

ENSAYOS IMPACTOS MLI

1.-INTRODUCCION.

1.1.- ¿Que es la basura espacial ?.

1.1.1.- ¿De que esta compuesta la basura espacial?

1.1.2.- Difusión de medios.

1.1.3.- Estimaciones ambiente espacial LEO

1.2- Protección con telas MLI frente a micro-impactos y abrasión en órbitas LEO.

2.- DESCRIPCION DE LOS ENSAYOS Y NECESIDADES TECNICAS.

2.1.- Descripción de las pruebas.

2.2.- Materiales a utilizar.

2.3.- Necesidades técnicas, instrumentación.

3.- PRUEBAS Y RESULTADOS.

3.1.- Tipos de pruebas realizadas.

3.2.- Exposición de ensayos realizados.

3.3.- Análisis de los datos obtenidos con el Soft “Tracker”

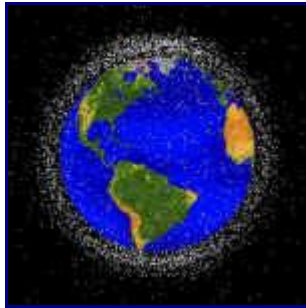
3.4.- Conclusiones y comentarios.

1.-INTRODUCCION.

1.1.- ¿Que es la basura espacial..?

Se llama basura espacial o chatarra espacial a cualquier objeto artificial sin utilidad, que orbita la Tierra.

Se compone de objetos tan variadas como grandes restos de cohetes y satélites viejos, a restos de explosiones, o restos de componentes de cohetes como polvo y pequeñas partículas de pintura.



Detalle gráfico de la basura espacial orbitando la tierra.

1.1.1.-¿De que esta compuesta la basura espacia..?

Según el ingeniero “[Jyri Kuusela](#)” del proyecto basura espacial de la Agencia Espacial Europea, la basura espacial esta compuesta por los siguientes objetos espaciales en su proporción:

Naves operativas	7%
Naves obsoletas	22%
Restos de cohetes	17%
Objetos relacionados con las misiones	13%
Otros fragmentos	41%

1.1.2.-DIFUSION EN MEDIOS (según textos recopilados en Internet/Webs)

- Sobre el 11 de enero de 2007, los chinos lanzaron un misil balístico de rango medio desde su centro espacial de Xiang Space. Ascendió como lo que era, como un cohete, y a una órbita de baja altitud -865 Km- impactó contra un viejo satélite meteorológico, el Feng Yun 1C, que en una décima de segundo quedó convertido en ± 2.000 fragmentos de entre 5 y 10 cm de lado, ± 35.000 de alrededor de 1 cm y cerca de un millón de pedacitos de ± 1 mm.

Esa era la misión encomendada al misil anti-satélites. En esa décima de segundo, el volumen de desechos espaciales orbitando en torno a la Tierra aumentó en cerca de un 15 por ciento.

Estados Unidos y Rusia, que dominaban esa tecnología balística desde hacía tres décadas, dejaron de ensayar sus misiles en los años 80 precisamente para no saturar el inmenso basurero espacial en torno al planeta.

- Un mes más tarde, el 19 de febrero de 2007, una etapa del tipo Briz-M- de un cohete ruso Protón lanzado un año antes en una misión fallida y que había quedado en órbita con todo su combustible, explotó por la elevada temperatura derivada del rozamiento con la atmósfera. Un millar de grandes fragmentos más, de entre 1 y 10 centímetros, dando vueltas en torno a la Tierra.

- Un viejo satélite el “USA 193” encendió nuevamente la alarmas. Se trataba de un artefacto espía lanzado por los Estados Unidos. No se sabía mucho de él, no en vano era un Sat espía, sólo que pesaba 9.072 Kg y que, fuera de control fue perdiendo altura en su órbita y a finalmente la fuerza de la gravedad le hizo caer irremisiblemente.

- Recientemente después de unos días de espera e incertidumbre, en los que se llegó a pensar incluso que podría estrellarse en España, el laboratorio espacial chino **Tiangong-1** ha caído por fin (eran las 2.15 hora peninsular española) en la región central del Pacífico sur, según ha anunciado la Oficina de Vuelos Espaciales Tripulados (CMSEO, por sus siglas en inglés). **La mayor parte de la plataforma se ha desintegrado** en su reentrada debido al elevado calor generado por el roce con la atmósfera, ha añadido el organismo, citado por la agencia oficial china de noticias Xinhua.

