

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



"DESARROLLO DE UN MODELO EN
ELEMENTOS FINITOS DE UN SISTEMA SRI
PARA SIMULACIONES DE IMPACTOS"



TRABAJO FIN DE GRADO

Marzo -2024

AUTOR: Víctor Adrián Pomares Berenguer
DIRECTOR: David Abellán López



RESUMEN

Los sistemas de retención infantil son elementos de seguridad vial que confieren protección a los menores de edad en caso de accidente. Es por ello que su uso es obligatorio, existiendo varios tipos en función del peso y rango de edad.

El sistema de retención infantil, en adelante sillita, debe estar homologado según la normativa vigente para garantizar su desempeño cuando así se requiera. En consecuencia, los fabricantes de estos sistemas deben acogerse la regulación impuesta que repercute directamente en el modelo. El Reglamento n.º 129 establece dichas prescripciones uniformes relativas a su homologación, contribuyendo a que guarden ciertas similitudes constructivas. La normativa de aplicación citada rige estos sistemas incluyendo las prescripciones uniformes relativas a la homologación de sistemas reforzados de retención infantil utilizados a bordo de vehículos. El reglamento comprende varios apartados y subapartados referentes a las condiciones que debe satisfacer un SRI para considerarse seguro.

El trabajo se centra en modelizar y analizar una sillita existente con la finalidad de adecuar un modelo fiable para futuros trabajos, así como para analizar el comportamiento durante ensayos controlados de impacto. Para ello, se parte la generación del modelo en Autodesk Inventor Professional, discretizado a continuación mediante elementos finitos en LS PREPOST y simulado finalmente en LS DYNA.

ABSTRACT

Child restraint systems are road safety elements that provide protection to minors in the event of an accident. That is why its use is mandatory, there being several types depending on weight and age range.

The child restraint system, hereinafter referred to as the seat, must be approved according to current regulations to guarantee its performance when required. Consequently, the manufacturers of these systems must comply with the imposed regulation that has a direct impact on the model. Regulation n.º 129 establishes these uniform requirements regarding their approval, helping to ensure that they maintain certain constructive similarities. The aforementioned applicable regulations govern these systems, including the uniform requirements relating to the approval of reinforced child restraint systems used on board vehicles. The regulation includes several sections and subsections referring to the conditions that a CRS must satisfy to be considered safe.

The work focuses on modeling and analyzing an existing child seat in order to adapt a reliable model for future work, as well as to analyze the behavior during controlled impact tests. To do this, the model is generated in Autodesk Inventor Professional, discretized using finite elements in LS PREPOST and finally simulated in LS DYNA.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1.1. OBJETIVO.....	2
1.1.2. METODOLOGÍA.....	3
2. MATERIAL Y MÉTODOS	3
2.2. MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS	6
2.2.1. LS PREPOST	6
2.2.2. LS DYNA	6
2.3. DISCRETIZACIÓN DEL MODELO	7
2.4. MATERIALES.....	12
2.5. CONTACTOS.....	13
2.6. RESTRICCIONES	14
2.7. CONDICIONES	15
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
4. CONCLUSIONES	23
4.1. TRABAJOS FUTUROS	23
5. ANEXOS	24
6. BIBLIOGRAFÍA	50



1. INTRODUCCIÓN

La sillita empleada en el presente trabajo parte de un modelo existente común, seleccionado previamente tras un riguroso estudio con el propósito de simplificar el proceso.



Figura - 1 Sistema de retención infantil

Los sistemas de retención infantil son dispositivos diseñados para proteger a los niños en caso de accidentes de tráfico. Estos sistemas, también conocidos como sillas de seguridad para niños, se instalan en el vehículo y se utilizan para sujetar al niño de manera segura mientras viaja en el automóvil.

Existen diferentes tipos de sistemas de retención infantil, y la elección del sistema adecuado depende del peso y la altura del niño como te explicaré en el siguiente apartado.

Los bebés suelen utilizar asientos de seguridad para automóviles orientados hacia atrás, mientras que los niños mayores pueden utilizar asientos de seguridad para automóviles orientados hacia adelante o elevadores de respaldo alto.

Los tipos de sistemas de retención infantil varían en función de la clasificación que hacen las normativas vigentes. Actualmente conviven dos normativas por las que se rigen los sistemas de retención infantil o SRI, por un lado, la ECE R44/04 que regula qué grupos existen en función del rango de peso que abarcan.

Grupo 0: 0-10 kg.

Grupo 0+: 0-13 kg.

Grupo I (o 1): 9-18 kg.

Grupo II (o 2): 15-36 kg, o hasta 135 cm de estatura.

Grupo III (o 3): 135-150 cm de estatura.

El modelo mostrado en la **Figura - 1** consiste en una sillita perteneciente al grupo 1, es decir, desde 9 hasta 18 kg. Dicho modelo se encuentra dotado de unas características geométricas similares al resto de los sistemas ampliamente usados en el mercado.

Por otro lado está la normativa ECE R129 i-Size que simplifica la regulación estableciendo los grupos en base a la altura del niño.

1.1.1. OBJETIVO

El objetivo del TFG es el desarrollo de un modelo de elementos finitos con el software LS DYNA de un sistema de retención infantil. Este TFG constituye la primera fase del desarrollo del modelo de sillita.

La simulación realizada en este trabajo consiste en hacer colisionar un objeto macizo sobre la sillita, cuantificando analítica y gráficamente la evolución general de las partes intervinientes desarrollada en el entorno de simulación.

Los resultados recabados permitirán estudiar la evolución de la deformación, así como la capacidad de absorción de energía de cada elemento, concluyendo finalmente el grado de durabilidad.

En cuanto a la disposición de cada parte y material, se considera interesante desde un punto de vista constructivo las contribuciones aisladas y en conjunto, determinando la eficacia adoptada en el modelo objeto de estudio.

1.1.2. METODOLOGÍA

Del modelo se ha adoptado la geometría teniendo en cuenta todos los detalles constructivos tales como espesores, refuerzos, protecciones y materiales.

Los detalles estructurales mencionados anteriormente se detallan en los siguientes apartados, definiendo así el modelo objeto de estudio. Así pues, el trabajo se divide en dos partes diferenciadas, partiendo del diseño en Autodesk Inventor Professional y seguido de la generación del escenario y posterior estudio en LS-PREPOST y LS-DYNA respectivamente.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. MODELO

Como ya se ha introducido previamente, el modelo recrea una sillita comercial con unas características de fabricación similares con respecto al mercado actual. La modelación se divide en las siguientes fases:

2.1.1. Definición

Primeramente, se mide exhaustivamente la sillita con un pie de rey y una cintra métrica, prestando especial atención a los refuerzos situados en las partes más importantes de la misma. En esta primera parte también se determinan los espesores de cada pieza, siendo prácticamente uniformes en su conjunto.

2.1.2. Diseño

La sillita se modela mediante el programa Autodesk Inventor Professional, de acuerdo a las mediciones tomadas previamente, haciendo uso de las múltiples herramientas disponibles.

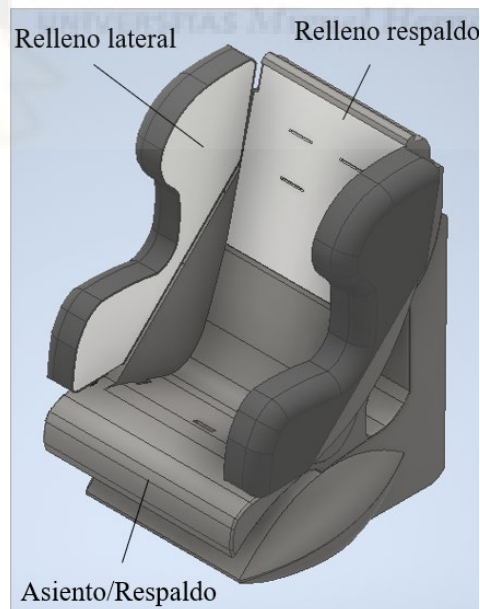


Figura - 2 Modelo en Inventor (1)

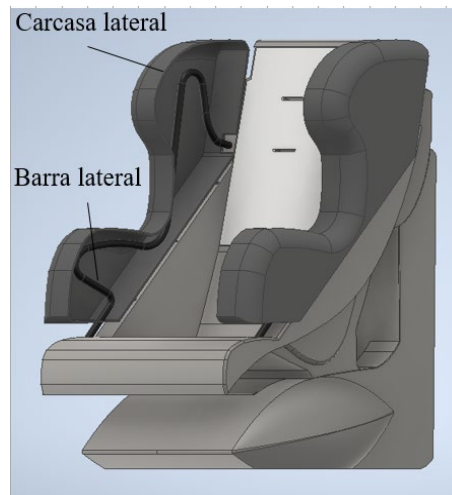


Figura-3 Modelo en Inventor (2)

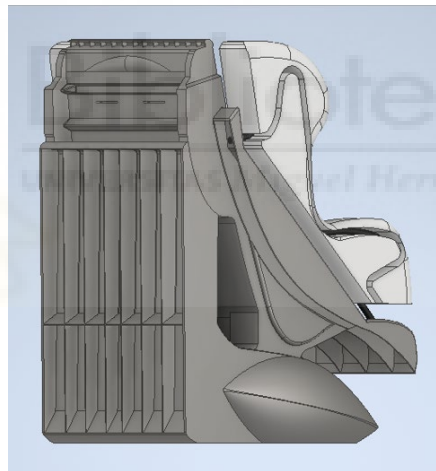


Figura-4 Modelo en Inventor (3)

2.1.3. Adecuación

Las piezas diseñadas en ficheros independientes se ensamblan respetando las uniones procedentes del modelo real, finalizando esta fase con la exportación a un fichero con formato .igs compatible con el software de cálculo de elementos finitos.

2.2. MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS

2.2.1. LS PREPOST

Esta herramienta combina un pre y post-procesador avanzado que integra LS DYNA que permite la consolidación de medios encargados de definir el entorno de simulación idóneo.

LS Prepost es una herramienta que facilita el análisis de optimización para problemas de ingeniería complejos. Sus capacidades permiten la optimización con múltiples objetivos y restricciones de diseño. El proceso consta de tres pasos clave, que incluyen identificar las variables de diseño, definir la función objetivo y especificar las restricciones con una interfaz fácil de usar y algoritmos avanzados.

Luego, el archivo de salida generado durante la simulación en LS-DYNA se utiliza para crear gráficos que representan la relación entre el desplazamiento y la fuerza.

El resultado del ensayo de compresión experimental descrito en los siguientes apartados, se muestra en las figuras correspondientes.

2.2.2. LS DYNA

El software de simulación de propósito general desarrollado Livermore Software Technology Corporation (LSTC), adquirida posteriormente por Ansys, se centra en el análisis dinámico de elementos finitos (FEA) transitorio no lineal utilizando la integración explícita del tiempo. LS-DYNA es utilizado por las industrias automotriz, aeroespacial, de construcción e ingeniería civil, militar, manufacturera y de bioingeniería.

Las unidades empleadas son las siguientes: mm, kg, ms, GPa, kN. Esta información se encuentra reflejada en el apartado de configuración, permitiendo modificarla en caso de ser necesario. Es importante tener en cuenta esta premisa, puesto que los resultados además de las variables introducidas se encuentran condicionadas por estas unidades de medida.

MASS	LENGTH	TIME	FORCE	STRESS	ENERGY	DENSITY	YOUNG's	35MPH 56.33KMPH	GRAVITY
kg	m	s	N	Pa	J	7.83e+03	2.07e+11	15.65	9.806
kg	cm	s	1.0e-02 N			7.83e-03	2.07e+09	1.56e+03	9.806e+02
kg	cm	ms	1.0e+04 N			7.83e-03	2.07e+03	1.56	9.806e-04
kg	cm	us	1.0e+10 N			7.83e-03	2.07e-03	1.56e-03	9.806e-10
kg	mm	ms	kN	GPa	kN-mm	7.83e-06	2.07e+02	15.65	9.806e-03
g	cm	s	dyne	dyne/cm ²	erg	7.83e+00	2.07e+12	1.56e+03	9.806e+02
g	cm	us	1.0e+07 N	Mbar	1.0e+07 Ncm	7.83e+00	2.07e+00	1.56e-03	9.806e-10
g	mm	s	1.0e-06 N	Pa		7.83e-03	2.07e+11	1.56e+04	9.806e+03
g	mm	s	N	MPa	N-mm	7.83e-03	2.07e+05	15.65	9.806e-03
ton	mm	s	N	MPa	N-mm	7.83e-09	2.07e+05	1.56e+04	9.806e+03
lbf-s ² /in	in	s	lbf	psi	lbf-in	7.33e-04	3.00e+07	6.16e+02	386
slug	ft	s	lbf	psf	lbf-ft	1.52e+01	4.32e+09	51.33	32.17
kgf-s ² /mm	mm	s	kgf	kgf/mm ²	kgf-mm	7.98e-10	2.11e+04	1.56e+04	9.806e+03
kg	mm	s	mN	1.0e+03 Pa		7.83e-06	2.07e+08		9.806e+03
g	cm	ms	1.0e+1 N	1.0e+05 Pa		7.83e+00	2.07e+06		9.806e-04

Figura-5 Sistema de unidades

2.3. DISCRETIZACIÓN DEL MODELO

El escenario propuesto para el presente ensayo se basa en analizar la sillita con independencia del resto de elementos del automóvil, ya que supone el modelo de interés donde radica el objetivo del trabajo. Por tanto, el nivel de detalle reproduce fielmente las formas y dimensiones tomadas como referencia.

