

# PROTOCOLO DE SEGURIDAD PARA LA PRÁCTICA DE LA COHETERÍA EXPERIMENTAL AMATEUR

A.C.E.M.U.

Asociación de cohetería experimental y modelista del Uruguay

Revisión: ACEMU\_20080428

## **Introducción :**

El objetivo de este documento es promover una serie de protocolos de trabajo para que los coheteros puedan desarrollar su actividad de modo seguro tanto en el diseño de todos los sistemas como en los lanzamientos de los cohetes experimentales.

La participación en una jornada de lanzamientos implica la plena aceptación del presente "**CÓDIGO DE SEGURIDAD PARA LA PRÁCTICA DE LA COHETERÍA EXPERIMENTAL AMATEUR**".

Como cualquier actividad humana, la cohetería encierra una serie de riesgos los cuales se pueden minimizar actuando según este protocolo de seguridad pero fundamentalmente usando el sentido común.

La **SEGURIDAD** debe ser una actitud de vida del cohetero responsable.

Debemos recordar que el mayor peligro en la cohetería experimental es la displicencia, el desdén, la apatía, el desprecio, la indolencia, la incomprensión y la indiferencia hacia todo lo relacionado con las medidas de seguridad que se deben usar al desarrollar esta actividad.

Por tratarse de una categoría experimental, no se promueve regulación alguna en los diseños de todos los sistemas que componen un cohete experimental.

A.C.E.M.U. promueve la investigación y desarrollo en todos los aspectos de esta disciplina.

Lo único que está expresamente prohibido es embarcar seres vivos y los lanzamientos nocturnos.

Sumado a las normativas descriptas en este documento, durante una jornada de lanzamientos, se deben respetar las decisiones de las autoridades designadas en el campo de vuelo las cuales podrán rechazar, retrasar o anular cualquier lanzamiento de un cohete experimental si a su criterio no se cumplen las normativas de seguridad adecuadas.

## **Definiciones:**

**COHETERÍA EXPERIMENTAL AMATEUR :**

Es la disciplina en la cual los participantes experimentan con combustibles y estructuras aerodinámicas para construir sus propios cohetes de distintos tamaños y potencias.

## **Certificación :**

Cualquier lanzamiento de cohetes experimentales debe ser comunicado a A.C.E.M.U. la cual entregará los formularios correspondientes para la documentación del mismo.

Además, la asociación podrá colaborar asesorando en seguridad, aportando personal, material y todo lo que fuese necesario para la realización de una jornada segura de lanzamientos.

Debemos tener muy presente que el curriculum de la asociación se construye y fortalece con el trabajo serio y seguro de sus miembros.

### **Materiales:**

El cohete de alta potencia debe estar construido con materiales ligeros, como papel, madera, goma o plástico, y si incorpora algún metal lo hace en la mínima cantidad imprescindible para el buen funcionamiento del cohete.

### **Motores :**

Se podrán usar motores comerciales certificados por el fabricante, sin alterar el motor, sus componentes o su combustible de ningún modo.

También se podrán usar motores experimentales teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones :

- \* Toda mezcla de oxidante con combustible es peligrosa, por lo que es necesario tomar precauciones por si se produce una ignición espontánea.

- \* Antes de empezar a trabajar, se debe de contar con medios para extinguir fuego (baldes de agua o arena, extintor, etc).

- \* Se debe trabajar siempre con guantes y antiparras de seguridad.

- \* Nunca exponer el rostro sobre las mezclas que se preparan especialmente si las mismas requieren calentamiento.

- \* El riesgo aumenta fuertemente si se agregan productos que promuevan o mejoren el quemado de la mezcla.

- \* El riesgo de accidentes aumenta si la limpieza de las herramientas y utensilios a emplear no es perfecta o si los productos químicos contienen impurezas desconocidas que puedan cambiar la formulación del producto final.

- \* Está expresamente prohibido el uso de clorato de potasio (y otros cloratos), permanganato de potasio como oxidantes.

- \* Está expresamente prohibido el uso de fósforo como combustible.

- \* No se deben preparar mezclas en seco de metales finamente pulverizados con oxidantes.

- \* Se deben manejar cantidades reducidas de productos químicos.

- \* Guardar los combustibles y oxidantes lejos del lugar de trabajo y en las condiciones adecuadas para evitar derrames, igniciones espontáneas, contaminaciones u otras situaciones que alteren la seguridad del recinto.

- \* En el momento de armar el combustible, se deberá trabajar preferentemente al aire libre.

- \* Si se trabaja en un lugar cerrado, extremar las precauciones con el uso de los sistemas de calefacción y nunca utilizar sistemas de llama abierta en las cercanías.

- \* Cada vez que se formula una mezcla de combustible experimental, se deben preparar cantidades muy pequeñas (del orden de 1gr, el tamaño de la cabeza de un fósforo) para poder ensayar sin riesgo su sensibilidad a la fricción y a la percusión. También es muy útil para familiarizarse con su combustibilidad.

### **Ensayo de motores :**

Toda prueba de motores se debe efectuar considerando como muy altas las probabilidades de explosión.

