



Reglas de la categoría ABIERTA

Versión 2.2 – 19 Febrero 2009

Robots de apoyo portuario

1. Introducción

Los robots ya dejaron de ser solo el sueño de escritores de ciencia ficción y el tema predilecto de películas de taquilla. Ahora son parte del diario vivir, estando cada vez más presentes en la industria e incluso en el hogar.

Situado en la pintoresca ciudad de Valparaíso se encuentra el puerto principal de Chile, el país más austral del mundo. En este centro portuario, día a día atracan buques cargados con cientos de contenedores, transportando los más diversos productos provenientes de todos los rincones del planeta.

Recientemente, la globalización ha aumentado el tránsito de cargas que tiene el puerto, provocando que su operatividad llegue al límite y sea cada vez más difícil mantener el orden para evitar atrasos en la salida de los buques y trenes que llegan a diario. Para dar solución a este gran problema se necesita de un sistema autónomo, que sea capaz de optimizar el proceso de carga de los contenedores en los barcos y trenes para aumentar la eficiencia del terminal y responder a las demandas de las distintas empresas.

Este es un desafío que tendrán los profesionales en un futuro muy cercano. Pensando en una posible solución, se plantea a los jóvenes estudiantes esta problemática y por medio de una competencia robótica encontrar a un robot que sea rápido y preciso en la manipulación de los contenedores.

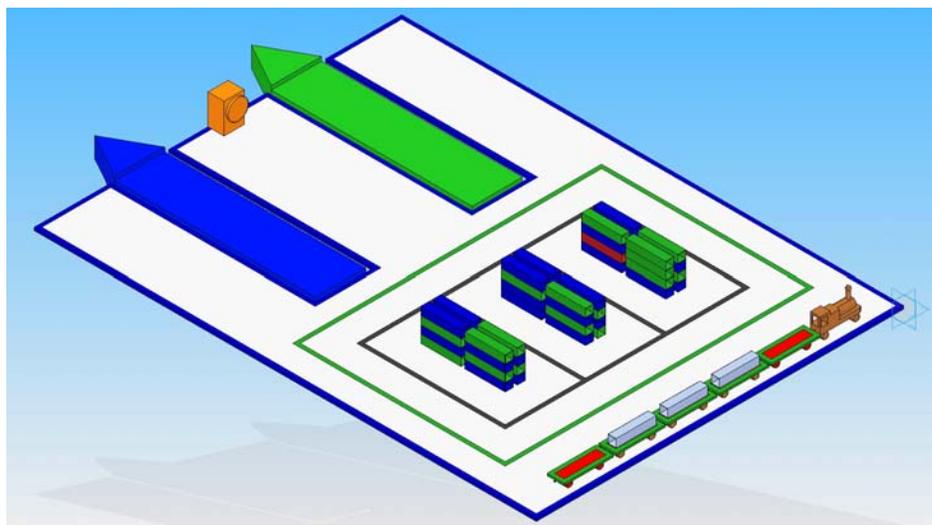


Figura 1. Vista pictórica del puerto.

2. El objetivo

En el escenario se representa parte del puerto en donde un robot autónomo debe trasladar en forma ordenada la mayor cantidad de contenedores a dos buques y un tren. Los contenedores estarán pintados de tres colores distintos: rojo, verde claro y azul oscuro. El robot tiene que ser capaz de diferenciar el color de cada contenedor y basarse en esta información para decidir si debe cargarlo en el tren o en los buques.

La competencia consta de tres objetivos particulares, que se pueden ejecutar en cualquier orden y no es obligatorio realizarlos todos.

- El robot debe cargar dos contenedores rojos en dos carros de tren con precisión. Es decir, el robot tiene que ser capaz de depositar el contenedor dentro de un rectángulo cuyas medidas exceden por 4 [mm] las dimensiones del contenedor. Adicionalmente el contenedor no debe tocar los límites del rectángulo. Las medidas de área donde se debe depositar el contenedor son de 48 [mm] x 208 [mm].
- El robot debe cargar contenedores verdes y azules dentro de los buques del mismo color. Los barcos se pueden cargar de tres formas: a) formando un piso de contenedores a la vez, b) haciendo torres con los contenedores o c) mezclando los dos métodos anteriores. Mientras más contenedores sean cargados correctamente en el barco mayor puntaje se obtiene. Los contenedores correctamente colocados serán ponderados según el nivel donde se encuentren, entre más arriba más puntaje se obtiene.
- En el puerto existe comunicación constante entre los operarios de las grúas y los conductores de los barcos y trenes y para ello muchas veces utilizan bocinas. Por esta razón y una vez que los dos contenedores del tren estén cargados, el robot podrá presionar un botón en la orilla del escenario, ubicado entre los dos barcos para hacer sonar una bocina que informa la finalización de la etapa de precisión. Si presiona el botón, y los dos contenedores están correctamente ubicados, recibirá un bono de puntaje. Si presiona el botón y no están bien ubicados los dos contenedores, recibirá una penalización de puntaje. El botón estará compuesto por un disco de 10 [cm] de diámetro para facilitar el área de contacto con el robot. Al presionarlo, se encenderá una luz en su parte superior.

