

FUTURE **ENGINEERS**

A SELF-DRIVING
CAR CHALLENGE

AGE GROUPS:
14-22

WRO[®] 2025 VEHÍCULOS AUTÓNOMOS

Socio internacional premium de la WRO



Socios internacionales de oro de la WRO



Tabla de Contenidos

1. Información General.....	3
2. Definiciones de equipos y grupos de edad	4
3. Responsabilidades y trabajo propio del equipo	4
4. Documentos de juego y jerarquía de reglas	7
5. Descripción del juego y campo de juego	7
6. Regla Sorpresa	3
7. Documentación de ingeniería en GitHub.....	3
8. Rondas de desafíos	5
9. Reglas específicas del juego.....	12
10. Puntuación.....	17
11. Material para vehículos y normativa.....	20
12. Formato y reglas de la competencia	21
13. Mesa de juego y equipamiento	23
14. Glosario.....	27
Apéndice A: Esquemas explicativos 1. Significado de una señal de tráfico movida o derribada	29

Actualización de las reglas generales de 2024 a 2025

Los cambios sustanciales y las adiciones a las normas están marcados en **amarillo**. Los cambios más importantes son:

- Ampliar a 22 años la edad permitida
- Reintroducción del proceso de aleatorización
- Eliminar la vuelta en la última ronda
- Adaptación de las normas de aparcamiento (en paralelo)

Tenga en cuenta que durante la temporada puede haber aclaraciones o adiciones a las reglas por parte de las Preguntas y Respuestas oficiales de la WRO. Las respuestas se consideran un añadido al reglamento. Puedes encontrar las preguntas y respuestas de la WRO 2025 en esta página: <https://wro-association.org/competition/questions-answers/>

IMPORTANTE: Uso de este documento en torneos nacionales

Las normas de este documento se utilizan para juzgar en eventos internacionales.

Este documento de reglas está hecho para todos los eventos de la WRO en todo el mundo, pero para las competiciones nacionales, un Organizador Nacional de la WRO tiene el derecho de adaptar estas reglas internacionales para ajustarse a las circunstancias locales. Todos los equipos que participen en una competición nacional de la WRO deberán utilizar el Reglamento General proporcionado por su Organizador Nacional.

1. Información General

Introducción

En la categoría WRO Futuros Ingenieros, los equipos deben centrarse en todas las partes del proceso de ingeniería. Los equipos obtienen puntos por documentar su proceso y hacer público un repositorio de GitHub. Cada año se introducirá un cambio de entre el 20 % y el 30 % en los retos. El reto completo cambiará cada 4-5 años.

En el desafío de coches autoconducidos, un vehículo robótico tiene que conducir de forma autónoma por un recorrido que cambia aleatoriamente en cada ronda de la competición.

Áreas de interés

Todas las categorías de la WRO se centran especialmente en el aprendizaje con robots. En la categoría WRO Futuros Ingenieros, los estudiantes se centrarán en desarrollarse en las siguientes áreas:

- Uso de visión computarizada e integración de sensores para estimar el estado de los trayectos/recorridos y del propio vehículo.
- Un vehículo en funcionamiento con hardware de código abierto, como componentes electromecánicos y controladores.
- Planificación y control de la acción de robots con piezas móviles y cinemáticas distintas de la tracción diferencial (por ejemplo, la dirección).
- Estrategias óptimas para resolver la misión, incluida la estabilidad de la resolución de la misión.
- Trabajo en equipo, comunicación, resolución de problemas, gestión de proyectos, creatividad.
- Un diario de ingeniería para mostrar el progreso y las estrategias de diseño.

Para los equipos interesados en participar en esta categoría se ha creado una guía de inicio. Esta guía explica más sobre los requisitos del vehículo, la posible solución técnica y los errores. Aquí los estudiantes pueden empezar a hacerse una idea de cómo configurar un vehículo para esta competición. [Consulte la guía de inicio aquí!](#)

Aprender es lo más importante

WRO quiere inspirar a estudiantes de todo el mundo en materias relacionadas con STEM y queremos que los alumnos desarrollen sus habilidades a través del aprendizaje lúdico en nuestras competiciones. Por ello, los siguientes aspectos son clave para todos nuestros programas de competición:

- ❖ Los profesores, padres u otros adultos pueden ayudar, guiar e inspirar al equipo, pero no se les permite construir o codificar/programar el robot.
- ❖ Los equipos, entrenadores y jueces aceptan nuestros Principios Rectores de la WRO y el Código Ético de la WRO, que deben concienciarnos a todos de una competición justa y llena de aprendizaje.
- ❖ El día de la competición, los equipos y los entrenadores respetan la decisión final que toman los jueces y trabajan con otros equipos y jueces para que la competición sea justa.

Más información sobre el Código Ético de la WRO aquí: link.wro-association.org/Ethics-Code

2. Definiciones de equipos y grupos de edad

- 2.1. Un equipo está formado por 2 o 3 estudiantes.
- 2.2. Un equipo está dirigido por un entrenador.
- 2.3. 1 miembro del equipo y 1 entrenador no se consideran un equipo y no pueden participar.
- 2.4. Un equipo sólo podrá participar en una de las categorías de la WRO en una temporada.
- 2.5. Cualquier estudiante puede participar en un solo equipo.
- 2.6. La edad mínima de un entrenador en un evento internacional es de 18 años.
- 2.7. Los entrenadores podrán trabajar con más de un equipo.
- 2.8. **El grupo de edad para esta categoría se define para estudiantes de 14 a 22 años. (En la temporada 2025: años de nacimiento 2003-2011)**
- 2.9. La edad máxima refleja la edad que el participante cumple en el año natural de la competición, **no** su edad el día de la competición.

3. Responsabilidades y trabajo propio del equipo

- 3.1. Un equipo debe jugar limpio y ser respetuoso con los equipos, entrenadores, jueces y organizadores de la competición. Al competir en la WRO, los equipos y entrenadores aceptan los Principios Rectores de la WRO que se pueden encontrar en: link.wro-association.org/Ethics-Code.
- 3.2. Todos los equipos y entrenadores deben suscribir el Código Ético de la WRO. El organizador de la competición definirá cómo se recoge y firma el Código Ético.
- 3.3. La codificación del vehículo y su construcción (si procede) sólo puede hacerla el equipo. La tarea del tutor consiste en acompañar al equipo en la organización y apoyarle previamente en caso de dudas o problemas, pero no en realizar él mismo la programación del vehículo y su construcción (si procede). Esto se aplica tanto al día de la competición como a la preparación de la misma.
- 3.4. No se permite a un equipo comunicarse de ninguna manera con personas ajenas al área de competición mientras ésta se esté desarrollando. Si la comunicación es necesaria, un juez puede permitir que los miembros del equipo se comuniquen con otros bajo la supervisión de un juez.
- 3.5. Se prohíbe a los miembros de los equipos llevar y utilizar teléfonos móviles o cualquier otro dispositivo de comunicación en la zona de competición.
- 3.6. Se prohíbe la destrucción o manipulación de pistas/mesas de competición, materiales o vehículos de otros equipos.
- 3.7. No está permitido utilizar un programa de control del vehículo que sea (a.) igual o demasiado similar a soluciones vendidas en línea o (b.) igual o demasiado similar a otra solución en la competición y que claramente no sea el trabajo propio del equipo. Esto incluye soluciones de equipos de la misma institución y/o país. Se comprobará si hay plagio en los vehículos robot contruidos a partir de kits de construcción modular y

componentes. Dado que en la competición se pueden utilizar vehículos/conjuntos fabricados, no se comprobará el plagio de estos vehículos.

- 3.8. Si existe una sospecha en relación con las reglas 3.3 y 3.7, el equipo será sometido a una investigación y podrán aplicarse las consecuencias mencionadas en 3.9. Especialmente en estos casos, la regla 3.9.4 puede utilizarse para no permitir que este equipo avance a la siguiente competición, incluso si el equipo ganase la competición con la solución que probablemente no sea la suya.
- 3.9. Si se rompe o viola alguna de las reglas mencionadas en este documento, los jueces pueden decidir una o más de las siguientes consecuencias. Antes, un equipo o miembros individuales del equipo pueden ser entrevistados para averiguar más sobre la posible violación de las reglas. Esto puede incluir preguntas sobre el vehículo o el programa.
- 3.9.1. Un equipo no podrá participar en una o más rondas de desafío.
- 3.9.2. Un equipo puede obtener hasta un 50% de puntuación reducida en una o más rondas de desafío.
- 3.9.3. Un equipo no podrá clasificarse para la siguiente ronda del torneo.
- 3.9.4. Un equipo no podrá clasificarse para la final nacional / internacional.
- 3.9.5. Un equipo puede ser descalificado completamente de la competición

Nota: Nos gustaría destacar algunas infracciones recurrentes de las normas que han dado lugar a sanciones en competiciones anteriores. Por favor, tenga en cuenta estos puntos para evitar retrasos innecesarios en los ajustes durante la competición y para prevenir sanciones:

Sistemas de tracción: Las ruedas motrices deben estar conectadas físicamente, por ejemplo, a través de una caja de cambios. No está permitido utilizar un motor por lado (véanse las reglas 11.3 y 11.5).

Procedimiento de arranque: El robot debe seguir el procedimiento de arranque descrito en las reglas: un botón para encender el robot y otro botón para iniciar el programa. No se permiten interacciones adicionales (véanse las reglas 9.10 y 9.11).

Repositorios de GitHub: Los repositorios de GitHub deben permanecer en línea y accesibles públicamente durante al menos un año después del evento. Si no se cumple este requisito, el repositorio será republicado por la Asociación WRO (ver capítulo 7).

Desarrollo independiente de robots: Los robots deben ser desarrollados de forma independiente por cada equipo (véase el capítulo 3). No se permite el desarrollo conjunto de robots con pequeños ajustes para que parezcan diferentes a primera vista. Dichos robots seguirán siendo clasificados como idénticos. Este comportamiento se considera engaño deliberado y constituye una violación del Código Ético.

4. Documentos de juego y jerarquía de reglas

- 4.1. Cada año, la WRO publica una nueva versión de las reglas generales de esta categoría que incluye la descripción concreta del juego del vehículo autoconducido. Estas reglas son la base de todos los eventos internacionales de la WRO.
- 4.2. Durante una temporada, la WRO podrá publicar preguntas y respuestas adicionales que aclaren, amplíen o redefinan las reglas de los documentos de reglas generales y de juego. Los equipos deberán leer estas Preguntas y Respuestas antes de la competición.
- 4.3. 4.3. El documento de reglas generales y las preguntas y respuestas pueden ser diferentes en un país debido a adaptaciones locales a través del Organizador Nacional. Los equipos deben informarse sobre las reglas que se aplican en su país. Para cualquier evento internacional de la WRO, sólo es relevante la información que la WRO ha publicado. Los equipos clasificados para cualquier evento internacional WRO deben informarse sobre las posibles diferencias con sus reglas locales
- 4.4. El día de la competición se aplicará la siguiente jerarquía de reglas:
 - 4.4.1. El documento de normas generales constituye la base de las normas de esta categoría.
 - 4.4.2. Las preguntas y respuestas pueden sobrescribir las reglas de los documentos de reglas generales y de juego.
 - 4.4.3. El juez principal del día de la competición tiene la última palabra en cualquier decisión.

5. Descripción del juego y campo de juego

Los desafíos de coches autónomos de esta temporada son carreras tipo “Time Attack”: no habrá varios coches al mismo tiempo en la pista. En su lugar, un coche por intento intentará lograr el mejor tiempo dando varias vueltas de forma totalmente autónoma. Los dos desafíos son los siguientes:

Desafío abierto: El vehículo debe completar tres (3) vueltas en la pista con colocaciones aleatorias de los muros interiores de la pista.

Desafío de obstáculos: El vehículo debe dar tres (3) vueltas a la pista con señales de tráfico verdes y rojas colocadas al azar. Las señales de tráfico indican el lado del carril que debe seguir el vehículo. La señal de tráfico para mantenerse en el lado **derecho** del carril es un **pilar rojo**. La señal de tráfico para mantenerse en el lado **izquierdo** del carril es un **pilar verde**. El vehículo no debe desplazar ninguna de las señales de tráfico. Una vez que el robot ha completado las tres rondas, debe encontrar el aparcamiento y aparcar en paralelo.

La dirección de salida en la que el coche debe circular por la pista (en el sentido de las agujas del reloj o en sentido contrario) variará en las diferentes rondas del desafío. La **sección** de salida del coche, así como el número y la ubicación de las señales de tráfico, se definen aleatoriamente antes de la ronda (después de la hora de control). El siguiente gráfico muestra el campo de juego con los objetos del juego.

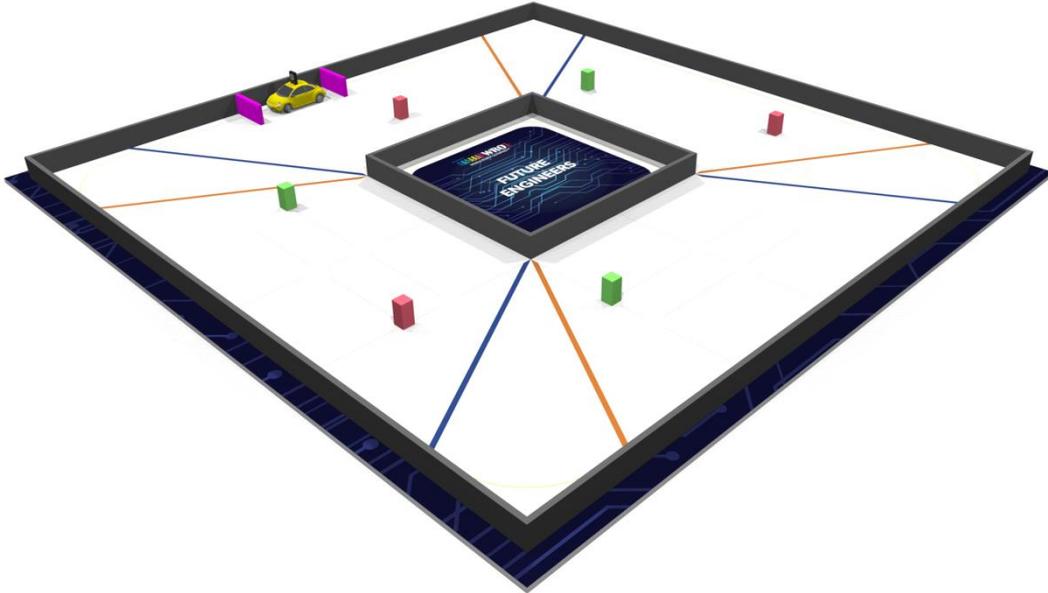


Figura 1: Campo de juego detallado

El campo de juego representa una pista de carreras en la que se han colocado señales de tráfico (representadas por los obstáculos de colores - pilares).

La pista consta de ocho secciones: cuatro secciones de esquina y cuatro secciones rectas. Las secciones de esquina están marcadas con líneas discontinuas rojas en la siguiente Figura. Los tramos rectos están marcados con líneas discontinuas azules.

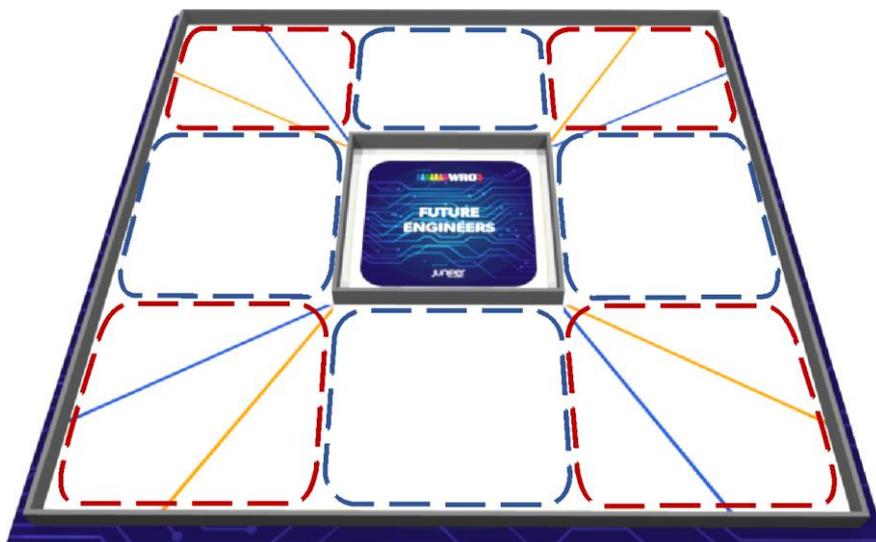


Figura 2: Diferentes tipos de secciones en el campo de juego

Cada sección directa se divide en 6 zonas. Seis zonas internas dentro de la sección son para la posición inicial del coche. Se utilizan 4 intersecciones en T y 2 intersecciones en X para colocar las señales de tráfico. Los lugares donde se pueden colocar las señales de tráfico se denominan asientos de las señales de tráfico.