Se deben de seguir las siguientes medidas de seguridad :

- \* No deben faltar lo elementos necesarios para el caso de fuegos accidentales :
  - o extintor
  - o agua
  - o arena seca
  - o una manta para el caso de fuego en las ropas del personal
  - o botiquín de primeros auxilios
  - o sistemas de comunicaciones (teléfonos móviles y preferentemente radios de mano)
  
- \* Los ensayos estáticos de motores no son eventos públicos y se realizarán con el personal mínimo necesario.
- \* Se deben realizar en lugares abiertos con un radio libre mínimo de 300m.
- \* Para los primeros ensayos de un nuevo motor, este se debe enterrar inclinado con la tobera apuntando en la dirección opuesta al puesto de control.
- \* Se debe asegurar la tobera con un sistema de cadena y anclaje al piso para que esta no se transforme en un proyectil en caso de una explosión accidental del motor..
- \* El puesto de control debe estar a una distancia mínima de 150m.
- \* El personal responsable de las operaciones siempre deberá estar alerta y se utilizarán indicaciones visuales y sonoras para dar avisos claros de las distintas fases del ensayo.
- \* Inmediatamente antes de la cuenta regresiva se debe verificar que ninguna persona esté dentro del radio de seguridad.
- \* El encendido del motor se realizará luego de una cuenta regresiva mínima de 5 segundos. El final de la cuenta regresiva se avisa con la palabra IGNICIÓN y un segundo después se activará el sistema eléctrico de encendido.
- \* Si el motor no arranca, no se permitirá a nadie que se acerque al mismo hasta no haber removido la llave de seguridad de la consola de disparo , haber desconectado las baterías y cortocircuitado el cable que conecta el sistema de encendido con el ignitor del motor. Una vez hecho esto, se avisa que el sistema está desarmado y se espera 1 minuto antes de acercarse al motor.
- \* Para el trabajo con el motor en la zona de ensayo, es obligatorio el uso de gafas protectoras, casco y guantes. El jefe del ensayo tendrá la autoridad para obligar a retirarse a toda aquella persona que no cumpla con estas medidas de seguridad.

### **Recuperación :**

Siempre se utilizará un sistema de recuperación del cohete que le permita volver a tierra con seguridad, de modo que pueda ser lanzado de nuevo. Sólo se emplearán materiales de recuperación resistentes a las llamas. Si el diseño del cohete requiere el uso de wadding, sólo se debe usar el de tipo no inflamable. Se recomienda el uso de sistemas de recuperación basados en pistón.

El cohete puede bajar a gran velocidad, por lo que debe seguirse visualmente durante todo el tiempo de vuelo. Por lo tanto los asistentes a una jornada de experimentación permanecerán de pie y atentos a los acontecimientos durante toda la fase de preparación, lanzamiento y recuperación.

Un cohete diseñado sin sistema de recuperación (caída balística libre) es un concepto inaceptable para una jornada seriamente organizada.

**ATENCIÓN :** Si al descender el cohete éste queda enganchado en una línea de

alimentación eléctrica, no se intentará su recuperación sino que se avisará inmediatamente a la compañía de electricidad.

**Estabilidad :**

Antes del primer lanzamiento de un nuevo diseño de cohete, se debe verificar su estabilidad usando las herramientas de cálculo disponibles aún si el diseño no es original. Es muy recomendable someter el diseño a la evaluación de coheteros de mayor experiencia. La redundancia en la verificación de la estabilidad es una práctica aceptada y promovida por ACEMU.

**Carga útil :**

Las siguientes cargas útiles están prohibidas :

- \* Animales vivos.
- \* Inflamables.
- \* Explosivos.
- \* Cargas de cualquier tipo cuyo comportamiento no haya sido debidamente estudiado y ensayado.

**Campo de vuelo :**

Las condiciones para usar un campo de vuelo serán las siguientes :

- \* El lanzamiento de cohetes de alta potencia debe observar los reglamentos de zonas aéreas restringidas, así como cualquier otra restricción local vigente.
- \* Se debe contar con la debida autorización de los responsables del mismo.
- \* No debe tener :
  - o Árboles altos.
  - o Líneas eléctricas.
  - o Espejos de agua.
  - o Construcciones habitadas.
  - o Pastizales secos.
- \* La rampa de lanzamientos deberá estar ubicada en el centro del espacio disponible según las medidas mínimas definidas en la tabla de dimensiones adjunta como apéndice en este documento. Como referencia, se puede considerar que la medida más pequeña del campo debe ser del orden de la mitad de la máxima altura prevista que alcanzará el cohete. Como mínimo un campo de vuelo debe tener un radio de 500m libres considerando a la rampa como centro del mismo.

**Rampa de lanzamiento :**

El dispositivo de lanzamiento del cohete debe ser estable y disponer de una guía rígida que asegure un movimiento vertical en el despegue, hasta que la velocidad del cohete sea suficiente para que sus aletas actúen aerodinámicamente y aseguren el rumbo vertical del cohete. La rampa debe disponer de un deflector de los gases del motor para evitar que estos lleguen al suelo directamente. El área alrededor de la rampa en un radio de al menos 3 metros, debe estar limpia de pasto seco, arbustos o cualquier otro material fácil de quemar.

