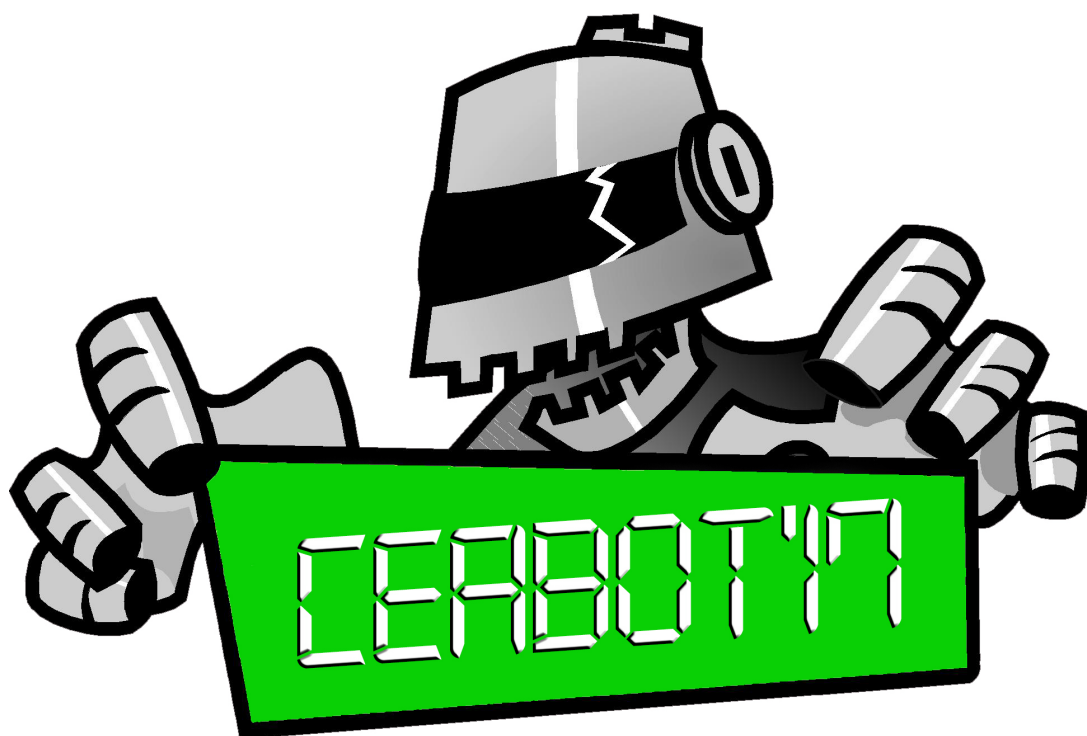




*Comité Español de Automática*

## **1100 Concurso de Robots Humanoides**



### **Normativa**

Guillem Alenyà  
Itziar Cabanes - Sergi Hernández  
Juan C. García Sánchez - Aleix Rull Sanahuja

[concurso.ceabot@gmail.com](mailto:concurso.ceabot@gmail.com)

Gijón, Septiembre 2017

# **NORMATIVA GENERAL**

## **Objetivo.**

El objetivo del concurso es mostrar las habilidades que cada robot humanoide posee mediante el desarrollo de varias pruebas que serán realizadas por separado. El número y contenido de las pruebas puede variar en cada convocatoria, según recoge la normativa específica de cada edición. De hecho, en la convocatoria de este año se presenta como novedad una prueba libre que será puntuable.

## **Equipos.**

Los equipos podrán estar formados por un máximo de tres personas, no pudiendo pertenecer una misma persona a equipos distintos. En cada equipo habrá una persona que hará de **portavoz** representando al equipo y a quien se le informará tanto de los posibles cambios en las bases como de las decisiones de los jueces durante el transcurso del concurso.

El **portavoz** de cada equipo será la persona encargada de depositar y poner en marcha el robot durante el desarrollo de las pruebas. No se podrá cambiar de portavoz durante la competición a no ser que exista una causa de fuerza mayor que lo justifique.

Cada equipo se identifica por el robot o robots que haya inscrito oficialmente, Cada equipo no puede inscribir más de un robot por cada prueba. Por tanto, el número máximo de robots por cada equipo será menor o igual al de pruebas en cada edición. En caso de mayor número de robots se inscribirán como equipos distintos.

## **Inscripción.**

Los participantes deberán inscribirse por email ([concurso.ceabot@gmail.com](mailto:concurso.ceabot@gmail.com)) indicando el nombre, email y teléfono de cada uno de los miembros del equipo. Así mismo, indicarán tanto quién va a ejercer de responsable, como datos del centro y/o universidad por el que se presentan como las características técnicas de cuantos robots vayan a usar.

## **Bases.**

Estas normas se tienen como fundamentales y se han de respetar. La participación en el “Concurso de Robots Humanoides” implica la **total aceptación** de estas bases. Se dividen en dos secciones: la primera: NORMATIVA GENERAL, es aplicable en cada edición y rige los aspectos comunes; la segunda: NORMATIVA REGULADORA DE LAS PRUEBAS: se revisa cada año para ajustarla a las nuevas pruebas propuestas.

## **Cambio de reglas.**

Estas bases pueden ser modificadas por la Organización. Ésta comunicará a los equipos toda modificación que se pudiese realizar con suficiente antelación. En caso de haber cambios, éstos se comunicarán a los portavoces de los equipos tan pronto como sea posible, y siempre antes de la realización de las pruebas.

## **Los jueces.**

Los jueces se encargarán de tomar todas las decisiones oportunas durante el transcurso de la competición, referentes a descalificaciones, ganadores o pruebas nulas. Es por tanto, de ellos la última palabra en la interpretación de estas bases.

### Expulsión de la competición.

En casos extremos, los jueces se reservan el derecho a expulsar de la competición a quienes se crean merecedores de dicha penalización.

### Objeciones.

El portavoz del equipo puede presentar sus objeciones a los jueces, en caso de tener cualquier duda en la interpretación de las normas. Sólo se admitirán objeciones antes de que comience cada prueba. Si estas objeciones dan como lugar una modificación en el reglamento, los jueces informarán inmediatamente al resto de portavoces.

### Presentación oficial.

La presentación oficial es obligatoria. La no asistencia implica la descalificación del equipo. Se realizará durante la celebración del concurso, y siempre antes de que comience la competición al principio de cada prueba. En este acto se realizarán los sorteos de grupo, así como la explicación del desarrollo de la competición, se repasan brevemente las reglas y se aprovechará también para dejar los robots en la mesa de los jueces.

### Excepciones.

En caso de que ocurra cualquier circunstancia no contemplada en los artículos anteriores de la prueba, los jueces adoptarán la decisión oportuna.

### Robots.

Los robots han de tener una constitución antropomórfica, es decir dos piernas un tronco y dos brazos articulados. La altura máxima es de 50 cm. y la máxima longitud del pie de 11.5 cm. Se entiende por altura máxima la distancia desde el suelo a la parte más alta del robot cuando éste se encuentra completamente estirado. Se entiende por máxima longitud del pie a la distancia entre sus dos puntos más alejados. En la Figura 1 se puede ver algunos ejemplos de esto. El peso máximo permitido es de 3 Kg. Estas restricciones no son aplicables para la prueba libre.

