



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES

Máster en Ingeniería Industrial

**MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**  
**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**PROPUESTA DE COMERCIALIZACIÓN DE UNA MAQUETA DE UN  
EDIFICIO DE DOS PLANTAS PARA PRÁCTICAS DE VIBRACIONES**

Autor: David González Morán  
Tutor: Antolín Lorenzana Iban

Valladolid, junio, 2018



---

**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

---

**Máster en Ingeniería Industrial**



## RESUMEN

En asignaturas técnicas, tanto a nivel universitario como de divulgación en institutos de enseñanza secundaria y bachillerato, resulta necesario disponer de maquetas de laboratorio donde los alumnos puedan experimentar y trabajar con diversos principios físicos. En la rama de la mecánica es especialmente interesante practicar con vibraciones de sistemas estructurales. Tanto en ingeniería mecánica como en ingeniería civil y edificación, es relativamente sencillo construir maquetas de sistemas discretos (masas y muelles) o continuos (barras, placas, etc.) que vibren a frecuencias bajas y amplitudes bien perceptibles. Además, suelen ser suficientemente robustas y resistentes al trato de los alumnos. Sin embargo, la disponibilidad comercial de este tipo de maquetas es reducida y sus precios son muy altos. En el laboratorio de estructuras de las EII de la UVA se dispone de maquetas que han sido construidas artesanalmente con finalidad de investigar en sistemas de mitigación de vibraciones. Tras esta experiencia se ha visto la posibilidad de "industrializar" algunas de ellas y poderlas poner en el mercado a precios realmente bajos de manera que podrían fácilmente adquirirse en varios centros educativos.



---

**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

---

**Máster en Ingeniería Industrial**



# ÍNDICE

<b>CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....</b>	<b>1</b>
1.1 Introducción .....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Fases del desarrollo .....	2
<b>CAPÍTULO 2: ESTUDIO DE MERCADO .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 Conceptos generales.....</b>	<b>3</b>
2.1.1 ¿Qué es un Estudio de Mercado? .....	3
2.1.2 ¿Qué buscamos cuándo realizamos un estudio de mercado? .....	3
2.1.3 Variables de segmentación.....	3
2.1.4 Fases de un producto.....	4
2.1.5 Cómo realizar un estudio de mercado. ....	5
2.1.6 Reglas a seguir. ....	12
<b>2.2 Caso práctico .....</b>	<b>13</b>
2.2.1 Definición del problema .....	13
2.2.2 Análisis previo de la situación .....	13
2.2.3 Análisis DAFO .....	18
<b>CAPÍTULO 3: ESTUDIO TÉCNICO.....</b>	<b>19</b>
<b>3.1 Introducción .....</b>	<b>20</b>
<b>3.2 Descripción general.....</b>	<b>20</b>
<b>3.3 Edificio de 2 plantas.....</b>	<b>22</b>
3.3.1 Características generales .....	22
3.3.2 Instrucciones de montaje.....	24
<b>3.4 TMD Flexible.....</b>	<b>27</b>
3.4.1 Características generales .....	27
3.4.2 Instrucciones de montaje.....	29
<b>3.5 TLD.....</b>	<b>31</b>
3.5.1 Características generales .....	31
3.5.2 Instrucciones de montaje.....	33
<b>3.6 TLCD .....</b>	<b>34</b>
3.6.1 Características generales .....	34
3.6.2 Instrucciones de montaje.....	36
<b>3.7 TMD Fricción .....</b>	<b>37</b>
3.7.1 Características generales .....	37
3.7.2 Instrucciones de montaje.....	39
<b>3.8 TMD Péndulo.....</b>	<b>40</b>
3.8.1 Características generales .....	40
3.8.2 Instrucciones de montaje.....	42
<b>CAPÍTULO 4: PROPUESTA DE EMPAQUETADO .....</b>	<b>45</b>



4.1 Envase del edificio .....	45
4.2 Envase TMD flexible.....	47
4.3 Envase TLD.....	48
4.4 Envase TLCD.....	49
4.5 Envase TMD fricción .....	50
4.1 Diseño del envase.....	51
<b>CAPÍTULO 5: ESTUDIO ECONÓMICO .....</b>	<b>53</b>
<b>CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS.....</b>	<b>57</b>
5.1 Conclusiones.....	57
5.2 Líneas futuras .....	57
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>61</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: TMD del Edificio Taipei .....	1
Figura 2: Resumen Estudio de Mercado .....	11
Figura 3: Maqueta Edificio Quanser .....	15
Figura 4: Página Web Quanser .....	16
Figura 5: Ejemplo producto Quanser .....	16
Figura 6: Página Web Edibon .....	17
Figura 7: Ejemplo producto Edibon .....	17
Figura 8: Maqueta Edificio .....	19
Figura 9: TMD Flexible .....	19
Figura 10: TMD Péndulo .....	19
Figura 11: TLCD .....	19
Figura 12: TLD .....	19
Figura 13: TMD Fricción .....	19
Figura 14: App Accelerometer Analyzer .....	21
Figura 15: Maqueta Edificio .....	22
Figura 16: Amortiguación Edificio sin TMD .....	23
Figura 17: Unión Forjado-Base .....	24
Figura 18: Unión Forjado-Base .....	24
Figura 19: Unión Forjado-Placa750 .....	24
Figura 20: Detalle Unión Forjado-Placa750 .....	24
Figura 21: Módulo 1 acabado .....	25
Figura 22: Detalle unión Forjado-Placa750 .....	25
Figura 23: Detalle unión Forjados .....	25
Figura 24: Unión Forjado al primer módulo .....	25
Figura 25: Detalle unión Forjados .....	25
Figura 26: Unión Forjado-Placa500 .....	26
Figura 27: Unión Placa500-Forjado .....	26
Figura 28: Maqueta Edificio acabado .....	26
Figura 29: TMD Flexible .....	27
Figura 30: Comparación amortiguación vibraciones edificio con y sin TMD Flexible .....	28
Figura 31: Montaje de la pletina .....	29
Figura 32: Detalle montaje pletina .....	29
Figura 33: Montaje Masas .....	29
Figura 34: Montaje imán y tope metálico .....	30
Figura 35: Montaje del TMD al Edificio .....	30



Figura 36: TMD montado en el Edificio .....	30
Figura 37: TLD.....	31
Figura 38: Comparación amortiguación vibraciones edificio con y sin TLD .....	32
Figura 39: Detalle unión TLD-maqueta Edificio .....	33
Figura 40: Unión TLD-maqueta Edificio.....	33
Figura 41: TLCD .....	34
Figura 42: Comparación amortiguación vibraciones edificio con y sin TLCD.....	35
Figura 43: Soporte TLCD .....	36
Figura 44: TLCD con soporte.....	36
Figura 45: Detalle unión TLCD-Maqueta Edificio.....	36
Figura 46: Unión TLCD-Maqueta Edificio .....	36
Figura 47: TMD Fricción .....	37
Figura 48: Comparación amortiguación vibraciones edificio con y sin TMD Fricción.....	38
Figura 49: Preparación Sujeción Soporte .....	39
Figura 50: TMD Fricción .....	39
Figura 51: Detalle unión TMD Fricción-Maqueta Edificio.....	39
Figura 52: Unión TMD Fricción-Maqueta Edificio .....	39
Figura 53: TMD Péndulo.....	40
Figura 54: Comparación amortiguación vibraciones edificio con y sin TMD Fricción.....	41
Figura 55: Colocación del rodamiento .....	42
Figura 56: Unión de la varilla horizontal .....	42
Figura 57: Unión de la varilla vertical .....	42
Figura 58: Unión Masas .....	43
Figura 59: Unión Imán .....	43
Figura 60: Detalle unión TMD Péndulo-Maqueta Edificio .....	43
Figura 61: Unión TMD Péndulo-Maqueta Edificio.....	43
Figura 62: Caja Maqueta Edificio.....	45
Figura 63: Soporte Inferior .....	46
Figura 64: Separador de placas .....	46
Figura 65: Soporte Superior.....	46
Figura 66: Caja Edificio Final (1).....	46
Figura 67: Caja Edificio Final (2).....	46
Figura 68: Caja TMD Flexible .....	47
Figura 69: Soporte Caja TMD Flexible .....	47
Figura 70: Caja TMD Flexible Final .....	47
Figura 71: Caja TLD .....	48
Figura 72: Caja TLD Final (1) .....	48
Figura 73: Caja TLD Final (2) .....	48
Figura 74: Caja TLCD .....	49
Figura 75: Caja TLCD Final .....	49
Figura 76: Caja TMD Fricción .....	50
Figura 77: Caja TMD Fricción Final.....	50
Figura 78: Caja TMD Péndulo .....	51
Figura 79: Soporte TMD Péndulo.....	51
Figura 80: Caja TMD Péndulo Final (1) .....	51
Figura 81: Caja TMD Péndulo Final (2) .....	51



