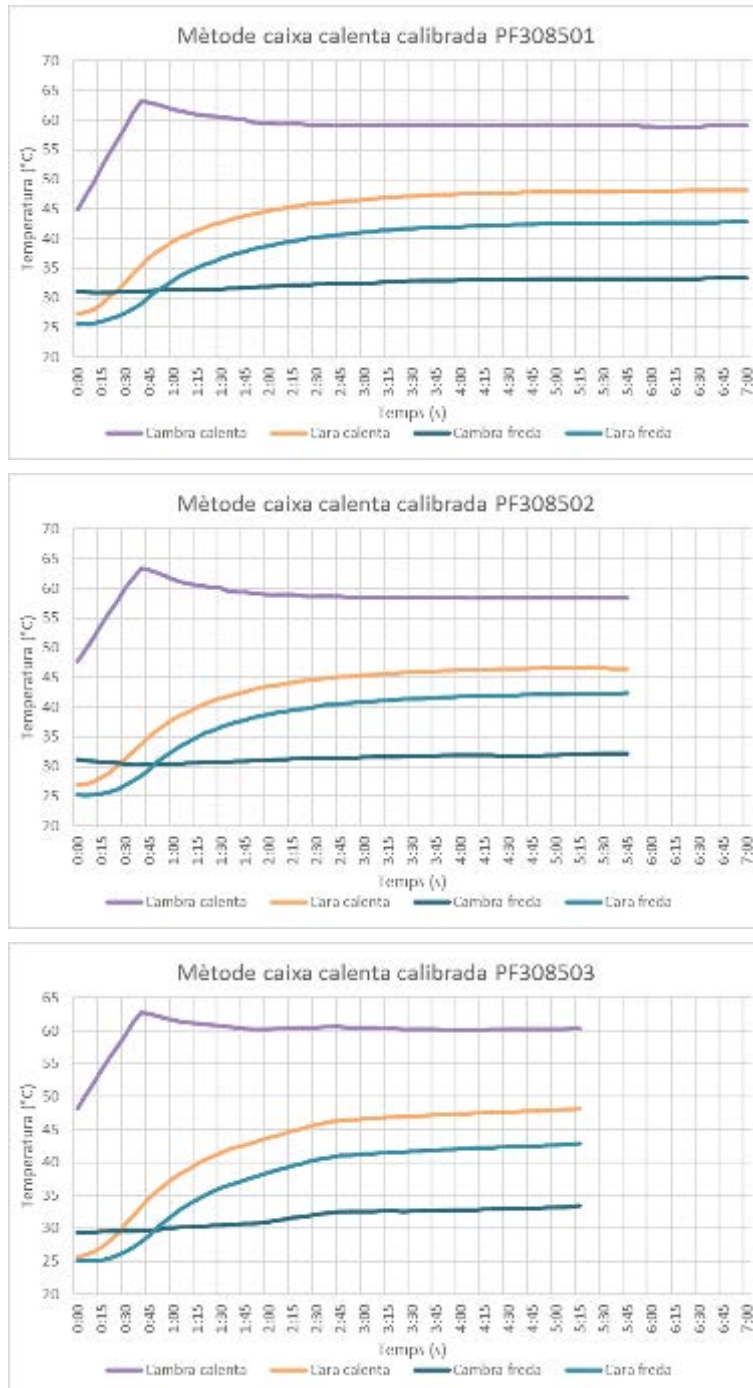
Gràfica 167. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PA50950_ (1)

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PA50950_:



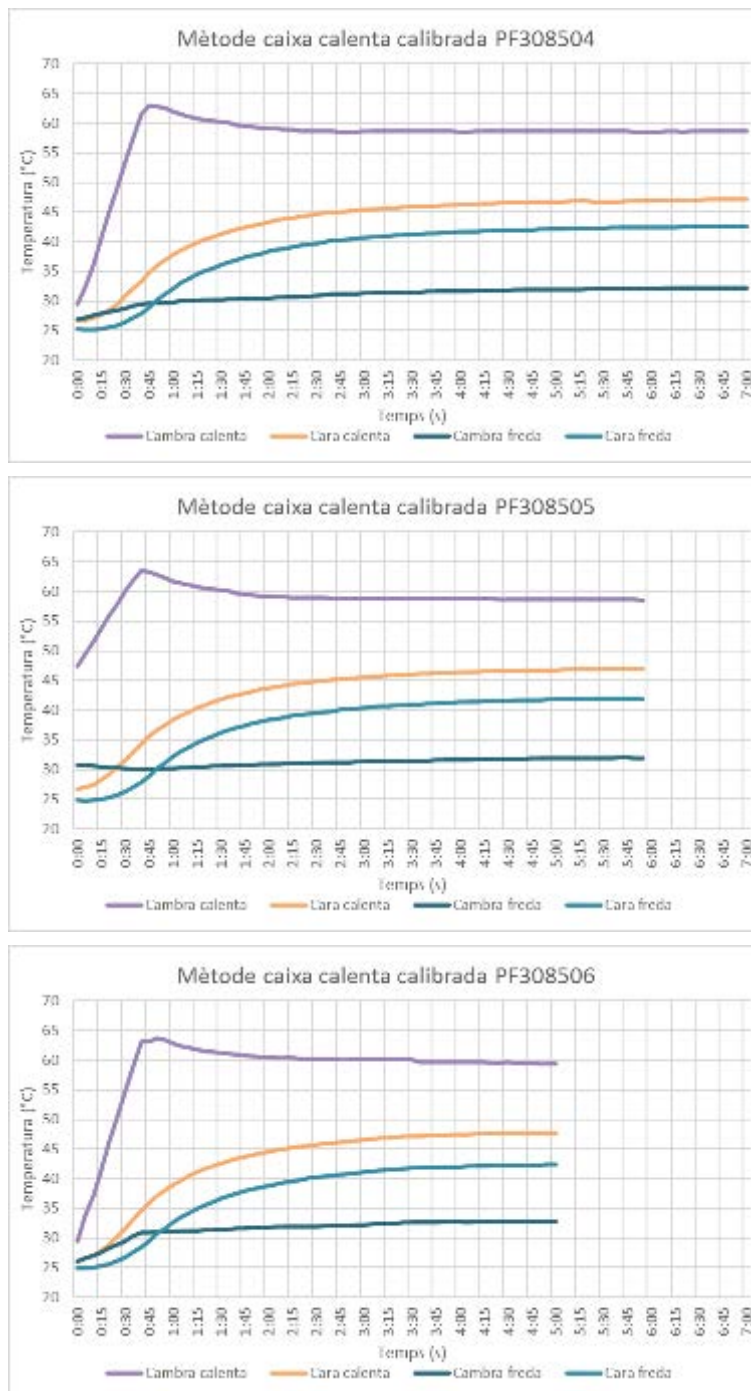
Gràfica 168. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PA50950_ (2)

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PF30850_:



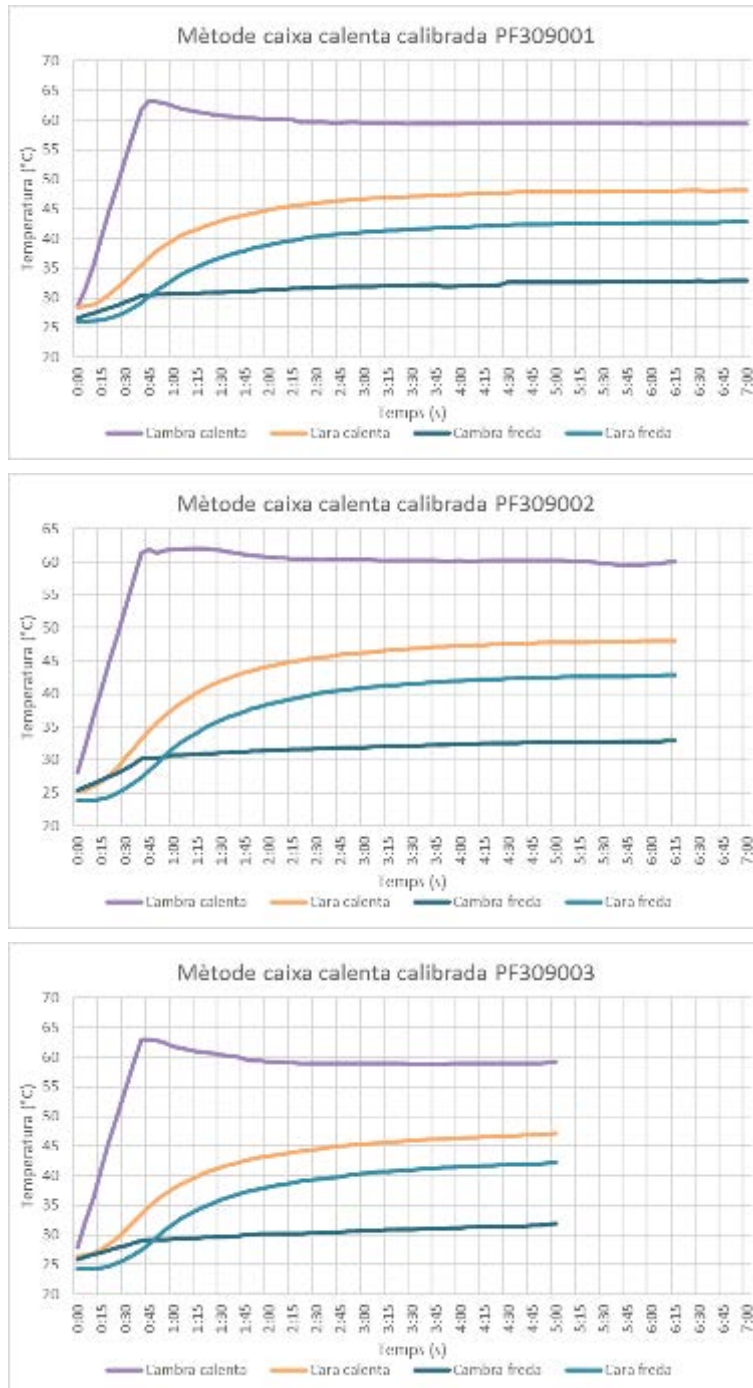
Gràfica 169. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PF30850_ (1)

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PF30850_:



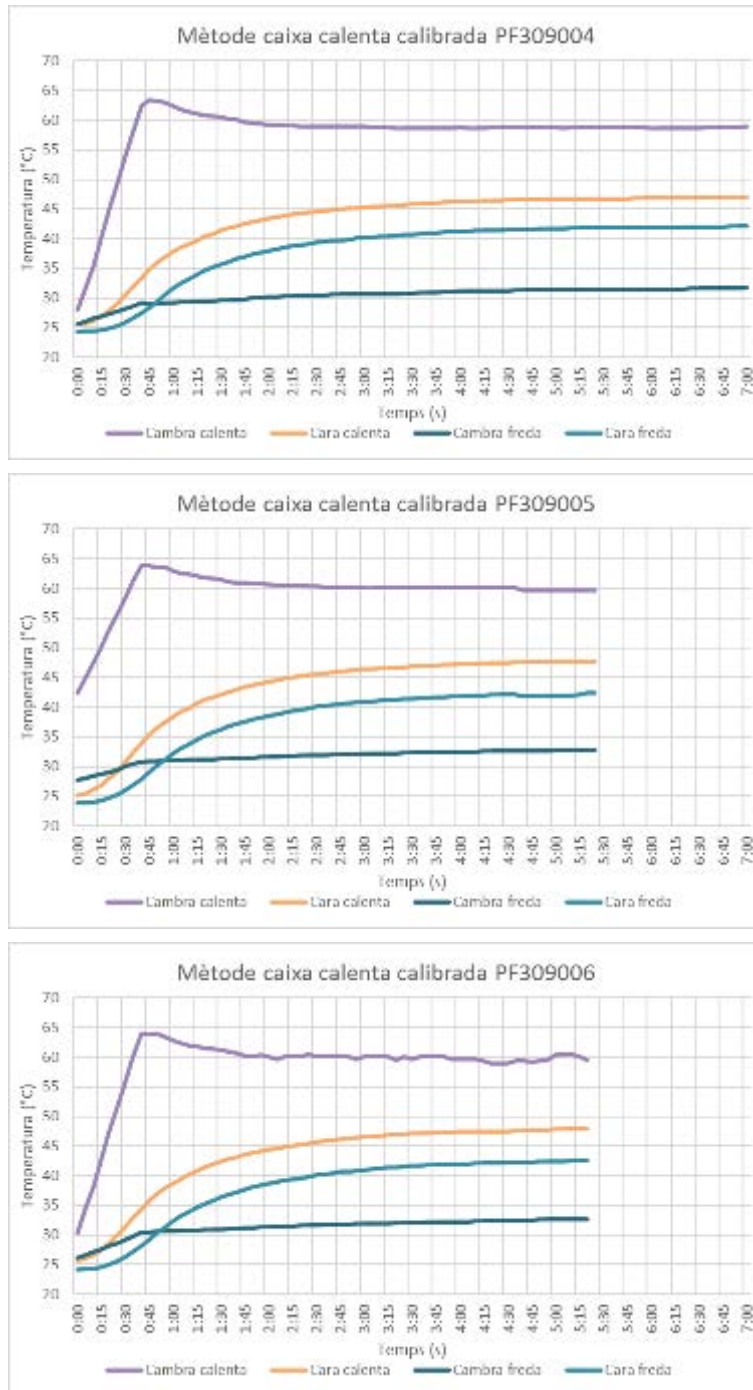
Gràfica 170. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PF30850_ (2)

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PF30900_:



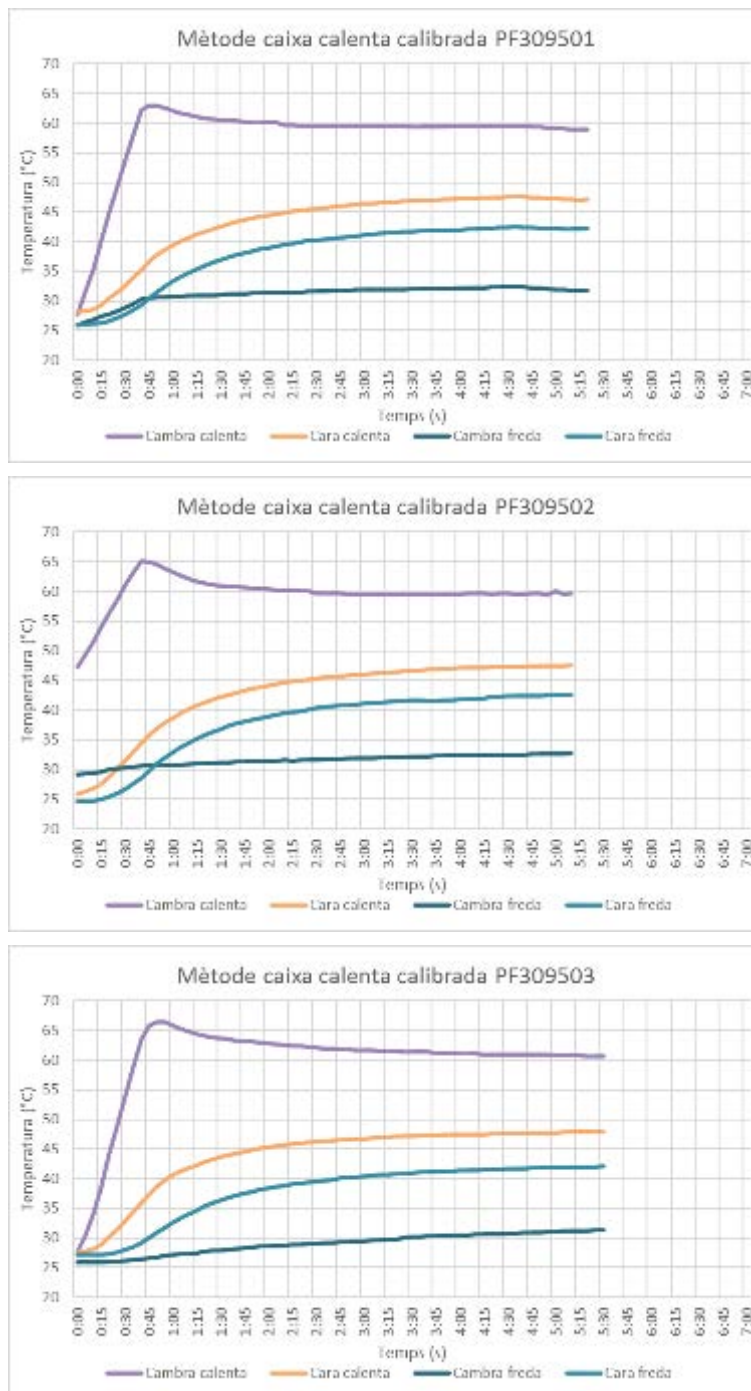
Gràfica 171. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PF30900_ (1)

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PF30900_:



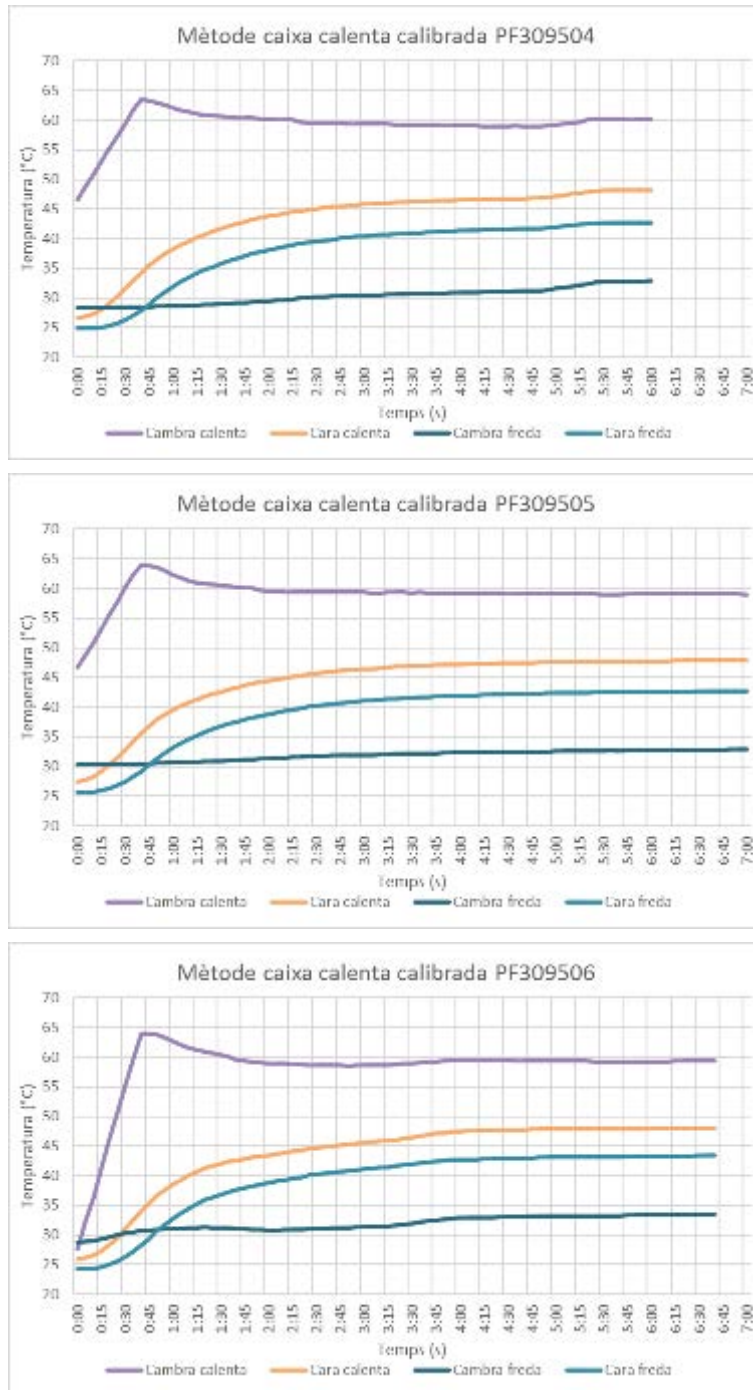
Gràfica 172. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PF30900_ (2)

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PF30950_:



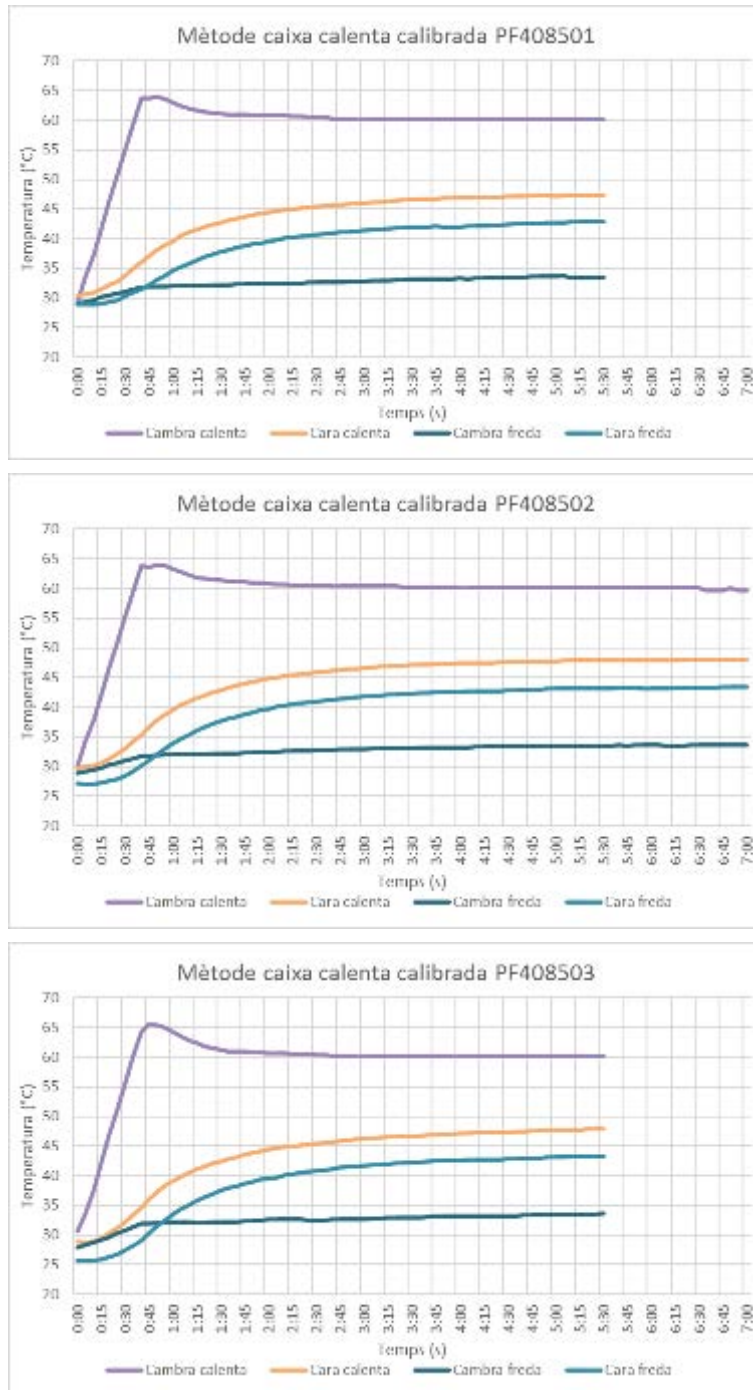
Gràfica 173. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PF30950_ (1)

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PF30950_:



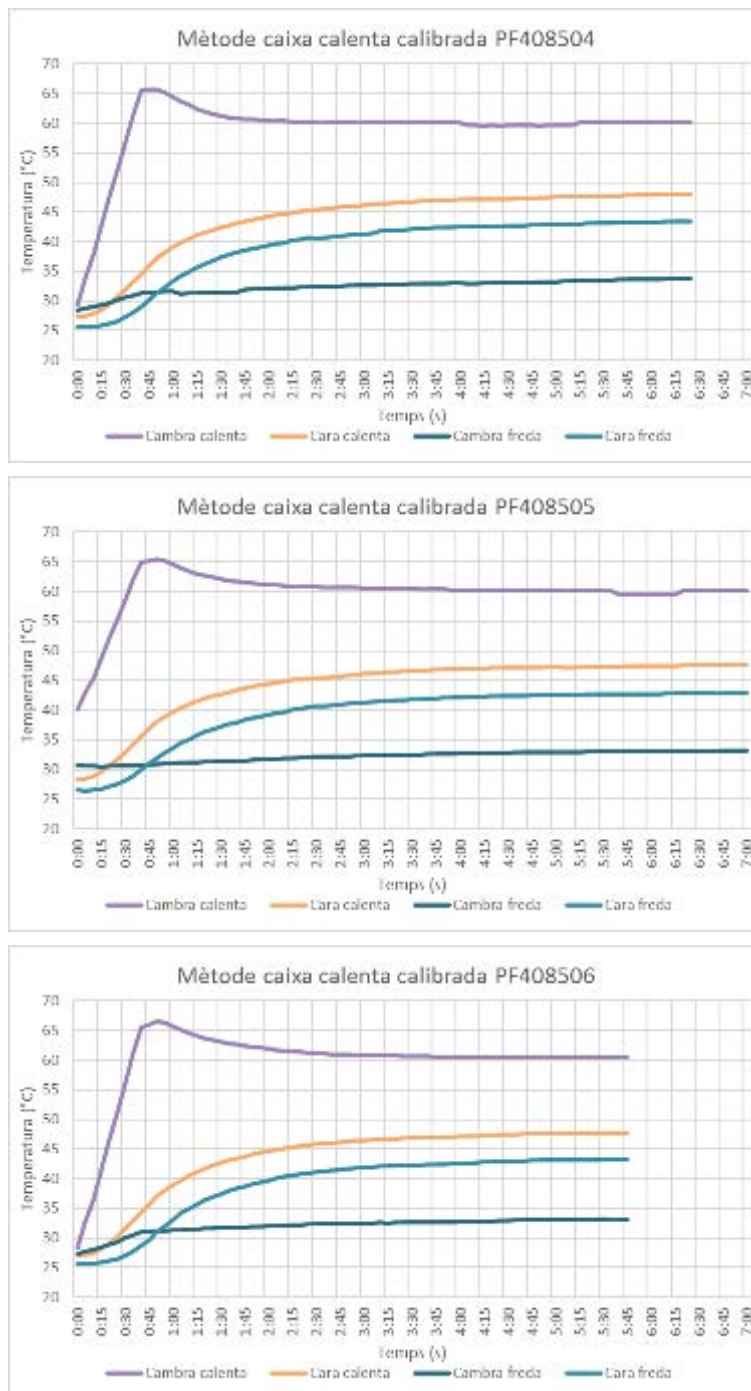
Gràfica 174. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PF30950_ (2)

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PF40850_:



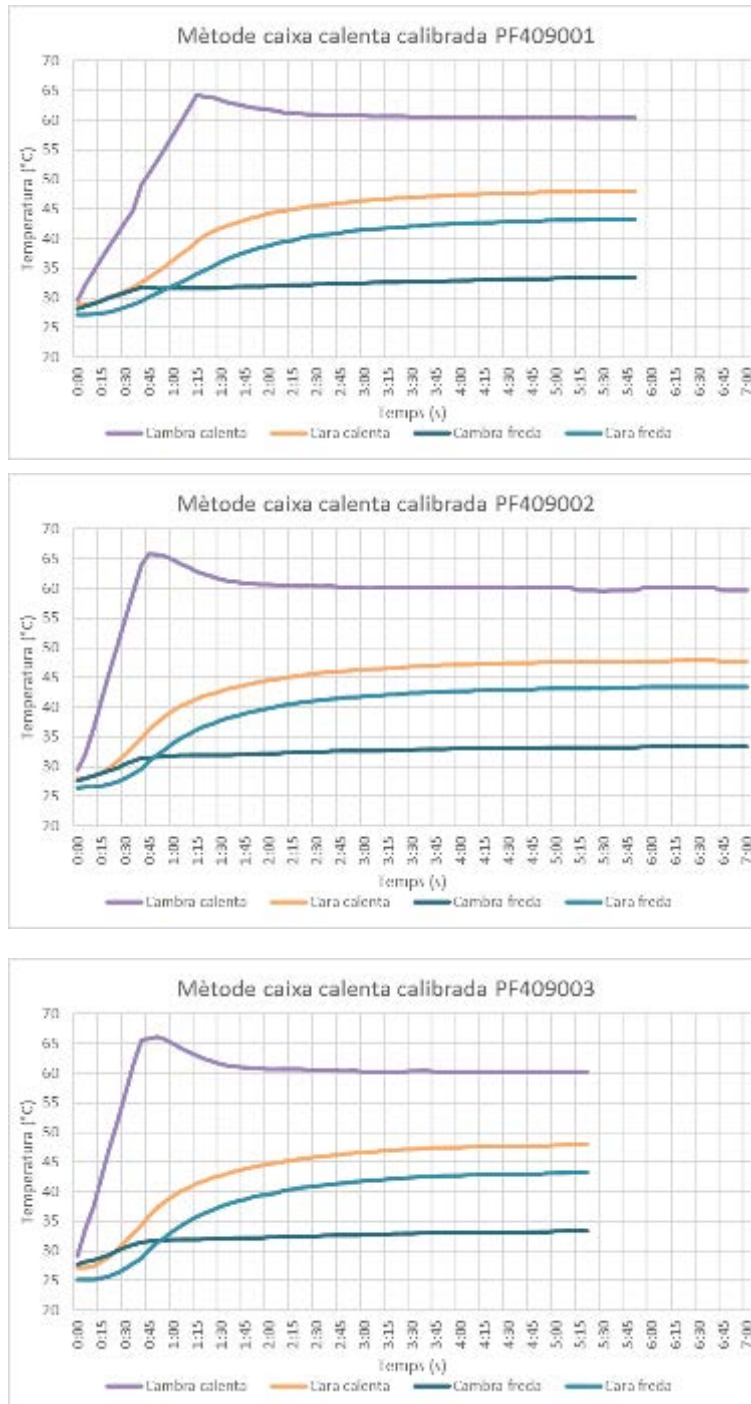
Gràfica 175. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PF40850_ (1)

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PF40850_:



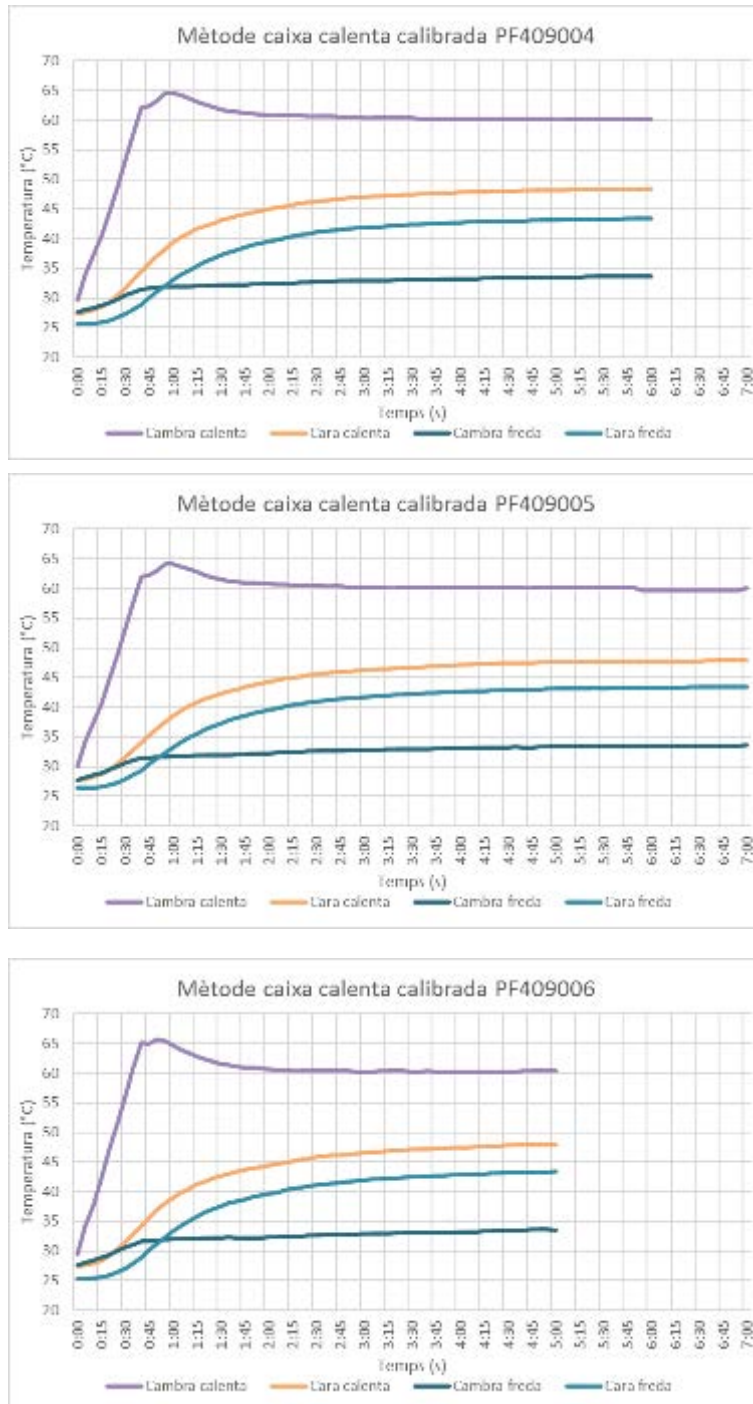
Gràfica 176. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PF40850_ (2)

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PF40900_:



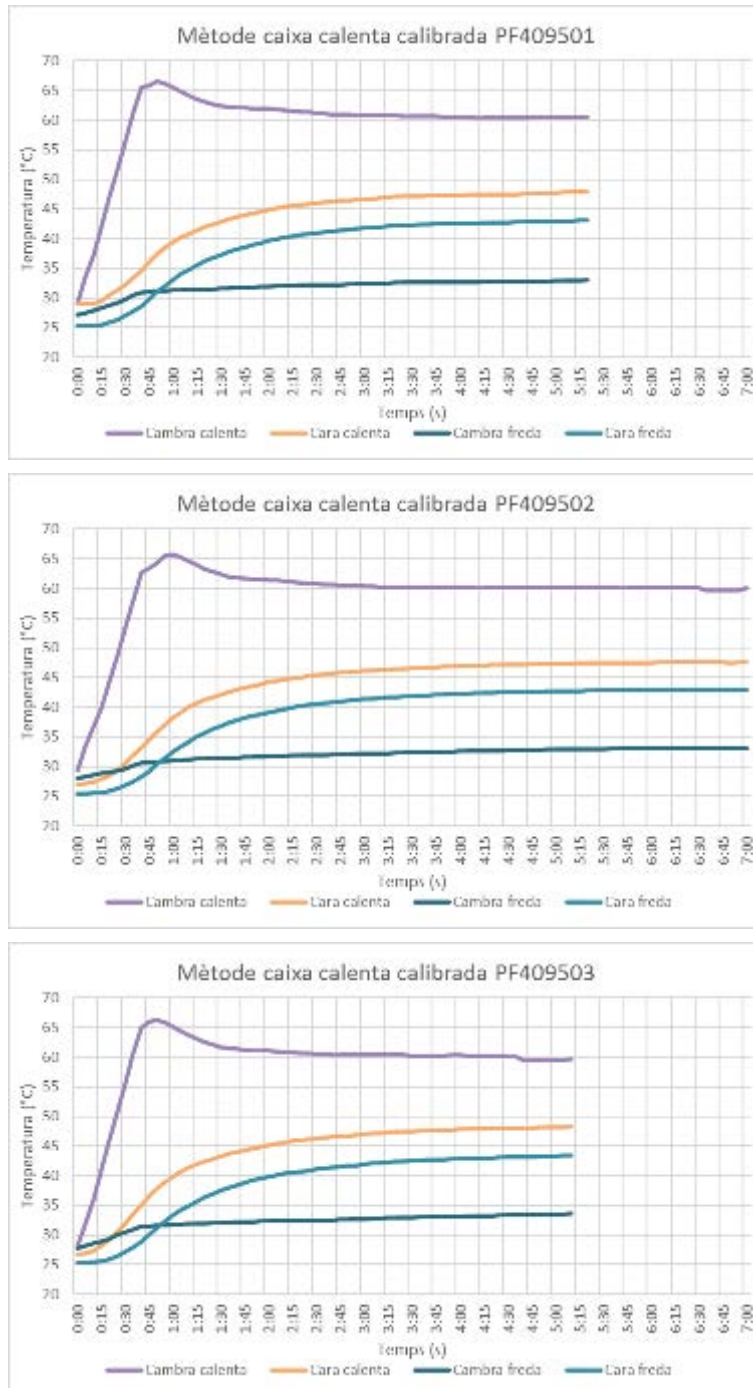
Gràfica 177. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PF40900_ (1)

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PF40900_:



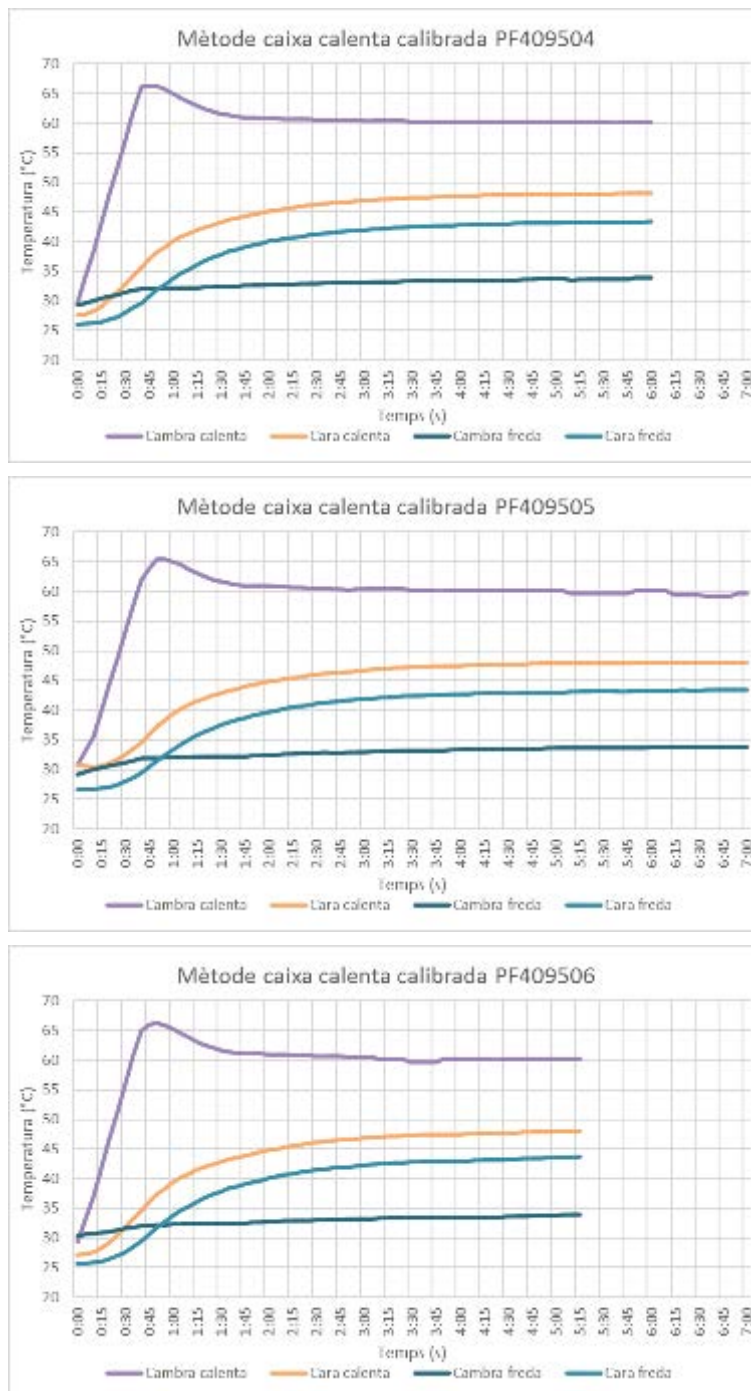
Gràfica 178. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PF40900_ (2)

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PF40950_:



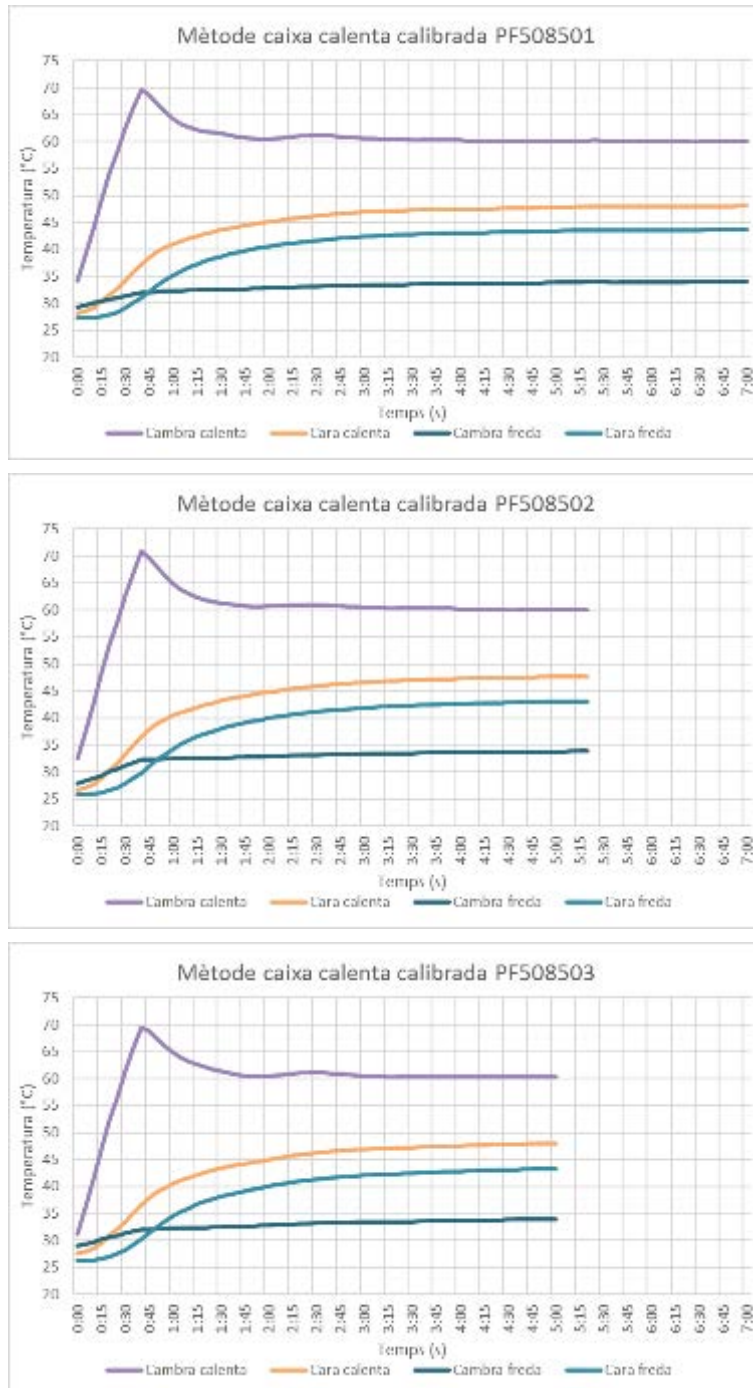
Gràfica 179. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PF40950_ (1)

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PF40950_:



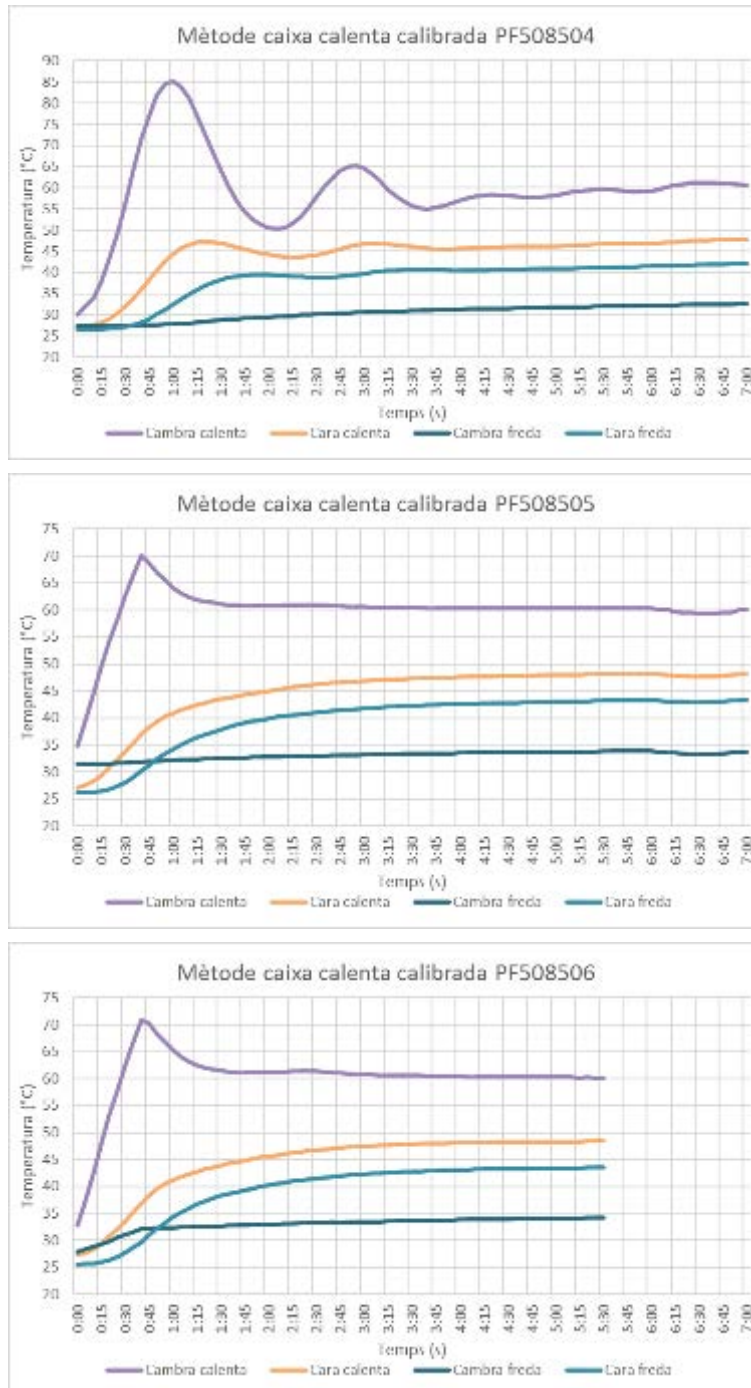
Gràfica 180. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PF40950_ (2)

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PF50850_:



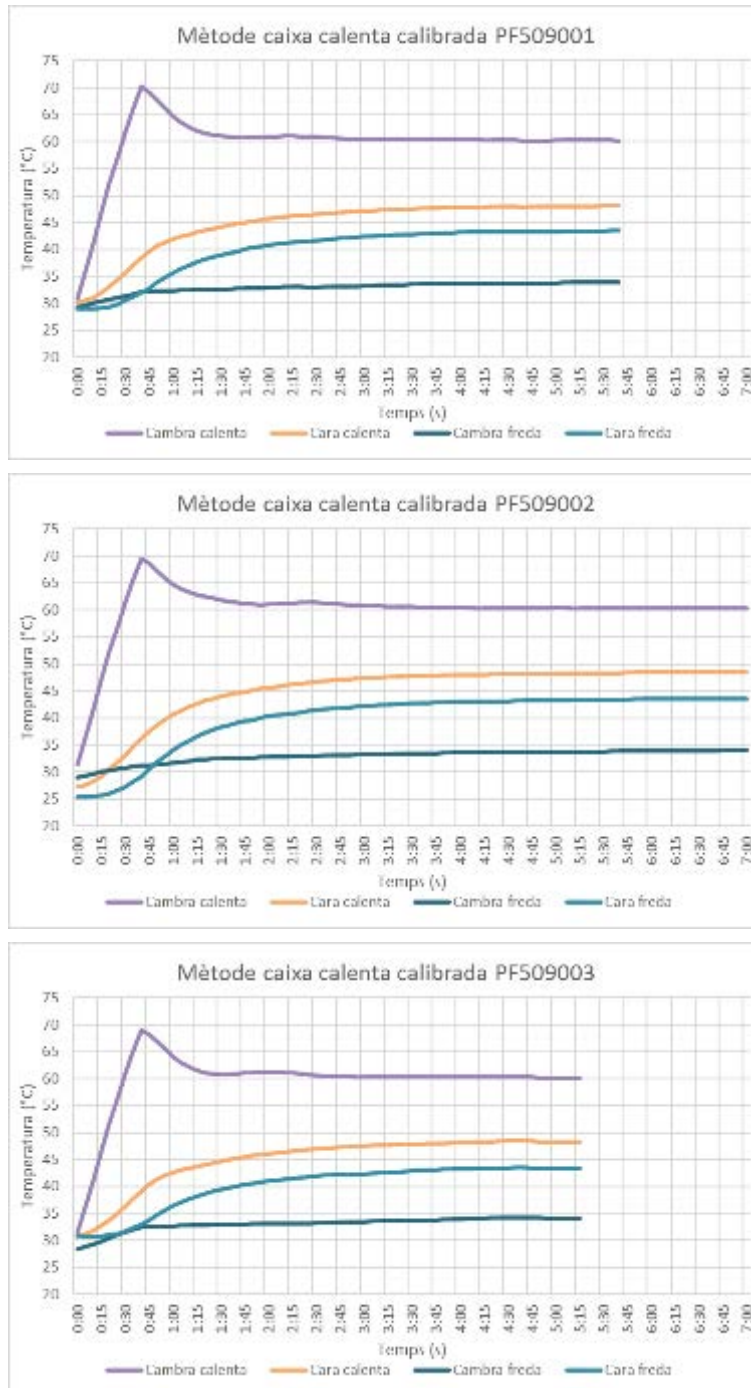
Gràfica 181. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PF50850_ (1)

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PF50850_:



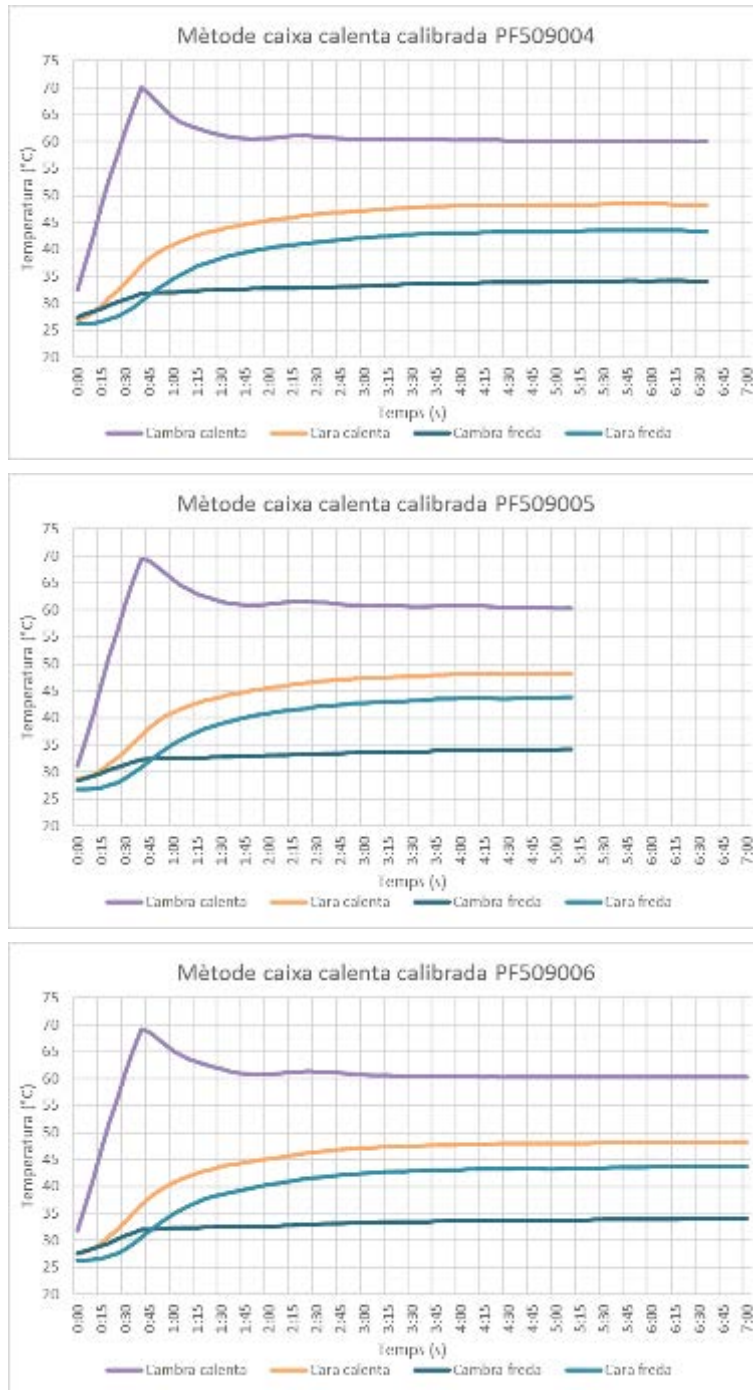
Gràfica 182. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PF50850_ (2)

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PF50900_:



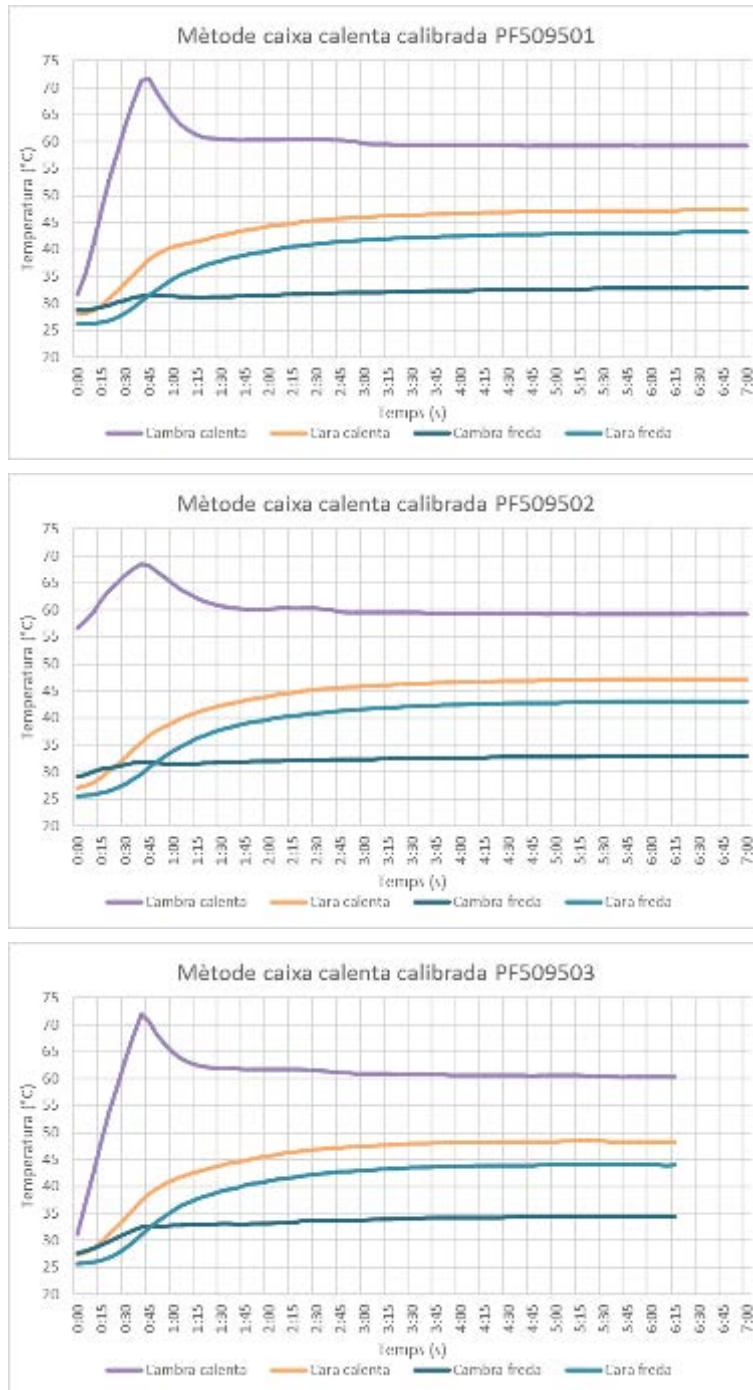
Gràfica 183. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PF50900_ (1)

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PF50900_:



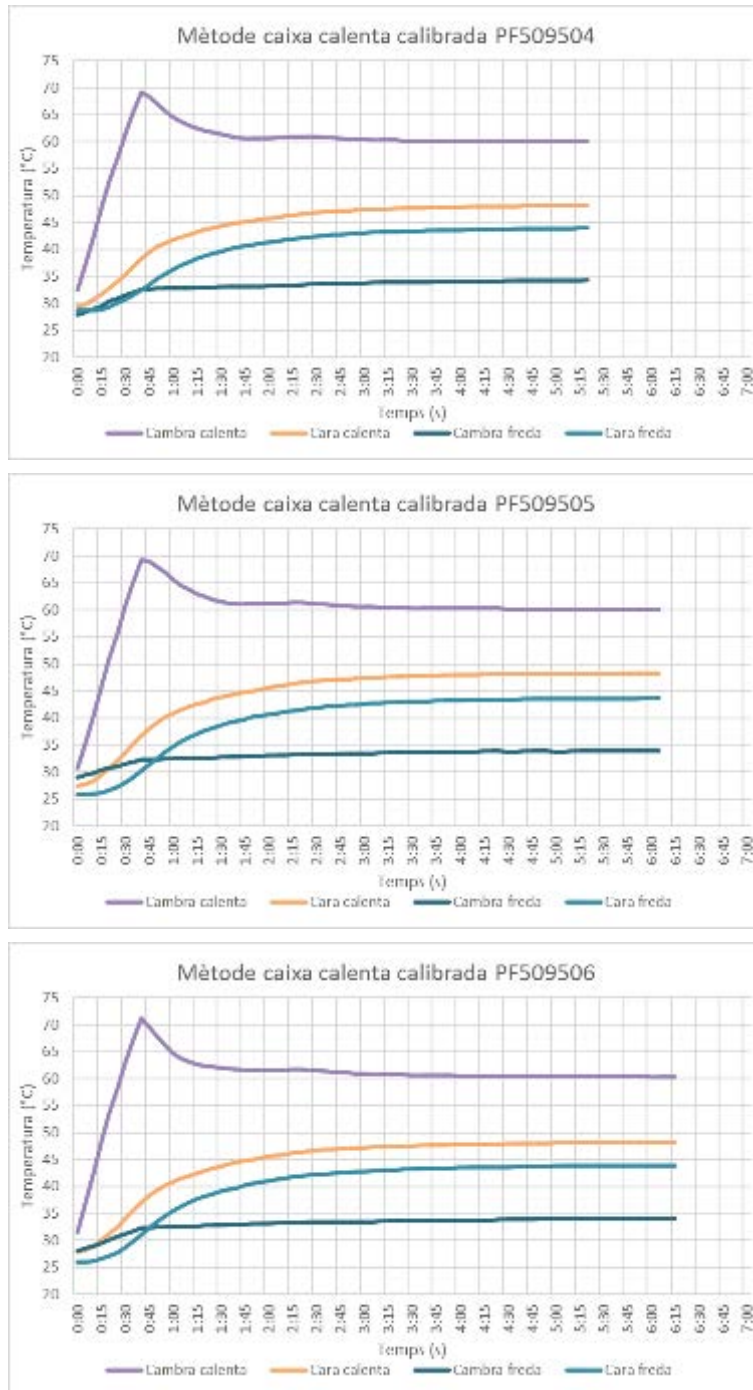
Gràfica 184. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PF50900_ (2)

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PF50950_:



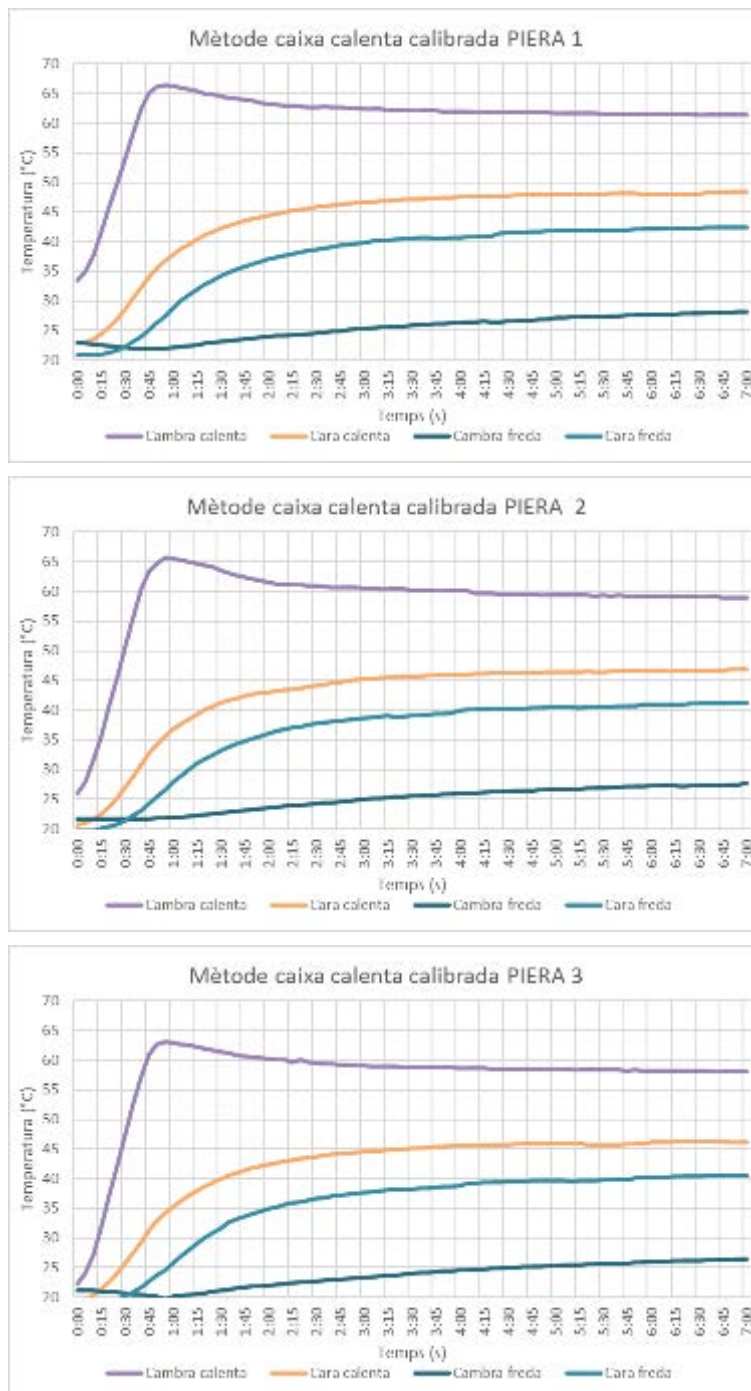
Gràfica 185. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PF50950_ (1)

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PF50950_:



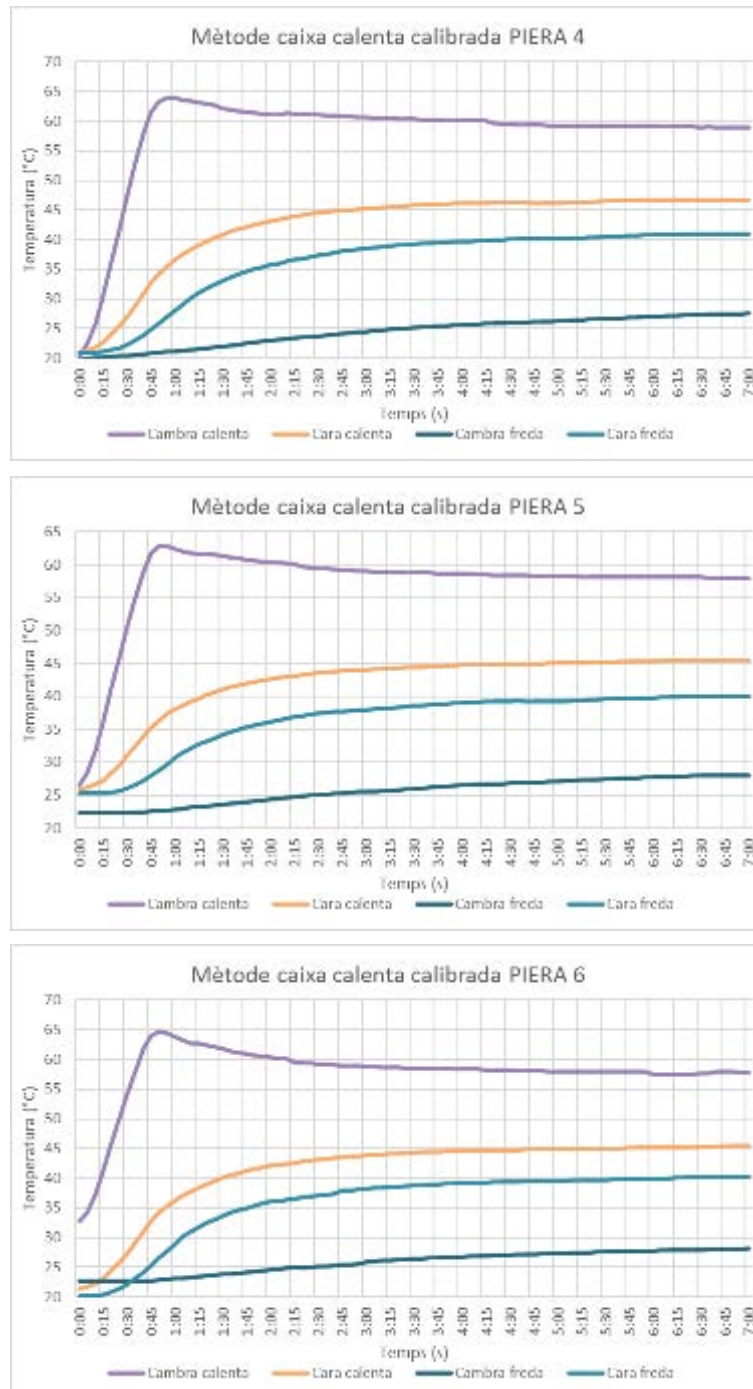
Gràfica 186. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PF50950_ (2)

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PIERA_:



Gràfica 187. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PIERA_ (1)

Assaigs mitjançant el mètode de la caixa calenta calibrada de la sèrie PIERA_:



Gràfica 188. Gràfiques mètode de la caixa calenta calibrada PIERA_ (2)

11.6. Imatges SEM-MER

Imatges BSE a 200 augments de la sèrie PA30850:

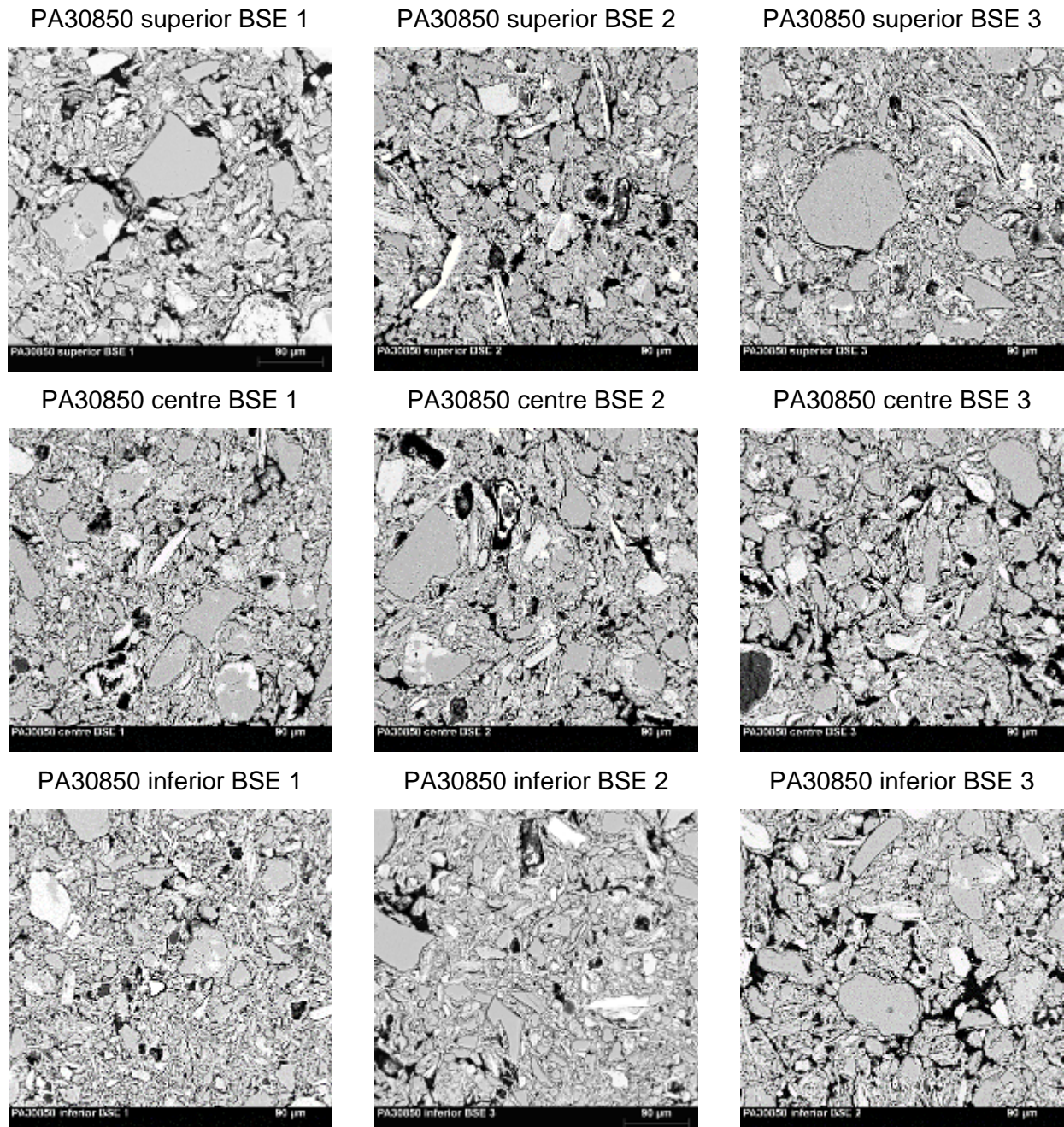


Figura 187. Imatges BSE a 200 augments PA30850

Font. D. Morillas

Imatges SE a 200 augments (SE1) i 50 augments (SE4), de la sèrie PA30850:

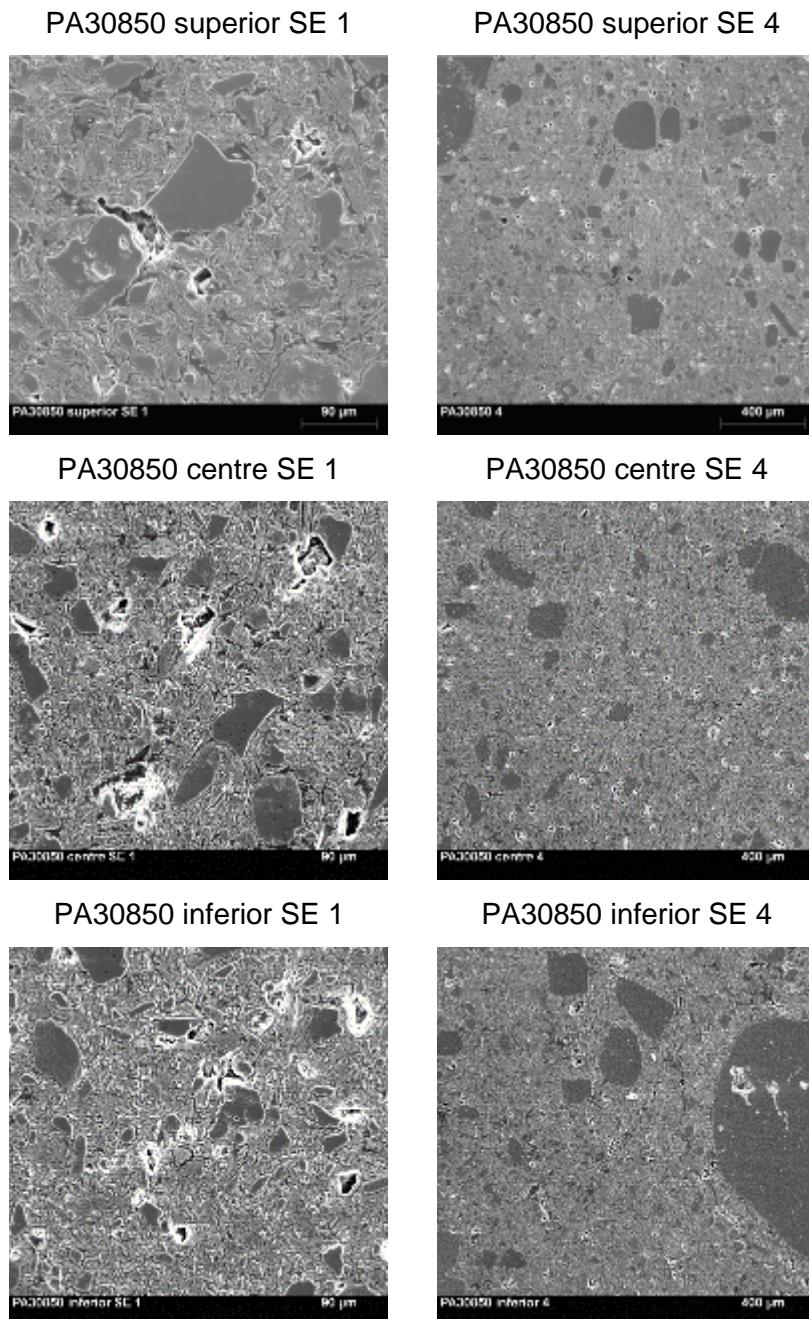


Figura 188. Imatges SE a 200 i 50 augments PA30850

Font. D. Morillas

Imatges BSE a 200 augments de la sèrie PA30900:

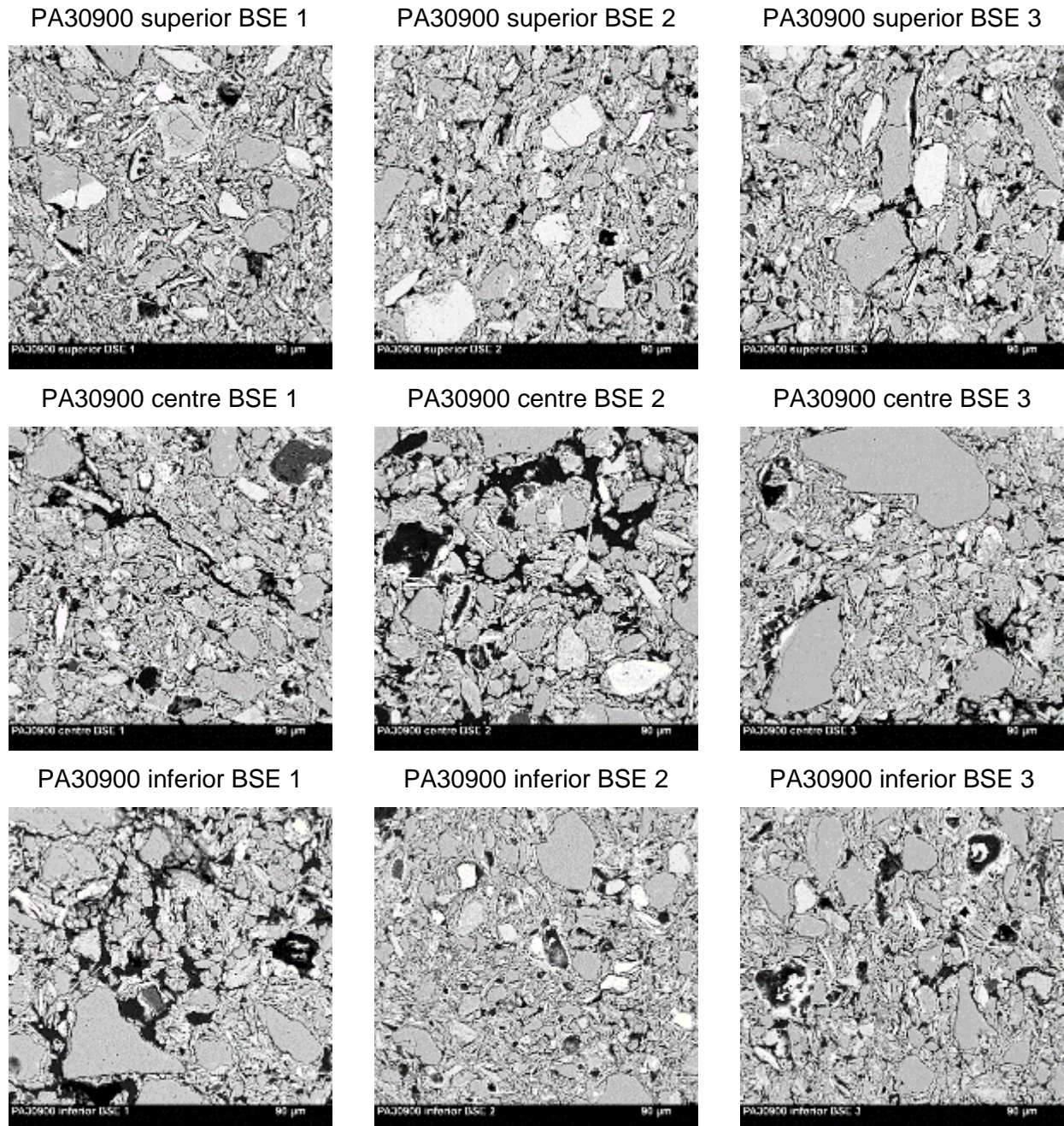


Figura 189. Imatges BSE a 200 augments PA30900

Font. D. Morillas

Imatges SE a 200 augments (SE1) i 50 augments (SE4), de la sèrie PA30900:

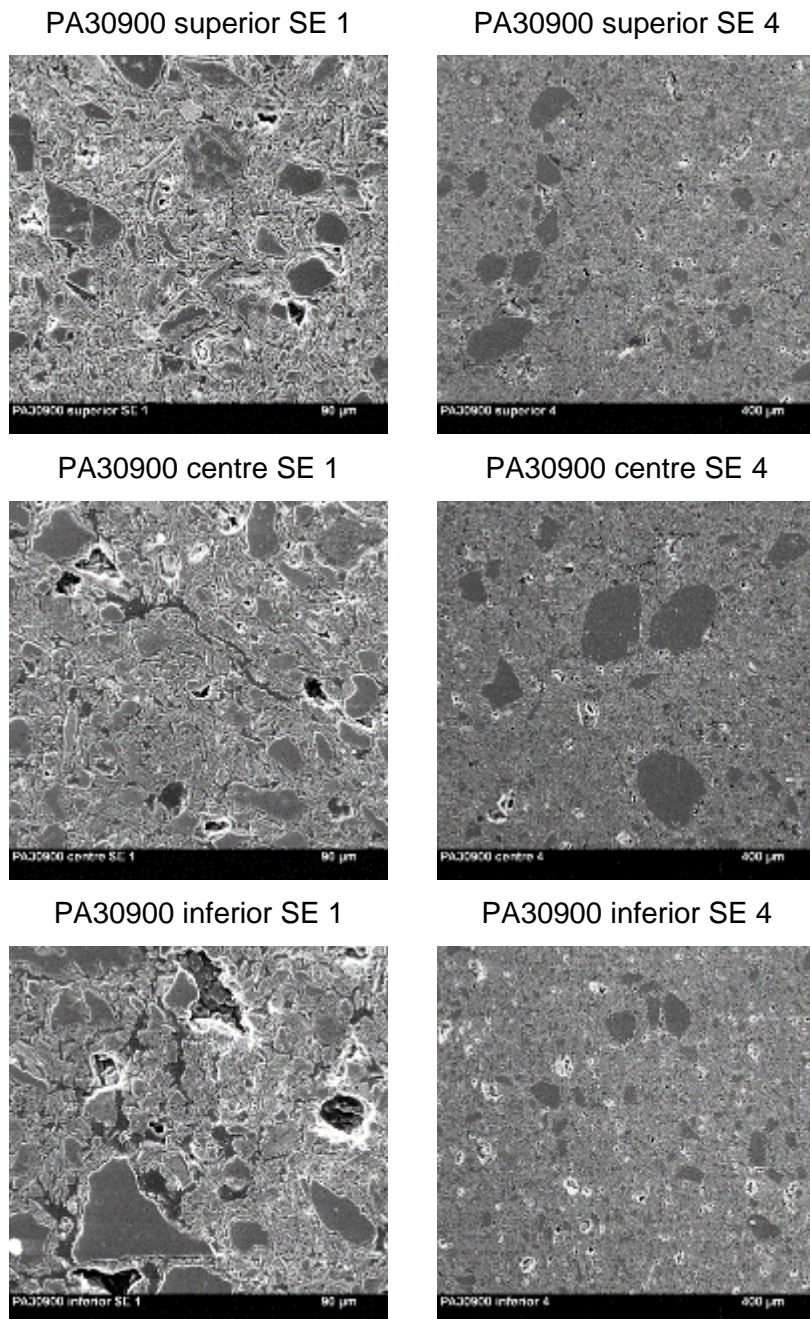


Figura 190. Imatges SE a 200 i 50 augments PA30900

Font. D. Morillas

Imatges BSE a 200 augments de la sèrie PA30950:

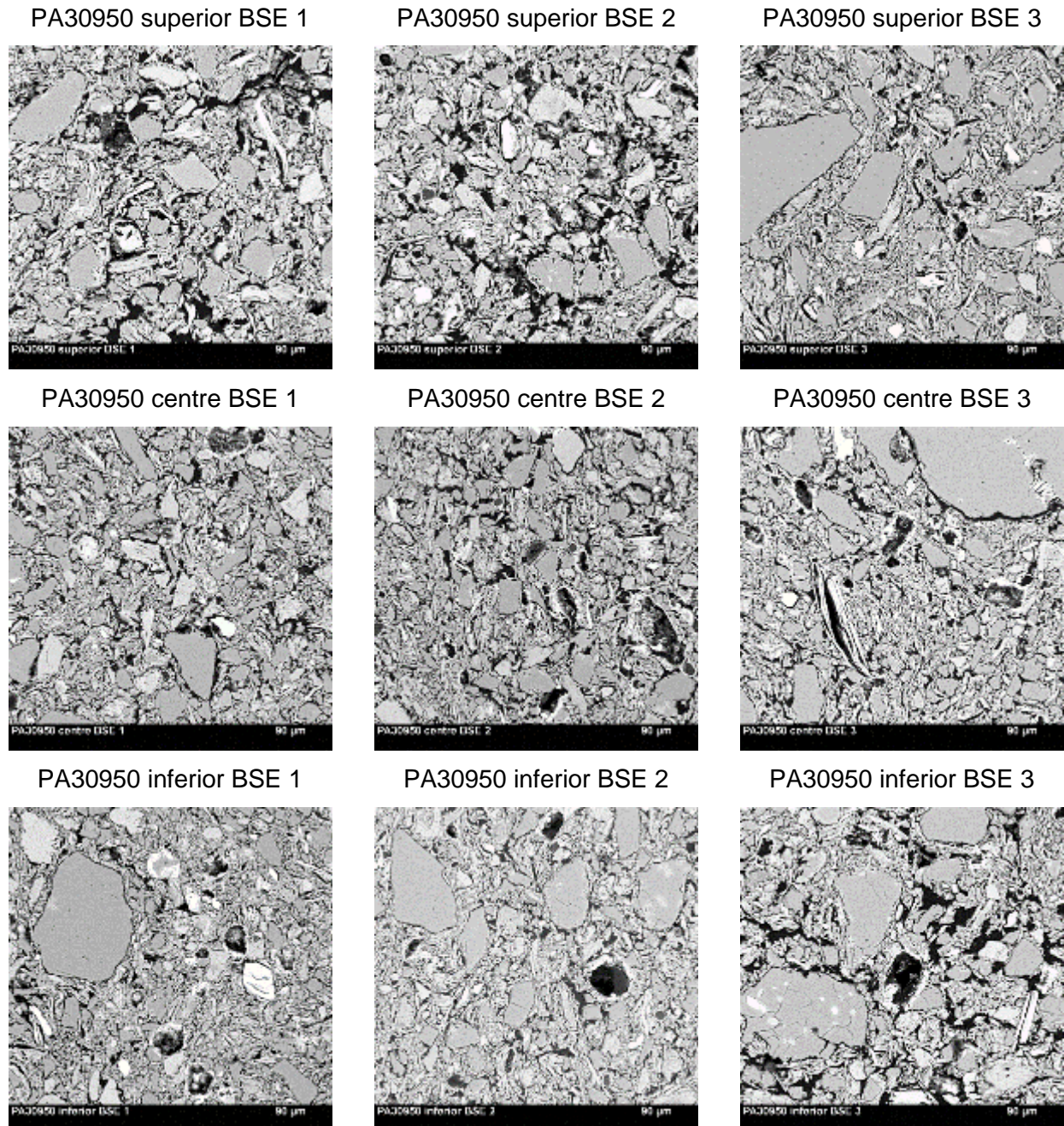


Figura 191. Imatges BSE a 200 augments PA30950

Font. D. Morillas

Imatges SE a 200 augments (SE1) i 50 augments (SE4), de la sèrie PA30950:

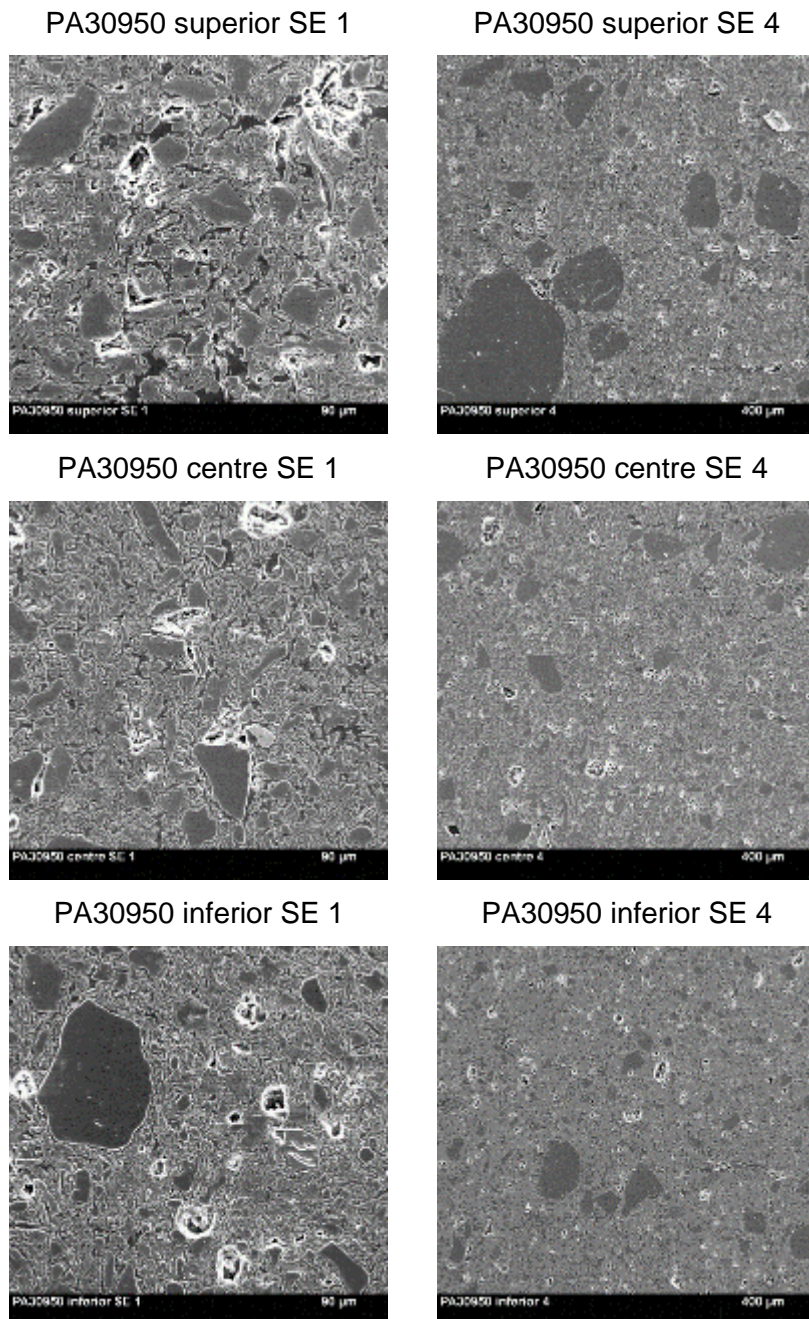


Figura 192. Imatges SE a 200 i 50 augments PA30950

Font. D. Morillas

Imatges BSE a 200 augments de la sèrie PA40850:

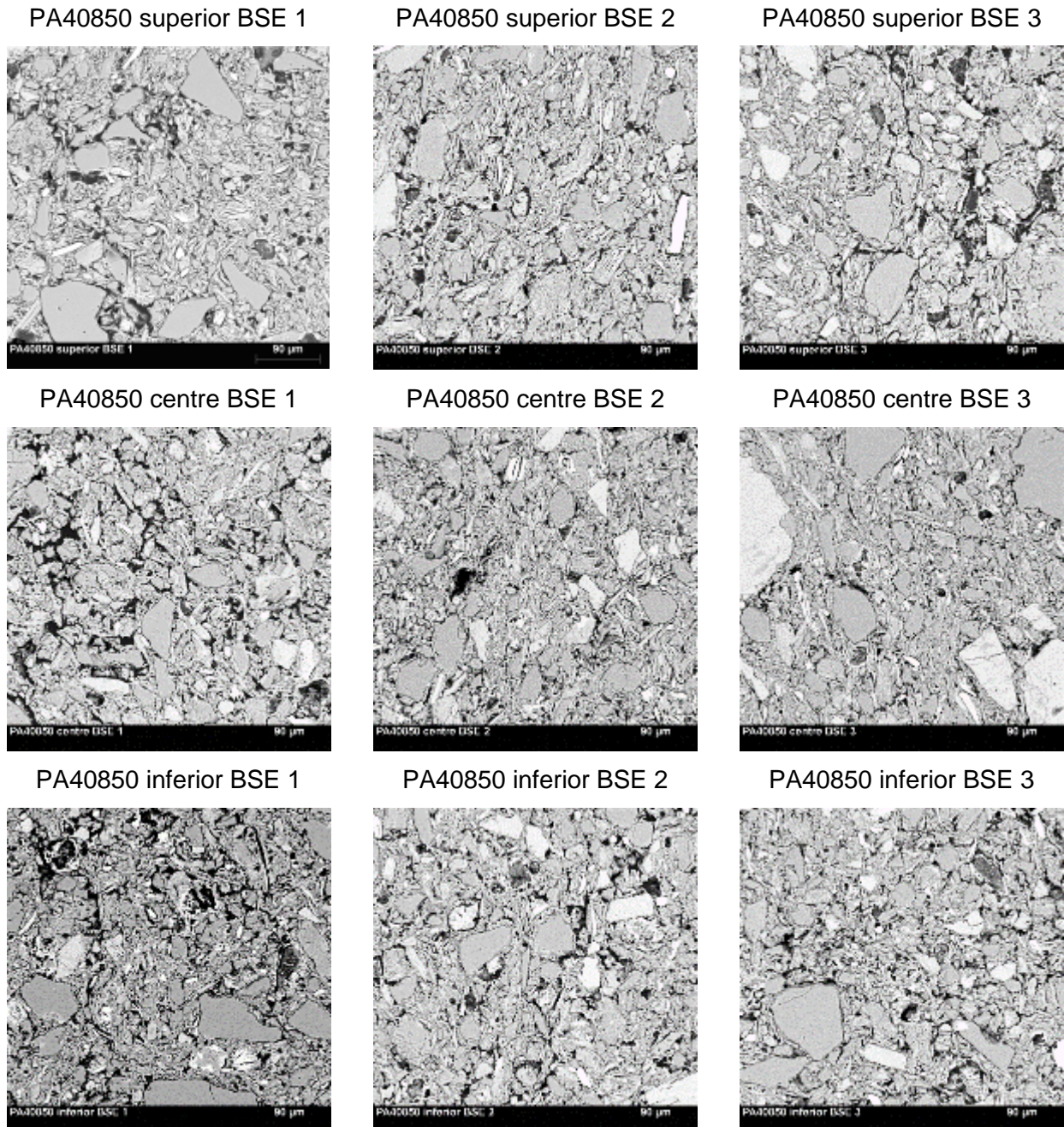


Figura 193. Imatges BSE a 200 augments PA40850

Font. D. Morillas

Imatges SE a 200 augments (SE1) i 50 augments (SE4), de la sèrie PA40850:

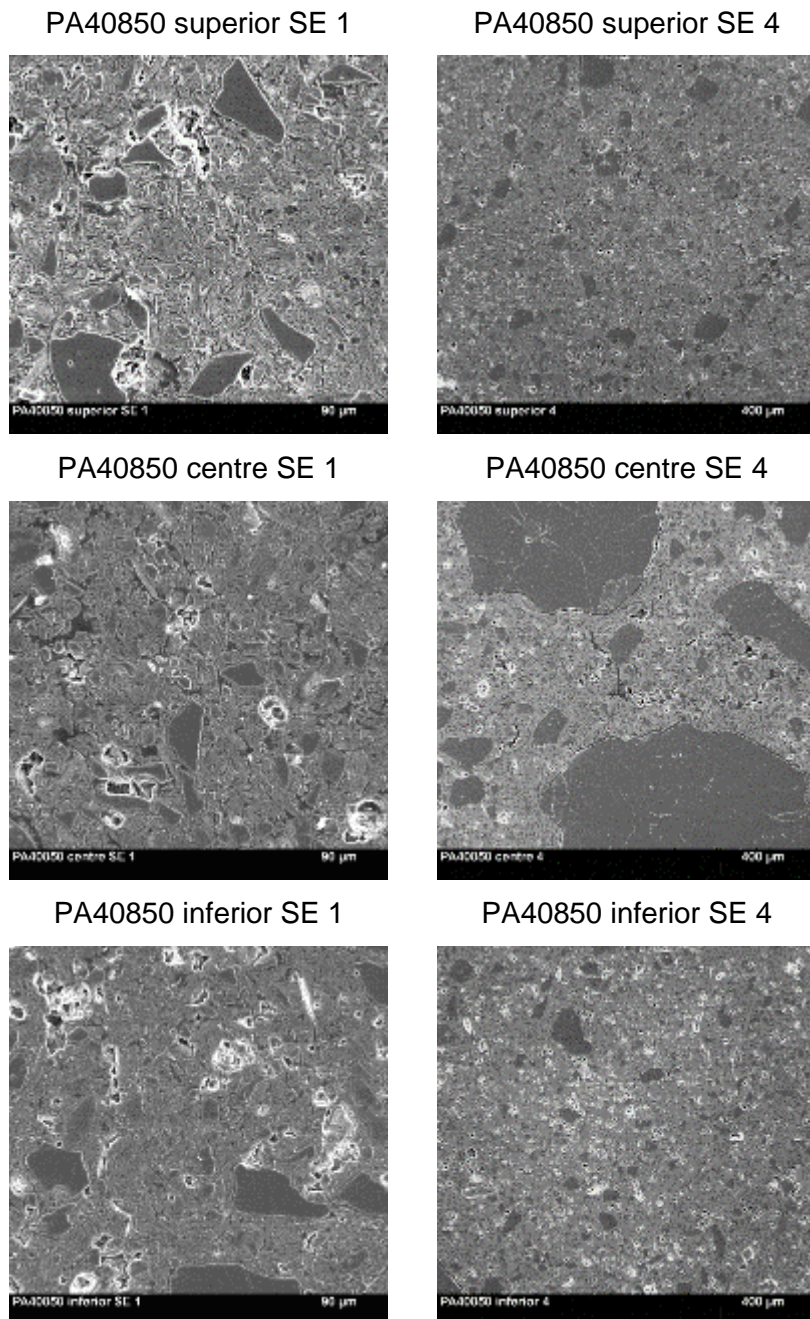


Figura 194. Imatges SE a 200 i 50 augments PA40850

Font. D. Morillas

Imatges BSE a 200 augments de la sèrie PA40900:

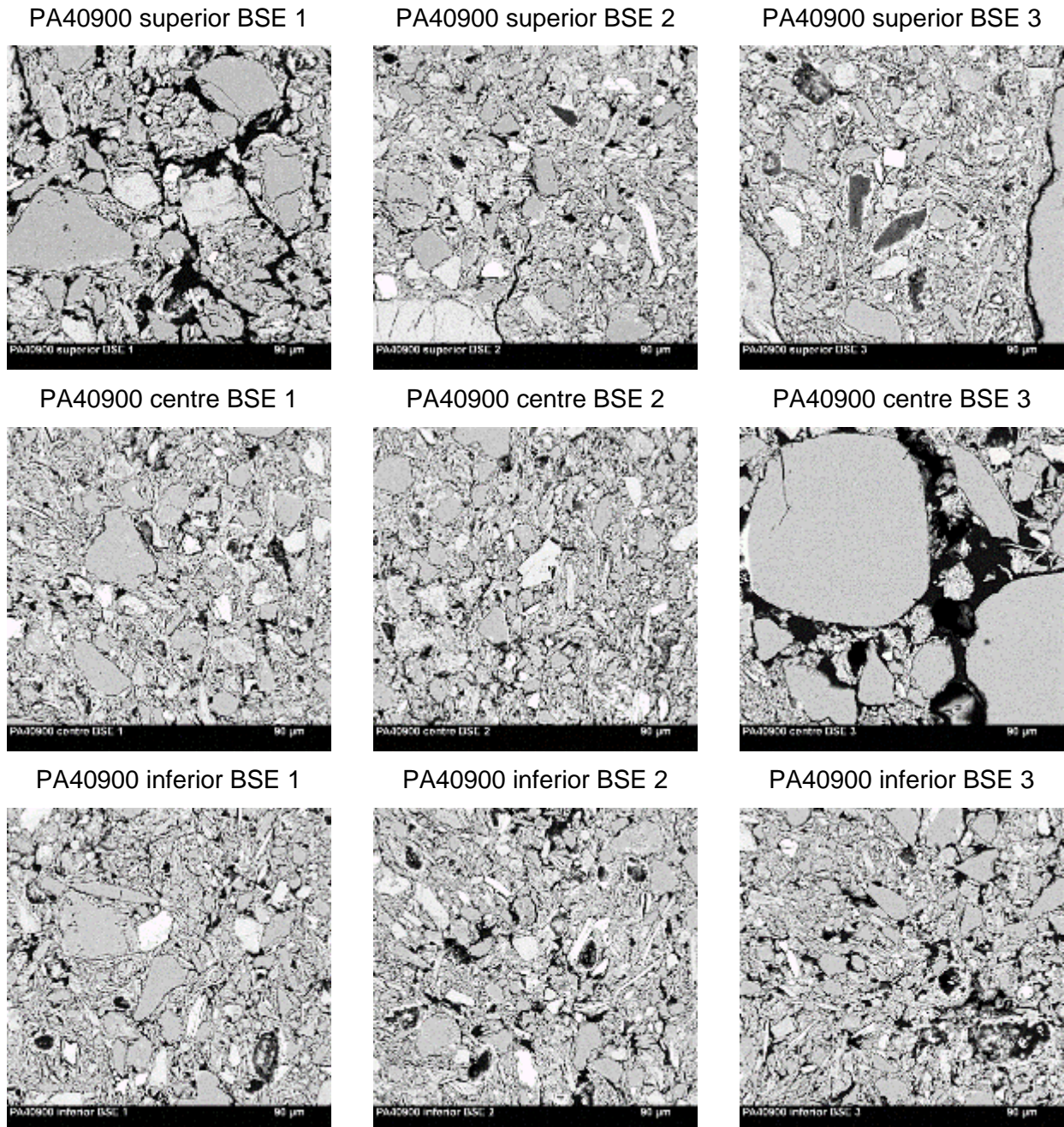


Figura 195. Imatges BSE a 200 augments PA40900

Font. D. Morillas

Imatges SE a 200 augments (SE1) i 50 augments (SE4), de la sèrie PA40900:

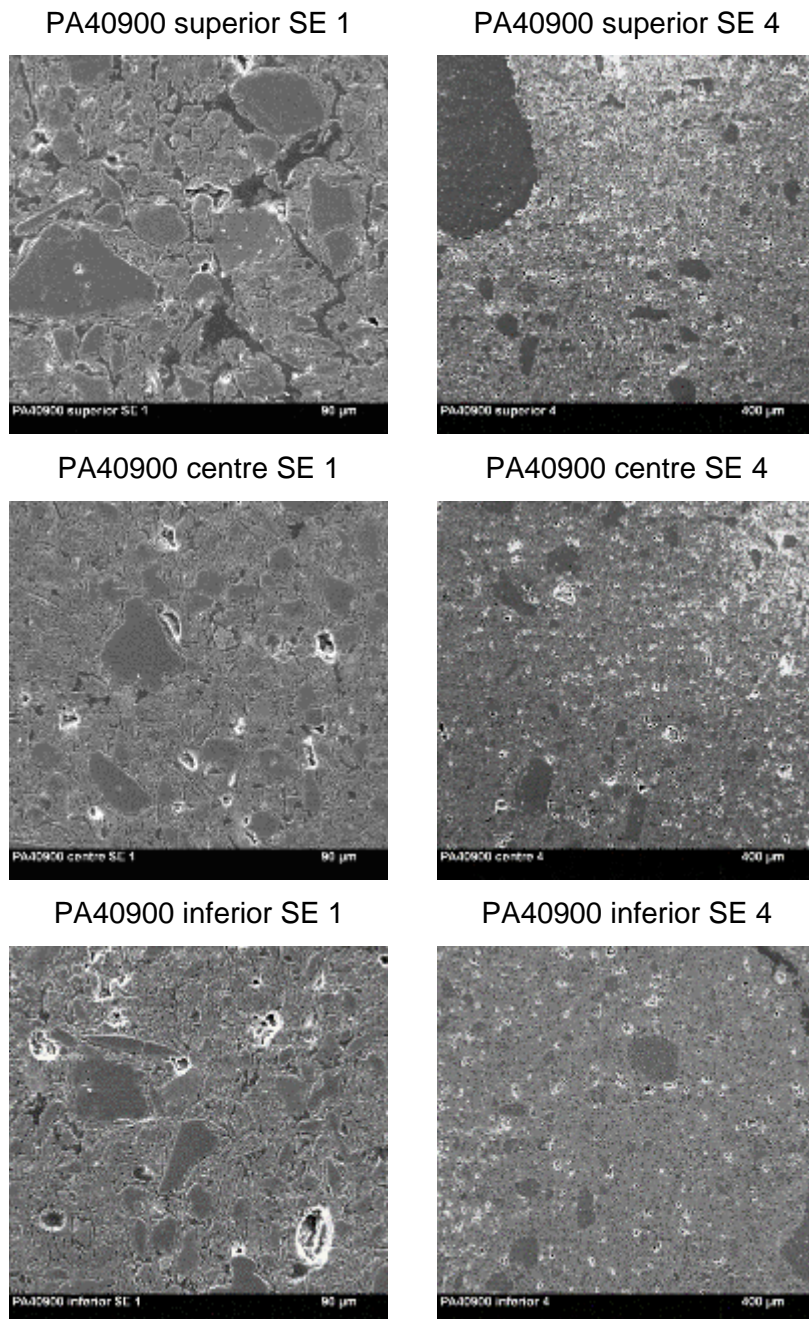


Figura 196. Imatges SE a 200 i 50 augments PA40900

Font. D. Morillas

Imatges BSE a 200 augments de la sèrie PA40950:

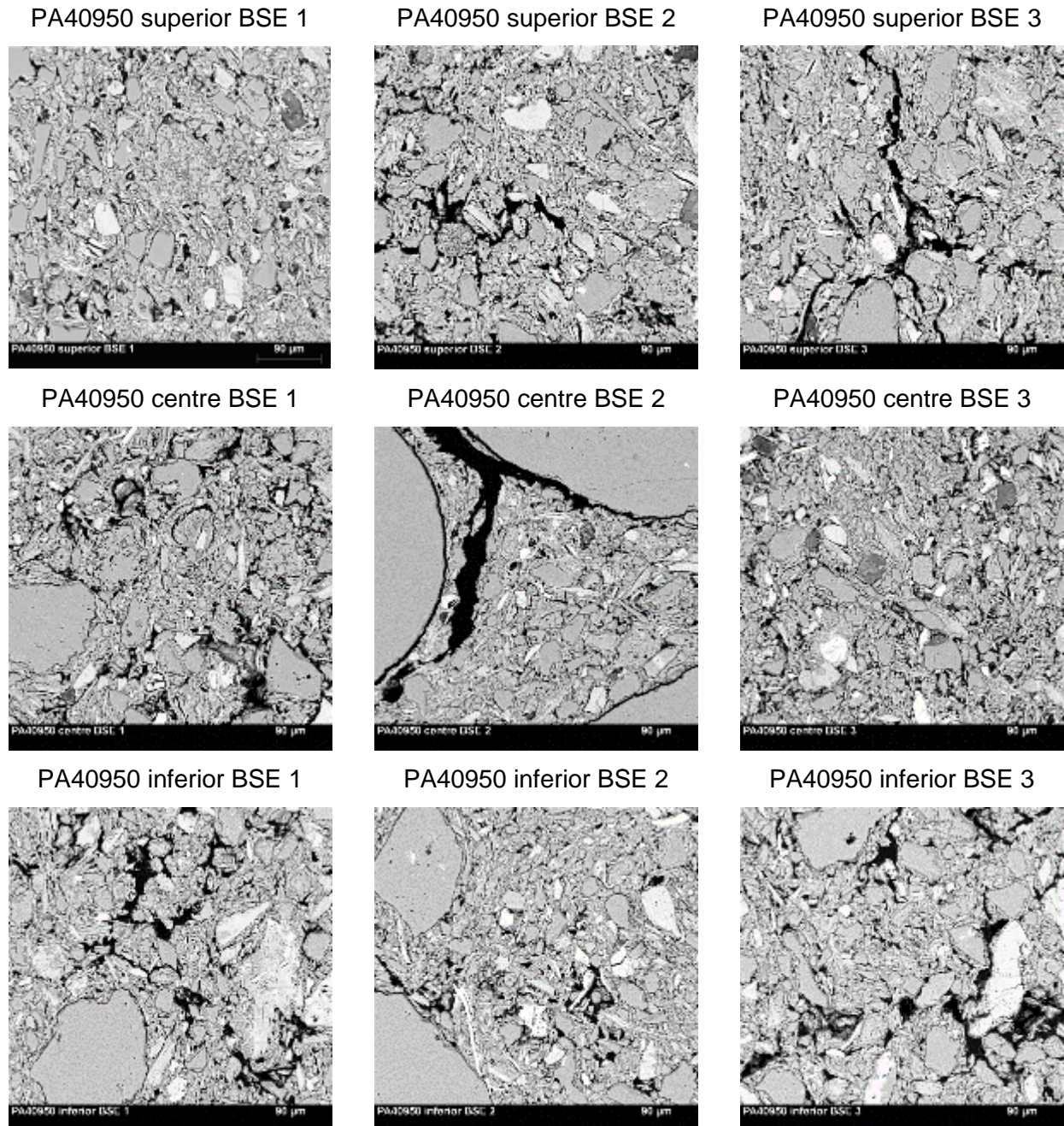


Figura 197. Imatges BSE a 200 augments PA40950

Font. D. Morillas

Imatges SE a 200 augments (SE1) i 50 augments (SE4), de la sèrie PA40950:

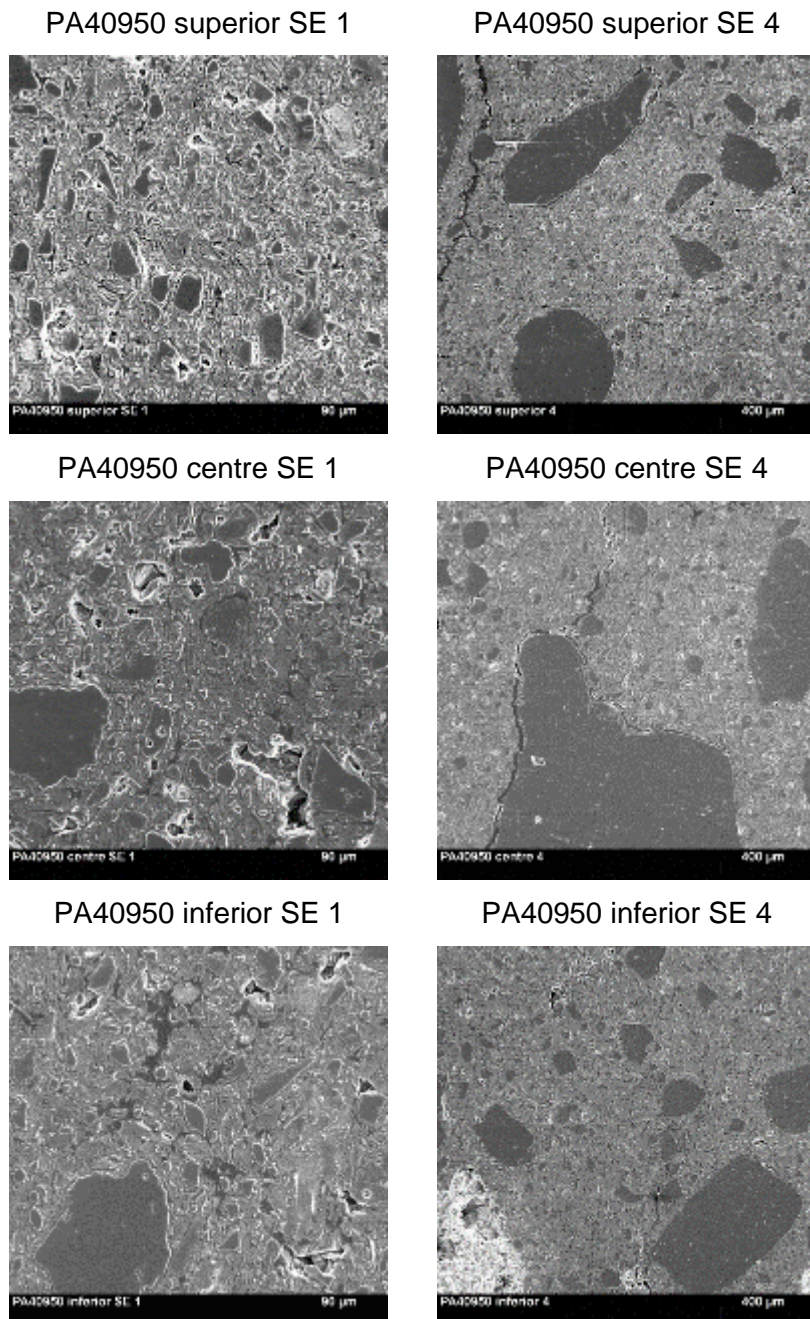


Figura 198. Imatges SE a 200 i 50 augments PA40950

Font. D. Morillas

Imatges BSE a 200 augments de la sèrie PA50850:

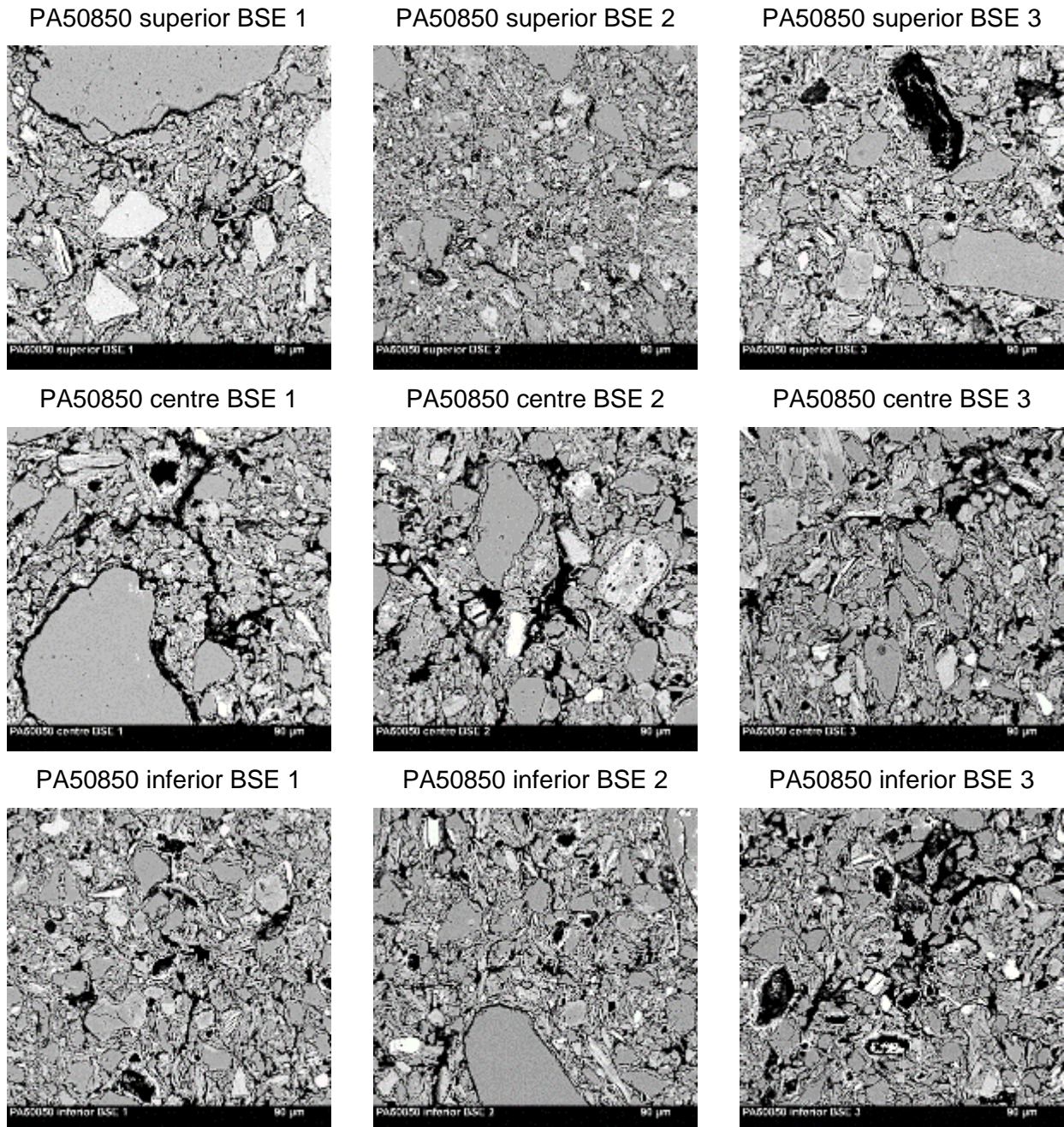


Figura 199. Imatges BSE a 200 augments PA50850

Font. D. Morillas

Imatges SE a 200 augments (SE1) i 50 augments (SE4), de la sèrie PA50850:

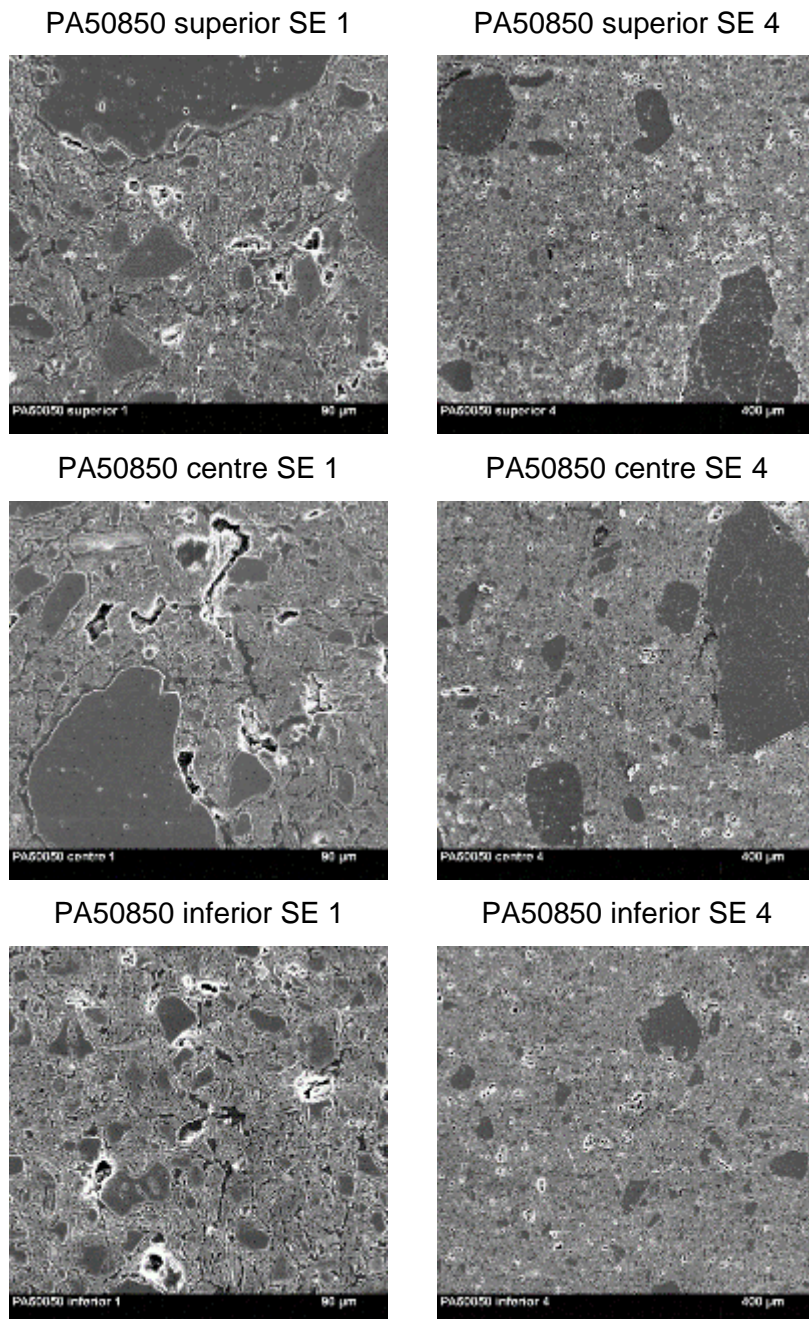


Figura 200. Imatges SE a 200 i 50 augments PA50850

Font. D. Morillas

Imatges BSE a 200 augments de la sèrie PA50900:

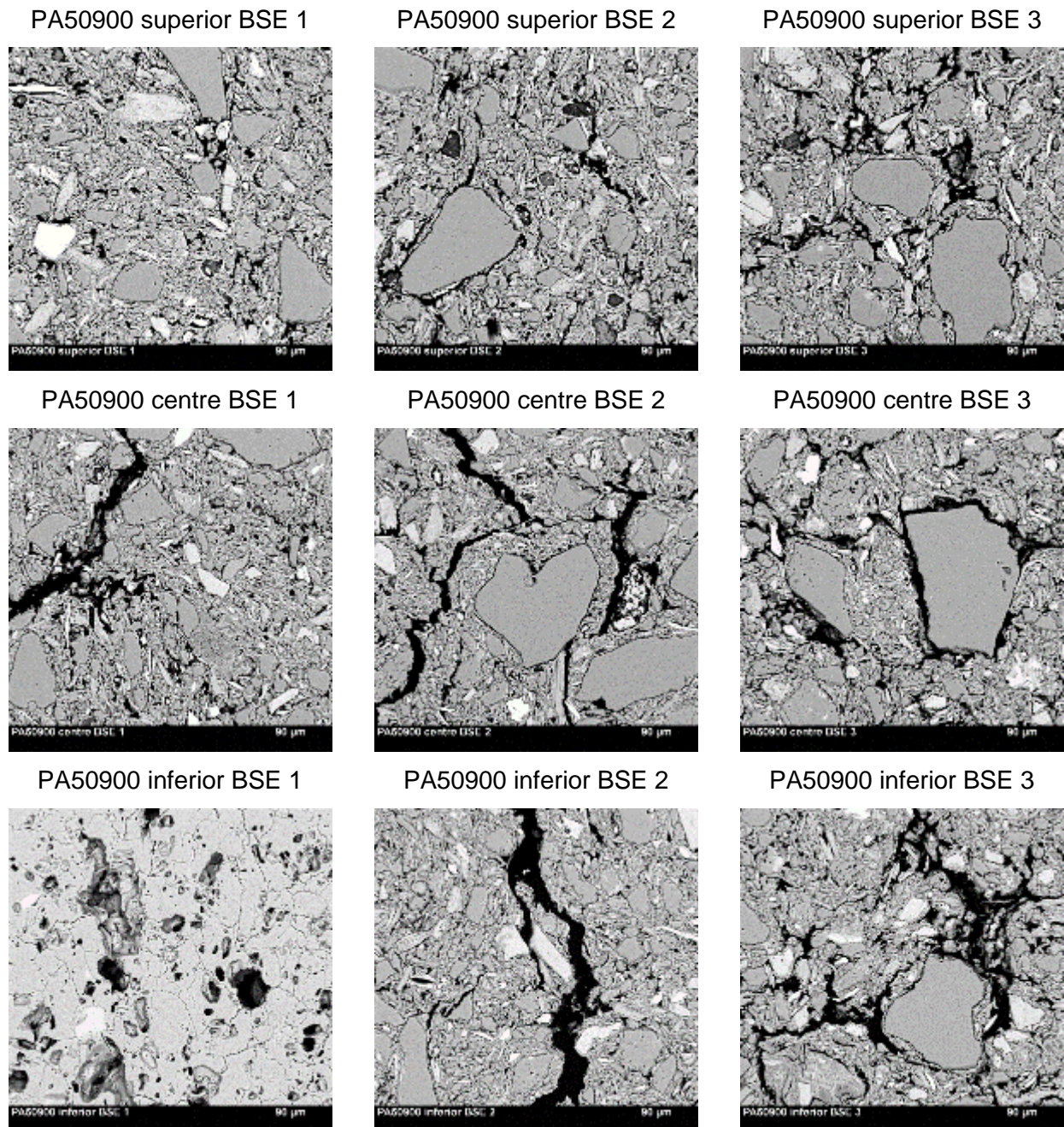


Figura 201. Imatges BSE a 200 augments PA50900

Font. D. Morillas

Imatges SE a 200 augments (SE1) i 50 augments (SE4), de la sèrie PA50900:

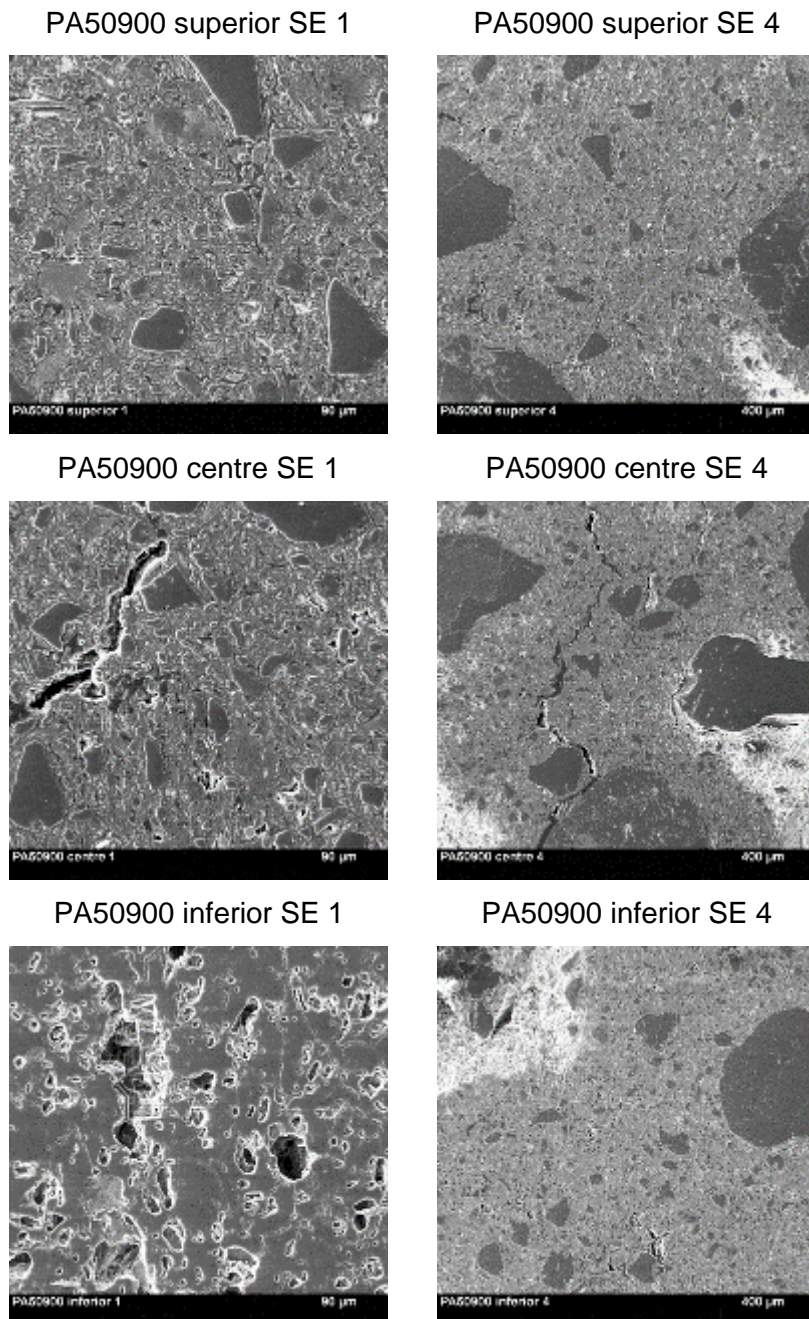


Figura 202. Imatges SE a 200 i 50 augments PA50900

Font. D. Morillas

Imatges BSE a 200 augments de la sèrie PA50950:

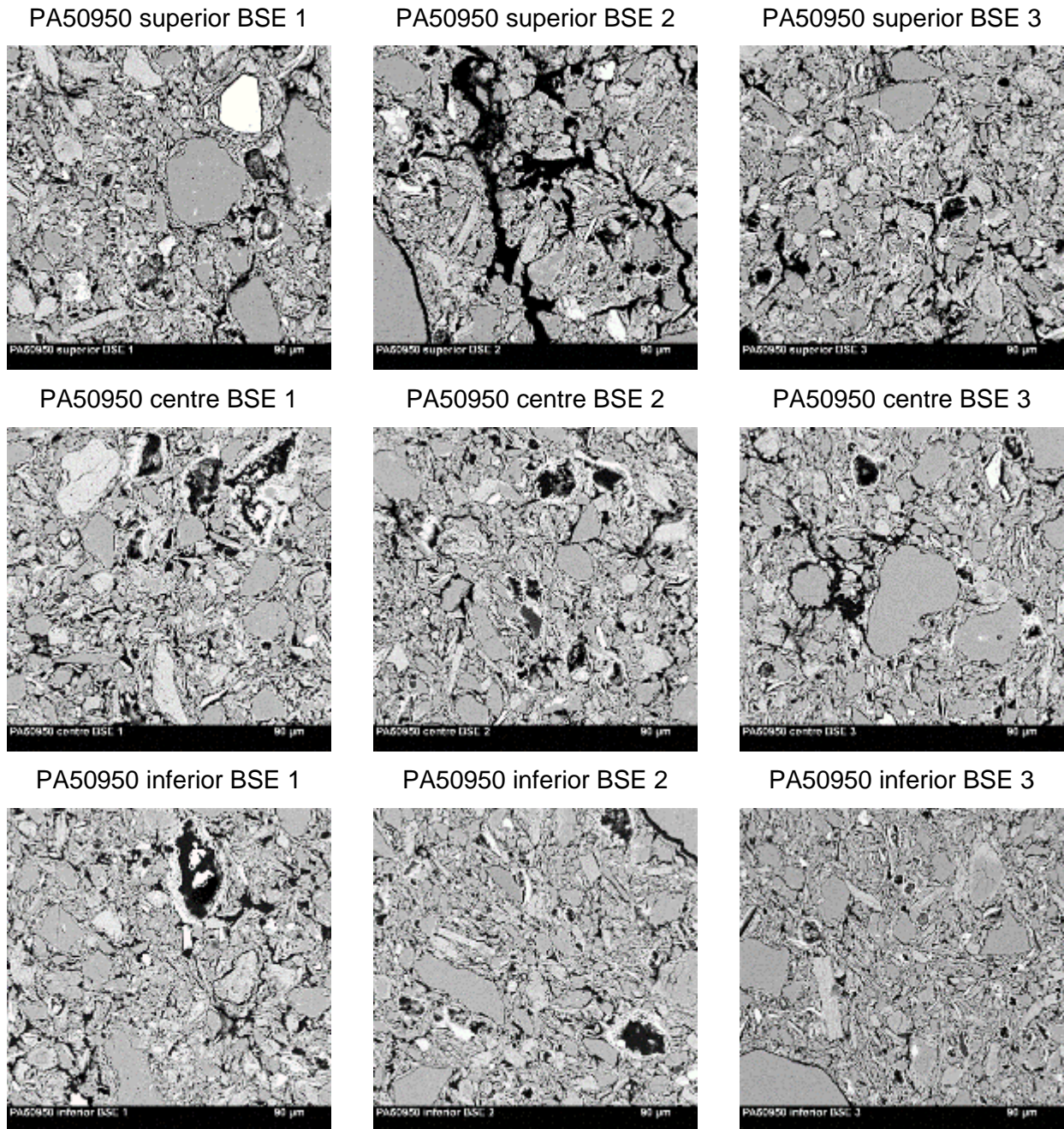


Figura 203. Imatges BSE a 200 augments PA50950

Font. D. Morillas

Imatges SE a 200 augments (SE1) i 50 augments (SE4), de la sèrie PA50950:

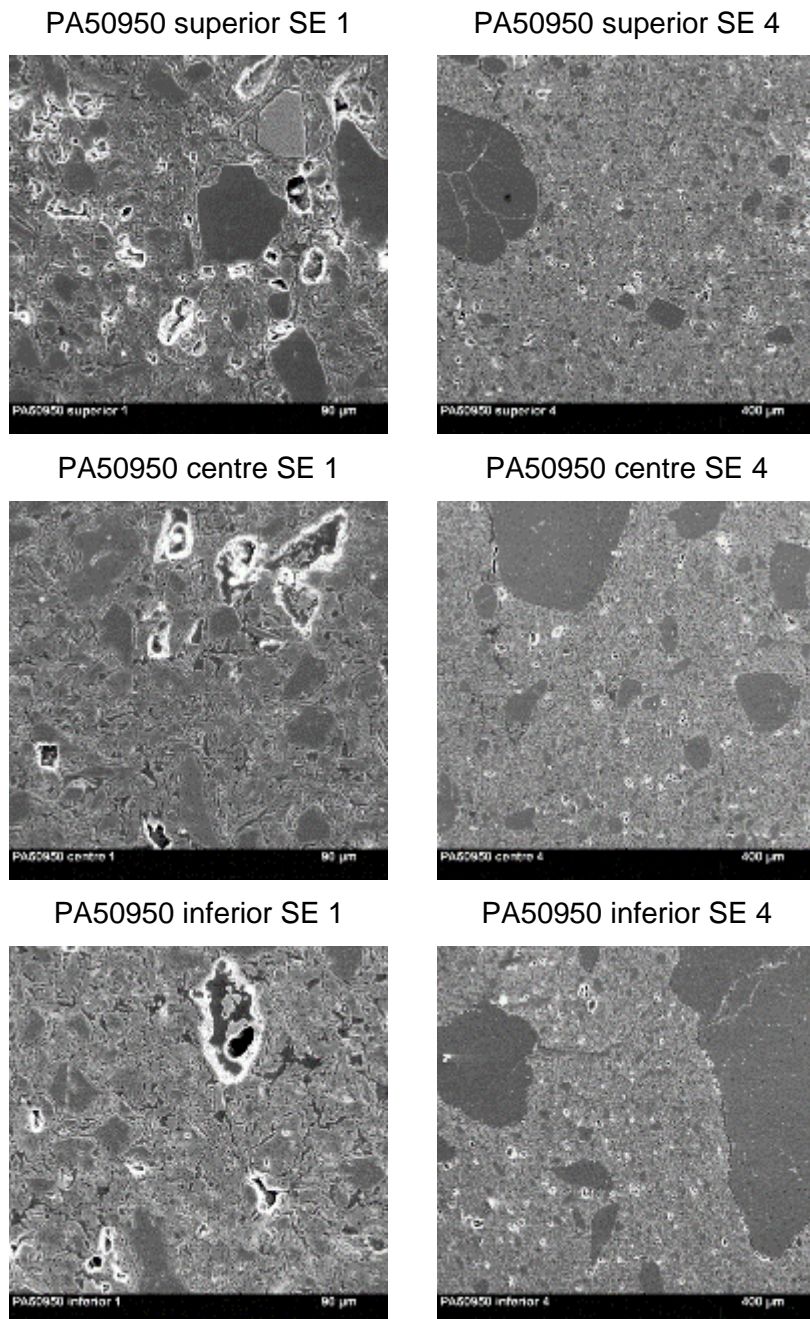


Figura 204. Imatges SE a 200 i 50 augments PA50950

Font. D. Morillas

Imatges BSE a 200 augments de la sèrie PF30850:

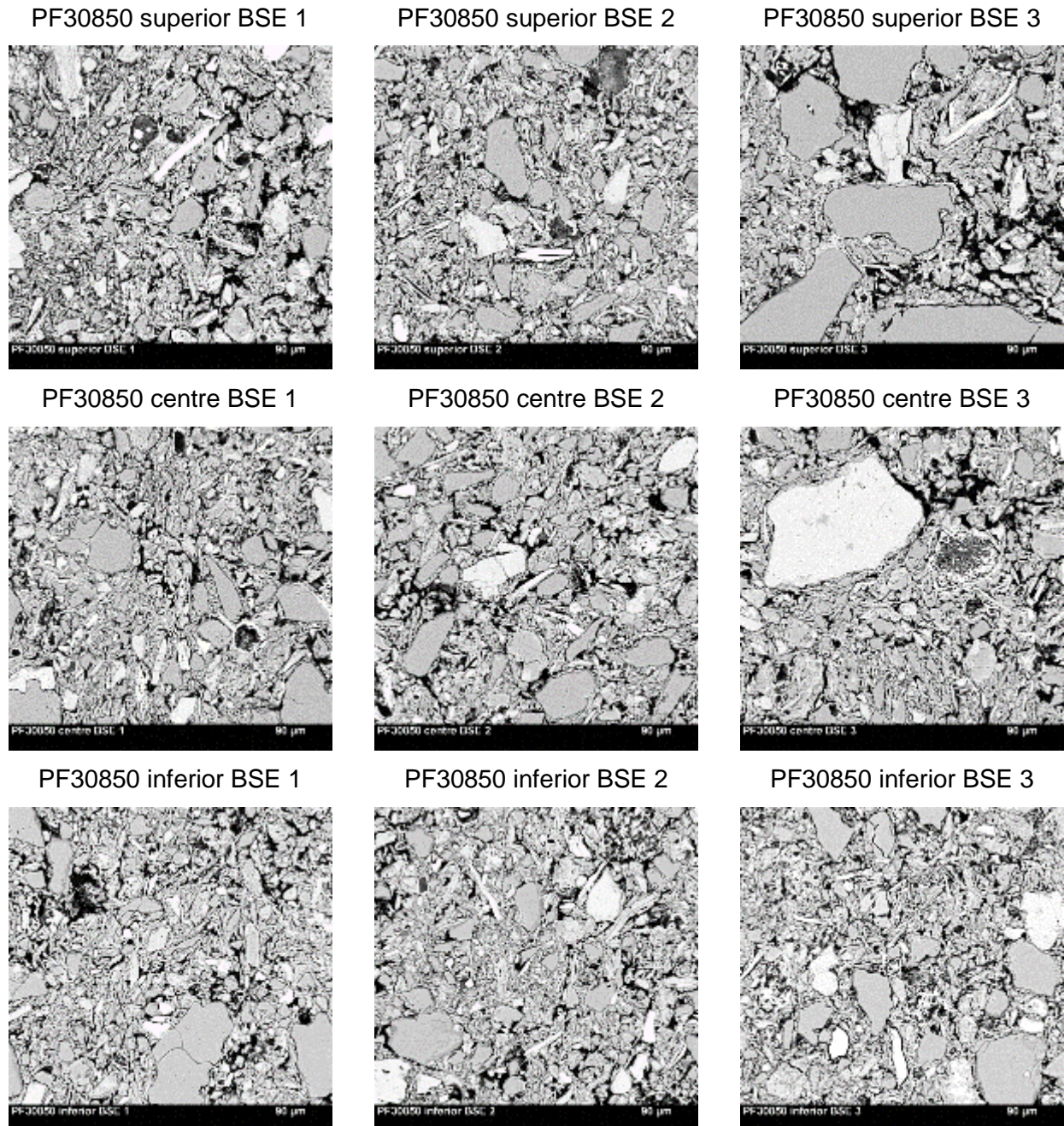


Figura 205. Imatges BSE a 200 augments PF30850

Font. D. Morillas

Imatges SE a 200 augments (SE1) i 50 augments (SE4), de la sèrie PF30850:

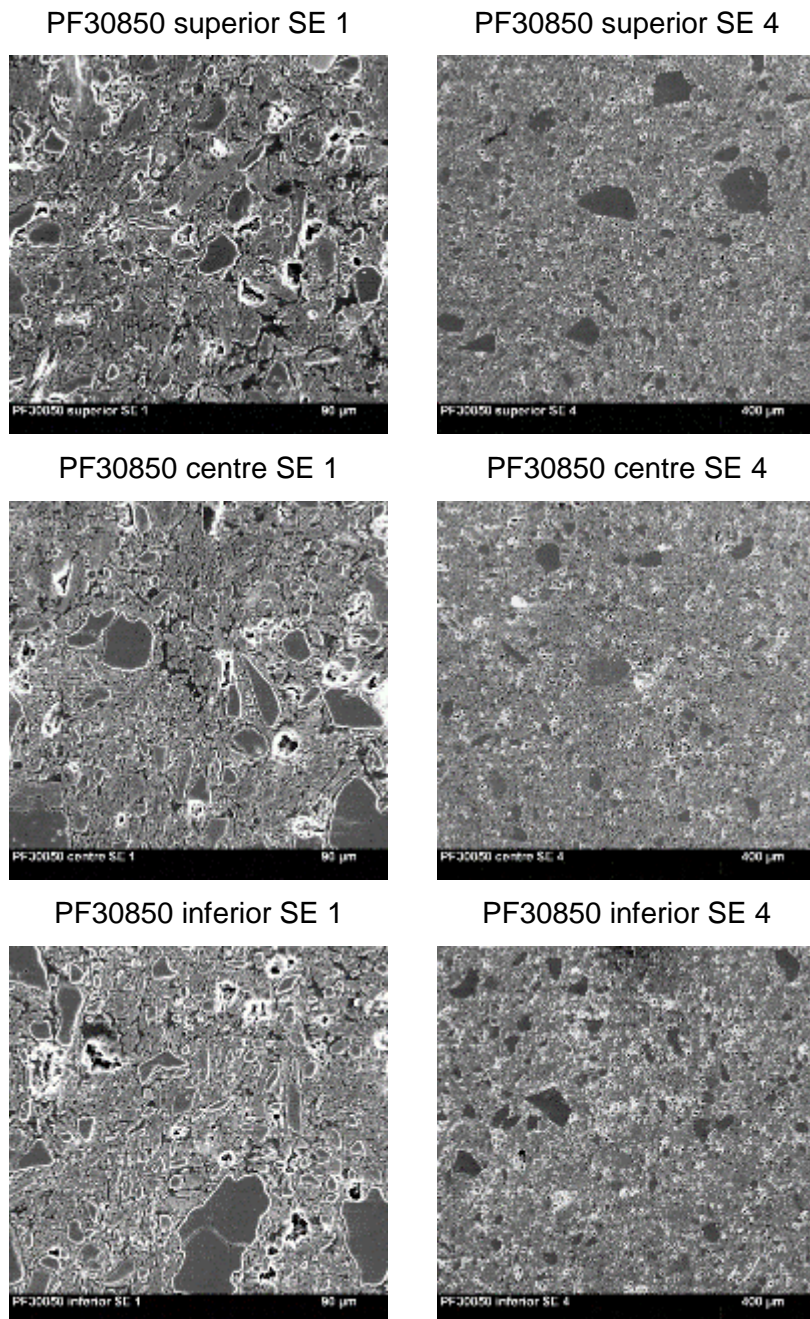


Figura 206. Imatges SE a 200 i 50 augments PF30850

Font. D. Morillas

Imatges BSE a 200 augments de la sèrie PF30900:

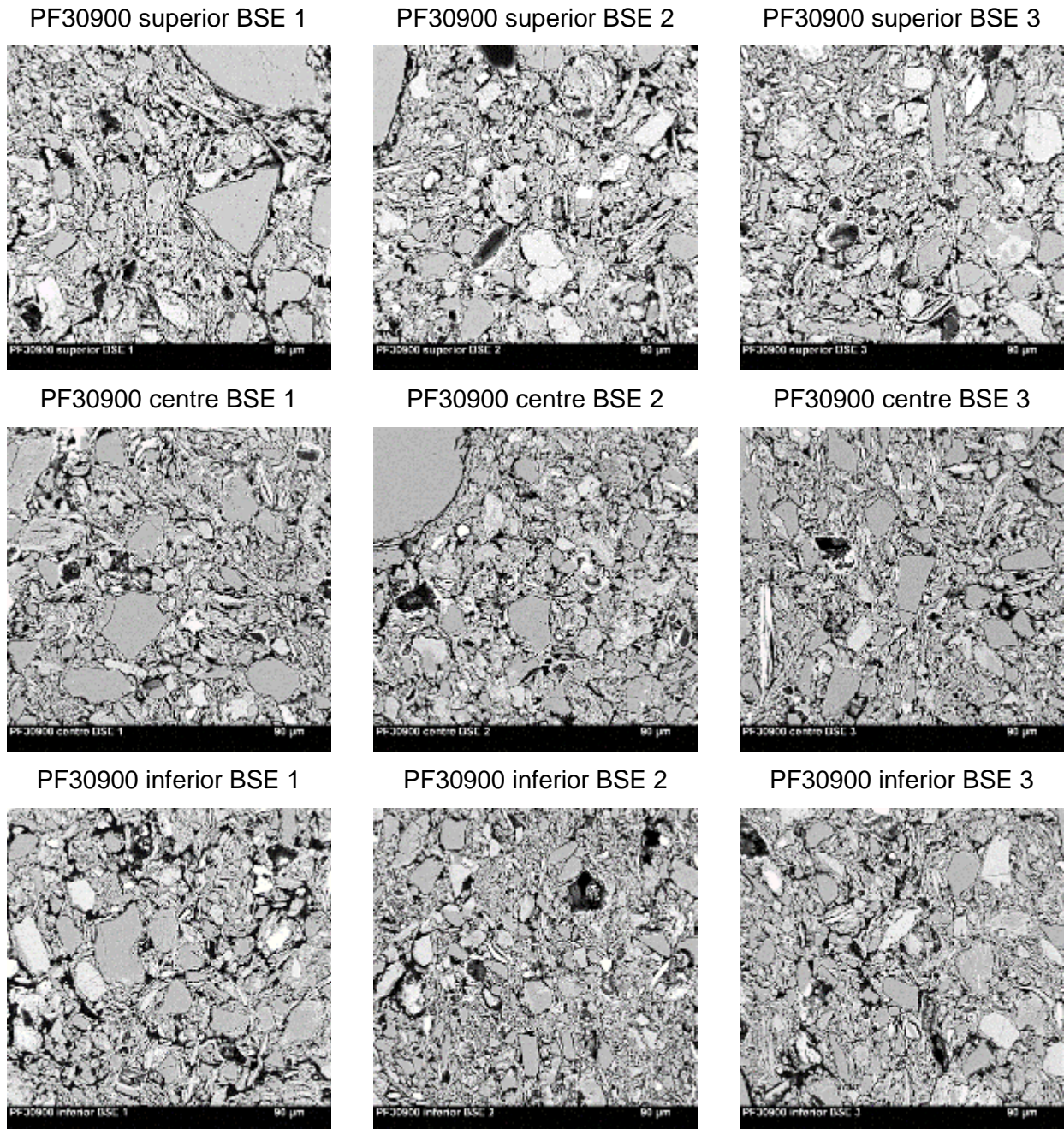


Figura 207. Imatges BSE a 200 augments PF30900

Font. D. Morillas

Imatges SE a 200 augments (SE1) i 50 augments (SE4), de la sèrie PF30900:

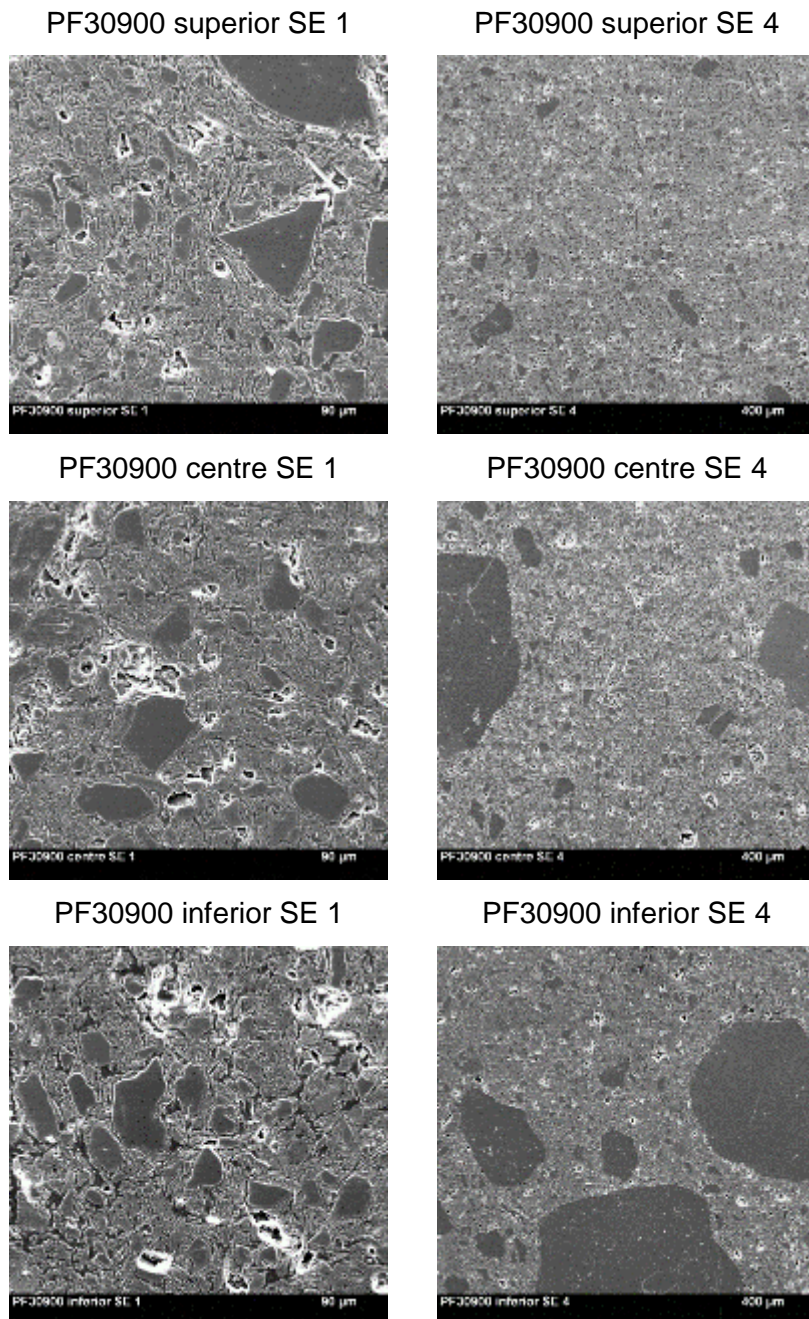


Figura 208. Imatges SE a 200 i 50 augments PF30900

Font. D. Morillas

Imatges BSE a 200 augments de la sèrie PF30950:

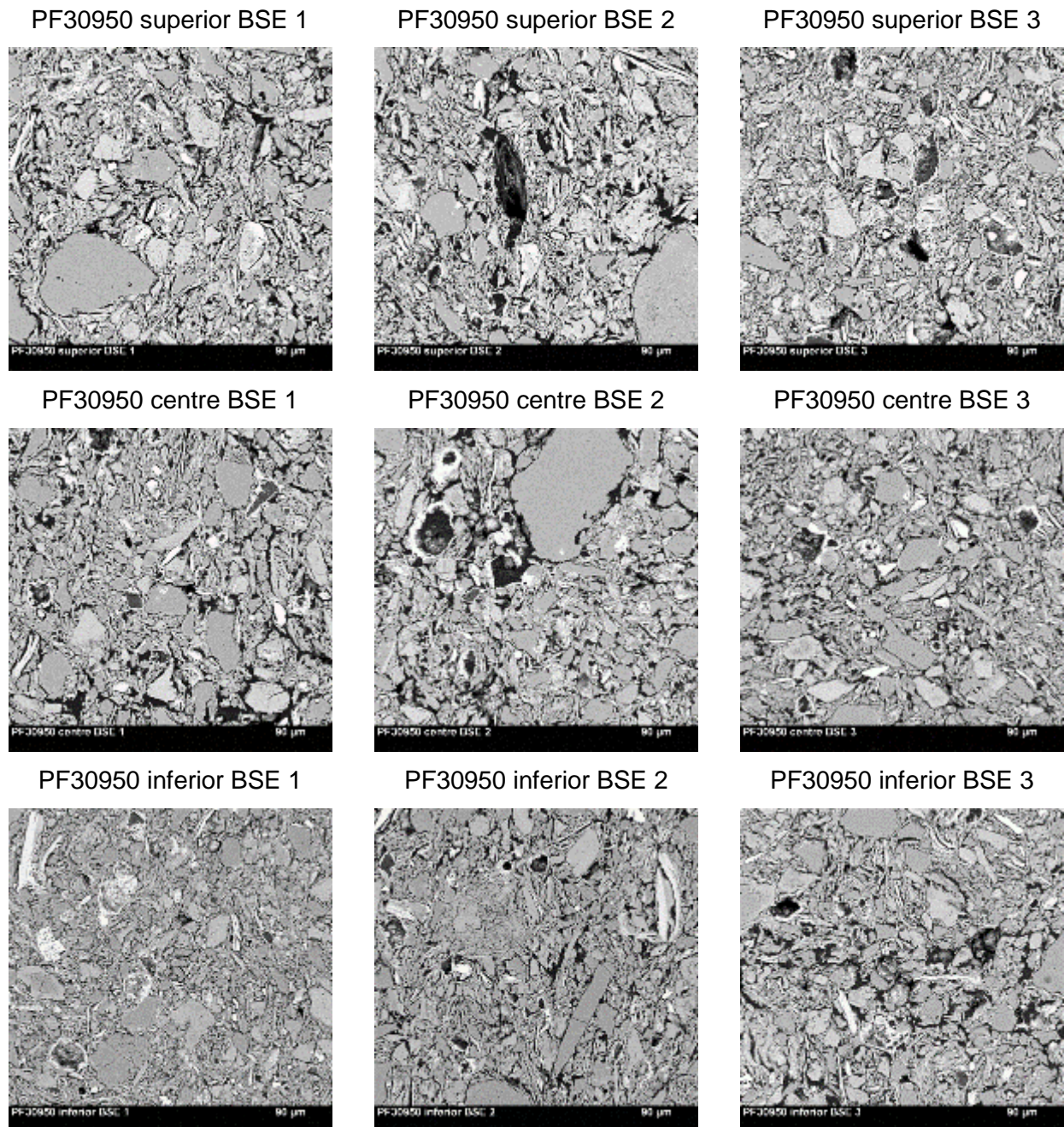


Figura 209. Imatges BSE a 200 augments PF30950

Font. D. Morillas

Imatges SE a 200 augments (SE1) i 50 augments (SE4), de la sèrie PF30950:

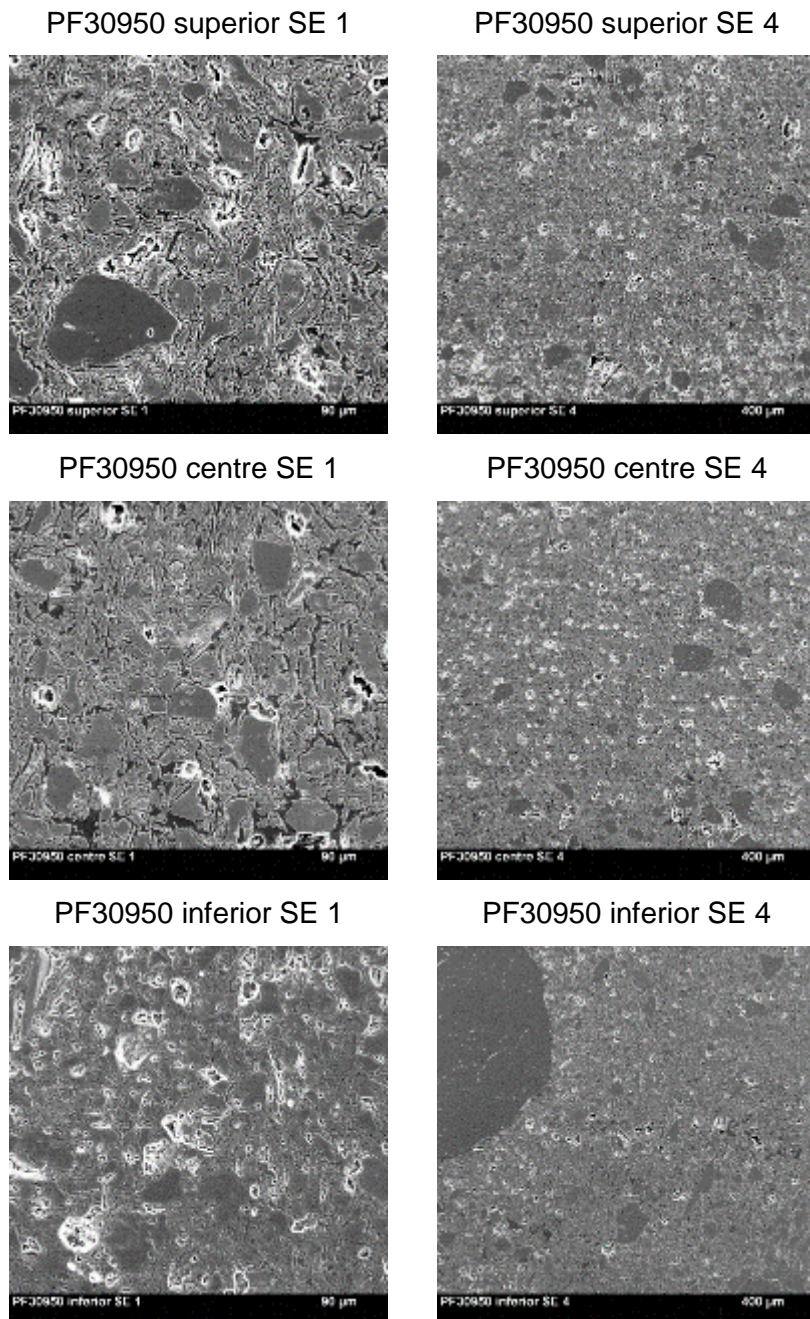


Figura 210. Imatges SE a 200 i 50 augments PF30950

Font. D. Morillas

Imatges BSE a 200 augments de la sèrie PF40850:

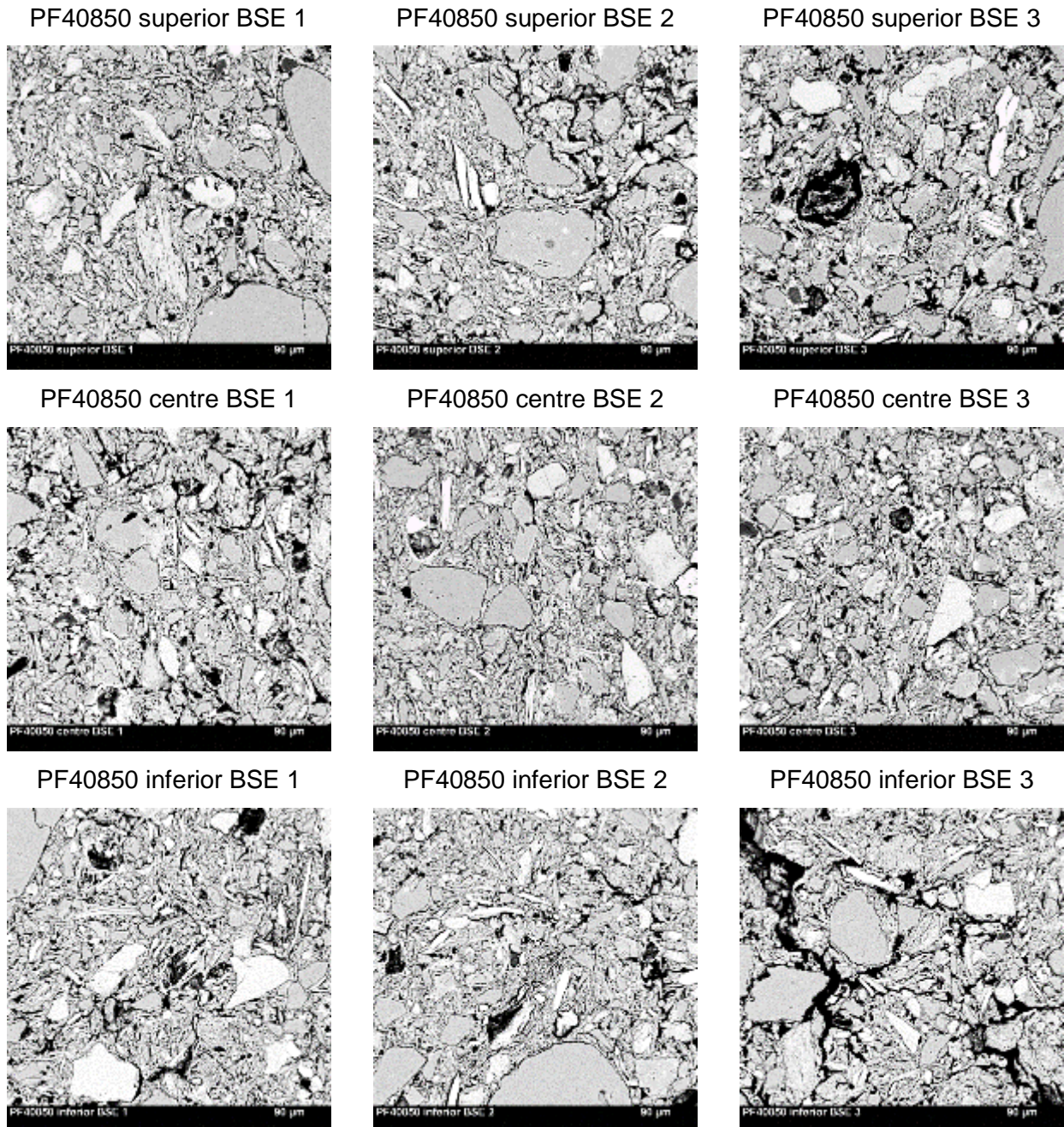


Figura 211. Imatges BSE a 200 augments PF40850

Font. D. Morillas

Imatges SE a 200 augments (SE1) i 50 augments (SE4), de la sèrie PF40850:

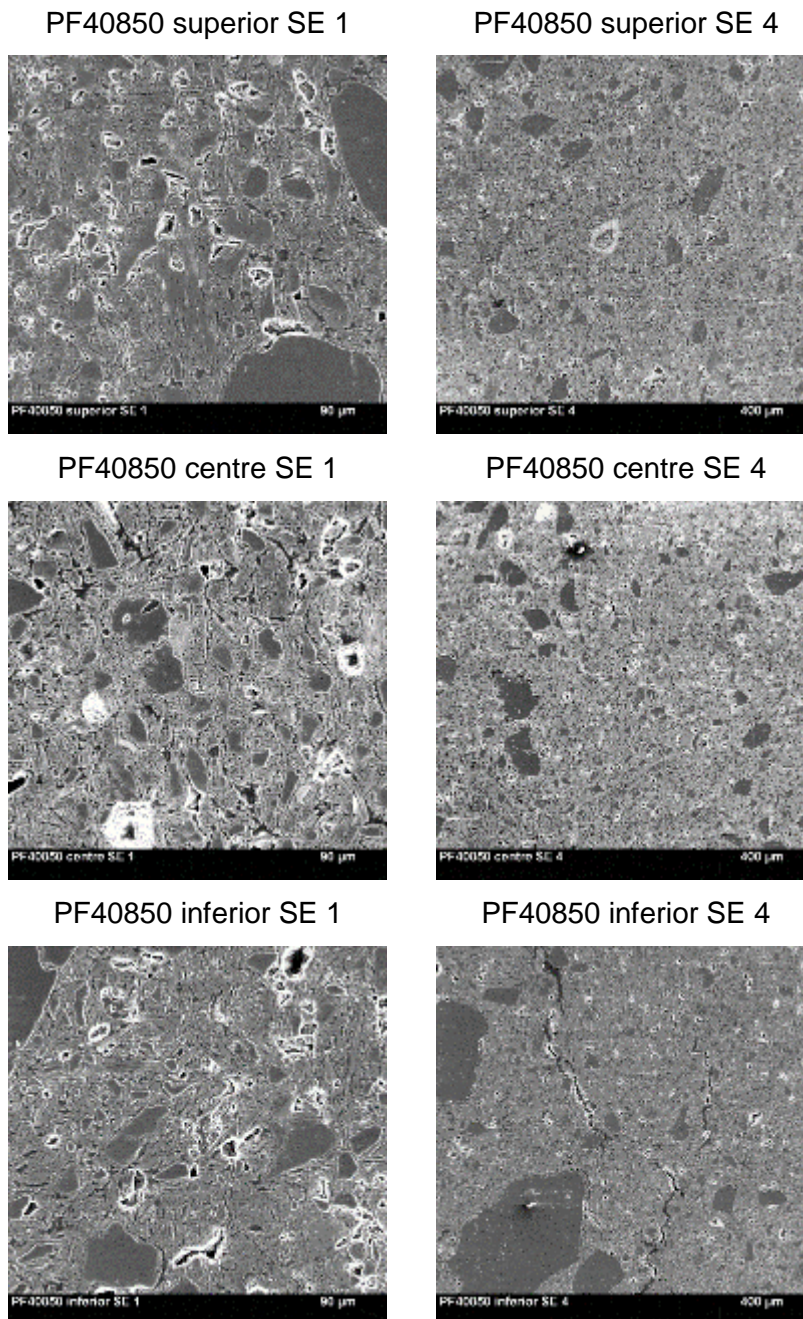


Figura 212. Imatges SE a 200 i 50 augments PF40850

Font. D. Morillas

Imatges BSE a 200 augments de la sèrie PF40900:

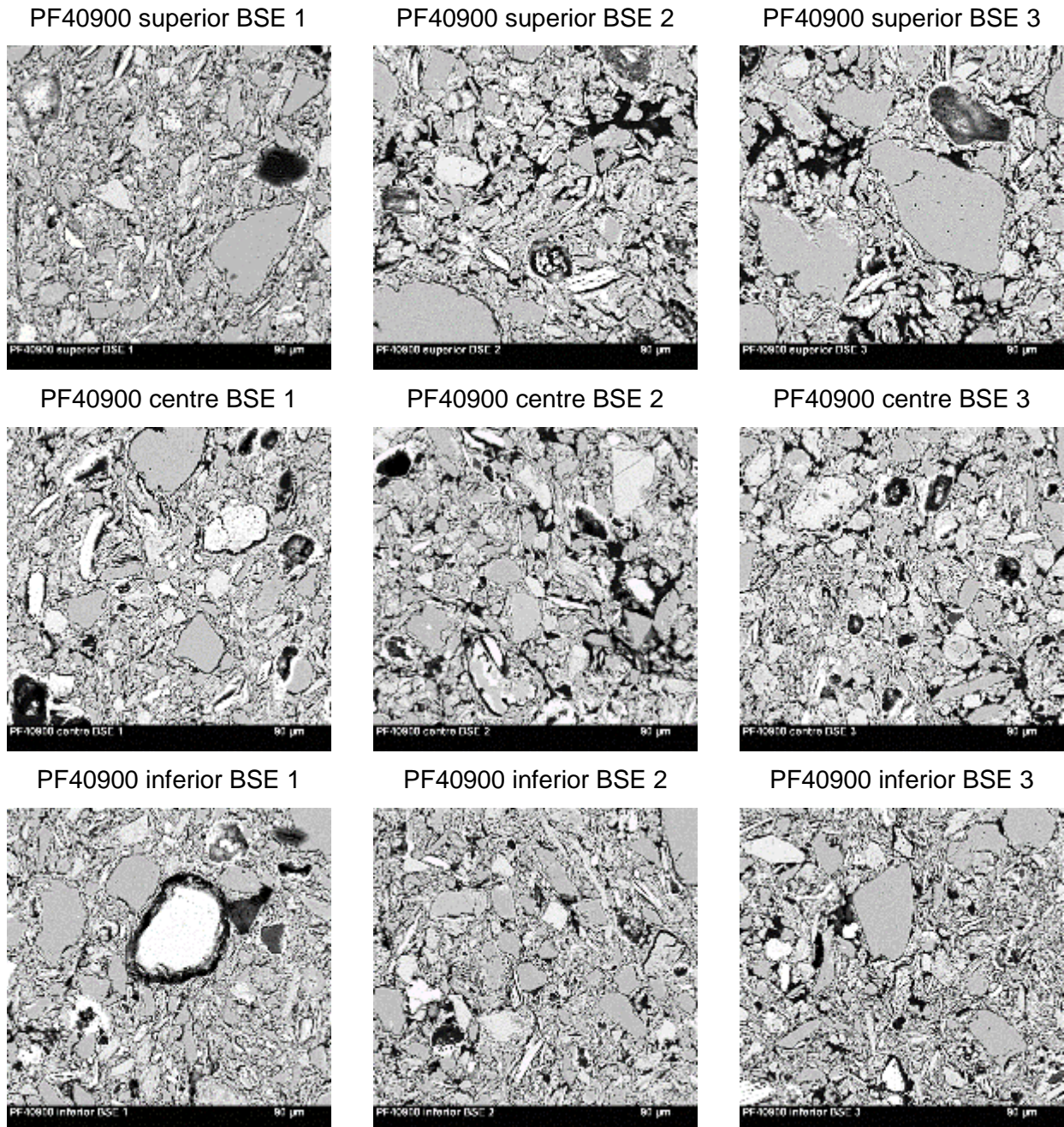


Figura 213. Imatges BSE a 200 augments PF40900

Font. D. Morillas

Imatges SE a 200 augments (SE1) i 50 augments (SE4), de la sèrie PF40900:

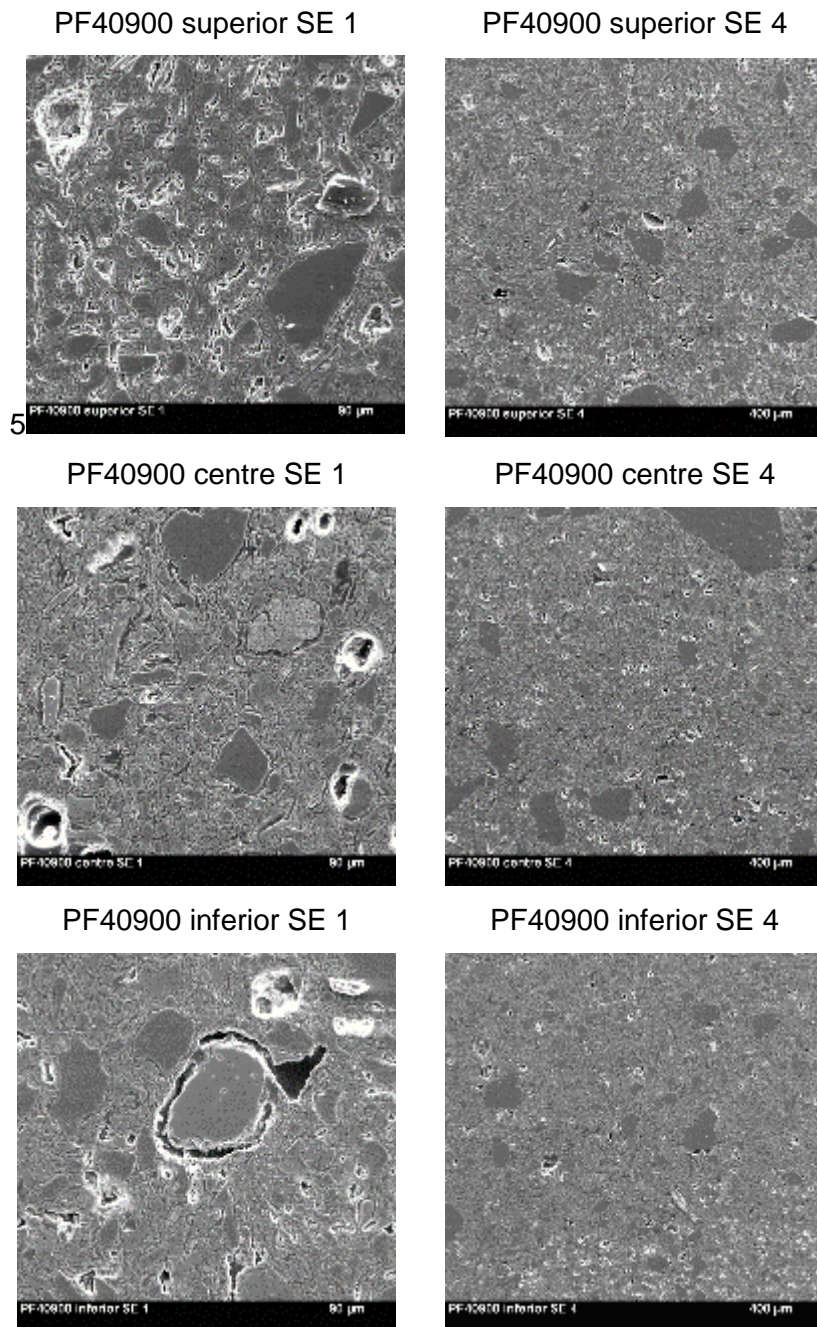


Figura 214. Imatges SE a 200 i 50 augments PF40900

Font. D. Morillas

Imatges BSE a 200 augments de la sèrie PF40950:

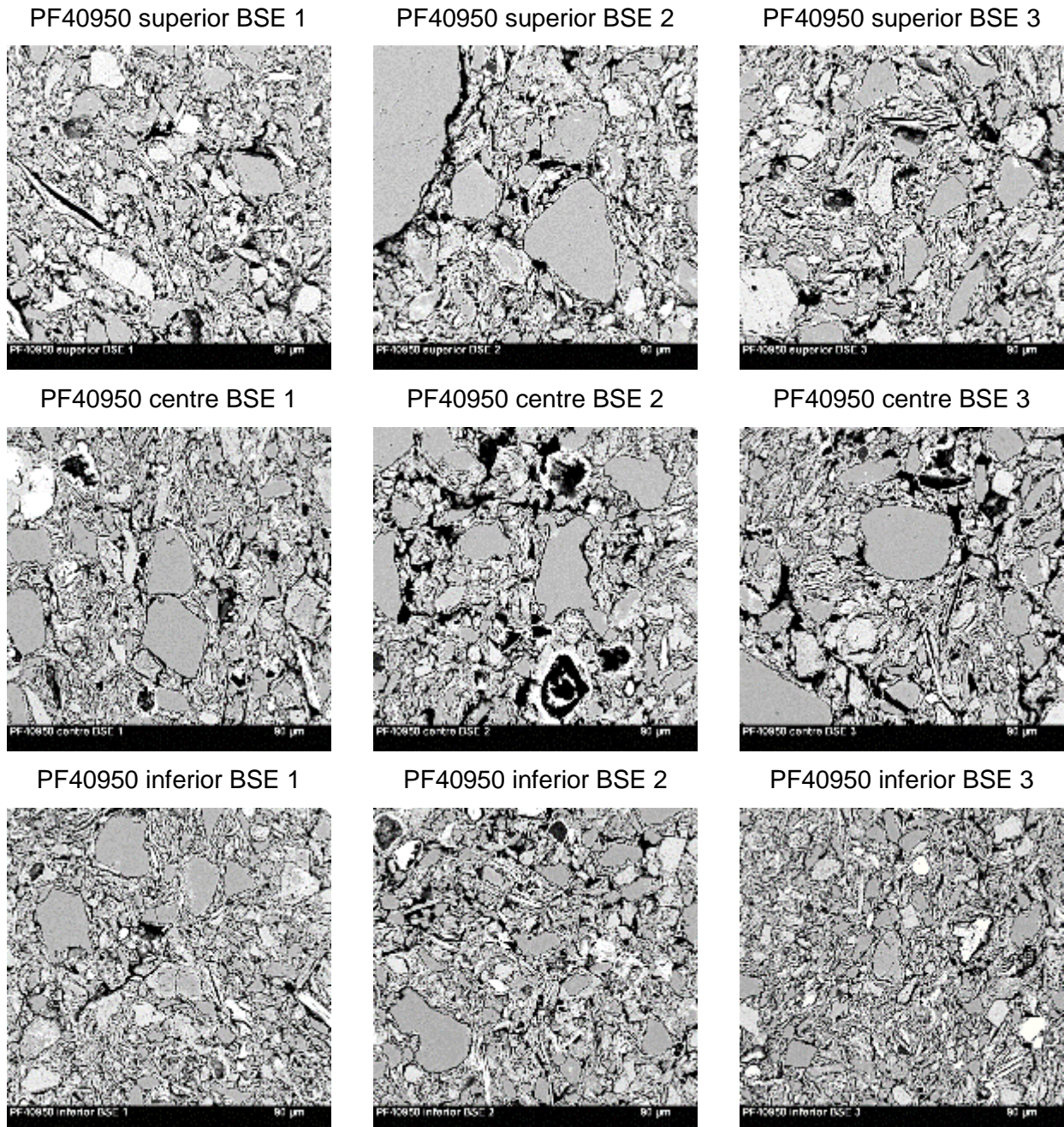


Figura 215. Imatges BSE a 200 augments PF40950

Font. D. Morillas

Imatges SE a 200 augments (SE1) i 50 augments (SE4), de la sèrie PF40950:

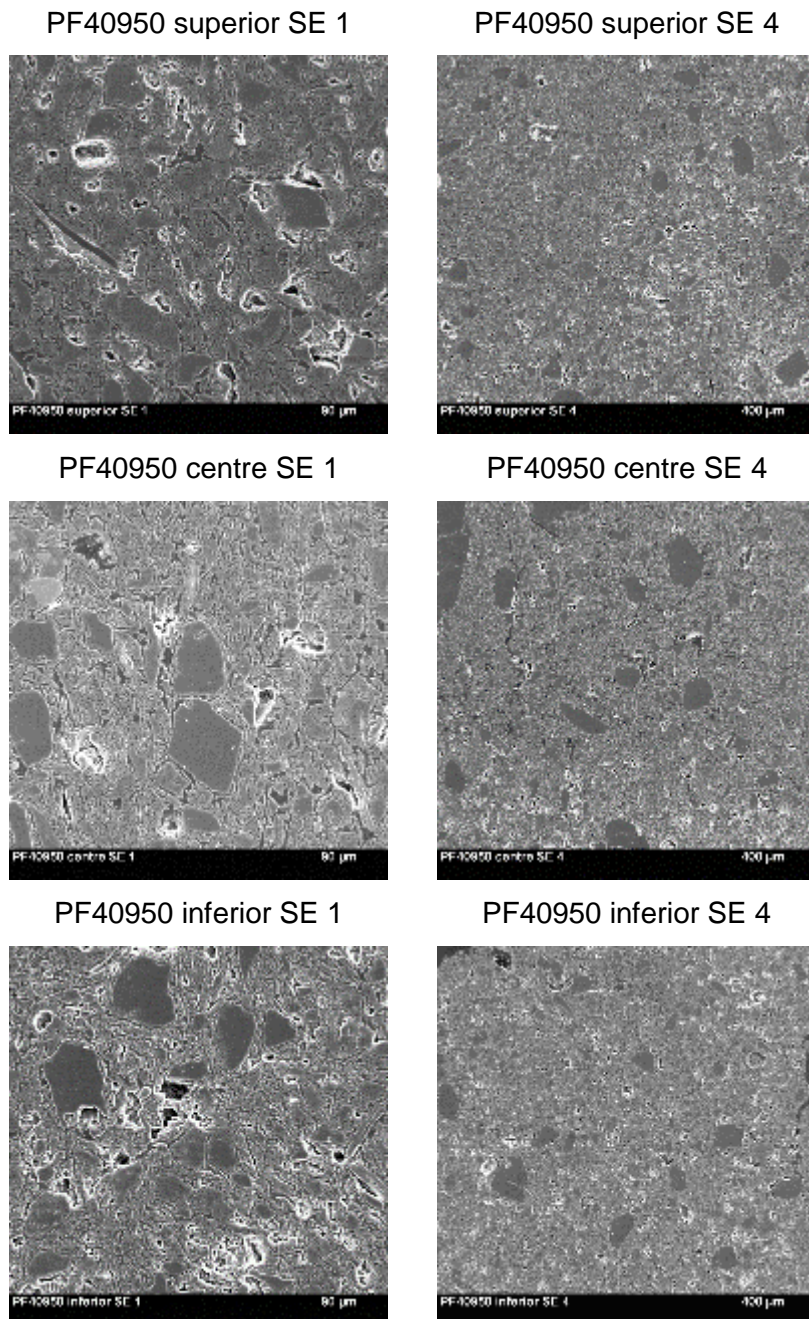


Figura 216. Imatges SE a 200 i 50 augments PF40950

Font. D. Morillas

Imatges BSE a 200 augments de la sèrie PF50850:

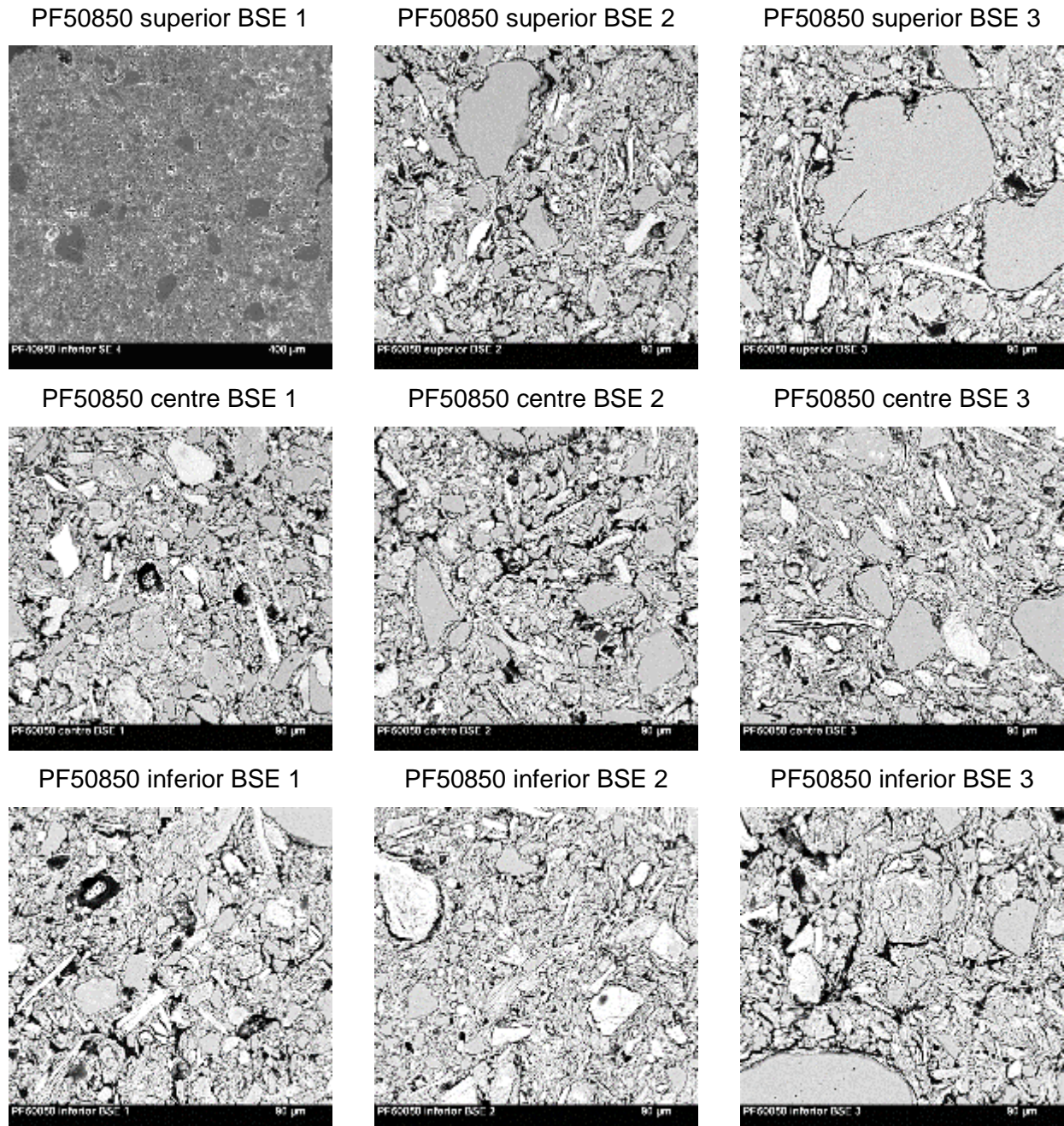


Figura 217. Imatges BSE a 200 augments PF50850

Font. D. Morillas

Imatges SE a 200 augments (SE1) i 50 augments (SE4), de la sèrie PF50850:

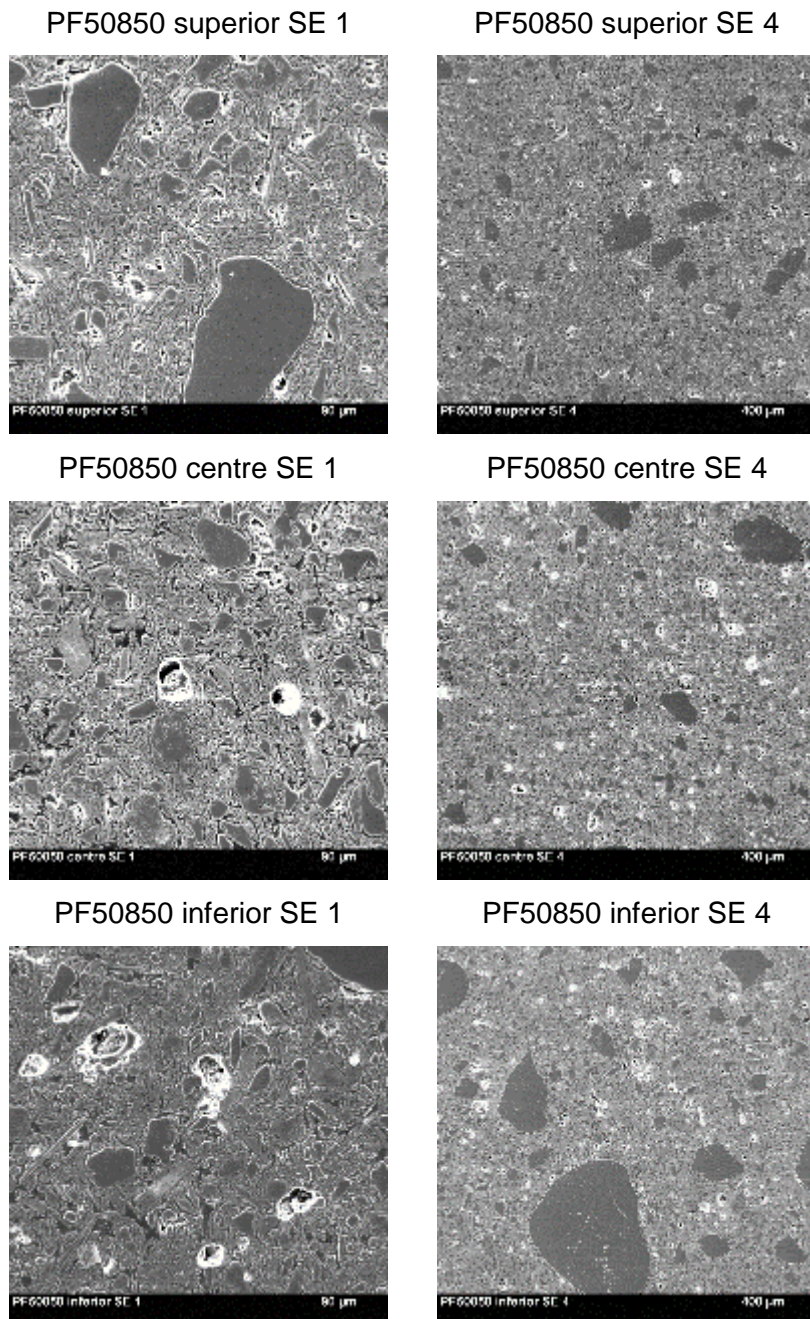


Figura 218. Imatges SE a 200 i 50 augments PF50850

Font. D. Morillas

Imatges BSE a 200 augments de la sèrie PF50900:

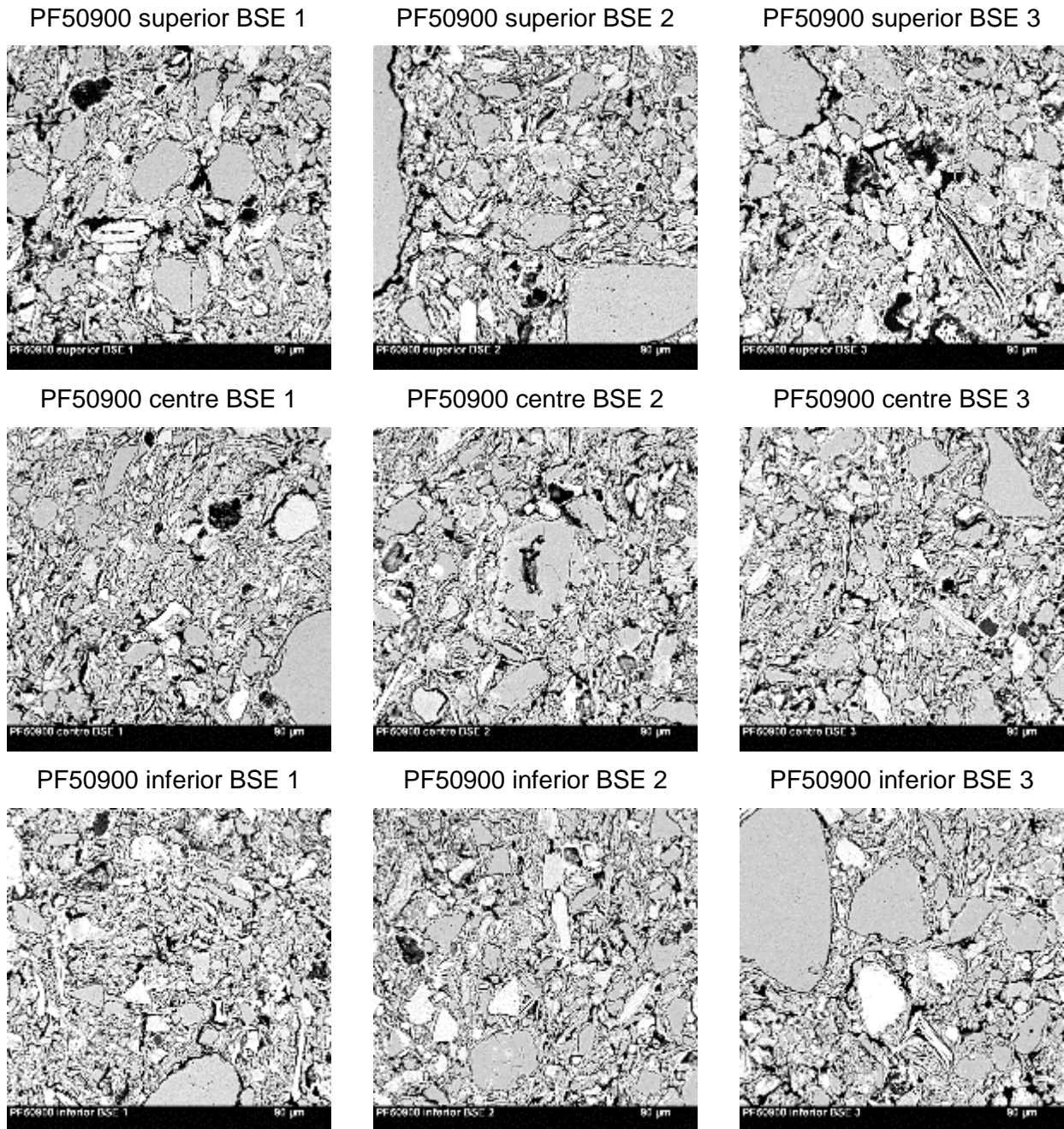


Figura 219. Imatges BSE a 200 augments PF50900

Font. D. Morillas

Imatges SE a 200 augments (SE1) i 50 augments (SE4), de la sèrie PF50900:

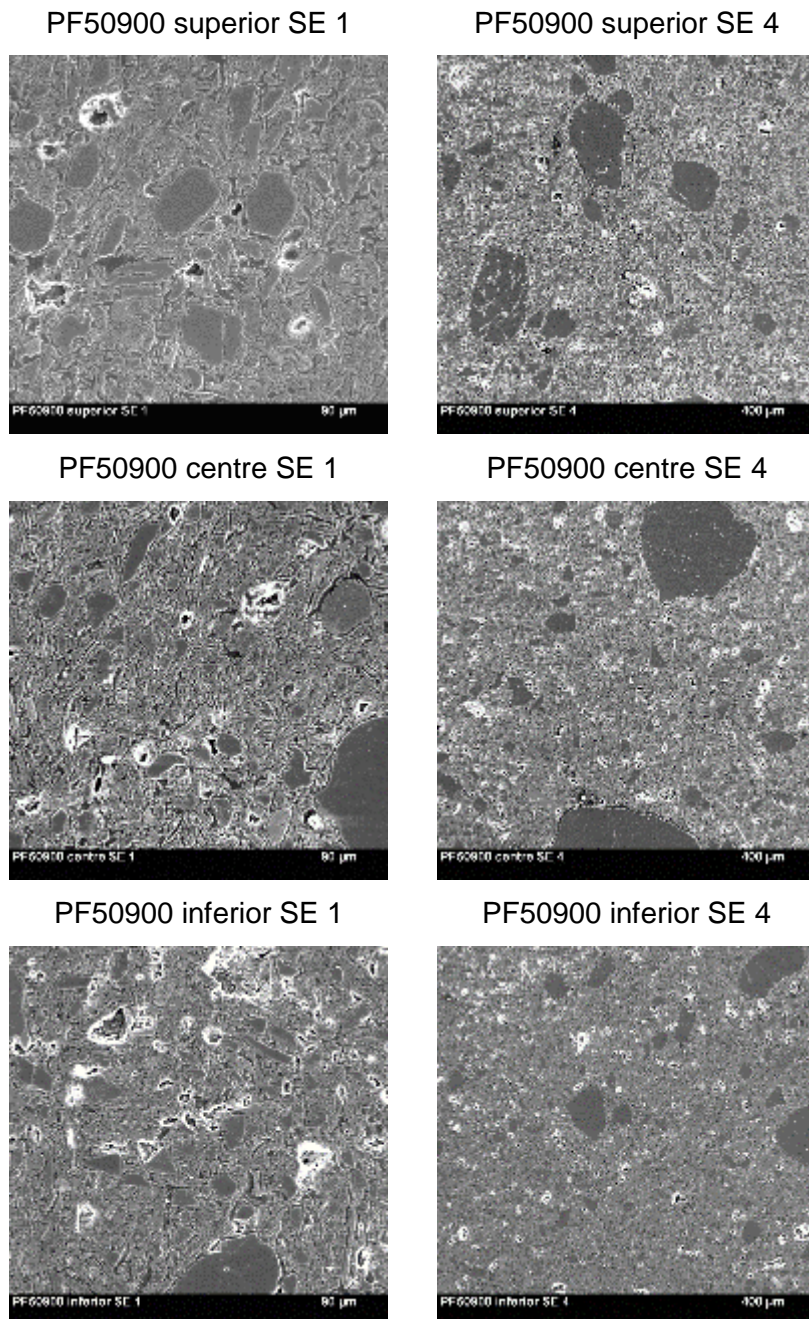


Figura 220. Imatges SE a 200 i 50 augments PF50900

Font. D. Morillas

Imatges BSE a 200 augments de la sèrie PF50950:

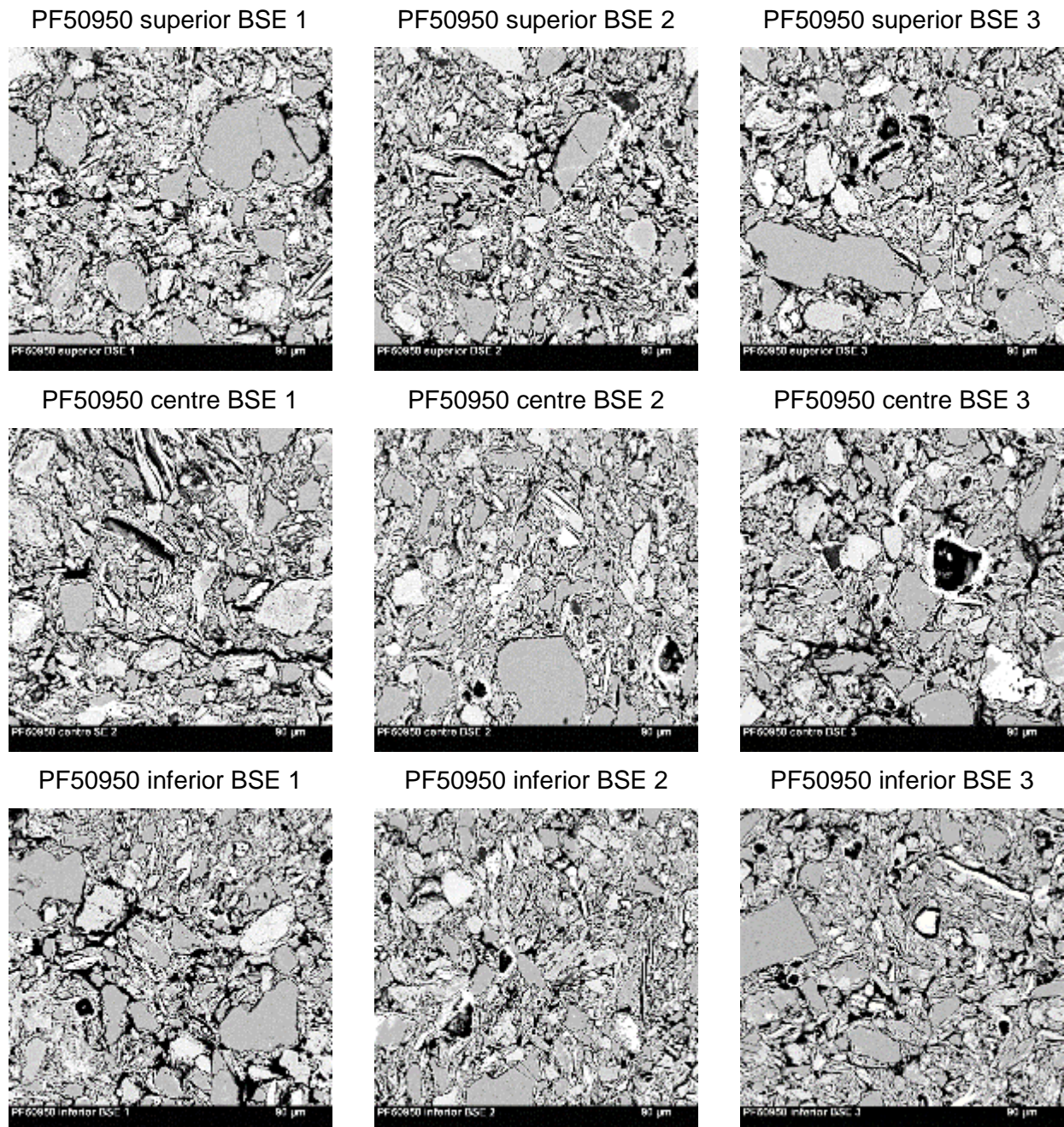


Figura 221. Imatges BSE a 200 augments PF50950

Font. D. Morillas

Imatges SE a 200 augments (SE1) i 50 augments (SE4), de la sèrie PF50950:

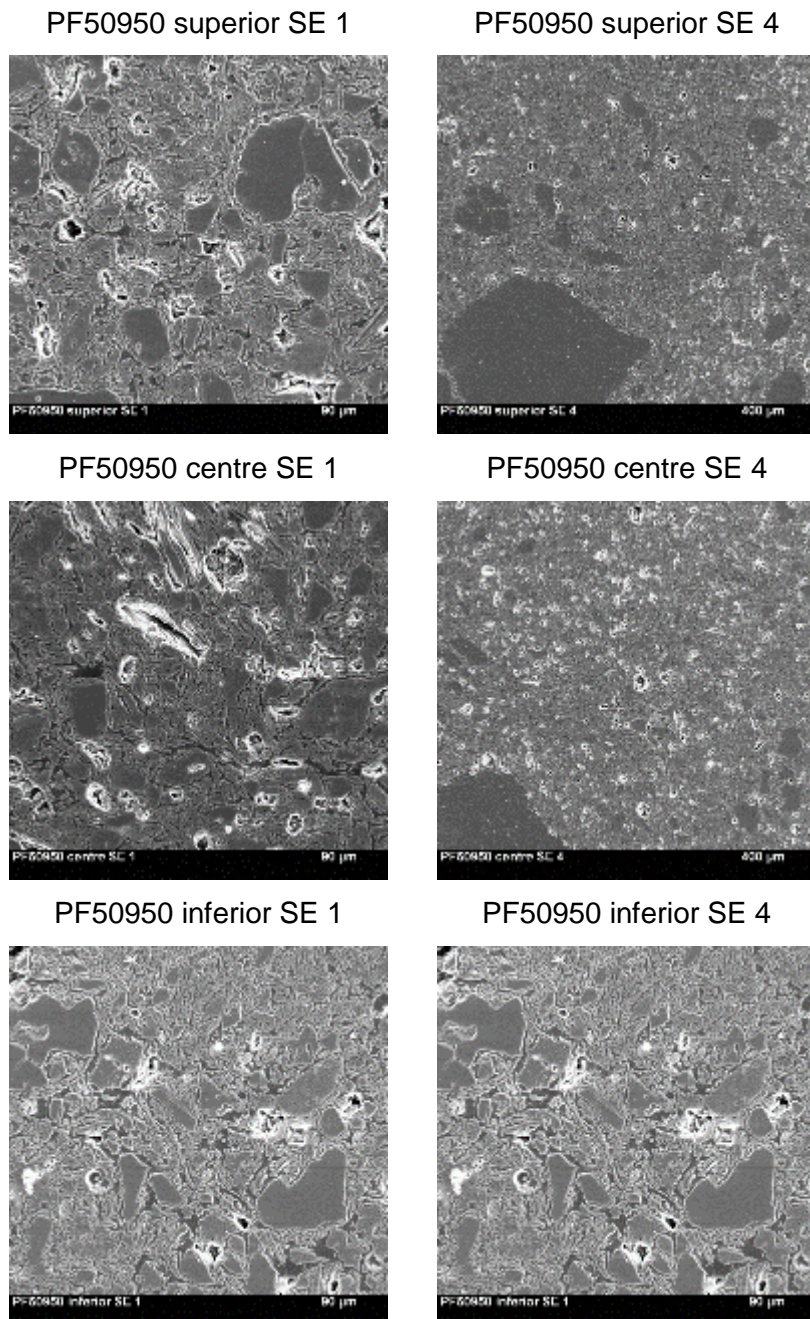


Figura 222. Imatges SE a 200 i 50 augments PF50950

Font. D. Morillas

Imatges BSE a 200 augments de la sèrie PIERA:

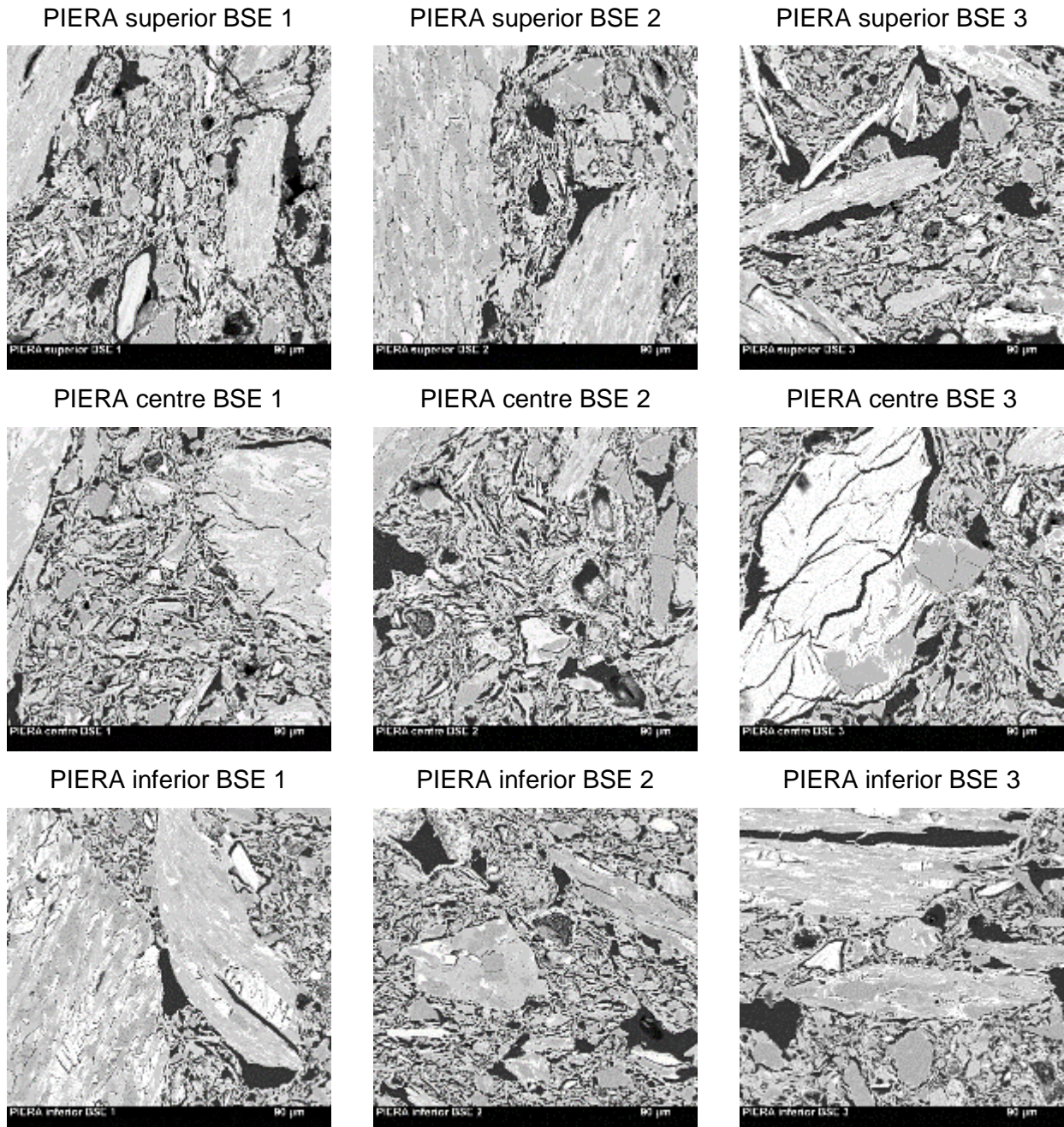


Figura 223. Imatges BSE a 200 augments PIERA

Font. D. Morillas

Imatges SE a 200 augments (SE1) i 50 augments (SE4), de la sèrie PIERA:

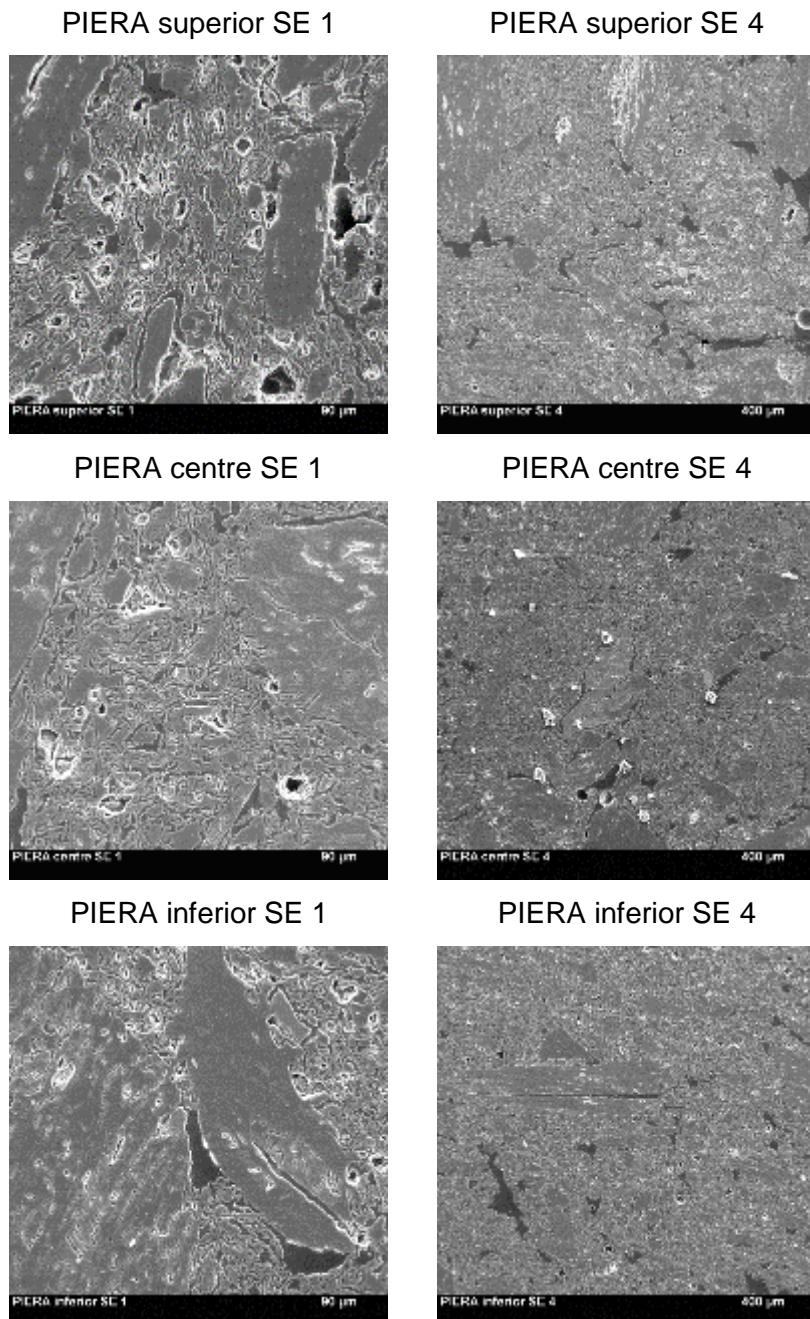
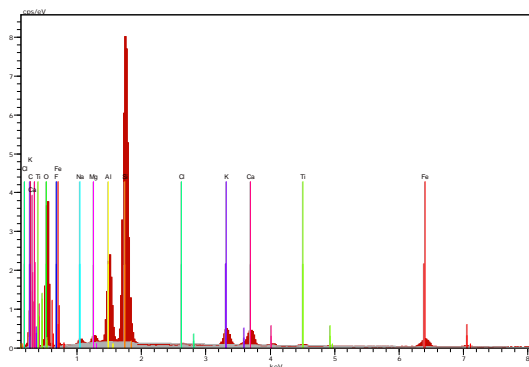


Figura 224. Imatges SE a 200 i 50 augments PIERA

Font. D. Morillas

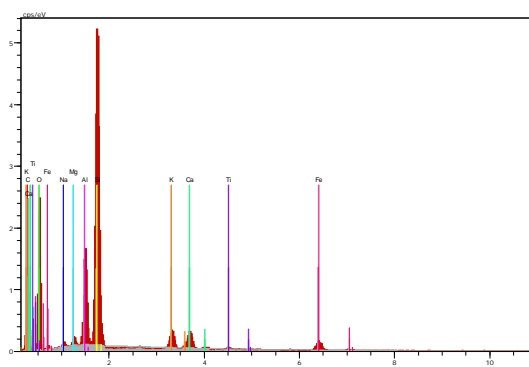
11.7. Composició elemental

Composició elemental de la sèrie PA30850:



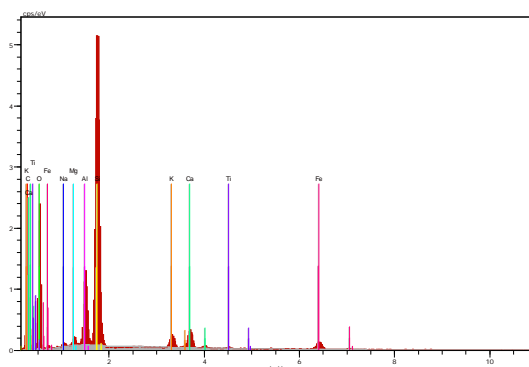
Spectrum: PA30850 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	28.97	28.47	39.70
Oxygen	K-series	42.33	41.61	43.55
Fluorine	K-series	0.57	0.56	0.49
Sodium	K-series	0.52	0.51	0.37
Magnesium	K-series	0.53	0.53	0.36
Aluminium	K-series	5.47	5.38	3.34
Silicon	K-series	16.69	16.41	9.78
Chlorine	K-series	0.00	0.00	0.00
Potassium	K-series	1.66	1.63	0.70
Calcium	K-series	1.94	1.91	0.80
Titanium	K-series	0.25	0.24	0.08
Iron	K-series	2.81	2.76	0.83
Total:		101.73	100.00	100.00



Spectrum: PA30850 centre 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	29.99	30.54	42.17
Oxygen	K-series	39.87	40.60	42.09
Sodium	K-series	0.36	0.37	0.27
Magnesium	K-series	0.52	0.53	0.36
Aluminium	K-series	5.28	5.38	3.31
Silicon	K-series	15.54	15.83	9.35
Potassium	K-series	1.59	1.62	0.69
Calcium	K-series	2.00	2.03	0.84
Titanium	K-series	0.21	0.22	0.07
Iron	K-series	2.83	2.88	0.86
Total:		98.19	100.00	100.00

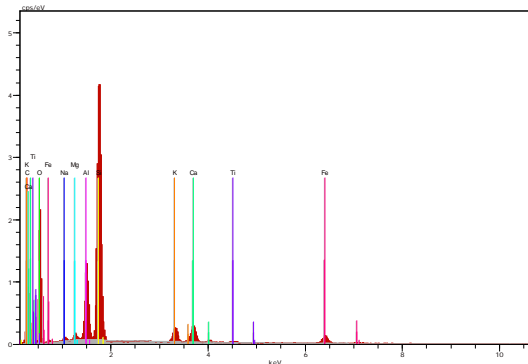


Spectrum: PA30850 inferior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	32.46	30.09	41.59
Oxygen	K-series	44.26	41.03	42.57
Sodium	K-series	0.42	0.39	0.28
Magnesium	K-series	0.66	0.61	0.42
Aluminium	K-series	4.88	4.52	2.78
Silicon	K-series	18.30	16.96	10.02
Potassium	K-series	1.39	1.29	0.55
Calcium	K-series	2.44	2.26	0.94
Titanium	K-series	0.21	0.20	0.07
Iron	K-series	2.86	2.65	0.79
Total:		107.87	100.00	100.00

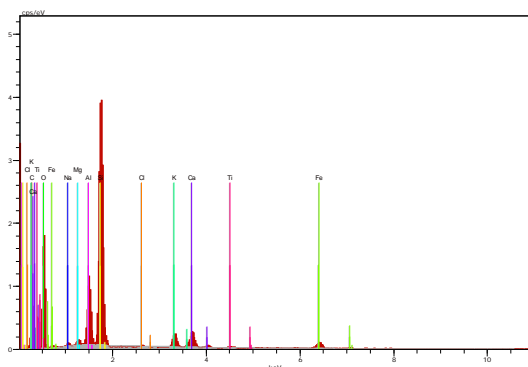
Gràfica-taula 10. Microanàlisi EDX PA30850

Composició elemental de la sèrie PA30900:



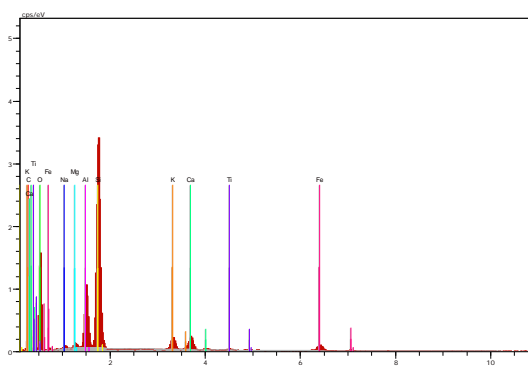
Spectrum: PA30900 superior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	35.26	30.63	42.15
Oxygen	K-series	47.52	41.28	42.64
Sodium	K-series	0.50	0.44	0.31
Magnesium	K-series	0.60	0.52	0.35
Aluminium	K-series	5.83	5.06	3.10
Silicon	K-series	17.42	15.13	8.91
Potassium	K-series	1.81	1.58	0.67
Calcium	K-series	2.60	2.26	0.93
Titanium	K-series	0.33	0.29	0.10
Iron	K-series	3.25	2.83	0.84
Total:		115.12	100.00	100.00



Spectrum: PA30900 centre 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	31.91	29.82	41.37
Oxygen	K-series	43.65	40.80	42.49
Sodium	K-series	0.44	0.41	0.30
Magnesium	K-series	0.55	0.51	0.35
Aluminium	K-series	5.50	5.14	3.18
Silicon	K-series	17.56	16.41	9.74
Chlorine	K-series	0.02	0.02	0.01
Potassium	K-series	1.72	1.61	0.69
Calcium	K-series	2.63	2.46	1.02
Titanium	K-series	0.28	0.26	0.09
Iron	K-series	2.75	2.57	0.77
Total:		107.01	100.00	100.00

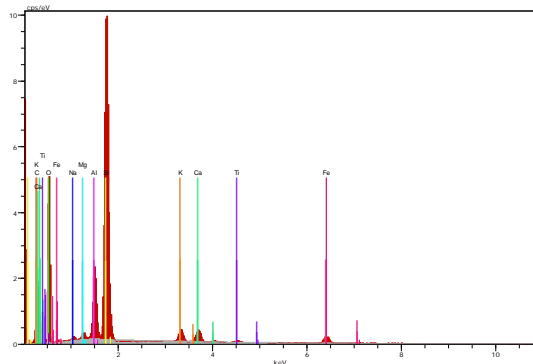


Spectrum: PA30900 inferior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	30.96	29.87	41.57
Oxygen	K-series	41.75	40.28	42.08
Sodium	K-series	0.44	0.42	0.31
Magnesium	K-series	0.52	0.50	0.35
Aluminium	K-series	5.73	5.53	3.42
Silicon	K-series	16.67	16.09	9.57
Potassium	K-series	1.82	1.76	0.75
Calcium	K-series	2.42	2.34	0.97
Titanium	K-series	0.28	0.27	0.10
Iron	K-series	3.04	2.94	0.88
Total:		103.64	100.00	100.00

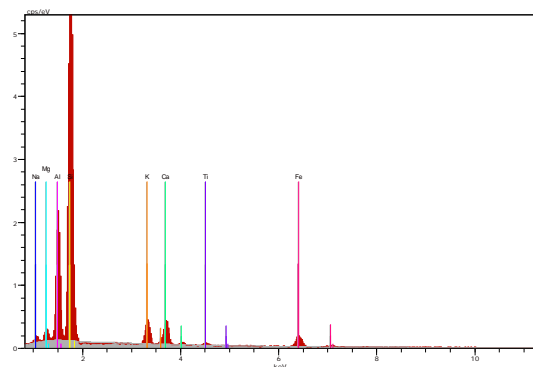
Gràfica-taula 11. Microanàlisi EDX PA30900

Composició elemental de la sèrie PA30950:



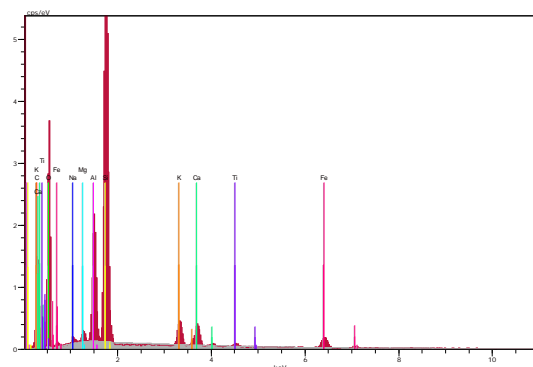
Spectrum: PA30950 superior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	36.04	29.94	41.01
Oxygen	K-series	51.48	42.77	43.98
Sodium	K-series	0.46	0.38	0.27
Magnesium	K-series	0.59	0.49	0.33
Aluminium	K-series	5.20	4.32	2.64
Silicon	K-series	20.38	16.93	9.92
Potassium	K-series	1.44	1.20	0.50
Calcium	K-series	1.76	1.46	0.60
Titanium	K-series	0.33	0.27	0.09
Iron	K-series	2.68	2.23	0.66
Total:		120.36	100.00	100.00



Spectrum: PA30950 centre 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	35.49	31.29	42.73
Oxygen	K-series	46.97	41.40	42.45
Sodium	K-series	0.55	0.48	0.35
Magnesium	K-series	0.69	0.61	0.41
Aluminium	K-series	5.98	5.27	3.20
Silicon	K-series	16.65	14.68	8.57
Potassium	K-series	1.76	1.55	0.65
Calcium	K-series	2.25	1.98	0.81
Titanium	K-series	0.28	0.25	0.08
Iron	K-series	2.84	2.50	0.73
Total:		113.45	100.00	100.00

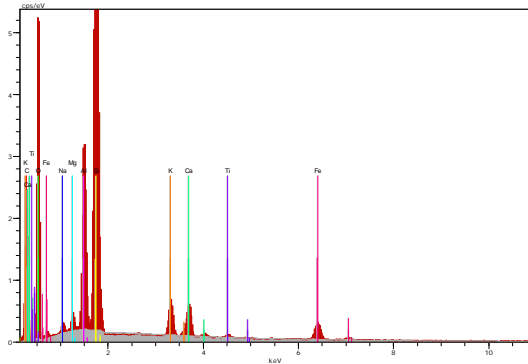


Spectrum: PA30950 inferior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	33.38	30.87	42.28
Oxygen	K-series	44.94	41.56	42.74
Sodium	K-series	0.49	0.46	0.33
Magnesium	K-series	0.61	0.57	0.38
Aluminium	K-series	5.76	5.33	3.25
Silicon	K-series	16.09	14.88	8.72
Potassium	K-series	1.78	1.65	0.69
Calcium	K-series	2.00	1.85	0.76
Titanium	K-series	0.33	0.31	0.11
Iron	K-series	2.74	2.53	0.75
Total:		108.12	100.00	100.00

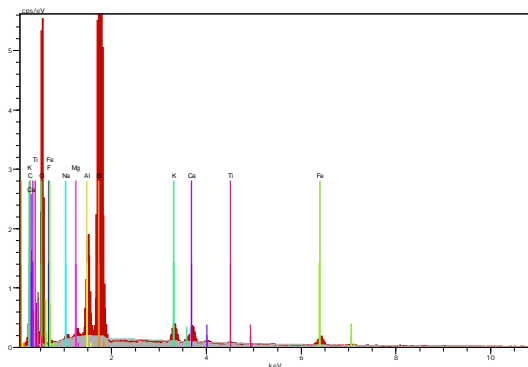
Gràfica-taula 12. Microanàlisi EDX PA30950

Composició elemental de la sèrie PA40850:



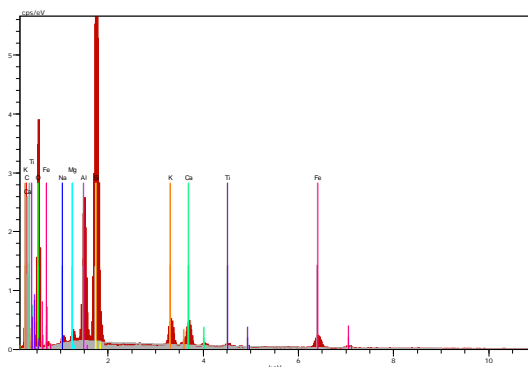
Spectrum: PA40850 superior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	33.03	29.33	40.66
Oxygen	K-series	46.84	41.60	43.29
Sodium	K-series	0.58	0.51	0.37
Magnesium	K-series	0.63	0.56	0.39
Aluminium	K-series	5.88	5.22	3.22
Silicon	K-series	18.60	16.51	9.79
Potassium	K-series	1.74	1.55	0.66
Calcium	K-series	2.01	1.79	0.74
Titanium	K-series	0.27	0.24	0.08
Iron	K-series	3.02	2.68	0.80
Total:		112.60	100.00	100.00



