

5. RESULTADOS

5.1 Introducción

En este apartado se va a analizar todos los resultados obtenidos a sistemas compactos ensayados en las instalaciones.

5.2 Verificación del contenido de la documentación (UNE-EN 12976-1 Apartado 4.6)

Todos los sistemas a ensayo superan con éxito éste apartado.

5.3 Ensayo de resistencia a heladas (UNE-EN 12976-2 Apartado 5.1)

Todos los sistemas a ensayo superan con éxito dicho apartado.

Los sistemas termosifónicos con captadores planos utilizan fluido anticongelante como protección frente a heladas. Usan una mezcla agua-propilenglicol de uso alimentario. En estos casos, como dice la Norma, si el fabricante suministra las características técnicas del anticongelante utilizado, no hay que realizar ningún tipo de ensayo. Se debe comprobar si la composición del fluido es conforme con las especificaciones suministradas.

En el caso del sistema Heat Pipe, el fabricante suministra las características técnicas del alcohol usado en el circuito primario.

5.4 Ensayo de protección contra sobre-temperatura (UNE-EN 12976-2 Apartado 5.2)

Todos los sistemas a ensayo superan con éxito dicha prueba.

5.5 Ensayo de resistencia a presión (UNE-EN 12976-2 Apartado 5.3)

Todos los sistemas a ensayo superan con éxito dicha prueba.

5.6 Contaminación del agua (UNE-EN 12976-2 Apartado 5.4 y UNE-EN 1717)

Todos los sistemas a ensayo superan con éxito dicha prueba.

5.7 Ensayo de protección contra descargas eléctricas para sistemas solares de calentamiento (UNE-EN 12976-2 Apartado 5.5 y ANEXO E)

Todos los sistemas a ensayo superan con éxito dicha prueba.

5.8 Control equipos de seguridad (UNE-EN 12976-2 Apartado 5.6)

Todos los sistemas a ensayo superan con éxito dicho control.

5.9 Control Etiquetado (UNE-EN 12976-2 Apartado 5.7)

Todos los sistemas a ensayo superan con éxito dicho control.

5.10 Ensayo de rendimiento térmico (UNE-EN 12976-2 Apartado 5.8)

Los resultados pertenecientes a éste apartado se refieren únicamente a los sistemas ensayados por la ISO 9459-2. No aparecen los resultados del sistema 23 por haberse ensayado por la Norma ISO-9459-5, fuera de este estudio.

Todos los sistemas ensayados son de circulación por termosifón, con acumuladores horizontales e indirectos

5.10.1 Determinación del rendimiento diario del sistema

Los resultados obtenidos en éste apartado se muestran en la siguiente tabla.

Nº equipo	a_1 (m ²)	a_2 (MJ/K)	a_3 (MJ)	$ua_1 \times 10^{-2}$ (m ²)	$ua_2 \times 10^{-2}$ (MJ/K)	ua_3 (MJ)
1	1,55	0,66	5,16	3,05	4,45	0,59
2	1,14	0,37	-1,06	0,36	0,39	0,07
3	1,98	0,53	-1,97	0,85	0,83	0,15
4	1,21	0,45	-1,06	0,40	0,65	0,08
5	0,90	0,42	-1,49	0,54	0,51	0,10
6	1,60	0,74	-1,70	0,66	0,44	0,13
7	1,70	0,61	-2,00	0,54	0,46	0,11
8	1,06	0,35	-2,63	0,82	0,65	0,16
9	0,77	0,29	-0,57	0,16	0,14	0,04
10	1,75	0,51	-0,21	0,17	0,16	0,03
11	1,86	0,75	-2,42	0,84	0,54	0,18
12	1,01	0,36	-1,75	0,51	0,50	0,10
13	1,00	0,27	-0,61	0,09	0,08	0,02
15	0,91	0,41	-0,92	0,13	0,11	0,02
17	1,92	0,53	-2,47	0,21	0,25	0,04
18	1,81	0,47	-0,57	0,10	0,15	0,02
19	0,98	0,29	-0,30	0,06	0,12	0,01
20	0,98	0,45	-1,72	1,09	0,86	0,21
21	1,94	0,77	-3,06	1,84	1,59	0,38
22	1,14	0,16	-0,67	0,81	1,25	0,13

Tabla 15 Coeficientes del rendimiento de los sistemas

Donde ua_1 , ua_2 y ua_3 son las incertidumbres correspondientes de los parámetros a_1 , a_2 y a_3 respectivamente.

Mediante ésta tabla se puede obtener la energía solar neta adquirida durante el día con la ecuación 2 del procedimiento operativo:

Ecuación 2

$$Q = a_1 H + a_2 (t_{a(\text{day})} - t_{\text{main}}) + a_3$$

Con ello se puede calcular el rendimiento del sistema mediante la siguiente ecuación.

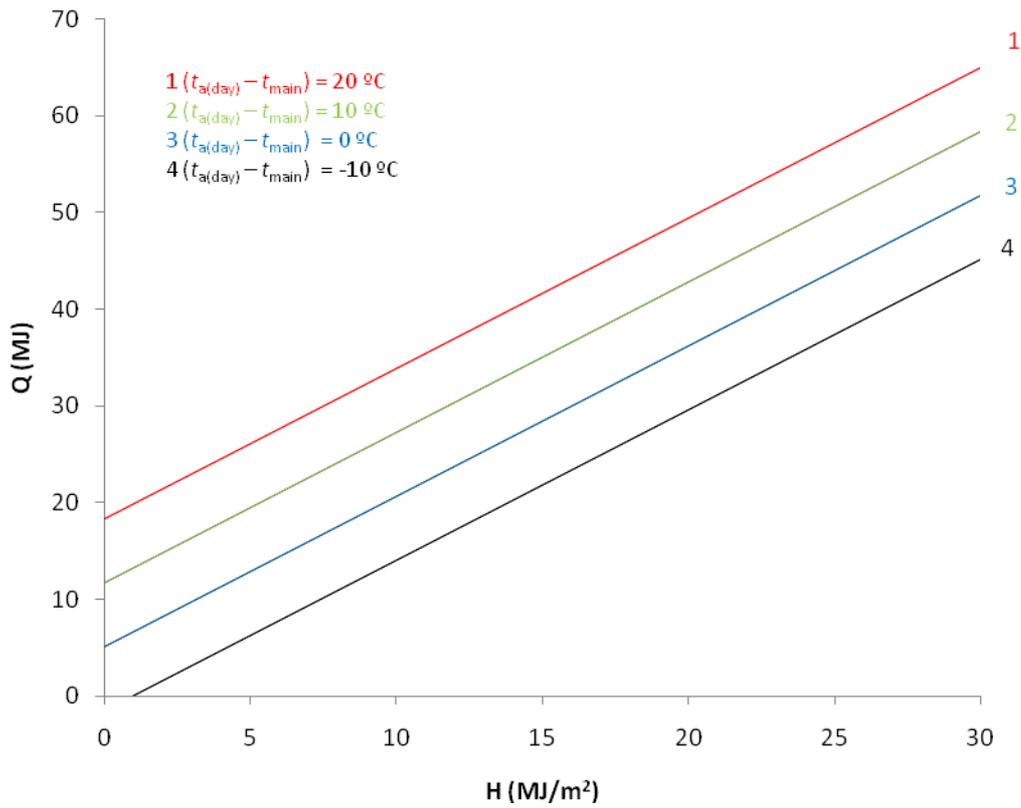
Ecuación 32

$$\eta = \frac{Q}{H \cdot A}$$

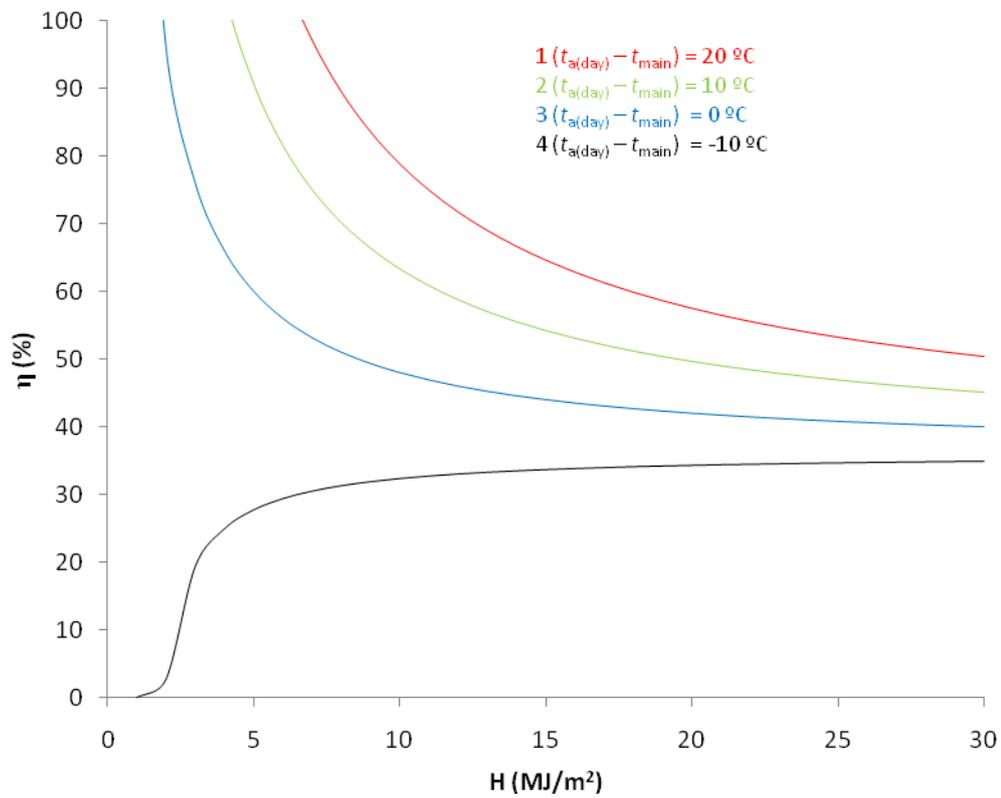
Donde A es el área de apertura del sistema de captación

A continuación, se representa las gráficas Q vs H y η vs H para todos los sistemas.

