

---

## REGLAS DE LA Categoría OPEN – 2023

Versión 1.0 – abril de 2023

---

### Robots de soporte avanzados para operaciones de almacén

Versión aprobada por la IEEE RAS PERÚ 22/02/2024

#### Introducción

El contexto de la competencia tiene como objetivo automatizar un entorno con una gran cantidad de paquetes a organizar, Figura 1. La esencia de la competencia se extrae de entornos como almacén, centro de distribución de productos, stock de tienda, etc.

La automatización de almacenes ya es una realidad en grandes empresas como Amazon y Alibaba, pero pronto debería serlo en las medianas. Piensa en una posible solución. Los participantes deberán construir un robot ágil y rápido para organizar tantos paquetes como sea posible en un tiempo limitado.

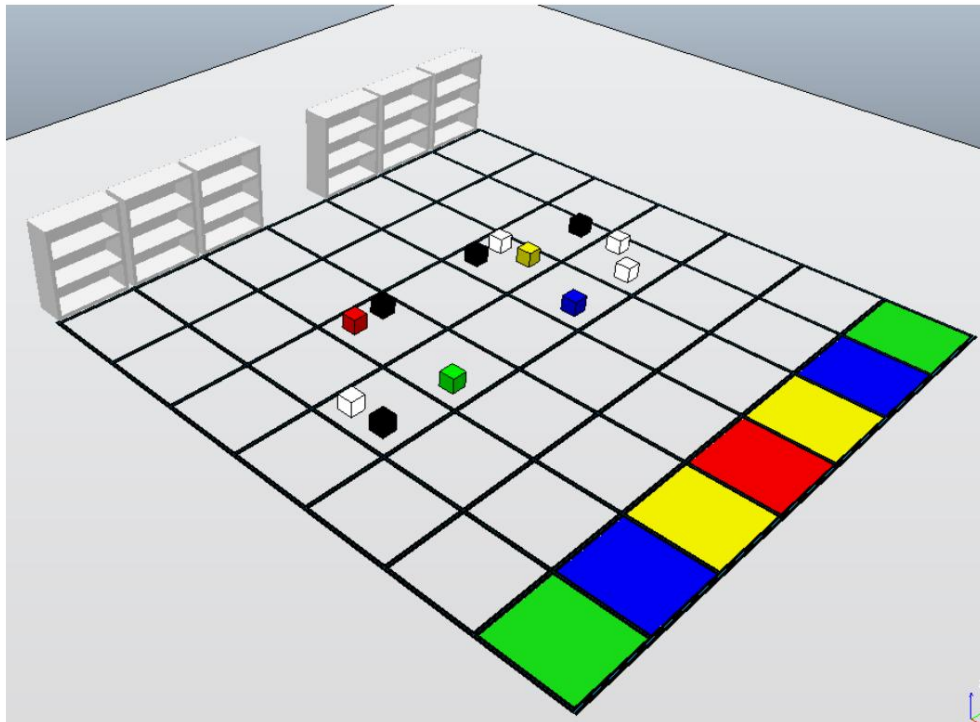


Figura 1 – Vista general de la arena

## La meta

El robot puede moverse libremente en el escenario, pero no puede chocar ni empujar un paquete fuera del área del paquete. Para alcanzar los desafíos de la competencia, el robot debe tomar cada paquete y dejarlo en su destino. El robot no conocerá su posición inicial en el escenario ni la posición de los paquetes en la zona del paquete. El objetivo es tomar paquetes de una ubicación específica y llevarlos a ubicaciones predefinidas, para que, al final, los paquetes queden en la disposición deseada en el escenario propuesto. Los objetivos específicos son: 1. Tomar paquetes de colores (amarillo, rojo, verde, azul) y

trasladarlos a las regiones de descarga.

con colores equivalentes.

