



WRO international premium partner



WRO international gold partners



NORMATIVA

FUTURE ENGINEERS

CONCURSO DE ROBÓTICA EDAD: 14-22

DESCRIPCIÓN BREVE

La World Robot Olympiad es una competición de robótica diseñada por la World Robot Olympiad Association. En España está gestionada por Fundación educaBOT, quien actúa como organizador nacional de la WRO Spain

WRO

COCHE AUTÓNOMO

NORMATIVA-FUTURE-ENGINEERS

Contenido

1	INFORMACIÓN GENERAL	3
1.1	Introducción.....	3
1.1.1	Áreas de desarrollo.....	3
1.1.2	El aprendizaje es lo más importante	4
1.1.3	Cambios relevantes respecto de la normativa de 2024	4
2	DEFINICION DE EQUIPO Y GRUPOS DE EDAD.....	4
3	RESPONSABILIDADES Y TRABAJO PROPIO DEL EQUIPO.....	4
4	DOCUMENTOS DE LOS RETOS Y JERARQUÍA DE REGLAS	6
5	DESCRIPCIÓN Y CAMPO DE JUEGO	6
6	DOCUMENTACIÓN DE INGENIERÍA	8
7	RONDAS DE DESAFÍO.....	9
7.1	Rondas de Desafío Abierto	9
7.2	Rondas de Desafío de Obstáculos.....	10
7.3	Aleatorización	10
8	REGLAS ESPECÍFICAS DEL JUEGO.....	11
8.1	Duración de las Rondas de Desafío.....	11
8.2	Configuración de Salida	11
8.3	Inicio de la Ronda.....	11
8.4	Piezas adicionales	12
8.5	Durante la Ronda	12
8.6	Fin de la ronda	13
9	PUNTUACIÓN	14
10	MATERIAL Y REGLAMENTO DEL VEHÍCULO	16
11	FORMATO Y REGLAS DE LA COMPETENCIA	17
11.1	Competición.....	17
12	MESA DE JUEGO Y EQUIPO	18
12.1	Mesa de Juego y Campo	18
12.2	Configuración de las paredes.....	19
12.3	Señales de tráfico.....	20
12.4	Limitaciones de estacionamiento	20
13	ESQUEMAS EXPLICATIVOS	20
13.1	Significado de señal de tráfico desplazada o derribada	20

13.2	Condiciones para obtener puntos por finalizar en la zona de salida.....	21
13.3	Paso de la zona de salida después de tres vueltas	22
13.4	Conducción en sentido contrario.....	23
13.4.1	Caso 1: el vehículo inició la conducción en sentido contrario y se detuvo por completo en el tramo contiguo.....	23
13.4.2	Caso 2: El vehículo inició la marcha en sentido contrario y se detuvo en la línea entre dos secciones.	24
13.4.3	Caso 3: El vehículo inició la marcha en sentido contrario y se movió completamente fuera de la sección adyacente.	24
13.4.4	Caso 4: El vehículo cambió de dirección en el límite entre dos secciones.	25
13.4.5	Caso 5: Cambio de dirección varias veces.....	25
13.4.6	Caso 6: Conducción marcha atrás (en el sentido correcto)	27
13.5	Adelantamiento de señales de tráfico por el lado incorrecto	27
13.6	Estacionamiento en la zona de aparcamiento.....	29
14	EVALUACIÓN DEL DIARIO DE INGENIERÍA.....	30
14.1	Explicación de la escala de la rúbrica.....	31
14.2	Rúbrica para evaluar la documentación de ingeniería	31
15	CONJUNTO MÍNIMO DE COMPONENTES ELECTROMECAÑICOS	35
16	CÓDIGO DE CONDUCTA	37
16.1	Comportamiento	37
16.2	faltas graves	37
16.3	Competición justa	37
16.4	Copia de diseños y/o programación	37

INTRODUCCIÓN

La robótica educativa es una plataforma maravillosa para aprender las habilidades del siglo XXI. Esforzarse por encontrar una solución a retos robóticos fomenta la innovación y desarrolla la creatividad y las habilidades de resolución de problemas en los estudiantes.

Debido a que en la robótica convergen múltiples materias curriculares, los estudiantes deben aprender y aplicar sus conocimientos de ciencia, tecnología, ingeniería, matemáticas y programación. La parte más gratificante del diseño de robots es que los estudiantes se diviertan. Deben trabajar juntos como un equipo e ir descubriendo sus propias soluciones. Los entrenadores les guían a lo largo del camino, pero deben dejar que ellos solos consigan sus propios aciertos y errores. Los estudiantes prosperan si encuentran un ambiente de apoyo y aliento de la propia responsabilidad. De esta manera el aprendizaje ocurre de manera tan natural como el respirar. Al final de una competición justa, los estudiantes deberían poder decir que lo hicieron lo mejor que pudieron, que aprendieron y que se divirtieron.

WORLD ROBOT OLYMPIAD

La World Robot Olympiad es una competición de robótica diseñada por la World Robot Olympiad Association. En España está gestionada por Fundación educaBOT, quien actúa como organizador nacional de la WRO Spain. 1.

1 INFORMACIÓN GENERAL

1.1 Introducción

En el reto Future Engineers los equipos deben centrarse en todas las partes del proceso de ingeniería, documentando su trabajo y haciendo un repositorio público de GitHub. Cada año se introducen variaciones en el reto, que cambia de temática cada 4-5 años. En el desafío del coche autónomo, un vehículo robótico debe conducir de forma autónoma en un circuito que cambia aleatoriamente en cada ronda.

1.1.1 Áreas de desarrollo

Cada reto de la WRO tiene un enfoque especial en el aprendizaje con robots. En el reto Future Engineers los estudiantes se desarrollan en las siguientes áreas:

- Utilización de visión artificial y fusión de sensores para estimar el estado del circuito y del propio vehículo.
- Desarrollo de un vehículo con hardware abierto (componentes, controladores electromecánicos...).
- Planificación de acciones y control de robots con partes móviles y cinemática avanzada.
- Desarrollo de estrategias óptimas para resolver la misión, incluida la fiabilidad en la resolución.
- Trabajo en equipo, comunicación, resolución de problemas y gestión de proyectos.

Para ayudar a los equipos que se inician en el reto, se ha creado la guía Getting Started (accesible en <https://world-robot-olympiad-association.github.io/future-engineers-gs>) que explica más sobre los requisitos del vehículo, la posible solución técnica y posibles errores.

1.1.2 El aprendizaje es lo más importante

En la WRO queremos inspirar a los participantes hacia materias relacionadas con las STEM y queremos que los estudiantes desarrollen sus habilidades a través del aprendizaje lúdico. Es por ello que los siguientes aspectos son clave:

- Los entrenadores, padres u otros adultos pueden ayudar, guiar e inspirar al equipo, pero no está permitido que construyan o programen el robot.
- Los participantes y entrenadores aceptan los Principios Rectores y el Código Ético de la WRO, los cuales ayudan a hacernos conscientes de lo que significa una competición justa y llena de aprendizaje.
- En un día de torneo, los equipos y entrenadores respetan las decisiones de los árbitros y trabajan con los otros equipos y árbitros en una competición justa.

El Código Ético de la WRO se encuentra en www.wroboto.es/wp-content/uploads/Codigo-etico-WRO.pdf.

1.1.3 Cambios relevantes respecto de la normativa de 2024

Los cambios más importantes son:

- Ampliar la edad permitida a 22 años
- Eliminar el giro en la última ronda
- Ajustar las reglas sobre el estacionamiento (en paralelo)

2 DEFINICION DE EQUIPO Y GRUPOS DE EDAD

1. Un equipo consta de 2 o 3 participantes.
2. Un equipo es guiado por un entrenador.
3. Un participante y un entrenador no se consideran un equipo y no pueden participar.
4. Un equipo sólo puede participar en un único torneo local y reto.
5. Un participante solo puede formar parte de un equipo.
6. La edad mínima para ser entrenador es de 18 años.
7. Los entrenadores pueden trabajar con más de un equipo.
8. Los participantes pueden tener de 14 a 22 años (año de nacimiento de 2003 a 2011). Dichas edades reflejan la edad que el participante cumple durante el año, no su edad en el día del torneo.

3 RESPONSABILIDADES Y TRABAJO PROPIO DEL EQUIPO

1. Un equipo debe jugar limpio y ser respetuoso con los otros equipos, entrenadores, jueces y organizadores de la competición. Al competir en la WRO, los equipos y entrenadores aceptan el Código ético de la WRO, que se puede encontrar en www.wroboto.es/wp-content/uploads/Codigo-etico-WRO.pdf. NORMATIVA – FUTURE ENGINEERS
2. Todos los miembros del equipo y el entrenador deben firmar el Código Ético de la WRO.

3. La construcción y programación del robot solo puede ser realizada por el equipo. La tarea del entrenador es acompañar al equipo y apoyarlos en caso de dudas o problemas, pero no hacer la construcción ni la programación del robot. Esto aplica tanto al día del torneo como durante la preparación.
4. Durante un torneo un equipo no tiene permitida la comunicación de ninguna manera con personas fuera del área de competición. Si la comunicación fuera necesaria, se realizará bajo la supervisión de un juez.
5. Los miembros del equipo no pueden traer y usar teléfonos móviles o cualquier otro dispositivo de comunicación en el área de competición.
6. No está permitido destruir o alterar los tableros de competición, así como materiales o los vehículos de otros equipos.
7. No está permitido participar con una solución (hardware y/o software) que sea:
 - Igual o muy similar a las soluciones vendidas o publicadas en línea, entre ellos vehículos contruidos a partir de kits modulares
 - Igual o muy similar a otra solución presente en el torneo
 - No producto del trabajo del equipo. Es decir, todo el código ha de haber sido programado directamente por el equipo. Por tanto, no se admite el uso de bloques, código, subrutinas o funciones de programación desarrollados por personas ajenas al equipo.
8. Si se sospecha el incumplimiento de las reglas 3.3 y/o 3.7, los jueces podrán entrevistar a un equipo o miembros individuales del equipo sobre el robot y/o el programa.
9. A partir de la información obtenida, los jueces pueden decidir sobre una o más de las siguientes consecuencias:
 - No permitir que el equipo participe en alguna ronda o en todo el torneo.
 - Permitir que el equipo participe, pero sin obtener puntuación.
 - Asignar el 50% de la puntuación obtenida. No calificar para un torneo de nivel superior (nacional, internacional).

Nos gustaría destacar algunas infracciones recurrentes de las reglas que han dado lugar a sanciones en competiciones anteriores. Tenga en cuenta estos puntos para evitar retrasos innecesarios en los ajustes durante la competición y evitar sanciones:

- Sistemas de tracción: Las ruedas motrices deben estar conectadas físicamente, por ejemplo, mediante una caja de engranajes. No se permite usar un motor por lado (véanse las reglas 10.3 y 10.5).
- Procedimiento de arranque: El robot debe seguir el procedimiento de arranque descrito en las reglas: un botón para encender el robot y otro para iniciar el programa. No se permiten interacciones adicionales (véanse las reglas 8.10 y 8.11).
- Repositorios de GitHub: Los repositorios de GitHub deben permanecer en línea y accesibles al público durante al menos un año después del evento. Si no se cumple este requisito, la Asociación WRO volverá a publicar el repositorio (véase el capítulo 6).
- Desarrollo independiente de robots: Los robots deben ser desarrollados independientemente por cada equipo (véase el capítulo 3). No se permite el desarrollo conjunto de robots con pequeños ajustes que los hagan parecer diferentes a simple vista. Dichos robots se clasificarán como idénticos. Esta conducta se considera engaño deliberado y constituye una violación del Código de Ética.

4 DOCUMENTOS DE LOS RETOS Y JERARQUÍA DE REGLAS

1. Cada año, la WRO Association publica nuevos documentos con las reglas para los retos y sus categorías. Estas reglas son la base para los torneos internacionales de la WRO.
2. Durante la temporada se pueden publicar en el apartado WRO Questions & Answers (accesible en <https://wro-association.org/competition/questions-answers>) respuestas que pueden aclarar, extender o redefinir reglas en los documentos inicialmente publicados.
3. Los documentos de los retos pueden ser diferentes en un país debido a adaptaciones locales a través de su organizador nacional. El presente documento define la normativa general para el reto Future Engineers de la WRO Spain y es la que se aplicará en los torneos que organice.
4. En los torneos internacionales solo es relevante la información que ha publicado la WRO Association. Los equipos que se clasifiquen para cualquier torneo internacional de la WRO deben informarse sobre las posibles diferencias con su normativa local.
5. En los torneos organizados por la WRO Spain se aplicará la siguiente jerarquía de reglas:
 - La normativa general del reto (este documento).
 - Las preguntas y respuestas (Q&A's), siempre que no contradigan directamente algún aspecto incluido en la normativa general.

Los árbitros tienen la última palabra en la interpretación y aplicación de la normativa y, por tanto, en cualquier decisión que afecte a la competición.

5 DESCRIPCIÓN Y CAMPO DE JUEGO

Los desafíos de autos autónomos de esta temporada son carreras contrarreloj: no habrá varios autos simultáneamente en la pista. En su lugar, un auto 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 a la pista colocando aleatoriamente las paredes interiores.

Desafío de obstáculos: El vehículo debe completar tres (3) vueltas a la pista con señales de tráfico verdes y rojas colocadas aleatoriamente.

Las señales de tráfico indican el lado del carril que debe seguir el vehículo. La señal de tráfico para mantenerse a la **derecha** del carril es un **pilar rojo**. La señal de tráfico para mantenerse a la **izquierda** del carril es un **pilar verde**. El vehículo no debe mover ninguna de las señales de tráfico. Después de completar las tres rondas, el robot debe encontrar el estacionamiento y estacionarse en paralelo.

