

Capítulo 6

RESULTADOS

Una vez que se ha explicado el método de segmentación empleado, se ha visto la implementación de éste en un programa que se utilizará como herramienta para segmentar imágenes a color, y se han justificado ciertas decisiones tomadas en el desarrollo del mismo, sólo quedar mostrar los resultados que se obtienen y analizar si son los esperados. Aparte de poder ver cómo queda el proceso de segmentación de las imágenes, se verificarán datos de utilidad como el tiempo empleado o los puntos que se han necesitado. Estos datos proporcionarán información de cómo actuar en futuras segmentaciones para que el usuario consiga la mejor combinación posible entre calidad y comodidad.

Las características del PC con el que se han llevado a cabo las pruebas son:

HP Compaq Presario

- Procesador Intel® Pentium® 4 - 3,06 GHz
- Memoria 512MB DDR PC2700 a 333 MHz
- Gráficos ATI MOBILITY™ RADEON™ 9200 - 64 MB de memoria de vídeo dedicada

Se han segmentado un conjunto de imágenes médicas, concretamente imágenes de quemaduras en humanos, principal aplicación para la que se implementó este algoritmo de segmentación y para la cual se ajustaron los pesos de las funciones de coste en el Capítulo 5. No obstante, también se mostrará la segmentación de otras imágenes, demostrando que el algoritmo es muy bueno para cualquier imagen a color.

Las segmentaciones se han iniciado con margen nulo o con un margen aconsejable de 5 píxeles (para minimizar el tiempo), y se aumentará en el caso de que no se obtengan los resultados esperados, es decir, si existieran contornos de gran radio de curvatura que no queden encuadrados en las correspondientes subimágenes. Así mismo, la bandera del marco estará desactivada excepto si la imagen a segmentar no presenta el objeto entero.

6.1. IMÁGENES DE QUEMADURAS

En este apartado se van a probar imágenes de quemaduras de tamaños muy similares. Las imágenes originales que se han utilizado se muestran en el Apéndice B, y los ficheros de salida del programa ('bmp' y 'txt') se pueden consultar en la carpeta 'Resultados' del CD que se adjunta con este documento.



Figura 6.1. Segmentación de la imagen 'image1.jpg' con margen nulo.

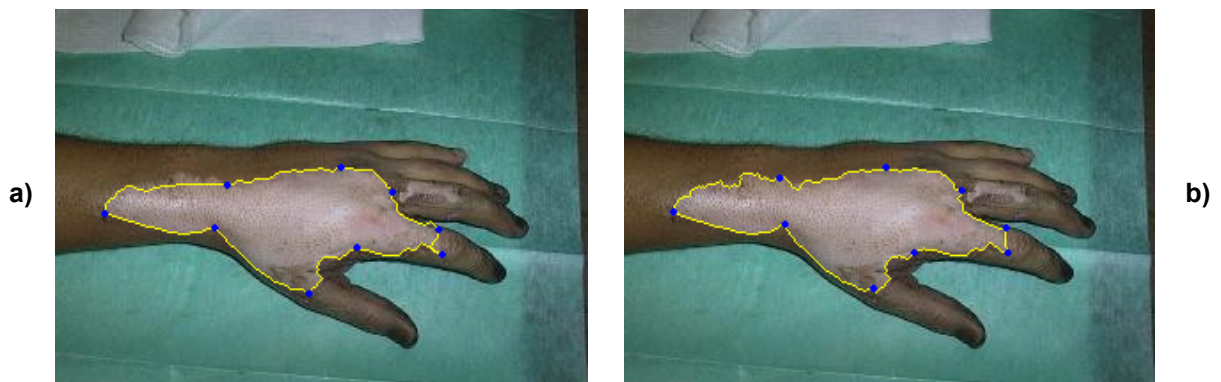


Figura 6.2. Segmentación de: a) 'image2.jpg' con margen nulo. b) 'image2.jpg' con margen 5.



Figura 6.3. Segmentación de: a) 'image3.jpg' con margen nulo. b) 'image3.jpg' con margen 5.