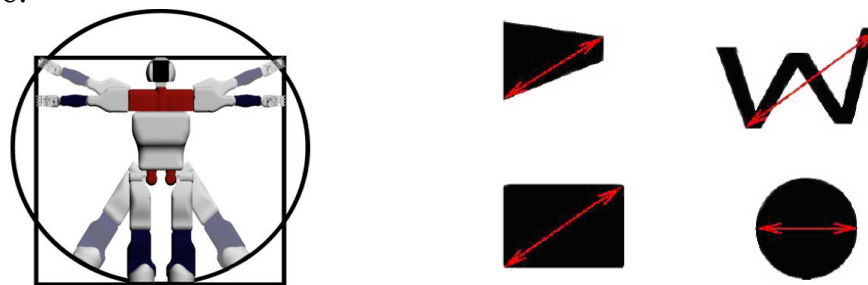


Figura 1: Ejemplo de Humanoide antropomórfico, y máxima longitud del pie.

### Visión.

La **única** cámara de vídeo que pueden utilizar los robots es la cámara de IDS (IDS uEye2 XS USB2.0). Si no se dispone de una cámara de este modelo la secretaria del Comité Español de Automática enviará una al lugar donde el equipo inscrito indique, tras la inscripción del equipo en el concurso. El uso de cualquier otra cámara invalidará el resultado en la prueba.

### Locomoción.

El modo de locomoción deberá ser andar o correr a dos patas, no pudiéndose utilizar ruedas, patines o similares.

### **Autonomía.**

Cada robot debe ser completamente autónomo a nivel de locomoción, sensorización y procesamiento. Actuadores, sensores, energía y procesado deben estar incorporados en el robot, debiendo éste tomar sus propias decisiones, a excepción de las pruebas en las que sí se permita

No se podrá dar ninguna instrucción directa o indirectamente al robot tras encenderlo. Además, tras encender el robot, éste deberá esperar 5 segundos antes de realizar cualquier movimiento.

### **Modificaciones sobre el robot.**

- Las pruebas son llevadas a cabo por un robot humanoide por cada equipo.
- Los equipos podrán utilizar un robot diferente para cada prueba, siempre y cuando en la inscripción se hayan inscrito todos los robots que presenta el equipo. Por tanto, los puntos para cada prueba se imputan al equipo.
- Sólo se podrá cambiar de robot durante una prueba, en caso de incapacitación del primer robot utilizado para dicha prueba y con el consentimiento de los jueces.
- El código del robot no podrá ser modificado una vez haya comenzado cada una de las pruebas de la competición. Para ello, los robots deberán permanecer en la mesa de los jueces hasta el momento de su participación. Previa solicitud a los jueces se podrán hacer arreglos sencillos sobre sensores o servos dañados en la realización de las pruebas.

### **Seguridad.**

El robot no puede poseer ningún elemento que suponga un peligro para él, los otros robots, el campo de pruebas o las personas.

### **Reparto de puntuación entre pruebas: ¡Novedades!**

Este año, para dar más emoción al concurso, se incluye como puntuable la prueba libre. Así el reparto de la puntuación entre las pruebas libre, de habilidad/movilidad y sumo se hará de la siguiente forma:

- La prueba libre (prueba 1) supondrá un 10% del total de puntos posibles.
- La prueba de movilidad supone un 25% (prueba 2) del total de puntos posibles.
- La prueba de habilidad supone un 20% (prueba 3) del total de puntos posibles.
- La prueba de visión supone un 20% (prueba 4) del total de puntos posibles.
- La prueba de sumo (prueba 5) supone un 25% de los puntos totales.

## **Prueba 1: Prueba Libre ¡Novedad!**

### **Artículo 1.1. Objetivo.**

En esta prueba, el equipo tendrá libertad para realizar durante 5 minutos (como máximo) una prueba libre.

Esta prueba no sólo consistirá en la actuación del robot sino que cada equipo podrá presentar un poster, tamaño A3 o A2, para apoyar una exposición de 3 minutos.

A modo de guía, en dicha exposición oral, además de presentarse, el participante debe mencionar como mínimo el interés, la dificultad, y los méritos por los que el equipo quiere ser evaluado.

Así, en esta prueba se puntuará la originalidad de la misma, la dificultad, la habilidad del robot para realizarla, y por último la exposición.

### **Artículo 1.2. Campo.**

Al ser una prueba libre no se dispondrá de un campo específico. Los jueces decidirán el lugar de realización de la prueba (campo de obstáculos o el propio suelo del recinto. Por otro lado, los miembros del equipo podrán aportar los elementos que consideren necesarios para definir el escenario de la prueba y la colocación del robot.

### **Artículo 1.3. Tiempo máximo.**

El tiempo máximo de la prueba con el robot es de 5 minutos. El tiempo comenzará a contar cuando el robot se ponga en movimiento. Una vez finalizada, el portavoz del equipo procederá a la exposición oral durante un máximo de 3 minutos.

### **Artículo 1.4. Manipulación del robot y penalizaciones.**

En caso que el robot caiga y no pueda levantarse, los jueces podrán colocar el robot para que pueda seguir con la prueba, no obteniendo una penalización.

### **Artículo 1.5. Puntuación.**

Para esta prueba, se tendrán en cuenta la originalidad de la misma (30%), la dificultad (25%), la habilidad del robot para realizarla (20%), y por último la exposición (25%).

La puntuación se muestra en el cuadro 1.

Posición	Puntos
1º	10
2º	8
3º	7
4º	6
5º	5
6º	4
7º	3
8º	2
9º	1

Cuadro 1: Puntuaciones para la prueba libre.

Por tanto, el robot que mejor puntúe en esos criterios recibirá 10 puntos.

## **Prueba 2: Carrera de obstáculos**

### **Artículo 2.1. Objetivo.**

Los robots irán desde un extremo del campo al otro, y vuelta al punto de partida, caminando de cara. El robot deberá esquivar los obstáculos, sin tirarlos ni desplazarlos de su posición. Para facilitar la detección de los mismos, los robots podrán identificarlos usando los marcadores y la cámara de vídeo ofrecida por la organización, aunque no es obligatorio su uso.

Los robots saldrán desde la zona central, situada en la Zona de Salida, debiendo llegar a la Zona de Llegada Parcial. Una vez allí, el robot deberá darse la vuelta de forma autónoma e iniciar el proceso de vuelta, una vez haya traspasado por completo la línea de la Zona de Llegada Parcial.

Para puntuar se tendrá en cuenta tanto el tiempo transcurrido, como la distancia, y también el número de penalizaciones.

Los jueces decidirán la posición de los obstáculos a esquivar, antes de cada uno de los dos intentos de los que disponen los equipos. La configuración de los obstáculos, será igual para todos los equipos en cada intento. En el apéndice, se pueden observar algunas configuraciones posibles y algunos casos especiales a tener en cuenta en la programación del robot.

Habrán un máximo de 6 obstáculos paralelepípedos rectangulares, cuyas medidas serán de 20x20x50cm. Estarán hechos de cartón rígido o material similar y serán en la medida de lo posible inamovibles por un robot. Los obstáculos estarán dispuestos en el escenario dejando un hueco de paso adecuado de al menos 50 cm. Habrá cuatro marcadores pegados sobre los obstáculos tal y como muestra la Figura 2, cada lateral del obstáculo tendrá un marcador distinto, indicando la orientación (N-S-E-W) y el número del obstáculo. El fondo sobre el que se encuentran pegados los marcadores será de color rojo. (Ver Apéndice: Marcadores obstáculos).