3. El escenario

El escenario está construido sobre melamina blanca. Consta de dos niveles, en el primero se ubican las zonas de puerto y zona de los buques, y en el segundo nivel se ubica un tren de carga. Para diferenciar los distintos elementos del escenario, se demarcarán las siluetas de cada zona, los barcos y el tren con cinta aislante. El escenario no tendrá murallas, a excepción por el “escalón” de la Zona del Tren.

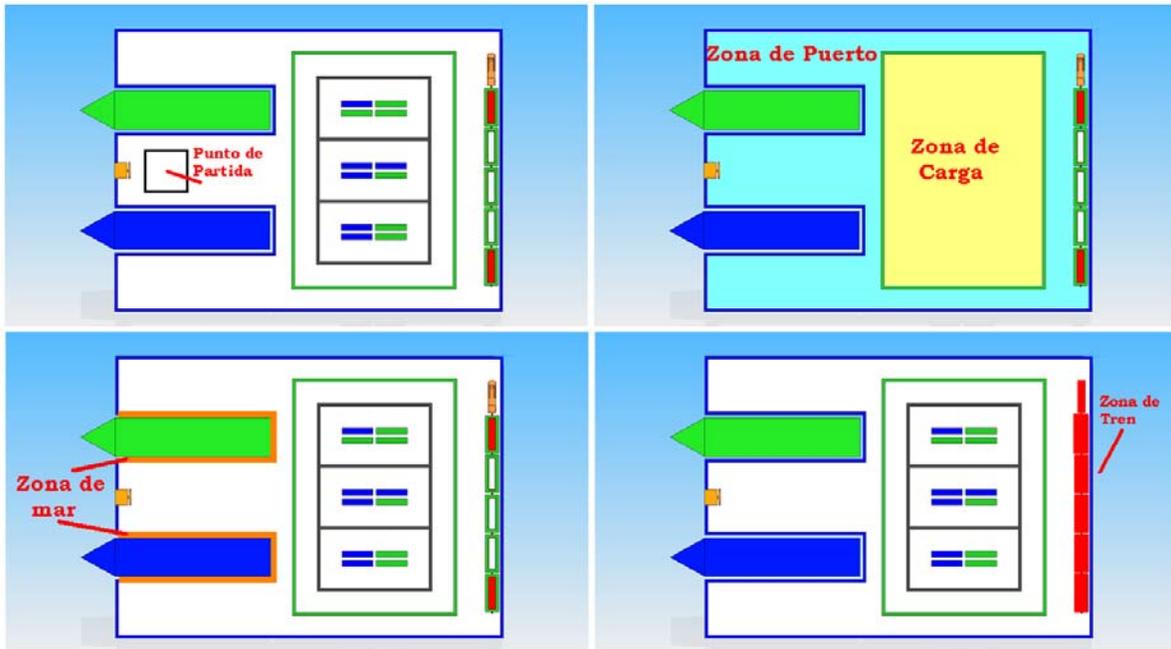


Figura 2. Definición de zonas indicadas por hinchadas de colores.

En el escenario se identifican las siguientes zonas:

- La zona del puerto está delimitada por cinta aislante de color azul oscuro, marca 3M, de 19 [mm]. El robot será penalizado si toca la cinta.
- La zona de carga se encuentra en el interior de la zona del puerto. Se identifica mediante cinta aislante verde, marca 3M, de 19 [mm]. La zona de carga contiene en 3 cuadrantes dentro de los cuales habrán centrados 16 contenedores apilados en grupos de 4. Cada pila de contenedores estará distanciada por 2 [cm]. Los cuadrantes están marcados con cinta aislante negra, marca 3M, de 19 [mm].
- La zona del tren estará elevada 50 ± 2 [mm] sobre el primer nivel y será la maqueta simplificada de un tren. La zona de carga del tren será delimitada por cinta aislante de color verde, marca 3M, de 19 [mm]. La silueta del tren se dibujará con cinta aislante de color negro 3M de 19 [mm]. La zona del tren serán 5 carros en línea, de los cuales el primero y el último estarán libres en cada ronda. En dicho espacio se deberá depositar los contenedores rojos. Los otros 3 carros estarán ocupados por contenedores.
- La zona de buques está definida por la silueta de los buques, los cuales están fabricados de tablas de melanina, uno pintado de verde y otro pintado de azul. Las dimensiones de la tabla que representa cada barco es tal que habrán 20 [mm] de espacio vacío entre el tablero de la zona de puerto y el barco.
- La zona de mar se entiende como la separación real entre la zona de puerto y la zona de buques, es de 20 [mm] de ancho y abarca el perímetro completo de cada buque.
- El punto de partida del robot se encuentra a 10 [cm] del botón que representa la bocina, y es de un área cuadrada de 30 [cm] de lado. Está delimitada por cinta aislante negra, marca 3M de 19[mm]. El robot puede iniciar con cualquier orientación a condición de ubicarse dentro del área de inicio de robot.