En fin, estas noticias y muchísimas otras que no son motivo de exposición en este breve ensayo, nos ofrecen una idea de lo complicado que esta resultando gestionar los residuos que a lo largo de todos estos años de desarrollo espacial se han ido, y siguen generándose.

Es pues un motivo de preocupación para todas la agencias espaciales y en nuestro caso, por tener simplemente otra variable mas a tener en cuenta en el desarrollo de nuestro pequeño Sat.....



Telescopio OGS en Observatorio del Teide

1.1.3.-ESTIMACIONES AMBIENTE ESPACIAL LEO

Según expertos del IAC ,que han catalogado la basura espacial desde el observatorio del Teide, han estimado las siguientes cifras:

micro-basura < 1 cm -----	35.000.000 und de partículas
1 a 10 cm -----	110.000 und

El principal efecto de las micro-partículas inferiores a 1 cm es la erosión, aunque en el caso de los pico-Sat puede significar la destrucción total. Respecto al resto, podemos imaginar sus efectos devastadores para todo tipo de satélites.

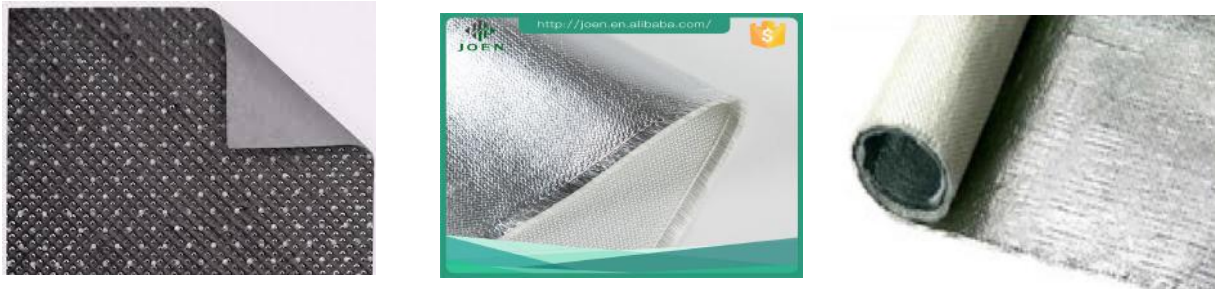
Otro punto a resaltar es que la máxima densidad de estas partículas se encuentran en órbitas comprendidas entre +/- 850 y 2000 Km aunque esto no significa que las órbitas inferiores estén libres de dichos objetos bajando hasta el límite inferior de los 200 Km LEO.

1.2.-Protección con telas MLI frente a micro-impactos y abrasión en órbitas LEO.

La ESA está probando un nuevo material que sirva para proteger a las naves espaciales de los pequeños desechos que proliferan en órbita y que **pueden comprometer la seguridad en caso de impacto.**

Este tipo de nuevo material esta enfocado a laminas de distintas fibras entre las que podemos citar la de vidrio, carbono, etc....

Estas fibras debidamente entrelazadas, reforzandolas con urdimbres de diferentes materiales e incluso añadiendo ciertos aditivos, pueden conformar un tejido compacto y homogéneo con unas características que lo hacen ideal para absorber por un lado los micro-impactos, abrasiones y al mismo tiempo servir de termo-regulador pasivo de la estructura y partes termicamente sensibles de los satélites. Son conocidas normalmente como MLI (Multi Layer Insulation) pero no están normalmente reforzadas con el tipo de tejido que anteriormente hemos comentado, este le confiere esta cualidad de absorción o amortiguador de impacto.



Distintos tipos de telas MLI

2.- DESCRIPCION DE LOS ENSAYOS Y NECESIDADES TECNICAS.

2.1.- Descripción de las pruebas.

