



**ENERGÉTICA**

ENERGÍA PARA EL DESARROLLO

*energía con equidad*



# Bases Técnicas

*Cochabamba, Mayo, 2016*

# Bases Técnicas (V.1)

## 1. Dimensiones

### **Híbrido**

- 1.1 El vehículo debe contar con un ancho de trocha mínimo de 1,2 [m] y máximo de 1,6 [m]. La distancia mínima entre ejes debe ser de 1,5 [m]. Se entiende por ancho de trocha la distancia entre los centros de los neumáticos de las ruedas de un mismo eje.
- 1.2 El ancho de trocha podrá ser menor a 1.2 [m] siempre y cuando el equipo presente un informe donde demuestre que, en conjunto con las demás dimensiones del vehículo, no tendrá problemas de estabilidad y/o maniobrabilidad. Se deberá especificar donde se encontrará, aproximadamente, el centro de masa del vehículo. Este informe será aprobado por una comisión técnica de la competencia.
- 1.3 El vehículo en movimiento no puede medir más de 3,5 [m] de largo y 2,0 [m] de ancho.
- 1.4 Si el vehículo presenta una o más estructuras móviles, excluyendo las ruedas, estas no pueden exceder las dimensiones máximas.

### **Innovación**

- 1.5 El vehículo no puede medir más de 4,5 [m] de largo, 1,8 [m] de ancho y 1,8 [m] de alto.
- 1.6 Los anchos de trocha delantero y trasero deben ser mayor o igual a la mitad del ancho del vehículo. Se entiende por ancho de trocha la distancia entre los centros de los neumáticos de las ruedas de un mismo eje.
- 1.7 Si el vehículo presenta una o más estructuras móviles, excluyendo las ruedas, estas no pueden exceder las dimensiones máximas.

## 2. Chasis

- 2.1. Los vehículos deben incorporar barras estructurales antivuelco en su chasis, de acuerdo a lo especificado en el Anexo 1.

## 3. Asientos

### **Híbrido**

- 3.1. El vehículo debe disponer de un asiento compuesto por al menos una base y un respaldo que permita al piloto apoyar toda la espalda y que no lo sobrepase en altura en posición de conducción. El piloto del vehículo se encuentra en posición de conducción cuando está sentado, apoyando por completo su espalda sobre el respaldo del asiento y sus pies en los pedales, con el cinturón de seguridad ajustado, casco puesto y con todas las puertas o escotillas del vehículo cerradas.
- 3.2. En caso de diseñar un vehículo con capacidad para dos personas, el asiento del pasajero deberá cumplir las mismas características que las del piloto.
- 3.3. En caso de contar el vehículo con un diseño que contemple una o más estructuras basculantes que impidan que se cumpla el punto 3.2, el equipo deberá contactar a la comisión técnica para su aprobación.

- 3.4. El ángulo de inclinación del asiento, respecto a la vertical, no debe exceder los 35°, medido de la forma descrita en el Anexo 2.
- 3.5. El uso de cinturón de seguridad es obligatorio para el piloto y pasajero del vehículo. La norma mínima es que los cinturones sean de fabricación comercial para automóviles, con un mínimo de 3 puntos de sujeción a la estructura exigida en el punto 3.2. Estos deben estar instalados de modo de brindar una adecuada protección al ocupante y pasajero en caso de colisión o vuelco.

#### **Innovación**

Ídem

### 4. Puertas y aperturas

#### **Hibrido**

- 4.1. El vehículo debe estar diseñado de manera tal que permita al piloto y pasajero entrar y salir de él sin ser asistido.
- 4.2. En caso de tener puertas, las mismas deben poder abrirse y cerrarse desde dentro y fuera del vehículo.
- 4.3. El equipo deberá demostrar que todos los pilotos y pasajeros pueden entrar y salir del vehículo sin asistencia en no más de 10 segundos.
- 4.4. No está permitido asegurar una puerta o una cubierta con cinta adhesiva de cualquier tipo.
- 4.5. Las salidas de emergencia deberán indicarse claramente en el exterior del vehículo.

#### **Innovación**

Ídem

### 5. Ventanas y parabrisas

#### **Hibrido**

- 5.1. En caso de contar con ventanas, estas deben estar fabricadas con materiales altamente resistentes a roturas y daños mayores.
- 5.2. Las ventanas deben ser transparentes, de esta forma se permite ver al ocupante fácilmente desde fuera del vehículo. No se permiten ventanas polarizadas o coloreadas.

