

Capítulo 6: Pruebas de robustez

6.1. Introducción

La primera parte del programa creado consiste en el cálculo de un área que englobe el objeto de interés de la imagen a procesar. El objeto de interés, en este caso, es el chorro de agua.

El capítulo 6, Pruebas, muestra el resultado del programa en el cálculo del área que engloba el chorro de agua para dos imágenes, una imagen real y otra simulada. En este capítulo se muestra cómo se han obtenido las imágenes simuladas, así como la realización de pruebas de robustez, comprobando cómo se comporta el programa frente a cambios de viento, en dirección y velocidad, de la situación del foco del agua, y distintas posiciones de las cámaras.

6.2. Chorro de agua: aproximación parabólica

El chorro de agua se puede representar mediante una función parabólica $f(t)$, donde su posición en cada instante de tiempo vendrá definido por las siguientes ecuaciones:

$$PosX = PosX0 + Vo * \cos(Elev0) \cos(Azim0) * t + \cos(Azim0) * Vviento * t \quad (Ec.6.1)$$

$$PosY = PosY0 + Vo * \cos(Elev0) \sin(Azim0) * t + \sin(Azim0) * Vviento * t \quad (Ec.6.2)$$

$$PosZ = PosZ0 + Vo * \sin(Elev0) * t + 0,5 * g * t^2 \quad (Ec.6.3)$$

Donde:

- $PosX0$, $PosY0$ y $PosZ0$ corresponden a las posiciones iniciales del foco de agua
- $Elev0$ corresponde al ángulo de elevación inicial del foco de agua
- $Azim0$ corresponde al ángulo de azimut inicial del foco de agua
- $Vviento$ corresponde a la velocidad del viento, supuesta constante para ese periodo de tiempo.

6.3. Representación en las cámaras

Una vez obtenido la representación en 3D de un chorro de agua, es necesario calcular cómo sería la representación en 2D desde el punto de vista de cada cámara.

Dada la posición en el espacio de cada cámara $c(x,y,z,r,p,y)$, se deberá calcular cada punto del chorro de agua, desde el punto de vista de la cámara ($P_{chorro/cámara}$). Este cálculo se realiza mediante la matriz de transformación T de la cámara, de tal forma que:

$$P_{chorro/cámara} = T * P_{chorro} \quad (Ec.6.4)$$

Donde:

$$T = \begin{bmatrix} \cos(y) * \cos(r) & \sin(y) * \sin(p) - \cos(y) * \cos(y) \sin(r) * \cos(p) & \sin(y) * \cos(p) + \cos(y) * \sin(r) * \sin(p) & x \\ -\sin(y) * \cos(r) & \cos(y) * \sin(p) + \sin(y) * \sin(r) * \cos(p) & \cos(y) * \cos(p) - \sin(y) * \sin(r) * \sin(p) & y \\ -\sin(r) & -\cos(r) * \cos(p) & \cos(r) * \sin(p) & z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (\text{Ec.6.5})$$

Una vez obtenida la posición del chorro desde el punto de referencia de la cámara, la representación en 2D (x_p, y_p) que ofrece la cámara, vendrá determinado por las siguientes ecuaciones:

$$x_p = fc * \frac{P_{\text{chorro}}(1)}{\frac{P_{\text{cámara}}(3)}{\text{cámara}}} + cc(1) \quad (\text{Ec.6.6})$$

$$y_p = fc * \frac{P_{\text{chorro}}(2)}{\frac{P_{\text{cámara}}(3)}{\text{cámara}}} + cc(2) \quad (\text{Ec.6.7})$$

Donde:

- fc corresponde a la distancia focal de la cámara
- $cc(x,y)$ corresponde a centro del plano imagen

6.4. Pruebas de robustez: Comportamiento del programa frente a variación de condiciones.

En el capítulo 5 se comprobó el funcionamiento del programa que selecciona el área a segmentar, el cual da como resultado el contorno inicial de la Snake. El objetivo de este apartado es comprobar el funcionamiento de este mismo programa pero frente a condiciones distintas que afecten al chorro de agua. Para ello, se ha tomado una imagen de prueba y se han cambiado uno por uno sus parámetros, tanto de la parábola que aproxima el chorro, de la velocidad del viento, como de la posición y propiedades de las cámaras.

