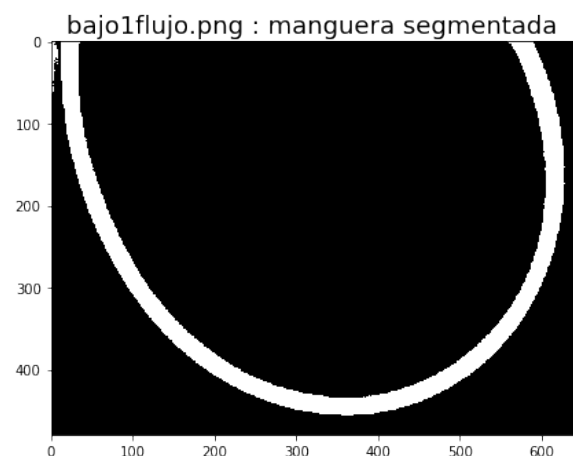
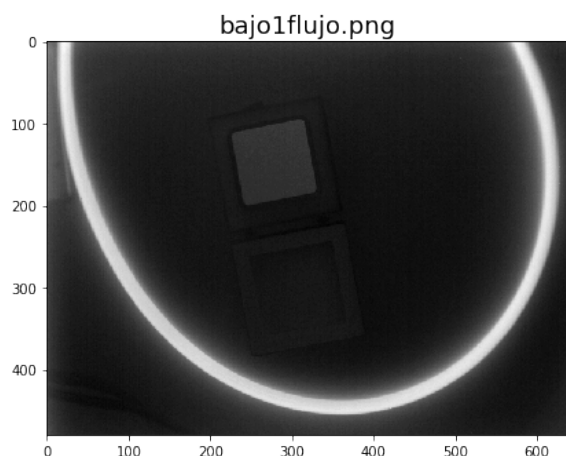
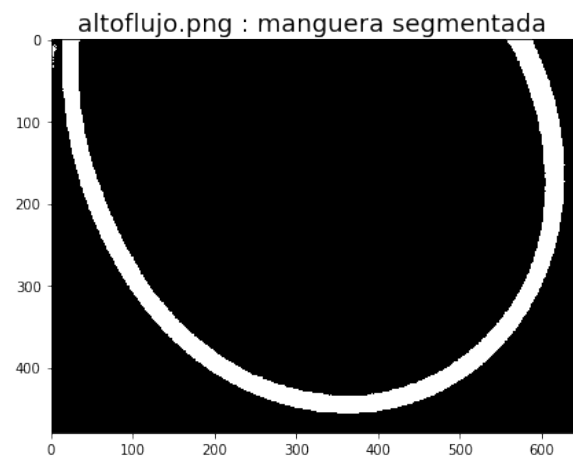
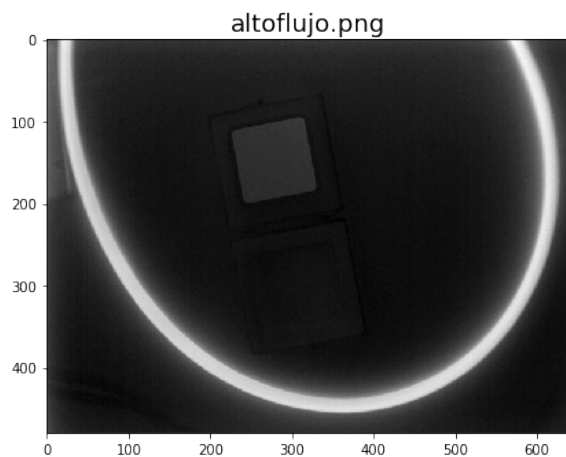


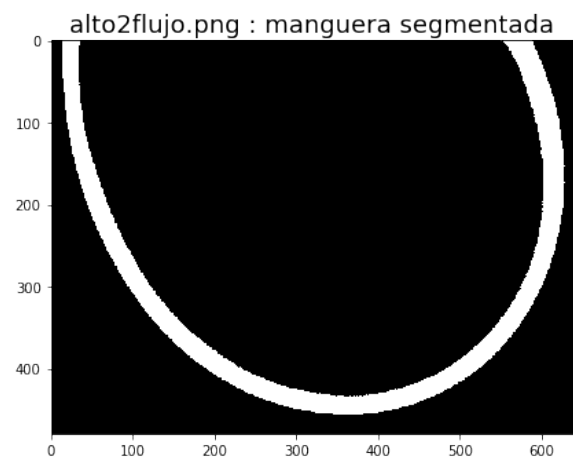
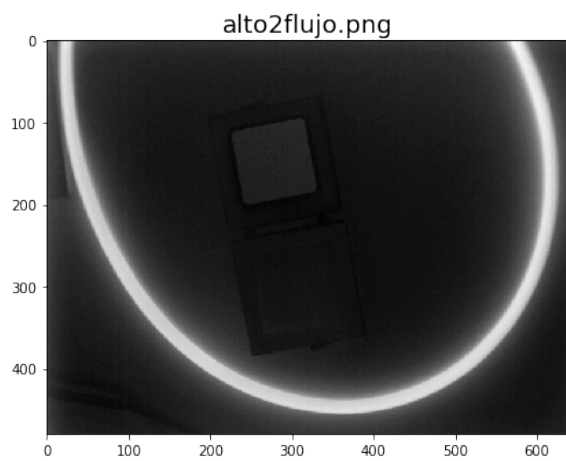
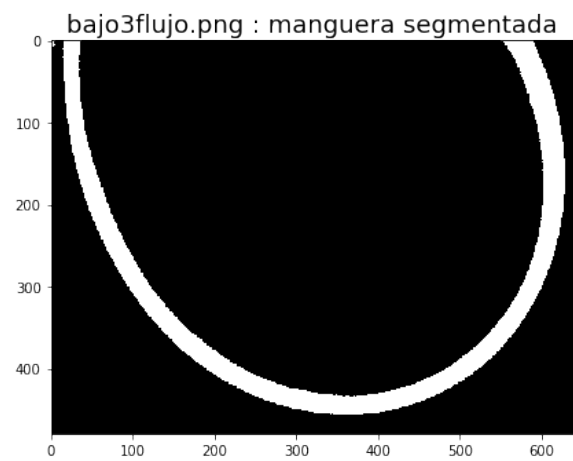
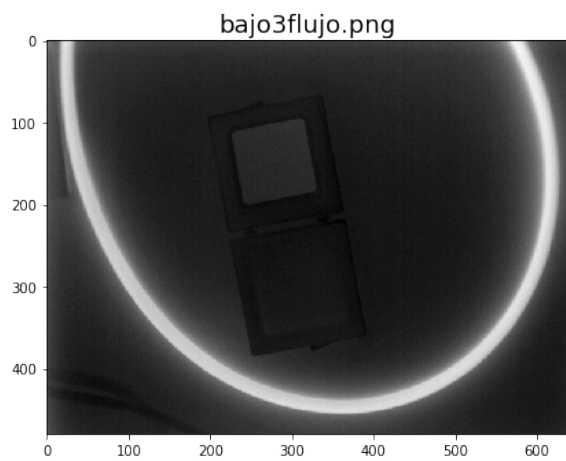
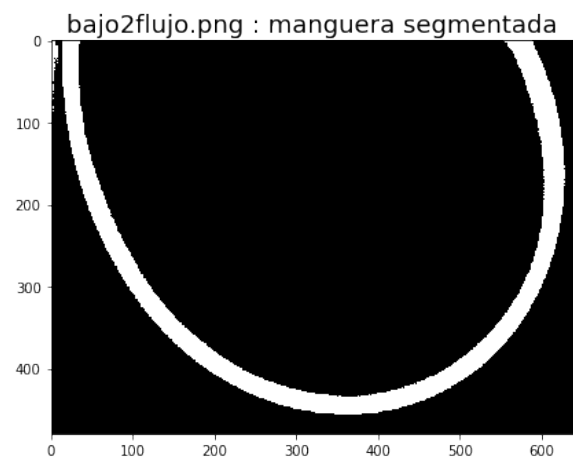
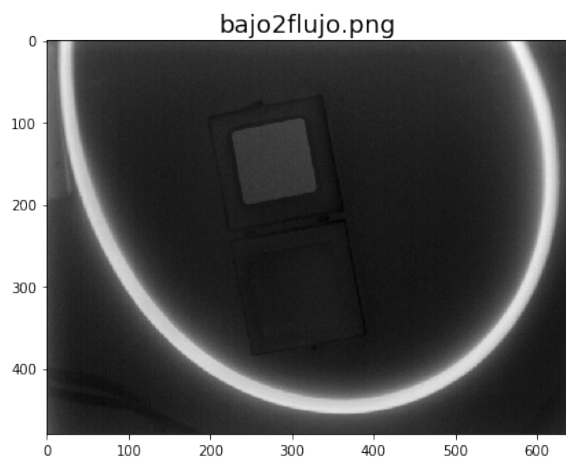
Reporte del Tema 1. Disipación de calor en una manguera que mantiene un flujo de un líquido

1. Segmentación automática de la región de la manguera

Para lograr este fin se desarrolló una función de umbralización automática llamada ***auto_segment()*** la cual escoge una intensidad óptima de umbralización a través del algoritmo de medias móviles (**KMeans**) utilizado para binarizar la imagen y así obtener la segmentación de la manguera, ya que esta tiene una intensidad mucho mayor que la del fondo.