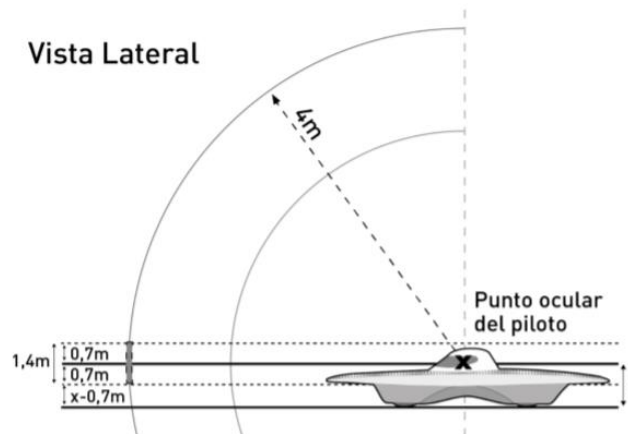
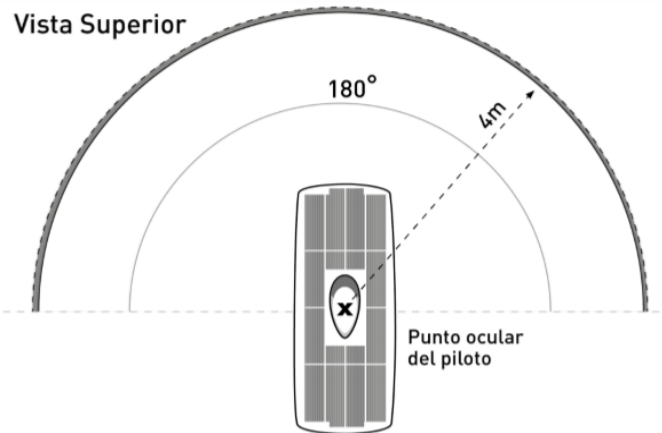
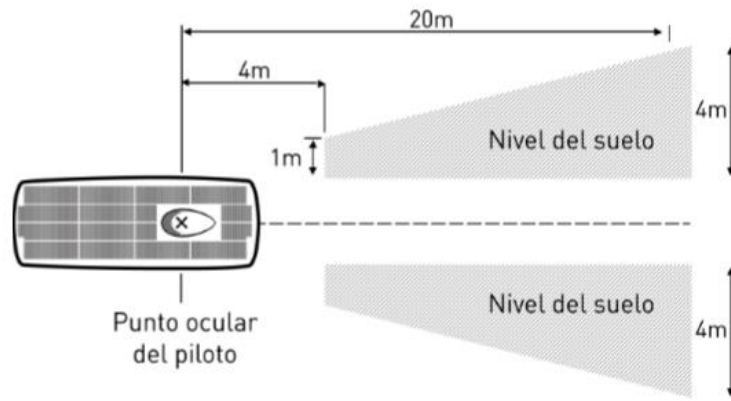
#### **Innovación**

Ídem

### 6. Visión

#### **Hibrido**

- 6.1. El ocupante debe tener visión delantera clara. Debe poder ver un objeto situado en el suelo a 4 [m] del borde delantero del vehículo.
- 6.2. El ocupante debe tener visión trasera clara sobre las áreas sombreadas en el siguiente diagrama:



6.3. Una vez en posición de conducción, la altura mínima de los ojos del ocupante debe ser de 0,7 [m] por encima de la carretera.

**Innovación**

Ídem

## 7. Funcionamiento

### Hibrido

- 7.1. El vehículo debe ser capaz de ser impulsado hacia adelante por sus propios medios con el ocupante en posición de conducción. Esto incluye la partida del vehículo.
- 7.2. Empujar el vehículo durante un tramo cronometrado o especial de la competencia de cualquier manera para cumplir con el punto 7.1, podrá ser causal de descalificación del equipo participante.
- 7.3. El vehículo debe ser capaz de arrancar desde el reposo en una pendiente de 14° sin ser empujado. Se entiende por empujar a la acción de mover el vehículo mediante una fuente de energía externa al mismo, es decir, que dicha fuente no está adherida al vehículo.
- 7.4. El vehículo deberá completar, sin presentar fallas eléctricas ni mecánicas, el circuito designado en la etapa clasificatoria, a una velocidad promedio de al menos 30 [km/h]. Clasificatorias es un evento previo a los días de competencia, en el cual los equipos y sus vehículos se someten a diversas pruebas técnicas a fin de comprobar que cumplan con los requisitos de las presentes bases.