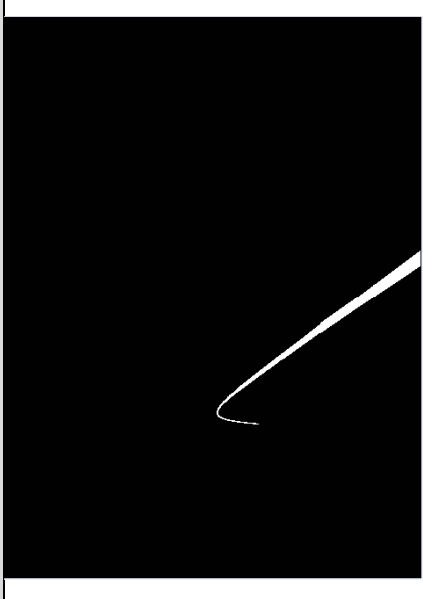
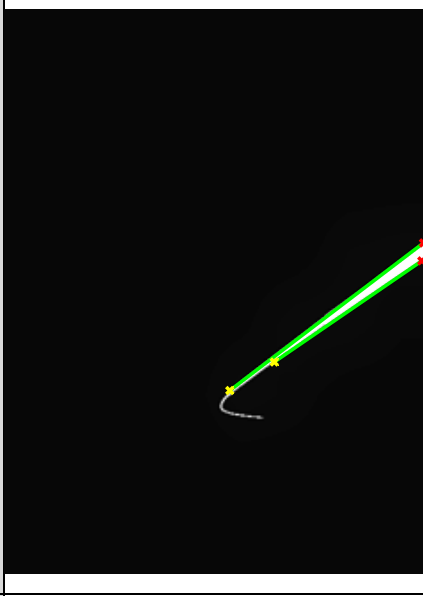
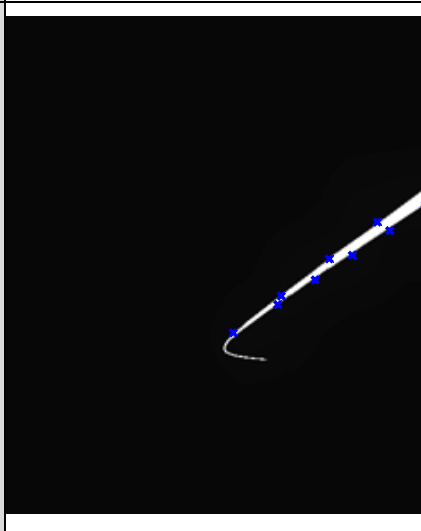
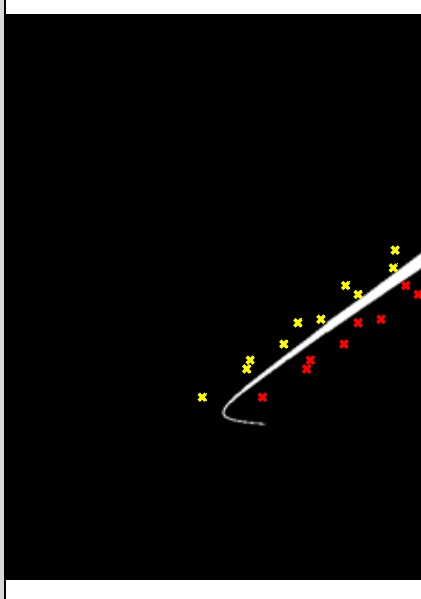
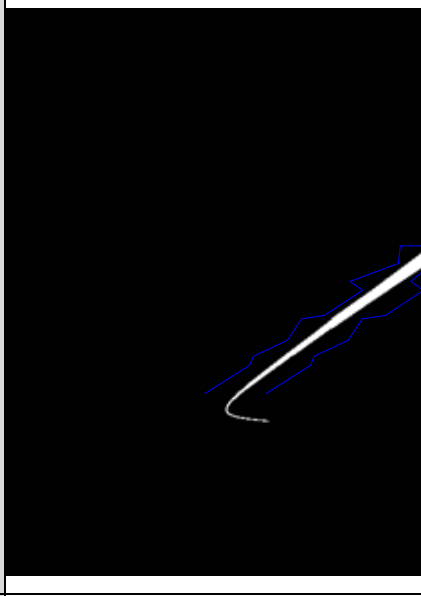
Los parámetros generales de la imagen son los siguientes:


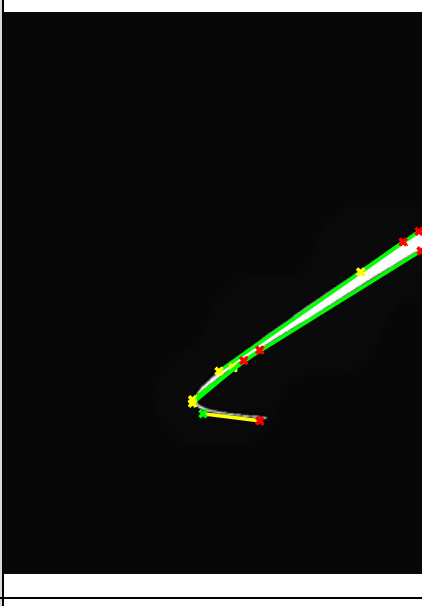
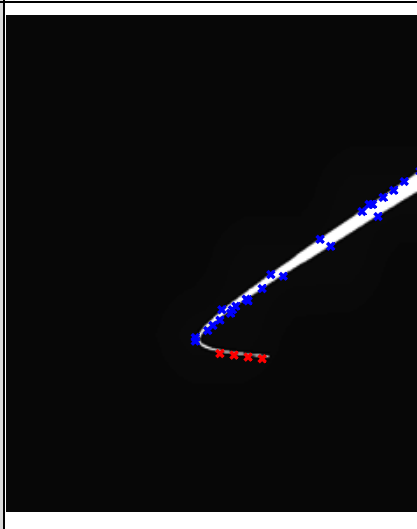
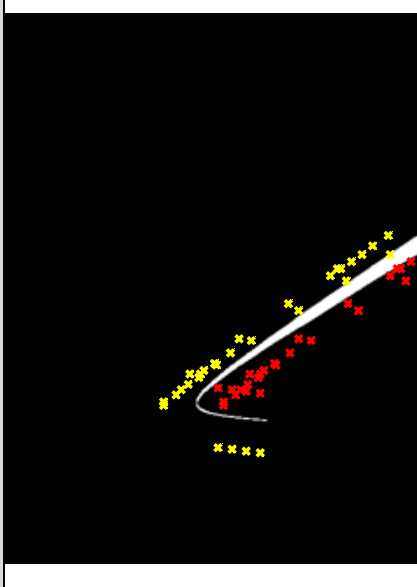
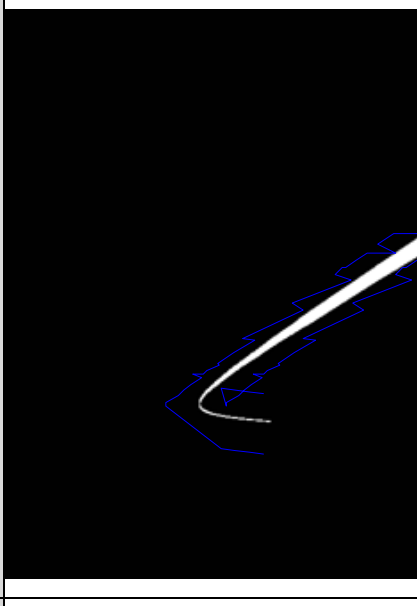
- Posición de inicio de la parábola: [200, 0.5, 0.5]
- Ángulo de elevación de la parábola: $20\pi/180$ (rad)
- Ángulo azimut de la parábola: $100\pi/180$ (rad)
- Velocidad originada por el viento: 5 m/s
- Ángulo del viento: $30\pi/180$ (rad)
- Posición de la cámara izquierda: [199, 0, 2, 0, 7, 0]
- Posición de la cámara derecha: [201, 0, 2, 0, 7, 0]
- Distancia focal: 400


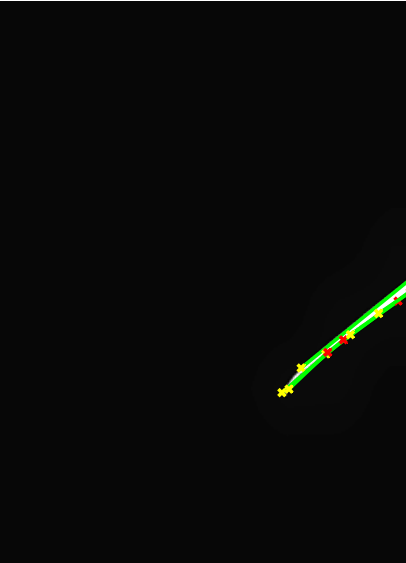
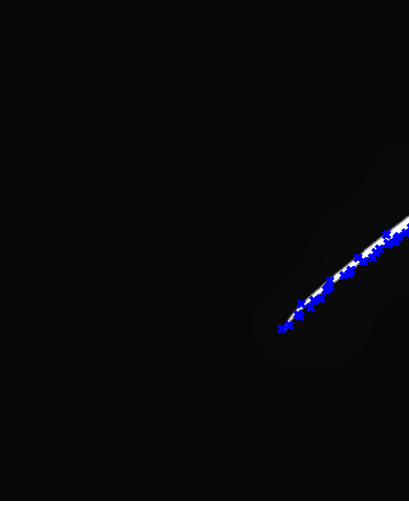
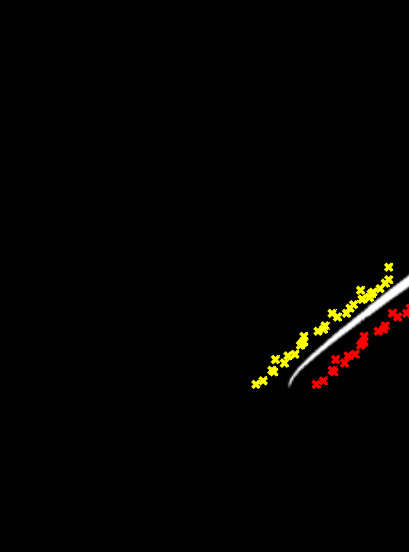
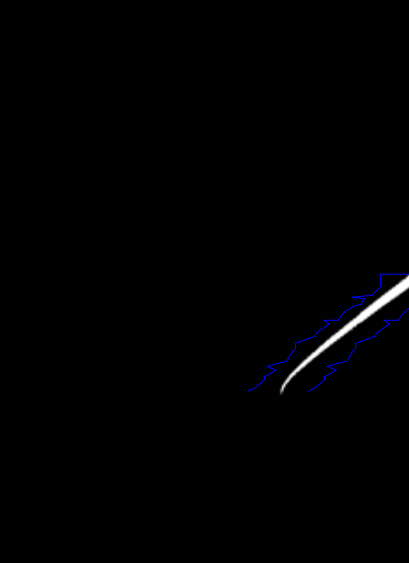
- Centro del plano imagen: [320, 240]