Esta función a su vez tiene un parámetro opcional **skew**, el cual permite sesgar el algoritmo, obligándolo a desplazar el umbral 'n' intensidades hacia la derecha o izquierda. A continuación se observa la segmentación automática que se llevó a cabo.





Se puede observar aquí que algunas imágenes cuentan con pequeñas regiones de falsos positivos, es decir regiones blancas que no pertenecen al área de la manguera.

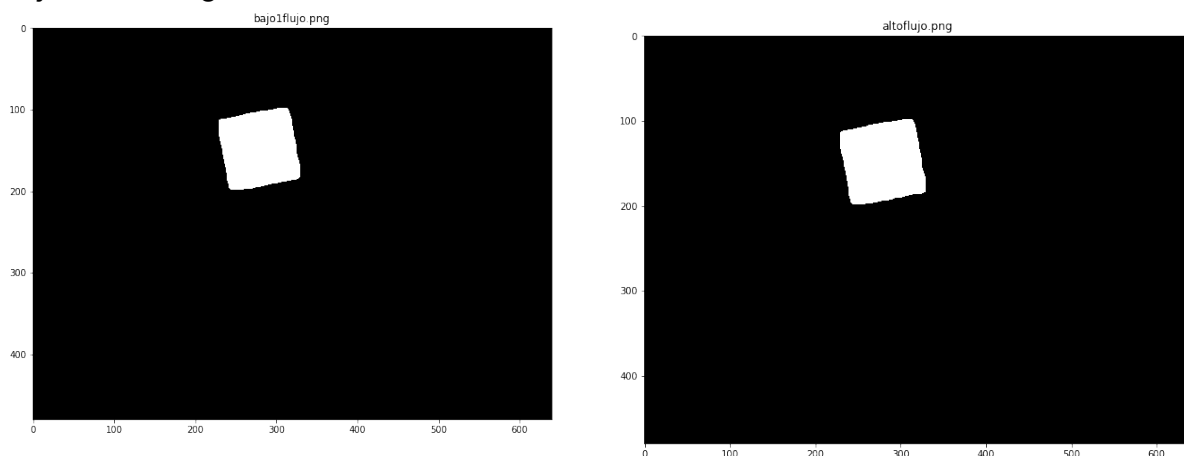
2. Sobre la segmentación automática de la región de referencia

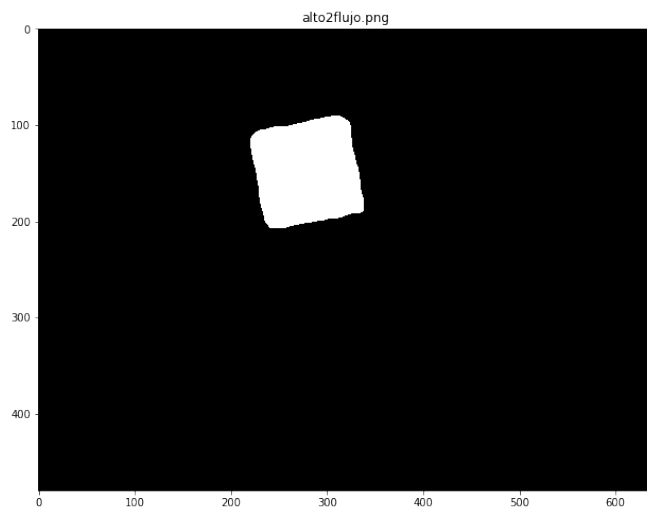
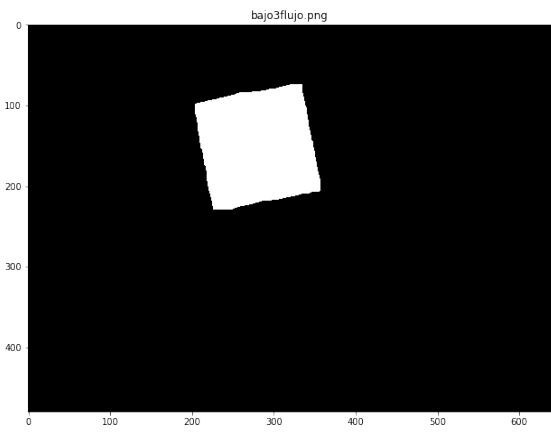
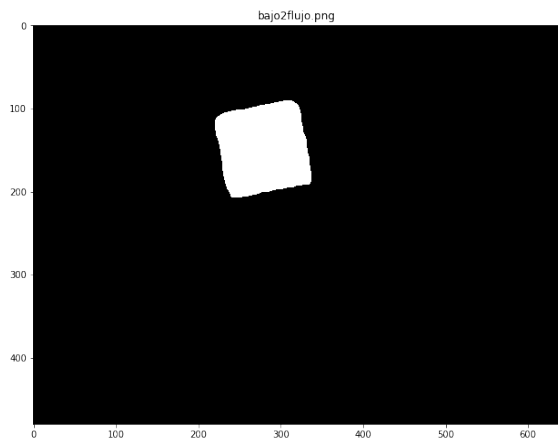
Trabajando en la segmentación de la manguera, viendo que la intensidad de la región de referencia era a su vez mayor que la del fondo, se pensó que si la función de umbralización podía hacerlo en escalas, entonces sería relativamente sencillo obtener un umbral que lograra segmentar esta región. Sin embargo, realizando las pruebas una vez que la función se había probado y demostró ser capaz de realizar la umbralización múltiple se encontró que esta técnica bastaba para identificar la región de referencia de algunas imágenes, pero fallaba en otras. Notablemente las imágenes **bajo3flujo.png** y **alto2flujo.png** no mostraban la región de referencia en ninguno de los múltiples umbrales. Esto puede consultarse en la libreta de Jupyter anexa.

Finalmente se optó por diseñar una función que combinase distintas técnicas abordadas a lo largo del curso: **ref_region()**. Esta función reconoce la región de referencia eficazmente a través de una serie de operaciones descritas a continuación.

- Ecualización de histograma
- Detección de bordes (Canny Edge Detector)
- Procesamiento morfológico
 - Una apertura
 - Una cerradura sobre la apertura anterior.

Sin embargo debe mencionarse que en una imagen (**bajo3flujo.png**) la máscara de segmentación para encontrar la región de referencia es un poco grande lo que da lugar de nuevo a falsos positivos. A continuación se exponen los resultados de este objetivo de segmentación.