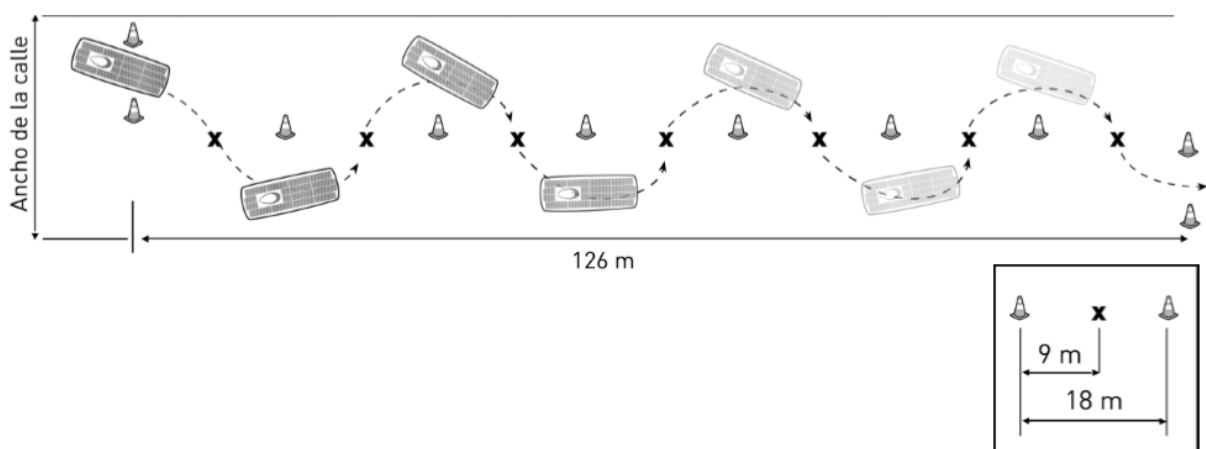
### Innovación

Ídem

## 8. Dirección

### Hibrido

- 8.1. El sistema de dirección debe permitir maniobrar el vehículo de manera segura en movimiento.
- 8.2. El vehículo debe ser capaz de realizar una curva en "U" en ambas direcciones en una pista de 9 [m] de ancho en el caso de vehículos híbridos y hasta 18 [m] los vehículos de la categoría innovación.
- 8.3. El vehículo debe ser capaz de maniobrar a través de la siguiente disposición de obstáculos representadas por conos:



8.4. El sistema de dirección del vehículo debe considerar sólo componentes mecánicos para su funcionamiento.

#### **Innovación**

Ídem

## 9. Ruedas y neumáticos

### **Hibrido**

9.1. El vehículo debe poseer al menos tres ruedas de apoyo.

9.2. El vehículo debe contar con suspensión en cada una de sus ruedas.

9.3. Los neumáticos deben ser aptos para uso en carretera, capaces de soportar las cargas o fuerzas impuestas por la masa del vehículo (incluyendo al piloto), su velocidad y frenado. Su utilización debe realizarse de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

9.4. Los neumáticos a utilizar deberán tener una huella cuya profundidad sea de mínimo 1,5 [mm]. No se permite el uso de neumáticos lisos.

9.5. Los neumáticos deben estar libres de cualquier defecto aparente.

### **Innovación**

Ídem

## 10. Frenos

### **Hibrido**

10.1. El vehículo debe contar con dos sistemas de frenos equilibrados e independientes entre sí (principal y secundario), de manera que, si un sistema falla, el otro pueda ser accionado para detener el vehículo.

10.2. Se debe contar con un tercer tipo de freno, ya sea eléctrico (regenerativos, de corrientes parásitas, etc.) o hidráulico. Estos no reemplazan los sistemas de frenado especificados en el punto 10.1. En el caso de contar con frenos regenerativos, estos no pueden ser utilizados mientras el vehículo solar es remolcado.

10.3. En caso de usar frenos de fabricación para bicicletas para el sistema de frenado especificado en el punto 10.1, el sistema principal debe ser de disco hidráulico con diámetro exterior mínimo de 200 [mm]. Para el sistema secundario, se permite tanto frenos de disco hidráulicos como mecánicos, ambos de diámetro exterior mínimo de 200 [mm]. Frenos de llanta y buje no están permitidos.

10.4. Los vehículos deberán estar equipados con un freno de estacionamiento capaz de mantener estático al vehículo con su ocupante en una pendiente de 20%. Para esto, se debe poder emplear uno o ambos sistemas de frenado especificados en el punto 10.1 como freno de estacionamiento de manera segura, o bien contar con un sistema de freno totalmente independiente del mencionado anteriormente para cumplir esta exigencia.