**Sistemas de ignición :**

El mecanismo de ignición del motor debe funcionar con electricidad y manipularse remotamente. Debe tener un pulsador que debe volver a la posición desconectado

cuando deja de presionarse. Además, el sistema debe incluir un interruptor de seguridad en serie con el pulsador de lanzamiento, instalado de tal modo que sea difícil activarlo accidentalmente. Los ignitores se instalarán en el último momento posible y los que sean de tipo eléctrico/pirotécnico se almacenarán con las adecuadas medidas de seguridad. Todo el personal presente permanecerá a una distancia de la plataforma de lanzamiento determinada por la potencia de los motores a emplearse, de acuerdo a la tabla de distancias seguras para el lanzamiento de más abajo.

### **Seguridad en el Lanzamiento :**

- \* Inspeccionar el terreno previendo obstáculos que perjudiquen la recuperación de los cohetes.

- \* No deben faltar los elementos necesarios para el caso de fuegos accidentales :

- o extintor

- o agua

- o arena seca

- o una manta para el caso de fuego en las ropas del personal

- o botiquín de primeros auxilios

- o sistemas de comunicaciones (teléfonos móviles y preferentemente radios de mano)

- \* Los lanzamientos de cohetes experimentales de nuevo diseño no se efectuarán en jornadas públicas realizándose con el personal mínimo necesario.

- \* Los responsables de las operaciones, siempre deberá estar alerta durante todas las etapas de un lanzamiento. Se utilizarán indicaciones visuales y sonoras para dar avisos claros de las distintas fases del lanzamiento.

- \* EL personal siempre se ubicará de tal forma de tener siempre la rampa antes que el cohete. Esta es una medida de protección frente a posibles explosiones de los motores ya que si sucede la energía de la misma se disipa en el otro sentido oficiando la rampa de escudo protector.

- \* Inmediatamente antes de la cuenta regresiva se debe verificar que no existe ningún tipo de aeronave (modelo o a escala real) visible.

- \* El lanzamiento se realizará luego de una cuenta regresiva mínima de 5 segundos. El final de la cuenta regresiva se avisa con la palabra IGNICIÓN y un segundo después se activará el sistema eléctrico de encendido.

- \* Si el cohete no arranca, no se permitirá a nadie que se acerque a la plataforma hasta haber removido la llave de seguridad de la consola de disparo y haber desconectado las baterías y cortocircuitado el cable que conecta el sistema de encendido con el ignitor del motor del cohete en rampa. Una vez hecho, esto, se avisa que el sistema está desarmado y se espera 1 minuto antes de acercarse a la rampa.

- \* Para el trabajo en la rampa es obligatorio el uso de gafas protectoras, casco y guantes. El jefe de rampa tendrá la autoridad para obligar a retirarse a toda aquella persona que no cumpla con estas medidas de seguridad.

### **Condiciones meteorológicas :**

- \* Previo a una jornada de lanzamiento se deberá seguir la meteorología por lo menos 3 días antes del evento.

- \* Sólo se efectuarán lanzamientos si la velocidad del viento es de menos de 30 Km/h y bajo condiciones en las cuales el cohete no atravesará nubes (techo de nubes por encima del apogeo estimado).

- \* Luego de una lluvia, verificar que el acceso al campo no esté anegado.

### Ángulo de Lanzamiento :

- \* Nunca se lanzará ningún tipo de cohete intentando alcanzar un objetivo físico.
- \* No se efectuarán lanzamientos si hay aviones en vuelo dentro del alcance visual. En caso de tratarse de aeromodelos, se respetará el paso de los mismos antes de efectuar un lanzamiento.
- \* La plataforma de lanzamiento no se apartará más de 20 grados de la vertical y siempre inclinada en contra del viento.

### Referencias:

TRA - Tripoli Rocketry Association, USA - Experimental & High Power Rocket Safety Code

RRS - Reaction Research Society, USA

Aerocon Systems

ARSA - Amateur Rocketry Society of America, USA

[www.airbase.ru](http://www.airbase.ru) – Rusia

A.C.E.M.A. - [www.acema.com.ar](http://www.acema.com.ar)

### Tabla de dimensiones de los campos de vuelo

Impulso total (Ns)	Clase del motor	Lado del campo de vuelo	Distancia para MONOMOTOR	Distancia para CLUSTER
160.01 - 320.00	H	800	100	150
320.01 - 640.00	I	1200	150	200
640.01 - 1280.00	J	1500	200	300
1280.01 - 2560.00	K	2000	300	400
2560.01 - 5120.00	L	3200	400	500
5120.01 - 10240.00	M	5000	500	600
10240.01 - 20480.00	N	6500	600	800
20480.01 - 40960.00	O	8000	700	1000

- Todas las dimensiones son en metros.
- La dimensión mínima es la medida lineal de uno de los lados más pequeños del campo, suponiendo que se trate de un polígono cuadrado o rectangular.