### **Artículo 2.2. Campo.**

El campo de pruebas es una superficie nivelada, plana y rígida, de 2.5 m. de largo por 2 m. de ancho, formado típicamente por tableros de conglomerado y revestimiento de melamina o pintados. El color de la superficie será verde y homogéneo en la medida de lo posible (Pantone Code: 16C606 (R:22:G:198:B:6)). El campo está dividido por líneas blancas en tres zonas como se aprecia la Figura 2. Alrededor del campo habrá una pared de 50 cm. de altura de color blanco.

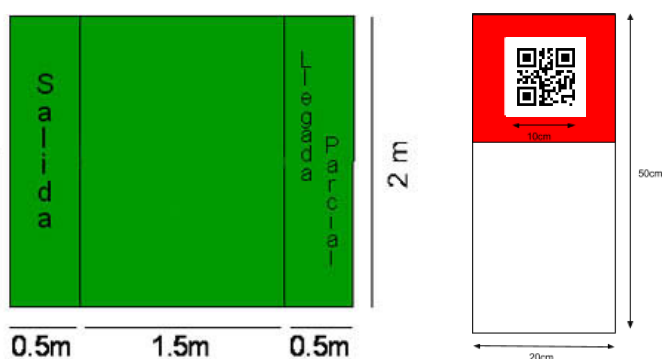


Figura 2: Esquema del Campo durante la Prueba 2. Vista frontal de un obstáculo.

En las paredes del campo habrán marcadores indicando la orientación (N-S-E-W) y la distancia del origen a la que se encuentra el marcador. (Ver apéndice: Marcadores campo).

Es posible que el campo esté compuesto por tableros ensamblados entre sí. En la medida de lo posible las uniones entre tableros se realizarán con machihembrado o centradores para que no presenten escalones y desniveles entre ellos.

El campo estará iluminado con luz artificial de interior, que será lo más uniforme posible. Se debe tener en cuenta que durante la realización de las pruebas puede haber flashes procedentes de cámaras fotográficas de público o prensa y alterar posibles sistemas de visión a bordo de los robots.

Durante la realización de las pruebas se advertirá al público para que se abstenga el uso de flashes procedentes de cámaras fotográficas pero esta circunstancia no podrá ser controlada durante el transcurso de la competición.

### **Artículo 2.3. Tiempo máximo.**

El tiempo máximo para esta prueba es de 5 minutos por parcial. El tiempo comenzará a contar cuando el robot, después de realizar la pausa de 5 segundos, se ponga en movimiento. Se considera que el robot ha terminado un parcial cuando haya cruzado **completamente** la línea de final de ese tramo.

### **Artículo 2.4. Manipulación del robot y penalizaciones.**

Durante el transcurso de las pruebas solo podrá manipular el robot el jurado y solo lo podrá hacer en el caso que el robot caiga o bien que el robot desplace o se quede bloqueado por un obstáculo. Por cada manipulación se obtendrá una penalización. La recolocación del robot tras una caída se realizará en la misma posición donde se ha producido la caída pudiendo reorientar el robot en  $\pm 45^\circ$  respecto a la dirección de caída.

### **Artículo 2.5. Puntuación.**

Para calcular la puntuación se tendrá en cuenta la distancia recorrida por el robot, el tiempo necesario y las penalizaciones. La filosofía detrás de la manera de calcular la puntuación es que cuanto más lejos llegue el robot en el menor tiempo posible y con la mínima intervención humana, más alta será la puntuación.

La puntuación se calcula de forma independiente, y de la misma manera, para los recorridos de ida y vuelta. La puntuación total es la suma de los dos recorridos. La puntuación para un recorrido nunca puede ser negativa y afectar así a la puntuación del otro recorrido.

Los jueces sólo medirán el tiempo  $T(s)$ , la distancia recorrida  $d(cm)$  y el número de penalizaciones, obteniendo la puntuación de la siguiente forma:

$$P = \frac{(T_{MAX}(s) - T(s)) \cdot k_T}{T_{MAX}(s)} + \frac{d(cm)}{d_{MAX}(cm)} \cdot k_D - (2 \cdot pen)^{kp}$$

donde:

- $T_{MAX}(s)$  es el tiempo máximo para realizar el recorrido en segundos (300 s).
- $T(s)$  es el tiempo que ha necesitado el robot para completar el recorrido en segundos. Si el robot no completa el recorrido este valor será igual al tiempo máximo.
- $d(cm)$  es la distancia a la parte posterior del pie recorrida por el robot en centímetros dentro del tiempo permitido. Si el robot llega al final del recorrido antes de que se agote el tiempo este valor será igual a la distancia máxima.
- $d_{MAX}(cm)$  es la distancia de un recorrido en centímetros (150 cm).

- $pen$  es el número de penalizaciones que ha realizado el robot en un recorrido
- $k_T$ ,  $k_D$  y  $k_P$  son las constantes de tiempo, distancia y penalizaciones que permiten escalar de forma adecuada las puntuaciones.

El factor de las penalizaciones se calcula como una potencia para permitir que un robot estable que requiera pocas intervenciones humanas no sea penalizado en exceso, pero robots más inestables y que requieran una continua intervención humana tengan una gran penalización. Este factor mide la autonomía real del robot. Los factores de distancia y tiempo son lineales, y valoran la agilidad del robot para superar los obstáculos. Cuanto más lejos llegue un robot y con el menor tiempo, más puntuación tendrá.

Las constantes se han obtenido con los siguientes criterios:

- La puntuación por tiempo y por distancia son del mismo orden.
- En general, para una penalización por cada tercio de circuito, la puntuación final, sin tener en cuenta el tiempo, será baja, pudiendo llegar a ser nula.

Con estos criterios, los valores de las constantes utilizadas son:

$$k_T = 7.5 \quad k_D = 7.5 \quad k_P = 1.35$$

Se puede dar el caso que un robot que haya recorrido más distancia quede por detrás de otro que haya completado una menor parte del circuito pero que tenga menos penalizaciones, si la diferencia de distancia no es muy grande ( $< \frac{1}{3}$  del circuito).

**La puntuación obtenida con la ecuación anterior sólo sirve para generar la clasificación de la prueba de la forma más justa según las capacidades del robot.** La puntuación final será asignada según la clasificación como se muestra en el siguiente cuadro:

Puesto	Puntos
1º	20
2º	16
3º	15
4º	13
5º	10
6º	7
7º	5
8º	3
9º	1

Cuadro 2: Puntuaciones para la prueba de obstáculos.

A nivel de ejemplo, se presentan los siguientes casos, asumiendo el mismo tiempo para todos ellos:

Caso	Distancia	Penal.	Puesto	Caso
A	0.5 m	0	1	I
B	0.5 m	1	2	E
C	0.5 m	2	3	J
D	0.5 m	3	4	A
E	1 m	0	5	F
F	1 m	1	6	K
G	1 m	2	7	B
H	1 m	3	8	G
I	1.5 m	0	9	L
J	1.5 m	1	10	C
K	1.5 m	2	11	H
L	1.5 m	3	12	D
Ejemplo de tiempos			Ejemplo de clasificación	



En los casos I, J, K y L podría cambiar clasificación, ya que se ha completado el circuito y se tendría que tener en cuenta la puntuación por tiempo.

## **Prueba 3: Escalera**

### **Artículo 3.1. Objetivo.**

En esta prueba, se añade una escalera al escenario de la primera prueba, una vez retirados los obstáculos.