- 10.5. En caso de usar frenos de fabricación para bicicletas para el freno de estacionamiento, se permiten de todo tipo.
- 10.6. El trabajo mecánico de frenado de al menos uno de los sistemas de frenos especificados en el punto 10.1 debe ser aplicado sobre al menos dos ruedas del vehículo.
- 10.7. El vehículo debe ser capaz de detenerse en 5 [m] desde una velocidad inicial de 20 [km/h].

### **Innovación**

Ídem

## 11. Fuentes de energía

### **Hibrido**

- 11.1. La energía provista del banco de baterías principal, junto con la energía que proporciona el piloto y/o pasajero mediante pedaleo, son las únicas fuentes de energía externa que pueden ser utilizadas para propulsar el vehículo.
- 11.2. Emplear el pedaleo del piloto y/o pasajero para traccionar el vehículo, cargar las baterías mediante un generador eléctrico, o ambas a la vez, está permitido. Sin embargo, la carga de baterías por pedaleo, no puede ser realizada cuando el vehículo es remolcado.
- 11.3. Se puede utilizar la energía recuperada por el movimiento del vehículo mediante un freno regenerativo. En caso de contar con este tipo de frenos, éste no puede utilizarse cuando el vehículo es remolcado.

### **Innovación**

Ídem

## 12. Estación de carga

### **Hibrido**

- 12.1. Cada equipo de la categoría hibrida debe de contar con una estación de carga solar. Dicha estación es la fuente principal de carga de energía y debe ser montada y ubicada en los pits de cada equipo, previamente designados por la comisión técnica.
- 12.2. La estación de carga que capta la radiación solar debe tener una superficie máxima de 6 [m<sup>2</sup>] de celdas fotovoltaicas de silicio. En caso de contar con celdas fotovoltaicas de galio arsénico la superficie de las celdas no debe ser mayor a 3 [m<sup>2</sup>].
- 12.3. El resto del diseño de la estación de carga queda a criterio del equipo.
- 12.4. Sistemas de seguimiento solar para la estación de carga están permitidos.
- 12.5. En caso de ser un vehículo biplaza su estación de carga puede llegar a ser hasta 1,5 veces más grande que la de un vehículo monoplaza.

### **Innovación**

- 12.5. La categoría innovación puede utilizar como fuente principal de carga la irradiación solar o una estación de carga de las mismas dimensiones de la estación de carga de los vehículos híbrido.
- 12.6. En caso de utilizar energía de la red el equipo deberá mandar especificaciones del tamaño de su banco de baterías principal y la comisión técnica determinara el tiempo de carga que puede tener, tratando siempre de tener condiciones similares a los vehículos que cargan con paneles fotovoltaicos.

## 13. Almacenamiento y carga de energía

### **Híbrido**

- 13.1. El sistema de almacenamiento de energía del vehículo comprende al banco de baterías principal y al banco de baterías auxiliar.
- 13.2. El banco de baterías principal es el que alimenta al sistema eléctrico de tracción del vehículo (i.e. electrónica de potencia y motor). La capacidad de energía nominal máxima permitida para el banco de baterías principal es de 2,0 [kWh].
- 13.3. La comisión técnica se reserva el derecho de determinar cuál es la capacidad de energía nominal máxima del banco de baterías principal de cualquier equipo mediante la documentación que éste presente.
- 13.4. El banco de baterías principal debe estar completamente cargado al inicio de la carrera.
- Las únicas formas de carga permitidas para el banco de baterías principal durante la carrera son: mediante la estación de carga, por el movimiento del vehículo (i.e. freno regenerativo), y mediante el pedaleo del ocupante (i.e. generador).
- 13.5. Las baterías que componen el banco de baterías principal deben estar sujetas firmemente a la estructura del vehículo, pero de tal manera que se puedan desmontar. Se debe considerar para la disposición espacial de las baterías en el vehículo que la comisión técnica utilizará precintos para sellar de la mejor manera posible el acceso a ellas durante la competencia.
- 13.6. El banco de baterías auxiliar es el que alimenta al sistema eléctrico auxiliar del vehículo (i.e. Luces, telemetría, contactores, GPS, sensores, sistemas de comunicación). La capacidad de energía nominal máxima para el banco de baterías auxiliar la debe determinar el equipo participante. Debe ser tal que se garantice el funcionamiento de los componentes auxiliares durante una etapa completa de competencia. No puede alimentar al sistema de tracción del vehículo.
- La pérdida de operación de componentes electrónicos de seguridad (i.e. Luces, entre otros) durante una etapa de competencia estará sujeto a una penalización. Se entiende por pérdida de operación la condición en la que un dispositivo deja de funcionar ya sea por falla, desconexión o agotamiento de su fuente de energía. Una etapa es el conjunto de tramos que los equipos deben recorrer en un día de competencia.
- 13.7. El banco de baterías auxiliar debe estar completamente cargado al inicio de cada etapa de la competencia. El equipo puede cargar el banco de baterías auxiliar de manera convencional con la



red eléctrica local. La carga debe ser efectuada con un cargador o fuente de poder adecuada, tomando todas las medidas de seguridad especificadas por el fabricante.