El botón está construido de madera y está empotrado al escenario. Cuando se presione correctamente, se encenderá una luz en su parte superior. Será de color rojo, al igual que los contenedores que deben ir en el tren. En la figura 5 se muestra un plano con cotas en [mm] del botón.

Habrán 48 contenedores, 2 de color rojo, 23 de color verde claro y los otros 23 de color azul oscuro. Estarán fabricados de perfiles cuadrados de acero SAE 1010 (acero estructural) de 1 [mm] de espesor y 40 [mm] de lado. Su largo será de 200 ± 1 [mm] y tendrán un peso de 250 ± 10 [grs]. Estos contenedores tendrán sus dos extremos abiertos y sus tres de sus caras externas pintadas. La cuarta cara será pintada de color negro y estará en contacto directo con el suelo.

Los contenedores se encontrarán ubicados siempre en la misma posición física dentro del escenario y siempre habrá 4 contenedores por torre. En cada ronda se cambiará aleatoriamente los colores de las torres de contenedores.

4. Las condiciones de iluminación

El comité local proporcionará iluminación interior uniforme, con una intensidad mínima de 500 [lux]. No obstante, los equipos participantes deben venir preparados para calibrar sus robots basados en las condiciones de iluminación del lugar donde se realicen las competencias. El comité local realizará las acciones posibles para reducir al máximo los efectos de sombras e iluminación natural, sin embargo estos factores no puede ser totalmente eliminado. Por consiguiente es muy recomendado que los robots participantes sean diseñados para ser inmunes a variaciones de iluminación que se presenten en el lugar. Una vez las competencias han empezado, los equipos jugarán bajo las condiciones de iluminación existentes 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 necesidad de comunicación con equipos computacionales externos al robot y utilizando únicamente los dispositivos que lleva embarcados.

No tiene restricciones de fabricación en cuanto a materiales, componentes mecánicos, electrónicos, pudiendo tener una cantidad ilimitada de piezas, sensores, actuadores y procesadores prefabricados o hechos a mano.

Las restricciones que debe respetar son:

- La envergadura del robot no debe sobrepasar en un inicio un cubo de 30 [cm] de lado.
- No debe comunicarse de manera alguna con dispositivos en el exterior.
- No debe deteriorar el escenario.
- Debe tener un sólo botón de inicio, que se utilice en todas las rondas de competición. De este modo, se asegurará que la información utilizada por el robot sea obtenida por sus propios sensores y no la observada por los miembros del equipo.

Infringir cualquiera de las anteriores restricciones es condición de descalificación.