En la **Figura 6.4** se muestra la segmentación de dos quemaduras (dos objetos de la imagen), realizada pasándole al programa como entrada la imagen que obtuvimos a la salida con anterioridad, es decir, la imagen de la **Figura 6.3.b**.



Figura 6.4. Segmentación de dos quemaduras de la imagen 'image3.jpg' con margen 5.



Figura 6.5. Segmentación de la imagen 'image4.jpg' con margen nulo.



Figura 6.6. Segmentación de: a) 'image5.jpg' con margen nulo. b) 'image5.jpg' con margen 5.

Se observa como en las **Figuras 6.6, 6.7 y 6.8.b** se ha habilitado la bandera del marco para indicar que el objeto a segmentar está "cortado" y así usar parte del marco como uno de los segmentos que forman el contorno.

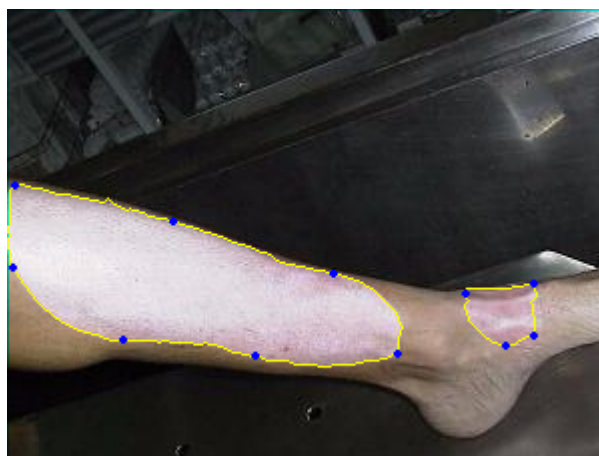


Figura 6.7. Segmentación doble de 'image5.jpg' con margen 5.

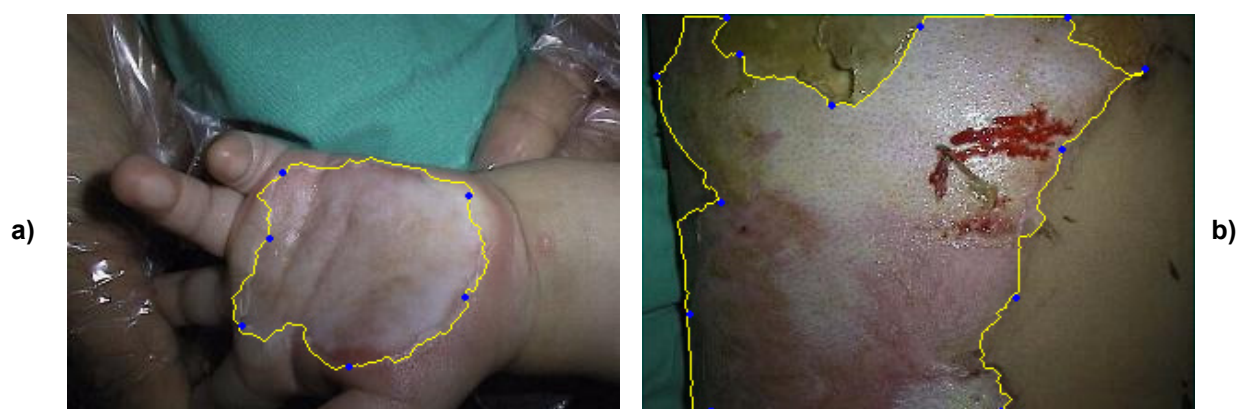


Figura 6.8. Segmentación de: a) 'image6.jpg' con margen 10. b) 'image7.jpg' con margen 10.



Figura 6.9. Segmentación de la imagen 'image8.jpg' con margen 10.

En la **Figura 6.10** queda representada otra imagen segmentada doblemente, solo que esta vez las segmentaciones se usan para ver diferentes grados de una misma quemadura. A partir de ahora se mostrará una única imagen con todas las segmentaciones realizadas en ella.