2. Recoja los paquetes que contienen códigos 2D y muévalos a cualquier posición respectiva en el estantes.

3. Recoja los paquetes con valores alfabéticos y llévelos a cualquier posición respectiva en los estantes.

## Paquetes

Los paquetes se pueden marcar por color, códigos 2D o valores alfabéticos. Los colores posibles para los paquetes son verde, amarillo, azul y rojo. El código 2D es una representación bidimensional que contiene 9 combinaciones, del 1 al 9, según los marcadores que se pueden obtener en el sitio <https://chev.me/arucogen>. Los paquetes alfabéticos son blancos y los paquetes de códigos 2D son negros. Hay una región específica en el escenario donde se colocan inicialmente los paquetes, llamada región de carga.

### Especificaciones del paquete

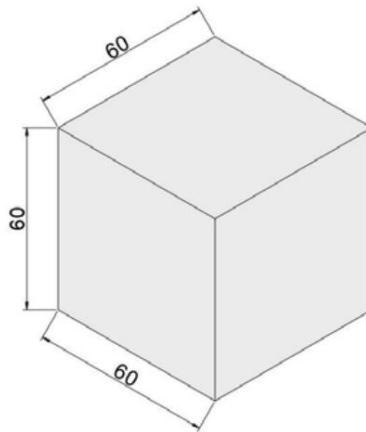


Figura 2 – Forma y dimensiones de los paquetes.

Los paquetes son cubos de medidas, aproximadamente, 60mm x 60mm x 60mm, Figura 2, fabricados mediante una impresora 3D a partir de los filamentos más comunes del mercado, ABS, PLA o PETG. Los ajustes aproximados para la impresión son 1 mm de espesor, 10% de densidad de relleno, 1 mm de espesor en la parte inferior y superior. El peso aproximado es de 50 gramos, pudiendo variar 10 gramos.

Los cubos alfabéticos son blancos y tienen la misma letra en las 4 caras laterales. Los valores son una letra mayúscula, desde A (primera letra) hasta I (novena letra), negrita, usando fuente Arial y tamaño de fuente 140 (equivalente a una letra con una altura de 49 mm). Las letras que pueden aparecer en las caras del cubo son A, B, C, D, E, F, G, H e I.

El código 2D consiste en marcadores que permiten la identificación única de cada cubo, centrados en las caras laterales del cubo con un borde blanco de 5 mm de espesor. Cada código 2D debe ocupar la cara completa, estando impreso en cada una de las cuatro caras laterales. En la Figura 3 se pueden ver todos los códigos 2D posibles.

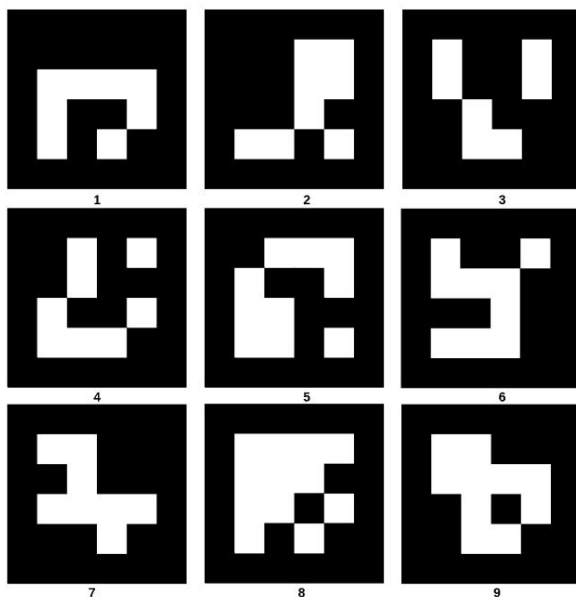


Figura 3: códigos 2D del 1 (arriba a la izquierda) al 9 (abajo a la derecha).

## Guión

Cada paquete tiene una etiqueta que lo identifica y, en consecuencia, su destino o región de destino.

El escenario contiene tres tipos de regiones: región de tránsito, región de carga de paquetes y región de descarga de paquetes.

El escenario está formado por 49 (7x7) cuadrados, ver Tabla I, para la libre circulación del robot, para carga y descarga de bultos. La región de carga de paquetes consta de dos áreas centralizadas en el escenario.