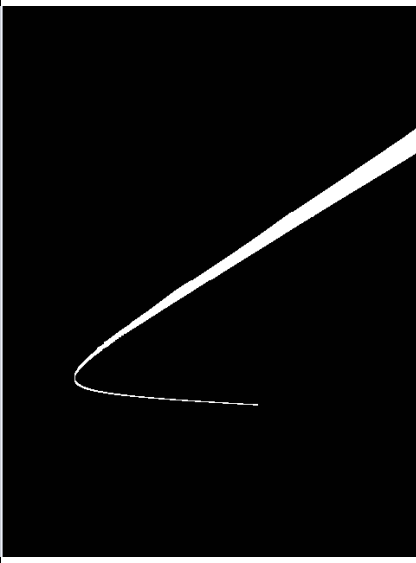
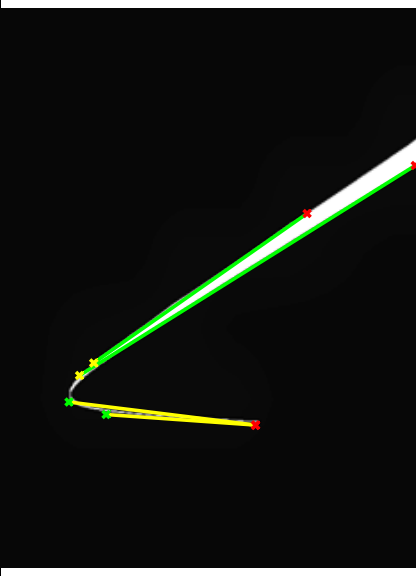
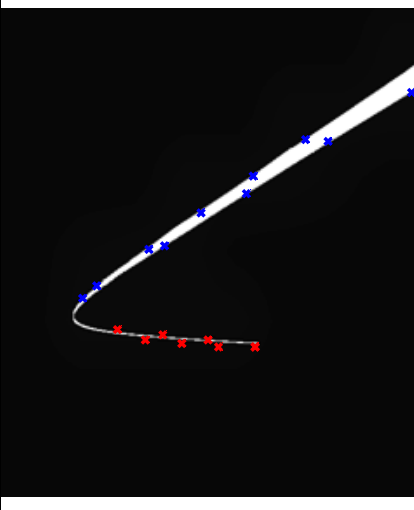
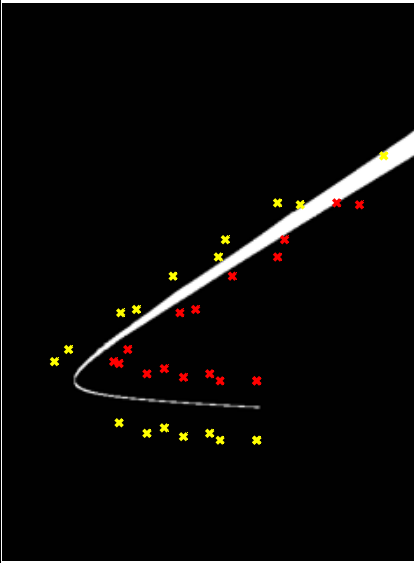
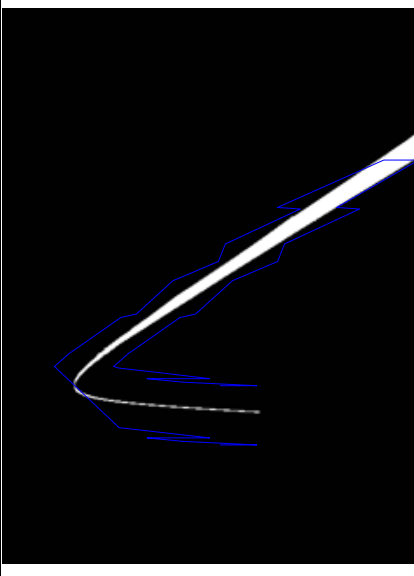
Las siguientes imágenes muestran el resultado de modificar alguno de los parámetros arriba indicados. Las imágenes que se muestran a continuación, representan lo siguiente:

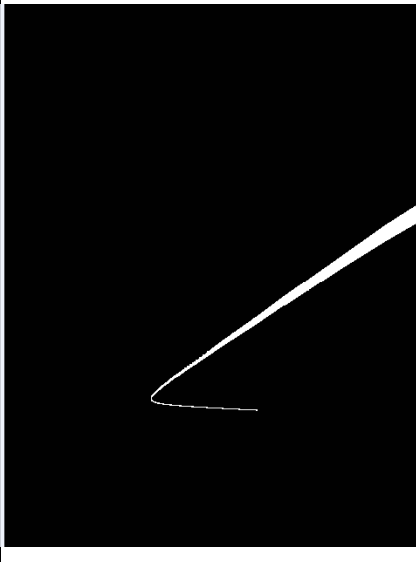
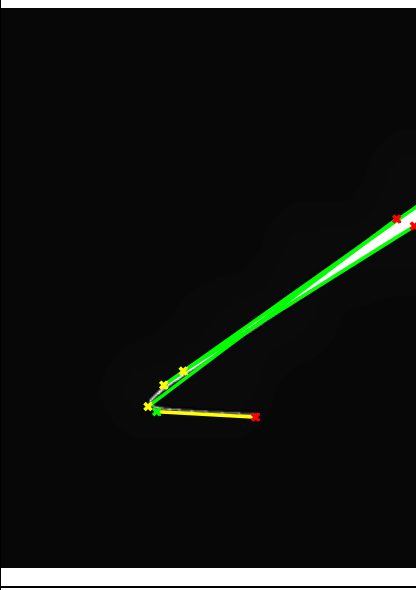
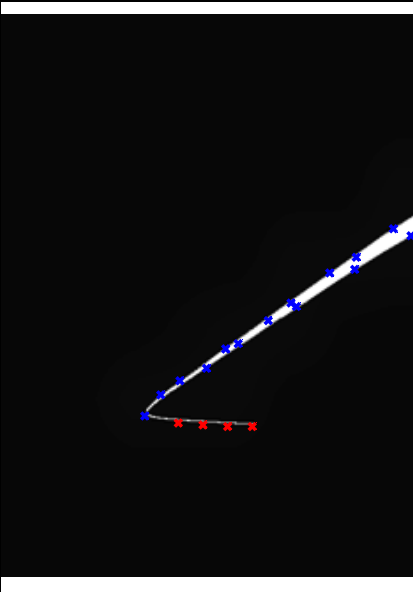
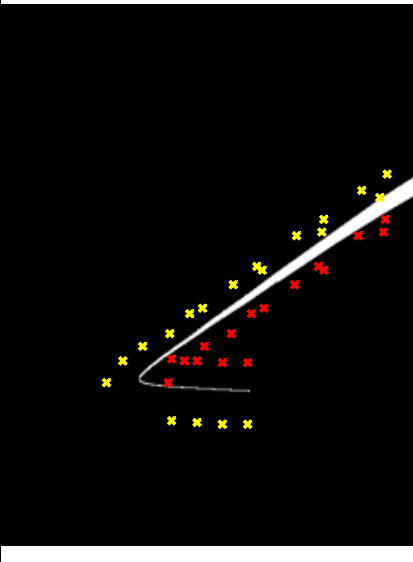
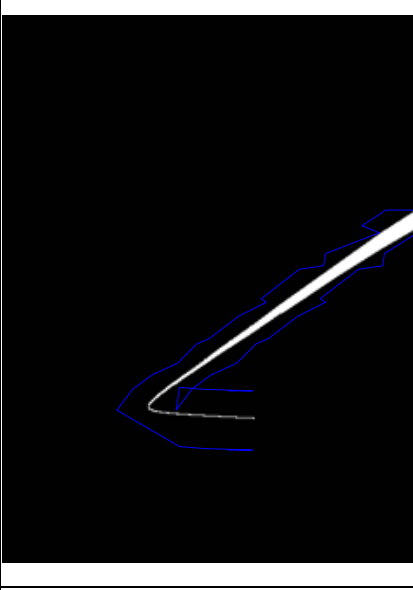
- Imagen original. Imagen sobre la que se aplica el programa cread.
- Transformada de Hough: Resultado de aplicar a la imagen original tratada la transformada de Hough y quedarnos con lo que nos interesa.
- Ampliación puntos: Selección de 5 puntos por cada segmento representado en la imagen Transformada de Hough.
- Puntos Selección: muestra los puntos que formarán el área que engloba el objeto de interés (o contorno inicial de la Snake).
- Área final: Representación de la unión de los puntos que forman el contorno inicial, esta representación no se utiliza en el programa, únicamente sirve para la visualización del resultado de forma más clara.