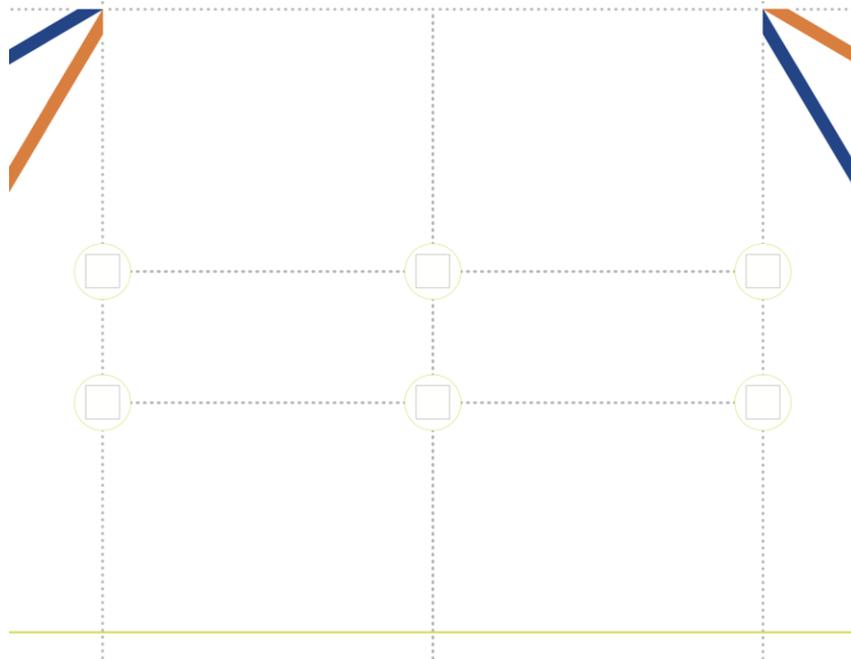


Figura 3: Zonas y asientos de las señales de tráfico en la sección directa

En el desafío de obstáculos se coloca un aparcamiento en la sección recta que se utiliza para arrancar el robot. La anchura del aparcamiento es siempre de 20 cm.

La longitud es variable y se calcula multiplicando la “longitud del robot” por “1,5”

El aparcamiento está limitado por dos elementos de madera de 20 cm x 2 cm x 10 cm en color magenta. El elemento derecho se coloca justo al lado de la línea de puntos. La posición del izquierdo se define como se ha descrito anteriormente.

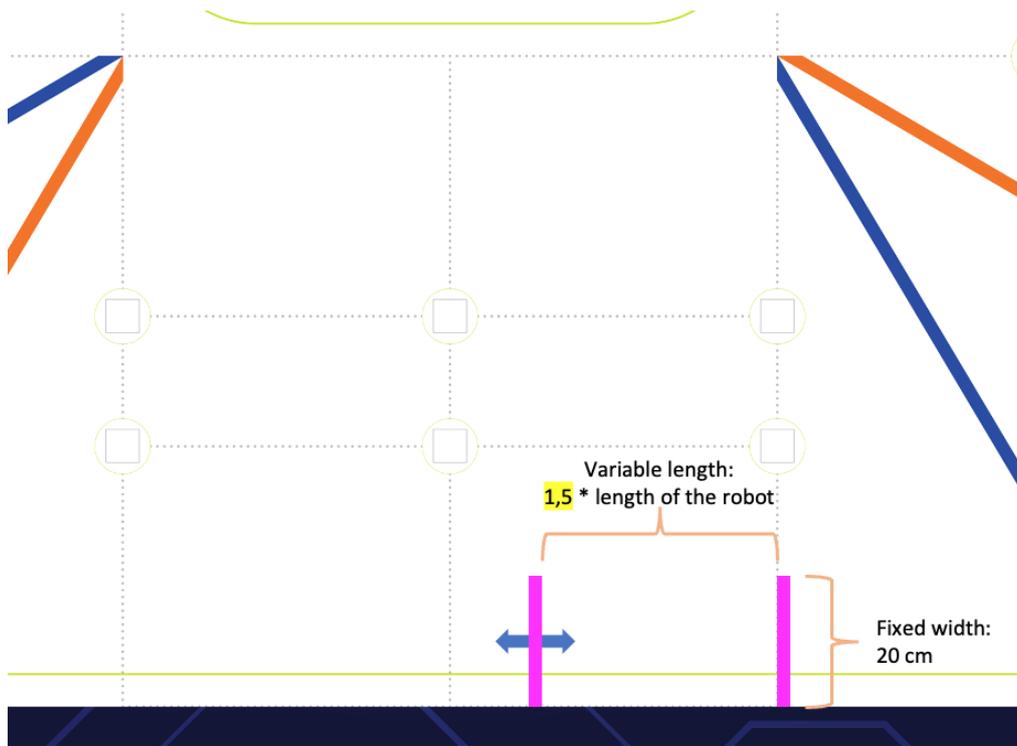


Figura 4: Definición del tamaño del aparcamiento

6. Regla Sorpresa

Se puede anunciar una regla sorpresa para la competición internacional antes de la Final Internacional. Esta regla puede añadir / modificar / cambiar reglas existentes y los equipos clasificados tendrían tiempo para prepararse antes del evento.

7. Documentación de ingeniería en GitHub

La verdadera ingeniería consiste en crear una solución y comunicar o compartir la idea con otros para llevarla un paso más allá. Además de diseñar y programar el vehículo, los equipos deben proporcionar documentación que presente su progreso de ingeniería, el diseño final del vehículo y el código fuente final del vehículo.

Esta documentación debe subirse al repositorio público de GitHub, y debe presentarse una copia impresa en la final internacional. Los detalles sobre la puntuación de la documentación se pueden encontrar en el Apéndice C de este documento. Para la competición internacional, toda la información y documentación en GitHub debe realizarse en inglés.

Cada equipo debe proporcionar lo siguiente:

- Discusión, información y motivación para la movilidad, la potencia y el sentido del vehículo, y la gestión de obstáculos.
- Fotos del vehículo (de todos los lados, desde arriba y desde abajo), y una foto del equipo.
- URL a YouTube (debe ser pública o accesible mediante enlace) que muestre la conducción autónoma del vehículo. La parte del vídeo en la que se muestre la conducción debe durar al menos 30 segundos. Debe presentarse un vídeo por cada desafío.
- Enlace a un repositorio público de GitHub con el código de todos los componentes que se programaron para participar en el concurso. El repositorio también puede incluir los archivos de los modelos utilizados por las impresoras 3D, las máquinas de corte por láser y las máquinas CNC para producir los elementos del vehículo. El historial de commits debe contener al menos 3 commits:
 - El primer commit a más tardar 2 meses antes del concurso - debe contener no menos de 1/5 de la cantidad final del código.
 - El segundo commit a más tardar 1 mes antes del concurso,
 - El tercer commit a más tardar 2 semanas antes del concurso.
 - Se permiten más commits.

El repositorio debe contener un archivo README.md con una breve descripción en inglés (no menos de 5000 caracteres) de la solución diseñada. El objetivo de la descripción es aclarar de qué módulos consta el código, cómo están relacionados con los componentes electromecánicos del vehículo y cuál es el proceso para construir/compilar/cargar el código en los controladores del vehículo.

Una plantilla para los repositorios de GitHub está disponible en <https://github.com/World-Robot-Olympiad-Association/wro2022-fe-template>.

El repositorio debe ser público desde el momento en que se presenta a un concurso internacional y debe permanecer público al menos 12 meses después del concurso. La idea de Futuros Ingenieros es animar a los nuevos equipos y ayudarles a encontrar soluciones existentes e inspirarse en ellas. Si un repositorio no es público antes del evento, el equipo obtendrá una reducción de puntos por la documentación. La Asociación WRO tiene derecho a volver a publicar el repositorio en cualquier momento.

- Los repositorios de GitHub deben estar configurados para su visualización pública **y el contenido debe ser visible.**

- El código proporcionado en GitHub y en la copia física del repositorio deben estar bien documentado con comentarios en el código. Es posible que los jueces no tengan acceso a los programas específicos utilizados por los equipos para desarrollar su código, por ejemplo, EV3, Spike o Scratch.

8. Rondas de desafíos

Para la **Final Internacional** habrá **al menos** cuatro rondas, dos para el Desafío Abierto y dos para el Desafío de Obstáculos. La dirección de cada ronda de desafío, la posición de salida y la configuración de la pista se elegirán al azar. La dirección en la que el vehículo debe moverse durante los desafíos se define como la dirección de conducción del desafío.

Rondas de Desafío Abierto

Durante las rondas del Desafío Abierto, la pista no tendrá señales de tráfico.

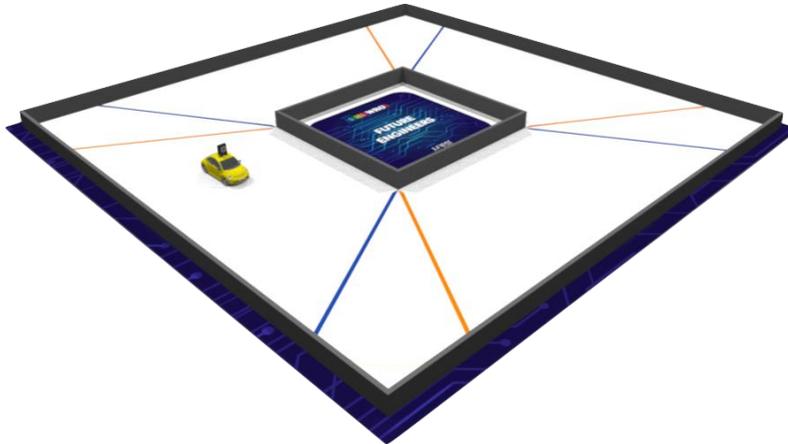


Figura 5: El campo de juego para las rondas del desafío abierto

La distancia entre los bordes de pista podrá ser de 1000 mm o de 600 mm (+/- 100 mm para la Final Internacional).

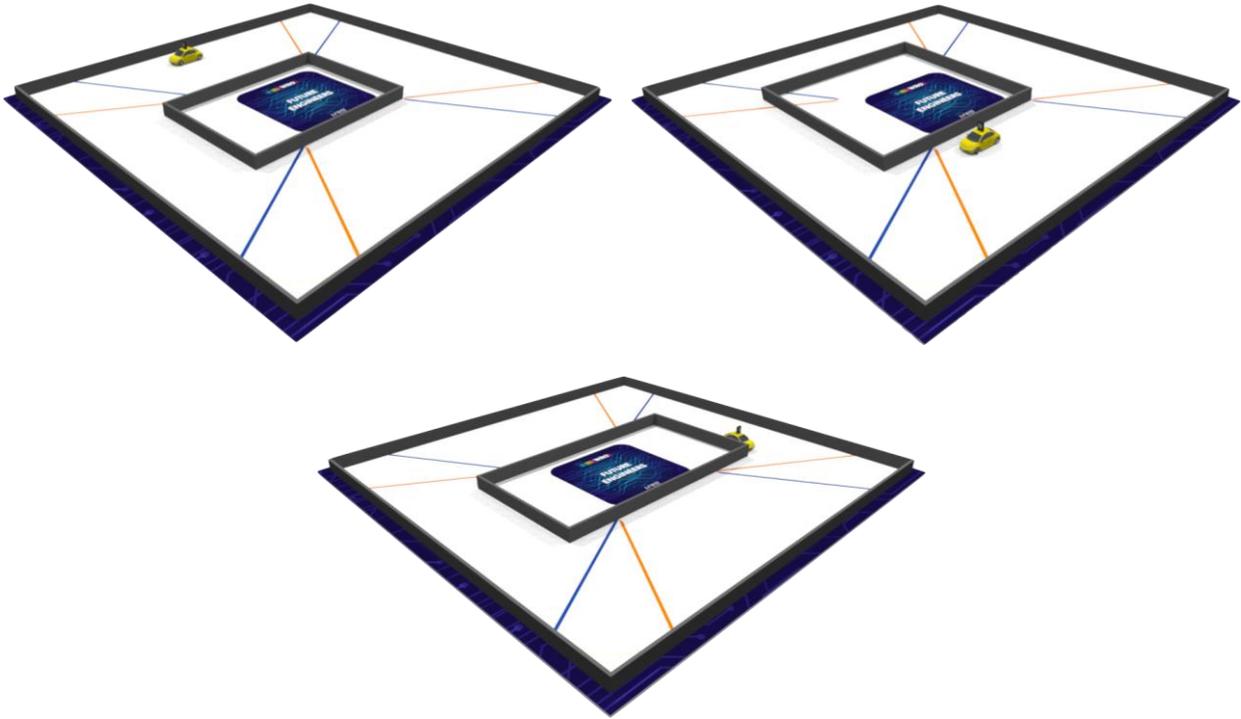


Figura 6: Ejemplos de variación del campo de juego para las rondas del Desafío Abierto

Una vez elegida la dirección de la pista, se podría utilizar el siguiente procedimiento para determinar el punto de partida del coche y la distancia entre los bordes de la pista:

1. Lanza la moneda dos veces para determinar la sección inicial. La figura siguiente muestra qué sección corresponde a cada combinación de lanzamientos (por ejemplo, "cruz y cara" significa que el primer lanzamiento es cruz y el segundo lanzamiento es cara).

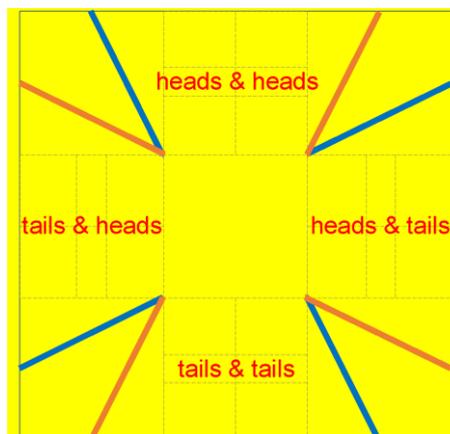


Figura 7a. Combinaciones de lanzamiento de monedas para determinar la sección inicial

2. Lance la moneda cuatro veces para determinar la sección en la que se reducirá la distancia entre los bordes de la pista. El primer lanzamiento es para la sección inicial, el segundo para la siguiente sección en el sentido de las agujas del reloj y así sucesivamente. Cara significa un corredor ancho; cruz, un corredor estrecho.

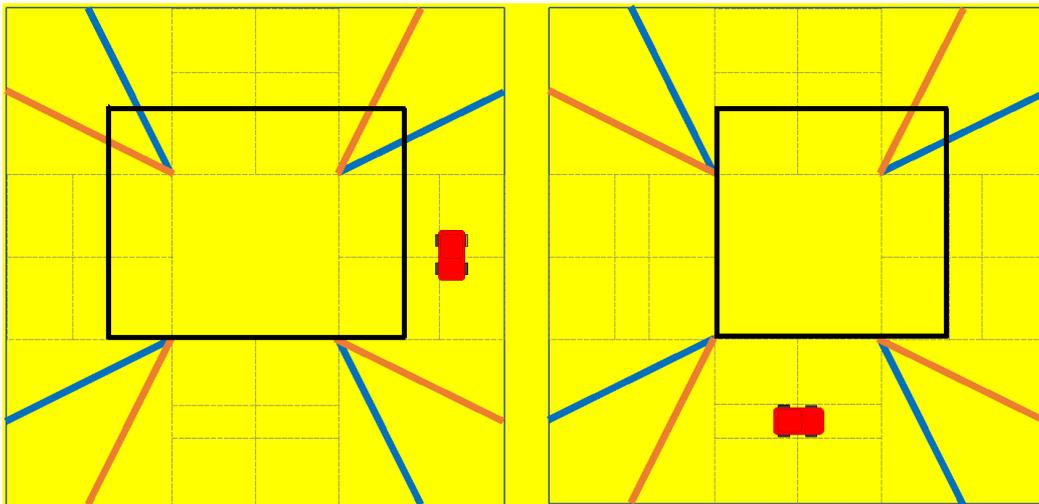


Figura 7b.

**El esquema de la izquierda es para los resultados del sorteo "cruz-cara-cruz-cruz".
 El esquema de la derecha es para los resultados del sorteo "cara-cara-cruz-cruz".**

3. Tira un dado para determinar la zona de salida exacta. La zona superior izquierda es para el "1", la zona inferior derecha es para el "6". Si la zona está dentro del muro fronterizo, hay que volver a tirar el dado.



Figura 7c. Correspondencia de las zonas con las caras del troquel

Este procedimiento se realizará después de la hora de control antes de cada ronda de clasificación, por lo que la posición de salida del coche y las distancias entre los bordes de la pista son diferentes en cada ronda de desafío.

Rondas del Desafío de Obstáculos

Durante las rondas del Desafío de Obstáculos, los pilares rojo y verde se colocarán en la pista como señales de tráfico. Además, se colocarán dos límites que formarán un aparcamiento. La distancia entre los límites de la pista será siempre de 1000 mm (+/- 10 mm para la Final Internacional).



