

2018/
2019

INTERSEAT III

Desarrollo de sistemas de calidad y seguridad mejorados, en el mobiliario de asiento y descanso, así como sus materiales, para incrementar su competitividad

Nº Expediente: **IMDEEA/2018/27**

Programa: PROYECTO DE I+D EN COOPERACIÓN CON EMPRESAS

Breve descripción.

Se ha recopilado en el presente informe las actividades realizadas y los resultados obtenidos durante el tercer y último año de desarrollo del proyecto INTERSEAT con el fin de informar a todos los medios posibles y a las empresas.

Realizado por: AIDIMME



Durante esta tercera y última anualidad del proyecto INTERSEAT, se ha iniciado y finalizado, tal y como estaba previsto, el Paquete de Trabajo 1, en el que este año correspondía actualizar la recopilación realizada durante la primera anualidad del proyecto sobre las distintas normativas vigentes, legislaciones, sellos de calidad, etc., tanto nacionales como internacionales, que implican a los elementos de asiento y descanso. Así como las Tareas 2.1 y 2.2., correspondientes al Paquete de Trabajo 2, de valoración del mobiliario de colchones y camas y sus materiales. También las Tareas 3.1 y 3.2 correspondientes al Paquete de Trabajo 3, de valoración de los criterios de los elementos de mobiliario: colchones y camas. El Paquete de Trabajo 4, de procedimientos de mejora, que se lleva realizando desde el principio de la segunda anualidad y sus resultados finales se presentan en un único entregable que se ha obtenido al terminar esta tercera y última anualidad.

A continuación se describe cada una de estas actividades.

RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

En el Paquete de Trabajo 1 se revisó y actualizó la información recopilada durante el primer año del proyecto INTERSEAT, donde se clasificaba la información concerniente a los requisitos de seguridad y calidad que deben reunir tanto el mobiliario de asiento como el de descanso, para su comercialización en el mercado nacional, europeo e internacional. Estos requisitos atañen al ámbito reglamentario y también al ámbito voluntario. Al haber pasado tres años, algunos de estos requisitos han cambiado o actualizado.

VALORACIÓN DEL MOBILIARIO DE ASIENTO Y DESCANSO Y SUS MATERIALES

En el Paquete de Trabajo 2 se realizaron, en cuanto a seguridad se refiere, por un lado, los procedimientos de valoración y el análisis de los resultados obtenidos en diferentes modelos de colchones nuevos, siguiendo la norma ISO 16000:2011 partes 3, 6, 9 y 11 para COVS, que se aplica al mercado español y europeo, utilizando como requerimientos la Ecoetiqueta europea. Al mismo tiempo se realizaron los procedimientos de valoración de COVs para estos mismos colchones según la norma americana equivalente ANSI BIFMA M7.1, cuyo procedimiento se basa también en la norma internacional ISO 16000, con algunas pequeñas diferencias, y se analizaron los resultados obtenidos con los requeridos por CertiPUR-US®, que es estadounidense.

Por otro lado, se realizaron los correspondientes procedimientos de valoración y el análisis de resultados de diferentes modelos de colchones para comprobar su comportamiento al fuego de cigarrillo, siguiendo la norma europea UNE EN 597-1_2016 para el mercado español y europeo, la británica BS_7177+A1:2011 y la norma americana 16CFR 1632, para el mercado estadounidense.

En cuanto a seguridad se refiere, se han tenido en cuenta aspectos relacionados con criterios de seguridad de los colchones en exclusiva, ya que en el conjunto cama-colchón, la seguridad se ve siempre más comprometida por el colchón. Además, prácticamente no hay normativa específica de fuego ni COVs en camas, ya que la parte con mayor riesgo de incendio y emisión de COVs es claramente el colchón.

En cuanto a calidad se refiere, por un lado, se estudiaron los procedimientos de valoración en diferentes modelos de colchones nuevos, siguiendo la norma UNE EN 1957_2013, que se aplica al mercado español y europeo, mientras que por otro lado, se analizaron los procedimientos de valoración de estos mismos colchones según la norma americana ASTM F1566-14, equivalente a la norma europea para el mercado de los EEUU.

Por otro lado, se realizaron los correspondientes procedimientos de valoración y el análisis de resultados de diferentes modelos de camas siguiendo la norma europea UNE EN 1725_1998, para el mercado español y europeo, y la norma ISO internacional recién publicada ISO 19833:2018. Esta norma ISO es una norma de consulta a nivel internacional en la que se basarán las futuras normas para camas en muchos países. Las dos normas son parecidas pero la UNE EN 1725_1998, es una norma antigua, que no ha variado en 30 años, y la norma ISO 19833:2018 incorpora nuevas medidas y ensayos, y pretende modernizar a nivel mundial la actual norma europea.

- RESULTADOS OBTENIDOS EN COLCHONES.

Todos los estudios en colchones se realizaron sobre dos muestras de colchones diferentes:

- Colchón de muelles, es un colchón de 24,2 cm de altura, 90,4 cm de anchura y 190,5 cm de longitud.



Figura 1: Colchón de muelles ("Colchón MU").

Este colchón simétrico por ambas caras, presentando una primera capa de tela, seguida por 6 capas diferentes de espumas y material aislante, y en el centro se encuentran en entramado de muelles, sin ensacar y entrelazados entre ellos en una estructura tridimensional. Es un colchón de muelles clásico y típico, que a partir de ahora se referirá a él como “Colchón MU”.

- Colchón de espuma, es un colchón de 24,0 cm de altura, 90,2 cm de anchura y 188,5 cm de longitud.



Figura 2: Colchón de espuma (“Colchón ES”).

Este colchón no es simétrico, presentando una primera capa de tela en ambos lados, seguida por 1 capa de viscoelástica de diferente grosor en la parte de arriba y en la parte de abajo (3 cm de grosor la superior y 1,5 cm de grosor la inferior), y en el centro se encuentra una capa gruesa de espuma de poliuretano de 20 cm. Es un colchón de espuma clásico y típico, que a partir de ahora se referirá a él como “Colchón ES”.

1.- Análisis de COVs y resultados obtenidos con las muestras de colchones analizadas.

- Muestreo, transporte y almacenaje de las muestras

Se acordó con las dos empresas colaboradoras del proyecto, el abastecimiento de un colchón de muelles y otro de espuma, que representaran, de manera general, los colchones que existen en el mercado.

Ambas empresas proporcionaron los colchones debidamente embalados y a los pocos días de su fabricación, tal y como requieren ambas normativas y como muestran la Figura 1 y la Figura 2.

Los colchones se almacenaron en una cámara de acondicionamiento (23 °C y 50 % de HR) durante 3 días, cumpliendo con las exigencias de las dos normas.

- Preparación de las probetas

Los colchones se cortaron en probetas de 40 cm x 30 cm de manera que el factor de carga es de $0,4 \text{ m}^2/\text{m}^3$.

A continuación se sellan los lados cortados con cinta adhesiva de aluminio, para que no emitan COVs adicionales y den unos valores erróneos (Figura 3).



Figura 3: Muestras selladas de Colchón Mu y Colchón ES para emisiones de COVs.

- Condiciones y método de ensayo

Las probetas se introducen en el centro de la cámara de emisión de 1 m³ y unas condiciones de 23 °C y 50 % de HR (Figura 4).

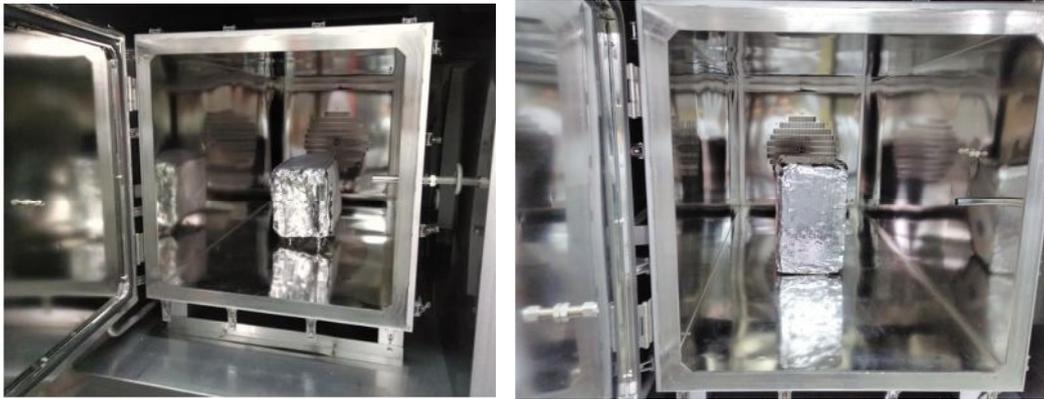


Figura 4: Muestras de ambos colchones en la cámara de emisión de 1 m³.

- Determinación de COVs

Para determinar los COVs se captó un volumen de aire del interior de la cámara de análisis a través de un tubo adsorbente de Tenax TA®.

El tubo se desorbió térmicamente y se transfirió a un cromatógrafo de gases (Figura 5).

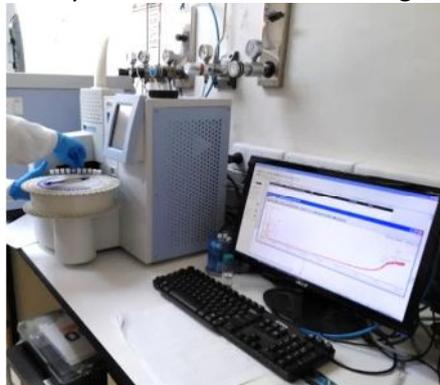


Figura 5: Análisis en cromatógrafo de gases de los COVs en las muestras de colchones.

- Determinación de formaldehído

Para la determinación de formaldehído y otros compuestos carbonílicos que se requieran, se aspira el aire a través de un cartucho que contiene sílica gel recubierta con el reactivo 2,4-dinitrofenilhidrazina (DNPH), mostrado en la Figura 6.



Figura 6: Cartucho para determinación de formaldehído con sílica gel recubierta de DNPH.

Los derivados que se extraen del DNPH se analizan utilizando la cromatografía HPLC.

- Concentraciones obtenidas

Compuesto	Colchón MU		Colchón ES		Ecoetiqueta (mg/m ³)	Certipur-US® (mg/m ³)
	3 días	28 días	3 días	28 días		
Formaldehído	0,042	0,040	0,017	0,025	< 0,01	< 0,1
Benceno	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	-	< 0,5
Tolueno	0,014	0,0108	0,0176	0,0137	-	< 0,5
Estireno	0,0044	0,003	< 0,002	< 0,002	-	< 0,3
Vinilciclohexeno	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	-	< ID*
4-Fenilciclohexeno	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	-	< ID*
Butadieno	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	-	< ID*
Cloruro de vinilo	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	-	< ID*
Hidrocarburos aromáticos	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	-	< 0,5
TCOV	0,164	0,226	0,063	0,057	< 0,5	< 0,5

*ID Índice de Detección del equipo

2.- Resultados obtenidos en Seguridad frente al fuego en colchones.

En cuanto a la seguridad frente al fuego, se hizo un estudio exhaustivo de diferentes normas internacionales, debido al peligro de incendio que presentan estos elementos de mobiliario. Además en España, tan solo se requiere el cumplimiento de la norma de cerilla y cigarrillo UNE EN 597-1 y 2. Mientras que en otros países europeos, como Reino Unido, también requieren el cumplimiento de la norma BS_7177+A1:2011. En EEUU, al ser el mercado que más se ha estudiado en el proyecto, se ha comprobado que también demandan el cumplimiento de una normativa con cigarrillo, la 16 CFR-1632, que aun siendo comparables, al ser fuentes de ignición distintas (los cigarrillos son diferentes) hay que llevar a cabo ambos análisis.

Todas estas normas se han estudiado pormenorizadamente, tanto sus requisitos, procedimientos y criterios necesarios y se han aplicado a colchones representativos de nuestras empresas.

- UNE-EN 597-1 y 2.

La norma UNE-EN 597- 1 y 2 se divide en dos partes que se diferencian en la fuente de ignición. Ambas partes se realizaron en cada colchón obteniéndose los resultados que se muestran a continuación.

Fuente de ignición: cigarrillo en combustión.

Para este estudio se utilizaron cigarrillos cilíndricos, sin boquilla. La Figura 7 muestra la realización de este estudio en ambas muestras de colchón.



Figura 7: Realización de la norma UNE-EN 597 con cigarrillo en combustión en la muestra colchón MU y ES.

Los resultados se observan desde dos puntos de vista. En el primero se constata si hay ignición por combustión progresiva, y en segundo lugar se confirma si hay ignición por llama en ambos colchones.

Todos los resultados se plasman en diferentes tablas que se analizaron en el Paquete de Trabajo 3.

Fuente de ignición: llama de gas (equivalente a una cerilla).

En esta parte de la norma UNE-EN 597, el principio del método es el mismo que en el anterior, y consiste en someter a diferentes zonas de la superficie superior del colchón a una llama de gas equivalente a lo que sería una cerilla (Figura 8).