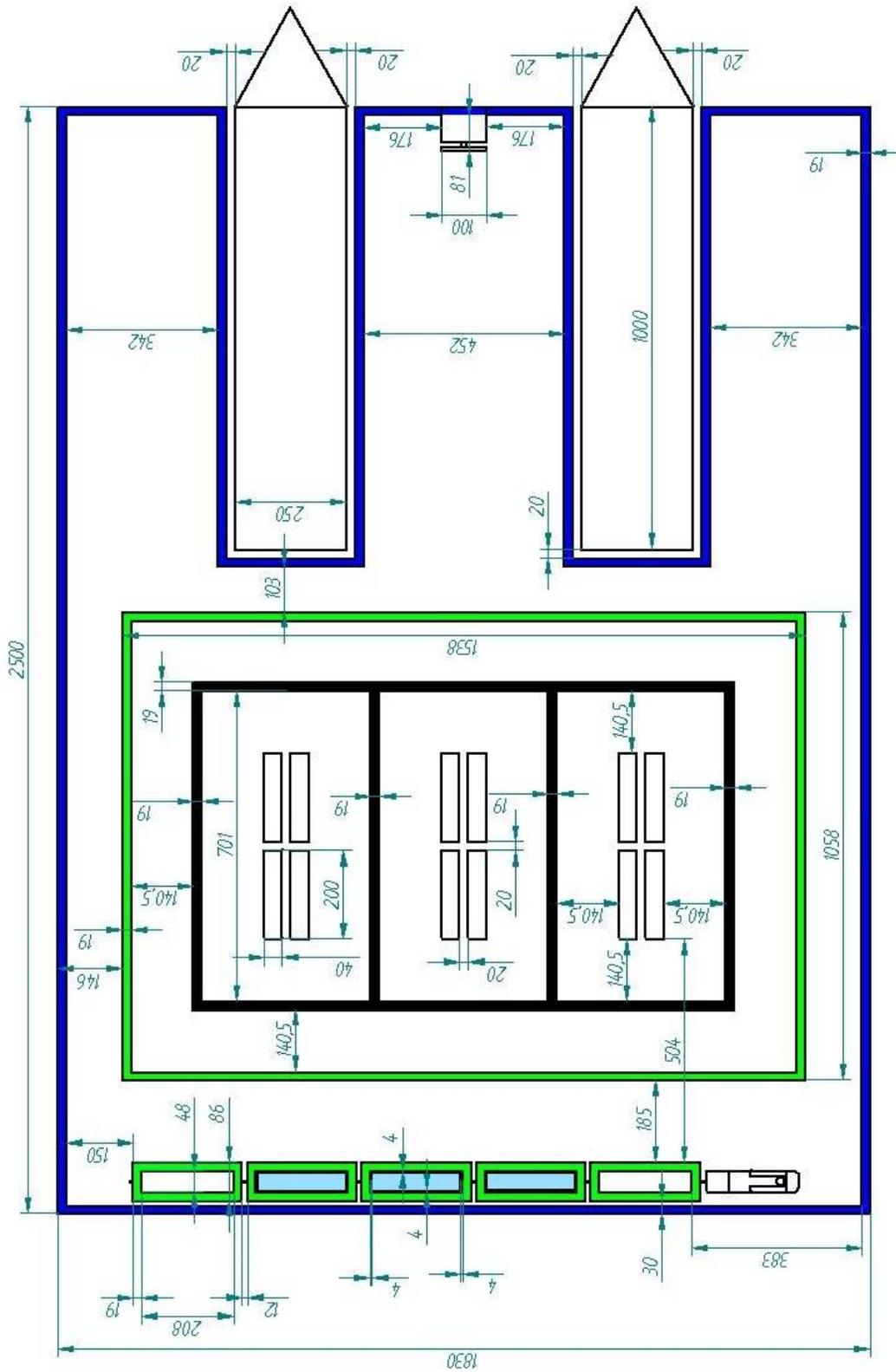


Figura 3. Plano dimensional del escenario en [mm].