- 13.8. Un equipo puede elegir no disponer de un banco de baterías auxiliar, alimentando el sistema auxiliar por medio de su banco de baterías principal. Sin embargo, la capacidad de energía nominal máxima permitida para el banco de baterías principal seguirá siendo de 2,0 [kWh] y el equipo podrá ser penalizado en el caso de pérdida de operación de componentes electrónicos de seguridad durante una etapa de competencia.
- 13.9. Se permite el uso de dispositivos que formen parte del sistema eléctrico auxiliar del vehículo que funcionen con una batería interna (i.e. computadores, cicloanalizadores, entre otros), siempre que su uso se ajuste a las especificaciones establecidas por el fabricante. No se permiten conexiones externas entre la batería del dispositivo y el banco de baterías principal o auxiliar.
- 13.10. Los bancos de baterías principal y auxiliar deberán estar provistos de una ventilación adecuada hacia el exterior del vehículo. Sus terminales deben quedar fuera del alcance de sustancias inflamables.
- 13.11. Dispositivos de almacenamiento temporal, distintos de las baterías (i.e. súper-condensadores, entre otros), están permitidos. El equipo deberá demostrar que están completamente descargados en la línea de salida.
- 13.12. Si se utiliza un sistema de refrigeración para el vehículo que funcione con energía eléctrica, éste debe alimentarse por medio del banco de baterías principal.
- 13.13. En caso de ser un vehículo biplaza la capacidad del banco de baterías principal puede ser hasta 1,5 veces más grande de lo mencionado anteriormente.

### ***Innovación***

- 13.14. El banco de baterías principal es el que alimenta al sistema eléctrico de tracción del vehículo (i.e. electrónica de potencia y motor). La capacidad del banco de baterías está restringido por masa dependiendo del tipo de baterías que se utilice:
- Li-ion 20.000 kg
  - Li-Polímero 20.000 kg
  - LiFePO4 40.000 kg
  - Ni-MH 70.000 kg
  - Pb-Ácido 125.000 kg.
- 13.15. La masa del banco de baterías será verificada mediante Data Sheet de las baterías y se considerará para el cálculo de la capacidad energética del banco, la masa, la densidad energética y el número de baterías.

## 14. Dispositivos y protecciones eléctricas

### **Hibrido**

- 14.1. El vehículo debe estar diseñado de tal manera que sea imposible para cualquier piloto o persona que trabaje en el vehículo manipular cualquier dispositivo eléctrico/electrónico, cable o terminal sin antes tener que quitar una cubierta protectora.
- 14.2. Las cubiertas de dispositivos, cables o terminales donde el sistema eléctrico supere los 50 [V], deberán presentar la siguiente señal de advertencia (ISO 3864):



- 14.3. El piloto debe ser capaz de desconectar galvánicamente (i.e. por medio de un contactor) el banco de baterías principal del resto del sistema eléctrico del vehículo mientras está en posición de conducción. El elemento de desconexión puede ser mecánico o eléctrico, debe encontrarse dentro del contenedor del banco de baterías principal y estar correctamente dimensionado en voltaje y corriente, de acuerdo al requerimiento de éste.
- 14.4. En caso de que el banco de baterías principal esté compuesto por más de un contenedor de baterías, se requiere un elemento de desconexión en cada uno, que se accionen de manera simultánea.
- 14.5. Se debe proveer una cubierta de seguridad para los accionadores de los elementos de desconexión especificados en los puntos 14.2.
- 14.6. Cuando el elemento de desconexión del banco de baterías, mencionado en el punto 14.2, esté activado, los únicos cables energizados que se permiten que salgan del banco de baterías principal, son cables de control que se encuentren protegidos contra cortocircuitos y que no puedan entregar una corriente mayor a 10 [mA] bajo cualquier condición de falla previsible.
- 14.7. El vehículo debe estar provisto de un elemento de protección a la salida del sistema eléctrico del banco de baterías. Éste debe ser accionado por el piloto dentro de la cabina en caso de emergencia. Los dispositivos que lo componen deben estar correctamente dimensionados en voltaje y corriente de acuerdo al requerimiento del banco de baterías principal. A la vez, y en conexión en serie, debe existir un contactor cuyo accionador debe estar ubicado sobre el carenado, de tal manera que pueda ser alcanzado por una persona desde el exterior. Debe contar con la siguiente señalización:



## **Innovación**

Ídem

## 15. Luces e indicadores

### **Ambas categorías**

15.1. El vehículo debe contar con las siguientes luces dispuestas de manera simétrica respecto de su centro longitudinal:

- 2 focos delanteros de color blanco o amarillo.
- 2 focos traseros fijos de color rojo.
- 2 focos de viraje delanteros y 2 traseros de color amarillo.

15.2. El equipo debe mostrar que los focos de viraje del vehículo pueden ser empleados como luces intermitentes de advertencia. En caso contrario, el vehículo deberá estar provisto de 2 focos intermitentes de advertencia delanteros y traseros independientes de las luces de viraje que cumplan lo anterior.

15.3. El equipo debe mostrar que las luces traseras fijas del vehículo pueden ser empleadas como luces de frenado. En caso contrario, el vehículo deberá estar provisto de 2 focos de frenado traseros independientes de las luces traseras fijas que cumplan lo anterior.

15.4. Los focos especificados en el punto 15.1, deben tener la suficiente intensidad para ser vistos a través de un vidrio ahumado.

15.5. Las luces de frenado traseras deben distinguirse de las luces fijas cuando estas últimas estén encendidas. Para esto, se deben utilizar distintas intensidades de rojo. 15.4. El vehículo debe disponer de un informador acústico (i.e. bocina), cuya intensidad sea tal que pueda alertar a otros vehículos o personas de su presencia.

## 16. Seguridad

### **Híbrido**

16.1. Los accionadores de los frenos, el acelerador y otros mandos electrónicos esenciales para la conducción del vehículo deben estar dispuestos en los mandos de dirección del mismo, de manera que el piloto pueda manipularlos con sus manos de forma segura y sin comprometer la maniobrabilidad de la dirección.

- 16.2. Todos los piñones, cadenas y otros componentes mecánicos que presenten movimiento, deberán estar cubiertos durante su funcionamiento, de manera de que las extremidades del ocupante no queden expuestas a ellos. Los componentes internos y compartimentos de carga deberán estar asegurados a la estructura.
- 16.3. Se debe contemplar, en la estrategia de diseño, que el chasis y carenado brinden un espacio adecuado para el piloto y pasajero en el habitáculo. Los componentes que se encuentran dentro del habitáculo deben estar firmemente asegurados a su estructura, de forma de evitar en caso de colisión o volcamiento, su desprendimiento y por ende lastimar al piloto y/o pasajero.
- 16.4. El vehículo debe proveer ventilación adecuada para su piloto y pasajero. Se debe evitar el contacto de ambos con sustancias y materiales químicos que provoquen irritación, asfixia y fatiga general entre otros síntomas perjudiciales.
- 16.5. El piloto y pasajero deben utilizar casco y cinturón siempre que el vehículo esté en movimiento. La exigencia mínima es que el casco sea de fabricación para motocicletas, abierto o cerrado, y que cumpla con una de las siguientes normas de seguridad, llevando sus respectivos sellos:
- United States Department of Transportation (DOT).
  - Snell Memorial Foundation (M2010 Helmet Standard For Use in Motorcycling, 2010).
  - United Nations Economic Commission for Europe (UNECE 22.05). ☐ Japanese Industrial Standards (JIS T 8133, año 2000).

### **Innovación**

Ídem

## 17. Rescate de emergencia

### **Híbrido**

- 17.1. Al ser un circuito cerrado, no se utilizarán vehículos escolta, sino que cada cierta distancia existirán vehículos de auxilio, así, los vehículos deben tener claramente indicadas las partes desde donde se puedan sujetar y/o jalar, para efectuar el remolque de manera segura.
- 17.2. El piloto deberá tener a la mano un banderín rojo, el que será agitado para requerir la atención de los vehículos de auxilio.

### **Innovación**

Ídem

## 18. Costo del vehículo

### **Híbridos**

- 18.1. El valor comercial de los vehículos, medido como el valor comercial la suma de sus componentes principales, no puede superar los 5.000 Sus en el caso de los híbridos, en todo momento durante la competencia. Este valor incluye solamente:
- Motor eléctrico.
  - Controlador.

