

## Instructivo de Regulaciones Técnicas para la categoría “D”

### EDUCACIÓN SUPERIOR

### Concurso BAJA-BOT 2019.

### Modalidad: “Robótica colaborativa para rescate”

#### 1. Objetivo general

Despertar el interés por la Ciencia y Tecnología en los niños y jóvenes a través de la Robótica.

#### 2. Objetivo específico

Despertar el interés en la robótica en los jóvenes de educación superior y posgrado, de tal manera que sean capaces de diseñar y construir un equipo robótico para las labores de reconocimiento y rescate.

#### 3. Descripción general de la categoría

La categoría “D” pretende que los estudiantes de educación superior y posgrado desarrollen un equipo robótico que conste de dos robots: uno aéreo para la labor de reconocimiento, y otro terrestre que simule la labor de rescate en un **escenario de desastre** simulado. Lo anterior dará como resultado un torneo donde la destreza, el ingenio y el trabajo en equipo permitirá crear una cuadrilla de rescate robótica que superará los dos escenarios de rescate.

1. Como primer escenario, los robots de rescate deberán de **simular el rescate de humanos** en una situación de peligro donde conocen la ubicación de las personas, tratando de evitar las zonas de riesgo dentro de la zona de desastre. Será evaluado la cantidad de humanos rescatados y el tiempo de ejecución de la rutina.
2. El segundo escenario los **robots de exploración inspeccionarán el área de desastre** y le **pasarán la ubicación de los humanos a rescatar a los robots de rescate**, quienes rescatarán la mayor cantidad de humanos en el menor tiempo posible. De igual manera, tratando de evitar las zonas de riesgo. Será evaluado la cantidad de humanos rescatados y el tiempo de ejecución de la rutina.

Cada escenario les dará a los equipos una calificación que se sumará en las dos rondas, dando como resultado a los robots ganadores del evento.

#### 4. Descripción de los equipos

El evento se dirige a **estudiantes de nivel superior y posgrado**, mayores de edad cuando menos a la fecha del evento, inscritos en cualquier programa escolarizado que cuente con registro ante la Secretaría de Educación Pública.

El equipo se comprenderá por: estudiantes, asesor y los robots. **Quienes tendrán interacción directa con los robots durante la competencia serán los estudiantes, que a partir de ahora serán denominados como “competidores”.**

Los equipos serán registrados con mínimo de dos estudiantes y un máximo de tres estudiantes y un catedrático responsable (asesor), quien ejercerá las veces de fedatario de la honestidad del desarrollo del proyecto. La función de dicho asesor durante la competencia será la orientación hacia los competidores sin tener contacto físico con los robots.

#### 5. Especificaciones de los robots

##### Robots de rescate.

Los **robots de rescate** serán seguidores de línea negra (completamente autónomos en propulsión y control de posición), y deberán llegar a la posición que les sea designada dentro de un sistema de coordenadas predefinido (**zona de desastre**). El robot deberá ser elaborado por los integrantes del equipo y no ser de un kit comercial.

##### 5.1. Características físicas.

Las dimensiones máximas de los robots de rescate serán de 20x20x20 cm con una tolerancia de 0.5cm, sin límites de peso.

##### 5.2. Comunicación.

Los robots de rescate solamente recibirán información de manera inalámbrica (WiFi, Zigbee, Bluetooth, cualquier otro protocolo de 2.4 GHz o 5 GHz) de la posición a la cual deben de ir para efectuar la simulación de rescate. Ningún otro tipo de interferencia durante alguna de las rutinas es permitido.

5.3. Aquellos robots que no cumplan con alguna de las especificaciones arriba mencionadas serán descalificados en cualquier momento.

## Robots de exploración.

Los **robots de exploración** deberán ser vehículos aéreos no tripulados multirotores de tamaño micro o mini, con una cámara (integrada o externa) en forma lateral o en la parte inferior, para la obtención de una imagen (o un conjunto de imágenes) de la **zona de desastre**.

### 5.4. Características físicas

El tamaño de los robots se puede ver en la Tabla 1. Se incentiva el uso de quadrotores de tamaño micro, aunque no se limita usar mayor cantidad de rotores o que el robot sea de tamaño pequeño (sin superar los 40 cm). En cuanto al peso, no existen limitantes de peso máximo o mínimo.