Figura 6.10. Segmentación de: **a)** 'image9.jpg' con margen 5. **b)** 'image9.jpg' con márgenes 5 y 10 (en rojo).



Figura 6.11. Segmentación de: **a)** 'image10.jpg' con margen 5. **b)** 'image11.jpg' con margen 5.

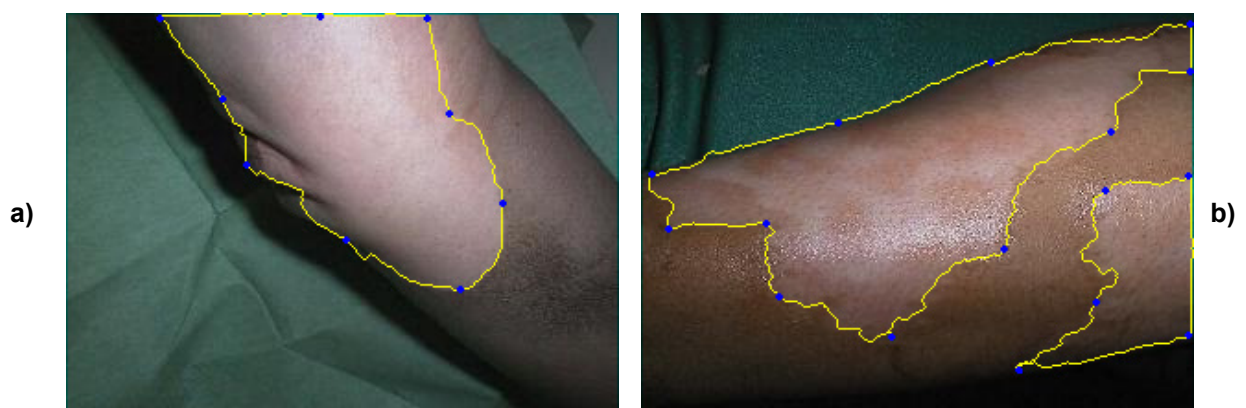


Figura 6.12. Segmentación de: **a)** 'image12.jpg' con margen nulo. **b)** 'image13.jpg' con margen 10.

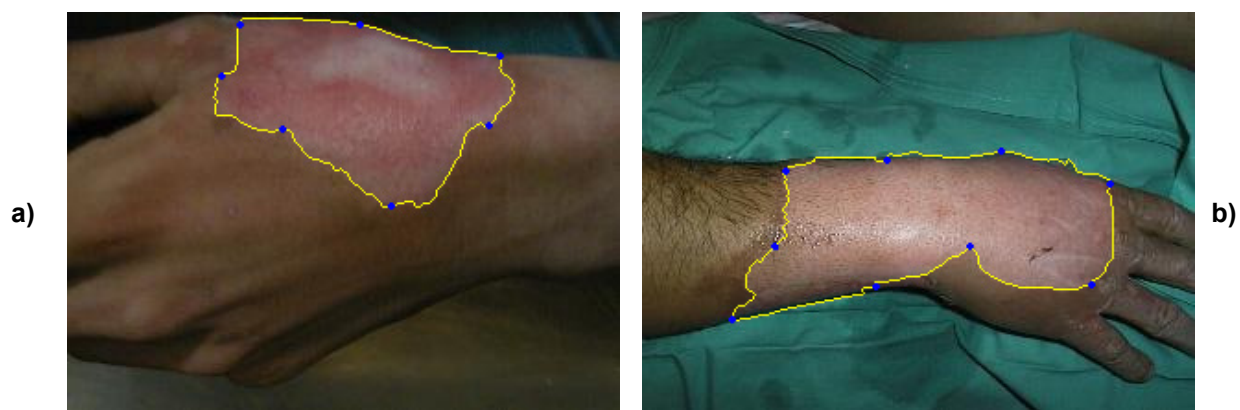


Figura 6.13. Segmentación de: a) 'image14.jpg' con margen 10. b) 'image15.jpg' con margen 5.