Cada área consta de cuatro cuadrados. En la tabla I se muestran las dos zonas de carga marcadas en gris e indicadas por los cuadrados  $\{(3,2), (3,3), (4,2), (4,3)\}$  y  $\{(3,5), (3,6), (4,5), (4,6)\}$ . Esta marca numérica y gris no estará presente en el escenario real y sirve como guía para explicar mejor algunos detalles del escenario. Los cuadrados de fondo blanco, como se muestra en la Tabla I, tienen como objetivo permitir la libre circulación del robot. Hay dos regiones de descarga: una para paquetes alfabéticos o codificados en 2D y otra para paquetes de colores.

Cuadro I: Disposición de cuadrados.

|     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,7 |
| 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,6 | 2,7 |
| 3,1 | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,5 | 3,6 | 3,7 |
| 4,1 | 4,2 | 4,3 | 4,4 | 4,5 | 4,6 | 4,7 |
| 5,1 | 5,2 | 5,3 | 5,4 | 5,5 | 5,6 | 5,7 |
| 6,1 | 6,2 | 6,3 | 6,4 | 6,5 | 6,6 | 6,7 |
| 7,1 | 7,2 | 7,3 | 7,4 | 7,5 | 7,6 | 7,7 |

Configuración de la arena

Cada cuadrado del escenario está determinado por un borde negro, con un tamaño interno de 30 cm x 30 cm y con un color interno blanco. El ancho de la línea del borde es de aproximadamente 1,9 cm. El tamaño del escenario es de aproximadamente 225,2 cm x 225,2 cm. En la parte inferior, los 7 cuadrados están coloreados y representan la región de descarga de los paquetes coloreados (Figura 4).

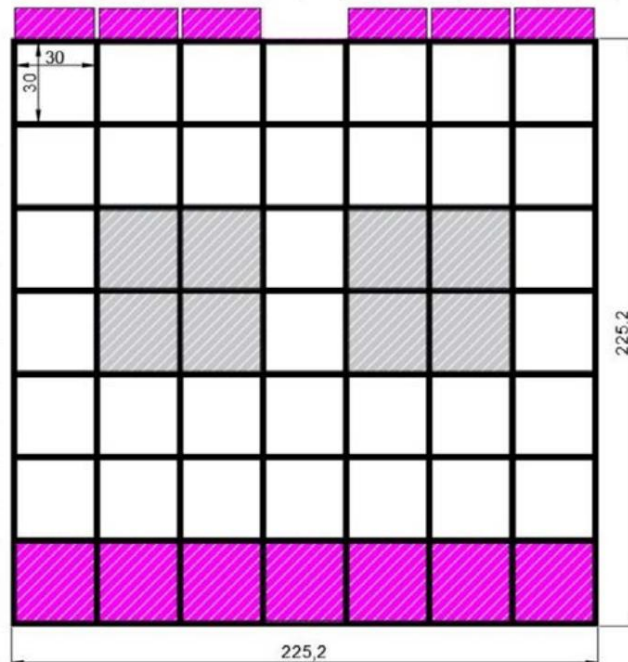


Figura 4: Dimensiones de la arena de competición con las regiones de carga y descarga sombreadas en gris y morado, respectivamente.

En las Figuras 5 y 6, se presentan vistas en perspectiva de paquetes codificados alfabéticamente y en 2D sin el borde blanco a modo ilustrativo, tanto en la vista frontal como en la posterior.