En consecuencia, el escenario lo compone la propia sillita, además del objeto empleado para el análisis. Dicho objeto consiste en una esfera metálica suspendida sobre la sillita.

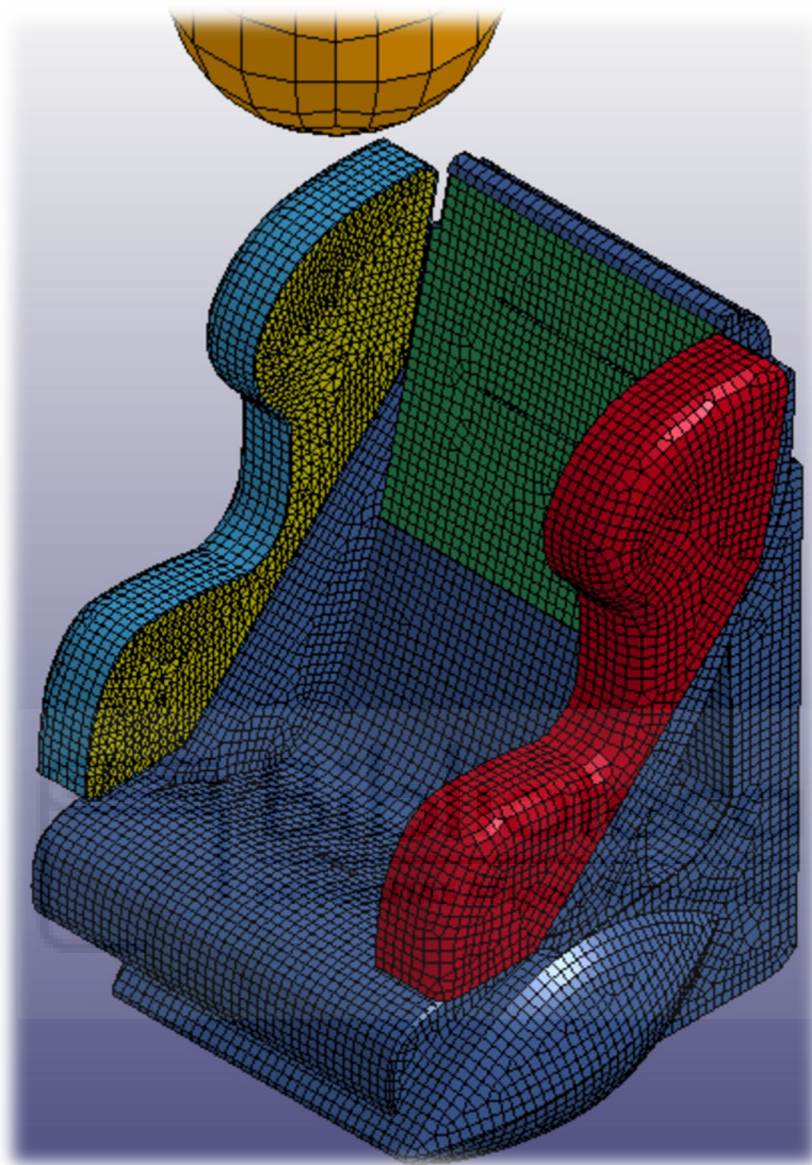


Figura - 6 Vista general de la simulación

En la **Figura -6** aparecen las distintas partes que componen la sillita modelada, identificadas en el punto 2.1.2. relativo al diseño para cada una la designación de registro empleada en el programa.

En la figura se distingue cada pieza debidamente mallada, haciendo uso de todas las funciones disponibles para garantizar la calidad del mallado. El comando de malla permite detectar nodos duplicados o imprecisos, otorgando la capacidad de elaborar contornos cerrados y válidos. El conjunto consta de 57744 nodos y 120172 elementos.

Las partes sólidas precisan de un paso adicional para satisfacer las propiedades relacionadas con los volúmenes. Es por ello que se recurre a la herramienta de generación de sólidos, dispuesta a tal efecto. En la **Figura -6** se distinguen fácilmente los dos tipos de malla gracias a la forma y tamaño asociados.

<i>Descripción</i>	<i>Material</i>	<i>Tipo</i>	<i>Espesor (mm)</i>
Asiento/Respaldo	Polipropileno	Shell	2
Carcasas laterales	Polipropileno	Shell	2
Relleno respaldo	Poliestireno	Solid	-
Relleno lateral	Poliestireno	Solid	-
Barras laterales	Acero	Solid	-

Tabla - 1 Características modelo simulación

La tabla anterior resume las características asociadas al modelo, asignando a su vez las propiedades a cada material, siendo las siguientes:

<i>Material</i>	<i>Tipo</i>	<i>Densidad (kg/mm³)</i>	<i>E (GPa)</i>	<i>PR</i>
Polipropileno	Elástico	1,3e-6	1,5	0,2
Poliestireno	Elástico	1e-6	0,4	0,1
Acero	Rígido	7,83e-6	207	0,4

Tabla - 2 Propiedades materiales

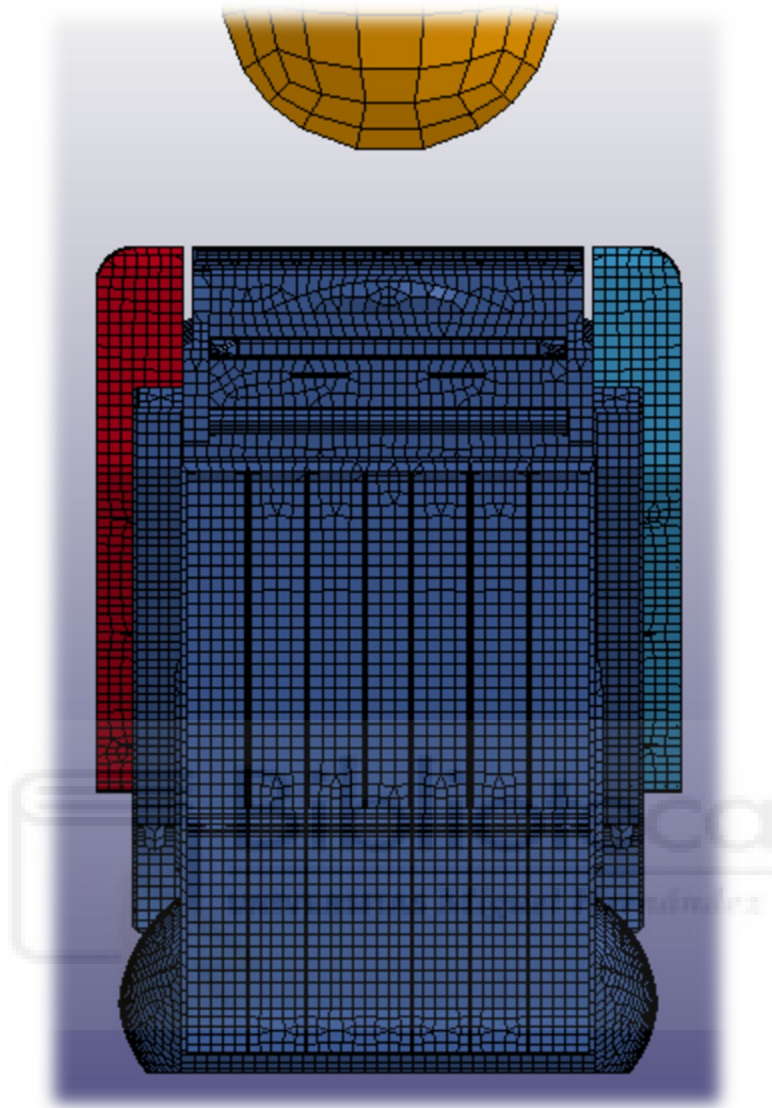


Figura - 7 Vista posterior

La zona posterior del respaldo se encuentra reforzada por medio de nervios distribuidos simétricamente, tal y como se puede apreciar en la **Figura - 7**. Dichos elementos se encuentran distribuidos uniformemente por toda la superficie, además de los que se encuentran en la parte inferior del asiento, añaden rigidez al sistema.

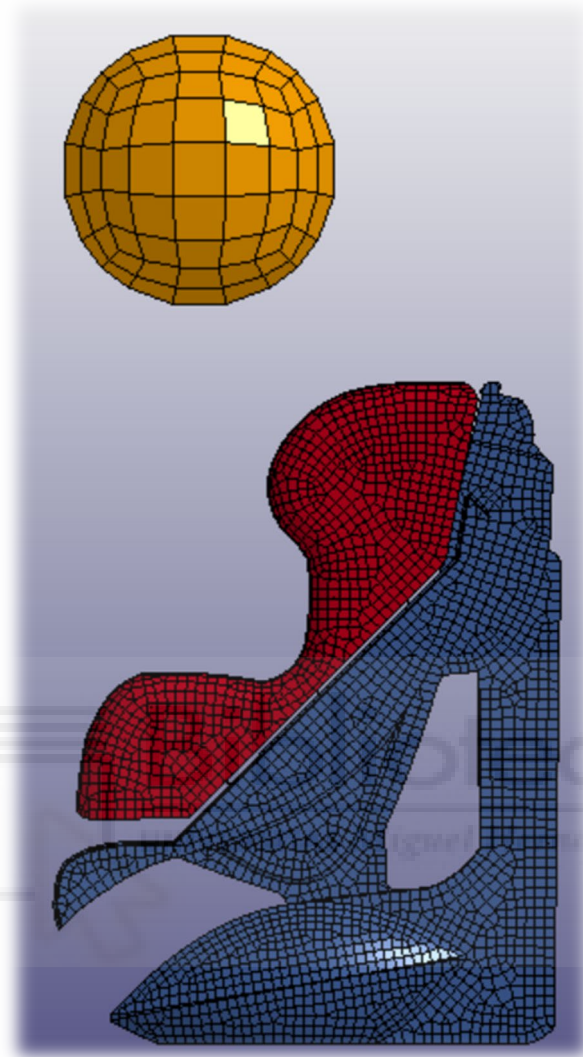


Figura - 8 Vista lateral

La **Figura - 8** aporta una perspectiva lateral de la sillita que ayuda a visualizar el modelo de la sillita mencionado previamente. Los refuerzos metálicos mencionados previamente, se localizan en el interior de los laterales, siendo de color rojo en la perspectiva mostrada. En el lado contrario, presenta un tono azul cian asignado automáticamente durante el mallado del modelo.

Los refuerzos metálicos cumplen la función de regular el ángulo de los laterales mejorando así la confortabilidad, así como de limitar los movimientos bruscos derivados de cualquier incidente. El objetivo de la simulación sobre estas partes consiste en comprobar que no sufren variaciones significativas que conlleven riesgos.

En cuanto al recubrimiento textil, no se incluye en el modelo por considerarse que no supone variaciones significativas en los resultados de la simulación.

La sillita cuenta con refuerzos basados en nervios en la parte posterior del respaldo que otorgan mayor resistencia estructural al conjunto, evitando daños severos que afecten a la integridad física del ocupante.

2.4. MATERIALES

Durante el proceso de medición, se aprecia que el material predominante es el Polipropileno Expandido (EPP), el cual conforma todas las partes plásticas de la sillita. Este hecho justifica las geometrías complejas localizadas en su periferia mediante el proceso de fabricación de termoformado, permitiendo dar formas específicas a las láminas termoplásticas con la utilización de moldes.

Los materiales presentes en la sillita descritos en este apartado e indicados en la **Tabla - 2** del punto 2.3 se incluyen en la biblioteca del programa, permitiendo así la asociación con cada parte de la misma. Sin embargo, las características propias de cada material tales como la densidad deben incluirse en los campos habilitados a tal efecto. De esta forma, se garantiza la fiabilidad de los resultados obtenidos tras la simulación.

Los valores característicos de cada material se pueden encontrar fácilmente consultando cualquier fuente reconocida. El programa cuenta con la capacidad de emular cada material simplemente con seleccionar el apropiado, es decir, sin necesidad de introducir dichos valores. Los resultados arrojados no difieren significativamente puesto que los datos empleados responden al mismo material, experimentando el mismo comportamiento durante el ensayo. La simulación depende en gran medida de los materiales seleccionados, los cuales se asignan adecuadamente a cada parte modelada.

En el caso de los plásticos se asume el mismo material de origen, procediendo de igual forma para los corchos y las partes metálicas. Este apartado contiene a su vez un campo para introducir el espesor de cada malla. De esta manera se define por completo cada pieza preparando el modelo para la siguiente fase.