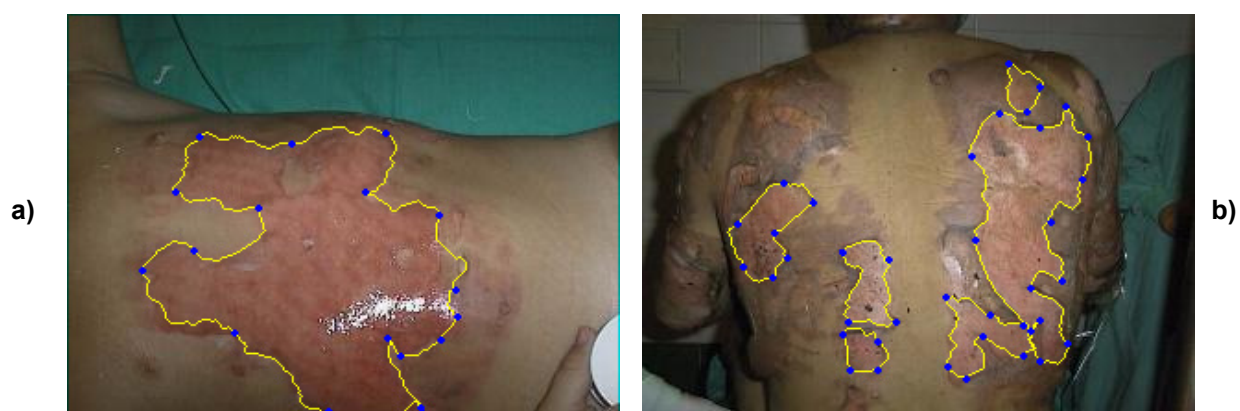


Figura 6.14. Segmentación de: a) 'image16.jpg' con margen 10. b) 'image17.jpg' con margen 5.



Figura 6.15. Segmentación de: a) 'image18.jpg' con margen 5. b) 'image19.jpg' con margen 5.

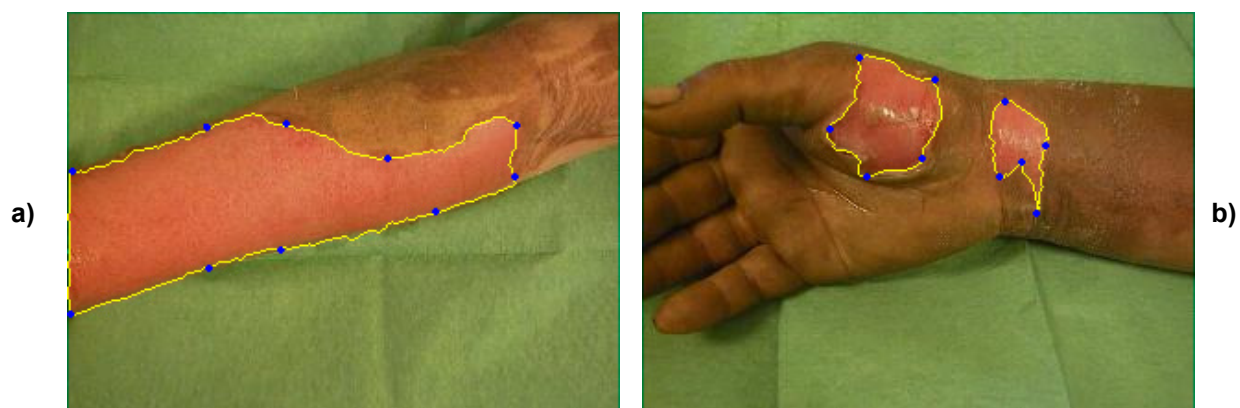


Figura 6.16. Segmentación de: **a)** 'image20.jpg' con margen 5. **b)** 'image21.jpg' con márgenes 5 y 7.