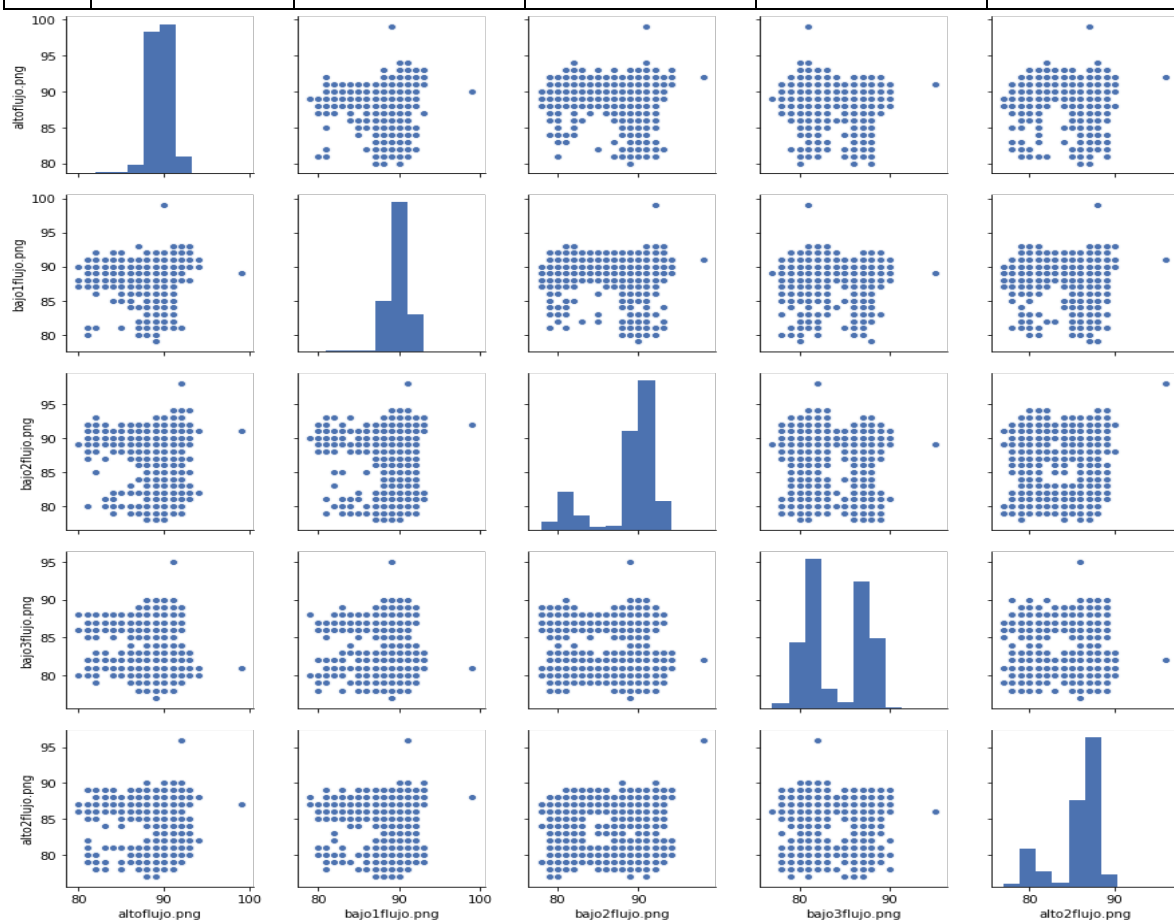




3. Análisis del área segmentada como referencia

A continuación se muestra una tabla con estadísticos descriptivos y un “pairplot” que permiten apreciar las diferencias de área (count corresponde al número de píxeles) y de la intensidad registrada en cada imagen. Aunque se nota un perfil similar, se pueden apreciar algunas variaciones debidas principalmente al tamaño de la máscara de segmentación.

	altoflujo.png	bajo1flujo.png	bajo2flujo.png	bajo3flujo.png	alto2flujo.png
count	8111.000000	8144.000000	10736.000000	18376.000000	10839.000000
mean	89.573172	89.296537	87.485190	82.928766	84.963927
std	1.410561	1.432713	4.179704	3.440137	3.245888
var	1.18767041	1.1969599	2.04443244	1.85476063	1.80163481
min	80.000000	79.000000	77.000000	76.000000	76.000000
25%	89.000000	89.000000	87.000000	80.000000	84.000000
50%	90.000000	89.000000	89.000000	82.000000	86.000000
75%	90.000000	90.000000	90.000000	86.000000	87.000000
max	99.000000	99.000000	98.000000	95.000000	96.000000



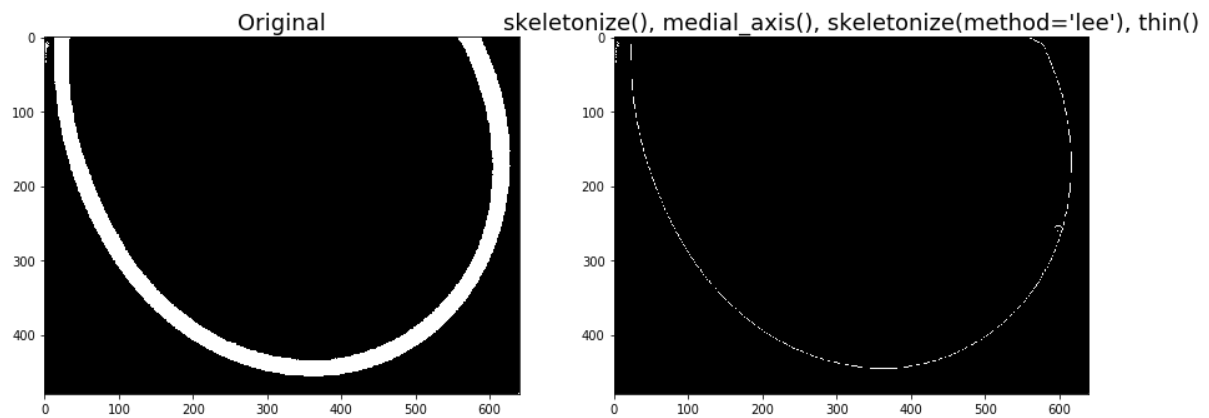
4. División de la región de la manguera

En un inicio se intentó seguir la metodología propuesta por el profesor, dado que ésta parecía una forma sencilla y óptima de realizar la división. Sin embargo, al ir implementándola, se encontraron diversos problemas que finalmente hicieron que se tomase otra vía de acción para lograr la segmentación.

Los problemas fueron los siguientes:

- Todas las operaciones de adelgazamiento que se encontraban dentro de scikit-image no permitían obtener un esqueleto con la forma de la manguera, pero de un pixel de ancho. Esto se sabía a priori, razón por la cual se planeaba enfrentar el problema con operaciones para la remoción de “ramas parásito” que serían todas aquellas que surgían al bifurcarse el esqueleto principal calculado por el adelgazamiento.
 - Ninguna de las principales librerías para procesamiento de imágenes en **Python** (**scikit-image**, **OpenCV**, **scipy.ndimage**, **PIL**, **Pillow**, **mahotas**) contiene una función para el algoritmo morfológico Pruning.
 - Para implementarlo manualmente, se requiere tener elementos estructurantes que contengan entradas indiferentes (don't care elements), los cuales no son nativos a **Python** y no se encontró cómo implementarlos.
- La intersección de diversos esqueletos calculados (ya que se observó que las ramas parásito eran diferentes cuando se aplicaban las funciones **thinning**, **skeletonize** y **medial_axis** de **skimage.morphology**) no lograba eliminar las estructuras secundarias por completo y además creaba discontinuidades en la línea principal.

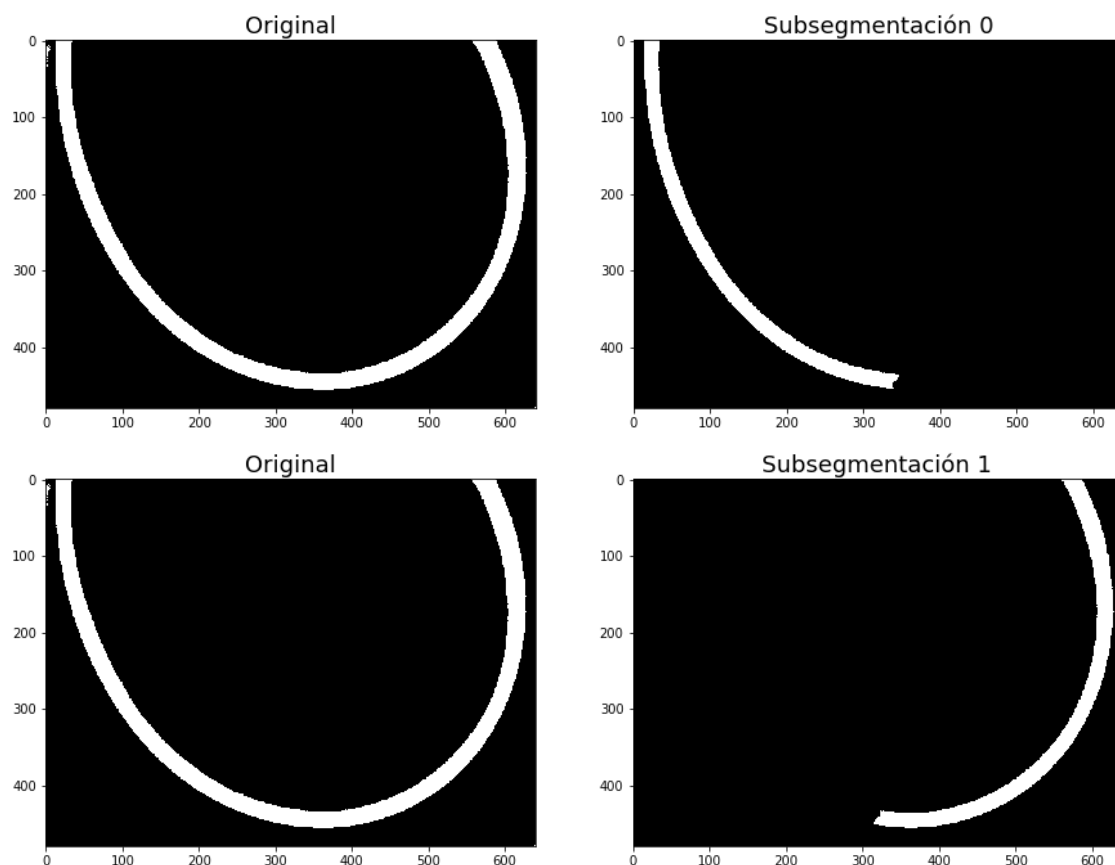
Entonces se siguió otra metodología: a partir de la imagen binaria de la máscara de segmentación para una manguera, se buscaban los bordes utilizando Canny edge, lo cual resultó muy efectivo. Se obtuvieron dos líneas, la interna y la externa, las cuales parecían sentar una buena base para la subdivisión de la máscara de segmentación para la manguera. Lo que se pensó fue unir los extremos de las secciones con líneas rectas para así utilizar una función de relleno. Esto ofrecía la ventaja de ser una separación exacta, sin deformaciones. Sin embargo dibujar la línea recta entre los puntos deseados demostró ser un problema ya que éstos están ordenados ya sea vertical u horizontalmente. Lo que se necesitaría para que siempre la línea entre los últimos o primeros elementos de dos bordes cerrase la figura de una manguera sería que los índices de dichos puntos estuviesen acomodados en orden radial (como en coordenadas polares).



