

Torneo Mexicano de Robótica 2015

Robot Limpiador de Playa

versión 2015

1. Introducción

Como ya es tradición desde el Primer Torneo Mexicano de Robótica en 2008, se celebrará la competencia de Robots Limpiadores de Playa. Se busca ayudar a solucionar el problema de acumulación de basura en las playas de México y de todo el mundo, concientizar a la sociedad de este grave problema, e invitarla a tomar acciones concretas para su solución.

Nuestras playas se contaminan a causa de fenómenos naturales, como mareas y huracanes, pero también por el efecto de la acción humana, por la acumulación de basura, descarga de aguas residuales y derrames de petróleo, entre otros. La contaminación de las playas produce graves daños en los ecosistemas marinos, problemas de salud en los bañistas, pérdidas en la industria pesquera y descenso del turismo.

Se convoca a los jóvenes mexicanos a imaginar y construir un robot autónomo que ayude a colectar residuos sólidos en un escenario que simule una playa en una pequeña isla turística, ilustrado en la Figura 1.

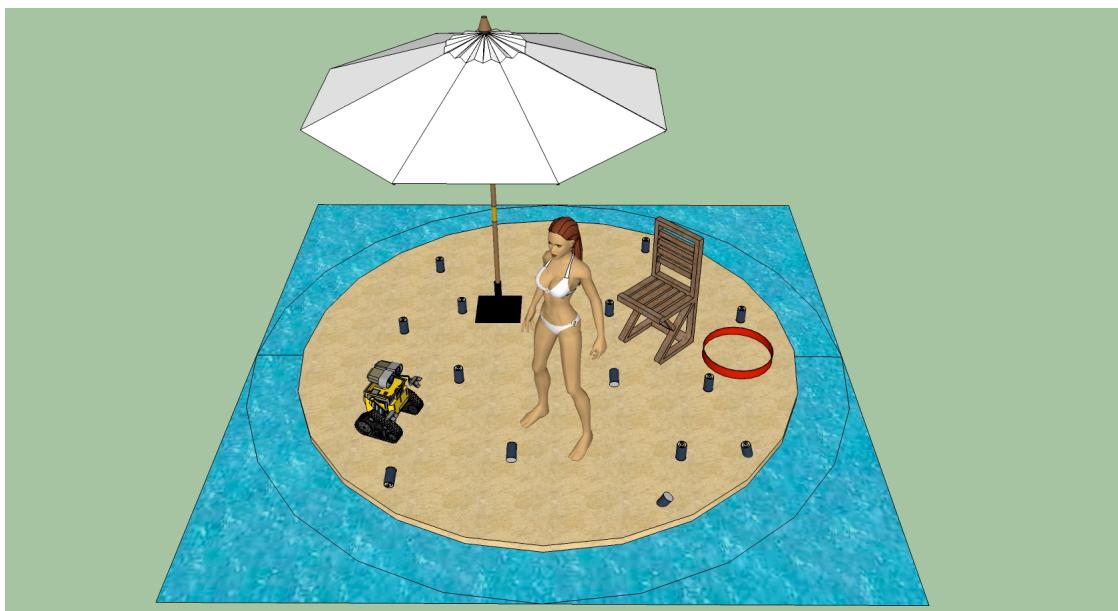


Figura 1. Escenario de la categoría Robot Limpiador de Playa nivel principiantes e intermedios.

Es muy importante señalar que esta competencia está orientada a robótica de servicio en ambientes naturales. Por ello no se pueden prever todos los detalles y características de los elementos del escenario, como la silla y sombrilla de playa, y el maniquí. A pesar de ello, se espera que los robots participantes interactúen con estos elementos.

La competencia de robots limpiadores de playa se ha celebrado antes en México en Ciudad de México en 2008; Guadalajara en 2009; Ciudad de México en 2011; Atizapán de Zaragoza en 2012; Puebla en 2013, y Ciudad del Carmen en 2014 como parte del Torneo Mexicano de Robótica de la Federación Mexicana de Robótica. Esta competencia fue seleccionada como el *Open Challenge* de la *IEEE Students Latin American Robotics Competition* (LARC) de 2012 y 2013, celebrados respectivamente en Fortaleza, Brasil, y Arequipa, Perú. En 2014 por primera vez se celebró en Europa como parte del *1st International Beach and Sea Robot Competition* para estudiantes.