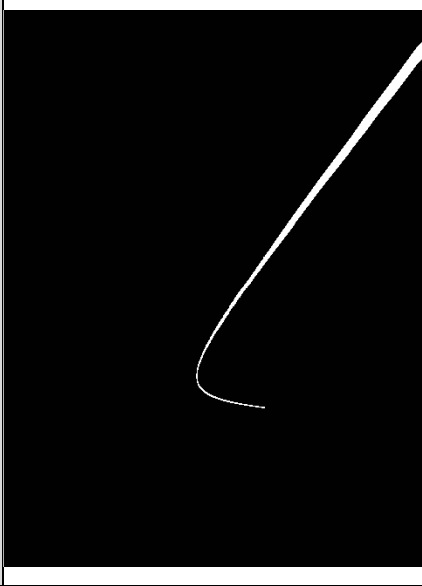
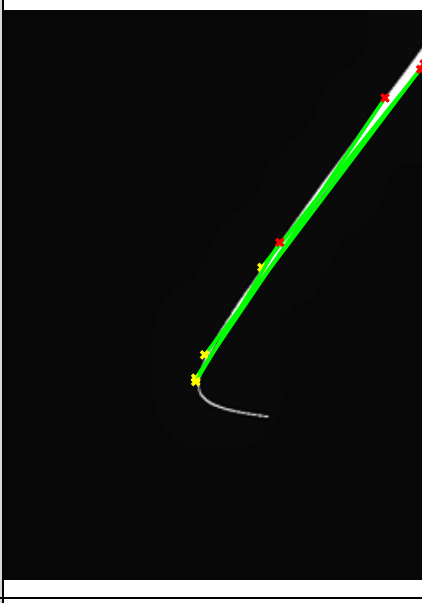
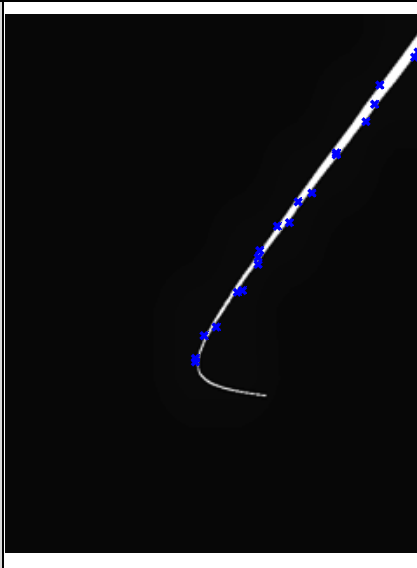
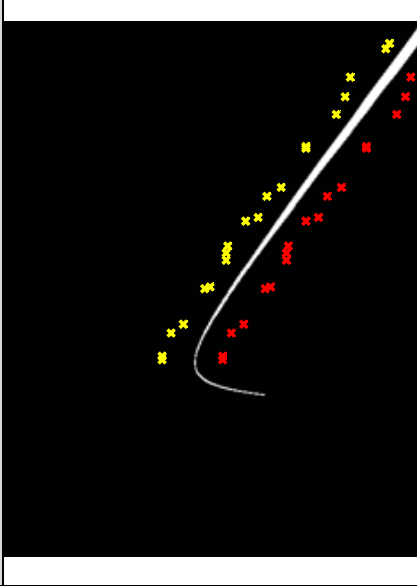
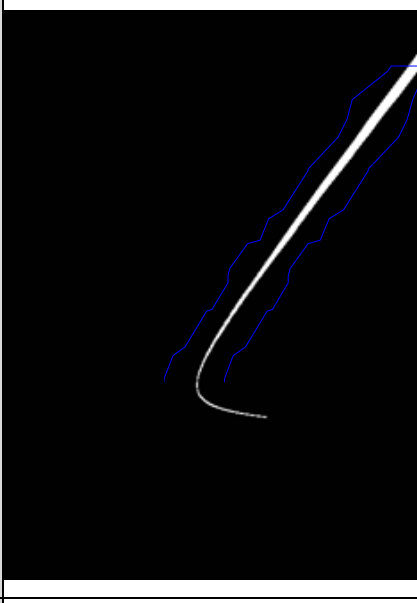
Parámetro modificado	Imagen Original	Transformada de Hough
Velocidad del viento: 30 m/s		
Ampliación puntos	Puntos Selección	Área final
		