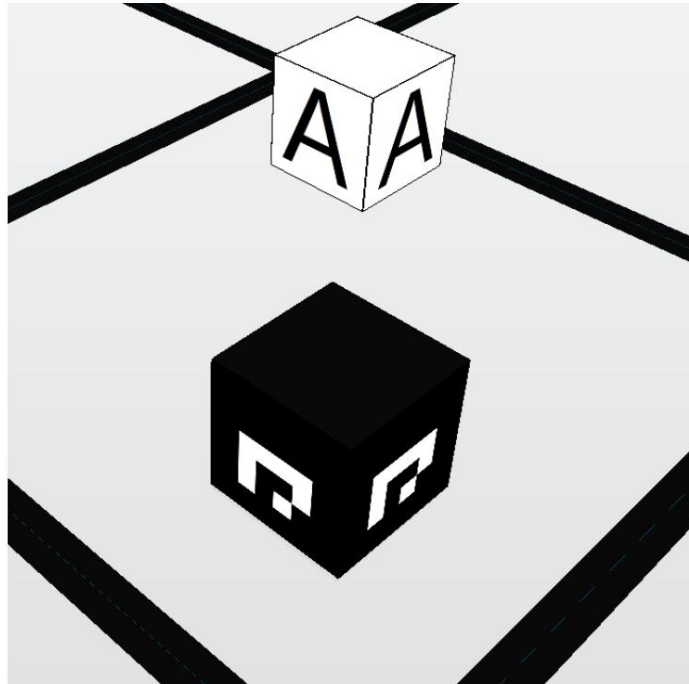


Figura 5 – Vista en perspectiva de bloques con código 2D e identificación alfabética. Vista frontal.

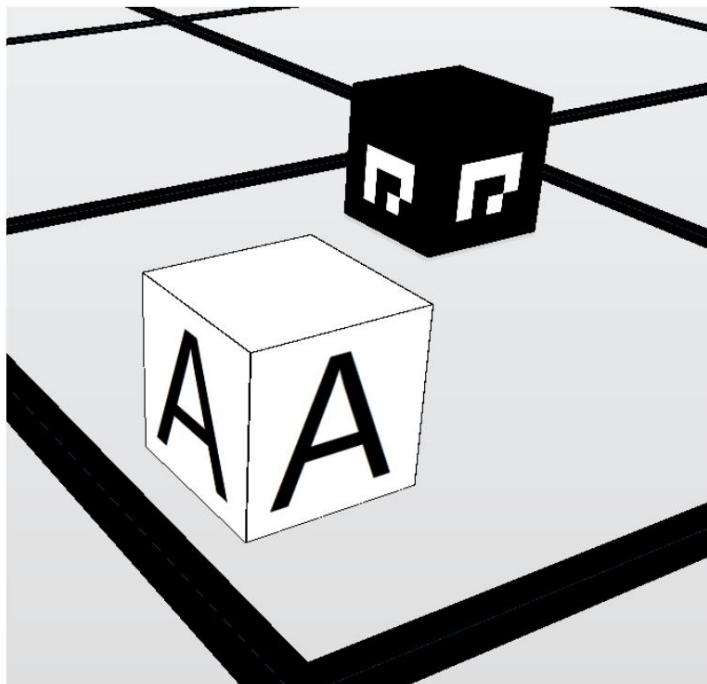


Figura 6 – Vista en perspectiva de bloques con código 2D e identificación alfabética. Vista trasera.

La región superior, adyacente al límite externo de la arena, tiene 2 conjuntos de 3 estantes alineados, uno entre el primer y el tercer cuadrado, y otro entre el quinto y el séptimo cuadrado. Los estantes están dispuestos uno al lado del otro y en conjunto tienen 9 compartimentos para cada juego. Los compartimentos se identifican entre 1(A) y 9(I). El compartimento en la esquina inferior izquierda tiene un valor de 1(A), el segundo en la esquina inferior izquierda tiene un valor de 2(B), el compartimento más alto a la derecha tiene un valor de 9(I), (Figura 7 ).