Figura 8: Realización de la norma UNE-EN 597 con llama de gas en la muestra colchón MU y ES.

Los resultados también se proporcionan, comprobando si se ha producido ignición, y si ésta ha sido por combustión progresiva o por llama.

Finalmente se plasman los resultados finales de ambos colchones en tablas recogidas y analizadas en el Paquete de Trabajo 3.

- BS 6807:2006

La reglamentación británica amplía la normativa europea UNE-EN 597 para cigarrillo y llama, e incluye unas especificaciones, según las cuales nuestras muestras deben pasar los requerimientos de la norma UNE-EN 597 y además pasar la clasificación “medium hazard” de la norma BS 6807:2006, a la que le corresponde la pira 5.

La pira se construye según marca la normativa y se puede observar en la Figura 9.



Figura 9: Pira 5 utilizada durante la realización del estudio de la normativa BS 6807:2006.

Este estudio solamente se realizó en el colchón MU, debido a que el colchón ES presentó ignición por llama en la zona lisa con una llama menor a la que forma la Pira 5.

Las condiciones previas al análisis se recogen en la Tabla 1.

ACONDICIONAMIENTO	Tiempo	Temperatura (°C)	Humedad Relativa
Previas al análisis	> 16h	23 ± 2	50 ± 5
Durante el análisis	(1)	18,7	47,5

(1) Condiciones tomadas al inicio del análisis

Tabla 1: Condiciones previas al estudio de la norma BS 6807:2006 con la pira 5 y el colchón MU.



Figura 10: Imágenes de la aplicación de la norma BS 6807:2006 con la pira 5 en el colchón MU.

Todos los resultados se plasman en diferentes tablas que se analizaron en el Paquete de Trabajo 3.

- 16 CFR-1632

La norma americana 16 CFR-1632 describe un método para determinar la resistencia a la ignición de un colchón cuando éste se expone a un cigarrillo encendido, tanto sobre la superficie directa del colchón como dentro de dos sábanas sobre el colchón.

Los cigarrillos que requiere esta norma son diferentes a los de la norma europea, así que se realizó un estudio del mercado de tabaco y se adquirieron los cigarrillos que cumplían las condiciones exigidas. También se adquirieron las sábanas requeridas y se les realizó el lavado previo tal y como indica la norma 16 CFR-1632.

En la Figura 11 se muestran los estudios realizados sobre el colchón MU y ES según los requisitos de la norma 16 CFR-1632, tanto sobre el colchón como sobre la sábana.



Figura 11: Realización del análisis en los colchones MU y ES de resistencia a la ignición de los colchones según la norma americana 16 CFR-1632

Según la norma 16 CFR-1632, se considera que los colchones cumplen con sus requisitos cuando la medida de la zona carbonizada no supera la distancia de 2 pulgadas (5,1cm) en cualquier dirección alrededor de cada punto de ignición.

Todos los resultados se plasman en diferentes tablas que se analizaron en el Paquete de Trabajo 3.

- UNE EN 1957_2013

Durabilidad

- Acondicionamiento de una semana

Los colchones se almacenaron en una cámara de acondicionamiento bajo las condiciones de $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ y $(50 \pm 5) \%$ de humedad relativa, tal y como indica la norma.

- Preacondicionamiento de 100 ciclos

A continuación se preacondicionan los colchones realizando 100 ciclos (un ciclo constituye un desplazamiento de ida y vuelta) con el rodillo descrito anteriormente (Figura 12).



Figura 12: Preacondicionamiento de los colchones durante 100 ciclos.

- Acondicionado de al menos 5 h

Los colchones preacondicionados se vuelven a almacenar en una cámara de acondicionamiento bajo las mismas condiciones de $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ y $(50 \pm 5) \%$ de humedad relativa. Se dejaron almacenados más de 5 h, aproximadamente 15 h.

- Medición de la altura y de la dureza a 100 ciclos

Después de sacar los colchones de la cámara de acondicionamiento, se dejan reposar 5 minutos y a continuación se mide la altura y la dureza, tal y como se explicó anteriormente (Figura 13). Estas medidas constituirán las medidas iniciales del colchón.



Figura 13: Medición de la altura y la dureza a los 100 ciclos en ambos colchones.

Durabilidad del borde de la cama

La realización completa y correcta de este estudio se lleva a cabo siguiendo 4 pasos.

- Durabilidad a 100 ciclos

En primer lugar, y para acondicionar la muestra, se aplica, con el indenter, una fuerza de 1000 N durante 100 ciclos, aplicándose la fuerza sobre la superficie superior del colchón, en el medio de la longitud del lateral y a 200 mm del borde (Figura 14). La carga se mantiene durante $(3 \pm 1) \text{ s}$.



Figura 14: Ejemplo de la medición para la correcta colocación del indentor sobre el lateral del colchón MU según la norma UNE EN 1957_2013.

- Medición de altura de la unidad a 100 ciclos

Después de la aplicación de los 100 ciclos sobre el lateral del colchón se mide la altura en el punto donde se aplicó la fuerza (Figura 15).



Figura 15: Medición de la altura y la dureza a los 100 ciclos en el lateral de ambos colchones.

Estas medidas constituirán las medidas iniciales del colchón.

- Durabilidad del borde de la cama: 4900 ciclos

A continuación se vuelve a aplicar el indentor en el mismo punto en ambos colchones, esta vez durante 4.900 ciclos, de manera que junto los 100 primeros sumen los 5.000 ciclos que pide la normativa para la evaluación de los colchones (Figura 16).



Figura 16: Aplicación del indentor en el lateral de los colchones MU y ES.

- Medición de altura de la unidad y pérdida de altura

Finalmente, se vuelve a medir la dureza y la altura y se compara la pérdida de ésta entre la que tenía inicialmente (a los 100 ciclos) y la que tienen después de 4.900 ciclos adicionales.

Tras finalizar el estudio de durabilidad del lateral, no se observaron desperfectos estructurales internos o externos tales como roturas en telas de cubierta, desgarros, etc.

- ASTM F1566-14

Los colchones utilizados para realizar los estudios con la norma americana ASTM F1566-14 (realizada por primera vez en ADIMME) fueron los mismos que los utilizados para la norma europea UNE EN 1957_2013, colchón MU y colchón ES, aunque con muestras nuevas.

Tasa de firmeza

En la Figura 17 se muestra la pletina con las dimensiones exactas que marca la norma ASTM F1566-14, junto con el equipo con el que se realizó el estudio.



Figura 17: Pletina y equipo para la obtención de la tasa de firmeza según la norma ASTM F1566-14.

Durante el análisis se colocó la pletina en el centro del colchón y se pre-flexionó el área dos veces a una velocidad de 250 mm/min con una carga de 778 ± 5 N.

La muestra se precargó a 4,4 N y se empujó la pletina hacia abajo hasta una carga de 778 N (Figura 18).

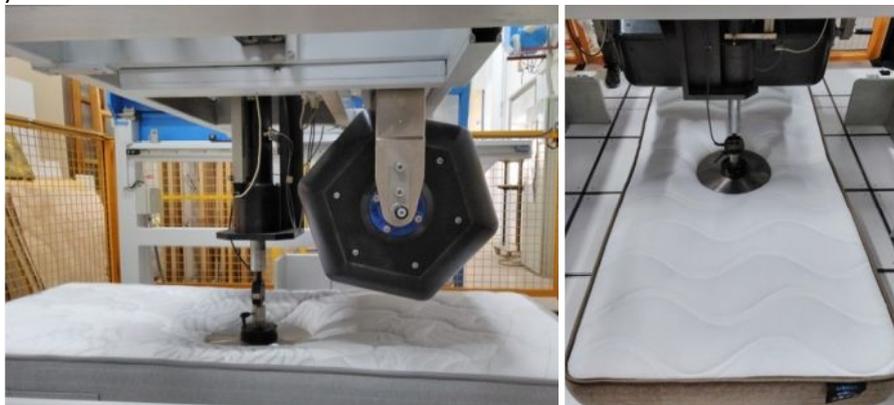


Figura 18: Realización del estudio para la obtención de la tasa de firmeza de los colchones MU y ES, según la norma ASTM F1566-14.

La Tasa de Firmeza se consigue dividiendo 778 N entre la altura que se ha alcanzado en la aplicación de dicha carga.

Test de durabilidad

El test de durabilidad se realizó con un rodillo Juggernaut adquirido por AIDIMME para la realización del proyecto y que se muestra en la Figura 19.

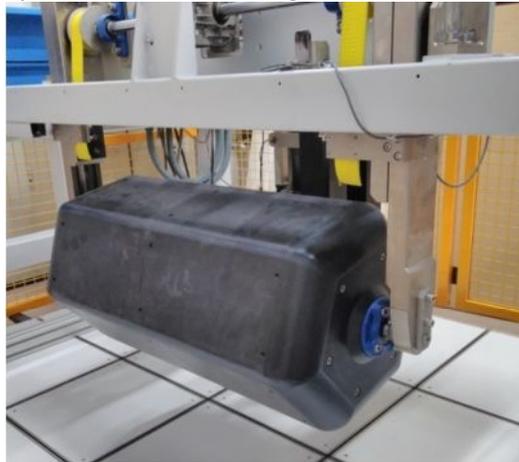


Figura 19: Rodillo Juggernaut con el que se realizó el test de durabilidad según la norma ASTM F1566-14.

El rodillo se dispuso de manera que la carrera máxima fuera el ancho del colchón, menos el ancho de un lado plano del rodillo. Se realizaron un total de 100.000 ciclos, tal y como marca la norma (Figura 20).



Figura 20: Realización del test de durabilidad de los colchones MU y ES, según la norma ASTM F1566-14.

Después de la recuperación de la muestra se determinó el grado de firmeza y altura, como se describe en el apartado anterior y se compara con los obtenidos en el apartado 2.2.2.1.

La Tasa de firmeza se consigue dividiendo 778 N entre la altura que se ha alcanzado en la aplicación de dicha carga.

Test de impacto

Según la norma ASTM F1566-14, para realizar el test de impacto se necesita una pletina y equipo de impacto como los que muestra la Figura 21. Como se observa en dicha figura la pletina se cargó de manera que el peso total a impactar sobre el colchón fue de $79,5 \pm 1,0$ kg.

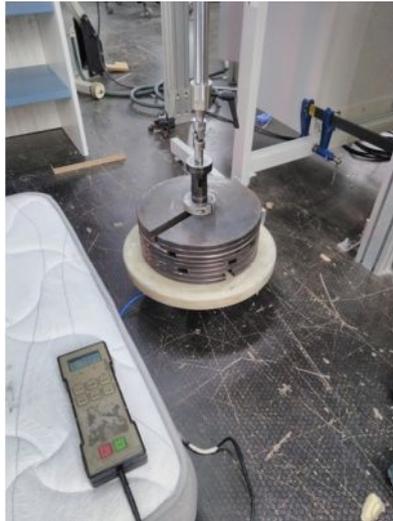


Figura 21: Pletina y equipo de impacto utilizado para el test de impacto según la norma ASTM F1566-14.

Para medir la deformación del colchón se realizó un montaje con un láser de medición en una posición fija, de manera que se medía la distancia del punto fijo al colchón, tanto al inicio como después de cada impacto. De esta forma, se calcula la deformación restando la distancia a diferentes alturas de impacto menos la distancia inicial del colchón (Figura 22).



Figura 22: Montaje del ensayo de impacto con el láser de medición. En ambas imágenes el láser se encuentra midiendo la distancia al punto "4".

Seguidamente se seleccionaron las diferentes ubicaciones de impacto para comparar el comportamiento en las distintas posiciones, tanto en el colchón MU como en el ES, tal y como marca la norma. La Figura 23 muestra las posiciones que se impactaron.

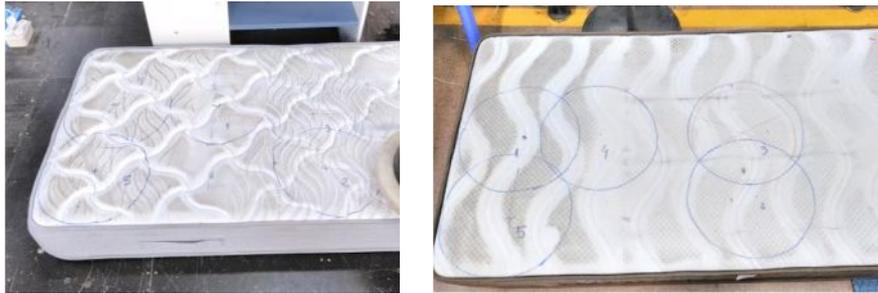


Figura 23: Ubicaciones calculadas para el impacto en el colchón MU y ES según la norma ASTM F1566-14.

Seguidamente se midió la distancia inicial de las muestras en dichas ubicaciones (de la 1 a la 5) y se procedió a impactar los colchones.