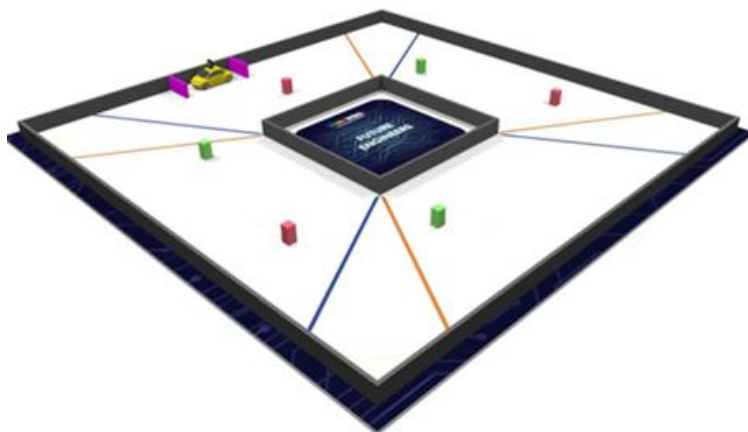


Ilustración 5-1: Detalle del campo de juego

La dirección de salida del coche en la pista (en sentido horario o antihorario) variará en las distintas 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 del tiempo de control). El siguiente gráfico muestra el campo de juego con los objetos.

El campo de juego representa una pista de carreras con señales de tráfico (representadas por pilares u obstáculos de colores).

La pista consta de ocho secciones: cuatro de esquina y cuatro de línea recta. Las secciones de esquina están marcadas con líneas discontinuas rojas en la Figura 7-2. Las secciones de línea recta están marcadas con líneas discontinuas azules.

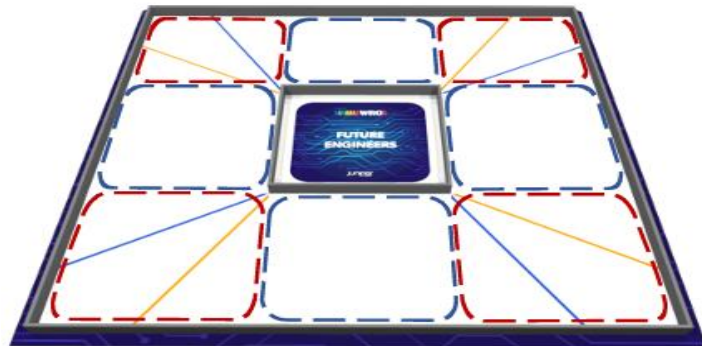


Ilustración 5-2: Diferentes tipos de secciones del campo de juego

Cada sección recta se divide en seis zonas. Seis zonas internas dentro de la sección sirven como posición inicial para el vehículo. Cuatro intersecciones en T y dos en X se utilizan para colocar las señales de tráfico. Los lugares donde se pueden colocar las señales de tráfico se denominan asientos de señales de tráfico.

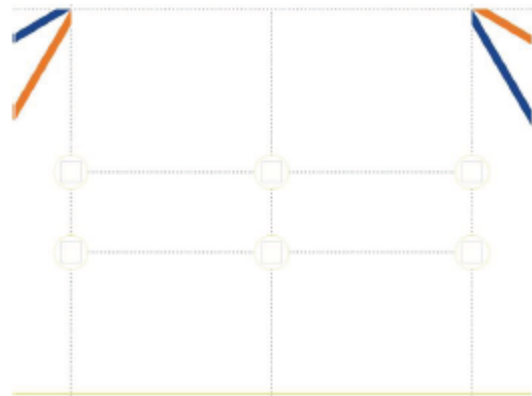


Ilustración 5-3: Zonas y asientos de las señales de tráfico en el tramo recto.

En el desafío de obstáculos, se coloca un estacionamiento en la sección recta que se utiliza para iniciar el robot. El ancho del estacionamiento siempre es de 20 cm. La longitud es variable y se calcula como $1,5 \times$ longitud del robot. El estacionamiento está delimitado por dos elementos de madera de 20 cm x 2 cm x 10 cm en color magenta. El elemento derecho se coloca junto a la línea punteada. La posición del izquierdo se define como se describió anteriormente.

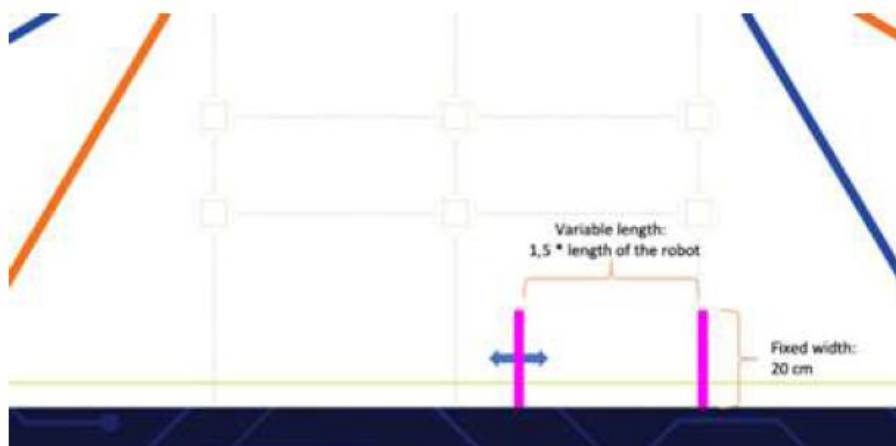


Ilustración 5-4: Definición del tamaño del aparcamiento.

6 DOCUMENTACIÓN DE INGENIERÍA

La ingeniería real consiste en aprender o crear una solución y compartirla con la comunidad para llevar la idea a otro nivel. Además de diseñar y programar el vehículo, los equipos deben proporcionar un diario de ingeniería que presente su progreso y el resultado final del vehículo y el código. Este diario debe subirse al repositorio público de GitHub y debe entregarse una copia impresa en la final internacional. Los detalles sobre la puntuación de la documentación se encuentran en el Capítulo 14 de este documento. Para la competición internacional, toda la información y la documentación en GitHub deben estar en inglés.

Cada **equipo debe proporcionar lo siguiente:**

- Debate, información y motivación (justificación) sobre la movilidad, la potencia y la sensibilidad del vehículo, y la gestión de obstáculos.
- Fotos del vehículo (de cada lado, desde arriba y desde abajo) y una foto del equipo.
- URL de YouTube (debe ser pública o accesible mediante un enlace) que muestre el vehículo conduciendo de forma autónoma. La parte del video donde se muestra la demostración de conducción debe tener una duración mínima de 30 segundos. Se debe proporcionar un video por cada desafío.
- Enlace a un repositorio público de GitHub con el código de todos los componentes programados para participar en la competencia. El repositorio también puede incluir los archivos de los modelos utilizados por impresoras 3D, máquinas de corte láser y 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 de la competencia; debe contener al menos 1/5 del código final.
 - El segundo commit, a más tardar 1 mes antes de la competencia.
 - El tercer commit, a más tardar 2 semanas antes de la competencia.
 - 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 y cómo se relacionan con el con los componentes electromecánicos del vehículo y cuál es el proceso para construir/compilar/subir el código a los controladores del vehículo. **Hay una plantilla** para los repositorios de GitHub disponible en <https://github.com/World-Robot-Olympiad-Association/wro2022-fe-template>.

El repositorio debe ser público desde el momento de la inscripción para una competición internacional y debe permanecer público al menos 12 meses después de la competición. La idea de Futuros Ingenieros es animar a nuevos equipos y apoyarlos en la búsqueda de soluciones existentes e inspirarse en ellas. Si un repositorio no es público antes del evento, el equipo recibirá una puntuación reducida por la documentación. La Asociación WRO se reserva el derecho de republicar el repositorio en cualquier momento.

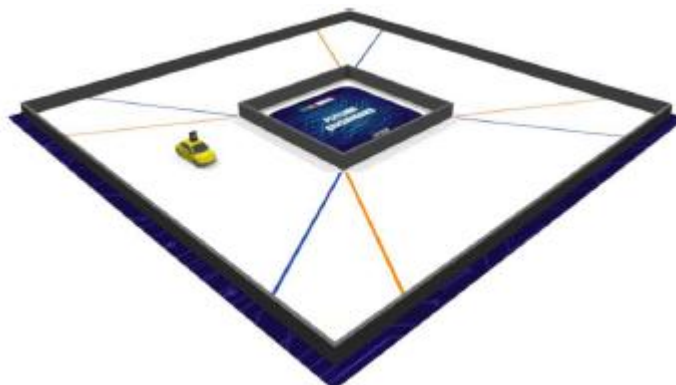
- Los repositorios de GitHub deben estar configurados para la vista pública y el contenido debe ser visible.
- El código proporcionado en GitHub y en la copia impresa debe estar bien documentado con comentarios. Es posible que los jueces no tengan acceso a los programas específicos que utilizan los equipos para desarrollar su código, por ejemplo, EV3, Spike o Scratch.

7 RONDAS DE DESAFÍO

Habrá dos tipos de rondas de desafío: Desafío Abierto y Desafío de Obstáculos. La dirección de cada ronda de desafío, la posición de salida y el trazado de la pista se elegirán al azar lanzando una moneda después del tiempo de verificación. La dirección en la que debe moverse el vehículo durante los desafíos se define como la dirección de conducción del desafío.

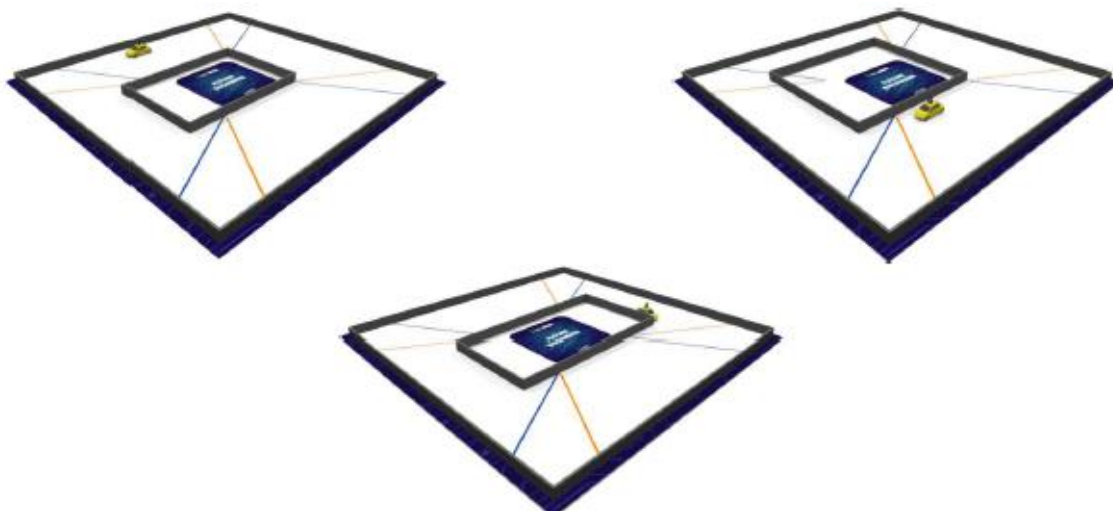
7.1 Rondas de Desafío Abierto

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



Ilustración 7-1: Campo de juego para las rondas del reto abierto.

La distancia entre los bordes de la pista puede oscilar entre 600 mm a 1000 mm (+/- 100 mm).



Ilustración 7-2: Ejemplos de variaciones del campo de juego para las rondas del reto abierto.

7.2 Rondas de Desafío de Obstáculos

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



Ilustración 7-3: Ejemplos del campo de juego para rondas de desafío de obstáculos.

En la sección recta con el estacionamiento, no se pueden colocar señales de tráfico en las posiciones cercanas al muro exterior. Esto evita que las señales de tráfico bloqueen el acceso al estacionamiento.



Ilustración 7-4: Posiciones permitidas para señales de tráfico cerca de un estacionamiento.

7.3 Aleatorización

Se prepararán múltiples aleatorizaciones con el diseño para las rondas Abierta y de Desafío de Obstáculos. Una de ellas se sorteará después de la verificación del robot, justo antes de la ronda.

Las siguientes configuraciones son aleatorias:

- Desafío Abierto: dirección de la marcha, posición de salida, ubicación de las paredes interiores.
- Desafío con Obstáculos: dirección de la marcha, posición de salida, número y posición de los semáforos, ubicación del estacionamiento

8 REGLAS ESPECÍFICAS DEL JUEGO

8.1 Duración de las Rondas de Desafío

1. Las rondas de Desafío Abierto tendrán una duración de tres minutos.
2. Las rondas de Desafío con Obstáculos tendrán una duración de tres minutos.

8.2 Configuración de Salida

3. La dirección de conducción en la pista se elige aleatoriamente antes de la ronda del Desafío Abierto de la serie, después del tiempo de verificación.
4. La posición de salida del vehículo y la configuración del campo se determinan antes del inicio de cada ronda, después del tiempo de verificación.
5. La dirección de conducción, la posición de salida y la configuración del campo se mantienen iguales para todos los equipos durante la misma ronda.