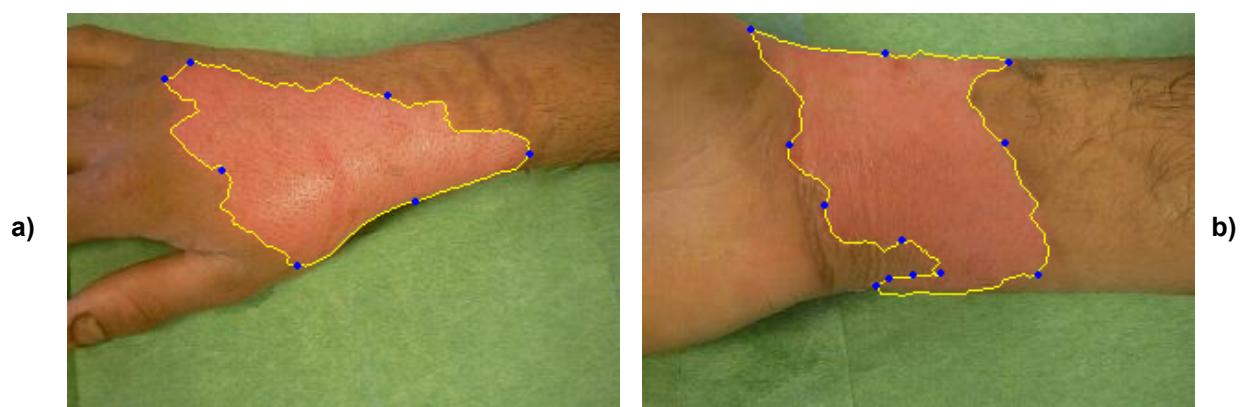


Figura 6.17. Segmentación de: **a)** 'image22.jpg' con margen 5. **b)** 'image23.jpg' con margen 15.

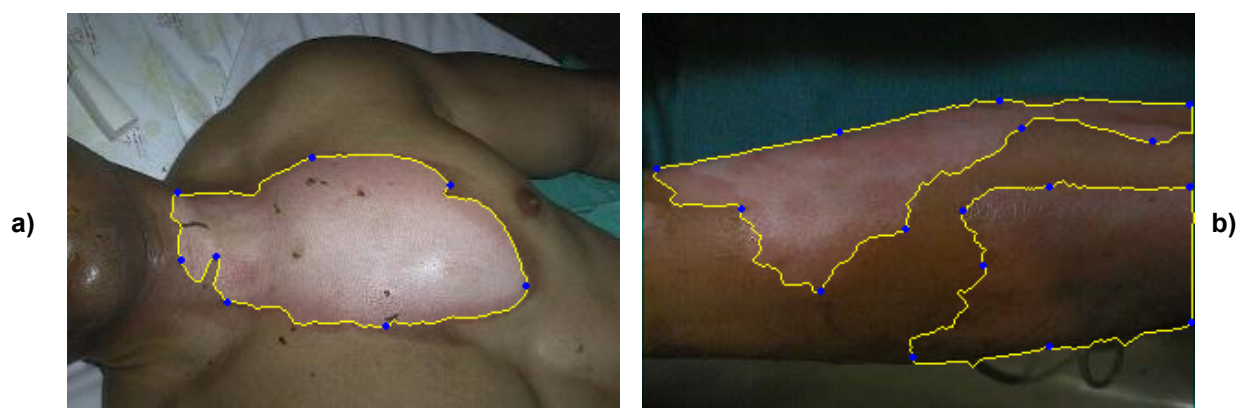


Figura 6.18. Segmentación de: **a)** 'image24.jpg' con margen 5. **b)** 'image25.jpg' con margen 5.



Figura 6.19. Segmentación de: **a)** 'image26.jpg' con margen 7. **b)** 'image27.jpg' con margen 5.