2.5. CONTACTOS

La interacción entre las distintas partes es crucial para evaluar las respuestas obtenidas en el cálculo. Para satisfacer dicho propósito, se establecen contactos adecuados a fin de garantizar que el comportamiento experimentado se corresponda con la realidad.

Los contactos elegidos dependen de las partes relacionadas, es decir, la sillita debe reaccionar en conjunto, transmitiendo los esfuerzos siguiendo los sentidos propios de la agrupación. Con todo ello, se tiene que los contactos en la sillita se resumen a los causados en los corchos además de propia base, teniendo en cuenta que la estructura central correspondiente al asiento con el respaldo forma una única pieza.

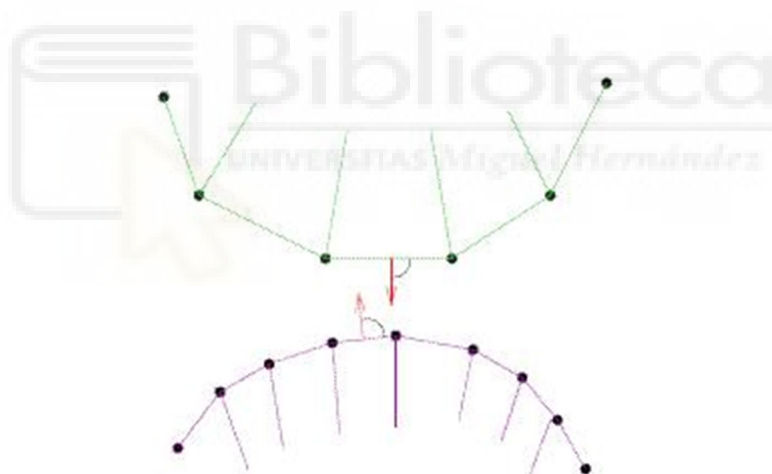


Figura - 9 Contacto entre superficies

En cuanto a los laterales, se presentan los mismos contactos entre los corchos y las estructuras huecas de polipropileno. No obstante, en estas piezas se incluyen barras de refuerzo descritas en apartados previos, las cuales confieren mayor resistencia al ensamblaje.

Por otro lado, para el objeto responsable de medir las reacciones en la sillita se asigna un contacto automático que sintetiza las fuerzas de reacción producidas en el momento del contacto.

El tipo de contacto seleccionado en cada una de las uniones es del tipo superficie a superficie, garantizando de esta manera que se producen conforme a la realidad.

2.6. RESTRICCIONES

El resultado de las simulaciones depende de las limitaciones impuestas al modelo. En este caso, se trata de evaluar el comportamiento de la sillita de forma aislada. Ello requiere restringir la base respecto a los tres planos a fin de asegurar las reacciones producidas por el contacto con el objeto.

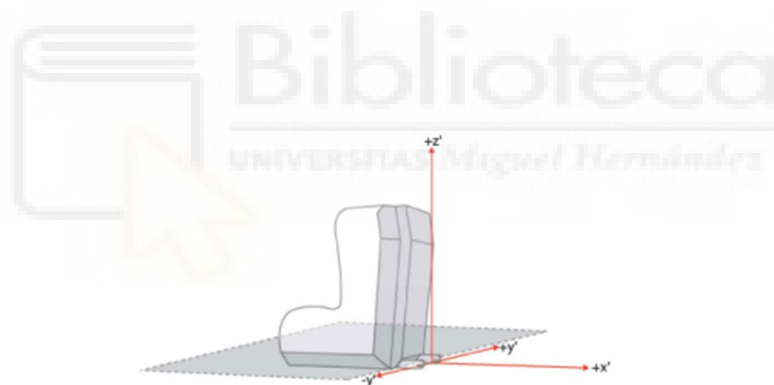


Figura - 10 Posición evaluada

Las interacciones entre las distintas partes vienen dadas en el módulo de contactos, el cual forma parte del motor del programa. En cada una de las partes se establece un contacto entre las piezas próximas, permitiendo así obtener las reacciones necesarias referidas a tensiones y deformaciones que concluyen el desempeño de cada parte.

En cuanto al contacto del objeto macizo utilizado para medir la resistencia y durabilidad del asiento, se define del tipo automático. Las restricciones impuestas delimitan la respuesta desencadenada durante el transcurso de cada interacción.

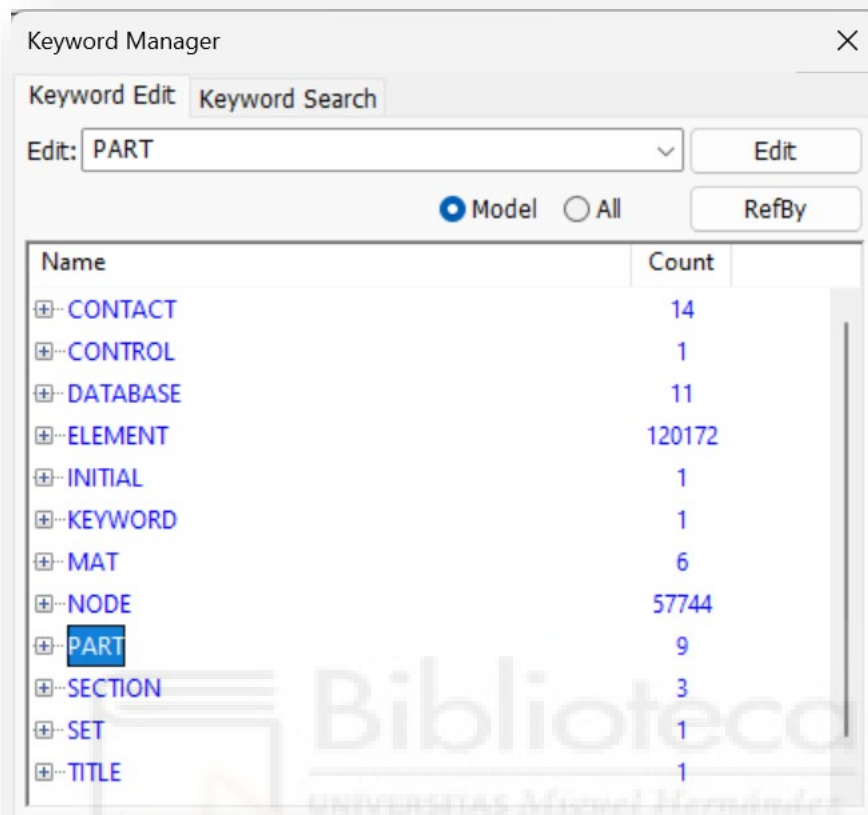
2.7. CONDICIONES

La velocidad conferida al objeto esférico de 5 m/s es tal que permite comprobar con garantía las reacciones del modelo. Dicho valor se ha seleccionado de acuerdo a las recomendaciones para este tipo de pruebas, teniendo en cuenta que se pretende estudiar la durabilidad de la sillita en condiciones controladas.



Figura - 11 Velocidad eje Z

A su vez, se ha introducido una curva de aceleración gravitatoria para imitar la acción que tendría esta sobre el objeto. La cinemática asociada a la esfera se traduce en la originada por la propia aceleración terrestre sumada a la velocidad asignada.



The screenshot shows the 'Keyword Manager' window with the 'Keyword Search' tab active. The 'Edit:' field contains 'PART'. Below it, there are radio buttons for 'Model' (selected) and 'All', and a 'RefBy' button. A table lists the following keywords and their counts:

Name	Count
CONTACT	14
CONTROL	1
DATABASE	11
ELEMENT	120172
INITIAL	1
KEYWORD	1
MAT	6
NODE	57744
PART	9
SECTION	3
SET	1
TITLE	1

Figura - 12 Resumen entorno

En la **Figura - 12** se tiene el resumen de la simulación expuesta en apartados previos, asentando las condiciones responsables de las representaciones extraídas y analizadas en este apartado.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La simulación requiere la introducción de todos los parámetros considerados durante la ejecución del entorno, el cual requiere a su vez que todas las variables se encuentren correctamente definidas para evitar errores durante el proceso. El programa tiene en cuenta las premisas establecidas, determinando en cada caso la relación óptima aconsejada y comparada con la selección adoptada. En este apartado es crucial el orden seguido en la creación de cada facto debido a la secuencia natural de la herramienta.

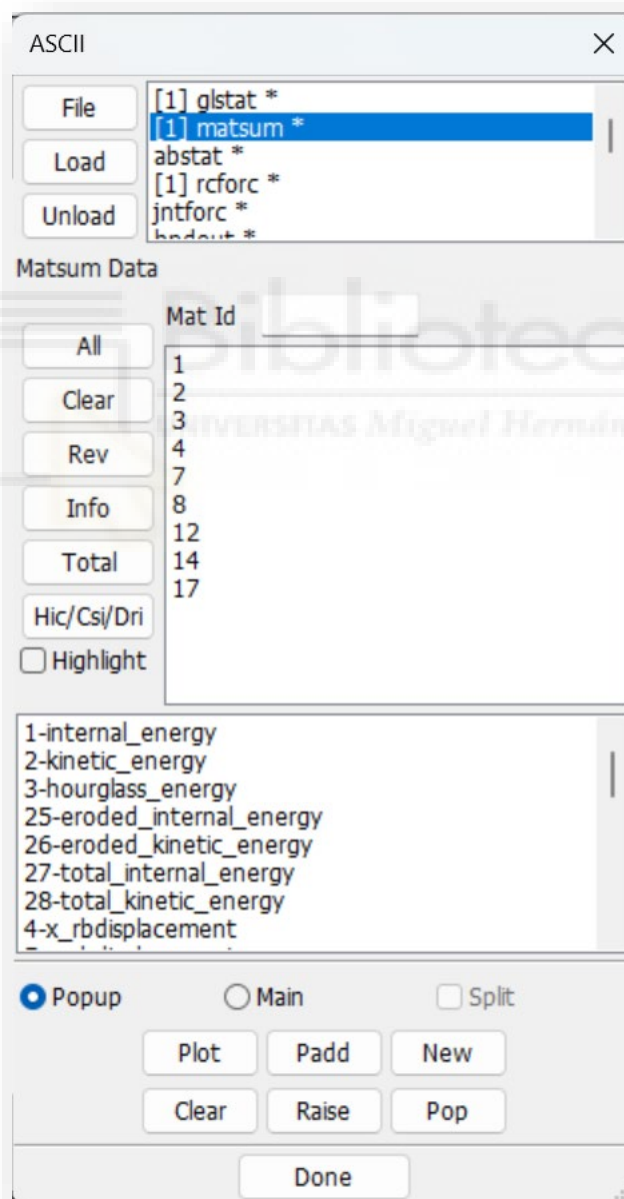


Figura - 13 Selección de resultados

El procedimiento para la obtención de los mecanismos gráficos de respuesta marcados previamente, requiere la combinación apropiada de cada tipo con la parte estudiada. Con el fin de analizar en conjunto las respuestas producidas en la sillita, se realiza la selección múltiple asociada a cada parámetro de salida, detallando los más relevantes a continuación. En la **Figura - 13** se puede apreciar un ejemplo tipo de la apariencia de este proceso.

En primer lugar, resulta interesante la interpretación de la gráfica denominada “hourglass_Energy” respecto al tiempo de simulación, es decir, la búsqueda de anomalías en las formas alteradas en el transcurso de la simulación.

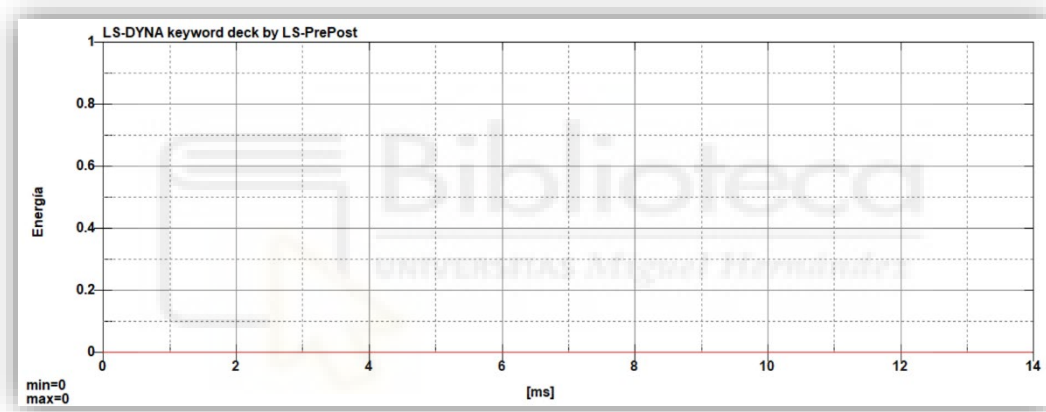


Figura - 14 Distorsiones

La **Figura - 14** muestra la presencia de posibles perturbaciones generadas durante la simulación. En este caso, basta con comprobar que las rectas representadas correspondientes a cada parte del modelo se encuentren próximas al eje de abscisas. Este hecho se justifica con la inexistencia de alteraciones en las distintas mallas que ocasionen variaciones significativas en los cálculos.