Figure 8a: Ejemplos del campo de juego para las rondas del Desafío de Obstáculos

La sección de salida del coche, las posiciones de los pilares coloreados y la posición del aparcamiento podrían elegirse mediante el siguiente procedimiento (Asumiendo que la dirección de conducción circular fue determinada por separado):

1. Lance la moneda dos veces para determinar la sección en la que se colocará la señal de tráfico única. La figura siguiente muestra qué sección corresponde a cada combinación de lanzamientos (por ejemplo, "cruz(tails) y cara(heads)" significa que el primer lanzamiento es cruz y el segundo, cara).

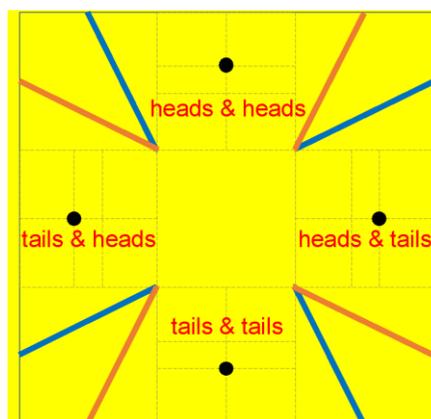


Figura 8b. Combinaciones de lanzamiento de moneda para determinar una sección con una sola señal de tráfico

2. Lance la moneda una vez para determinar el color de la señal de tráfico en la sección definida en el paso anterior. Cara significa señal verde; cruz, señal roja.

3. Consiga 36 cartas como en la figura 11 y retire la carta 9 ó 10 del conjunto según el color del signo elegido en el paso anterior: si se eligió el signo verde, retire la 9ª carta; si se eligió el signo rojo, retire la 10ª carta. Ponga las 35 cartas en una caja o bolsa no transparente. Saque una tarjeta de la caja: determinará la ubicación de las señales de tráfico en el tramo recto siguiente (considerado en el sentido de las agujas del reloj) al tramo determinado en el paso anterior. La línea negra gruesa de la tarjeta indica el límite interior del campo de juego. La tarjeta no debe devolverse a la caja. Coge de nuevo una segunda carta - determinará la ubicación de las señales de tráfico en la siguiente sección directa. Repita estas acciones para el resto de las secciones sencillas.

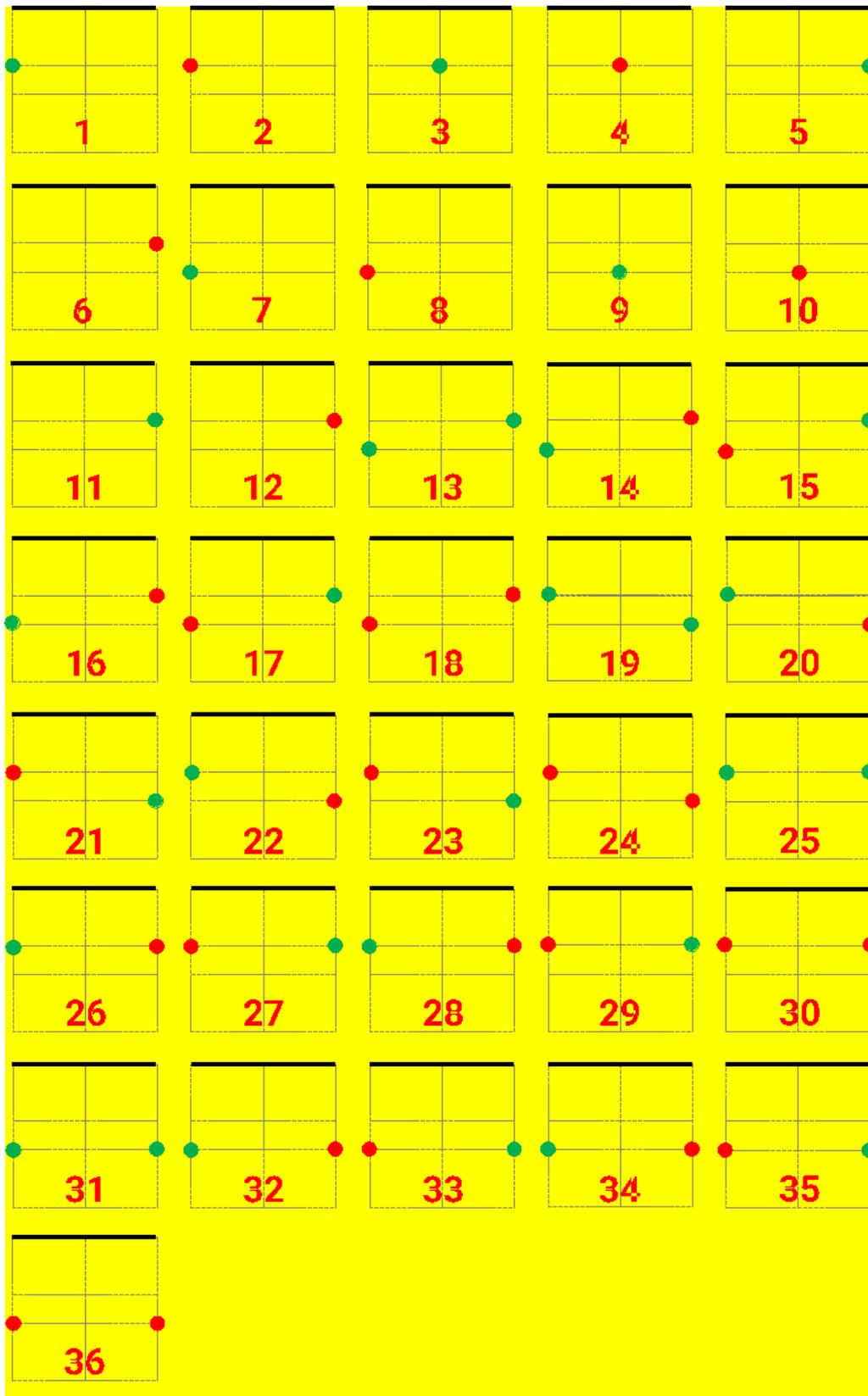


Figure 8c. 36 tarjetas con la posición de las señales de tráfico dentro de una sección

**** Duplicados de algunas de las cartas es intencional.**

4. El aparcamiento se situará siempre en la sección de salida. Determine la posición de la sección de salida (incluido el aparcamiento) mediante otro par de lanzamientos de moneda.

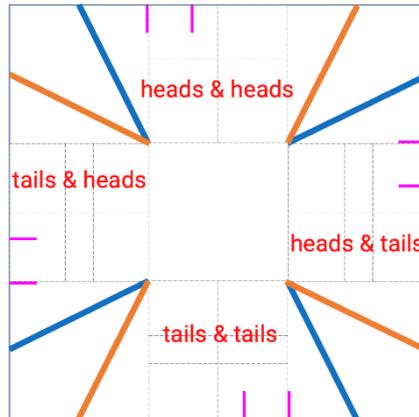


Figure 8d. Lanzamiento de moneda para el aparcamiento

Una vez colocado el aparcamiento, todas las señales de tráfico de esa sección, se trasladarán a las posiciones más cercanas al muro interior.

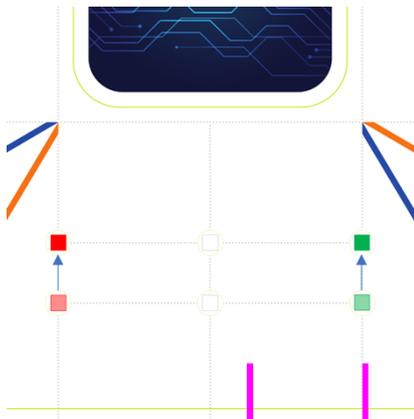


Figure 8e. Desplazamiento de los semáforos en función de la posición del aparcamiento.

El Equipo decide si quiere arrancar el robot desde el interior del parking o en la zona central sobre el parking (ver figura 8a). Comenzar en el estacionamiento otorgará puntos adicionales.

9. Reglas específicas del juego

Tiempo por cada etapa de desafío

- 9.1. Las rondas del Desafío Abierto tendrán una duración de tres minutos.
- 9.2. Las rondas del Desafío de Obstáculos tendrán una duración de tres minutos.

Configuración Inicial

- 9.3. El sentido de la marcha en la pista se elige al azar antes de cada serie de rondas de desafío, después del momento de revisión de robot (Check time).
- 9.4. La posición de salida del vehículo y la configuración del campo se determinan antes de comenzar cada ronda, después momento de revisión de robot (Check time).
- 9.5. El sentido de la marcha, la posición de salida y la configuración del campo son los mismos para todos los equipos durante la misma ronda.

Inicio de Ronda

- 9.6. El vehículo se coloca en la zona de salida **totalmente APAGADO!**
- 9.7. La posición del vehículo en la zona de salida debe ser tal que la proyección del coche sobre el tapete de juego esté completamente dentro de la zona de salida.
- 9.8. El vehículo debe estar orientado de manera que las dos ruedas del eje delantero (los jueces deben preguntar al equipo de antemano cuál es el eje delantero) estén situadas más cerca de la siguiente sección de esquina en la dirección de la vuelta, mientras que las otras dos ruedas están situadas más cerca de la sección de esquina en la dirección opuesta.
- 9.9. Se pueden realizar ajustes físicos (esto forma parte del tiempo de preparación). Sin embargo, no está permitido introducir datos en un programa cambiando las posiciones o la orientación de las piezas del vehículo ni realizar calibraciones de sensores en el vehículo. No está permitido introducir datos cambiando la configuración de los interruptores, si los hubiera. Si un equipo introduce datos mediante ajustes físicos, será descalificado para esa ronda.
- 9.10. A continuación, se enciende el vehículo. Sólo se permite un interruptor para encender el vehículo.
- 9.11. Después de encender el vehículo, éste debe quedar en estado de espera. Esperando a que se pulse un botón de Arranque. El botón de arranque puede estar en el SBC/SBM principal o en un pulsador instalado por separado. Sólo se permite un botón de arranque. En un EV3, sólo se permitirá un programa. El botón de ejecución debe ser presionado para iniciar el último programa que se ejecutó en el EV3. A continuación, el EV3 debe esperar a que se pulse un botón de inicio. El botón de inicio en el EV3 puede ser un sensor táctil o el botón de flecha derecha. En un robot Spike sólo se puede utilizar la Ranura Uno. Se debe seguir el mismo procedimiento para el EV3.
- 9.12. Es responsabilidad del equipo comprobar la configuración de la pista y asegurarse de que es correcta. El juez preguntará si el equipo está preparado. El equipo debe responder Sí para mostrar su aceptación de la configuración de la pista. No se permitirá una nueva salida si el equipo se da cuenta después de la salida de que la configuración de la pista no

es correcta.

- 9.13. Un juez da la señal para arrancar el vehículo. El juez contará "Tres, dos, uno, **Go**". A la orden de "**Go**" se pulsa el botón de arranque y se inicia el tiempo del intento. El vehículo tendrá la cantidad de tiempo para completar la ronda que se menciona en las Reglas del Juego.
- 9.14. Al pulsar el botón de inicio debe comenzar la acción del vehículo para intentar la ronda de desafío y el vehículo debe comenzar a moverse.

Piezas adicionales

- 9.15. No se permite al vehículo dejar piezas adicionales en el campo de juego o dejar marcas que no se puedan quitar (por ejemplo, pintura) durante la ronda intencionadamente. Si el vehículo viola esta regla, la ronda se detendrá, y el vehículo deberá ser detenido por uno de los miembros del equipo. La puntuación de esta ronda será cero y la marca de tiempo será la máxima. Los jueces tienen derecho a inspeccionar el código del equipo si sospechan de tal situación.

Durante la Ronda

- 9.16. El vehículo debe conducir en la dirección que se definió como la dirección de conducción del desafío antes del inicio del desafío.
- 9.17. Las dimensiones del vehículo no deben exceder de 300x200 mm y 300 mm de altura.
- 9.18. El vehículo no puede mover las paredes (si no están completamente fijadas en el campo). El vehículo que viole esta regla será detenido por uno de los miembros del equipo, la puntuación para esta ronda será cero y el tiempo marcado será el máximo. Si el vehículo toca o golpea las paredes, y éstas no se mueven, el vehículo podrá continuar la ronda, y no se incurrirá en penalizaciones. Si el vehículo choca o toca las paredes y el vehículo se detiene, como resultado de chocar o tocar, se puede realizar una acción de reparación, y se incurrirá en penalizaciones. Durante las rondas de desafío abierto, el vehículo no puede tocar la pared límite exterior.
- 9.19. El vehículo debe pasar la señal de tráfico representada por el pilar rojo a la derecha (la imagen a) y la señal de tráfico representada por el pilar verde a la izquierda (la imagen b). El apéndice A sección 5 define, cuando un semáforo se pasó por el lado equivocado y cómo se puntúa.

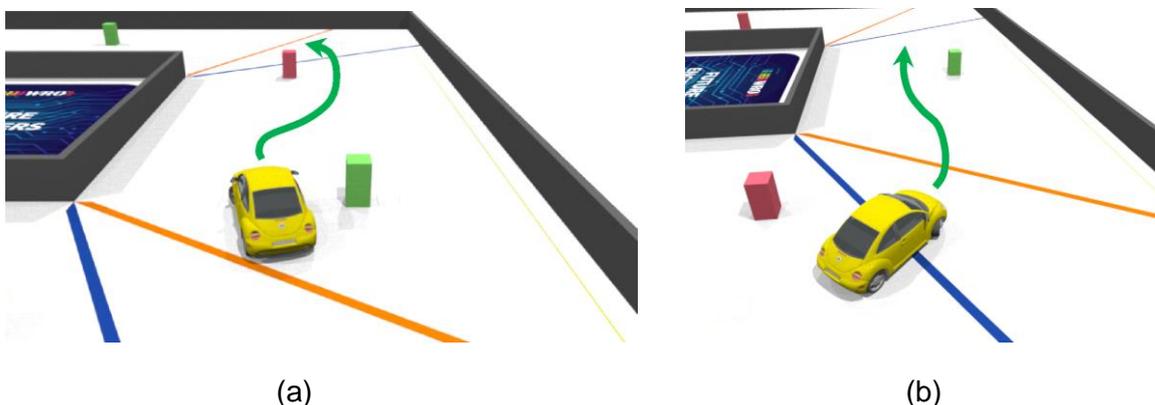


Figura 9: Las normas para pasar las señales de tráfico

- 9.20. El vehículo está autorizado a tocar, mover o derribar las señales de tráfico (pilares de colores), mientras que la proyección de la señal de tráfico se encuentra dentro del círculo dibujado alrededor del asiento de la señal de tráfico. Para más detalles, véase el apéndice A, sección 1.
- 9.21. El vehículo está autorizado a circular en sentido contrario al de la circulación circular sólo en dos tramos: el tramo en el que se cambió el sentido y el tramo vecino.
- 9.22. El vehículo debe volver a la sección de salida después de dar tres vueltas para obtener puntos adicionales. Nota: tan pronto como el vehículo abandona parcialmente la sección de salida, esta sección se convierte también en la sección de llegada.
- 9.23. Una vez por ronda, el equipo puede pedir permiso para realizar acciones de reparación: sacar el vehículo, arreglar el problema con piezas mecánicas o electrónicas, y volver a poner el vehículo en la pista en el centro de la sección de la que se sacó el vehículo. El vehículo puede apagarse cuando se retira de la pista. El vehículo puede encenderse después de depositarlo en la pista. El vehículo puede encenderse y volver a ponerse en movimiento pulsando el botón de arranque. El cronómetro de la ronda no se detendrá para la acción de reparación. El permiso sólo puede concederse si el vehículo se ha detenido. Las posibles razones de la parada son problemas con la electrónica/mecánica o porque el vehículo ha golpeado la pared y está atascado, o el vehículo simplemente se detiene sin razón. El permiso no se concederá para un vehículo en movimiento - si alguna de sus partes se desplaza aproximadamente 50 mm en 5 segundos. El permiso no se concederá si el vehículo ha iniciado la tercera vuelta (pasado completamente el tramo de curva antes de la última vuelta). No está permitido cargar programas en ningún controlador del vehículo como parte de las acciones de reparación. No está permitido introducir ningún dato. El equipo que infrinja estas normas será descalificado de esta ronda: la puntuación de esta ronda será cero y la marca de tiempo será la máxima.