2. Los objetivos

El objetivo del robot es buscar los residuos dispersos en el escenario, tomarlos y colocarlos en un depósito.

Los residuos son los únicos objetos del escenario que el robot puede empujar, tomar o mover a voluntad. Si el robot toca el maniquí recibirá una penalización.

La competencia plantea dos desafíos, el primero es para los equipos de **nivel principiante e intermedio** y en este el robot debe buscar, colectar, y depositar en un contenedor tantos residuos como le sea posible, sin caer en el área que representa el agua, y sin tocar al maniquí, desplazándose para ello en una superficie irregular. El segundo desafío es para los equipos de **nivel avanzado** y en este, además de las acciones previas, el robot debe separar dos tipos de residuos por color y depositarlos en contenedores distintos.

3. El escenario

El ambiente es un arenero de 5.5 m de diámetro sin paredes, sobre una lona de 6.0 m de lado de color azul, conteniendo arena de construcción limpia y seca. En la Figura 2 se muestran las dimensiones del escenario.

La arena no estará dispuesta de forma plana y uniforme, podrán encontrarse montículos de arena de entre 5 y 10 cm de altura y de extensiones diversas. No se pueden agregar marcas ni ningún tipo de señal en el ambiente.

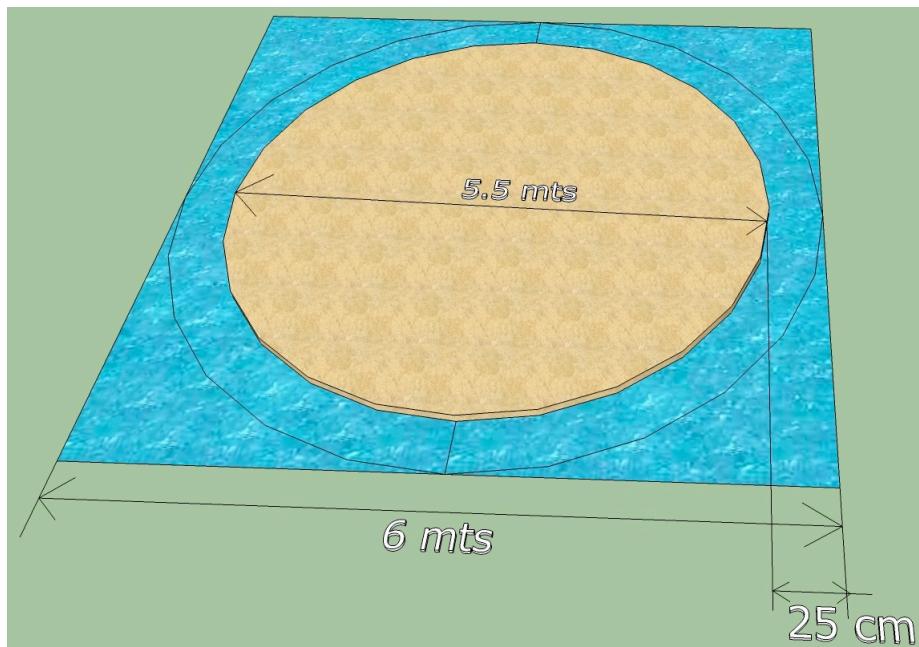


Figura 2. Dimensiones del escenario.

Debe considerarse que aún cuando el comité local adquiera arena seca y limpia, la arena de construcción siempre puede contener humedad y pequeñas piedras. Por ello se recomienda a los equipos que准备n a sus robots para contender con estas eventualidades que se presenten en el lugar de la competencia. Una vez que las competencias hayan comenzado, los equipos jugarán bajo condiciones del escenario equivalentes sin discusiones ni reclamos.

Dentro del escenario hay diversos objetos distribuidos aleatoriamente:

- ✓ Una silla de sol, de tamaño real.
- ✓ Una sombrilla de playa, de tamaño real.
- ✓ Un maniquí de tamaño real, que podrá estar sentado en la silla, o bien parado en la arena.