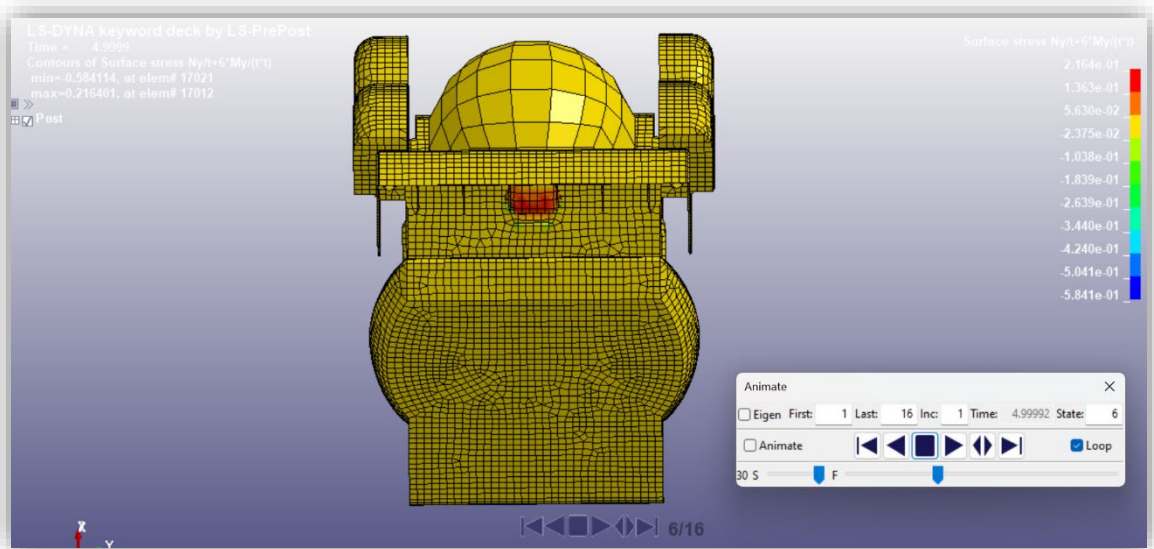


Figura - 15 Tensión de contacto

La Figura - 15 indica donde tiene lugar la tensión de impacto más significativa de la simulación, tratándose del instante previo a la separación del objeto con el asiento de la sillita a causa de la tercera ley de Newton. En la Figura 13 se recogen las reacciones provocadas por la propagación de tensiones, ampliando el alcance de lo sucedido en ese preciso instante.

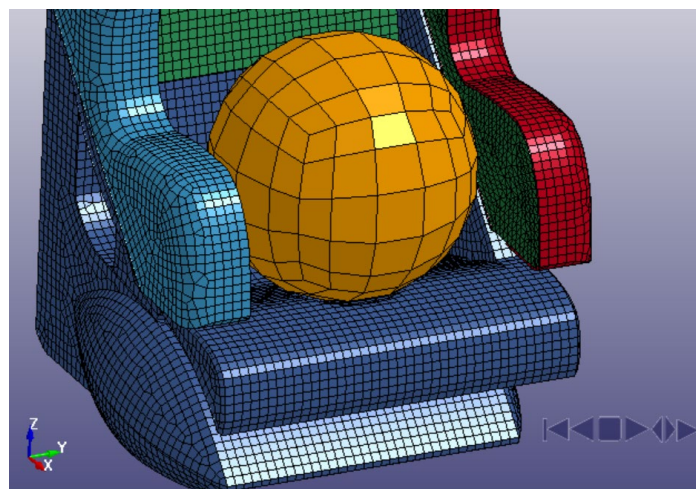


Figura - 16 Impacto objeto contra sillita

En la **Figura - 16** se muestra el momento en el que el objeto esférico entra en contacto con el asiento de la sillita. Posteriormente, la esfera apenas se distancia del modelo distanciándose ligeramente en sentido contrario al movimiento inicial. Dicha parte de la simulación se ha obviado ya que no influye en el ensayo.

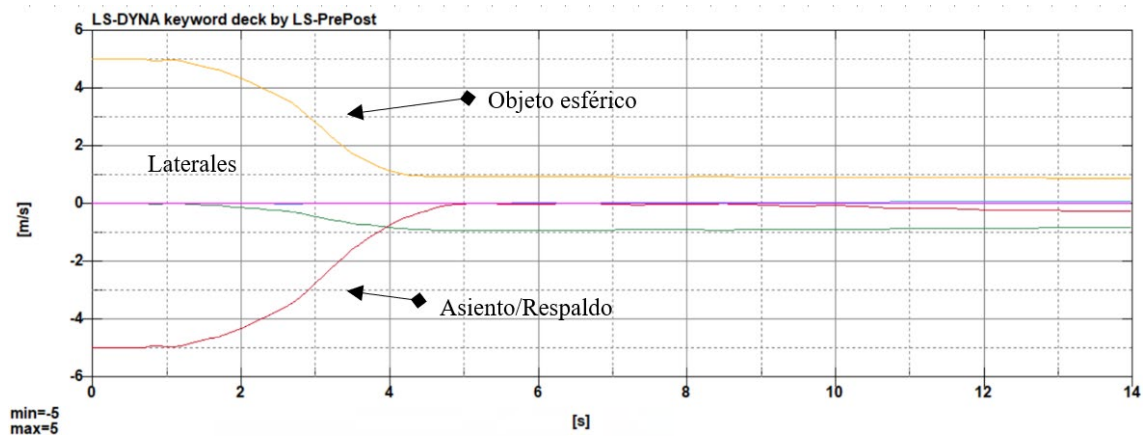


Figura - 17 Velocidades resultantes

Los valores de celeridad experimentados en cada pieza vienen representados en la **Figura - 17**, donde se aprecia claramente la reciprocidad entre la velocidad de la esfera y la transmitida en el momento del impacto durante los primeros ms, estabilizándose momentáneamente para invertir el sentido de la magnitud habiendo cedido una parte a través de las reacciones propias durante el primer contacto. En cuanto a los laterales, no se aprecia una transmisión cinética evidente puesto que presentan grados de libertad que dificultan la acción. Cabe mencionar que la base se haya restringida completamente, permitiendo la secuencia deseada.

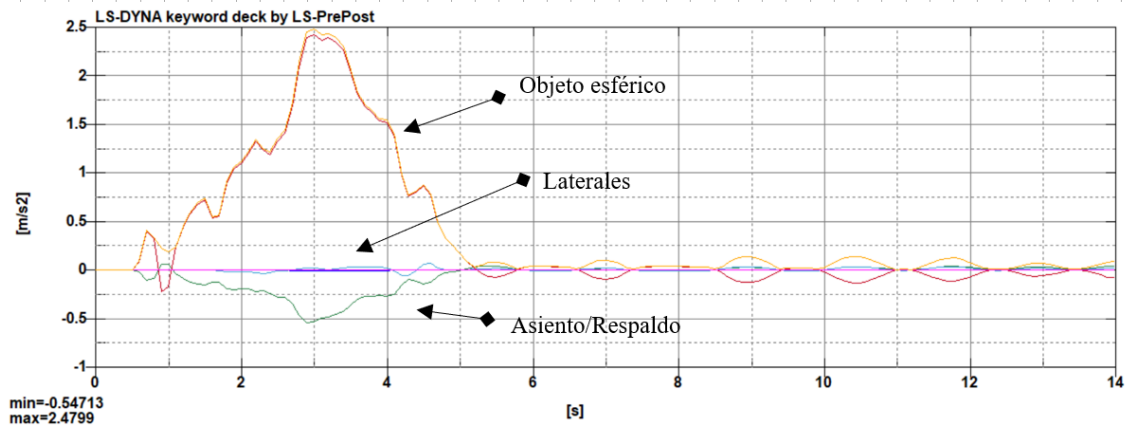


Figura - 18 Aceleraciones resultantes

La aceleración evoluciona de manera similar a como ocurre con la velocidad de acuerdo a la **Figura - 18**, referida a la gravitatoria. Teniendo en cuenta que las magnitudes difieren debido a la naturaleza de los movimientos, se resume que la aceleración es constante.

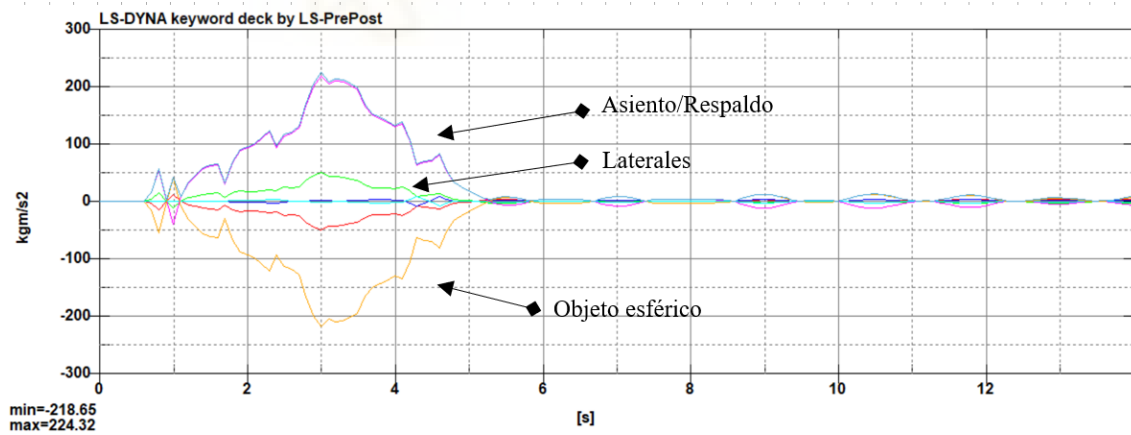


Figura - 19 Fuerzas resultantes

La **Figura - 19** muestra las fuerzas desencadenadas al colisionar el objeto con el asiento de la sillita, transmitiéndose proporcionalmente por cada pieza del conjunto.

Los valores vienen dados para cada una de las piezas, permitiendo así distinguir fácilmente los respectivos esfuerzos. En este sentido, se destaca la relación de momentos en las curvas naranja (esfera) y azul (asiento). Los momentos restantes responden a las piezas más distantes, situándose los corchos en la parte central del gráfico. De esta zona, se deduce que apenas repercute en estos últimos dado que no se encuentran fijos a la estructura.

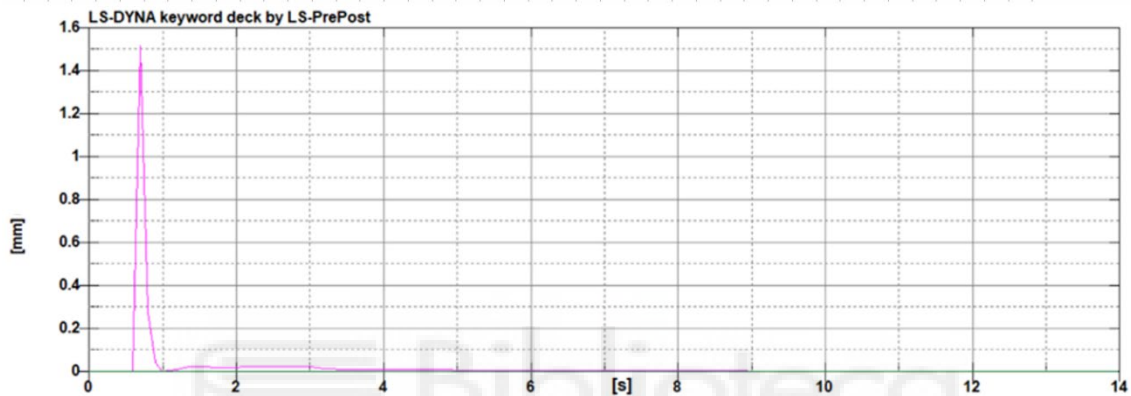


Figura - 20 Energía interna propagación

Finalmente, sobre la **Figura - 20** se identifica en la parte superior el punto en el cual se alcanza la máxima energía transmitida a través del asiento, causando una reacción manifiesta al resto de partes originados por la propagación hacia las mismas. La parte media e inferior muestran dicha repercusión, distribuidas proporcionalmente en función de la distancia de cada agrupación de nodos y de las propiedades del material asociado. La esfera responsable no se considera ya que carece de importancia en este ensayo.

4. CONCLUSIONES

Las pruebas de impacto tratan de medir en un entorno controlado la capacidad de mitigar las reacciones propiciadas (en algunos casos violentas) en sistemas variados, con el fin de determinar el grado de seguridad atribuido a los mismos.

Analizando la sillita globalmente, se deduce que la estructura es estable al permanecer unida y sin variaciones que comprometan su funcionalidad de manera significativa.

Del presente trabajo puede deducirse que la sillita presenta una resistencia frente a impactos puntuales suficiente para garantizar su durabilidad. Los resultados sugieren la necesidad de interponer una mayor cantidad de elemento amortiguador (corcho) entre la sillita y la tela de cobertura, permitiendo una amortiguación más efectiva del impacto.