Spectrum: PA40850 centre 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	27.80	26.39	36.81
Oxygen	K-series	46.38	44.03	46.10
Fluorine	K-series	0.48	0.46	0.41
Sodium	K-series	0.29	0.28	0.20
Magnesium	K-series	0.35	0.34	0.23
Aluminium	K-series	3.40	3.23	2.01
Silicon	K-series	22.77	21.61	12.89
Potassium	K-series	1.04	0.99	0.42
Calcium	K-series	1.13	1.08	0.45
Titanium	K-series	0.09	0.09	0.03
Iron	K-series	1.60	1.51	0.45
Total:		105.34	100.00	100.00

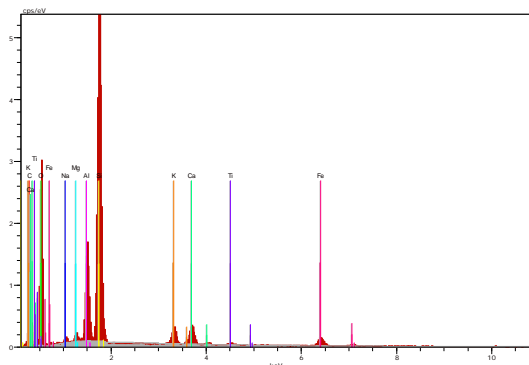


Spectrum: PA40850 inferior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	30.87	28.62	39.91
Oxygen	K-series	45.10	41.80	43.77
Sodium	K-series	0.59	0.55	0.40
Magnesium	K-series	0.62	0.58	0.40
Aluminium	K-series	6.25	5.79	3.60
Silicon	K-series	16.91	15.67	9.35
Potassium	K-series	1.87	1.73	0.74
Calcium	K-series	2.18	2.02	0.84
Titanium	K-series	0.33	0.30	0.11
Iron	K-series	3.16	2.93	0.88
Total:		107.88	100.00	100.00

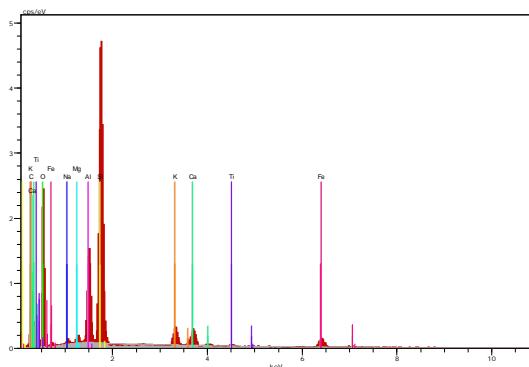
Gràfica-taula 13. Microanàlisi EDX PA40850

Composició elemental de la sèrie PA40900:



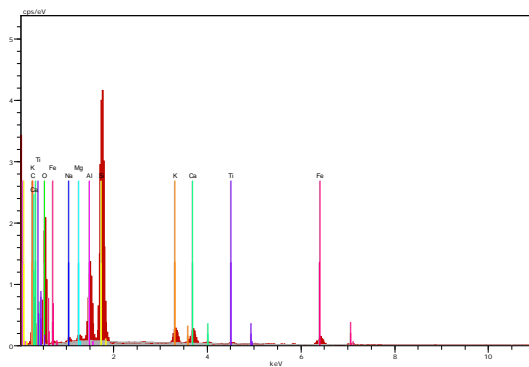
Spectrum: PA40900 superior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	30.13	26.62	37.42
Oxygen	K-series	49.09	43.37	45.77
Sodium	K-series	0.57	0.50	0.37
Magnesium	K-series	0.62	0.55	0.38
Aluminium	K-series	5.97	5.28	3.30
Silicon	K-series	19.41	17.15	10.31
Potassium	K-series	1.78	1.57	0.68
Calcium	K-series	2.41	2.13	0.90
Titanium	K-series	0.27	0.24	0.08
Iron	K-series	2.95	2.61	0.79
Total:		113.20	100.00	100.00



Spectrum: PA40900 centre 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	31.14	28.29	39.49
Oxygen	K-series	46.41	42.16	44.18
Sodium	K-series	0.61	0.56	0.40
Magnesium	K-series	0.63	0.57	0.40
Aluminium	K-series	6.29	5.72	3.55
Silicon	K-series	17.39	15.79	9.43
Potassium	K-series	1.96	1.78	0.77
Calcium	K-series	2.18	1.98	0.83
Titanium	K-series	0.32	0.29	0.10
Iron	K-series	3.14	2.85	0.86
Total:		110.09	100.00	100.00

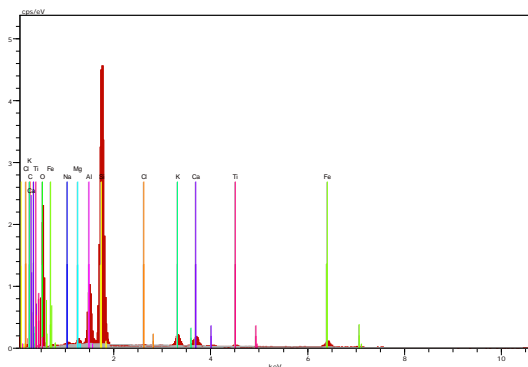


Spectrum: PA40900 inferior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	32.30	29.46	40.84
Oxygen	K-series	45.61	41.60	43.30
Sodium	K-series	0.58	0.53	0.38
Magnesium	K-series	0.58	0.53	0.37
Aluminium	K-series	6.10	5.56	3.43
Silicon	K-series	16.96	15.47	9.17
Potassium	K-series	1.88	1.71	0.73
Calcium	K-series	2.22	2.02	0.84
Titanium	K-series	0.29	0.26	0.09
Iron	K-series	3.12	2.85	0.85
Total:		109.63	100.00	100.00

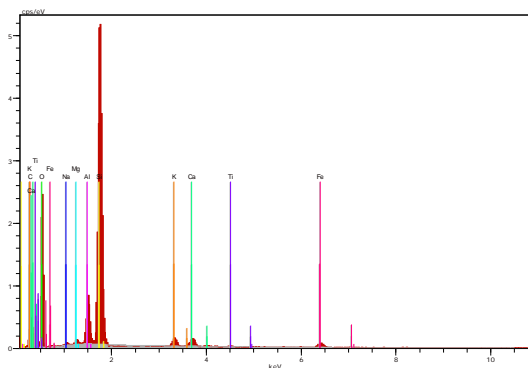
Gràfica-taula 14. Microanàlisi EDX PA40900

Composició elemental de la sèrie PA40950:



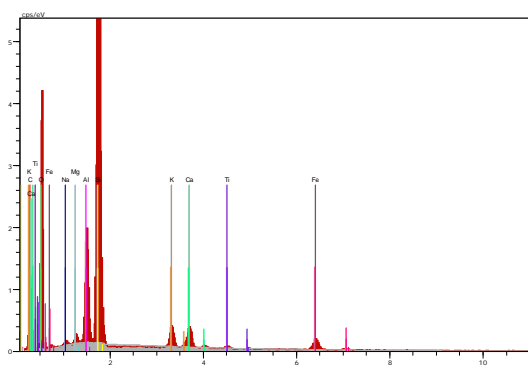
Spectrum: PA40950 superior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	28.68	25.40	35.76
Oxygen	K-series	50.68	44.87	47.43
Sodium	K-series	0.47	0.42	0.31
Magnesium	K-series	0.53	0.47	0.33
Aluminium	K-series	5.16	4.57	2.87
Silicon	K-series	21.06	18.64	11.23
Chlorine	K-series	0.02	0.01	0.01
Potassium	K-series	1.56	1.38	0.60
Calcium	K-series	1.69	1.50	0.63
Titanium	K-series	0.38	0.34	0.12
Iron	K-series	2.71	2.40	0.73
Total:		112.93	100.00	100.00



Spectrum: PA40950 centre 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	23.47	22.04	31.54
Oxygen	K-series	49.77	46.74	50.21
Sodium	K-series	0.37	0.35	0.26
Magnesium	K-series	0.48	0.45	0.32
Aluminium	K-series	4.05	3.80	2.42
Silicon	K-series	23.59	22.15	13.56
Potassium	K-series	1.13	1.06	0.47
Calcium	K-series	1.44	1.35	0.58
Titanium	K-series	0.13	0.13	0.05
Iron	K-series	2.06	1.93	0.59
Total:		106.49	100.00	100.00

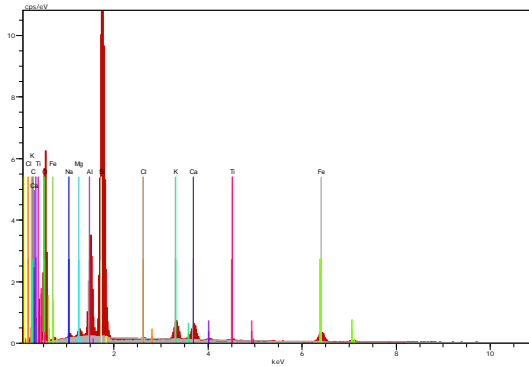


Spectrum: PA40950 inferior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	24.60	24.50	34.77
Oxygen	K-series	45.22	45.05	47.99
Sodium	K-series	0.40	0.40	0.29
Magnesium	K-series	0.49	0.49	0.34
Aluminium	K-series	4.88	4.86	3.07
Silicon	K-series	18.57	18.50	11.23
Potassium	K-series	1.48	1.47	0.64
Calcium	K-series	1.81	1.81	0.77
Titanium	K-series	0.22	0.22	0.08
Iron	K-series	2.71	2.70	0.83
Total:		100.38	100.00	100.00

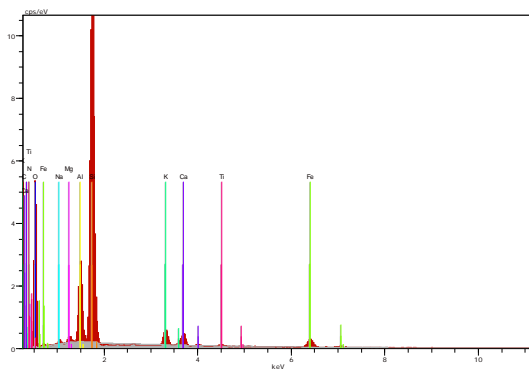
Gràfica-taula 15. Microanàlisi EDX PA40950

Composició elemental de la sèrie PA50850:



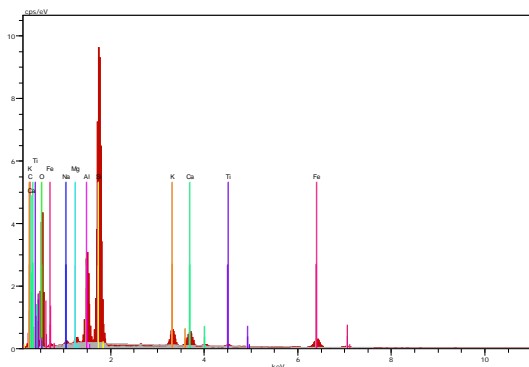
Spectrum: PA50850 superior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	28.09	26.42	37.33
Oxygen	K-series	45.35	42.67	45.25
Sodium	K-series	0.39	0.37	0.27
Magnesium	K-series	0.48	0.45	0.31
Aluminium	K-series	5.46	5.14	3.23
Silicon	K-series	19.86	18.68	11.29
Chlorine	K-series	0.00	0.00	0.00
Potassium	K-series	1.68	1.58	0.69
Calcium	K-series	1.75	1.65	0.70
Titanium	K-series	0.25	0.24	0.08
Iron	K-series	2.98	2.80	0.85
Total:		106.29	100.00	100.00



Spectrum: PA50850 centre 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	25.45	26.29	37.16
Nitrogen	K-series	0.21	0.21	0.26
Oxygen	K-series	40.95	42.30	44.88
Sodium	K-series	0.36	0.37	0.28
Magnesium	K-series	0.42	0.43	0.30
Aluminium	K-series	4.77	4.93	3.10
Silicon	K-series	19.02	19.65	11.88
Potassium	K-series	1.47	1.51	0.66
Calcium	K-series	1.38	1.43	0.60
Titanium	K-series	0.22	0.23	0.08
Iron	K-series	2.56	2.64	0.80
Total:		96.80	100.00	100.00

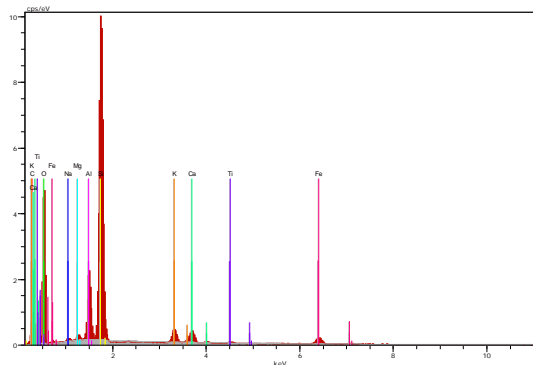


Spectrum: PA50850 inferior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	30.47	30.08	41.77
Oxygen	K-series	40.75	40.22	41.93
Sodium	K-series	0.35	0.35	0.25
Magnesium	K-series	0.47	0.47	0.32
Aluminium	K-series	5.82	5.74	3.55
Silicon	K-series	16.54	16.32	9.69
Potassium	K-series	1.67	1.65	0.70
Calcium	K-series	1.86	1.83	0.76
Titanium	K-series	0.31	0.30	0.10
Iron	K-series	3.08	3.04	0.91
Total:		101.32	100.00	100.00

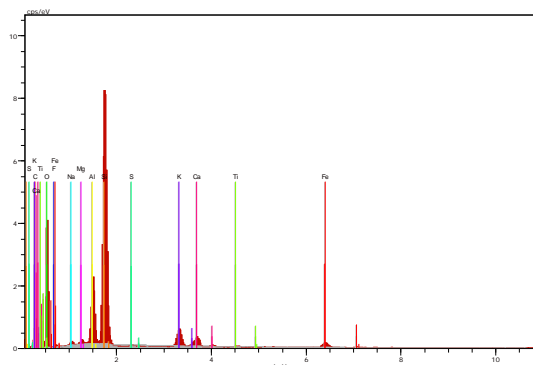
Gràfica-taula 16. Microanàlisi EDX PA50850

Composició elemental de la sèrie PA50900:



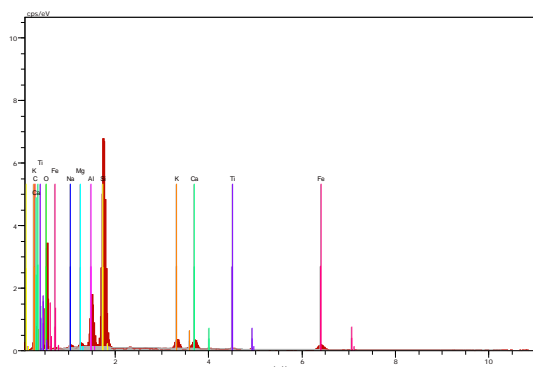
Spectrum: PA50900 superior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	21.94	22.15	31.95
Oxygen	K-series	45.15	45.58	49.35
Sodium	K-series	0.37	0.38	0.28
Magnesium	K-series	0.48	0.48	0.34
Aluminium	K-series	4.98	5.03	3.23
Silicon	K-series	20.17	20.36	12.56
Potassium	K-series	1.52	1.54	0.68
Calcium	K-series	1.69	1.71	0.74
Titanium	K-series	0.19	0.19	0.07
Iron	K-series	2.56	2.58	0.80
Total:		99.05	100.00	100.00



Spectrum: PA50900 centre 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	23.15	23.22	33.24
Oxygen	K-series	44.81	44.96	48.31
Fluorine	K-series	0.46	0.46	0.42
Sodium	K-series	0.50	0.50	0.37
Magnesium	K-series	0.44	0.45	0.32
Aluminium	K-series	5.47	5.49	3.50
Silicon	K-series	18.51	18.57	11.37
Sulfur	K-series	0.00	0.00	0.00
Potassium	K-series	2.41	2.42	1.06
Calcium	K-series	1.57	1.58	0.68
Titanium	K-series	0.12	0.12	0.04
Iron	K-series	2.22	2.23	0.69
Total:		99.67	100.00	100.00

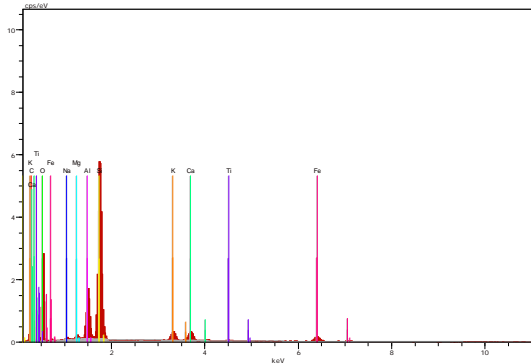


Spectrum: PA50900 inferior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	22.31	23.97	34.16
Oxygen	K-series	42.00	45.13	48.27
Sodium	K-series	0.46	0.49	0.37
Magnesium	K-series	0.46	0.49	0.35
Aluminium	K-series	4.84	5.21	3.30
Silicon	K-series	17.12	18.40	11.21
Potassium	K-series	1.36	1.46	0.64
Calcium	K-series	1.67	1.80	0.77
Titanium	K-series	0.20	0.21	0.08
Iron	K-series	2.64	2.84	0.87
Total:		93.05	100.00	100.00

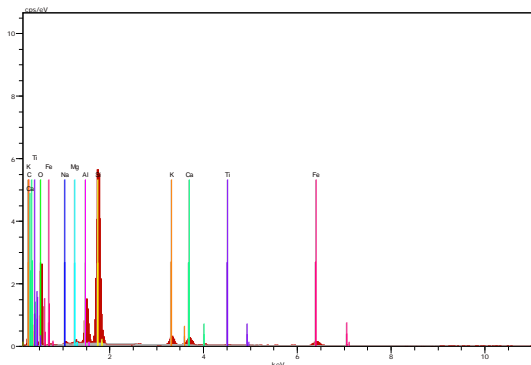
Gràfica-taula 17. Microanàlisi EDX PA50900

Composició elemental de la sèrie PA50950:



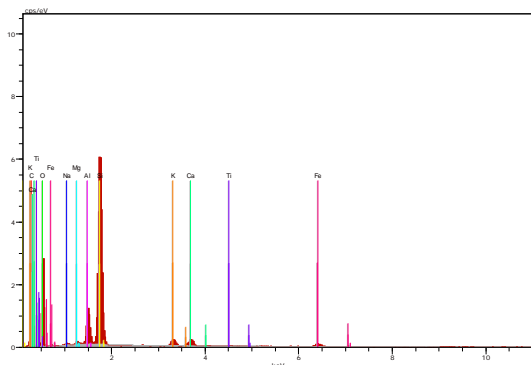
Spectrum: PA50950 superior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	29.61	28.02	39.17
Oxygen	K-series	44.69	42.29	44.38
Sodium	K-series	0.45	0.43	0.31
Magnesium	K-series	0.55	0.52	0.36
Aluminium	K-series	5.62	5.31	3.31
Silicon	K-series	17.67	16.72	10.00
Potassium	K-series	1.69	1.60	0.69
Calcium	K-series	2.14	2.02	0.85
Titanium	K-series	0.25	0.23	0.08
Iron	K-series	3.02	2.85	0.86
Total:		105.67	100.00	100.00



Spectrum: PA50950 centre 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	30.11	27.19	38.20
Oxygen	K-series	47.09	42.52	44.85
Sodium	K-series	0.47	0.42	0.31
Magnesium	K-series	0.55	0.50	0.35
Aluminium	K-series	5.59	5.05	3.16
Silicon	K-series	19.82	17.90	10.75
Potassium	K-series	1.79	1.61	0.70
Calcium	K-series	2.04	1.85	0.78
Titanium	K-series	0.27	0.24	0.09
Iron	K-series	3.01	2.72	0.82
Total:		110.74	100.00	100.00

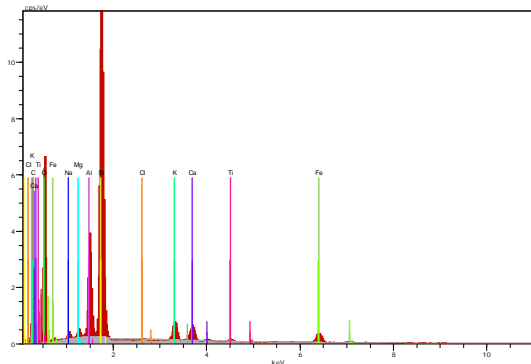


Spectrum: PA50950 inferior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	25.21	24.15	34.40
Oxygen	K-series	46.28	44.33	47.41
Sodium	K-series	0.47	0.45	0.33
Magnesium	K-series	0.51	0.48	0.34
Aluminium	K-series	4.74	4.54	2.88
Silicon	K-series	21.60	20.69	12.60
Potassium	K-series	1.40	1.34	0.59
Calcium	K-series	1.74	1.67	0.71
Titanium	K-series	0.22	0.21	0.08
Iron	K-series	2.23	2.14	0.65
Total:		104.40	100.00	100.00

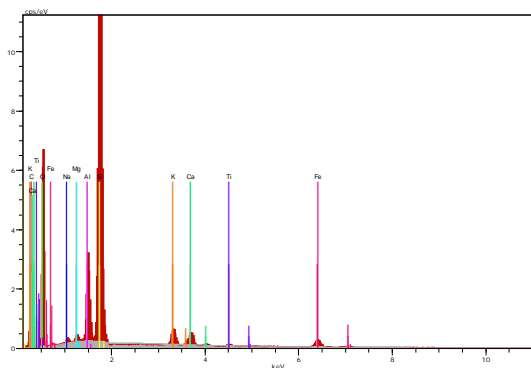
Gràfica-taula 18. Microanàlisi EDX PA50950

Composició elemental de la sèrie PF30850:



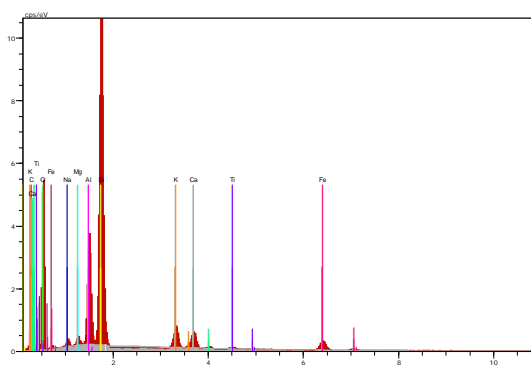
Spectrum: PF30850 superior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	33.90	30.64	42.07
Oxygen	K-series	45.66	41.27	42.54
Sodium	K-series	0.62	0.56	0.40
Magnesium	K-series	0.55	0.49	0.34
Aluminium	K-series	5.54	5.01	3.06
Silicon	K-series	17.88	16.16	9.49
Chlorine	K-series	0.00	0.00	0.00
Potassium	K-series	1.65	1.49	0.63
Calcium	K-series	1.65	1.49	0.61
Titanium	K-series	0.29	0.27	0.09
Iron	K-series	2.89	2.61	0.77
Total:		110.64	100.00	100.00



Spectrum: PF30850 centre 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	30.19	28.66	39.72
Oxygen	K-series	44.45	42.20	43.90
Sodium	K-series	0.48	0.46	0.33
Magnesium	K-series	0.45	0.43	0.30
Aluminium	K-series	4.44	4.21	2.60
Silicon	K-series	20.26	19.23	11.40
Potassium	K-series	1.35	1.28	0.54
Calcium	K-series	1.38	1.31	0.54
Titanium	K-series	0.19	0.18	0.06
Iron	K-series	2.15	2.04	0.61
Total:		105.34	100.00	100.00

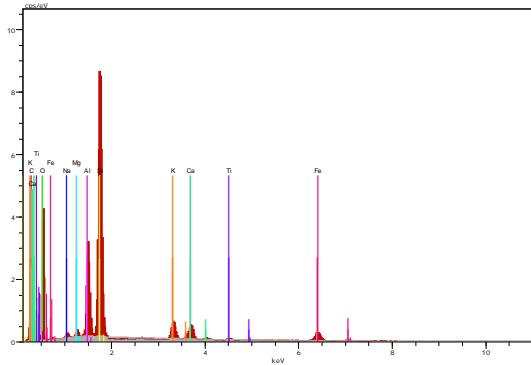


Spectrum: PF30850 inferior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	30.62	29.54	40.99
Oxygen	K-series	42.62	41.12	42.83
Sodium	K-series	0.64	0.61	0.44
Magnesium	K-series	0.55	0.53	0.36
Aluminium	K-series	5.93	5.72	3.53
Silicon	K-series	16.46	15.88	9.42
Potassium	K-series	1.92	1.85	0.79
Calcium	K-series	1.81	1.75	0.73
Titanium	K-series	0.26	0.25	0.09
Iron	K-series	2.84	2.74	0.82
Total:		103.65	100.00	100.00

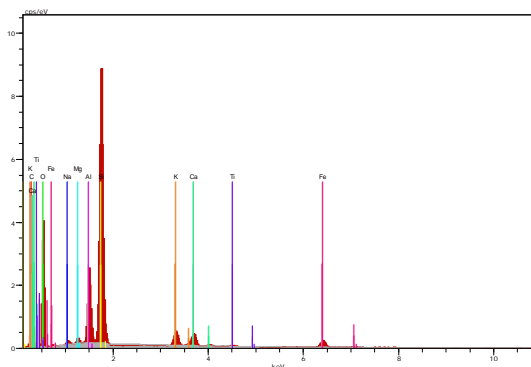
Gràfica-taula 19. Microanàlisi EDX PF30850

Composició elemental de la sèrie PF30900:



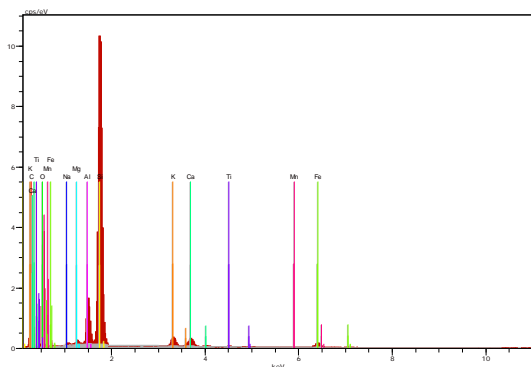
Spectrum: PF30900 superior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	30.39	30.56	42.31
Oxygen	K-series	39.92	40.15	41.73
Sodium	K-series	0.54	0.54	0.39
Magnesium	K-series	0.49	0.49	0.34
Aluminium	K-series	5.98	6.01	3.71
Silicon	K-series	14.96	15.05	8.91
Potassium	K-series	1.85	1.86	0.79
Calcium	K-series	1.88	1.89	0.78
Titanium	K-series	0.24	0.25	0.09
Iron	K-series	3.18	3.20	0.95
Total:		99.44	100.00	100.00



Spectrum: PF30900 centre 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	29.32	29.93	41.51
Oxygen	K-series	39.60	40.43	42.09
Sodium	K-series	0.45	0.46	0.33
Magnesium	K-series	0.43	0.44	0.30
Aluminium	K-series	5.05	5.16	3.19
Silicon	K-series	16.93	17.28	10.25
Potassium	K-series	1.67	1.70	0.73
Calcium	K-series	1.79	1.82	0.76
Titanium	K-series	0.18	0.18	0.06
Iron	K-series	2.54	2.60	0.77
Total:		97.95	100.00	100.00

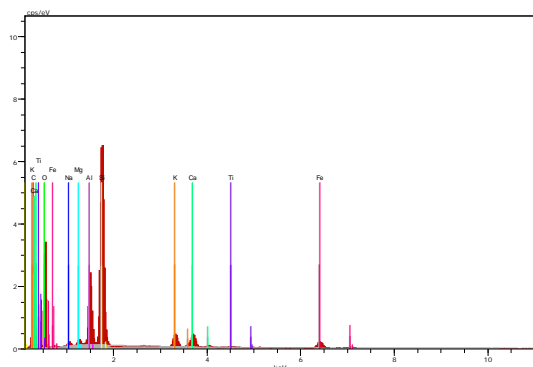


Spectrum: PF30900 inferior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	30.97	28.37	39.60
Oxygen	K-series	45.04	41.26	43.24
Sodium	K-series	0.33	0.30	0.22
Magnesium	K-series	0.41	0.38	0.26
Aluminium	K-series	4.02	3.68	2.29
Silicon	K-series	23.04	21.10	12.60
Potassium	K-series	1.29	1.18	0.51
Calcium	K-series	1.52	1.39	0.58
Titanium	K-series	0.17	0.15	0.05
Manganese	K-series	0.13	0.12	0.04
Iron	K-series	2.26	2.07	0.62
Total:		109.17	100.00	100.00

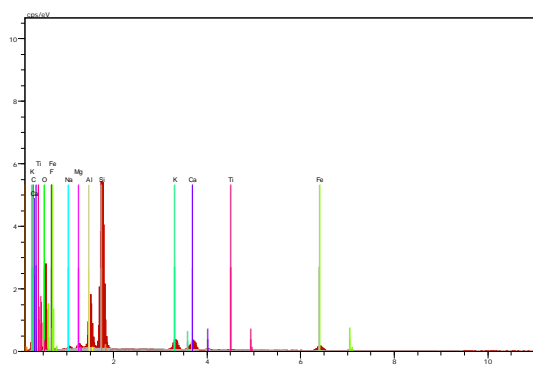
Gràfica-taula 20. Microanàlisi EDX PF30900

Composició elemental de la sèrie PF30950:



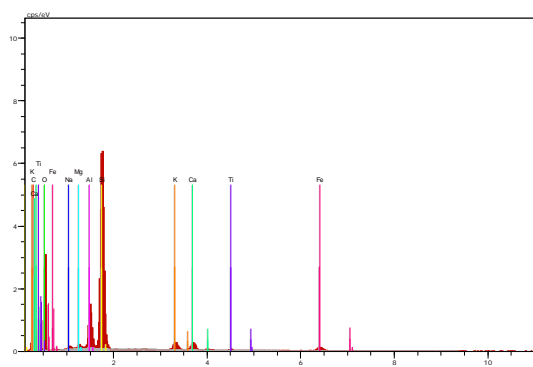
Spectrum: PF30950 superior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	35.75	32.04	43.79
Oxygen	K-series	44.84	40.18	41.23
Sodium	K-series	0.62	0.55	0.40
Magnesium	K-series	0.63	0.56	0.38
Aluminium	K-series	6.37	5.71	3.48
Silicon	K-series	15.81	14.17	8.28
Potassium	K-series	1.85	1.66	0.69
Calcium	K-series	2.31	2.07	0.85
Titanium	K-series	0.27	0.24	0.08
Iron	K-series	3.14	2.81	0.83
Total:		111.58	100.00	100.00



Spectrum: PF30950 centre 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	34.96	31.84	43.50
Oxygen	K-series	44.36	40.40	41.44
Fluorine	K-series	0.13	0.12	0.10
Sodium	K-series	0.49	0.44	0.32
Magnesium	K-series	0.61	0.56	0.38
Aluminium	K-series	5.84	5.32	3.23
Silicon	K-series	16.35	14.89	8.70
Potassium	K-series	1.82	1.66	0.70
Calcium	K-series	2.16	1.96	0.80
Titanium	K-series	0.21	0.19	0.07
Iron	K-series	2.88	2.63	0.77
Total:		109.80	100.00	100.00

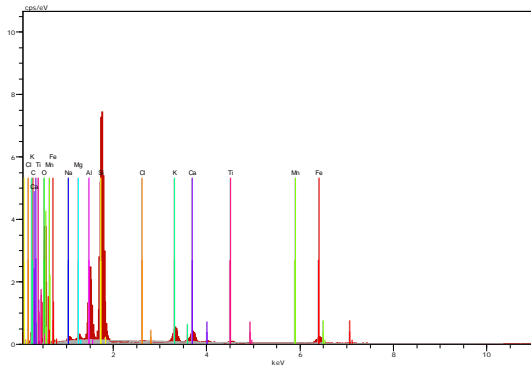


Spectrum: PF30950 inferior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	30.81	28.04	38.94
Oxygen	K-series	47.20	42.96	44.79
Sodium	K-series	0.59	0.54	0.39
Magnesium	K-series	0.60	0.55	0.37
Aluminium	K-series	5.02	4.57	2.83
Silicon	K-series	19.86	18.07	10.73
Potassium	K-series	1.45	1.32	0.56
Calcium	K-series	1.71	1.55	0.65
Titanium	K-series	0.21	0.19	0.07
Iron	K-series	2.43	2.21	0.66
Total:		109.88	100.00	100.00

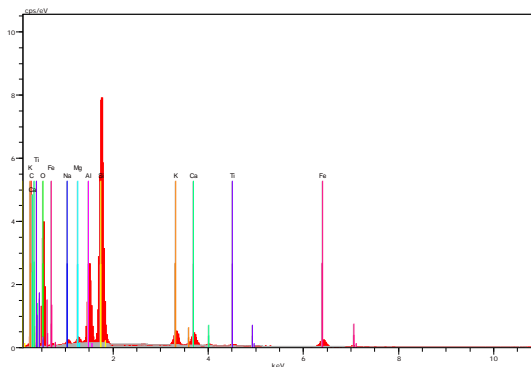
Gràfica-taula 21. Microanàlisi EDX PF30950

Composició elemental de la sèrie PF40850:



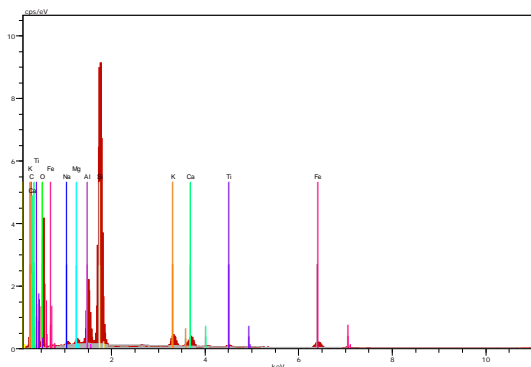
Spectrum: PF40850 superior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	33.79	29.78	41.23
Oxygen	K-series	46.82	41.27	42.89
Sodium	K-series	0.68	0.60	0.43
Magnesium	K-series	0.64	0.56	0.38
Aluminium	K-series	6.37	5.62	3.46
Silicon	K-series	17.52	15.44	9.14
Chlorine	K-series	0.05	0.04	0.02
Potassium	K-series	2.03	1.79	0.76
Calcium	K-series	1.97	1.73	0.72
Titanium	K-series	0.31	0.28	0.10
Manganese	K-series	0.04	0.04	0.01
Iron	K-series	3.25	2.86	0.85
Total:		113.47	100.00	100.00



Spectrum: PF40850 centre 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	30.30	28.44	39.76
Oxygen	K-series	44.31	41.58	43.64
Sodium	K-series	0.58	0.54	0.40
Magnesium	K-series	0.59	0.56	0.38
Aluminium	K-series	6.15	5.77	3.59
Silicon	K-series	17.28	16.22	9.69
Potassium	K-series	1.92	1.80	0.77
Calcium	K-series	1.97	1.85	0.78
Titanium	K-series	0.32	0.30	0.11
Iron	K-series	3.12	2.93	0.88
Total:		106.54	100.00	100.00

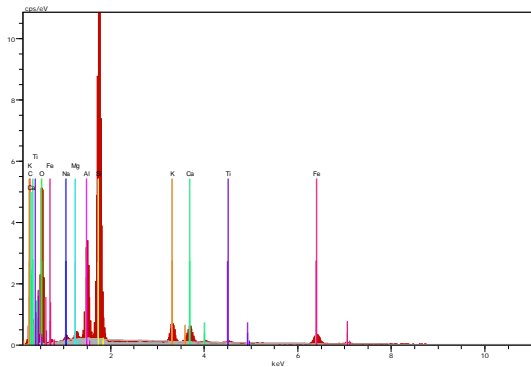


Spectrum: PF40850 inferior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	31.66	29.96	41.31
Oxygen	K-series	43.73	41.38	42.83
Sodium	K-series	0.48	0.45	0.33
Magnesium	K-series	0.49	0.46	0.31
Aluminium	K-series	4.85	4.59	2.82
Silicon	K-series	18.70	17.69	10.43
Potassium	K-series	1.43	1.36	0.57
Calcium	K-series	1.55	1.47	0.61
Titanium	K-series	0.28	0.26	0.09
Iron	K-series	2.50	2.37	0.70
Total:		105.67	100.00	100.00

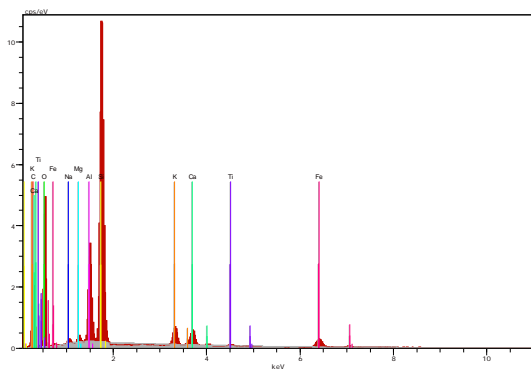
Gràfica-taula 22. Microanàlisi EDX PF40850

Composició elemental de la sèrie PF40900:



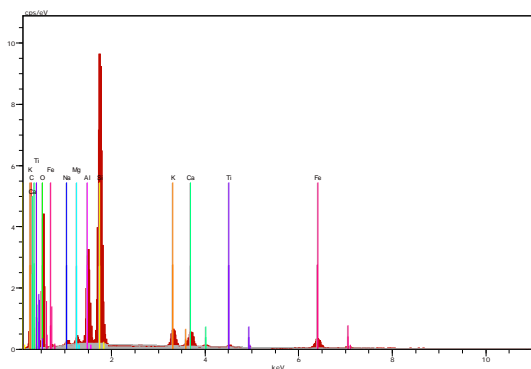
Spectrum: PF40900 superior 1

Element	Series	unn. [wt.%]	C norm. [wt.%]	Atom. [at.%]
Carbon	K-series	33.39	31.06	42.72
Oxygen	K-series	43.46	40.43	41.75
Sodium	K-series	0.49	0.45	0.33
Magnesium	K-series	0.55	0.51	0.35
Aluminium	K-series	5.65	5.26	3.22
Silicon	K-series	17.05	15.86	9.33
Potassium	K-series	1.70	1.58	0.67
Calcium	K-series	1.84	1.72	0.71
Titanium	K-series	0.26	0.24	0.08
Iron	K-series	3.11	2.89	0.86
Total:		107.50	100.00	100.00



Spectrum: PF40900 centre 1

Element	Series	unn. [wt.%]	C norm. [wt.%]	Atom. [at.%]
Carbon	K-series	30.85	31.73	43.49
Oxygen	K-series	38.79	39.91	41.06
Sodium	K-series	0.42	0.44	0.31
Magnesium	K-series	0.45	0.47	0.32
Aluminium	K-series	5.25	5.40	3.29
Silicon	K-series	15.39	15.84	9.28
Potassium	K-series	1.61	1.66	0.70
Calcium	K-series	1.72	1.76	0.72
Titanium	K-series	0.17	0.18	0.06
Iron	K-series	2.55	2.62	0.77
Total:		97.20	100.00	100.00

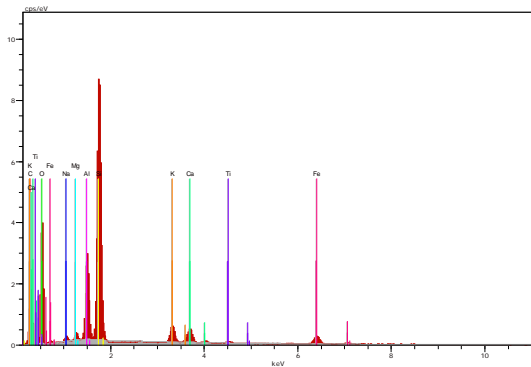


Spectrum: PF40900 inferior 1

Element	Series	unn. [wt.%]	C norm. [wt.%]	Atom. [at.%]
Carbon	K-series	34.61	32.39	44.34
Oxygen	K-series	42.04	39.35	40.43
Sodium	K-series	0.55	0.51	0.37
Magnesium	K-series	0.57	0.53	0.36
Aluminium	K-series	5.95	5.57	3.39
Silicon	K-series	15.80	14.78	8.65
Potassium	K-series	1.75	1.64	0.69
Calcium	K-series	1.95	1.83	0.75
Titanium	K-series	0.30	0.28	0.09
Iron	K-series	3.34	3.13	0.92
Total:		106.86	100.00	100.00

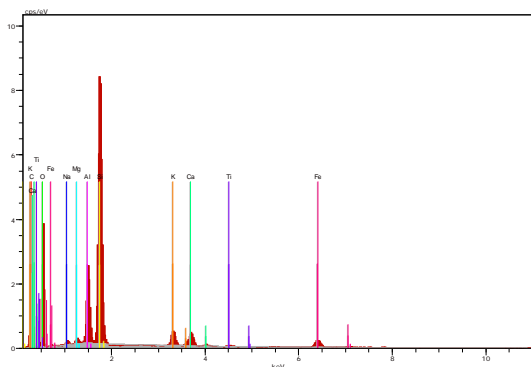
Gràfica-taula 23. Microanàlisi EDX PF40900

Composició elemental de la sèrie PF40950:



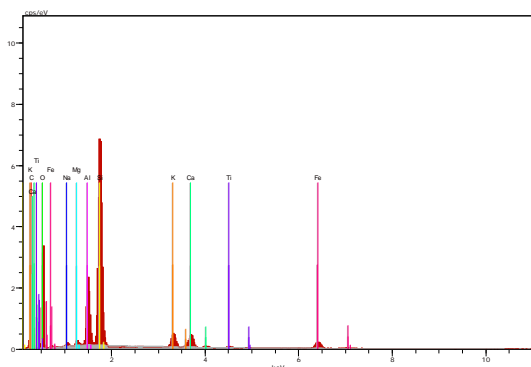
Spectrum: PF40950 superior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	31.29	31.00	42.85
Oxygen	K-series	40.03	39.66	41.15
Sodium	K-series	0.53	0.53	0.38
Magnesium	K-series	0.54	0.53	0.36
Aluminium	K-series	5.73	5.68	3.49
Silicon	K-series	15.68	15.53	9.18
Potassium	K-series	1.83	1.81	0.77
Calcium	K-series	1.94	1.92	0.80
Titanium	K-series	0.31	0.31	0.11
Iron	K-series	3.05	3.02	0.90
Total:		100.94	100.00	100.00



Spectrum: PF40950 centre 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	30.12	28.80	40.21
Oxygen	K-series	43.10	41.22	43.20
Sodium	K-series	0.50	0.48	0.35
Magnesium	K-series	0.51	0.48	0.33
Aluminium	K-series	5.82	5.56	3.46
Silicon	K-series	17.38	16.61	9.92
Potassium	K-series	1.82	1.74	0.75
Calcium	K-series	2.02	1.93	0.81
Titanium	K-series	0.25	0.24	0.08
Iron	K-series	3.06	2.93	0.88
Total:		104.58	100.00	100.00

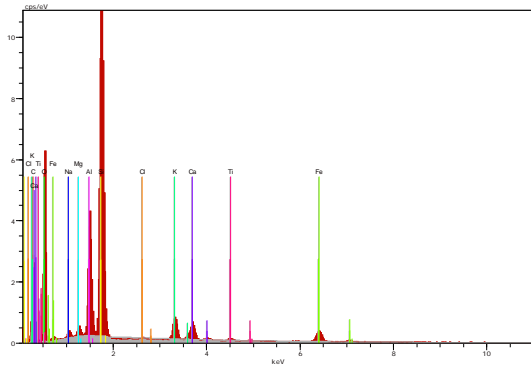


Spectrum: PF40950 inferior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	28.23	27.83	39.15
Oxygen	K-series	42.22	41.61	43.95
Sodium	K-series	0.52	0.51	0.37
Magnesium	K-series	0.55	0.54	0.38
Aluminium	K-series	6.01	5.93	3.71
Silicon	K-series	16.17	15.94	9.59
Potassium	K-series	1.96	1.93	0.83
Calcium	K-series	2.25	2.22	0.93
Titanium	K-series	0.29	0.28	0.10
Iron	K-series	3.27	3.22	0.97
Total:		101.47	100.00	100.00

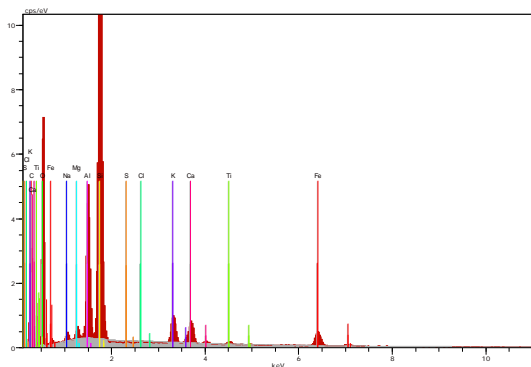
Gràfica-taula 24. Microanàlisi EDX PF40950