8.3 Inicio de la Ronda

6. El vehículo se coloca en la zona de salida totalmente apagado.
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.
8. El vehículo debe estar orientado de manera que las dos ruedas del eje delantero (los jueces deben preguntar al equipo con antelación cuál es el eje delantero) estén ubicadas más cerca de la siguiente sección de la curva en la dirección de conducción de la ronda, mientras que las otras dos ruedas estén ubicadas más cerca de la sección de la curva en la dirección opuesta.
9. Se pueden realizar ajustes físicos (esto forma parte del tiempo de preparación). Sin embargo, no se permite introducir datos en un programa cambiando la posición u orientación de las piezas del vehículo ni calibrando ningún sensor. No se permite introducir datos modificando la configuración de los interruptores, si los hay. Si un equipo introduce datos mediante ajustes físicos, será descalificado de esa ronda.
10. Se enciende el vehículo. Solo se permite un interruptor para encenderlo.
11. Tras encender el vehículo, este debe estar en estado de espera, esperando a que se presione el botón de inicio. El botón de inicio puede estar en el SBC/SBM principal o en un pulsador instalado por separado. Solo se permite un botón de inicio. En un LEGO EV3, solo se permite un programa. Se debe presionar el botón de ejecución para iniciar el último programa ejecutado en el EV3. El EV3 debe esperar a que se presione el botón de inicio. El botón de inicio del EV3 puede ser un sensor táctil o la flecha derecha. En un robot LEGO Spike, solo se puede usar la ranura uno. Se debe seguir el mismo procedimiento para el EV3.
12. Es responsabilidad del equipo verificar el trazado de la pista y asegurarse de que sea correcto. El juez preguntará si el equipo está listo. El equipo debe responder "Sí" para indicar su aceptación del trazado de la pista. No se permitirán reinicios si, después de la salida, el equipo se da cuenta de que el trazado de la pista no es correcto.
13. Un juez da la señal para arrancar el vehículo. El juez contará "Tres, dos, uno, ¡Ya!". Al dar la orden de "Ya", se presiona el botón de inicio y comienza el tiempo para el intento. El vehículo tendrá el tiempo para completar la ronda que se menciona en las Reglas del Juego.
14. Al presionar el botón de inicio, el vehículo inicia la acción para intentar la ronda de desafío y debe comenzar a moverse.

8.4 Piezas adicionales

15. El vehículo no puede dejar piezas adicionales en el campo de juego ni dejar marcas no eliminables (por ejemplo, pintura) durante la ronda intencionalmente. Si el vehículo infringe esta regla, la ronda se detendrá y un miembro del equipo deberá detener el vehículo. La puntuación de esta ronda será cero y el tiempo se considerará el máximo. Los jueces tienen derecho a inspeccionar el código del equipo si sospechan tal situación.

8.5 Durante la Ronda

16. El vehículo debe circular en la dirección definida como dirección de conducción del desafío antes del inicio del desafío.
17. Las **dimensiones del vehículo no deben exceder los 300 x 200 mm ni la altura de 300 mm.**
18. El vehículo no puede mover las paredes (si no están completamente fijadas en el campo). El vehículo que infrinja esta regla será detenido por un miembro del equipo. La puntuación para esta ronda será cero y el tiempo máximo será el máximo. Si el vehículo toca o choca con las paredes y estas no se mueven, podrá continuar la ronda sin incurrir en penalizaciones. Si el vehículo choca o choca con las paredes y se detiene como resultado del golpe o el toque, se podrá realizar una reparación y se incurrirá en penalizaciones. Durante las rondas de desafío abierto, el vehículo no podrá tocar el muro exterior.
19. El vehículo debe pasar la señal de tráfico representada por el pilar rojo a la derecha (imagen a) y la señal de tráfico representada por el pilar verde a la izquierda (imagen b). El capítulo 13, sección 5, define cuándo se pasa un semáforo por el lado equivocado y cómo se puntúa.
20. El vehículo puede tocar, mover o derribar las señales de tráfico (pilares de colores)

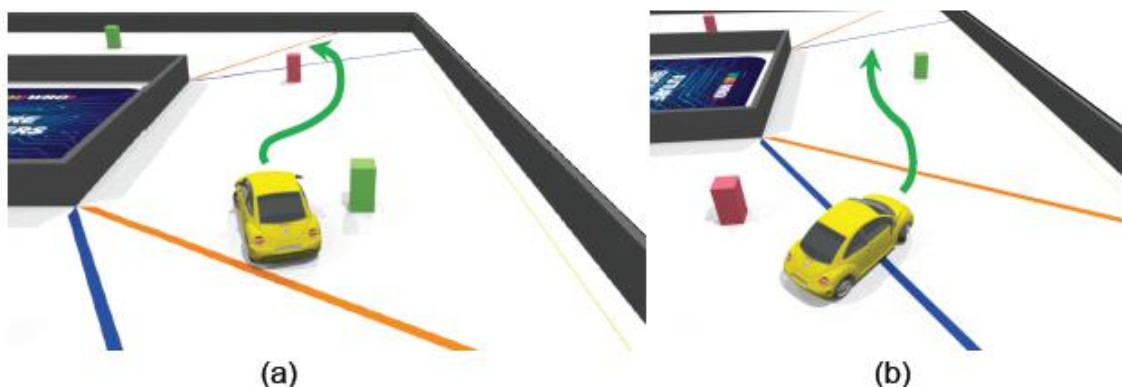


Ilustración 8-1: Reglas para pasar las señales de tráfico.

- mientras la proyección de la señal se encuentre dentro del círculo dibujado alrededor de su asiento. Para más detalles, consulte el Capítulo 13, sección 1.
21. El vehículo puede circular en sentido contrario al de la rotonda solo en dos tramos: el tramo donde se cambió de dirección y el tramo contiguo.
 22. El vehículo debe regresar al tramo de salida después de dar tres vueltas para obtener puntos adicionales. Nota: En cuanto el vehículo abandona parcialmente el tramo de salida, este también se convierte en el tramo de llegada.
 23. Una vez por ronda, el equipo puede solicitar permiso para realizar reparaciones: retirar el vehículo, solucionar el problema con las piezas mecánicas o electrónicas y devolverlo a la pista en el centro de la sección de la que se retiró. El vehículo puede apagarse al retirarse de la pista. Puede encenderse después de dejarlo en la pista. A

continuación, puede encenderse y ponerse en marcha de nuevo pulsando el botón de inicio. El cronómetro de la ronda no se detendrá durante la reparación. El permiso solo se concederá si el vehículo se ha detenido. Las posibles razones de la parada son problemas con la electrónica o la mecánica, que el vehículo haya chocado contra el muro y se haya atascado, o que simplemente se haya detenido sin motivo alguno. No se concederá el permiso para mover el vehículo si una de sus partes recorre aproximadamente 50 mm en 5 segundos. No se concederá el permiso si el vehículo ha comenzado la tercera vuelta (pasado completamente la sección de curvas 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 reglas será descalificado de esta ronda: la puntuación para esta ronda será cero y el tiempo será el máximo.

8.6 Fin de la ronda

24. La ronda finaliza y el tiempo se detiene si se da alguna de las siguientes condiciones:

- a. El cronómetro de la ronda expira.
- b. En Desafío Abierto: Después de tres vueltas completas, el vehículo se detiene en la sección de meta de modo que su proyección sobre el terreno esté completamente dentro de la sección. Para más detalles, consulte el Capítulo 13, sección 2.

Nota 1: El vehículo debe detenerse en la sección de meta de forma autónoma. Si un participante del equipo fuerza el final de la ronda utilizando uno de los métodos descritos a continuación cuando el vehículo se encuentra dentro de la zona de meta, esto no se considerará una parada autónoma y no se otorgarán puntos por detenerse en la zona de meta.

Nota 2: Para demostrar una parada completa en la zona de meta, el vehículo no debe continuar su marcha después de 15 segundos. Si después de finalizar la ronda el vehículo continúa moviéndose, los jueces podrían considerar ambiguo el comportamiento del vehículo y no podrán otorgar puntos por la parada en la zona de meta.

- c. En Desafío Abierto: Después de tres vueltas completas, el vehículo pasa la zona de meta de modo que su proyección sobre la lona esté completamente dentro de la sección de la esquina junto a la zona de meta en la dirección de la ronda. Para más detalles, consulte el Capítulo 13, sección 3. El vehículo cruza los límites de la zona dos veces mientras conduce en la dirección opuesta a la de la ronda. Para más detalles, consulte el Capítulo 13, sección 4.
- d. En el Desafío de Obstáculos: Tras completar 3 rondas correctamente, el vehículo se detiene, ya sea en la sección correcta o en el estacionamiento.
- e. En el Desafío de Obstáculos: Tras pasar una señal de tráfico por el lado incorrecto, el vehículo cruza completamente la línea que va del límite interior al límite exterior, donde se encuentra dicha señal. Para más detalles, consulte el Capítulo 13, sección 5.
- f. En el Desafío de Obstáculos: El robot movió una señal de tráfico fuera del círculo.
- g. En el Desafío de Obstáculos: El robot toca los límites del estacionamiento.
- h. Las dimensiones del vehículo exceden el límite, después de 3 minutos de tiempo de reparación.
- i. Cualquier miembro del equipo toca el vehículo sin el permiso del juez para realizar reparaciones.

- j. Cualquier miembro del equipo toca la alfombra y la pared del campo sin el permiso del juez para realizar reparaciones.
 - k. Cualquier miembro del equipo toca los elementos del juego.
 - l. El vehículo sale de la pista (moviendo la pared) o del campo de juego.
 - m. El vehículo o el miembro del equipo daña el campo o un elemento del juego.
25. Tenga en cuenta que, de acuerdo con las reglas anteriores, el equipo puede detener su intento (por ejemplo, tocando la pared del campo o realizando cualquiera de las reglas anteriores). Sin embargo, no podrá reanudarlo después de la parada y la ronda finalizará.
26. Los jueces basarán sus decisiones en las reglas y el juego limpio. La decisión final la tomarán el día de la competición. Si surge alguna duda durante la finalización de la tarea, los jueces se inclinarán por el peor resultado posible en el contexto de la situación.

9 PUNTUACIÓN

- a) La puntuación oficial se calculará al final de cada ronda de desafío.
- b) La puntuación máxima se calcula de la siguiente manera:
 - a. 30 puntos para una ronda de Desafío Abierto. (1.1 + 1.2 + 1.3)
 - b. 62 puntos para una ronda de Desafío de Obstáculos. (1.1 + 1.2 + 1.3 y 1.4 (o 1.5) o 1.6 (o 1.7) + 1.8 + 1.9)
 - c. La documentación del diario de ingeniería valorará 30 puntos (aproximadamente el 25 % del total de puntos máximos).
 - d. La puntuación máxima es 122. (≈ 75 % de rendimiento del vehículo y ≈ 25 % de documentación)

	Requerimientos	Valor del punto	Total disponible
1.	Conducción Abierta y Desafío de Obstáculos		
1.1	El vehículo sale de una sección en la dirección de conducción del desafío. Esto aplica a la sección de salida, pero no a la sección de meta ni a la siguiente.	1	24
1.2	El vehículo completa una vuelta completa. Se completaron 8 secciones en la dirección de conducción del desafío. La sección de salida se incluye en las ocho secciones 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 comenzar a moverse en la dirección opuesta después de esto y la vuelta se seguirá contando.	1	3
1.3	Después de completar tres vueltas, el vehículo se detuvo en la sección de meta.	3	3
	Puntos adicionales para las rondas del Desafío de Obstáculos:		
	No completar tres vueltas.		
1.4	Se movieron una o más señales de tráfico en las secciones que el vehículo recorrió completamente. El vehículo debe completar al menos una vuelta para calificar.	2	2

1.5	No se movieron las señales de tráfico en las secciones que el vehículo recorrió completamente. El vehículo debe completar al menos una vuelta para calificar	4	4
	Después de completar tres vueltas		
1.6	Se movieron una o más señales de tráfico.	8	8
1.7	No se movieron señales de tráfico.	10	10
1.8.1	El vehículo arrancó dentro del estacionamiento	7	7
1.8.2	Estacionamiento exitoso (completamente dentro del área de estacionamiento y en paralelo)	15	15
1.8.3	Estacionamiento parcial o no en paralelo en el área de estacionamiento	7	7
2.	El equipo realizó las reparaciones retirando el vehículo del campo, incluso si las acciones no tuvieron éxito.	Puntos totales de la ronda/2	
3.	Diario de ingeniería y documentación del vehículo Capítulo 14 para un desglose de la puntuación del diario de ingeniería		30

- c) El tiempo medido por un juez al finalizar la ronda de desafío abierto se anota y se utilizará posteriormente para identificar la mejor ronda. Si un equipo o vehículo fue descalificado de la ronda de desafío, se otorgará el tiempo máximo (3 minutos) para dicha ronda.
- d) Los jueces calculan la puntuación al finalizar cada ronda de desafío. El equipo debe verificar y firmar la hoja de puntuación después de la ronda si no tiene quejas justificadas.
- e) La clasificación de los equipos para las rondas de desafío abierto se basa en los puntos que cada equipo recibió en sus mejores rondas. Si un equipo tiene la misma puntuación en ambas rondas, la ronda con el menor tiempo será elegida como la mejor.
- f) Todos los equipos competirán en ambas rondas de desafío.
- g) La clasificación de los equipos para la competición general se basa en la suma de los puntos obtenidos por cada equipo en la mejor ronda del Desafío Abierto, los puntos obtenidos en la mejor ronda del Desafío de Obstáculos y los puntos obtenidos por el diario de ingeniería y la documentación del vehículo. Si un equipo obtiene la misma puntuación en ambas rondas del Desafío de Obstáculos, la ronda con el tiempo más rápido será elegida como la mejor ronda del Desafío de Obstáculos.
- h) En caso de empate entre dos equipos, la clasificación se determinará considerando los siguientes resultados (el primero de la lista tiene mayor prioridad, el último tiene menor):
 - a. Suma de puntos obtenidos en la ronda de Desafío Abierto, puntos obtenidos en la ronda de Desafío de Obstáculos y puntos obtenidos por el diario de ingeniería y la documentación del vehículo
 - b. Puntos de la mejor ronda de Desafío de Obstáculos
 - c. Tiempo de la mejor ronda de Desafío de Obstáculos
 - d. Puntos de la segunda mejor ronda de Desafío de Obstáculos
 - e. Tiempo de la segunda mejor ronda de Desafío de Obstáculos
 - f. Puntos por el diario de ingeniería y la documentación del vehículo
 - g. Puntos de la mejor ronda de Desafío Abierto

- h. Puntos de la segunda mejor ronda de Desafío Abierto
- i. Tiempo de la mejor ronda de Desafío Abierto
- j. Tiempo de la segunda mejor ronda de Desafío Abierto

10 MATERIAL Y REGLAMENTO DEL VEHÍCULO

1. Las dimensiones del vehículo no deben exceder los 300 x 200 mm ni la altura de 300 mm.
2. El peso del vehículo no debe exceder los **1,5 kilogramos**.
3. El vehículo debe ser 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/Frontwheel_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). Los equipos con vehículos que utilicen la **dirección diferencial** (https://en.wikipedia.org/wiki/Differential_wheeled_robot) **serán descalificados**.