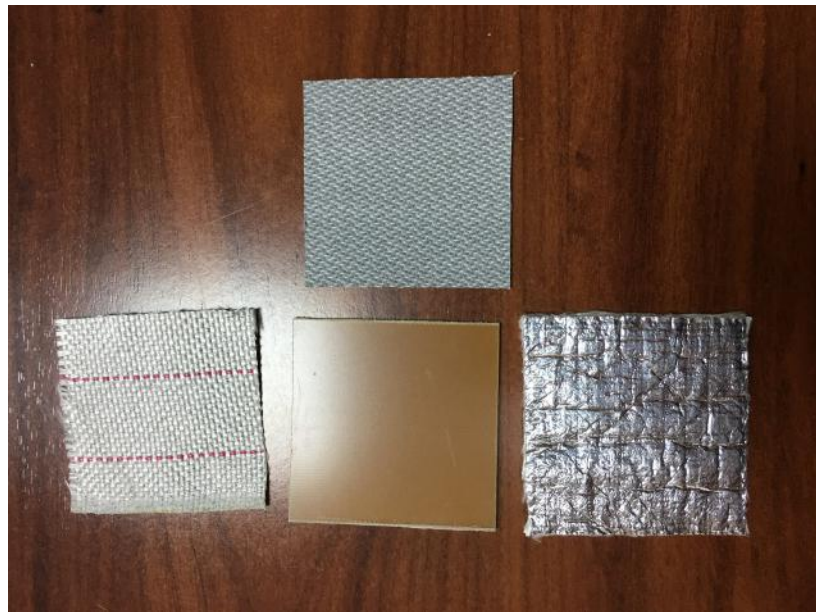
Aprovechando los materiales MLI que vengo utilizando en mis ensayos térmicos, y viendo las materias primas con las que están confeccionadas, hace tiempo me pareció oportuno diseñar un pequeño marco de ensayos de impacto a ver como responderían frente a estos pequeños fragmentos espaciales con los que el sat se pueda encontrar. Evidentemente la colisión con una micropartícula es un fenómeno aleatorio y excepcional con lo cual creo que no se puede prever y cuantificar los daños que pudieran producirse.

Pero lo que sí creo es que a tenor de los datos que los ensayos nos proporcionen, podemos minimizar en algunos casos la magnitud de los daños, sobre todo en la parte electro/electrónica evitando de este modo no dejar totalmente inoperativo al sat.

Podemos considerarlo como “un valor añadido” del material que vamos a utilizar para la protección térmica..

Me propongo pues , preparar tres muestras de tejido MLI y utilizarlos como diana de los impactos de unos balines en diferente gramaje y disparados con una carabina de aire comprimido la cual puede proporcionar velocidades entre 150 – 250 m/s. Así mismo intentaremos medir diferentes parámetros como la fuerza del impacto sobre una superficie blanda y otra sobre una superficie dura/metálica, daños en la tela/urdimbre, etc, etc...

2.2.- Materiales a utilizar.



MLI's

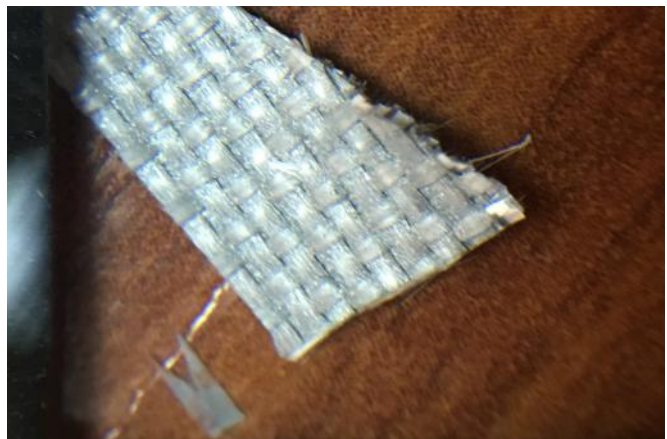
Mat_1

Mat_2

Mat_3



Detalle Mat_1



Detalle Mat_2



Detalle Mat_3

Balines de Plomo.