En primer lugar, la pletina se coloca a una altura de 25 mm sobre la superficie del colchón en cada una de las cinco posiciones, se deja impactar y se miden las alturas de la muestra en las cinco posiciones.

Los impactos se repitieron nuevamente en incrementos de 25 mm hasta que hubo una deformación permanente de 19 mm.

El equipo de impacto que se utilizó, solamente pudo alcanzar una altura de caída máxima de 150 mm. Como ambas muestras no presentaron deformación permanente de 19 mm o más, se tuvo que seguir el análisis lanzando la pletina en caída libre controlada desde un puente grúa (Figura 24).



Figura 24: Impactos realizados desde el puente grúa en los colchones MU y ES.

Retención de la firmeza y deformación de la superficie

Para evaluar la retención de la firmeza y lo que se deforma la superficie de un colchón, se aplicaron golpes repetidos, contados y controlados de una pletina de extremo redondeado, diseñado para asemeja a la forma de las nalgas humanas (Figura 25).



Figura 25: Pletina Cornell utilizada para el estudio de la retención de la firmeza y deformación de la superficie según la norma ASTM F1566-14.

La pletina y el equipo se adquirieron y desarrollaron en AIDIMME, ya que la norma europea de colchones (UNE EN 1957_2013) no contempla ningún ensayo similar a éste (Figura 26).

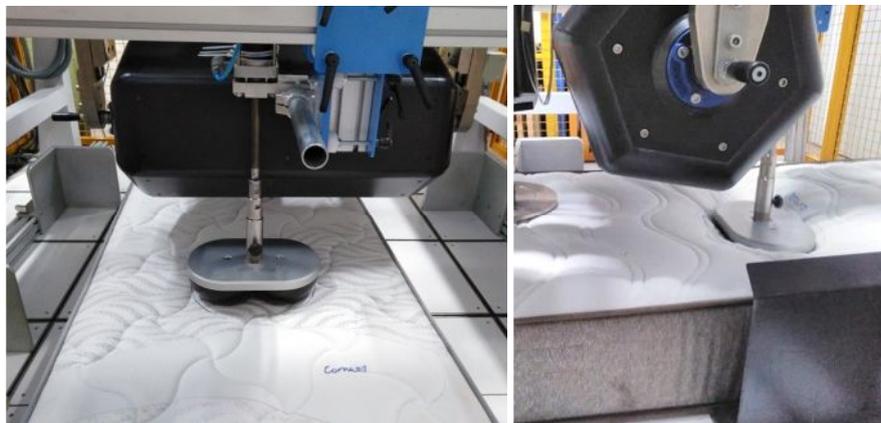


Figura 26: Equipo Cornell desarrollado en AIDIMME aplicando las cargas en el colchón MU y ES según la norma ASTM F1566-14.

Este dispositivo actúa sobre la superficie del colchón, y aplica fuerzas que se asemejan a las de uso real. La carga aplicada es de 1025 ± 5 N a 100 ± 5 recorridos por minuto.

En esta prueba, se mide por la profundidad de compactación, después de golpes repetidos del útil. Para ello se registra la curva de deflexión de la carga a 0, 200, 6000, 12500, 25000, 75000 y 100000 ciclos (Figura 27).



Figura 27: Registro de la curva de deflexión de la carga en el colchón MU y ES según la norma ASTM F1566-14.

Las curvas de deflexión para cada intervalo de ciclos acumulados según el colchón se representan y se analizan en el Paquete de Trabajo 3.

- RESULTADOS OBTENIDOS EN CAMAS.

El estudio de las camas se ha realizado con dos muestras de camas, con las que se intenta representar la tipología de camas que más se venden del mercado en España. Siguiendo esta premisa se eligieron camas de 90 x 190 cm (dimensiones tradicionales españolas para cama individual), con barrera lateral (con forma de diván o cama nido), que son la tendencia actual. Las camas se diferencian fundamentalmente en el material del que están hechas (madera y metal).

- Cama de madera. Es una cama de madera maciza de pino pintada de color gris, con cabeceros bajos idénticos, lamas de pino y barrera lateral (Figura 28). Durante el proyecto se denominará Cama MA.



Figura 28: Cama de madera (Cama MA)

- Cama de metal. Es una cama con una estructura de tubos de hierro pintados de color negro, con cabeceros idénticos y barrera lateral en forma de diván (Figura 29). Durante el proyecto se denominará Cama ME.



Figura 29: Cama de metal (Cama ME)

1.- UNE EN 1725_1998

- Estabilidad

Este análisis se realiza para comprobar que la estabilidad de las camas es la suficiente como para que la cama no vuelque en las condiciones que marca la norma.

En las dos camas los únicos puntos que aplican para colocar las cargas son los A y A', ya que las camas tienen cabecero y piecero idénticos y las personas no pueden sentarse en el piecero, con lo que no habría problemas de estabilidad en esos puntos.

Las cargas en los puntos A y A' son de 60 Kg y se estira en ambos puntos con una fuerza horizontal hacia el exterior de 20 N durante 5 s. Se realizaron 5 aplicaciones de fuerza en cada cama (Figura 30).



Figura 30: Realización análisis estabilidad a las Camas MA y ME, según UNE EN 1725_1998.

- Durabilidad

Para la realización del estudio de durabilidad, con el indenter se aplica una fuerza vertical descendente de 1000 N, durante 10.000 veces en cada posición indicada. No obstante como las estructuras de soporte de la cabeza y los pies son idénticas en todas las camas, el estudio se realizó únicamente en el medio y en un extremo (Figura 31).



Figura 31: Realización análisis de durabilidad a las Camas MA y ME, según UNE EN 1725_1998.

- Impacto vertical

La prueba de impacto vertical se llevó a cabo mediante un impactor, el cual se dejó caer libremente sobre el colchón desde una altura de 180 mm.

En el caso de las dos muestras de camas, con una anchura inferior a 1150 mm, el útil se hizo impactar en las posiciones A, B, C, D, G, I y J. Se realizaron 10 impactos en cada punto (Figura 32).



Figura 32: Realización del impacto vertical a las Camas MA y ME, según UNE EN 1725_1998.

- Durabilidad del lateral de la cama

Esta prueba se realizó con el indentor con forma de nalgas humanas, denominado comunmente “cullotte”. Con el indentor se aplicó una fuerza de 1000 N durante 5000 ciclos en el medio de la longitud del lateral, durante (3 ± 1) (Figura 33).



Figura 33: Realización de la durabilidad lateral a las Camas MA y ME, según UNE EN 1725_1998.

- Carga estática vertical

Durante este estudio, la carga vertical descendente de 1400 N, se aplicó diez veces en cualquier punto de la base de la cama en donde se pensó que podía ocurrir un fallo. En especial se analizaron los bordes laterales de la cama y el centro (Figura 34).



Figura 34: Realización del estudio de carga estática vertical a las Camas MA y ME, según UNE EN 1725_1998.

- Carga estática vertical del lateral de la cama

En esta prueba, se utilizan dos indentores iguales, con los que se aplicó simultáneamente durante 1 minuto, dos fuerzas de 1200 N en la línea central del lateral del marco de la cama (Figura 35).



Figura 35: Realización del estudio de carga estática vertical del lateral a las Camas MA y ME según UNE EN 1725_1998.

2.- ISO 19833:2018

- Estabilidad

El estudio de la estabilidad según la norma ISO 19833:2018 es igual al realizado según la norma europea UNE EN 1725_1998. Debido a esto no fue necesario volver a analizar la estabilidad en las camas.

- Carga estática vertical en la base de la cama

Como se describe anteriormente, esta prueba es equivalente a la de carga estática vertical de la norma antigua UNE EN 1725_1998 y mantiene el mismo método.

No obstante, la norma UNE EN 1725_1998 demanda la aplicación de una carga de 1400 N solamente, mientras que la norma ISO 19833:2018 también sugiere dicha carga como primera opción, y otra mayor (de 2000 N) como una segunda sugerencia. Así que también se aplicó dicha carga para comprobar cómo se comportan las camas de nuestras empresas bajo esta fuerza considerablemente mayor (Figura 36).



Figura 36: Realización del estudio de carga estática vertical en la base de la camas MA y ME, según ISO 19833:2018.

- Carga estática vertical sobre el lateral

Esta prueba es equivalente a la de carga estática vertical del lateral de la cama de la norma antigua UNE EN 1725_1998 y mantiene el mismo método de ensayo. Debido a esto no fue necesario volver a analizar la carga estática vertical sobre el lateral en las camas.

- Carga estática horizontal en camas con cabezales de una anchura ≤ 1200 mm

El análisis por carga estática horizontal no está presente, ni hay ninguna equivalencia o similitud, con los estudios que plantea la norma UNE EN 1725_1998. Teniendo en cuenta las camas adquiridas como muestras, éstas poseen unas dimensiones diferentes a las cuales les corresponden pruebas ligeramente diferentes.

Cama de madera (anchura ≤ 1200 mm y cabezal ≤ 300 mm)



Figura 37: Realización del estudio de carga estática horizontal (300 N y 400 N) a la Cama MA con cabezal de una anchura ≤ 1200 mm y altura ≤ 300 mm según ISO 19833:2018.

En la cama de madera el cabezal es muy bajo y su altura es inferior a 300 mm desde la base de la cama. Según estas características, la masa se sitúa en el centro de la cama (100 Kg) y se aplica una fuerza horizontal en la línea central del miembro final, a 50 mm por debajo del borde superior, durante 10 veces. Existen dos propuestas de fuerza a aplicar en la norma ISO 19833:2018 (300 N y 400 N), y en el proyecto se estudiaron ambas (Figura 37).

Cama de metal (anchura ≤ 1200 mm y cabezal ≥ 300 mm)



Figura 38: Realización del estudio de carga estática horizontal (300 N y 400 N) a la Cama ME con cabezal de una anchura ≤ 1200 mm y altura ≥ 300 mm según ISO 19833:2018.

En la cama de metal el cabezal tiene una altura superior a 300 mm desde la base de la cama. Según estas características, la masa se sitúa en la línea central de la cama (100 Kg), a 175 mm del cabezal y se aplica una fuerza horizontal hacia fuera en la línea central del cabezal, a 100 mm por debajo del borde superior (en el caso de la Cama ME), durante 10 veces. En este caso,

también existen dos propuestas de fuerza a aplicar en la norma ISO 19833:2018 (300 N y 400 N), y en el proyecto se estudiaron ambas (Figura 38).

- Prueba de durabilidad vertical de la base de la cama

Esta prueba es equivalente a la de durabilidad + durabilidad del lateral de la cama de la norma antigua UNE EN 1725_1998, es decir, la nueva norma ISO 19833:2018 aúna dos pruebas de la UNE EN 1725_1998 y mantiene los métodos.

No obstante, la norma UNE EN 1725_1998 demanda la aplicación de una carga de 1000 N, mientras que la norma ISO 19833:2018 también sugiere dicha carga como primera opción, y otra mayor (de 2000 N) como una segunda sugerencia. En el proyecto, se aplicó en este apartado la carga mayor, con el fin de comprobar cómo se comportan las camas de nuestras empresas bajo esta carga más elevada (Figura 39).



Figura 39: Realización del estudio de durabilidad vertical de la base de las camas MA y ME, según ISO 19833:2018.

- Prueba de durabilidad horizontal del marco de la cama

Al igual que en el análisis por carga estática horizontal, la prueba de durabilidad horizontal del marco de la cama no está presente, ni hay ninguna equivalencia o similitud, con los estudios que plantea la norma UNE EN 1725_1998.

Este estudio se realiza de la misma manera en las dos camas analizadas en el proyecto. En primer lugar, se colocan los topes de la manera especificada, seguido de la colocación de una masa de 50 Kg en el centro de la cama. Entonces se aplican dos fuerzas horizontales, alternativamente, a la altura superior de la base de la cama, 100 mm hacia el interior desde el plano exterior del miembro final. Las fuerzas son iguales y de 150 N. La norma ISO 19833:2018, establece dos números de ciclos diferentes que se pueden aplicar en esta prueba. En el proyecto se estudió, la respuesta de las camas en ambos ciclos, primero a 5000 ciclos, y después hasta 10000.



Figura 40: Realización del estudio de durabilidad horizontal del marco de las Camas MA y ME según ISO 19833:2018.

- Prueba de impacto vertical

Como ya se explicó en el apartado 2.3.2.7., la prueba de impacto vertical es equivalente a la de la norma UNE EN 1725_1998. No obstante, la norma europea, solo demanda la aplicación de una altura de caída de 180 mm y 10 ciclos. En cambio, aunque la norma ISO 19833:2018 también sugiere dicha altura y número de ciclos como primera opción, también contempla otra condición más fuerte, con una altura de 240 mm y 20 ciclos, como una segunda sugerencia. En el proyecto, se ha aplicado la opción más fuerte también para comprobar cómo se comportan las camas de nuestras empresas bajo estas condiciones (Figura 41).



Figura 41: Realización del estudio de impacto vertical de las Camas MA y ME según ISO 19833:2018.