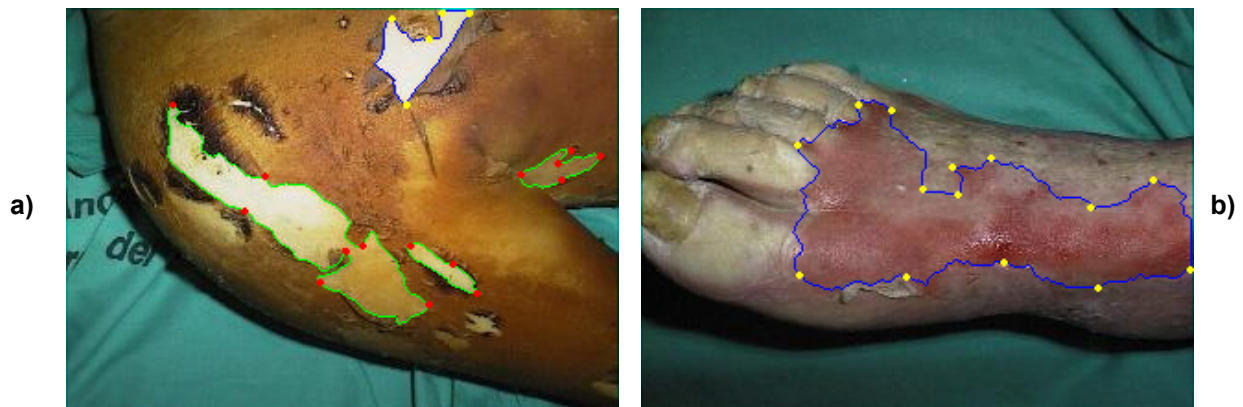


Figura 6.20. Segmentación de: **a)** 'image28.jpg' con márgenes 13 y 5. **b)** 'image29.jpg' con margen 5.

Se han tabulado a continuación las diferentes imágenes de quemaduras vistas con anterioridad, detallando sus características (nombre, tamaño y margen introducido por el usuario). También se indica si se habilitó la bandera del marco de la imagen y los datos de salida que genera el programa (número de puntos y tiempo necesario para la segmentación).

Algunas imágenes contendrán más de una fila que puede indicar los distintos intentos con varios márgenes que se utilizaron hasta encontrar el que producía un resultado esperado, o que la imagen en sí contiene varios objetos a segmentar (en este caso se ha computado el total del número de puntos y del tiempo de segmentación). Esto se hace así para poder distinguir las opciones dadas inicialmente al programa, y cómo se han tenido que variar éstas para que la respuesta del mismo fuera la deseada. Es fácil advertir que al dar un mayor margen, se ha aumentado el tamaño de la imagen a computar (subimagen) obteniendo un mejor resultado en la calidad de la segmentación en detrimento de un tiempo mayor.

imagen	tamaño (px)	margen	bandera marco	nº puntos	tiempo segmentación (seg)
image1.jpg	300 x 225	0	NO	9	33
image2.jpg	300 x 213	0	NO	10	36
		5	NO	10	58
image3.jpg	300 x 225	0	NO	8	25
		5	NO	8	33
		5	NO	5	22
TOTAL				13	55
image4.jpg	300 x 225	0	NO	7	21
image5.jpg	300 x 225	0	SI	8	34
		5	SI	8	46
		5	NO	5	15
TOTAL				13	61
image6.jpg	300 x 225	10	NO	7	58
image7.jpg	300 x 219	10	NO	15	125
image8.jpg	300 x 219	10	NO	11	69
image9.jpg	300 x 219	5	SI	12	74
		10	NO	10	74
TOTAL				22	148
image10.jpg	300 x 219	5	SI	12	63
image11.jpg	300 x 219	5	NO	11	72
image12.jpg	300 x 219	0	NO	10	39
image13.jpg	300 x 219	5	SI	12	79
		10	SI	6	45
TOTAL				18	124
image14.jpg	300 x 219	10	NO	8	59
image15.jpg	300 x 219	5	NO	10	47
image16.jpg	300 x 225	10	SI	18	107