- Equipo nº1

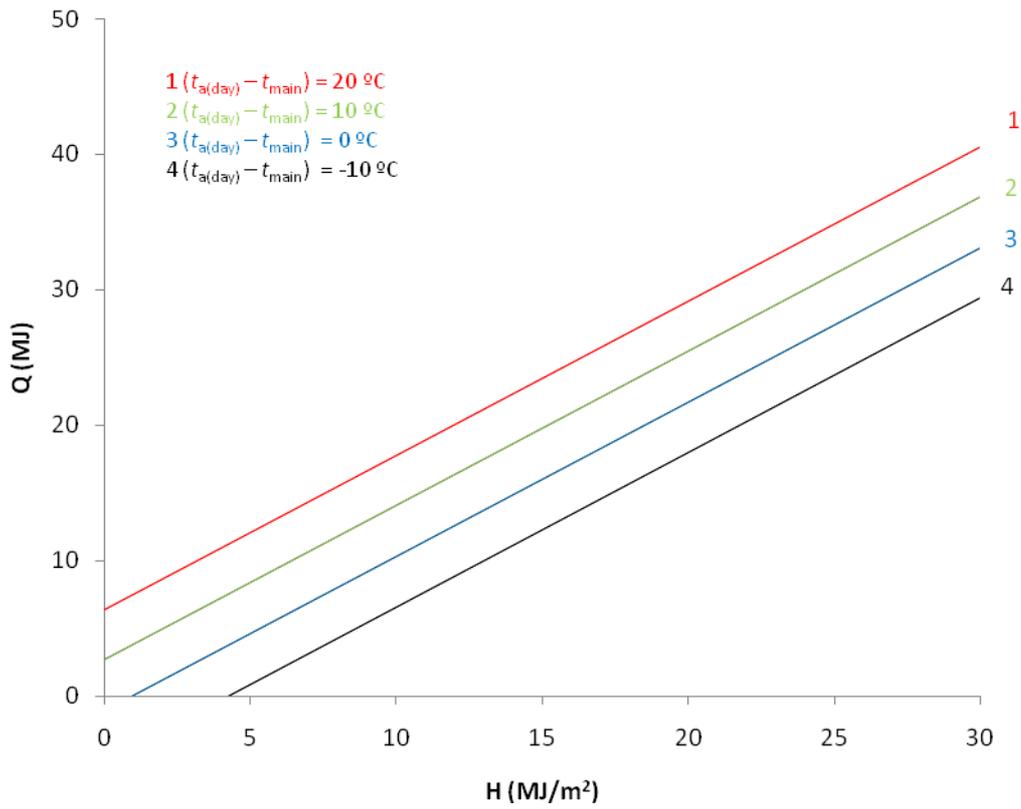


Gráfica 1. Gráfica Q vs H equipo 1

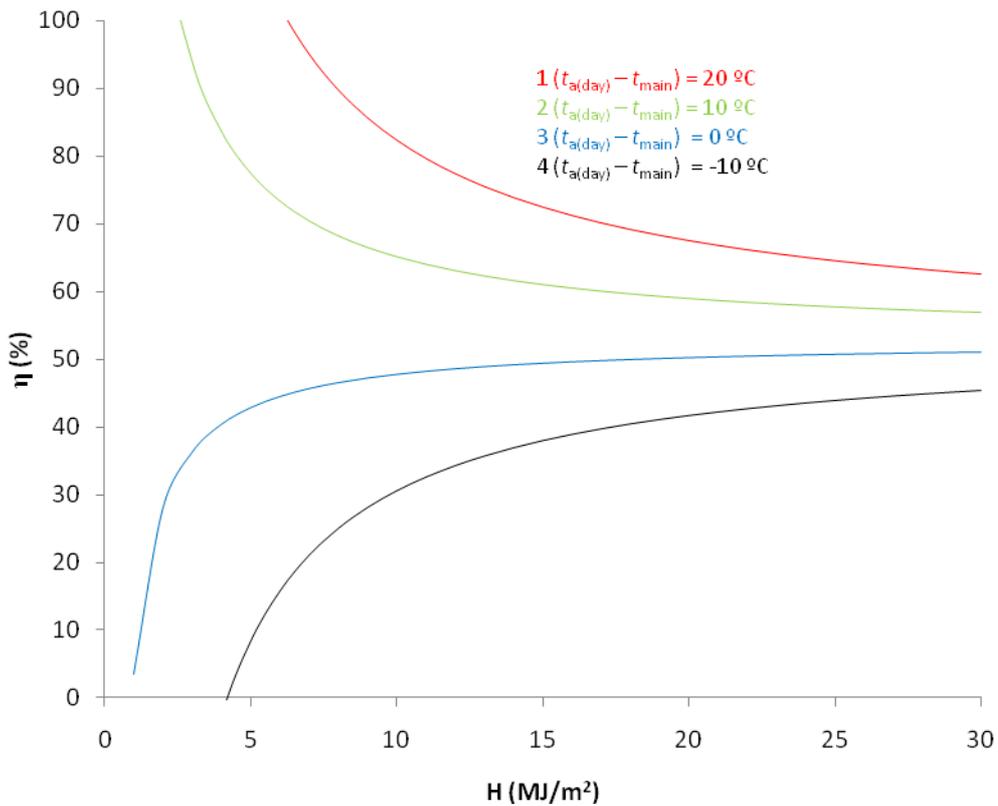


Gráfica 2. Gráfica η vs H equipo 1

- Equipo n°2

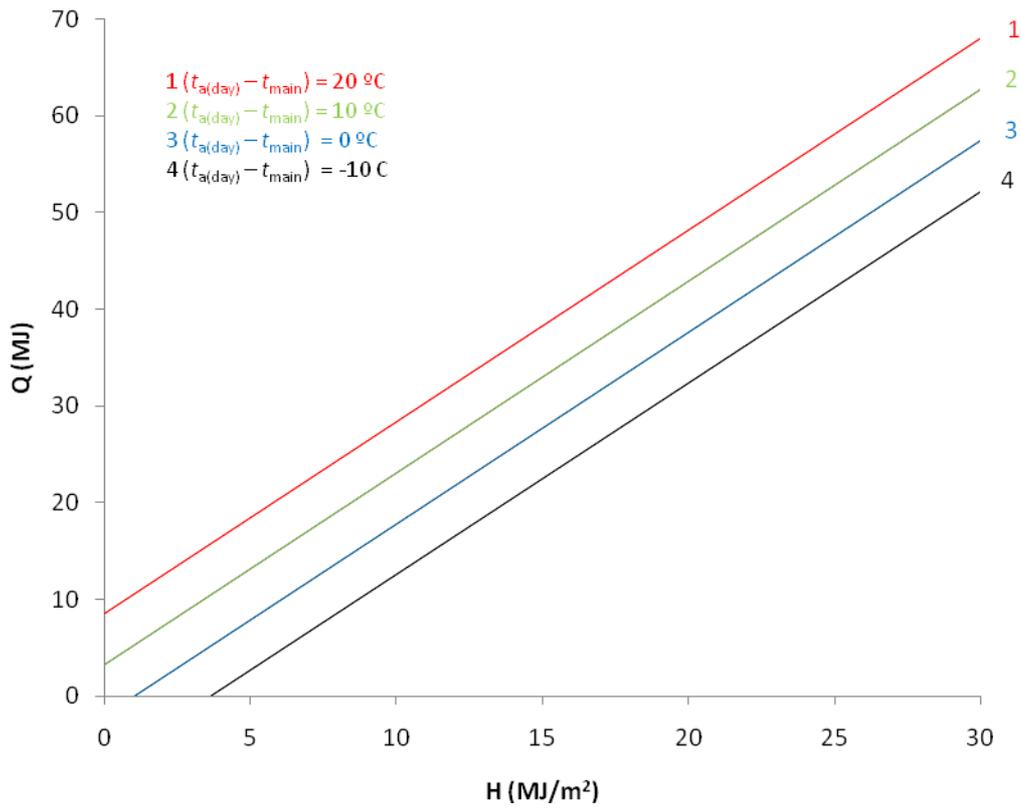


Gráfica 3. Gráfica Q vs H equipo 2

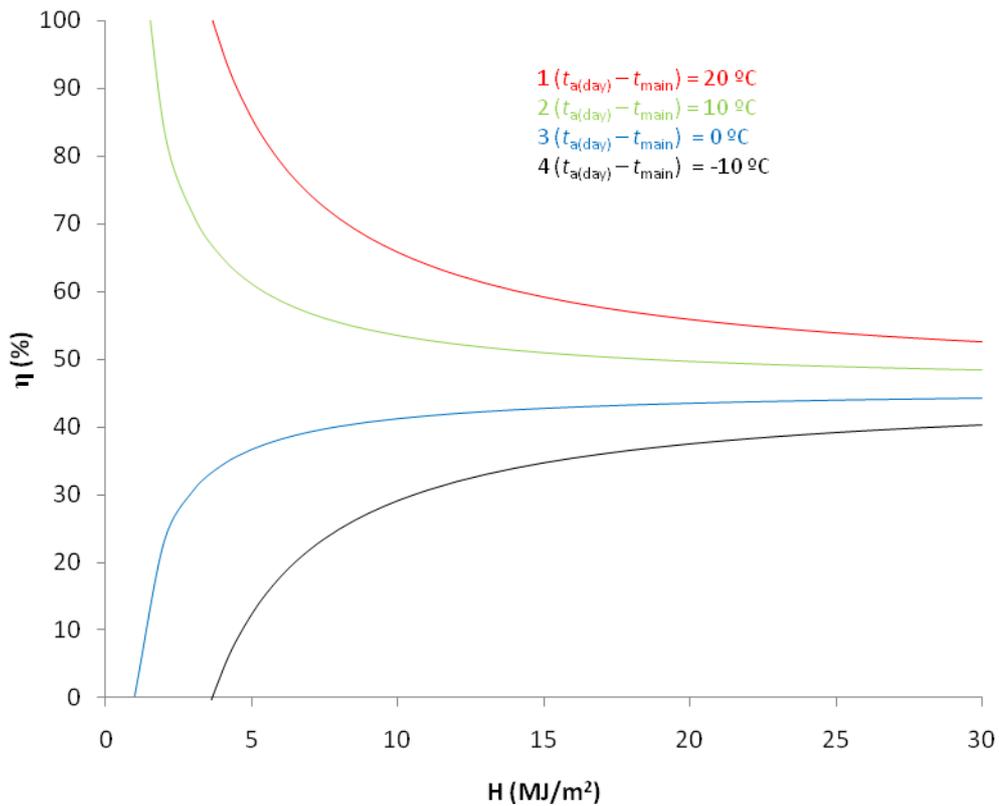


Gráfica 4. Gráfica η vs H equipo 2

- Equipo n°3

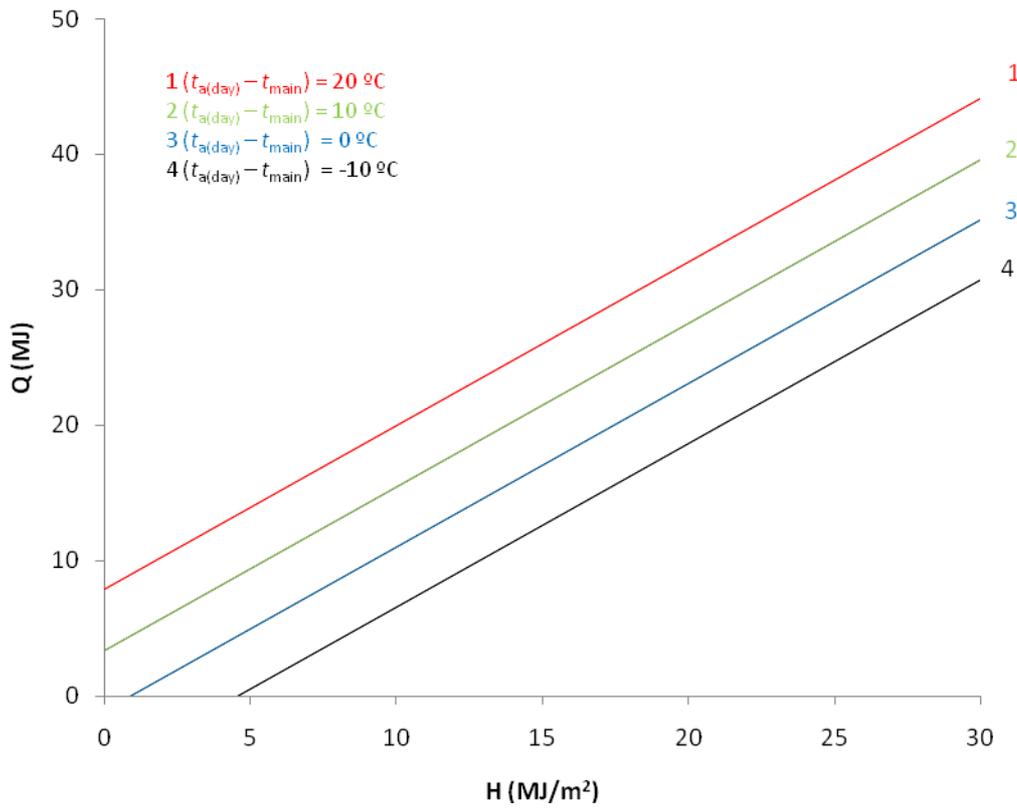


Gráfica 5. Gráfica Q vs H equipo 3

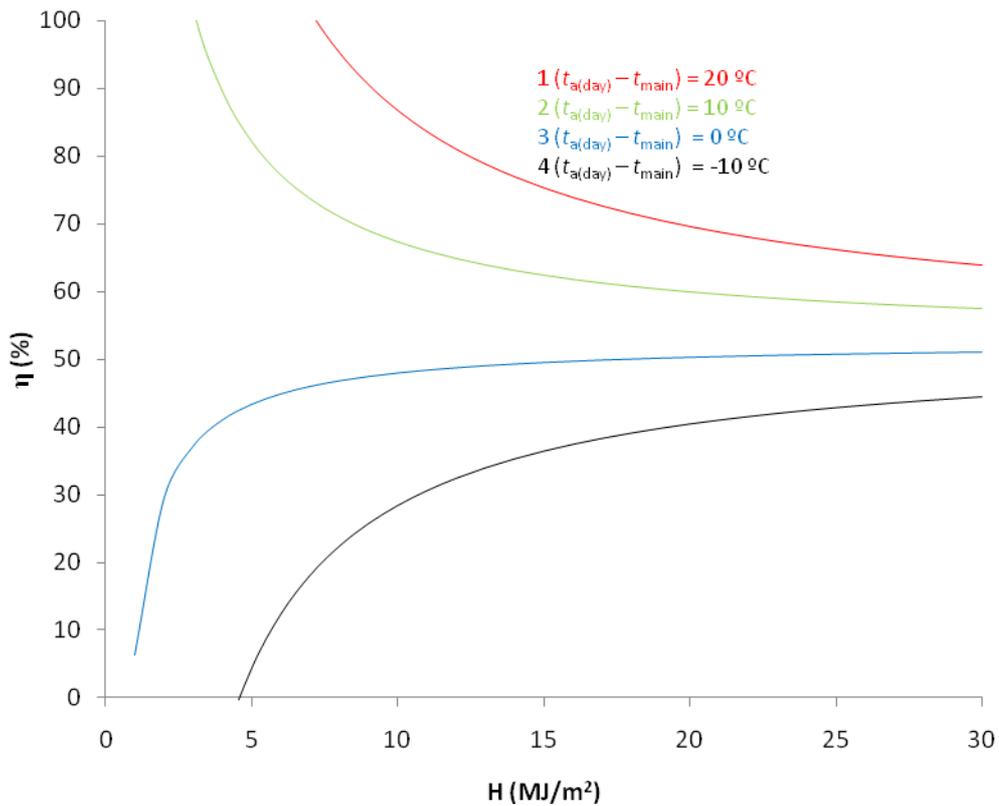


Gráfica 6. Gráfica η vs H equipo 3

- Equipo n°4

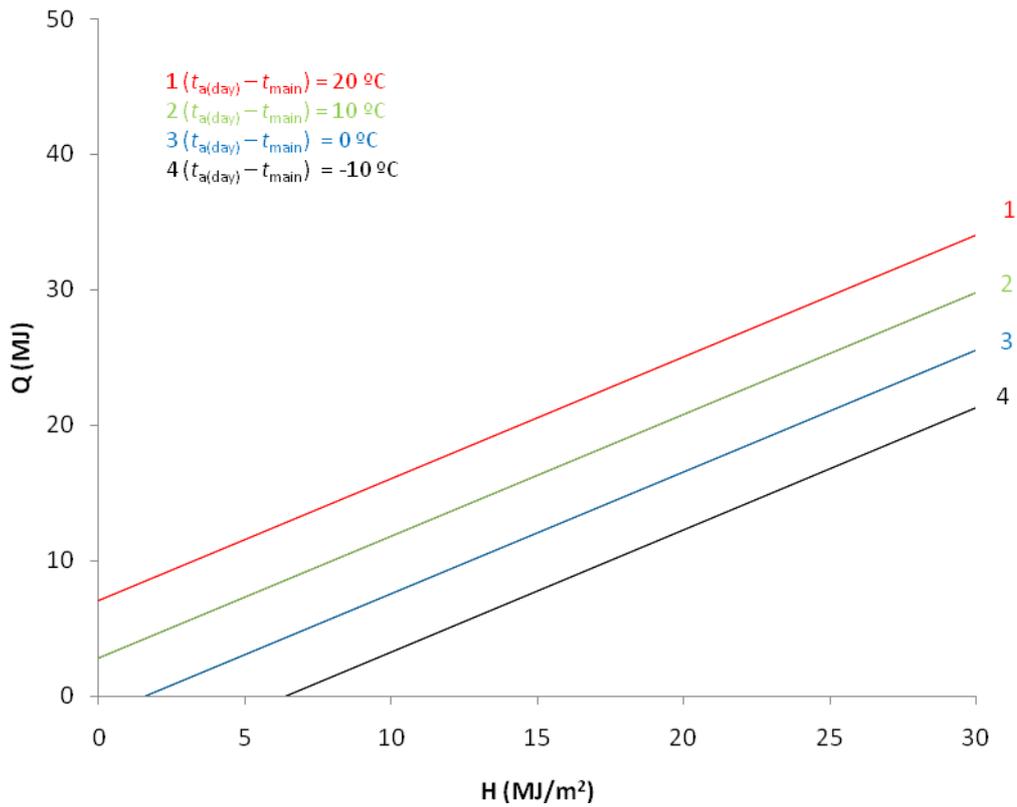


Gráfica 7. Gráfica Q vs H equipo 4

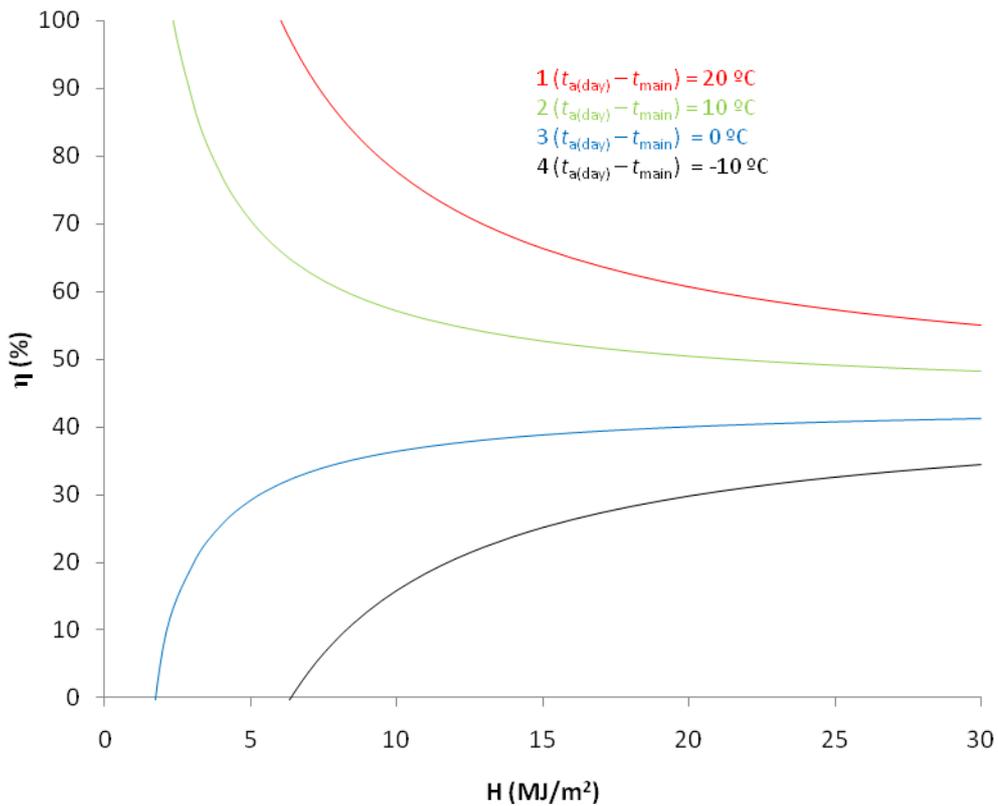


Gráfica 8. Gráfica η vs H equipo 4

- Equipo nº5

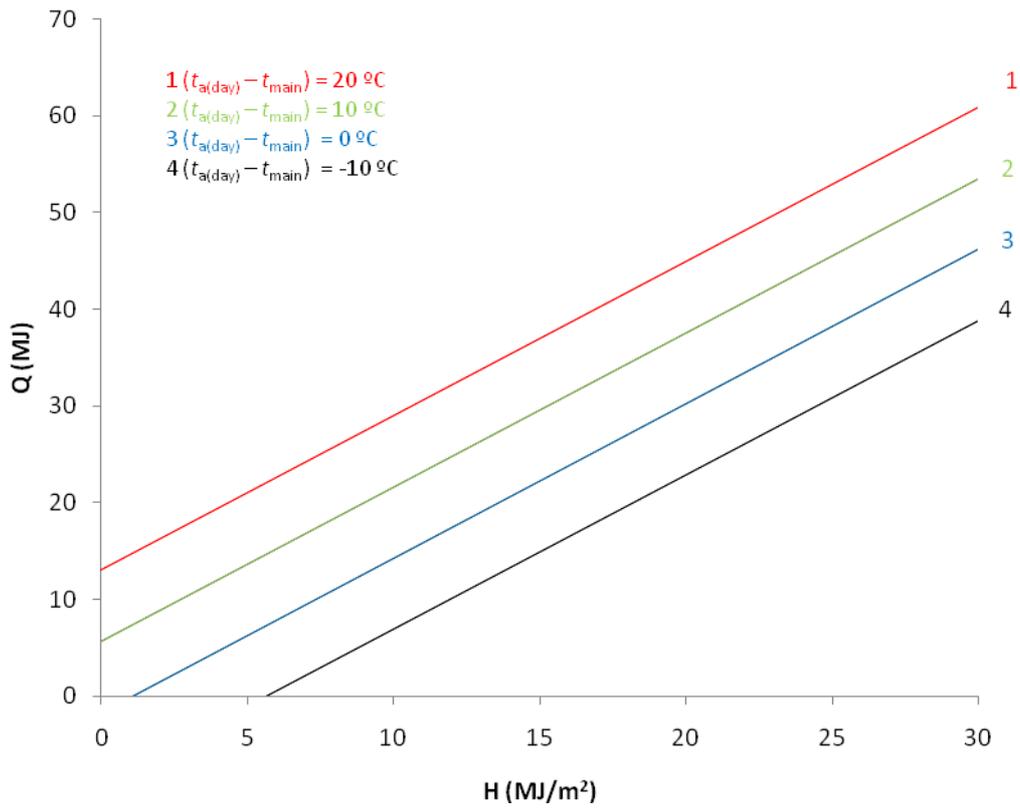


Gráfica 9. Gráfica Q vs H equipo 5

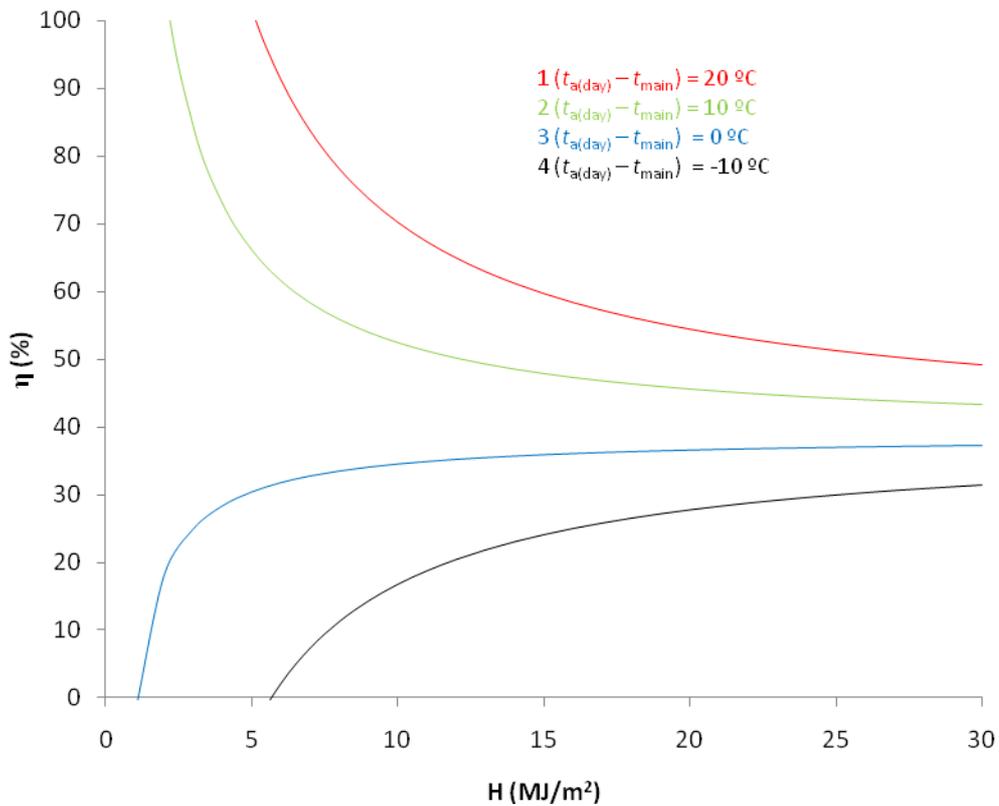


Gráfica 10. Gráfica η vs H equipo 5

- Equipo n°6

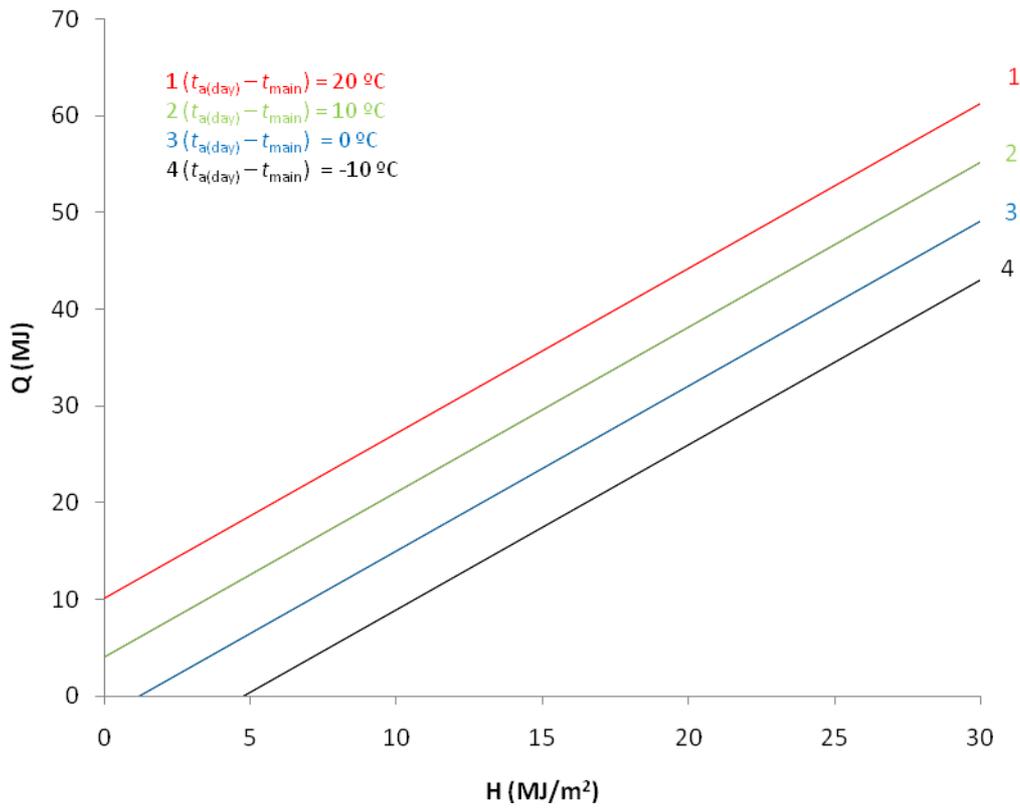


Gráfica 11. Gráfica Q vs H equipo 6

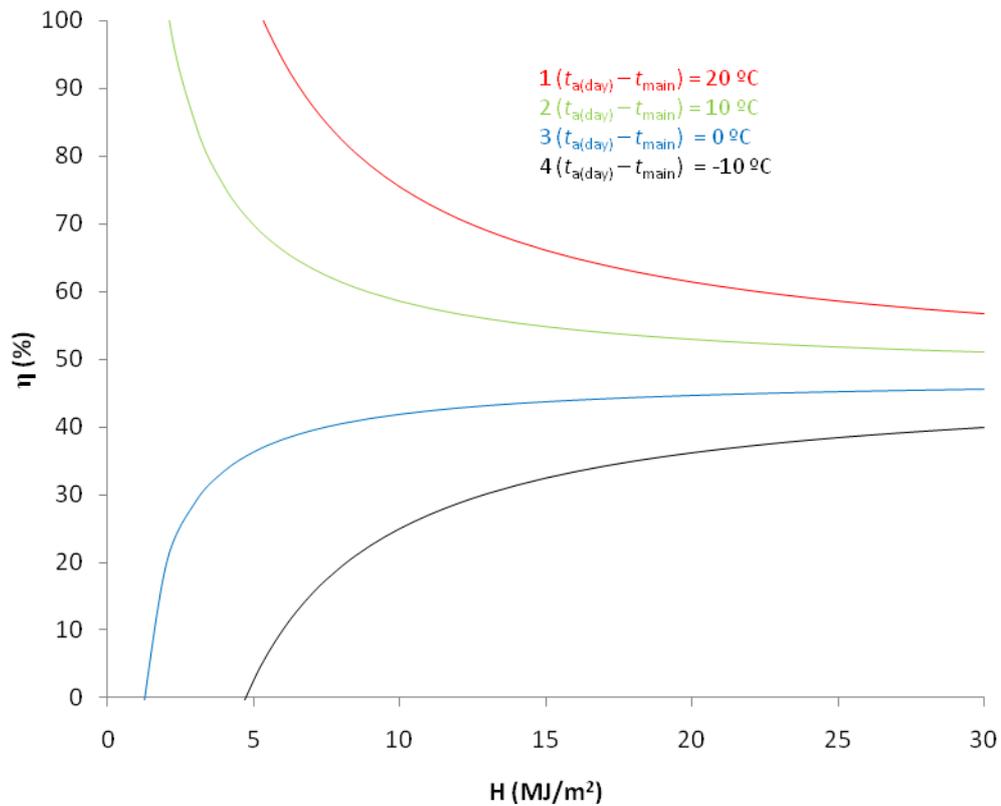


Gráfica 12. Gráfica η vs H equipo 6

- Equipo n°7

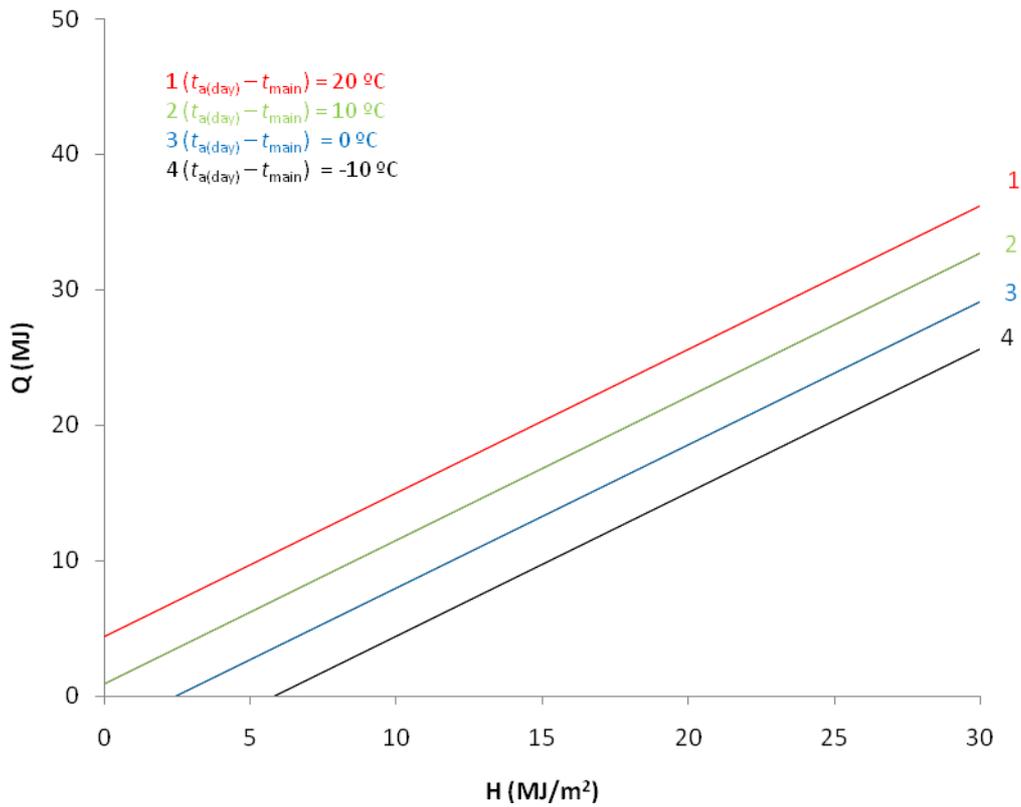


Gráfica 13. Gráfica Q vs H equipo 7

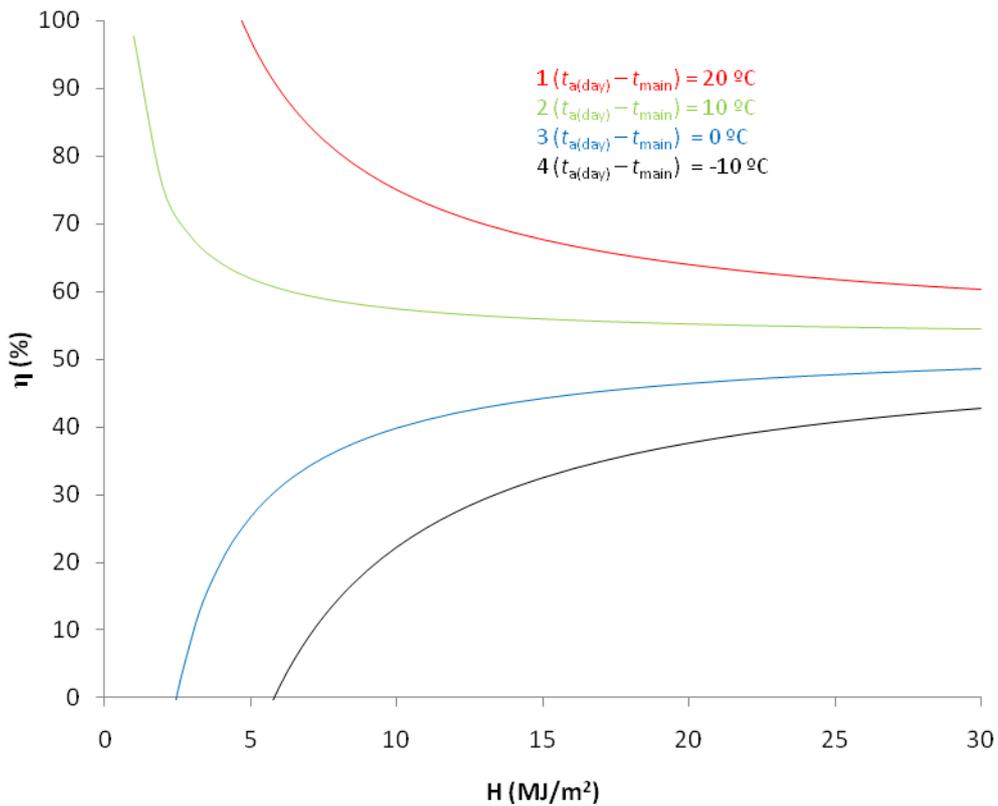


Gráfica 14. Gráfica η vs H equipo 7

- Equipo n°8

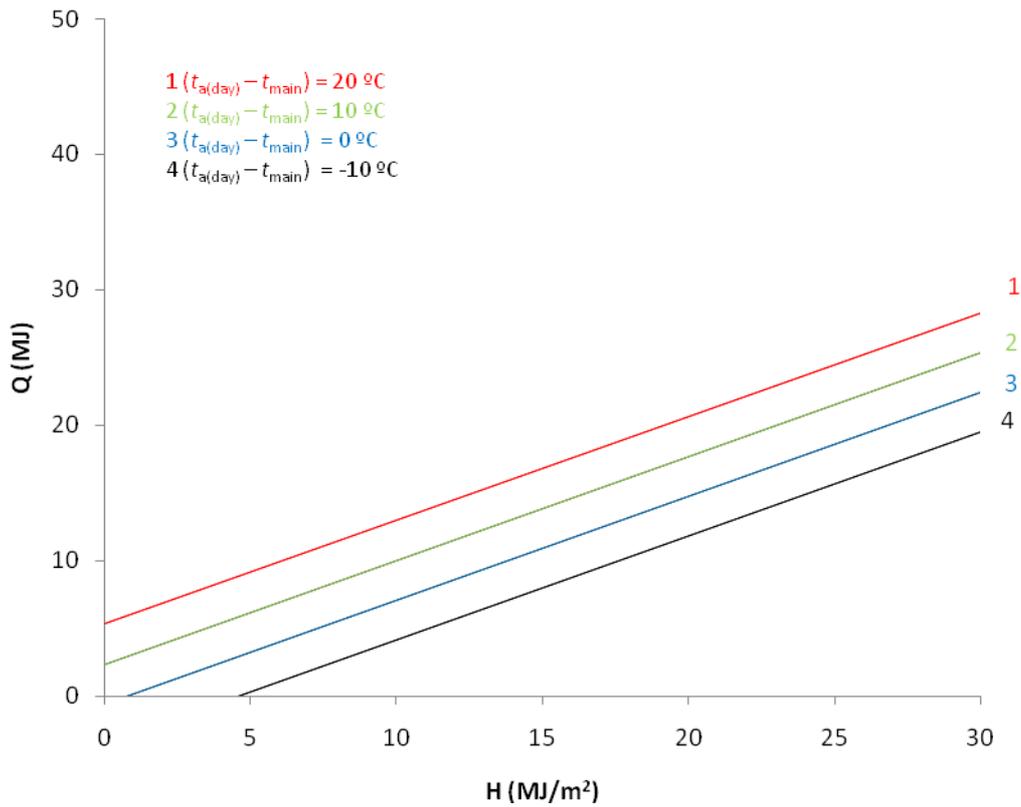


Gráfica 15. Gráfica Q vs H equipo 8

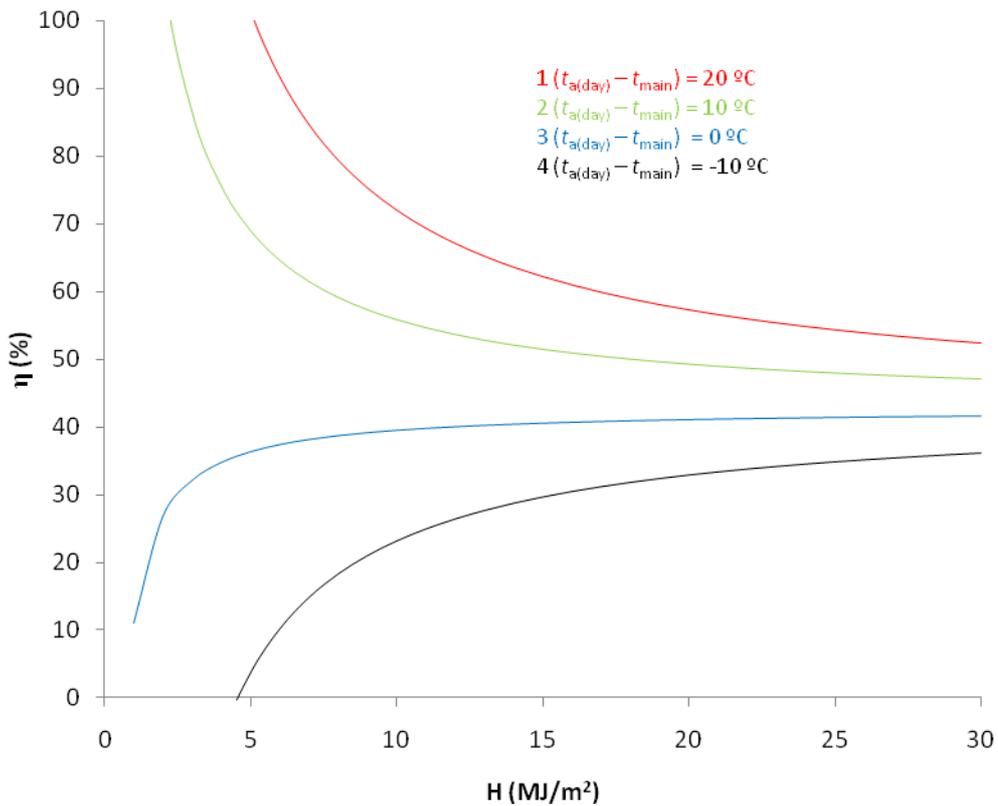


Gráfica 16. Gráfica η vs H equipo 8

- Equipo n°9

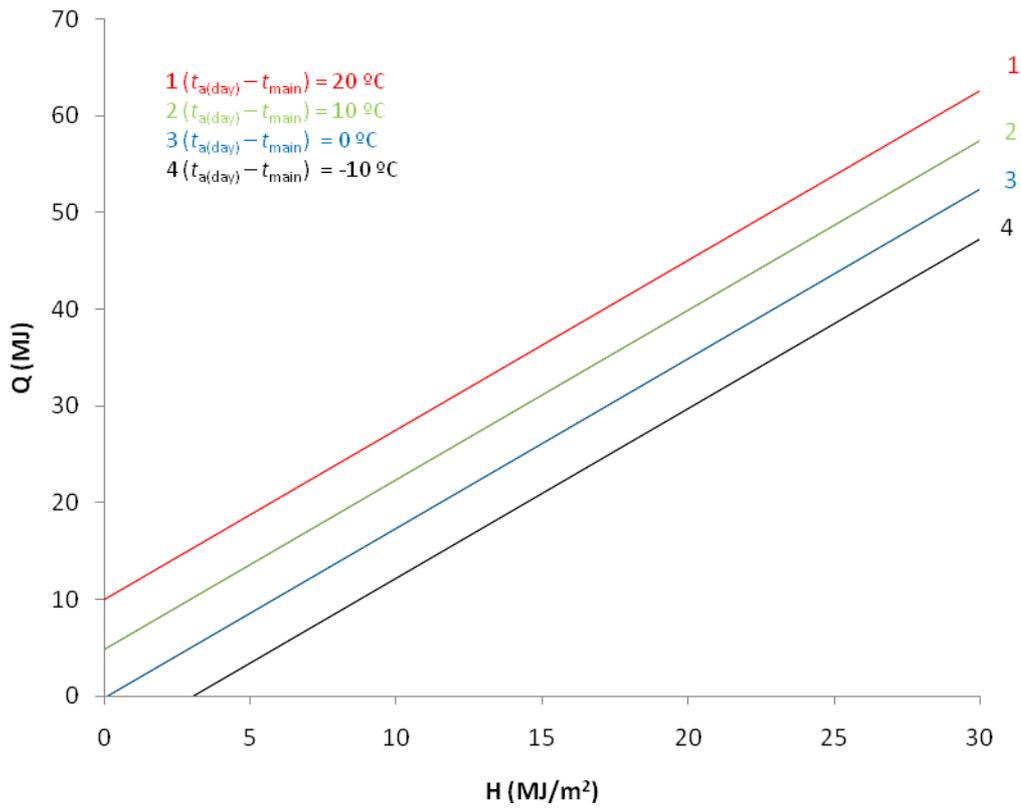


Gráfica 17. Gráfica Q vs H equipo 9

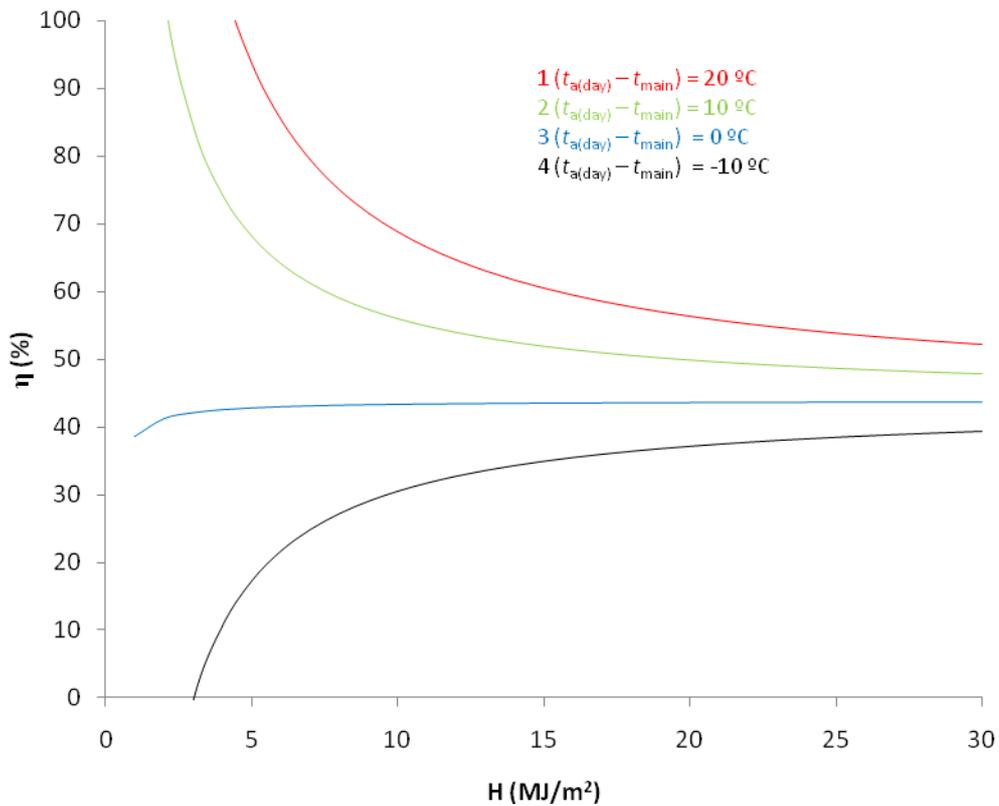


Gráfica 18. Gráfica η vs H equipo 9

- Equipo nº10

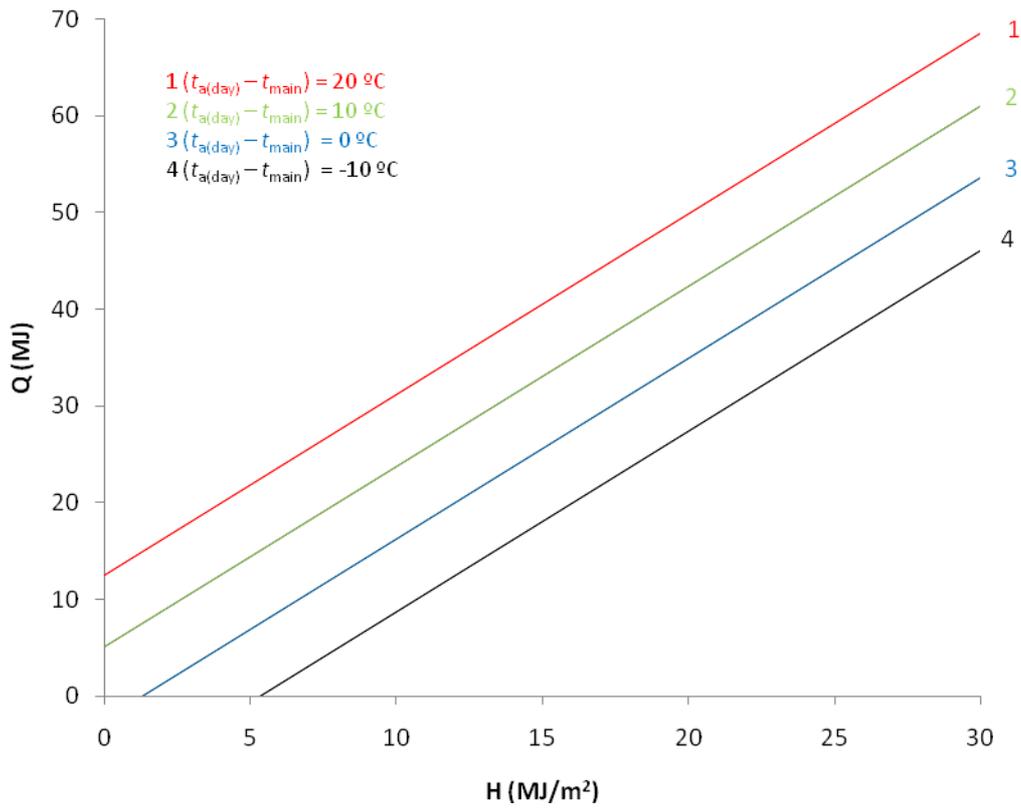


Gráfica 19. Gráfica Q vs H equipo 10

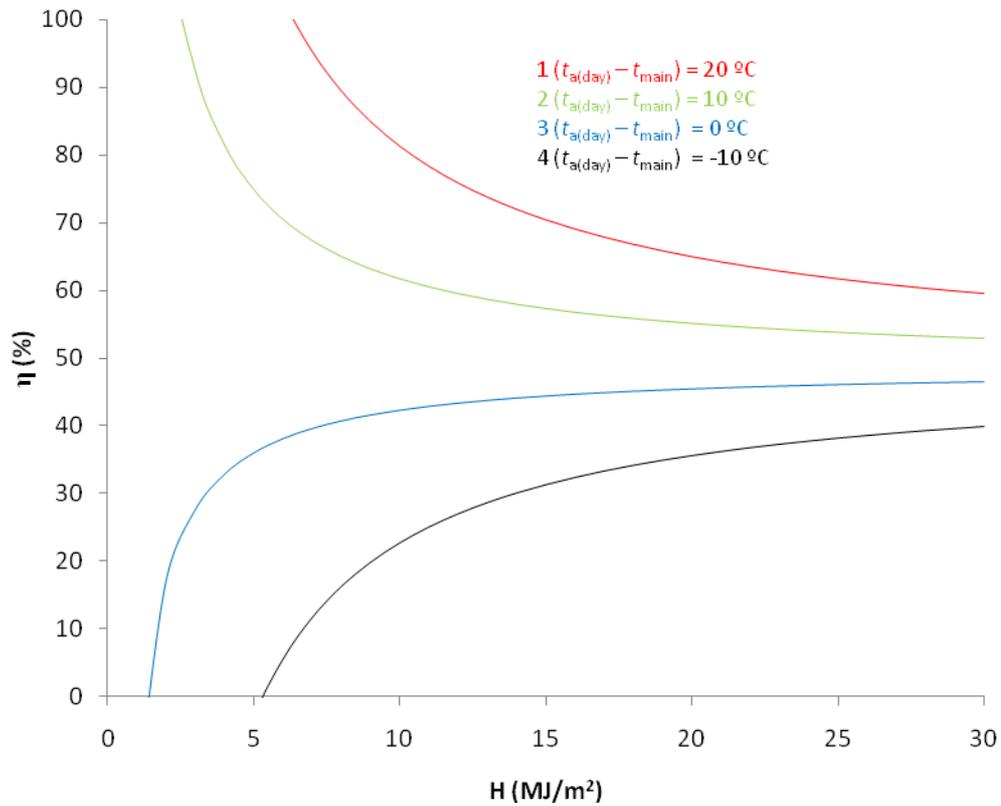


Gráfica 20. Gráfica η vs H equipo 10

- Equipo nº11

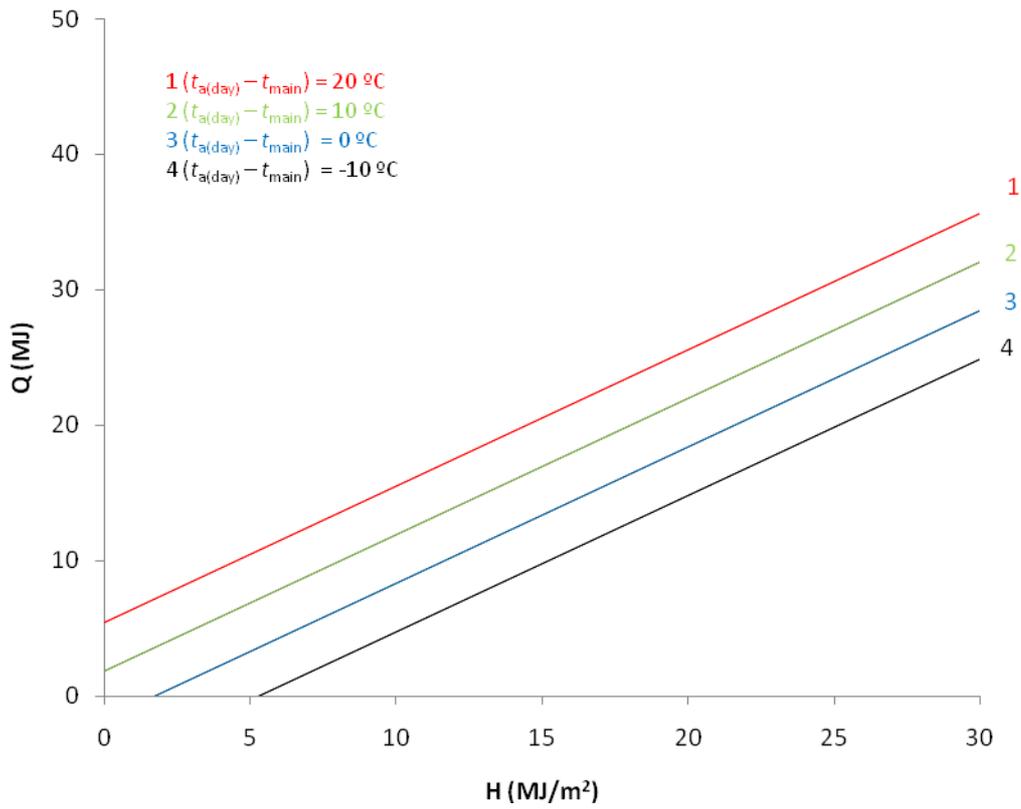


Gráfica 21. Gráfica Q vs H equipo 11

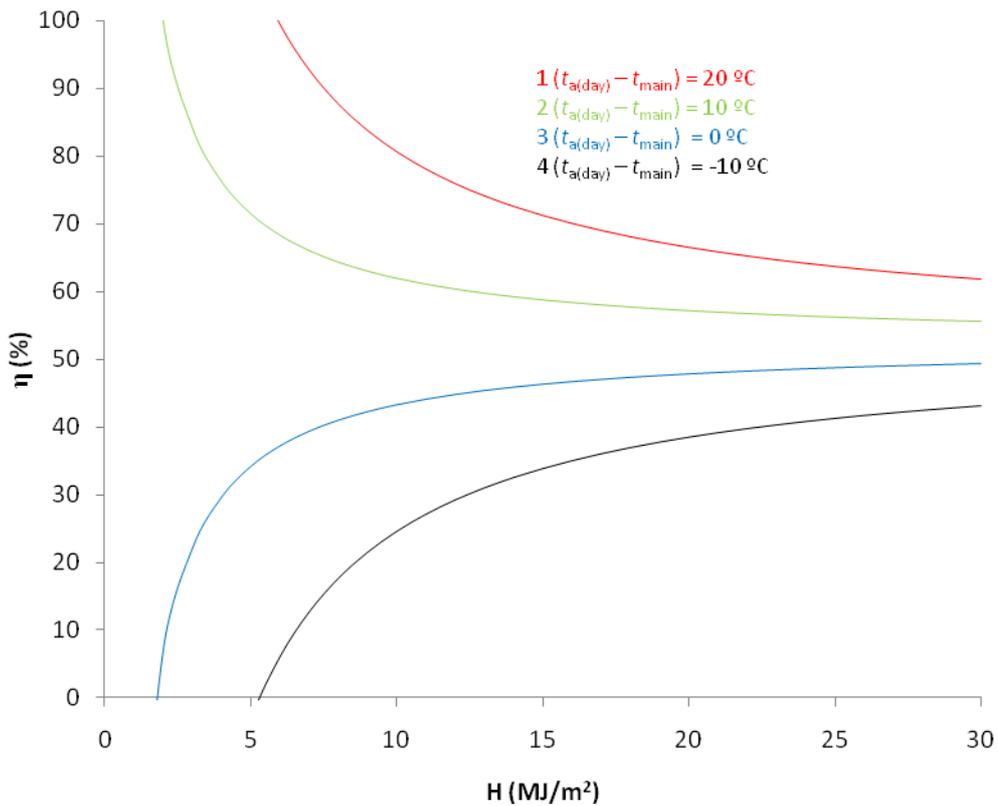


Gráfica 22. Gráfica η vs H equipo 11

- Equipo nº12

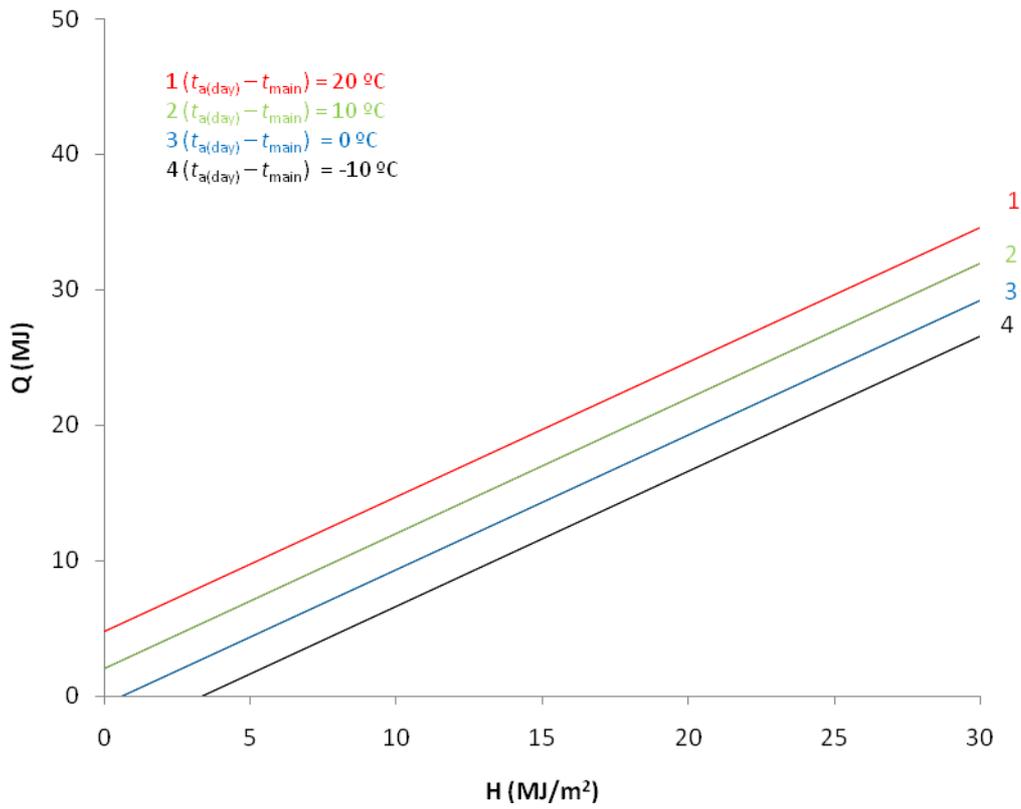


Gráfica 23. Gráfica Q vs H equipo 12

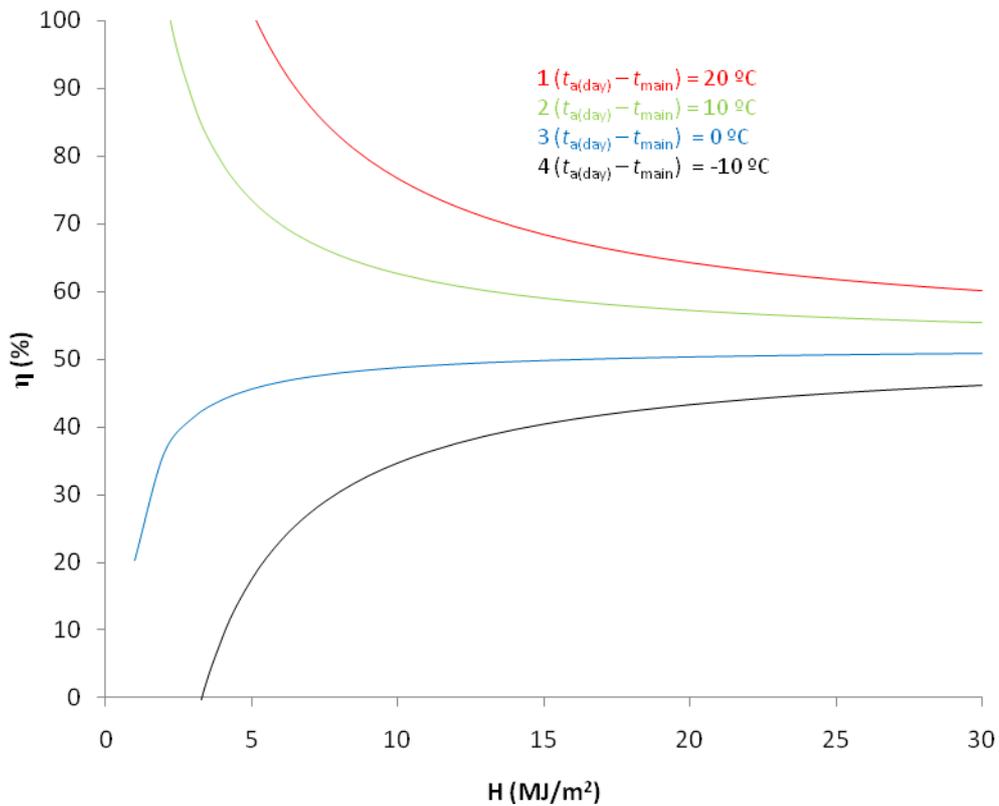


Gráfica 24. Gráfica η vs H equipo 12

- Equipo nº13

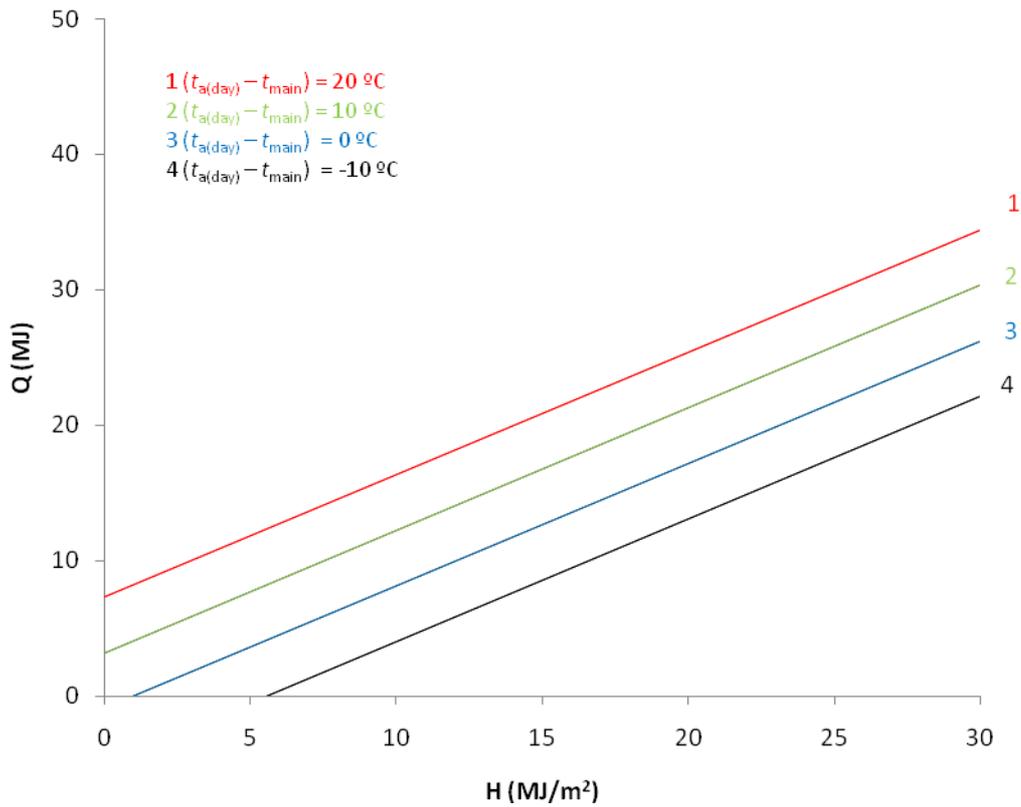


Gráfica 25. Gráfica Q vs H equipo 13

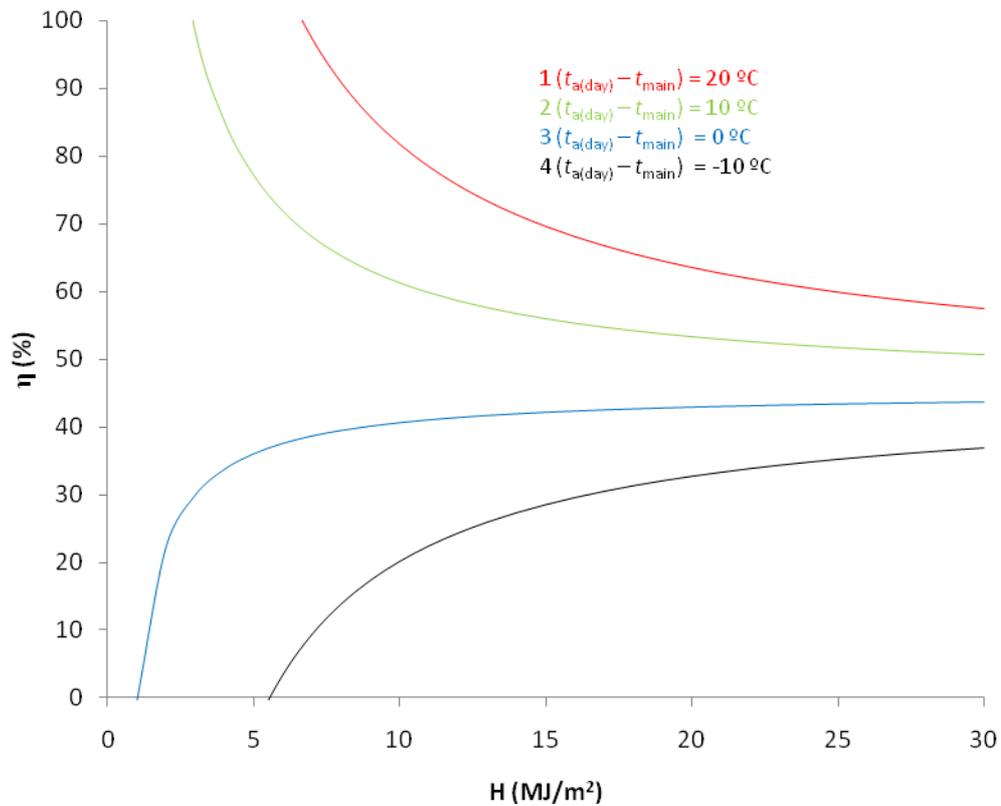


Gráfica 26. Gráfica η vs H equipo 13

- Equipo nº15

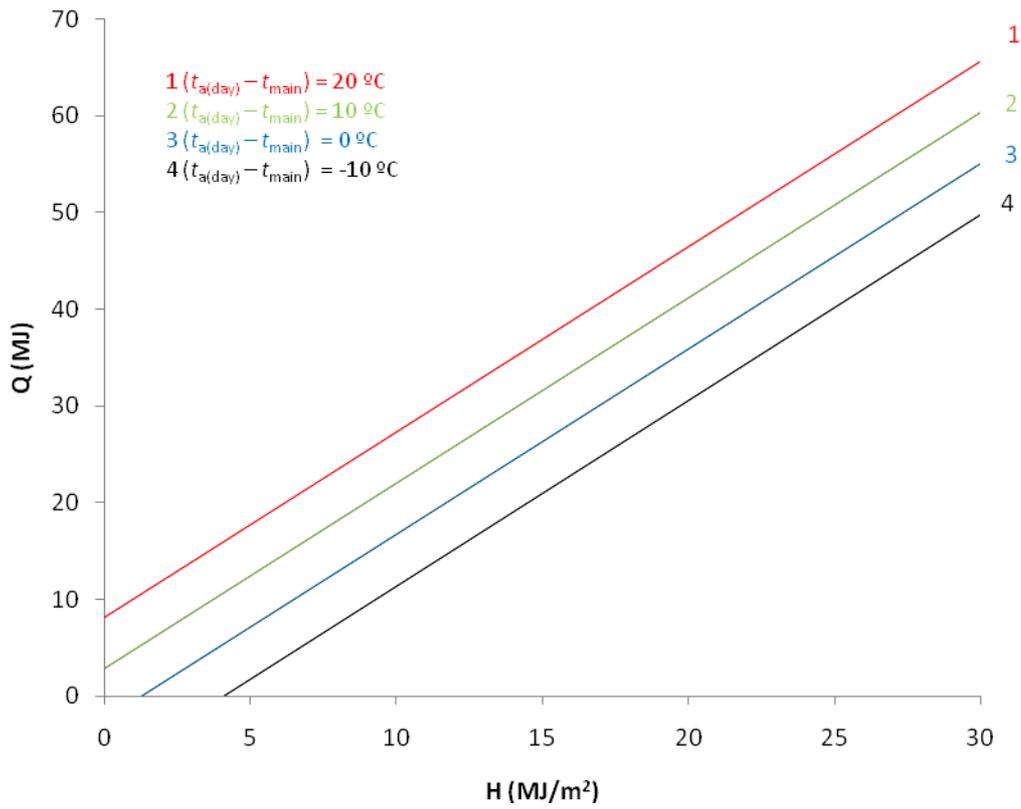


Gráfica 27. Gráfica Q vs H equipo 15

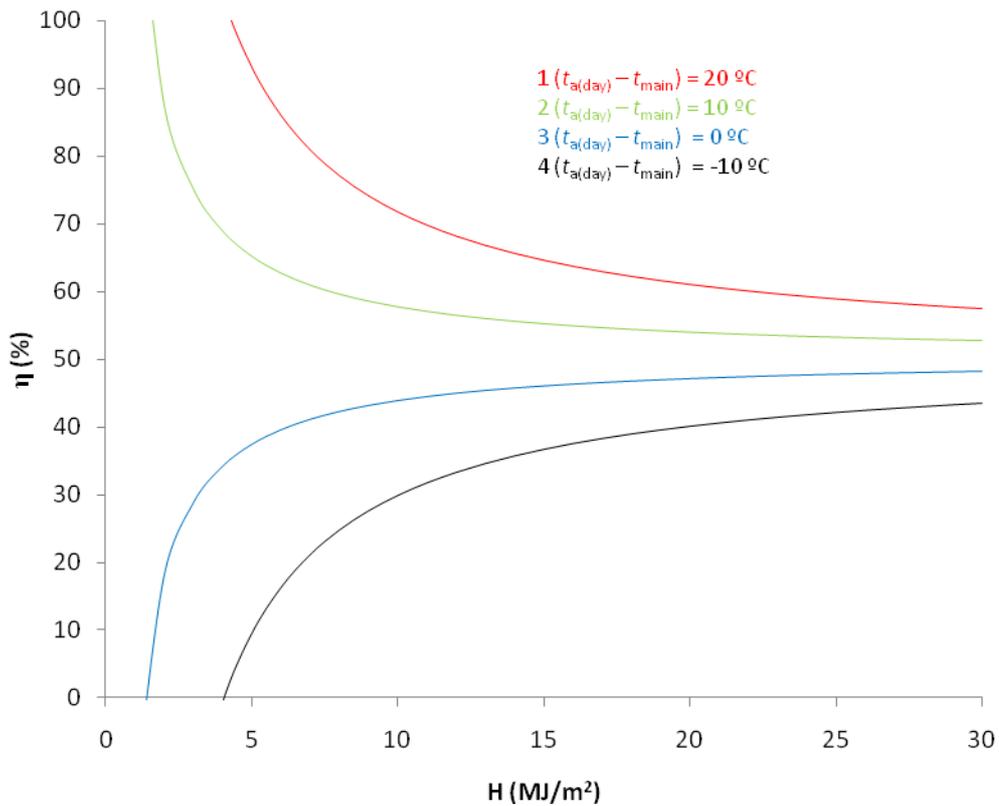


Gráfica 28. Gráfica η vs H equipo 15

- Equipo nº17

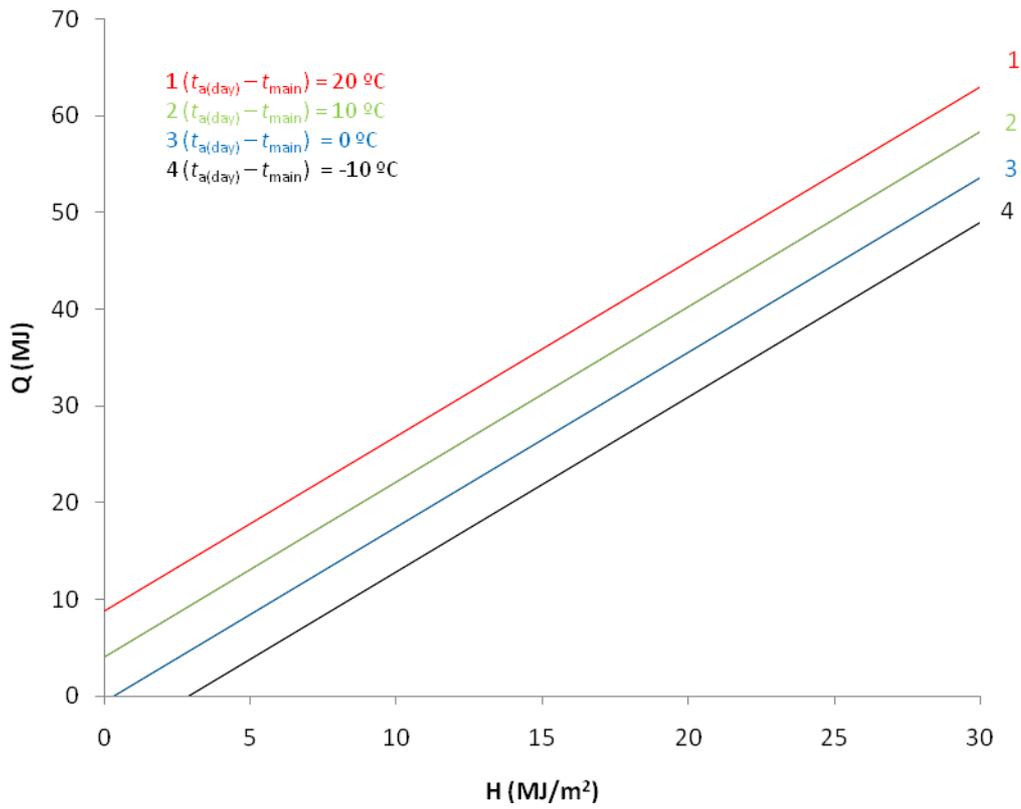


Gráfica 29. Gráfica Q vs H equipo 17

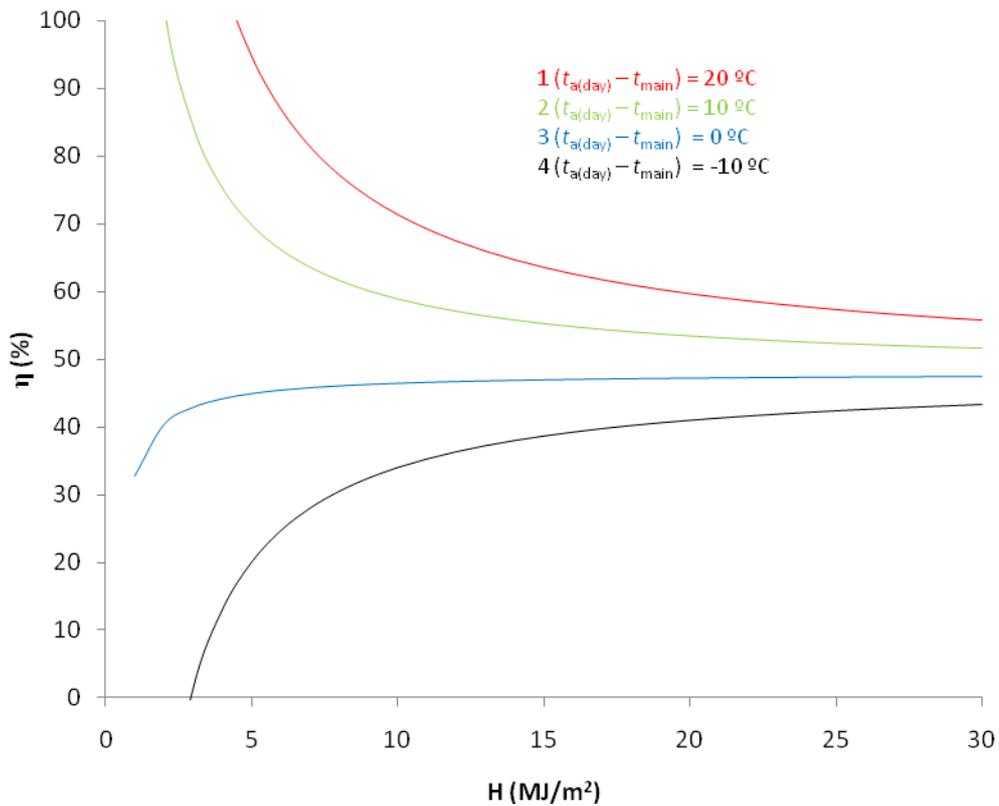


Gráfica 30. Gráfica η vs H equipo 17

- Equipo nº18

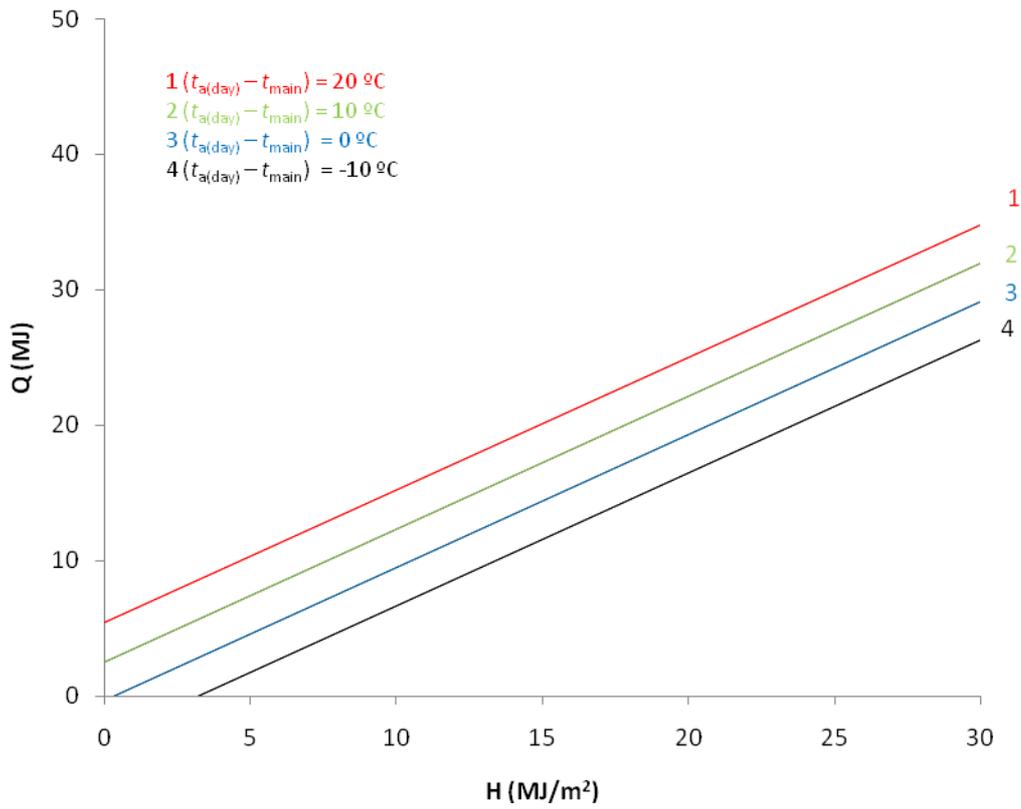


Gráfica 31. Gráfica Q vs H equipo 18

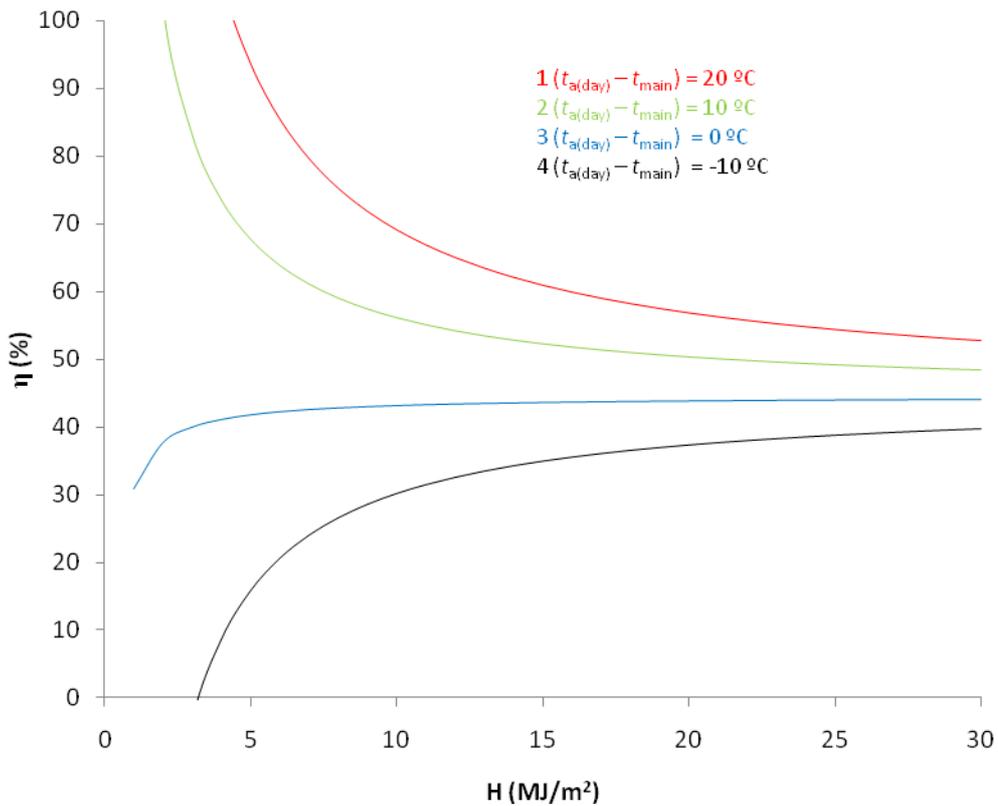


Gráfica 32. Gráfica η vs H equipo 18

- Equipo nº19

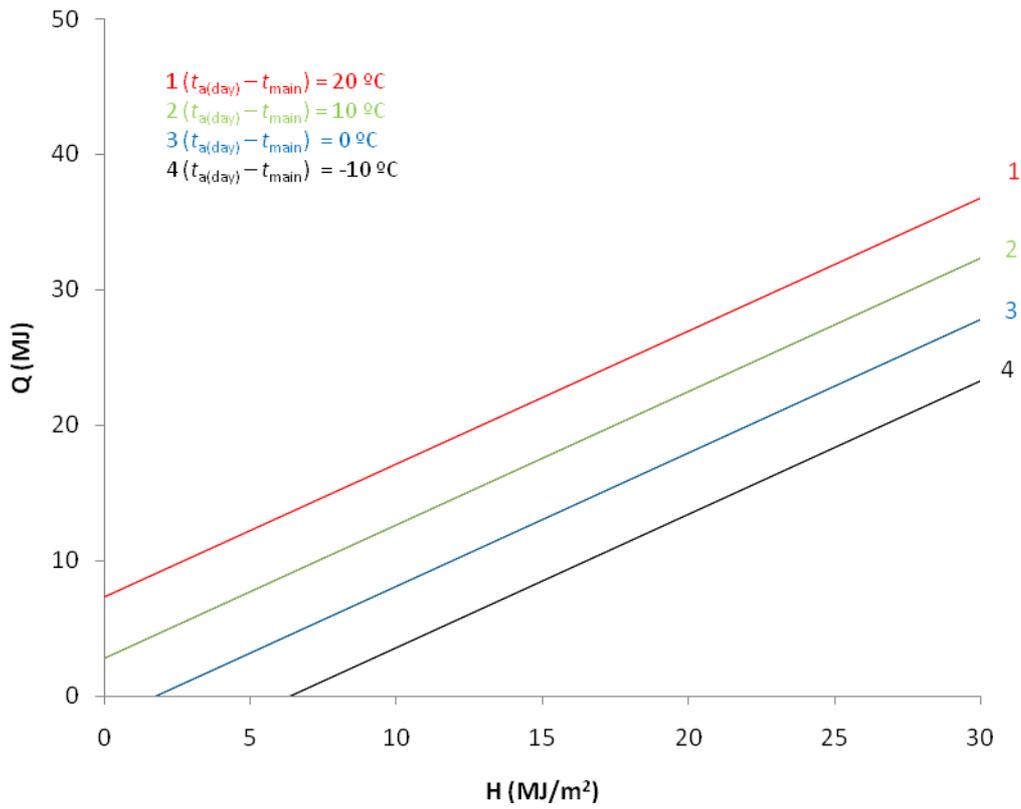


Gráfica 33. Gráfica Q vs H equipo 19

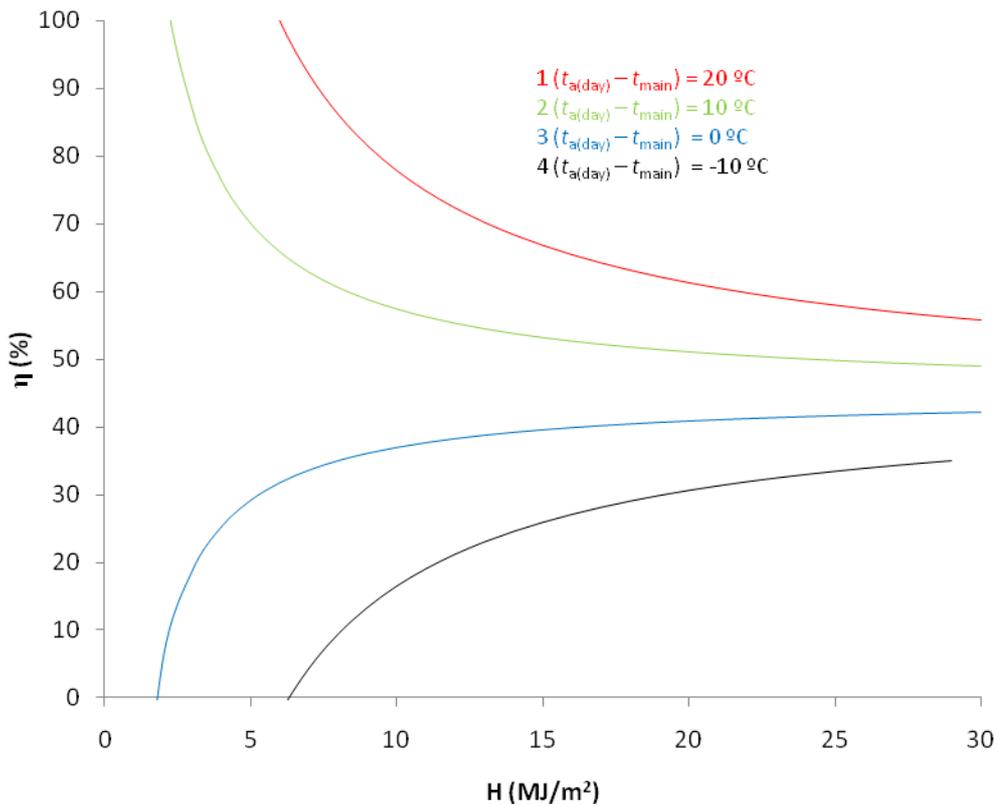


Gráfica 34. Gráfica η vs H equipo 19

- Equipo n°20

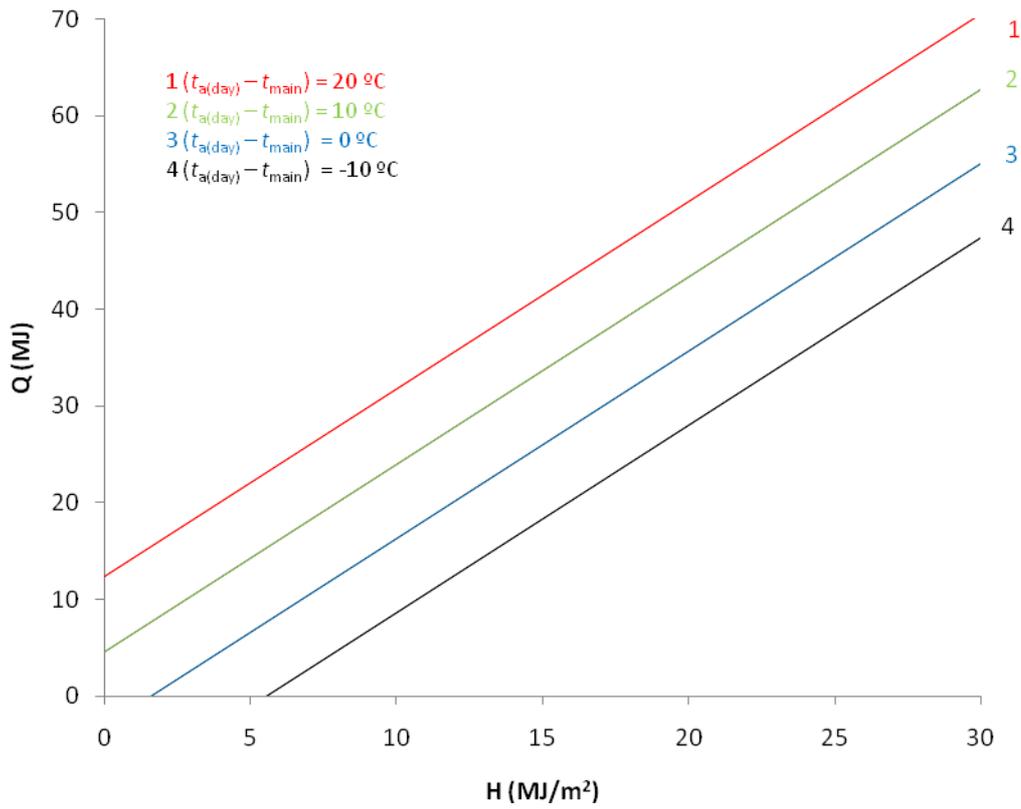


Gráfica 35. Gráfica Q vs H equipo 20

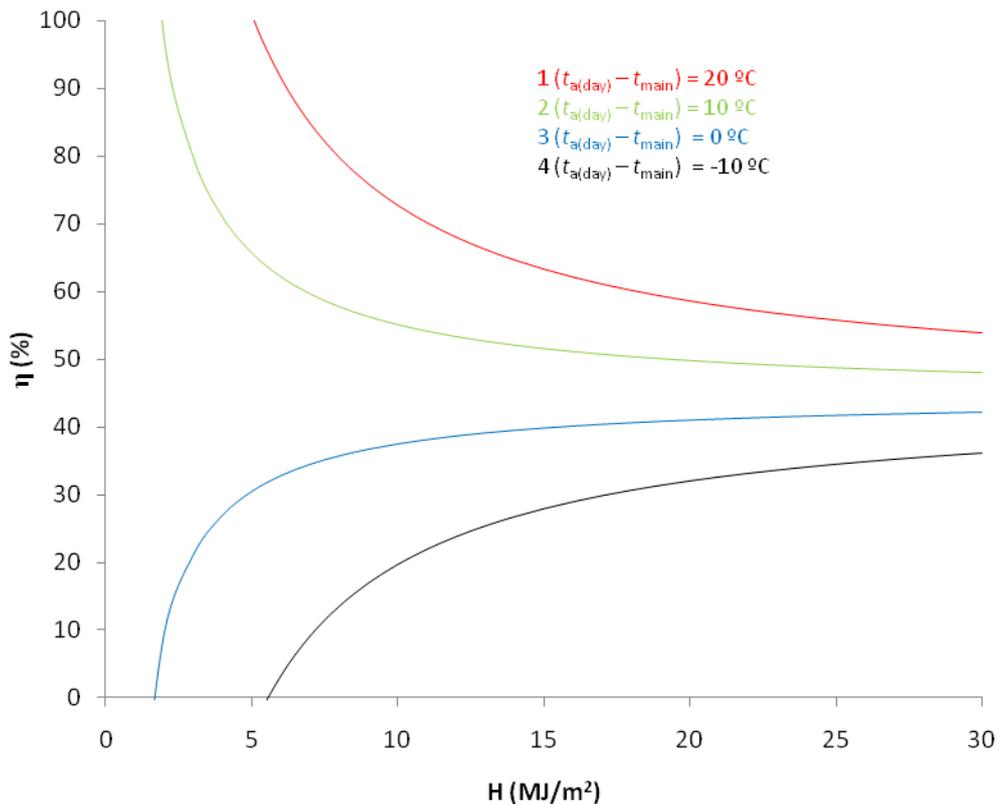


Gráfica 36. Gráfica η vs H equipo 20

- Equipo nº21

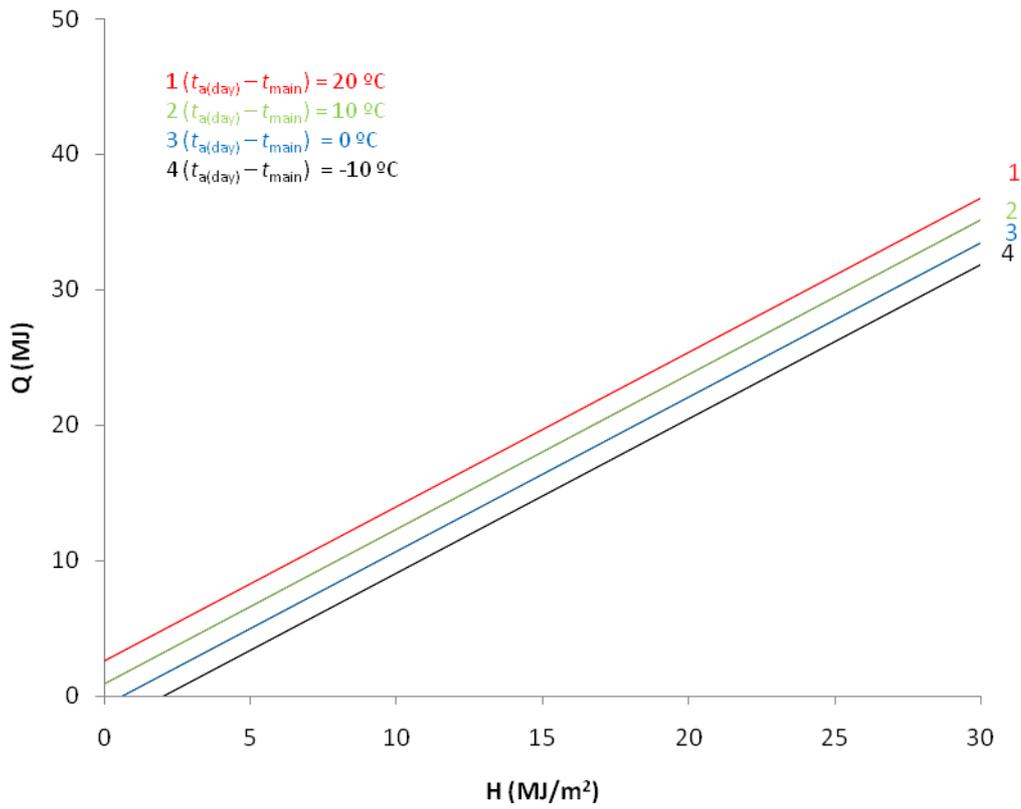


Gráfica 37. Gráfica Q vs H equipo 21

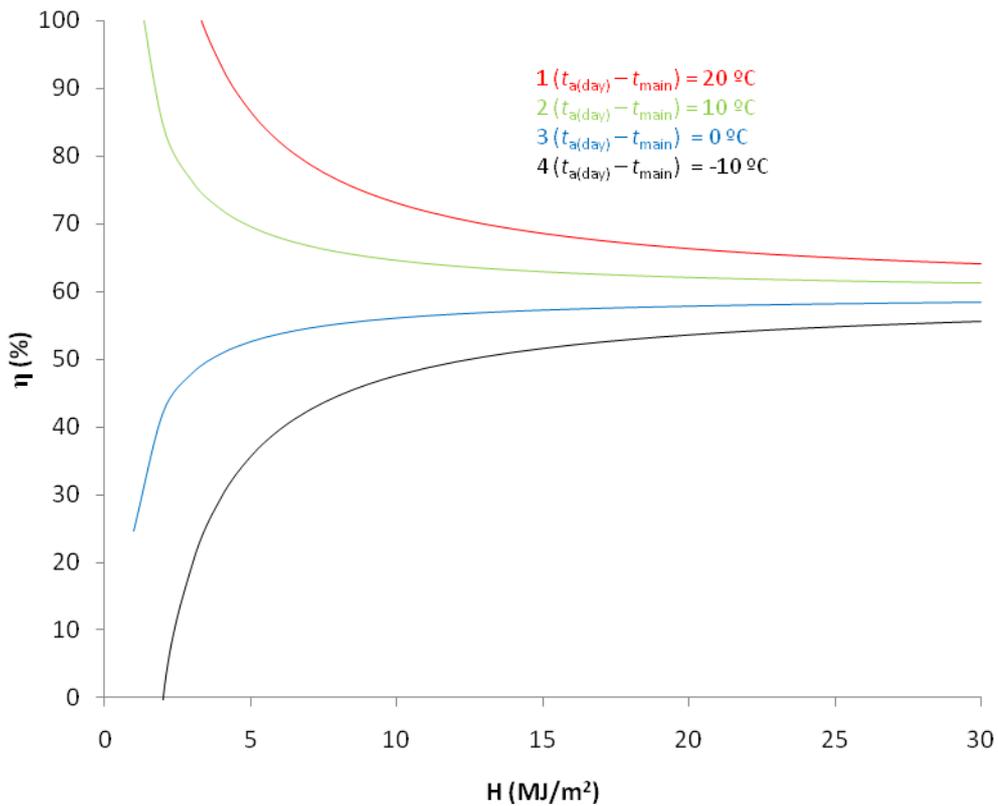


Gráfica 38. Gráfica η vs H equipo 21

- Equipo n°22



Gráfica 39. Gráfica Q vs H equipo 22



Gráfica 40. Gráfica η vs H equipo 22

Mediante éste apartado, es posible obtener la temperatura máxima del agua extraída ($t_{d(max)}$)

Los resultados para obtener el incremento de temperatura ($t_{d(max)} - t_{main}$) se muestran en la siguiente tabla.