VALORACIÓN DEL MOBILIARIO DE ASIENTO Y DESCANSO Y SUS MATERIALES

El Paquete de Trabajo 3 evalúa los resultados obtenidos con todos los elementos de mobiliario de la primera (asientos de uso público: oficina y contract), la segunda (cunas y sillas escolares) y la tercera anualidad (colchones y camas) de INTERSEAT y sus materiales estudiados y los compara con los requisitos que demandan las normas ensayadas, tanto las europeas como las estudiadas provenientes de países con mercados objetivo para nuestras empresas.

Los resultados obtenidos con los elementos de la primera y segunda anualidad (oficina, contract, cunas y sillas escolares), ya se detallaron el año anterior, por lo que este año se presentó un resumen.

Con más detalle se valoraron los resultados obtenidos con los colchones y las camas, analizadas este año por primera vez.

- VALORACIÓN DE RESULTADOS EN COLCHONES

1.- Valoración de resultados de la determinación de COVs en colchones

- Aplicación requisitos Ecoetiqueta.

En la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos en la emisión de los colchones MU y ES, y en la última columna se reflejan los resultados que deberían dar para pasar los requisitos que determina la Ecoetiqueta.

Como se puede observar, la Ecoetiqueta demanda que las concentraciones de formaldehído sean inferiores a 0,01 mg/m³. En este sentido, ninguno de los dos colchones pasaría este requisito, ya que las concentraciones de formaldehído son mayores. En especial el colchón MU, tiene unas concentraciones bastante superiores a las requeridas.

En cambio, ambos colchones poseen unas emisiones de compuestos orgánicos volátiles totales (TCOV) inferiores a 0,5 mg/m³, tal y como marca la Ecoetiqueta.

No obstante, ninguno de los dos colchones podría recibir esta certificación, debido a las concentraciones actuales de formaldehído que poseen sus productos.

Compuesto	Colchón MU		Colchón ES		Ecoetiqueta (mg/m ³)
	3 días	28 días	3 días	28 días	
Formaldehído	0,042	0,040	0,017	0,025	< 0,01
TCOV	0,164	0,226	0,063	0,057	< 0,5

Tabla 2: Resultados de emisión de formaldehído y COVs totales, de los colchones MU y ES, frente a los requisitos para estos productos según la Ecoetiqueta.

- Aplicación requisitos CertiPUR-US®.

La certificación CertiPUR-US® requiere determinar mayor cantidad de productos orgánicos volátiles, tal y como se muestra en la Tabla 3. Sin embargo, la concentración máxima permitida para el formaldehído es mayor que en la Ecoetiqueta. Así pues, ambos colchones poseerían unas concentraciones de formaldehído inferiores a la que requiere (0,1 mg/m³), y en este caso cumplirían este requisito.

Todos los demás compuestos que demandan, se obtienen en concentraciones inferiores a las máximas permitidas por CertiPUR-US®.

Así pues, ambos colchones podrían recibir esta certificación desde el punto de vista de las emisiones, y sin hacer ningún cambio en sus productos.

Compuesto	Colchón MU		Colchón ES		CertiPUR-US® (mg/m ³)
	3 días	28 días	3 días	28 días	
Formaldehído	0,042	0,040	0,017	0,025	< 0,1
Benceno	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,5
Tolueno	0,014	0,0108	0,0176	0,0137	< 0,5
Estireno	0,0044	0,003	< 0,002	< 0,002	< 0,3
Vinilciclohexeno	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< ID*
4-Fenilciclohexeno	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< ID*
Butadieno	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< ID*
Cloruro de vinilo	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< ID*
Hidrocarburos aromáticos	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,5
TCOV	0,164	0,226	0,063	0,057	< 0,5

Tabla 3: Resultados de emisión de diversos compuestos orgánicos volátiles, de los colchones MU y ES, frente a los requisitos para estos productos según CertiPUR-US®.

2.- Valoración de resultados de seguridad frente al fuego en colchones.

En cuanto a la seguridad frente al fuego, se realizaron los correspondientes procedimientos de valoración y el análisis de resultados de diferentes modelos de colchones para comprobar su comportamiento al fuego de cigarrillo, siguiendo la norma europea UNE EN 597-1_2016 para el mercado español y europeo, la británica BS_7177+A1:2011 y la norma americana 16 CFR 1632, para el mercado estadounidense.

En España, solo se requiere el cumplimiento de la norma de cerilla y cigarrillo UNE EN 597-1 y 2. Mientras que en otros países europeos, como Reino Unido, también requieren el cumplimiento de la norma BS_7177+A1:2011. En EEUU se ha comprobado que también demandan el cumplimiento de una normativa con cigarrillo, la 16 CFR-1632, que aun siendo comparable a la europea, las fuentes de ignición son distintas (los cigarrillos son diferentes).

- UNE-EN 597-1 y 2

La norma UNE-EN 597- 1 y 2 se divide en dos partes que se diferencian en la fuente de ignición. A continuación se separan los resultados según la fuente de ignición: cigarrillos en combustión o llama.

Fuente de ignición: cigarrillo en combustión.

Los resultados se observan desde dos puntos de vista. En el primero se constata si hay ignición por combustión progresiva. En segundo lugar se confirma si había ignición por llama en ambos colchones.

Finalmente se plasmaron los resultados finales de ambos colchones en la Tabla 4 y la Tabla 5.

Muestra (Referencia)	Zona lisa	Zona costura	Zona ribete	Resultado
COLCHÓN MUELLES INTERSEAT III	NI	NI	NI	NI

I= IGNICIÓN

NI= NO IGNICIÓN

Tabla 4: Resultados finales de la norma UNE-EN 597 con cigarrillo para el colchón MU.

Muestra (Referencia)	Zona lisa	Zona costura	Zona ribete	Resultado
COLCHÓN ESPUMA INTERSEAT III	NI	NI	NI	NI

I= IGNICIÓN

NI= NO IGNICIÓN

Tabla 5: Resultados finales de la norma UNE-EN 597 con cigarrillo para el colchón ES.

Como se puede observar en las tablas, en ningún caso se produce ignición de las muestras, por tanto, los colchones MU y ES cumpliría con esta parte de la norma UNE-EN 597.

Fuente de ignición: llama de gas (equivalente a una cerilla).

En esta parte de la norma UNE-EN 597, el principio del método es el mismo que en el anterior, y consiste en someter a diferentes zonas de la superficie superior del colchón a una llama de gas equivalente a lo que sería una cerilla.

Los resultados también se proporcionan, comprobando si se ha producido ignición, y si ésta ha sido por combustión progresiva o por llama.

Finalmente se plasman los resultados finales de ambos colchones en la Tabla 6 y Tabla 7.

Muestra (Referencia)	Zona lisa	Zona costura	Zona ribete	Resultado
COLCHÓN MUELLES INTERSEAT III	NI	NI	I	I

I= IGNICIÓN

NI= NO IGNICIÓN

Tabla 6: Resultados finales de la norma UNE-EN 597 con llama de gas para el colchón MU.

Muestra (Referencia)	Zona lisa	Zona costura	Zona ribete	Resultado
COLCHÓN ESPUMA INTERSEAT III	I	NI	NI	I

I= IGNICIÓN

NI= NO IGNICIÓN

Tabla 7: Resultados finales de la norma UNE-EN 597 con llama de gas para el colchón ES.

En ambos colchones no se presenta ignición por combustión progresiva en ninguna zona del colchón MU ni ES. Sin embargo, sí que se presentó combustión por llama en ambos, aunque en diferentes zonas. En el caso del colchón MU, la combustión por llama se presentó en la zona del ribete. Y en el caso del colchón ES, la combustión por llama se presentó en la zona lisa.

Como se puede observar en las tablas, debido a la intensidad del fuego alcanzado, y por precauciones de seguridad del recinto y los investigadores, no se determinó ni la “muestra de ensayo consumida” ni el “frente de llama que alcance las extremidades o atraviese el grosor de la muestra”.

Así pues, ambas muestras no pasaron los requisitos que marca esta parte de la norma UNE-EN 597.

- BS 6807:2006

La reglamentación británica amplía la normativa europea UNE-EN 597 para cigarrillo y llama, e incluye unas especificaciones, según las cuales nuestras muestras deben pasar los requerimientos de la norma UNE-EN 597 y además pasar la clasificación “medium hazard” de la norma BS 6807:2006, a la que le corresponde la pira 5.

Debido a las intensidades de la ignición por llama alcanzadas en la zona lisa del colchón ES, y ya que la pira 5 debe depositarse en la parte lisa de éste, se consideró más seguro realizar este estudio solamente con el colchón MU, el cual había tenido una ignición más débil por el ribete.

La Tabla 8 muestra los resultados obtenidos con el colchón MU en este estudio.

Muestra (Referencia)	Aplicación Superior		Aplicación Inferior		Resultado
	1	2	1	2	
	COLCHÓN MUELLES INTERSEAT III	I	NR	NR	

NR: No realizado

Tabla 8: Resultados finales obtenidos según la norma BS 6807:2006 con la pira 5 en el colchón MU.

El colchón MU presentó una ignición con llama muy fuerte y peligrosa en la primera aplicación de la parte superior. Esto provocó que el fuego se tuviera que extinguir con antelación por motivos de seguridad y no se pudieran determinar apartados como:

- Conjunto de ensayo consumido
- Frente de llama que alcance las extremidades o atraviese el grosor de la muestra, excepto para la Aplicación Inferior de la fuente., dónde no se considera el alcance de la llama de la orilla ni de la parte superior de la muestra.
- Fuentes 4 ó 5 Llamas durante más de 10 minutos tras la ignición de la pira
- Todas las Ftes.: Fuego aislado en el suelo

Al haber dado este resultado en la primera aplicación, tampoco se realizaron el resto de aplicaciones, ya que claramente, el colchón no pasa la clasificación “medium hazard”.

- 16 CFR-1632

La norma americana 16 CFR-1632 describe un método para determinar la resistencia a la ignición de un colchón cuando éste se expone a un cigarrillo encendido, tanto sobre la superficie directa del colchón como dentro de dos sábanas sobre el colchón.

Según la norma 16 CFR-1632, se considera que los colchones cumplen con sus requisitos cuando la medida de la zona carbonizada no supera la distancia de 2 pulgadas (5,1cm) en cualquier dirección alrededor de cada punto de ignición.

La Tabla 9 y la Tabla 10 muestran los resultados obtenidos con el colchón MU y el colchón ES.

	Zona sábana	Zona colchón
Cigarrillo 1 (zona lisa)	< 5.1 cm	< 5.1 cm
Cigarrillo 2 (zona lisa)	< 5.1 cm	< 5.1 cm
Cigarrillo 3 (zona lisa)	< 5.1 cm	< 5.1 cm
Cigarrillo 1 (zona ribete)	< 5.1 cm	< 5.1 cm
Cigarrillo 2 (zona ribete)	< 5.1 cm	< 5.1 cm
Cigarrillo 3 (zona ribete)	< 5.1 cm	< 5.1 cm
Cigarrillo 1 (zona costura)	< 5.1 cm	< 5.1 cm
Cigarrillo 2 (zona costura)	< 5.1 cm	< 5.1 cm
Cigarrillo 3 (zona costura)	< 5.1 cm	< 5.1 cm
EVALUACIÓN FINAL	PASA	PASA

Tabla 9: Resultados obtenidos con el colchón MU tras el análisis de resistencia a la ignición según la norma americana 16 CFR-1632.

	Zona sábana	Zona colchón
Cigarrillo 1 (zona lisa)	< 5.1 cm	< 5.1 cm
Cigarrillo 2 (zona lisa)	< 5.1 cm	< 5.1 cm
Cigarrillo 3 (zona lisa)	< 5.1 cm	< 5.1 cm
Cigarrillo 1 (zona ribete)	< 5.1 cm	< 5.1 cm
Cigarrillo 2 (zona ribete)	< 5.1 cm	< 5.1 cm
Cigarrillo 3 (zona ribete)	< 5.1 cm	< 5.1 cm
Cigarrillo 1 (zona costura)	< 5.1 cm	< 5.1 cm
Cigarrillo 2 (zona costura)	< 5.1 cm	< 5.1 cm
Cigarrillo 3 (zona costura)	< 5.1 cm	< 5.1 cm
EVALUACIÓN FINAL	PASA	PASA

Tabla 10: Resultados obtenidos con el colchón ES tras el análisis de resistencia a la ignición según la norma americana 16 CFR-1632.

El cigarrillo requerido para este estudio es diferente a los utilizados en la normativa europea, pero también, al estar realizado en su totalidad de tabaco natural prende menos y su combustión es más lenta. Todo esto produce que el cigarrillo combustione más lentamente y se apague con mayor facilidad. Por lo tanto, en este caso la normativa americana es menos demandante y ambos colchones pasan los requerimientos sin complicaciones, ya que ninguna zona carbonizada supera la distancia de 2 pulgadas (5,1cm) en cualquier dirección alrededor de cada punto de ignición.