Round End:

- 9.24. La ronda finaliza y el tiempo se detiene si se produce alguna de las siguientes condiciones:
- 9.24.1. El temporizador de ronda expira.
- 9.24.2. En Desafío abierto: Después de tres vueltas completas, el vehículo se detiene en la sección de llegada de manera que la proyección del vehículo sobre el campo quede completamente dentro de la sección. Para más detalles consulte el Apéndice A, sección 2.
- Nota 1:** *el vehículo debe detenerse en el tramo de llegada de forma autónoma. Si el participante del equipo fuerza el final de la ronda utilizando uno de los métodos descritos a continuación cuando el vehículo está dentro de la sección de llegada, esto no se considerará una parada autónoma y no se asignarán puntos por detenerse en la sección de llegada.*
- Nota 2:** *para demostrar una parada completa en la sección de llegada, el vehículo no debe seguir circulando después de 15 segundos. Si una vez finalizada la ronda el vehículo continúa moviéndose, los jueces podrían considerar ambiguo el comportamiento del vehículo y podrían no asignar un punto por la parada en la sección de llegada.*

- 9.24.3. En el Desafío abierto: Después de tres vueltas completas, el vehículo pasa por la sección de llegada de modo que su proyección sobre el tapete esté completamente dentro de la sección de esquina próxima a la sección de llegada en el sentido de la marcha circular. Para más detalles, véase el apéndice A, sección 3. El vehículo cruza los límites de la sección dos veces mientras conduce en la dirección opuesta a la dirección de la ronda. Para más detalles, consulte el Apéndice A, sección 4.
 - 9.24.4. En el Desafío de Obstáculos: Tras completar 3 rondas correctamente, el vehículo se detiene. Ya sea en la sección correcta o en el estacionamiento.
 - 9.24.5. En Desafío de Obstáculos: Después de pasar una señal de tráfico por el lado incorrecto, el vehículo cruza completamente la línea que va del borde interior al borde exterior y donde se encuentra esta señal de tráfico. Para más detalles, consulte el Apéndice A, sección 5.
 - 9.24.6. En el Desafío de obstáculos: El robot movió una señal de tráfico fuera del círculo.
 - 9.24.7. En el Desafío de obstáculos: El robot toca las limitaciones del aparcamiento.
 - 9.24.8. Las dimensiones del vehículo siguen superando el límite, tras un tiempo de reparación de 3 minutos.
 - 9.24.9. Cualquier miembro del equipo toca el vehículo sin el permiso del juez para acciones de reparación.
 - 9.24.10. Cualquier miembro del equipo toca la lona de competencia y la pared sin el permiso del juez para acciones reparadoras.
 - 9.24.11. Cualquier miembro del equipo toca los elementos del juego.
 - 9.24.12. El vehículo circula fuera de la pista (desplazando el muro) o fuera del campo de juego.
 - 9.24.13. El vehículo o miembro del equipo daña el campo o un elemento de juego.
- 9.25. Obsérvese que, de acuerdo con las reglas anteriores, el equipo puede detener su intento (por ejemplo, tocando la pared del campo o haciendo cualquiera de las reglas anteriores). Sin embargo, no podrán reanudar el intento después de la parada y la ronda habrá terminado.
- 9.26. Los jueces basarán sus decisiones en las reglas y el juego limpio. Ellos tendrán la decisión final el día de la competición. Si hay alguna incertidumbre durante la realización de la tarea, los jueces inclinarán su decisión hacia el peor resultado disponible para el contexto de la situación,

10. Puntuación

10.1. La puntuación oficial se calculará al final de cada ronda de desafíos.

10.2. La puntuación máxima se calcula del siguiente modo:

10.2.1. 30 puntos para la ronda Desafío abierto. (1.1 + 1.2 + 1.3)

10.2.2. 62 puntos para la ronda del Desafío de Obstáculos. (1.1 + 1.2 + 1.3 y 1.4 (o 1.5) o 1.6 (o 1.7) + 1.8)

10.2.3. 30 puntos por la documentación del diario de ingeniería

10.2.4. La puntuación máxima es 130. ($\approx 75\%$ rendimiento del vehículo y $\approx 25\%$ documentación).

	Requisitos	Punto valor	Total disponible
1.	Desafío Abierto y Desafío de Obstáculos		
1.1.	El vehículo conduce desde una sección en la dirección de conducción del desafío. Esto es aplicable a la sección de salida, pero no es aplicable a la sección de llegada ni a otras secciones posteriores.	1	24
1.2.	El vehículo da una vuelta completa. Se han superado con éxito 8 tramos en el sentido de la marcha del desafío. El tramo de salida se incluye en los ocho tramos de la primera vuelta. La vuelta se considera completada si el vehículo sale completamente de la última sección (curva) de la vuelta. Por lo tanto, el vehículo puede empezar a moverse en la dirección opuesta después de esto y la vuelta se seguirá considerando.	1	3
1.3.	Tras completar tres vueltas, el vehículo se detuvo en la sección de meta.	3	3
	<i>Puntos adicionales para las rondas del Desafío de Obstáculos:</i>		
	<i>No ha completado tres vueltas</i>		
1.4	Se han desplazado una o varias señales de tráfico. El vehículo debe completar al menos una ronda para puntuar.	2	2
1.5.	Las señales de tráfico no se movieron. El vehículo debe completar al menos una ronda para puntuar.	4	4
	<i>Después de completar tres vueltas</i>		
1.6	Se han desplazado una o varias señales de tráfico.	8	8

1.7	No se movió ninguna señal de tráfico.	10	10
1.8.1	Vehículo encendido dentro del aparcamiento	7	7
1.8.2	Aparcar correctamente (completamente en la zona de aparcamiento y en paralelo)	15	15
1.8.3	Aparcamiento parcial o no paralelo en la zona de estacionamiento	7	7
2.	El equipo realizó acciones de reparación sacando el vehículo del campo aunque las acciones no tuvieran éxito.	Puntos totales de la ronda divididos por el factor 2	
3.	Diario técnico y documentación del vehículo Consulte el apéndice C para obtener un desglose de la puntuación del diario de ingeniería.		30

- 10.3. El tiempo medido por un juez, el momento en que finaliza la ronda del desafío abierto, se anota y se utilizará posteriormente para identificar la mejor ronda. Si un equipo o vehículo fue descalificado para la ronda de desafío, se le da el tiempo máximo (3 minutos) para dicha ronda de desafío.
- 10.4. Los jueces calculan la puntuación al final de cada ronda. El equipo debe verificar y firmar la hoja de puntuación después de la ronda si no tiene quejas justas.
- 10.5. Las clasificaciones de los equipos para las rondas del desafío abierto se basan en los puntos que cada equipo recibió en sus mejores rondas del desafío abierto. Si un equipo tiene la misma puntuación en ambas rondas, la ronda con el menor tiempo será elegida la mejor ronda de desafío abierto.
- 10.6. Todos los equipos competirán en ambas rondas de desafíos.
- 10.7. Las clasificaciones de los equipos para la competición general se construyen en base a la suma de los puntos de cada equipo recibidos en la mejor ronda del Desafío Abierto, los puntos recibidos en la mejor ronda del Desafío de Obstáculos y los puntos recibidos por el diario de ingeniería y la documentación del vehículo. Si un equipo tiene la misma puntuación en las dos rondas del Desafío de Obstáculos, la ronda con el tiempo más rápido será elegida como la mejor ronda del Desafío de Obstáculos.
- 10.8. Si se produce un empate entre dos equipos, la clasificación se determinará teniendo en cuenta los siguientes resultados (el primero de la lista es el de mayor prioridad, el último de la lista es el de menor prioridad):
 - 10.8.1. Suma de los puntos recibidos en la ronda Open Challenge, los puntos recibidos en la ronda Obstacle Challenge y los puntos recibidos por el diario de ingeniería y la documentación del vehículo.
 - 10.8.2. Puntos de la mejor ronda del Desafío de Obstáculos
 - 10.8.3. Hora de la mejor ronda del Desafío de Obstáculos
 - 10.8.4. Puntos de la segunda mejor ronda del Desafío de Obstáculos
 - 10.8.5. Hora de la segunda mejor ronda del Desafío de Obstáculos.
 - 10.8.6. Puntos para el diario técnico y la documentación del vehículo
 - 10.8.7. Puntos para la mejor ronda del Desafío Abierto
 - 10.8.8. Puntos de la segunda mejor ronda del Desafío Abierto
 - 10.8.9. Hora de la mejor ronda del Desafío Abierto
 - 10.8.10. Hora de la segunda mejor ronda del Desafío Abierto

11. Material para vehículos y normativa

- 11.1. Las dimensiones del vehículo no deben exceder de 300x200 mm y 300 mm de altura.
- 11.2. El peso del vehículo no debe exceder de 1,5 kilogramos.
- 11.3. El vehículo debe ser un vehículo de 4 ruedas con un eje motriz y un actuador de dirección de cualquier tipo. Debe ser de tracción delantera (https://en.wikipedia.org/wiki/Front-wheel_drive), tracción trasera (https://en.wikipedia.org/wiki/Rear-wheel_drive) o tracción a las cuatro ruedas (https://en.wikipedia.org/wiki/Four-wheel_drive). Equipos con vehículos que utilizan la distancia entre ejes diferencial (https://en.wikipedia.org/wiki/Differential_wheeled_robot) será descalificado.
Conducción: hacer que el vehículo avance y retroceda.
Dirección – girar el vehículo a la izquierda o a la derecha.
- 11.4. El vehículo no puede utilizar ningún tipo de rueda omnidireccional, rueda de bola o rueda esférica.
- 11.5. No se permite el uso de diferenciales electrónicos con un motor por lado (como en un robot con ruedas diferenciales).
- 11.6. Un vehículo debe ser autónomo y terminar las "misiones" por sí mismo. No se permite ningún sistema de comunicación por radio, control remoto o control por cable mientras el vehículo esté en marcha. Los equipos que infrinjan esta norma serán descalificados.
- 11.7. No se permite a los participantes interferir o ayudar al vehículo mientras está en marcha (realizando la "misión"). Esto incluye introducir datos en un programa dando señales visuales, sonoras o de cualquier otro tipo al vehículo durante la ronda. Los equipos que infrinjan esta norma serán descalificados en esa ronda.
- 11.8. El controlador utilizado para el vehículo puede ser un ordenador de placa única (SBC). (https://en.wikipedia.org/wiki/Single-board_computer) o Microcontrolador de placa única (SBM) (https://en.wikipedia.org/wiki/Single-board_microcontroller) sin restricción de marca.
- 11.9. Puede haber más de un SBC/SBM en el vehículo.
- 11.10. Los equipos no pueden utilizar ningún tipo de RF, Bluetooth, Wi-Fi o cualquier tipo de componente de comunicación inalámbrica en sus vehículos durante las rondas de la competición. Si está incorporado en el controlador, debe estar apagado y los jueces pueden inspeccionar el código y el vehículo para confirmar que no se utiliza por ningún medio.
- 11.11. Los equipos pueden utilizar cualquier sensor de su elección - no hay restricciones de marca, función o número de sensores utilizados. Las cámaras se consideran sensores. **Los teléfonos inteligentes pueden utilizarse como cámaras y para procesar datos de imágenes.**
- 11.12. Los equipos pueden utilizar cualquier motor eléctrico de corriente continua y/o servomotor de su elección - no hay restricciones en cuanto a la marca de los motores y/o servos utilizados.
- 11.13. Se pueden utilizar como máximo dos motores para hacer avanzar o retroceder el vehículo (es decir, para conducir el robot, se trata de los motores de conducción/propulsión). Los motores de conducción deben estar todos conectados directamente al eje que hace girar las ruedas, o indirectamente a través de un sistema de engranajes. Los dos motores de conducción no pueden estar conectados independientemente el uno del otro a las ruedas motrices

- 11.14. Los equipos pueden utilizar cualquier componente electrónico: no hay restricciones en cuanto al tipo, la empresa, el número o la finalidad.
- 11.15. Los equipos pueden utilizar cualquier equipo de presión hidráulica, presión barométrica o solenoides.
- 11.16. Los equipos pueden utilizar cualquier pila de su elección; no hay restricciones de marca, función o número de pilas utilizadas.
- 11.17. Sólo se permiten conexiones por cable para la comunicación entre los componentes electromecánicos del vehículo.
- 11.18. Los equipos pueden utilizar elementos impresos en 3D, elementos preparados con una máquina CNC, elementos cortados de acrílico/madera/metal o cualquier elemento de cualquier material - no hay restricciones en cuanto a la finalidad.
- 11.19. El vehículo se puede construir utilizando cualquier tipo de kits de hardware y cualquier material. No hay ninguna restricción sobre un tipo específico o un sistema de construcción específico.
- 11.20. Los equipos pueden utilizar cinta aislante, bandas elásticas, sujeta cables, bridas de nailon, etc. Se permite el uso de cualquier material adhesivo para cualquier propósito.
- 11.21. Los equipos deberán llevar suficientes piezas de repuesto. En caso de accidente o mal funcionamiento del equipo, la WRO (y/o el comité organizador) no se hace responsable de su mantenimiento o sustitución.
- 11.22. Los vehículos podrán montarse antes del torneo.
- 11.23. El software de control puede escribirse en cualquier lenguaje de programación - no hay restricciones sobre un lenguaje específico.
- 11.24. Los concursantes pueden preparar el programa de antemano.
- 11.25. Los equipos deben preparar y traer todo el equipo, software y ordenadores portátiles que necesiten durante el torneo.
- 11.26. El equipo sólo puede disponer de un vehículo para el día de la competición. No se permiten vehículos de repuesto dentro del área de competición.

12. Formato y reglas de la competencia

La descripción de este documento explica cómo se desarrollará la competición en la Final Internacional. Las competiciones nacionales y regionales pueden utilizar este modelo o adaptarlo a sus propias competiciones.

- 12.1. La competición consta de varias rondas de desafíos con tiempo de práctica entre ellas. Después de cada tiempo de práctica, habrá un tiempo de verificación del vehículo para revisar los requisitos.
- 12.2. Cada equipo debe trabajar durante el tiempo de práctica en su lugar especificado hasta la hora de verificación, cuando el vehículo del equipo debe colocarse en una zona designada (zona de verificación).
- 12.3. El día de la competición, habrá un mínimo de 60 minutos de tiempo de práctica antes del comienzo de la primera ronda.
- 12.4. Los equipos no podrán tocar las zonas de competición designadas antes de que se anuncie el inicio del tiempo de práctica.

- 12.5. Durante el tiempo de práctica, los concursantes pueden trabajar en sus lugares, o pueden hacer cola con sus vehículos para tener un intento de prueba en el campo de juego o pueden tomar medidas en el campo de juego en la medida en que esto no interfiera con los intentos de prueba de otros equipos. El tiempo máximo permitido por equipo para un intento de ensayo es de 4 minutos. Transcurridos los 4 minutos, un equipo podrá colocarse al final de la cola para realizar otro intento de ensayo. Se permite a los equipos realizar cambios en el programa o ajustar el vehículo mecánicamente.
- 12.6. Todos los vehículos deben colocarse en la mesa de revisión de la zona de control para la revisión preparatoria (verificación del vehículo) una vez finalizado el periodo de práctica. Todos los mandos del vehículo deben estar apagados. No se podrá modificar ningún mecanismo o programa después de este momento.
- 12.7. Los vehículos solo podrán participar en la competición tras haber superado la inspección técnica de vehículos. La verificación se refiere a los requisitos del vehículo y los materiales utilizados, tal como se describe en las secciones anteriores.
- 12.8. Si un vehículo no pasa la verificación de vehículos realizada por los jueces, éstos podrán conceder a un equipo hasta 3 minutos para solucionar los problemas encontrados. Los jueces sólo podrán conceder un período de tres minutos a un equipo por cada franja horaria de control.
- 12.9. Si eventualmente un vehículo no pasa la verificación de vehículos realizada por los jueces, el vehículo no podrá ser utilizado en la competición.
- 12.10. El equipo no puede exceder los 90 segundos para la preparación desde el momento en que son llamados por los jueces para participar en una ronda de desafío en particular, y una vez comenzadas, las rondas individuales no pueden exceder el tiempo de la ronda de desafío especificado en las Reglas de Juego.

13. Mesa de juego y equipamiento

Mesa de juego y campo

- 13.1. El tamaño del tapete de juego es de 3200 x 3200 mm (+/- 5 mm). El cuadrado interior dentro del tapete de juego es la pista de carreras con un tamaño interior de 3000 x 3000 mm (+/- 5 mm).
- 13.2. El color principal de la pista es el blanco.
- 13.3. La vía está rodeada de paredes (exteriores) con una altura interior de 100 mm.
- 13.4. El color interior de las paredes exteriores es negro. El color exterior de las paredes no está definido.
- 13.5. Existen paredes adicionales (interiores) que rodean la sección interna de la vía con una altura de 100 mm.