Nº equipo	b_1 (m ² K/MJ)	b_2	b_3 (K)	$ub_1 \times 10^{-2}$ (m ² K/MJ)	$ub_2 \times 10^{-2}$	ub_3 (K)
1	0,99	0,49	12,92	7,65	11,16	1,48
2	1,05	0,38	5,86	0,36	0,39	0,07
3	1,55	0,34	2,52	1,15	1,13	0,20
4	1,34	0,49	3,72	1,42	2,34	0,29
5	1,09	0,42	-1,11	0,54	0,50	0,10
6	1,33	0,54	-0,36	0,41	0,27	0,08
7	1,37	0,45	2,84	0,81	0,68	0,16
8	1,21	0,44	1,84	0,65	0,52	0,12
9	1,34	0,47	2,65	0,75	0,62	0,17
10	1,53	0,43	0,56	0,17	0,16	0,03
11	1,39	0,55	5,20	1,83	1,18	0,40
12	1,27	0,48	1,85	0,60	0,60	0,12
13	1,52	0,42	2,62	0,16	0,13	0,03
15	1,09	0,46	0,04	0,18	0,15	0,03
17	1,34	0,41	1,18	0,22	0,25	0,04
18	1,40	0,32	6,74	0,10	0,15	0,02
19	1,64	0,38	1,76	0,11	0,21	0,02
20	1,22	0,56	0,51	1,06	0,86	0,21
21	1,54	0,59	-0,17	1,20	1,05	0,25
22	1,58	0,10	-0,35	0,91	1,41	0,14

Tabla 16 Coeficientes del incremento de la temperatura del agua

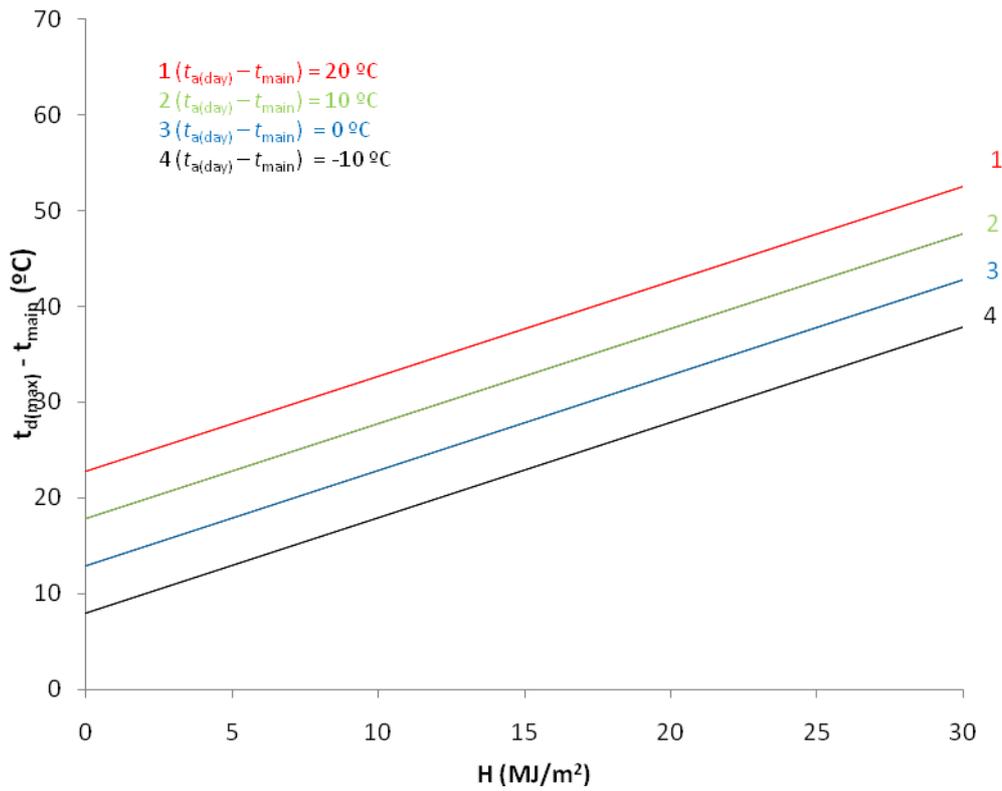
Donde ub_1 , ub_2 y ub_3 son las incertidumbres correspondientes de los parámetros b_1 , b_2 y b_3 respectivamente.

Mediante ésta tabla se puede obtener la temperatura máxima de agua extraída con la ecuación 3 del procedimiento operativo:

Ecuación 3
$$t_{d(max)} - t_{main} = b_1 H + b_2 (t_{a(day)} - t_{main}) + b_3$$

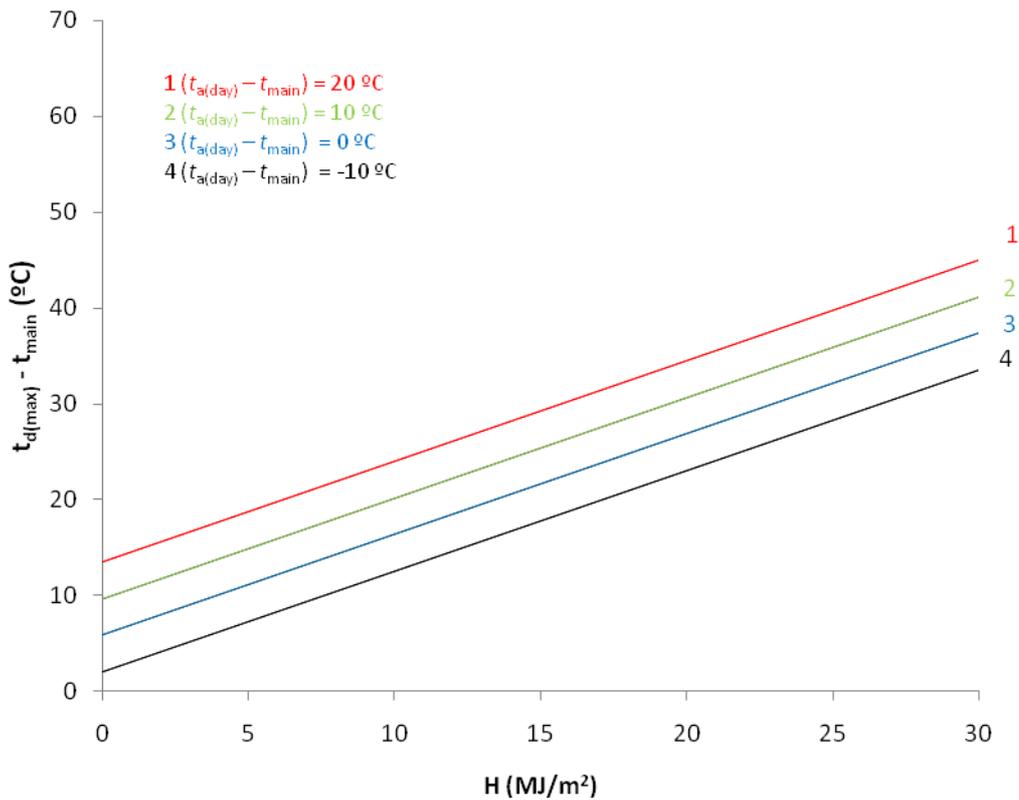
A continuación, se representan las gráfica ($t_{d(max)} - t_{main}$) vs H para todos los sistemas.

- Equipo n°1



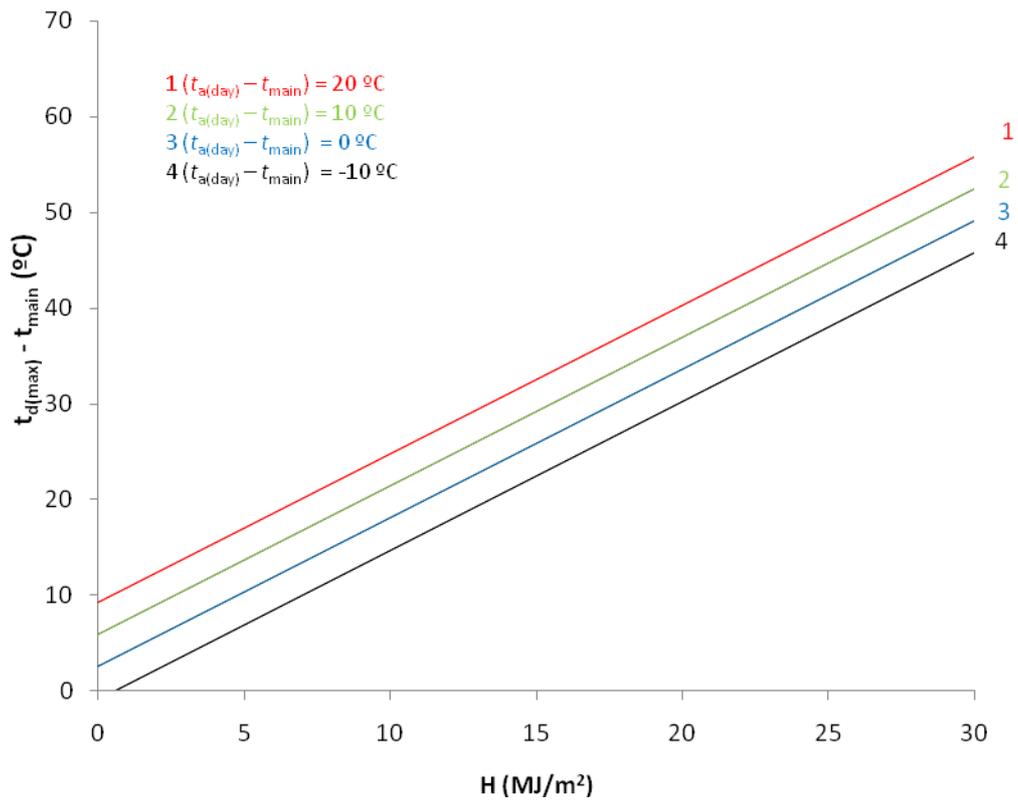
Gráfica 41. Gráfica ($t_{d(\text{max})} - t_{\text{main}}$) vs H equipo 1

- Equipo n°2



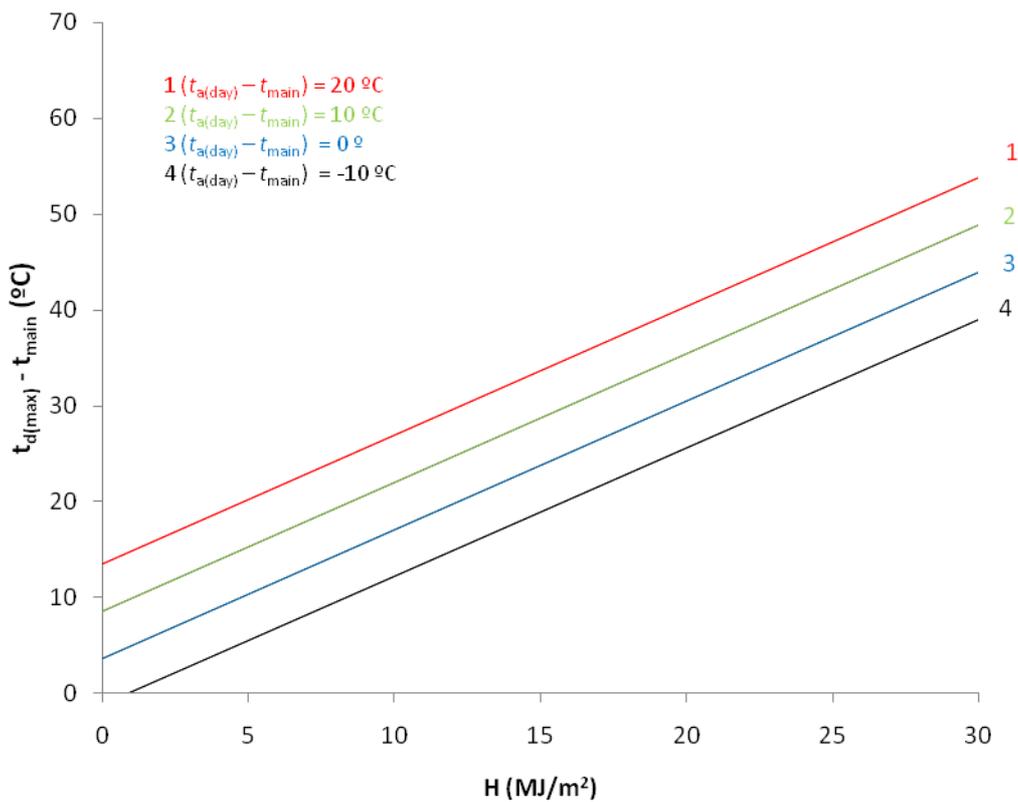
Gráfica 42. Gráfica ($t_{d(\text{max})} - t_{\text{main}}$) vs H equipo 2

- Equipo n°3



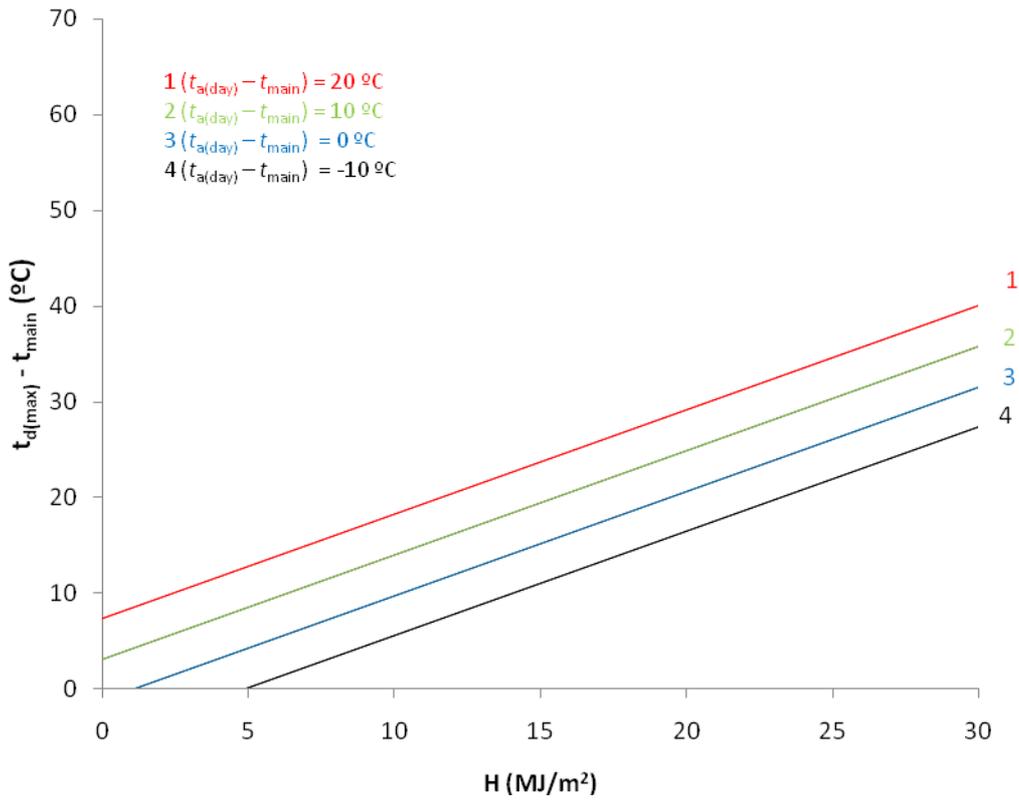
Gráfica 43. Gráfica ($t_{d(\text{max})} - t_{\text{main}}$) vs H equipo 3

- Equipo n°4



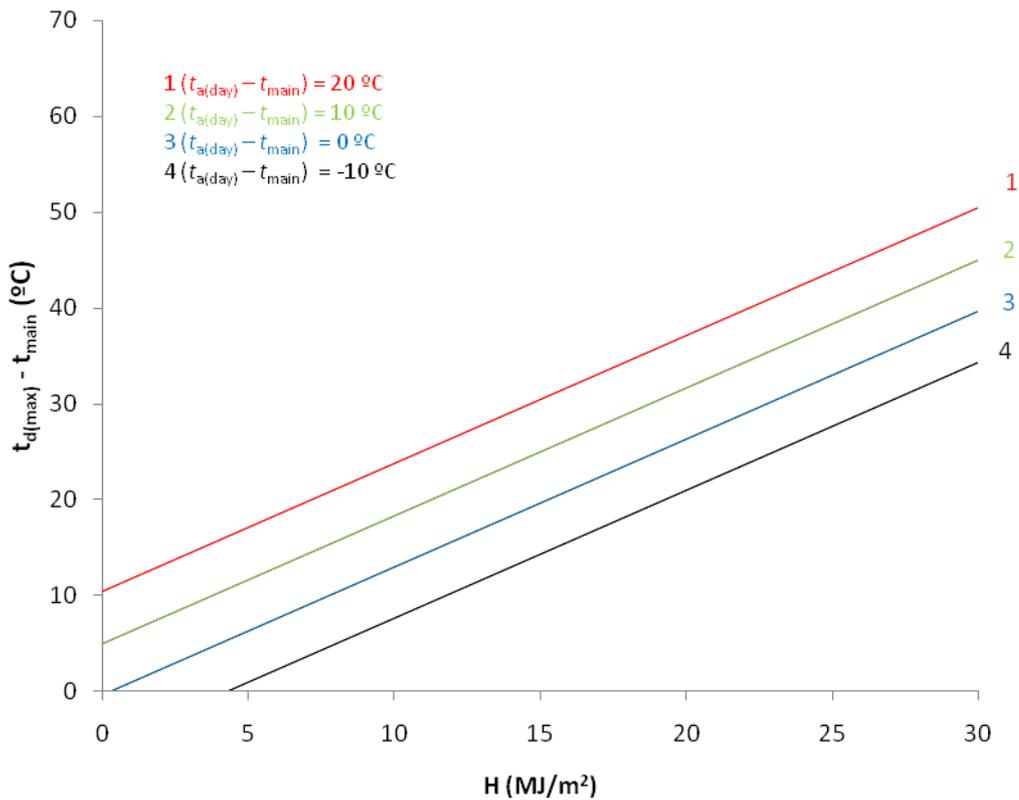
Gráfica 44. Gráfica ($t_{d(\text{max})} - t_{\text{main}}$) vs H equipo 4

- Equipo n°5



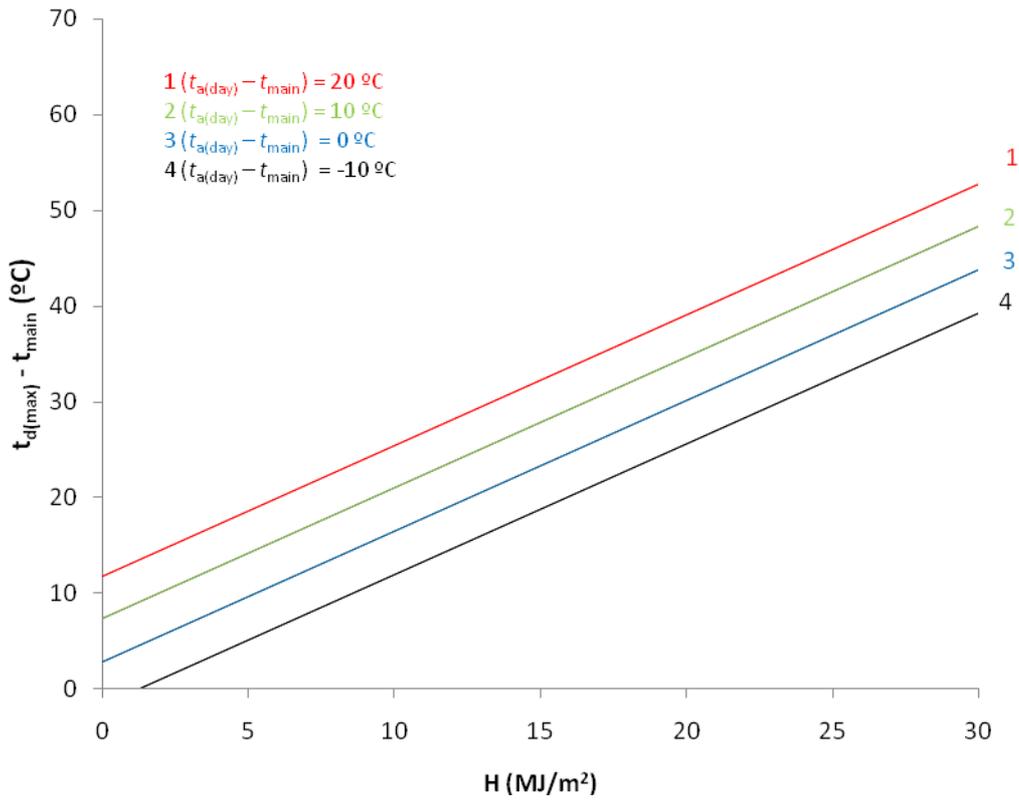
Gráfica 45. Gráfica ($t_{d(\text{max})} - t_{\text{main}}$) vs H equipo 5

- Equipo n°6



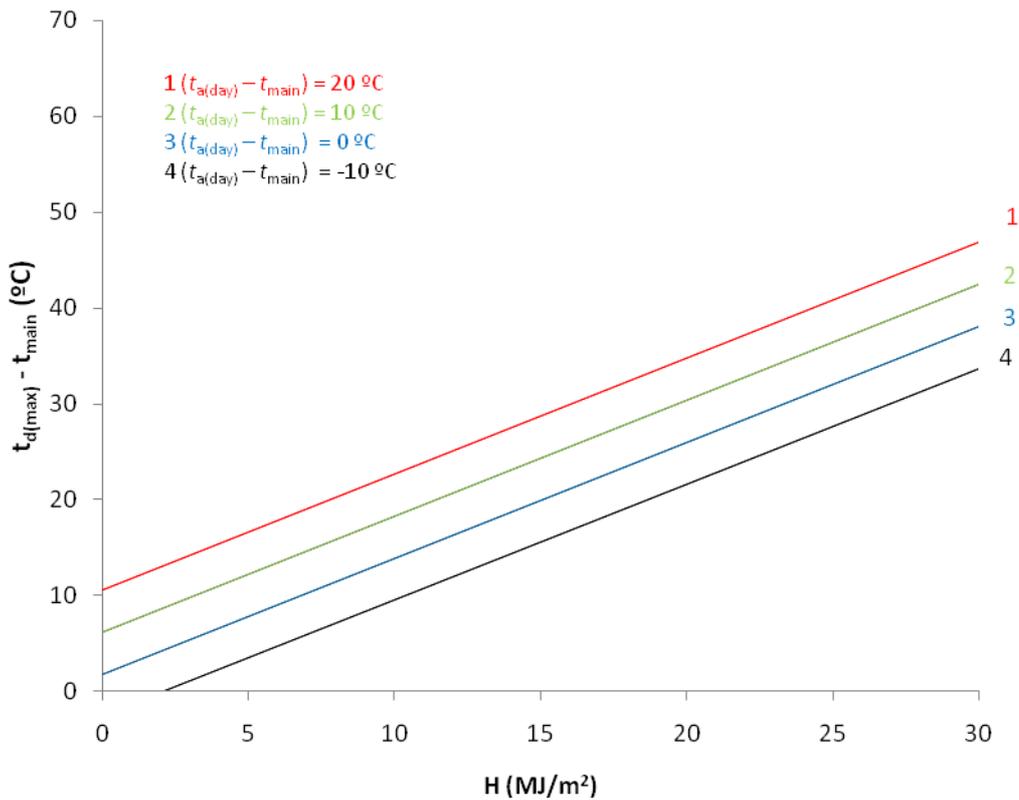
Gráfica 46. Gráfica ($t_{d(\text{max})} - t_{\text{main}}$) vs H equipo 6

- Equipo n°7



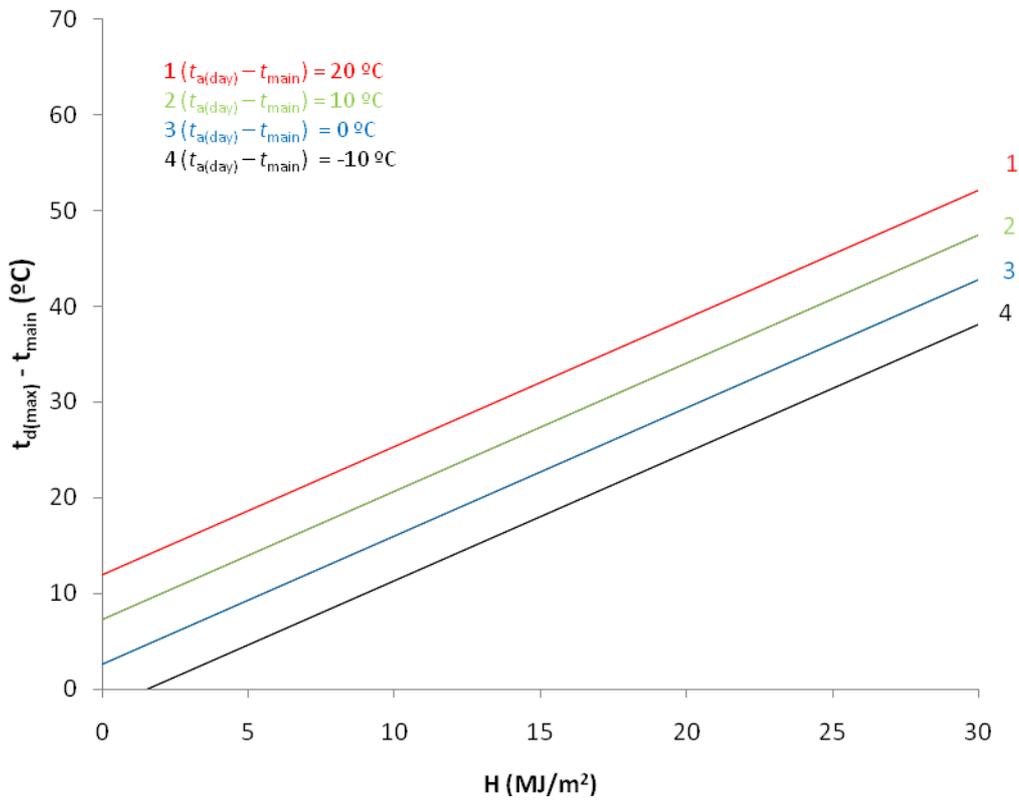
Gráfica 47. Gráfica ($t_{d(\text{max})} - t_{\text{main}}$) vs H equipo 7

- Equipo n°8



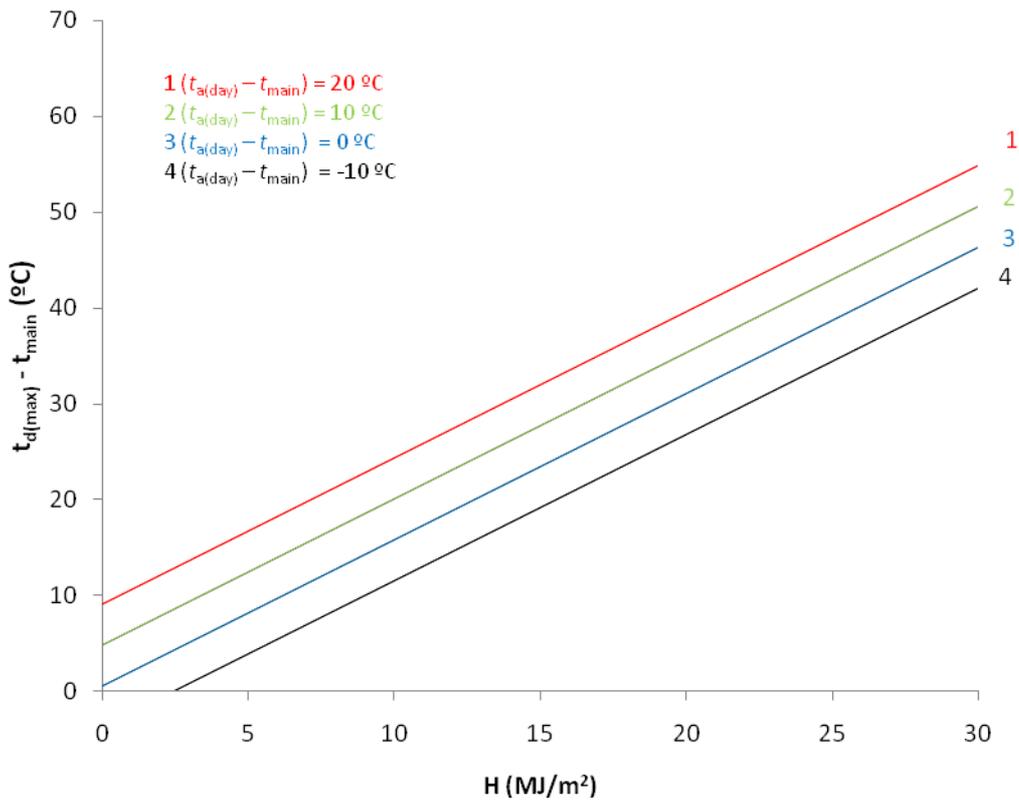
Gráfica 48. Gráfica ($t_{d(\text{max})} - t_{\text{main}}$) vs H equipo 8

- Equipo nº9



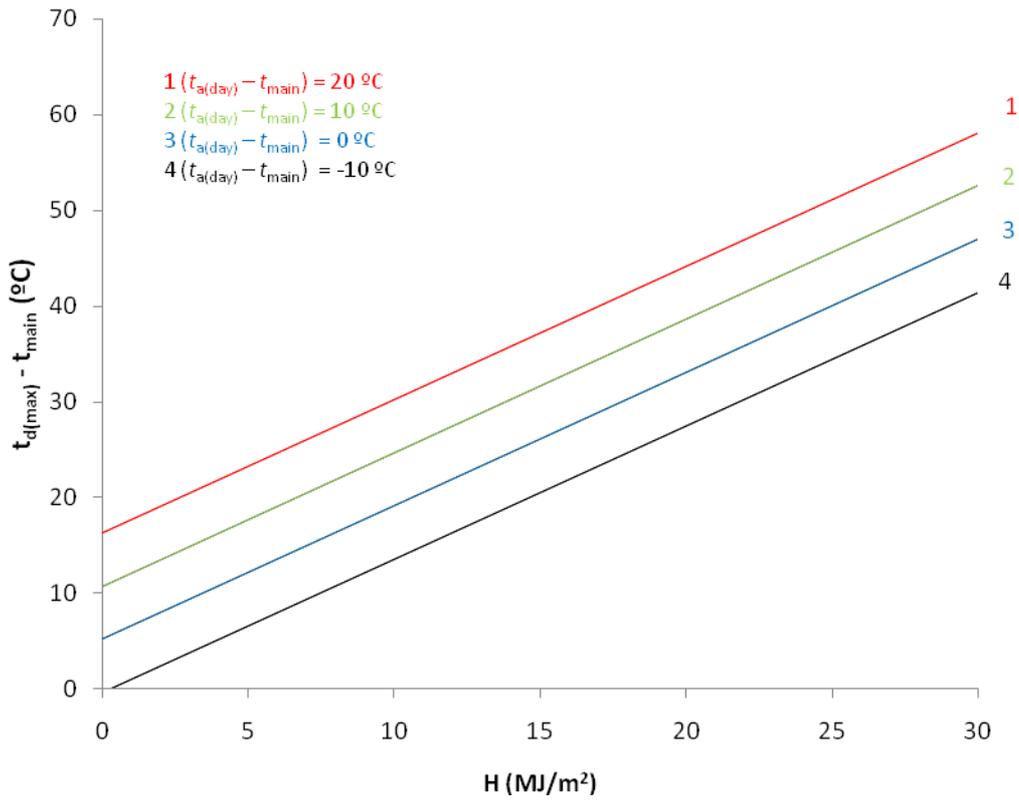
Gráfica 49. Gráfica ($t_{d(\text{max})} - t_{\text{main}}$) vs H equipo 9

- Equipo nº10



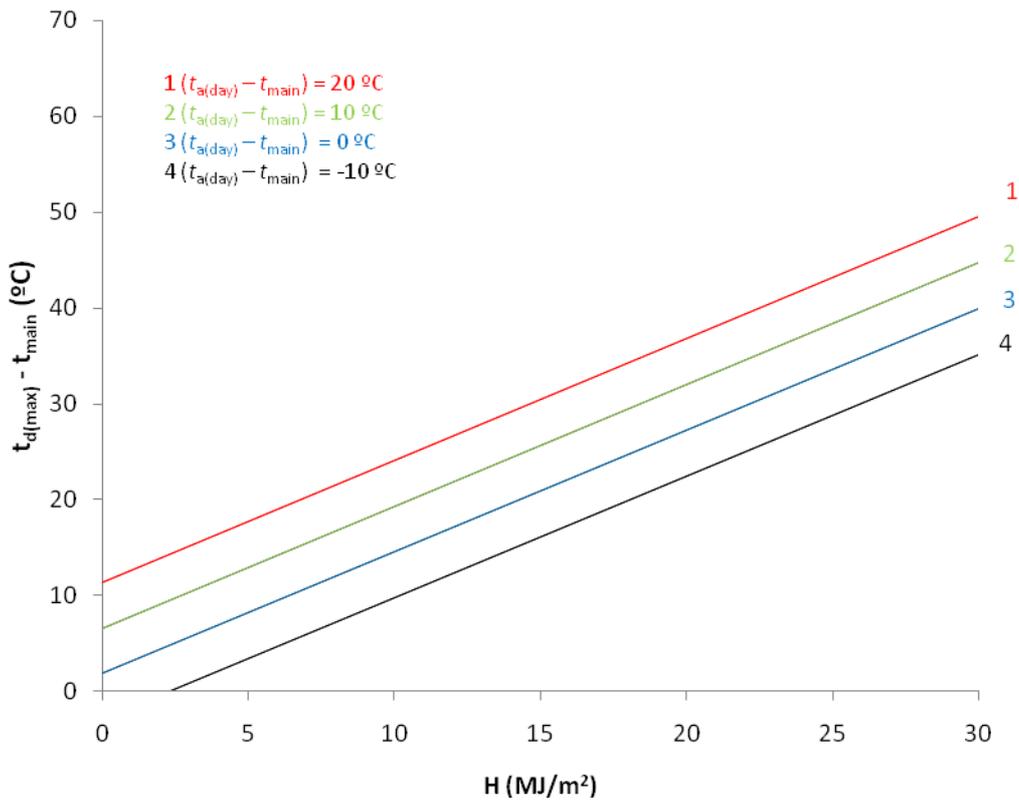
Gráfica 50. Gráfica ($t_{d(\text{max})} - t_{\text{main}}$) vs H equipo 10

- Equipo nº11



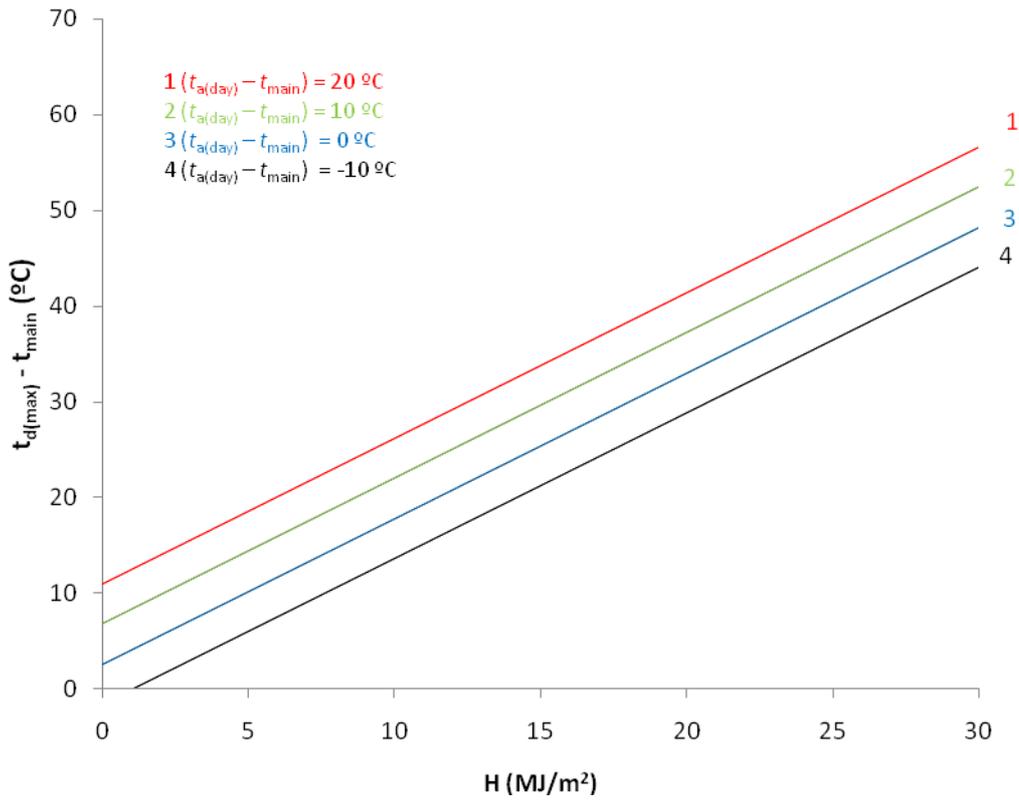
Gráfica 51. Gráfica ($t_{d(\text{max})} - t_{\text{main}}$) vs H equipo 11

- Equipo nº12



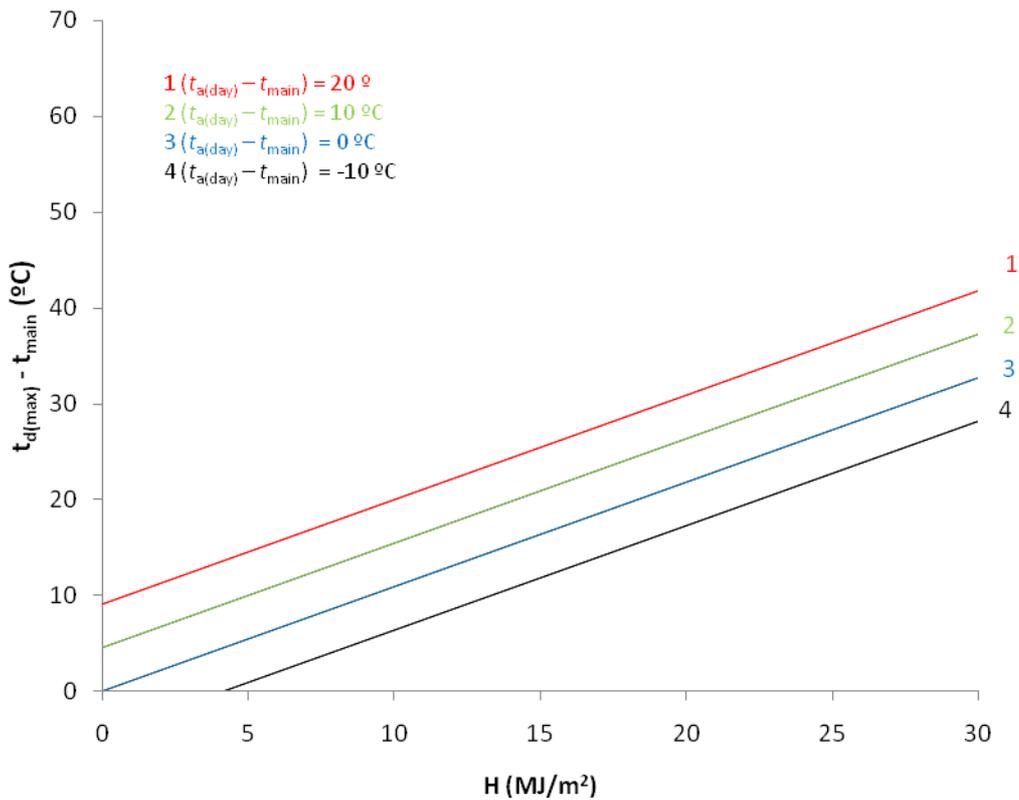
Gráfica 52. Gráfica ($t_{d(\text{max})} - t_{\text{main}}$) vs H equipo 12

- Equipo nº13



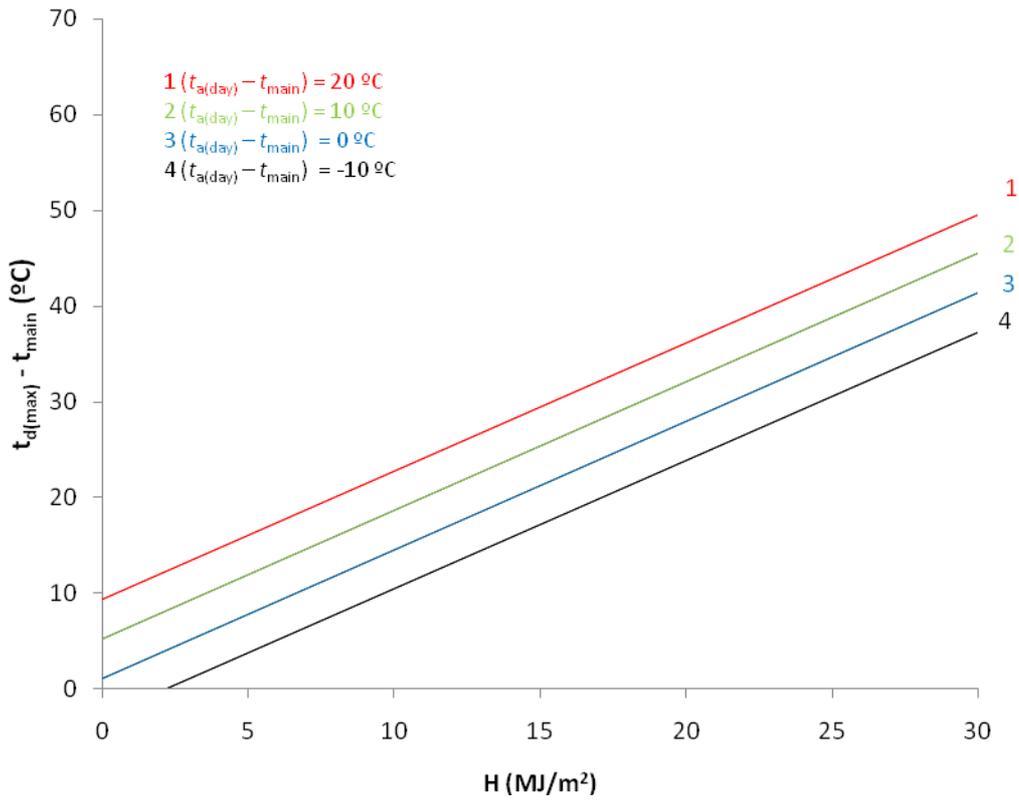
Gráfica 53. Gráfica ($t_{d(\text{max})} - t_{\text{main}}$) vs H equipo 13

- Equipo nº15



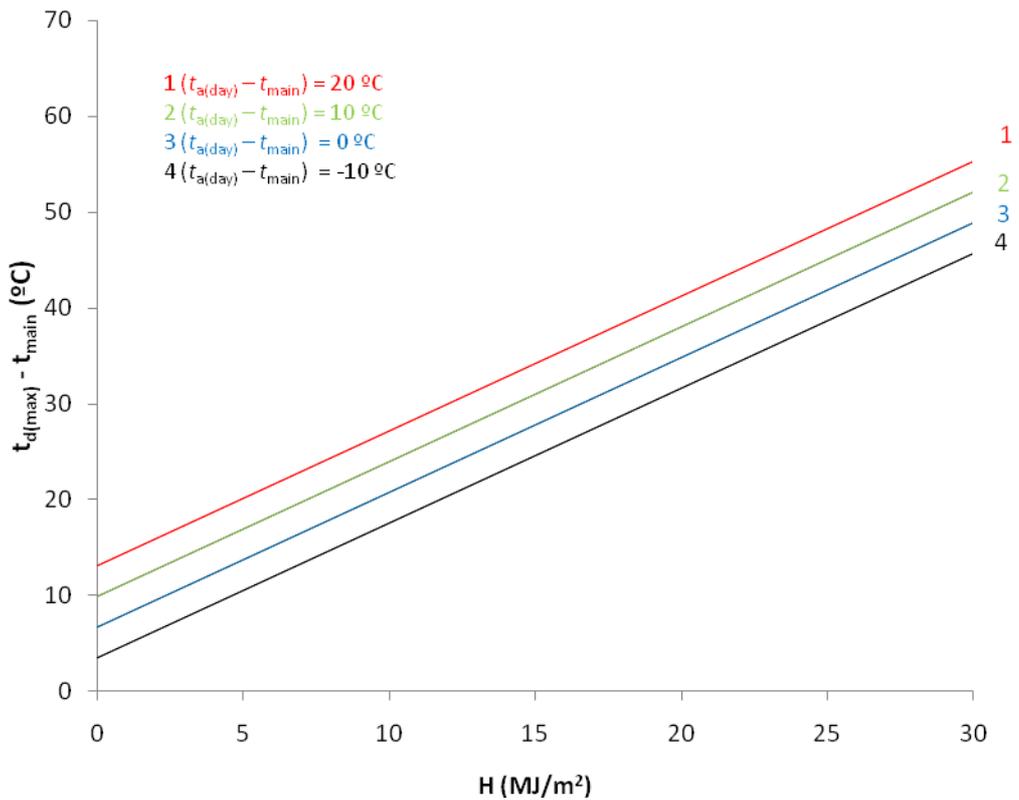
Gráfica 54. Gráfica ($t_{d(\text{max})} - t_{\text{main}}$) vs H equipo 15

- Equipo nº17



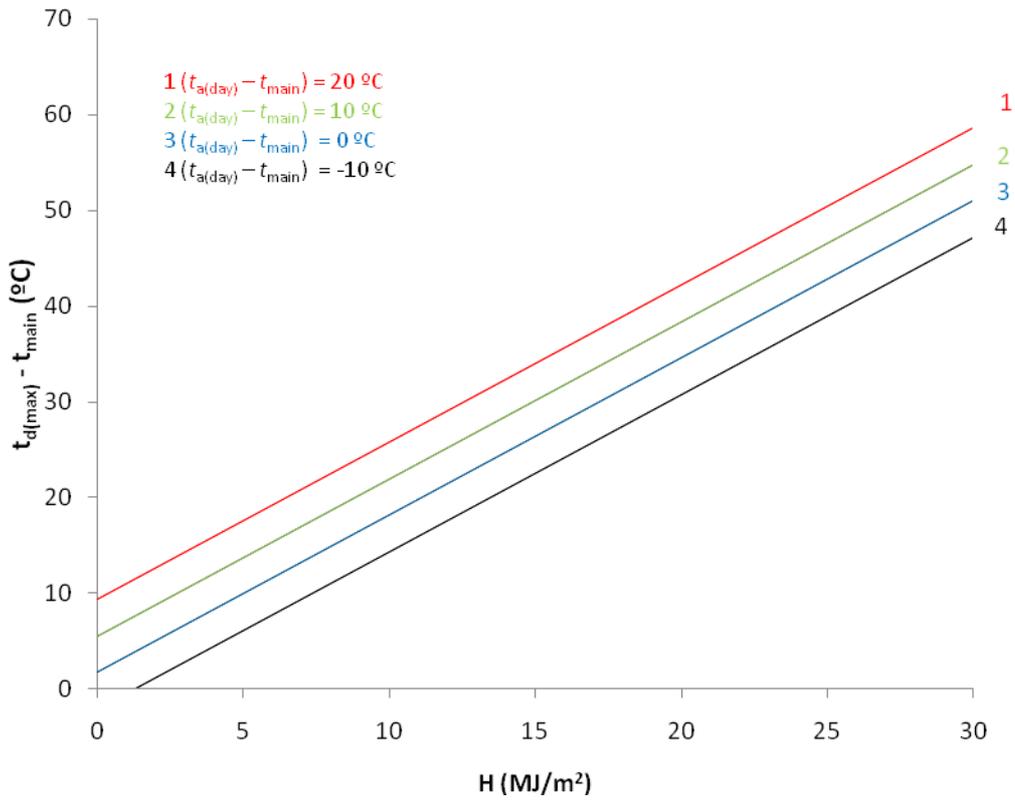
Gráfica 55. Gráfica ($t_{d(\text{max})} - t_{\text{main}}$) vs H equipo 17

- Equipo nº18



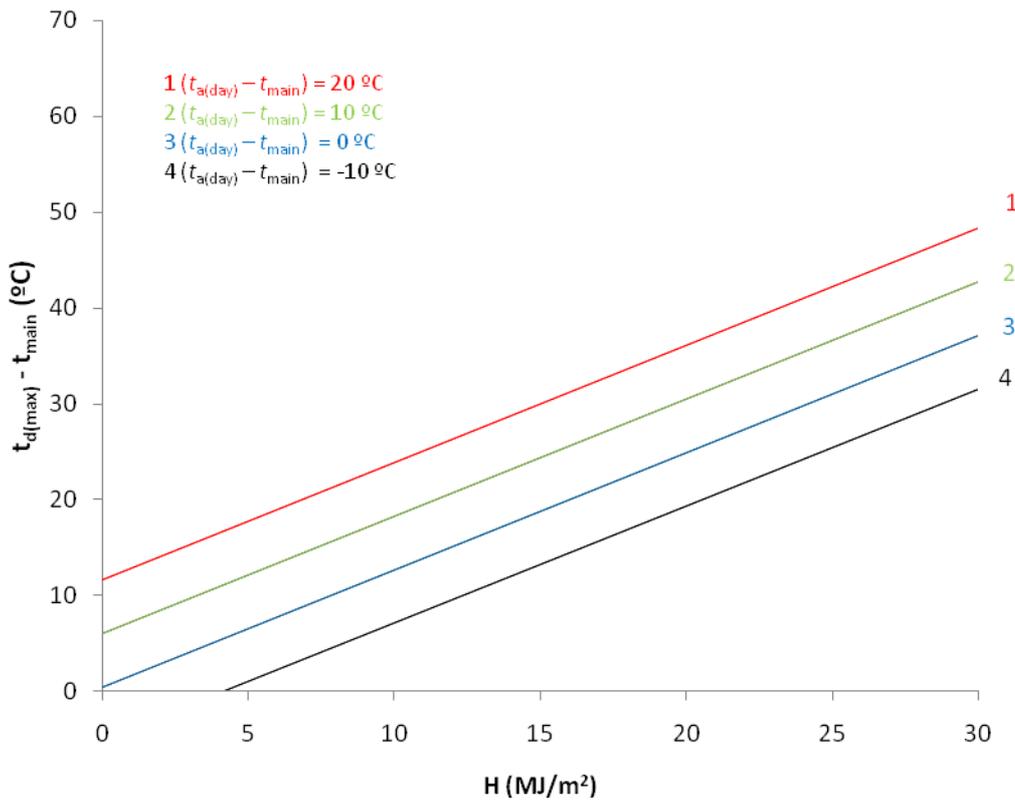
Gráfica 56. Gráfica ($t_{d(\text{max})} - t_{\text{main}}$) vs H equipo 18

- Equipo n°19



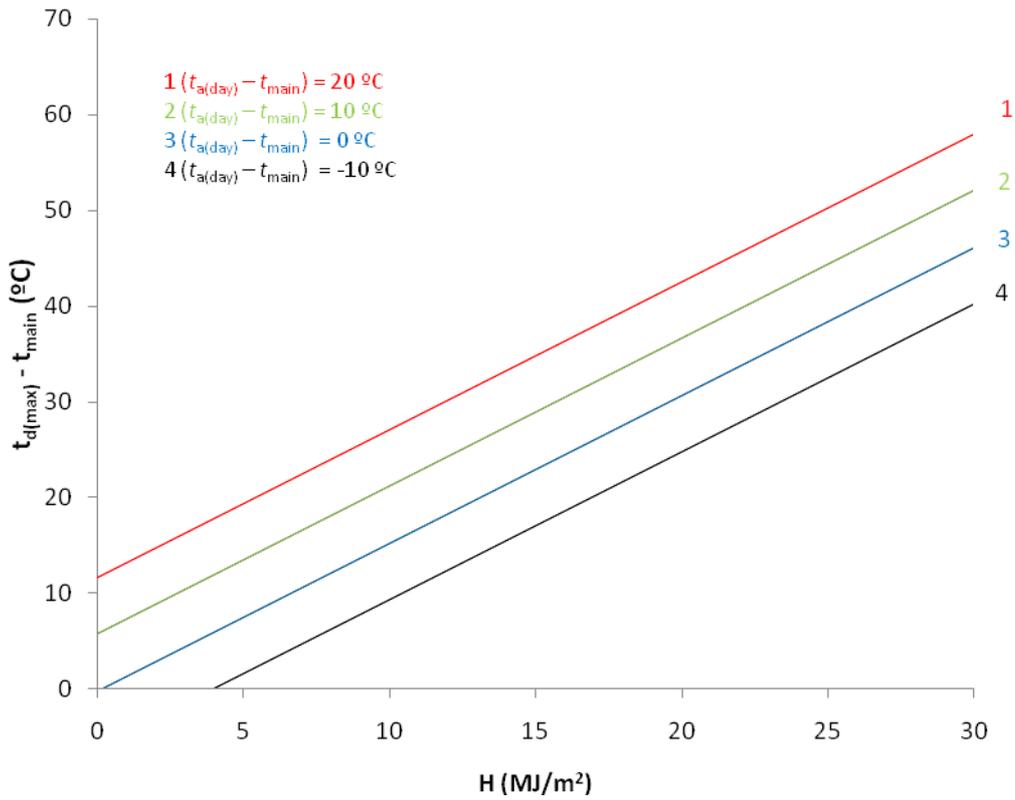
Gráfica 57. Gráfica ($t_{d(\text{max})} - t_{\text{main}}$) vs H equipo 19