Y según el nivel en el que se participe:

Nivel principiantes e intermedios:

- ✓ Un aro de 75 cm de diámetro y 10 cm de alto de color rojo denominado el **depósito**.
- ✓ Veinte latas de refresco vacías, de tamaño 12 US flo oz / 355 ml, pintadas de color negro mate, denominadas los **residuos**. Una lata equivale a una unidad de residuo.

Nivel avanzados:

- ✓ Dos aros de 75 cm de diámetro y 10 cm de alto, uno de ellos de color rojo denominado el **depósito de residuos** y otro de ellos de color naranja denominado el **depósito de reciclado**.
- ✓ Veinte latas de refresco vacías, de tamaño 12 US flo oz / 355 ml, diez de ellas pintadas de color negro mate, denominadas los **residuos**, y diez de ellas pintadas de color verde mate, denominadas **residuos reciclables**. Una lata de cualquier tipo equivale a una unidad de residuo.

En las Figuras 3 y 4 se ilustran detalles del escenario.



Figura 3. Detalles del escenario, para niveles principiante e intermedio.

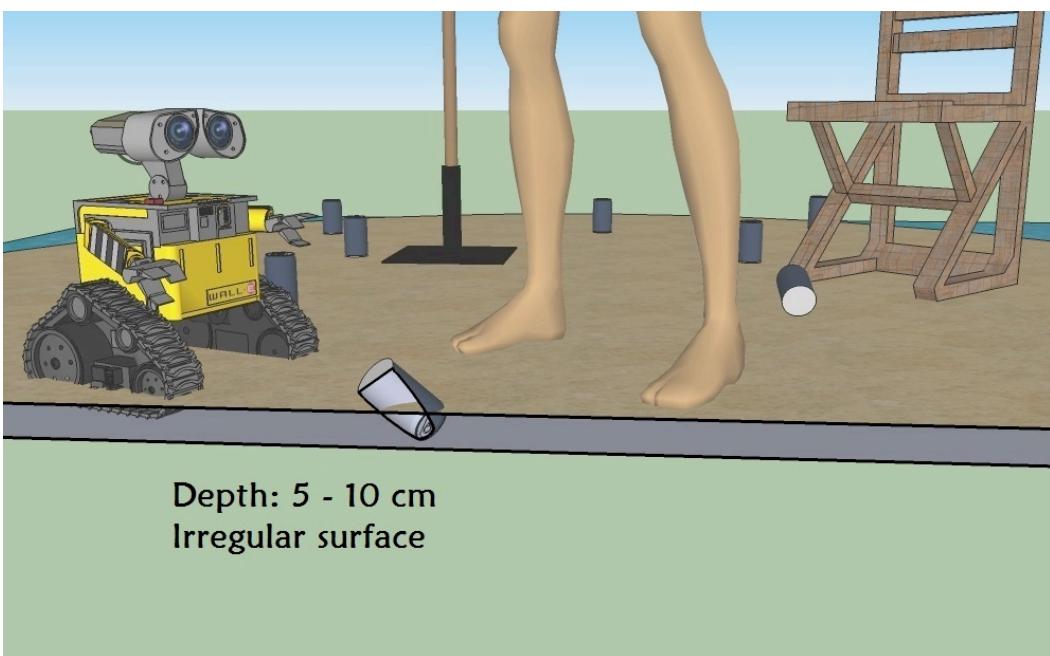


Figura 4. Detalles del escenario.

4. Las condiciones de iluminación

El ambiente puede ser colocado al interior de un gimnasio o en un patio exterior de la sede de Torneo Mexicano de Robótica 2015. Algunas partes del escenario podrán recibir luz directa del sol. Por ello los robots deben ser calibrados por los equipos en las condiciones de iluminación del lugar y de la hora en que se realicen las pruebas.

Una vez que las pruebas hayan iniciado, los equipos jugarán bajo las condiciones generales de iluminación existentes, que serán las mismas para todos, sin discusiones o reclamos.

5. El robot

El robot debe ser un dispositivo móvil completamente autónomo, es decir debe ser capaz de desplazarse a través del escenario y cumplir los objetivos sin intervención humana, sin posibilidad de comunicación con computadoras, teléfonos ni ningún dispositivo externo al robot, y utilizando únicamente los dispositivos que lleva a bordo.