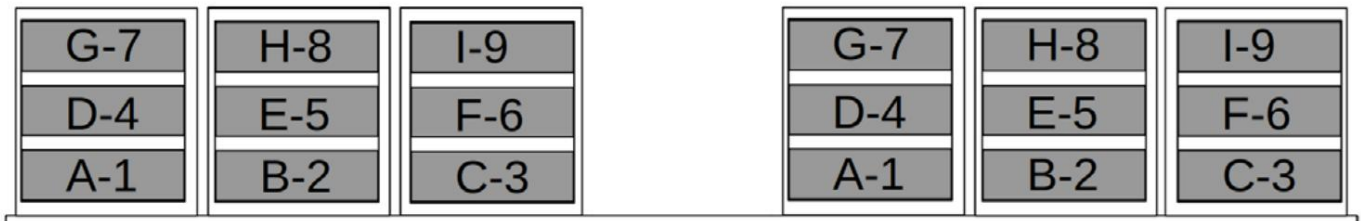


Figura 7 - Vista frontal de los compartimentos de los estantes numerados del A (1) al I (9).

Cada estante mide aproximadamente 30 cm de ancho, con 3 partes, 10 cm de alto y 10 cm de fondo. Así, dado que los estantes están fabricados en MDF de 1,5 cm de espesor, sus dimensiones totales serán aproximadamente de 36 cm de alto, 30 cm de ancho y 11,5 cm de fondo (Figura 8). Dado que hay cubos con códigos tanto alfabéticos como 2D, sólo se puede insertar un cubo en cualquier posición de los estantes. Pero el equipo puede elegir en qué estante guardará cada cubo. Entonces, el equipo puede colocar el cubo "A" en el estante izquierdo, posición "A/1", y luego el cubo "1" (código 2D) en el estante derecho, posición "A/1", o viceversa. Y no es necesario colocar solo cubos alfabéticos en un estante y cubos con códigos 2D en el otro. No habrá penalización por "mezclar" los cubos en ambos estantes, por lo que cada equipo puede optimizar su enfoque para colocar los cubos en el estante que sea más adecuado según la estrategia.

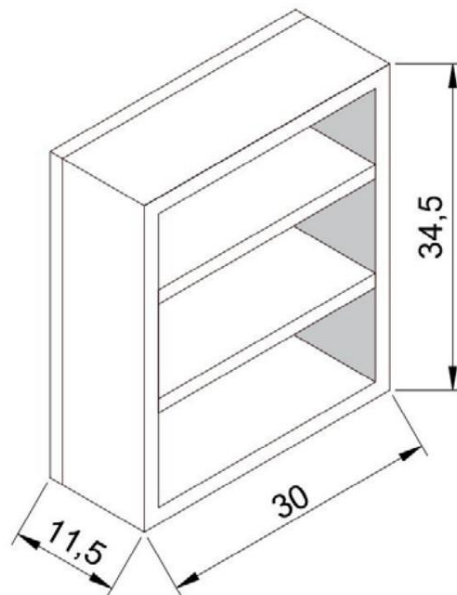


Figura 8 - Dimensiones de los estantes de descarga.

## Condiciones de iluminación

El comité local intentará dotar de una iluminación uniforme en todo el recinto. Sin embargo, los equipos deben estar preparados para calibrar sus robots en función de las condiciones de iluminación del lugar. El comité local tomará acciones para minimizar los efectos de las sombras y la luz natural, sin embargo estos factores no se pueden eliminar por completo. Por lo tanto, es muy recomendable que los competidores diseñen sus robots para que sean inmunes a las variaciones de iluminación que puedan presentarse en el lugar durante la competencia. Desde el inicio de las competencias, los equipos "jugarán" bajo las condiciones de iluminación existentes, sin discusiones ni reclamos.

## Las reglas de la competencia

Para cada equipo en cada ronda, las posiciones de los paquetes se definirán mediante sorteo. Habrá 12 paquetes colocados aleatoriamente en el escenario al comienzo de cada ronda: 4 de colores, 4 alfabéticos y 4 codificados en 2D. Después del sorteo, el equipo no podrá modificar su robot de ninguna manera. Se permiten cambios y reprogramaciones sólo una vez finalizada la ronda.

### POSICIÓN INICIAL

Al comienzo de la ronda, se dibujará una posición inicial y la orientación del robot (lo mismo para todos los equipos) y los paquetes serán posicionados por la organización en la arena. Los organizadores proporcionarán una forma de definir aleatoriamente qué bloques se colocarán en el área de carga.