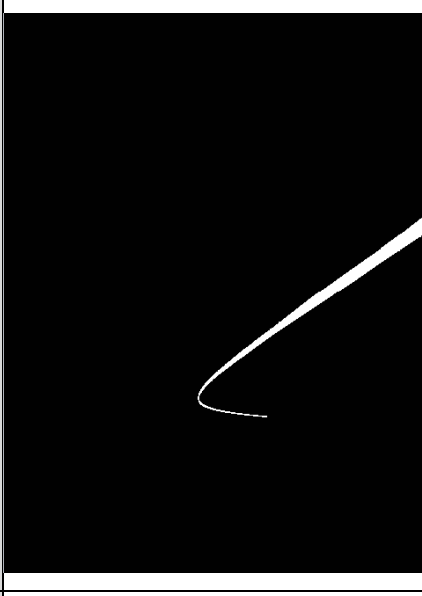
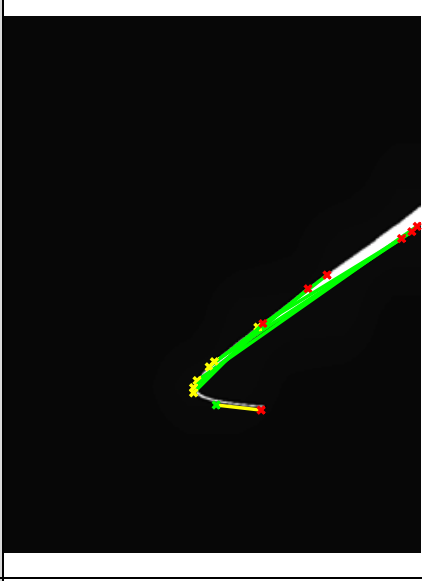
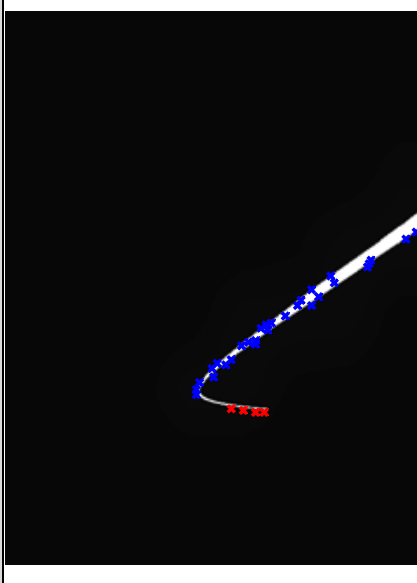
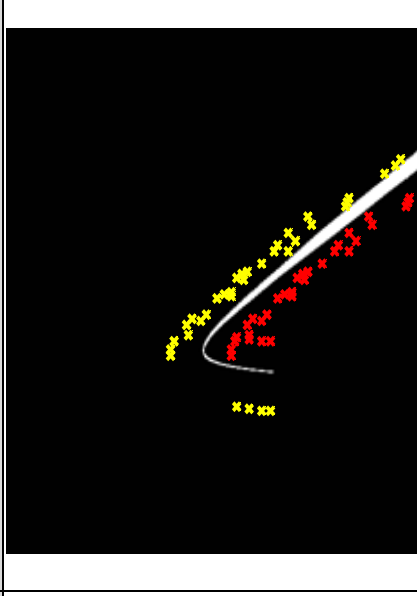
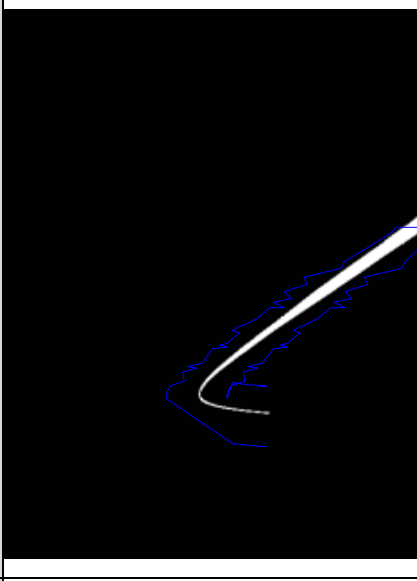
Parámetro modificado	Imagen Original	Transformada de Hough
<p>Posición inicio de la parábola=[400, 0, 0.5]</p>		
Ampliación puntos	Puntos Selección	Área final
		