En esta figura se observan los problemas ligados al uso de operaciones de adelgazamiento (discontinuidades y ramas parásito), aún calculando la intersección.

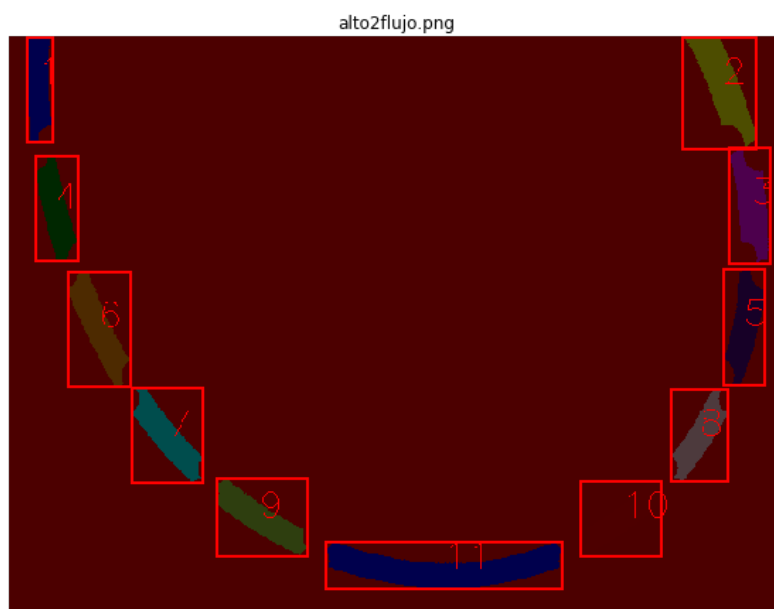
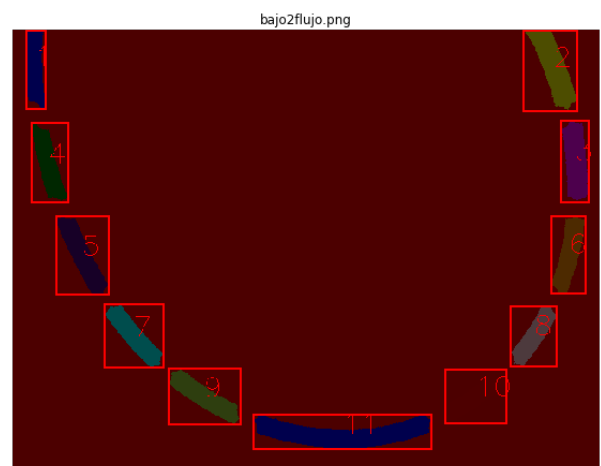
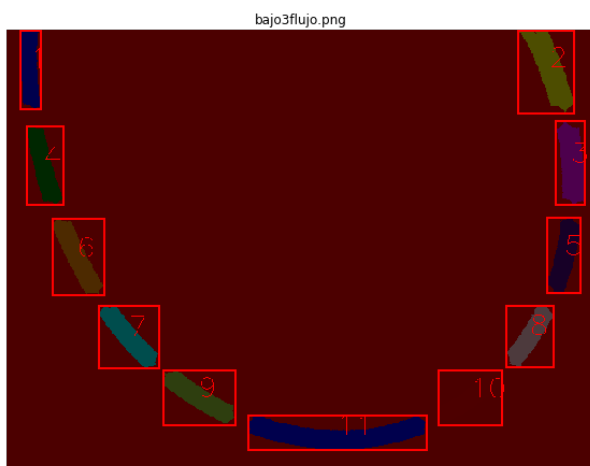
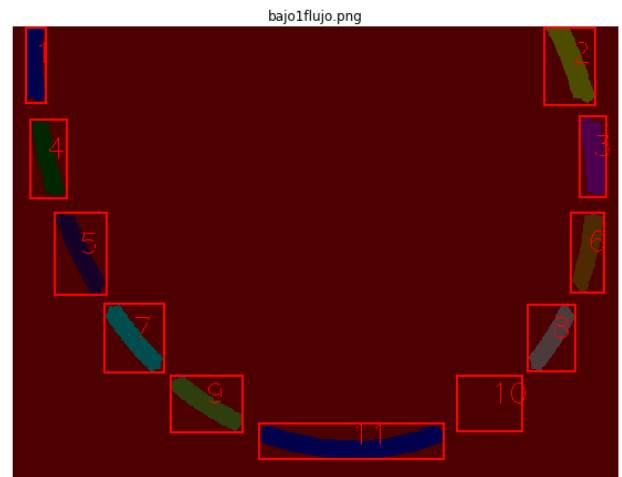
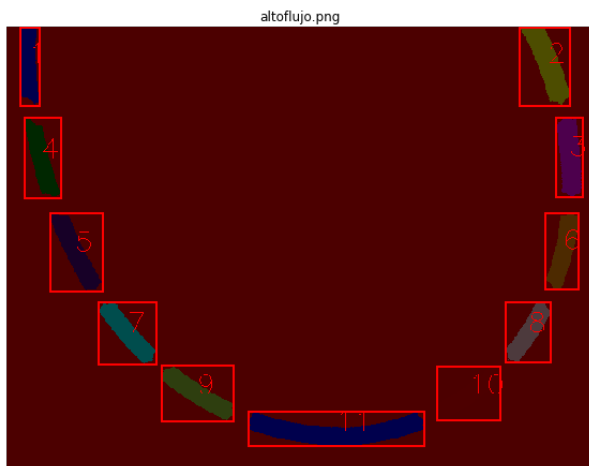
Finalmente se decidió dilatar ambos bordes y calcular la intersección con la máscara de segmentación original para poder conseguir los segmentos deseados. Dichos segmentos, debido al elemento estructural utilizado (un disco) generan pequeñas regiones de superposición de un segmento con otro, lo cual debe recordarse al momento de utilizar dichos segmentos.

A continuación se muestran varias figuras que ilustran el proceso de subsegmentación.



Como se puede observar en la zona inferior de la imagen, existe una pequeña región de traslape. A continuación se muestran cada una de las imágenes junto con su

subsegmentación en 6 partes (respecto a un eje de simetría medial, lo que nos dará un total de 11 objetos identificados) que es más ilustrativa que la de dos.