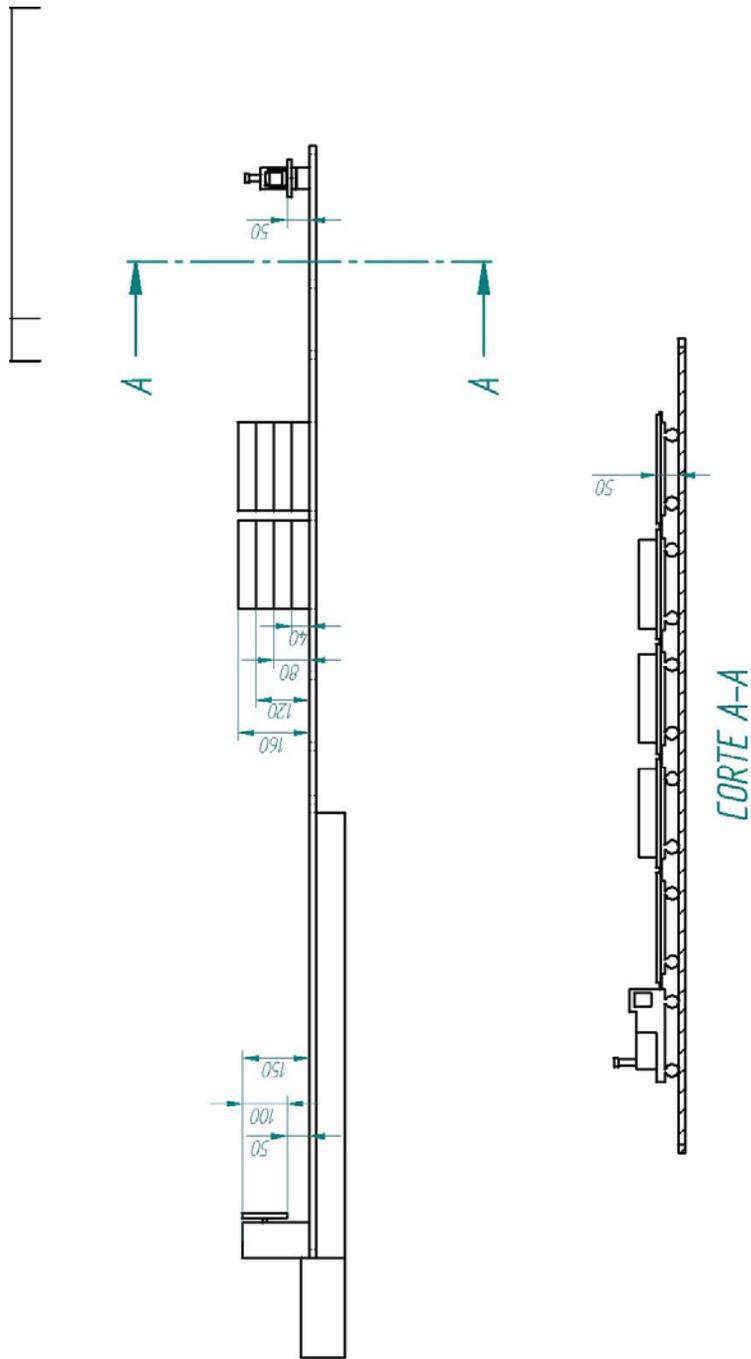


Figura 4.- Plano de la zona del tren con dimensiones y cotas en [mm].

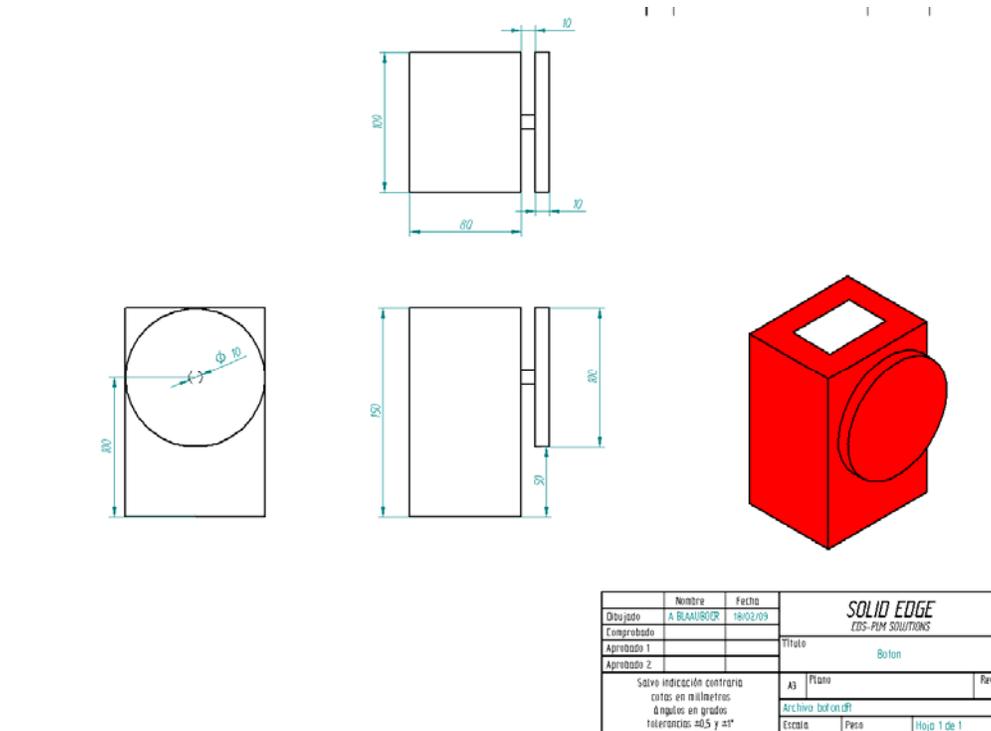


Figura 5. Dimensiones del botón.