Para superar la prueba, los robots deberán alcanzar la Zona de Llegada indicada por el juez, superando una serie de escalones de subida y de bajada.

Se puntuará tanto el número de escalones superados como el tiempo empleado.

Los robots deberán subir y bajar la escalera caminando, no siendo permitido ningún tipo de salto o acrobacia. La escalera solo se recorre en un sentido, siendo éste elegido por los jueces. Se finalizará la prueba cuando se haya sobrepasado totalmente la línea de Salida o Llegada Parcial, según el sentido de comienzo de la prueba indicado por los jueces. Se puntuará la habilidad de superar la escalera de forma autónoma, valorando el que el robot supere escalones sin que caiga o se desvíe y penalizando cualquier intervención por parte del portavoz del equipo.

### **Artículo 3.2. Campo.**

Los jueces decidirán la colocación de la escalera antes de cada ronda de intentos, teniendo en cuenta que uno de los extremos deberá cubrir completamente una de las líneas sin sobrepasarla. De este modo, quedarán por el otro extremo 20 cm. hasta la línea de Salida o Llegada Parcial.

Las escaleras tendrán unos escalones de 3 cm. de altura y de longitud 25, 15 y 50 cm. según se indica en la figura 3. Además las escaleras, tendrán un ancho de 100 cm.).

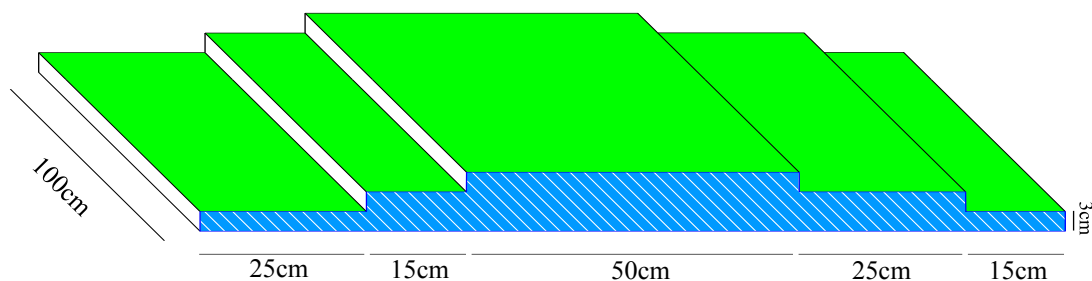


Figura 3: Esquema de las escaleras.

### **Artículo 3.3. Tiempo máximo.**

El tiempo máximo de cada carrera es de 5 minutos. El tiempo comenzará a contar cuando el robot, después de realizar la pausa de 5 segundos, se ponga en movimiento. Se considera que el robot ha terminado un parcial cuando haya cruzado **completamente** la línea de final de ese tramo.

### **Artículo 3.4. Manipulación del robot y penalizaciones.**

En caso que el robot caiga y no pueda levantarse, los jueces serán los únicos que podrán colocar el robot en el peldaño desde el que se ha caído o el siguiente según, le indique el portavoz del grupo del robot, obteniendo una penalización.

Si el robot toca con mano/brazo la superficie de la escalera será penalizado aunque no llegue a caer. Nótese que si el robot, cae pero se recupera y vuelve a quedarse de pie en el mismo escalón del que se cayó, no será penalizado.

### Artículo 3.5. Puntuación.

En primer lugar se tendrán en cuenta el número de penalizaciones, de menor a mayor. En caso de empate a penalizaciones, se tendrá en cuenta, primero el número de escalones superados y a igualdad de estos, el tiempo para decidir las posiciones finales de los equipos.

Se puntuará, por una parte teniendo en cuenta el orden de llegada a la zona Llegada Parcial. La puntuación se muestra en el cuadro 3. Si un robot no llega a la Llegada Parcial, solo recibirá puntos por los escalones superados. En esta prueba se realizarán dos rondas, puntuando la mejor de ambas.

Posición Llegada parcial	Puntos	Nº escalones superados	Puntos
1º	8	1	1
2º	7	2	3
3º	6	3	5
4º	5	4	10
5º	4	5	11
6º	3	6	12
7º	2		
8º	1		

Cuadro 3: Puntuaciones para la tercera prueba.

Por tanto, el robot que complete **libre de penalizaciones** los 6 escalones en menos tiempo que sus oponentes, recibirá 20 puntos.

## **Prueba 4: Lucha (Sumo)**

### **Artículo 4.1. Objetivo de la prueba.**

En la prueba luchan dos robots de dos equipos diferentes, dentro del Área de Combate según las normas que a continuación se expondrán, para obtener puntos efectivos (llamados puntos Yuhkoh). Se valora el comportamiento competitivo del robot, pudiéndose penalizar actitudes pasivas e inmóviles.

### **Artículo 4.2. Definición del área de combate.**

Se denomina Área de Combate a la tarima de juego (Ring). Cualquier espacio fuera del Área de Combate se denomina Área Exterior, que deberá ser de al menos 0.5 m. alrededor del Ring (Figura 4).

### **Artículo 4.3. Ring de sumo.**

El Ring será circular, de color verde, homogéneo en la medida de lo posible y de 150 cm. de diámetro. Señalando el límite exterior del Ring, habrá una línea blanca o amarilla circular de 5 cm. de ancho y no habrán paredes ni otros obstáculos a menos de 0.5m del límite exterior.

En el centro del Ring habrá dos líneas paralelas separadas 20 cm., llamadas líneas Shikiri. Las líneas Shikiri serán de color negro o blanco de 2 cm. de ancho y 20 cm. de largo. Estas líneas marcarán las posiciones iniciales de los robots.

El campo estará iluminado con luz artificial de interior, que será lo más uniforme posible.

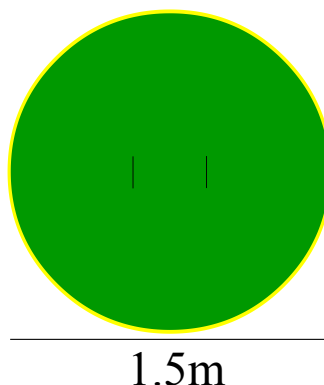


Figura 4. Estructura del Ring

### **Artículo 4.4. Combates de sumo.**

Los combates consistirán en 3 asaltos de 2 minutos cada uno. Entre asalto y asalto habrá un tiempo máximo de 1 minuto.

Para el comienzo del combate se llamará a los dos equipos participantes. Se realizarán como máximo tres avisos, y si en el plazo de 1 minuto desde el último aviso uno de los equipos no compareciera se otorgaría directamente la victoria al equipo compareciente.

Ganará un asalto el que consiga más puntos Yuhkoh durante ese asalto o el que consiga 5 o más puntos Yuhkoh.

Ganará el combate el que haya ganado más asaltos. Es decir, los combates serán al mejor de 3 asaltos. En caso de empate a asaltos se desempatará con la suma total de los puntos Yuhkoh conseguidos. En caso de empatar a suma de puntos Yuhkoh se hará un asalto más.

#### **Artículo 4.5. Rutina del combate.**

Siguiendo las indicaciones de los jueces, los equipos se saludarán en el Área Exterior. A continuación, sólo entrará en el Área de Combate el portavoz del equipo, situando el robot centrado detrás de la línea Shikiri.