- Equipo n°20



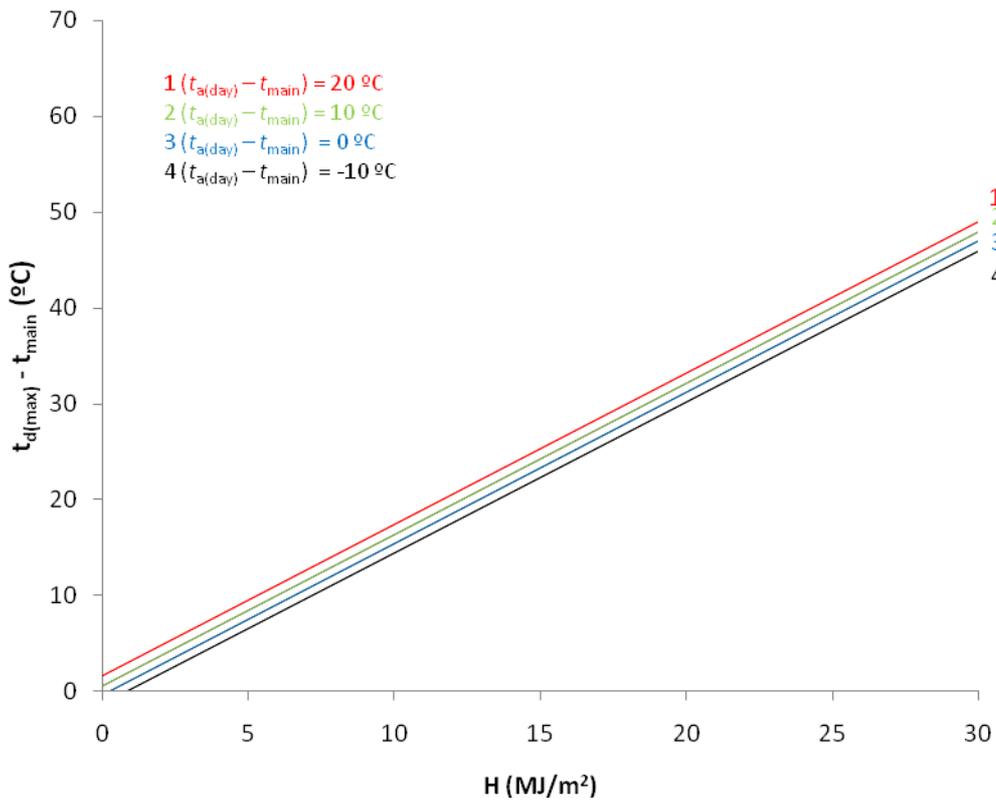
Gráfica 58. Gráfica ($t_{d(\text{max})} - t_{\text{main}}$) vs H equipo 20

- Equipo n°21



Gráfica 59. Gráfica ($t_{d(\text{max})} - t_{\text{main}}$) vs H equipo 21

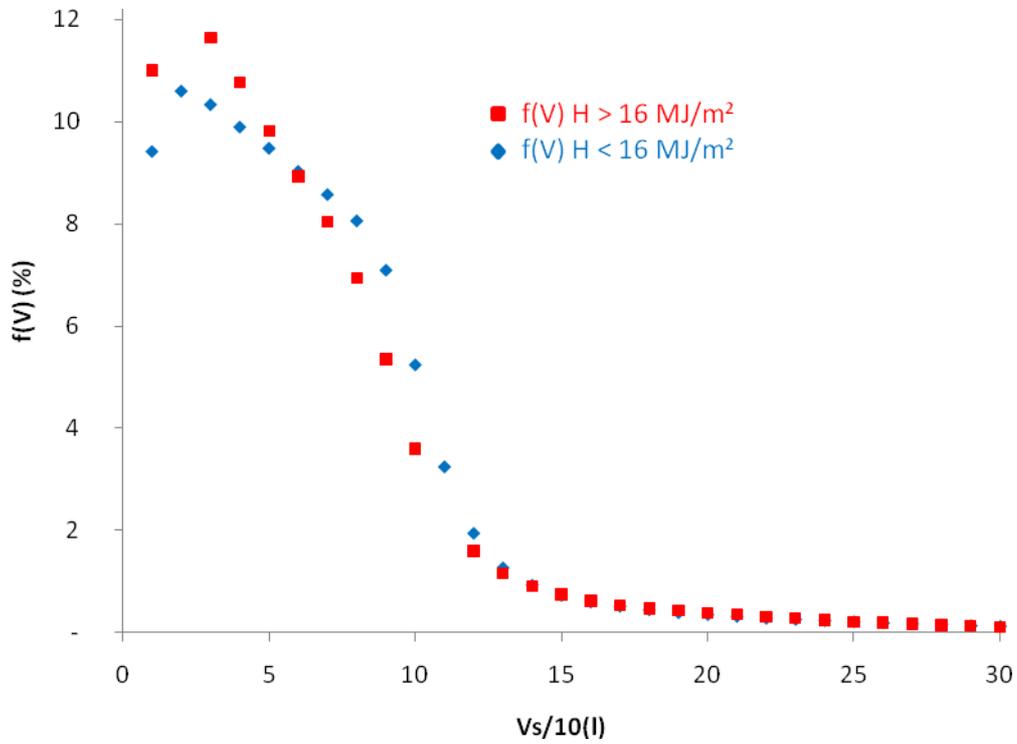
- Equipo n°22



Gráfica 60. Gráfica ($t_{d(\text{max})} - t_{\text{main}}$) vs H equipo 22

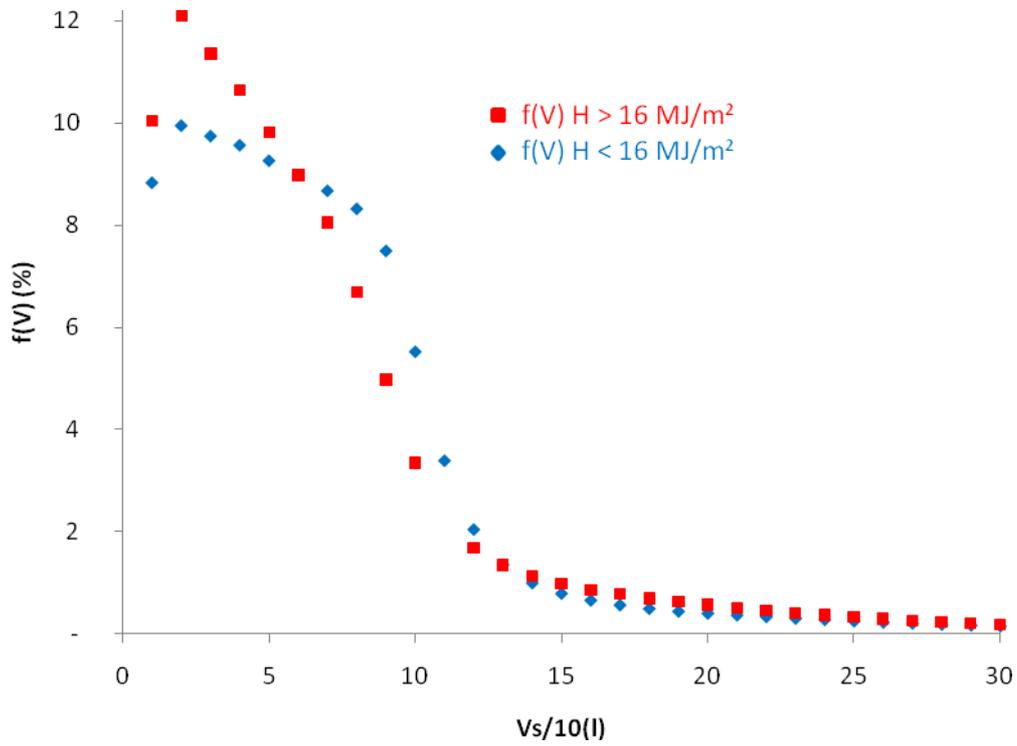
A continuación se representan los perfiles normalizados de la temperatura de extracción $f(V)$ para los diferentes sistemas ensayados, tanto para rangos de radiaciones menores a 16 MJ/m^2 como para radiaciones superiores a 16 MJ/m^2

- Equipo n°1



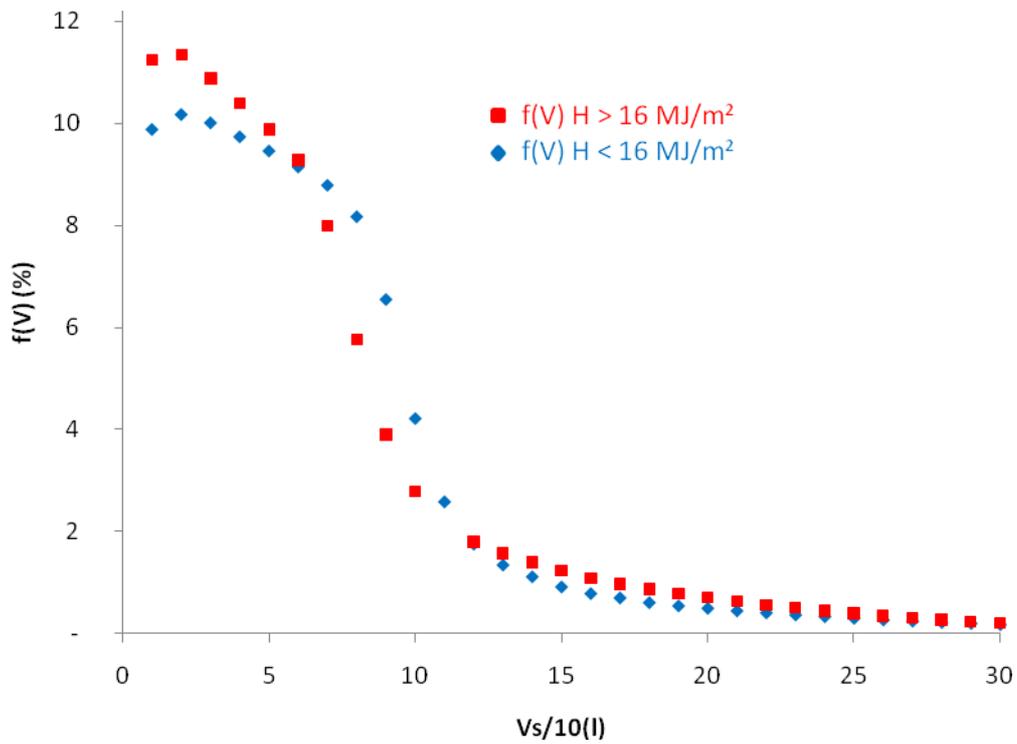
Gráfica 61. Gráfica $f(V)$ vs décimas partes de volumen equipo 1

- Equipo n°2



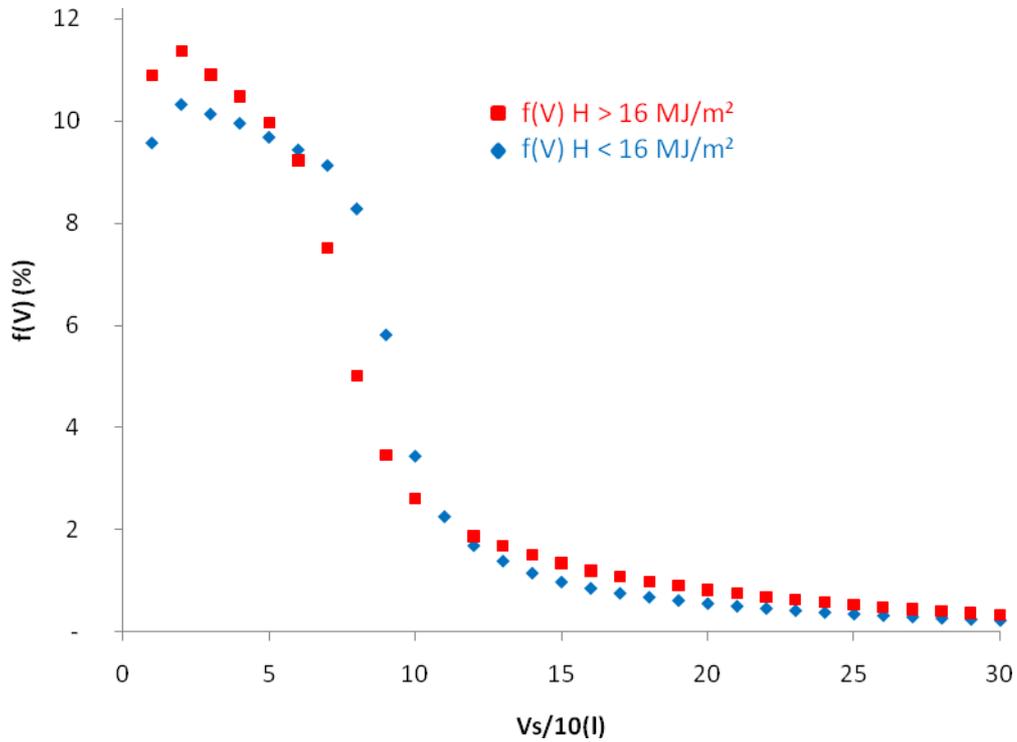
Gráfica 62. Gráfica $f(V)$ vs décimas partes de volumen equipo 2

- Equipo n°3



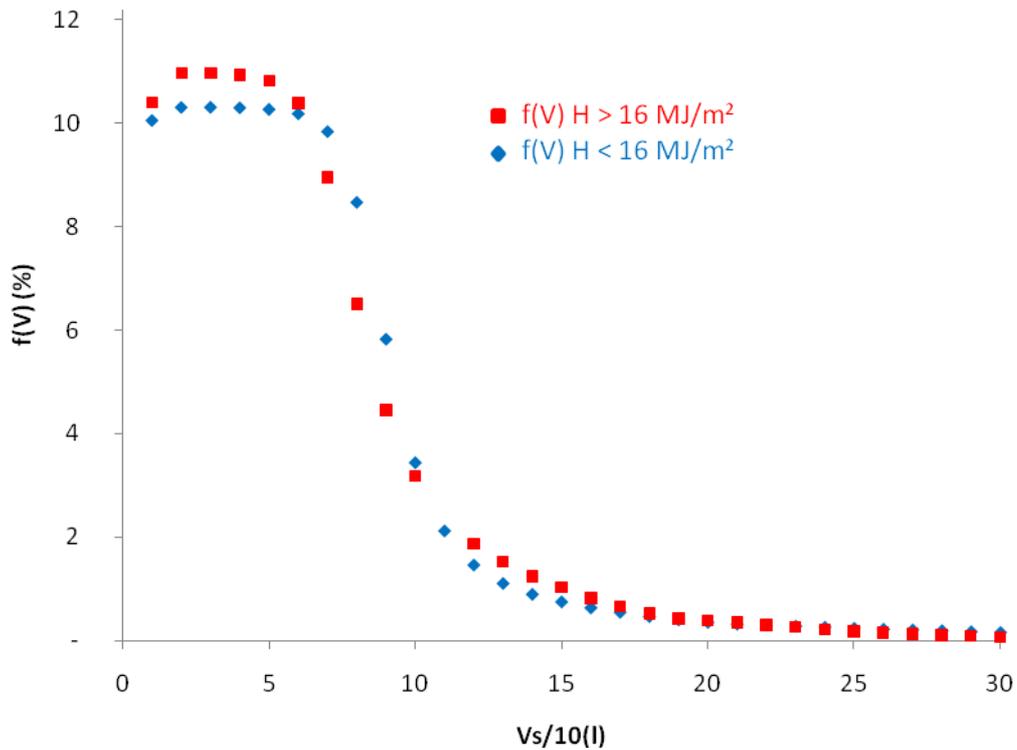
Gráfica 63. Gráfica $f(V)$ vs décimas partes de volumen equipo 3

- Equipo n°4



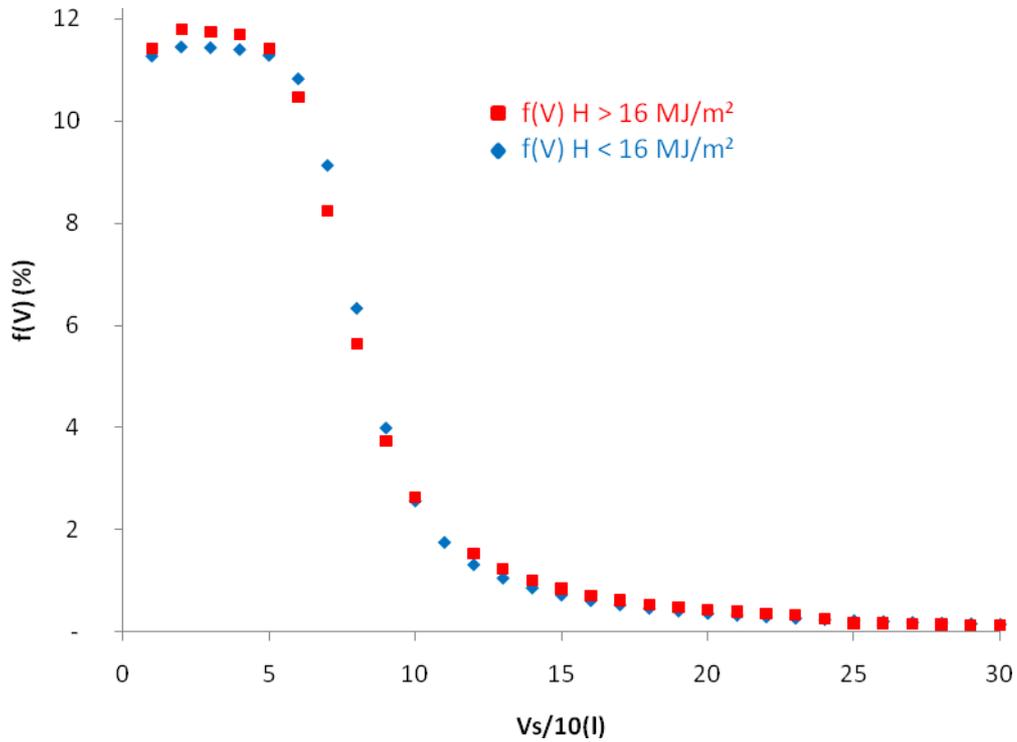
Gráfica 64. Gráfica f (V) vs décimas partes de volumen equipo 4

- Equipo n°5



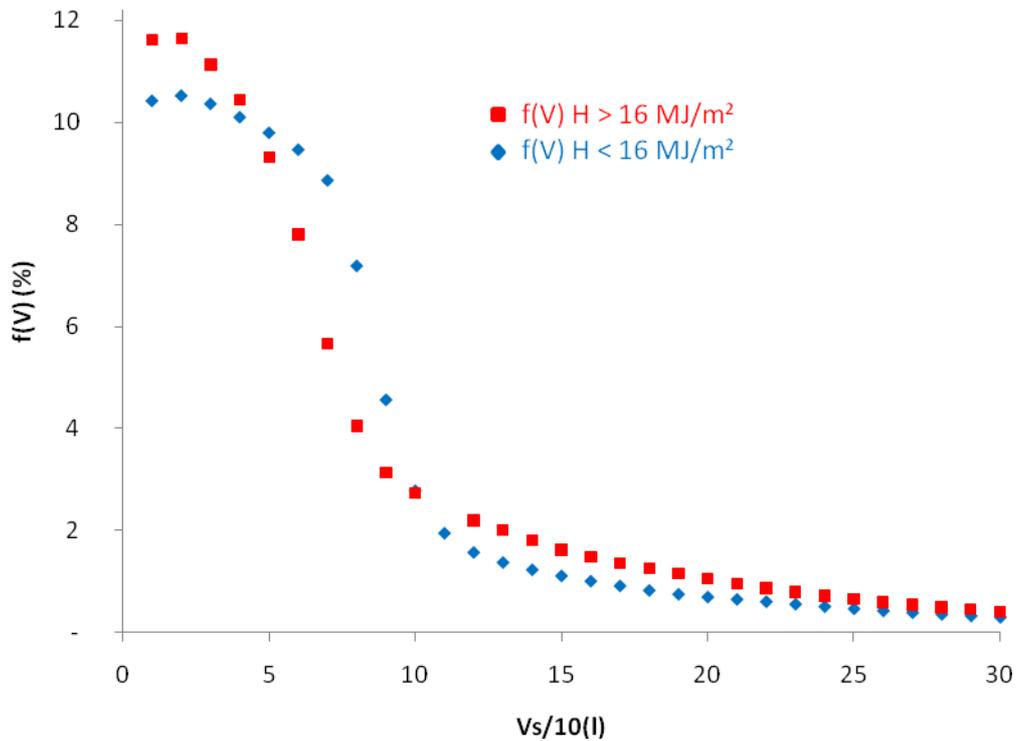
Gráfica 65. Gráfica f (V) vs décimas partes de volumen equipo 5

- Equipo n°6



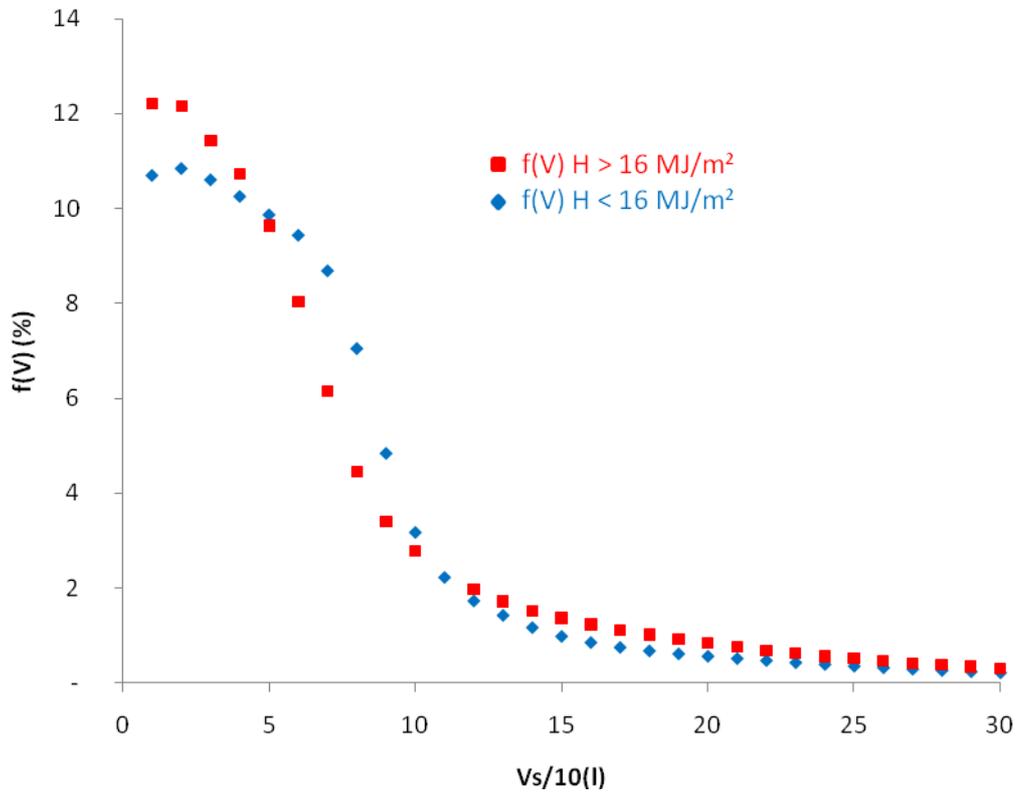
Gráfica 66. Gráfica $f(V)$ vs décimas partes de volumen equipo 6

- Equipo n°7



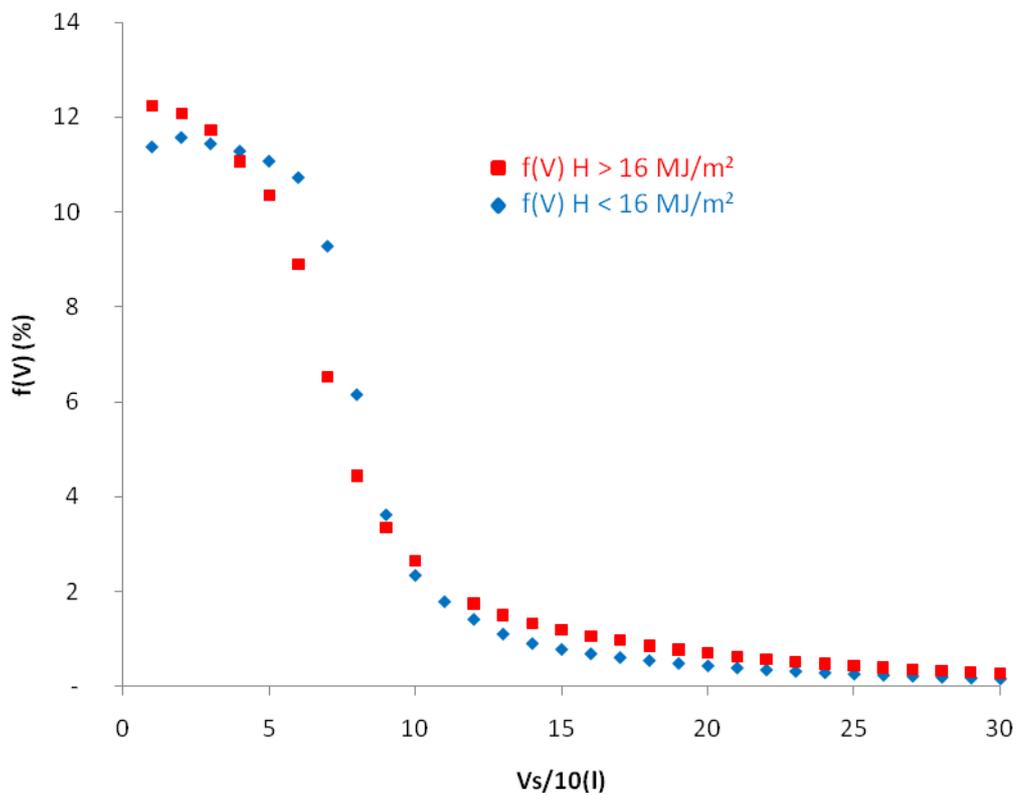
Gráfica 67. Gráfica $f(V)$ vs décimas partes de volumen equipo 7

- Equipo n°8



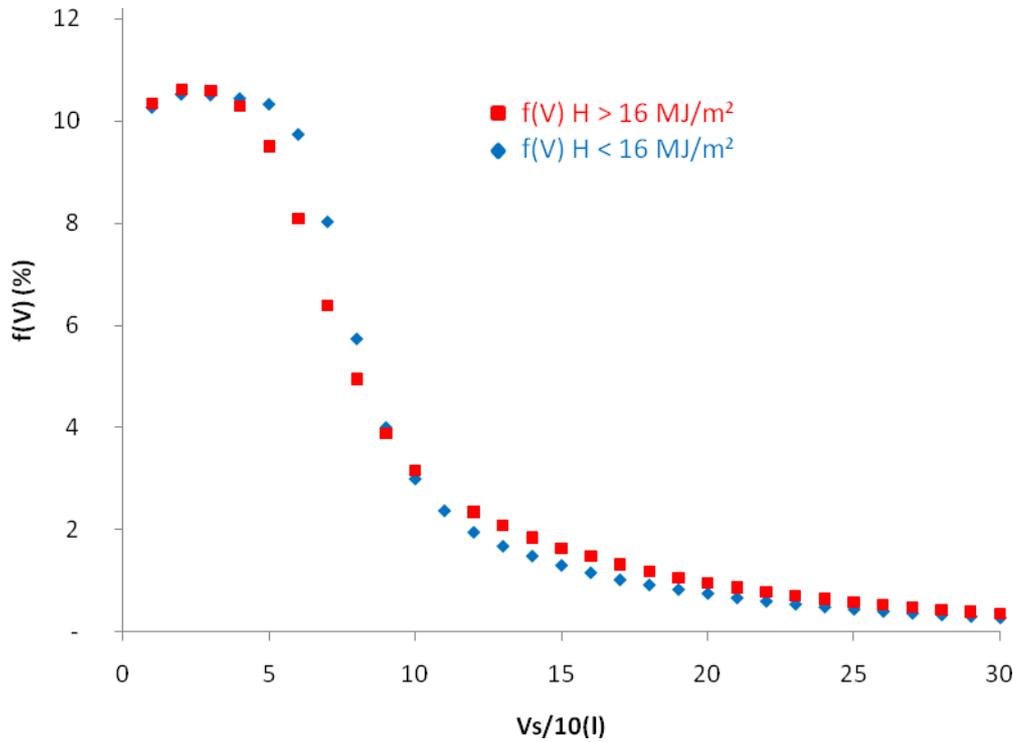
Gráfica 68. Gráfica $f(V)$ vs décimas partes de volumen equipo 8

- Equipo n°9



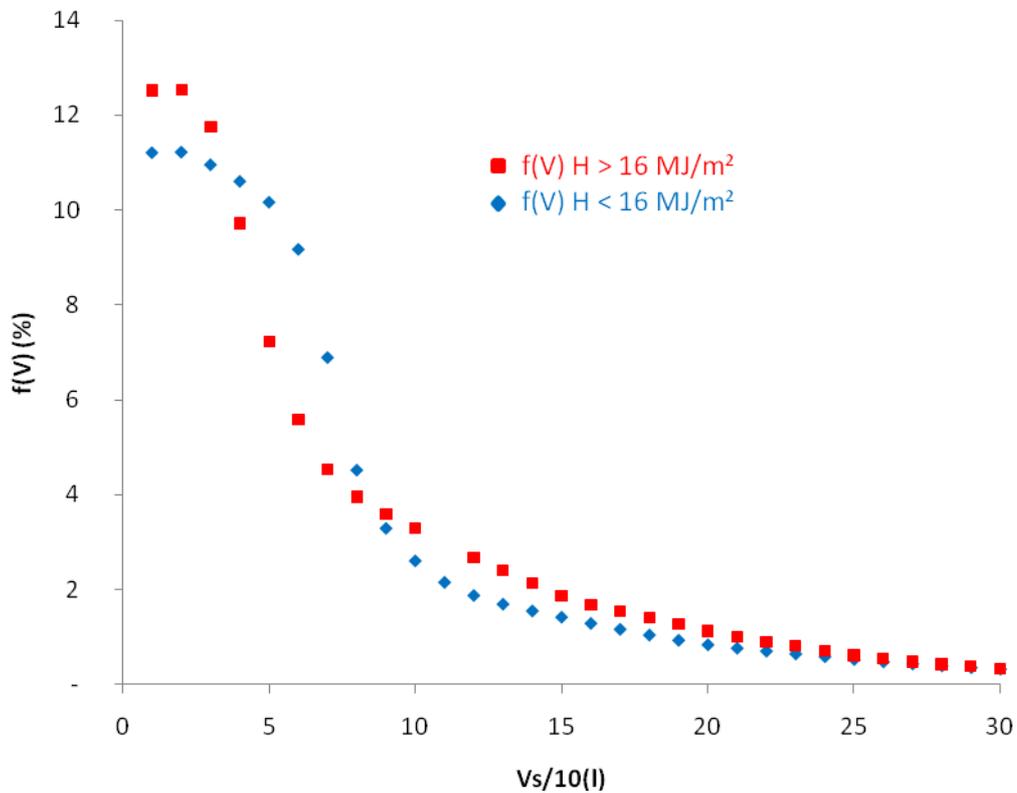
Gráfica 69. Gráfica $f(V)$ vs décimas partes de volumen equipo 9

- Equipo n°10



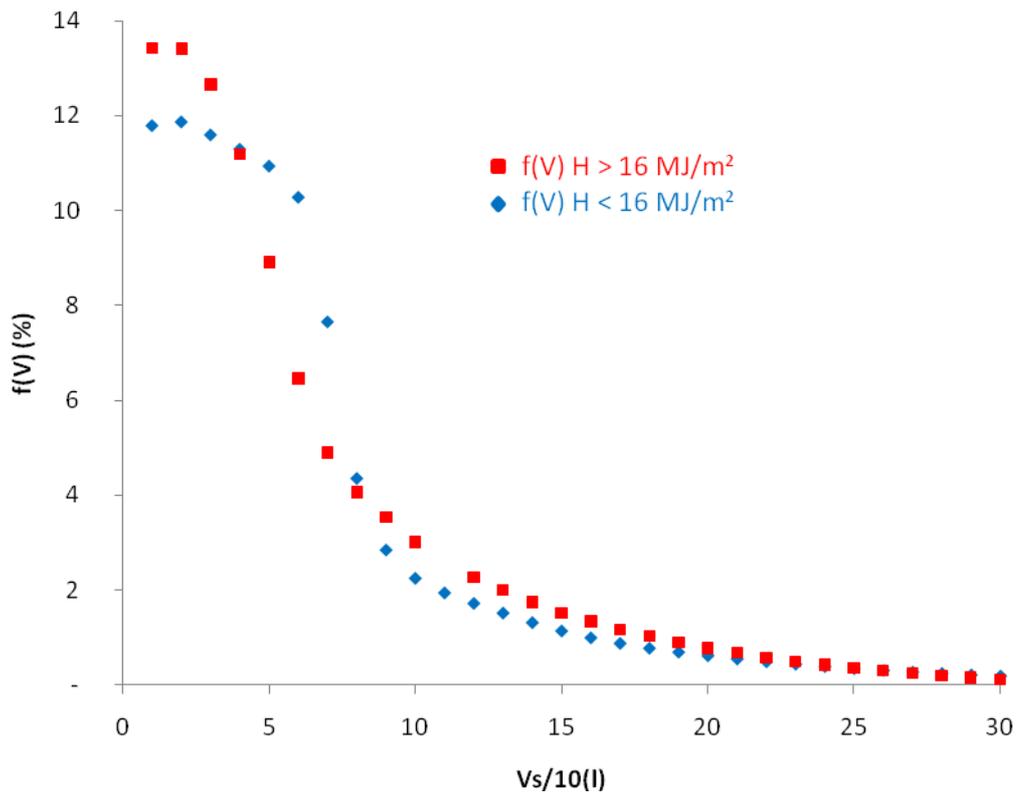
Gráfica 70. Gráfica f (V) vs décimas partes de volumen equipo 10

- Equipo n°11



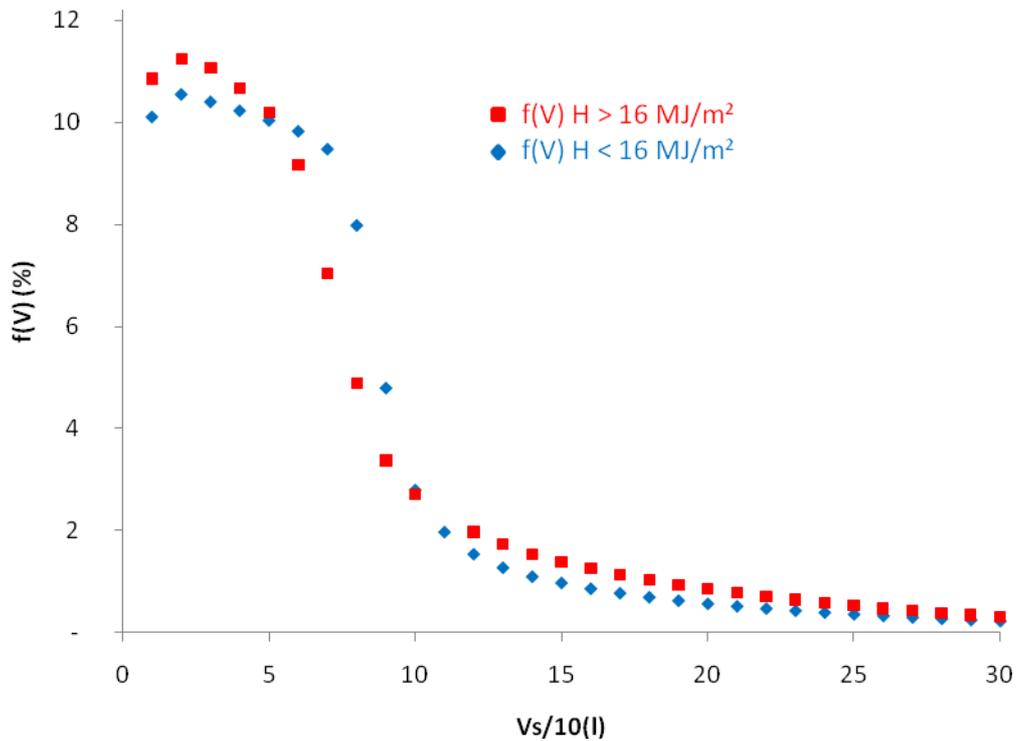
Gráfica 71. Gráfica f (V) vs décimas partes de volumen equipo 11

- Equipo nº12



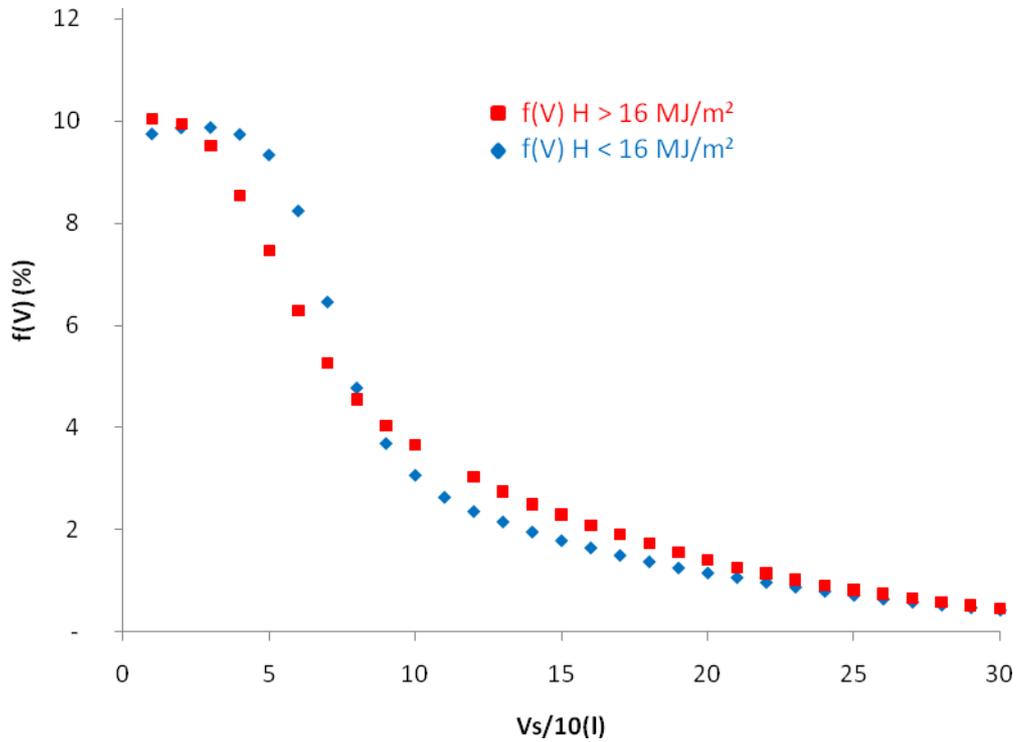
Gráfica 72. Gráfica f (V) vs décimas partes de volumen equipo 12

- Equipo nº13



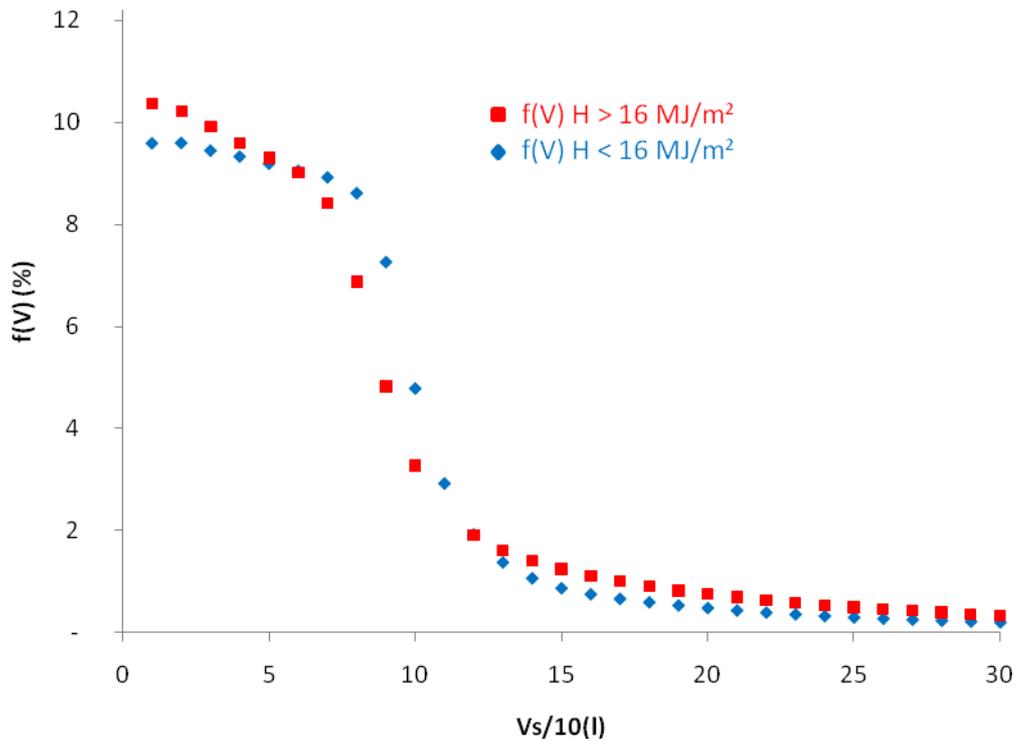
Gráfica 73. Gráfica f (V) vs décimas partes de volumen equipo 13

- Equipo nº15



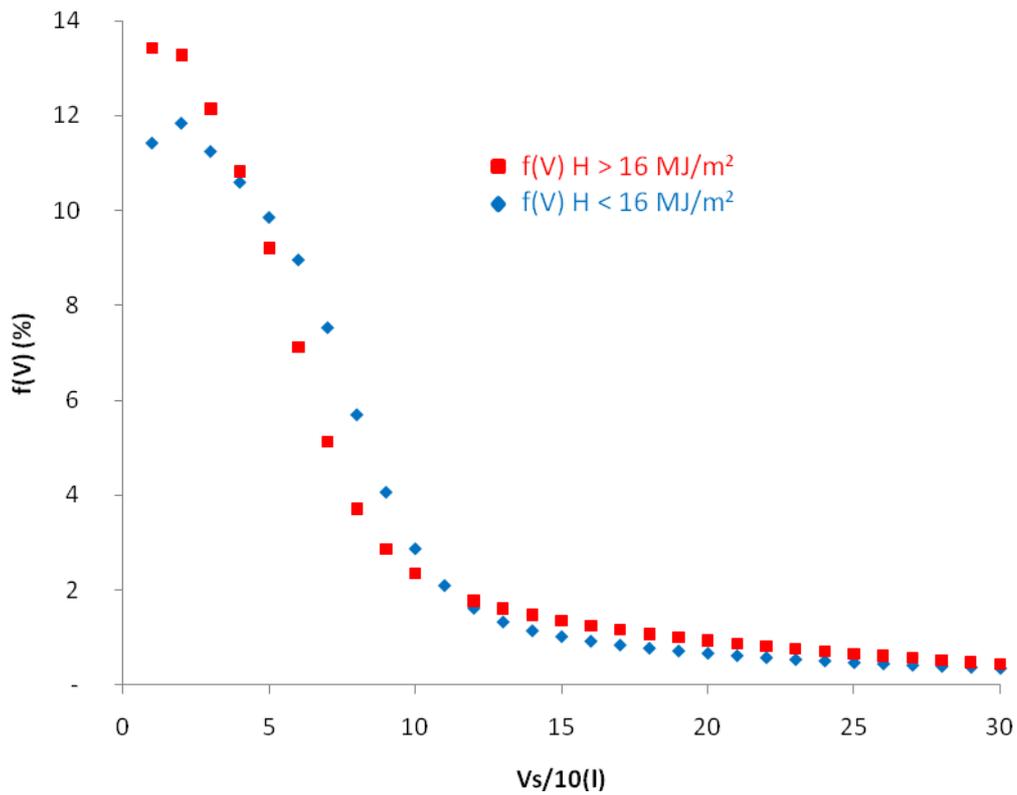
Gráfica 74. Gráfica f (V) vs décimas partes de volumen equipo 15

- Equipo nº17



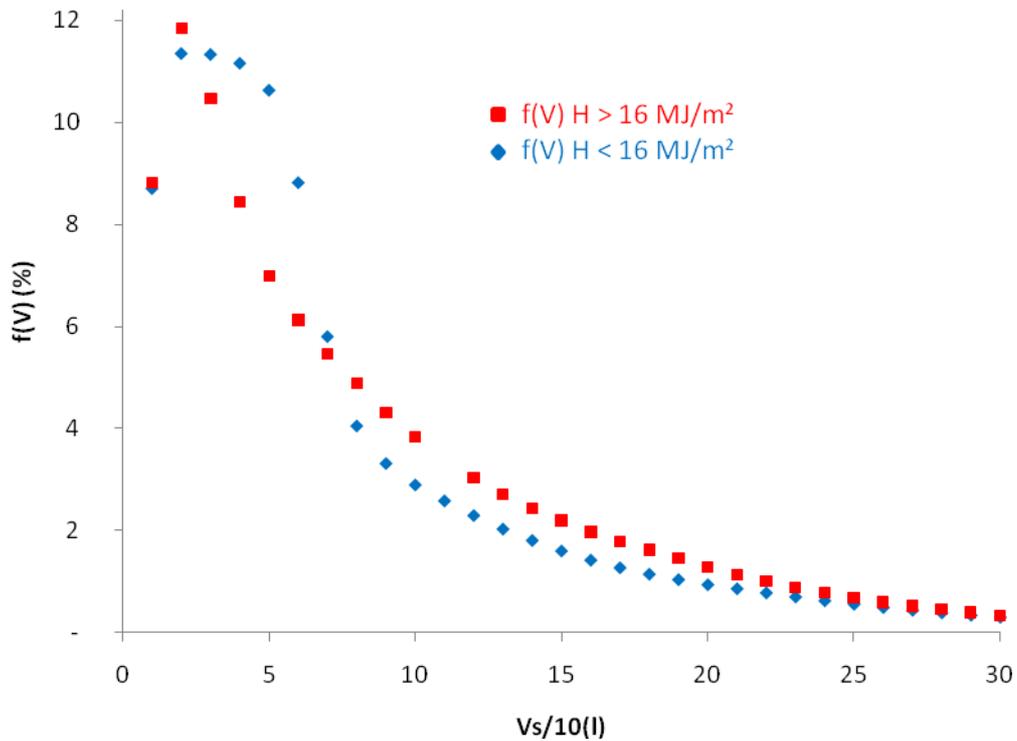
Gráfica 75. Gráfica f (V) vs décimas partes de volumen equipo 17

- Equipo n°18



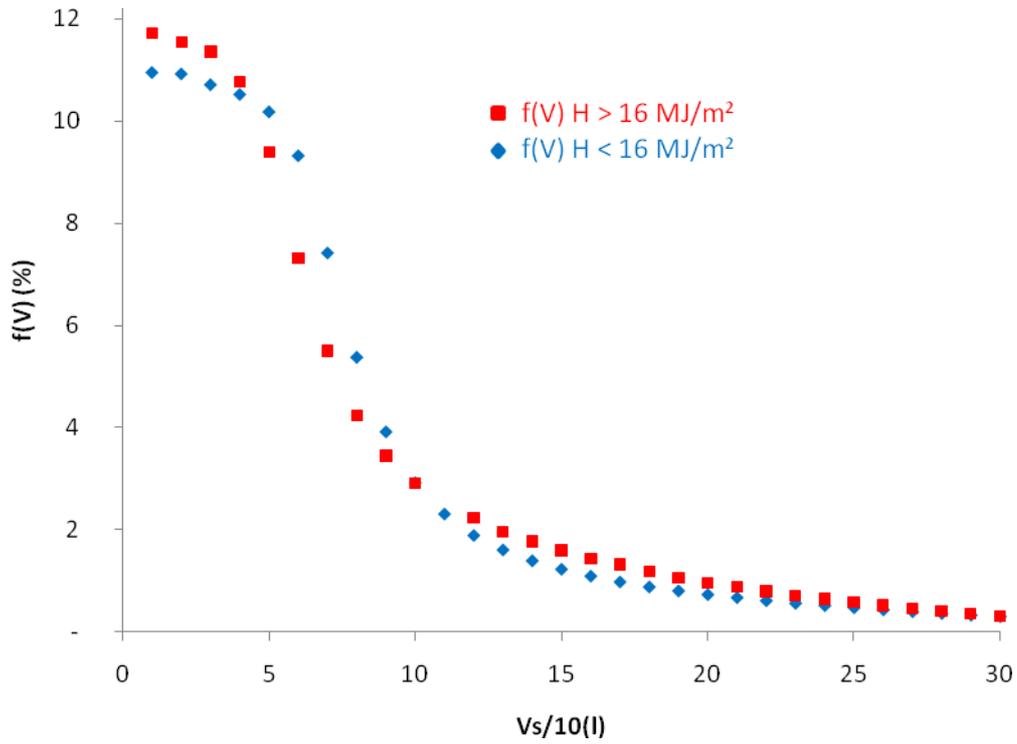
Gráfica 76. Gráfica f (V) vs décimas partes de volumen equipo 18

- Equipo n°19



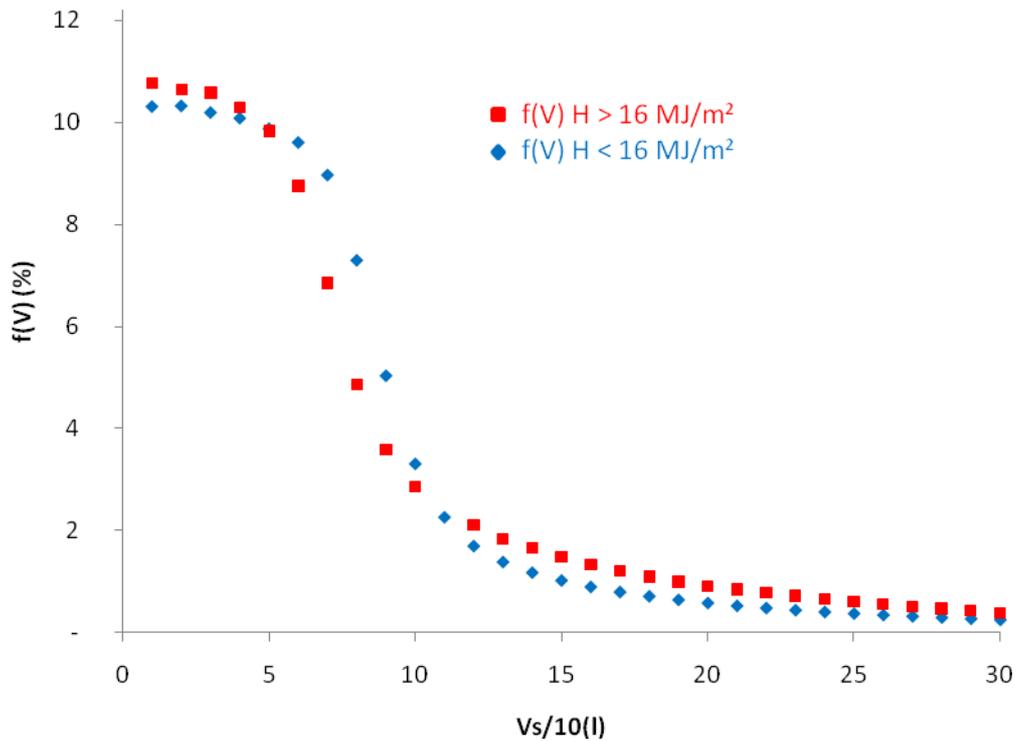
Gráfica 77. Gráfica f (V) vs décimas partes de volumen equipo 19

- Equipo n°20



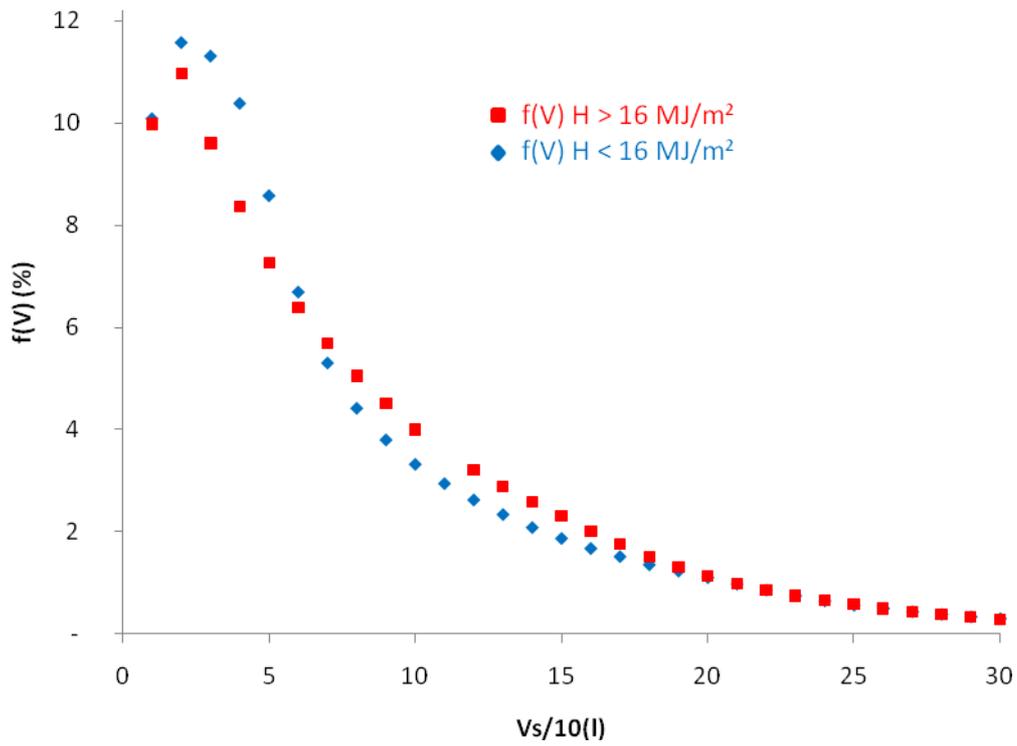
Gráfica 78. Gráfica f (V) vs décimas partes de volumen equipo 20