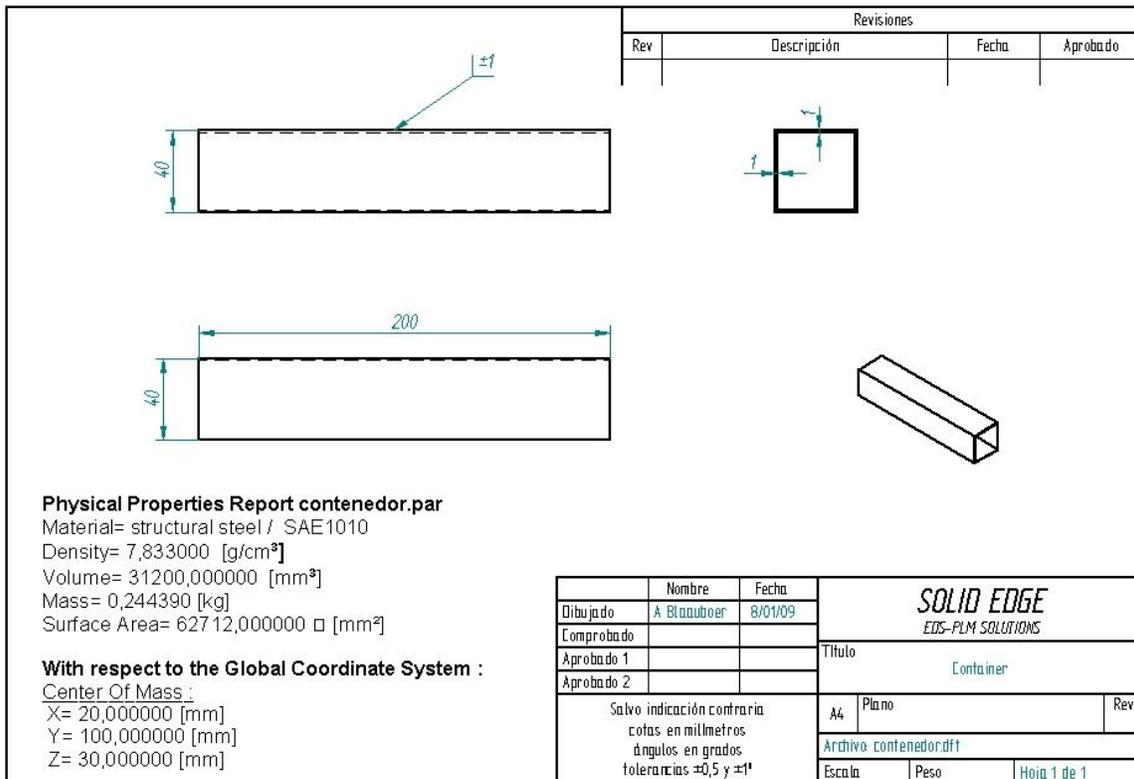


Figura 6. Detalles dimensionales de los contenedores.

6. Las reglas de la competencia

Una vez iniciado el proceso de competencia, todos los equipos participantes deberán dejar sus robots en el espacio asignado por la organización, a la vista de todos y sólo podrán ser apartados de esta delimitación al momento de competir y una vez finalizada la ronda. Esto asegura que todos los equipos tengan la misma cantidad de tiempo para ajustar sus robots.

Cuando todos los robots se encuentren en el espacio asignado por la organización, se reunirá a todos los representantes de los equipos y se dará paso al sorteo del orden de los contenedores para la ronda y el orden en que pasarán los robots de los equipos que compiten.

Durante el momento en el que se esté sorteando la posición de los contenedores para la ronda, los equipos no podrán modificar su robot de forma alguna. Los cambios y reprogramaciones se permitirán únicamente después de que hayan finalizado la ronda para todos los participantes.

Cuando el robot inicia su intento no se podrá intervenir, de lo contrario será considerado como un reinicio. El robot comenzará la prueba en el punto de partida y será reubicado en esta posición en cada reinicio. Cada robot tendrá un máximo de dos intentos por ronda.

Cuando se reinicia, todos los contenedores movidos se colocan en la posición inicial del intento, pero sin detener el tiempo. El equipo organizador será el encargado de restituir los contenedores.

Si el robot presenta un problema mecánico evidente y si los jueces lo autorizan, el equipo participante puede intervenir el robot, se reinicia la prueba y la medición del tiempo no se detendrá. Se considera como problema mecánico evidente, por ejemplo, el desprendimiento de una rueda, motor, sensor, batería sin energía, o cualquier dificultad no asociada a un mal diseño que impida su funcionamiento normal y pueda ser reparado al interior del escenario de forma rápida.

El robot no puede salirse de la zona de puerto, es decir no puede entrar a la zona de mar ni a la zona de tren, por cada vez que salga será penalizado con 100 puntos y a la cuarta ocasión se dará por finalizada la ronda. Salir de la zona de puerto se considera cuando cualquier parte del robot entre en contacto con las líneas que delimitan la zona o fuera de estas. Si el robot se atasca o pierde el equilibrio por moverse en zonas prohibidas, los miembros del equipo podrán intervenir a su robot pero se considerará reinicio, y la medición del tiempo no se detiene.

Dos contenedores del color rojo deberán ser llevados a la zona de tren. Los contenedores de color verde claro y azul oscuro deberán ser llevados al barco de su mismo color respectivamente. En todo momento la cara negra tendrá que estar mirando hacia el suelo.