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características Configuración 1 Edificio sin TMD .....	22
Tabla 2: Características Configuración 2 Edificio sin TMD .....	23
Tabla 3: Características Configuración 1 Edificio con TMD Flexible .....	27
Tabla 4: Características Configuración 2 Edificio con TMD Flexible .....	28
Tabla 5: Características Configuración 1 Edificio con TLD .....	31
Tabla 6: Características Configuración 2 Edificio con TLD .....	32
Tabla 7: Características Configuración 1 Edificio con TLCD .....	34
Tabla 8: Características Configuración 2 Edificio con TLCD .....	35
Tabla 9: Características Configuración 1 Edificio con TMD Fricción .....	37
Tabla 10: Características Configuración 2 Edificio con TMD Fricción.....	37
Tabla 11: Características Configuración 1 Edificio con TMD Péndulo .....	40
Tabla 12: Características Configuración 2 Edificio con TMD Péndulo .....	41
Tabla 13: Características Caja Maqueta Edificio.....	46
Tabla 14: Características Caja TMD Flexible .....	47
Tabla 15: Características Caja TLD.....	48
Tabla 16: Características Caja TLCD .....	49
Tabla 17: Características Caja TMD Fricción .....	50
Tabla 18: Características Caja TMD Péndulo .....	51
Tabla 19: Costes Maqueta Edificio.....	53
Tabla 20: Costes TMD Flexible.....	53
Tabla 21: Costes TMD Péndulo.....	54
Tabla 22: Costes TMD Fricción .....	54
Tabla 23: Costes TLC.....	54
Tabla 24: Costes TLCD .....	55



---

**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

---

**Máster en Ingeniería Industrial**

## CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

### 1.1 Introducción

La investigación es la forma mediante la cual el ser humano puede comprender, analizar y aprender algo nuevo o algo que desconocía y es por eso que termina resultando importante y central en la vida humana.

Existen diferentes organismos que se dedica a la investigación, uno de los más importantes es la universidad.

En las universidades se investiga sobre una gran variedad de ámbitos y la transferencia tecnológica se realiza a través de artículos en revistas científicas, publicaciones en la red, etc.

Nuestra idea realizar esta difusión por otra vía. Se quiere que otras entidades puedan aprovechar las mismas maquetas que se utilizan en esta escuela para la investigación en el mundo de las vibraciones. De esta forma pueden utilizar los estudios realizados por profesionales para aprender o para ampliarlos.

Partimos de unos prototipos a escala simulando estructuras reales, que han sido montados en el propio laboratorio y de unos estudios que se han realizado para la comprobación de su funcionamiento.

Los sistemas que se tiene en el laboratorio de la escuela simulan TMDs (Tuned Mass Damper) y TLDs (Tuned Liquid Damper) colocados en una maqueta de un edificio. Un ejemplo en la vida real, es el edificio Taipei 101, en Taiwán.

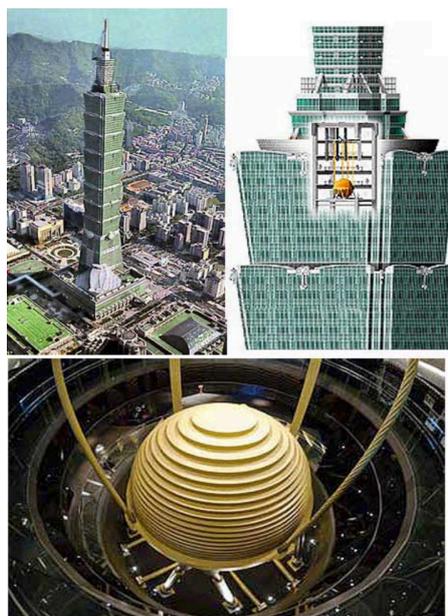


Figura 1: TMD del Edificio Taipei



Este edificio de 508 metros de altura puede soportar vientos de más de 450 km/h y terremotos de hasta 7 grados en la escala Richter. En su interior tiene un amortiguador de masa que cuando el edificio se mueve en una dirección, este amortiguador se mueve en el sentido contrario absorbiendo la energía de movimiento.

## 1.2 Objetivos

El objetivo principal es explorar la salida comercial que podrían tener ciertas maquetas a escala, desarrolladas con finalidades docentes y de investigación, en el laboratorio de estructuras de la escuela de Ingeniería Industrial de Valladolid.

Las maquetas incluyen varios dispositivos auxiliares que permiten incrementar el amortiguamiento estructural de manera que las vibraciones se puedan mitigar con cierta eficiencia. Por tanto, disponiendo de las maquetas y de sus dispositivos se pueden entender múltiples conceptos relacionados con las vibraciones y el control pasivo de construcciones sometidas a acciones como el viento o los terremotos.

## 1.3 Fases del desarrollo

El desarrollo del proyecto se divide en 2 etapas.

- 1- **Etapas de estudio:** En esta primera etapa, partimos de unas maquetas elaboradas artesanalmente en el laboratorio para satisfacer unas necesidades, que son: estudiar cómo se disipa las vibraciones en un edificio con diferentes sistemas: (TMD, TLD, TLCD, ...)

Una vez que se sabe qué se tiene, se realiza un estudio de mercado para definir el cliente potencial y conocer empresas que se dedican al mismo sector. De estas empresas se aprende diferentes formas para poder llegar al consumidor y servicios que les podemos ofrecer.

- 2- **Etapas de desarrollo:** Se modela en un programa 3D (en este caso Catia) los productos, ya que en ninguno de ellos tiene sus planos con sus especificaciones y con estudio del funcionamiento de los diferentes productos, se resumen las características básicas para su uso.



## CAPÍTULO 2: ESTUDIO DE MERCADO

En este capítulo se hablará sobre el estudio de mercado, se empezará con unos breves conceptos generales sobre el tema y después se realizará un caso práctico sobre las necesidades que se tienen en el proyecto.

### 2.1 Conceptos generales

#### 2.1.1 ¿Qué es un Estudio de Mercado?

Es un proceso sistemático de identificación, recopilación, análisis y difusión de datos e información acerca de los clientes, competidores y mercados que nos permite satisfacer unas necesidades para la tomar de decisiones.

Es útil para:

- Considerar la potencialidad de la demanda del producto o servicio que se pretender lanzar al mercado.
- Conocer futuras posibilidades y lograr mayor eficiencia.
- Punto de partida de la elaboración de un nuevo proyecto como parte fundamental de los aspectos técnicos y económicos.

#### 2.1.2 ¿Qué buscamos cuándo realizamos un estudio de mercado?

- Conocer el volumen de negocio. Depende del mercado al que nos dirigiremos: local, provincial, nacional, internacional... y del tipo de público consumidor.
- Conocer como está dividido actualmente el consumo entre los diferentes competidores de nuestro negocio.
- Conocer cuál es el grado de satisfacción de dicho público objetivo.
- Conocer cuál es la percepción del precio que consideran equivalente.
- Conocer cuál es el coste de cambio de suministrador, suponiendo que nuestra oferta fuese percibida como más interesante por algunos de ellos.

#### 2.1.3 Variables de segmentación

Las principales variables que se tienen en cuenta en un estudio de mercado son:

- Sexo del consumidor
- Edad
- Estado civil
- Nivel económico
- Nivel académico
- Hábitat urbano donde reside (Rural, urbano, gran metrópoli)
- Tamaño de la familia
- Hábitat climatológico (Hábitat húmedo, seco, caluroso, frío...)



- Ocupación (Parado, operario, técnico, administrativo, director, etc.)
- Hábitos de compra (Periodicidad, lugares de compra, etc.)

#### 2.1.4 Fases de un producto

La vida de los productos está dividida en diferentes fases, pero hay dos que están estrechamente relacionadas con los estudios de mercado, son: Fase de lanzamiento y fase de crecimiento y madurez.

- Fase de lanzamiento

Es la primera fase de un producto, aquí el producto apenas se ha puesto en marcha, las cosas se desarrollan con rapidez y generan muchas dudas. Se necesita realizar un estudio de mercado para poder concentrarse en los temas más importantes.

Los resultados obtenidos tendrán que contestar a las siguientes preguntas:

- ¿Tendrá éxito el concepto de producto que tenemos?
- ¿Será comparado mejor, peor o igual que el de nuestra competencia?
- ¿Cumplirá las expectativas de nuestros clientes?
- ¿Gustará su nombre? ¿color? ¿envase?, ...