**Tabla 1. Dimensiones de marco de los robots de exploración.**

Tamaño	Dimensiones de marco
Micro	Menor a 150 mm
Mini	Entre 150 y 250 mm
Pequeños	Menor a 500mm

### 5.5. Comunicación

Serán tripulados por un competidor de manera inalámbrica. Las imágenes que recaben serán transmitidas a la estación de procesamiento (una computadora) de manera inalámbrica. Los transmisores de datos, así como los controladores RC deberán de contar con varios canales para evitar interferencia entre los competidores.

**5.6.** Aquellos robots que no cumplan con alguna de las especificaciones arriba mencionadas serán descalificados en cualquier momento.

## 6. Especificaciones técnicas del escenario

Ambos escenarios se llevarán a cabo usando la misma **zona de rescate**, la cual se describe a continuación.

### Zona de rescate

La zona de rescate estará conformada por una superficie cuadrada blanca de 1.8x1.8m sobre la cual estará una cuadrícula de líneas negras de 1 pulgada de grosor con giros de 90 grados. La zona de inicio estará marcada con una “T”, cuyo grosor en la línea horizontal es de 2-3 pulgadas. La cuadrícula tendrá una separación de 30cm de centro a centro de cada línea, y ocho puntos de interés. Estos puntos de interés podrán ser **zonas de peligro** o **individuos a rescatar**. El espacio físico en donde se encuentre la zona de rescate deberá estar cubierta por una malla protectora que separe a los competidores y jueces del público. La figura 1 ilustra la zona de rescate.

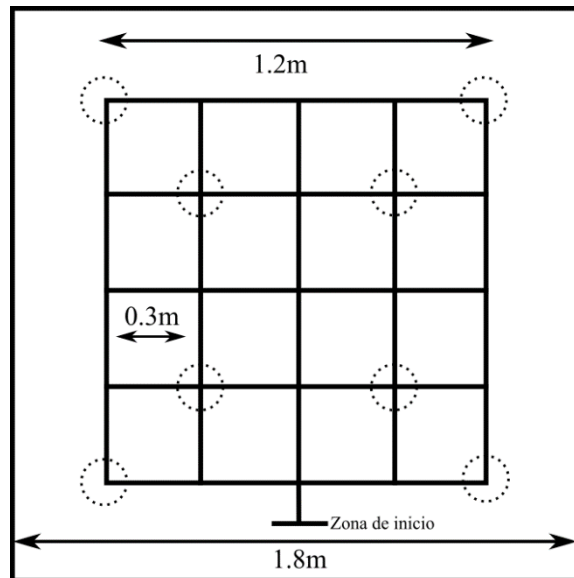


Figura 1. Los círculos punteados representan las zonas de interés.

Como se describe en la figura 1, la **zona de desastre** estará simulada por una región cuadrículada con cinta aislante negra, conformando 16 cuadrados de 30cm cada uno. En la zona de desastre existen ocho zonas de interés las cuales están conformadas por cuatro uniones internas de la cuadrícula, y las cuatro aristas de los bordes de la zona de desastre.

Sobre las zonas de interés se colocarán figuras geométricas de 10cm de radio: círculo para indicar que es una **zona de riesgo** y triángulo azul para indicar que es un **individuo** que se debe de rescatar. Las figuras estarán elaboradas de un material que evite se muevan cuando pasen los drones por encima de ellas, y la pintura deberá ser mate.

## 7. Descripción general de la competencia

BAJA-BOT es una competencia multidisciplinaria donde la destreza de los participantes y sus robots es puesta a prueba en distintas modalidades para acumular puntos y demostrar quién es el mejor.

Las modalidades por calificar y su orden son:

- Rescate dirigido.
- Rescate autónomo.

**7.1.** Antes de la competencia cada robot será inspeccionado por los miembros del comité organizador y/o jurado para garantizar que cumple con los elementos marcados en la convocatoria y reglamento. Al inicio de la competencia se realizará el sorteo para establecer el orden de participación de cada equipo en la modalidad de “**Rescate dirigido**” y “**Rescate autónomo**”.

**7.2.** En cada modalidad los participantes y sus robots deberán estar listos en su respectivo turno y los organizadores podrán conceder un margen razonable de tiempo para prepararse, sin embargo, el jurado podrá declarar por perdida una ronda o modalidad entera si el robot no está preparado para competir.