Los contenedores deben ser transportados de a uno y sacados de a uno en el orden desde arriba hacia abajo. No podrán ser colocados u olvidados en los pasillos de la zona de carga o zona de puerto de lo contrario se penalizará con 100 puntos. Para que los contenedores sean considerados "bien depositados" no deben salir de la zona de buques y además deben estar en forma paralela al borde del buque. Por ejemplo, un contenedor mal depositado es aquel que sobresalga de la zona del buque. La figura 7 muestra algunos ejemplos de formas correctas e incorrectas de depositar los contenedores en los buques.

La prueba se puede dar por finalizada de dos maneras:

- Si se cumple el tiempo de la prueba (5 minutos)
- Que los competidores decidan dar por finalizada su participación, aunque no se cumplan todos los objetivos, siendo responsabilidad de cada equipo la acumulación de puntaje.
- Que el robot acumule tres reinicios.

El puntaje asignado a cada contenedor será válido una vez que el robot deje de estar en contacto con este. No existe límite en la cantidad de contenedores que se deseen apilar en la zona de buques, pero existe penalización si se caen de la pila.

El primer y principal criterio para determinar al ganador es el puntaje más alto. Si existiera un empate el segundo criterio sería el menor tiempo. En el caso que se llegase a empatar en ambos criterios, se realizará una ronda extra para desempatar. Durante el desarrollo de las rondas finales, en caso de ocurrir un empate en el puntaje, se hará inmediatamente una ronda extra para definir el 1er, 2do y 3er lugar.

Cualquier consideración o excepción quedará a criterio de los jueces y organizadores.

7. La forma de evaluación y el puntaje asignado

La forma de puntuación se realizará dependiendo de la zona y la actividad realizada.

Zona de tren:

- Siendo esta la zona de precisión, cada uno de los dos contenedor que se encuentre dentro de su zona de carga en cada vagón de tren valdrá 500 puntos, si se sale de esta zona solo se considerarán 100 puntos por cada contenedor que se encuentre fuera de la zona de carga del tren.
- Si el robot presiona el botón y enciende la luz, luego de haber depositado los dos contenedores sobre el tren dentro de los márgenes, se sumaran 1000 puntos.

Zona de buques:

- Por cada contenedor puesto dentro de la zona del barco y en el primer piso se asignaran 100 puntos, en el segundo piso 200 puntos, en el tercero 300 puntos y así sucesivamente. Si el primer contenedor no se encuentra dentro de la zona de carga no se considerará el puntaje de la torre y se descontarán 100 puntos.

Situaciones generales:

- Cada reinicio en la ronda se penaliza con 100 puntos menos. Cada ronda tiene máximo dos reinicios.
- Colocar un contenedor en una zona errónea, 100 puntos menos.
- Si un contenedor se cae dentro de la zona de carga o sobre la zona de buques se penalizará con 500 puntos menos.
- Si un contenedor cae en la zona de mar serán 1000 puntos menos.
- Cada vez que el robot entre a la zona de mar se descontarán 100 puntos.

- Cada vez que el robot golpea o toca el tren se descontarán 100 puntos.