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que esta clase de refuerzos ocupa un espacio difícil de reemplazar en caso de sufrir daños que comprometan su funcionalidad.

La base sufre grandes tensiones debido a la compresión experimentada en dicha zona sumada a la dirección y sentido del impacto, evaluando de esta manera la parte crucial del estudio que tiene que ver con el comportamiento del asiento.

4.1. TRABAJOS FUTUROS

Una segunda etapa del proyecto consistiría en modificar principalmente la geometría y los materiales, mejorando así la seguridad del sistema. Asimismo, se contempla la posibilidad de añadir dummies que amplíen la información recabada en el presente trabajo, permitiendo analizar conjuntamente el comportamiento experimentado en los ensayos pertinentes.

5. ANEXOS

Los datos de cada apartado expuesto anteriormente se depositan en un fichero que permite modificar los parámetros, sin necesidad de acceder a las herramientas del modelo. A continuación, se incluye el anexo que resume el código generado tras la simulación del modelo en elementos finitos.

LS-DYNA keyword deck by LS-PrePost

*CONTROL_TERMINATION

```
$# endtim endcyc dtmin endeng endmas nosol  
35.0 0 0.0 0.01.000000E8 0
```

*DATABASE_ABSTAT

```
$# dt binary lcur iopt  
0.1 3 0 1
```

*DATABASE_BNDOUT

```
$# dt binary lcur iopt  
0.1 3 0 1
```

*DATABASE_CURVOUT

```
$# dt binary lcur iopt  
0.1 3 0 1
```

*DATABASE_DISBOUT

```
$# dt binary lcur iopt  
0.1 3 0 1
```

*DATABASE_DEFGEO

```
$# dt binary lcur iopt  
0.1 3 0 1
```

*DATABASE_DEFORC

```
$# dt binary lcur iopt  
0.0 3 0 1
```

*DATABASE_GLSTAT

```
$# dt binary lcur iopt  
0.1 3 0 1
```

*DATABASE_JNTFORC

```
$# dt binary lcur ioopt
    0.1 3 0 1
```

*DATABASE_MATSUM

```
$# dt binary lcur ioopt
    0.1 3 0 1
```

*DATABASE_RCFORC

```
$# dt binary lcur ioopt
    0.1 3 0 1
```

*DATABASE_BINARY_D3PLOT

```
$# dt lcdt beam npltc psetid
    1.0 3 0 0 0
```

*CONTACT_AUTOMATIC_SURFACE_TO_SURFACE_ID

```
$# cid title
    0impact

$# ssid msid sstyp mstyp sboxid mboxid spr mpr
    17 5 3 3 0 0 0 0

$# fs fd dc vc vdc penchk bt dt
    0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.01.00000E20

$# sfs sfm sst mst sfst sfmt fsf vsf
    1.0 1.0 0.0 0.0 1.0 1.0 1.0 1.0
```

*CONTACT_AUTOMATIC_SURFACE_TO_SURFACE_ID

```
$# cid title
    0impact

$# ssid msid sstyp mstyp sboxid mboxid spr mpr
    16 7 3 3 0 0 0 0

$# fs fd dc vc vdc penchk bt dt
    0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.01.00000E20

$# sfs sfm sst mst sfst sfmt fsf vsf
    1.0 1.0 0.0 0.0 1.0 1.0 1.0 1.0
```

*CONTACT_AUTOMATIC_SURFACE_TO_SURFACE_ID

```
$# cid title
    0impact

$# ssid msid sstyp mstyp sboxid mboxid spr mpr
    14 7 3 3 0 0 0 0
```

```
$# fs fd dc vc vdc penchk bt dt
0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.01.00000E20
```

```
$# sfs sfm sst mst sfst sfmt fsf vsf
1.0 1.0 0.0 0.0 1.0 1.0 1.0 1.0
```

*CONTACT_AUTOMATIC_SURFACE_TO_SURFACE_ID

```
$# cid title
0impact
```

```
$# ssid msid sstyp mstyp sboxid mboxid spr mpr
11 6 3 3 0 0 0 0
```

```
$# fs fd dc vc vdc penchk bt dt
0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.01.00000E20
```

```
$# sfs sfm sst mst sfst sfmt fsf vsf
1.0 1.0 0.0 0.0 1.0 1.0 1.0 1.0
```

*CONTACT_AUTOMATIC_SURFACE_TO_SURFACE_ID

```
$# cid title
0impact
```

```
$# ssid msid sstyp mstyp sboxid mboxid spr mpr
1 9 3 3 0 0 0 0
```

```
$# fs fd dc vc vdc penchk bt dt
0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.01.00000E20
```

```
$# sfs sfm sst mst sfst sfmt fsf vsf
1.0 1.0 0.0 0.0 1.0 1.0 1.0 1.0
```

*CONTACT_AUTOMATIC_SURFACE_TO_SURFACE_ID

```
$# cid title
0impact
```

```
$# ssid msid sstyp mstyp sboxid mboxid spr mpr
2 10 3 3 0 0 0 0
```

```
$# fs fd dc vc vdc penchk bt dt
0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.01.00000E20
```

```
$# sfs sfm sst mst sfst sfmt fsf vsf
1.0 1.0 0.0 0.0 1.0 1.0 1.0 1.0
```


*CONTACT_AUTOMATIC_SURFACE_TO_SURFACE_ID

```

$# cid title
0impact
$# ssid msid sstyp mstyp sboxid mboxid spr mpr
14 5 3 3 0 0 0 0
$# fs fd dc vc vdc penchk bt dt
0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.01.00000E20
$# sfs sfm sst mst sfst sfmt fsf vsf
1.0 1.0 0.0 0.0 1.0 1.0 1.0 1.0

```

*CONTACT_AUTOMATIC_SURFACE_TO_SURFACE_ID

```

$# cid title
0impact
$# ssid msid sstyp mstyp sboxid mboxid spr mpr
5 7 3 3 0 0 0 0
$# fs fd dc vc vdc penchk bt dt
0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.01.00000E20
$# sfs sfm sst mst sfst sfmt fsf vsf
1.0 1.0 0.0 0.0 1.0 1.0 1.0 1.0

```

*PART

```

$# title
LSHELL1
$# pid secid mid eosid hgid grav adpopt tmid
1 1 4 0 0 0 0 0

```

*SECTION_SHELL_TITLE

```

1
$# secid elform shrf nip propt qr/irid icomp setyp
1 2 1.0 2 1.0 0 0 1
$# t1 t2 t3 t4 nloc marea idof edgset
2.0 2.0 2.0 2.0 0.0 0.0 0.0 0

```

*MAT_ELASTIC_TITLE

```

plastico
$# mid ro e pr da db not used
1 0.009 1.3 0.1 0.0 0.0 0

```

*MAT_ELASTIC_TITLE

plastico

\$#	mid	ro	e	pr	da	db	not used
2	0.009	2	0.2	0.0	0.0	0	

*MAT_ELASTIC_TITLE

plastico

\$#	mid	ro	e	pr	da	db	not used
3	0.009	2	0.4	0.0	0.0	0	

*MAT_RIGID_TITLE

objeto

\$#	mid	ro	e	pr	n	couple	m	alias
	38.00000E-6		207.0	0.40	0.0	0.0	0.0	

\$#	cmo	con1	con2
	0.0	0	0

*PART

\$#									title

LSHELL4

\$#	pid	secid	mid	eosid	hgid	grav	adpopt	tmid
4	1	4	0	0	0	0	0	0

*PART

\$#									title

LSHELL7

\$#	pid	secid	mid	eosid	hgid	grav	adpopt	tmid
7	1	4	0	0	0	0	0	0

*PART

\$#									title

LSHELL8

\$#	pid	secid	mid	eosid	hgid	grav	adpopt	tmid
8	1	4	0	0	0	0	0	0

*PART

\$#									title

New part from tetrahedron mesher

\$#	pid	secid	mid	eosid	hgid	grav	adpopt	tmid
12	2	5	0	0	0	0	0	0

*SECTION_SOLID_TITLE

```

espuma
$# secid elform aet
    2    1    0

*MAT_ELASTIC_TITLE
espuma
$# mid    ro    e    pr    da    db not used
    51.00000E-6  0.01  0.4  0.0  0.0  0

*PART
$#
                                     title
New part from tetrahedron mesher
$#  pid  secid  mid  eosid  hgid  grav  adpopt  tmid
    14   2    5    0    0    0    0    0

*PART
$#
                                     title
spheresolid
$#  pid  secid  mid  eosid  hgid  grav  adpopt  tmid
    17   3    3    0    0    0    0    0

*SECTION_SOLID_TITLE
esfera
$# secid elform aet
    3    1    0

*INITIAL_VELOCITY
$# nsid nsidex boxid irigid icid
    1    0    0    0    0

$#  vx    vy    vz    vxr    vyr    vzr
    0.0  0.0 -5.0  0.0  0.0  0.0

*SET_NODE_LIST
$#  sid  da1  da2  da3  da4  solver
    1  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0MECH

$#  nid1  nid2  nid3  nid4  nid5  nid6  nid7  nid8
    80107 80108 80109 80110 80111 80112 80113 80114
    80115 80116 80117 80118 80119 80120 80121 80122
    80123 80124 80125 80126 80127 80128 80129 80130
    80131 80132 80133 80134 80135 80136 80137 80138
    80139 80140 80141 80142 80143 80144 80145 80146

```

80147	80148	80149	80150	80151	80152	80153	80154
80155	80156	80157	80158	80159	80160	80161	80162
80163	80164	80165	80166	80167	80168	80169	80170
80171	80172	80173	80174	80175	80176	80177	80178
80179	80180	80181	80182	80183	80184	80185	80186
80187	80188	80189	80190	80191	80192	80193	80194
80195	80196	80197	80198	80199	80200	80201	80202
80203	80204	80205	80206	80207	80208	80209	80210
80211	80212	80213	80214	80215	80216	80217	80218
80219	80220	80221	80222	80223	80224	80225	80226
80227	80228	80229	80230	80231	80232	80233	80234
80235	80236	80237	80238	80239	80240	80241	80242
80243	80244	80245	80246	80247	80248	80249	80250
80251	80252	80253	80254	80255	80256	80257	80258
80259	80260	80261	80262	80263	80264	80265	80266
80267	80268	80269	80270	80271	80272	80273	80274
80275	80276	80277	80278	80279	80280	80281	80282
80283	80284	80285	80286	80287	80288	80289	80290
80291	80292	80293	80294	80295	80296	80297	80298
80299	80300	80301	80302	80303	80304	80305	80306
80307	80308	80309	80310	80311	80312	80313	80314
80315	80316	80317	80318	80319	80320	80321	80322
80323	80324	80325	80326	80327	80328	80329	80330
80331	80332	80333	80334	80335	80336	80337	80338
80339	80340	80341	80342	80343	80344	80345	80346
80347	80348	80349	80350	80351	80352	80353	80354
80355	80356	80357	80358	80359	80360	80361	80362
80363	80364	80365	80366	80367	80368	80369	80370
80371	80372	80373	80374	80375	80376	80377	80378
80379	80380	80381	80382	80383	80384	80385	80386
80387	80388	80389	80390	80391	80392	80393	80394
80395	80396	80397	80398	80399	80400	80401	80402
80403	80404	80405	80406	80407	80408	80409	80410
80411	80412	80413	80414	80415	80416	80417	80418
80419	80420	80421	80422	80423	80424	80425	80426

80427	80428	80429	80430	80431	80432	80433	80434
80435	80436	80437	80438	80439	80440	80441	80442
80443	80444	80445	80446	80447	80448	80449	80450
80451	80452	80453	80454	80455	80456	80457	80458
80459	80460	80461	80462	80463	80464	80465	80466
80467	80468	80469	80470	80471	80472	80473	80474
80475	80476	80477	80478	80479	80480	80481	80482
80483	80484	80485	80486	80487	80488	80489	80490
80491	80492	80493	80494	80495	80496	80497	80498
80499	80500	80501	80502	80503	80504	80505	80506
80507	80508	80509	80510	80511	80512	80513	80514
80515	80516	80517	80518	80519	80520	80521	80522
80523	80524	80525	80526	80527	80528	80529	80530
80531	80532	80533	80534	80535	80536	80537	80538
80539	80540	80541	80542	80543	80544	80545	80546
80547	80548	80549	80550	80551	80552	80553	80554
80555	80556	80557	80558	80559	80560	80561	80562
80563	80564	80565	80566	80567	80568	80569	80570
80571	80572	80573	80574	80575	80576	80577	80578
80579	80580	80581	80582	80583	80584	80585	80586
80587	80588	80589	80590	80591	80592	80593	80594
80595	80596	80597	80598	80599	80600	80601	80602
80603	80604	80605	80606	80607	80608	80609	80610
80611	80612	80613	80614	80615	80616	80617	80618
80619	80620	80621	80622	80623	80624	80625	80626
80627	80628	80629	80630	80631	80632	80633	80634
80635	80636	80637	80638	80639	80640	80641	80642
80643	80644	80645	80646	80647	80648	80649	80650
80651	80652	80653	80654	80655	80656	80657	80658
80659	80660	80661	80662	80663	80664	80665	80666
80667	80668	80669	80670	80671	80672	80673	80674
80675	80676	80677	80678	80679	80680	80681	80682
80683	80684	80685	80686	80687	80688	80689	80690
80691	80692	80693	80694	80695	80696	80697	80698
80699	80700	80701	80702	80703	80704	80705	80706