				15	52
				5	25
image17.jpg	300 x 225	5	NO	4	18
				5	16
				8	26
				8	31
TOTAL				45	168
image18.jpg	300 x 225	5	NO	9	38
		5	SI	14	56
image19.jpg	300 x 219	5	NO	5	19
		5	NO	5	19
TOTAL				24	94
image20.jpg	300 x 219	5	SI	11	56
		5	NO	6	22
image21.jpg	300 x 219	7	NO	6	28
TOTAL				12	50
image22.jpg	300 x 219	5	NO	8	52
image23.jpg	300 x 219	15	NO	13	129
image24.jpg	300 x 219	5	NO	9	50
		5	SI	10	60
image25.jpg	300 x 219	5	SI	8	50
TOTAL				18	110
image26.jpg	300 x 225	7	SI	10	60
image27.jpg	300 x 225	5	NO	4	21
		13	NO	8	85
image28.jpg	300 x 219	5	NO	4	17
		5	NO	6	21
		5	NO	6	26
TOTAL				24	149
image29.jpg	300 x 219	5	NO	15	62

Tabla 6.1. Datos y resultados del proceso de segmentación de imágenes de quemaduras.

6.2. OTRAS IMÁGENES A COLOR

Aunque el programa se ha diseñado experimentalmente para imágenes de quemaduras, es posible segmentar cualquier tipo de imagen a color obteniendo resultados más que aceptables. Se han escogido imágenes de colores muy vivos e intensos (paisajes, animales, retratos etc.) para probar la segmentación de diferentes objetos que se encuentren en ellas.



Figura 6.21. Segmentación de la imagen 'antarctica.jpg' con margen 7.



Figura 6.22. Segmentación de la imagen 'caracal.jpg' con margen 5.

Como ya se ha comentado antes, se pueden ver las imágenes originales en el Apéndice B, mientras que los archivos de salida del programa se encuentran en la carpeta 'Resultados' del CD que se adjunta con este documento.



Figura 6.23. Segmentación de la imagen 'islas.jpg' con margen 5.



Figura 6.24. Segmentación de la imagen 'leon.jpg' con margen 5.

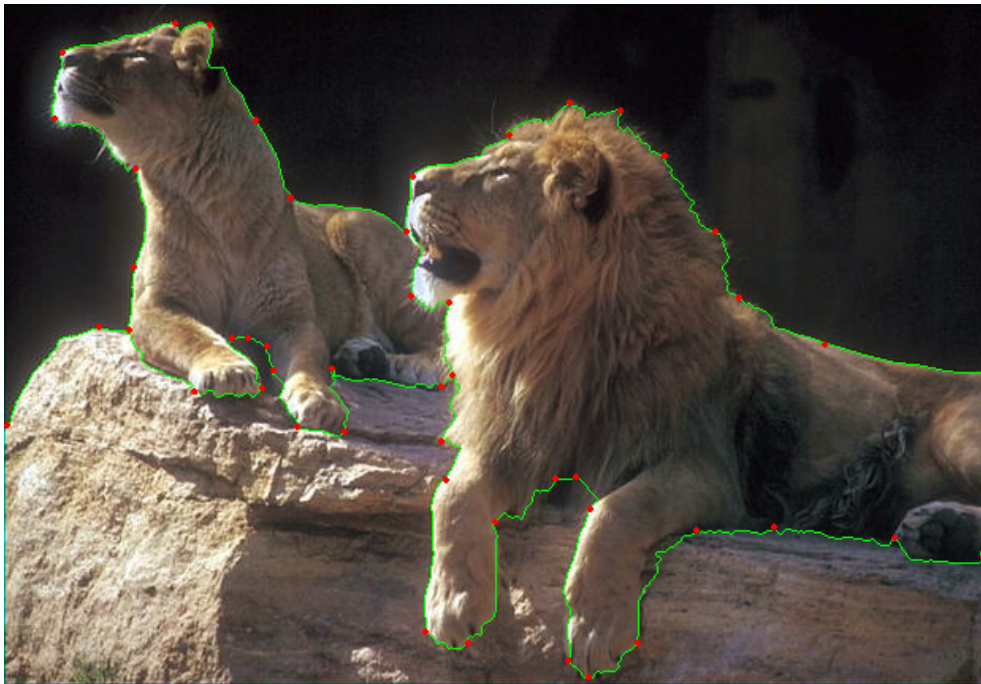


Figura 6.25. Segmentación de la imagen 'leones.jpg' con margen 5.