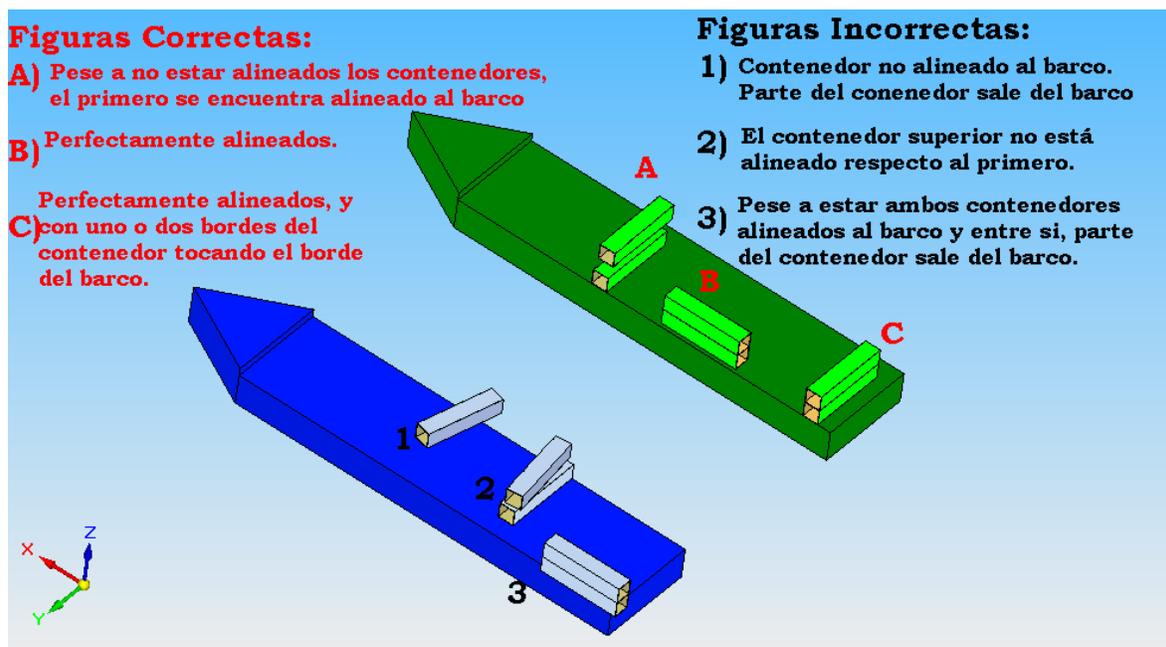


Figura 7. Ejemplificación de formar correctas e incorrectas de colocación de contenedores.

8. La ejecución de las pruebas y las rondas

Antes de comenzar las rondas se les avisará con tiempo a los competidores y se les dará un tiempo acorde a la cantidad de equipos para que puedan realizar calibraciones. Si los jueces consideran necesaria hacer una calibración por razones de luminosidad, se le dará 1 minuto extra a cada equipo antes de su ronda.

Existen dos tipos de rondas, unas clasificatorias y otras finales:

Rondas clasificatorias:

- Participan todos los equipos inscritos en LARC categoría libre 2009.
- Consta de 6 rondas por equipo. Dicho número puede variar a criterio de los jueces.
- Tiempo máximo por equipo para realizar la prueba es de 5 minutos.
- Cada equipo puede reiniciar su robot dos veces por ronda. Por cada reinicio existirá una penalización y el tiempo no se detendrá.
- El mejor puntaje de las 6 rondas, se tomará en cuenta para decidir sobre que equipos participan en las rondas finales. Clasifican los mejores cuatro equipos.
- Si llegará a ocurrir un empate, se decidirá por quien logró el puntaje en menor tiempo.
- Cada equipo tiene máximo 1 minuto para presentarse en la cancha, transcurrido dicho plazo, el tiempo de competencia comenzará a correr.

Rondas finales:

- Participan los 4 primeros lugares de las rondas clasificatorias.
- Consta de 3 rondas.
- Tiempo máximo por equipo para realizar la prueba es de 5 minutos.
- Cada equipo puede reiniciar su robot dos veces por ronda. Por cada reinicio existirá una penalización y el tiempo no se detendrá.
- El mejor puntaje de las 3 rondas se tomará en cuenta para determinar los lugares finales.
- Si llegará a ocurrir un empate, se disputará una cuarta ronda entre los equipos empatados para definir ese lugar.
- Cada equipo tiene 1 minuto para presentarse en la cancha, transcurrido dicho plazo, el tiempo de competencia comenzará a correr.

9. La inscripción y participación

La manera de participar en la Competencia Robótica LARC 2009 categoría libre es formar un grupo de hasta 4 personas, las cuales deben ser alumnos de cualquier institución educativa de cualquier país. Éstos deberán inscribirse antes del viernes 11 de septiembre de 2009, dejando sus datos por medio del sistema de inscripción Web, sin omitir ningún campo del formulario, quienes se podrán considerar inscritos después de recibir un correo de confirmación. El día sábado 12 será publicada la nómina oficial de inscritos en la misma página Web.

La competencia se realizará en la Universidad Técnica Federico Santa María, Casa Central, Valparaíso, Chile. Ésta se desarrollará entre los días lunes 19 y viernes 23 de octubre de 2009.

Será requisito de participación, la entrega de un paper formato IEEE sobre el desarrollo del robot. Este paper será utilizado para que los ganadores de los dos primeros lugares expongan brevemente ante sus compañeros. El paper deberá ser entregado a más tardar el 30 de Septiembre 2009. La no entrega de este documento impedirá la participación del equipo, ya que es de suma importancia para el desarrollo y evolución del conocimiento de los participantes.

10. El Jurado

El jurado estará compuesto por 1 persona del equipo que organiza la competencia que sabrá las bases más una persona relacionada con la robótica o área afín. Los nombres de estas dos personas serán anunciados en los días de la competencia.

11. Sobre las Situaciones Extraordinarias durante las competencias

En caso de una eventual situación extraordinaria con respecto a las reglas o al puntaje, el jurado y los Organizadores de la Competencia analizarán las condiciones del caso y decidirán dentro de la mayor imparcialidad posible.