- 7.3. Cada robot es medido e inspeccionado para verificar si cumple con los requerimientos de la competencia cada vez que entre al ring. Para medir la anchura y profundidad, se utilizará una caja o cubo rígido. Los robots serán inspeccionados para asegurar que no son perjudiciales y, en general, sea seguro. Los robots pueden ser alterados entre rondas de partidos, ya sea para reparaciones, cambios de batería, o reconfiguración. Tenga en cuenta que el jurado puede volver a examinar el robot en cualquier momento.
- 7.4. En todo momento, el comportamiento de los robots debe ser no ofensivo, no destructivo, y no perjudicial para los seres humanos, los demás robots, y las instalaciones. Este es un principio inmutable, aun cuando el comportamiento sea involuntario o por falla de diseño. Durante la inspección (y en cualquier momento durante el evento), los jueces pueden solicitar modificaciones para cumplir con el requisito de seguridad.
- 7.5. El jurado y los organizadores tienen completa discreción para interpretar y modificar estas normas en cualquier momento. Cuando ello sea razonablemente posible, el jurado deberá proporcionar explicaciones útiles y las posibilidades de corrección para permitir a todos los equipos, incluso principiantes, la oportunidad de participar y tener una experiencia agradable.
- 7.6. Cuando surgen desacuerdos, los participantes deben ser flexibles y mantener una actitud respetuosa. El jurado y los organizadores tienen derecho a determinar las sanciones por violaciones a medida que se producen, caso por caso. Las sanciones pueden ser desde leves como pedir un cambio en la conducta (advertencias); así como graves que es el caso de declaración de la ronda perdida, modalidad, hasta la inhabilitación o incluso eliminación del evento.
- 7.7. Una mesa de trabajo será reservada para cada equipo participante. Cada equipo es responsable de traer consigo sus herramientas para reparar y dar mantenimiento a sus robots durante la competencia.
- 7.8. A lo largo de toda la contienda, la programación, configuración y componentes en el robot se pueden cambiar en su forma, y posición para hacer frente a los escenarios. **Solo los competidores** podrán hacer los cambios en los robots durante la competencia, debiendo tener en cuenta las limitaciones de tiempo y del mismo reglamento para evitar descalificaciones. Los siguientes puntos describen de forma específica cada modalidad de la competencia:
  - a. Al inicio de la competencia se llevará a cabo un sorteo en donde se asignará el orden de participación de ambas modalidades.
  - b. Todos los robots deberán pasar por un proceso de revisión y medición ante el jurado y/o comité organizador para validar su participación en cada modalidad. Así mismo, el jurado podrá en cualquier momento establecer que se realice el proceso de verificación nuevamente si lo considera necesario
  - c. Durante la competencia se tienen 3 minutos para reajustar los robots ante cualquier situación anormal, si no pueden ser ajustados obtendrán cero puntos en dicha modalidad.
  - d. Se permitirá hasta dos miembros del equipo estar en la zona de los eventos en el evento de **rescate dirigido** y tres en el escenario de **rescate autónomo** (siendo uno de ellos el piloto del robot aéreo).

- e. Una vez iniciada la competencia los conductores no podrán tocar los robots por ningún motivo, de ser así se terminará la ronda en ese momento.
- f. En los casos no previstos o contingencias que se presenten no contempladas en esta regulación serán resueltas por el jurado y el comité organizador. Se tratará de consensar con los capitanes de los equipos las situaciones que se presenten y generen esa controversia. Todas las resoluciones del jurado serán inapelables.

## 8. Descripción específica por modalidad

A continuación, se describen cada una de las modalidades y la forma de calificar cada una de ellas.