5. Análisis de las regiones
altoflujo.png

	N. Region	Num. pixeles	Intensidad media	Varianza	Desv std	Error std
0	1	4446	135.325011	98.784831	9.939056	0.022219
1	2	5139	133.464098	75.417032	8.684298	0.014675
2	3	5142	133.780630	65.269263	8.078939	0.012693
3	4	4603	134.711275	59.072189	7.685843	0.012833
4	5	4997	135.295377	61.796282	7.861061	0.012367
5	6	4618	135.325249	61.070480	7.814760	0.013224

bajoflujo.png

	N. Region	Num. pixeles	Intensidad media	Varianza	Desv std	Error std
0	1	4211	135.252909	94.696664	9.731221	0.022488
1	2	4994	133.903484	73.682315	8.583840	0.014754
2	3	5095	134.155054	63.911189	7.994447	0.012544
3	4	4704	134.813776	57.357327	7.573462	0.012193
4	5	4931	135.631312	58.898342	7.674526	0.011945
5	6	4669	135.963804	60.021607	7.747361	0.012855

bajo2flujo.png

	N. Region	Num. pixeles	Intensidad media	Varianza	Desv std	Error std
0	1	4624	132.048875	93.308165	9.659615	0.020179
1	2	5250	130.448571	72.216498	8.498029	0.013756
2	3	5239	130.508303	60.959608	7.807663	0.011636
3	4	4707	131.105800	56.307481	7.503831	0.011962
4	5	5053	131.859489	60.152036	7.755774	0.011904
5	6	4782	132.046006	60.474671	7.776546	0.012646

bajo3flujo.png

	N. Region	Num. pixeles	Intensidad media	Varianza	Desv std	Error std
0	1	4709	132.803355	84.243769	9.178440	0.017890
1	2	5426	131.480464	66.476305	8.153300	0.012251
2	3	5269	131.306510	56.614156	7.524238	0.010745
3	4	4861	131.712816	53.033757	7.282428	0.010910
4	5	5172	132.368329	55.829337	7.471903	0.010795
5	6	4882	132.752560	57.013333	7.550717	0.011678

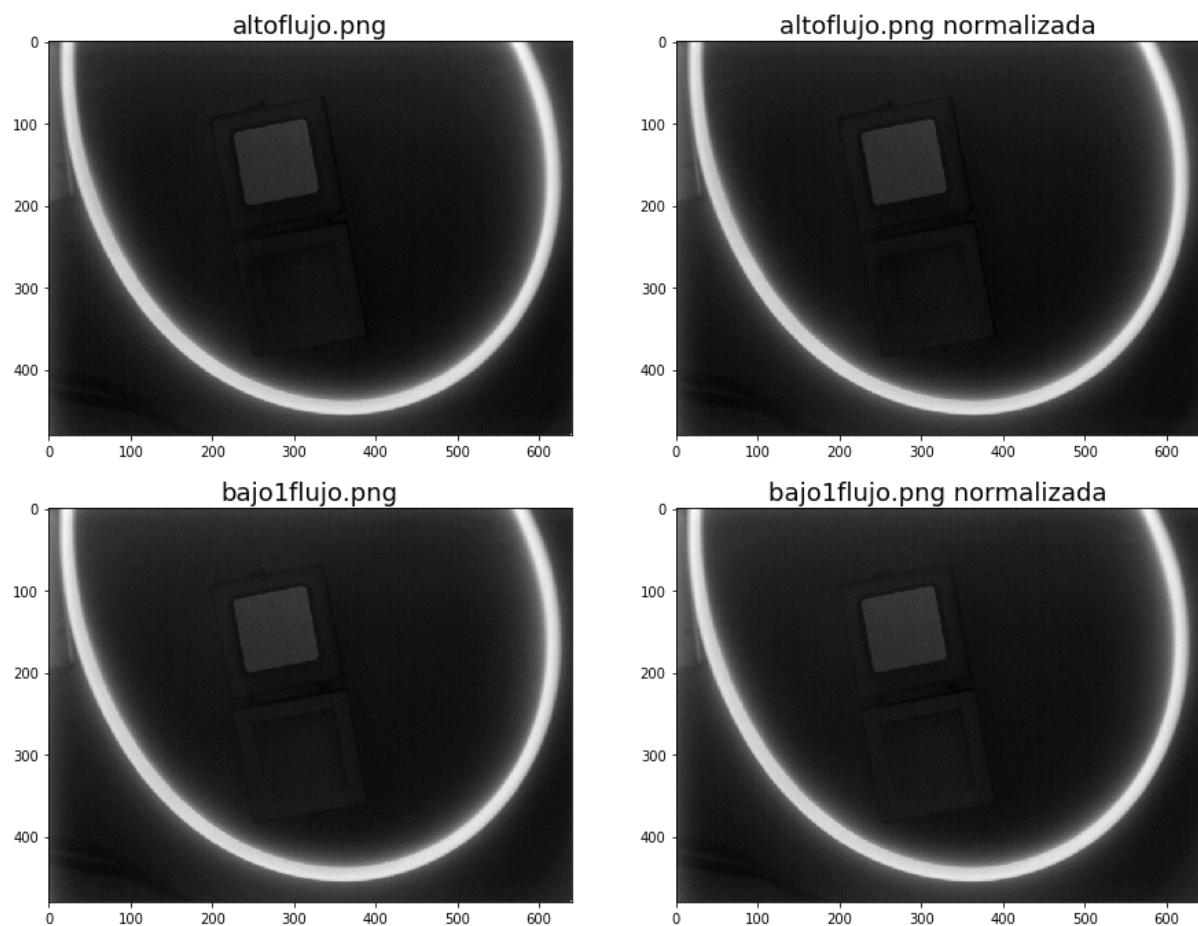
6. Normalización de la imagen :

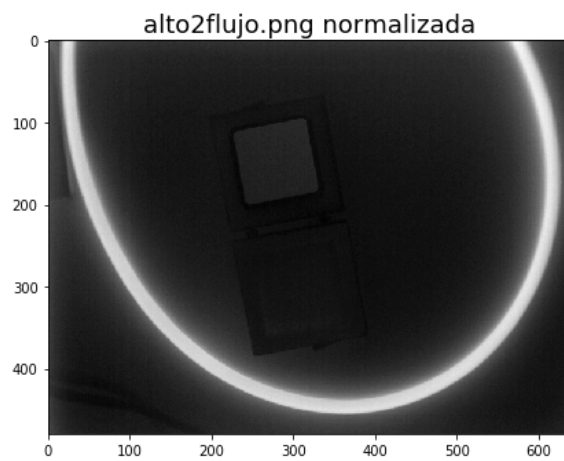
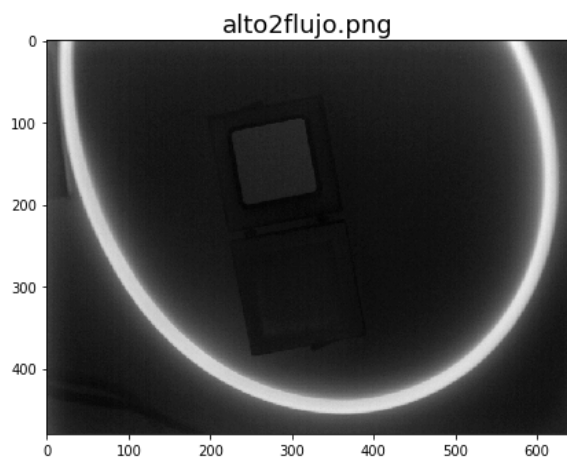
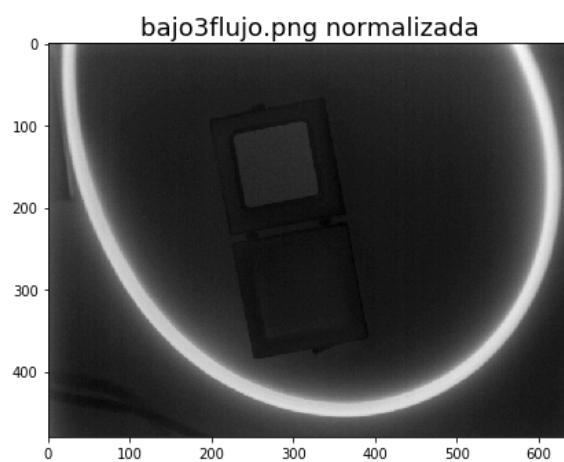
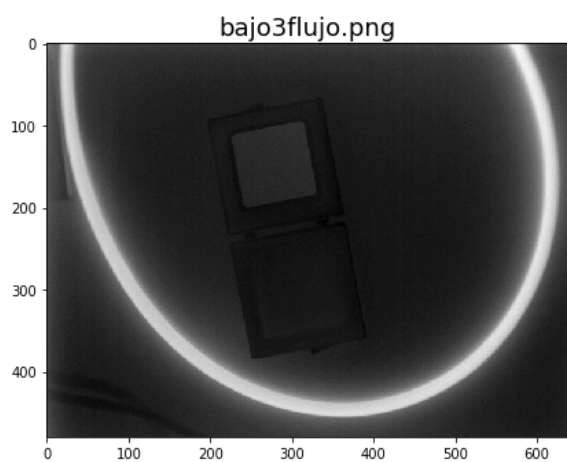
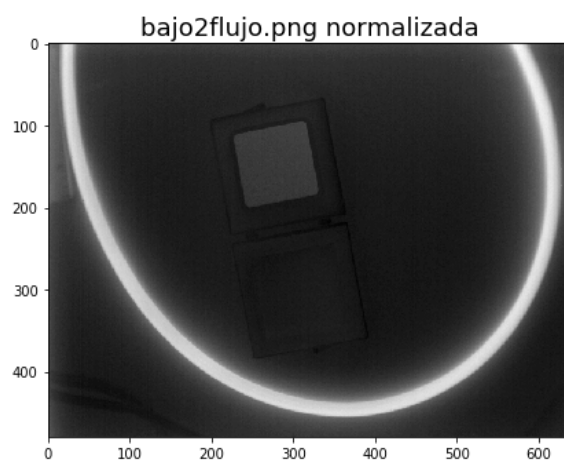
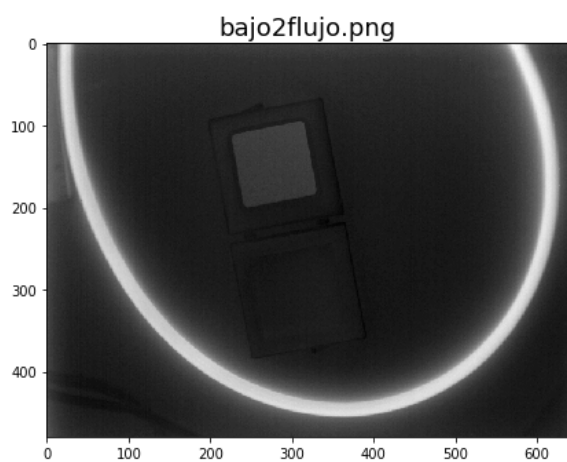
Para