No hay restricciones en la composición del robot, es decir materiales, componentes mecánicos y electrónicos, ni en la cantidad de piezas, sensores, activadores o procesadores, adquiridos o elaborados por los propios participantes.

A continuación se enumeran las restricciones sobre las dimensiones y características de los robots que sí deben respetarse:

- ✓ El robot deberá ser contenido en un cubo de 50 cm al inicio de cada prueba.
- ✓ Un robot debe encenderse con un solo botón de inicio en todas las rondas de la competencia.
- ✓ Un robot debe reiniciarse ya sea con el mismo botón de inicio, o con un botón de reinicio en todas las rondas de la competencia.
- ✓ Un robot no puede comunicarse de manera alguna con un dispositivo colocado fuera de su cuerpo.
- ✓ Un robot no debe modificar el escenario más allá del traslado de los residuos identificados, y de las trazas que deje en la arena al desplazarse.

El incumplimiento de cualquiera de las restricciones anteriores es motivo de descalificación de la competencia.

6. Las reglas de la competencia

Una vez iniciado el proceso de competencia, todos los equipos participantes deberán dejar sus robots en la **sala de espera**, un espacio asignado por la organización fuera del escenario y a la vista de todos. Los robots sólo podrán ser apartados de la sala de espera y previa autorización de un juez, tres minutos antes de competir y una vez finalizada la ronda. Durante los tres minutos previos a la competencia los robots pueden ser calibrados o ajustados en el ambiente, no pueden llevarse fuera del ambiente y su programa de control no puede ser modificado. Con ello se asegura que todos los equipos dispongan del mismo tiempo para ajustar a sus robots.

Una vez que los robots competidores se encuentren en la sala de espera, los representantes de los equipos se reunirán para participar en el sorteo del orden en que competirán sus robots, de las condiciones del escenario y del punto de inicio y orientación del robot.

Durante el sorteo previo los equipos no podrán modificar sus robots de forma alguna. Los cambios y reprogramaciones se permitirán únicamente después de haber completado la ronda todos los participantes.

De hacerse un **reinicio**, la medición del tiempo se detiene hasta por tres minutos, se coloca al robot y a todos los elementos del escenario en la posición inicial de la prueba, los residuos depositados en el depósito se mantienen y los residuos llevados por el robot serán removidos del cuerpo del robot y colocados en la sala de espera, y el robot recibirá la penalización correspondiente. Los asistentes de los jueces y los jueces serán los encargados de restituir las condiciones del escenario. Una vez restablecidas las condiciones de la prueba, se continúa la medición del tiempo en el instante en que se detuvo para hacer el reinicio. Si el tiempo de reparación de un reinicio excede tres minutos, se considerará como un nuevo reinicio. Cada robot tendrá un máximo de dos reinicios por prueba.

De cometerse una **falta**, la medición del tiempo no se detiene, el robot continúa ejecutando sus actividades, los elementos del escenario no se tocan, ni se reinicia el puntaje del robot. Sin embargo, el robot recibe la penalización correspondiente. Cada robot tendrá un máximo de cinco faltas por prueba.

A continuación se detallan los casos de reinicio y falta:

Reinicios:

- ✓ Si los miembros del equipo intervienen o tocan su robot o cualquier elemento del escenario sin autorización de los jueces (intervención no autorizada), la intervención se considerará un reinicio.

- ✓ Si el robot presenta un problema mecánico evidente y siempre que los jueces lo autoricen, el equipo participante puede intervenir el robot y reiniciar la prueba. Se consideran problemas mecánicos evidentes el desprendimiento de una sensor, motor, llanta o extremidad; una batería descargada; y en general cualquier dificultad no asociada a un mal diseño que impida el funcionamiento normal del robot, y que pueda ser reparado en el escenario de forma rápida.
- ✓ Si el robot se atasca o pierde el equilibrio mientras una parte de él toque el arenero y siempre que los jueces lo autoricen, un miembro del equipo podrá intervenir y reiniciar el robot. Se considera atascos las situaciones en donde al menos una parte del robot no tiene un desplazamiento lineal de al menos 15 cm (5.9 pulgadas) durante un minuto.
- ✓ Si el robot toca con todo su cuerpo el área azul alrededor del escenario, o permanece fuera del arenero por más de 10 segundos se considerará reinicio.