80707	80708	80709	80710	80711	80712	80713	80714
80715	80716	80717	80718	80719	80720	80721	80722
80723	80724	80725	80726	80727	80728	80729	80730
80731	80732	80733	80734	80735	80736	80737	80738
80739	80740	80741	80742	80743	80744	80745	80746
80747	80748	80749	80750	80751	80752	80753	80754
80755	80756	80757	80758	80759	80760	80761	80762
80763	80764	80765	80766	80767	80768	80769	80770
80771	80772	80773	80774	80775	80776	80777	80778
80779	80780	80781	80782	80783	80784	80785	80786
80787	80788	80789	80790	80791	80792	80793	80794
80795	80796	80797	80798	80799	80800	80801	80802
80803	80804	80805	80806	80807	80808	80809	80810
80811	80812	80813	80814	80815	80816	80817	80818
80819	80820	80821	80822	80823	80824	80825	80826
80827	80828	80829	80830	80831	80832	80833	80834
80835	80836	80837	80838	80839	80840	80841	80842
80843	80844	80845	80846	80847	80848	80849	80850
80851	80852	80853	80854	80855	80856	80857	80858
80859	80860	80861	80862	80863	80864	80865	80866
80867	80868	80869	80870	80871	80872	80873	80874
80875	80876	80877	80878	80879	80880	80881	80882
80883	80884	80885	80886	80887	80888	80889	80890
80891	80892	80893	80894	80895	80896	80897	80898
80899	80900	80901	80902	80903	80904	80905	80906
80907	80908	80909	80910	80911	80912	80913	80914
80915	80916	80917	80918	80919	80920	80921	80922
80923	80924	80925	80926	80927	80928	80929	80930
80931	80932	80933	80934	80935	80936	80937	80938
80939	80940	80941	80942	80943	80944	80945	80946
80947	80948	80949	80950	80951	80952	80953	80954
80955	80956	80957	80958	80959	80960	80961	80962
80963	80964	80965	80966	80967	80968	80969	80970
80971	80972	80973	80974	80975	80976	80977	80978
80979	80980	80981	80982	80983	80984	80985	80986

80987	80988	80989	80990	80991	80992	80993	80994
80995	80996	80997	80998	80999	81000	81001	81002
81003	81004	81005	81006	81007	81008	81009	81010
81011	81012	81013	81014	81015	81016	81017	81018
81019	81020	81021	81022	81023	81024	81025	81026
81027	81028	81029	81030	81031	81032	81033	81034
81035	81036	81037	81038	81039	81040	81041	81042
81043	81044	81045	81046	81047	81048	81049	81050
81051	81052	81053	81054	81055	81056	81057	81058
81059	81060	81061	81062	81063	81064	81065	81066
81067	81068	81069	81070	81071	81072	81073	81074
81075	81076	81077	81078	81079	81080	81081	81082

*ELEMENT_SHELL

\$#	eid	pid	n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7	n8
1	1	2	15	7	36	0	0	0	0	
2	1	7	25	5	36	0	0	0	0	
3	1	32	14	18	35	0	0	0	0	
4	1	15	2	33	16	0	0	0	0	
5	1	35	18	17	34	0	0	0	0	
6	1	16	33	34	17	0	0	0	0	
7	1	25	7	15	26	0	0	0	0	
8	1	14	24	29	18	0	0	0	0	
9	1	26	15	16	27	0	0	0	0	
10	1	18	29	95	17	0	0	0	0	
11	1	27	16	17	95	0	0	0	0	
12	1	36	5	90	2	0	0	0	0	
13	1	85	32	35	87	0	0	0	0	
14	1	2	90	41	33	0	0	0	0	
15	1	87	35	34	40	0	0	0	0	
16	1	33	41	40	34	0	0	0	0	
17	1	46	78	44	45	0	0	0	0	
18	1	47	78	46	50	0	0	0	0	
19	1	52	62	60	55	0	0	0	0	
20	1	45	44	53	58	0	0	0	0	

21	1	55	60	59	54	0	0	0	0
22	1	58	53	54	59	0	0	0	0
23	1	50	46	45	188	0	0	0	0
24	1	62	626	71	60	0	0	0	0
25	1	188	45	58	189	0	0	0	0
26	1	60	71	70	59	0	0	0	0
27	1	189	58	59	70	0	0	0	0
28	1	78	47	84	44	0	0	0	0
29	1	641	52	55	182	0	0	0	0
30	1	44	84	184	53	0	0	0	0
31	1	182	55	54	183	0	0	0	0
32	1	53	184	183	54	0	0	0	0
33	1	85	87	204	627	0	0	0	0
34	1	29	24	101	205	0	0	0	0
35	1	152	158	206	572	0	0	0	0
36	1	463	163	654	207	0	0	0	0
37	1	641	182	208	643	0	0	0	0
38	1	71	626	638	209	0	0	0	0
39	1	87	40	210	204	0	0	0	0
40	1	95	29	205	211	0	0	0	0
41	1	158	159	212	206	0	0	0	0
42	1	166	463	207	213	0	0	0	0
43	1	182	183	214	208	0	0	0	0
44	1	70	71	209	215	0	0	0	0
45	1	40	41	216	210	0	0	0	0
46	1	27	95	211	217	0	0	0	0
47	1	159	422	218	212	0	0	0	0
48	1	461	166	213	219	0	0	0	0
49	1	183	184	220	214	0	0	0	0
50	1	189	70	215	221	0	0	0	0
51	1	41	90	222	216	0	0	0	0
52	1	26	27	217	223	0	0	0	0
53	1	422	423	224	218	0	0	0	0
54	1	460	461	219	225	0	0	0	0
55	1	184	84	226	220	0	0	0	0

56	1	188	189	221	227	0	0	0	0
57	1	90	5	228	222	0	0	0	0
58	1	25	26	223	229	0	0	0	0
59	1	423	418	230	224	0	0	0	0
60	1	436	460	225	231	0	0	0	0
61	1	84	47	232	226	0	0	0	0
62	1	50	188	227	233	0	0	0	0
63	1	654	179	234	207	0	0	0	0
64	1	193	627	204	235	0	0	0	0
65	1	629	193	235	236	0	0	0	0
66	1	638	202	237	209	0	0	0	0
67	1	202	201	238	237	0	0	0	0
68	1	201	200	239	238	0	0	0	0
69	1	195	629	236	240	0	0	0	0
70	1	631	195	240	241	0	0	0	0
71	1	197	631	241	242	0	0	0	0
72	1	200	634	243	239	0	0	0	0
73	1	634	633	244	243	0	0	0	0
74	1	633	197	242	244	0	0	0	0
75	1	179	178	245	234	0	0	0	0
76	1	178	177	246	245	0	0	0	0
77	1	177	650	247	246	0	0	0	0
78	1	110	4050	151	248	0	0	0	0
79	1	644	643	208	249	0	0	0	0
80	1	171	644	249	250	0	0	0	0
81	1	646	171	250	251	0	0	0	0
82	1	647	646	251	252	0	0	0	0
83	1	650	175	253	247	0	0	0	0
84	1	175	174	254	253	0	0	0	0
85	1	174	647	252	254	0	0	0	0
86	1	102	144	255	108	0	0	0	0
87	1	144	4290	256	255	0	0	0	0
88	1	4290	142	257	256	0	0	0	0
89	1	111	110	248	258	0	0	0	0
90	1	112	111	258	259	0	0	0	0

91	1	113	112	259	260	0	0	0	0
92	1	114	113	260	261	0	0	0	0
93	1	142	141	311	257	0	0	0	0
94	1	141	140	305	311	0	0	0	0
95	1	4262	114	261	309	0	0	0	0
96	1	140	139	310	305	0	0	0	0
97	1	139	4285	266	310	0	0	0	0
98	1	116	4262	309	267	0	0	0	0
99	1	117	116	267	268	0	0	0	0
100	1	118	117	268	269	0	0	0	0
101	1	4285	4284	270	266	0	0	0	0
102	1	4284	136	271	270	0	0	0	0
103	1	4266	118	269	272	0	0	0	0
104	1	136	4282	273	271	0	0	0	0
105	1	4282	4281	274	273	0	0	0	0
106	1	120	4266	272	275	0	0	0	0
107	1	121	120	275	276	0	0	0	0
108	1	4269	121	276	277	0	0	0	0
109	1	4281	4280	278	274	0	0	0	0
110	1	4280	132	279	278	0	0	0	0
111	1	4270	4269	277	280	0	0	0	0
112	1	132	4278	281	279	0	0	0	0
113	1	4278	4277	282	281	0	0	0	0
114	1	4277	129	283	282	0	0	0	0
115	1	129	128	312	283	0	0	0	0
116	1	4271	4270	280	285	0	0	0	0
117	1	128	4274	307	312	0	0	0	0
118	1	125	4271	285	287	0	0	0	0
119	1	126	125	287	314	0	0	0	0
120	1	4274	126	314	307	0	0	0	0
121	1	97	103	289	98	0	0	0	0
122	1	573	572	206	290	0	0	0	0
123	1	155	573	290	291	0	0	0	0
124	1	4051	145	575	292	0	0	0	0
125	1	575	155	291	292	0	0	0	0

126	1	151	150	293	248	0	0	0	0
127	1	107	108	255	294	0	0	0	0
128	1	103	104	295	289	0	0	0	0
129	1	150	4054	296	293	0	0	0	0
130	1	106	107	294	297	0	0	0	0
131	1	104	4041	298	295	0	0	0	0
132	1	4041	106	297	298	0	0	0	0
133	1	4054	4053	299	296	0	0	0	0
134	1	147	4051	292	300	0	0	0	0
135	1	4053	147	300	299	0	0	0	0
136	1	101	621	301	205	0	0	0	0
137	1	620	98	289	302	0	0	0	0
138	1	621	620	302	301	0	0	0	0
139	1	418	436	304	303	0	0	0	0
140	1	5	25	305	305	0	0	0	0
141	1	47	50	307	307	0	0	0	0
142	1	304	436	231	309	0	0	0	0
143	1	5	305	310	228	0	0	0	0
144	1	305	25	229	311	0	0	0	0
145	1	307	50	233	312	0	0	0	0
146	1	418	303	313	230	0	0	0	0
147	1	47	307	314	232	0	0	0	0
148	1	215	209	237	315	0	0	0	0
149	1	206	212	316	290	0	0	0	0
150	1	211	205	301	317	0	0	0	0
151	1	204	210	318	235	0	0	0	0
152	1	221	215	315	319	0	0	0	0
153	1	212	218	320	316	0	0	0	0
154	1	217	211	317	321	0	0	0	0
155	1	210	216	322	318	0	0	0	0
156	1	227	221	319	323	0	0	0	0
157	1	218	224	324	320	0	0	0	0
158	1	223	217	321	325	0	0	0	0
159	1	216	222	326	322	0	0	0	0
160	1	208	214	327	249	0	0	0	0

161	1	213	207	234	328	0	0	0	0
162	1	214	220	329	327	0	0	0	0
163	1	219	213	328	330	0	0	0	0
164	1	220	226	331	329	0	0	0	0
165	1	225	219	330	332	0	0	0	0
166	1	226	232	333	331	0	0	0	0
167	1	224	230	334	324	0	0	0	0
168	1	233	227	323	335	0	0	0	0
169	1	229	223	325	336	0	0	0	0
170	1	222	228	337	326	0	0	0	0
171	1	231	225	332	338	0	0	0	0
172	1	237	238	339	315	0	0	0	0
173	1	250	249	327	340	0	0	0	0
174	1	234	245	341	328	0	0	0	0
175	1	251	250	340	342	0	0	0	0
176	1	252	251	342	343	0	0	0	0
177	1	245	246	344	341	0	0	0	0
178	1	246	247	345	344	0	0	0	0
179	1	254	252	343	346	0	0	0	0
180	1	253	254	346	347	0	0	0	0
181	1	247	253	347	345	0	0	0	0
182	1	236	235	318	348	0	0	0	0
183	1	240	236	348	349	0	0	0	0
184	1	241	240	349	350	0	0	0	0
185	1	242	241	350	351	0	0	0	0
186	1	244	242	351	352	0	0	0	0
187	1	243	244	352	353	0	0	0	0
188	1	239	243	353	354	0	0	0	0
189	1	238	239	354	339	0	0	0	0
190	1	255	256	355	294	0	0	0	0
191	1	256	257	336	355	0	0	0	0
192	1	258	248	293	356	0	0	0	0
193	1	259	258	356	334	0	0	0	0
194	1	260	259	334	313	0	0	0	0
195	1	261	260	313	303	0	0	0	0