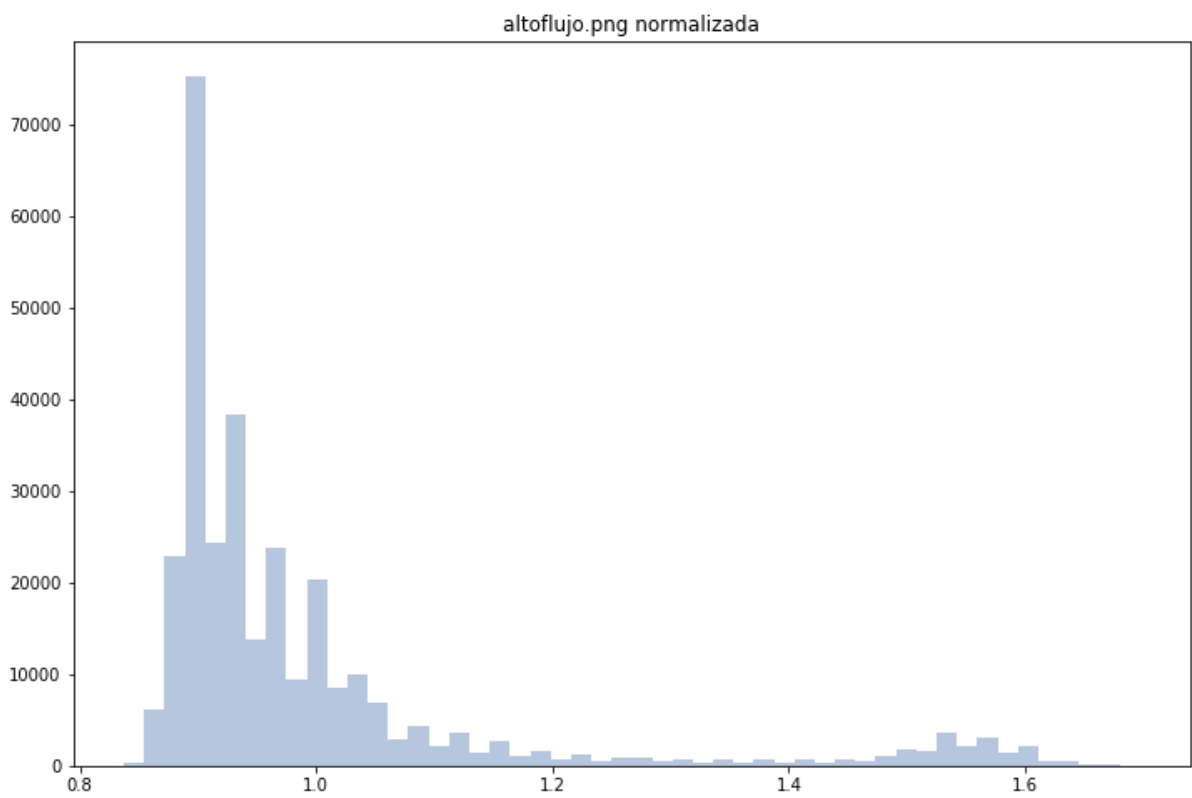
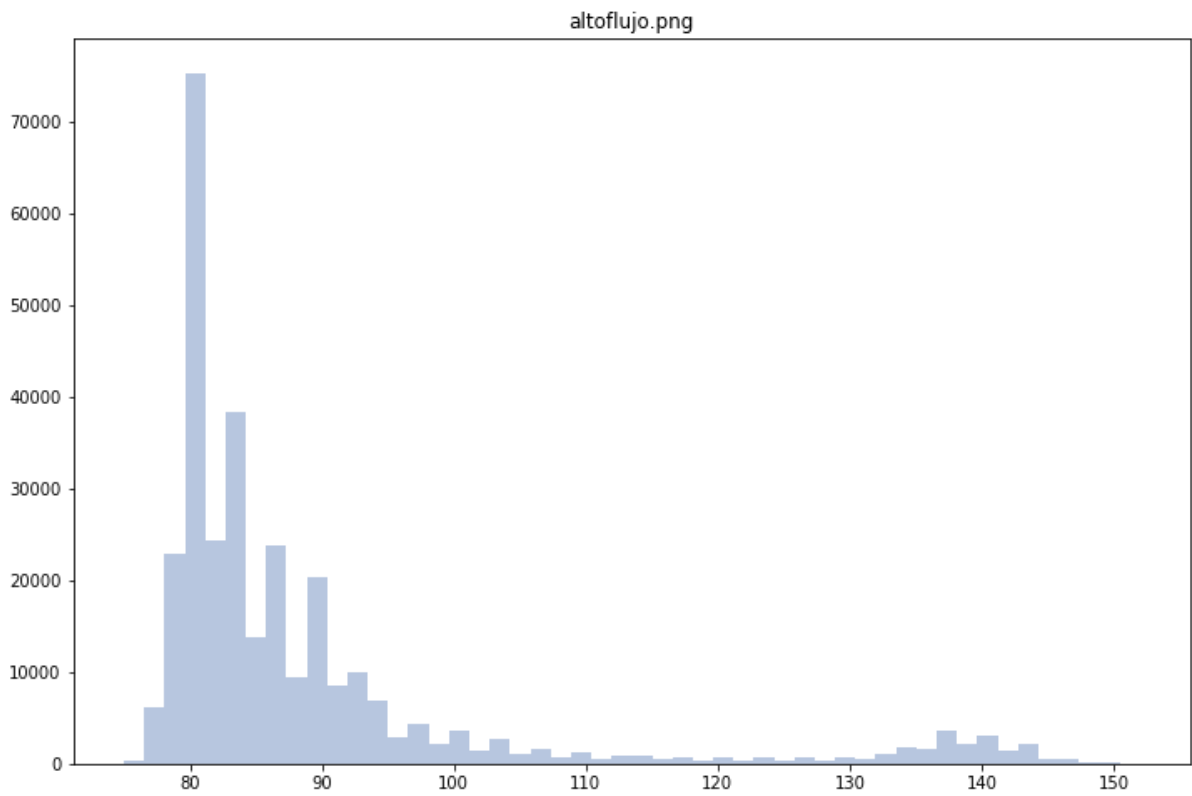
	altoflujo.png	bajo1flujo.png	bajo2flujo.png	bajo3flujo.png	alto2flujo.png
count	8111.000	8144.000	10736.000	18376.000	10839.00
mean	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
std	0.015748	0.016044	0.047776	0.041483	0.038203
min	0.893125	0.884693	0.880149	0.916449	0.894497
25%	0.993601	0.996679	0.994454	0.964683	0.988655
50%	1.004765	0.996679	1.017315	0.988800	1.012194
75%	1.004765	1.007878	1.028746	1.037035	1.023964
max	1.105242	1.108666	1.120190	1.145561	1.129891

A continuación se muestra una tabla que si se compara con la que se encuentra en la sección 3 del presente reporte, corrobora la correcta normalización de la región de referencia.