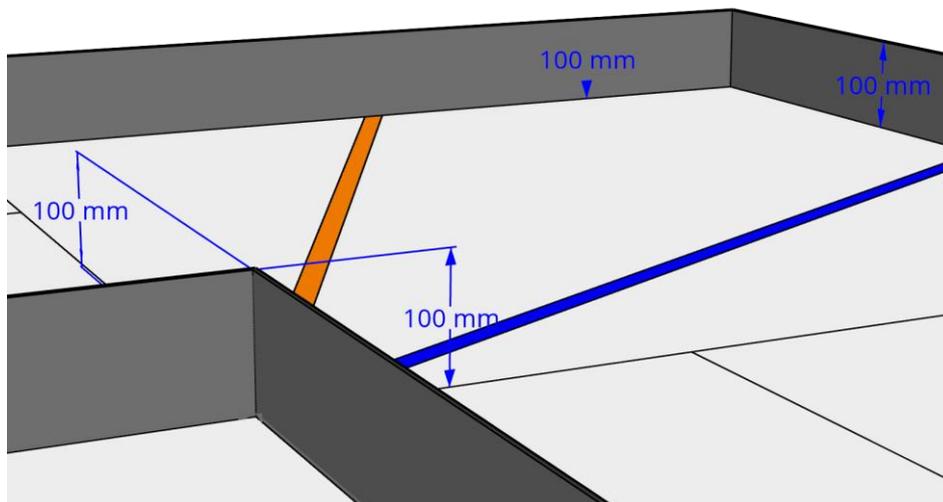


Figura 10: Altura de los muros exteriores e interiores

- 13.6. El color exterior de las paredes interiores es negro. El color interior de las paredes es negro. El color del borde superior de las paredes es negro.
- 13.7. No se define el espesor de las paredes exteriores e interiores.
- 13.8. La distancia entre paredes exteriores e interiores depende del tipo de ronda y se especifica en la sección Alternativas de juego.
- 13.9. En la vía hay líneas naranjas y azules. El grosor de las líneas es de 20 mm. El color de las líneas naranjas es CMYK (0, 60, 100, 0).
El color de las líneas azules es CMYK (100, 80, 0, 0).
- 13.10. En el campo hay líneas discontinuas de 1 mm de grosor para delimitar las zonas de salida de los vehículos. El color de las líneas discontinuas es CMYK (0 0 0 30).
- 13.11. El tamaño de cada zona de salida es de 200 x 500 mm.
- 13.12. Hay cuadrados para identificar los lugares donde podrían ubicarse las señales de tráfico. El grosor de la línea del asiento de la señal de tráfico es de 1 mm, y el color de la línea es CMYK (0 0 0 30).

13.18. Aunque los organizadores harán todo lo posible para que los colores del tapete y de los objetos del campo se ajusten lo más posible a la especificación CMYK, pueden aparecer diferencias. Los equipos tendrán la oportunidad de calibrar y ajustar sus vehículos a los colores de la pizarra y los objetos de campo durante las rondas de pruebas.

Señales de tráfico

13.19. Cada señal de tráfico es un paralelepípedo rectangular de dimensiones 50x50x100 mm.

13.20. Dependiendo del proceso de aleatorización antes de cada ronda podría haber hasta 7 paralelepípedos rojos y hasta 7 paralelepípedos verdes.

13.21. El color de las señales de tráfico rojas es RGB (238, 39, 55).

13.22. El color de las señales de tráfico verdes es RGB (68, 214, 44).

13.23. No se define el material de la señal de tráfico.

13.24. El peso de la señal de tráfico no está definido.

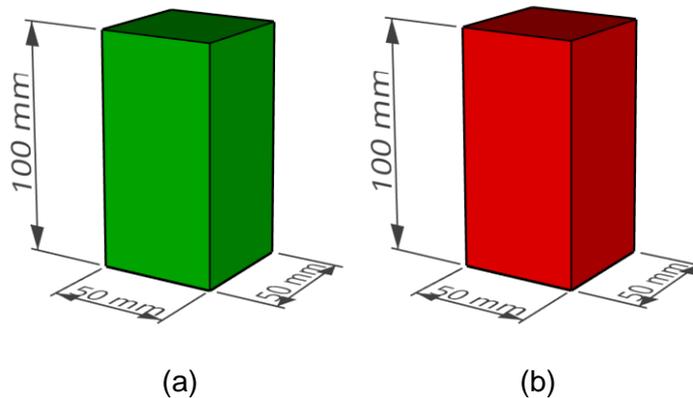


Figura 12: Dimensiones de las señales de tráfico

Limitaciones del aparcamiento / Estacionamiento

- 13.25. Cada limitación de aparcamiento es un paralelepípedo rectangular de dimensiones 200x20x100 mm.
- 13.26. Un estacionamiento con dos limitaciones de estacionamiento se encuentra en cada ronda de desafío de obstáculos colocados en el pista de competencia.
- 13.27. El color de la limitación del aparcamiento es magenta / RGB (255, 0, 255).
- 13.28. No se define el material de la señal de tráfico.
- 13.29. El peso de la señal de tráfico no está definido.

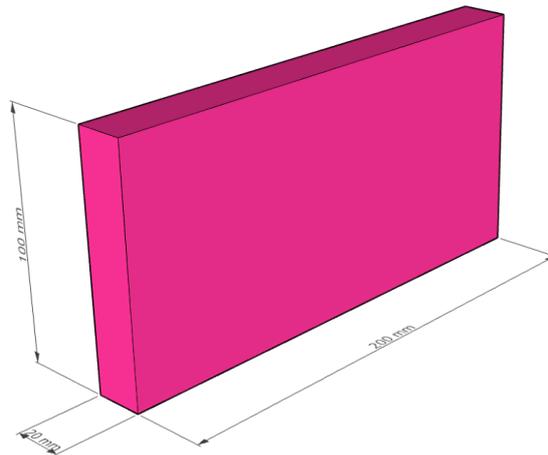


Figura 13: Dimensiones de las limitaciones del aparcamiento

14. Glosario

Hora de control / revisión	Durante el tiempo de control / revision, el juez observará el vehículo y comprobará las medidas (por ejemplo, con un cubo o una regla plegable) y otros requisitos técnicos. Es necesario realizar una comprobación antes de cada ronda.
Entrenador / Tutor	Una persona que asiste a un equipo en el proceso para aprender diferentes aspectos de robótica, trabajo en equipo, resolución de problemas, gestión del tiempo, etc. El papel del entrenador no es ganar la competición para el equipo, sino enseñarles y guiarles en la identificación de problemas y en el descubrimiento de formas de resolver el reto de la competición.
Organizador del concurso	El organizador de la competición es la entidad que acoge la competición que visita un equipo. Puede ser una escuela local, el organizador nacional de un país que organice la final nacional o un país anfitrión de la WRO junto con la asociación WRO que organice la final internacional de la WRO.
Concurso	Hay dos tipos de rondas en la competición: la clasificatoria y la final. Los equipos con mejores resultados tras las rondas clasificatorias participan en las rondas finales.
Campo de juego	Zona por la que debe circular el vehículo. El área puede contener objetos con los que el vehículo debe interactuar según los requisitos de la competición.
Repositorio de GitHub	Un almacén para los códigos fuente de los programas gestionados con el sistema de control de versiones Git. El almacenamiento lo proporciona el servicio GitHub (https://github.com/)
Ronda de evaluacion	Un equipo dirige un vehículo autónomo para completar la tarea del reto. La puntuación del desafío se basa en la cantidad de vueltas que da el vehículo en el campo de juego.
Tiempo de práctica	Durante el tiempo de prácticas, el equipo puede probar el vehículo sobre el terreno y modificar aspectos mecánicos o la codificación del vehículo. La calibración está permitida durante el tiempo de práctica.
Equipo	En este documento la palabra equipo incluye a los 2-3 participantes (estudiantes) de un equipo, no al entrenador que sólo debe apoyar al equipo.
Programa de control del vehículo	Un conjunto (o conjuntos) de instrucciones para que el microprocesador/microcontrolador del vehículo lea los valores de los sensores y analice esta información y el estado previo del vehículo para así proporcionar órdenes a los motores del vehículo para resolver el reto.

Motor de Conducción	Los motores conectados a los ejes que están conectados a las ruedas. Estos motores mueven el vehículo hacia delante o hacia atrás.
Motor de Dirección	El motor que dirige el vehículo hacia la izquierda o hacia la derecha.
WRO	En este documento, WRO son las siglas de World Robot Olympiad Association Ltd., la organización sin ánimo de lucro que gestiona la WRO en todo el mundo y que prepara todos los documentos del juego y las reglas.
Dirección de conducción	La dirección en la que debe moverse el vehículo durante los desafíos. Esto se determina a través de la aleatorización.

Apéndice A: Esquemas explicativos

1. Significado de una señal de tráfico movida o derribada

En los esquemas que figuran a continuación, las señales de tráfico se consideran:

- (a) - no se ha movido
- (b) - movido
- (c) - desplazado, pero no provoca el paro del asalto
- (d) - derribado, pero no provoca el paro del asalto
- (e) - desplazado y provoca el paro del asalto
- (f) - derribado y causa el paro del asalto

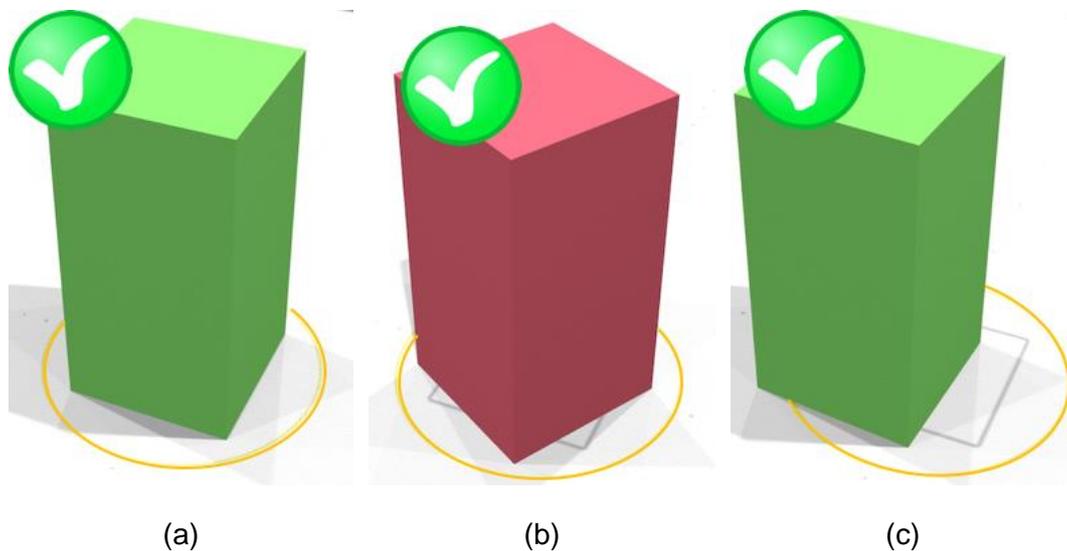


Figura 14:

- a) posición inicial de la señal de tráfico al inicio de la ronda**
- b) la señal de tráfico no está en el asiento, pero sigue dentro del círculo**
- c) la señal de tráfico está parcialmente fuera del círculo y se considera desplazada**

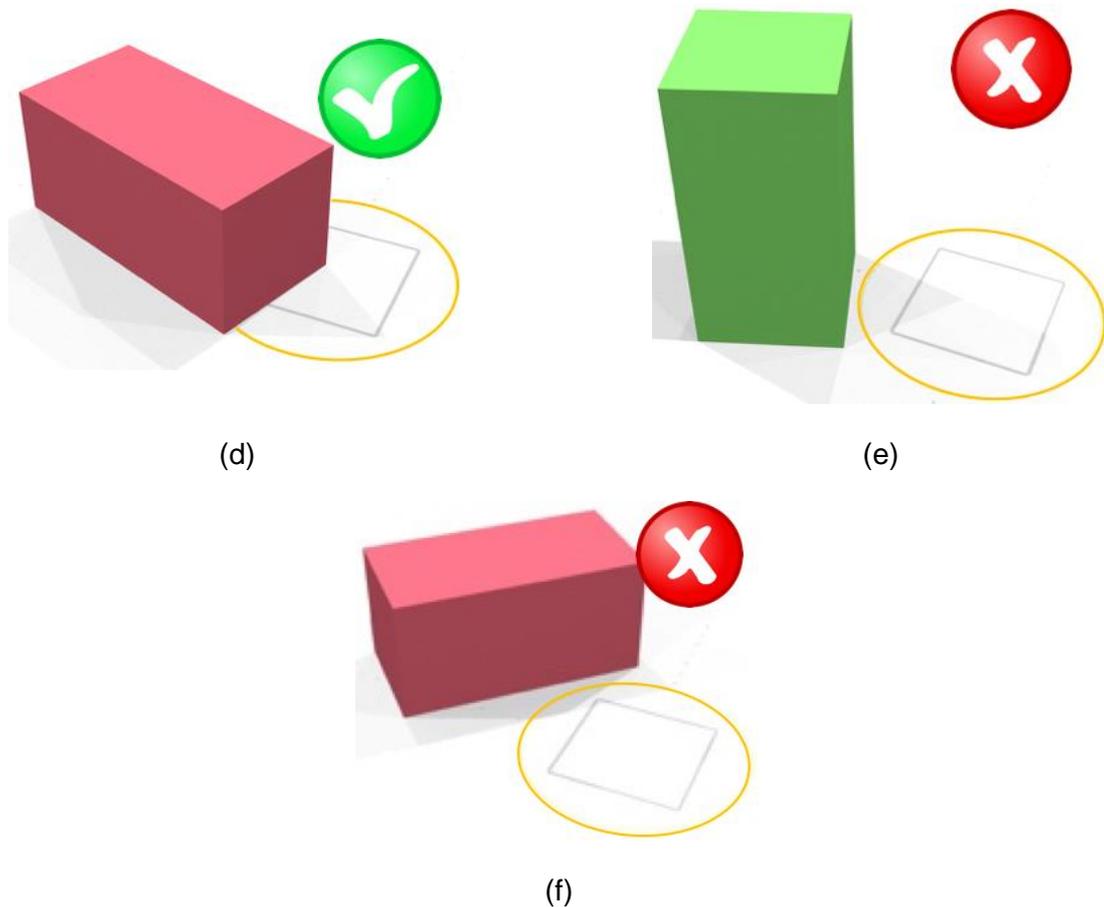


Figura 15:

- d) la señal de tráfico derribada queda parcialmente fuera del círculo**
- e) la señal de tráfico se desplaza completamente fuera del círculo**
- f) la señal de tráfico derribada queda completamente fuera del círculo**

2. Condiciones para obtener puntos por terminar en la sección de salida

Para identificar si el vehículo ha terminado dentro de la sección de arranque o no, se utiliza la proyección del vehículo sobre el tapete después del punto muerto. Si alguna parte de la proyección está fuera de una sección recta donde se encuentra la zona de salida, el vehículo se considera fuera de la sección de salida.

La consideración de si el vehículo está o no dentro de la zona de arranque sólo es posible si el vehículo se ha detenido y no se ha movido durante al menos 30 segundos.

La zona de salida en los esquemas de abajo está marcada por el color verde.