196	1	303	304	309	261	0	0	0	0
197	1	257	311	229	336	0	0	0	0
198	1	291	290	316	357	0	0	0	0
199	1	292	291	357	300	0	0	0	0
200	1	289	295	358	302	0	0	0	0
201	1	301	302	358	317	0	0	0	0
202	1	297	294	355	359	0	0	0	0
203	1	295	298	360	358	0	0	0	0
204	1	298	297	359	360	0	0	0	0
205	1	293	296	361	356	0	0	0	0
206	1	296	299	362	361	0	0	0	0
207	1	299	300	357	362	0	0	0	0
208	1	334	230	313	313	0	0	0	0
209	1	317	358	360	321	0	0	0	0
210	1	334	356	361	324	0	0	0	0
211	1	355	336	325	359	0	0	0	0
212	1	309	231	338	267	0	0	0	0
213	1	324	361	362	320	0	0	0	0
214	1	321	360	359	325	0	0	0	0
215	1	287	285	363	333	0	0	0	0
216	1	285	280	364	363	0	0	0	0
217	1	280	277	365	364	0	0	0	0
218	1	277	276	366	365	0	0	0	0
219	1	276	275	367	366	0	0	0	0
220	1	275	272	368	367	0	0	0	0
221	1	272	269	369	368	0	0	0	0
222	1	269	268	370	369	0	0	0	0
223	1	268	267	338	370	0	0	0	0
224	1	333	232	314	287	0	0	0	0
225	1	312	233	335	283	0	0	0	0
226	1	281	282	372	371	0	0	0	0
227	1	282	283	335	372	0	0	0	0
228	1	279	281	371	373	0	0	0	0
229	1	278	279	373	374	0	0	0	0
230	1	274	278	374	375	0	0	0	0

231	1	273	274	375	376	0	0	0	0
232	1	271	273	376	377	0	0	0	0
233	1	270	271	377	378	0	0	0	0
234	1	266	270	378	337	0	0	0	0
235	1	337	228	310	266	0	0	0	0
236	1	316	320	362	357	0	0	0	0
237	1	319	315	339	379	0	0	0	0
238	1	327	329	380	340	0	0	0	0
239	1	330	328	341	381	0	0	0	0
240	1	318	322	382	348	0	0	0	0
241	1	342	340	380	383	0	0	0	0
242	1	343	342	383	384	0	0	0	0
243	1	341	344	385	381	0	0	0	0
244	1	344	345	386	385	0	0	0	0
245	1	346	343	384	387	0	0	0	0
246	1	347	346	387	388	0	0	0	0
247	1	345	347	388	386	0	0	0	0
248	1	349	348	382	389	0	0	0	0
249	1	350	349	389	390	0	0	0	0
250	1	351	350	390	391	0	0	0	0
251	1	352	351	391	392	0	0	0	0
252	1	353	352	392	393	0	0	0	0
253	1	354	353	393	394	0	0	0	0
254	1	339	354	394	379	0	0	0	0
255	1	329	331	395	380	0	0	0	0
256	1	331	333	363	395	0	0	0	0
257	1	323	319	379	396	0	0	0	0
258	1	335	323	396	372	0	0	0	0
259	1	332	330	381	397	0	0	0	0
260	1	338	332	397	370	0	0	0	0
261	1	322	326	398	382	0	0	0	0
262	1	326	337	378	398	0	0	0	0
263	1	376	375	400	399	0	0	0	0
264	1	377	376	399	401	0	0	0	0
265	1	378	377	401	398	0	0	0	0

266	1	375	374	402	400	0	0	0	0
267	1	374	373	403	402	0	0	0	0
268	1	373	371	404	403	0	0	0	0
269	1	371	372	396	404	0	0	0	0
270	1	366	367	406	405	0	0	0	0
271	1	365	366	405	407	0	0	0	0
272	1	367	368	408	406	0	0	0	0
273	1	364	365	407	409	0	0	0	0
274	1	363	364	409	395	0	0	0	0
275	1	368	369	410	408	0	0	0	0
276	1	369	370	397	410	0	0	0	0
277	1	389	382	398	401	0	0	0	0
278	1	383	380	395	409	0	0	0	0
279	1	381	385	410	397	0	0	0	0
280	1	379	394	404	396	0	0	0	0
281	1	390	389	401	399	0	0	0	0
282	1	391	390	399	400	0	0	0	0
283	1	385	386	408	410	0	0	0	0
284	1	384	383	409	407	0	0	0	0
285	1	394	393	403	404	0	0	0	0
286	1	393	392	402	403	0	0	0	0
287	1	392	391	400	402	0	0	0	0
288	1	387	384	407	405	0	0	0	0
289	1	388	387	405	406	0	0	0	0
290	1	386	388	406	408	0	0	0	0
291	1	411	452	413	441	0	0	0	0
292	1	434	418	423	413	0	0	0	0
293	1	424	158	152	152	0	0	0	0
294	1	439	428	158	424	0	0	0	0
295	1	159	158	428	427	0	0	0	0
296	1	422	159	427	426	0	0	0	0
297	1	423	422	426	441	0	0	0	0
298	1	413	423	441	441	0	0	0	0
299	1	413	452	435	434	0	0	0	0
300	1	434	435	436	418	0	0	0	0

301	1	438	439	424	457	0	0	0	0
302	1	411	441	426	454	0	0	0	0
303	1	439	438	456	428	0	0	0	0
304	1	454	426	427	449	0	0	0	0
305	1	428	456	449	427	0	0	0	0
306	1	436	435	452	460	0	0	0	0

*ELEMENT_SOLID

\$#	eid	pid	n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7	n8
1	12	63575	63574	64041	65490	65490	65490	65490	65490	65490
2	12	66060	63835	66061	66691	66691	66691	66691	66691	66691
3	12	64246	64245	66371	66516	66516	66516	66516	66516	66516
4	12	63408	63406	63401	68216	68216	68216	68216	68216	68216
5	12	65133	65148	66467	67161	67161	67161	67161	67161	67161
6	12	67661	66974	68974	69816	69816	69816	69816	69816	69816
7	12	65758	65759	65733	67171	67171	67171	67171	67171	67171
8	12	63574	63611	63575	64041	64041	64041	64041	64041	64041
9	12	64339	64384	63787	67135	67135	67135	67135	67135	67135
10	12	68918	68346	68919	69243	69243	69243	69243	69243	69243
11	12	65282	65283	66807	69602	69602	69602	69602	69602	69602
12	12	64254	66904	66936	67003	67003	67003	67003	67003	67003
13	12	69341	69378	69387	69420	69420	69420	69420	69420	69420
14	12	66319	63802	70255	70327	70327	70327	70327	70327	70327
15	12	67890	68019	68054	70242	70242	70242	70242	70242	70242
16	12	66866	66282	67043	67247	67247	67247	67247	67247	67247
17	12	67135	67579	67954	68237	68237	68237	68237	68237	68237
18	12	65430	66327	66493	66890	66890	66890	66890	66890	66890
19	12	64194	64193	67517	67820	67820	67820	67820	67820	67820
20	12	64186	64199	66933	67116	67116	67116	67116	67116	67116
21	12	63245	63244	66011	63243	63243	63243	63243	63243	63243
22	12	67450	67818	67853	67956	67956	67956	67956	67956	67956
23	12	67536	68820	70151	70245	70245	70245	70245	70245	70245
24	12	66054	66058	65828	70392	70392	70392	70392	70392	70392
25	12	67715	67907	69576	69849	69849	69849	69849	69849	69849
26	12	65863	65810	64393	64349	64349	64349	64349	64349	64349
27	12	65148	65147	66181	66467	66467	66467	66467	66467	66467

28	12	64605	64749	64604	66762	66762	66762	66762	66762
29	12	64070	63620	63637	63630	63630	63630	63630	63630
30	12	69019	68776	69230	69670	69670	69670	69670	69670
31	12	68614	66325	69083	69160	69160	69160	69160	69160
32	12	65733	65697	66893	65698	65698	65698	65698	65698
33	12	65728	65729	66193	67220	67220	67220	67220	67220
34	12	66269	65955	66954	67244	67244	67244	67244	67244
35	12	66688	67147	67992	68132	68132	68132	68132	68132
36	12	63309	63297	67434	68854	68854	68854	68854	68854
37	12	64328	64118	66322	64333	64333	64333	64333	64333
38	12	65133	65132	65148	67161	67161	67161	67161	67161
39	12	66851	66805	66937	69838	69838	69838	69838	69838
40	12	64821	68366	68428	64863	64863	64863	64863	64863
41	12	64005	64003	66467	67161	67161	67161	67161	67161
42	12	64636	64635	64579	65860	65860	65860	65860	65860
43	12	68880	67680	69078	70323	70323	70323	70323	70323
44	12	63926	63917	66203	67495	67495	67495	67495	67495
45	12	63877	63906	63139	66443	66443	66443	66443	66443
46	12	67117	66447	67577	68354	68354	68354	68354	68354
47	12	65992	65993	66243	67075	67075	67075	67075	67075
48	12	66470	64440	67018	67120	67120	67120	67120	67120
49	12	67390	67152	67812	67880	67880	67880	67880	67880
50	12	63138	63165	63137	66648	66648	66648	66648	66648
51	12	65720	65749	66584	66904	66904	66904	66904	66904
52	12	68227	68100	69085	69122	69122	69122	69122	69122
53	12	65846	65832	67646	67748	67748	67748	67748	67748
54	12	65731	65745	65708	67194	67194	67194	67194	67194
55	12	68662	66626	68732	69214	69214	69214	69214	69214
56	12	63759	63755	63811	66735	66735	66735	66735	66735
57	12	64320	64401	66280	67633	67633	67633	67633	67633
58	12	65084	65002	66515	66945	66945	66945	66945	66945
59	12	64091	64090	63693	63673	63673	63673	63673	63673
60	12	69172	66572	69400	69402	69402	69402	69402	69402
61	12	66333	66712	67303	67374	67374	67374	67374	67374
62	12	64629	66226	66519	67431	67431	67431	67431	67431

63	12	66236	65418	66839	66890	66890	66890	66890	66890
64	12	63740	63739	70141	70212	70212	70212	70212	70212
65	12	63417	63418	63382	67165	67165	67165	67165	67165
66	12	63130	63151	63873	66767	66767	66767	66767	66767
67	12	63576	65489	63884	63538	63538	63538	63538	63538
68	12	64684	64843	64685	66357	66357	66357	66357	66357
69	12	63715	63717	67312	67375	67375	67375	67375	67375
70	12	66094	66597	66650	67703	67703	67703	67703	67703
71	12	65833	65835	67618	68626	68626	68626	68626	68626
72	12	64613	64612	67303	67374	67374	67374	67374	67374
73	12	64458	64457	67339	68339	68339	68339	68339	68339
74	12	65630	67308	67456	66910	66910	66910	66910	66910
75	12	63689	63662	66190	66382	66382	66382	66382	66382
76	12	65628	65627	65645	66696	66696	66696	66696	66696
77	12	66381	64402	67533	68472	68472	68472	68472	68472
78	12	63890	63534	63881	66300	66300	66300	66300	66300
79	12	67343	67315	67462	67882	67882	67882	67882	67882
80	12	67791	69220	69406	70206	70206	70206	70206	70206
81	12	65355	65354	65364	68242	68242	68242	68242	68242
82	12	65539	65553	65549	67284	67284	67284	67284	67284
83	12	69366	68338	69443	69743	69743	69743	69743	69743
84	12	67011	63513	68767	70377	70377	70377	70377	70377
85	12	66349	67194	67772	68471	68471	68471	68471	68471
86	12	64924	64985	64925	67428	67428	67428	67428	67428
87	12	63658	63628	64064	63659	63659	63659	63659	63659
88	12	65512	65518	66379	67240	67240	67240	67240	67240
89	12	66005	66030	66902	66004	66004	66004	66004	66004
90	12	63253	63273	66286	63274	63274	63274	63274	63274
91	12	64794	64713	68791	69060	69060	69060	69060	69060
92	12	64076	64075	64316	66869	66869	66869	66869	66869
93	12	68903	69088	69388	69521	69521	69521	69521	69521
94	12	64682	65416	64681	66260	66260	66260	66260	66260
95	12	63912	65977	66271	67649	67649	67649	67649	67649
96	12	69722	66645	69731	69814	69814	69814	69814	69814
97	12	66310	66362	67323	67392	67392	67392	67392	67392