- Equipo n°21



Gráfica 79. Gráfica f (V) vs décimas partes de volumen equipo 21

- Equipo n°22

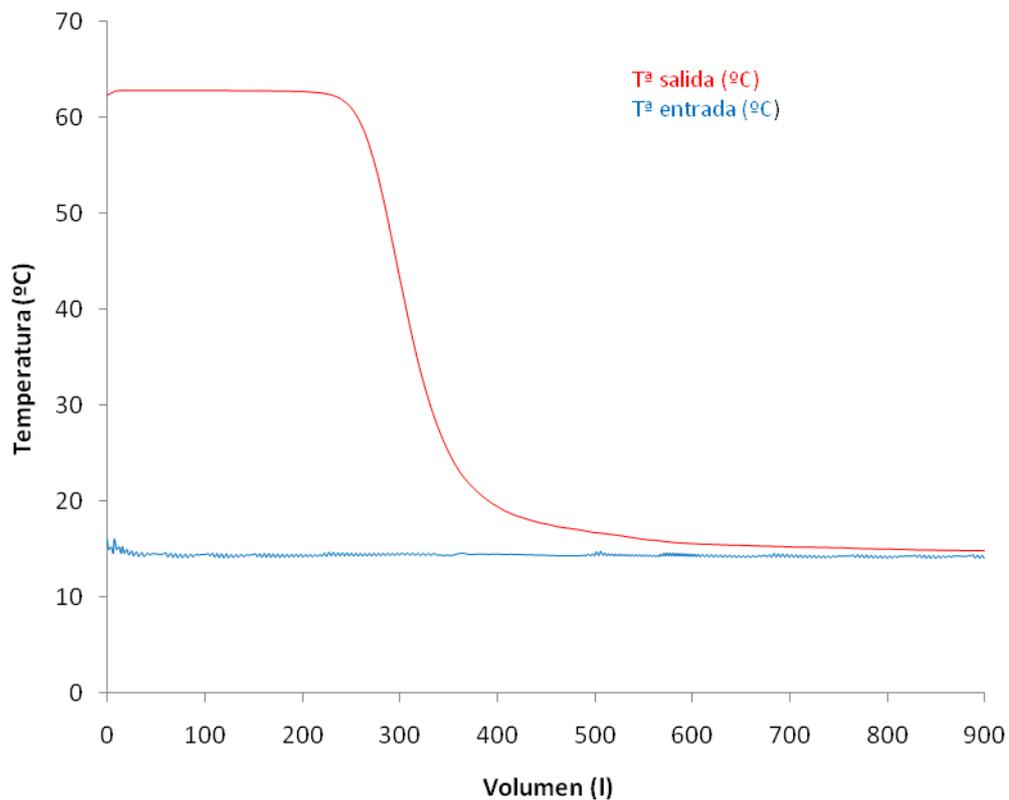


Gráfica 80. Gráfica f(V) vs décimas partes de volumen equipo 22

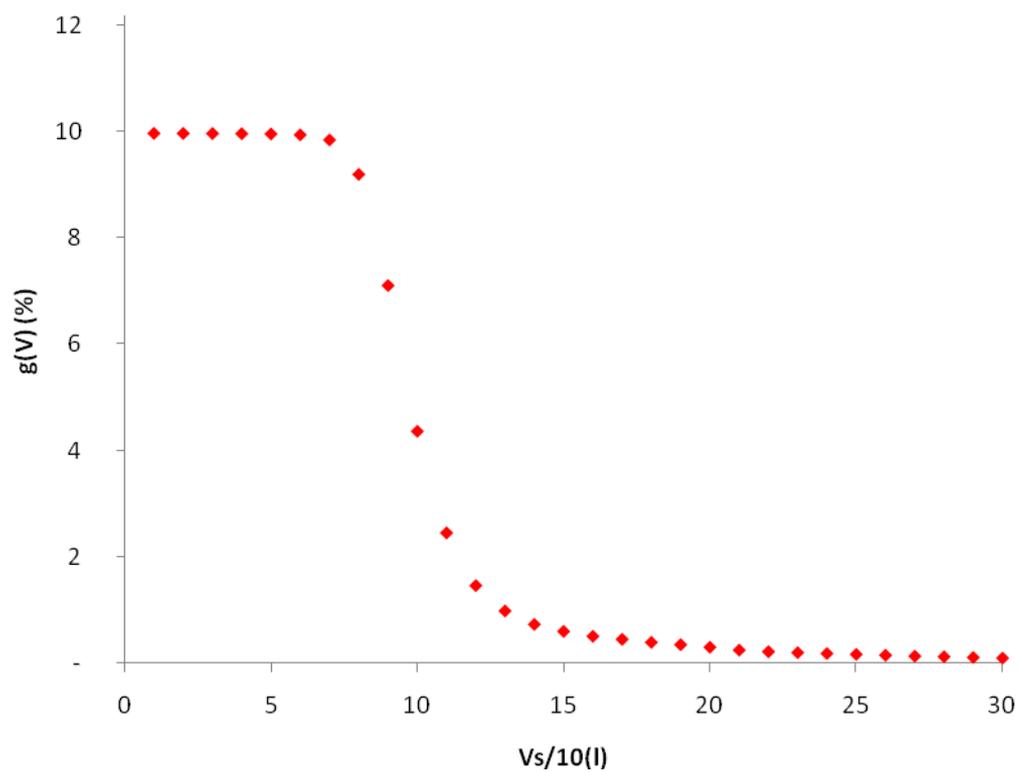
5.10.2 Determinación del grado de mezcla en el acumulador durante la extracción

Los resultados obtenidos para los diferentes sistemas se muestran en las siguientes gráficas