Conducción: mover el vehículo hacia adelante y hacia atrás.

Dirección: girar el vehículo a la izquierda o a la derecha.

4. El vehículo **no puede utilizar ningún tipo de rueda omnidireccional, rueda de bola o rueda esférica**.
5. **No se permite el uso de diferenciales electrónicos con un motor por lado** (como en un robot con dirección diferencial y ruedas).
6. Un **vehículo** debe ser **autónomo** y completar las misiones por sí solo. **No se permiten sistemas de comunicación por radio, control remoto ni control por cable** mientras el vehículo esté en marcha. Los equipos que infrinjan esta regla serán descalificados.
7. Los **participantes no pueden interferir ni ayudar al vehículo mientras esté en marcha** (realizando la misión). Esto incluye introducir datos en un programa mediante señales visuales, sonoras o de cualquier otro tipo durante la ronda. Los equipos que infrinjan esta regla serán descalificados en esa ronda.
8. El **controlador** del vehículo puede ser una SBC (Single Board Computer) (https://en.wikipedia.org/wiki/Single-board_computer) o un **microcontrolador de placa única (SBM)** (https://en.wikipedia.org/wiki/Single-board_microcontroller), sin restricciones de marca.
9. El vehículo **puede tener más de una SBC/SBM**.
10. Los equipos no pueden usar **ningún tipo de RF, Bluetooth, Wi-Fi ni ningún otro componente de comunicación inalámbrica** en sus vehículos **durante las rondas**. Si está integrado en el controlador, debe estar apagado y los jueces pueden inspeccionar el código y el vehículo para confirmar que no se esté utilizando.
11. Los equipos pueden usar **cualquier sensor de su elección**; no hay restricciones de marca, función ni número de sensores. **Las cámaras se consideran sensores. Los teléfonos inteligentes pueden usarse como cámaras y para procesar datos de imágenes**.
12. Los equipos pueden usar **cualquier motor eléctrico de corriente continua (CC) o servomotor de su elección**; no hay restricciones en cuanto a la marca de los motores o servos utilizados.
13. Se puede usar un **máximo de dos motores** para que el vehículo avance o retroceda (es decir, **para impulsar el robot**; estos son los motores impulsores). Todos los motores

- impulsores deben estar conectados directamente al eje que gira las ruedas o indirectamente a través de un sistema de engranajes. Los dos motores impulsores no pueden estar conectados independientemente a las ruedas motrices.
14. Los equipos pueden usar **cualquier componente electrónico**; no hay restricciones en cuanto a tipo, empresa, número ni propósito.
 15. Los equipos pueden usar cualquier equipo de presión hidráulica, presión barométrica o solenoides.
 16. Los equipos pueden usar cualquier batería de su elección; no hay restricciones en cuanto a marca, función ni número de baterías.
 17. **Solo** se permiten conexiones de **cables** para la **comunicación** entre los componentes electromecánicos del vehículo.
 18. Los equipos **pueden usar elementos impresos en 3D**, elementos preparados con una **máquina CNC**, elementos cortados de acrílico, madera, metal o cualquier otro material; no hay restricciones en cuanto a su propósito.
 19. El vehículo puede construirse utilizando **cualquier tipo de kit de hardware** y cualquier material. No hay restricciones sobre un tipo específico ni un sistema de construcción específico.
 20. Los equipos pueden usar cinta aislante, bandas elásticas, enrollables, bridas de nailon (bridas), etc. Se permite el uso de cualquier material adhesivo para cualquier propósito.
 21. Los equipos deben traer suficientes repuestos. En caso de accidente o mal funcionamiento del equipo, WRO (y/o el comité organizador) no se responsabiliza de su mantenimiento o reemplazo.
 22. Los vehículos pueden ensamblarse antes del torneo.
 23. El software de control puede escribirse en cualquier lenguaje de programación; no hay restricciones sobre un lenguaje específico.
 24. Los concursantes pueden preparar el programa con antelación.
 25. Los equipos deben preparar y traer todo el equipo, software y computadoras portátiles que necesiten durante el torneo.
 26. El equipo solo podrá tener un vehículo el día de la competencia. No se permiten vehículos de repuesto dentro del área de competencia.

11 FORMATO Y REGLAS DE LA COMPETENCIA

11.1 Competición

1. La competición consta de varias rondas de desafío con tiempo de práctica entre ellas. Después de cada tiempo de práctica, habrá una revisión de vehículos para revisar los requisitos.
2. Cada equipo deberá trabajar durante el tiempo de práctica en su lugar designado hasta la hora de revisión, momento en el que el vehículo del equipo deberá colocarse en un área designada (área de revisión).
3. El día de la competencia, habrá un mínimo de 60 minutos de práctica antes del inicio de la primera ronda.
4. Los equipos no pueden tocar las áreas de competencia designadas antes de que se anuncie el inicio de la práctica.
5. Durante el tiempo de práctica, los concursantes podrán trabajar en sus puestos o hacer fila con sus vehículos para realizar una prueba en el campo de juego, o podrán

tomar medidas en el campo de juego, siempre que esto no interfiera con los intentos de prueba de otros equipos. El tiempo máximo permitido por equipo para una prueba es de 4 minutos. Después de 4 minutos, un equipo podrá colocarse al final de la fila para otra prueba. Los equipos podrán realizar cambios en el programa o ajustar mecánicamente el vehículo.

6. Todos los vehículos deberán colocarse en la mesa de revisión en el área de verificación para la revisión preparatoria (verificación del vehículo) una vez finalizado el período de práctica. Todos los controladores del vehículo deberán estar apagados. No se podrá modificar ningún mecanismo ni programa después de este tiempo.
7. Los vehículos podrán participar en la competición solo después de haber superado la verificación del vehículo. La verificación se refiere a los requisitos del vehículo y los materiales utilizados, como se describe en las secciones anteriores.
8. Si un vehículo no pasa la revisión vehicular de los jueces, estos podrán proporcionar a cada equipo hasta 3 minutos para solucionar los problemas encontrados. Los jueces solo podrán proporcionar un periodo de tres minutos por equipo por cada franja horaria de revisión.
9. Si un vehículo no pasa la revisión vehicular de los jueces, no podrá ser utilizado en la competición.
10. El equipo no podrá exceder los 90 segundos de preparación al ser llamado por los jueces para participar en una ronda de desafío específica, y una vez iniciada, las rondas individuales no podrán exceder el tiempo de ronda de desafío especificado en las Reglas del Juego.

12 MESA DE JUEGO Y EQUIPO

12.1 Mesa de Juego y Campo

1. El tamaño del tapete de juego es de 3200 x 3200 mm (+/- 5 mm). El cuadrado interior del tapete de juego es la pista de carreras con un tamaño interior de 3000 x 3000 mm (+/- 5 mm).
2. El color principal de la pista es el blanco.
3. La pista está rodeada por muros (exteriores) con una altura interior de 100 mm.
4. El color interior de los muros exteriores es negro. El color exterior de los muros no está definido.
5. Existen muros (interiores) adicionales que rodean la sección interna de la pista con una altura de 100 mm.

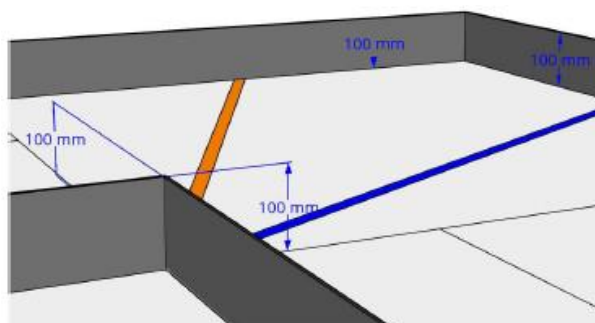


Ilustración 12-1: Altura de los muros exteriores e interiores.

6. El color exterior de los muros interiores es negro. El color interior de los muros es negro. El color del borde superior de los muros es negro.
7. El grosor de los muros exteriores e interiores no está definido.
8. La distancia entre los muros exteriores e interiores depende del tipo de partida y se especifica en la sección "Alternativas del Juego".
9. Hay **líneas naranjas y azules en la pista**. 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)**.

10. Hay líneas discontinuas de 1 mm de grosor en el campo para delimitar las **zonas de salida de los vehículos**. El color de las líneas discontinuas es CMYK (0 0 0 30).
11. El tamaño de cada zona de inicio es de 200 x 500 mm.
12. Se incluyen **cuadrados** para identificar los lugares donde se podrían ubicar las **señales de tráfico**. El grosor de la línea del asiento de la señal es de 1 mm y el color de la línea es CMYK (0 0 0 30).
13. El tamaño de cada asiento de la señal de tráfico es de 50 x 50 mm.
14. El área para evaluar si una señal de tráfico se mueve se especifica como un círculo alrededor del asiento de la señal correspondiente. El grosor de la línea circular es de 0,5 mm. El color de las líneas es CMYK (20 0 100 0).
15. El diámetro del círculo es de 85 mm.

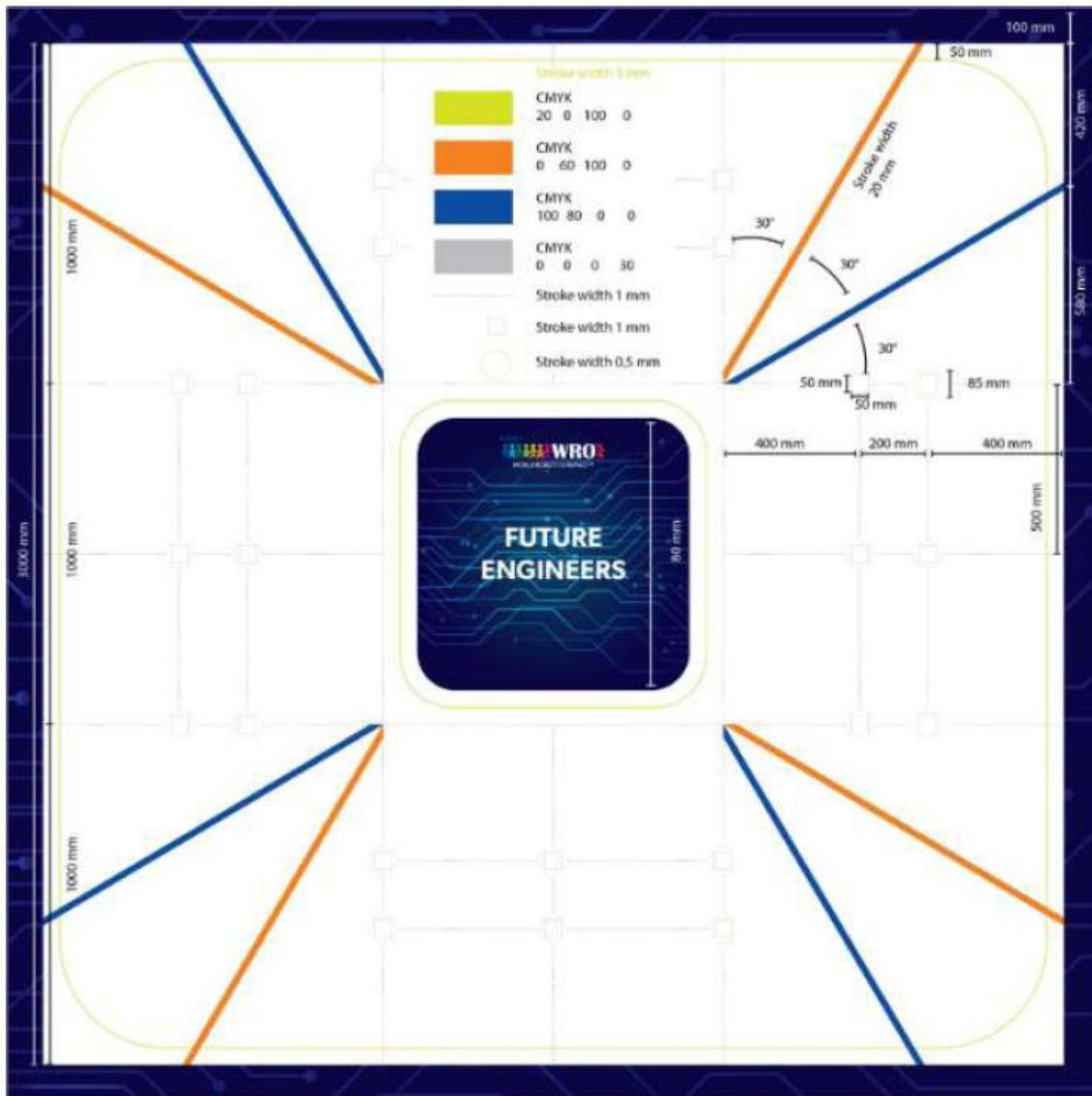


Ilustración 12-2: Mapa del campo de juego con tamaños.

12.2 Configuración de las paredes.

16. Las paredes interiores se colocarán en forma cuadrada o rectangular según el sorteo. Las paredes exteriores serán cuadradas y no se modificarán durante los desafíos.
17. El color de las paredes será negro.

18. Aunque los organizadores se esforzarán al máximo para que los colores del tapete y los objetos del campo se ajusten a la especificación CMYK, podrían aparecer diferencias. Los equipos tendrán la oportunidad de calibrar y ajustar sus vehículos a los colores del tablero y los objetos del campo durante las rondas de prueba.