Cuando el juez lo indique, se activarán los robots, que deberán permanecer parados durante 5 segundos. Tras dicha pausa, comenzará el asalto.

Únicamente se podrá acceder dentro del Área de Combate cuando el asalto esté parado y/o den permiso los jueces. Cuando el árbitro dé por finalizado el combate, los dos portavoces de equipo retirarán los robots del Área de Combate.

#### **Artículo 4.6. Puntos Yuhkoh.**

Se otorgarán puntos Yuhkoh al robot de un equipo cuando:

- El robot contrario toca el espacio fuera del Ring, 1 punto.
- El robot contrario toca con alguna mano el suelo sin caer, 1 punto.
- El robot contrario cae al suelo por sí mismo, 1 punto.
- El robot contrario cae al suelo tras lanzar un ataque, 1 punto.
- Por tumbar al robot contrario dentro o fuera del Ring, 2 puntos.

Cuando se cumplan varias condiciones, sólo se otorgarán los puntos de una de ellas, siendo ésta la de mayor puntuación.

En caso de empate, como por ejemplo, caer los dos robots a la vez sin haberse producido un ataque, no se otorgará ningún punto. En caso que un robot inicie un ataque y se caiga, pero también caiga el robot contrincante, el robot que inició el ataque recibirá 2 puntos y el otro robot 1 punto. En este mismo caso si el robot atacante se levanta por si solo del suelo, recibirá 2 puntos y el otro ninguno.

#### **Artículo 4.7. Parada del combate.**

Cada asalto durará 2 minutos, pudiéndose parar y reanudarse hasta agotar el tiempo, cuando:

- Cuando el juez otorgue algún punto Yuhkoh.
- Los dos robots permanezcan 30 seg. sin moverse.
- Los dos robots permanezcan 30 seg. sin tocarse.
- Los dos robots permanezcan 30 seg. empujándose pero sin que el movimiento favorezca a ninguno de los equipos.

Para reanudar el combate, tras cada asalto o tras una pausa, se colocarán de nuevo los robots en las líneas Shikiri.

#### **Artículo 4.8. La organización del concurso.**

El número de equipos por grupo y las clasificaciones que dan derecho a pasar a la fase final, se decidirán en función del número de inscritos, y se comunicarán antes del comienzo de la prueba.

Los grupos y turnos de combate se sortearán antes del comienzo de la prueba. Dependiendo del número de rondas que se realicen (fases previas, octavos, cuartos, etc.) se podrán establecer cabezas de serie, de forma que sea mayor la competitividad.

#### Artículo 4.9. Puntuación.

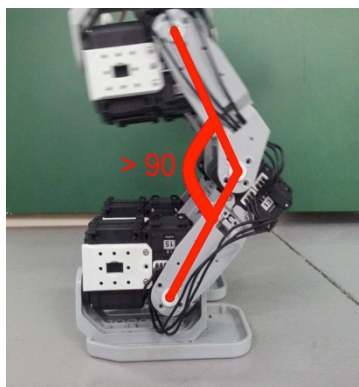
La puntuación de las pruebas eliminatorias, será como sigue:

Posición	Puntos
1º	25
2º	21
3º	18
4º	15
5º	12
6º	9
7º	6
8º	3
9º	1

Cuadro 4: Puntuación de la cuarta prueba

#### Artículo 4.10. Descalificación de robots.

Para fomentar la competición, los robots no podrán permanecer con las rodillas dobladas más de 90° excepto para movimientos puntuales de ataque o para andar, movimientos que no podrán superar los 10s. De esta forma será más sencillo poder derribar al contrincante y los combates serán más dinámicos y divertidos (Figura 4).



Bioloid con un ángulo superior a 90°    RoboNova con un ángulo igual a 90°  
Figura 4. Angulo de rodilla.

Los robots también podrán ser descalificados por actitudes pasivas, inmóviles o programaciones aleatorias de ataques en el caso que el jurado lo detecte o que uno de los portavoces de alguno de los robots combatientes lo comunique al jurado al final de cualquier asalto. La comprobación de estas actitudes se realizará mediante el test de pasividad. Si es el portavoz de un equipo quien sugiere al jurado la realización de la prueba al robot oponente, el jurado podrá rechazar dicha petición si no encuentra razones suficientes para su ejecución.

El **test de pasividad** consiste en colocar un señuelo (caja de medidas aproximadas 20x20x50cm) delante del robot a 20cm, como si fuera un oponente al inicio de un asalto. El robot deberá tocar el señuelo en un tiempo máximo de **30 segundos** (después de los 5 segundos de espera pertinentes). El test podrá repetirse en dos ocasiones. En caso de no superar el test en ninguno de los dos intentos, el robot se considerará no válido para la competición y será descalificado. Esta regla de descalificación pretende motivar la movilidad, el uso de sensores y la creación de algoritmos inteligentes de sumo.

## **Prueba 5: Visión**

### **Artículo 5.1. Objetivo de la prueba.**

El objetivo de esta prueba es que los equipos puedan demostrar las habilidades y capacidades que han sido capaces de programar en su robot humanoide usando una cámara. Se contemplan dos tipos de soluciones: procesado embebido, y procesado con la ayuda de un ordenador externo. La puntuación reflejará la mayor dificultad del primer caso.

El robot iniciará la prueba desde el centro de campo, encarado al primer marcador. Cuando el robot se encuentre delante del mismo, deberá decodificarlo e interpretarlo para poder llegar al siguiente.

### **Artículo 5.2. Campo.**

La prueba se desarrollará sobre el campo de juego del laberinto, con las paredes en su sitio. Dentro del tablero de juego se colocarán 8 obstáculos localizados a intervalos de 45°, a distancia variable del centro (Ver Figura 5). Es posible que algunos obstáculos no tengan marcador.

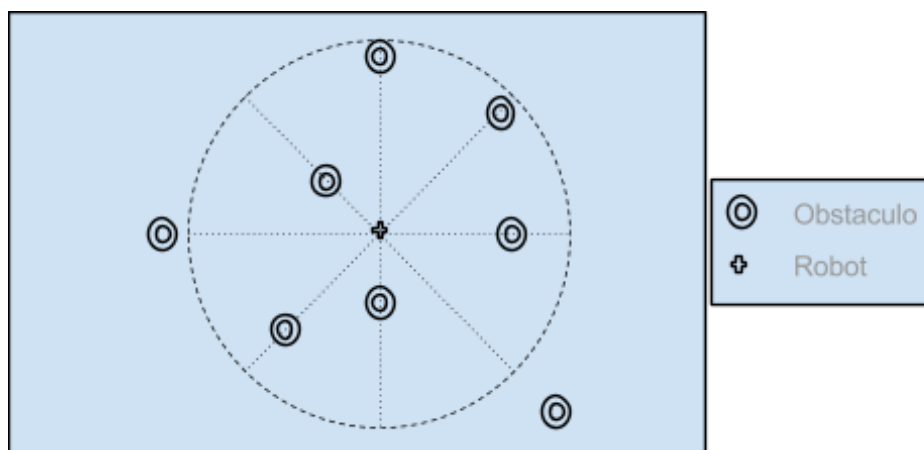


Figura 5. Posibles colocaciones de los obstáculos.

1. Cada marcador indica la siguiente acción que debe realizar el robot. Hay 8 marcadores distintos que indican rotaciones de 45°, 90°, 135° y 180° a derecha e izquierda (Ver Apéndice: Marcadores visión).
2. Los marcadores estarán pegados sobre los obstáculos tal y como muestra la Figura 6 (ver pág. siguiente). El fondo sobre el que se encuentran pegados los marcadores será de color rojo.