La elección aleatoria de la posición/orientación inicial del robot se realizará mediante la página web <https://www.random.org/integers/> con dos configuraciones distintas:

- Para la posición en la arena: se sortearán 10 números entre 1 y 7 y se presentarán en dos columnas en el orden en que fueron sorteados. La posición inicial del robot en la arena será el primer conjunto de números que indican un área blanca en la Tabla 1;
- Para la orientación del robot: se sorteará un número entre 1 y 4. Sólo él representará la orientación del robot en la arena. Las posibilidades se realizan tomando como referencia las estanterías y son:
  - 1 - frente a los estantes;
  - 2 - con los estantes a la izquierda (girados 90° en el sentido de las agujas del reloj -a la derecha- de los estantes);
  - 3 - con los estantes en la parte trasera (girados 180° hacia la derecha con respecto a los estantes);
  - 4 - con los estantes hacia la derecha (girados 270° hacia la derecha con respecto a los estantes).

Cuando el robot inicia su ronda no se puede producir ninguna intervención, de lo contrario se considerará un reinicio. El robot comienza la carrera en el punto de salida y será transferido a esta posición en cada reinicio. Cada robot tendrá un máximo de tres intentos por ronda, por tanto, 2 reinicios autorizados. En cada reinicio, todos los paquetes movidos se vuelven a colocar en la posición inicial del primer intento, pero sin detener el tiempo. El equipo organizador será el responsable de reorganizar los paquetes.

Si el robot presenta un problema mecánico evidente, si el juez lo permite, el equipo participante podrá realizar una intervención en el robot. Pueden empezar de nuevo (no cuenta como reinicio) y el tiempo no se detiene. Como claro ejemplo de problema mecánico podemos citar el desprendimiento de una rueda, motor, sensor, batería sin alimentación, o cualquier dificultad no asociada a un mal diseño que impide su normal funcionamiento y puede ser reparado en el marco del formulario. rápido. El equipo, en este caso, y sólo previa autorización del juez, podrá acudir a su banquillo y arreglar el robot.

Si el juez no entiende que hubo un problema mecánico, no autorizará el mantenimiento del robot. El tiempo no se detiene en absoluto.

Una ronda se declara finalizada de tres maneras:

- Si se acaba el tiempo de la vuelta (7,5 minutos).
- Si el equipo decide dar por terminada su participación, incluso si no se han cumplido todos los objetivos. Vale la pena la puntuación obtenida y el tiempo empleado hasta el momento del cierre.
- El robot ya ha utilizado los 2 reinicios autorizados. • Cuando todos los paquetes estén colocados en un lugar adecuado.
- Si el robot sale de la arena cuatro veces.

El robot no puede abandonar la arena. Cada vez que abandones el área serás castigado con 100 puntos y la cuarta vez que esto ocurra se finalizará la ronda. Salir de la arena significa cuando cualquier parte del robot encuentra el suelo fuera de la arena. Si el robot se atasca o pierde el equilibrio, los miembros del equipo pueden realizar una intervención en su robot, pero se considerará un reinicio y la medición del tiempo no se detendrá.

## Puntuación

La partitura tiene dos (2) partes. La primera parte está relacionada con la presentación del TDP (Team Description Paper), y la segunda parte trata sobre el desempeño en la arena (70% de la puntuación total).

La presentación del TDP (30% de la puntuación total) deberá reflejar el documento presentado a la organización para el registro del equipo. La presentación se realizará en una reunión con al menos un representante de cada equipo. El tiempo de presentación de cada equipo no podrá ser inferior a 5 minutos ni superior a 10 minutos. La estructura de la reunión tendrá el siguiente orden:

1. Ingreso de todos los evaluadores, miembros del equipo que será evaluado y demás espectadores - sin horario definido;
2. Inicio de pantalla compartida: 1 minuto;
3. Presentación TDP (no menos de 5 y no más de 10 minutos);
4. Preguntas de los evaluadores: hasta 5 minutos para cada evaluador;
5. Preguntas del público: hasta 5 minutos;
6. Fin de compartir: 1 minuto.