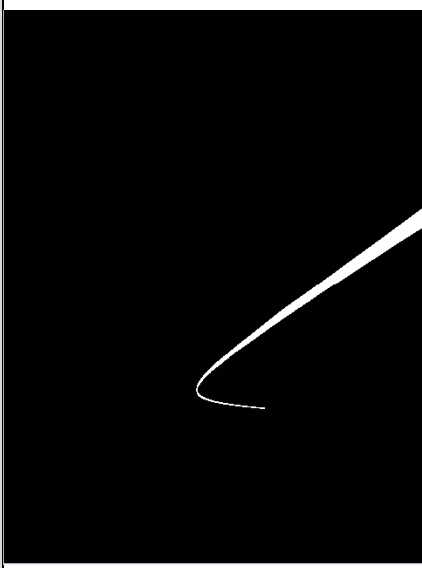
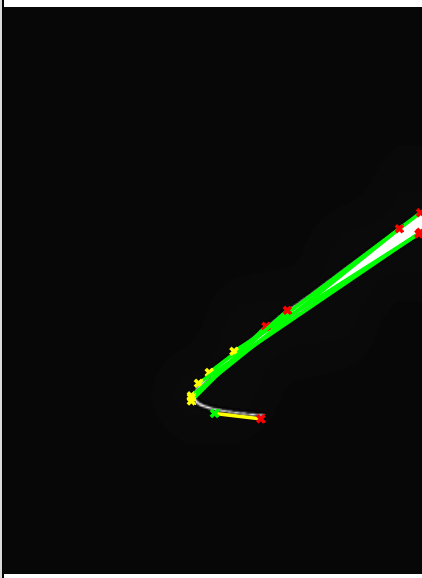
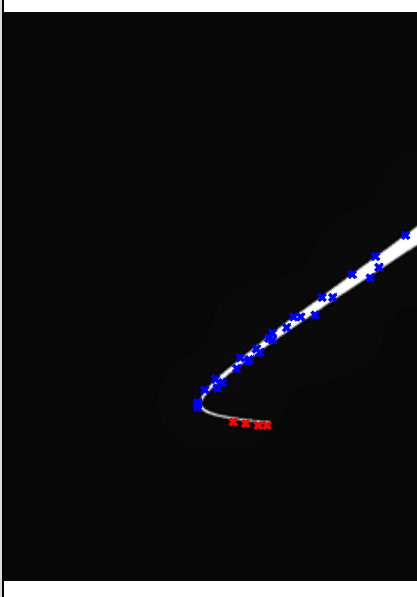
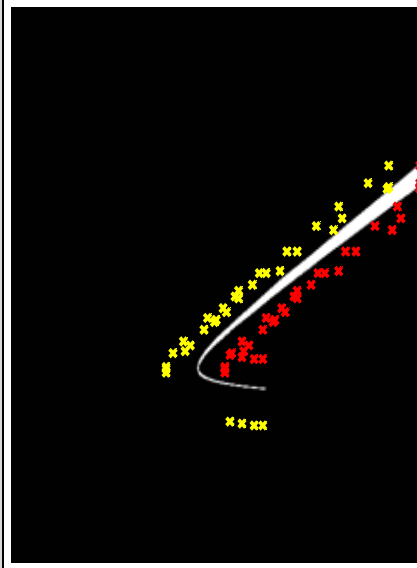
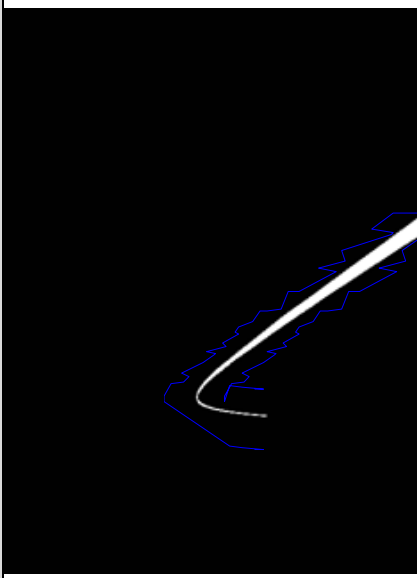
Parámetro modificado	Imagen Original	Transformada de Hough
<p>Elevación de la parábola= $3\pi/180$ rad.</p>		
Ampliación puntos	Puntos Selección	Área final
		

Parámetro modificado	Imagen Original	Transformada de Hough
Elevación de la parábola= $40\pi/180$ rad.		
Ampliación puntos	Puntos Selección	Área final
		

Parámetro modificado	Imagen Original	Transformada de Hough
Velocidad= 100 m/s		
Ampliación puntos	Puntos Selección	Área final
		

Parámetro modificado	Imagen Original	Transformada de Hough
<p>Posición de las cámaras: Pos_cam1=[198, 0, 2] Pos_cam2=[202, 0, 2]</p>		
Ampliación puntos	Puntos Selección	Área final
		

Parámetro modificado	Imagen Original	Transformada de Hough
Distancia Focal=500		
Ampliación puntos	Puntos Selección	Área final
		

Parámetro modificado	Imagen Original	Transformada de Hough
<p>Distancia Focal=200</p>		
Ampliación puntos	Puntos Selección	Área final
		

Como conclusión de este apartado, queda demostrado el buen comportamiento del programa frente a variaciones en las características de la parábola, del viento, y de las cámaras, ya que el objetivo final, consistía en obtener un área que englobara el objeto de interés, lo cual se cumple en su totalidad en la mayoría de los casos presentados.