Para ellos tenemos una serie de herramientas que son:

- Pruebas de concepto: Se estudia si el concepto del producto es lo suficientemente atractivo como para tener éxito. También se estudia a qué tipo de comprador atrae más y cuáles de sus beneficios son los que más llaman la atención.
- Pruebas de producto: Queremos conocer si el producto es tan bueno como creemos y cómo se compara con la competencia.
- Cumplimiento del concepto: Se busca encontrar las expectativas que tiene el producto en los clientes y si realmente los satisface.
- Pruebas de nombre: ¿Gusta el nombre al público? ¿es corto, memorable y de fácil lectura? Y que les sugiere ese nombre. Se debe tener una idea de si realmente transmitimos lo que queremos transmitir con el nombre.
- Investigación de publicidad: Necesitamos una estrategia para lanzar el producto. Debemos seleccionar los medios de difusión oportunos y el concepto general que queremos difundir. Y lo más importante de todo, que presupuesto tenemos.
- Pruebas de seguimiento: Necesitamos realizar un seguimiento para comprobar que si el plan está funcionando o no.



Responder a cualquiera de estas herramientas sería objeto de un estudio de mercado. El proceso de lanzamiento de un producto debe estudiarse con mucho detalle para que pueda tener éxito. Siempre se debe pensar antes de hacer, y una vez pensado, debemos contrastar si lo que pensamos está bien o mal.

- Fase de crecimiento y madurez

En esta fase el producto está ya en el mercado y el estudio de mercado se centrará en otros objetivos como pueden ser:

- Realizar un cambio o modificación en nuestro producto.
- Ampliar nuestro mercado.
- Identificar las causas por las cuales nuestro producto no tiene éxito.
- Potenciar nuestra imagen corporativa

#### 2.1.5 Cómo realizar un estudio de mercado.

Un estudio de mercado es una herramienta que puede tener diferentes niveles de actuación y, por lo tanto, de costes. Por esta razón, hay que tener las cosas claras antes de empezar a realizar un estudio de mercado para poder seguir el camino adecuado y conseguir la información que se desea.

El esquema a seguir al realizar un estudio de mercado es el siguiente:

##### 1- Definición del problema

El primer paso de la investigación es definir cuál es el problema que se tiene. Si se define bien cuál es el objetivo del estudio, el empresario o futuro emprendedor podrá ahorrar esfuerzos y recursos en el trámite.

##### 2- Análisis previo de la situación actual.

Existen dos tipos de análisis, el análisis interno y el externo.

##### ➤ Interno.

Dentro del análisis interno se estudian los factores que son controlables por la empresa, como son los:

- **Análisis de recursos propios y disponibles:** Lo primero que se tiene que hacer es realizar una estimación de los recursos económicos de los que dispone la empresa o de la capacidad de financiación ajena.
- **Análisis de costes:** Este apartado va relacionado estrechamente al anterior. Se debe tener una idea muy clara lo que va a suponer económicamente tanto en gastos fijos como en flujo de gastos variables.

- Marketing mix: Se puede definir como el proceso de planificación y ejecución del producto. En esta etapa se fija el precio, se promociona y se distribuyen las ideas, bienes y servicios.

Entran en juego 4 variables fundamentales que engloban lo siguiente:

- Producto: Test de concepto de producto, envase, marca y logotipo. Estas son las preguntas más típicas a la hora de analizar el producto.
  - Precio: Precio que se debe fijar y diferencia con la competencia. Margen del que disponemos.
  - Promoción: Elección del marketing y la publicidad.
  - Distribución: Elección del canal más adecuado y ubicación de los puntos de venta.
- Determinación del mercado potencial:

En este apartado se habla de la demarcación geográfica, y de una serie de variables como son la edad, el sexo, el nivel económico, etc.

- Externo.

Cuando hablamos de análisis externo, estamos aludiendo a todas aquellas variables que están fuera de la empresa y que no se controlan, pero sí que se puede intervenir en ellas. La empresa se mueve dentro de un ambiente político, un ambiente legal, social y tecnológico. A este ambiente que rodea la empresa se le denomina Macroentorno.

El Macroentorno está formado fundamentalmente por las fuerzas institucionales que afectan las relaciones entre la empresa y el mercado.

Existen 4 entornos:

- Entorno económico: Son todas las variables que afectan al poder de compra de los clientes: ingresos, tipo de interés, renta per capita...
- Entorno legal: Leyes que regulan aspectos importantes de las relaciones entre empresas o de éstas con los clientes.
- Entorno socio/Cultural: Forma de comportarse de los individuos. Posiblemente el punto más difícil de estudiar porque las tendencias cambian con el tiempo y esto conlleva a un cambio de comportamiento de la sociedad.
- Entorno tecnológico: Cambios que se producen en los productos, siempre hay que estar al día de las mejoras que realizan tus competidores porque no mejorar el producto es síntoma de fracaso.

Además de estudiar el macroentorno, se debe estudiar las variables del entorno sectorial:



- Análisis del sector y mercado de referencia: Todo lo referenciado con el sector.
  - Cifra de ventas.
  - Volumen de ventas
  - Número de empresas que venden tú mismo producto.
  - Como se reparten la cuota de mercado.
  - Cuál es la empresa líder.
  - Qué estrategia de imagen utiliza.
  - Qué canales de distribución.
  - Qué tecnología utilizan.

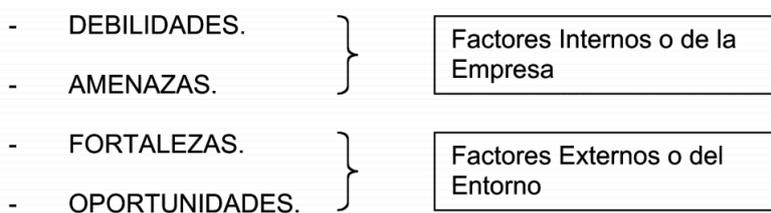
Cuantos más datos se tenga, más fácil será tomar decisiones.

- Índice de saturación del mercado potencial: Se compara el mercado real con el potencial. Cuanto mayor diferencia haya, menos saturado está y mayor es la probabilidad de negocio.
- Análisis socioeconómico del mercado potencial:
- Expectativas del mercado y ciclo de vida del producto:
- Análisis estratégico de la competencia:

### 3- Análisis DAFO

El análisis DAFO es una técnica de tremenda importancia para los empresarios, porque consiste en un resumen estratégico de su situación con respecto a las demás fuerzas que operan en el mercado, incluidos el público objetivo y la competencia.

Este resumen estratégico, se basa en el análisis de estas 4 variables.



**Debilidades:** En este punto, se debe indicar las debilidades de nuestro negocio con respecto al mercado y a los competidores (Capacidad financiera, mercado potencial, nombre de marca, etc.)

**Amenazas:** Son factores que pueden ser perjudiciales a corto y medio plazo para nuestro negocio. Por ejemplo: Productos de importación, competidores líderes acaparando el mercado, cambios en los hábitos de consumo, etc.



**Fortalezas:** Puntos fuertes que nos vienen de nuestro conocimiento de un determinado mercado, o de la propia inexperiencia de la competencia. A veces la ventaja consiste en saber transmitir que somos simplemente, distintos.

**Oportunidades:** Se tratar de ver dónde están las fisuras del mercado, es decir, qué es lo que puede ocurrir en el mercado que nos facilite o nos permita aprovechar mejor sus características o unas circunstancias favorables (Índice de saturación bajo, tendencia creciente de la demanda, etc.)

#### 4- Definición de objetivos

Una vez que se ha definido cuál es el problema a investigar y la situación de la empresa tanto interna como externamente, es hora de fijar por escrito los objetivos para la realización del estudio.

Resulta un punto difícil de elaborar, pero resulta imprescindible para conocer el alcance del estudio y no esperar soluciones magistrales.

Los objetivos deben ser:

- Claros
- Concretos
- Realistas
- Cuantificados
- Delimitados

#### 5- Técnicas de elaboración de un estudio de mercado

Existen diferentes técnicas y fuentes de información que se pueden utilizar para la elaboración de un estudio de mercado, en función de la procedencia de los datos y la tipología de la información a obtener.

La primera gran clasificación sería:

- Según la procedencia de los datos.

El escoger entre un tipo de fuentes de información u otra tiene una gran importancia, sobre todo, en lo respectivo a los costes, al tiempo, a la calidad de los datos, etc.

Existen dos tipos de fuentes:

- Fuentes primarias

Las fuentes primarias son aquellas que nos proporcionan datos específicos sobre el problema a analizar. Proceden de análisis y estudios diseñados a la medida.

Suelen tratarse de datos recopilados por la propia empresa o conclusiones obtenidas de la experiencia en las relaciones con los mercados, estos se denominan Internos.

En cambio, si eres un emprendedor y no tienes experiencia en el mercado, los datos deben proceder de terceros, a estos datos se les denomina Externos.

- Fuentes secundarias

Son fuentes de datos que contienen datos genéricos o estadísticos. Son informes y estudios que no han sido diseñados específicamente para el tratamiento de problemas o asuntos que se proponen a investigar, pero que contienen datos relacionados.

Ejemplos de datos que contiene las fuentes secundarias son:

- El nivel de renta medio de la población.
  - Actividad comercial de la misma (número de locales comerciales, y metros cuadrados dedicados al comercio).
  - Datos del paro.
  - Pirámide generacional (por si la población tiende a expandirse o no).
  - Tipo de actividades empresariales que se llevan a cabo.
  - Nivel de estudios de la población objetivo y de las generaciones siguientes.
- Según la tipología de la información a obtener.