### 8.1. Rescate dirigido.

Como se indica en la sección 6, la zona de rescate contiene 8 regiones de interés las cuales pueden contener una **zona de riesgo** o un **individuo**. El objetivo de los **robots de rescate** será partir de la zona de inicio y seguir la cuadrícula por la línea negra hasta llegar a las zonas de interés donde se encuentran los individuos. La modalidad se detalla a continuación:

- a) Antes de iniciar la ronda cada equipo será informado por los jueces de la posición de los dos individuos a rescatar y de las zonas de riesgo. Los competidores ingresarán esta información a la estación de procesamiento y de manera automática se generará la ruta que el robot de rescate deberá de seguir bajo las siguientes reglas:
  - I. La ruta iniciará en la zona de partida de robot, pasarán por los individuos solamente una vez y regresará al punto de partida del robot. Si el equipo lo desea, la ruta diseñada podrá estar conformada por dos segmentos, donde cada segmento iniciará y terminará en la zona de partida del robot de rescate, pero pasará por distintos individuos.
  - II. Dado que los robots son seguidores de línea, la ruta que deberán de seguir los robots de rescate deberá estar dentro de las líneas negras, guiándose de las mismas.
  - III. La ruta no deberá pasar por las zonas de riesgo.
  - IV. Una vez que la ruta sea calculada, los indicadores de las zonas de riesgo y de los individuos serán retiradas, y solamente quedarán marcadas por un pequeño círculo de 1cm de radio cerca de las zonas sin tocar las líneas negras.
  - V. La información de la ruta a seguir será enviada desde la estación de procesamiento (de forma inalámbrica) al robot de rescate para iniciar la ronda.
- b) La ronda iniciará cuando sea indicada por el juez, dando hasta diez segundos para que robot inicie su rutina. La ronda será dada por terminada si:
  - I. Se llega a tocar el robot en cualquier momento, o se interfiera con su rutina autónoma.
  - II. El robot abandona su trayectoria por más de cinco segundos;
  - III. El robot llega a una zona de riesgo.
  - IV. El juez lo indique.

Una vez que la ronda sea terminada se registrará el tiempo y la cantidad de individuos rescatados.

- c) Los robots de rescate tendrán hasta cinco minutos para terminar la rutina.
- d) Un **individuo** será “**rescatado**”, cuando el robot llegue a las coordenadas del individuo y este regrese a la zona de inicio. El rescate de los individuos se puede realizar uno a la vez o los dos en la misma salida.
- e) Por cada individuo rescatado serán otorgados 30 puntos. De ser rescatados los individuos en la misma salida se otorgarán 20 puntos adicionales. El robot que termine en el menor tiempo se llevará 20 puntos adicionales, 10 para el segundo mejor tiempo y 5 para el tercer mejor tiempo.
- f) La única información que podrán recibir los robots de manera inalámbrica será la posición de los individuos a rescatar y la ruta a seguir. En ningún momento los robots podrán ser controlados por un elemento externo al mismo robot o por un competidor, en caso de demostrar indicios de lo contrario, la ronda será dada por terminada.

## 8.2. Rescate autónomo.

El objetivo de esta categoría es el uso de una cuadrilla de robots para el rescate de individuos en riesgo. Los individuos se encontrarán acomodados en el mismo formato que en la ronda de rescate dirigido, con la excepción de que la posición de los individuos será obtenida por el robot de exploración. La modalidad se detalla a continuación:

- a) Antes de iniciar la ronda, los jueces colocarán los indicadores de individuos y zonas de riesgos; además se inspeccionarán los robots de exploración para determinar si son aptos para operar y se asegurará la zona de rescate.
- b) Una vez que se hagan las revisiones pertinentes, el robot de exploración partirá desde una zona de despegue y aterrizaje designada por los jueces. Los pilotos operarán los robots de exploración con el objetivo de obtener la información de los individuos a rescatar y las zonas de rescate usando la cámara de los robots. Una vez terminada la maniobra, el dron deberá de aterrizar en la zona designada. Se tendrán hasta tres minutos para recabar la información de la zona de rescate.
- c) La información de la cámara será enviada a la estación de procesamiento de manera inalámbrica. El proceso de detección de los individuos y las zonas de riesgo deberá de desplegarse en la estación de procesamiento de manera visual (interfaz gráfica o terminal), de tal forma que los jueces puedan corroborar que la detección se realiza de forma autónoma.
- d) La ruta que el robot de rescate se generará con la información suministrada en la etapa de detección, y deberá de seguir bajo las siguientes reglas:
  - I. La ruta iniciará en la zona de partida de robot, pasarán por los individuos solamente una vez y regresará al punto de partida del robot. Si el equipo lo desea, la ruta diseñada podrá estar conformada por dos segmentos, donde cada segmento iniciará y terminará en la zona de partida del robot de rescate, pero pasará por distintos individuos.