- Equipo n°1

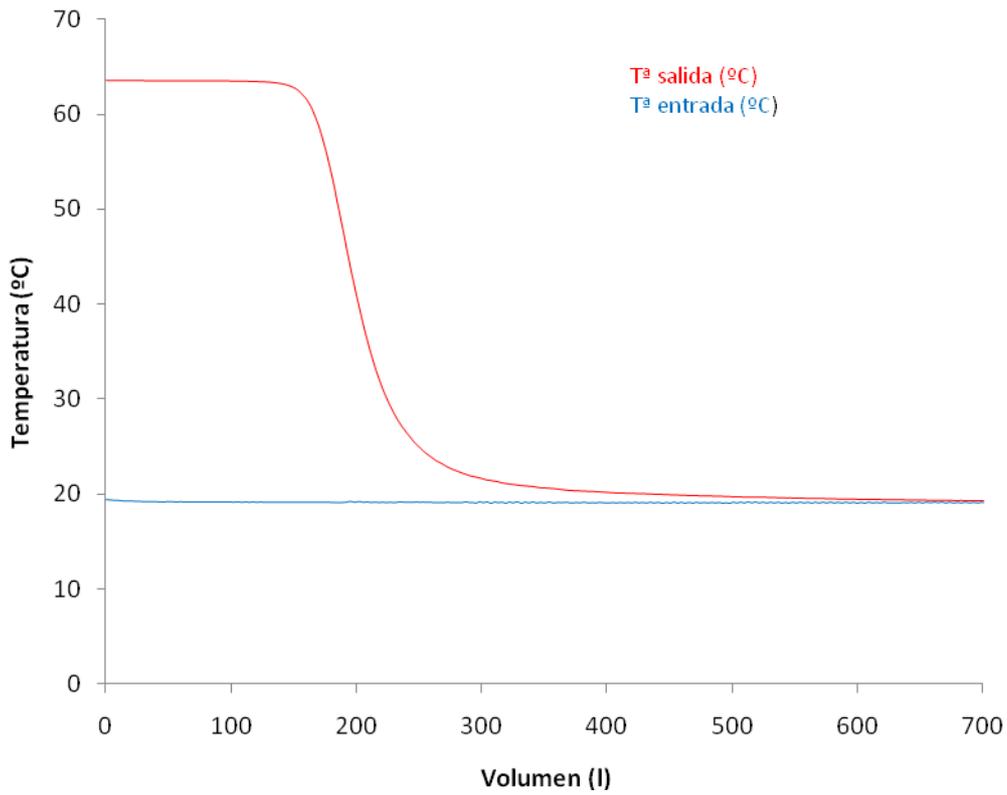


Gráfica 81. Gráfica Tª vs V ensayo grado de mezcla equipo 1

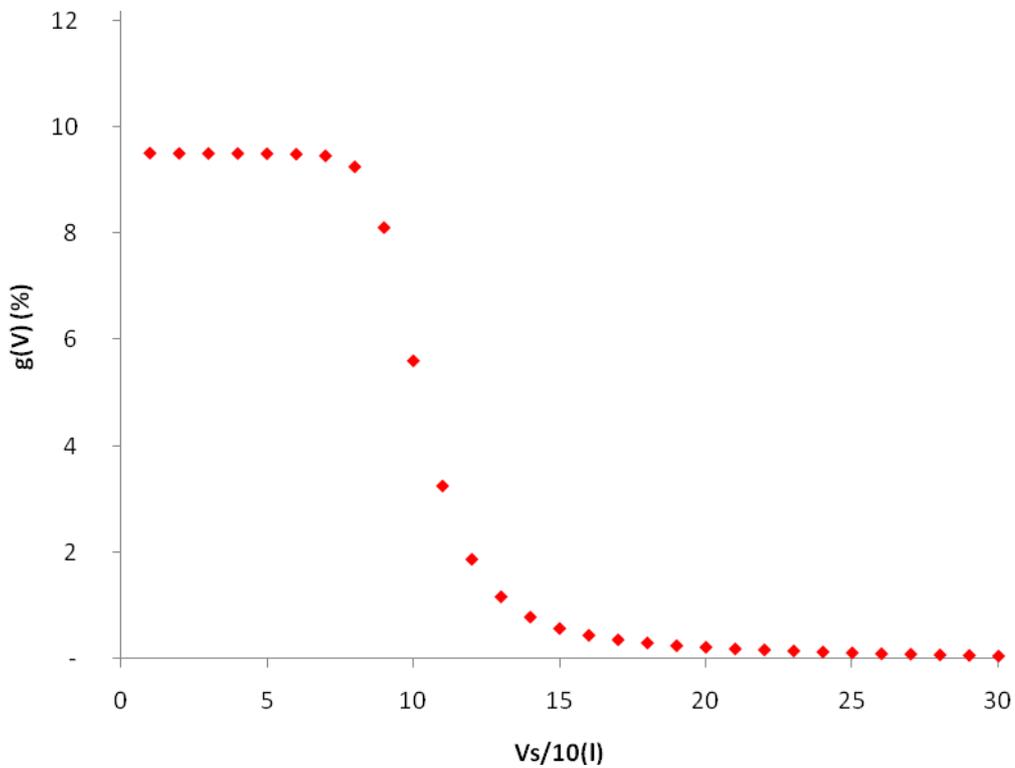


Gráfica 82. Gráfica g(V) vs décimas partes de volumen equipo 1

- Equipo n°2

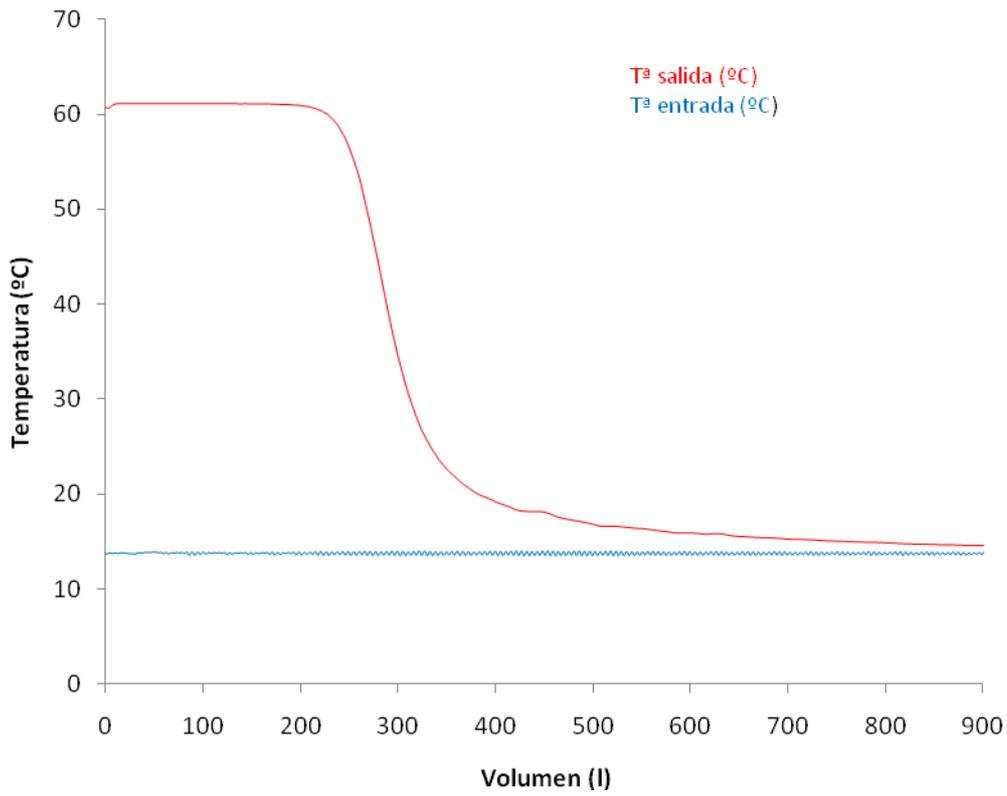


Gráfica 83. Gráfica T^a vs V ensayo grado de mezcla equipo 2

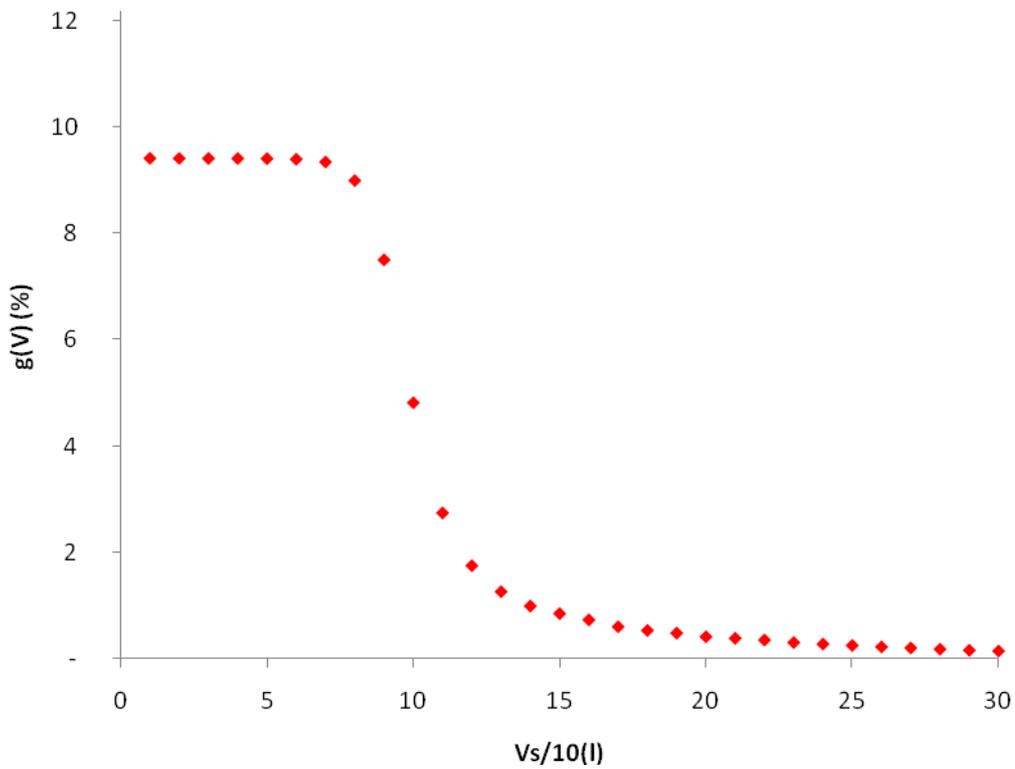


Gráfica 84. Gráfica $g(V)$ vs décimas partes de volumen equipo 2

- Equipo n°3

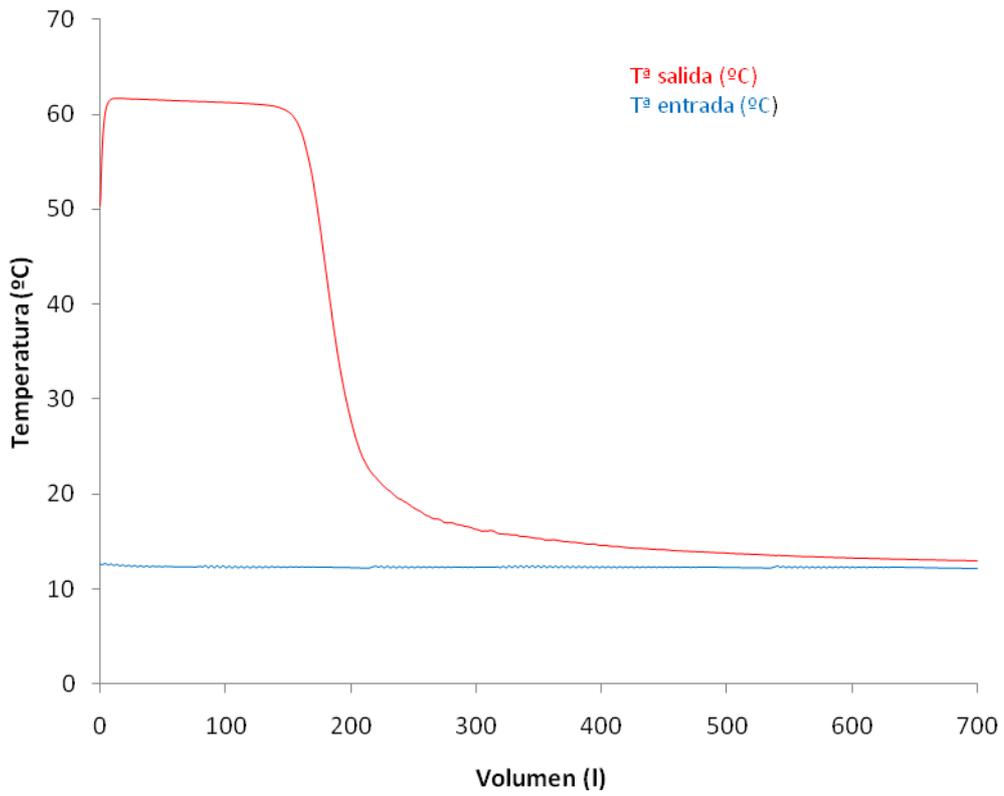


Gráfica 85. Gráfica T^a vs V ensayo grado de mezcla equipo 3

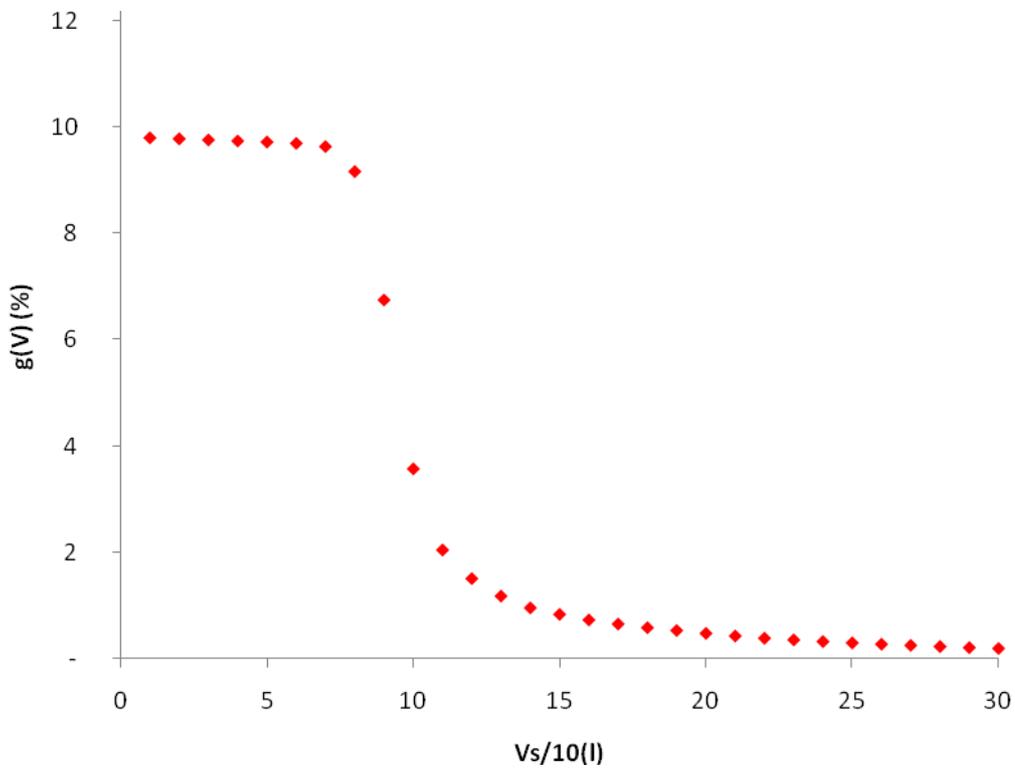


Gráfica 86. Gráfica $g(V)$ vs décimas partes de volumen equipo 3

- Equipo n°4

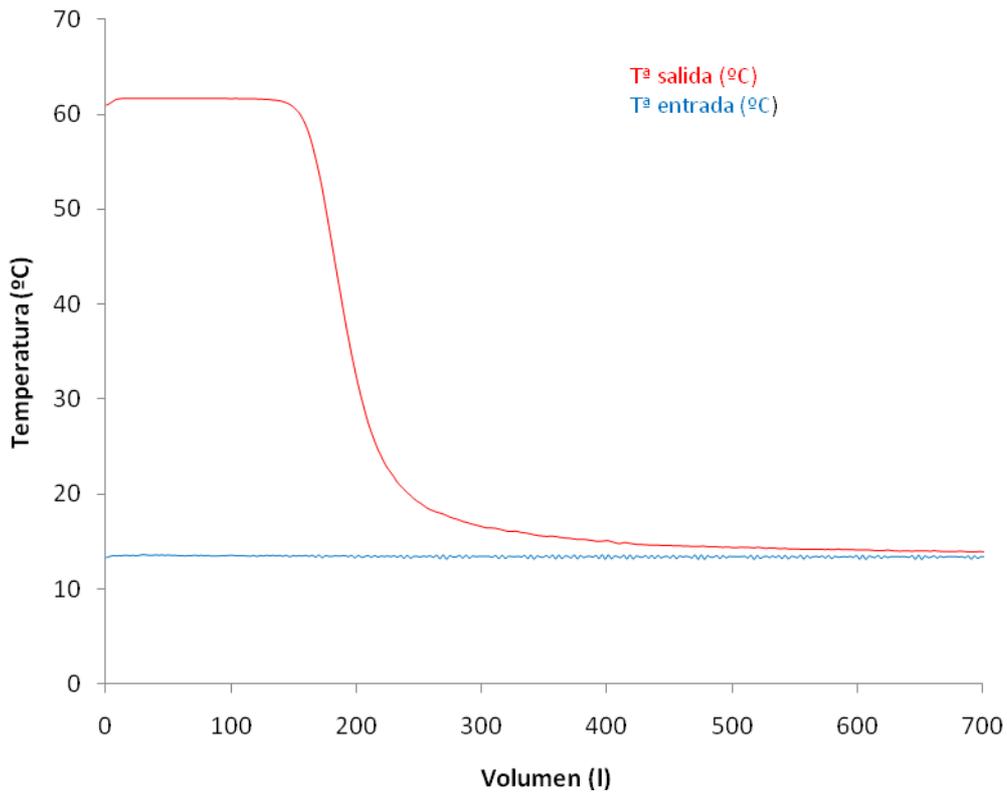


Gráfica 87. Gráfica Tª vs V ensayo grado de mezcla equipo 4

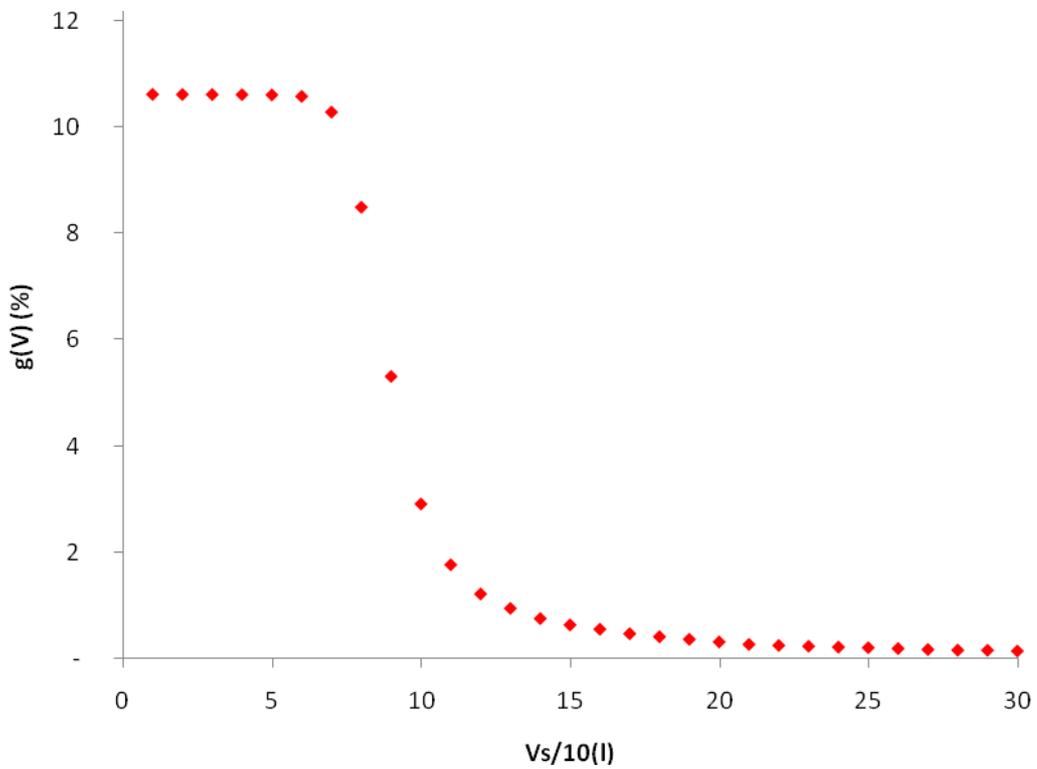


Gráfica 88. Gráfica g(V) vs décimas partes de volumen equipo 4

- Equipo n°5

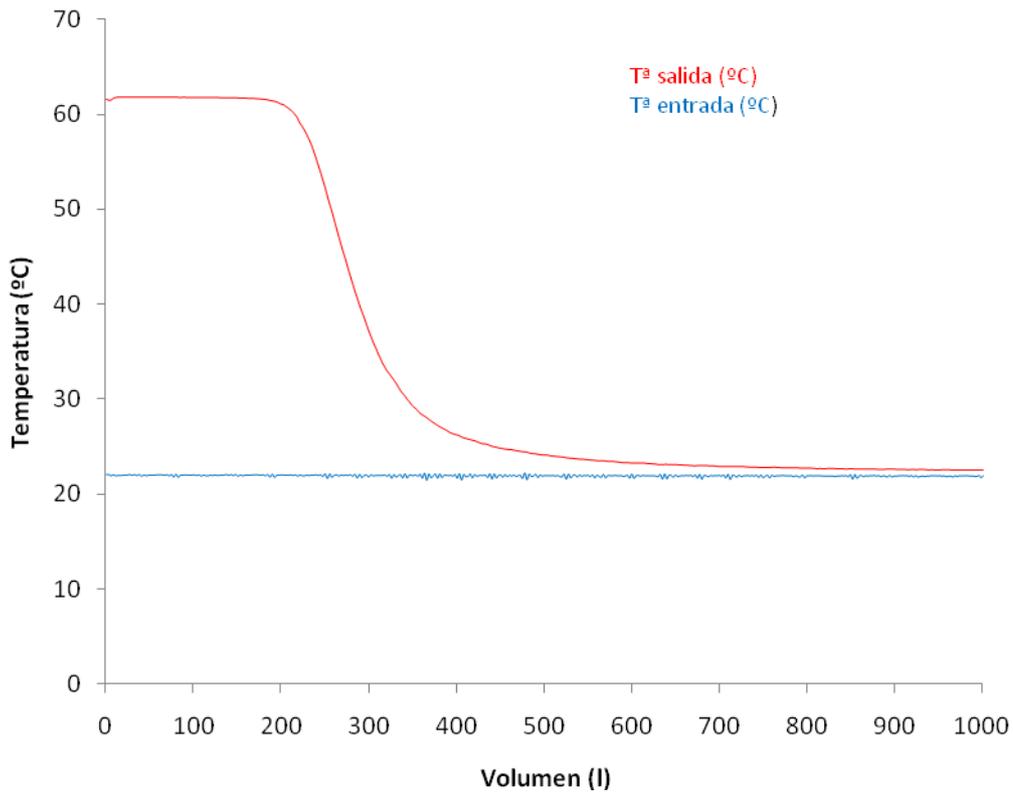


Gráfica 89. Gráfica T^a vs V ensayo grado de mezcla equipo 5

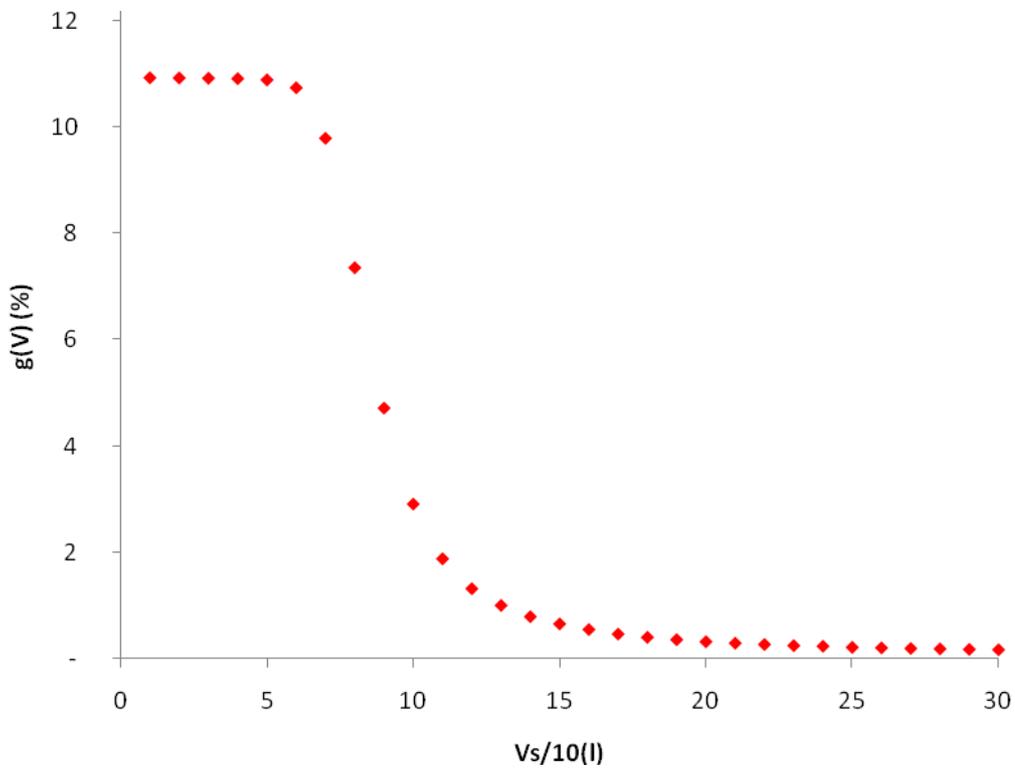


Gráfica 90. Gráfica $g(V)$ vs décimas partes de volumen equipo 5

- Equipo n°6

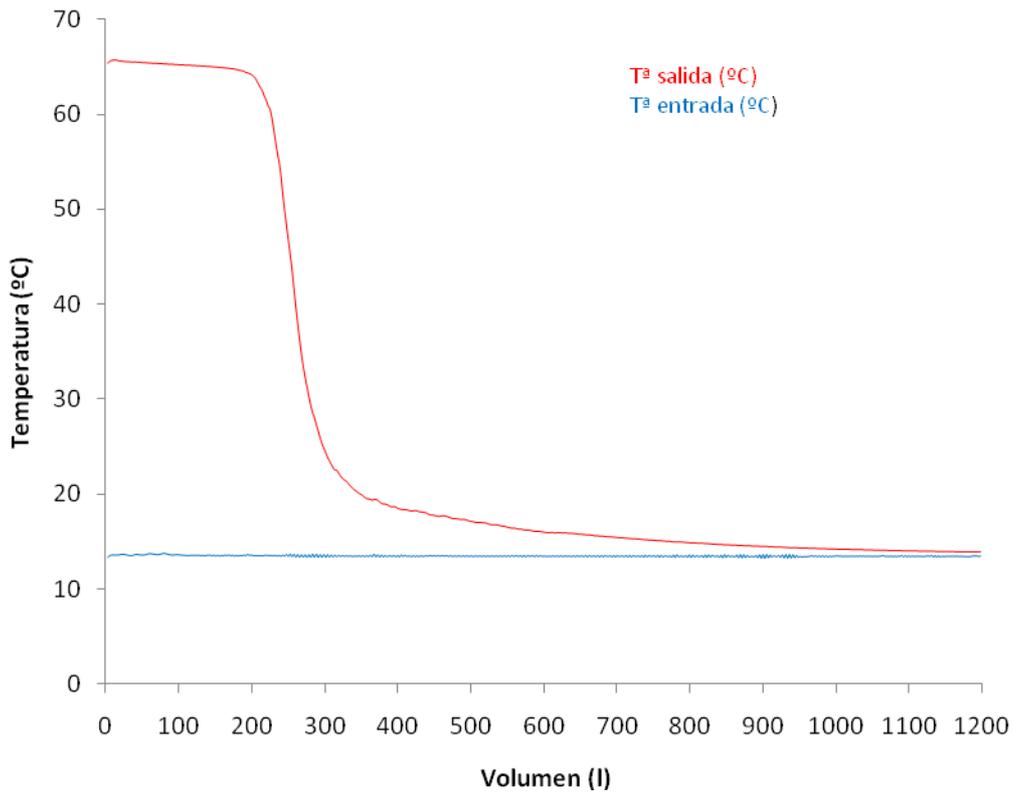


Gráfica 91. Gráfica Tª vs V ensayo grado de mezcla equipo 6

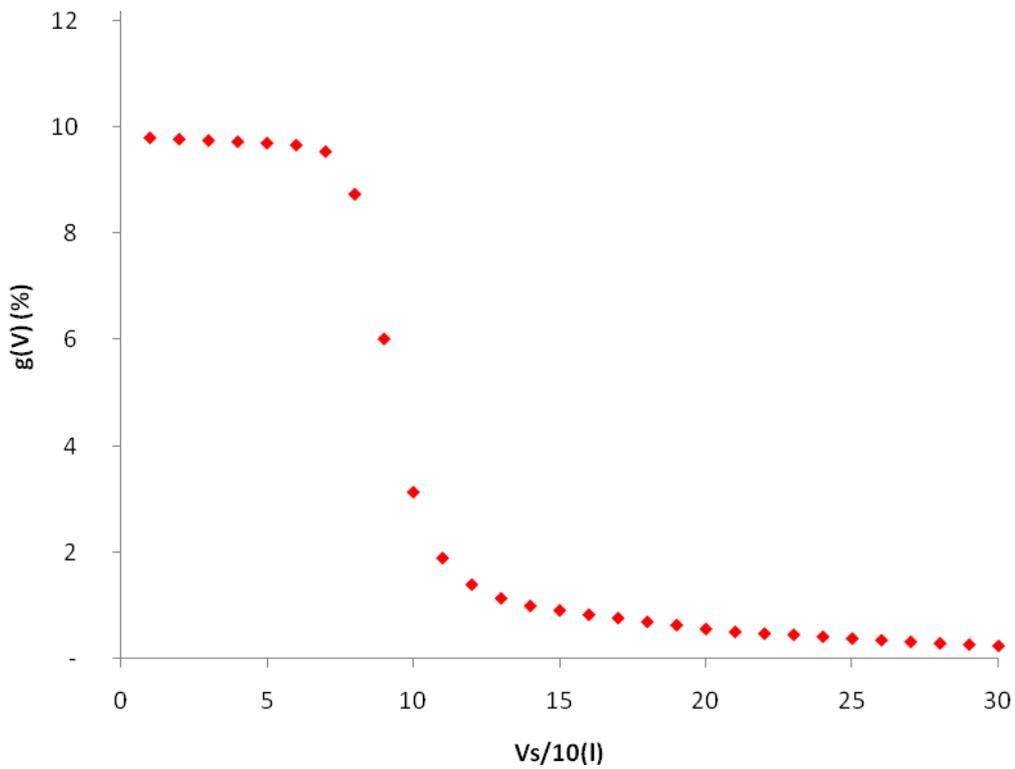


Gráfica 92. Gráfica g(V) vs décimas partes de volumen equipo 6

- Equipo nº7

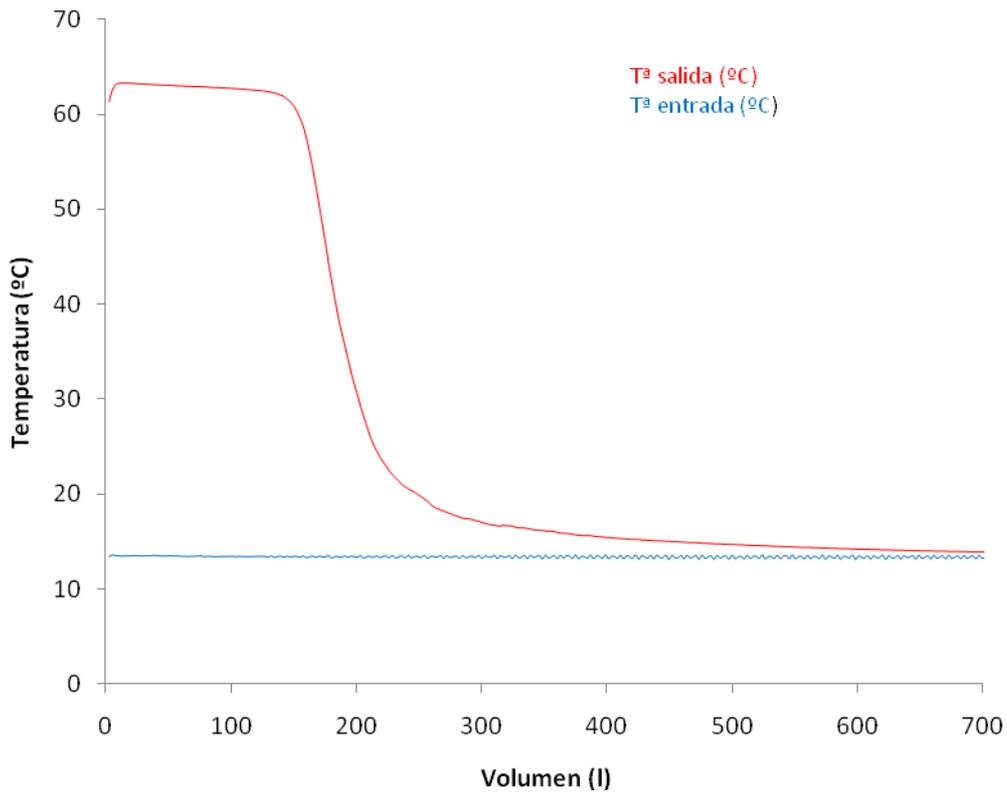


Gráfica 93. Gráfica T^a vs V ensayo grado de mezcla equipo 7

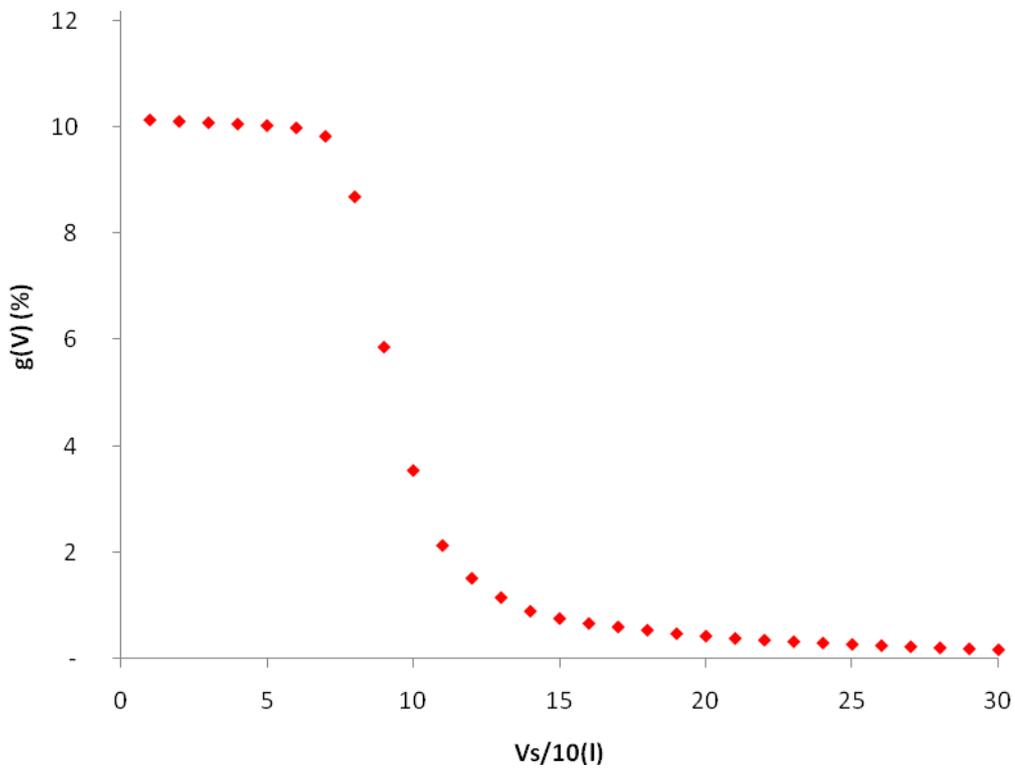


Gráfica 94. Gráfica $g(V)$ vs décimas partes de volumen equipo 7

- Equipo n°8

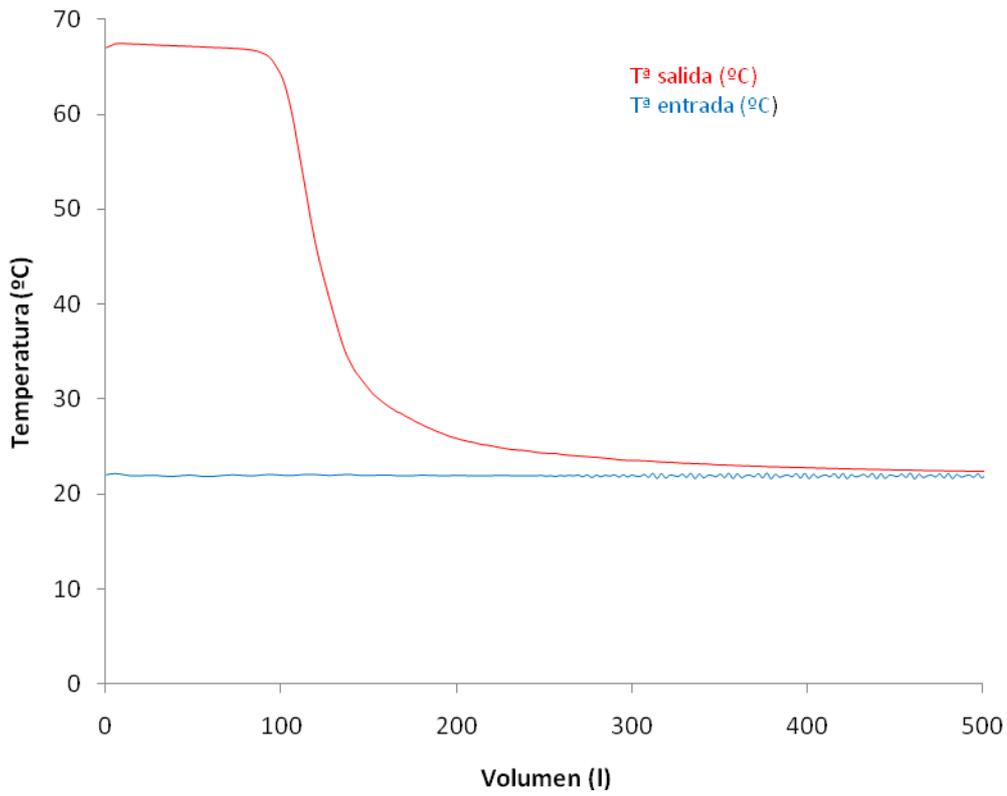


Gráfica 95. Gráfica Tª vs V ensayo grado de mezcla equipo 8

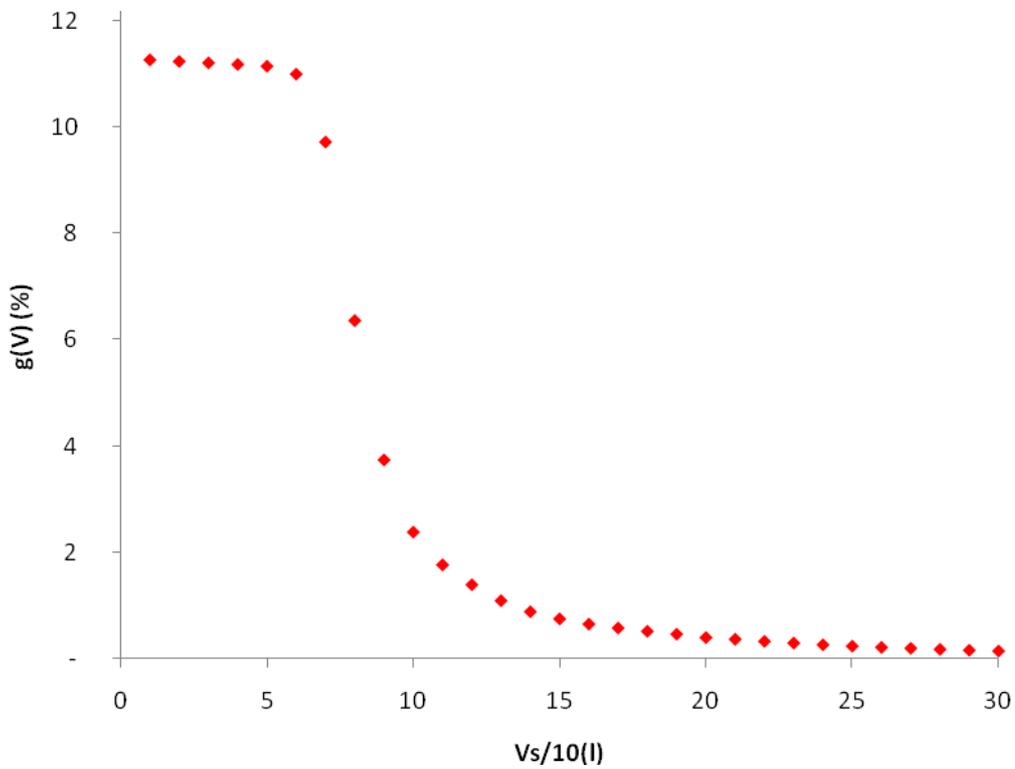


Gráfica 96. Gráfica g(V) vs décimas partes de volumen equipo 8

- Equipo n°9

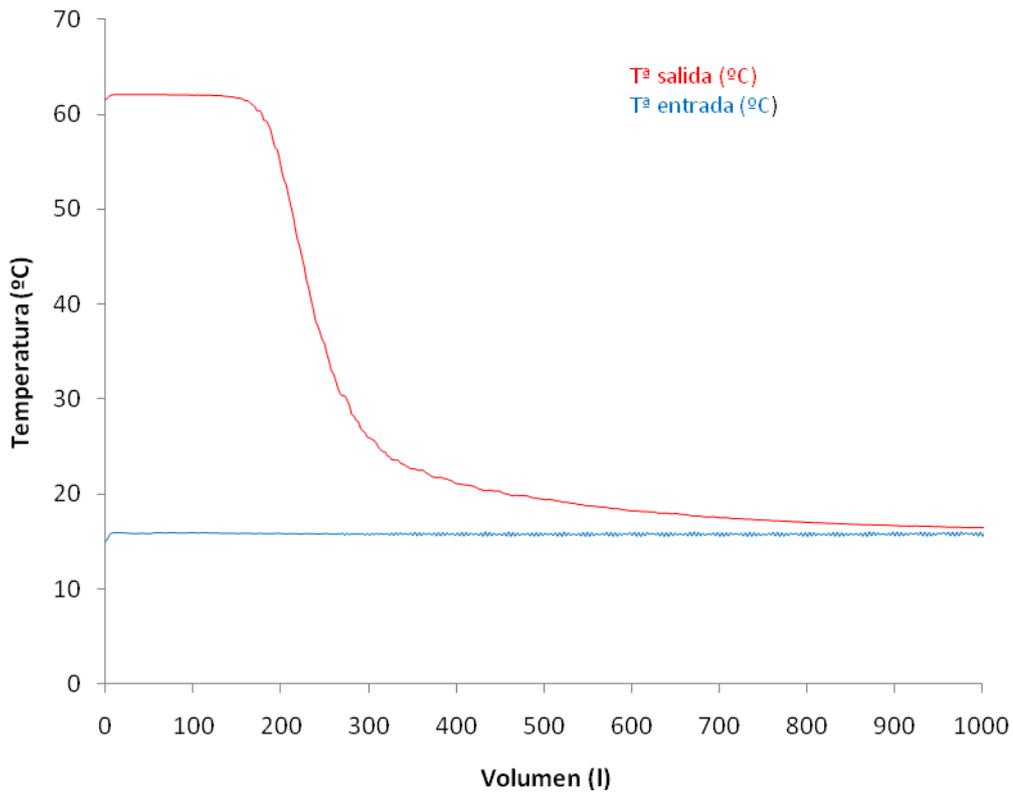


Gráfica 97. Gráfica Tª vs V ensayo grado de mezcla equipo 9

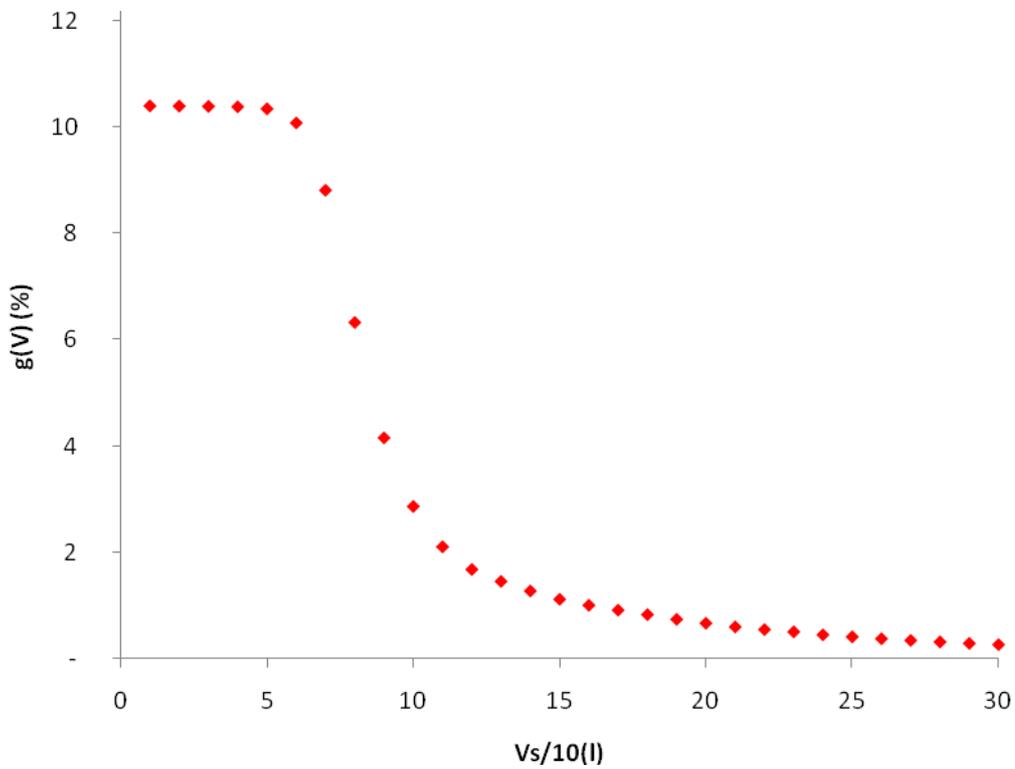


Gráfica 98. Gráfica g(V) vs décimas partes de volumen equipo 9

- Equipo nº10

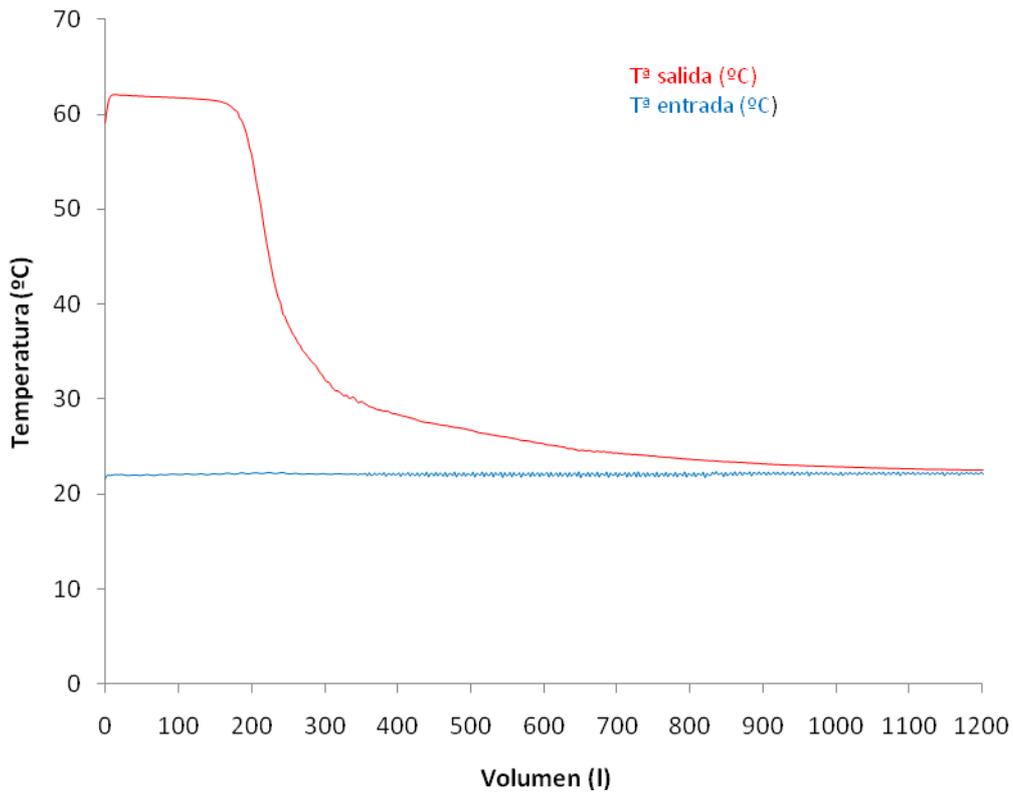


Gráfica 99. Gráfica Tª vs V ensayo grado de mezcla equipo 10

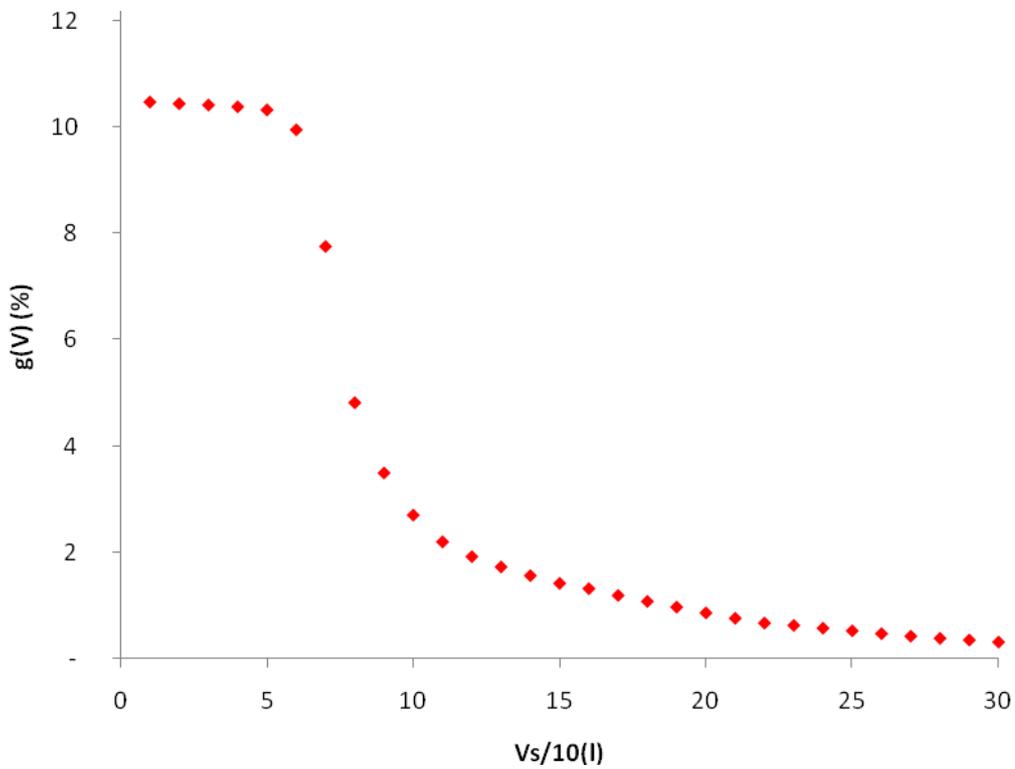


Gráfica 100. Gráfica g(V) vs décimas partes de volumen equipo 10

- Equipo nº11

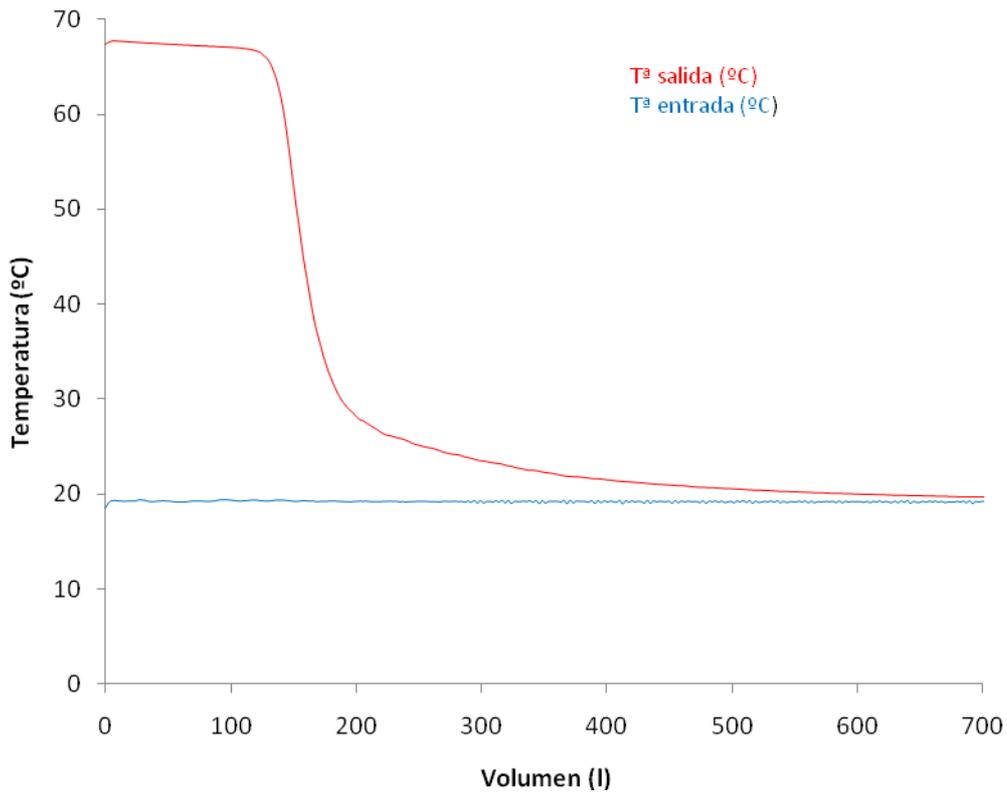


Gráfica 101. Gráfica T^a vs V ensayo grado de mezcla equipo 11

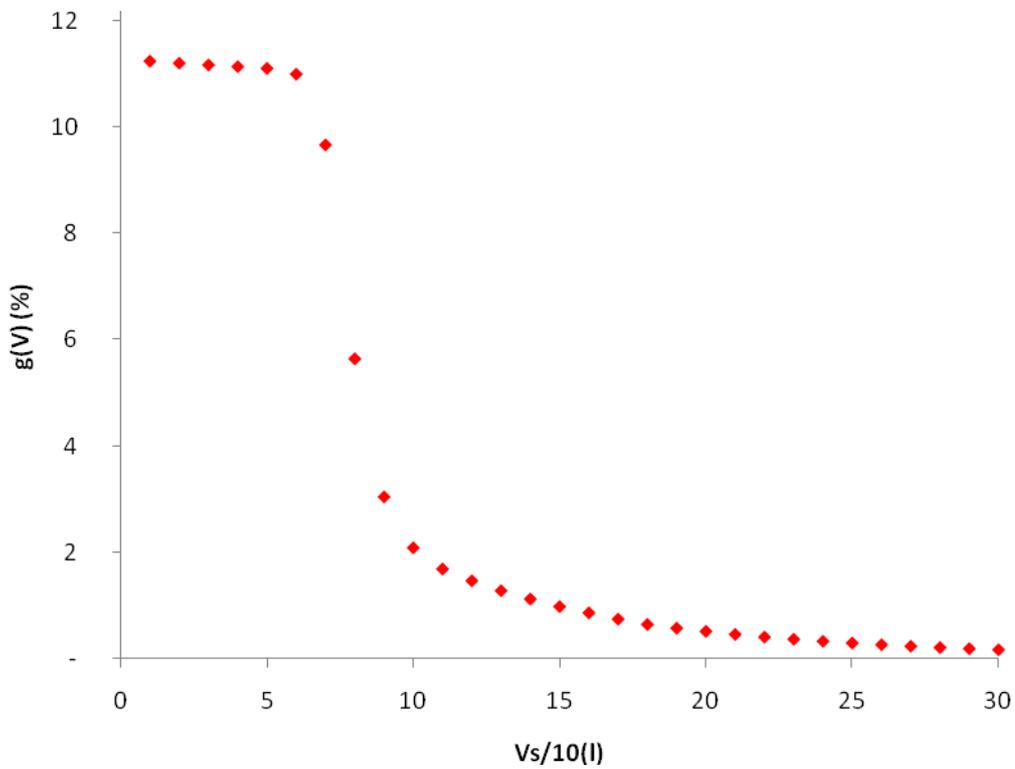


Gráfica 102. Gráfica $g(V)$ vs décimas partes de volumen equipo 11

- Equipo nº12

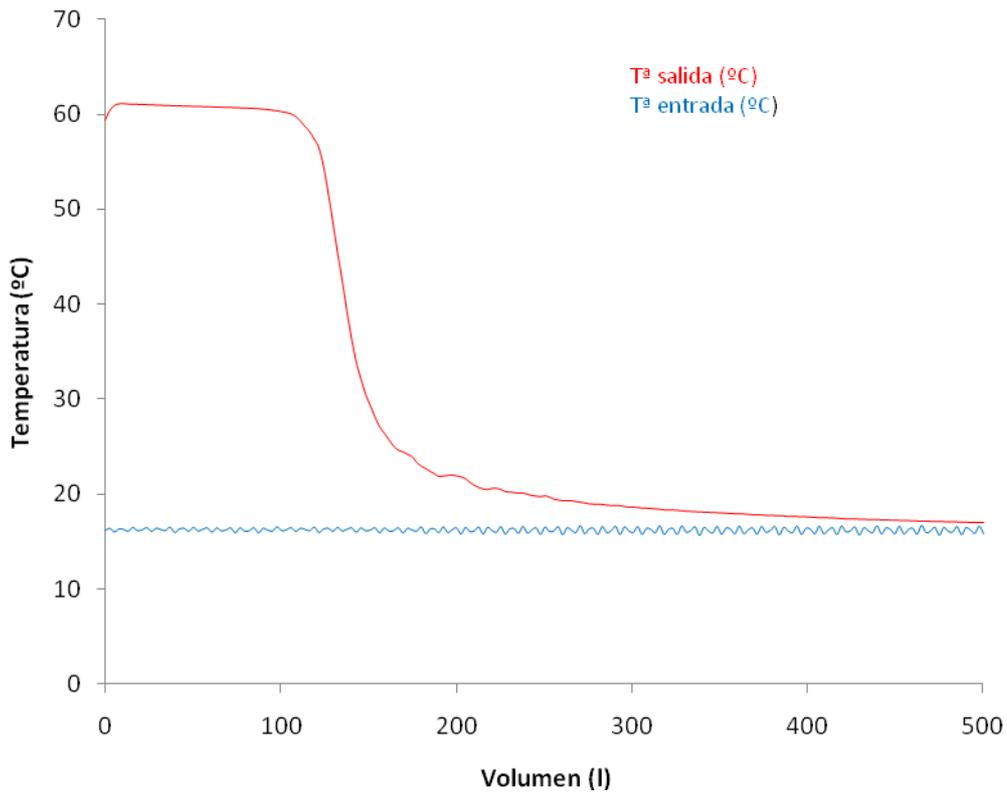


Gráfica 103. Gráfica T^a vs V ensayo grado de mezcla equipo 12

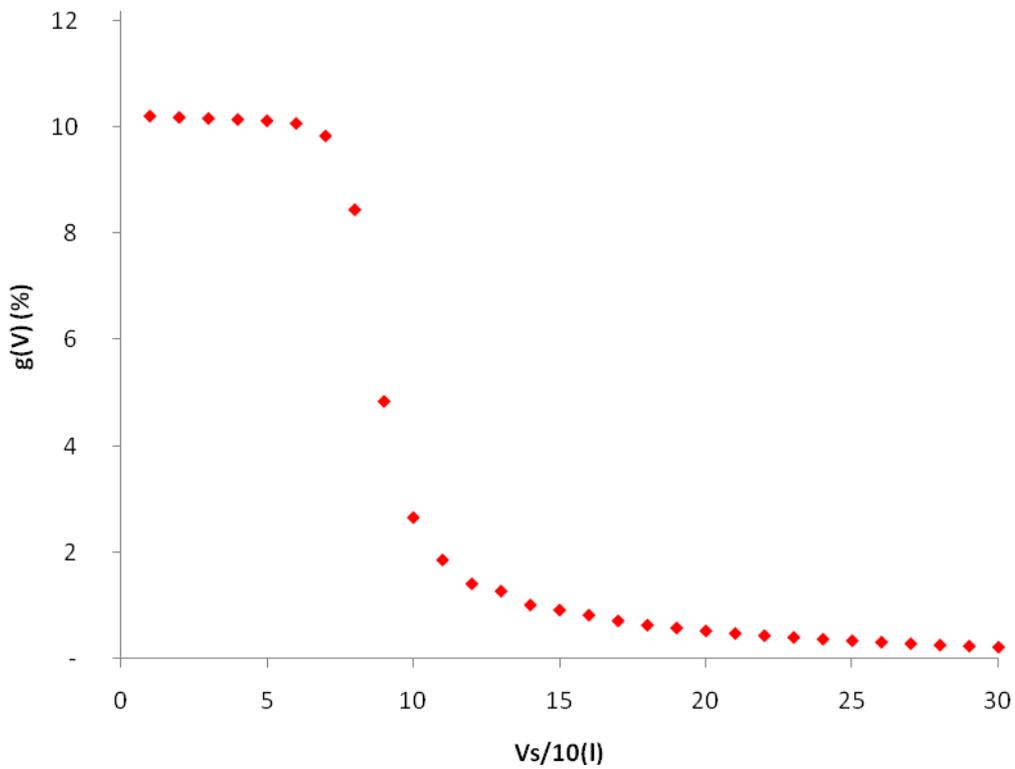


Gráfica 104. Gráfica $g(V)$ vs décimas partes de volumen equipo 12

- Equipo nº13

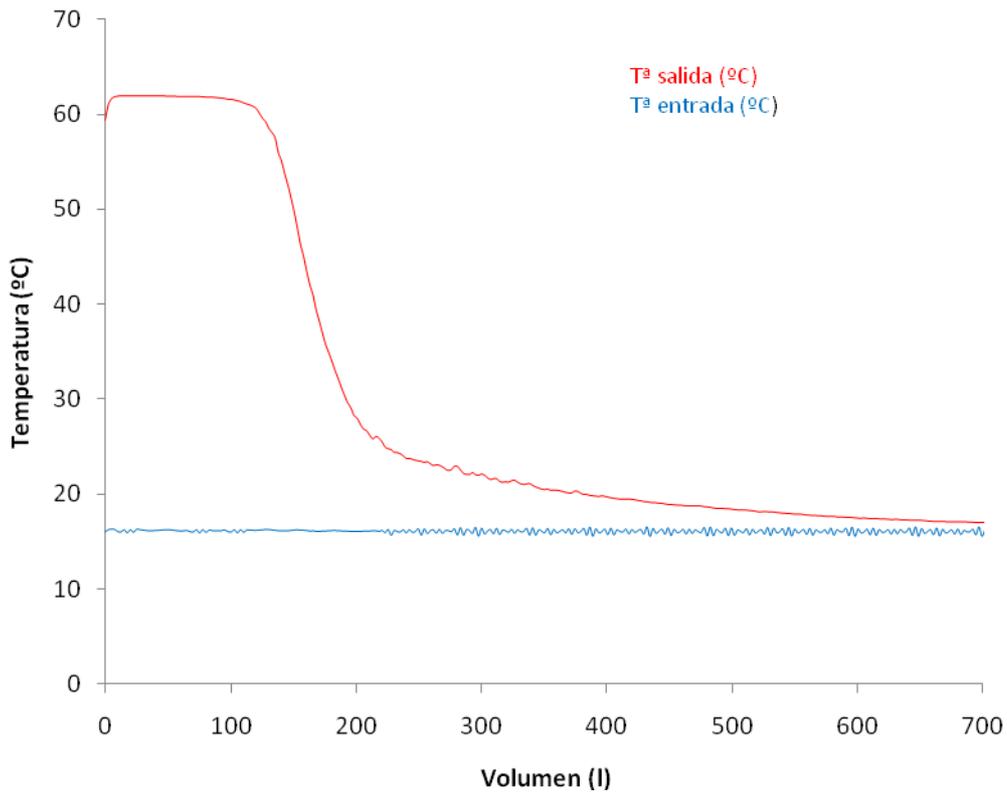


Gráfica 105. Gráfica T^a vs V ensayo grado de mezcla equipo 13

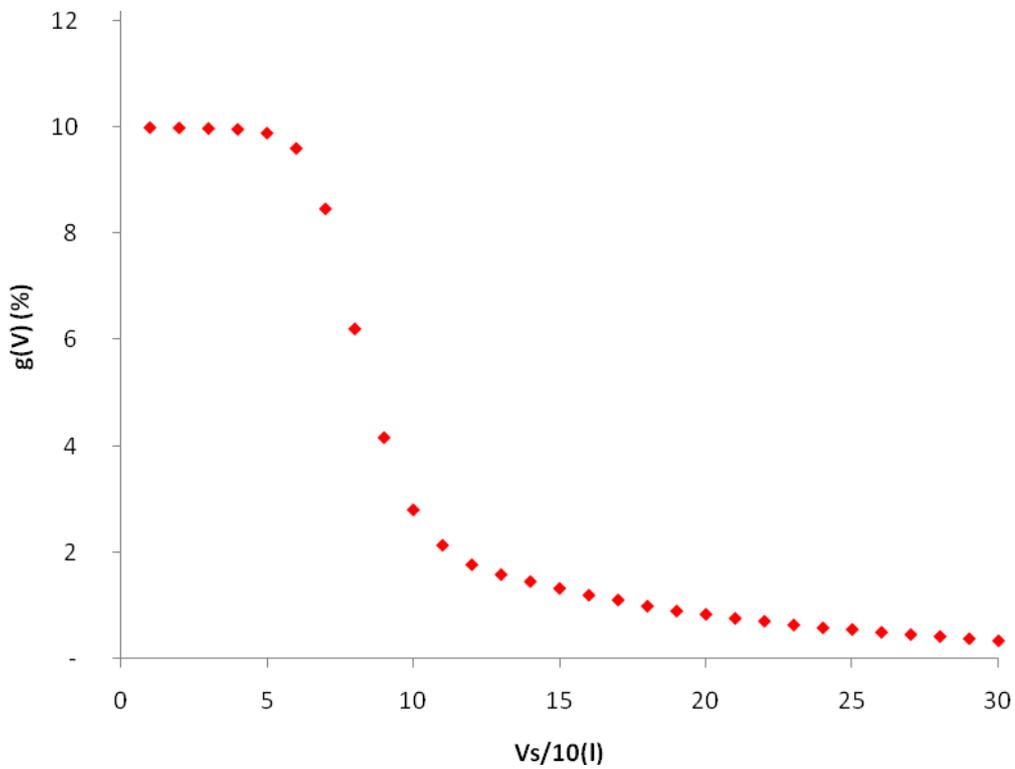


Gráfica 106. Gráfica $g(V)$ vs décimas partes de volumen equipo 13

- Equipo nº15

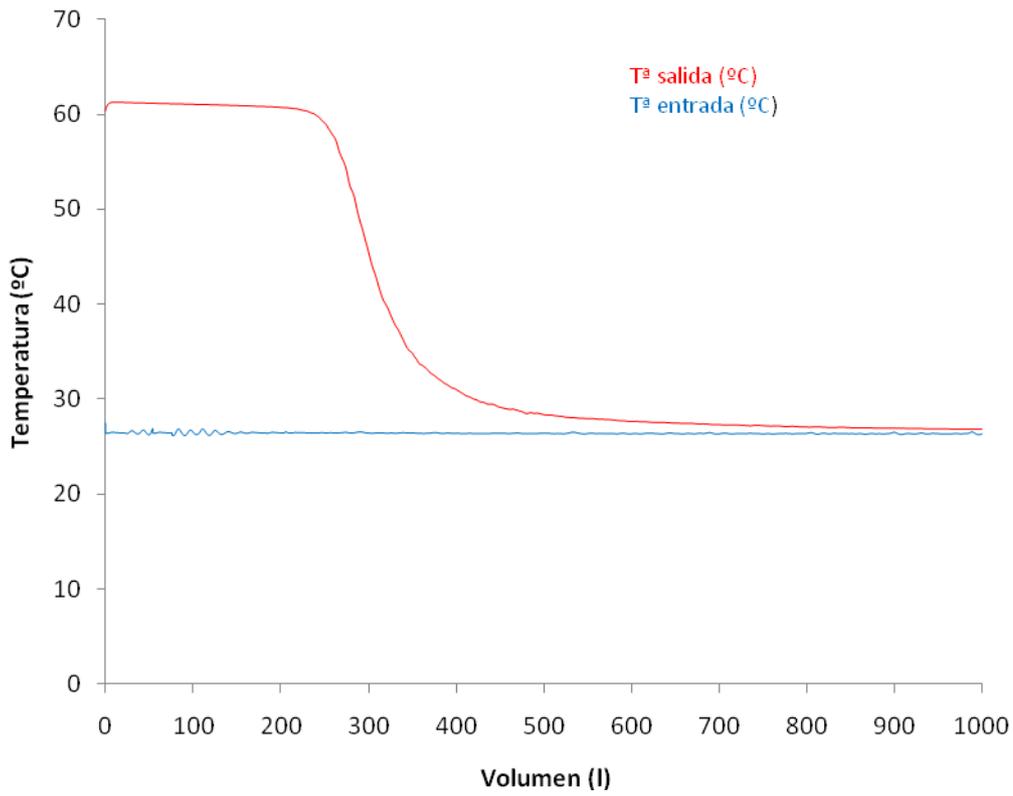


Gráfica 107. Gráfica Tª vs V ensayo grado de mezcla equipo 15

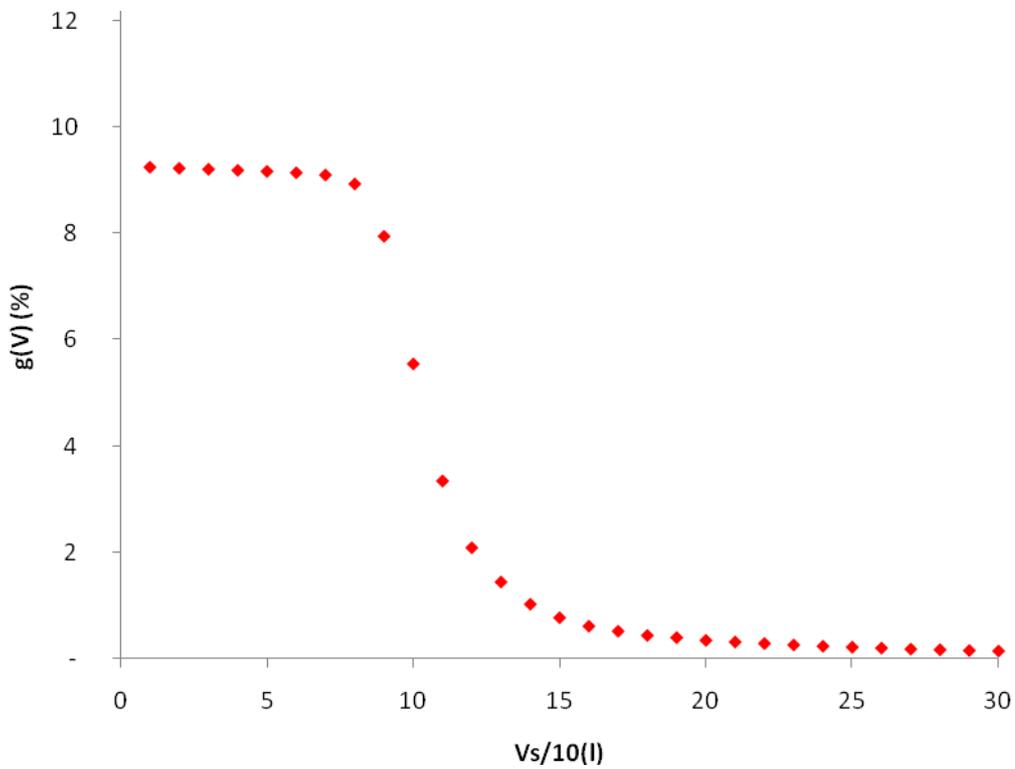


Gráfica 108. Gráfica g(V) vs décimas partes de volumen equipo 15

- Equipo nº17

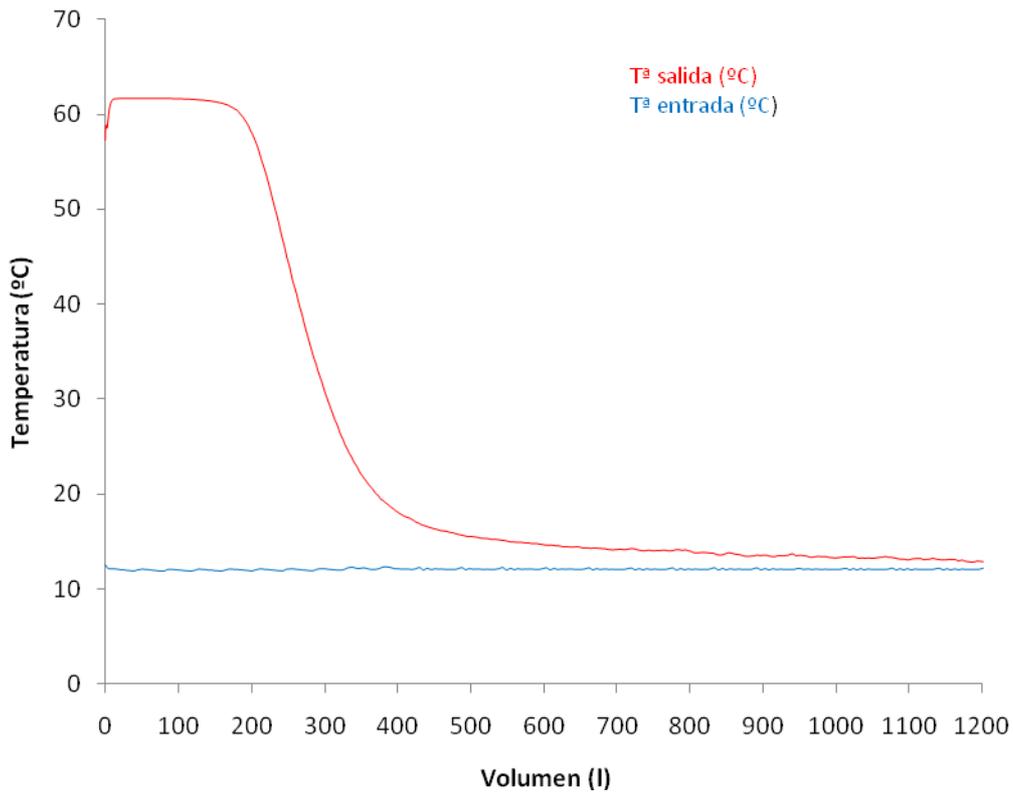


Gráfica 109. Gráfica Tª vs V ensayo grado de mezcla equipo 17

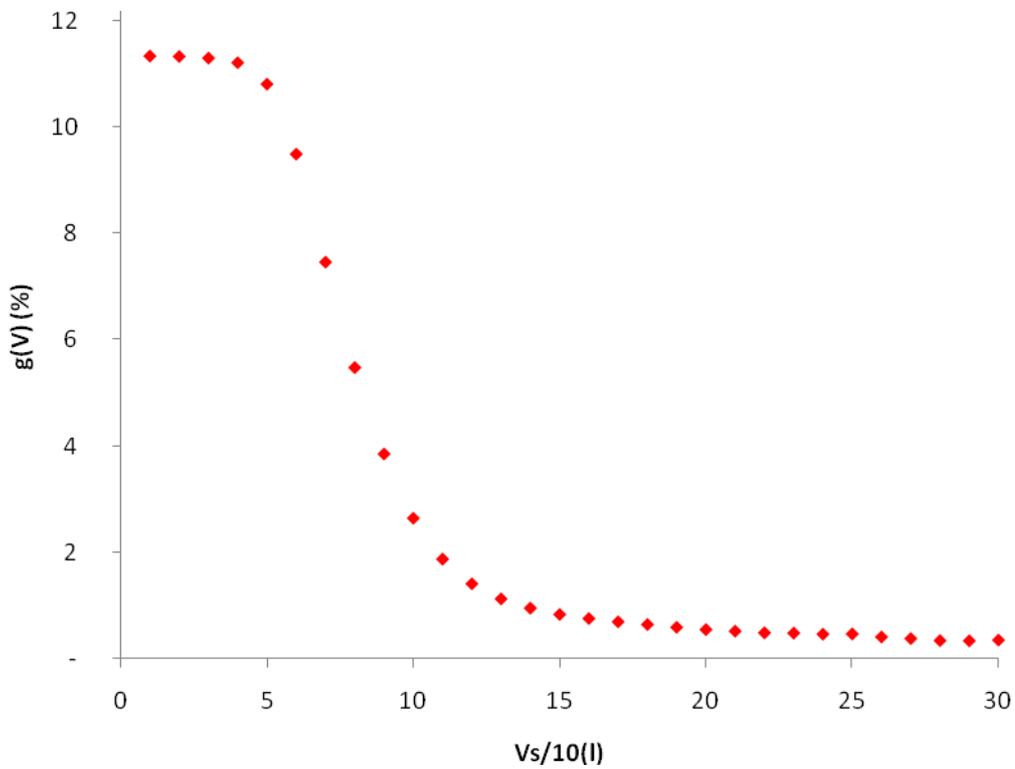


Gráfica 110. Gráfica g(V) vs décimas partes de volumen equipo 17

- Equipo nº18

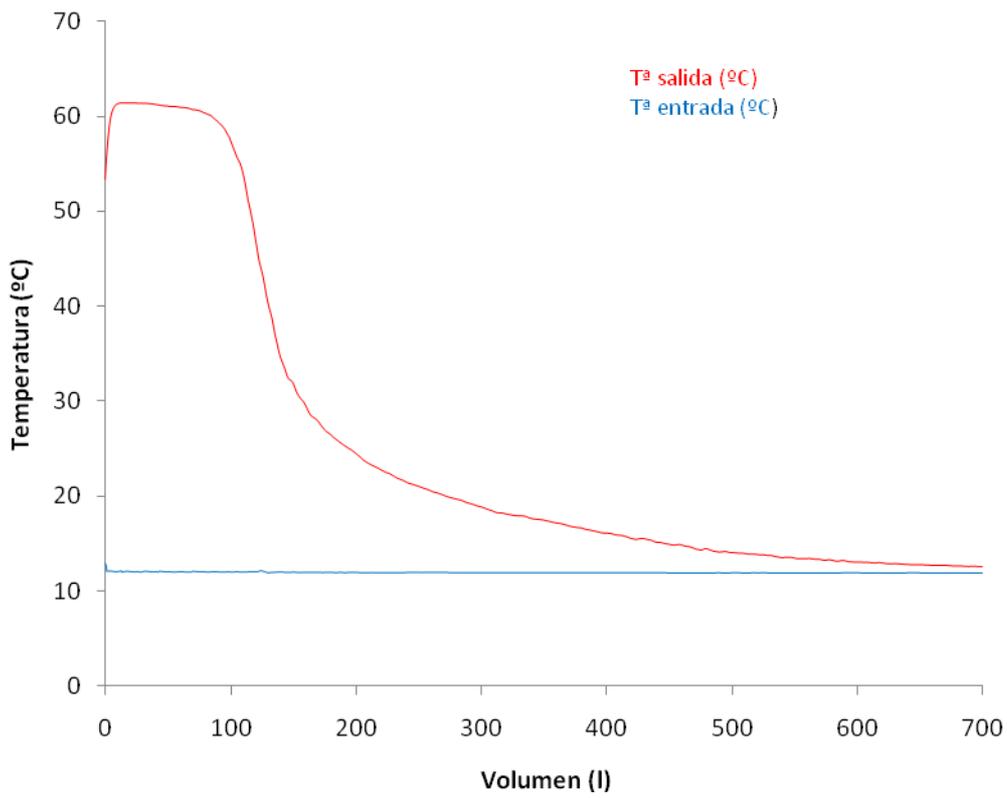


Gráfica 111. Gráfica Tª vs V ensayo grado de mezcla equipo 18

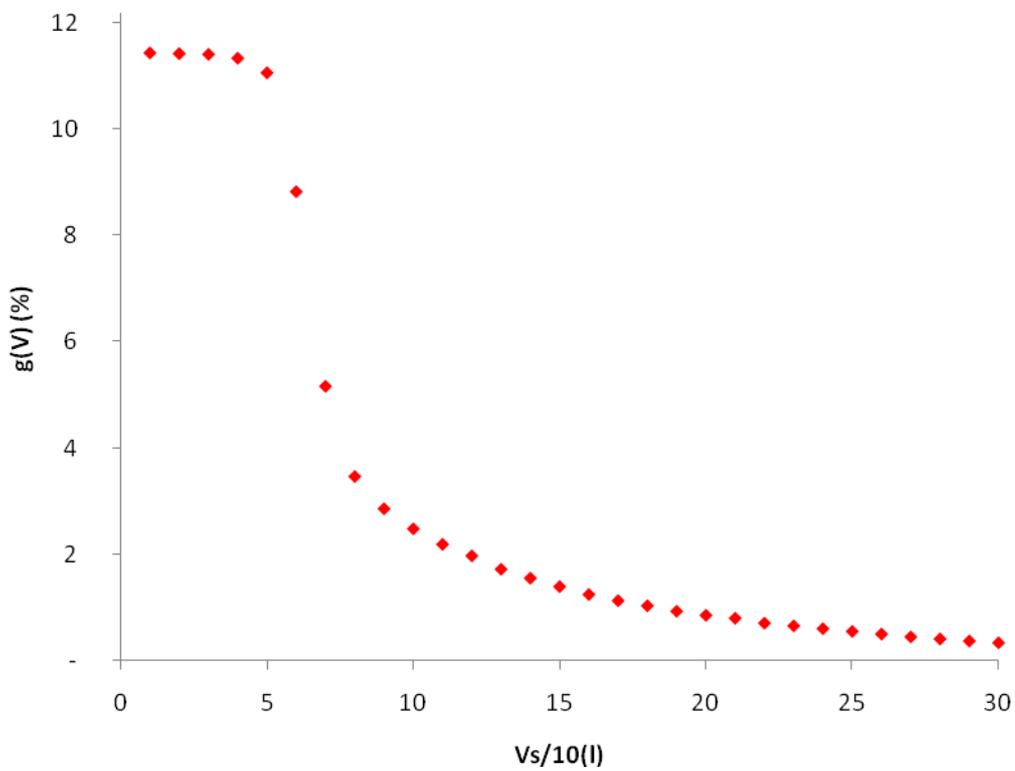


Gráfica 112. Gráfica g(V) vs décimas partes de volumen equipo 18

- Equipo nº19

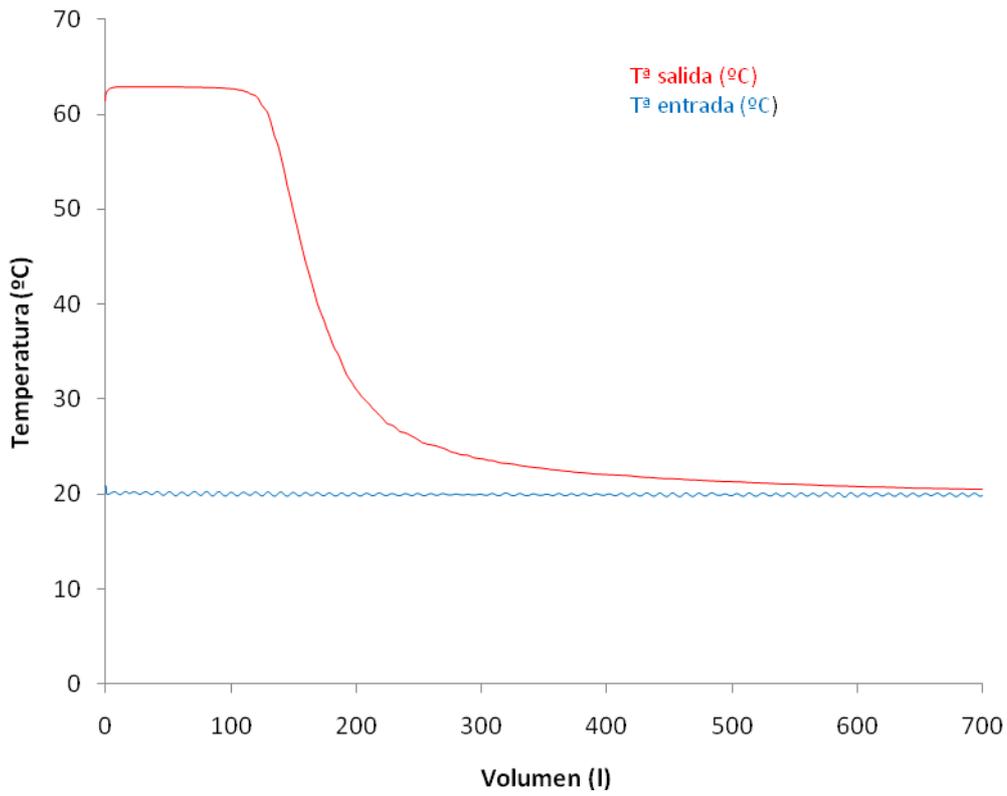


Gráfica 113. Gráfica Tª vs V ensayo grado de mezcla equipo 19

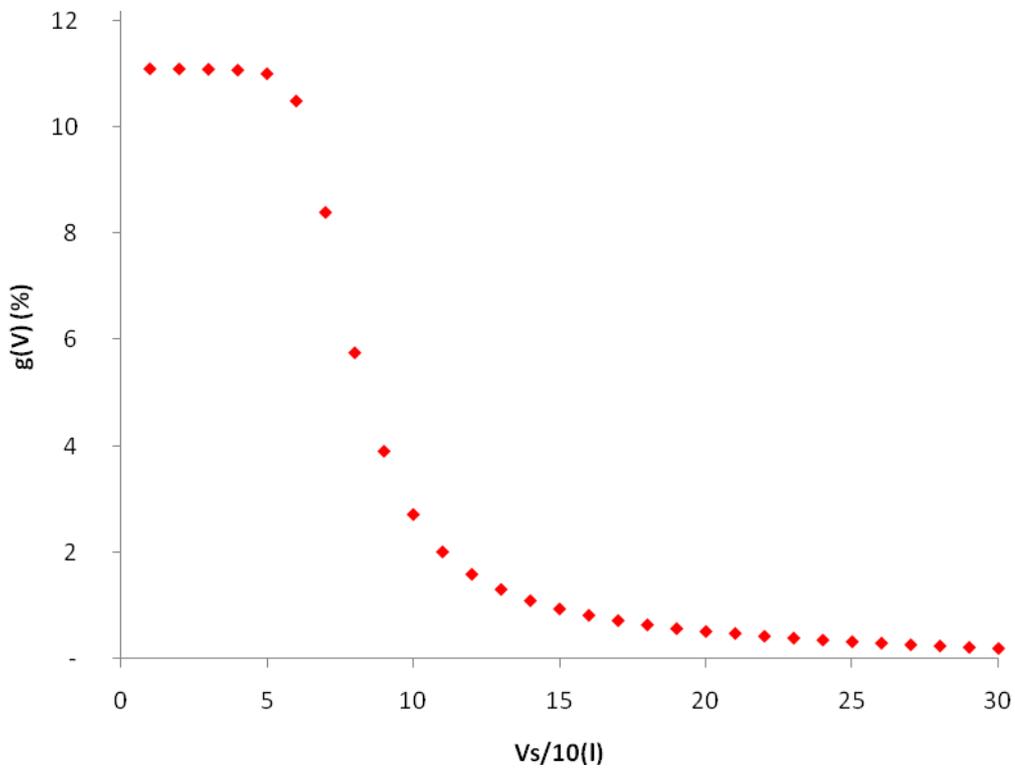


Gráfica 114. Gráfica g(V) vs décimas partes de volumen equipo 19

- Equipo n°20

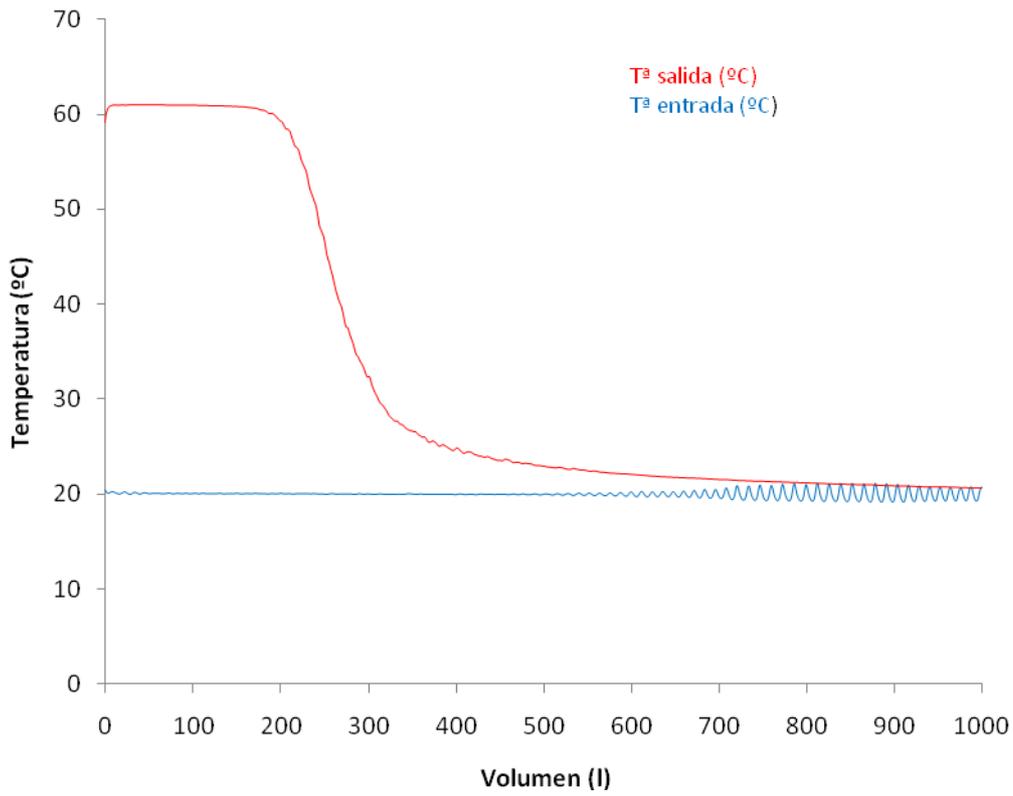


Gráfica 115. Gráfica T^a vs V ensayo grado de mezcla equipo 20

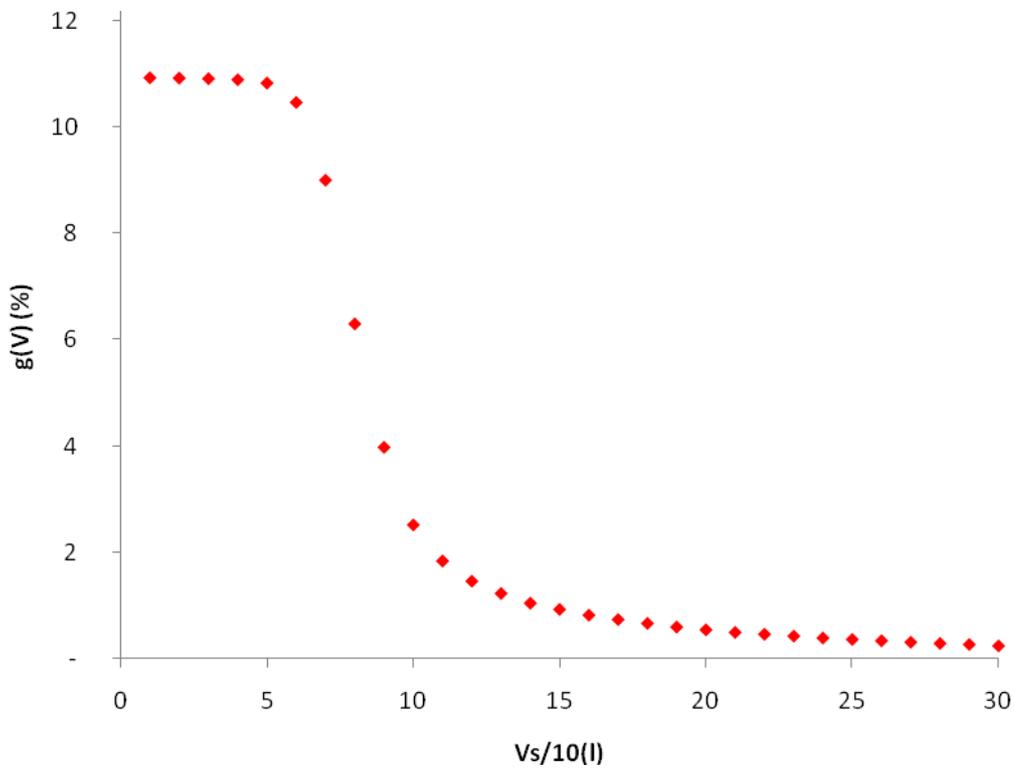


Gráfica 116. Gráfica $g(V)$ vs décimas partes de volumen equipo 20

- Equipo n°21

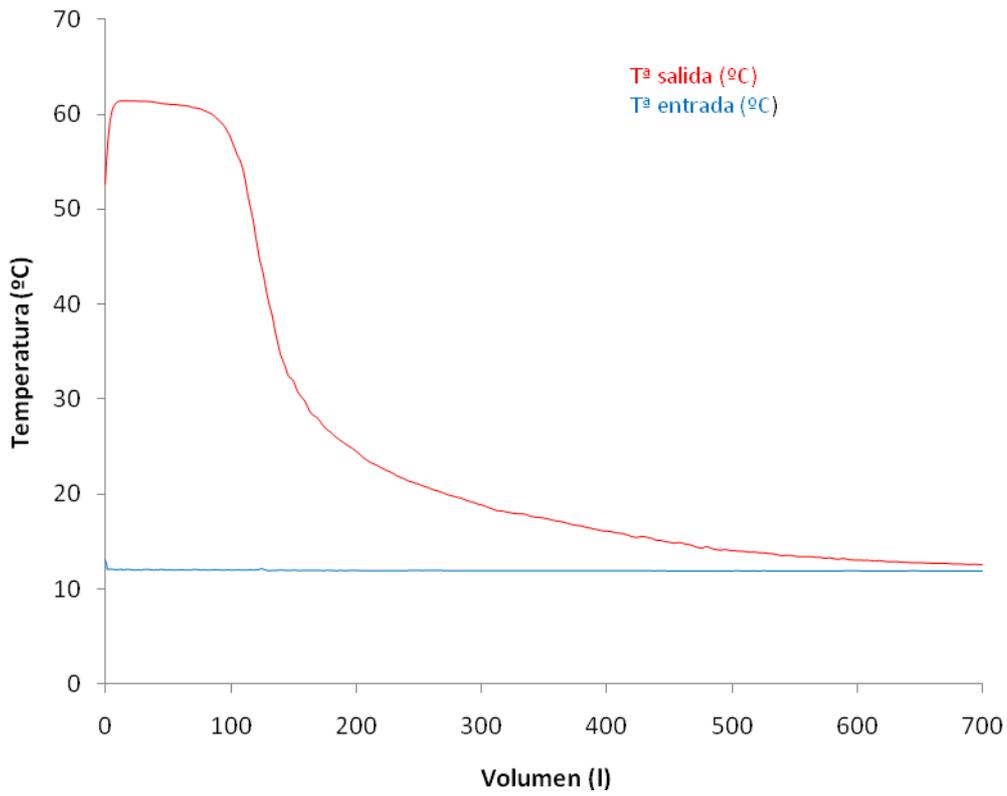


Gráfica 117. Gráfica Tª vs V ensayo grado de mezcla equipo 21

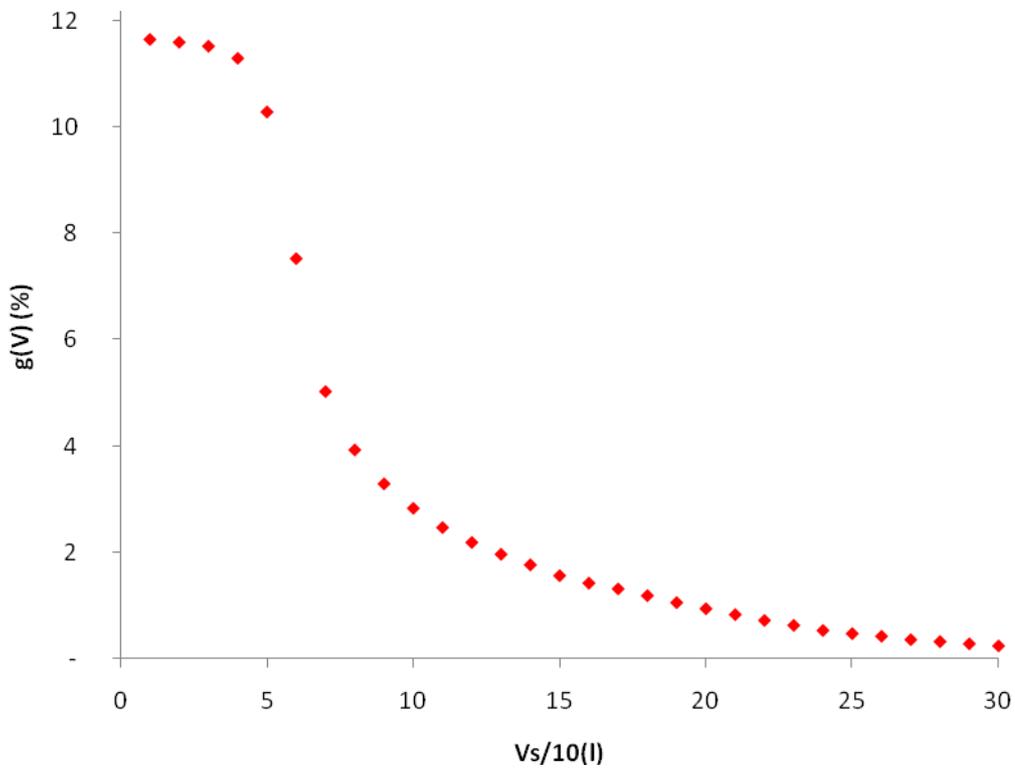


Gráfica 118. Gráfica g(V) vs décimas partes de volumen equipo 21

- Equipo n°22



Gráfica 119. Gráfica Tª vs V ensayo grado de mezcla equipo 22



Gráfica 120. Gráfica g(V) vs décimas partes de volumen equipo 22

5.10.3 Determinación de las pérdidas de calor por el acumulador

Los resultados obtenidos en éste apartado se muestran en la siguiente tabla.