Esta clasificación está dividida en dos técnicas:

- Técnicas Cuantitativas

Son aquellas que nos permiten medir o cuantificar el alcance de un determinado fenómeno. Para poder obtener los datos tenemos diferentes formas.

Mediante:

- Encuestas:

Las claves del procedimiento para realizar una encuesta de calidad que nos proporcione datos fiables, están en la correcta elección de la muestra y en el diseño del cuestionario. Las muestras deben ser de un tamaño suficiente para que las consideremos significativas. Pero para que sean eficaces, los elementos de la muestra deben estar escogidos aleatoriamente.

- Paneles:

Los paneles son un tipo de sondeo en el cual se utiliza a un grupo fijo, de un tamaño significativo y previamente escogido por su alto nivel de representatividad del público objetivo al que se desea estudiar.

Un claro ejemplo de paneles, son las mediciones de la audiencia de los medios de comunicación.

- Técnicas Cualitativas

Estas técnicas nos facilitan información de las razones por las que existen determinados hábitos de consumo. Además, nos aporta más datos, como pueden ser las preferencias



de uso, las estéticas, las necesidades ergonómicas, carencias o atracciones que se perciben en los productos actuales, u otros temas más difíciles de averiguar por ser opiniones más complejas para obtener mediante un sondeo masivo.

Las técnicas cualitativas más importantes son:

- Observación directa:

Esta técnica se basa principalmente en observar siguiendo una metodología, un esquema y una preselección de lugares y horarios, los hábitos de consumo o forma de actuar de los consumidores o compradores de un producto.

Los objetivos fundamentales de dichas observaciones consisten en:

- Detectar quién, cuándo, con qué frecuencia, cómo, y en qué lugares se adquiere el producto
- Detectar quién, cuándo, cómo, con qué frecuencia, en qué lugares, y en qué situaciones se usa el producto.

También podemos evaluar datos del comportamiento respecto al producto como:

- Cuáles son las prestaciones adicionales que más solicitan.
  - Cuáles son las objeciones más frecuentes.
  - Cuáles son las quejas o reclamaciones más habituales sobre el servicio o producto.
- Entrevista en profundidad:

Se trata de realizar una entrevista planificada a una persona con gran experiencia en el sector y en los problemas que deseamos investigar.

Esta técnica se denomina también “Entrevista a expertos”.

- Reuniones en grupo:

La técnica consiste básicamente en reunir a un grupo de personas, preferiblemente que no se conozcan entre ellas, y que estén más o menos implicadas en el tema a tratar.

Esta técnica es la menos recomendable para ser usada por una persona no especializada. Esta persona debe hacer de moderador y llevar las riendas de la reunión, por lo que si no está puesta en el tema va a ser muy difícil de encauzar la reunión por donde tú quieras.

#### 6- Recogida, elaboración e interpretación de los datos.

Se juntan todos los datos y se llega a una conclusión.

#### 7- Elaboración y presentación del informe final

Se elabora el informe con las ideas principales para la toma de decisiones.

En resumen:



Figura 2: Resumen Estudio de Mercado



### 2.1.6 Reglas a seguir.

Por último, se van a dar unas pautas útiles a tener en cuenta a la hora de realizar un estudio de mercado.

- 1.- Tenga presente su intuición y su experiencia profesionales, pero no se deje guiar sólo por ellas.
- 2.- Procure, al menos en los comienzos, documentarse el máximo posible sobre la problemática del sector, tanto a nivel local como regional y nacional, o incluso en los casos en que se vea conveniente, a nivel internacional.
- 3.- Esté atento a todas las noticias e informaciones que se publiquen sobre su sector profesional. Si encuentra algo interesante relacionado con el mismo, tome nota, o cópielo y guarde la información.
- 4.- Procure utilizar Internet. Es el medio más económico y actualmente está bastante bien dotado de información.
- 5.- Procure asesorarse en los Organismos competentes. Visite el CEEI, la Cámara de Comercio u otros organismos. Encontrará apoyo y asesoramiento.
- 6.- Contacte con los responsables de Asociaciones sectoriales, profesionales, empresariales, etc. relacionadas con su sector de actividad. Le aportarán información muy valiosa.
- 7.- Trate de localizar estudios realizados sobre el tema que le ocupa. Hay mucha más información de la que parece, lo que ocurre es que no siempre está a la vista.
- 8.- Siempre que lleve a cabo una acción de búsqueda de información mediante técnicas cualitativas, procure prepararse y planificar muy bien el proceso. Cuanto mejor lo prepare más efectiva será la acción que usted lleve a cabo y obtendrá más información y de mejor calidad con menos esfuerzo.
- 9.- Cada vez que encuentre un dato o una información de interés, regístrela, clasifíquela, y archívela adecuadamente.
- 10.- Converse siempre que pueda con empresarios y/o técnicos veteranos de su sector de actividad. Aprenderá mucho de ellos.
- 11.- Procure utilizar el sentido común a la hora de extraer conclusiones, y espere a tener una buena cantidad de información contrastable para hacerlo. Y recuerde que, mientras no exista una verificación profesional de su Estudio o una cierta práctica por su parte, le recomendamos que lo utilice sobre todo como elemento orientativo.
- 12.- Una vez que haya realizado todos los pasos que le sugerimos y que se encuentre en condiciones de redactar un informe con sus propias conclusiones, hágalo de la forma más clara posible y, si tiene ocasión, procure mostrárselo y comentarlo con algún profesional cualificado.



## 2.2 Caso práctico

### 2.2.1 Definición del problema

Nos gustaría estudiar cómo está el mercado de las empresas que se dedican a la innovación en ingeniería y educación técnica, diciéndolo con otras palabras, empresas que se dedican a vender material para experimentar en laboratorios de centros educativos. Nosotros estamos especializados más concretamente en el mundo de las vibraciones. Somos un laboratorio de la universidad de Valladolid que se dedica al estudio de las vibraciones.

Objetivos:

- Conocer empresas que se dediquen al mismo negocio.
- Conocer la cuota de mercado que ocupan.
- Conocer los precios de venta de esos productos.
- Conocer los servicios que ofrecen.
- Conocer los tipos de organizaciones que comprarían nuestro producto.

### 2.2.2 Análisis previo de la situación

Análisis interno:

En el análisis interno realizaremos un escáner de que es lo que tenemos ahora mismo como empresa.

- Análisis de recursos propios y disponibles: Departamento financiado por la universidad, no nos vamos a dedicar a la producción en serie ni en grandes cantidades, solo queremos comercializar algún producto. Se dispone de suficiente financiación para poder llegar a este objetivo y se tiene constancia de que hay centros que estarían encantados de comprar versiones de nuestras maquetas.
- Análisis de costes: Se realizará una síntesis de cuanto nos ha valido el material y cuando la mano de obra. Una vez que tenemos ese precio, se aplicará el porcentaje de ganancias que queremos para nuestra empresa. Sumamos el 21% de I.V.A y tenemos nuestro precio final por producto. (más detalle en el Capítulo 4: Estudio económico). Al disponer de recursos suficientes para la puesta en marcha de la empresa, podemos permitirnos tener un pequeño stock de cada uno de los productos. No demasiado grande, pero si 4-5 productos de cada.
- Marketing mix:
  - o Producto: El producto está diseñado, pero se deberá realizar planos de cada detalle, ya que ahora mismo no existen.  
Envase sin definir. Como nos vamos a dedicar a la venta de productos, se debe definir un envase adecuado para cada producto.



En cuanto al logotipo y al diseño gráfico, como no somos expertos en este tema, se subcontratará el diseño a una empresa que si lo sea.

- Precio: El precio debe ser asequible con la clase social del cliente potencial. (ver más detalles en el Capítulo 4: Estudio económico)
- Promoción: Para este tema, se ha pensado realizar visitas a la universidad donde se invitarán a los institutos a venir. En estas visitas que enseñarán los productos ofertados. Se dejará a los estudiantes que manejen los experimentos y se les explicará con palabras sencillas cuál es su funcionamiento y para qué sirven. Por ahora no se tiene página de internet, pero sería una buena forma de promocionarse en el futuro.
- Distribución: Se utilizará un repartidor local.

- Determinación del mercado potencial:

En primer lugar, situar el negocio, tanto en emplazamiento como en demografía. En negocio está en Valladolid, una ciudad de 299.715 habitantes según INE en 2017. Si contamos con toda el área metropolitana de la ciudad, conformada por 23 municipios, la población asciende a 414.281 habitantes.

Valladolid ciudad cuenta con 20 centros de educación secundaria. Nuestro objetivo en primer lugar sería llamar la atención de estos centros. Nos centramos en este público, porque consideramos que se necesita una pequeña base de física para poder entender nuestro producto. Estos productos serían el complemento perfecto para poder explicar parte de la física que se da en estos centros. También hay que considerar, que estos aparatos pueden ser todo lo complejos que se quiera, ya que se pueden realizar estudios de amortiguación de vibraciones y de frecuencias, y para estos estudios se necesita un nivel superior de estudios.