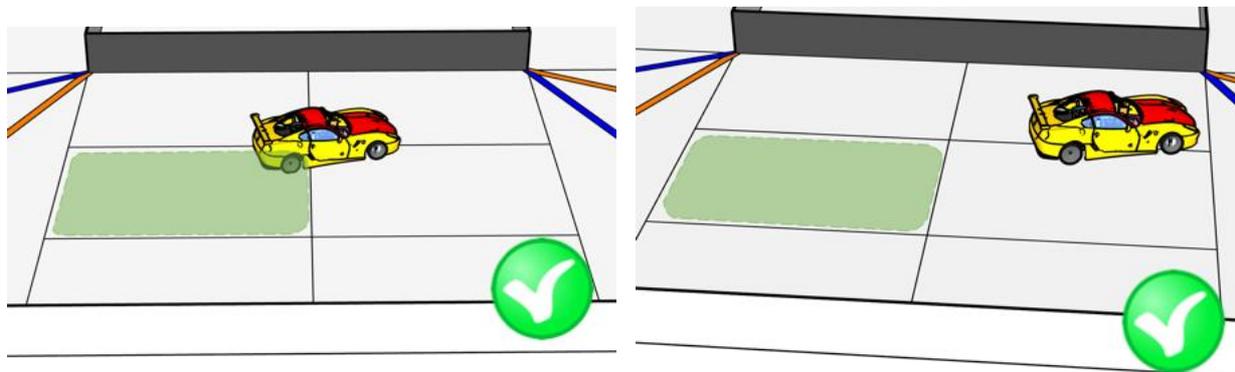


Figura 16: El vehículo completamente terminado en la sección de salida

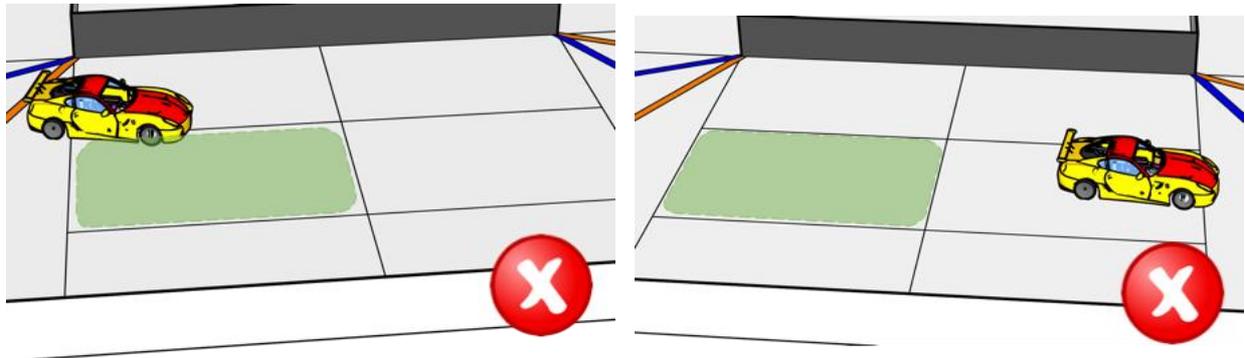
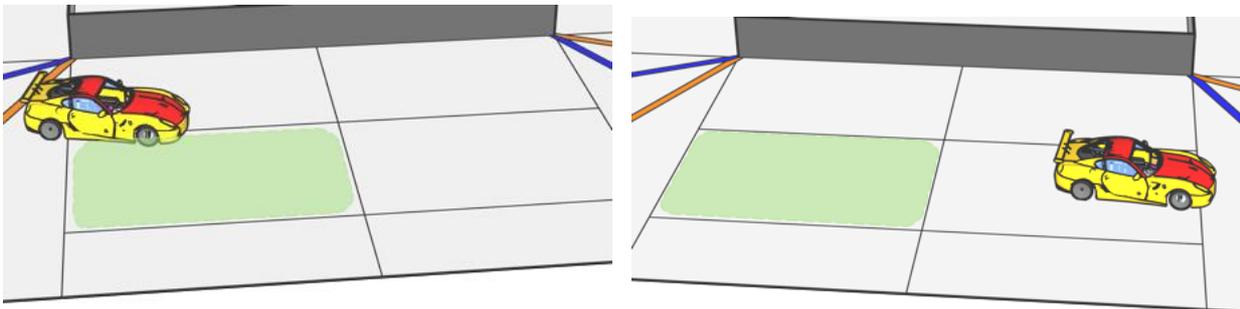


Figura 17: El vehículo terminado fuera de la sección de salida

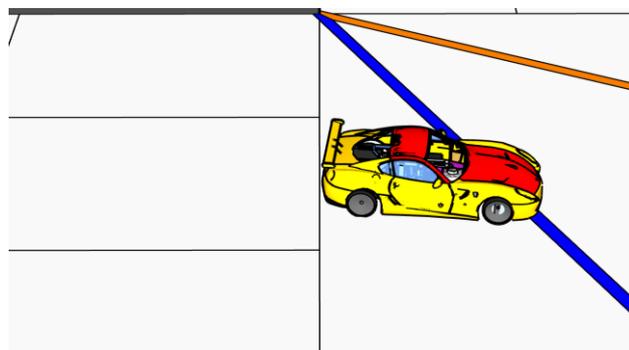
3. Pasar la sección de salida después de tres vueltas

Los jueces darán por terminada la ronda en cuanto el vehículo pase por la sección de salida después de dar tres vueltas.

Una vez completadas las tres vueltas, es posible pasar a las siguientes fases:



(a) el vehículo se dirige a la sección de salida (b) el vehículo sale de la sección de arranque

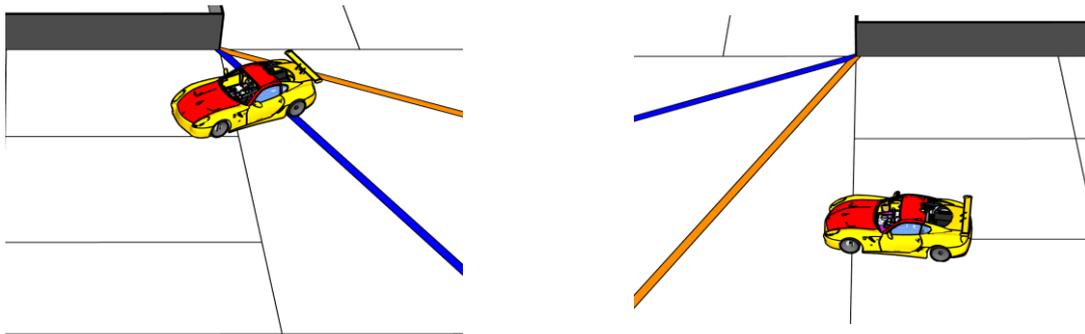


(c) el vehículo ha superado la sección de arranque

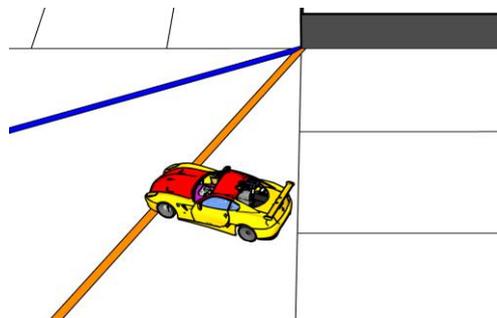
Figura18: Fases del paso de la zona de salida por el vehículo en movimiento CCW

Si el vehículo sigue en movimiento, el juez no detendrá el tiempo en las fases (a) y (b). Pero tan pronto como el vehículo esté completamente en la zona de la esquina, la fase (c), la ronda terminará.

Lo mismo ocurre si el sentido de la marcha es el de las agujas del reloj.



(a) el vehículo se dirige a la zona de salida (b) el vehículo circula fuera de la zona de salida



(c) el vehículo ha rebasado la zona de salida

Figura 19: Fases del paso por la zona de salida del vehículo en el sentido de las agujas del reloj

4. Conducir en sentido contrario

Durante la ronda, el vehículo puede circular en la dirección opuesta a la dirección de la ronda sólo en dos secciones: la sección en la que se cambió la dirección y la sección vecina.

Consideremos varios casos:

Caso 1: el vehículo inicia la marcha en sentido contrario y se detiene completamente en el tramo colindante

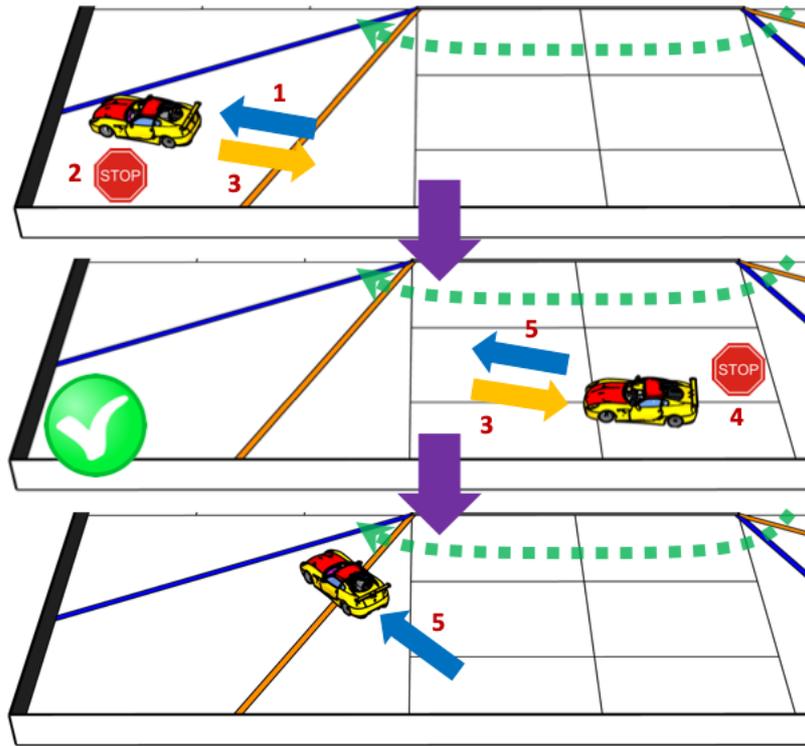


Figura 20: Conducción permitida en sentido contrario a la sección de esquina

En la figura anterior, el sentido de circulación es el de las agujas del reloj (representado por la flecha verde punteada cerca de la pared):

- fase 1: el vehículo llegó a la sección de la esquina
- fase 2: se detiene
- fase 3: inicia el regreso
- fase 4: el vehículo se detuvo en el tramo recto sin cruzar el límite del tramo con el tramo siguiente
- fase 5: continúa la marcha en el sentido de la ronda.

Esta maniobra está permitida.

Caso 2: el vehículo inicia la marcha en sentido contrario y se detiene en la línea que separa dos tramos

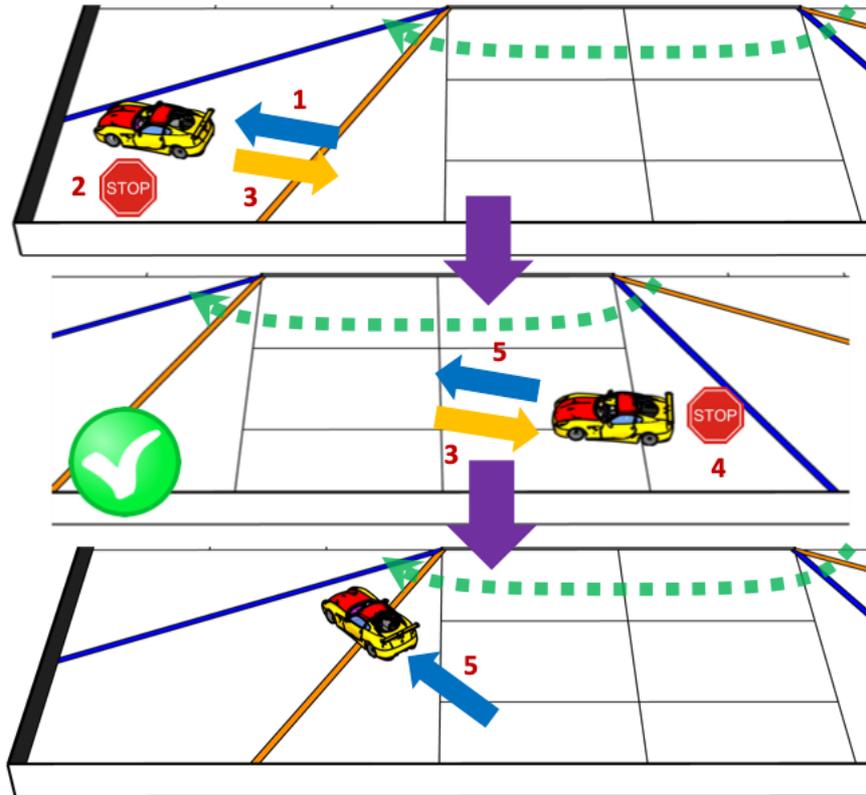


Figura 21: Permiso para detenerse en el límite entre el tramo siguiente y el tramo posterior mientras se circula en sentido contrario

En la figura anterior, el sentido de circulación es el de las agujas del reloj (representado por la flecha verde punteada cerca de la pared):

- fase 1: el vehículo llegó a la sección de la esquina
- fase 2: se detiene
- fase 3: comienza a retroceder
- fase 4: el vehículo se detuvo en el límite entre la sección siguiente y la sección
- fase 5: continúa la marcha en sentido circular.

Esta secuencia de movimientos también está permitida.

Caso 3: el vehículo inicia la marcha en sentido contrario y se desplaza completamente fuera del tramo colindante

Si el vehículo sobrepasa el límite entre la sección vecina y la sección que le sigue, la ronda se detendrá.

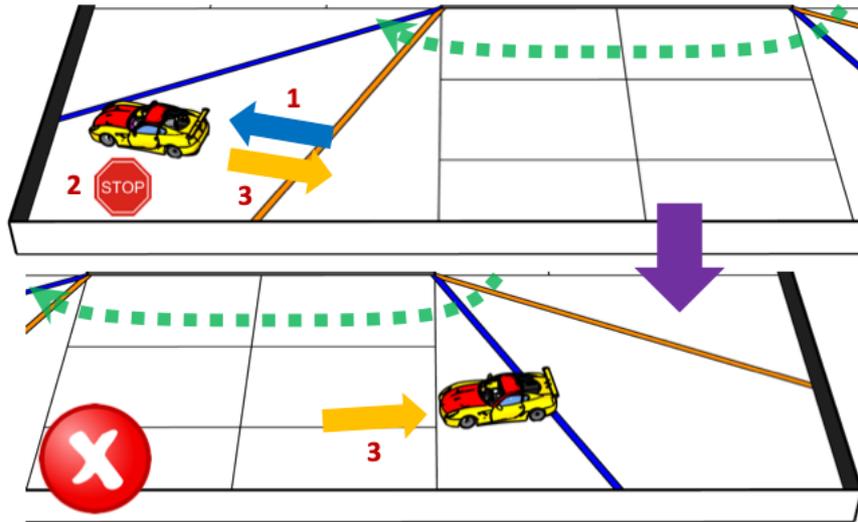


Figura 22: No está permitido desplazarse completamente fuera de la sección vecina mientras se circula en sentido contrario

En la figura de arriba:

- fase 1: el vehículo se desplaza inicialmente en el sentido de la marcha, que es el de las agujas del reloj (representado por la flecha verde punteada cerca de la pared)
- fase 2: se detiene
- fase 3: comienza a circular en sentido contrario y cruza dos tramos como, por lo que queda completamente fuera del tramo vecino.

Caso 4: el vehículo cambió de dirección en el límite entre dos tramos

Si el vehículo cambia de dirección cuando su proyección sobre el campo cruza la línea que separa dos secciones, se considera que la sección delantera es la primera en determinar la sección más alejada a la que se permite circular en dirección contraria.

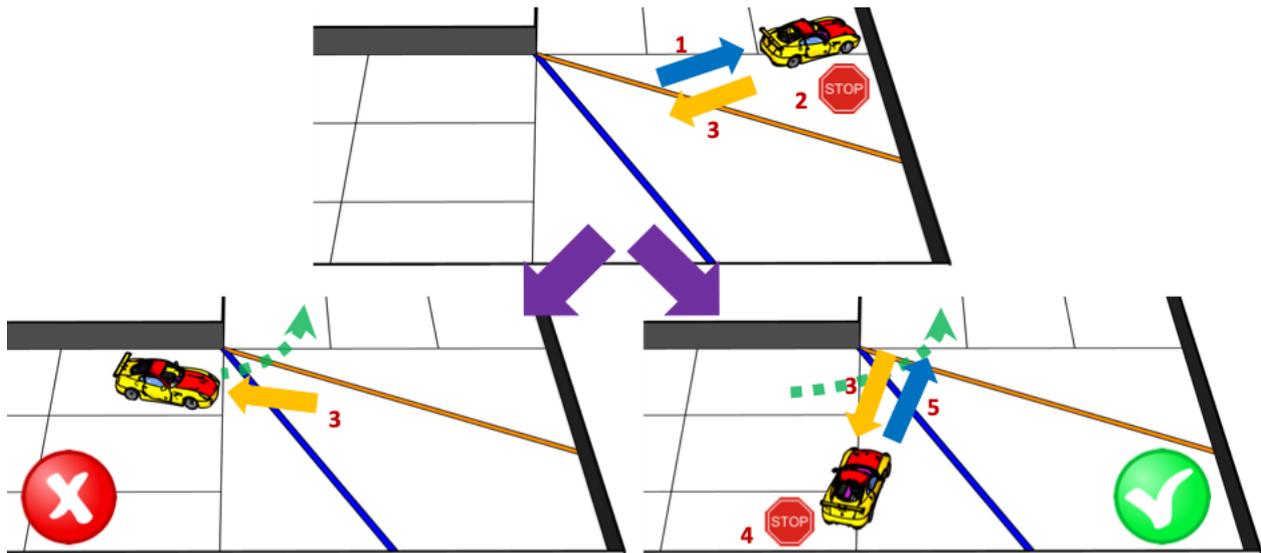


Figura 23: El tramo más alejado para circular en sentido contrario cuando el vehículo se detuvo parcialmente en el tramo

En la parte izquierda de la figura anterior se considera el final del siguiente escenario:

- fase 1: el vehículo circuló inicialmente por la vía en sentido contrario a las agujas del reloj (reflejado por la flecha verde punteada cerca del muro)
- fase 2: se detuvo en la línea entre dos secciones - la sección delantera en el sentido de la marcha circular se considera la sección en la que se cambió de dirección
- fase 3: continúa conduciendo en dirección opuesta y pasa completamente la sección vecina a la sección en la que se cambió la dirección.

Este comportamiento conllevará la interrupción inmediata de la ronda.

Se considera el escenario en el que continúa la ronda:

- fase 1: el vehículo circuló inicialmente por la vía en sentido contrario a las agujas del reloj (reflejado por la flecha verde punteada cerca del muro)
- fase 2: se detiene en la línea entre dos secciones - la sección delantera en el sentido de marcha circular se considera como la sección en la que se cambió la dirección
- fase 3: cambia de dirección y comienza a moverse en sentido contrario
- fase 4: el vehículo se detiene en el límite de dos secciones
- fase 5: continúa la marcha en sentido antihorario

Como la proyección del vehículo sigue estando parcialmente en la sección vecina, la ronda no se detiene.