Nº equipo	Us (W/K)	uUs (W/K)
1	3,69	0,50
2	4,21	0,45
3	4,72	0,79
4	3,34	0,27
5	3,66	0,37
6	6,09	0,45
7	3,90	0,40
8	3,43	0,29
9	3,49	0,20
10	4,25	0,72
11	5,07	0,40
12	4,17	0,23
13	3,23	0,21
15	3,90	0,24
17	4,59	0,67
18	5,55	0,68
19	3,87	0,78
20	4,93	0,83
21	5,02	0,85
22	4,10	0,65

Tabla 17. Coeficientes de pérdidas de calor por el acumulador

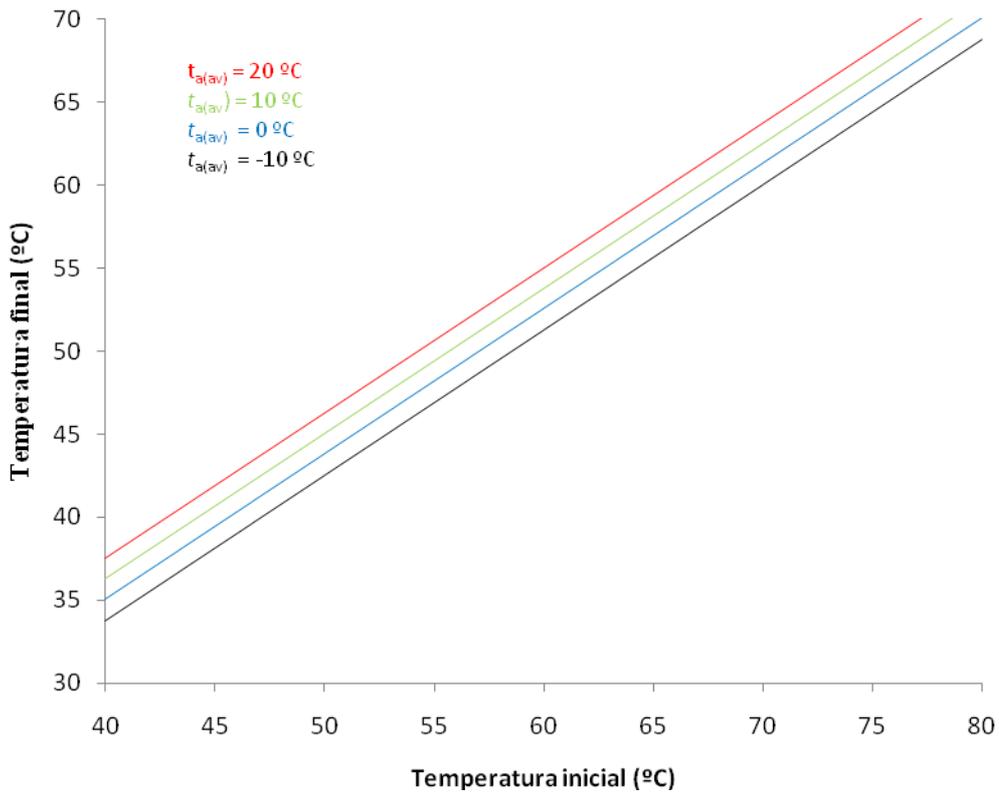
Mediante dicha tabla se puede obtener la temperatura final del agua para un tiempo determinado, una temperatura ambiente y una temperatura inicial del agua con la ecuación 1 del procedimiento operativo:

Ecuación 1

$$U_s = \frac{\rho_w c_{pw} V_s}{\Delta t} \ln \left[\frac{t_i - t_{a,s(av)}}{t_f - t_{a,s(av)}} \right]$$

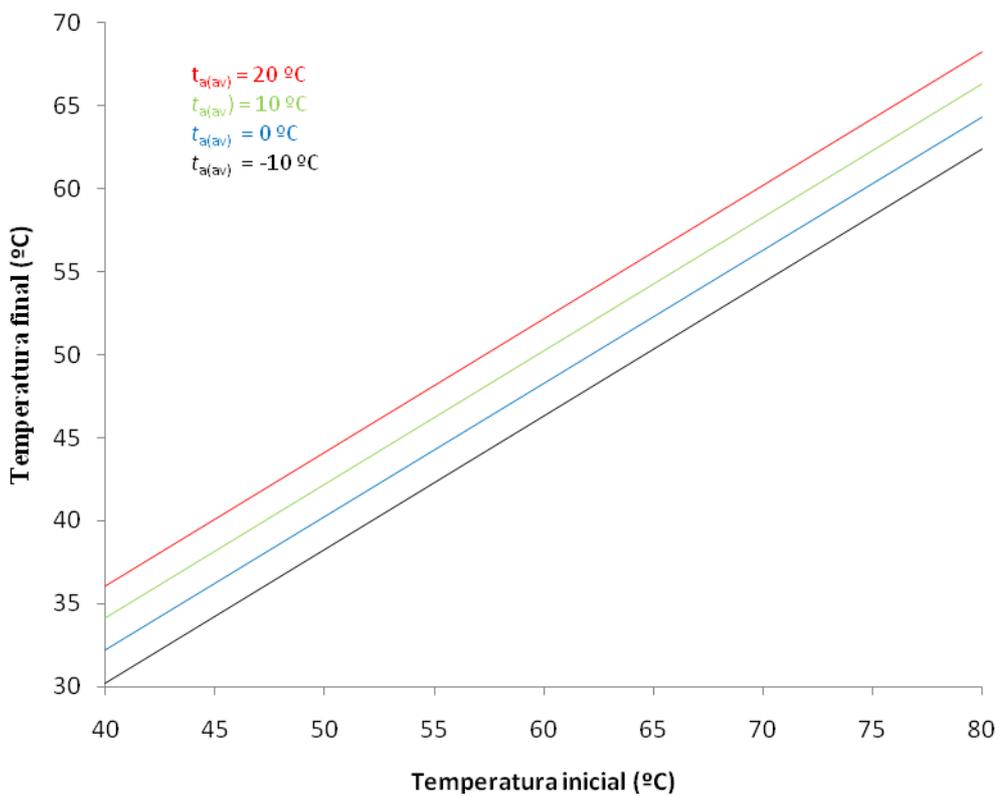
A continuación, se representan las gráficas Temperatura final (t_f) vs Temperatura inicial (t_i) para diferentes temperaturas ambiente medias, suponiendo un tiempo de enfriamiento de 12 horas.

- Equipo n°1



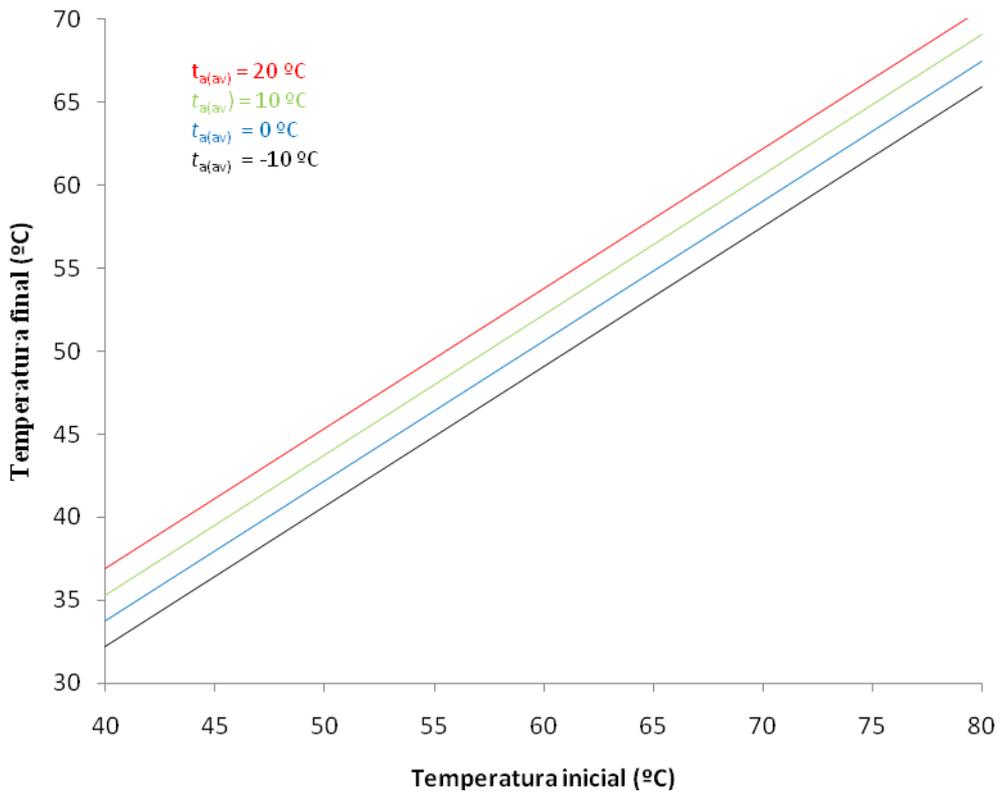
Gráfica 121. Gráfica T^a final vs T^a inicial ensayo de pérdidas de calor del acumulador equipo 1

- Equipo n°2



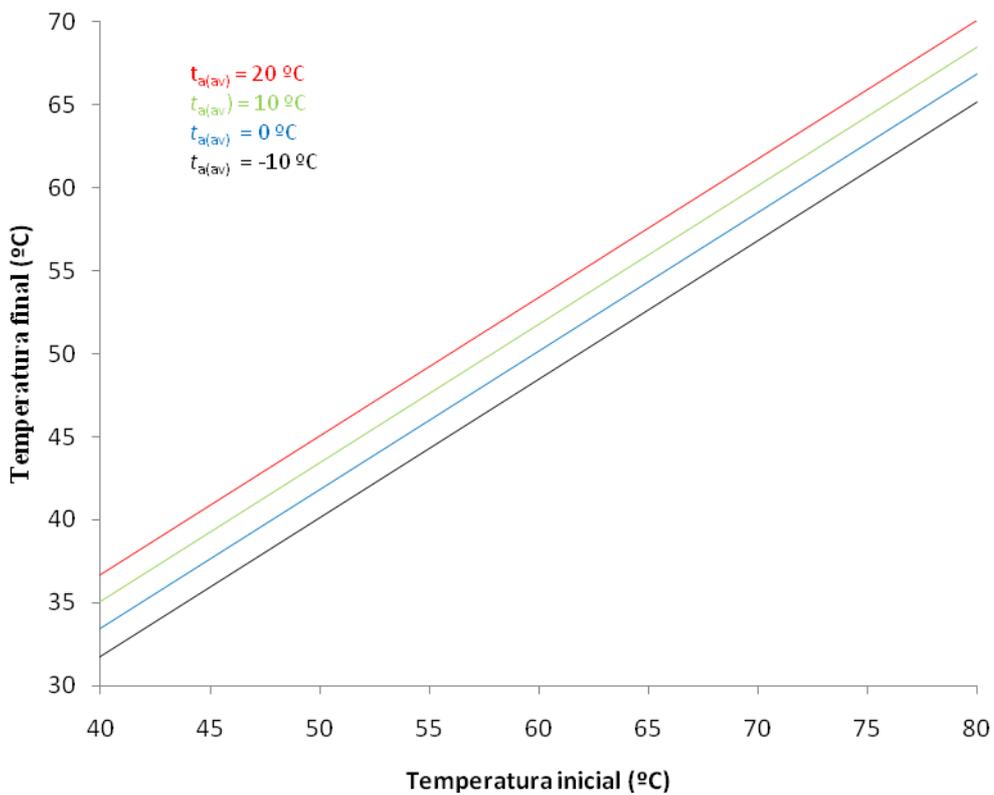
Gráfica 122. Gráfica T^a final vs T^a inicial ensayo de pérdidas de calor del acumulador equipo 2

- Equipo n°3



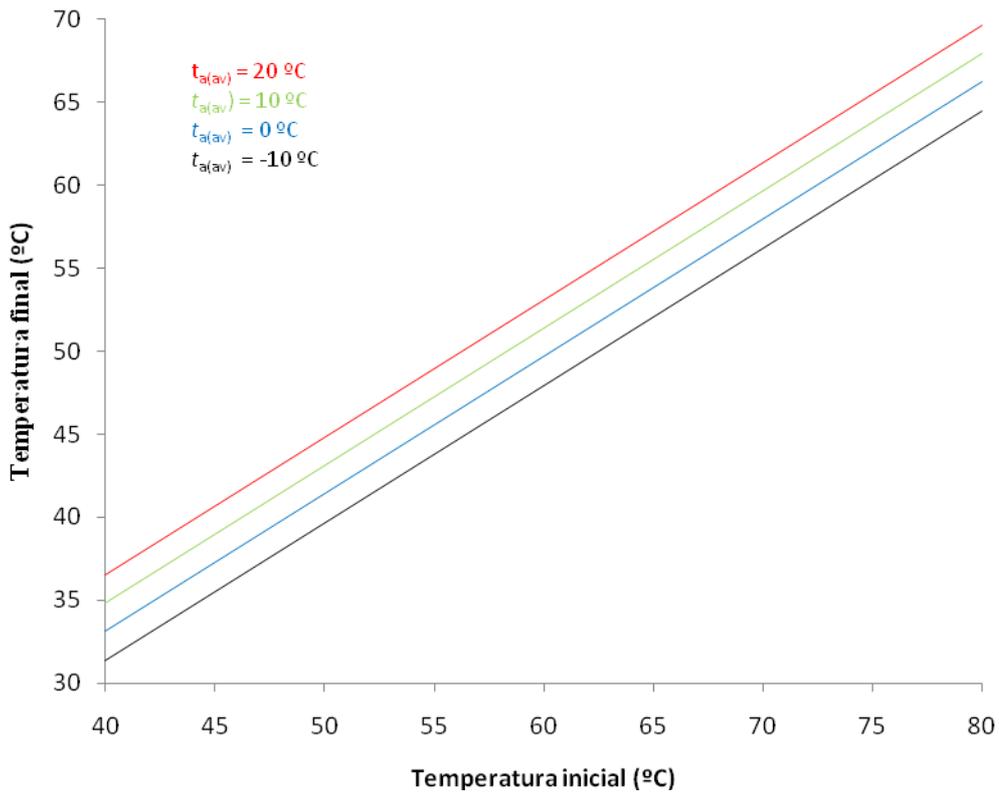
Gráfica 123. Gráfica T^a final vs T^a inicial ensayo de pérdidas de calor del acumulador equipo 3

- Equipo n°4



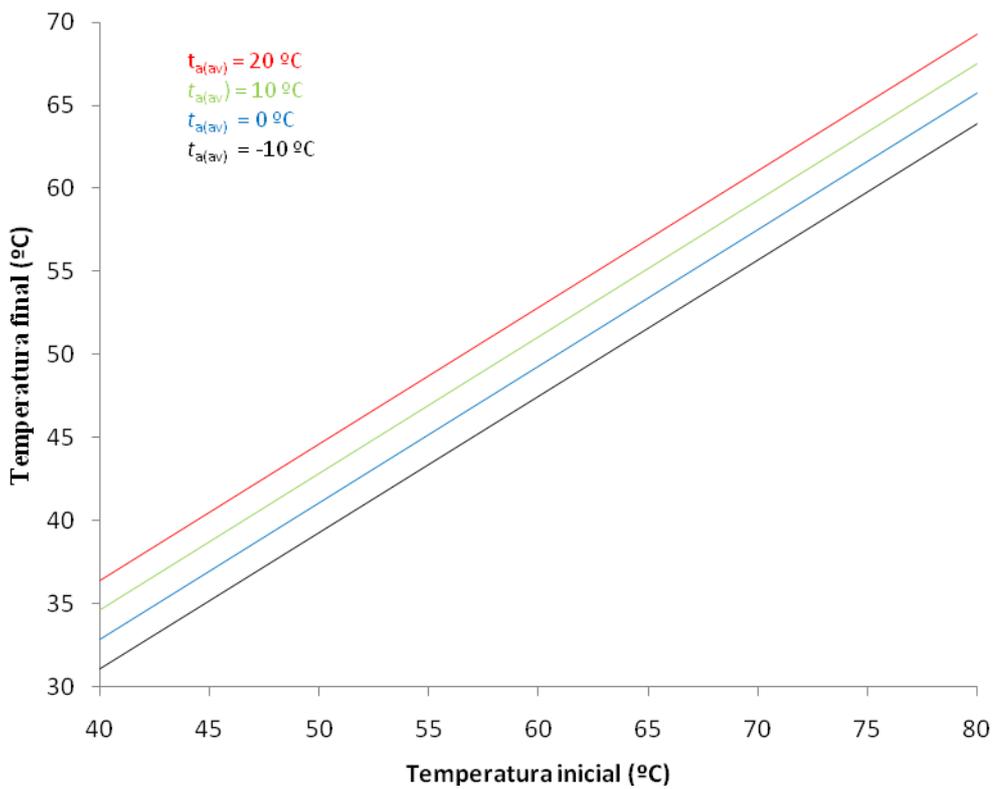
Gráfica 124. Gráfica T^a final vs T^a inicial ensayo de pérdidas de calor del acumulador equipo 4

- Equipo n°5



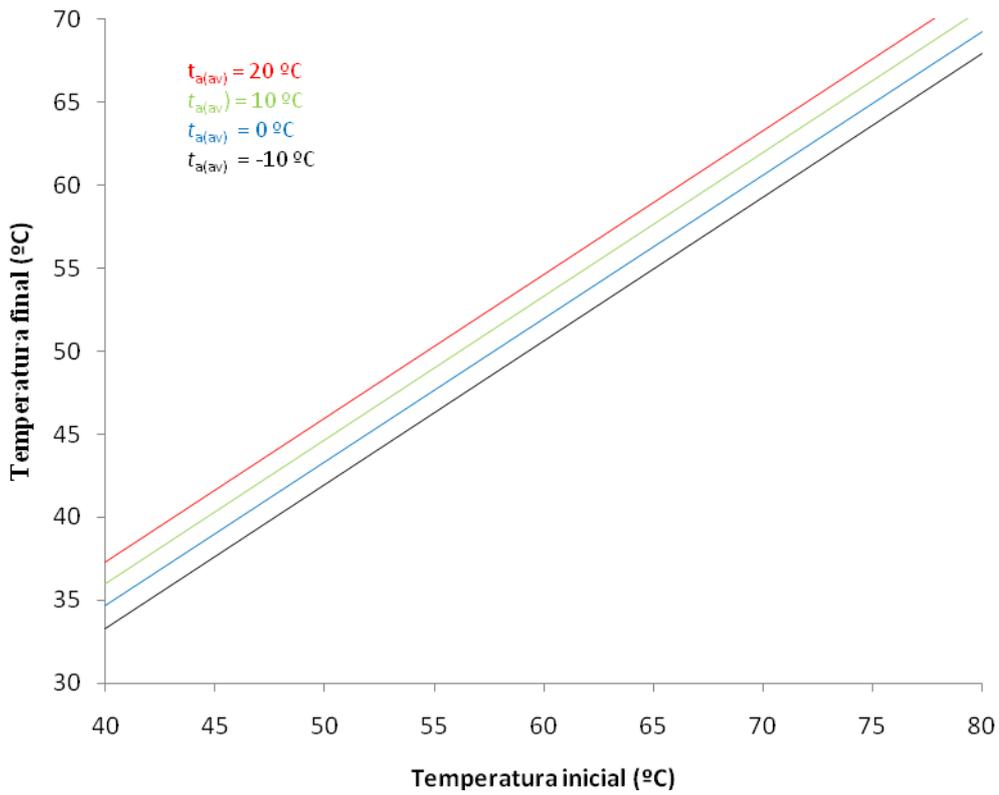
Gráfica 125. Gráfica T^a final vs T^a inicial ensayo de pérdidas de calor del acumulador equipo 5

- Equipo n°6



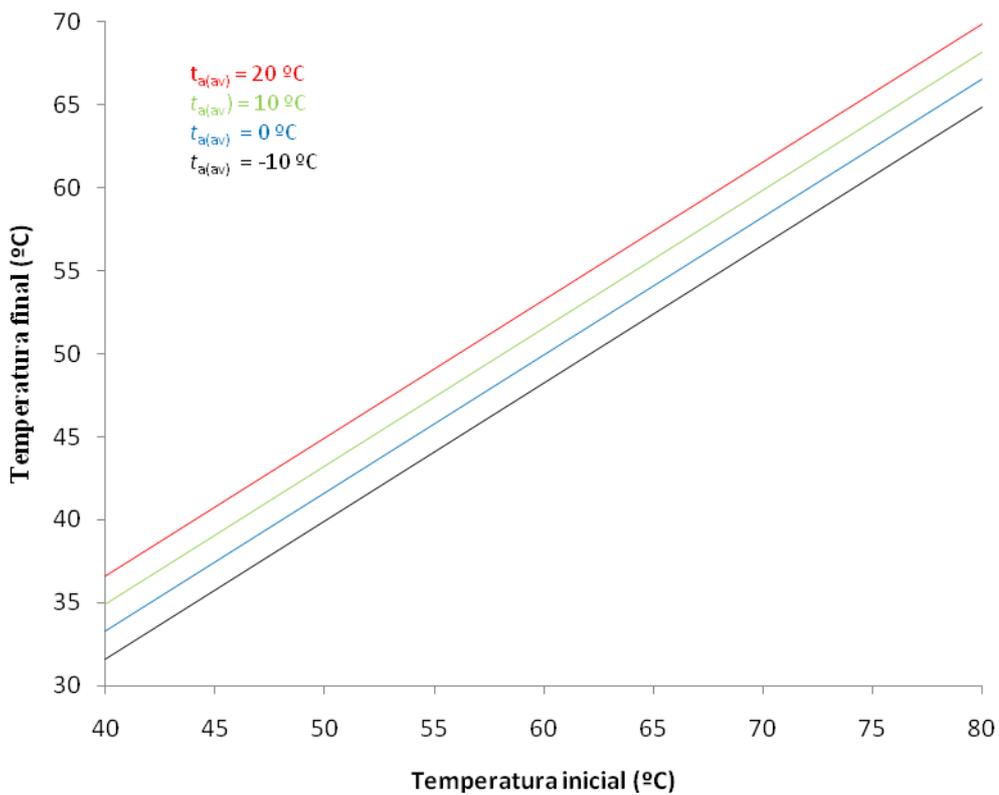
Gráfica 126. Gráfica T^a final vs T^a inicial ensayo de pérdidas de calor del acumulador equipo 6

- Equipo n°7



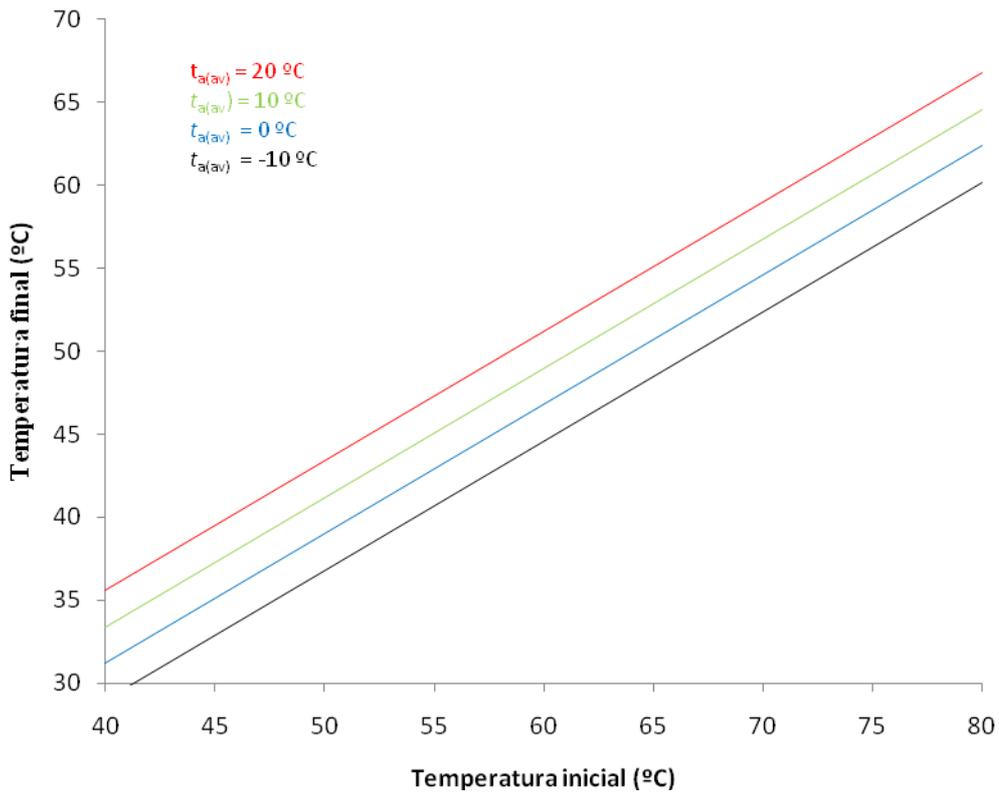
Gráfica 127. Gráfica T^a final vs T^a inicial ensayo de pérdidas de calor del acumulador equipo 7

- Equipo n°8



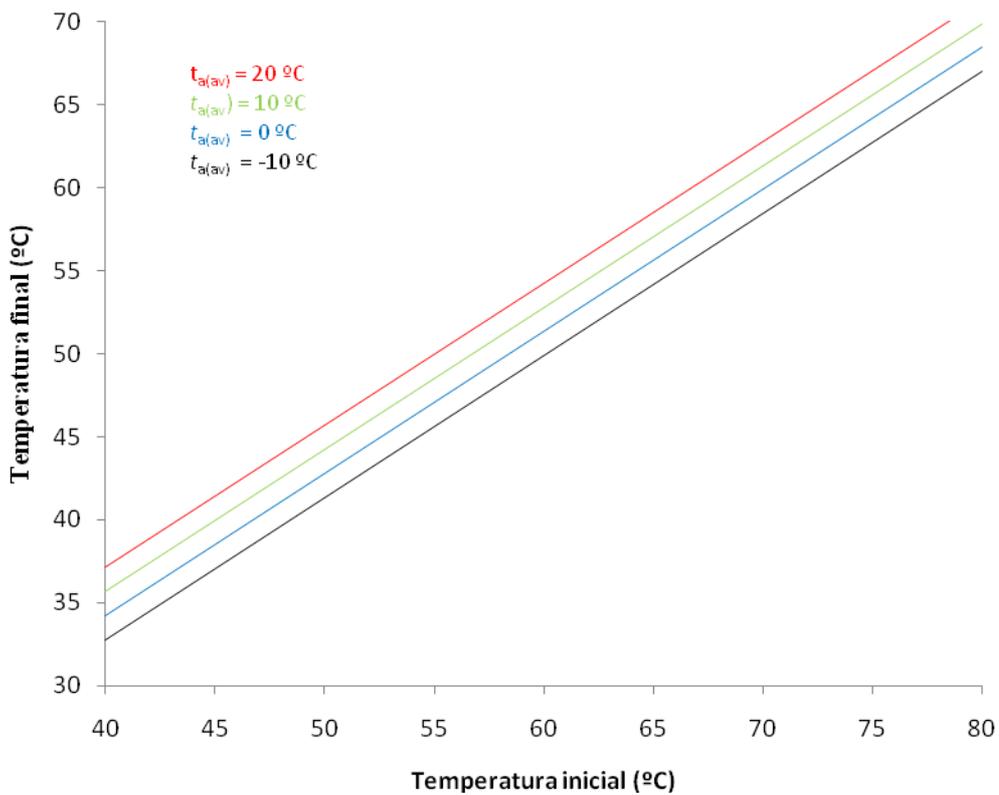
Gráfica 128. Gráfica T^a final vs T^a inicial ensayo de pérdidas de calor del acumulador equipo 8

- Equipo n°9



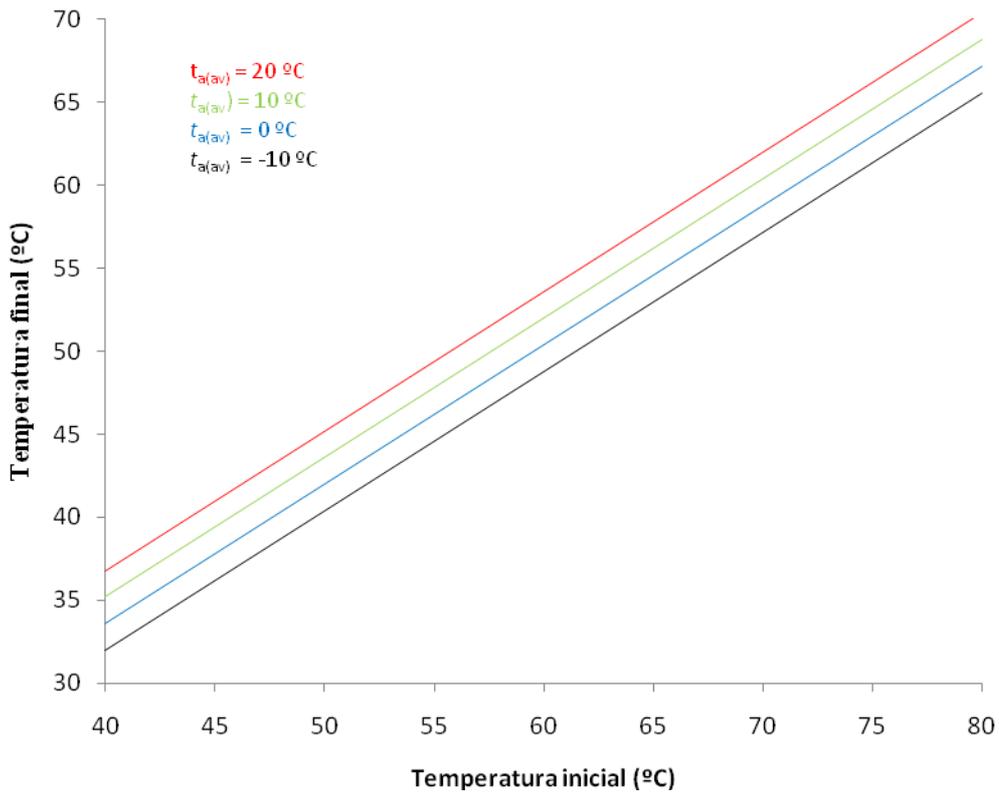
Gráfica 129. Gráfica T^a final vs T^a inicial ensayo de pérdidas de calor del acumulador equipo 9

- Equipo n°10



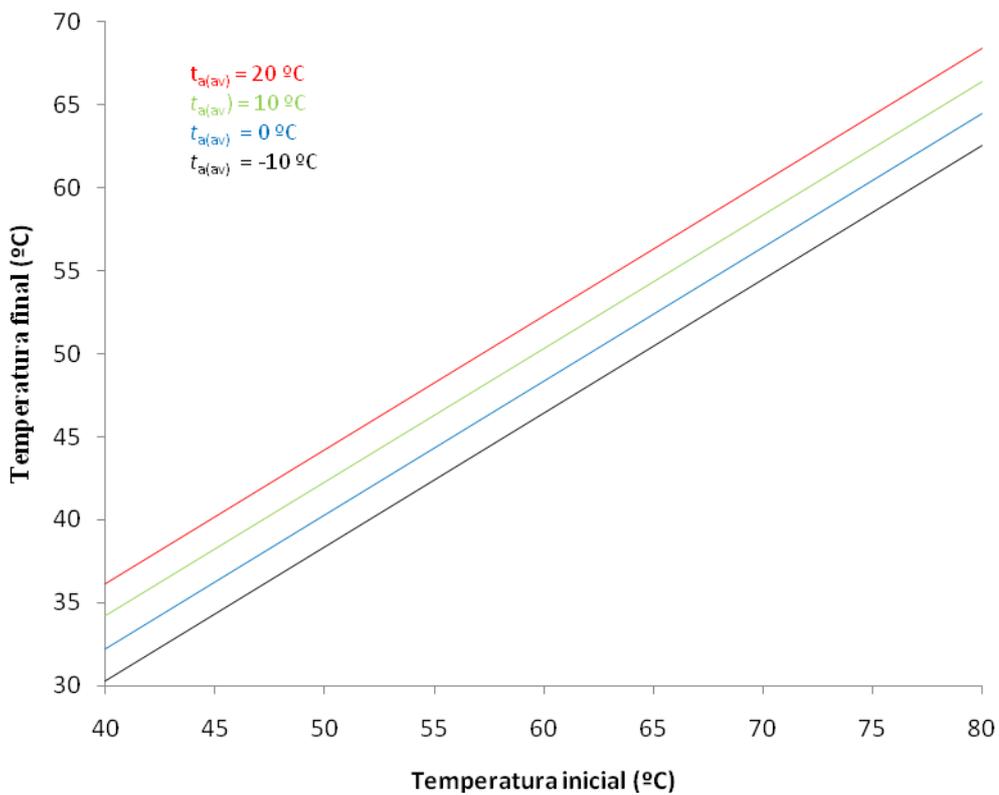
Gráfica 130. Gráfica T^a final vs T^a inicial ensayo de pérdidas de calor del acumulador equipo 10

- Equipo nº11



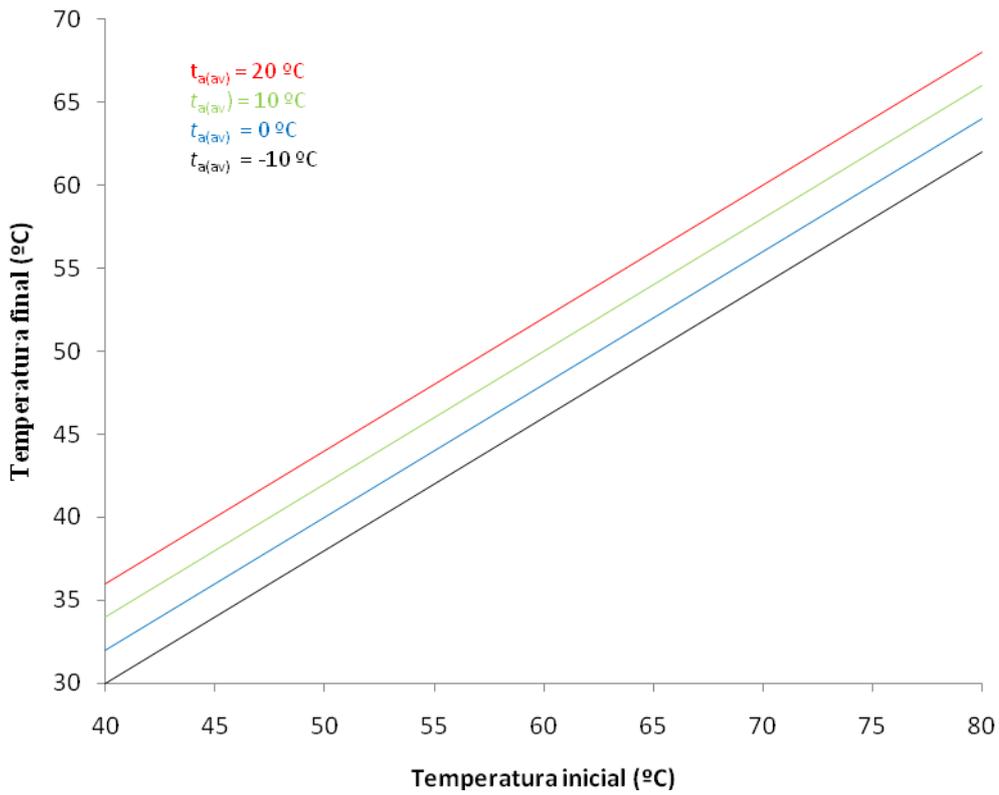
Gráfica 131. Gráfica T^a final vs T^a inicial ensayo de pérdidas de calor del acumulador equipo 11

- Equipo nº12



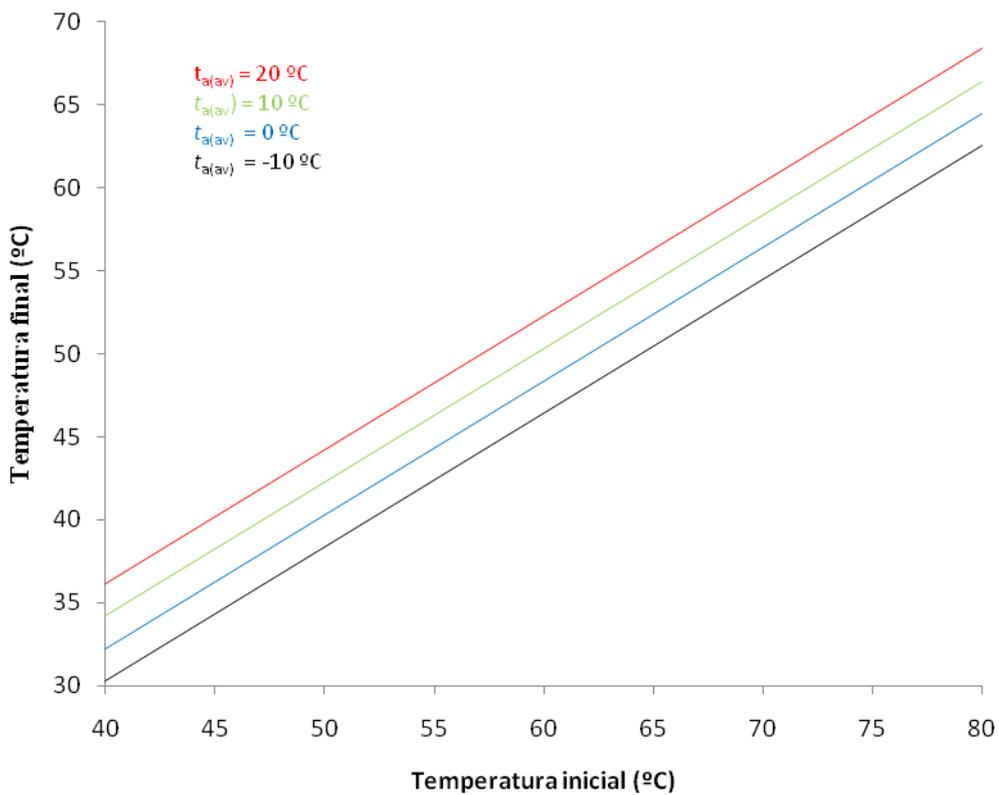
Gráfica 132. Gráfica T^a final vs T^a inicial ensayo de pérdidas de calor del acumulador equipo 12

- Equipo n°13



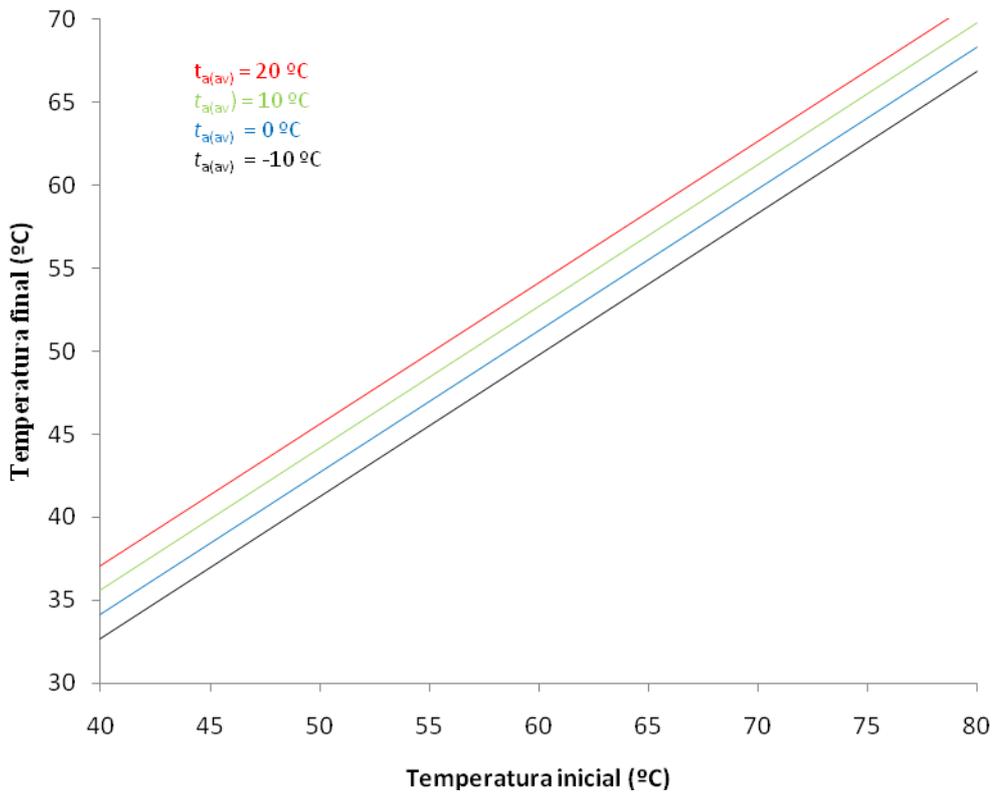
Gráfica 133. Gráfica T^a final vs T^a inicial ensayo de pérdidas de calor del acumulador equipo 13

- Equipo n°15



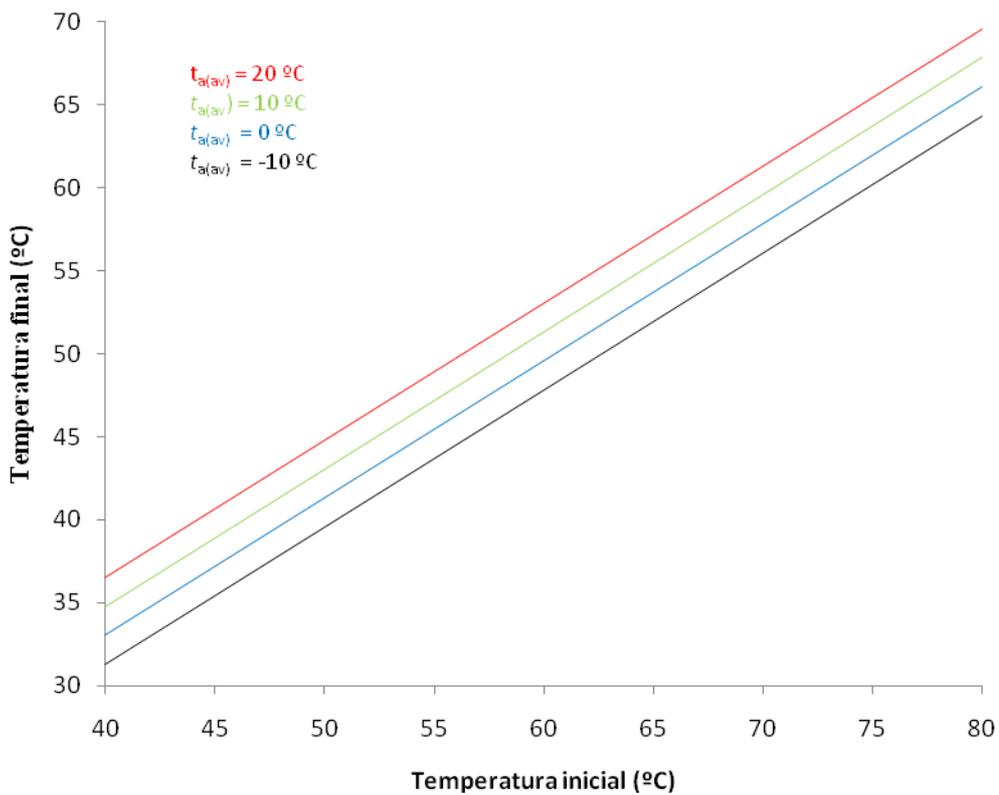
Gráfica 134. Gráfica T^a final vs T^a inicial ensayo de pérdidas de calor del acumulador equipo 15

- Equipo nº17



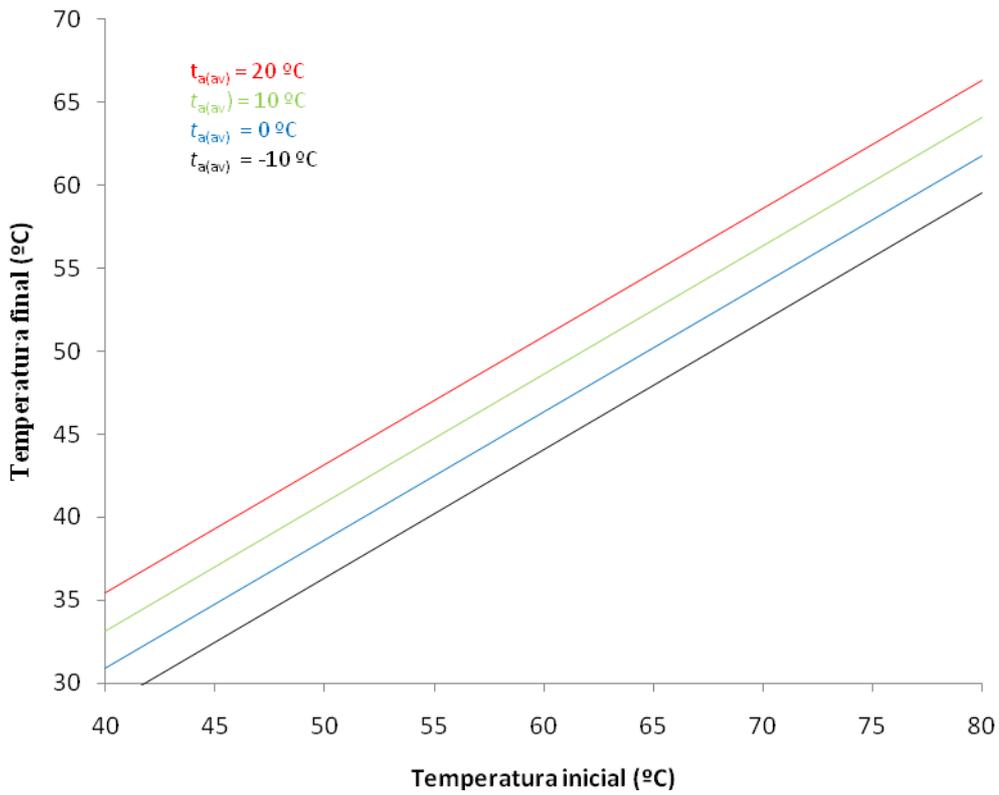
Gráfica 135. Gráfica T^a final vs T^a inicial ensayo de pérdidas de calor del acumulador equipo 17

- Equipo nº18



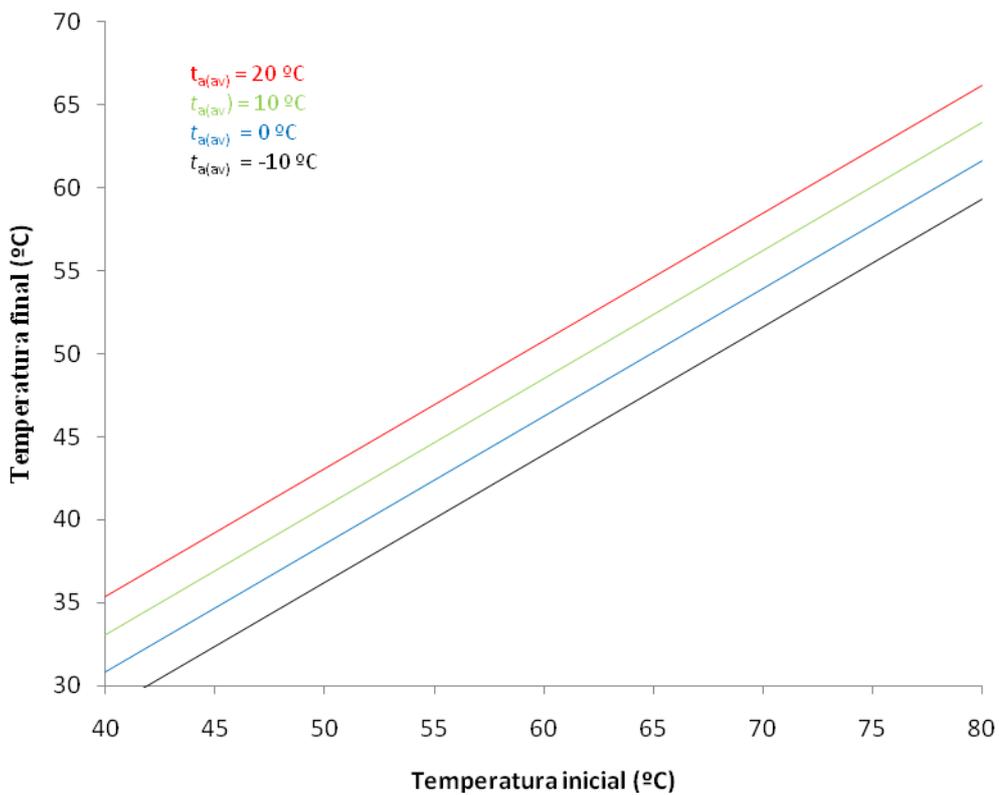
Gráfica 136. Gráfica T^a final vs T^a inicial ensayo de pérdidas de calor del acumulador equipo 18

- Equipo n°19



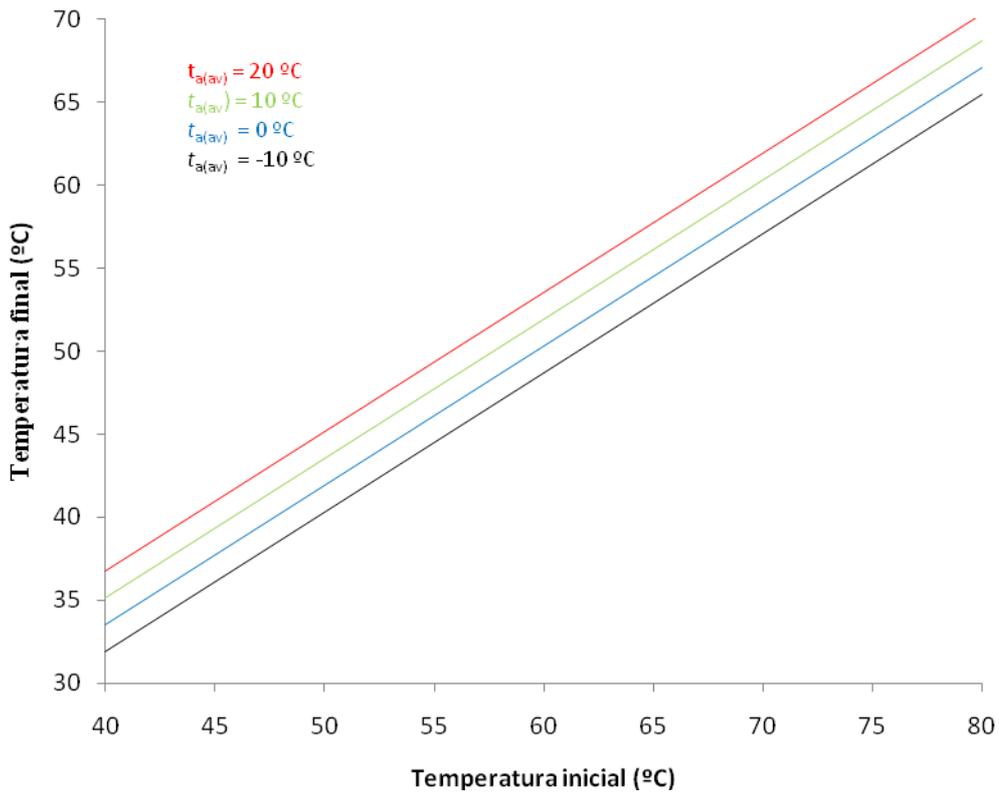
Gráfica 137. Gráfica T^a final vs T^a inicial ensayo de pérdidas de calor del acumulador equipo 19

- Equipo n°20



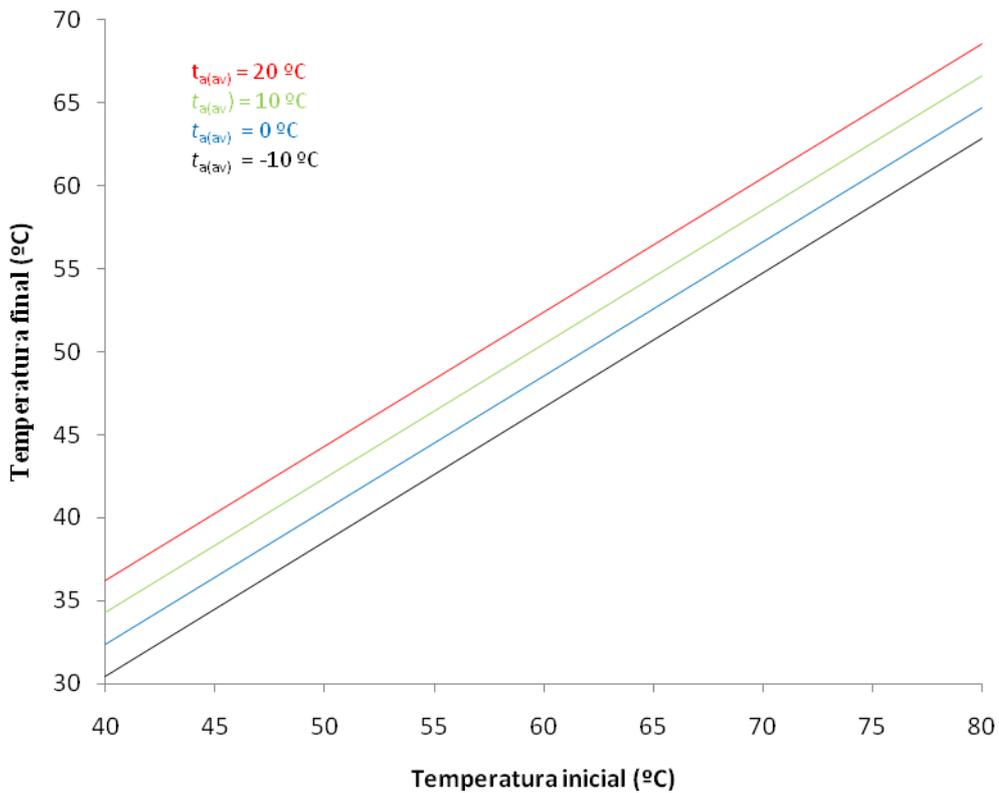
Gráfica 138. Gráfica T^a final vs T^a inicial ensayo de pérdidas de calor del acumulador equipo 20

- Equipo n°21



Gráfica 139. Gráfica T^a final vs T^a inicial ensayo de pérdidas de calor del acumulador equipo 21

- Equipo n°22

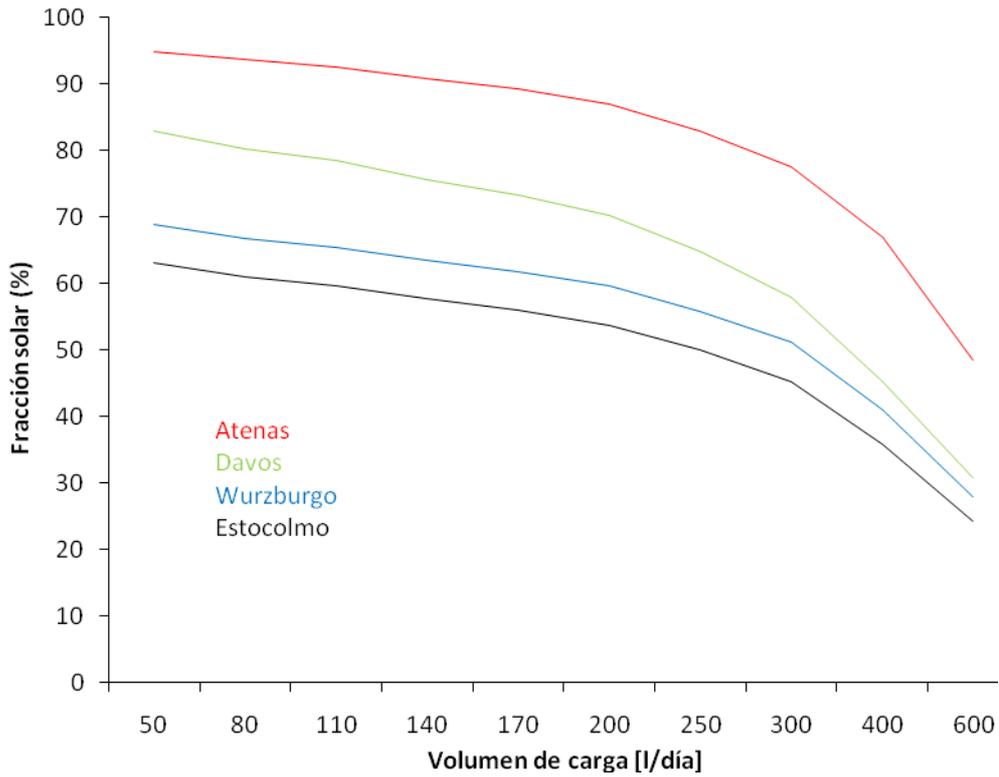


Gráfica 140. Gráfica T^a final vs T^a inicial ensayo de pérdidas de calor del acumulador equipo 22

5.10.4 Determinación del rendimiento a largo plazo

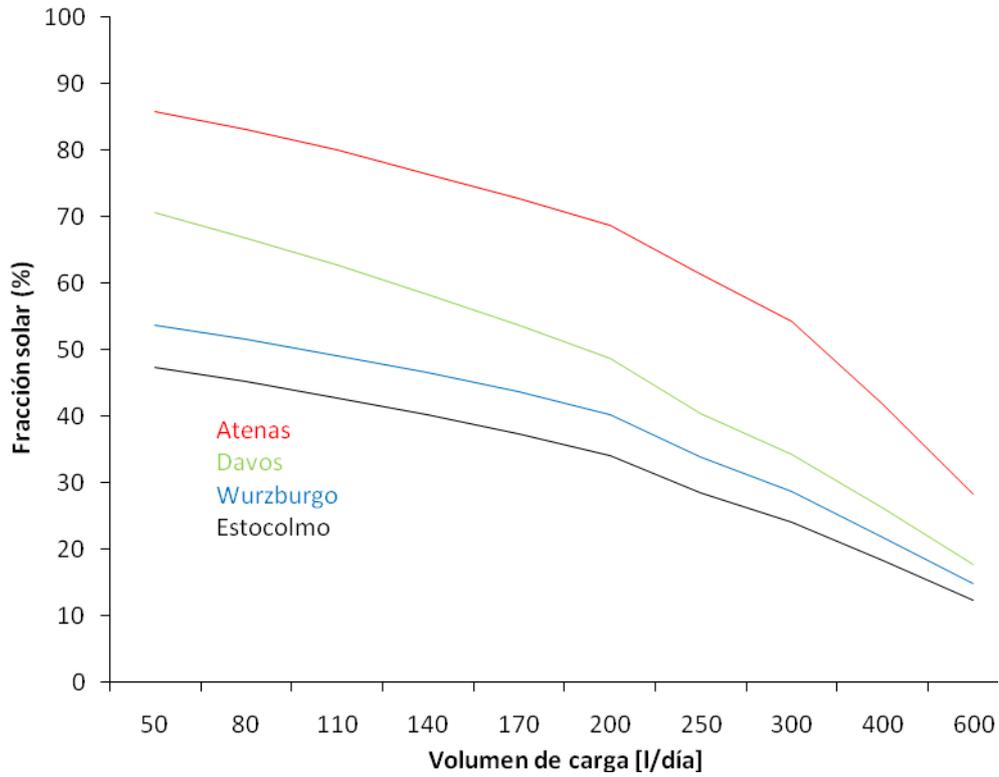
Los resultados de la fracción solar frente al volumen de carga obtenidos para los diferentes sistemas se muestran en las siguientes gráficas.