También existen universidades que podrían estar interesadas y además con estas, se podrían intercambiar conocimientos más específicos del tema. Para poder llamar la atención de estas entidades, tenemos que ir un paso más allá, debemos ofrecer estudios más detallados y demostrar que las maquetas son algo más que un juguete para experimentar. Este punto queda guardado para una segunda fase del proyecto.

Análisis externo:

Existen diferentes empresas que se dedican a la comercialización de material para laboratorios.

Se va a analizar las principales empresas y los productos similares a los nuestros:

## Quanser.

Se trata de una empresa canadiense fundada en 1989 y es líder mundial en el diseño y fabricación de productos refinados, soluciones y laboratorios completos.

Más de 2.500 universidades e instituciones confían en sus laboratorios y sus soluciones. La diferencia entre nuestro mercado potencial y el suyo, es que los productos de Quanser van destinados a universidades, mientras que los nuestros van a institutos de educación secundaria.

Quanser tiene una maqueta de edificio parecida a la nuestra, la diferencia es que la suya trae un sistema que provoca las vibraciones con una determinada frecuencia y unos acelerómetros para estudiar la relación de vibraciones entre pisos.



Figura 3: Maqueta Edificio Quanser

La estrategia que utilizan es ofrecer productos con tecnología punta para poder asegurar que las investigaciones salgan bien.

En nuestro caso, los productos no van destinados para investigación, sino para aprendizaje, por lo que la precisión y la tecnología utilizada esta menos desarrollada. Además, el poder económico de un instituto es menor que el de una universidad y tenemos que ofrecer productos más acordes a ellos.

El canal de distribución que utilizan es una página Web, allí se explican quiénes son, cuáles son sus productos, sus servicios, la ayuda que ofrecen. Para cada producto tiene una hoja donde te explica que producto es y cómo funciona. Lo único que no muestran es el precio del artículo.

La página Web que utilizan tiene la siguiente apariencia:

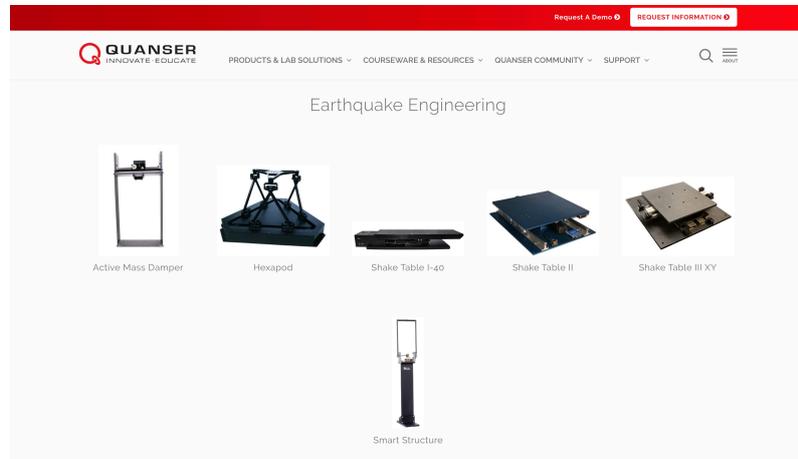


Figura 4: Página Web Quanser

Visualizando un producto cualquiera:

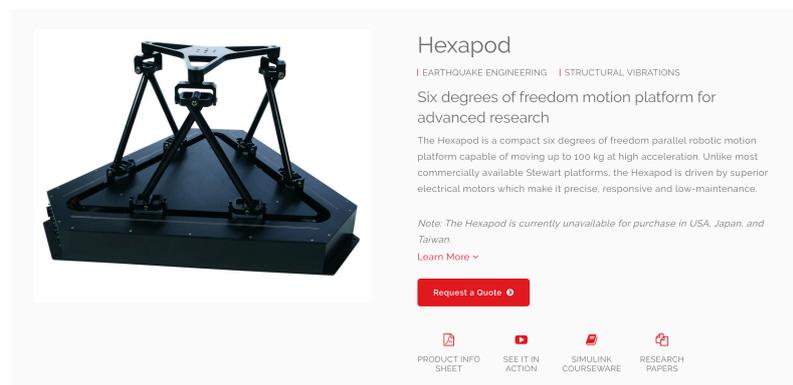


Figura 5: Ejemplo producto Quanser

Nos muestra una breve descripción del producto y además, nos proporciona información del producto, unos videos para observar su funcionamiento, un manual con la documentación y los softwares utilizados y diversos *papers* relacionados con el tema.

## Edibon

Empresa nacional fundada en 1978.

Su visión es: Proporcionar herramientas modernas y adecuadas para una formación rápida, fácil y efectiva, con conceptos claros y fáciles de entender por los estudiantes.

Su público objetivo son los centros de educación superior, centros de formación profesional y en empresas.

La diferencia entre Edibon y Quanser, es que Edibon entra dentro del mundo empresarial mientras que Quanser se queda solo en el educacional.

Al igual que Quanser, utilizan internet para darse a conocer, mediante una página Web donde exhiben sus productos. En la página web también se describen como empresa, dan a conocer sus servicios y publican noticias donde ellos aparecen.

La página Web que utilizan tiene la siguiente apariencia:

1.- FÍSICA  
2.- ELECTRÓNICA  
3.- COMUNICACIONES  
4.- ELECTRICIDAD  
5.- ENERGÍA  
6.- MECATRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN Y COMPUTECATRÓNICA  
7.- MECÁNICA  
7.1.- INGENIERÍA MECÁNICA  
7.1.1.- Kits de Fundamentos de Mecánica  
7.1.2.- Máquinas Simples  
7.1.2.1.- Mecanismos  
7.1.2.2.- Engranajes  
7.1.3.- Estática y Dinámica  
7.1.4.- Vibraciones y Oscilaciones  
7.1.5.- Tribología (Fricción)  
7.1.6.- Mecánica de Estructuras  
7.2.- INGENIERÍA MECÁNICA DE LA AUTOMOCIÓN  
7.3.- INGENIERÍA DE MATERIALES  
7.4.- INSTALACIONES Y MANTENIMIENTO  
8.- MECÁNICA DE FLUIDOS  
9.- TERMODINÁMICA Y TERMOTECNIA  
10.- CONTROL DE PROCESOS

7.1.- INGENIERÍA MECÁNICA

Equipos

MEVTC Equipo de Estudio de Vibraciones Torsionales, Controlado desde Computador (PC)  
Torsional vibrations are predominant whenever there are large discs on a relatively thin shaft.

MVRE Equipo de Vibración de un Muelle en Espiral  
Spiral spring are used to provide a resisting (or restoring torque) to a shaft when it is rotated through an angular displacement.

MVL Equipo de Vibraciones Libres  
Vibration is defined as the motion of a particle, body or system of connected bodies displaced from a position of equilibrium.

Figura 6: Página Web Edibon

Edibon nos muestra la descripción del producto antes de entrar a verlo. Esto ayuda a la hora de una búsqueda rápida.

Si entramos a ver un producto, el diseño es el siguiente:

MVRE Equipo de Vibración de un Muelle en Espiral

7.1.4.- Vibraciones y Oscilaciones 14.1.4.- Vibraciones y Oscilaciones

Spiral spring are used to provide a resisting (or restoring torque) to a shaft when it is rotated through an angular displacement.

Solicitar Información

Catálogo  
Especificaciones de concurso

Laboratorios Expansiones

Figura 7: Ejemplo producto Edibon



Edibon solo nos muestra el catálogo y unas especificaciones del producto.

Conclusiones:

- No interferimos directamente en el mercado potencial de estas dos empresas líderes en el sector.
- Necesitamos un canal de promoción como puede ser una página web.
- Debemos suministrar servicios a nuestros clientes, como pueden ser: charlas sobre temas relacionados con nuestros productos, manuales de montaje, especificaciones de nuestro producto y proporcionar nuestro contacto a través de mail para la resolución de dudas.
- Debemos estar mejorando nuestros productos constantemente y buscar ampliar nuestra gama para poder abrirnos paso en el mercado (el estancamiento es el primer paso al fracaso).

### 2.2.3 Análisis DAFO

Siempre al empezar un negocio se debe hacer un “escáner” de cómo estamos como empresa. En nuestro caso es difícil porque no tenemos experiencia en como empresarios, pero podemos tener otras virtudes de las cuales podemos sacar partido.