Plomo 0,7 grm

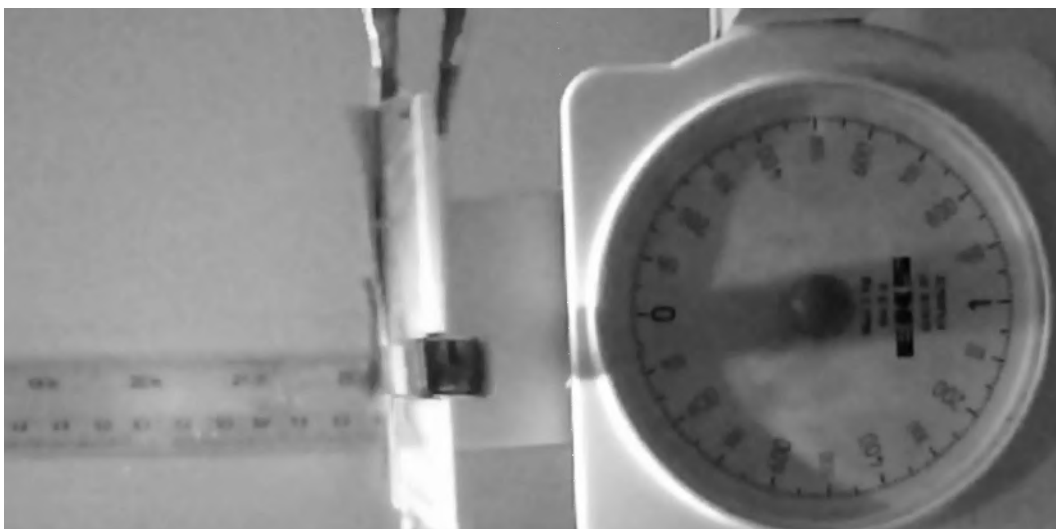


Plomo/film cobre 1,3 grm

2.3.- Necesidades técnicas, instrumentación.

1.- Banco de pruebas.

He improvisado un banco de pruebas para los impactos compuesto de una cinta milimétrica, un dinamometro con una diana preparada para hacer de blanco con las MLI y la PCB con el fin de valorar la fuerza del impacto, daños producidos y análisis posterior de las imágenes recogidas en cámara lenta.

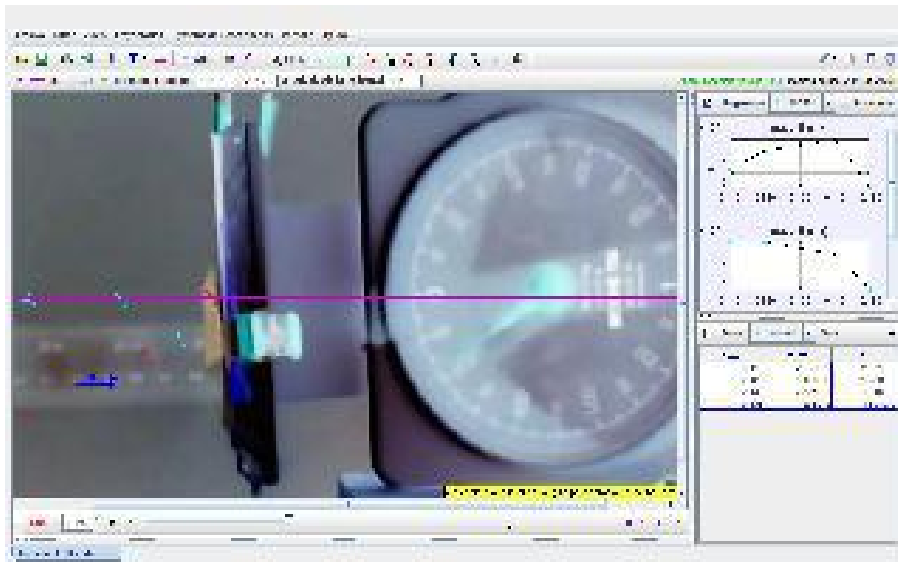


2.- Cámara alta velocidad.

Utilizo una cámara lenta (Iphone) con captura de 240 fps (0,0041 seg/fotograma)



3.- Software de análisis Tracker.



3.- PRUEBAS Y RESULTADOS.

3.1.- Tipos de pruebas realizadas.

He realizado dos tipos de ensayos. El primero ha sido colocando los distintos materiales en la diana del dinamometro para valorar la fuerza del impacto sobre la MLI/Kapton/PCB y los daños que se producen tras el impacto tanto en la malla como en la PCB.