El tiempo total de cada presentación debe ser de máximo 30 minutos incluyendo todos los pasos descritos anteriormente.



Hay 5 (cinco) criterios de evaluación, cada uno de los cuales contribuye con el 20% de la calificación de cada evaluador. La puntuación será la media de las notas finales de cada evaluador. Los criterios serán:

- Adecuación del tiempo de presentación: considera si los equipos hicieron uso efectivo del tiempo disponible;

- Dominio del tema: considera si los miembros que participan en la presentación dominan el tema del desafío y el proyecto del equipo;

- Estrategia: considera si el equipo presentó una estrategia clara y consistente para resolver el problema;

- Innovación: considera si el proyecto del equipo aporta alguna innovación tanto a la solución del problema como al proyecto mismo;

- Alineación con el problema real: considera si el enfoque propuesto sería aplicable en el mundo real (por ejemplo, en un almacén real).

Para garantizar la mayor igualdad posible en las evaluaciones, los jueces no deben tener ninguna relación con los equipos que serán evaluados. Si se presenta este tipo de conflicto de intereses, el juez en cuestión no podrá evaluar al equipo en la presentación del TDP.

La actuación en la arena (70% de la puntuación total) se cuenta en dos fases. La primera fase indica el intento de llevar el primer paquete a la posición correcta. En la segunda fase se asigna puntuación a cada intento de recoger y llevar el paquete a una posición de destino.

En la primera fase, las puntuaciones se dan de la siguiente manera:

- 10 puntos por posicionarse delante de un paquete;
- 20 puntos por recoger el paquete;
- 50 puntos por

caminata en la dirección correcta del área de destino del paquete; Tras alcanzar los 80 puntos de este primer momento no se computarán más puntos para esta fase.

En la segunda fase, el robot podrá llevar cualquier paquete a su respectiva posición. El primer paquete de cada tipo entregado dará el doble de sus puntos. Las puntuaciones de la fase dos sólo serán válidas si el robot resuelve completamente cada tarea, recogiendo y entregando cada paquete en la posición correspondiente en uno de los estantes, o en la región del color correcto. Son posibles las siguientes puntuaciones:

- Paquetes de colores:

- 100\* puntos por cada paquete de colores

- entregado en la región correcta;

- Máximo 500 puntos por 4 intentos correctos (el primer paquete entregado correctamente aportará 200 puntos, los otros 3, 100 puntos cada uno).

- Paquetes de códigos 2D: 125\* puntos por cada paquete de códigos 2D entregado en la posición correcta;

- Máximo 625 puntos por 4 intentos correctos (el primer paquete entregado correctamente aportará 250 puntos, los otros 3, 125 puntos cada uno).

- Paquetes con valores alfabéticos: 150\* puntos por cada paquete alfabético entregado;
- Máximo 750 puntos por 4 intentos correctos (el primer paquete entregado correctamente aportará 300 puntos, los otros 3, 150 puntos cada uno).

(\*El primer paquete de cada tipo dará el doble de sus puntos.)

Si algún equipo alcanza la puntuación máxima del partido, se lanzará un desafío extra. El robot ingresa a la arena en una posición aleatoria para recoger un paquete de uno de los estantes en una posición aleatoria. El robot debe entregar el paquete en una de las zonas de carga. La puntuación del desafío adicional es de 4000 puntos. El juez de competición tiene total libertad para definir los detalles del desafío extra.

Si el robot toca el paquete, solo podrá retirarlo de la zona de carga si se levanta el paquete. En este contexto, si el robot arrastra el paquete fuera de su área, el equipo será penalizado con una puntuación negativa relativa al valor de puntuación asociado al paquete.