Figura 6.26. Segmentación de la imagen 'mary.jpg' con margen 5.

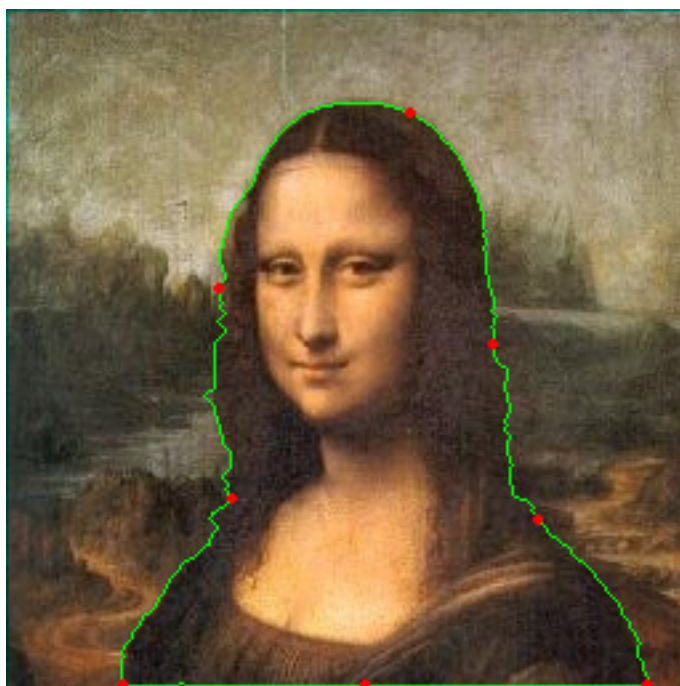


Figura 6.27. Segmentación de la imagen 'monalisa.jpg' con margen 5.



Figura 6.28. Segmentación de la imagen 'panteranieves.jpg' con margen 5.

Se ha incluido en esta prueba una imagen en blanco y negro (**Figura 6.29**) para demostrar que, obviamente, también segmenta imágenes en escala de grises.



Figura 6.29. Segmentación de la imagen 'peppers.bmp' con margen 5.



Figura 6.30. Segmentación de la imagen 'winterice.jpg' con márgenes 10 y 5.

imagen	tamaño (px)	margen	bandera marco	nº puntos	tiempo segmentación (seg)
antarctica.jpg	1024 x 768	7	NO	14	188
caracal.jpg	614 x 414	5	NO	41	231
islas.jpg	200 x 202	5	NO	8	44
leon.jpg	610 x 488	5	SI	33	222
leones.jpg	620 x 422	5	NO	20	111
				14	62
				17	94
				TOTAL	267
mary.jpg	507 x 387	5	NO	6	102
monalisa.jpg	256 x 256	5	SI	9	74
pateranieves.jpg	612 x 436	5	NO	21	150
peppers.bmp	304 x 289	5	NO	10	68
				8	56
				10	73
				TOTAL	197
winterice.jpg	800 x 600	10	NO	20	336
		5	NO	16	129
		TOTAL		36	465

Tabla 6.2. Datos y resultados del proceso de segmentación de algunas imágenes a color.

Se ha realizado una media con los datos recogidos en las **Tablas 6.1 y 6.2** que puede dar una idea de los resultados obtenidos con la implementación; pero no hay que llevarlo más allá de lo que meramente es (una valor indicativo sin mucho rigor), ya que los objetos de las imágenes son totalmente distintos y la forma de segmentarlos también, de manera que es imposible intentar sacar un resultado que generalice todos los casos de segmentación.



De esta forma se ha determinado que las **imágenes de quemaduras** con las que se han trabajado tienen un tamaño medio de **300 x 220 píxeles**, necesitando para su segmentación un número medio de **10 puntos** y empleando aproximadamente **1 minuto** para ello. Para el **resto de imágenes a color** se ha ponderado un tamaño medio de **550 x 425 píxeles**, y se han necesitado para su segmentación unos **24 puntos** en un tiempo medio de **3 minutos**.