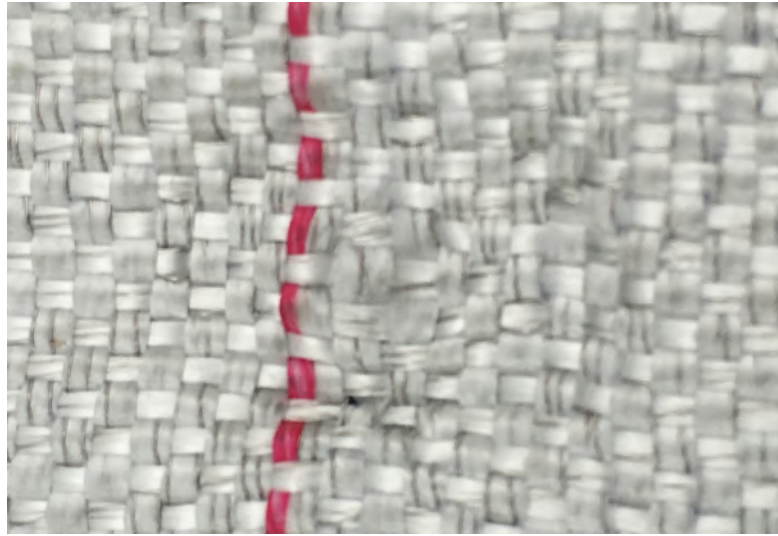
La segunda batería de pruebas las realice sobre una superficie metálica para ver como se comportaban las MLI sobre un material rígido y metálico sin amortiguación del dina y observar el daño que produciría en la tela..

3.2.- Exposición de ensayos realizados.

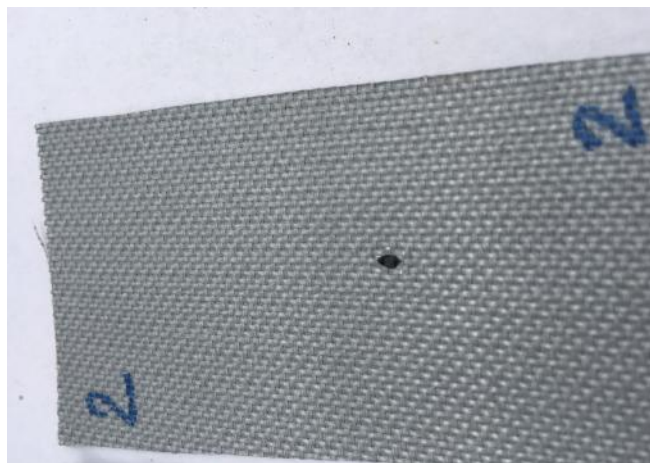
Primera batería de pruebas sobre dinamometro y PCB