Reglas generales:

- Para cada reinicio, la puntuación se reinicia, se mantiene el tiempo y los paquetes regresan a la posición inicial. Cada ronda tiene un máximo de dos reinicios. Corresponde al equipo decidir si mantiene el marcador hasta el momento y finaliza la participación o si intentará reiniciarlo, con un nuevo marcador devuelto a cero. SIEMPRE SE CONSIDERARÁ como puntaje del equipo para la ronda, el puntaje del último try.
- El primer y principal criterio para determinar el ganador es la puntuación más alta. En caso de empate el segundo criterio será el menor tiempo. En caso de empate en ambos criterios, se realizará una ronda extra de desempate. Durante las rondas finales, cuando haya empate en el puntaje, inmediatamente habrá una ronda extra para determinar el 1º, 2º y 3º lugar.

Cualquier consideración o excepción queda a discreción de los jueces y organizadores.

#### La ejecución de las rondas Antes de comenzar las

rondas, si el equipo considera necesario realizar una calibración de color o iluminación, se le dará un minuto extra a cada equipo antes de su ronda. Hay dos tipos de rondas, clasificatorias y finales:

Rondas de clasificación:

- Deben participar todos los equipos registrados en la categoría IEEE Open. •
- Consta de 04 rondas por equipo. Este número puede variar, a criterio de los jueces/ organización del evento.
- El tiempo máximo por equipo para realizar la ronda es de 7,5 minutos con 1 minuto extra de inicial. calibración.
- Cada equipo puede reiniciar su robot dos veces por ronda. Para cada reinicio, la puntuación será cero. y el tiempo no se detendrá (el tiempo corre).
- Se considerará el mejor puntaje de las cuatro rondas para decidir qué equipos avanzarán a las rondas finales. Los cuatro mejores equipos se clasificarán para la final. •

En caso de empate se elegirá quien haya obtenido el puntaje en el menor tiempo. Si el empate persiste, un Debe ocurrir una nueva ronda entre los equipos empatados.

- Cada equipo tiene 1 minuto para presentarse en la arena, después de ese período, el tiempo de la competencia. comienza a correr.

### Ronda final:

- Asisten los cuatro mejores equipos de las rondas clasificatorias. •
- Consta de 03 rondas. • El tiempo máximo por equipo para realizar la prueba es de 7,5 minutos + 1 minuto de calibración. • Cada equipo puede reiniciar su robot dos veces por ronda. Para cada reinicio, la puntuación será cero. y el tiempo no se detendrá (el tiempo corre).
- Se considerará el mejor puntaje de las 03 rondas para determinar los campeones. • En caso de empate, se jugará una cuarta ronda entre los equipos empatados para definir su lugar. • Cada equipo tiene 1 minuto para presentarse en la arena, después de ese período, el tiempo de la competencia comienza a correr.

## Requisitos para participar

Los interesados en participar en el Concurso Latinoamericano de Robótica LARC IEEE OPEN categoría deberán formar equipos de estudiantes de pregrado o posgrado en cualquier institución educativa de cualquier país. Sin embargo, también podrán participar estudiantes de secundaria. Para registrarse, los equipos deben presentar un documento que describa el desarrollo y funcionamiento del robot (TDP) en formato IEEE. Este TDP servirá para que los ganadores realicen un breve informe al resto de competidores. Por favor, consulta los plazos en la web del evento.

## El jurado

El JURADO estará compuesto por un miembro de la mesa organizadora, un auxiliar de la organización y un miembro de otro equipo que no compita en el torneo, elegido antes del inicio del partido. El JURADO es responsable de la ejecución de la ronda.

### Situaciones Extraordinarias Durante la Competencia Si existe alguna

situación no cubierta por las reglas antes mencionadas, o cualquier duda sobre el puntaje, corresponderá a los jueces y a los organizadores de la competencia considerar el caso con la mayor imparcialidad posible y decidir. . Es importante mencionar que cualquier hecho que no esté explícito en las bases no puede ser considerado automáticamente como admisible en la competencia. Los hechos faltantes siempre serán tratados como situación extraordinaria, y deberán ser juzgados como admisibles o no por los jueces y la organización.