- II. Dado que los robots son seguidores de línea, a ruta que deberán de seguir los robots de rescate deberá estar dentro de las líneas negras, guiándose de las mismas.
  - III. La ruta no deberá pasar por las zonas de riesgo.
  - IV. Una vez que la ruta sea calculada, los indicadores de las zonas de riesgo y de los individuos serán retiradas, y solamente quedarán marcadas por un pequeño círculo de 1cm de radio cerca de las zonas sin tocar las líneas negras.
  - V. La información de la ruta a seguir será enviada desde la estación de procesamiento (de forma inalámbrica) al robot de rescate para iniciar la ronda.
- e) La ronda iniciará cuando sea indicada por el juez, dando hasta diez segundos para que robot inicie su rutina. La ronda será dada por terminada si:
- I. Se llega a tocar el robot en cualquier momento, o se interfiera con su rutina autónoma.
  - II. El robot abandona su trayectoria por más de cinco segundos;
  - III. El robot llega a una zona de riesgo.
  - IV. El juez lo indique.

Una vez que la ronda sea terminada se registrará el tiempo y la cantidad de individuos rescatados.

- f) Los robots de rescate tendrán hasta cinco minutos para terminar la rutina.
- g) Un **individuo** será “**rescatado**”, cuando el robot llegue a las coordenadas del individuo y este regrese a la zona de inicio. El rescate de los individuos se puede realizar uno a la vez o los dos en la misma salida.
- h) Si se realizó la rutina de captura de información usando el dron se otorgarán 20 puntos. Por cada individuo rescatado serán otorgados 20 puntos, de ser rescatados los individuos en la misma salida se otorgarán 20 puntos adicionales. El robot que termine en el menor tiempo se llevará 20 puntos adicionales, 10 para el segundo mejor tiempo y 5 para el tercer mejor tiempo.
- i) La única información que podrán recibir los robots de manera inalámbrica será la posición de los individuos a rescatar. En ningún momento los robots podrán ser controlados por un elemento externo al mismo robot o por un competidor, en caso de demostrar indicios de lo contrario, la ronda será dada por terminada.

## 9. Evaluación final

Una vez que las dos etapas se realicen, se sumarán los puntos obtenidos por cada equipo en cada etapa, con un total máximo de 200 puntos (cien por cada ronda). Se premiará a los tres primeros lugares de la competencia. El criterio de desempate será el tiempo que se requirió para completar cada ronda. En caso de existir empate, el equipo con el menor tiempo por ronda será el vencedor del desempate. Por ejemplo, el equipo A y el equipo B obtienen una cantidad de 120 puntos al sumarse las dos rondas. El equipo A terminó la primera ronda en 1:50 minutos y la segunda en 2:10 minutos, sumando ambas se obtiene un tiempo de 4:00 minutos. El equipo B terminó la primera ronda en 0:46 minutos, y la segunda en 3:02



minutos, con un tiempo total de 3:48 minutos. El equipo B será el ganador de desempate porque su tiempo total es menor que el del equipo A.

## 10. Escenario ejemplo

En el siguiente escenario ejemplo se simulará la participación del equipo hipotético C y las figuras serán todas sustituidas por círculos con su respectivo color. Los jueces colocarán el arreglo de zonas de riesgo e individuos que se muestra en la Figura 2 (individuo 1 en la esquina inferior derecha, individuo 2 en la parte superior izquierda). El robot será posicionado en la zona de inicio (denotada por una “T” invertida a las afueras de la zona de rescate).