12.3 Señales de tráfico.

19. Cada señal de tráfico es un paralelepípedo rectangular con dimensiones de 50 x 50 x 100 mm.
20. Dependiendo del proceso de aleatorización previo a cada partida, **podría haber hasta 7 paralelepípedos rojos y hasta 7 paralelepípedos verdes.**
21. El color de las señales de tráfico rojas es RGB (238, 39, 55).
22. El color de las señales de tráfico verdes es RGB (68, 214, 44).
23. El material de la señal de tráfico no está definido.
24. El peso de la señal de tráfico no está definido.

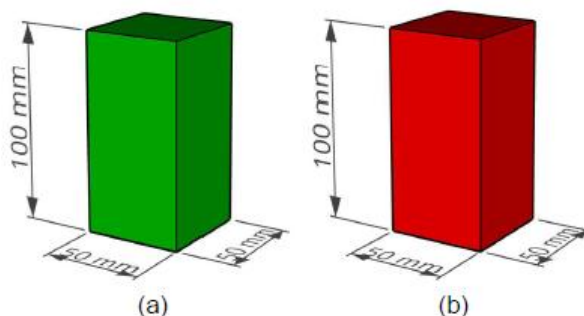


Ilustración 12-3: Dimensiones de las señales de tráfico.

12.4 Limitaciones de estacionamiento

25. Cada limitación de estacionamiento es un paralelepípedo rectangular de 200 x 20 x 100 mm.
26. En cada ronda de desafío de obstáculos se coloca sobre la alfombra una plaza de estacionamiento con dos limitaciones.
27. El color de la limitación de estacionamiento es magenta/RGB (255, 0, 255).
28. El material de la señal de tráfico no está definido.
29. El peso de la señal de tráfico no está definido.

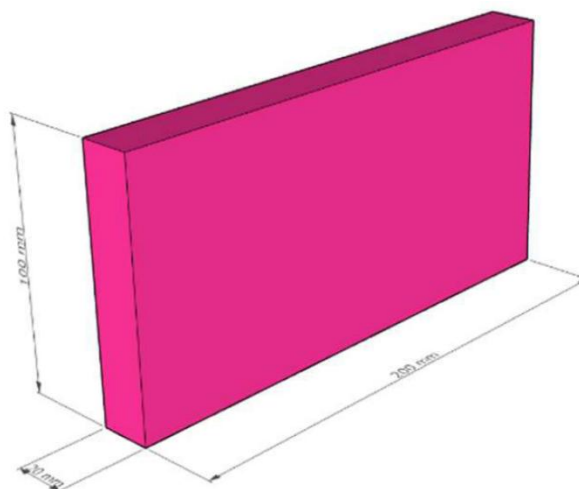


Ilustración 12-4: Dimensiones de las limitaciones del estacionamiento.

13 ESQUEMAS EXPLICATIVOS

13.1 Significado de señal de tráfico desplazada o derribada

En los siguientes esquemas, las señales de tráfico se consideran como:

- (a) – no desplazada: posición inicial de la señal de tráfico al inicio del partido
- (b) – no desplazada: la señal de tráfico no está en el asiento, pero sigue dentro del círculo

- (c) – desplazada pero no provoca la parada del partido: la señal de tráfico está parcialmente fuera del círculo y se considera desplazada
- (d) – derribada pero no provoca la parada del partido: la señal de tráfico derribada está parcialmente fuera del círculo
- (e) – desplazada y provoca la parada del partido: la señal de tráfico se mueve completamente fuera del círculo
- (f) – derribada y provoca la parada del partido: la señal de tráfico derribada está completamente fuera del círculo

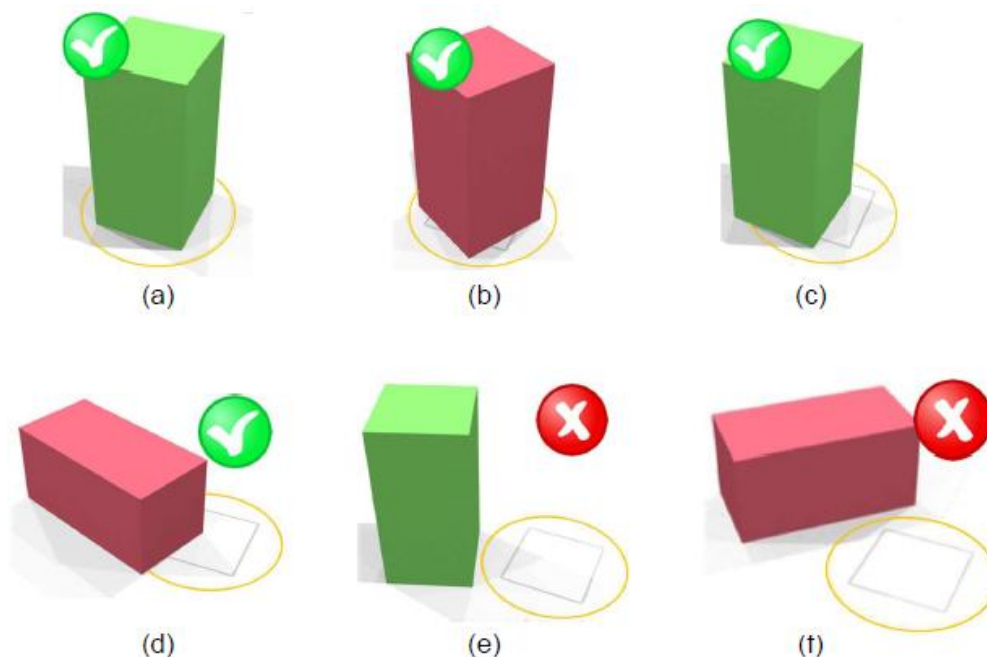


Ilustración 13-1: Posiciones de la señal tras pasar el coche.

13.2 Condiciones para obtener puntos por finalizar en la zona de salida

Para determinar si el vehículo finalizó dentro de la zona de salida, se utiliza su proyección sobre el tapiz después de una parada completa. Si alguna parte de la proyección se encuentra fuera de la zona de salida, el vehículo se considera fuera de la misma.

Para determinar si el vehículo está dentro de la zona de salida solo es posible si se detuvo y no se movió durante al menos 30 segundos.

La zona de salida en los esquemas a continuación está marcada en verde.

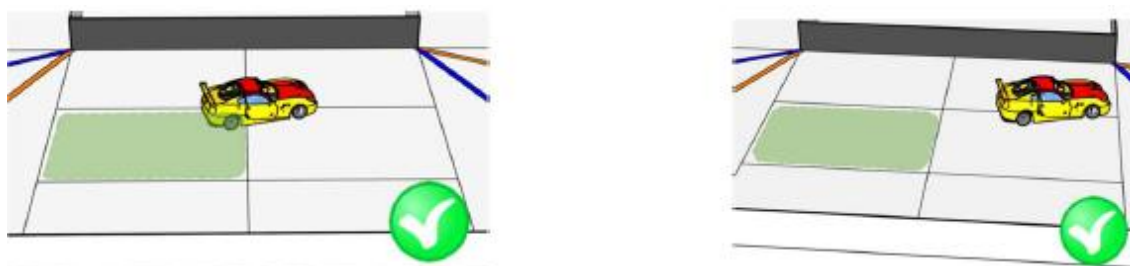


Ilustración 13-2: El vehículo finalizó completamente dentro de la zona de salida.

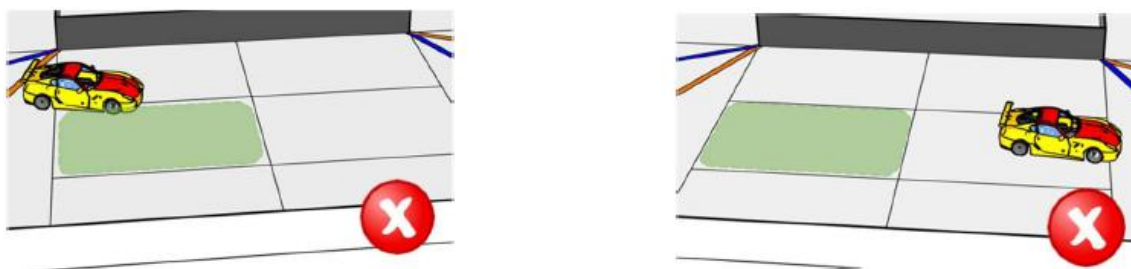


Ilustración 13-3: El vehículo finalizó fuera de la zona de salida.

13.3 Paso de la zona de salida después de tres vueltas

Los jueces finalizarán la ronda en cuanto el vehículo pase la zona de salida después de dar tres vueltas.

Al completarse tres vueltas, se podrán realizar las siguientes fases:

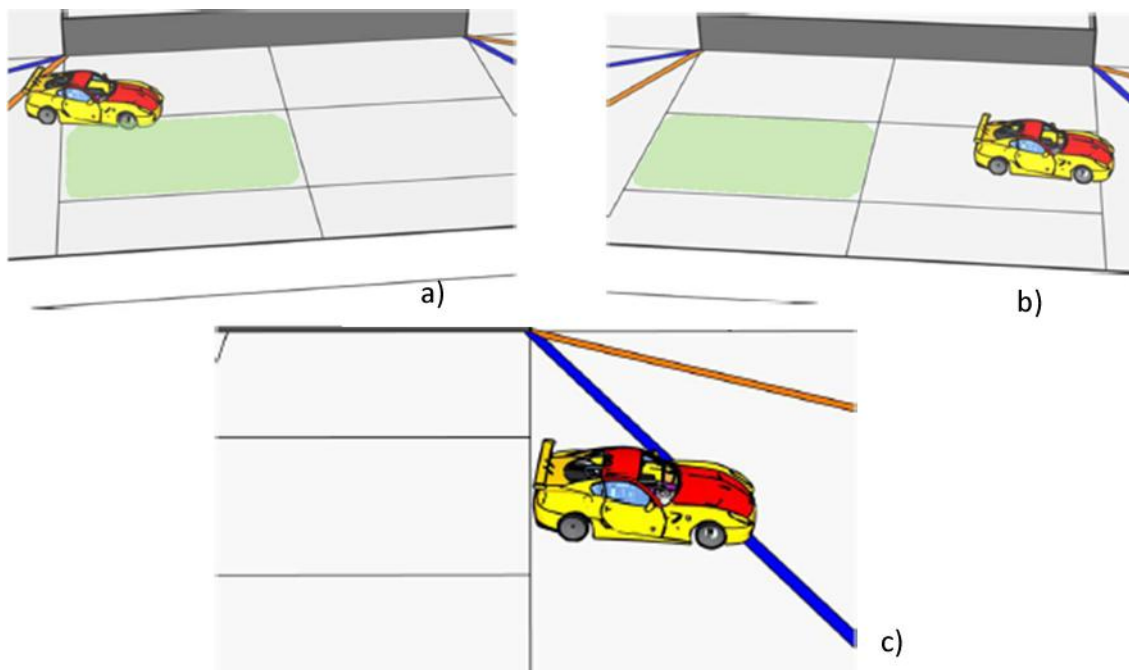


Ilustración 13-4: Fases del paso de la zona de salida con el vehículo en sentido antihorario.

- a) El vehículo está entrando en la zona de salida.
- b) El vehículo está saliendo en la zona de salida.
- c) El vehículo ha pasado la zona de salida

Si el vehículo sigue en movimiento, el juez no detendrá el tiempo en las fases (a) y (b). Sin embargo, en cuanto el vehículo esté completamente en la zona de curvas (fase (c)), la competición finalizará.

Lo mismo se aplica si la competición se dirige en el sentido de las agujas del reloj.

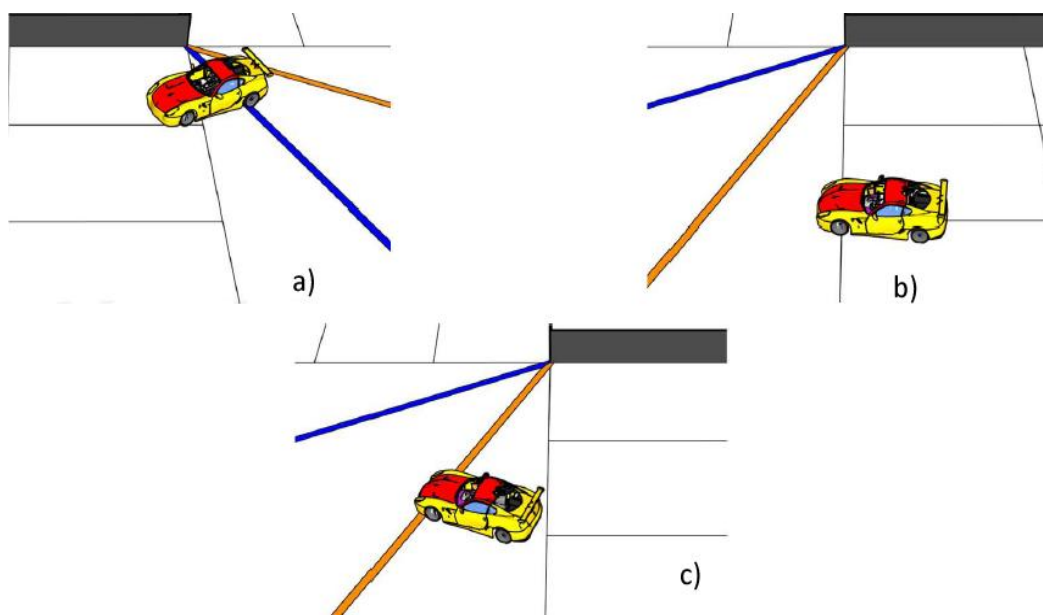


Ilustración 13-5: Fases del paso de la zona de salida con el vehículo en sentido horario.

- a) el vehículo se dirige a la zona de salida
- b) el vehículo sale de la zona de salida
- c) el vehículo ha pasado la zona de salida

13.4 Conducción en sentido contrario

Durante el juego, el vehículo puede circular en sentido contrario al de la conducción en dos tramos: el tramo donde se cambió el sentido y el tramo contiguo.