- Equipo n°1



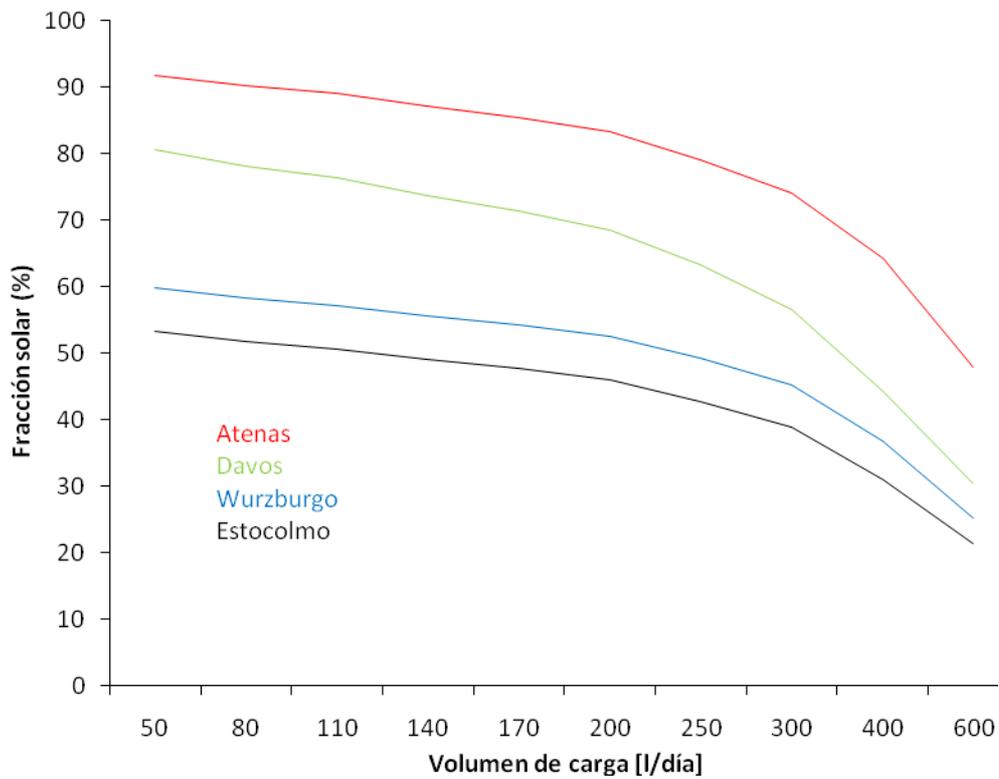
Gráfica 141. Rendimiento a largo plazo equipo 1

- Equipo nº2



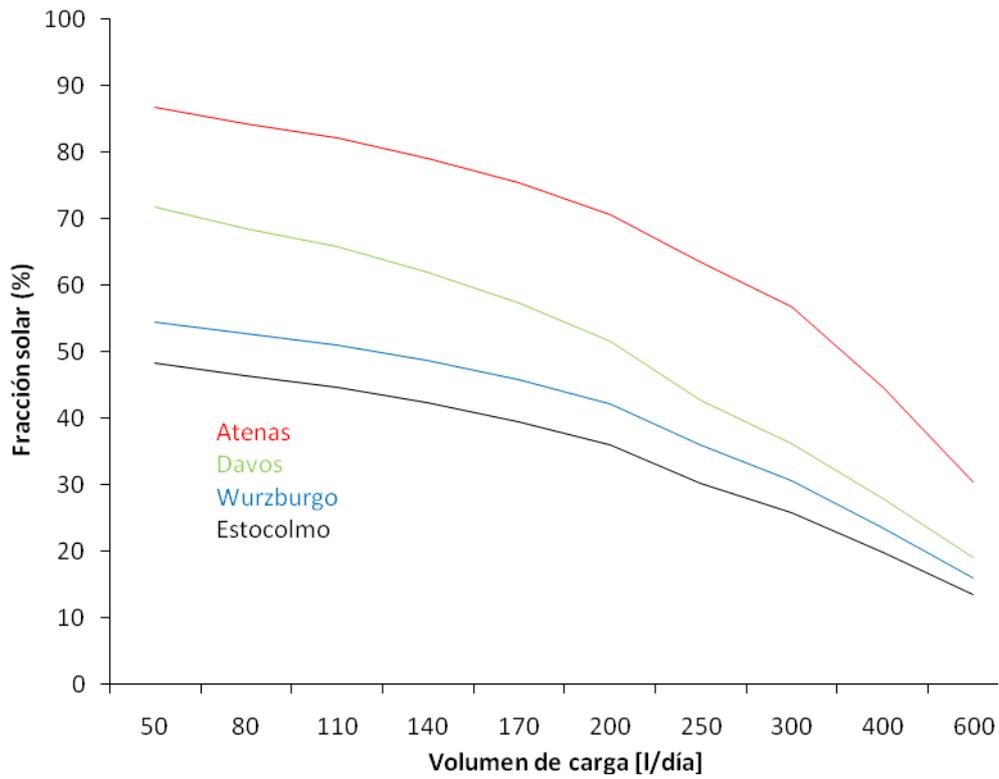
Gráfica 142. Rendimiento a largo plazo equipo 2

- Equipo nº3



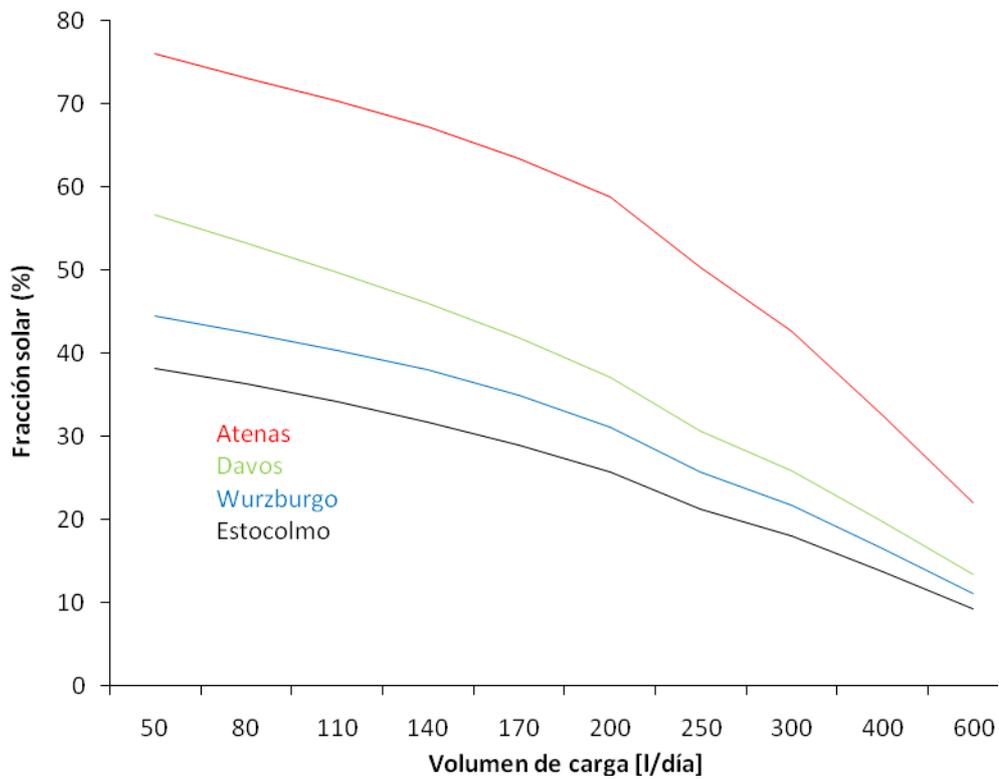
Gráfica 143. Rendimiento a largo plazo equipo 3

- Equipo nº4



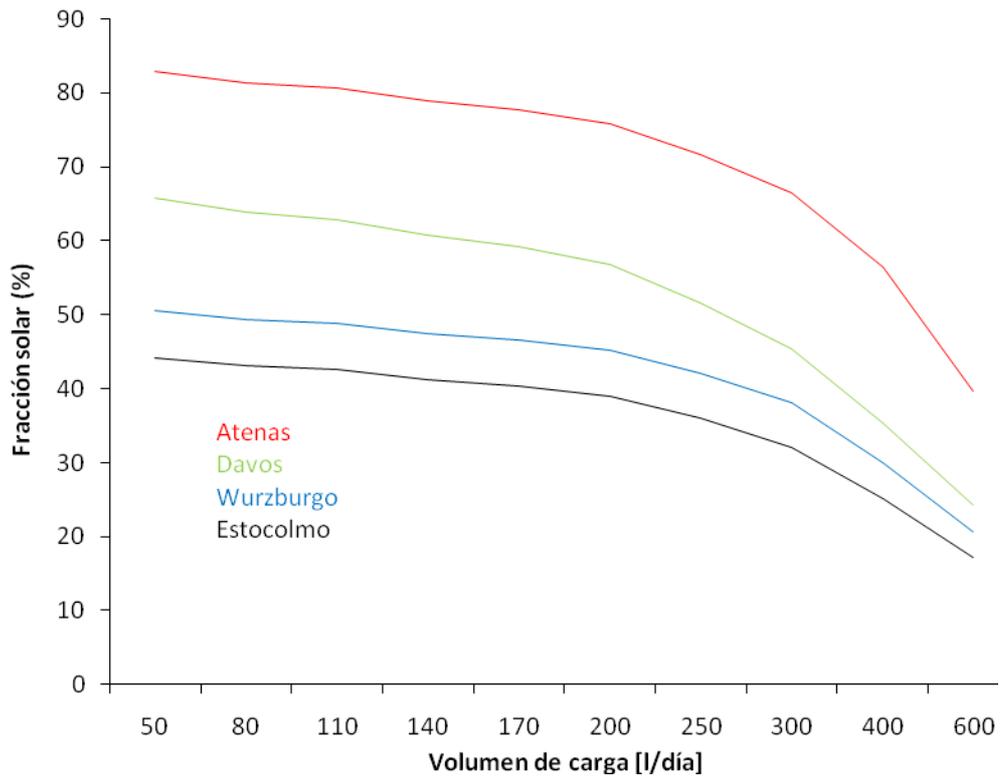
Gráfica 144. Rendimiento a largo plazo equipo 4

- Equipo nº5



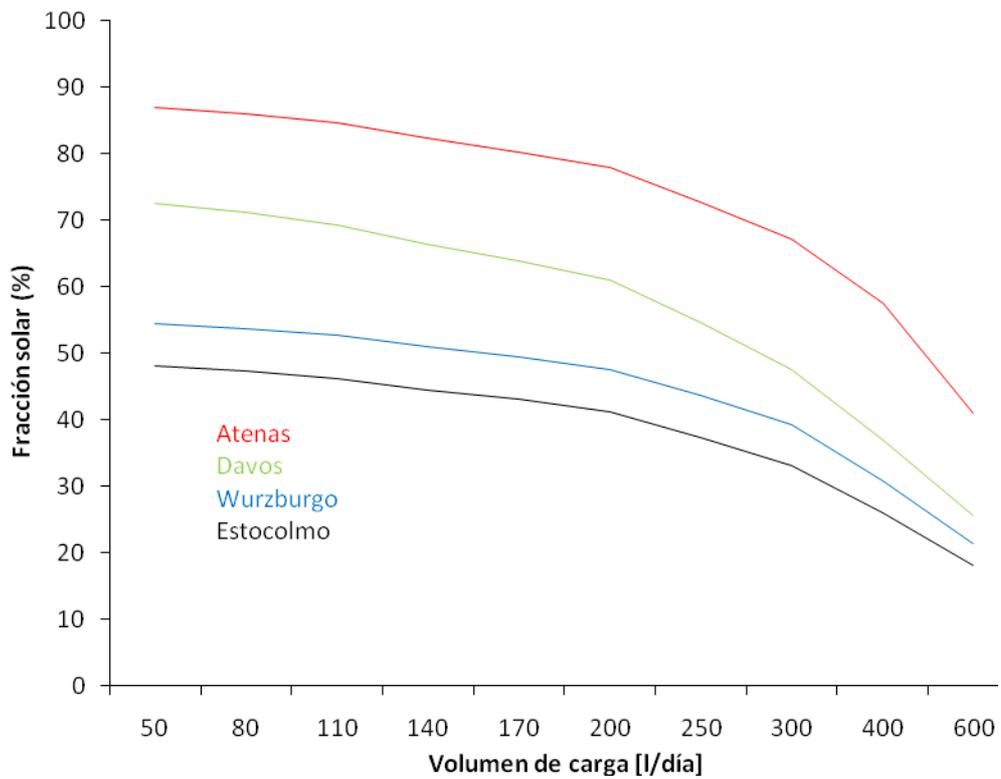
Gráfica 145. Rendimiento a largo plazo equipo 5

- Equipo n°6



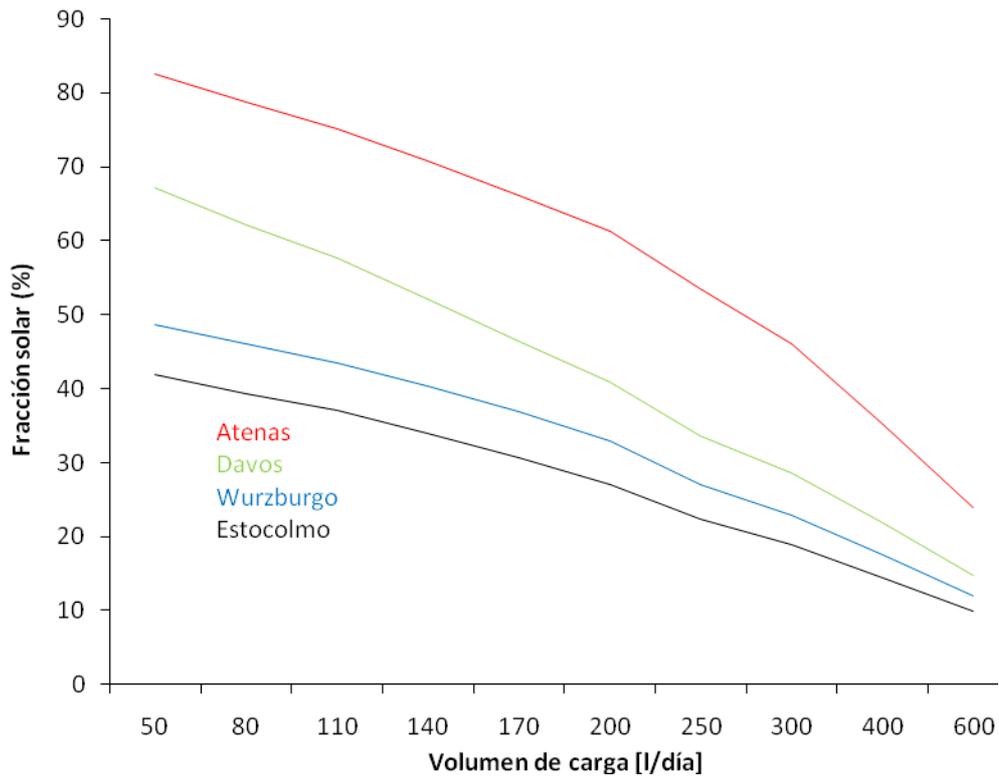
Gráfica 146. Rendimiento a largo plazo equipo 6

- Equipo n°7



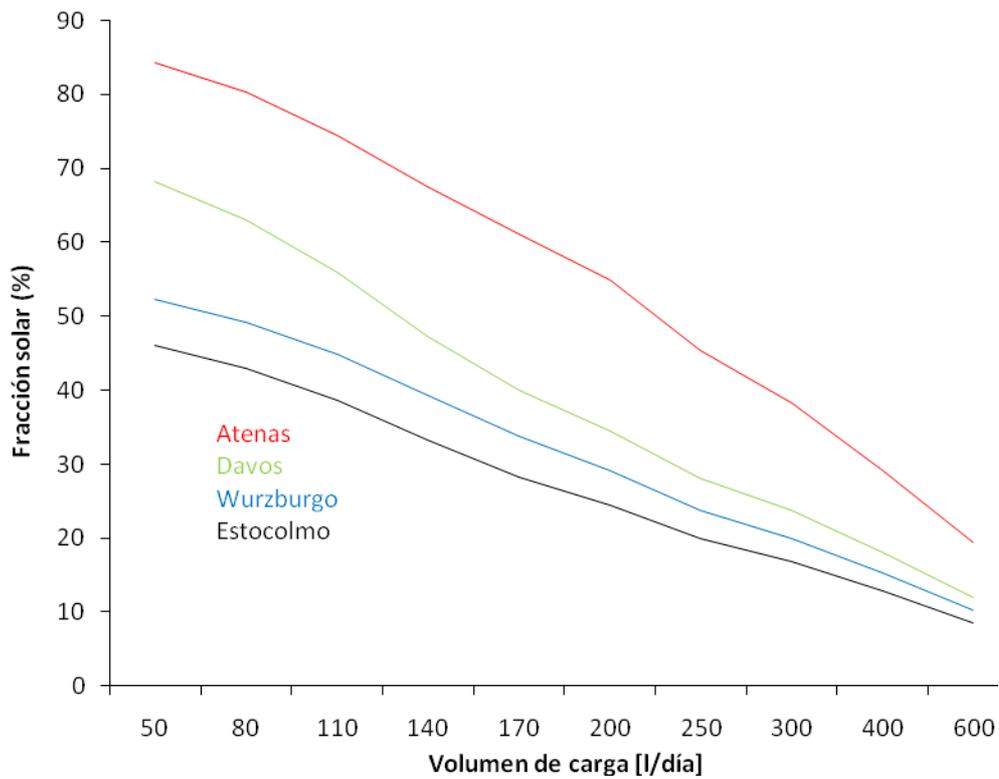
Gráfica 147. Rendimiento a largo plazo equipo 7

- Equipo n°8



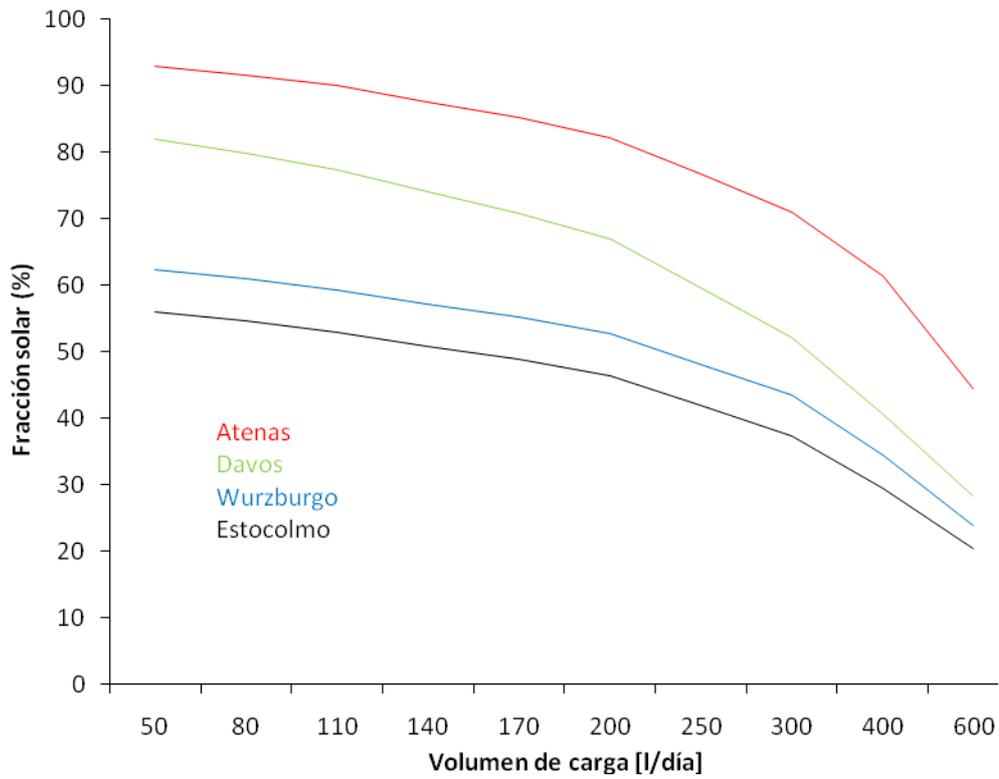
Gráfica 148. Rendimiento a largo plazo equipo 8

- Equipo n°9



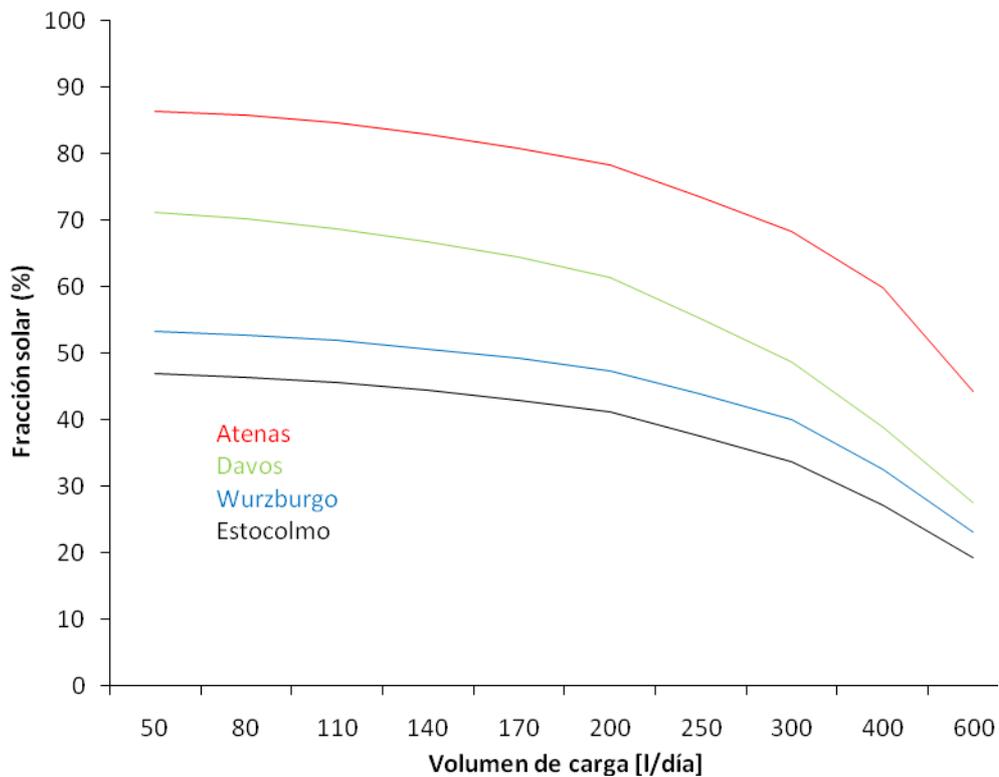
Gráfica 149. Rendimiento a largo plazo equipo 9

- Equipo nº10



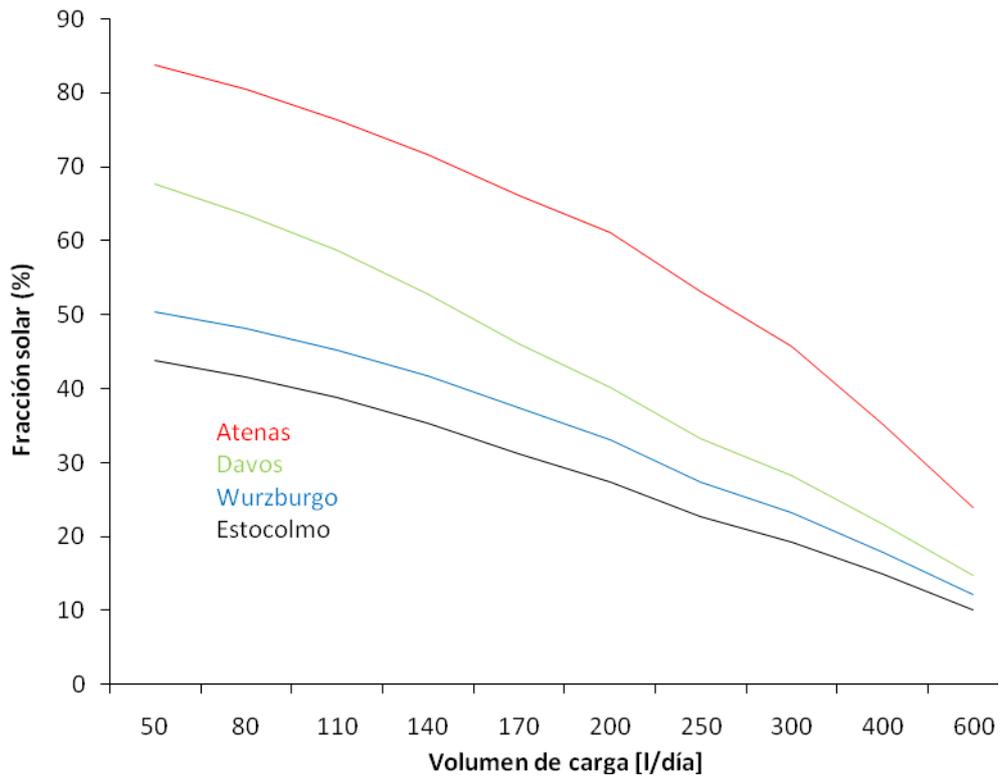
Gráfica 150. Rendimiento a largo plazo equipo 10

- Equipo nº11



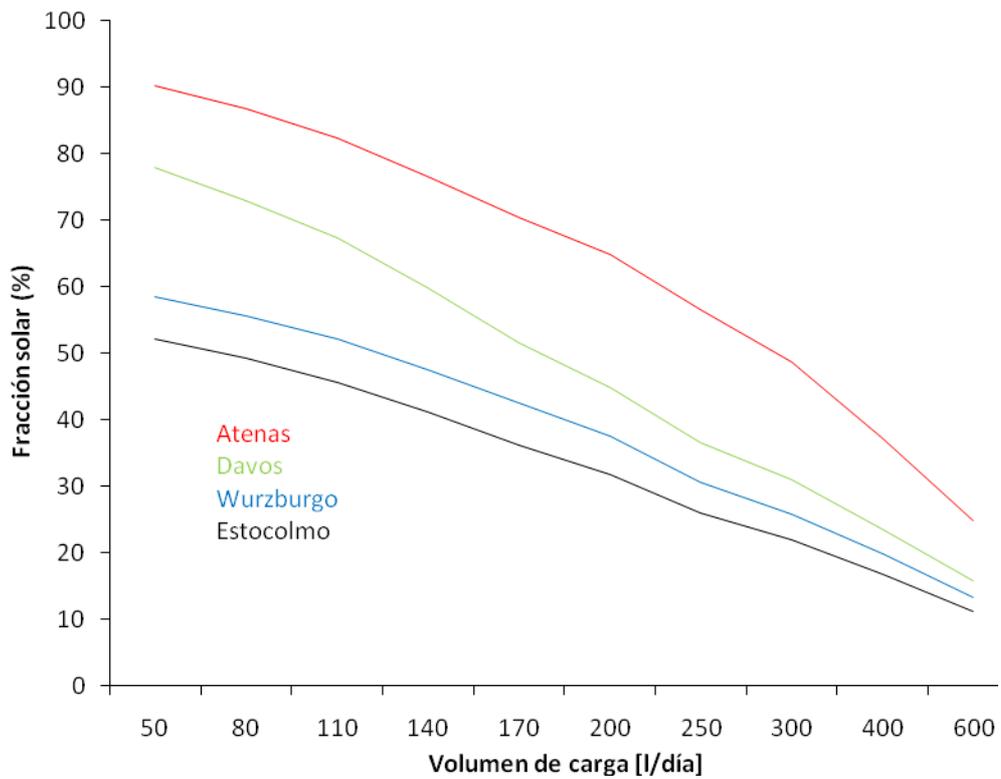
Gráfica 151. Rendimiento a largo plazo equipo 11

- Equipo nº12



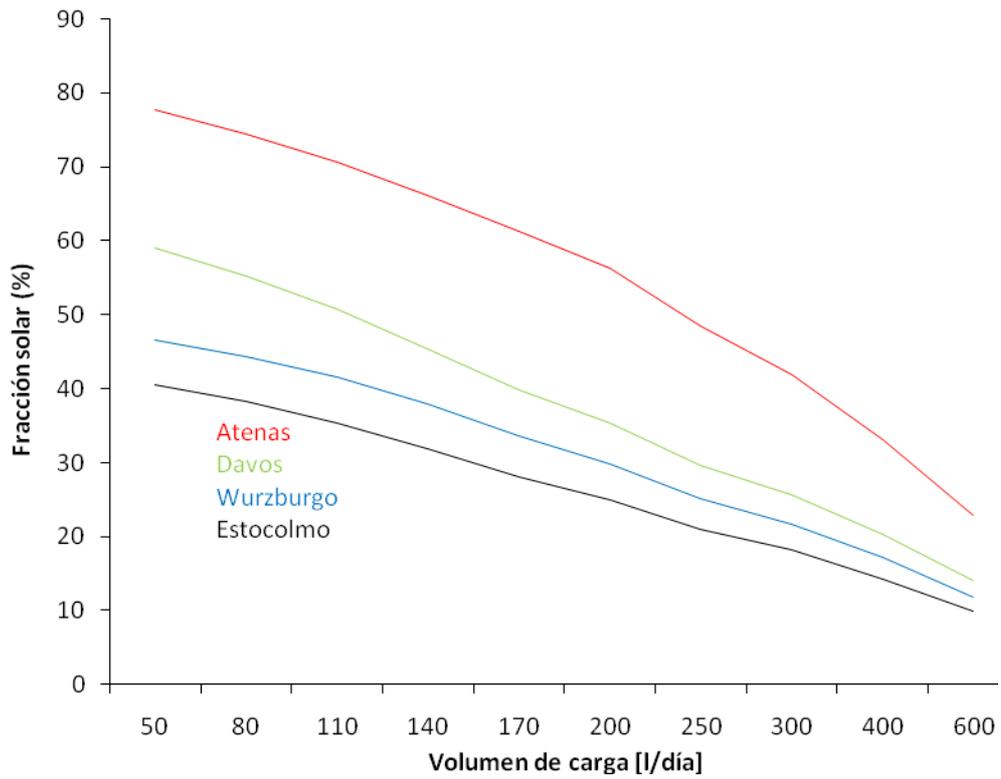
Gráfica 152. Rendimiento a largo plazo equipo 12

- Equipo nº13



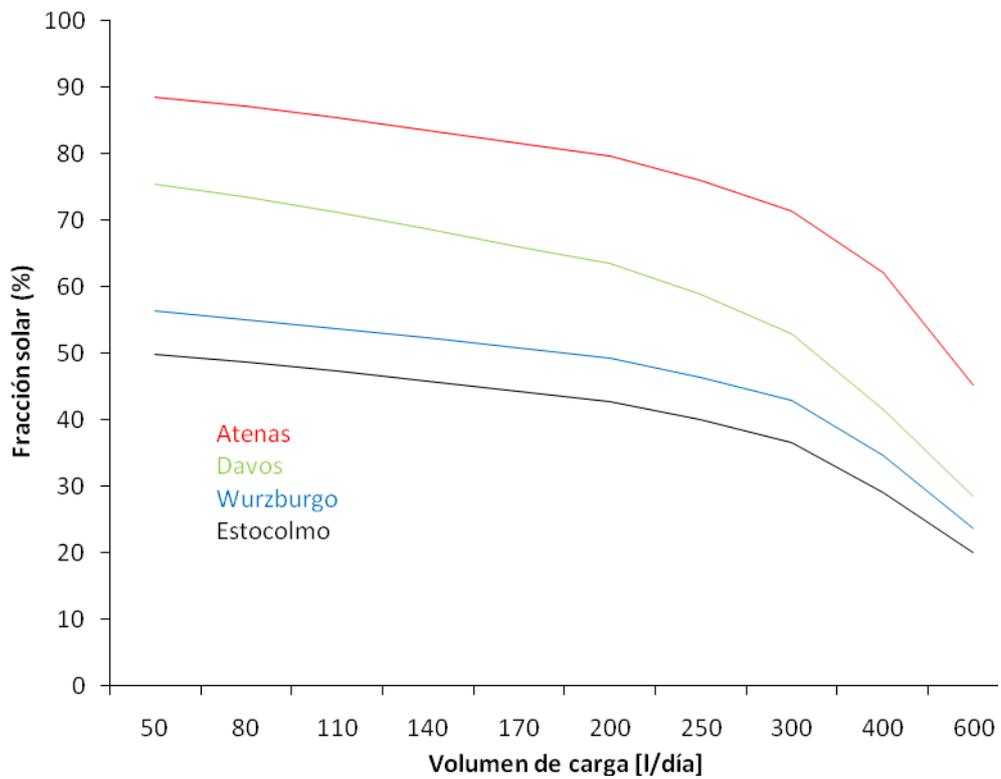
Gráfica 153. Rendimiento a largo plazo equipo 13

- Equipo nº15



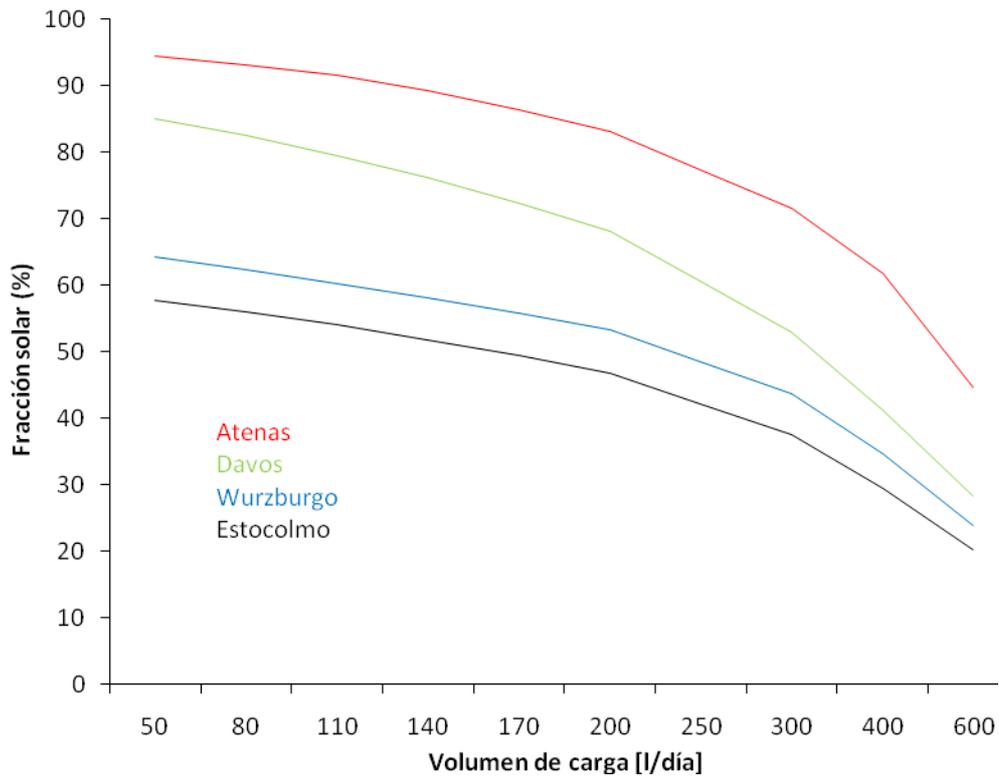
Gráfica 154. Rendimiento a largo plazo equipo 15

- Equipo nº17



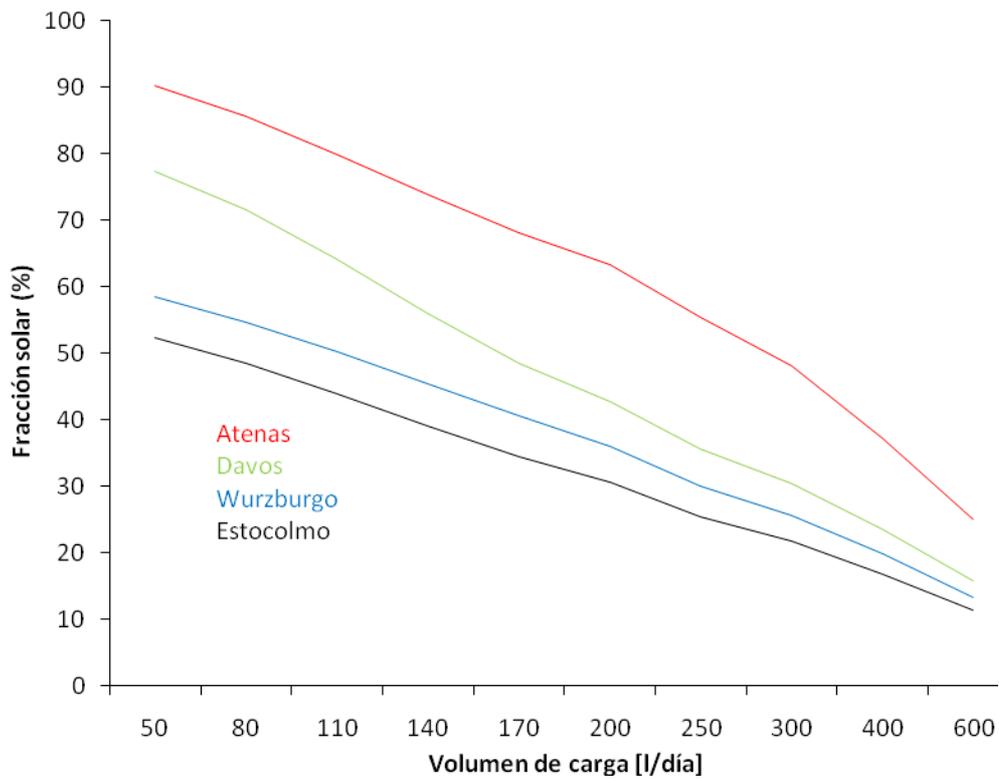
Gráfica 155. Rendimiento a largo plazo equipo 17

- Equipo nº18



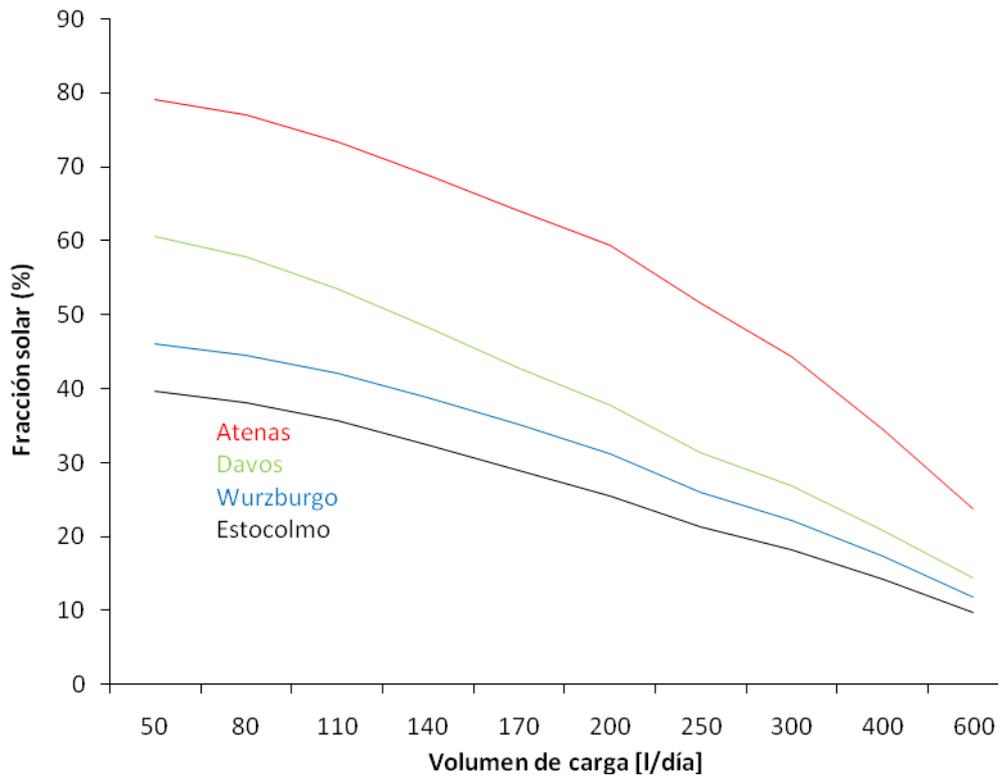
Gráfica 156. Rendimiento a largo plazo equipo 18

- Equipo nº19



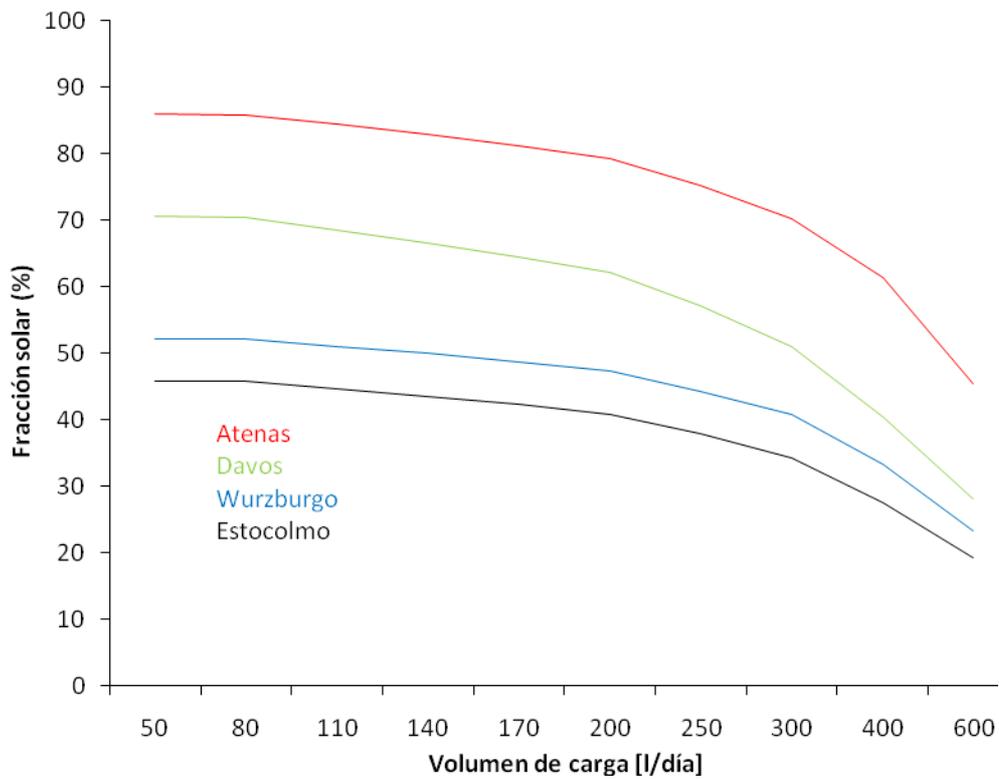
Gráfica 157. Rendimiento a largo plazo equipo 19

- Equipo nº20



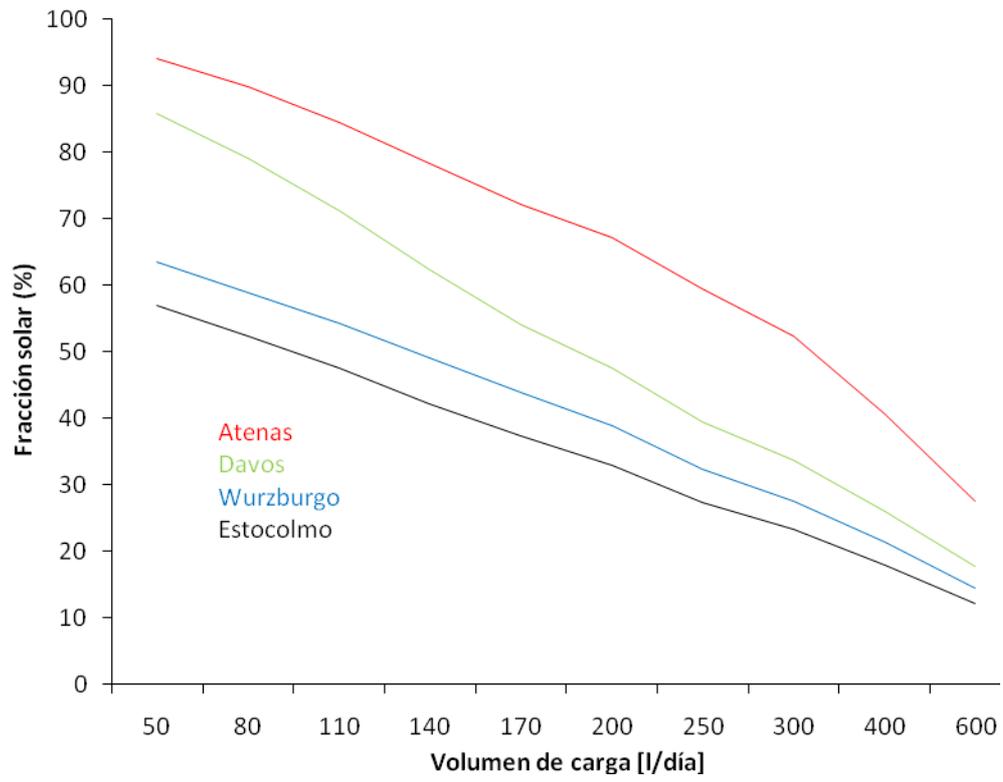
Gráfica 158. Rendimiento a largo plazo equipo 20

- Equipo nº21



Gráfica 159. Rendimiento a largo plazo equipo 21

- Equipo n°22



Gráfica 160. Rendimiento a largo plazo equipo 22

Mediante la ecuación 2 se puede obtener la media anual de la Energía solar neta adquirida (Q_{medio}) para cada localidad de referencia. Los resultados se pueden ver en la siguiente tabla.

Nº equipo	$Q_{\text{medioAtenas}}$ (MJ)	$Q_{\text{medioDavos}}$ (MJ)	$Q_{\text{medioWurzburgo}}$ (MJ)	$Q_{\text{medioEstocolmo}}$ (MJ)	$Q_{\text{medioSevilla}}$ (MJ)
1	33,60	31,37	25,44	22,68	38,76
2	19,44	18,09	13,56	11,71	23,01
3	33,30	31,27	23,21	20,15	39,27
4	20,83	19,27	14,55	12,50	24,71
5	15,12	13,72	10,34	8,68	18,19
6	27,68	25,24	19,24	16,32	33,09
7	28,82	26,68	19,98	17,13	34,25
8	16,45	15,19	10,99	9,25	19,78
9	13,37	12,36	9,37	8,06	15,86
10	31,11	29,20	22,14	19,38	36,48
11	31,58	29,02	21,82	18,58	37,69
12	16,47	15,20	11,25	9,56	19,68
13	17,12	16,09	12,05	10,51	20,13
15	15,74	14,37	10,95	9,31	18,80
17	31,72	29,70	21,93	18,95	37,54
18	31,54	29,71	22,35	19,58	36,96
19	17,24	16,17	12,21	10,67	20,24
20	16,40	14,90	11,19	9,40	19,73
21	32,24	29,60	22,11	18,75	38,57
22	19,16	18,36	13,50	11,96	22,33

Tabla 18. Energía media anual extraída por el sistema para cada localidad de referencia

Nota: También se ha incluido Sevilla como localidad de referencia.

Mediante la ecuación 32 se puede obtener un rendimiento medio anual ($\eta_{\text{medio anual}}$) para cada localidad de referencia. Los resultados obtenidos se pueden ver en la tabla 19.

Nº equipo	$\eta_{\text{medioAtenas}}$ (%)	$\eta_{\text{medioDavos}}$ (%)	$\eta_{\text{medioWurzburgo}}$ (%)	$\eta_{\text{medioEstocolmo}}$ (%)	$\eta_{\text{medioSevilla}}$ (%)
1	46,11	43,93	48,77	48,03	46,35
2	53,10	50,42	51,77	49,35	54,77
3	45,48	43,57	44,29	42,49	46,74
4	53,44	50,44	52,15	49,52	55,25
5	43,30	40,09	41,39	38,39	45,40
6	39,64	36,89	38,49	36,08	41,30
7	47,24	44,62	45,76	43,34	48,92
8	48,54	45,71	45,28	42,12	50,85
9	43,83	41,33	42,93	40,78	45,30
10	45,89	43,95	45,64	44,12	46,88
11	48,52	45,49	46,85	44,06	50,46
12	50,62	47,68	48,29	45,35	52,71
13	52,60	50,44	51,72	49,83	53,89
15	46,43	43,27	45,14	42,38	48,32
17	49,12	46,93	47,46	45,30	50,66
18	49,48	47,58	49,00	47,43	50,53
19	46,22	44,24	45,77	44,16	47,30
20	43,98	40,79	41,94	38,91	46,11
21	43,63	40,87	41,80	39,16	45,49
22	59,20	57,87	58,29	57,01	60,10

Tabla 19. Rendimiento medio anual para cada localidad de referencia

Mediante la ecuación 3 se puede obtener la media anual de temperatura máxima del agua extraída ($t_{d(max)media}$) para cada localidad de referencia. Los resultados se muestran en la tabla 20.

Nº equipo	$t_{d(max)mediaAtenas}$ (°C)	$t_{d(max)mediaDavos}$ (°C)	$t_{d(max)mediaWurzburg}$ (°C)	$t_{d(max)mediaEstocolmo}$ (°C)	$t_{d(max)mediaSevilla}$ (°C)
1	49,13	35,12	36,03	36,03	50,34
2	42,67	28,92	29,42	29,42	43,81
3	47,72	33,93	32,09	32,09	50,03
4	45,82	31,70	31,05	31,05	47,91
5	36,51	22,65	23,02	23,02	37,83
6	41,79	27,54	27,00	27,00	43,94
7	45,22	31,20	30,37	30,37	47,28
8	41,52	27,58	27,44	27,44	43,16
9	44,64	30,58	29,90	29,90	46,67
10	45,61	31,59	30,01	30,01	48,03
11	48,40	34,09	33,31	33,31	50,73
12	42,68	28,61	28,27	28,27	44,55
13	47,52	33,53	31,96	31,96	49,91
15	37,76	23,81	24,23	24,23	39,14
17	43,01	29,10	28,33	28,33	44,93
18	49,36	35,65	34,46	34,46	51,28
19	48,57	34,64	32,48	32,48	51,19
20	40,78	26,53	26,52	26,52	42,69
21	45,67	31,21	29,82	29,82	48,45
22	44,51	31,31	29,00	29,00	46,42

Tabla 20. Media anual de temperatura máxima del agua extraída para cada localidad de referencia

5.11 Comprobación de protección contra flujo invertido (UNE-EN 12976-2 Apartado 5.10)

Todos los sistemas a ensayo superan con éxito la comprobación contra flujo invertido.