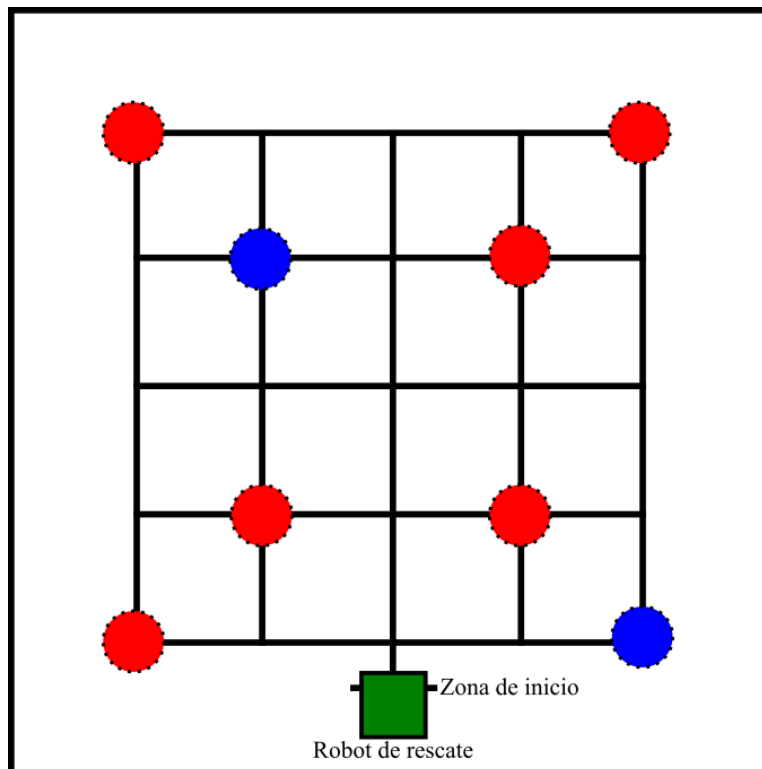


Figura 2. Zonas colocadas por los jueces como referencia de la posición de los individuos y zonas de riesgo

El equipo C ingresará los datos proporcionados por los jueces a la estación de procesamiento y generarán la ruta a seguir. Debido a que la cantidad de rutas en la zona de rescate son finitas (esto dado a que solamente existen 8 posiciones en donde se pueden encontrar los individuos a rescatar y siempre existirá acceso a los individuos), el equipo C utiliza una técnica basada en rutas predeterminadas para calcular la ruta a seguir.

La ruta calculada por el equipo C será de un solo paso (los dos individuos se rescatarán en la misma iteración) se puede observar en la Figura 3. La rutina que seguirá el robot de rescate

en cada punto de cruce para llegar al individuo 1 es la siguiente: giro a la derecha, frente, meta, giro 180 grados, frente. Con el punto de referencia alcanzado, el robot de rescate realizará la siguiente rutina para llegar al punto 2: giro a la derecha, frente, frente, giro a la izquierda, giro de 180 grados, giro a la izquierda, frente, frente, frente, paro.

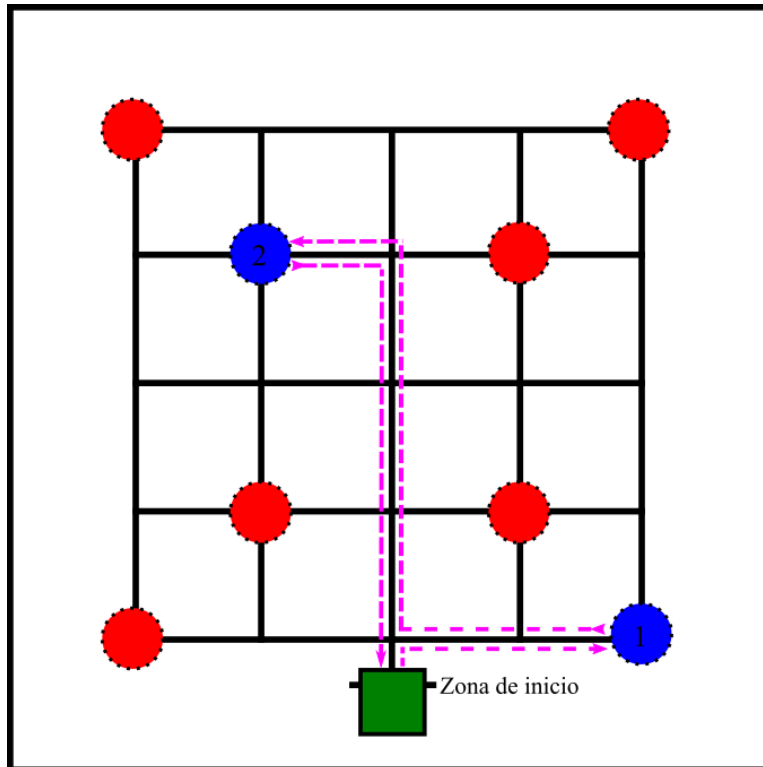


Figura 3. Rutina a seguir por parte del robot de rescate en magenta. Nota, los indicadores de color son solamente de referencia y serán sustituidos en base al reglamento una vez que inicie la ronda