Caso 5: cambiar varias veces de dirección

Se permite al vehículo cambiar de dirección varias veces, pero el tramo más lejano para conducir en sentido contrario se considera en función del tramo más cercano a la meta donde se cambió de dirección la primera vez:

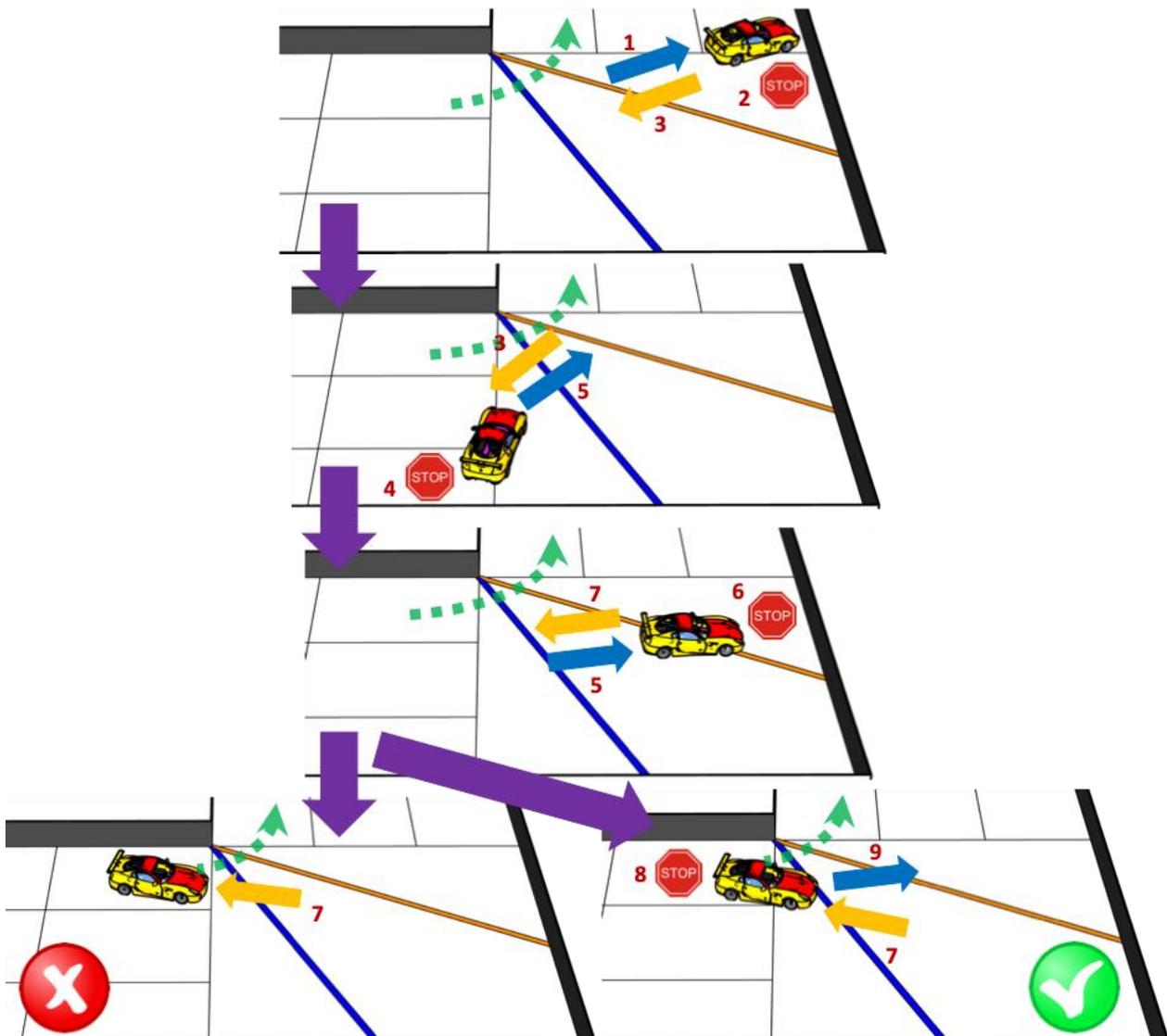


Figura 24: Posibilidad de cambiar varias veces de dirección en función del tramo más próximo a la meta

La figura anterior permite considerar diferentes resultados para el caso en que el vehículo cambie de dirección varias veces:

- fase 1: el vehículo atravesó inicialmente la vía en sentido contrario a las agujas del reloj (reflejado por la flecha verde punteada cerca del muro)
- fase 2: se detuvo en la línea entre dos secciones - la sección delantera en el sentido de la marcha redonda se considera la sección en la que se cambió de dirección
- fase 3: cambió la dirección y empezó a moverse en sentido contrario
- fase 4 y 5: el vehículo se detuvo en la sección vecina - junto a la sección en la que se cambió inicialmente la dirección y luego continuó moviéndose en la dirección correcta

- fase 6 y 7: el vehículo cambió de dirección una vez más, pero esto no se tiene en cuenta ya que la sección anterior en la que se cambió de dirección a la contraria está más cerca de la meta
- si el vehículo se sale completamente de la sección vecina, la conducción en sentido contrario se detendrá (el lado izquierdo de la figura)
- si sólo una parte del saliente del vehículo se encuentra en la sección contigua a la sección vecina, esto no se considerará motivo para detener la ronda (lado derecho de la figura)

Caso 6: Conducir de atrás hacia delante

Sugerencia: Se ha suprimido el antiguo caso 6 "rebasar una señal de tráfico en sentido contrario".

La conducción de atrás hacia adelante está permitida si el vehículo se desplaza en el sentido de la marcha circular.

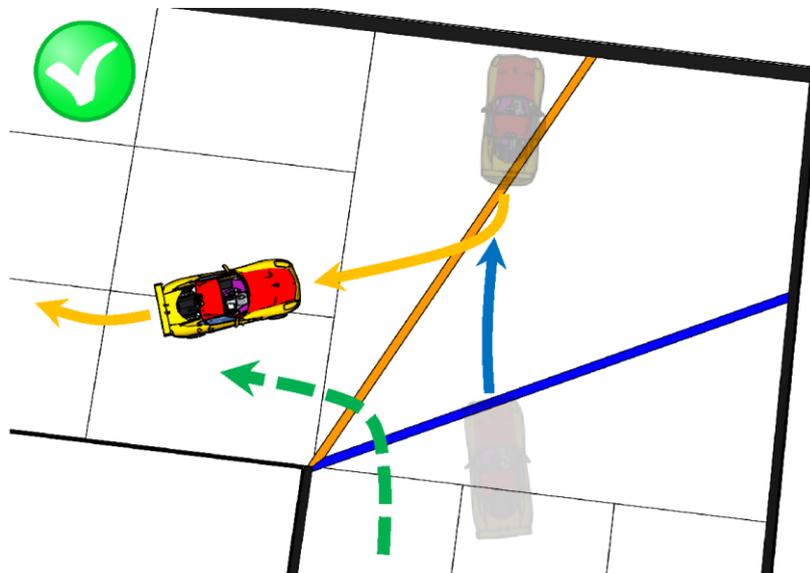


Figura 25: Conducción de atrás hacia delante en sentido circular

En este sentido, las normas para pasar las señales de tráfico se aplican al vehículo de la misma manera - el pilar rojo debe pasarse por la derecha; el pilar verde debe pasarse por la izquierda.

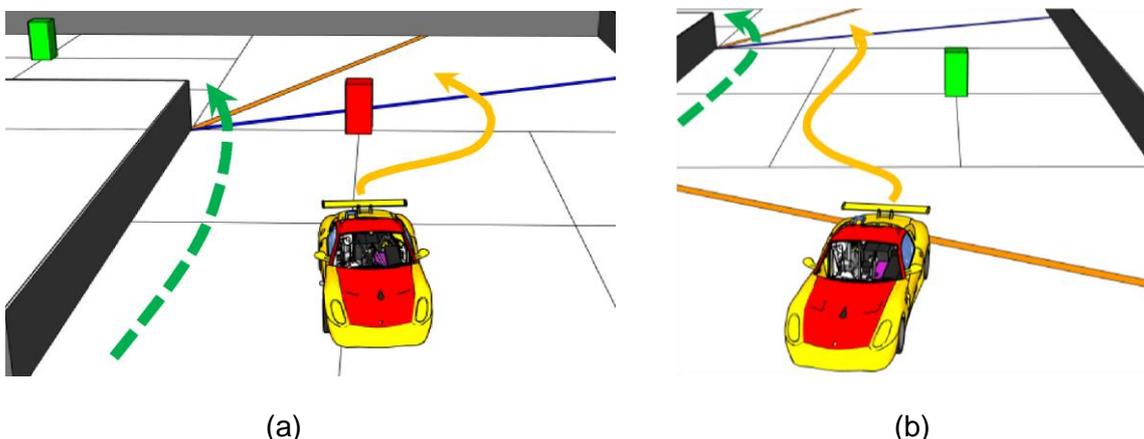


Figura 26: Las reglas para pasar las señales de tráfico mientras se conduce de atrás hacia adelante

5. Rebasar las señales de tráfico por el lado incorrecto

Aunque no está permitido rebasar las señales de tráfico por el lado incorrecto, existe un umbral que puede ser utilizado por el vehículo para reconocer el estado de avería y corregir el comportamiento.

Si el vehículo comenzó a pasar la señal de tráfico de forma indebida el tiempo no se detendrá si el vehículo no pasa completamente la línea que va desde la pared interior a la pared exterior (después, - radio) y donde se encuentra la señal de tráfico.

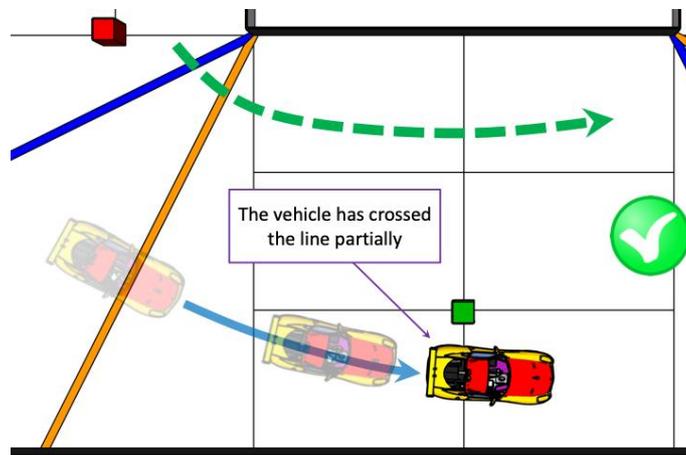


Figura 27: El vehículo no rebasa el radio cuando circula por la derecha del pilar verde

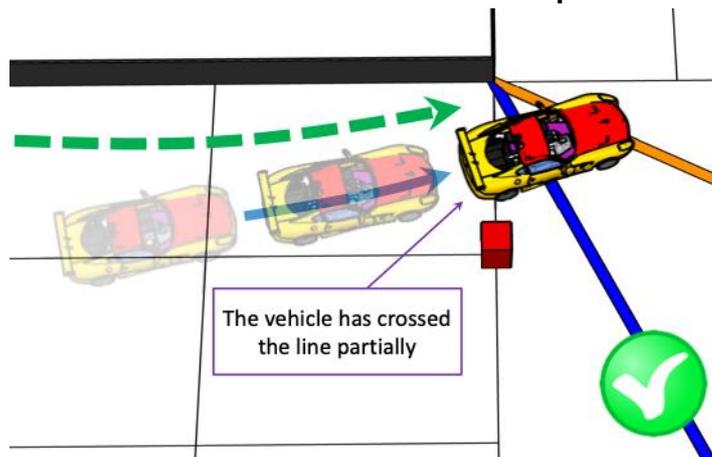


Figura 28: El vehículo no rebasa el radio cuando circula por la derecha del pilar rojo

En cuanto el vehículo haya cruzado completamente el radio, los jueces detendrán la ronda.

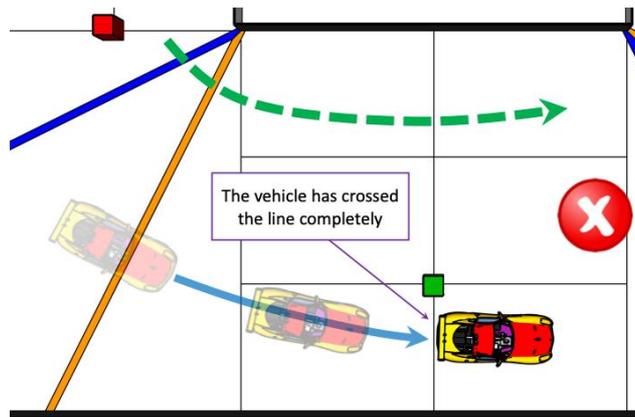


Figura 29: El vehículo cruza completamente el radio por el lado derecho del pilar verde

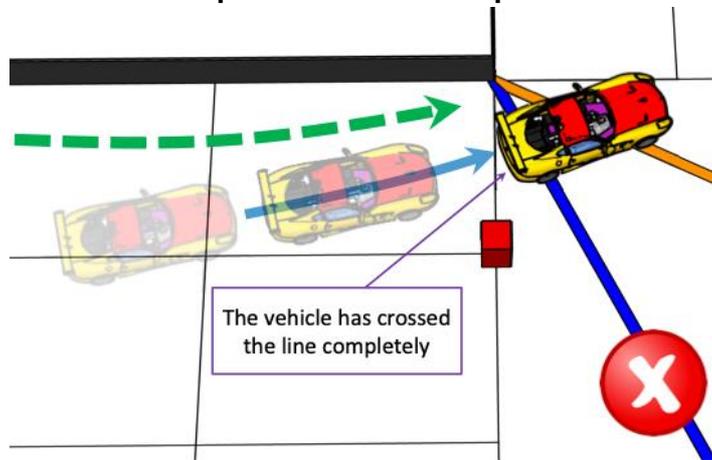


Figura 30: El vehículo cruza completamente el radio por el lado izquierdo del pilar rojo

Lo mismo ocurre cuando el vehículo se desplaza de atrás hacia delante en el sentido de la marcha.

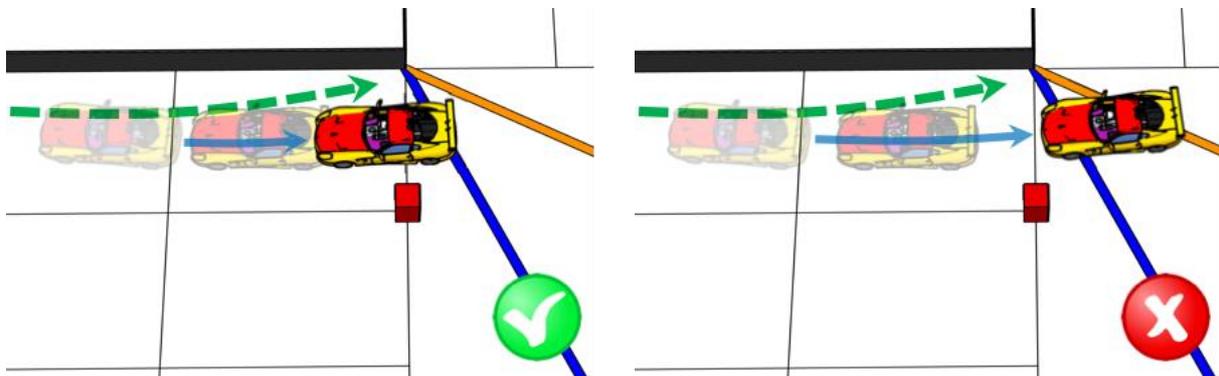
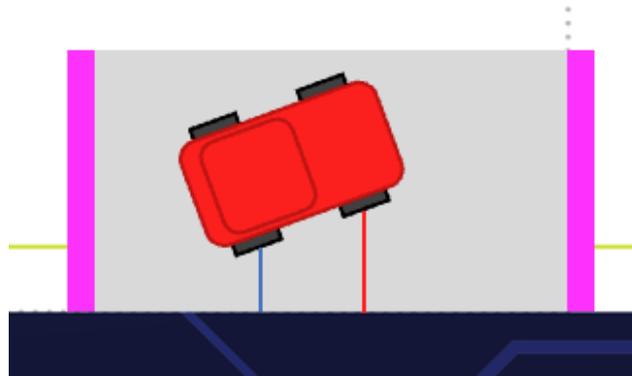
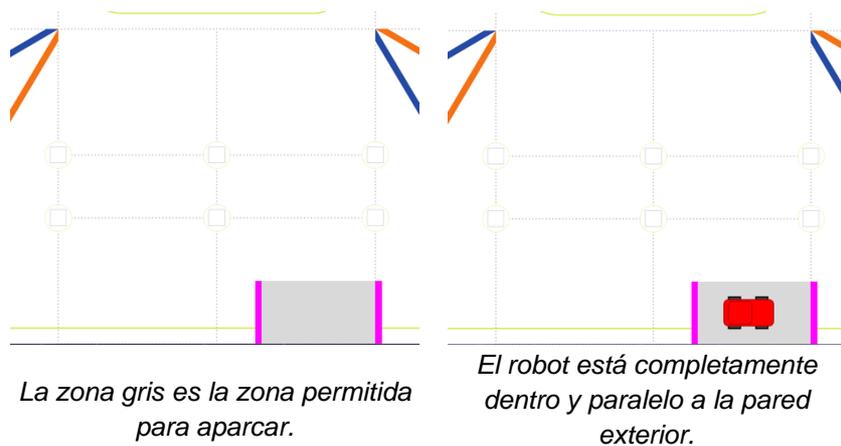


Figura 31: El vehículo rebasa el radio circulando de atrás hacia delante

En el desafío de obstáculos sólo hay que respetar las señales de tráfico en las tres vueltas oficiales. En el recorrido posterior hasta el aparcamiento, pueden saltarse a la derecha o a la izquierda, según se desee. Sin embargo, no está permitido desplazarlas.