Faltas:

- ✓ Si el robot toca con todo su cuerpo el área azul o permanece fuera del arenero más de 5 segundos y regresa por sí mismo al arenero antes de 10 segundos, contados desde que todo el cuerpo del robot está fuera de la arena, comete una falta. Cada salida y regreso en las condiciones previas será considerado un falta y el robot recibirá la penalización correspondiente.
- ✓ Si el robot toca el maniquí se considera una falta. Cada vez que el robot entre en contacto con el maniquí será considerada una falta y el robot recibirá la penalización correspondiente.

Los residuos podrán ser colectados, depositados y cuando sea el caso separados uno a uno o en grupo en el depósito. Los residuos tienen el mismo valor, independientemente de su posición en el escenario. Sin embargo, los residuos colocados en la sala de espera por los reinicios valen la mitad de los residuos en el ambiente.

El puntaje atribuido a cada residuo colectado es válido una vez que el robot lo tenga consigo, y el de cada residuo depositado es válido una vez que el residuo se encuentre dentro del depósito y el robot haya dejado de tener contacto con el residuo. Si los residuos son depositados fuera del depósito o en el contenedor equivocado para el caso de los robots que separan residuos o caen fuera de él, no se consideran válidos y no dan puntos al robot.

La prueba se da por terminada de dos maneras:

1. Transcurre el tiempo total de la prueba, 3 minutos en cada actividad de la prueba de concepto, o bien 10 minutos en la prueba general.
2. Se acumulan tres reinicios o cinco faltas en la misma prueba.

El primer criterio para determinar un equipo clasificado o ganador es el puntaje en las rondas de pruebas. Si dos o más equipos obtienen el mismo puntaje en la ronda clasificatoria y dichos equipos comparten una posición clasificada, todos esos equipos pasarán a la ronda final. Si dos o más equipos obtienen el mismo puntaje en la ronda final se decidirá el desempate en ronda extra de pruebas generales para todos los equipos, que se realizará inmediatamente después de la ronda final.

Cualquier excepción o situación no prevista en este reglamento será resuelta por el Jurado y los organizadores del Torneo Mexicano de Robótica 2015, Categoría Robot Limpiador de Playa.

7. La evaluación

La evaluación de los robots se basará en los puntos acumulados en dos tipos de pruebas: de concepto y general.

En la **prueba de concepto** cada robot debe mostrar, por partes separadas, la forma en que encuentra la solución al problema de limpieza de la playa. En estas pruebas los equipos deben explicar a los jueces las estrategias diseñadas para cada actividad. Las actividades que se evalúan son: evasión de obstáculos/maniquí, identificación de residuos, recolección de residuos, depósito de residuos para ambos niveles, y separación de residuos para nivel avanzados. El robot debe tener programada una manera de mostrar a los jueces que está cumpliendo la actividad correspondiente, a través de señales sonoras, señales luminosas con LEDS, *displays*, o mensajes en alguna pantalla en el robot, y que los equipos habrán comunicado a los jueces antes de la prueba. El tiempo máximo para la realización de cada una de estas actividades es de 3 minutos. En la Tabla 1 se indican los puntajes máximos atribuidos a cada una de estas actividades.

En la **prueba general** el robot debe limpiar la playa combinando las actividades mostradas en la prueba de concepto según corresponda a su nivel. El tiempo máximo para la realización de esta prueba es de 10 minutos. En la Tabla 2 se indican los puntajes de esta prueba.

8. La ejecución de pruebas y las rondas

Se avisará con al menos una hora de anticipación la hora de inicio de las pruebas, indicando el tiempo restante para realizar calibraciones en el escenario utilizado en la ronda de pruebas, y la hora precisa en que los robots deberán colocarse en la sala de espera.