13.4.1 Caso 1: el vehículo inició la conducción en sentido contrario y se detuvo por completo en el tramo contiguo.

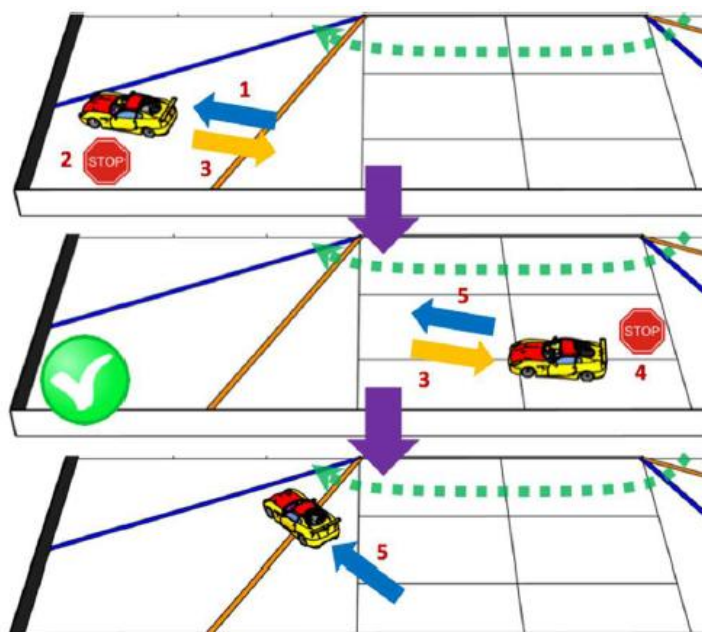


Ilustración 13-6: Conducción permitida en sentido contrario a la curva.

En la figura superior, la dirección de la conducción es en sentido horario (indicada por la flecha verde discontinua cerca del muro):

- Fase 1: el vehículo llegó a la curva
- Fase 2: se detuvo
- Fase 3: inició la marcha de regreso
- Fase 4: el vehículo se detuvo en el tramo recto sin cruzar el límite con el siguiente
- Fase 5: continuó la conducción en el sentido de la conducción.

Esta maniobra está permitida.

13.4.2 Caso 2: El vehículo inició la marcha en sentido contrario y se detuvo en la línea entre dos secciones.

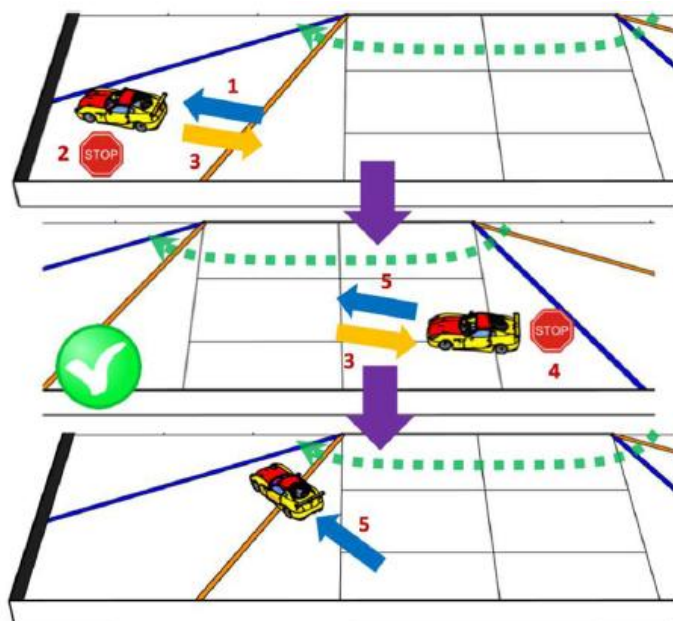


Ilustración 13-7: Se permite detenerse en el límite entre la siguiente sección y la sección posterior mientras se conduce en sentido contrario.

En la figura anterior, la dirección de conducción coincidente es en sentido horario (representada por la flecha verde punteada cerca de la pared):

- Fase 1: El vehículo llegó a la sección de la esquina.
- Fase 2: Se detuvo.
- Fase 3: Comenzó a retroceder.
- Fase 4: El vehículo se detuvo en el límite entre la siguiente sección y la sección anterior.
- Fase 5: Continuó conduciendo en la dirección coincidente.

Esta secuencia de movimientos también está permitida.

13.4.3 Caso 3: El vehículo inició la marcha en sentido contrario y se movió completamente fuera de la sección adyacente.

Si el vehículo sobrepasa el límite entre la sección adyacente y la sección posterior, la coincidencia se detendrá.

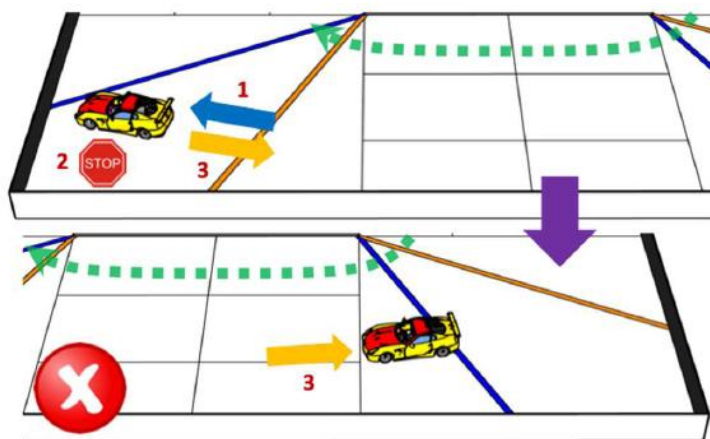


Ilustración 13-8: No se permite salir completamente de la sección vecinal mientras se conduce en sentido contrario.

En la figura anterior:

- Fase 1: el vehículo se mueve inicialmente en el sentido de marcha correspondiente, es decir, en el sentido de las agujas del reloj (representado por la flecha verde punteada cerca de la pared).
- Fase 2: se detiene.
- Fase 3: El vehículo inició la marcha en sentido contrario y cruzó dos secciones, por lo que se encuentra completamente fuera de la sección contigua.

13.4.4 Caso 4: El vehículo cambió de dirección en el límite entre dos secciones.

Si el vehículo cambió de dirección cuando su proyección sobre el campo cruzó la línea entre dos secciones, la sección delantera se considera la primera para determinar la sección más lejana, la cual puede circular en sentido contrario.

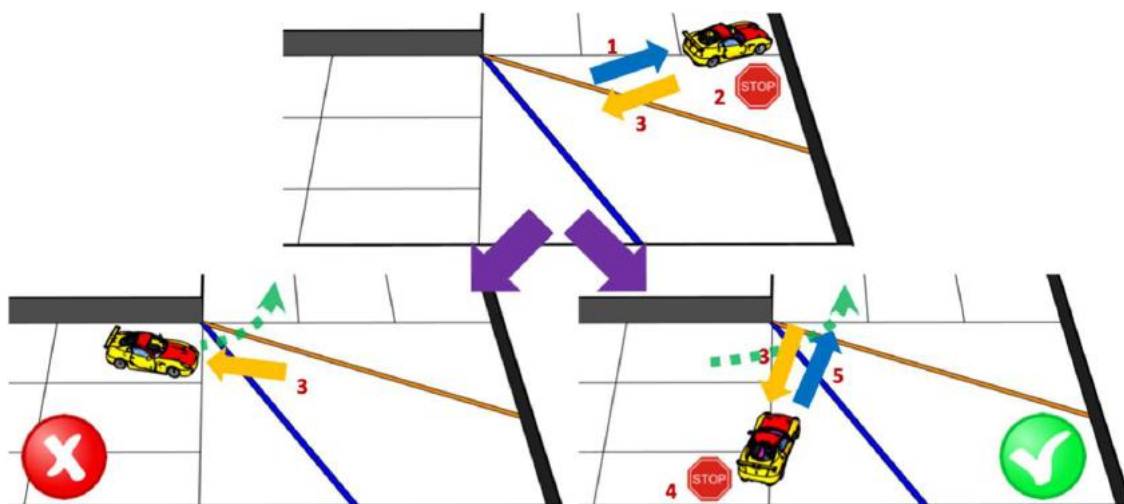


Ilustración 13-9: Sección más lejana para circular en sentido contrario cuando el vehículo se detuvo parcialmente en la sección.

A la izquierda de la figura superior se considera el escenario final. Este comportamiento provocará la detención inmediata de la partida:

- Fase 1: El vehículo inicialmente circuló por la pista en sentido contrario (reflejado por la flecha verde discontinua cerca del muro).
- Fase 2: Se detuvo en la línea entre dos secciones; la sección delantera en el juego se considera la sección donde se cambió la dirección.
- Fase 3: Continuó la marcha en sentido contrario y pasó completamente la sección vecina a la sección donde se cambió la dirección.

A la izquierda de la figura se considera el siguiente escenario. Dado que la proyección del vehículo aún se encuentra parcialmente en la sección adyacente, la partida no se detiene:

- Fase 1: el vehículo inicialmente circuló en sentido contrario a las agujas del reloj (indicado por la flecha verde punteada cerca del muro).
- Fase 2: se detuvo en la línea entre dos secciones; la sección delantera en la dirección de conducción de la partida se considera la sección donde se cambió la dirección.
- Fase 3: cambió la dirección y comenzó a moverse en la dirección opuesta.
- Fase 4: el vehículo se detuvo en el límite de dos secciones.
- Fase 5: continuó conduciendo en sentido contrario a las agujas del reloj.

13.4.5 Caso 5: Cambio de dirección varias veces.

El vehículo puede cambiar de dirección varias veces, pero la sección más alejada en la que se conducirá en la dirección opuesta se considera la sección más cercana a la meta donde se cambió la dirección la primera vez.

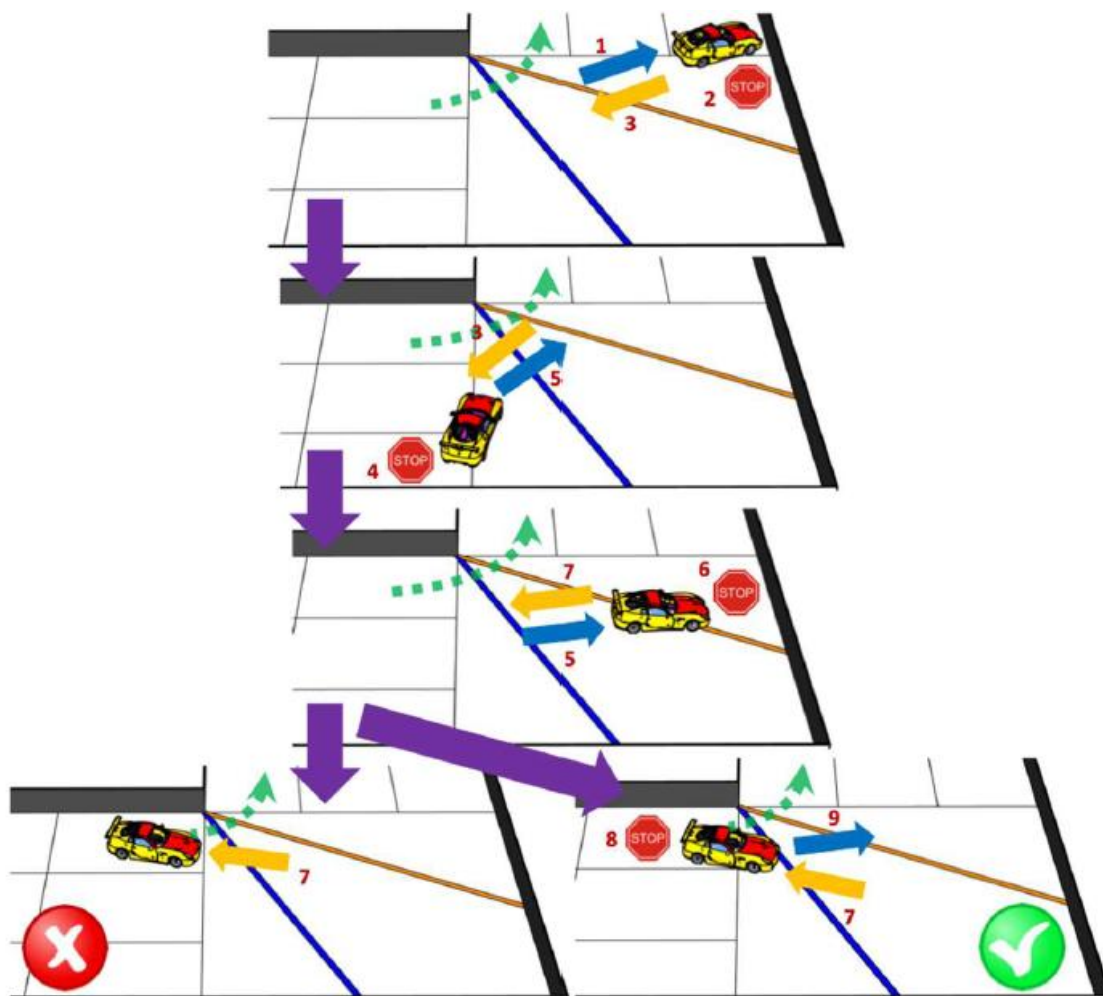
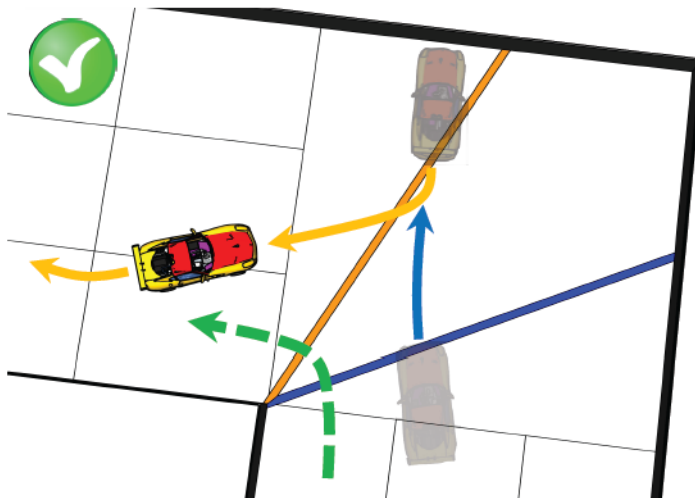


Ilustración 13-10: Se considera la posibilidad de cambiar de dirección varias veces según la sección más cercana a la meta.