6. Estacionamiento en el aparcamiento

Se considera que un robot está totalmente aparcado, cuando la proyección del robot sobre el tapete está totalmente dentro del rectángulo entre los dos marcadores del aparcamiento (marcados en gris en las imágenes) y el robot está aparcado en paralelo a la pared del campo de juego. Se considera que el robot está en paralelo si las distancias entre las dos ruedas de un lado y la pared no difieren en más de 2 cm.



Si no está claro si el robot se ha estacionado en paralelo, se mide la distancia entre las ruedas de un lado y la pared. Para las mediciones se utilizarán las dos ruedas motrices principales. Si la diferencia entre ambas distancias es superior a 2 cm, se considera que el robot no está estacionado en paralelo.

Figura 32: Situaciones de aparcamiento completo

Se considera que el robot está parcialmente aparcado, cuando la proyección del robot sobre el tapete está **sólo** parcialmente dentro del aparcamiento.

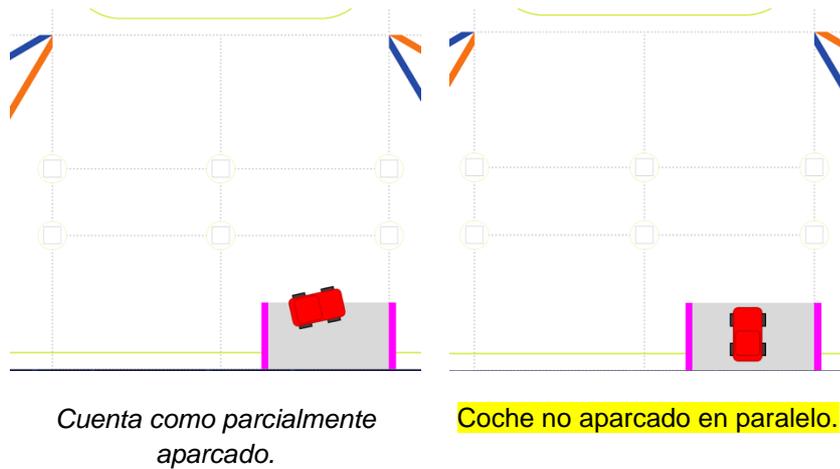


Figura 33: Situaciones de aparcamiento parcial

Las limitaciones del aparcamiento no pueden ser tocadas por el robot. Cuando se tocan, el robot se detiene y no se pueden anotar puntos por el aparcamiento.

Apéndice B: Campo de juego para las finales nacionales/regionales

La principal diferencia en la preparación del terreno de juego para las finales nacionales/regionales con respecto a la final internacional es cómo construir el muro interior, ya que la configuración del muro depende de la aleatorización que se produce antes de cada ronda de clasificación.

A continuación se presenta la recomendación que puede utilizarse para preparar segmentos de la pared interior.

En primer lugar, esta recomendación parte del supuesto de que el material de la pared interior es madera/tablero de partículas/MDF. Entonces, la pared consta de cuatro partes: dos segmentos largos y dos segmentos cortos y el grosor de cada segmento es el mismo. Estos segmentos se fijan entre sí mediante: “tornillos confirmat” o “tornillos de cúpula” y tuercas de inserción.

La altura de los segmentos es de 100 mm. El color de los segmentos es negro.

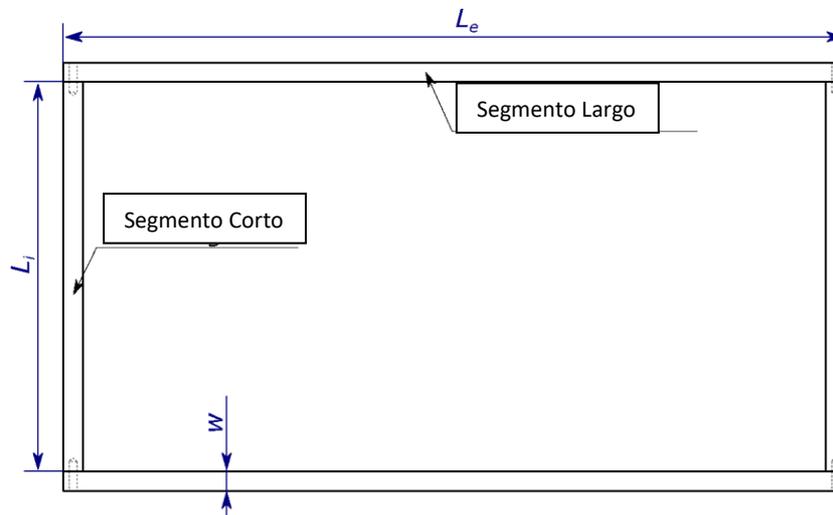


Figura 34: Esquema de los segmentos utilizados para la pared interior

Por lo tanto, se podrían conseguir todas las configuraciones posibles de la pared interior si se preparan los siguientes conjuntos de segmentos:

Segmentos Largos (L_e)	Segmentos Cortos (L_i)
2 segmentos por 1000 mm	2 segmentos por $(1000 - 2w)$ mm
2 segmentos por 1400 mm	2 segmentos por $(1400 - 2w)$ mm
2 segmentos por 1800 mm	2 segmentos por $(1800 - 2w)$ mm
	donde “w” es el grosor de un segmento

Por ejemplo, si el grosor del segmento es de 17 mm, las longitudes de los segmentos cortos serán de 966 mm, 1366 mm y 1766 mm.

Tras la aleatorización previa a una ronda, la combinación correspondiente de segmentos se fija entre sí mediante tornillos y se sitúa en el campo. Para que la construcción sea más difícil de mover por el vehículo, se puede colocar algún peso en la parte interior de las esquinas del muro.

Apéndice C: Evaluación de la revista de ingeniería

Para evaluar el diario técnico y la documentación del vehículo se utilizarán las siguientes directrices. A continuación, figura la lista de elementos de puntuación y los criterios para cada uno de ellos:

	Área de puntuación	Puntuación máxima
1.	Gestión de la movilidad	4
2.	Gestión de la potencia y los sentidos	4
3.	Gestión de obstáculos	4
4.	Fotos - Equipo y vehículo	4
5.	Vídeos de rendimiento	4
6.	Utilización de GitHub	4
7.	Factor de ingeniería	4
8.	Impresión general del juez	2
	Puntuación total	30

El proceso para realizar la evaluación de la documentación del vehículo podría ser el siguiente:

1. Hay al menos tres jueces que evaluarán la documentación.
2. Cada juez se familiariza con la documentación del vehículo y proporciona su evaluación para cada elemento de puntuación según los criterios descritos. El juez no puede saltarse ningún punto de puntuación. Ninguna discusión entre jueces es permitida en este momento. La evaluación del elemento se basa en la comprensión de los criterios por parte del juez y su sensación sobre cómo se reflejan los criterios correspondientes en la documentación - no se trata de una comparación de los materiales de documentación proporcionados por varios equipos entre sí.
3. El valor medio de cada elemento de puntuación se calcula a partir de las notas de los jueces.
4. La suma de todos los elementos de puntuación promediados es el total de la documentación del vehículo para cualquier equipo en particular.

Explicación de la escala de la rúbrica

No se aportan pruebas ni se debate	Nada previsto
Inadecuado	Muy poca información o la información facilitada no se entiende.
Necesita mejorar	Se facilita información suficiente, pero está claro que el esfuerzo no puede duplicarse.
Cumple las expectativas	A partir de la información facilitada, se puede realizar sin esfuerzo una duplicación exacta por otro equipo
Supera las expectativas	No sólo se puede hacer una duplicación exacta a

partir de la información facilitada, sino que también se proporciona información sobre mejoras.

Rúbrica para evaluar la documentación de ingeniería

1	Gestión de la movilidad	
	El debate sobre la gestión de la movilidad debe abarcar cómo se gestionan los movimientos de vehículos. Qué motores se seleccionan, cómo se seleccionan y cómo se implementan. Se puede ofrecer un breve debate sobre el diseño/selección del chasis del vehículo, así como sobre el montaje de todos los componentes en el chasis/estructura del vehículo. El debate puede incluir principios de ingeniería como el uso de la velocidad, el par, la potencia, etc. Pueden proporcionarse instrucciones de construcción o montaje junto con archivos CAD en 3D para imprimir piezas en 3D.	
	No se aportan pruebas ni se debate	0
	Inadecuado	1
	Necesita mejorar.	2
	Cumple las expectativas.	3
	Supera las expectativas	4

2	Gestión de la potencia y los sentidos	
	El debate sobre la gestión de la energía y los sensores debe abarcar la fuente de energía para el vehículo, así como los sensores necesarios para proporcionar al vehículo la información necesaria para superar los diferentes retos. El debate puede incluir las razones para seleccionar varios sensores y cómo se utilizan en el vehículo junto con el consumo de energía. La discusión podría incluir un diagrama de cableado con la lista de materiales para el vehículo que incluya todos los aspectos de los diagramas de cableado profesionales.	
	No se aportan pruebas ni se debate	0
	Inadecuado	1
	Necesita mejorar.	2
	Cumple las expectativas.	3
	Supera las expectativas	4

Información de soporte para diagramas de cableado:

1. <https://www.edrawsoft.com/wiring-diagram.html>
2. <https://www.smartdraw.com/wiring-diagram/>
3. <https://www.doityourself.com/stry/3-different-types-of-electrical-wiring-diagrams-explained>
4. <https://www.allaboutcircuits.com/projects/build-your-own-robot-design-and-schematic/>

3	Gestión de obstáculos	
	El debate sobre la gestión de obstáculos debe incluir la estrategia para que el vehículo sortee la carrera de obstáculos en todos los desafíos. Puede incluir diagramas de flujo, pseudocódigo y código fuente con comentarios detallados.	
	No se proporciona código fuente ni debate	0
	Inadecuado	1
	Necesita mejorar.	2

	Cumple las expectativas.	3
	Supera las expectativas	4

4	Fotos - Equipo y vehículo	
	Deben facilitarse fotografías del equipo y del robot. Las fotos del robot deben cubrir todos los lados del robot, deben ser claras, estar enfocadas y mostrar aspectos de la movilidad, la potencia y el sentido, y la gestión de obstáculos. En las secciones de discusión 1, 2 y 3 se puede hacer referencia a estas fotos. La foto del equipo es necesaria para que los jueces relacionen e identifiquen al equipo durante las competiciones locales e internacionales.	
	No se facilitan fotos del equipo ni del vehículo	0
	Inadecuado	1
	Necesita mejorar.	2
	Cumple las expectativas.	3
	Supera las expectativas	4

5	Performance videos	
	Los vídeos de rendimiento deben demostrar el rendimiento del vehículo de principio a fin para cada desafío. Los vídeos pueden incluir comentarios, títulos o animaciones. El vídeo también puede incluir aspectos de las secciones 1, 2 o 3.	
	No se aportan pruebas de vídeo	0
	Inadecuado	1
	Necesita mejorar.	2
	Cumple las expectativas.	3
	Supera las expectativas	4

6	Utilización de GitHub	
	Git y GitHub están disponibles para la gestión de proyectos de código abierto y el control de versiones de archivos. Como parte del proceso de diseño y desarrollo, los equipos deben utilizar esta plataforma para documentar sus avances, codificar el desarrollo y compartir archivos. Para juzgar la plataforma se tendrá en cuenta lo completa que es la información proporcionada, cómo está estructurada y con qué frecuencia se han realizado commits. Los equipos pueden utilizar esta plataforma para proporcionar información adicional sobre su diseño de ingeniería y la codificación de su vehículo también.	
	No se han aportado pruebas del uso de GitHub	0
	Inadecuado	1
	Necesita mejorar.	2
	Cumple las expectativas.	3
	Supera las expectativas	4

Información de soporte para la utilización de GitHub:

1. <https://careerfoundry.com/en/blog/web-development/what-do-developers-use-github-for-heres-why-its-vital/>

2. [What is GitHub?](#)
3. <https://apiumhub.com/tech-blog-barcelona/using-github/>
4. <https://kinsta.com/knowledgebase/what-is-github/>
5. <https://en.wikipedia.org/wiki/GitHub>
6. <https://www.howtogeek.com/180167/htg-explains-what-is-github-and-what-do-geeks-use-it-for/>
7. <https://www.simplilearn.com/tutorials/git-tutorial>

7	Factor de ingeniería	
	No se aportan pruebas ni se describe el diseño.	0
	Kit de construcción modular o RC estándar "listo para usar" sin cambios en el diseño.	1
	RC estándar "Off the shelf" o kit de construcción modular con pocos cambios de diseño.	2
	RC estándar "Off the shelf" o kit de construcción modular con cambios de diseño y componentes de diseño propio añadidos por el equipo, como soportes para sensores.	3
	Diseño y fabricación propios de vehículos y componentes, con componentes eléctricos estándar, como motores y sensores.	4

8	Impresión general de los jueces	
	La información en GitHub es escasa y la comunicación sobre el diseño y la codificación de los vehículos deficiente. No se pueden duplicar los esfuerzos.	0
	La información en GitHub es una comunicación media del diseño y la codificación de los vehículos. Duplicar los esfuerzos no será fácil.	1
	La información en GitHub es una excelente comunicación del diseño y la codificación de los vehículos. Será fácil duplicar los esfuerzos.	2

Apéndice D: Conjunto mínimo de componentes electromecánicos

La lista que figura a continuación representa la lista de equipos que pueden utilizarse para las partes electromecánicas del vehículo. Se trata de una sugerencia y no de requisitos. Los equipos son libres de seguir o no estas sugerencias.

- un ordenador monoplaca: se utilizará para el tratamiento de vídeo en tiempo real, el análisis de los datos de los sensores y el envío/gestión de señales al controlador del motor.
- un microcontrolador monoplaca + un escudo de motor: esta combinación de equipos recibe señales de gestión del SBC principal y opera con los motores en consecuencia.
- una cámara gran angular
- dos sensores de distancia
- dos sensores de luz
- servomotor: controla la dirección
- Motor de corriente continua con reductor: controla la velocidad del vehículo.
- al menos un codificador: permite al vehículo medir la velocidad angular de un motor de corriente continua
- IMU (unidad de medición inercial) - suele ser una combinación de giroscopio y acelerómetro: puede utilizarse para mejorar la navegación del vehículo.
- dos baterías: una para SBC y SBM, otra para motores
- un estabilizador de tensión: es necesario para proporcionar una alimentación adecuada al SBC/SBM
- dos interruptores para conectar las baterías a los consumidores de energía: SBC/SBM, motores
- pulsador: puede utilizarse como gatillo para iniciar la ronda

Un ejemplo de configuración del vehículo podría ser:

- Chasis de un coche teledirigido (RC)
- El controlador principal -- Raspberry Pi 3 (<https://www.raspberrypi.org/products/raspberrypi-3-model-b-plus/>), y una tarjeta MicroSD para guardar un sistema operativo y programas.
- Módulo de cámara (<https://www.raspberrypi.org/products/camera-module-v2/>) con objetivo extra gran angular.
- El controlador de motores y sensores -- Arduino UNO (<https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3>) con un escudo para prototipos (<https://store.arduino.cc/proto-shield-rev3-uno-size>)
- Controlador de motor de CC (<https://www.robotshop.com/en/cytron-13a-5-30v-single-dc-motor-controller.html>)
- Motor de CC para accionar el vehículo (podría formar parte del chasis),
- Servomotor para la dirección (podría formar parte del chasis)
- IMU sensor (<https://www.sparkfun.com/products/13762>)
- 2 Sensor ultrasónico de distancia (<https://www.sparkfun.com/products/15569>)
- 2 Sensores de línea analógicos (<https://www.sparkfun.com/products/9453>)
- Codificador rotatorio (<https://www.sparkfun.com/products/10790>)
- Una batería USB externa con un concentrador para dividir el consumo entre Raspberry Pi y Arduino
- Batería adicional aplicable para alimentar el motor de CC (podría formar parte del chasis).