

DISEÑO, DESARROLLO Y PRIMERA PRUEBAS DE CAÑÓN NEUMÁTICO PARA ENSAYO DE RESISTENCIA AL IMPACTO DE GRANIZO EN PANELES SOLARES

Di Santo José¹, Rinaldi Carlos¹, Olima José M.¹, Pérez Juan I.¹, Bolzi Claudio¹, Vázquez Javier F.¹, Romanelli Oscar¹, Bogado Mónica², Muñoz Sebastián F¹.

¹Departamento de Energía Solar – Gerencia de Investigación y Aplicaciones No Nucleares
Centro Atómico Constituyentes (CAC)

Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
Av. Gral. Paz 1499 C.P. 1650 – San Martín – Buenos Aires – Argentina
Tel. 011-6772-7633 e-mail: disanto@tandar.cnea.gov.ar

Recibido 11/09/15, aceptado 14/10/15

RESUMEN: Se presenta el diseño, la fabricación y las primeras pruebas de un cañón neumático que permite realizar el ensayo de resistencia al impacto de granizo en paneles fotovoltaicos (FV). A partir de una serie de ensayos preliminares sobre el equipo desarrollado se puede concluir que el mismo cumple con los objetivos de diseño y desempeño.

Palabras clave: cañón neumático, bola de hielo, ensayo de resistencia al impacto de granizo, panel FV.

INTRODUCCIÓN

El objetivo del trabajo es presentar el diseño, la fabricación, el desarrollo y las pruebas preliminares de un cañón neumático para realizar el ensayo de resistencia al impacto de granizo de paneles solares de uso comercial.

Ante la imposibilidad de contar con un equipo comercial para tal ensayo, se plantearon una serie de objetivos a cumplir para el desarrollo del mismo enumerados a continuación:

- Reunir la documentación normativa existente tanto nacional como internacional vinculada al ensayo de resistencia al impacto de granizo.
- Diseñar y construir, en base a los requerimientos de velocidad y tamaño de granizo, el cañón neumático.
- Poner a punto la fabricación de las bolas de hielo según lo establecido en las normas.
- Realizar pruebas de repetitividad, en posición de impacto y velocidad, de las bolas de hielo fabricadas.

A partir de la revisión de las normas existentes, se decide adoptar la norma nacional IRAM 210013-8:2010 y basar el diseño del equipo en la citada norma.

DESCRIPCION DEL EQUIPO

El principio de funcionamiento del equipo diseñado se basa en la acumulación de aire a presión en un cilindro de acero inoxidable el cual se libera por medio de una válvula esférica accionada por un pistón neumático comandado por una electroválvula. El aire incide directamente sobre la bola de hielo que se encuentra alojada en la recámara del cañón.

El dimensionamiento del cilindro acumulador, las secciones de la válvula y cañón se realizó en base a cálculos a partir de la ley de Boyle-Mariotte, resultando la configuración modelada en CAD exhibida en la Figura 1.

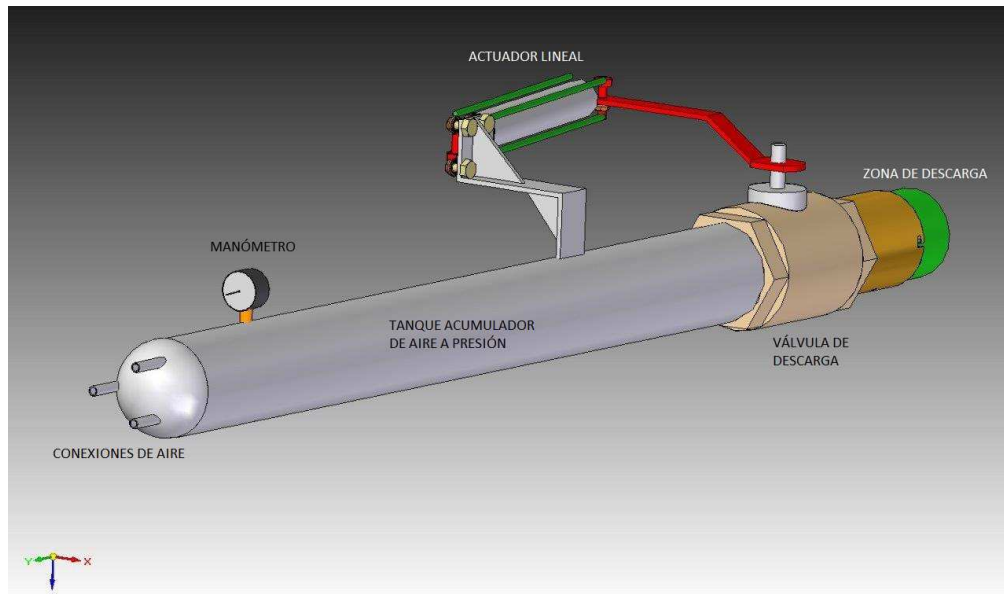


Figura 1: Vista del cañón diseñado en CAD.

El cuerpo del cañón presentado en la Figura 1 se montó sobre un pedestal que permite hacer ajustes finos para variar la altura y por lo tanto, la posición del disparo. Además, del cañón, el equipo cuenta con un cronógrafo Chrony® (Figura 2) usado habitualmente en balística para la medición de la velocidad de la bola de hielo.



Figura 2: Cronógrafo empleado para la medición de la velocidad de la bola de hielo.

Para soportar mecánicamente el panel FV a ensayar, se dispone de un bastidor de aluminio que permite posicionar el mismo respecto del cañón. En la Figura 3 se muestra el montaje del sistema completo.