98	12	63948	63259	66824	63260	63260	63260	63260	63260
99	12	63741	66153	63729	70290	70290	70290	70290	70290
100	12	67714	66750	67953	68251	68251	68251	68251	68251
101	12	63236	65964	65965	63235	63235	63235	63235	63235
102	12	65393	65402	66382	66477	66477	66477	66477	66477
103	12	66896	66446	66958	68005	68005	68005	68005	68005
104	12	65688	65694	66903	65693	65693	65693	65693	65693
105	12	63468	64309	64377	66755	66755	66755	66755	66755
106	12	63238	63249	65973	63248	63248	63248	63248	63248
107	12	66797	67495	67739	68123	68123	68123	68123	68123
108	12	68278	66927	69032	69070	69070	69070	69070	69070
109	12	64188	64192	64189	67146	67146	67146	67146	67146
110	12	67053	66262	67466	68698	68698	68698	68698	68698
111	12	63139	63168	63877	67481	67481	67481	67481	67481
112	12	63371	63375	66314	66827	66827	66827	66827	66827
113	12	67250	63804	68450	70303	70303	70303	70303	70303
114	12	65549	65537	64717	64542	64542	64542	64542	64542
115	12	68199	66815	69103	69965	69965	69965	69965	69965
116	12	64578	64635	65867	65860	65860	65860	65860	65860
117	12	63735	63743	64145	63744	63744	63744	63744	63744
118	12	64702	64784	66953	67474	67474	67474	67474	67474
119	12	63789	63793	68229	68583	68583	68583	68583	68583
120	12	68868	67791	70079	70084	70084	70084	70084	70084
121	12	67409	66330	67574	68087	68087	68087	68087	68087
122	12	66659	66403	67412	67625	67625	67625	67625	67625
123	12	66997	63257	67862	68351	68351	68351	68351	68351
124	12	63584	63544	67981	68022	68022	68022	68022	68022
125	12	67368	67852	68462	68551	68551	68551	68551	68551
126	12	65649	65648	65656	66782	66782	66782	66782	66782
127	12	64709	65529	65525	67254	67254	67254	67254	67254
128	12	63478	63128	66568	67550	67550	67550	67550	67550
129	12	68304	69621	69729	69754	69754	69754	69754	69754
130	12	63790	63821	63776	67211	67211	67211	67211	67211
131	12	66196	64013	67142	68643	68643	68643	68643	68643
132	12	64020	66742	67594	67630	67630	67630	67630	67630

133	12	65749	65748	65720	66584	66584	66584	66584	66584
134	12	66464	66956	67625	68040	68040	68040	68040	68040
135	12	67144	69084	69107	69344	69344	69344	69344	69344
136	12	64389	64447	64388	67198	67198	67198	67198	67198
137	12	67478	67829	68375	68388	68388	68388	68388	68388
138	12	65986	65985	65927	66538	66538	66538	66538	66538
139	12	66618	65998	67574	67632	67632	67632	67632	67632
140	12	64007	68374	63465	67984	67984	67984	67984	67984
141	12	66324	66012	67229	67473	67473	67473	67473	67473
142	12	63381	63373	63416	66856	66856	66856	66856	66856
143	12	63498	63425	66398	66439	66439	66439	66439	66439
144	12	67907	67154	70000	70082	70082	70082	70082	70082
145	12	64483	64405	66774	66830	66830	66830	66830	66830
146	12	63962	63738	70240	63739	63739	63739	63739	63739
147	12	63630	64062	64063	64066	64066	64066	64066	64066
148	12	65384	65408	64685	65407	65407	65407	65407	65407
149	12	63201	63202	66291	66788	66788	66788	66788	66788
150	12	66431	66692	67208	67274	67274	67274	67274	67274
151	12	65917	63816	63829	63807	63807	63807	63807	63807
152	12	66352	65730	66975	68477	68477	68477	68477	68477
153	12	65145	65099	66196	66695	66695	66695	66695	66695
154	12	66635	68990	70365	70376	70376	70376	70376	70376
155	12	63939	67691	68215	70226	70226	70226	70226	70226
156	12	63353	66881	67571	67675	67675	67675	67675	67675
157	12	67197	68837	69305	69404	69404	69404	69404	69404
158	12	63669	63653	63652	66236	66236	66236	66236	66236
159	12	66565	66340	67115	67117	67117	67117	67117	67117
160	12	64294	64235	64293	67049	67049	67049	67049	67049
161	12	63850	63847	67267	67277	67277	67277	67277	67277
162	12	66179	66990	67686	67801	67801	67801	67801	67801
163	12	66491	66547	66885	68125	68125	68125	68125	68125
164	12	64491	64490	64507	66753	66753	66753	66753	66753
165	12	65428	65429	65417	66236	66236	66236	66236	66236
166	12	66589	67944	68678	68898	68898	68898	68898	68898
167	12	66326	66478	67350	70353	70353	70353	70353	70353

168	12	66557	63992	67005	67076	67076	67076	67076	67076
169	12	66539	66371	67392	67671	67671	67671	67671	67671
170	12	65268	65267	65285	66786	66786	66786	66786	66786
171	12	64180	64179	66992	68284	68284	68284	68284	68284
172	12	65935	66709	66718	67072	67072	67072	67072	67072
173	12	63821	63820	66875	67634	67634	67634	67634	67634
174	12	67260	64199	68299	68881	68881	68881	68881	68881
175	12	68346	66998	69243	69454	69454	69454	69454	69454
176	12	64643	64560	64644	69609	69609	69609	69609	69609
177	12	64023	64021	69163	69391	69391	69391	69391	69391
178	12	64506	64491	64507	66907	66907	66907	66907	66907
179	12	64085	64102	63685	64103	64103	64103	64103	64103
180	12	65732	66811	67225	67458	67458	67458	67458	67458
181	12	67201	67247	67639	68106	68106	68106	68106	68106
182	12	69918	68669	70297	70308	70308	70308	70308	70308
183	12	66831	63825	67208	67310	67310	67310	67310	67310
184	12	63223	63236	65902	65903	65903	65903	65903	65903
185	12	63973	65836	63972	65834	65834	65834	65834	65834
186	12	67483	67433	67582	68333	68333	68333	68333	68333
187	12	63205	63206	66350	66504	66504	66504	66504	66504
188	12	66457	67788	70058	70149	70149	70149	70149	70149
189	12	63533	63593	64050	63595	63595	63595	63595	63595
190	12	66440	63905	66443	67024	67024	67024	67024	67024
191	12	66046	64596	66104	66105	66105	66105	66105	66105
192	12	68088	68886	69521	70193	70193	70193	70193	70193
193	12	65925	65984	66524	65985	65985	65985	65985	65985
194	12	66494	64895	66605	67452	67452	67452	67452	67452
195	12	64748	64747	66430	66569	66569	66569	66569	66569
196	12	64022	66663	66870	67054	67054	67054	67054	67054
197	12	66392	63232	66758	67075	67075	67075	67075	67075
198	12	65948	65998	65999	66618	66618	66618	66618	66618
199	12	64199	64195	64198	66933	66933	66933	66933	66933
200	12	70001	68343	70114	70187	70187	70187	70187	70187
201	12	66401	66224	66933	67576	67576	67576	67576	67576
202	12	63880	69202	69289	69532	69532	69532	69532	69532

203	12	64319	63116	66280	63117	63117	63117	63117	63117
204	12	64212	64273	68142	68479	68479	68479	68479	68479
205	12	68145	69387	69394	70144	70144	70144	70144	70144
206	12	63920	63889	66300	69102	69102	69102	69102	69102
207	12	67573	67504	67578	68072	68072	68072	68072	68072
208	12	67346	69469	69523	69688	69688	69688	69688	69688
209	12	64700	65485	65486	66685	66685	66685	66685	66685
210	12	65741	65740	65713	66542	66542	66542	66542	66542
211	12	67680	68054	68091	68334	68334	68334	68334	68334
212	12	64428	64312	66981	67079	67079	67079	67079	67079
213	12	63827	65849	63829	67824	67824	67824	67824	67824
214	12	69862	69707	69892	70011	70011	70011	70011	70011
215	12	64687	64845	67230	67697	67697	67697	67697	67697
216	12	65496	63571	65492	66810	66810	66810	66810	66810
217	12	67444	66589	68678	68898	68898	68898	68898	68898
218	12	66671	67744	67988	68086	68086	68086	68086	68086
219	12	63379	67908	68274	68556	68556	68556	68556	68556
220	12	67808	70369	70380	70381	70381	70381	70381	70381
221	12	64811	64730	67298	67600	67600	67600	67600	67600
222	12	66344	66494	67092	67178	67178	67178	67178	67178
223	12	66578	67275	68434	68565	68565	68565	68565	68565
224	12	67387	68074	68089	68730	68730	68730	68730	68730
225	12	69894	68915	70026	70032	70032	70032	70032	70032
226	12	67248	67962	68404	68542	68542	68542	68542	68542
227	12	66484	66446	67257	67453	67453	67453	67453	67453
228	12	67440	68442	68677	68683	68683	68683	68683	68683
229	12	63227	64055	66302	67543	67543	67543	67543	67543
230	12	66008	63249	66009	65971	65971	65971	65971	65971
231	12	67940	63551	68063	68270	68270	68270	68270	68270
232	12	65798	64626	65893	64627	64627	64627	64627	64627
233	12	65691	63347	64200	64229	64229	64229	64229	64229
234	12	63406	63395	66289	63402	63402	63402	63402	63402
235	12	68708	63562	68858	69437	69437	69437	69437	69437
236	12	64576	64629	65890	64630	64630	64630	64630	64630
237	12	64911	64788	66625	67587	67587	67587	67587	67587

238	12	63985	63999	67520	67678	67678	67678	67678	67678
239	12	65889	65800	64630	64631	64631	64631	64631	64631
240	12	63977	63976	65832	66615	66615	66615	66615	66615
241	12	64996	67334	67454	67973	67973	67973	67973	67973
242	12	67375	67312	69328	69356	69356	69356	69356	69356
243	12	65742	65714	66858	68547	68547	68547	68547	68547
244	12	65766	66258	66604	66858	66858	66858	66858	66858
245	12	64383	64382	66884	67379	67379	67379	67379	67379
246	12	68126	69556	69851	69913	69913	69913	69913	69913
247	12	67042	65461	68935	69206	69206	69206	69206	69206
248	12	64521	64520	64523	67638	67638	67638	67638	67638
249	12	67001	67611	67867	69159	69159	69159	69159	69159
250	12	69302	66586	69496	69497	69497	69497	69497	69497
251	12	66304	68976	69061	69306	69306	69306	69306	69306
252	12	65973	63246	63248	66010	66010	66010	66010	66010
253	12	65859	65950	65949	66771	66771	66771	66771	66771
254	12	70287	68695	70319	70321	70321	70321	70321	70321
255	12	65127	65130	66441	67289	67289	67289	67289	67289
256	12	66646	66356	67032	67437	67437	67437	67437	67437
257	12	65042	65004	66838	70155	70155	70155	70155	70155
258	12	65283	65272	66676	69602	69602	69602	69602	69602
259	12	65551	65552	67058	67483	67483	67483	67483	67483
260	12	65412	63935	65432	65431	65431	65431	65431	65431
261	12	66290	69147	70037	70138	70138	70138	70138	70138
262	12	63687	63677	66987	67496	67496	67496	67496	67496
263	12	67717	66850	67729	68222	68222	68222	68222	68222
264	12	66877	67786	67909	68012	68012	68012	68012	68012
265	12	65925	65863	67256	65857	65857	65857	65857	65857

*END

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] EPP, *Referencia:*
https://www.bpf.co.uk/plastipedia/polymers/Expanded_Polypr_opylene_EPP.aspx.
- [2] LS DYNA Keyword user's manual Volume 1.
Referencia: <https://www.dynasupport.com/manuals>.
- [3] LS DYNA Keyword user's manual Volume 2.
Referencia: <https://www.dynasupport.com/manuals>.
- [4] Slik G, Vogel G, Chawda V, "Material model validation of a high efficient energy absorbing foam," in Proceedings of the 5th LS-DYNA Forum, Materials Engineering Centre, Ulm, Germany, 2006.
- [5] Maier S, Helbig M, Hertneck H, Fehr J. "Characterisation of an energy absorbing foam for motorcycle rider protection in LS-DYNA" 2021.
- [6] Gama NV, Ferreira A, Barros-Timmons A, "Polyurethane foams: Past, present, and future", *Materials*, vol. 11, nr. 10, pp. 1841, 2018.
- [7] Shah Q H, and Topa A, "Modeling large deformation and failure of expanded polystyrene crushable foam using LS-DYNA" *Modelling and Simulation in Engineering*, pp. 1, 2014.
- [8] Groves SE, Sanchez RJ, Lyon RE, Brown AE, "High strain rate effects for composite materials", *ASTM Special Technical Publication*, vol. 1206, pp. 162, 1993.
- [9] Croop B, Lobo H, Datapoint Labs NY, "Selecting material models for the simulation of foams in LS-DYNA", In 7th European LS-Dyna conference, pp. 1-6, 2009.
- [10] Sadighi M, Salami S. "An investigation on low-velocity impact response of elastomeric & crushable foams" *Open Engineering*, vol. 2, nr. 4, pp. 627-637, 2012.
- [11] Reglamento n.o 129 de las Naciones Unidas: Prescripciones uniformes relativas a la homologación de sistemas reforzados de retención infantil utilizados a bordo de vehículos de motor [2021/1806]