En las imágenes no se distingue cambio alguno ya que la función plt.imshow se adapta al rango de la imagen.

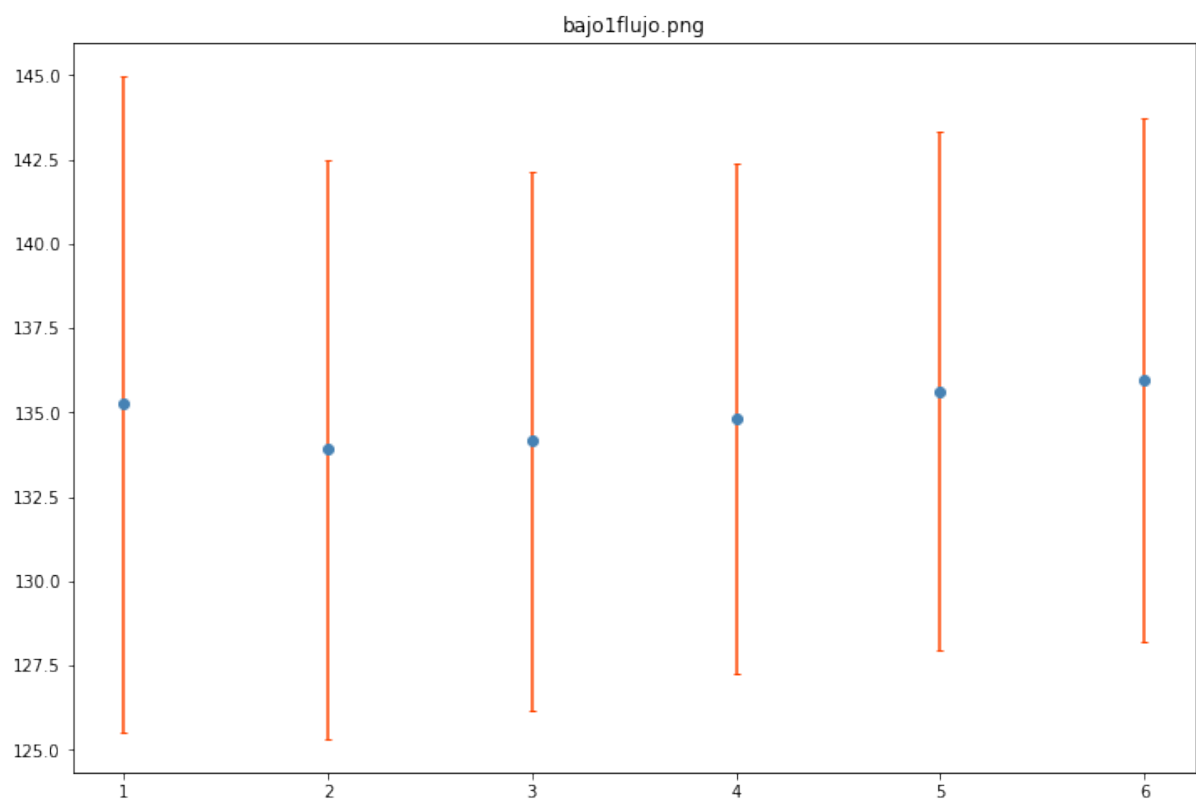
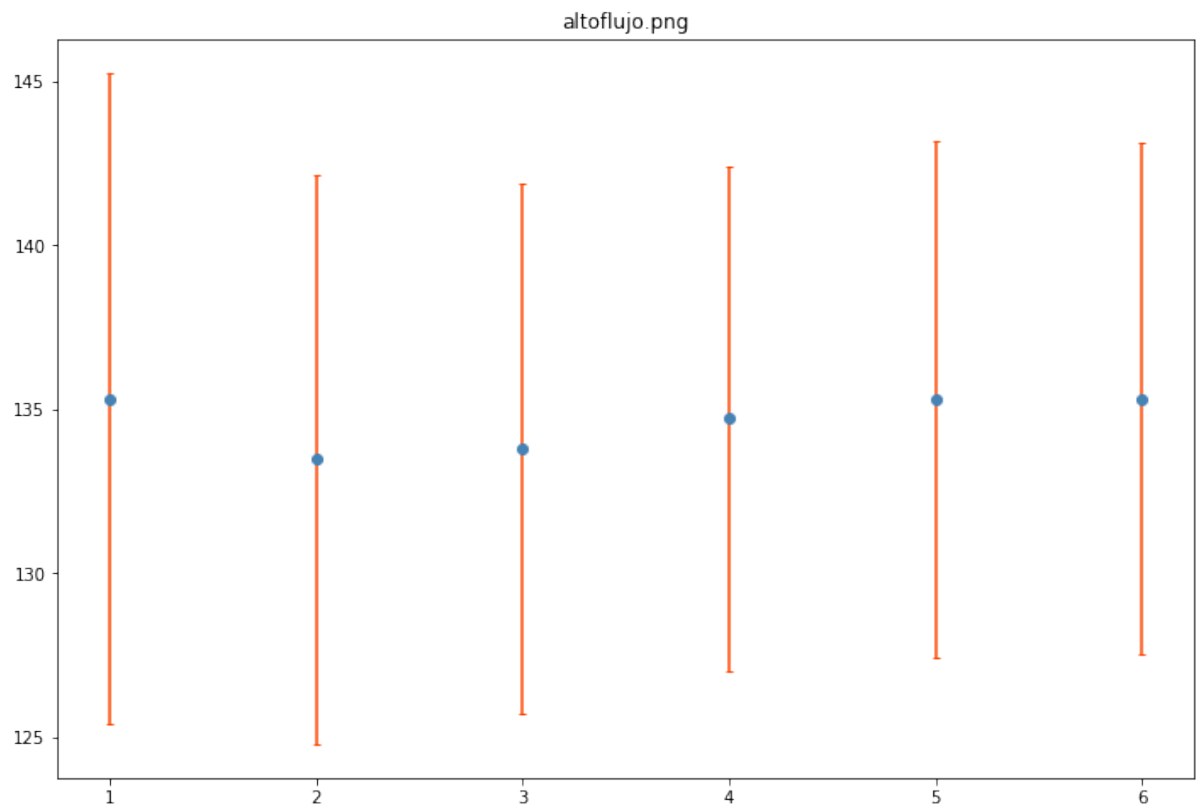