Composició elemental de la sèrie PF50850:



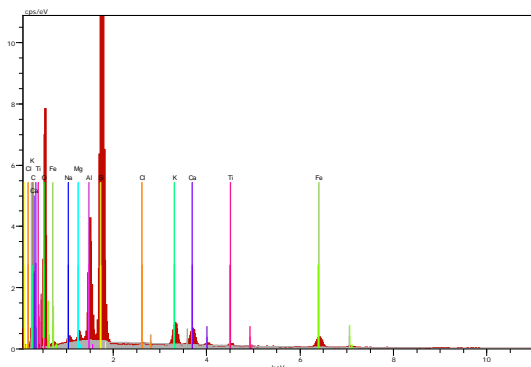
Spectrum: PF50850 superior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	35.35	31.86	43.60
Oxygen	K-series	44.37	39.98	41.08
Sodium	K-series	0.60	0.54	0.39
Magnesium	K-series	0.61	0.55	0.37
Aluminium	K-series	6.10	5.50	3.35
Silicon	K-series	16.99	15.31	8.96
Chlorine	K-series	0.00	0.00	0.00
Potassium	K-series	1.82	1.64	0.69
Calcium	K-series	1.75	1.57	0.65
Titanium	K-series	0.28	0.25	0.09
Iron	K-series	3.10	2.80	0.82
Total:		110.97	100.00	100.00



Spectrum: PF50850 centre 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	32.43	30.75	42.42
Oxygen	K-series	42.49	40.29	41.73
Sodium	K-series	0.55	0.52	0.38
Magnesium	K-series	0.58	0.55	0.37
Aluminium	K-series	6.01	5.70	3.50
Silicon	K-series	16.49	15.63	9.22
Sulfur	K-series	0.00	0.00	0.00
Chlorine	K-series	0.00	0.00	0.00
Potassium	K-series	1.79	1.70	0.72
Calcium	K-series	1.79	1.70	0.70
Titanium	K-series	0.27	0.25	0.09
Iron	K-series	3.08	2.92	0.87
Total:		105.48	100.00	100.00

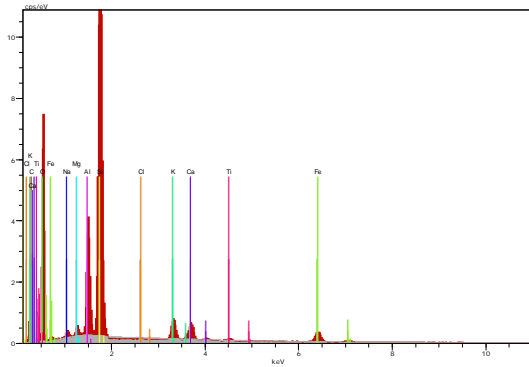


Spectrum: PF50850 inferior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	32.37	28.66	39.79
Oxygen	K-series	47.60	42.14	43.93
Sodium	K-series	0.56	0.50	0.36
Magnesium	K-series	0.56	0.50	0.34
Aluminium	K-series	5.55	4.91	3.04
Silicon	K-series	19.93	17.64	10.48
Chlorine	K-series	0.00	0.00	0.00
Potassium	K-series	1.68	1.49	0.63
Calcium	K-series	1.62	1.44	0.60
Titanium	K-series	0.29	0.25	0.09
Iron	K-series	2.80	2.48	0.74
Total:		112.96	100.00	100.00

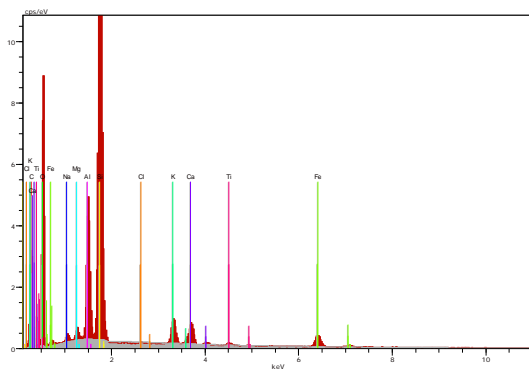
Gràfica-taula 25. Microanàlisi EDX PF50850

Composició elemental de la sèrie PF50900:



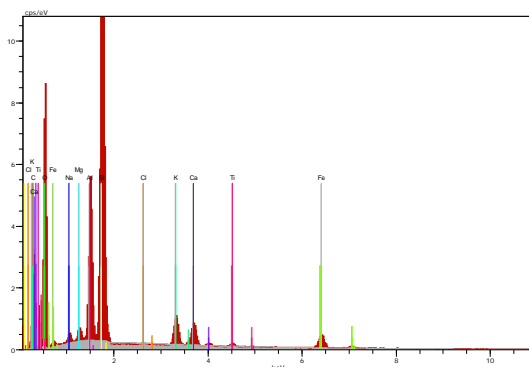
Spectrum: PF50900 superior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	33.04	30.24	41.48
Oxygen	K-series	45.84	41.95	43.20
Sodium	K-series	0.58	0.53	0.38
Magnesium	K-series	0.58	0.53	0.36
Aluminium	K-series	5.40	4.94	3.02
Silicon	K-series	17.83	16.31	9.57
Chlorine	K-series	0.00	0.00	0.00
Potassium	K-series	1.55	1.41	0.60
Calcium	K-series	1.60	1.47	0.60
Titanium	K-series	0.23	0.21	0.07
Iron	K-series	2.63	2.41	0.71
Total:		109.29	100.00	100.00



Spectrum: PF50900 centre 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	32.91	29.22	40.37
Oxygen	K-series	47.63	42.30	43.86
Sodium	K-series	0.60	0.54	0.39
Magnesium	K-series	0.61	0.55	0.37
Aluminium	K-series	5.74	5.10	3.14
Silicon	K-series	18.65	16.56	9.78
Chlorine	K-series	0.00	0.00	0.00
Potassium	K-series	1.66	1.48	0.63
Calcium	K-series	1.81	1.60	0.66
Titanium	K-series	0.26	0.23	0.08
Iron	K-series	2.72	2.42	0.72
Total:		112.60	100.00	100.00

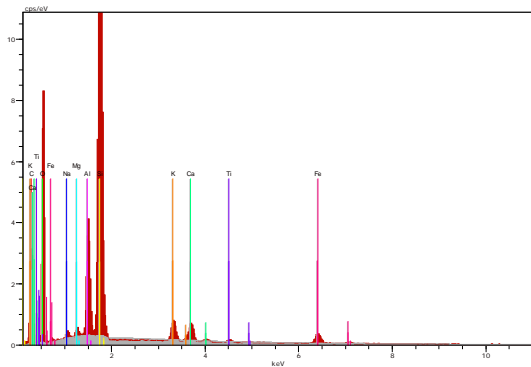


Spectrum: PF50900 inferior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	33.16	29.29	40.51
Oxygen	K-series	47.67	42.11	43.72
Sodium	K-series	0.69	0.61	0.44
Magnesium	K-series	0.67	0.60	0.41
Aluminium	K-series	6.54	5.77	3.56
Silicon	K-series	17.33	15.31	9.06
Chlorine	K-series	0.00	0.00	0.00
Potassium	K-series	1.95	1.72	0.73
Calcium	K-series	1.88	1.66	0.69
Titanium	K-series	0.32	0.28	0.10
Iron	K-series	3.00	2.65	0.79
Total:		113.20	100.00	100.00

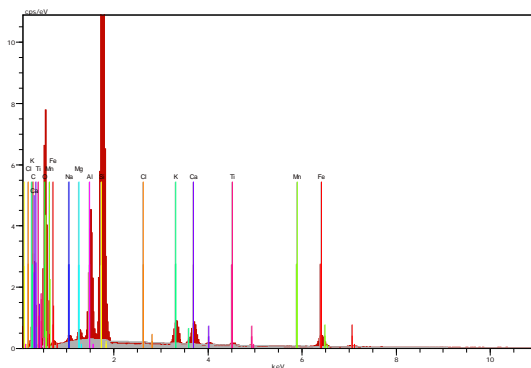
Gràfica-taula 26. Microanàlisi EDX PF50900

Composició elemental de la sèrie PF50950:



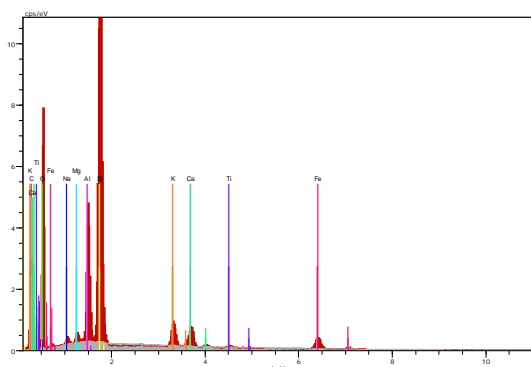
Spectrum: PF50950 superior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	31.44	30.20	41.44
Oxygen	K-series	43.37	41.66	42.92
Sodium	K-series	0.48	0.46	0.33
Magnesium	K-series	0.42	0.40	0.27
Aluminium	K-series	4.50	4.32	2.64
Silicon	K-series	18.96	18.21	10.68
Potassium	K-series	1.28	1.23	0.52
Calcium	K-series	1.42	1.37	0.56
Titanium	K-series	0.17	0.17	0.06
Iron	K-series	2.07	1.99	0.59
Total:		104.11	100.00	100.00



Spectrum: PF50950 centre 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	31.86	30.05	41.45
Oxygen	K-series	43.86	41.37	42.83
Sodium	K-series	0.50	0.47	0.34
Magnesium	K-series	0.52	0.49	0.33
Aluminium	K-series	5.30	5.00	3.07
Silicon	K-series	17.58	16.58	9.78
Chlorine	K-series	0.00	0.00	0.00
Potassium	K-series	1.59	1.50	0.63
Calcium	K-series	1.89	1.79	0.74
Titanium	K-series	0.24	0.22	0.08
Manganese	K-series	0.00	0.00	0.00
Iron	K-series	2.67	2.52	0.75
Total:		106.00	100.00	100.00

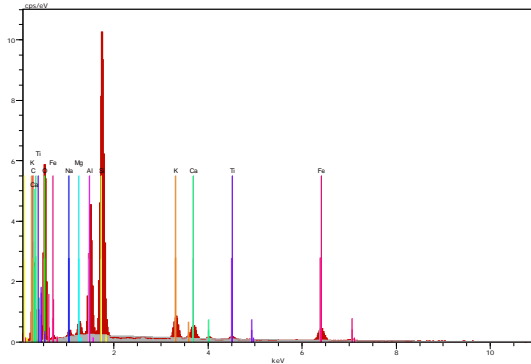


Spectrum: PF50950 inferior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	30.77	29.45	40.67
Oxygen	K-series	44.00	42.11	43.66
Sodium	K-series	0.53	0.50	0.36
Magnesium	K-series	0.55	0.52	0.36
Aluminium	K-series	5.69	5.44	3.35
Silicon	K-series	16.60	15.88	9.38
Potassium	K-series	1.67	1.60	0.68
Calcium	K-series	1.75	1.67	0.69
Titanium	K-series	0.18	0.17	0.06
Iron	K-series	2.75	2.64	0.78
Total:		104.49	100.00	100.00

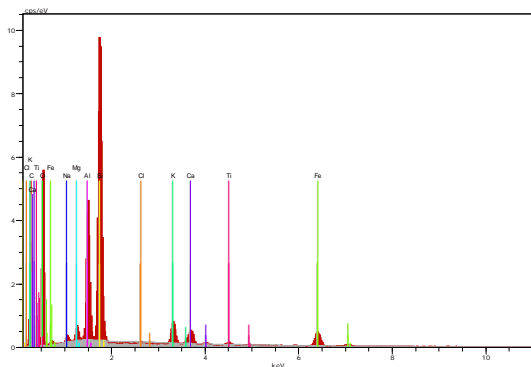
Gràfica-taula 27. Microanàlisi EDX PF50950

Composició elemental de la sèrie PIERA:



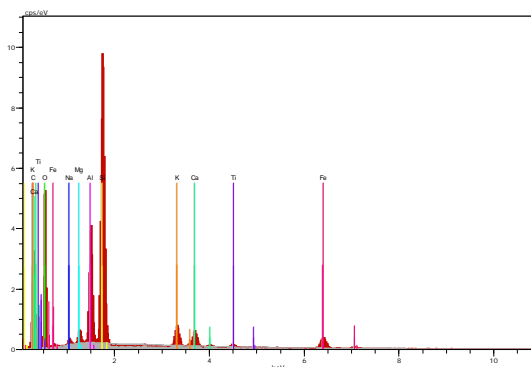
Spectrum: PIERA superior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	36.93	34.15	45.98
Oxygen	K-series	43.07	39.84	40.27
Sodium	K-series	0.57	0.53	0.37
Magnesium	K-series	0.81	0.75	0.50
Aluminium	K-series	6.58	6.09	3.65
Silicon	K-series	13.11	12.12	6.98
Potassium	K-series	1.80	1.66	0.69
Calcium	K-series	1.34	1.24	0.50
Titanium	K-series	0.40	0.37	0.13
Iron	K-series	3.51	3.25	0.94
Total:		108.12	100.00	100.00



Spectrum: PIERA centre 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	38.72	35.18	47.13
Oxygen	K-series	43.15	39.21	39.43
Sodium	K-series	0.58	0.52	0.37
Magnesium	K-series	0.84	0.76	0.51
Aluminium	K-series	6.72	6.10	3.64
Silicon	K-series	12.93	11.74	6.73
Chlorine	K-series	0.00	0.00	0.00
Potassium	K-series	1.67	1.52	0.63
Calcium	K-series	1.38	1.25	0.50
Titanium	K-series	0.31	0.28	0.09
Iron	K-series	3.76	3.42	0.99
Total:		110.06	100.00	100.00



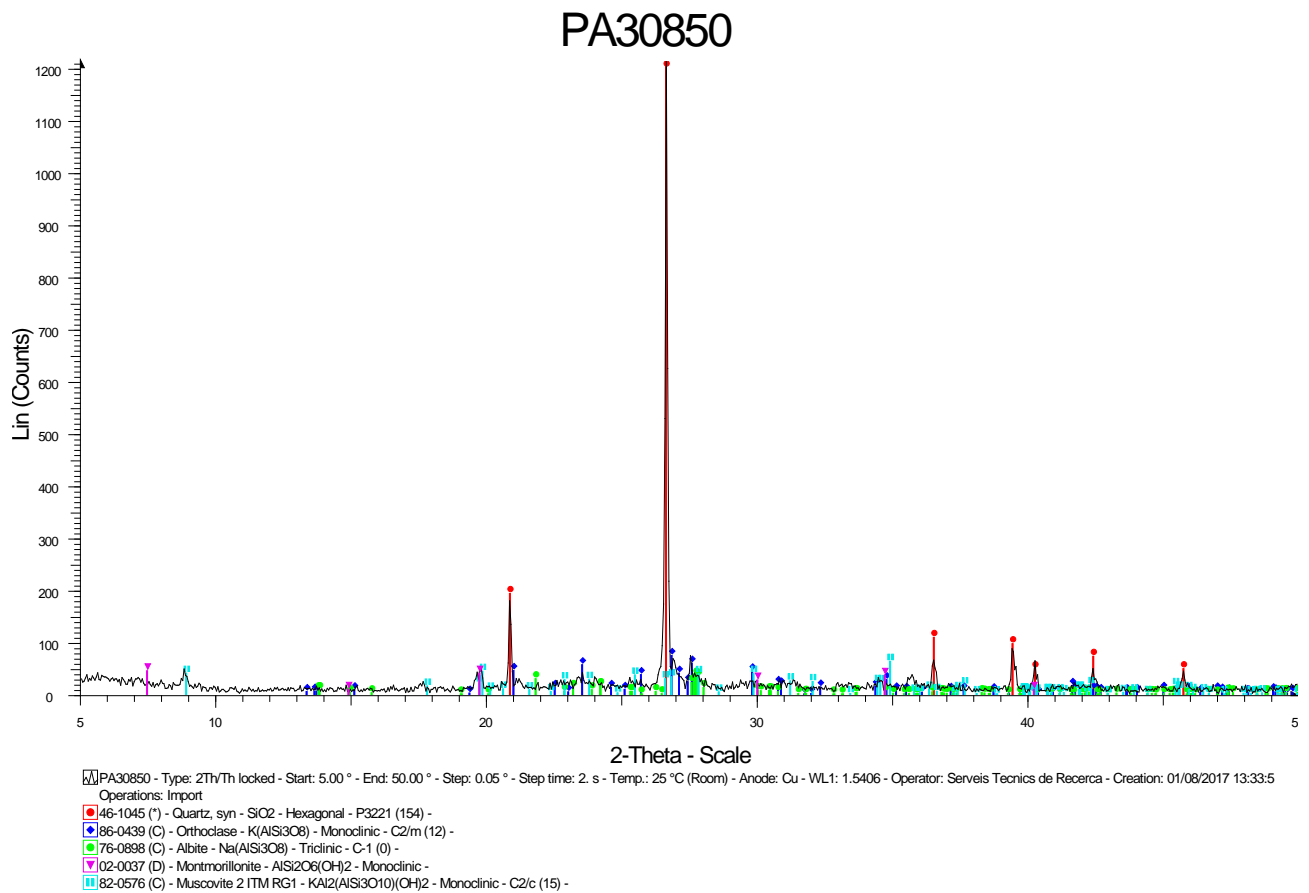
Spectrum: PIERA inferior 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Carbon	K-series	39.27	35.63	47.60
Oxygen	K-series	42.89	38.92	39.03
Sodium	K-series	0.53	0.48	0.34
Magnesium	K-series	0.84	0.77	0.51
Aluminium	K-series	6.26	5.68	3.38
Silicon	K-series	13.39	12.15	6.94
Potassium	K-series	1.75	1.58	0.65
Calcium	K-series	1.64	1.49	0.60
Titanium	K-series	0.37	0.34	0.11
Iron	K-series	3.28	2.97	0.85
Total:		110.21	100.00	100.00

Gràfica-taula 28. Microanàlisi EDX PIERA

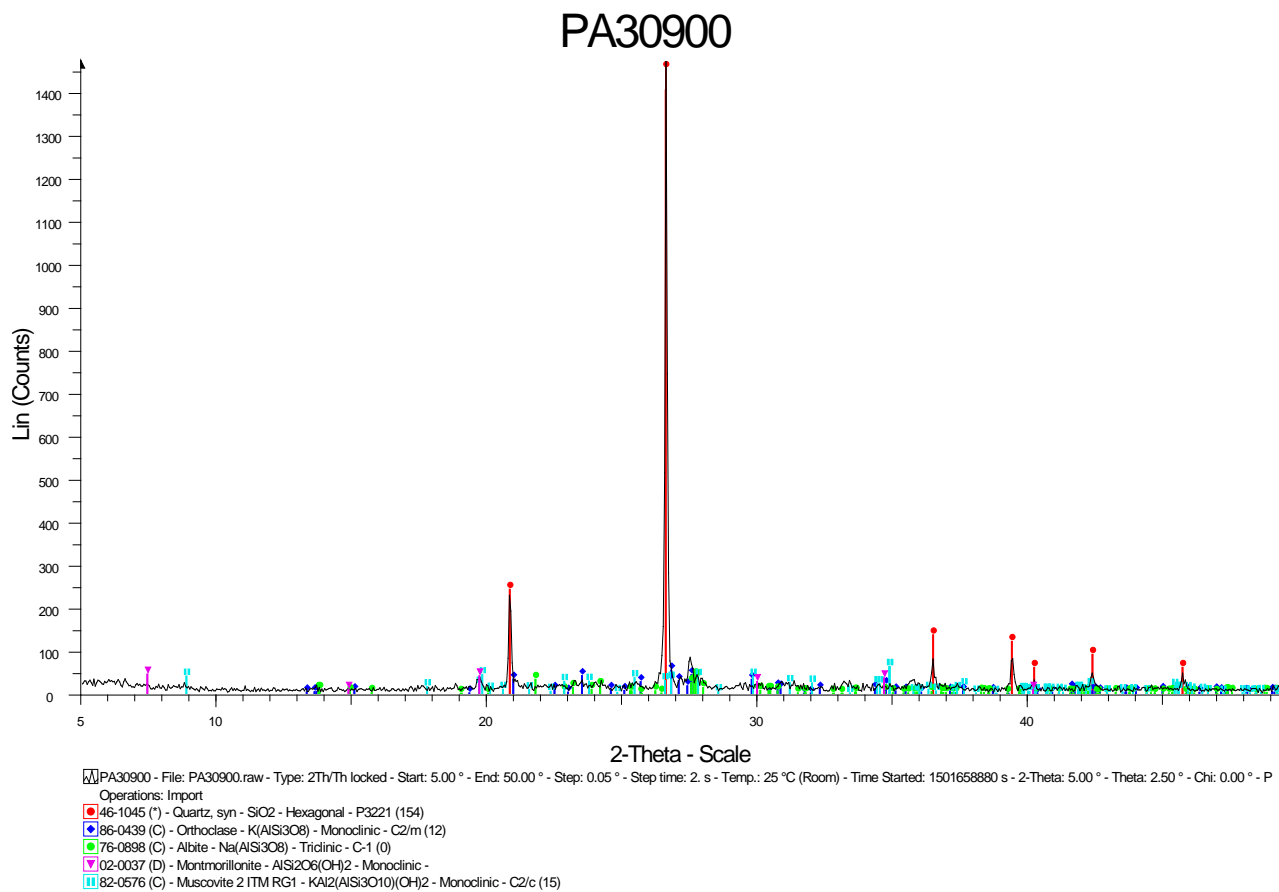
11.8. Difractogrames

Difractograma de la sèrie PA30850:



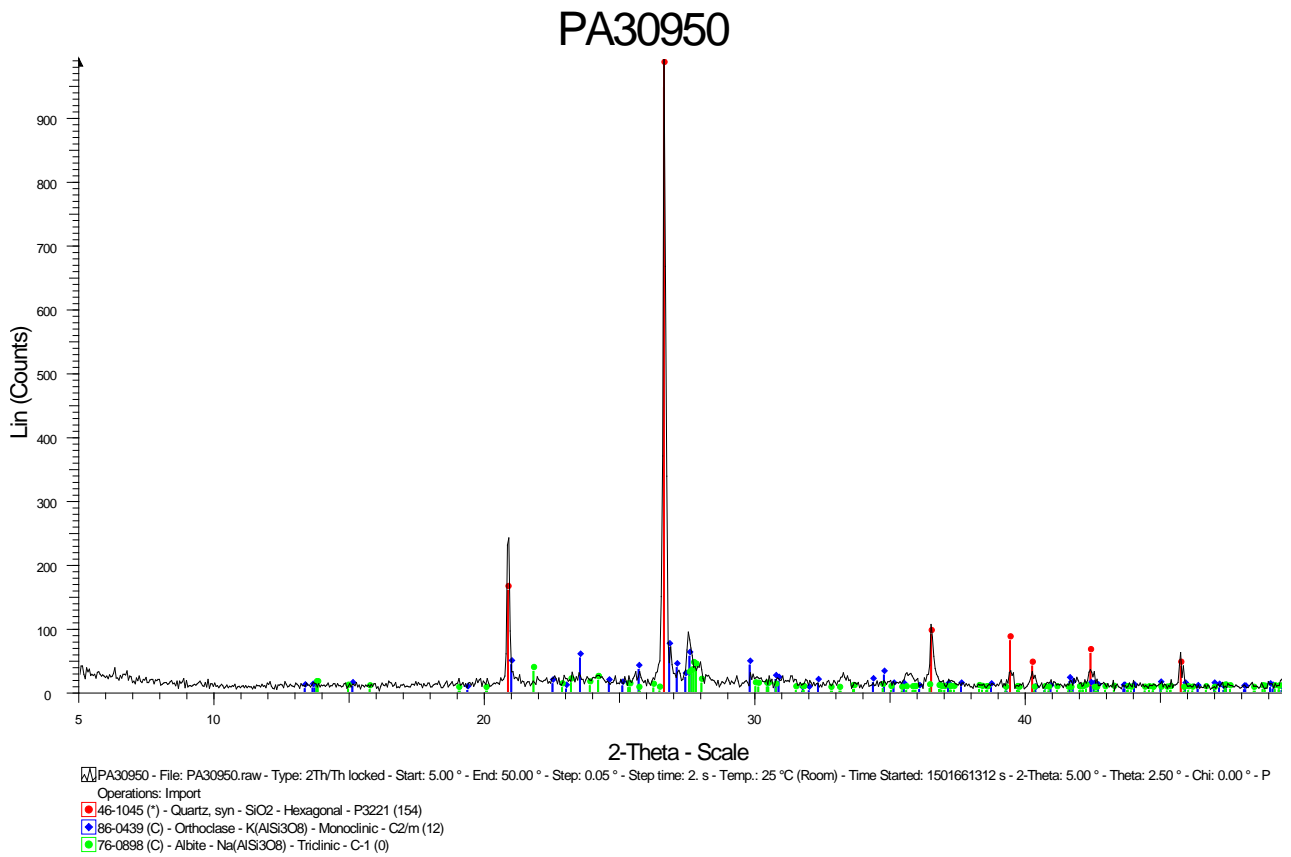
Gràfica 189. Difractograma PA30850

Difractograma de la sèrie PA30900:



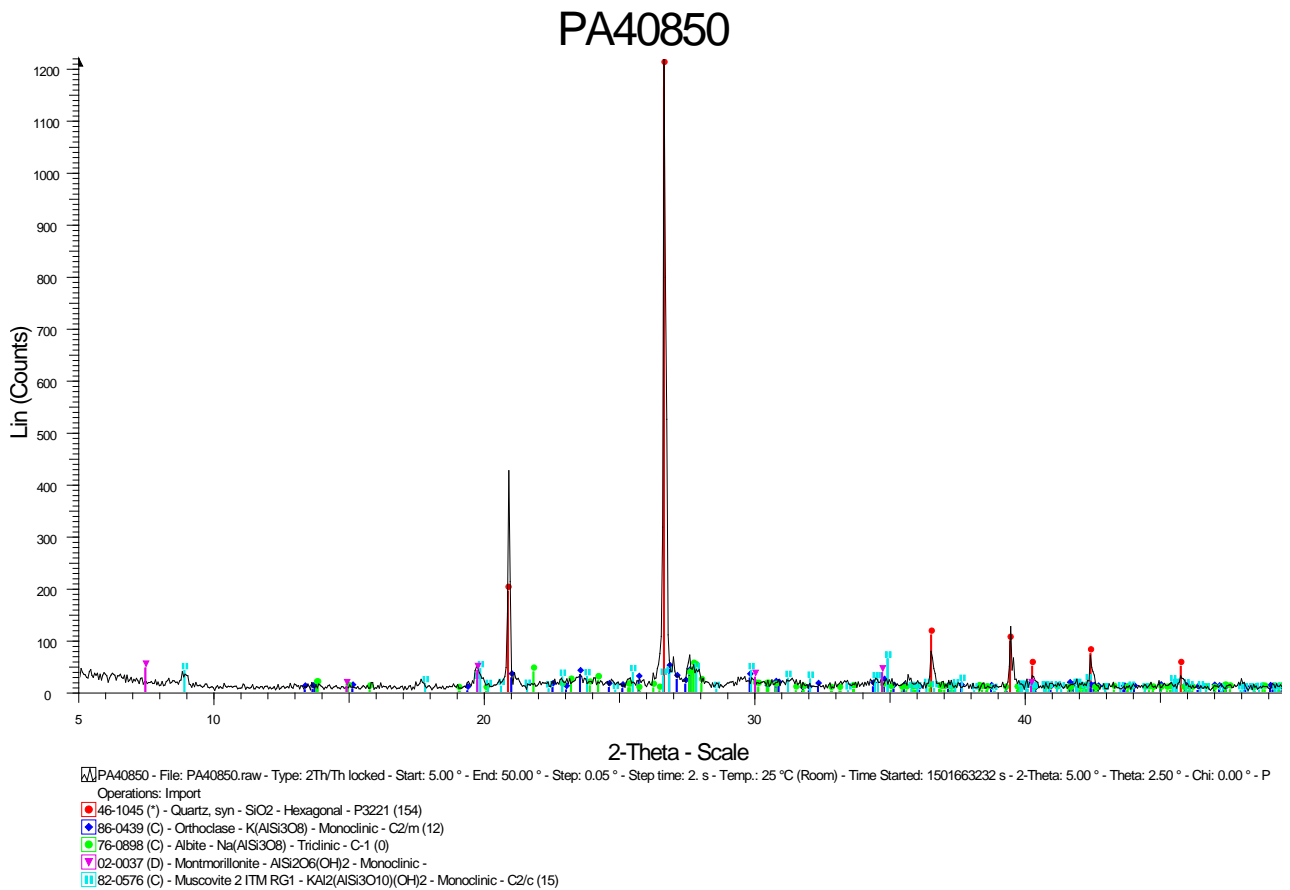
Gràfica 190. Difractograma PA30900

Difractograma de la sèrie PA30950:



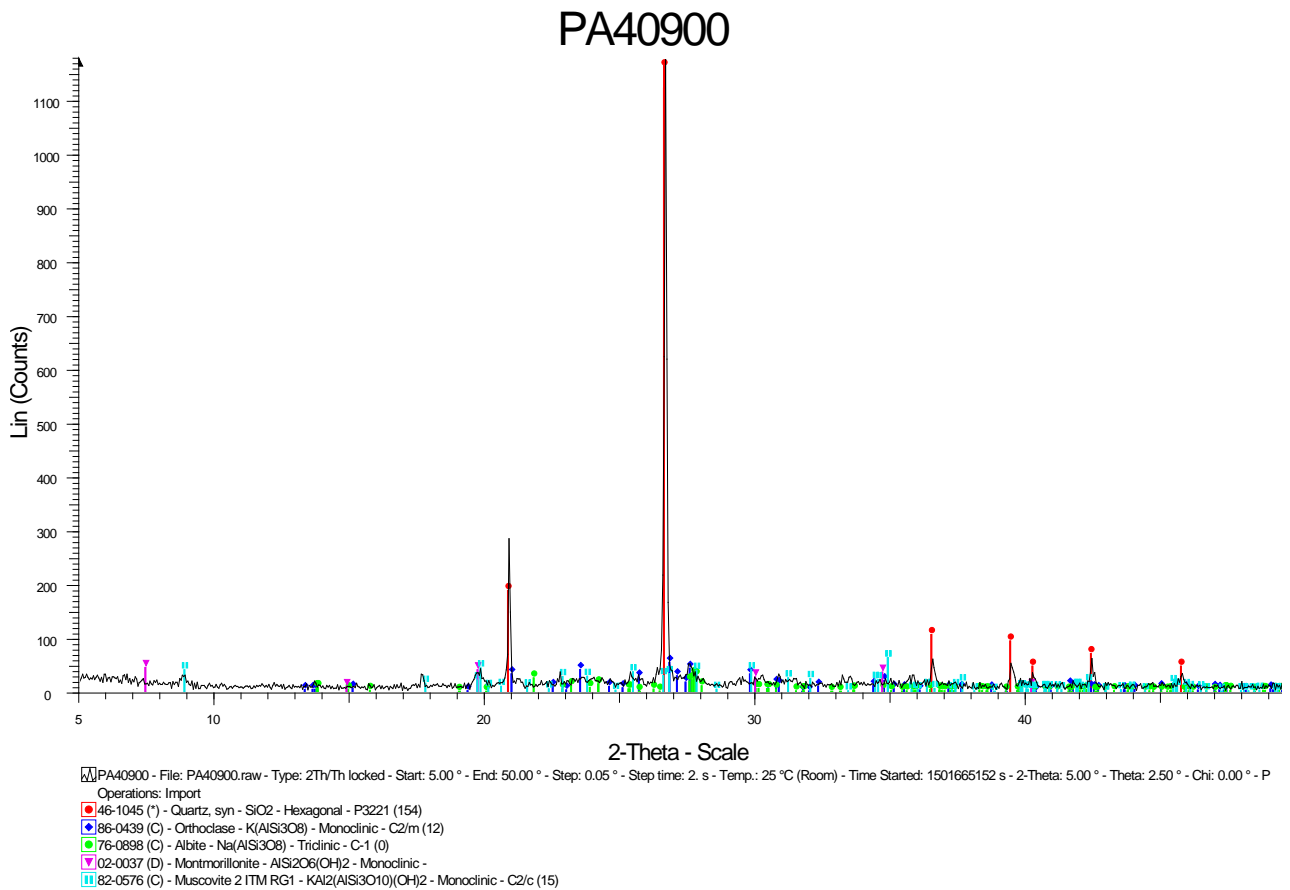
Gràfica 191. Difractograma PA30950

Difractograma de la sèrie PA40850:



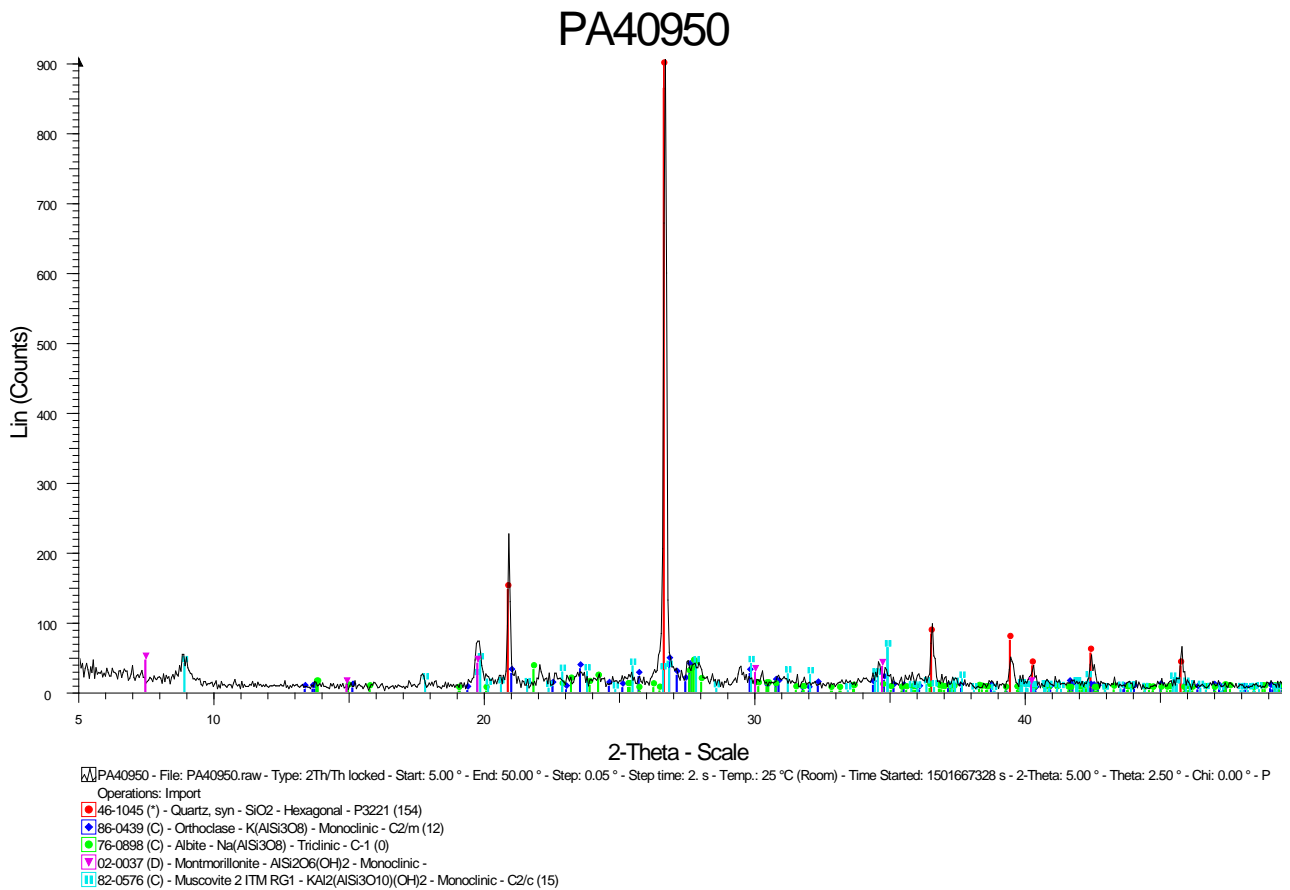
Gràfica 192. Difractograma PA40850

Difractograma de la sèrie PA40900:



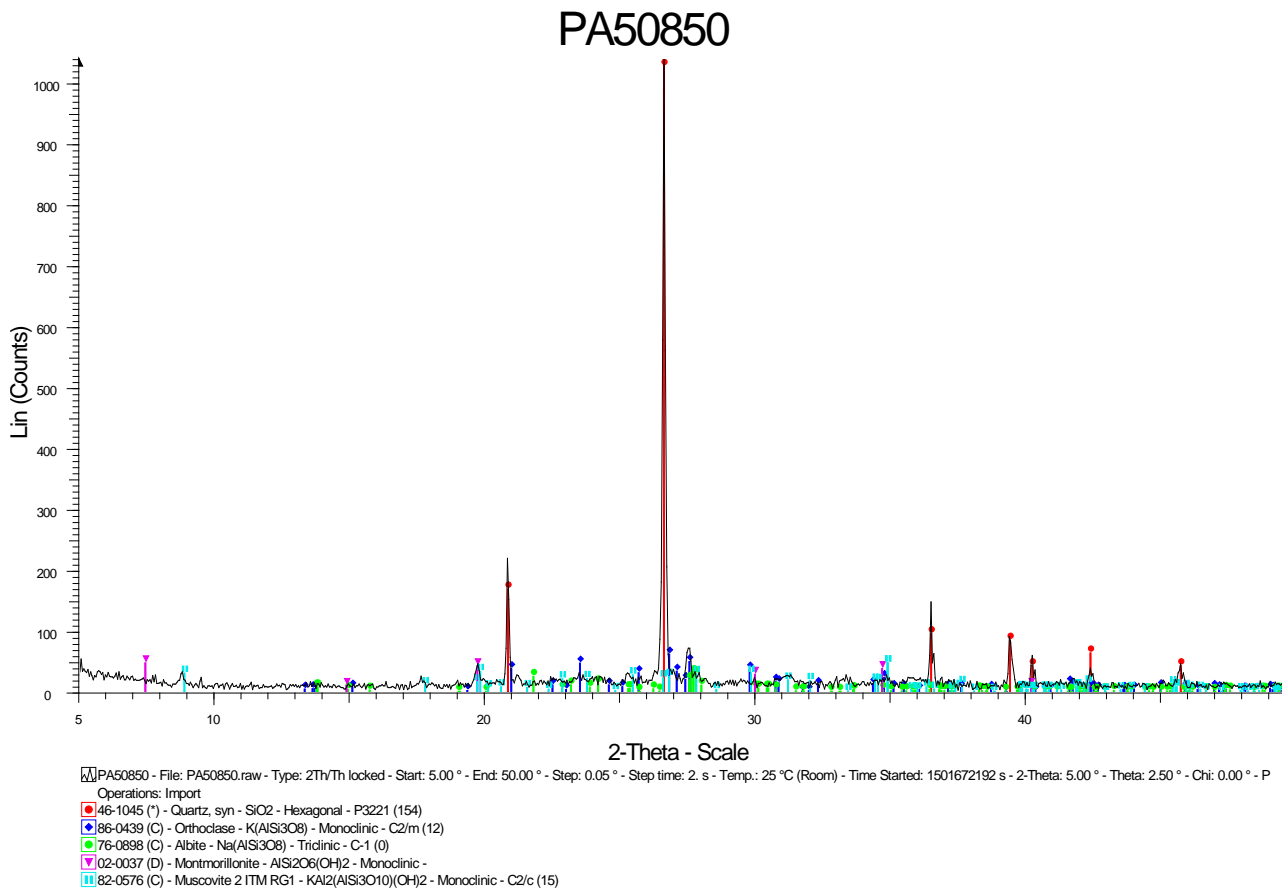
Gràfica 193. Difractograma PA40900

Difractograma de la sèrie PA40950:



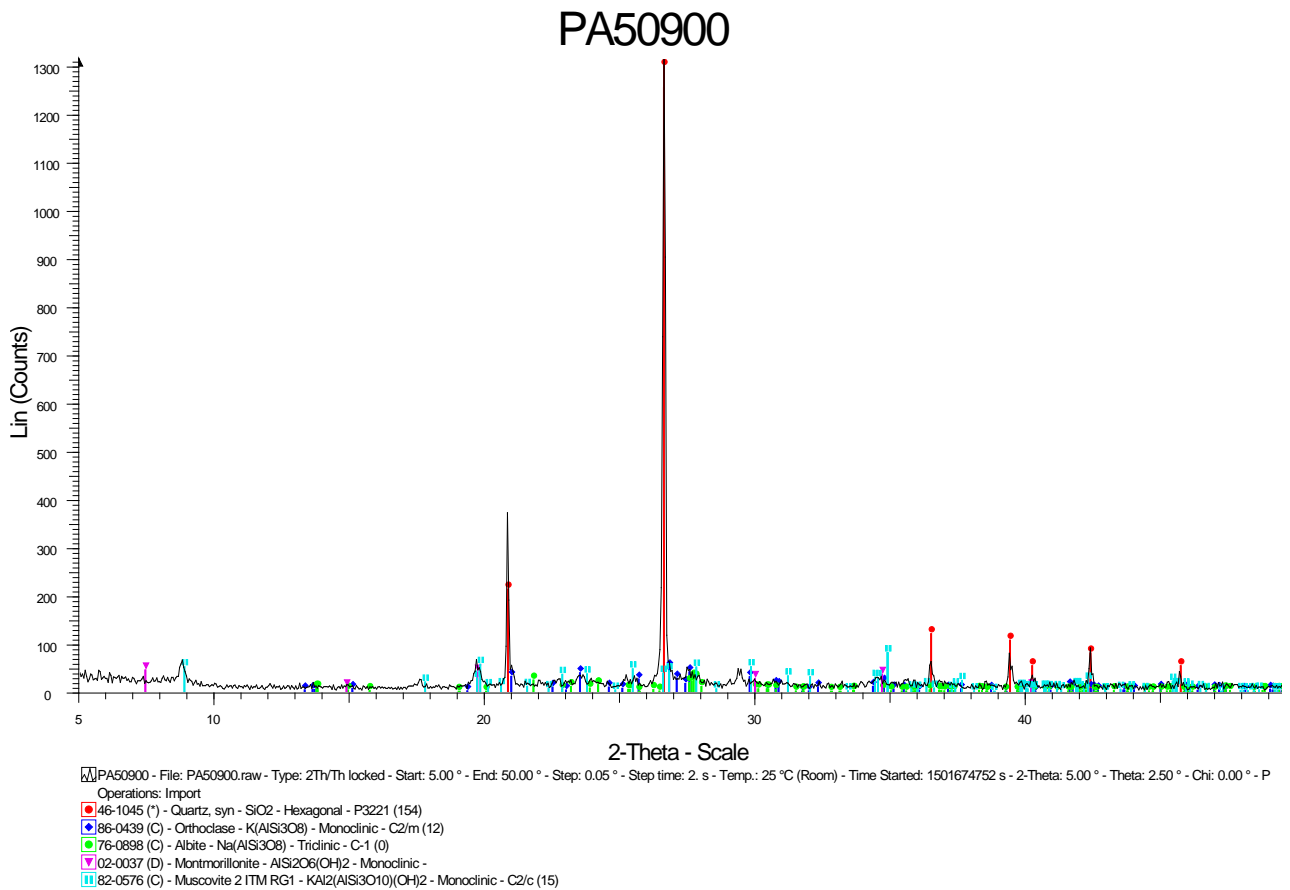
Gràfica 194. Difractograma PA40950

Difractograma de la sèrie PA50850:



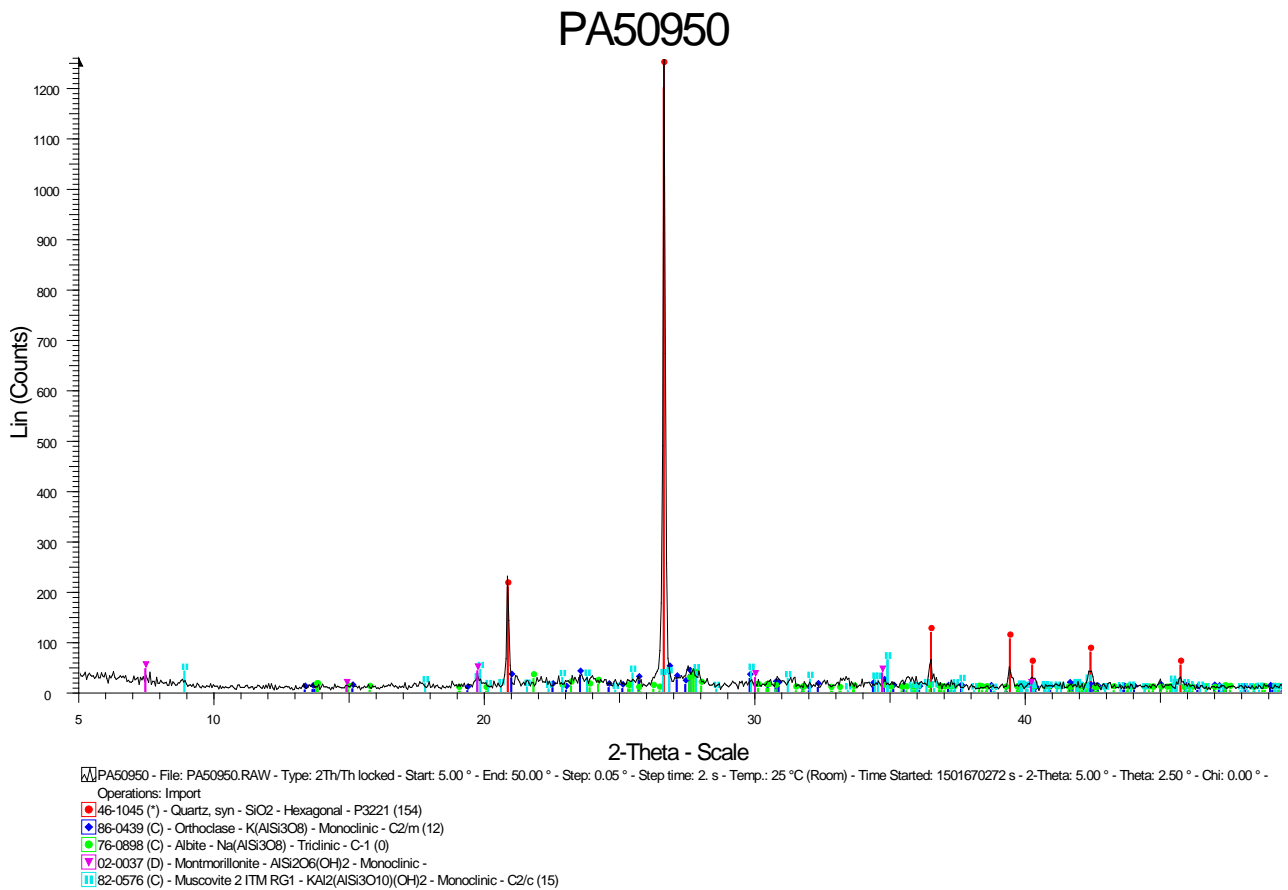
Gràfica 195. Difractograma PA50850

Difractograma de la sèrie PA50900:



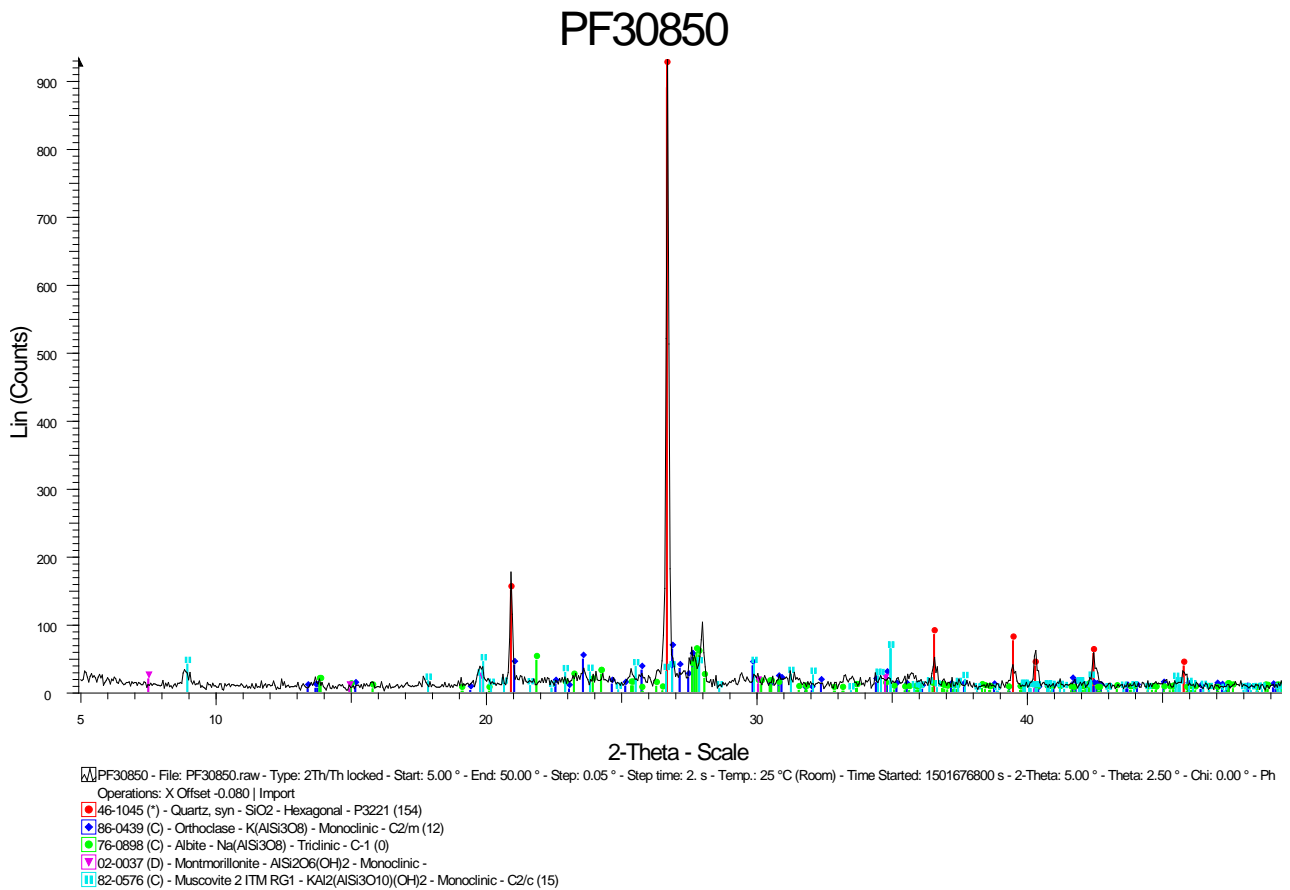
Gràfica 196. Difractograma PA50900

Difractograma de la sèrie PA50950:



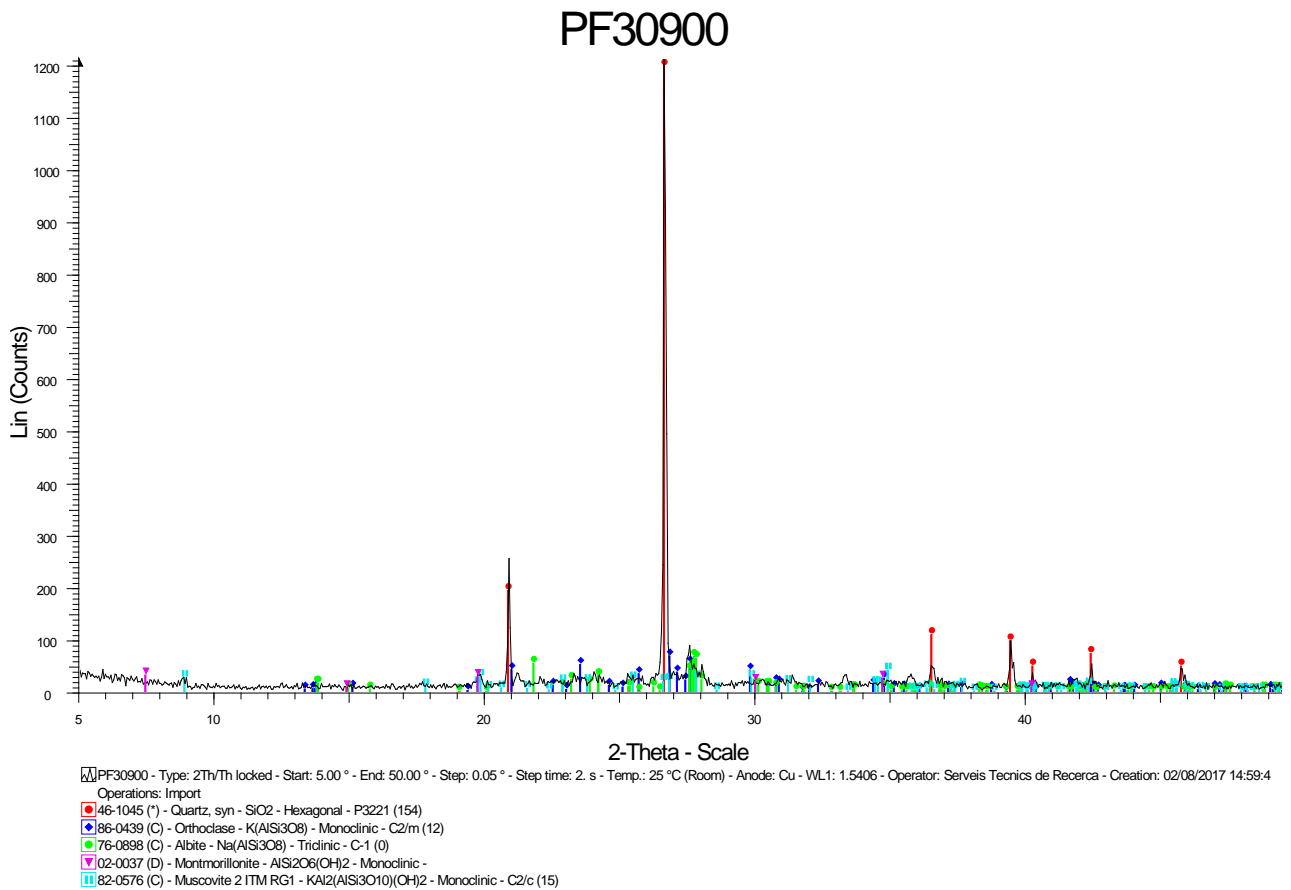
Gràfica 197. Difractograma PA50950

Difractograma de la sèrie PF30850:



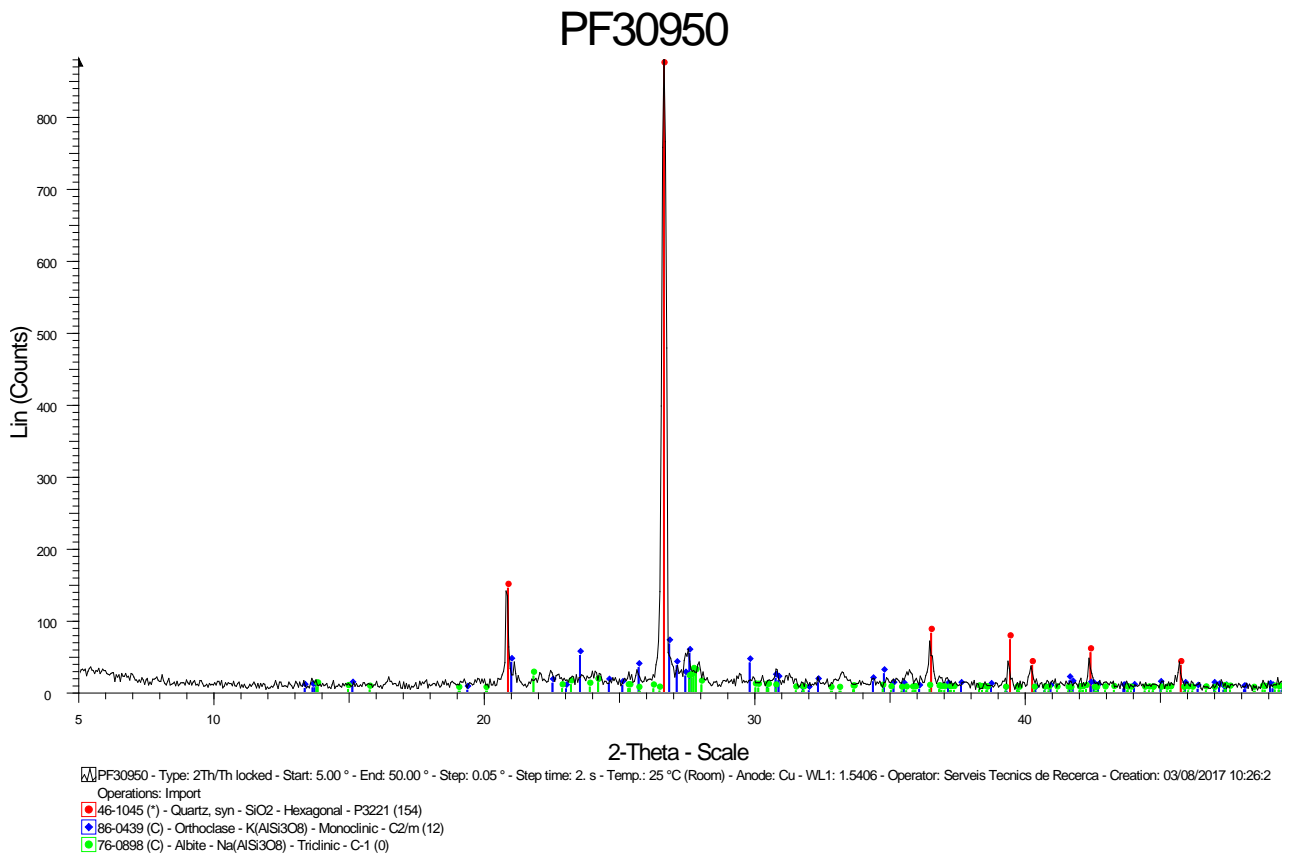
Gràfica 198. Difractograma PF30850

Difractograma de la sèrie PF30900:



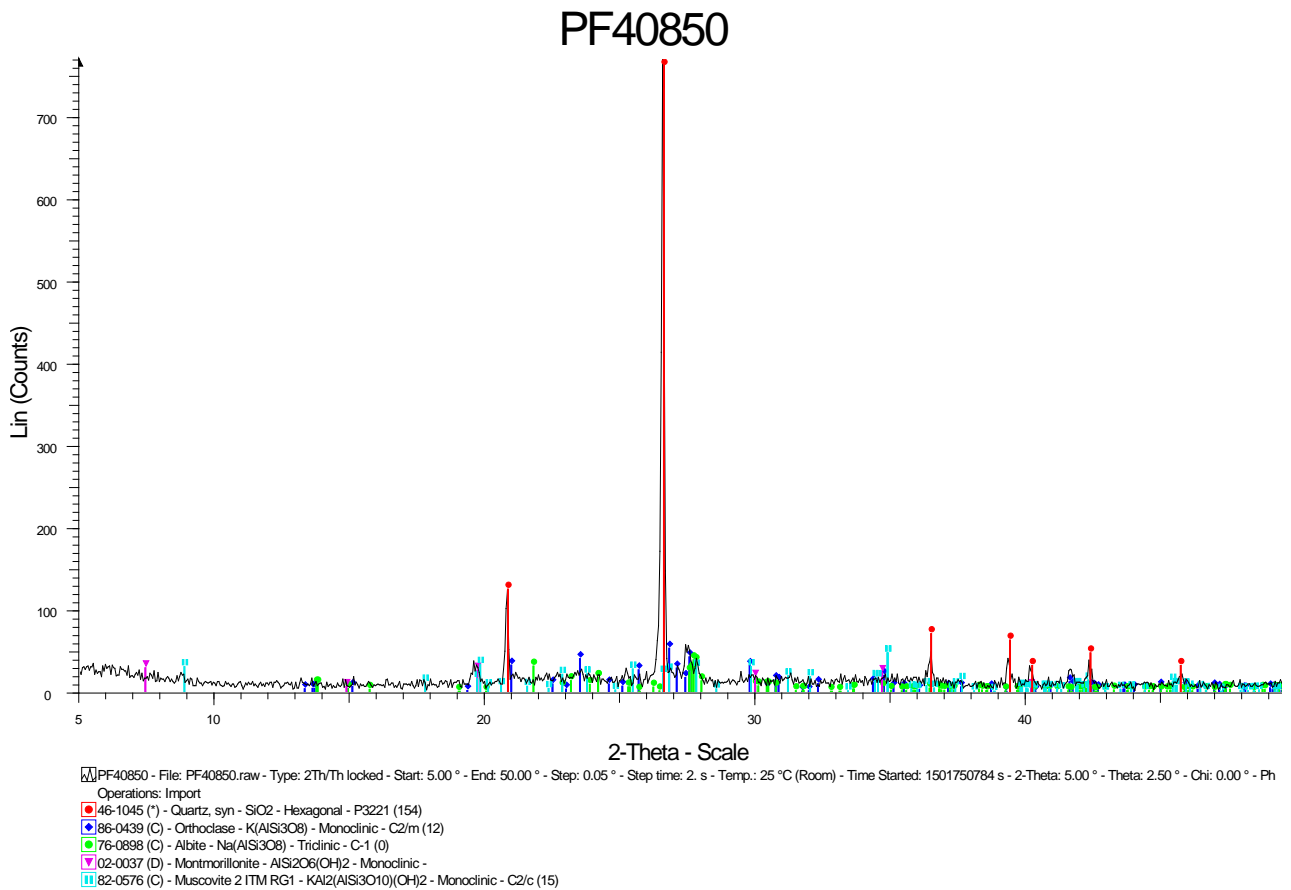
Gràfica 199. Difractograma PF30900

Difractograma de la sèrie PF30950:



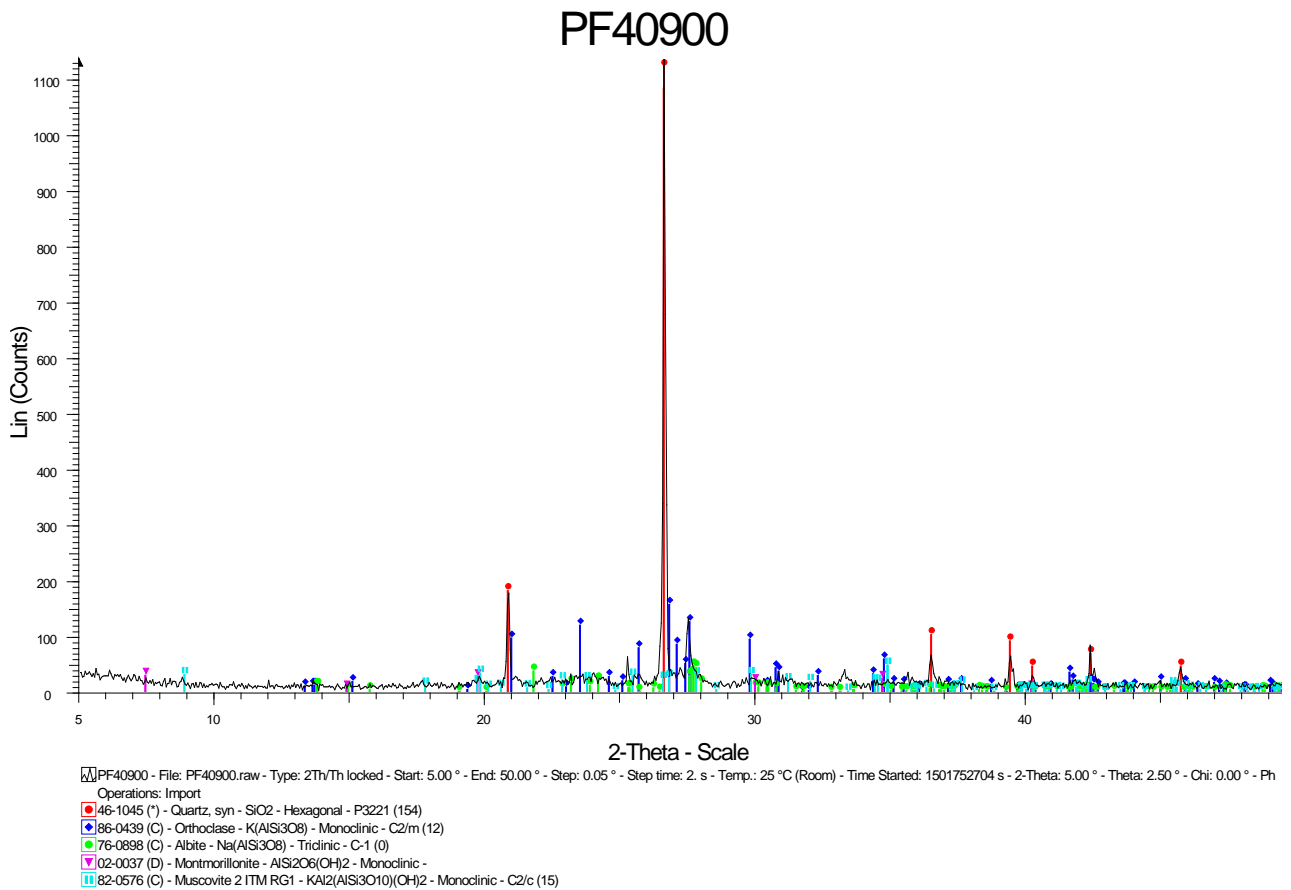
Gràfica 200. Difractograma PF30950

Difractograma de la sèrie PF40850:



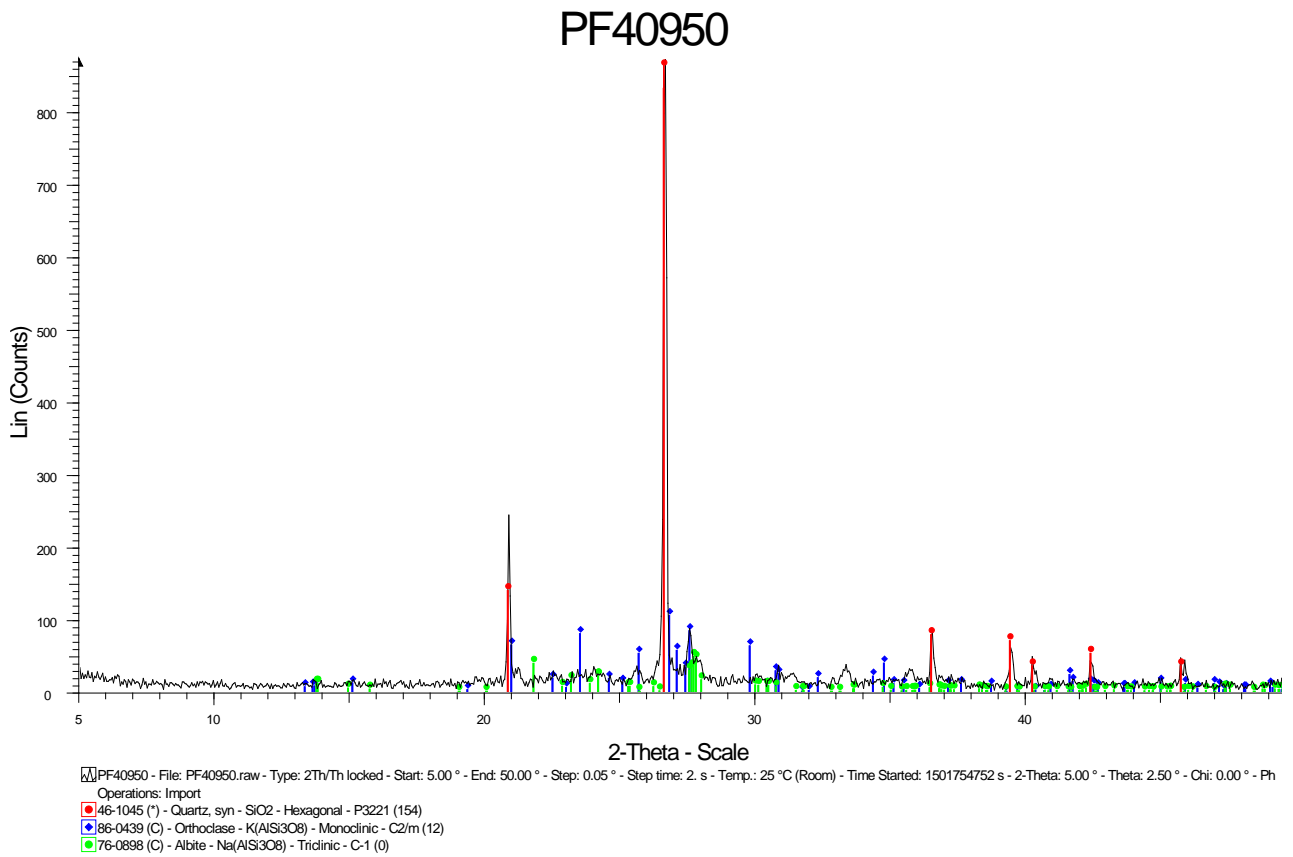
Gràfica 201. Difractograma PF40850

Difractograma de la sèrie PF40900:



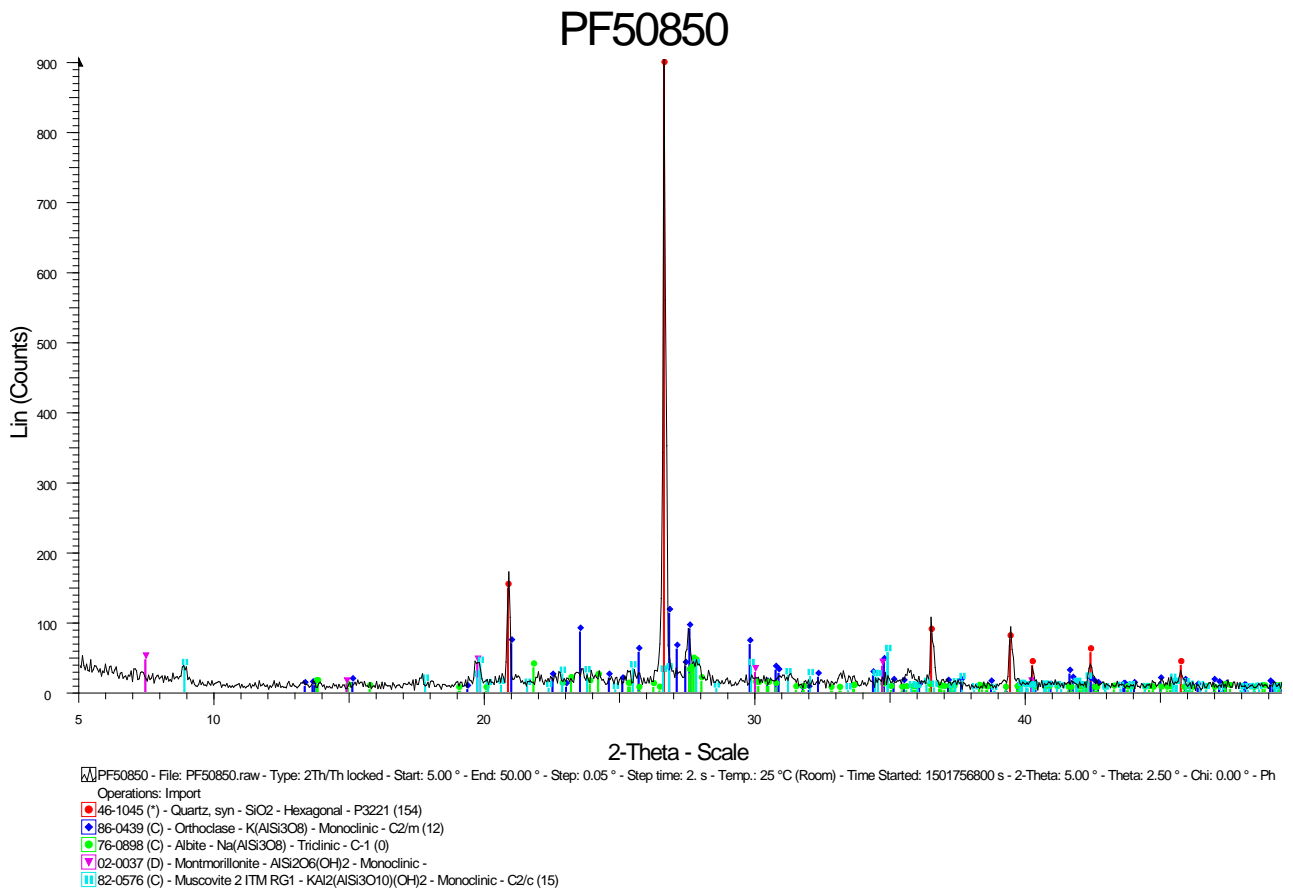
Gràfica 202. Difractograma PF40900

Difractograma de la sèrie PF40950:



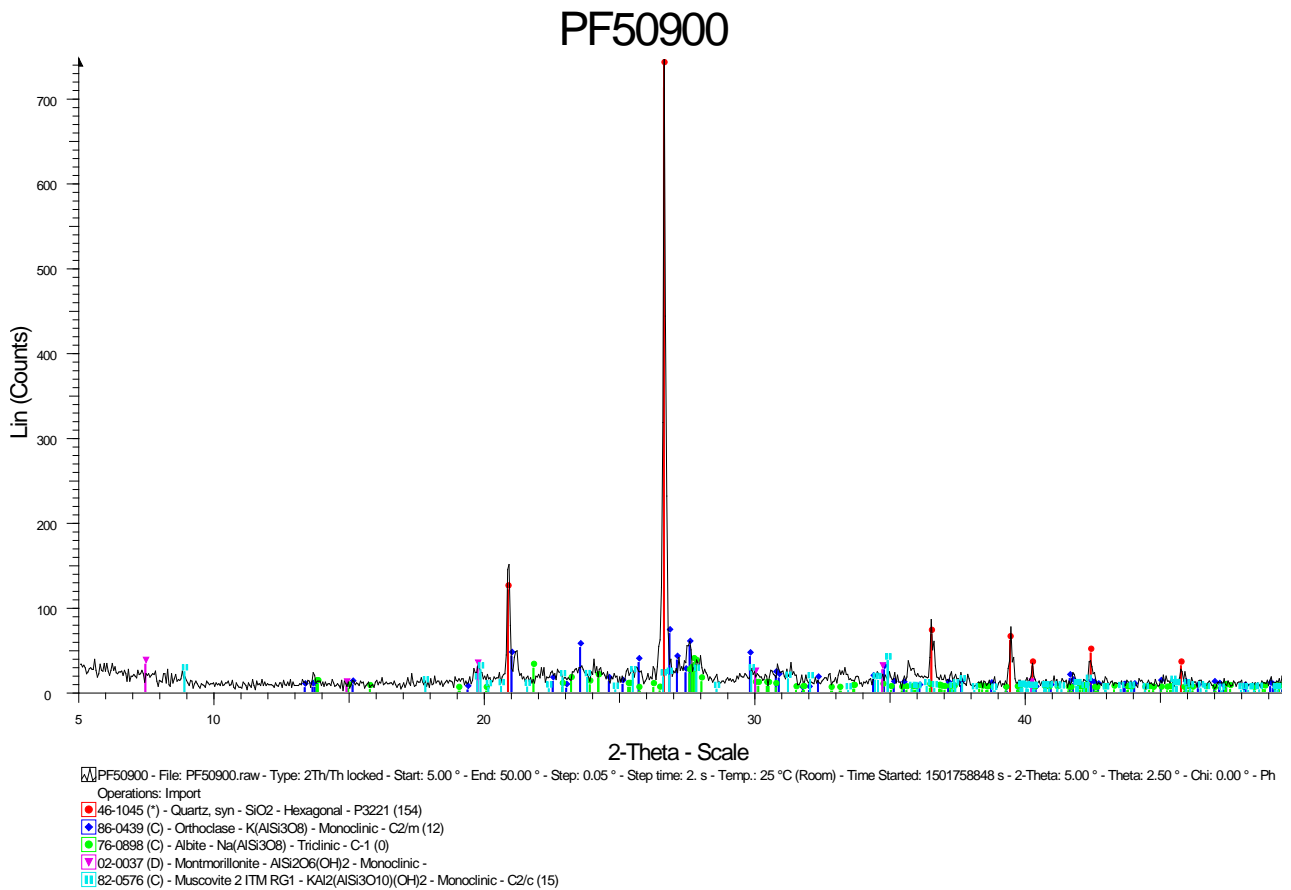
Gràfica 203. Difractograma PF40950

Difractograma de la sèrie PF50850:



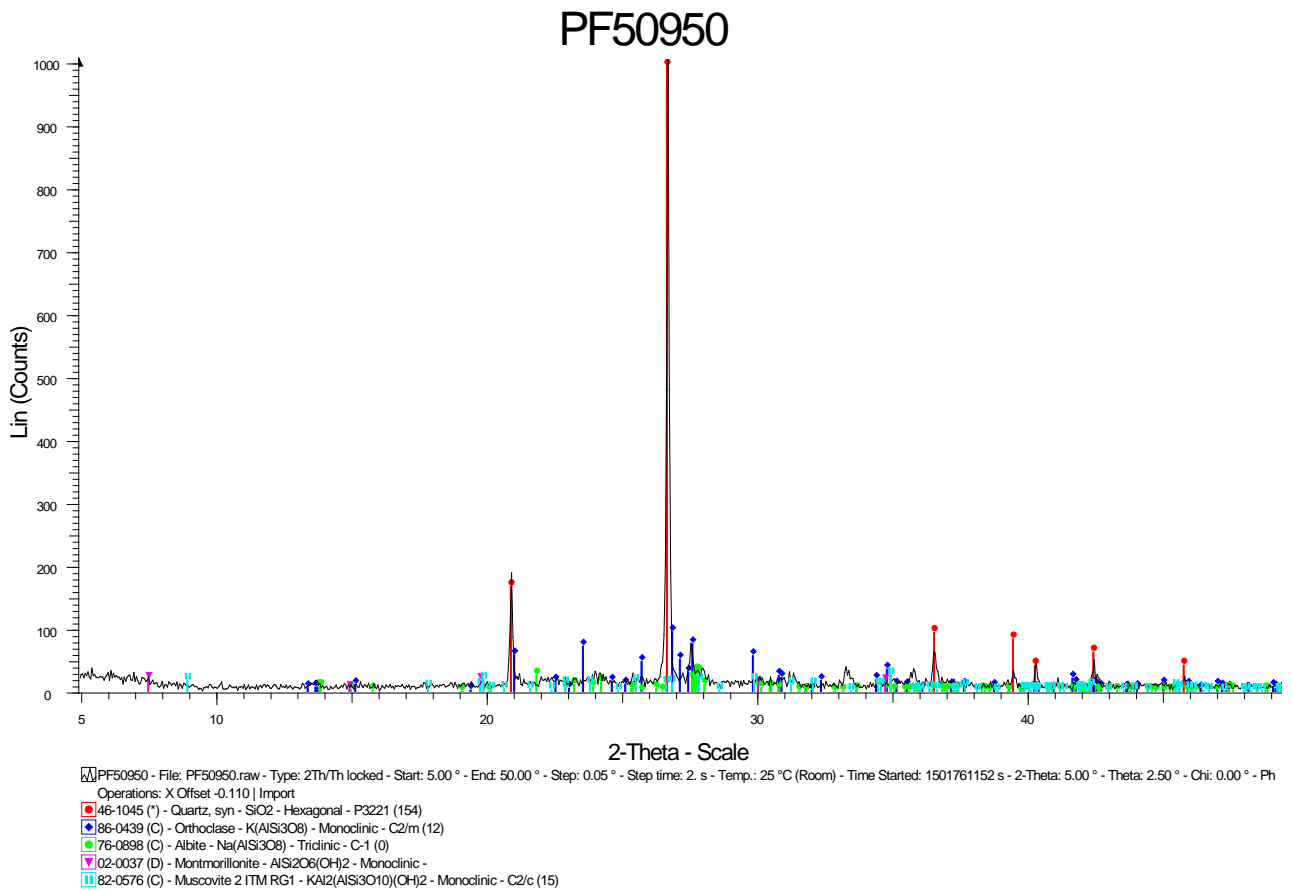
Gràfica 204. Difractograma PF50850

Difractograma de la sèrie PF50900:



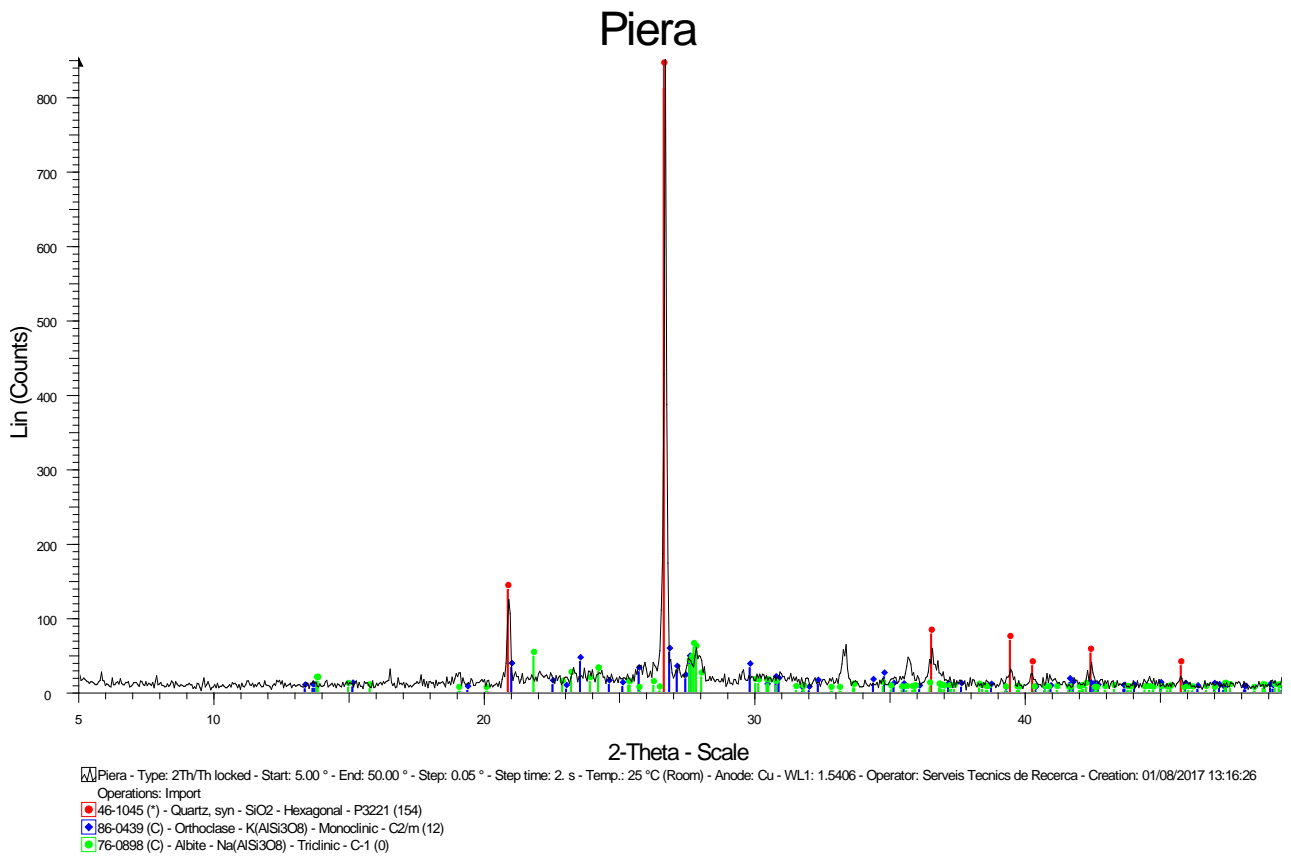
Gràfica 205. Difractograma PF50900

Difractograma de la sèrie PF50950:



Gràfica 206. Difractograma PF50950

Difractograma de la sèrie PIERA:



Gràfica 207. Difractograma PIERA

11.9. Fitxa tècnica del maó de Piera

Anexo al Certificado AENOR N° 034/001477

PIEZAS DE ARCILLA COCIDA HD CATEGORIA I PARA FABRICAS VISTAS N° FICHA TECNICA: 1160102					
FABRICANTE: CERAMICA PIERA, S.L.		AENOR			
LOCALIDAD: HOSTALETS DE PIEROLA (BARCELONA)		 Producto Certificado			
DESIGNACION DEL MODELO: PIEZA DE ARCILLA COCIDA HD R-30 DE 276 x 133 x GRUESO					
GRUESOS (mm): 43					
NOMBRE COMERCIAL: MANUAL PIERA ROJO					
COLORACIONES EN MASA: Rojo					
ESQUEMA DEL MODELO					
CARACTERISTICAS TECNICAS DE LA PIEZA					
Característica		Método de comprobación	Valor garantizado por el fabricante	Valor exigido por AENOR	
Aspecto y estructura	exfoliaciones / laminaciones	Visual	Ninguna pieza exfoliada / laminada		
	piezas fisuradas		≤ 1 pieza fisurada	≤ 1 pieza fisurada	
	piezas desconchadas		≤ 1 pieza con d.l.m. entre 7 y 15 mm	≤ 1 pieza con d.l.m. entre 7 y 15 mm	
Tolerancias dimensionales (mm)	Valor medio	UNE 67039 EX	Ninguna pieza con desconchados con dimensión individual media > 25 mm		
			Recorrido	largo (l)	± 4
	ancho (a)			± 3	N/A
	grueso (h)			± 2	N/A
	largo (l)			± 5	N/A
	Espesor de pared (mm)		UNE-EN 772-16	R2	ancho (a)
grueso (h)		± 2			N/A
Paralelismo de caras (Ortogonalidad) (mm)	pared exterior vista	N/A	N/A		
	pared exterior no vista	N/A	N/A		
	pared interior	N/A	N/A		
Planicidad de las caras (mm)	UNE-EN 772-20		N/A		
	Dispersión	L > 300 mm	N/A	N/A	
		300 ≥ L ≥ 250 mm	N/A	N/A	
L ≤ 250 mm		N/A	N/A		
Porcentaje de huecos (%)	Valor declarado (%)	UNE-EN 772-3	N/A		
	Tolerancia (%)				
Volumen del mayor hueco (% del bruto)	UNE-EN 772-9	N/A	N/A		
Espesor combinado de labigüillos (%)	UNE-EN 772-16	N/A	N/A		
Absorción de agua en elementos exteriores (%)	UNE-EN 772-21	≤ 6	≤ 6		
Absorción en piezas barrera anticapilaridad (%)	UNE-EN 772-7		≤ 14,0		
Succión [Kg/(m² x min)]	UNE-EN 772-11		≤ 0,2		
Resistencia característica normalizada (N/mm²)	UNE-EN 772-1		≥ 30,0	≥ 10,0	
	Cara de apoyo: Tabla				
Densidad	UNE-EN 772-13		1.900		
	Absoluta [Kg/m³]		1.850		
	Aparente [Kg/m³]			± 10	
Masa (g)	Reducción por densidad:	NO	Valor mínimo por grueso garantizado: 2.900	Valor mínimo por grueso: 1.835	
Eflorescencias	UNE 67029 EX	No eflorescido	Ligeramente eflorescido		
Durabilidad (Resistencia a la helada)	UNE 67028 EX		F2 (25 ciclos)		
Propiedades térmicas (Método)	Catálogo CTE		Ensayo a realizar en cámara sin ventilación		
	Apieza [W/m x K]		Valor tabulado del Catálogo de Elementos Constructivos		
	Rmuro [m² x K/W]				
Permeabilidad al vapor de agua - μ	Anexo A UNE-EN 1745		0,85		
Contenido en sales solubles activas	UNE-EN 772-5		0,120		
Expansión por humedad (mm/m)	UNE 67036		50/100		
Reacción al fuego (Materia orgánica < 1 %)	UNE-EN 13501-1		S0		
Adherencia (N/mm²)	Anexo C UNE-EN 598-2		≤ 0,50		
Coloración superficial	Anexo D RP 34.01		CLASE A1		
Hidrofugación			≥ 0,15		
Piezas especiales			NO		
Observaciones:			SI		
TOLERANCIAS DIMENSIONALES: no aplicable a piezas manuales y rugosas, en este caso se controlan por la marca N por requisito del fabricante.					

Fecha de emisión: 2013-10-23
Anula y sustituye a la de fecha: 2012-05-08

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación
Entidad acreditada por ENAC n° 01/C-PR002.034

R-DTC-119.02

Figura 225. Fitxa tècnica del maó de Piera