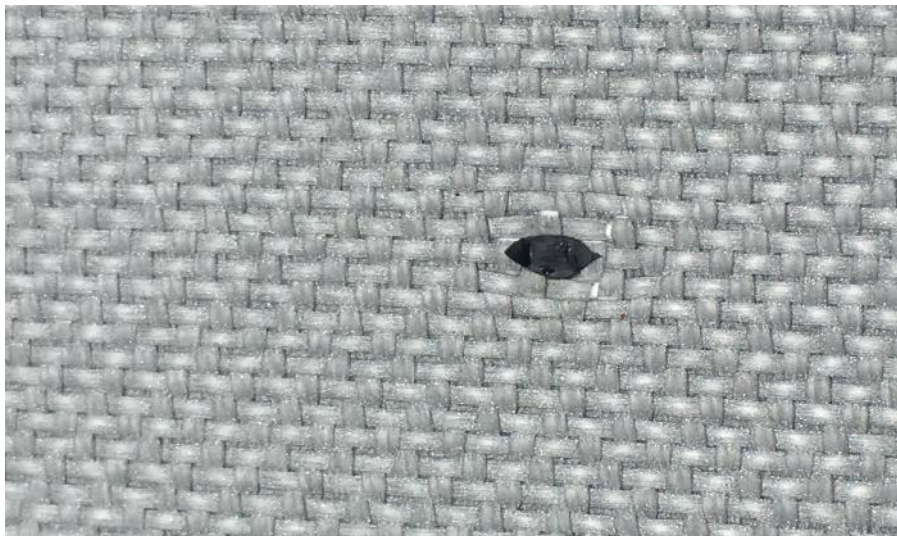
Mat_1





Mat_2



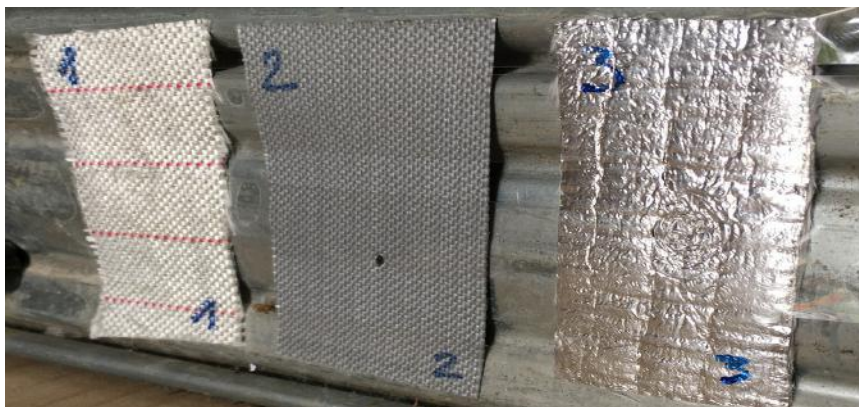