Actividad/Acción	Puntaje
Evasión de obstáculo/maniquí	1.00
Localización de residuo	1.00
Recolección de residuo	1.00
Depósito de residuo	1.00
Reinicio	-0.25
Distinción entre residuos reciclables y no reciclables (sólo categoría avanzados)	1.00

Tabla 1. Puntaje en la prueba de concepto.

Actividad/Acción	Puntaje
Unidad de residuos colectada y en el robot	1.00
Unidad de residuos en el depósito (sólo categoría principiantes)	2.00
Unidad de residuos en sala de espera (debido a reinicios)	0.50
Unidad de residuos separada en el depósito correspondiente (sólo categoría avanzados)	2.00
Falta (cada uno de los contactos con el maniquí, abandono del arenero por más de 5 y menos de 10 segs.)	-0.50
Reinicio (intervención no autorizada por jueces, problema mecánico “evidente”, atasco, abandono del arenero por más de 10 segs.)	-0.25

Tabla 2. Puntaje en la prueba general.

Existen dos tipos de rondas: clasificatoria y final.

Ronda clasificatoria:

- ✓ Participan todos los equipos inscritos en el TMR 2015, Categoría Robot Limpiador de Playa, de acuerdo a su nivel (principiantes e intermedios por un lado, y avanzados por otro).
- ✓ Se ejecutan dos pruebas por equipo, de concepto y general, cada una de las cuales tiene tiempos y puntajes específicos descritos en la sección 7 de este reglamento.
- ✓ En la prueba de concepto el robot debe mostrar las diversas actividades programadas para cumplir el objetivo, con un máximo de

dos reinicios por actividad, en escenarios elegidos por los jueces y equivalentes para todos los equipos.

- ✓ En la prueba general el robot debe limpiar la playa con un máximo de dos reinicios, en un escenario generado aleatoriamente y equivalente para todos los equipos.
- ✓ Los cuatro equipos con los mejores puntajes de la ronda clasificatoria, obtenidos de la suma de sus pruebas de concepto y general, pasarán a la ronda final.

Ronda final:

- ✓ Participan los equipos clasificados en la ronda clasificatoria en el TMR 2015, Categoría Robot Limpiador de Playa, de acuerdo a su nivel (principiantes e intermedios por un lado, y avanzados por otro).
- ✓ Se ejecutan dos pruebas generales por equipo, con un máximo de dos reinicios, en dos escenarios diferentes generados aleatoriamente y equivalentes para todos los equipos.
- ✓ Los tres equipos con los mejores puntajes de la ronda final, obtenidos de la suma de sus dos pruebas generales, recibirán del mayor al menor puntaje, 1º, 2º y 3º lugar del TMR 2015, Categoría Robot Limpiador de Playa, nivel principiantes e intermedios, y 1º, 2º y 3º lugar del TMR 2015, Categoría Robot Limpiador de Playa, nivel avanzados. Es importante señalar que los equipos que clasifiquen con puntos negativos o nulos en la ronda final no pueden ser considerados como equipos ganadores de esta categoría.

Se darán menciones especiales al “Prototipo Original más Ingenioso” de cada nivel del TMR 2015, Categoría Robot Limpiador de Playa, a juicio del Jurado y con base en el desempeño de los robots en las rondas clasificatoria y final.

9. La inscripción y participación

Podrán participar en el TMR 2015, Categoría Robot Limpiador de Playa todos aquellos equipos que cumplan los requisitos de participación y registro en el. El equipo se podrá considerar inscrito después de recibir un mensaje de confirmación.

Es requisito para participar presentar en forma de cartel tanto en forma digital como impresa durante la competencia, un reporte que resuma el diseño, construcción y programación del robot participante.

Todos los equipos participantes recibirán constancia de participación en el TMR 2015 Categoría Robot Limpiador de Playa. Los equipos clasificados en los tres primeros lugares recibirán además diploma de ganadores.

10. El jurado

El jurado estará compuesto por distinguidos académicos del área de robótica, uno de ellos organizador de la competencia, y dos más invitados especiales. Se darán a conocer los nombres de los miembros del jurado antes de la competencia.

11. Sobre las situaciones extraordinarias durante las competencias

Cualquier situación no prevista en esta convocatoria será resuelta por el Jurado y los organizadores del TMR 2015, Categoría Robot Limpiador de Playa.