- Debilidades:
  - o No tenemos experiencia en venta.
  - o No disponemos de una gran financiación.
  - o Nuestro mercado potencial no nos conoce.
  - o Partimos de cero en el negocio.
- Amenazas:
  - o Las empresas líderes pueden cambiar sus clientes potenciales y empezar a suministrar a centros de educación secundaria.
- Fortalezas:
  - o Personas con grandes conocimientos en el ámbito de las vibraciones.
  - o Pertenece a un departamento de una universidad.
  - o Nuestros productos son fáciles de montar y manejar.
  - o Nuestros productos son baratos.
  - o No tenemos la necesidad de vender, se trata de una actividad secundaria.
- Oportunidades:
  - o Nuestro público objetivo no está siendo explotado.

### CAPÍTULO 3: ESTUDIO TÉCNICO

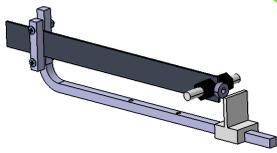


Figura 9: TMD Flexible

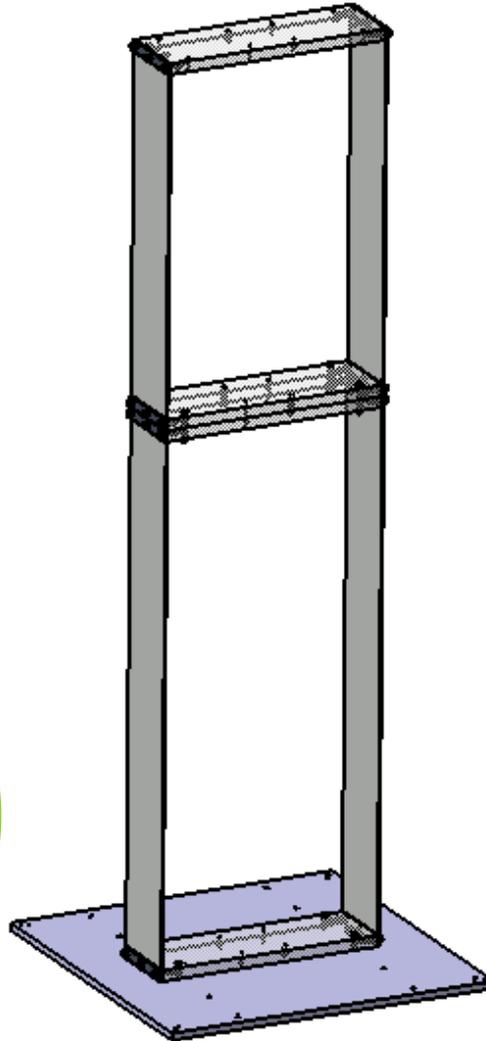


Figura 8: Maqueta Edificio

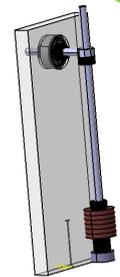


Figura 10: TMD Péndulo

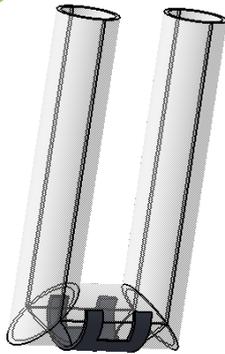


Figura 11: TLCD

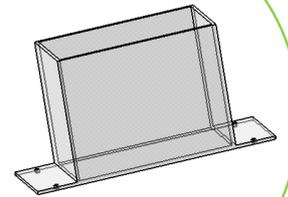


Figura 12: TLD

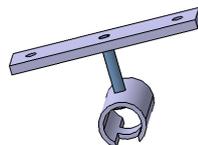


Figura 13: TMD Fricción



### 3.1 Introducción

Este edificio formado por dos módulos consta de diferentes complementos, todos ellos destinados al estudio de la absorción de vibraciones.

### 3.2 Descripción general

Los alumnos pueden montar los distintos experimentos sobre el edificio, donde es posible simular vibraciones gracias a sus paredes flexibles. Estos dispositivos absorben esa vibración mediante la oscilación de una masa, el rozamiento de un hilo o el movimiento de líquidos.

El conjunto completo consta de un edificio con dos módulos (uno de 75 cm y otro de 50 cm), y 5 complementos que se pueden comprar por separado.

¿Cuáles son las partes incluidas?

#### 1- Edificio principal:

2 módulos que se pueden usar de forma independiente o conjunta. Las paredes son de láminas de metal flexible y la unión de estas paredes de plástico rígido simulando un forjado. Los forjados tienen diferentes taladros para poder acoplar los diferentes complementos a él.

#### 2- Complementos:

##### 2.1- TMD Flexible:

Sistema que disipa energía mediante la acción de masas. Las masas están acopladas a una pletina la cual se mueve con las vibraciones. Esta pletina lleva un imán en su extremo y con el movimiento de la pletina este imán pasa cerca de un metal y absorbe las vibraciones. Las masas se pueden variar a conveniencia.

##### 2.2- TLD:

Sistema que disipa energía mediante el movimiento de un fluido en su interior, generalmente agua. El nivel del agua influye en la disipación.

##### 2.3- TLCD:

Sistema que disipa energía mediante el movimiento de un fluido. El fluido pasa de un lado al otro del tubo con las vibraciones.

##### 2.4- TMD de fricción:

Sistema que disipa energía mediante el rozamiento. El sistema dispone de un condón que va atado a los extremos del edificio. Cuando este vibra, al ser flexible, se mueve de lado a lado y el cordón pasa deslizándose a través de un tubo. Este rozamiento elimina la vibración.

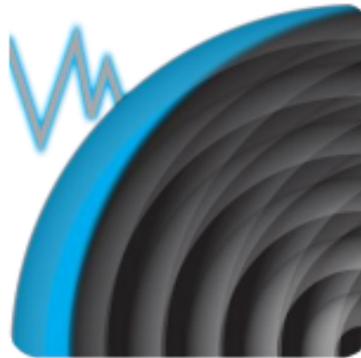
##### 2.5- TMD Péndulo:

Sistema que disipa energía mediante la acción de masas. Actúa de forma similar al TMD flexible, pero en este caso la masa está acoplada a un brazo

que gira con las vibraciones. Este brazo también dispone de un imán que se frena con un metal.

**3- Equipo recomendado para la medición de la vibración:**

Se trata de una aplicación comercial gratuita para Android: Accelerometer Analyzer.



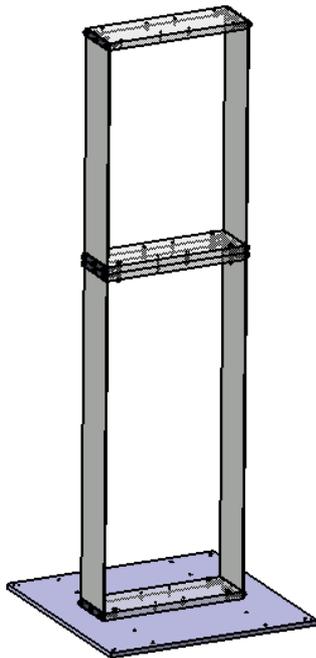
*Figura 14: App Accelerometer Analyzer*

Para calcular las frecuencias tanto del edificio como del edificio con sus respectivos accesorios, solo hace falta un Smartphone y la aplicación recomendada. Tan solo hay que colocar el Smartphone plano en el forjado y excitar la estructura manualmente con pequeños impulsos.

### 3.3 Edificio de 2 plantas

#### 3.3.1 Características generales

Consiste en una maqueta que simula la estructura de un edificio. Está formado por dos módulos que se pueden usar juntos o por separado. A continuación, se indican algunas de sus características modales:



Frecuencia:

- Módulo 50 cm:
  - Primer modo:  $f_1 = 5,502$  Hz
- Módulo 75 cm:
  - Primer modo:  $f_1 = 2,744$  Hz
- Módulo 75 cm + 50 cm:
  - Primer modo:  $f_1 = 1,57$  Hz
  - Segundo modo:  $f_2 = 7,166$  Hz
- Módulo 50 cm + 75 cm:
  - Primer modo:  $f_1 = 2,744$  Hz
  - Segundo modo:  $f_2 = 4,963$  Hz

Figura 15: Maqueta Edificio

Los TMDs que se mostrarán a continuación, ha sido parametrizados para la configuración 75 + 50. Si se monta la configuración 50 + 75, al tener esta configuración unas frecuencias diferentes, los TMDs no se comportarán de forma ideal. Esto se soluciona colocando unas masas adicionales en la configuración 50 + 75 para bajar la frecuencia y que los TMDs tengan la misma eficacia.

La frecuencia del primer modo de vibración del módulo 50cm + 75cm sería:  $f_1 = 1,45$  Hz

Edificio sin TMD 75-50 ( $f=1,57$ Hz)				
Propiedades del edificio				
	Masa (Kg)	Masa con TMD (Kg)	Rigidez (N/m)	Amortiguación Modal (un.)
Piso 1	1.45	1.45	222	0.008
Piso 2	0.97	0.97	1041	0.0019

Tabla 1: Características Configuración 1 Edificio sin TMD

Edificio sin TMD 50-75 (f=1,45Hz)				
Propiedades del edificio				
	Masa (Kg)	Masa con TMD(Kg)	Rigidez (N/m)	Amortiguación Modal (un.)
Piso 1	1.63	1.63	1041	0.00209
Piso 2	2.162	2.162	222	0.003

Tabla 2: Características Configuración 2 Edificio sin TMD

Otro de los experimentos que se ha realizado para constatar que los productos funcionan de verdad ha sido el de cronometrar cuánto es el tiempo que tardaba el edificio en parar de vibrar.