Con esta rutina realizada, los jueces registran un tiempo de 1:56 minutos, y el equipo C se prepara para la modalidad de rescate autónomo. Los jueces deciden en dejar la misma configuración de los individuos en la zona de rescate y revisan la integridad del robot de exploración. El piloto del equipo C opera el robot de exploración como se observa en la figura 4, y se posiciona de tal manera que se capturan imágenes de la zona de rescate y se envían vía inalámbrica a la estación de procesamiento.

Con los datos en la estación, el algoritmo de procesamiento de imágenes se realiza (en este caso el equipo C decide utilizar reconocimiento en base a intensidad de color) y los jueces validan que el procedimiento se realiza sin intervención directa de los integrantes del equipo. Posteriormente, el equipo calcula la ruta de la misma forma que en el rescate dirigido y la realiza, registrando un tiempo total de 3:12 minutos (incluyendo la operación del robot de exploración).

Tomando en cuenta los tiempos de los equipos A y B, la puntuación del equipo C es la siguiente:

- Como encontró los dos individuos en la primera modalidad, obtiene 60 puntos, mas otros veinte por encontrarlos en la misma iteración, y 5 puntos adicionales por tener el tercer mejor tiempo. Finalizando en 85 puntos para la primera rutina.
- De igual forma, quedó como el tercer mejor tiempo en la segunda modalidad obteniendo 85 puntos.
- Sumando ambas modalidades, el equipo C obtuvo 170 puntos en la competencia.

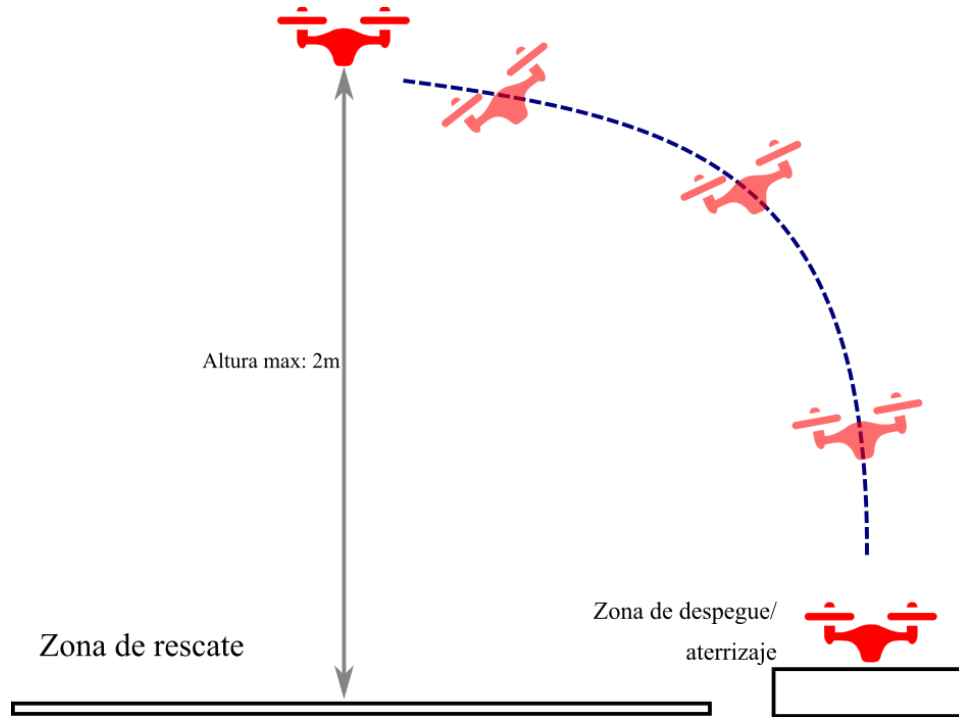


Figura 4. Rutina general para la etapa de reconocimiento en la modalidad de rescate autónomo

**Atentamente**

**Comité organizador BajaBot 2019**