3.- Valoración de resultados de calidad en colchones.

- UNE EN 1957_2013.

Durabilidad

La Tabla 11 muestra los resultados de variación de la Tasa de Firmeza y la Altura en el colchón MU y el colchón ES tras los 100 ciclos de acondicionamiento y tras los 29900 ciclos.

Muestra	Tasa de Firmeza (100 ciclos)	Tasa de Firmeza (100+29900 ciclos)	Altura (mm) (100 ciclos)	Altura (mm) (100+29900 ciclos)
Colchón MU	5,09	4,83	114,5	102,4
Colchón ES	4,12	5,54	106,5	104,4

Tabla 11: Tasa de Firmeza y altura de los colchones MU y ES tras los 100 ciclos de acondicionamiento y tras los 29900 ciclos.

Tras finalizar el estudio de durabilidad, no se observaron desperfectos estructurales internos o externos tales como roturas en telas de cubierta, desgarros, etc. Y los porcentajes de variación que hubo a los 100 ciclos y a los 100+29900 ciclos se visualizan en la Tabla 12.

Muestra	Porcentaje de variación Tasa de Firmeza	Porcentaje de variación Altura
Colchón MU	5,1 %	10,6 %
Colchón ES	25,6 %	2 %

Tabla 12: Porcentaje de variación de la Tasa de Firmeza y la Altura de los colchones MU y ES tras los 100 ciclos de acondicionamiento y tras los 29900 ciclos.

La variación de la Tasa de Firmeza mayor a un 20% correspondiente al Colchón ES modifica bastante esta propiedad después de 29900 ciclos, con respecto a cómo se comportaba en un inicio. Este resultado no pasaría los requisitos de la Ecoetiqueta de colchones, que marca en un 20% el máximo permitido en cuanto a la variación en la Tasa de Firmeza.

Por lo tanto, el colchón MU pasaría el estudio de la normativa europea UNE EN 1957_2013 y los requisitos de la Ecoetiqueta de colchones, en cuanto a estas propiedades. En cambio, el colchón ES, al tener un porcentaje de variación de la Tasa de Firmeza mayor a un 20%, no pasaría los requisitos de la Ecoetiqueta.

Estos resultados se visualizan mejor en la Figura 42 y la Figura 43, las cuales muestran las representaciones gráficas de los datos obtenidos durante este estudio. Cada curva corresponde a unos ciclos, y se ve que el colchón MU varía menos en sus propiedades después de todo el estudio de durabilidad, mientras que el comportamiento del colchón ES se modifica bastante después de 29900 ciclos, con respecto a cómo se comportaba en un inicio.

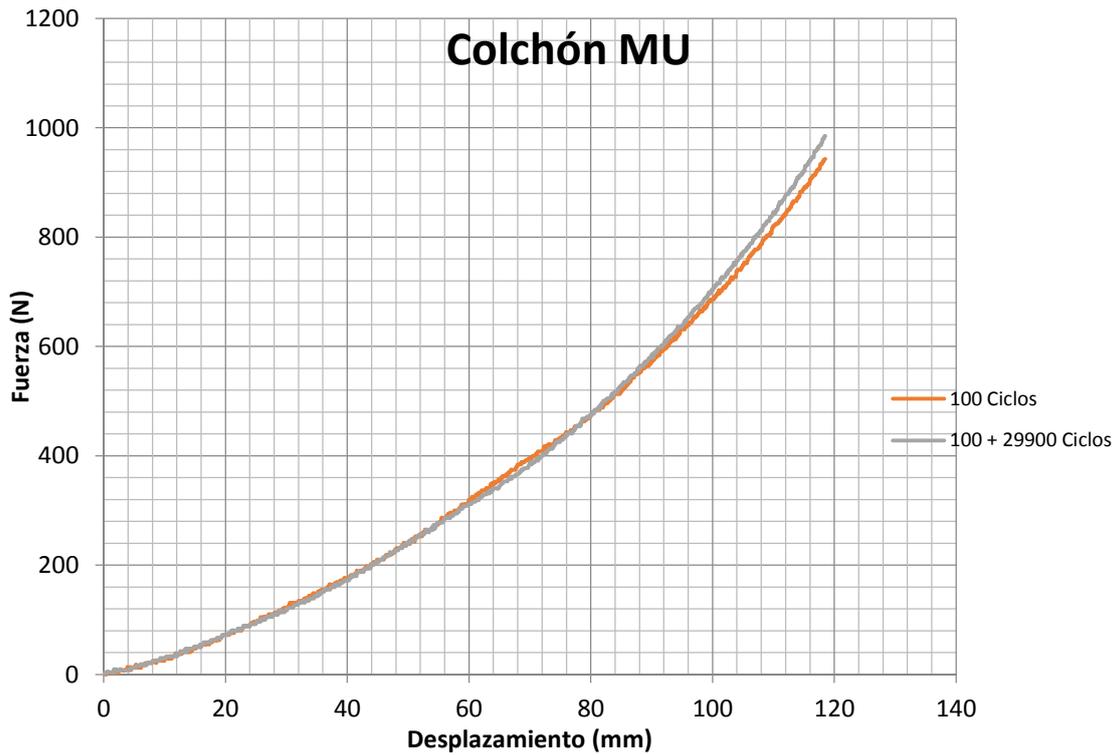


Figura 42: Representación gráfica del comportamiento del colchón MU a los 100 Ciclos y a los 100 + 29900 Ciclos.

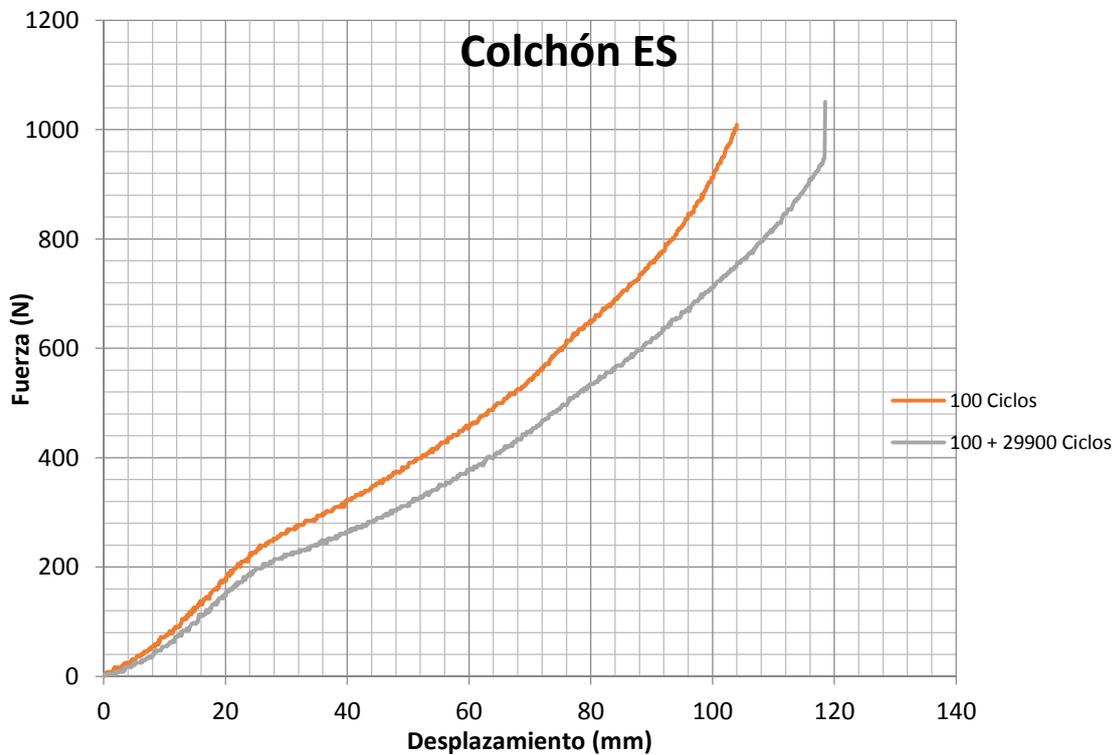


Figura 43: Representación gráfica del comportamiento del colchón ES a los 100 Ciclos y a los 100 + 29900 Ciclos.

Durabilidad del borde de la cama

La

Tabla **13** muestra los resultados de variación de la Tasa de Firmeza y la Altura en el borde de la cama del colchón MU y el colchón ES, tanto inicialmente (a los 100 ciclos) como después de 4.900 ciclos adicionales.

Muestra	Tasa de Firmeza (100 ciclos)	Tasa de Firmeza (100+4900 ciclos)	Altura (mm) (100 ciclos)	Altura (mm) (100+4900 ciclos)
Colchón MU	4,83	4,68	113,3	111,1
Colchón ES	6,21	6,38	127,7	128

Tabla 13: Tasa de Firmeza y altura del lateral de los colchones MU y ES tras los 100 ciclos de acondicionamiento y tras los 4900 ciclos.

Tras finalizar el estudio de durabilidad del lateral, no se observaron desperfectos estructurales internos o externos tales como roturas en telas de cubierta, desgarros, etc. Y los porcentajes de variación que hubo a los 100 ciclos y a los 100+4900 ciclos se visualizan en la

Tabla **14**.

Muestra	Porcentaje de variación Tasa de Firmeza	Porcentaje de variación Altura
Colchón MU	3,1 %	1,9 %
Colchón ES	2,7 %	0,2 %

Tabla 14: Porcentaje de variación de la Tasa de Firmeza y la Altura del lateral de los colchones MU y ES tras los 100 ciclos de acondicionamiento y tras los 4900 ciclos.

En este caso ambos colchones muestran porcentajes de variación muy pequeños, tanto para la Tasa de Firmeza como para la Altura, que en ningún caso sobrepasan el 20%. Por tanto, ambos colchones, pasarían los requisitos de la Ecoetiqueta de colchones para esta propiedad.

La Figura 44 y la Figura 45 muestran las representaciones gráficas de los datos obtenidos durante este estudio. Cada curva corresponde a unos ciclos, y se ve que en el caso de la durabilidad del lateral, ambos colchones varían muy poco su comportamiento después de 4900 ciclos.

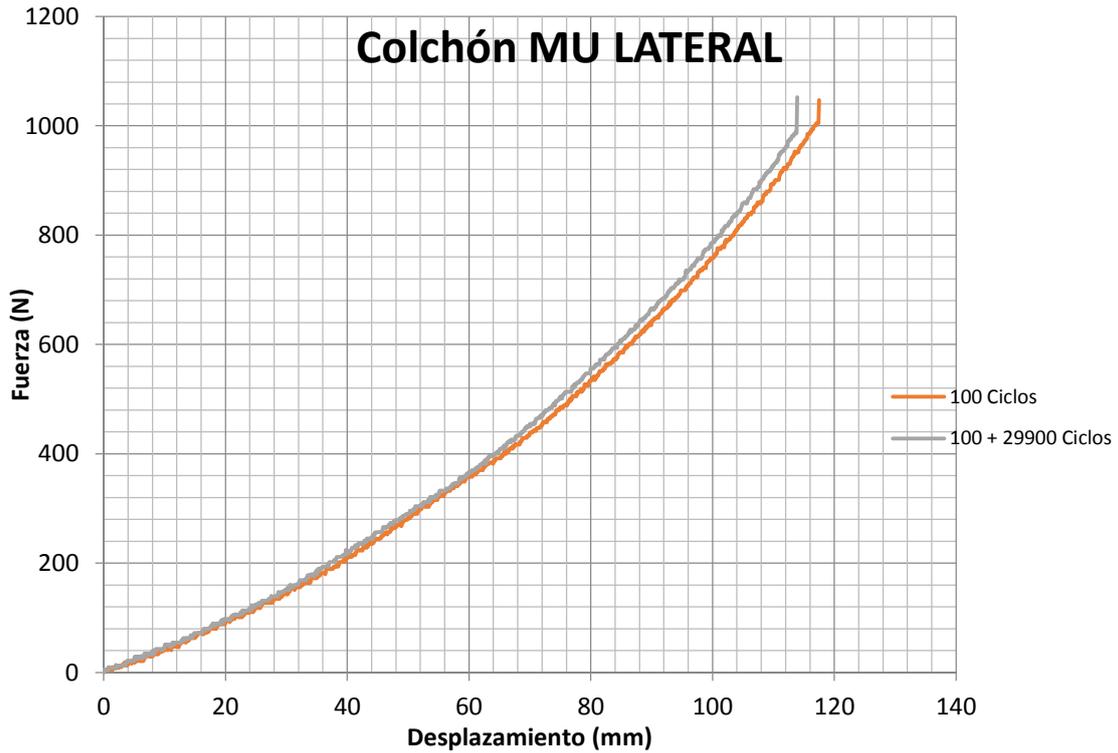


Figura 44: Representación gráfica del comportamiento del lateral del colchón MU a los 100 Ciclos y a los 100 + 4900 Ciclos.