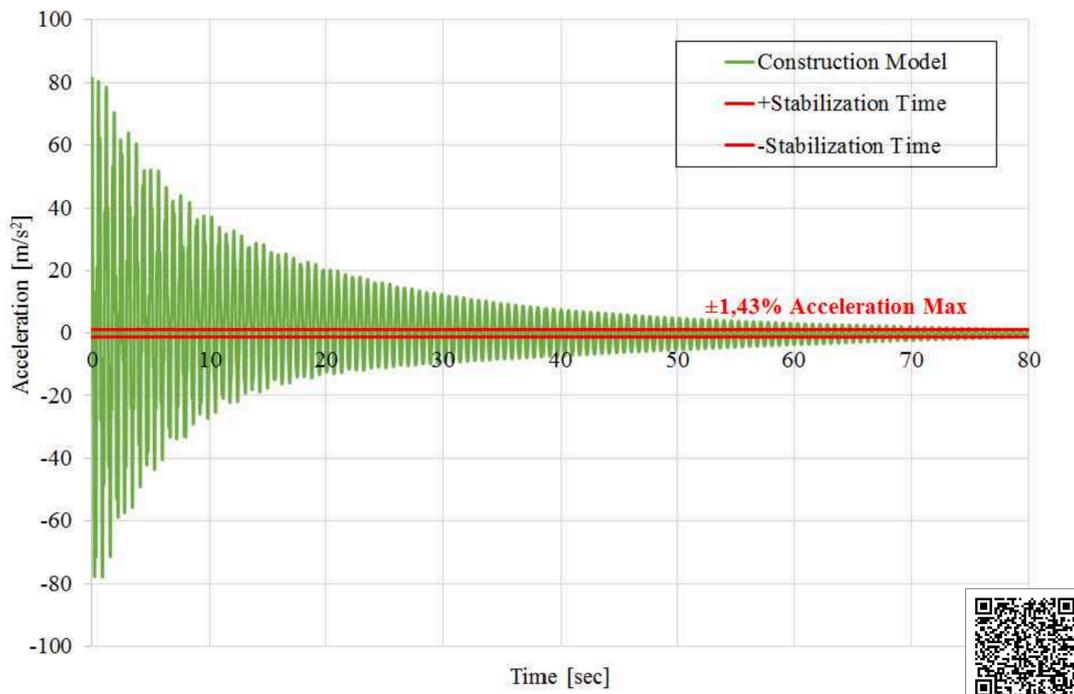


Figura 16: Amortiguación Edificio sin TMD

El resultado del edificio sin ningún accesorio es de aproximadamente 80sg, en la explicación de los productos, se detallará cuánto ha sido el tiempo que se conseguido con cada ítem.

### 3.3.2 Instrucciones de montaje

1

**Unión de un forjado con la base:** Utilizamos los tornillos de M5x35 para la unión con sus respectivas tuercas. El montaje es como se muestra en la imagen.

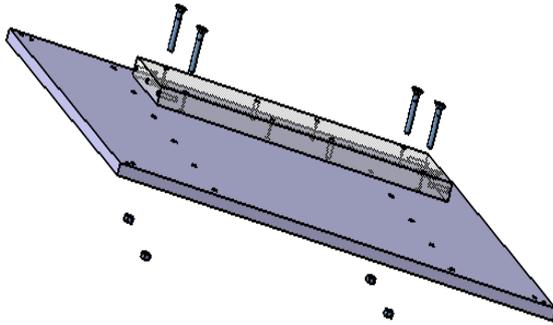


Figura 17: Unión Forjado-Base

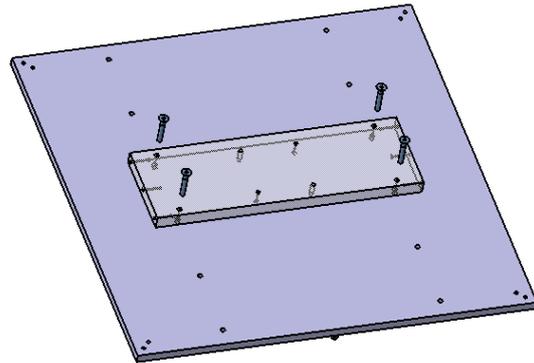


Figura 18: Unión Forjado-Base

2

**Unión de las placas de 750mm al forjado de la base:** En este caso se utiliza los tornillos M5x20. Para la unión de la placa de 750mm con los tornillos se utiliza unas plaquitas. Cada tornillo lleva una arandela tal y como se muestra en el detalle de abajo.

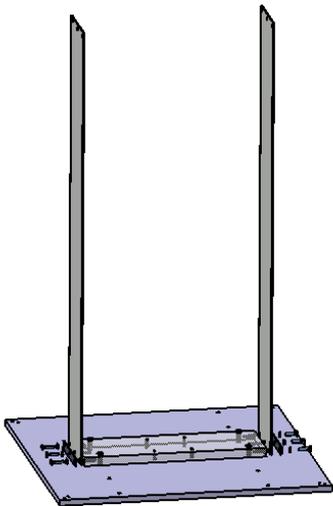


Figura 19: Unión Forjado-Placa750

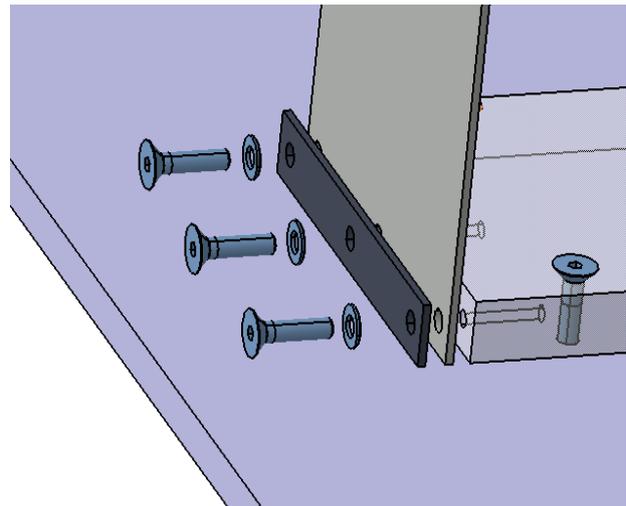


Figura 20: Detalle Unión Forjado-Placa750

3

**Acabado del 1er módulo:** Se acopla otro forjado a las placas de 750mm del mismo modo que en el paso 2 para completar el primer módulo.

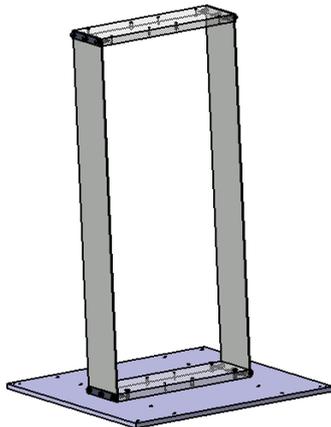


Figura 21: Módulo 1 acabado

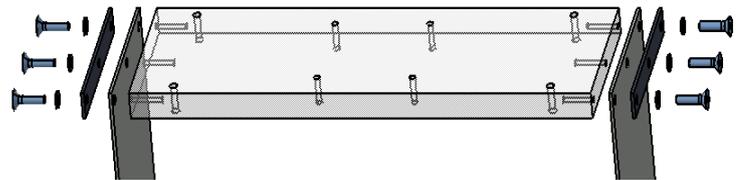


Figura 22: Detalle unión Forjado-Placa750

4

**Acoplamiento de un 2do módulo.** Para acoplar un segundo módulo, necesitamos juntar dos forjados de la siguiente forma. Se necesitan los tornillos M5x40 con sus respectivas tuercas.