Mat_3

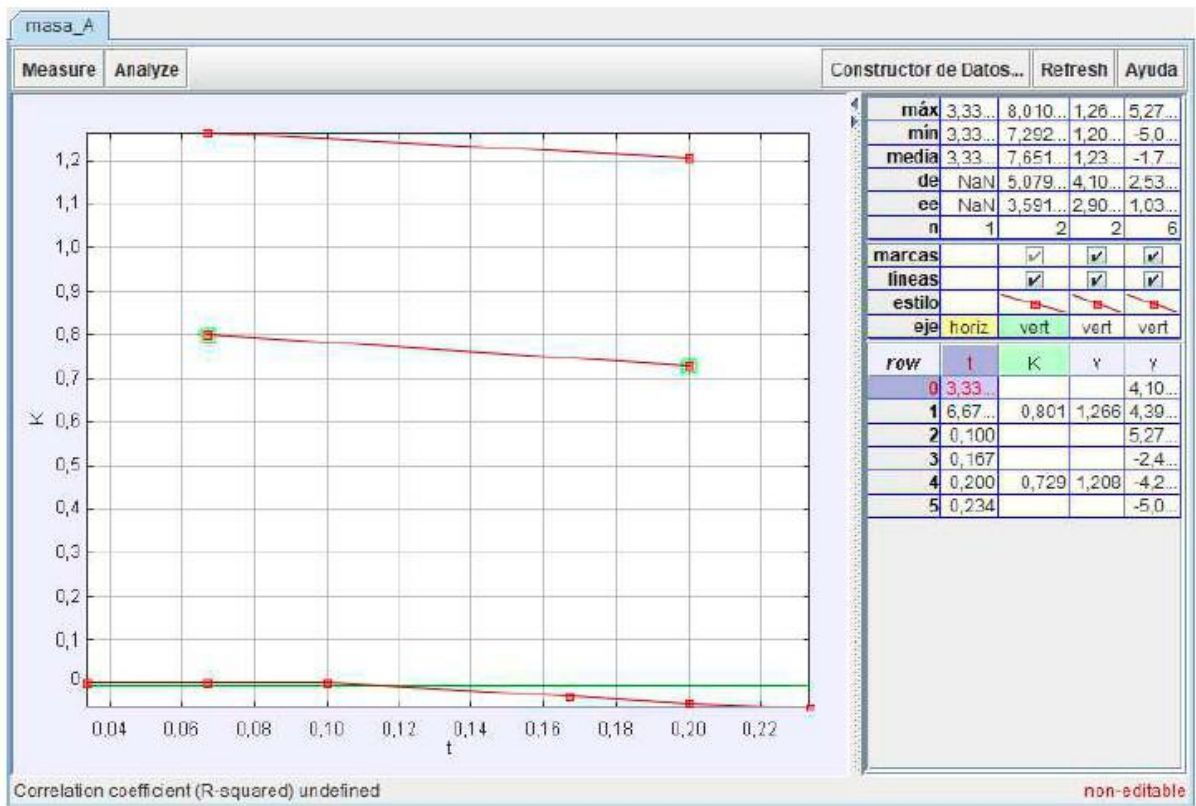
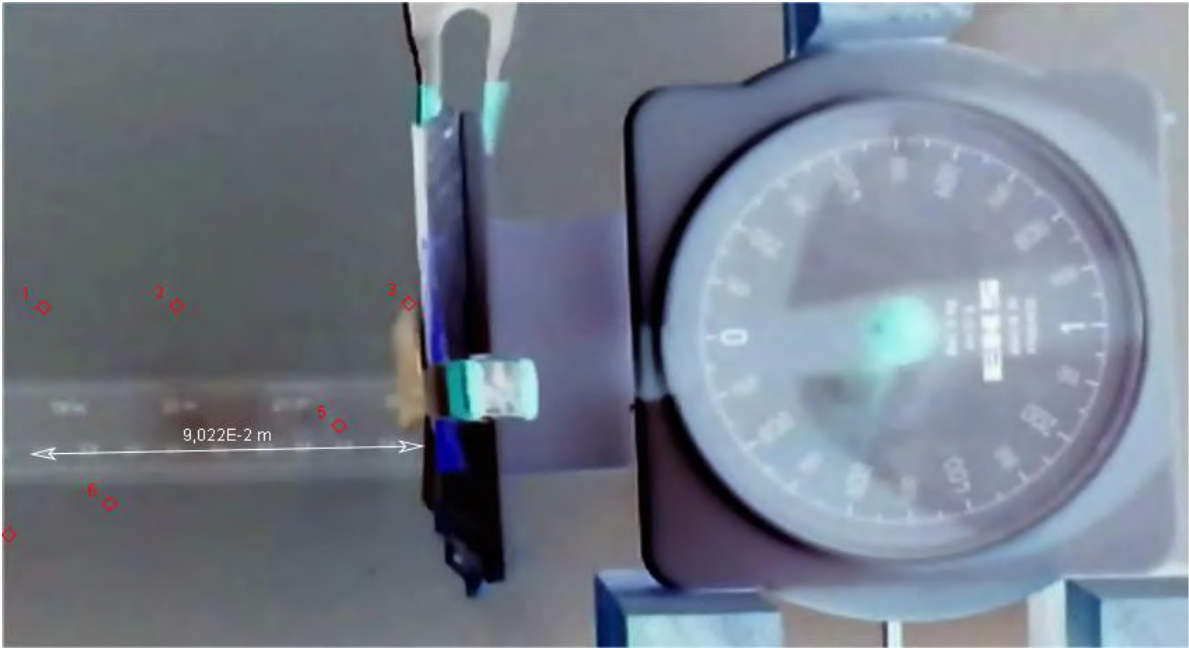