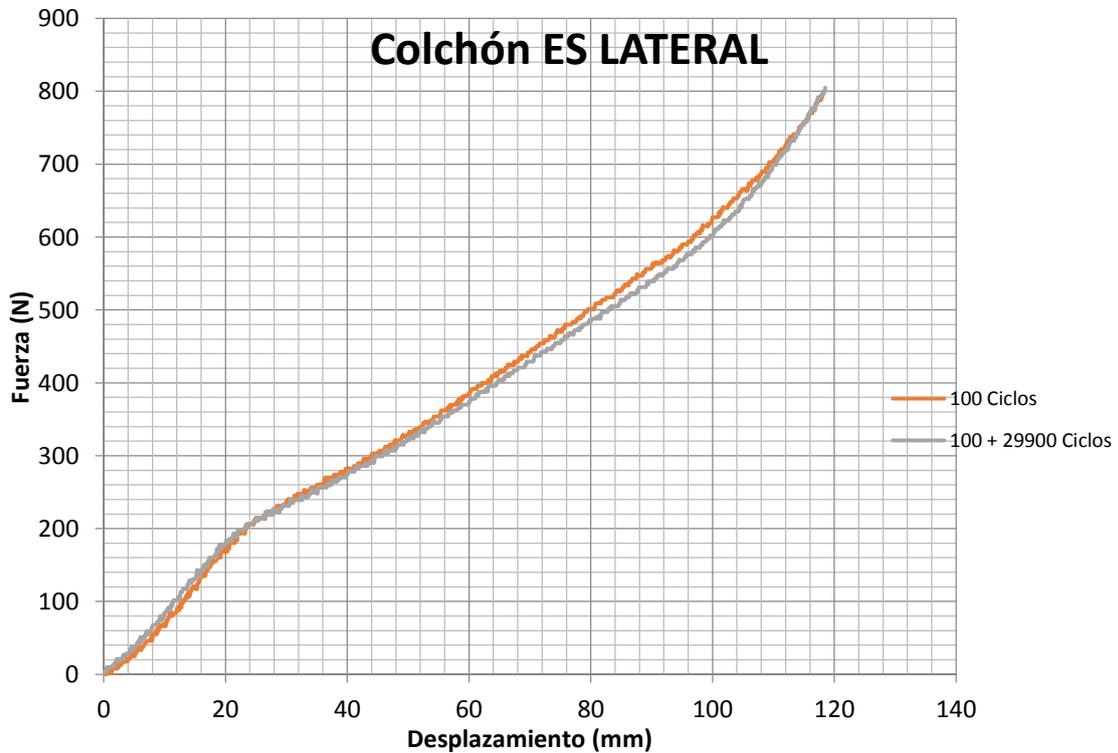


Figura 45: Representación gráfica del comportamiento del lateral del colchón ES a los 100 Ciclos y a los 100 + 4900 Ciclos.

- ASTM F1566-14.

Tasa de Firmeza y Test de Durabilidad

En la Tabla 15 se muestran los resultados obtenidos en el caso del colchón MU a 778 N, donde al inicio la Altura es de **92,7** mm y la Tasa de Firmeza de **8,17** N/mm.

Colchón MU	Fuerza (N)	Altura (mm)	Tasa de Firmeza (N/mm)
0 ciclos	778	95,2	8,17
100.000 ciclos	778	100,5	7,74
Diferencia		5,3	0,43
Porcentaje de variación		5,3%	5,3%

Tabla 15: Tasa de Firmeza, Altura, Diferencia y Porcentaje de Variación del colchón MU al inicio y tras los 100.000 ciclos, según la norma ASTM F1566-14.

El colchón MU presenta un porcentaje de variación de la Altura y de la Tasa de Firmeza después de 100.000 ciclos de un 5,3% en ambos casos. Es una variación pequeña que pasaría los requisitos de la Ecoetiqueta de colchones.

En la representación gráfica de los valores carga/altura para el colchón MU que se presenta en la Figura 46, se puede observar la variación.

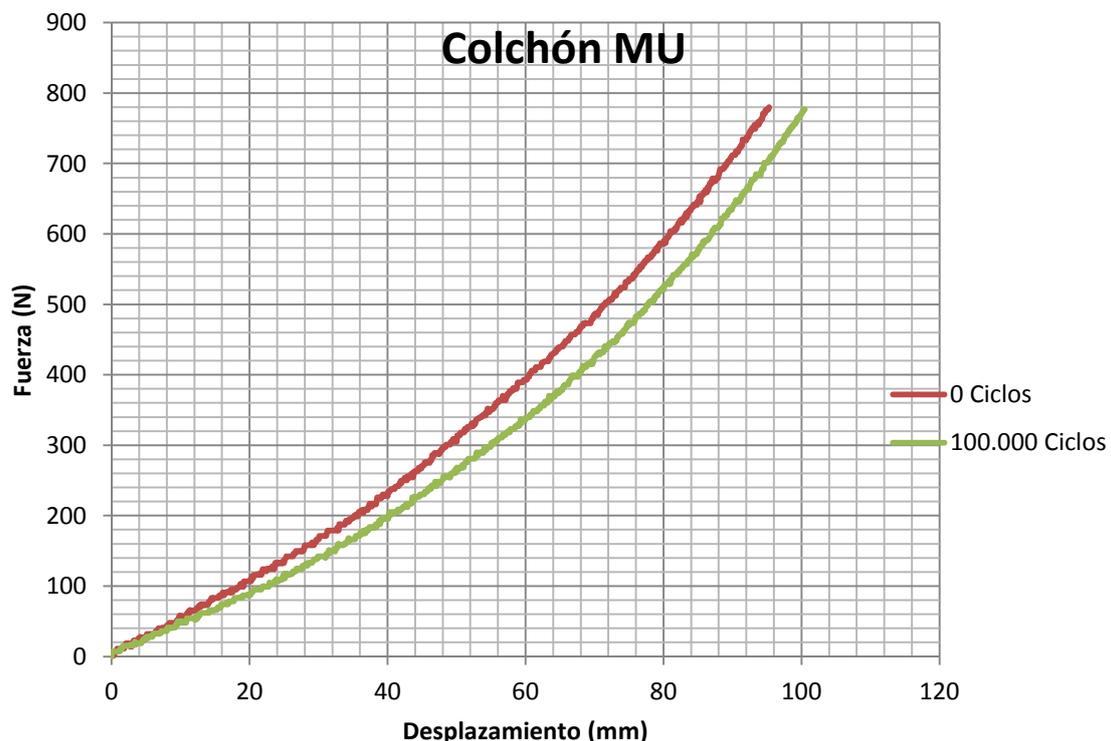


Figura 46: Representación gráfica del comportamiento del colchón MU a los 0 Ciclos y a los 100.000 Ciclos según la norma ASTM F1566-14.

En la Tabla 16 se muestran los resultados obtenidos en el caso del colchón ES a 778 N, donde al inicio la Altura es de **85,85** mm y la Tasa de Firmeza de **9,06** N/mm.

Colchón ES	Fuerza (N)	Altura (mm)	Tasa de Firmeza (N/mm)
0 ciclos	778	85,85	9,06
100.000 ciclos	778	92,7	8,39
Diferencia		6,85	0,67
Porcentaje de variación		8,0 %	7,39%

Tabla 16: Tasa de Firmeza, Altura, Diferencia y Porcentaje de Variación del colchón ES al inicio y tras los 100.000 ciclos, según la norma ASTM F1566-14.

El colchón ES presenta un porcentaje de variación de la Altura y de la Tasa de Firmeza después de 100.000 ciclos de un 8,0% y un 7,39 %, respectivamente. Es una variación algo mayor que en el colchón MU, no obstante es más pequeña que en el estudio de durabilidad equivalente según la norma europea UNE EN 1957_2013, donde la variación de la Tasa de Firmeza para el colchón ES era del 25,6%. De alguna manera la aplicación de un mayor número de ciclos con el rodillo Juggernaut ha variado menos el colchón que los 29900 ciclos con el rodillo europeo, en cuanto a la Tasa de Firmeza. En este caso, el colchón ES sí que pasaría los requisitos de la Ecoetiqueta de colchones según la norma americana ASTM F1566-14.

Y la representación gráfica de los valores carga/altura para el colchón ES se presenta en la Figura 47.

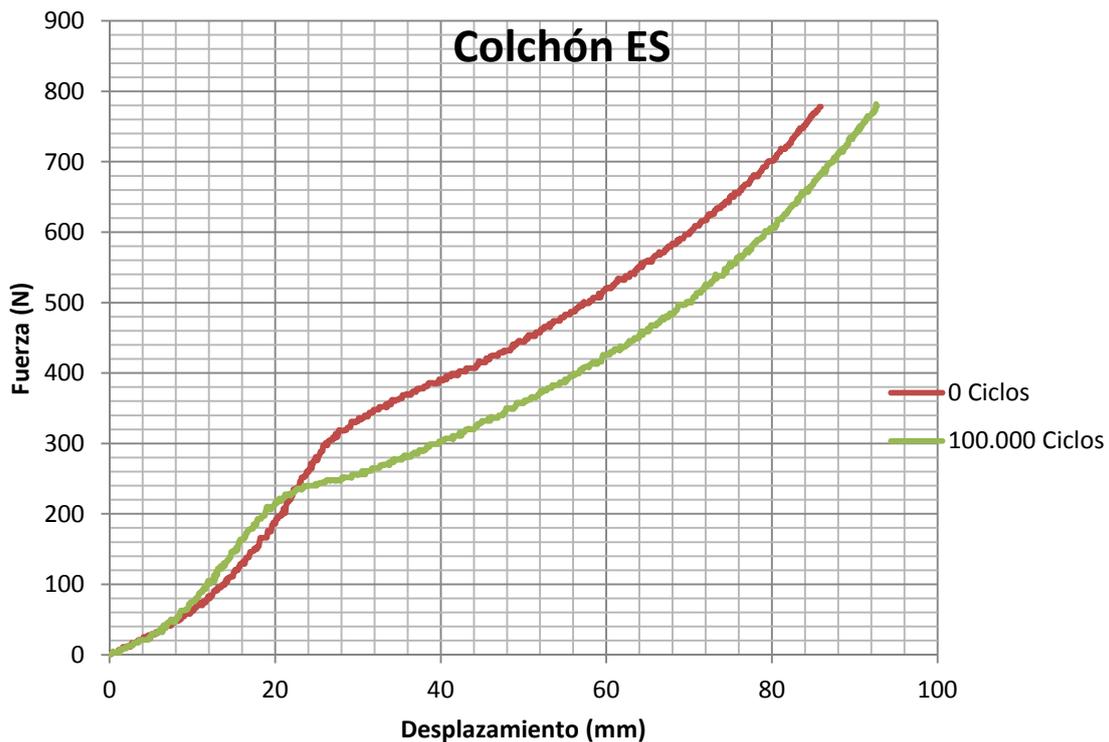


Figura 47: Representación gráfica del comportamiento del colchón ES a los 0 Ciclos y a los 100.000 Ciclos según la norma ASTM F1566-14.

Test de impacto

Los resultados obtenidos en el test de impacto se reflejan en la Tabla 17.

COLCHÓN MU

Punto referencia suelo = 1,407

Distancia caída pletina	1	2	3	4	5
0 mm	1,156	1,166	1,157	1,166	1,156
25 mm	1,158	1,166	1,159	1,164	1,157
50 mm	1,159	1,171	1,162	1,166	1,158
75 mm	1,160	1,169	1,161	1,168	1,16
100 mm	1,16	1,168	1,16	1,168	1,16
125 mm	1,164	1,17	1,162	1,165	1,163
150 mm	1,164	1,169	1,161	1,168	1,165
175 mm	1,164	1,174	1,163	1,173	1,162
200 mm	1,167	1,171	1,167	1,173	1,162
225 mm	1,168	1,177	1,169	1,173	1,164
250 mm	1,172	1,18	1,169	1,176	1,168
275 mm	1,175	1,181	1,172	1,177	1,169
Diferencia	19mm	15mm	15mm	11mm	13mm

Tabla 17: Distancias de la superficie del colchón MU al láser después de diferentes alturas de impacto de la pletina.

Al analizar los resultados se comprueba que el colchón MU presentó una deformación de 19 mm en la posición “1” a una altura de impacto de 275 mm. Dicha posición, es un punto en el borde central del colchón, en la parte del cabezal. Sorprende que ese punto sea más débil que el “5”, ya que el punto “1” se encuentra en el centro. Sin embargo, los muelles en el punto “5” deben estar reforzados para realizar la esquina. La altura de impacto a la que ha deformado (275 mm) es relativamente alta, con lo que se puede concluir que el colchón es bastante resistente a impactos.