### **Artículo 5.3. Tiempo máximo.**

El tiempo máximo para esta prueba es de 5 minutos. El tiempo comenzará a contar cuando el robot, después de realizar la pausa de 5 segundos, se ponga en movimiento.

### **Artículo 5.4. Manipulación del robot y penalizaciones.**

Durante el transcurso de las pruebas solo podrá manipular el robot el jurado y solo lo podrá hacer en el caso que el robot caiga. Por cada manipulación se obtendrá una penalización. La recolocación del robot tras una caída se realizará en la misma posición donde se ha producido la caída pudiendo reorientar el robot en  $\pm 45^\circ$  respecto a la dirección de caída.

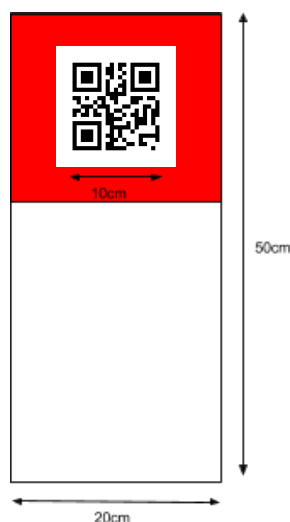


Figura 6: Modelo de marcador sobre un obstáculo

### Artículo 5.5. Puntuación.

En primer lugar se tendrán en cuenta el número de penalizaciones, de menor a mayor. En caso de empate a penalizaciones, se tendrá en cuenta, el número de acciones ejecutadas definidas por los marcadores y a igualdad de estos, el tiempo para decidir las posiciones finales de los equipos. La puntuación se muestra en el cuadro 5. Por tanto, el robot que complete **libre de penalizaciones** todas las acciones en menos tiempo que sus oponentes, recibirá 25 puntos.

En caso de realizar el procesamiento con la ayuda de un ordenador externo, la puntuación final tendrá una penalización del 25%.

Posición	Puntos
1º	20
2º	16
3º	15
4º	13
5º	10
6º	7
7º	5
8º	3
9º	1

Cuadro 5: Puntuación de la prueba 5

### Nota:

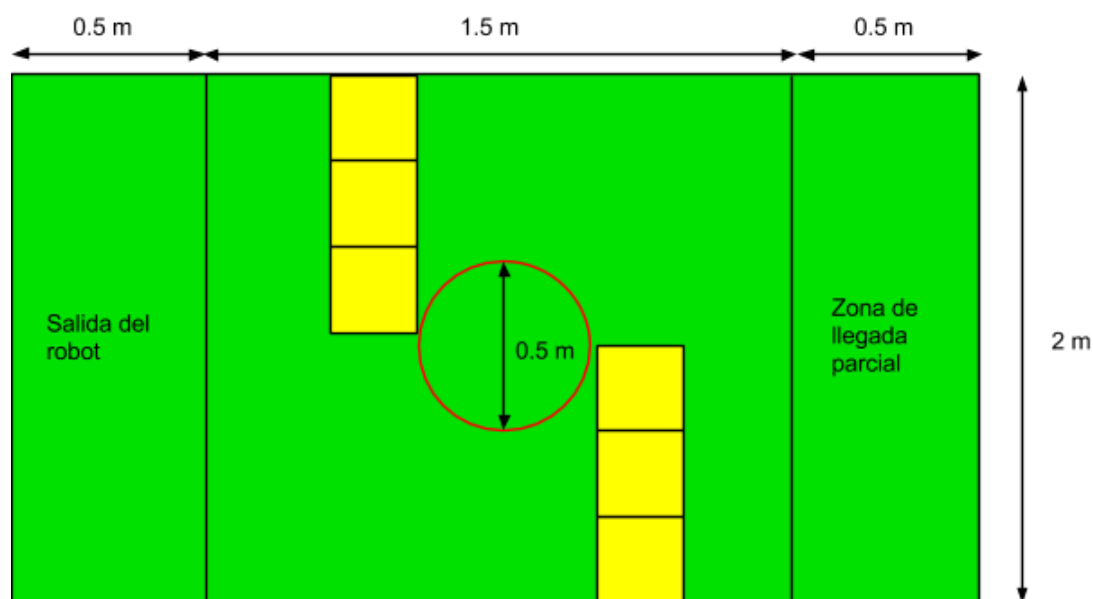
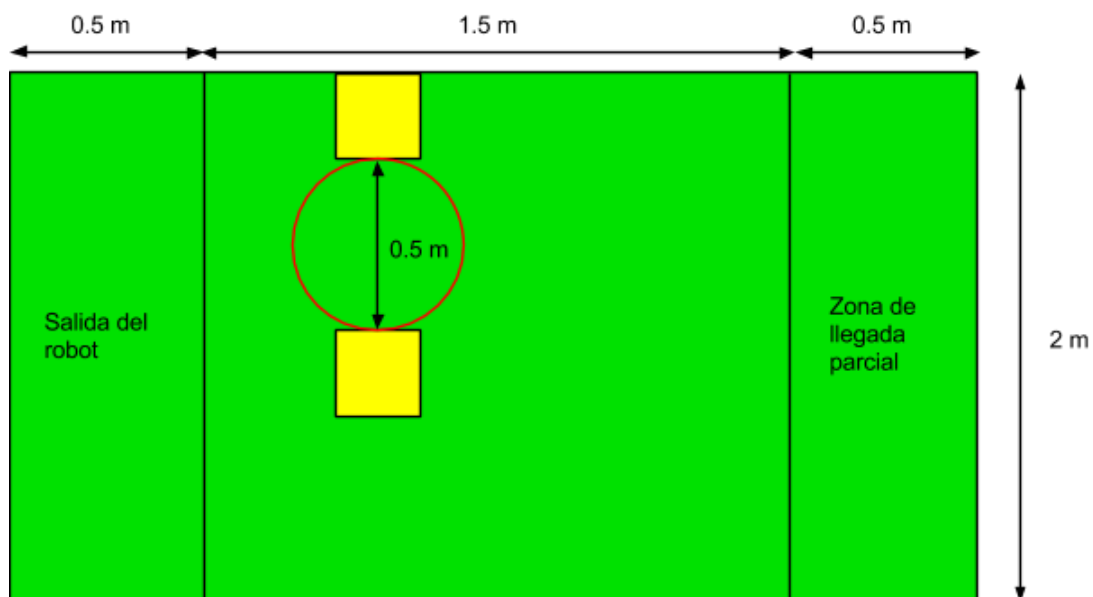
A lo largo de las últimas ediciones del CEABOT, los robots que han participado han sido RoboNova y Bioloid. A fin de facilitar la prueba de visión, y dado que todos los equipos deberán usar la misma cámara, en el último apéndice se detallarán las conexiones entre ambos robots y RaspberryPi, así como indicaciones o código de ejemplo para el desarrollo de dicha prueba.



## **Apéndice: Configuraciones de ejemplo para la carrera de obstáculos**









Tal y como se indica en la normativa de la prueba, los jueces elegirán una combinación de obstáculos, antes de cada intento. Los participantes, cogerán el robot (que deberá estar encima de la mesa del jurado) y sin ningún tipo de comando externo (es decir, no se puede usar un mando a distancia o similar) activarán el robot. Una vez finalizado el intento, el robot volverá a colocarse encima de la mesa de los jueces. Cuando acabe la primera tanda de intentos, los jueces modificarán la posición de los obstáculos y se procederá a la siguiente tanda.