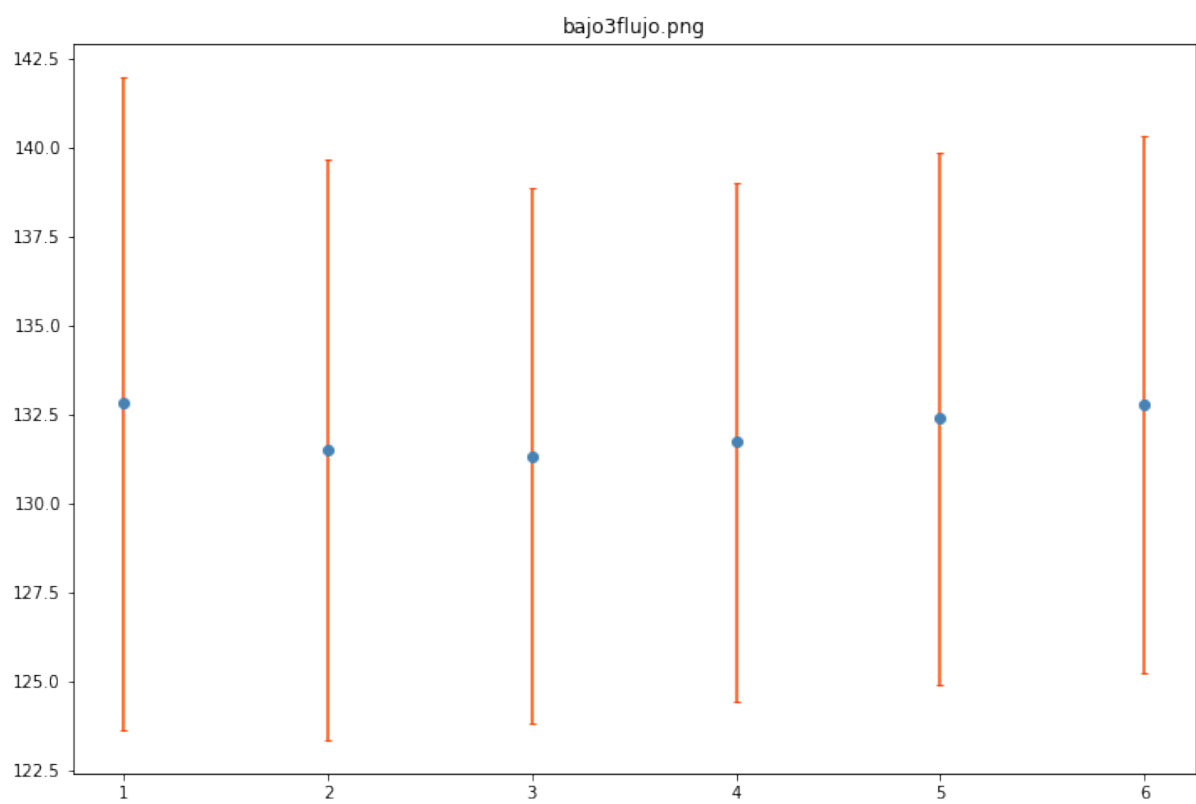
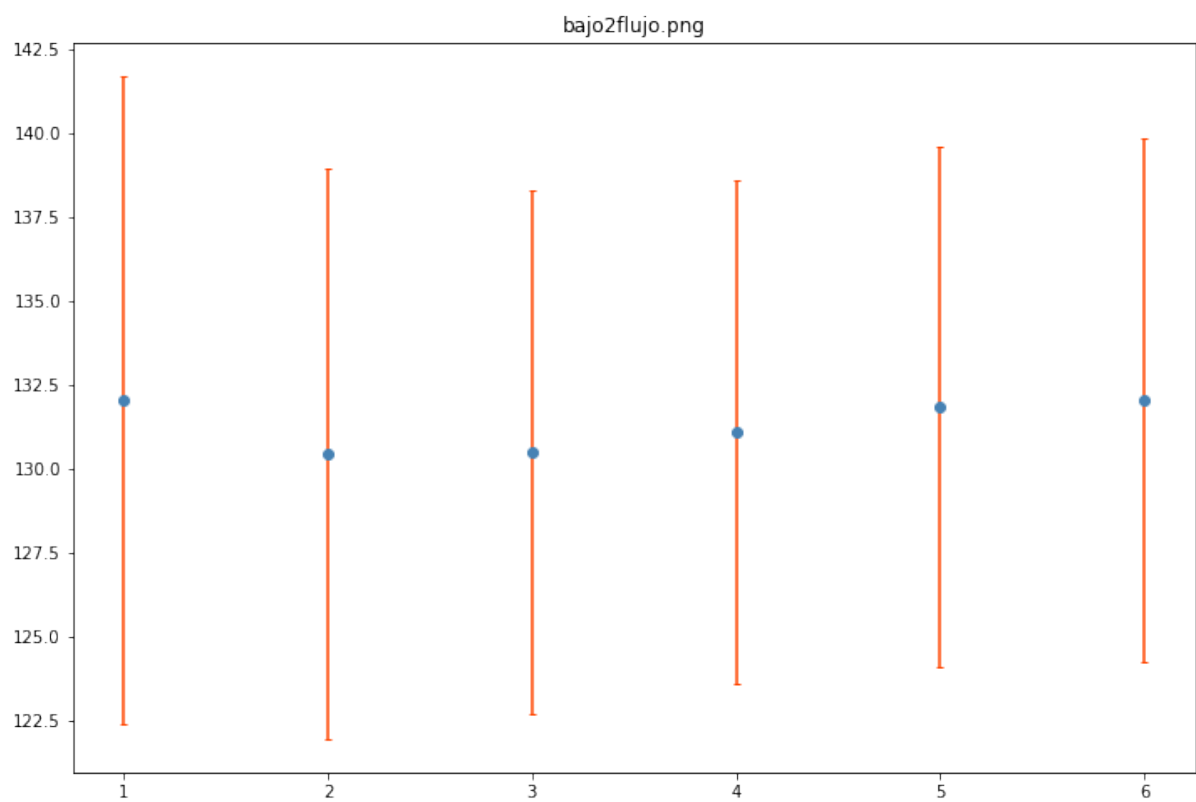


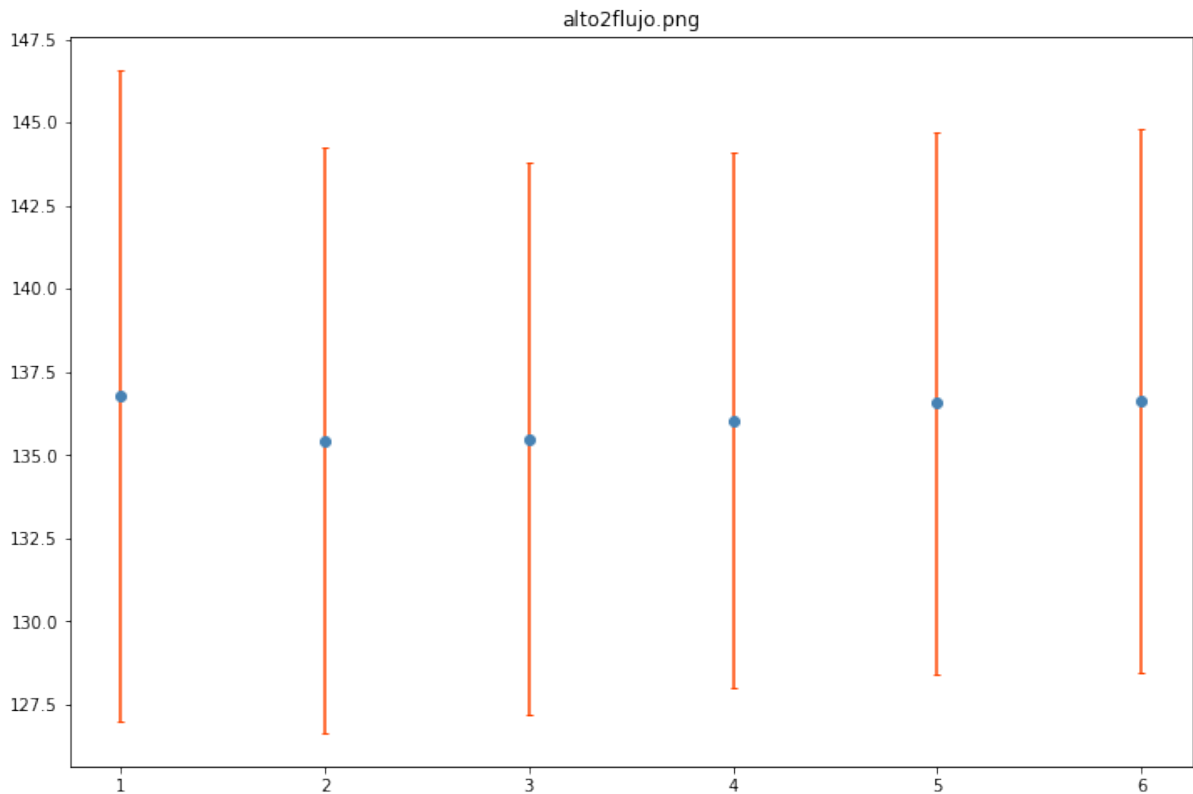


Resultados

Intensidades en función del segmento de la manguera







1. ¿Las regiones obtenidas para las distintas imágenes tienen tamaños semejantes?
 - a. Sí, esto puede observarse en las tablas que describen las regiones obtenidas para cada imagen.
2. ¿Observa alguna diferencia en el comportamiento de las gráficas obtenidas en el objetivo 7, para cada imagen? ¿cuáles son?
 - a. Se observa más o menos homogéneo pero esto se debe a un error en el análisis. Al tomar segmentos no contiguos, el error estándar crece y parece que no hay un cambio en función de la región.
 - b. El tiempo no nos alcanzó para corregir esto.