COLCHÓN ES

Punto referencia suelo = 1,392

Distancia caída pletina	1	2	3	4	5
0 mm	1,161	1,151	1,17	1,162	1,153
25 mm	1,167	1,164	1,172	1,166	1,154
50 mm	1,165	1,162	1,171	1,163	1,155
75 mm	1,165	1,164	1,17	1,164	1,155
100 mm	1,164	1,162	1,171	1,164	1,155
125 mm	1,17	1,163	1,171	1,164	1,154
150 mm	1,167	1,163	1,17	1,163	1,155
175 mm	1,165	1,166	1,167	1,16	1,154
200 mm	1,167	1,165	1,169	1,163	1,155
225 mm	1,168	1,167	1,168	1,163	1,155
250 mm	1,168	1,169	1,169	1,164	1,155
275 mm	1,168	1,169	1,169	1,166	1,157
300 mm	1,169	1,17	1,17	1,167	1,159
Diferencia	8 mm	19 mm	0 mm	5 mm	6 mm

Tabla 18: Distancias de la superficie del colchón ES al láser después de diferentes alturas de impacto de la pletina.

El colchón ES tuvo mejores resultados que el colchón MU, y la deformación de 19 mm se presentó a los 300 mm de altura de impacto. La deformación que terminó el análisis tuvo lugar

en el punto "2". El punto "2" deformó mucho en el primer impacto, y en los siguientes, fue deformando a un ritmo más lento. Este comportamiento puede ser debido a algún fallo o punto débil en esa zona durante la fabricación del colchón. Se trata de un punto en el borde central del colchón, en la parte del lateral. La altura de impacto a la que deformó (300 mm) es relativamente alta, con lo que se puede concluir que el colchón es bastante resistente a impactos.

No se presentó ningún fallo estructural en ninguno de los colchones.

Retención de la firmeza y deformación de la superficie

Este análisis evalúa la retención de la firmeza del colchón, la cual es la capacidad de un colchón para resistir la indentación cuando se aplica peso. El procedimiento utilizado siguiendo las directrices de la norma ASTM F1566-14, proporciona un medio para comparar una característica que se relaciona con la firmeza.

En esta prueba, se mide la profundidad de compactación, después de golpes repetidos del émbolo y la cabeza del ariete.

La curva de deflexión de la carga muestra gráficamente la manera en que un colchón se deflexa bajo diversas fuerzas aplicadas de 0 a 1025 ± 5 N.

Las curvas de deflexión para cada intervalo de ciclos acumulados según el colchón se representan en la Figura 48 y la Figura 49.

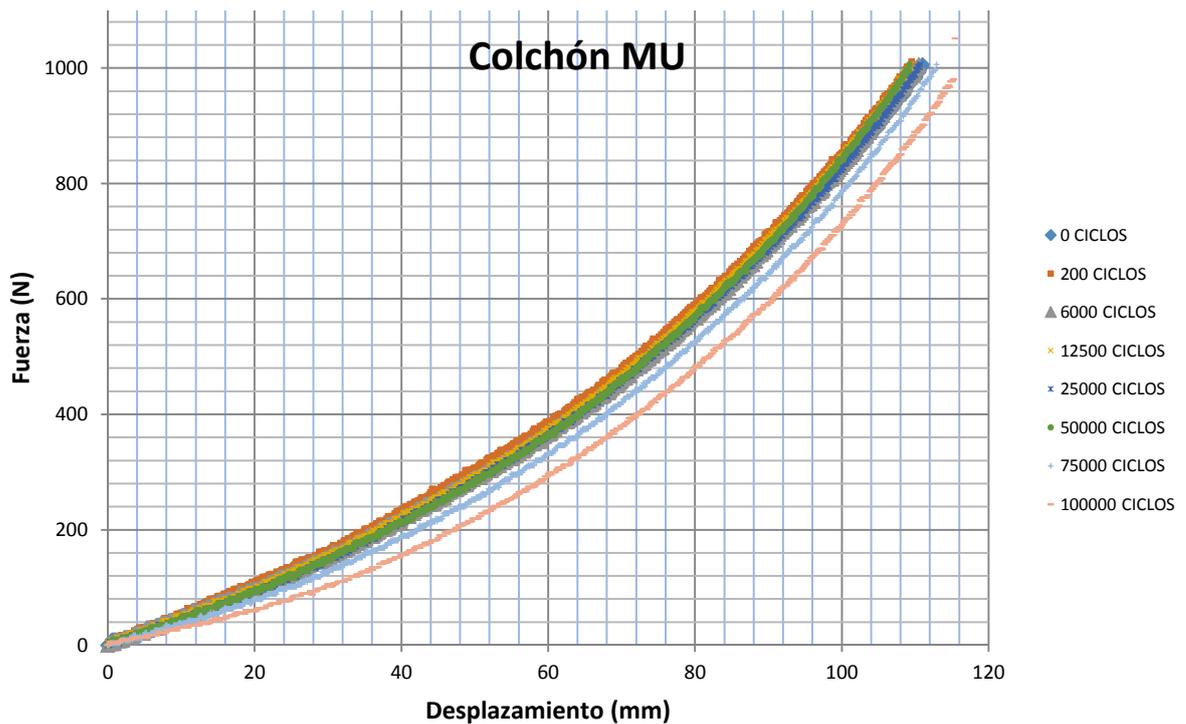


Figura 48: Representación gráfica del comportamiento del colchón MU después de aplicar la carga durante todos los ciclos según la norma ASTM F1566-14.

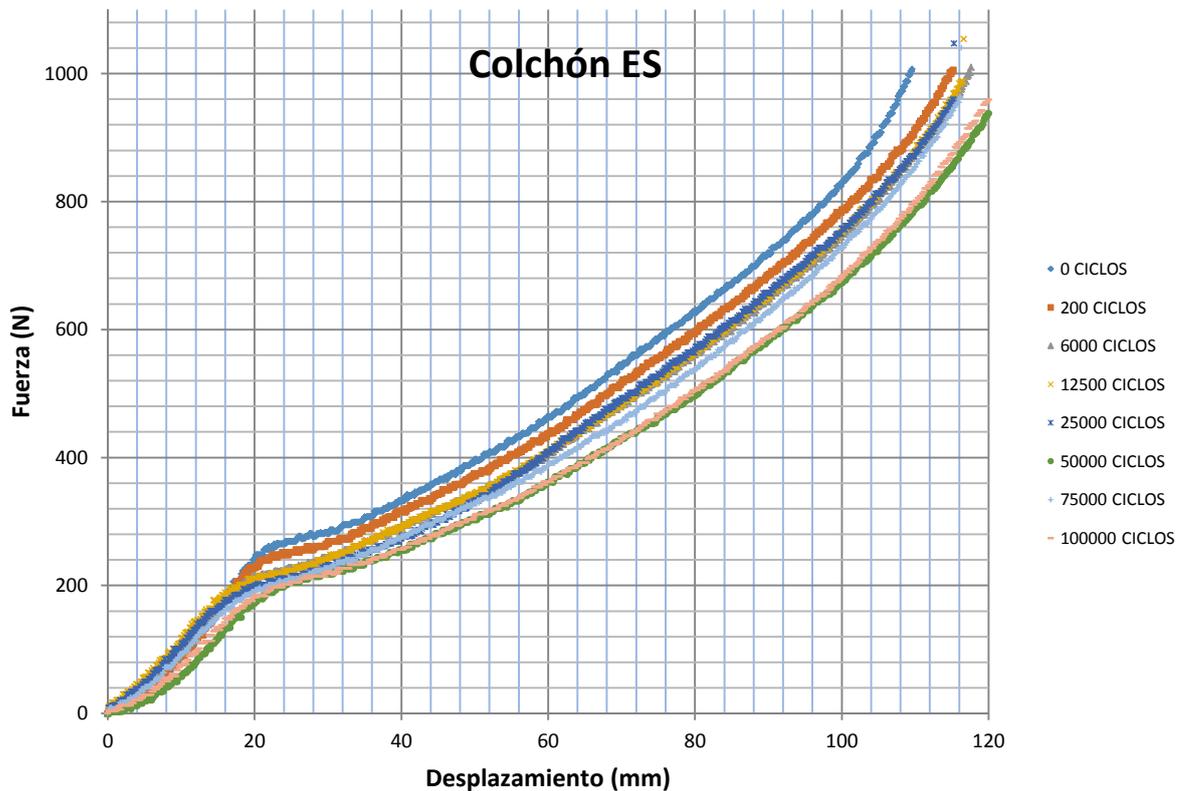


Figura 49: Representación gráfica del comportamiento del colchón ES después de aplicar la carga durante todos los ciclos según la norma ASTM F1566-14.

Para una presentación correcta de los resultados se debe representar la firmeza frente a los ciclos. La retención de la firmeza es la pendiente en Newtons por milímetro de la parte superior de la curva de penetración de fuerza y para este propósito se aproxima por el incremento de la fuerza entre 76,2 y 101,6 mm de penetración según se toma de la hoja de datos.

En el caso del colchón MU el porcentaje de variación de la firmeza fue de un **5,7%**, y en el caso del colchón ES este porcentaje de variación fue de un **5,1%**. Ambos colchones poseen una buena retención de la firmeza, ya que ésta varía muy poco a lo largo de las aplicaciones de la carga.

4.- Valoración de resultados en camas

A las camas en estudio se les aplicaron los procedimientos de valoración siguiendo la norma europea UNE EN 1725_1998, para el mercado español y europeo, y la norma ISO internacional recién publicada ISO 19833:2018. Esta norma ISO es una norma de consulta a nivel internacional en la que se basarán las futuras normas para camas en muchos países. Las dos normas son parecidas, pero la UNE EN 1725_1998 es una norma antigua, que no ha variado en 30 años, y la norma ISO 19833:2018 incorpora nuevas medidas y ensayos, y pretende modernizar a nivel mundial la actual norma europea.

- Estabilidad.

El estudio de la estabilidad es igual tanto en la norma europea UNE EN 1725_1998 como en la norma ISO 19833:2018. Debido a esto el análisis se realizó una sola vez en ambas camas.

Se realizaron cinco medidas en cada cama y los resultados fueron:

	1	2	3	4	5
Cama MA	> 20	>20	>20	>30	>40
Cama ME	> 20	>30	>40	>40	>40

Tabla 19: Resultados de estabilidad obtenidos con las Camas MA y ME, según UNE EN 1725_1998 e ISO 19833:2018.

En todas las medidas la fuerza F a la que vuelca la cama es ≥ 20 N, por lo tanto, las dos camas pasan los requisitos de estabilidad marcados por ambas normas.

- Durabilidad + Durabilidad del lateral de la cama.

Esta prueba según la norma ISO 19833:2018 es equivalente a la durabilidad + durabilidad del lateral de la cama de la norma antigua UNE EN 1725_1998, es decir, la nueva norma ISO 19833:2018 aúna dos pruebas de la UNE EN 1725_1998 y mantiene los métodos.

No obstante, la norma UNE EN 1725_1998 demanda la aplicación de una carga de 1000 N, mientras que la norma ISO 19833:2018 también sugiere dicha carga como primera opción, y otra mayor (de 2000 N) como una segunda sugerencia. En el proyecto, se aplicó ambas cargas, con el fin de comprobar cómo se comportan las camas de nuestras empresas en las dos situaciones que plantean las dos normas.

Las dos camas pasaron los estudios sin roturas ni deformaciones que pudieran comprometer a la seguridad.

- Impacto vertical.

Las pruebas de impacto vertical según ambas normas son equivalentes. No obstante, la norma europea, solo demanda la aplicación de una altura de caída de 180 mm y 10 ciclos. En cambio, aunque la norma ISO 19833:2018 también sugiere dicha altura y número de ciclos como primera opción, también contempla otra condición más fuerte, con una altura de 240 mm y 20 ciclos, como una segunda sugerencia. En el proyecto, se ha aplicado la opción más fuerte también para comprobar cómo se comportan las camas de nuestras empresas bajo estas condiciones.

Las dos camas pasaron los estudios sin roturas ni deformaciones que pudieran comprometer a la seguridad.

- Carga estática vertical en la base de la cama.

Esta prueba es equivalente en las dos normativas y mantienen el mismo método.

No obstante, la norma UNE EN 1725_1998 demanda la aplicación de una carga de 1400 N solamente, mientras que la norma ISO 19833:2018 también sugiere dicha carga como primera opción, y otra mayor (de 2000 N) como una segunda sugerencia. Así que también se aplicó dicha carga para comprobar cómo se comportan las camas de nuestras empresas bajo esta fuerza considerablemente mayor.

Las dos camas pasaron los estudios sin roturas ni deformaciones que pudieran comprometer a la seguridad.

- Carga estática vertical sobre el lateral.

Esta prueba es equivalente en la antigua norma UNE EN 1725_1998 y la nueva ISO 19833:2018 y, por tanto, tienen el mismo método de ensayo. Debido a esto, el estudio se realizó una sola vez.

Las dos camas pasaron el análisis sin roturas ni deformaciones que pudieran comprometer a la seguridad.

- Carga estática horizontal en camas con cabezales de una anchura ≤ 1200 mm.

El análisis por carga estática horizontal tan solo está presente en la nueva norma ISO 19833:2018, no hay ninguna equivalencia ni similitud, con los estudios que plantea la norma UNE EN 1725_1998.