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

- Fase 1: el vehículo inicialmente circulaba 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 la dirección de marcha se considera la sección donde se cambió la dirección.
- Fase 3: cambió de dirección y comenzó a moverse en la dirección opuesta.
- Fases 4 y 5: el vehículo se detuvo en la sección adyacente, junto a la sección donde se cambió la dirección inicialmente y luego continuó moviéndose en la dirección correcta.
- Fases 6 y 7: el vehículo cambió de dirección una vez más, pero esto no se tiene en cuenta, ya que la sección anterior donde se cambió la dirección a la opuesta está más cerca de la meta.
- Si el vehículo sale completamente de la sección adyacente conduciendo en sentido contrario, se detendrá (lado izquierdo de la figura).
- Si solo una parte de la proyección del vehículo está en la sección. Junto a la sección vecina, esto no se considerará motivo para detener el partido (lado derecho de la figura).

13.4.6 Caso 6: Conducción marcha atrás (en el sentido correcto)



Se permite la conducción marcha atrás si el vehículo se desplaza en sentido circular.

Ilustración 13-11: Conducción de espaldas en sentido circular.

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

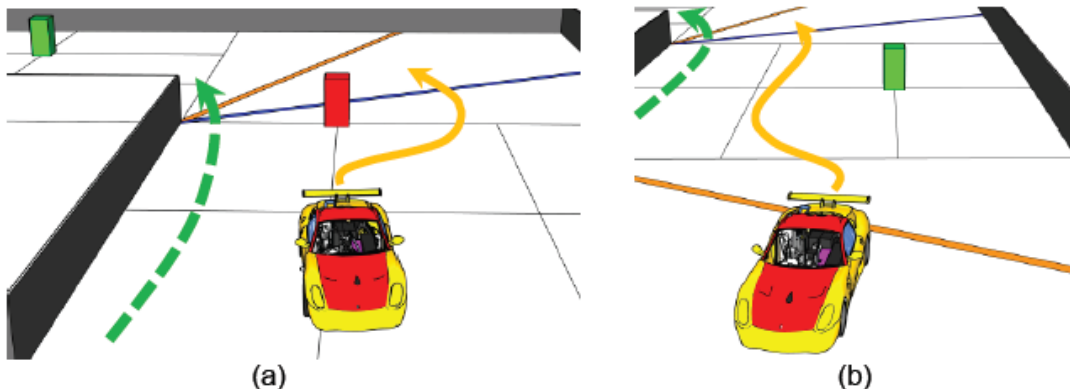


Ilustración 13-12: Normas para adelantar las señales de tráfico al conducir de espaldas.

13.5 Adelantamiento de señales de tráfico por el lado incorrecto

Aunque no está permitido adelantar señales de tráfico por el lado incorrecto, existe un umbral que el vehículo puede utilizar para reconocer la falla y corregir el comportamiento.

Si el vehículo comienza a adelantar la señal de tráfico incorrectamente, el tiempo no se detendrá si el vehículo no sobrepasa completamente la línea que va desde la pared interior hasta la pared exterior (en adelante, radio -) y donde se encuentra la señal de tráfico.

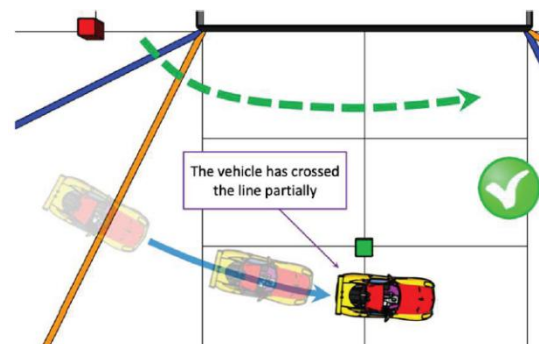


Ilustración 13-13: El vehículo no sobrepasa totalmente por la derecha el pilar verde.

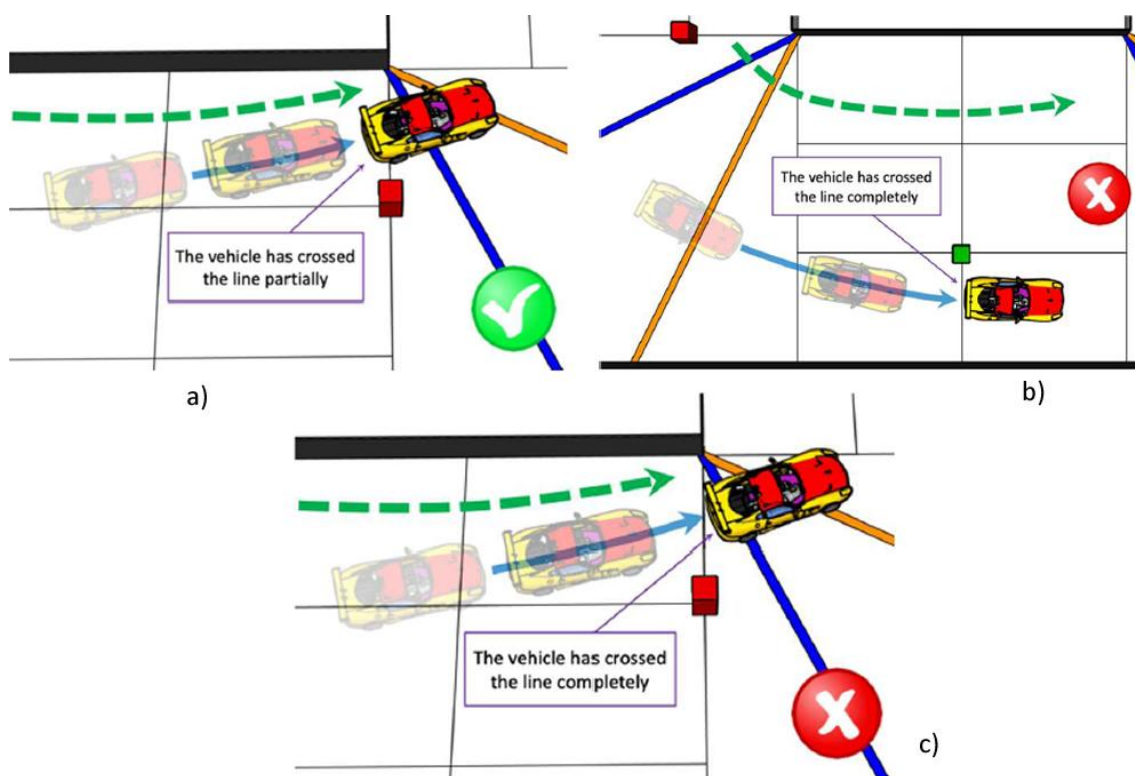


Ilustración 13-14: Adelantamiento de las señales por el lado incorrecto

a) El vehículo no sobrepasa el radio al circular desde la derecha del pilar rojo.

En cuanto el vehículo cruce completamente el radio, los jueces detendrán la competición.

b) El vehículo cruza completamente el radio desde el lado derecho del pilar verde.

c) El vehículo cruza completamente el radio desde el lado izquierdo del pilar rojo.

Lo mismo aplica si el vehículo se desplaza de atrás hacia adelante en la dirección de la competición.

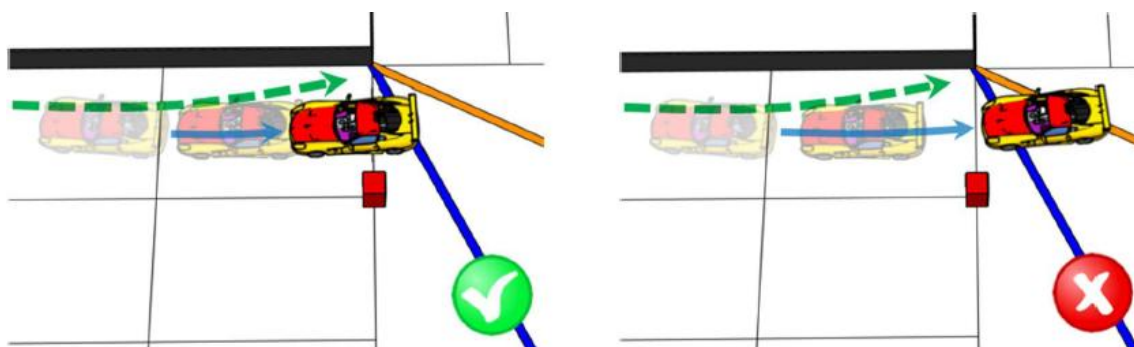


Ilustración 13-15: El vehículo sobrepasa el radio al circular marcha atrás.

En el desafío de obstáculos, las señales de tráfico solo deben respetarse en las tres vueltas oficiales. En la ruta posterior al estacionamiento, se pueden desviar a la derecha o a la izquierda según se desee. No se permite moverlas.

13.6 Estacionamiento en la zona de aparcamiento

Un robot se considera completamente estacionado cuando su proyección sobre la alfombra se encuentra completamente dentro del rectángulo entre los dos marcadores del estacionamiento (marcados en gris en las imágenes) y el robot está estacionado paralelo a la pared del campo de juego. El robot se considera paralelo si la distancia entre las dos ruedas de un lado y la pared no difiere en más de 2 cm.

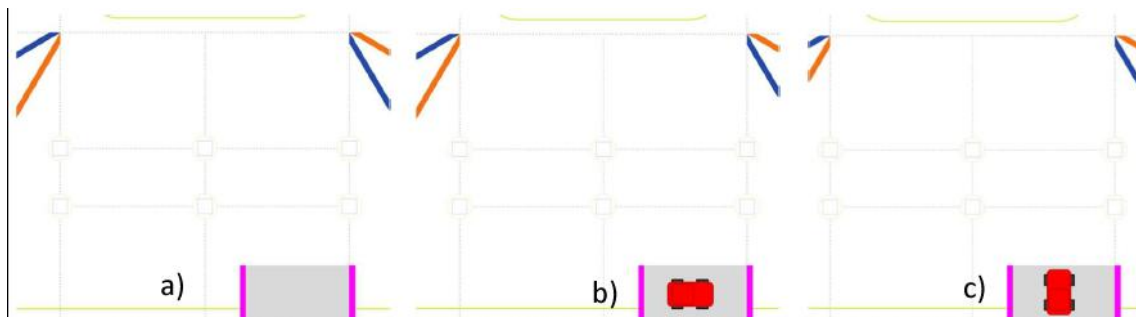


Ilustración 13-16: Zona de estacionamiento. Estacionamiento paralelo válido

- a) La zona gris es el área permitida para estacionar.
- b) El robot está completamente dentro y paralelo a la pared exterior.
- c) El vehículo no está estacionado en paralelo.

Si no se sabe con certeza si el robot ha estado estacionado en paralelo, se mide la distancia entre las ruedas de un lado y la pared. Se utilizarán las dos ruedas motrices principales para las mediciones. Si la diferencia entre las dos distancias es superior a 2 cm, el robot no se considera estacionado en paralelo.

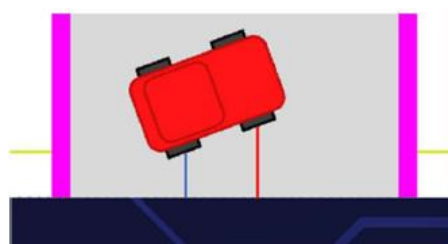


Ilustración 13-17: Estacionamiento paralelo ambiguo

El robot se considera parcialmente estacionado cuando su proyección sobre la alfombra se encuentra solo parcialmente dentro del estacionamiento.

El robot no puede tocar los límites del estacionamiento. Al tocarlos, el robot se detiene y no se otorgan puntos por el estacionamiento.

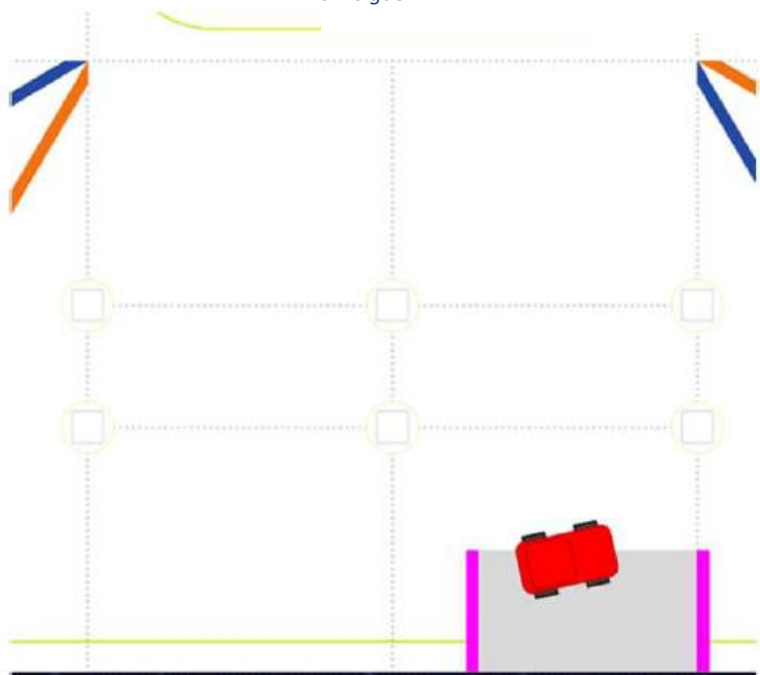


Ilustración 13-18: Se considera parcialmente estacionado.