- Paneles solares (estación de carga)
- Banco principal de baterías.
- Repuestos de los mencionados anteriormente (en caso de usarlos)

18.2. Durante la competencia sólo se podrán remplazar componentes del vehículo por otros idénticos, que hayan sido declarados, aprobados y etiquetados como repuestos oficiales del vehículo previamente en Clasificatorias. Este reemplazo está permitido sólo en caso de que el componente original presente pérdida de operación o falla.

18.3. Cada equipo deberá realizar 3 valorizaciones para cada uno de los elementos principales descritos en el punto 18.1. Una factura o boleta de compra detallada se considera como una valorización válida para el elemento indicado. La Organización se reserva el derecho de valorizar o determinar el precio de los componentes presentados por el equipo.

18.4. La valorización de componentes deberá ser entregada, junto a la entrega administrativa descrita en el anexo 1 de las Bases Generales, hasta 14 días antes del inicio de Clasificatorias, a través del medio que indique la Organización. Posterior a este plazo, no se permitirán cambios.

18.5. Posibles causales de descalificación por costo:

- Sobrepasar el valor comercial permitido.
- Incluir componentes no informados con anterioridad.
- No identificar componentes correctamente.

### **Innovación**

18.6. En esta categoría, el valor comercial no deberá superar los \$US 10.000, incluyendo los paneles fotovoltaicos para aquellos vehículos que los utilicen, e incluyendo los cargadores de batería para el caso de los vehículos que utilicen la red eléctrica como fuente de energía.

## 19. Formularios técnicos

### **Ambas Categorías**

19.1. El equipo deberá completar y entregar un formulario técnico una vez concluido el proceso de inscripciones.

19.2. El formulario técnico será provisto por la comisión técnica y deberá ser completado y entregado por los equipos inscritos antes de la fecha que la comisión técnica dicte.

19.3. La entrega de un formulario puede ser rechazada por la comisión técnica. En tal caso, el equipo debe entregar nuevamente el formulario complementando los puntos rechazados por la comisión técnica, antes del plazo estipulado por la misma.

19.4. Un equipo que no tenga su formulario técnico entregado y aceptado por la organización, no podrá acceder a Clasificatorias.

## 20. Memorándums

### **Ambas categorías**

- 20.1. La Organización tiene la facultad de hacer cualquier modificación a las presentes bases y a todo documento que derive de ellas. Esto incluye el recorrido de la competencia.
- 20.2. El presente reglamento podrá ser modificado mediante la emisión de memorándums o mediante la publicación de nuevas versiones. La Organización notificará a los equipos mediante correo electrónico y los archivos de las bases estarán disponibles en la página web oficial de la competencia. Es responsabilidad de los equipos mantenerse al tanto de estos cambios.

### Agradecimientos

Para la realización de las presentes bases se consideraron las bases de la competencia australiana de vehículos solares “World Solar Challenge”<sup>1</sup> y a la Carrera Solar Atacama 2016 organizada por la Ruta Solar. Agradecemos y reconocemos lo valioso que resultó contar con esa información.



## Anexo 1: Especificaciones Barra Antivuelco

El vehículo deberá estar equipado con barras antivuelco para prevenir el daño directo a la cabina del ocupante y deformaciones graves en caso de colisión o volcamiento. Las barras primaria y secundaria constituyen el elemento básico de la estructura antivuelco del vehículo. Deben estar hechas de tubos de acero o perfiles de materiales distintos a este último (aluminio, materiales compuestos, etc).

Finalmente, el equipo deberá presentar una memoria de cálculo para ambos casos que respalde que la jaula anti vuelco tiene suficiente resistencia a la tracción como para proteger al ocupante de una carga de 4 veces el peso del vehículo.

Exigencias:

- La estructura debe estar atornillada, soldada, o estructuralmente incorporada al chasis del vehículo.
- La línea que se extiende desde la parte superior de la barra primaria hasta la parte superior de la barra secundaria debe estar por encima del casco del piloto y pasajero cuando este se encuentre en posición de conducción.
- La parte superior de la barra antivuelco secundaria deberá ser superior a la parte superior del volante.
- La barra secundaria debe cubrir totalmente el volante o mandos de dirección, mirada desde el frente del vehículo.
- La barra primaria debe cubrir los hombros del ocupante mirada desde el frente del vehículo.
- En caso de usar tubos de acero para la barra antivuelco deberán ser de mínimo 2 pulgadas de diámetro y pared gruesa.
- Ninguna parte de las barras antivuelco debe ser un obstáculo a la entrada o a la salida del piloto u ocupar el espacio diseñado para el piloto.
- Las barras secundarias y primarias deben ir firmemente unidas al chasis del vehículo.
- La estructura del asiento especificada en el punto 3.2 debe ir anclada a la barra primaria. La memoria de cálculo será solicitada en el Formulario Técnico. Sin embargo, ésta no da garantía de la participación del equipo.