Este estudio se lleva a cabo de maneras ligeramente diferentes teniendo en cuenta la altura del cabezal. Así pues, la cama de madera, con un cabezal de anchura ≤ 1200 mm y altura ≤ 300 mm, le corresponde el análisis donde la masa se sitúa en el centro de la cama (100 Kg) y se aplica una fuerza horizontal en la línea central del miembro final, a 50 mm por debajo del borde superior, durante 10 veces, a 300 N y a 400 N.

Y la cama de metal, con un cabezal de anchura ≤ 1200 mm y altura ≥ 300 mm, le corresponde el análisis donde la masa se sitúa en la línea central de la cama (100 Kg), a 175 mm del cabezal y se aplica una fuerza horizontal hacia fuera en la línea central del cabezal, a 100 mm por debajo del borde superior, durante 10 veces, a 300 N y a 400 N.

Las dos camas pasaron el análisis sin roturas ni deformaciones que pudieran comprometer a la seguridad.

- Prueba de durabilidad horizontal del marco de la cama.

Al igual que en el análisis por carga estática horizontal, la prueba de durabilidad horizontal del marco de la cama no está presente, ni hay ninguna equivalencia o similitud, con los estudios que plantea la norma UNE EN 1725_1998.

Este estudio se realiza de la misma manera en las dos camas analizadas en el proyecto. La norma ISO 19833:2018, establece dos números de ciclos diferentes que se pueden aplicar en esta prueba. En el proyecto se estudió, la respuesta de las camas en ambos ciclos, primero a 5000 ciclos, y después hasta 10000.

Las dos camas pasaron el análisis sin roturas ni deformaciones que pudieran comprometer a la seguridad.

DESARROLLO DE LOS PROCEDIMIENTOS DE MEJORA

Durante el primer año del proyecto INTERSEAT, se analizaron sillas de oficina y mobiliario contract según normativa europea y americana. Las inestabilidades más frecuentes que se encontraron fueron con las sillas de oficina, en el vuelco delantero y trasero. Los diseños tienden a volcar hacia delante cuando el asiento sobresale del plano formado por las patas, es decir, cuando las patas delanteras quedan por detrás del borde del asiento. El siguiente fallo detectado es el vuelco trasero, que puede explicarse de igual forma que lo indicado en las patas delanteras, y suele producirse en aquellos diseños donde el asiento sobresale por la parte posterior.

Además, el análisis de los resultados según normativa europea y americana muestra que las sillas y sillones son muy sensibles a esfuerzos laterales y frontales sobre el asiento, estando inmovilizadas las patas, ya que la unión de las patas con el asiento tiene un porcentaje de fallos significativo. Así mismo, la unión del respaldo con el asiento es una de las zonas críticas a considerar en la valoración de la calidad del mueble de asiento.

Por ello, se seleccionaron algunas **sillas de oficina** y se mejoró su estructura y/o componentes. En el segundo año del proyecto INTERSEAT, se analizaron cunas y sillas escolares.

En cuanto a los resultados obtenidos en las cunas, la problemática más importante respecto a la entrada en un mercado americano son las dimensiones de las cunas. En este sentido, difieren enormemente, las cunas europeas y las americanas. De hecho, ninguna de las dos cunas estudiadas, cumplió con todos los requisitos dimensionales, fallaron en tres apartados de los 7 que requiere la norma. Esta problemática es difícil de solucionar sin cambiar las líneas de producción. Así que si algún fabricante desea entrar en el mercado, deberá cambiar las dimensiones de la cuna en primer lugar y como requisito más indispensable.

Además, las cunas analizadas pasaron sin problemas los análisis de calidad requeridos por la norma europea EN 716:2017, resultados esperados debido a que estas cunas se venden en España y Europa, y por tanto deben cumplir la normativa. En cambio, presentaron diferentes problemas con la norma americana ASTM 1169-13, ya que no realizan los productos pensando en este mercado, y en ciertos puntos la norma americana requiere pruebas más fuertes y demandantes. Básicamente, destacar que se debe mejorar la unión de las lamas a la estructura del somier, ya que no resisten unidas tras los impactos de 20 Kg, así como, el encolado y la unión de los barrotes laterales a la estructura de la cuna, ya que durante este estudio se soltaron muchos barrotes.

En cuanto a las sillas escolares, éstas cumplen todos los criterios relacionados con la seguridad, tanto europea como americana, por lo que fabricantes que pretendan exportar a América sus modelos, no necesitan realizar ningún cambio o mejora desde este punto de vista. Y desde el punto de vista de la calidad, en términos generales, existen estructuras clásicas de sillas españolas que pasan correctamente todos los requerimientos.

Por todo ello, se eligió mejorar las **cunas** españolas, para que pudieran entrar en el mercado americano, dado que los clásicos modelos de sillas escolares españolas, cumplen bien los requisitos estadounidenses.

En este último y tercer año del proyecto INTERSEAT se analizaron colchones y camas. Los colchones se analizaron desde el punto de vista de la seguridad y la calidad, y las camas desde el punto de vista de la calidad, únicamente. Esto es debido a que, como se explicó anteriormente, en el conjunto cama-colchón, la seguridad se ve siempre más comprometida por el colchón. Además, prácticamente no hay normativa específica de fuego ni COVs en camas, ya que la parte con mayor riesgo de incendio y emisión de COVs es claramente el colchón.

La emisión de COVs de los colchones fue en general baja. No obstante, ninguno de los dos colchones pasaría el requisito de formaldehído según la Ecoetiqueta, ya que las concentraciones de formaldehído que presentaron son mayores que las que demanda. En cambio, ambos colchones poseen unas emisiones de compuestos orgánicos volátiles totales (TCOV) inferiores a las que marca la Ecoetiqueta.

En la certificación CertiPUR-US®, con una concentración máxima permitida para el formaldehído mayor que la Ecoetiqueta, ambos colchones poseerían unas concentraciones de formaldehído inferiores y en este caso cumplirían este requisito. Todos los demás compuestos que demandan, se obtienen en concentraciones inferiores a las máximas permitidas por CertiPUR-US®. Así pues, ambos colchones podrían recibir esta certificación desde el punto de vista de las emisiones.

Los resultados frente al fuego no fueron buenos en general. Ambos colchones no pasaron la norma europea UNE-EN 597-1 y 2, produciéndose combustiones importantes cuando la fuente de ignición es una llama de gas, principalmente.

Tampoco pasaría ninguno de los dos colchones analizados, la clasificación para ser “médium hazard” según la norma británica BS 6807:2006, produciéndose ya una combustión peligrosa en la primera aplicación de la pira 5. Uno de los colchones ni siquiera se llegó a estudiar con la pira, debido a su comportamiento peligroso con una llama equivalente a cerilla en el análisis de la UNE-EN 597-1 y 2.

En el estudio de la norma americana 16 CFR-1632, como el cigarrillo requerido prende menos y su combustión es más lenta, es menos demandante y ambos colchones pasan los requerimientos sin complicaciones.

En cuanto a los resultados de la calidad en los colchones, los resultados fueron buenos al aplicar ambas normativas estudiadas, UNE EN 1957_2013 y ASTM F1566-14, tan solo se obtuvo una variación de la Tasa de Firmeza según la norma UNE EN 1957_2013, para uno de los colchones, superior al 20%, por lo que en este caso no cumpliría los requisitos de la Ecoetiqueta de colchones.

En cuanto a las camas, se les aplicaron los procedimientos de valoración siguiendo la norma europea UNE EN 1725_1998, para el mercado español y europeo, y la norma ISO internacional recién publicada ISO 19833:2018.

Los resultados obtenidos con las camas aplicando estas dos normativas fueron muy satisfactorios en todas las propiedades estudiadas. Con lo que se puede concluir que, las camas de nuestras empresas están preparadas para afrontar la nueva normativa ISO sin tener que realizar cambios ni modificaciones en sus estructuras.

Por todo ello, del tercer año se seleccionó los **colchones**, para mejorar, en especial su resistencia al fuego.

➤ MODIFICACIONES Y MEJORAS EN LAS SILLAS DE OFICINA

En las sillas de oficina, las inestabilidades más frecuentes que se encontraron fueron en el vuelco delantero y trasero. Para eliminar estas inestabilidades se varió el dimensionado y el diseño para hacer las sillas más estables. En relación a los criterios de calidad de sillas y sillones, también se confirmaron críticas las uniones de las patas al asiento. Entre las mejoras más significativas que ayudan a superar estas uniones más débiles fueron:

- Reforzar la soldadura
- Mejorar el encaje de la espiga y el seguimiento de las recomendaciones del fabricante del adhesivo
- Cuidar el mecanizado de la madera donde se inserte un anclaje o conector



Figura 50: Ejemplo de modelo de silla inicial a la izquierda y modelo de silla redimensionado para mejorar el vuelco lateral en asientos con brazos a la derecha.

➤ MODIFICACIONES Y MEJORAS EN CUNAS

En los resultados obtenidos en las cunas, la problemática más importante respecto a la entrada en un mercado americano son las dimensiones de las cunas, que difieren enormemente de las cunas europeas. Debido a la imposibilidad física de adaptar o modificar una cuna europea para que cumpla ambas normativas, tanto la europea como la americana, se optó por adquirir una cuna procedente directamente de EEUU.

Esta cuna se analizó, para comprobar que cumplía todos los requisitos de ambas normas, de esta manera se estudió pormenorizadamente como las realizan, las uniones, sus resistencias, etc. Esta cuna se va a tener en AIDIMME a disposición de nuestras empresas, de manera que si algún fabricante desea entrar en el mercado estadounidense, pueda venir al instituto y analizar el modelo, ver nuestros resultados y poder valorar su posible manufactura futura.

En la Figura 51 se observa la cuna adquirida.



Figura 51: Cuna Americana adquirida para el proyecto.

La Cuna Americana cumplió todos los requisitos de la norma ASTM 1169-13. En cambio hubo algunos incumplimientos con la norma europea EN 716:2017, los cuales se nombran a continuación:

- Al ser una cuna destinada al mercado americano, y ser la normativa americana menos restrictiva que la europea en cuanto a huecos y pinzamientos se refiere, la Cuna Americana presenta algunas incorrecciones en estos requerimientos. Estas incorrecciones se sitúan, principalmente, en la zona del somier, por lo que serían relativamente fáciles de corregir, realizando un somier de lamas característico a los de las cunas europeas.
- Tras la realización del estudio para comprobar si existen puntos de enganche, se observó que la Cuna Americana pasaba esta prueba por el lateral más bajo, en cambio la cadena se quedó atrapada en el lateral más elevado. Esta incorrección tendría una solución relativamente fácil cambiando el diseño de la parte superior del lateral, la cual produce una curvatura que provoca el enganche de la cadena.

Todos los resultados obtenidos se encuentran detallados en el Entregable 4.1.

➤ MODIFICACIONES Y MEJORAS EN COLCHONES.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos tanto con la normativa europea como con la normativa americana con los prototipos ensayados para el proyecto INTERSEAT III (“Colchón espuma” y “Colchón de muelles”, se decidió efectuar una mejora en la composición de los componentes del colchón con el fin de poder mejorar el comportamiento frente al fuego según la normativa de inflamabilidad europea (EN 597-1: 2016 y EN 597-2: 2016).

Haciendo hincapié en que gran parte del porcentaje de éxito para poder pasar los requisitos de inflamabilidad radica en el comportamiento de la capa más externa clave del método de ensayo, se estudió la incorporación de dos tejidos a la capa más externa de la cara de uso del colchón. Los tejidos más usados para este tipo de usos son el **tejido stretch** y el **tejido damasco**.

El **tejido stretch** consiste en una tela de punto entrelazado con fibras muy elásticas que le confieren unas propiedades de gran elasticidad y flexibilidad que proporcionan sensación de comodidad al adaptarse a la forma en lugar de quedar tensado.

Además, es muy transpirable y evita la proliferación de ácaros y bacterias. Es un producto económicamente competitivo, y permite la incorporación de retardantes de llama.

El **tejido damasco** es higiénico, más transpirable que el tejido stretch, antideslizante y posee unos colores más brillantes que le confieren un mayor frescor al tacto. Es más caro que el tejido stretch y su uso está más limitado a productos con un mayor coste final. También permite la incorporación de retardantes de llama.

Finalmente, se incorporó en la capa más externa de la cara de uso del colchón, una tela stretch con retardante de llama, manteniendo el resto de las capas del colchón de muelles inalteradas (Figura 52).



Figura 52: Colchón con la capa superior incorporada de tela stretch.

Con esta medida se logró cumplir con los requisitos de las normas europeas EN 597-1: 2016 y EN 597-2: 2016. En cambio, todavía no se logró cumplir con la británica BS 6807:2006 de la pira 5 (mucho más demandante). Para poder pasar estos requisitos se debería utilizar el **tejido damasco**, que es más resistente al fuego, aunque es más caro que el tejido stretch.