14 EVALUACIÓN DEL DIARIO DE INGENIERÍA

Se utilizará la siguiente guía para evaluar el diario de ingeniería y la documentación del vehículo. A continuación, se muestra la lista de elementos de puntuación y los criterios para cada elemento:

	Área de puntuación	Puntuación máxima
1.	Gestión de la movilidad	4
2.	Gestión de potencia y detección	4
3.	Gestión de obstáculos	4
4.	Imágenes: equipo y vehículo	4
5.	Vídeos de rendimiento	4
6.	Uso de GitHub	4
7.	Factor de ingeniería	4
8.	Impresión general del juez	2
Puntuación total		30

El proceso para evaluar 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 omitir ningún elemento de puntuación. No se permite discusión entre jueces en este momento. La evaluación del ítem se basa en la comprensión del juez de los criterios y su percepción sobre cómo se reflejan dichos criterios en la documentación; no se trata de una comparación de los materiales de documentación proporcionados por varios equipos.
3. El valor promedio de cada ítem de puntuación se calcula con base en las calificaciones de los jueces.
4. La suma de todos los ítems de puntuación promedio es el total de la documentación del vehículo para cualquier equipo en particular.

14.1 Explicación de la escala de la rúbrica

Explicación de la escala de la rúbrica	
No se proporcionó evidencia ni discusión	No se proporcionó nada
Insuficiente	Información insuficiente o información proporcionada que no se comprende.
Necesita mejorar	Se proporciona suficiente información, pero es evidente que el esfuerzo no se puede duplicar
Cumple con las expectativas	Otro equipo puede realizar una duplicación exacta sin esfuerzo a partir de la información proporcionada
Supera las expectativas	No solo se puede realizar una duplicación exacta a partir de la información proporcionada, sino que también se proporciona información sobre mejoras

14.2 Rúbrica para evaluar la documentación de ingeniería

1 Gestión de la movilidad		
	<p>El análisis de la gestión de la movilidad debe abarcar cómo se gestionan los movimientos del vehículo. Qué motores se seleccionan, cómo se seleccionan e implementan.</p> <p>Se puede proporcionar un breve análisis sobre el diseño/selección del chasis del vehículo, así como sobre el montaje de todos los componentes en el chasis/estructura del vehículo. El análisis puede incluir principios de ingeniería como el uso de velocidad, par motor, potencia, etc. Se pueden proporcionar instrucciones de construcción o ensamblaje, junto con archivos CAD 3D para imprimir las piezas en 3D.</p>	
	No se proporciona evidencia ni análisis	0
	Insuficiente	1
	Necesita mejorar	2
	Cumple con las expectativas	3
	Supera las expectativas	4

2 Gestión de potencia y detección		
	El análisis de la gestión de potencia y detección debe abarcar la fuente de alimentación del vehículo, así como los sensores necesarios para proporcionarle información que le permita afrontar los diferentes desafíos. El análisis puede incluir las razones para seleccionar los distintos 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 del vehículo, que incluya todos los aspectos de los diagramas de cableado profesionales	
	No se proporciona evidencia ni análisis	0
	Insuficiente	1
	Necesita mejorar	2
	Cumple con 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-diagramexplained>
4. <https://www.allaboutcircuits.com/projects/build-your-own-robot-design-and-schematic/>

3 Gestión de obstáculos		
	La discusión sobre la gestión de obstáculos debe incluir la estrategia para que el vehículo supere la pista de obstáculos en todos los desafíos. Esto podría incluir diagramas de flujo, pseudocódigo y código fuente con comentarios detallados	
	No se proporciona código fuente ni análisis	0
	Insuficiente	1
	Necesita mejorar	2
	Cumple con las expectativas	3
	Supera las expectativas	4

4 Fotos de equipo y vehículo		
	Se deben proporcionar fotos del equipo y del robot. Las fotos del robot deben cubrir todos los lados del robot, ser claras, estar enfocadas y mostrar aspectos de movilidad, potencia, sensibilidad y gestión de obstáculos. Se puede hacer referencia a estas fotos en las secciones de discusión 1, 2 y 3. La foto del equipo es necesaria para que los jueces puedan identificar al equipo durante las competiciones locales e internacionales.	
	No se proporcionaron fotos del equipo ni del vehículo	0
	Insuficiente	1
	Necesita mejorar	2
	Cumple con las expectativas	3
	Supera las expectativas	4

Videos de rendimiento

Los videos de rendimiento deben demostrar el rendimiento del vehículo de principio a fin en cada desafío. Los videos pueden incluir comentarios, títulos o animaciones superpuestos. El video también puede incluir aspectos de las secciones 1, 2 o 3.

No se proporcionó evidencia en video. 0

Insuficiente 1

Necesita mejorar. 2

Cumple con las expectativas. 3

Supera las expectativas 4

5 Videos de desempeño o rendimiento		
	Los videos de rendimiento deben demostrar el rendimiento del vehículo de principio a fin en cada desafío. Los videos pueden incluir comentarios, títulos o animaciones superpuestos. El video también puede incluir aspectos de las secciones 1, 2 o 3.	
	No se proporcionaron videos de prueba	0
	Insuficiente	1
	Necesita mejorar	2
	Cumple con las expectativas	3
	Supera las expectativas	4

6 Uso 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 usar esta plataforma para documentar su progreso, codificar el desarrollo y compartir archivos. La evaluación de la plataforma incluirá la exhaustividad de la información proporcionada, su estructura y la frecuencia con la que se realizaron las confirmaciones. Los equipos también pueden usar esta plataforma para proporcionar información adicional sobre el diseño de ingeniería y la codificación de su vehículo.	
	No se ha proporcionado prueba del uso de GitHub	0
	Insuficiente	1
	Necesita mejorar	2
	Cumple con las expectativas	3
	Supera las expectativas	4

Información de soporte para el uso de GitHub:

1. <https://careerfoundry.com/en/blog/web-development/what-do-developers-use-github-forheres-why-its-vital/>
2. ¿Qué es 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-geekseuse-it-for/>
7. <https://www.simplilearn.com/tutorials/git-tutorial>

7 Factor de ingeniería		
	No se proporcionó evidencia ni se describió el diseño.	0
	Kit de construcción modular o RC estándar sin cambios de diseño.	1
	Kit de construcción modular o RC estándar con pocos cambios de diseño.	2
	Kit de construcción modular o RC estándar con cambios de diseño y componentes diseñados por el equipo, como soportes para sensores.	3
	Diseño y fabricación propios del vehículo y sus componentes, con componentes eléctricos estándar, como motores y sensores.	4

8 Impresión general del jurado		
	La información en GitHub es deficiente y la comunicación sobre el diseño y la codificación del vehículo es deficiente. Es imposible duplicar esfuerzos	0
	La información en GitHub muestra una comunicación regular sobre el diseño y la codificación del vehículo.	1
	La información en GitHub muestra una comunicación excelente sobre el diseño y la codificación del vehículo. Será fácil duplicar esfuerzos	2

15 CONJUNTO MÍNIMO DE COMPONENTES ELECTROMECAÑICOS

La siguiente lista representa los equipos que pueden utilizarse para las partes electromecánicas del vehículo. Se trata de una sugerencia, no de un requisito. Los equipos deben decidir si siguen o no estas sugerencias.

- Un ordenador de placa única: se utilizará para el procesamiento de vídeo en tiempo real, el análisis de datos de los sensores y el envío/gestión de señales al controlador del motor.
- Un microcontrolador de placa única + una placa de protección del motor: esta combinación de equipos recibe y gestiona las señales 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 CC con caja de cambios: controla la velocidad del vehículo
- Al menos un codificador: permite que el vehículo mida la velocidad angular de un motor de CC
- IMU (unidad de medición inercial): suele ser una combinación de giroscopio y acelerómetro: se puede utilizar para mejorar la navegación del vehículo
- Dos baterías: una para el SBC y el SBM, y otra para los motores
- Un estabilizador de voltaje: necesario para proporcionar una alimentación adecuada al SBC/SBM

- Dos interruptores para conectar las baterías a los consumidores de energía: SBC/SBM y motores
- Pulsador: podría utilizarse como disparador para iniciar la ronda

Un ejemplo de configuración del vehículo podría ser:

- Chasis de un coche teledirigido (RC)
- Controlador principal: Raspberry Pi 3 (<https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b-plus/>) y una tarjeta MicroSD para guardar el sistema operativo y los programas.
- Módulo de cámara (<https://www.raspberrypi.org/products/camera-module-v2/>) con lente gran angular adicional.
- Controlador de motor y sensor: Arduino UNO (<https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3>) con una shield de prototipado (<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-motorcontroller.html>)
- Motor de CC para impulsar el vehículo (podría ser parte del chasis).
- Servomotor para la dirección (podría ser parte del chasis).
- Sensor IMU (<https://www.sparkfun.com/products/13762>).
- sensores de distancia ultrasónicos (<https://www.sparkfun.com/products/15569>).
- sensores de línea analógica (<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 DC (podría ser parte del chasis)

16 CÓDIGO DE CONDUCTA

16.1 Comportamiento

- Durante todo el torneo se espera de los participantes y entrenadores un comportamiento adecuado al espíritu de la competición y al Código ético.
- Las reglas se aplicarán a discreción de los árbitros oficiales y los organizadores del torneo. No se permitirá el uso de interpretaciones de las reglas poco claras para tener ventaja.

16.2 faltas graves

Cualquier falta grave puede comportar la descalificación del equipo del torneo:

- La destrucción de mesas, mobiliario, materiales o robots de otros equipos.
- Uso de objetos o acciones que puedan crear o causar interferencias a otros robots.
- Uso de palabras y/o comportamientos inapropiados hacia otros miembros del equipo, otros equipos, jueces, voluntarios o público.
- Voluntad de saltarse la normativa.
- Cualquier otra situación que los jueces puedan considerar como intromisión o violación del espíritu de la competición.

16.3 Competición justa

- Al competir en la WRO, los equipos y entrenadores aceptan sus Principios Rectores:
 - Se anima a los equipos a aprender y dominar nuevas habilidades mientras se divierten juntos.
 - Los entrenadores y padres están para guiar a los equipos, no para hacer el trabajo por ellos.
 - Participar y aprender son más importantes que ganar.
- Los equipos deben firmar el Código ético de la WRO y entregarlo antes de cada torneo.
- Si se rompe o infringe alguna de las reglas mencionadas en el Código ético, los árbitros pueden decidir según consideren:
 - No permitir que un equipo participe en alguna ronda o en todo el torneo.
 - Permitir que el equipo participe, pero sin obtener puntuación.
 - Asignar el 50% de la puntuación obtenida.
 - No calificar para un torneo de nivel superior.

16.4 Copia de diseños y/o programación

Las siguientes faltas, que se consideran graves, comportarán la descalificación del equipo de un torneo:

- Presentar una solución (construcción y/o programación) que ha sido obtenida a través de Internet (venta o publicación).
- Presentar la misma solución (construcción y/o programación) que otro equipo. Se analizará cual de los equipos es el diseñador de la solución original y se decidirá si dicho equipo puede continuar en la competición.
- Presentar una solución (construcción y/o programación) en la que la ayuda por parte del entrenador o cualquier otra persona ajena al equipo ha ido más allá del lógico acompañamiento durante el proceso de aprendizaje.

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 5-1: Detalle del campo de juego	6
Ilustración 5-2: Diferentes tipos de secciones del campo de juego.....	7
Ilustración 5-3: Zonas y asientos de las señales de tráfico en el tramo recto.	7
Ilustración 5-4: Definición del tamaño del aparcamiento.....	7
Ilustración 7-1: Campo de juego para las rondas del reto abierto.	9
Ilustración 7-2: Ejemplos de variaciones del campo de juego para las rondas del reto abierto. .	9
Ilustración 7-3: Ejemplos del campo de juego para rondas de de desafío de obstáculos.	10
Ilustración 7-4: Posiciones permitidas para señales de tráfico cerca de un estacionamiento. ..	10
Ilustración 8-1: Reglas para pasar las señales de tráfico.....	12
Ilustración 12-1: Altura de los muros exteriores e interiores.	18
Ilustración 12-2: Mapa del campo de juego con tamaños.....	19
Ilustración 12-3: Dimensiones de las señales de tráfico.	20
Ilustración 12-4: Dimensiones de las limitaciones del estacionamiento.	20
Ilustración 13-1: Posiciones de la señal tras pasar el coche.	21
Ilustración 13-2: El vehículo finalizó completamente dentro de la zona de salida.....	21
Ilustración 13-3: El vehículo finalizó fuera de la zona de salida.....	22
Ilustración 13-4: Fases del paso de la zona de salida con el vehículo en sentido antihorario....	22
Ilustración 13-5: Fases del paso de la zona de salida con el vehículo en sentido horario.	23
Ilustración 13-6: Conducción permitida en sentido contrario a la curva.....	23
Ilustración 13-7: Se permite detenerse en el límite entre la siguiente sección y la sección posterior mientras se conduce en sentido contrario.....	24
Ilustración 13-8: No se permite salir completamente de la sección vecinal mientras se conduce en sentido contrario.....	24
Ilustración 13-9: Sección más lejana para circular en sentido contrario cuando el vehículo se detuvo parcialmente en la sección.	25
Ilustración 13-10: Se considera la posibilidad de cambiar de dirección varias veces según la sección más cercana a la meta.....	26
Ilustración 13-11: Conducción de espaldas en sentido circular.....	27
Ilustración 13-12: Normas para adelantar las señales de tráfico al conducir de espaldas.	27
Ilustración 13-13: El vehículo no sobrepasa totalmente por la derecha el pilar verde.	27
Ilustración 13-14: Adelantamiento de las señales por el lado incorrecto	28
Ilustración 13-15: : El vehículo sobrepasa el radio al circular marcha atrás.	28
Ilustración 13-16: Zona de estacionamiento. Estacionamiento paralelo válido	29
Ilustración 13-17: Estacionamiento paralelo ambiguo	29
Ilustración 13-18: Se considera parcialmente estacionado.	29