A continuación se muestran posibles configuraciones del campo, a tener en cuenta por los participantes, los jueces tienen plena capacidad para distribuir los obstáculos según crean conveniente sin necesidad de utilizar alguna de las configuraciones que se exponen a continuación. Las celdas en amarillo indican la localización aproximada de un obstáculo.



## **Apéndice: Marcadores visión**

Los marcadores se encontraran pegados sobre los obstáculos enmarcados en rojo, serán detectables con zBar (zbar.sourceforge.net), y serán los siguientes:

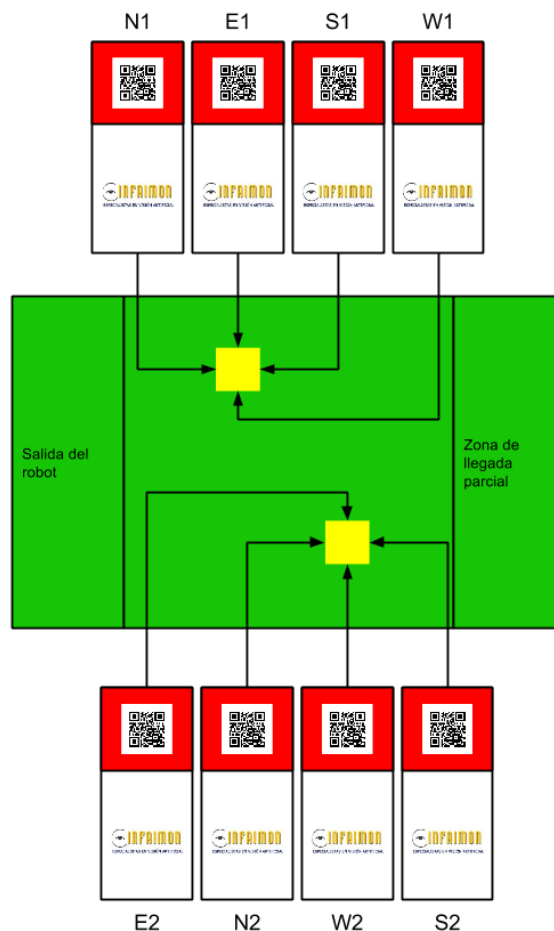
	
Marcador 45° derecha. Texto: Turn45R	Marcador 45° izquierda. Texto: Turn45L
	
Marcador 90° derecha. Texto: Turn90R	Marcador 90° izquierda. Texto: Turn90L
	
Marcador 135° derecha. Texto: Turn135R	Marcador 135° izquierda. Texto: Turn135L
	
Marcador 180° derecha. Texto: Turn180R	Marcador 180° izquierda. Texto: Turn180L

Para generar estos marcadores se puede utilizar la utilidad qrencode (<http://fukuchi.org/works/qrencode/>)

## **Apéndice: Marcadores obstáculos**

Los seis obstáculos que podrán ser utilizados en la prueba 2 “Carrera de obstáculos”, estarán marcados de la siguiente forma. Cada obstáculo tendrá un marcador detectable con zBar pegado en cada uno de sus laterales. Este marcador codificará el número del obstáculo (1,2,3,4,5,6) y la orientación respecto al campo desde la que se esta viendo el obstáculo (N,S,E,W).

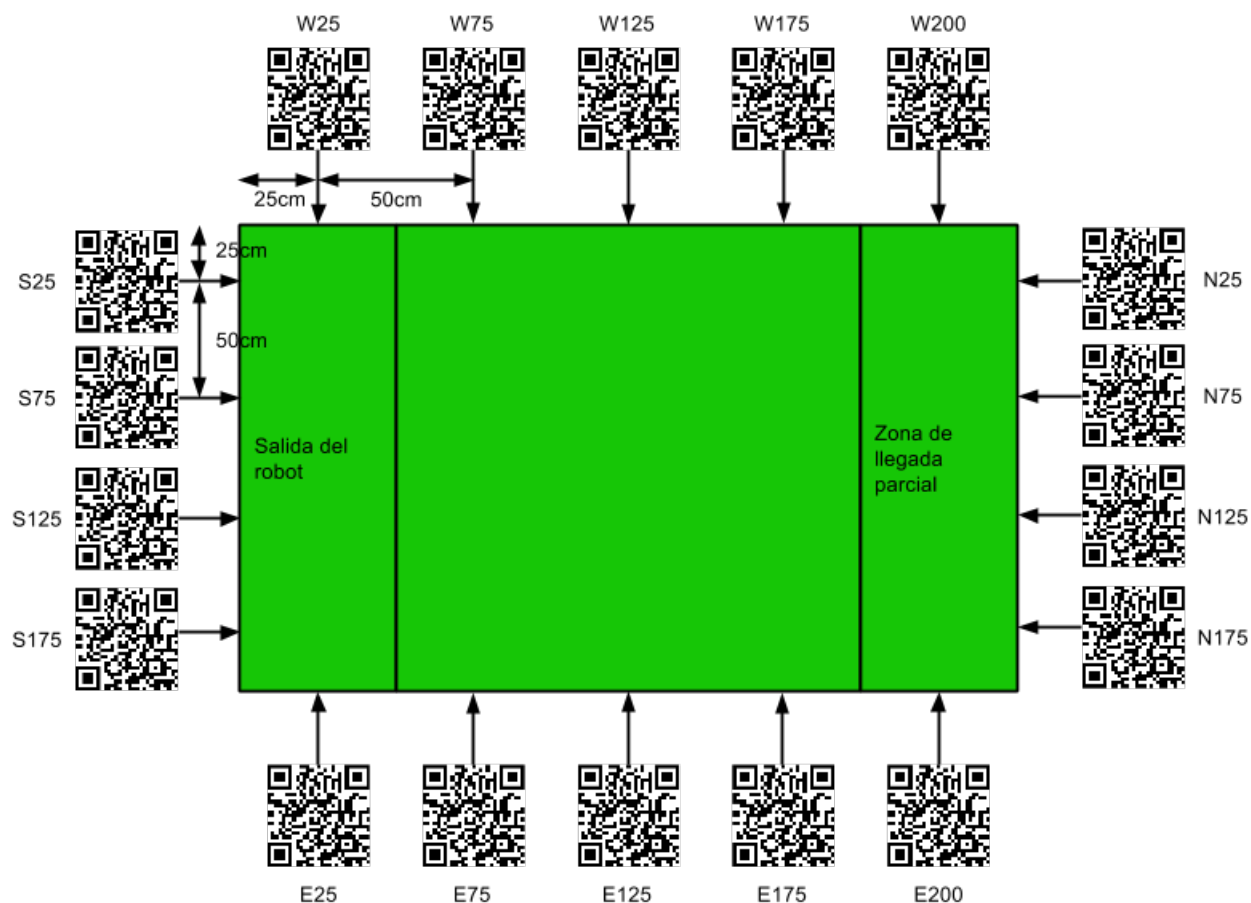
En la siguiente figura se muestra cómo se verían dos obstáculos desde sus respectivos laterales y qué tendría codificado cada marcador.