Figura 3: Equipo alistado para un ensayo.

En nuestro laboratorio se dispone de una línea de aire comprimido con una presión de 6 kg/cm^2 . Para los distintos tamaños de bola de hielo requeridos según la Norma (Norma IRAM, 2010), se reconfigura el cañón intercambiando la recámara y el tubo de salida con las medidas adecuadas para optimizar el rendimiento del disparo.

FABRICACIÓN DE LOS PROYECTILES

Uno de los puntos críticos del ensayo es la fabricación de las bolas de hielo. Las mismas deben ser de determinados tamaños y pesos (Norma IRAM, 2010) y deben estar libres de defectos como fisuras y burbujas.

Hasta el momento, se han fabricado sólo las de 25 mm de diámetro requeridas para el citado ensayo, empleando el molde de la Figura 4.

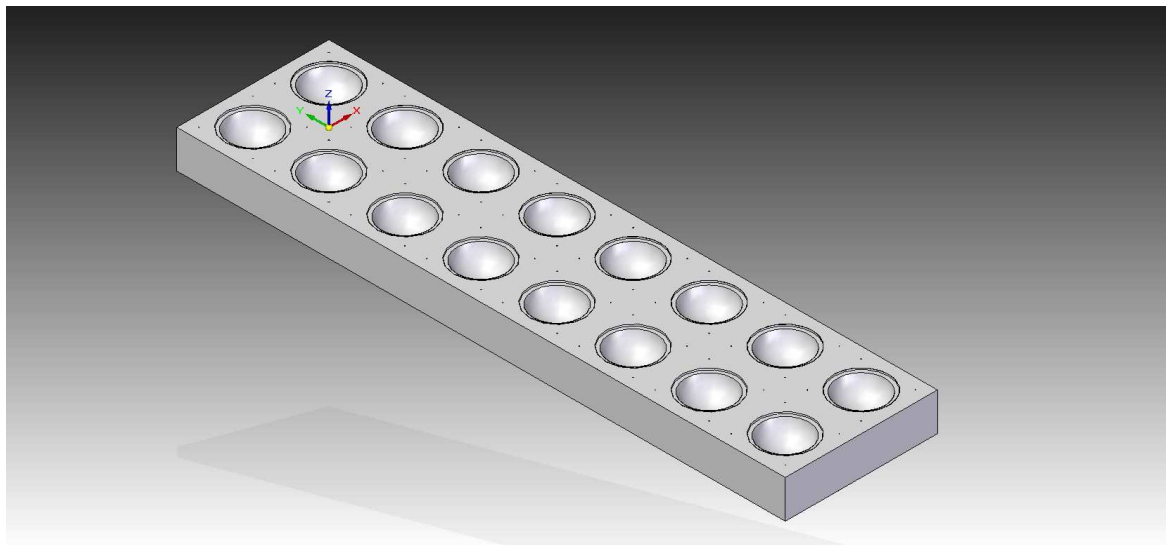


Figura 4: Molde para la fabricación de las bolas de hielo.

Las bolas de hielo fabricadas tienen un peso entre 9 y 11 g debido a la imprecisión del molde empleado para conformarlas. Todavía restan realizar pruebas y mejorar el molde para lograr el peso óptimo de 7,5 g.

PRIMERAS PRUEBAS REALIZADAS

Con el montaje presentado en la Figura 3, se realizaron las primeras pruebas empleando bolas de hielo de 25 mm y 9,6 g de peso en promedio. El citado proyectil alcanzó una velocidad de 89 m/s con una presión en el cilindro acumulador de 6kg/cm^2 , cuyo valor está por encima de lo requerido por la Norma, lo que nos permite ajustar la velocidad en todo el rango de velocidades para las distintas masas.

Para ello se dispuso una válvula del tipo aguja y un manómetro en la entrada del cilindro acumulador. Por el momento se están realizando ajustes para lograr hermanar las presiones teóricas obtenidas por cálculo con las reales debido a efectos de flujo turbulento a la salida de la válvula esférica.

CONCLUSIONES

Las pruebas llevadas a cabo con el equipo desarrollado funcionan según lo proyectado y le permitiría, al Departamento Energía Solar de la CNEA, disponer de una herramienta fundamental para la realización bajo Norma del ensayo de la resistencia al impacto de granizo de paneles FV.

Si bien estamos en la fase experimental y de puesta a punto del equipo, las pruebas se realizaron disparando en primera instancia sobre una placa de aglomerado. En una segunda etapa se realizaron disparos con bolas de hielo de 25 mm de diámetro sobre un panel solar. Estas primeras pruebas no tienen por objeto evaluar el desempeño del panel ni la tolerancia al impacto, sino la puesta a punto de las presiones requeridas y el sistema de posicionamiento del mismo para ubicarlo en los puntos indicados en la norma.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración de profesionales, técnicos y personal administrativo del Centro Atómico Constituyentes que hicieron posible la ejecución del presente proyecto. Cabe mencionar muy especialmente a: H. Zárate (Talleres Especiales).

REFERENCIAS

IRAM 210013-8:2010 – Energía solar – Módulos fotovoltaicos – Parte 8 – Ensayo de Resistencia al impacto de granizo

ABSTRACT

We have developed a pneumatic gun for hailstone impact resistance test. The equipment worked as planned and the solar panel under test successfully passed the test.

Keywords: pneumatic gun, hailstone, hailstone impact resistant test, solar panel.