Se sugieren los siguientes criterios constructivos:

- La barra primaria debe tener la resistencia suficiente para que el vehículo sea levantado o remolcado.
- Las barras antivuelco deberán diseñarse y fabricarse de forma que, cuando estén correctamente instaladas, minimicen el riesgo de lesiones del ocupante.
- La responsabilidad de garantizar la resistencia necesaria es del equipo participante

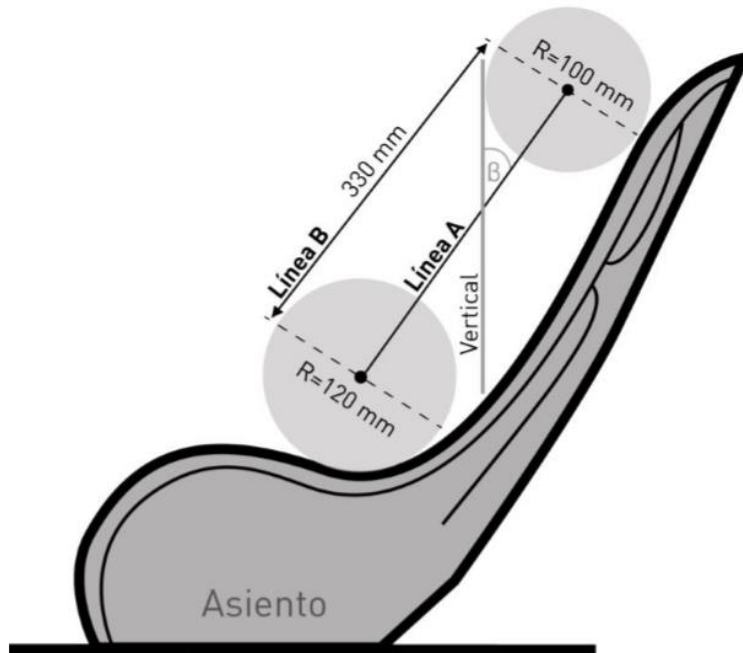
Diagramas Referenciales de configuración básica de barras antivuelco

## Anexo 2: Ángulo del Asiento

### Híbrido

Medición estándar del ángulo del asiento

El concepto de la determinación del ángulo de inclinación se basa en la medición del ángulo del torso, de acuerdo a las normas ISO/JIS. El ángulo  $\beta$  no debe superar los  $35^\circ$ .

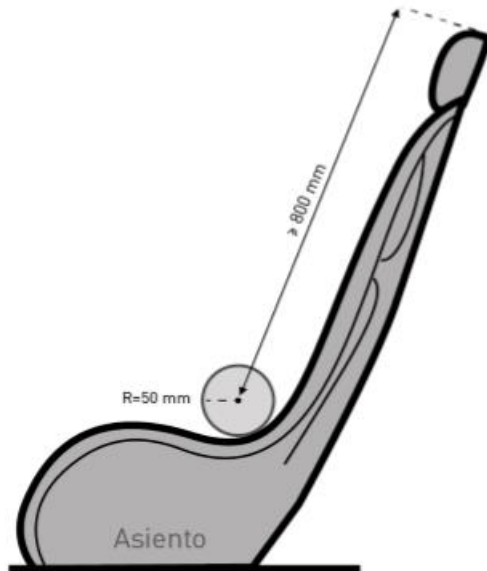


Confección de Plantilla

1. Dibuje un círculo de radio 120 [mm].
2. Dibuje otro círculo de radio 100 [mm] a una distancia de 330 [mm] del centro del círculo anterior.
3. Dibuje la línea ente ambos centros (Línea A).
4. Dibuje una línea tangente a ambos círculos (Línea B).
5. Recorte esta figura en un material apropiado.
6. Con una plomada determine la vertical.
7. El ángulo a medir es el que se forma la Línea A y la vertical (indicado por  $\beta$  en el diagrama).

### **Innovación**

El asiento del vehículo debe disponer de un apoya cabeza a no menos de 80 [cm] desde el punto de referencia del asiento, como se muestra en el siguiente diagrama:



La disposición del asiento del vehículo debe ser tal, que, en posición de conducción, los talones del ocupante se ubiquen bajo el extremo inferior de la base del asiento. Además, el ángulo formado entre sus hombros, caderas y rodillas debe exceder los 90°.

*Cochabamba, Mayo, 2016*