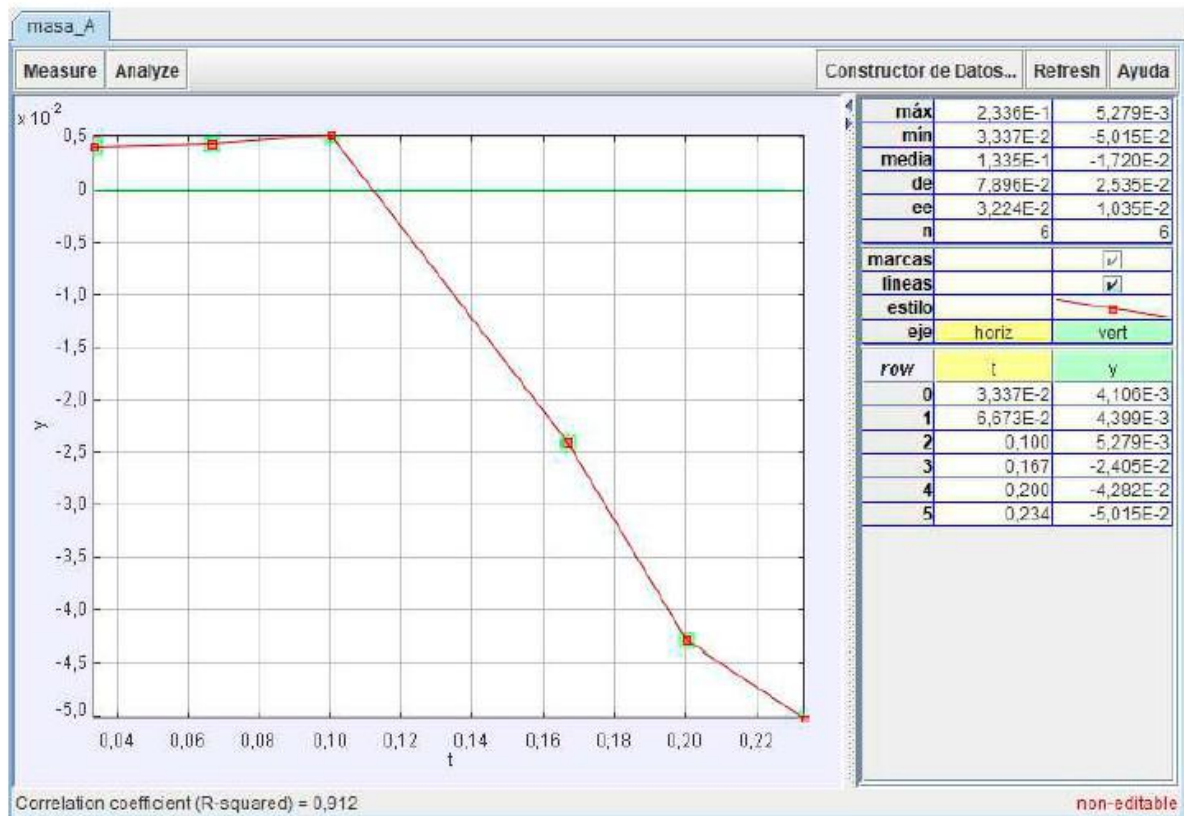


Segunda batería de impactos sobre metal.



3.3.- Análisis de los datos obtenidos con el Soft “Tracker”





Los datos obtenidos a tenor de las imágenes las características de los materiales empleados y de los datos de los fabricantes podemos resumirlos de este modo:

captura fotogramas 240 fps

datos del fabricante a una distancia de 10 mts.

Velocidad del proyectil 270 m/seg
Energía cinética 18 J

datos obtenidos en el momento del impacto:

Velocidad de impacto indeterminado
Energía cinética 0,801 J

datos obtenidos tras el impacto:

Velocidad de salida 1,26 m/seg
Energía cinética 0,729 J

3.4.- Conclusiones y comentarios.

Las pruebas se realizaron con dos carabinas diferentes. Una de ellas tenía cierto tiempo y posiblemente sus características no serían las inicialmente especificadas por el fabricante aunque imaginamos que serían aproximadas, la segunda si era de reciente adquisición y su depósito de aire comprimido se cargaba a 200 bar de presión.

Aun contando con la ayuda de la cámara grabando a 240 fps hemos podido comprobar que aunque los fotogramas se pueden obtener en 4 ms no son suficientes para poder ver con claridad el paso del proyectil, también es cierto que no hubo buena iluminación de la escena y la temperatura del color del fondo en la grabación no ayudó mucho por el ruido.

Sin embargo en la filmación si se aprecia muy bien el momento del impacto, la presión que ejerce sobre el diana y la secuencia de escape de la partícula. Es lo que he utilizado para el estudio cinemático de la partícula con el programa tracker, en el que, aun estoy analizando y obteniendo información...

Me parece especialmente importante el material gráfico obtenido, pues el principal objetivo era obtener información empírica sobre lo que ocurre en estos materiales tanto en su capacidad térmica como en estos últimos ensayos sobre su resistencia frente a los impactos.

Concluyo comentando que las pruebas podrían efectuarse con mejor escenario y acotando más las variables, pero observando los efectos de los impactos sobre los materiales, en las dos tipos de superficies de la diana, podemos hacernos una idea clara de la doble utilidad de estas telas MLI reforzadas con el hilo de acero.

El Mat_2 ha respondido muy bien a los impactos sin apenas producir desperfectos en su superficie y en la trama. El resto de materiales también tienen un buen comportamiento pero parecen ser “más elásticos” y como se puede apreciar en las imágenes, amortiguan el impacto desplazando el material como parte de la absorción, producido principalmente por las diferentes densidades.

En los choques sobre la superficie dura/metálica también podemos ver como los materiales, Mat_1 y Mat_3 deforman su superficie y Mat_2 mantiene mejor su estructura...

Como curiosidad citar la fotografía del Mat_1 que aparece en forma de cráter, esto es resultado de la onda de choque que produce la energía cinética del proyectil. En el Mat_3 también puede apreciarse pero más atenuado.

Creo que estos materiales podrían darnos un “extra de seguridad” en la configuración inicialmente planteada de multicapas con (célula solar + MLI + Kapton + PCB + Kapton + Estructura) ofreciéndonos, además de la ya citada y bajo ensayos efectuados de su capacidad térmica pasiva, una pequeña previsión y protección frente a la gran incertidumbre que puede suponer un fortuito impacto de una micro-partícula de basura espacial.