## **Apéndice: Marcadores campo**

El campo tendrá varios marcadores en cada una de sus paredes. Estos marcadores codificarán la pared a la que están pegados, más la posición a la que se encuentran desde el origen.

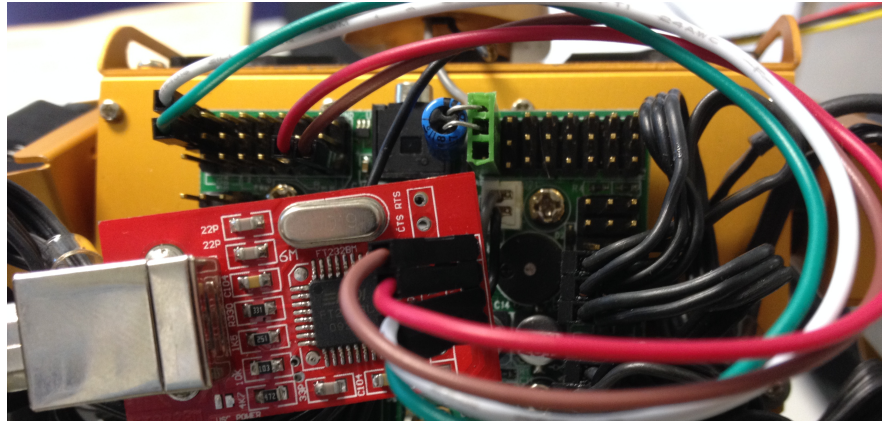
En la siguiente figura se muestra la posición de los marcadores con el texto que codifican. El tamaño de los marcadores será de 20x20cm y se encontrarán pegados sobre la pared a 35cm del suelo respecto el centro del marcador.



## Apéndice: Sugerencias conexión Robot-RaspberryPi

### RoboNova – RaspberryPi:

- Conexión: se usarán los puertos serie TTL de la placa base del robot, conectados a un conversor USB-TTL ([ejemplo](#)). El conversor va conectado directamente por USB a RaspberryPi. En la siguiente imagen se puede observar el conexionado entre ambos dispositivos.



Cable	Robot	Conversor
Blanco	GND	GND
Verde	5V	VCC
Rojo	ETX	RX
Marrón	ERX	TX

Leyenda del cableado

- Ejemplo de código:

```
MAIN:
  ERX 4800, X, MAIN
  ETX 4800, OK                                     ' OK -> DIM OK AS BYTE; OK = 1
  IF X = &B01000110 OR X = &B01100110 THEN        ' Recibe F = Forward Walk
    GOSUB forward_walk
    GOSUB standard_pose
    ETX 4800, OK
    GOTO MAIN
  ELSEIF X = &B01000010 OR X = &B01100010 THEN    ' Recibe B = backward_walk
    GOSUB backward_walk
    GOSUB standard_pose
    ETX 4800, OK
    GOTO MAIN
```

...

- Ejemplo de código python para RaspberryPi:

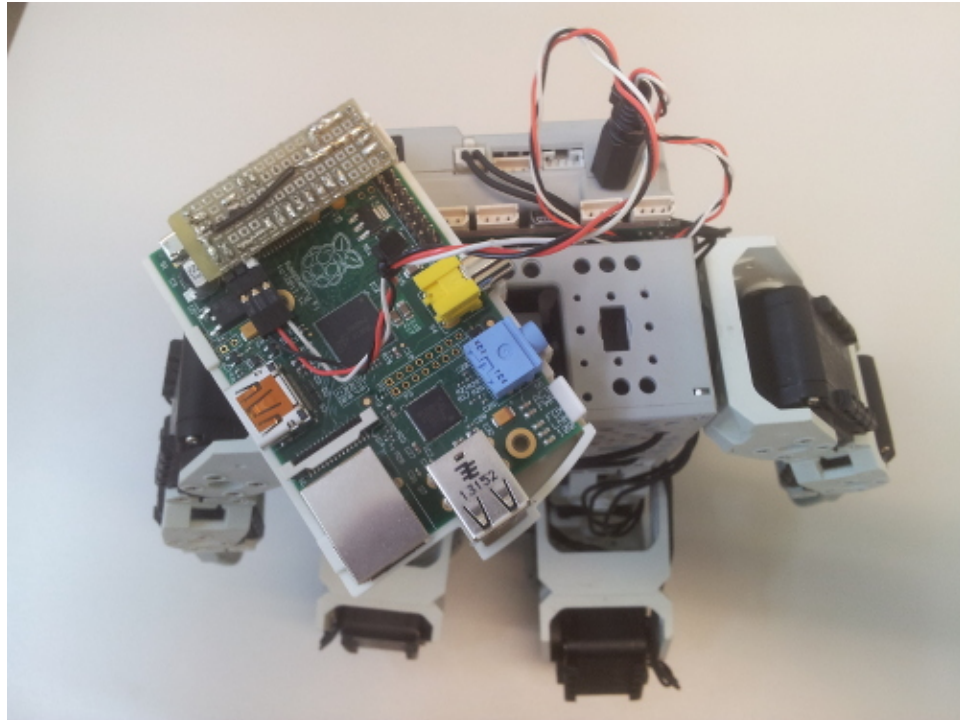
```
import serial
from time import sleep

port = serial.Serial("/dev/ttyUSB0", baudrate=4800,
    bytesize=serial.EIGHTBITS,
    parity=serial.PARITY_NONE,
    stopbits=serial.STOPBITS_ONE,
    xonxoff=1)

while True:
    letter="F"
    port.write(letter)
    rcv = port.read(2)
    print ("recepcion robot: ") + rcv
    print ("-----")
```

### **Bioloid – RaspberryPi/BeagleBone Black:**

- Se ha probado la conexión del robot con dos placas diferentes: RaspberryPi y BeagleBone Black. Ambas se pueden conectar al Bioloid de dos formas: con un conversor serie-USB comercial o construyendo un conversor de niveles, con lo que no se requiere de conector USB. En la siguiente figura se muestra un ejemplo de este último caso con RaspberryPi.



Más información sobre el conexionado, configuración, y el software necesario en:

- RaspberryPi:  
[http://apollo.upc.es/humanoide/trac/wiki/raspberripi\\_on\\_bioloid](http://apollo.upc.es/humanoide/trac/wiki/raspberripi_on_bioloid)
- Beaglebone Black:  
<http://apollo.upc.es/humanoide/trac/wiki/beaglebone>

## Configuración RaspberryPi – cámara IDS uEye2 XS:

El proveedor de la cámara que se debe usar (IDS uEye2 XS USB2.0) ofrece una imagen de Raspbian (sistema operativo para la RaspberryPi derivado de un Linux Debian) con todos los drivers ya instalados. Dicha imagen puede descargarse, previo registro gratuito, desde [aquí](#). Una vez descargada la imagen y grabada en una tarjeta SD, realizaremos la configuración de la misma, siguiendo las [indicaciones](#) de la web oficial.

Hemos creado un pequeño [programa ejemplo](#) que captura una imagen y la guarda en el directorio temporal. Cabe indicar que este código es sólo una idea/aproximación al problema, y se recomienda [acceder al SDK](#).

Una vez capturada la imagen, se puede usar cualquier librería gráfica (como zbar, visp, openCV, simpleCV) para decodificar el marcador.

Imagen Raspbian:

<http://store-en.ids-imaging.com/xs-raspberrypi.html>

Indicaciones:

<http://www.raspberrypi.org/documentation/setup/README.md>