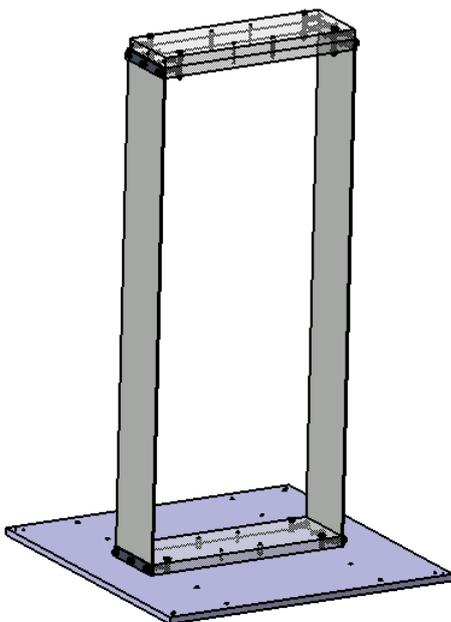


Figura 24: Unión Forjado al primer módulo

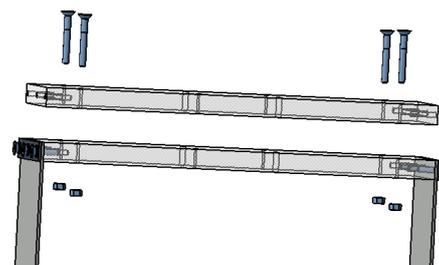


Figura 23: Detalle unión Forjados

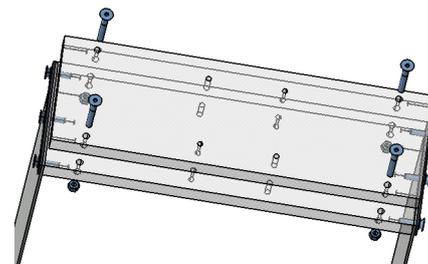


Figura 25: Detalle unión Forjados

5

**Unión de las placas de 500mm correspondientes al 2do módulo:** Utilizamos los tornillos M5x20 para unir el forjado del segundo módulo con las placas de 500mm, para la unión usamos las plaquitas pequeñas.

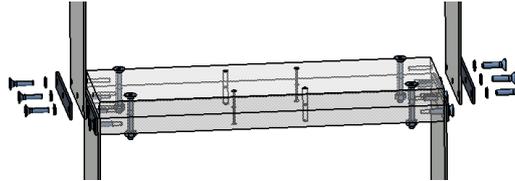


Figura 26: Unión Forjado-Placa500

6

**Acabado del 2do módulo:** Se acopla otro forjado a las placas de 500mm del mismo modo que en el paso 4 para completar el segundo módulo

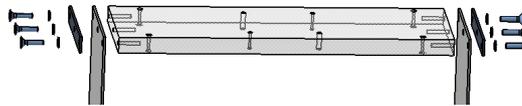


Figura 27: Unión Placa500-Forjado

7

**Edificio terminado:**

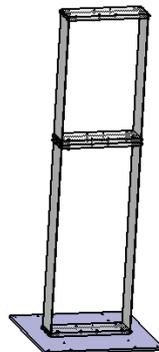


Figura 28: Maqueta Edificio acabado

### 3.4 TMD Flexible

#### 3.4.1 Características generales

Se trata de un sistema TMD el cual disipa energía mediante un movimiento oscilatorio de un imán con un metal. El movimiento oscilatorio lo produce una pletina flexible con una masa variable en su extremo.

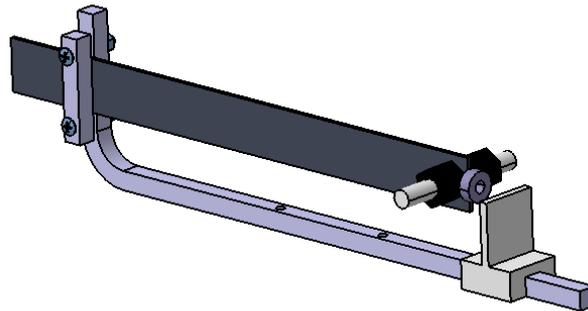


Figura 29: TMD Flexible

Como es de esperar, la frecuencia del edificio cambia cuando añadimos masas, en este caso el TMD tiene un peso que influirá en el edificio. Las nuevas frecuencias del edificio son las siguientes:

- Módulo 75 cm + 50 cm:

Primer modo:  $f_1 = 1,599$  Hz

- Módulo 50 cm + 75 cm:

Primer modo:  $f_1 = 1,27$  Hz

Se realizaron unos ensayos con el TMD acoplado al edificio, en los cuales se hacía vibrar el edificio y colocando diferentes masas buscar la configuración más adecuada para amortiguar las vibraciones, los datos obtenidos para la configuración ideal son fueron los siguientes:

Edificio 75 cm+ 50 cm con TMD Flexible				
Propiedades del edificio				
	Masa(Kg)	Masa con TMD(Kg)	Rigidez (N/m)	Amortiguación Modal (un.)
Piso 1	1.45	1.45	222	0.01
Piso2	0.97	1.224	1041	0.00135
Propiedades del TMD				
TMD	Masa móvil(Kg)	Masa Fija (Kg)	Rigidez (N/m)	Amortiguación. (Ns/m)
	0.073	0.254	5.55	0.1125

Tabla 3: Características Configuración 1 Edificio con TMD Flexible

Edificio 50 cm + 75 cm con TMD Flexible				
Propiedades del edificio				
	Masa(Kg)	Masa con TMD(Kg)	Rigidez (N/m)	Amortiguación Modal (un.)
Piso 1	1.63	1.63	1041	0.0083
Piso2	2.162	2.416	1041	0.0023
Propiedades del TMD				
TMD	Masa móvil(Kg)	Masa Fija (Kg)	Rigidez (N/m)	Amortiguación. (Ns/m)
	0.073	0.254	1.41	0.0012

Tabla 4: Características Configuración 2 Edificio con TMD Flexible

Siguiendo con el experimento de constatar que los productos funcionan, se mostrará a continuación los resultados obtenidos:

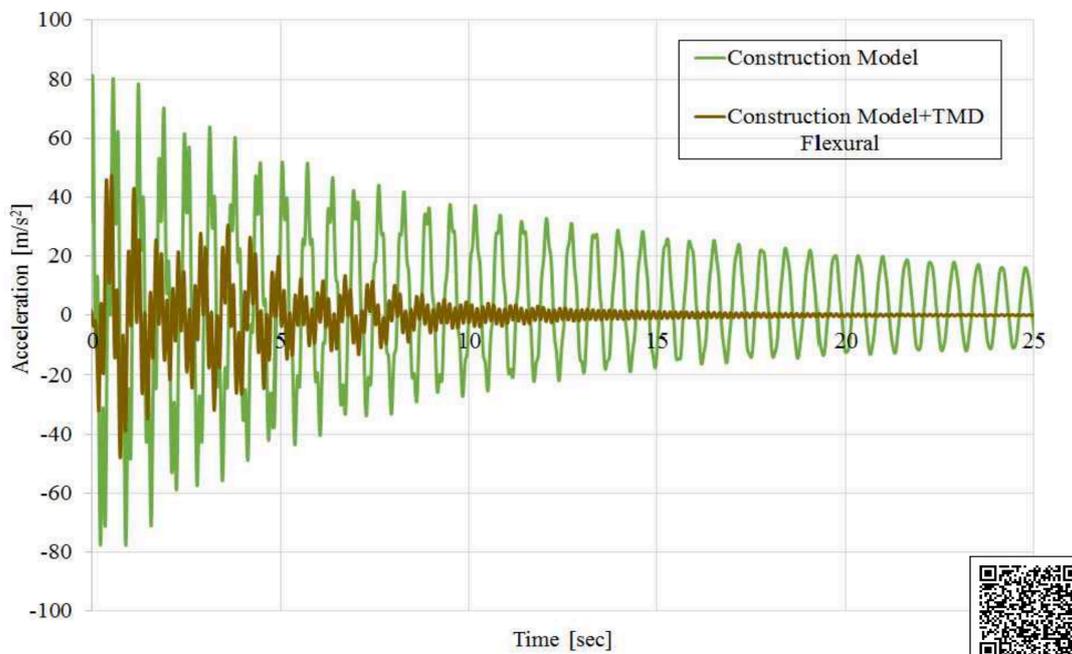


Figura 30: Comparación amortiguación vibraciones edificio con y sin TMD Flexible

En la imagen se muestra los resultados de hacer vibrar el edificio con y sin TMD. Como se comentó en el apartado del Edificio, el edificio tardaba en pararse alrededor de 80sg. Si se le añade el TMD flexible con la masa que se muestra en la tabla 3, el edificio consigue dejar de vibrar en 15,9sg.

### 3.4.2 Instrucciones de montaje

1

**Unión del vástago a la pletina:** Utilizamos los tornillos de M4x35 para la unión con sus respectivas tuercas. El montaje es como se muestra en la imagen. La pletina no tiene un lugar determinado, se puede experimentar colocándola en diferentes posiciones, esto hace que sea diferente el amortiguamiento de las vibraciones.

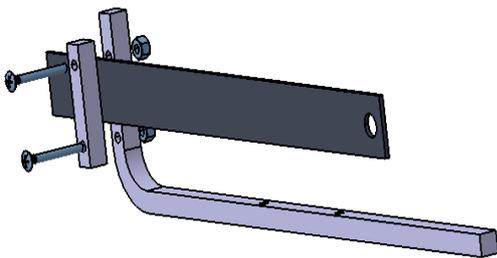


Figura 31: Montaje de la pletina

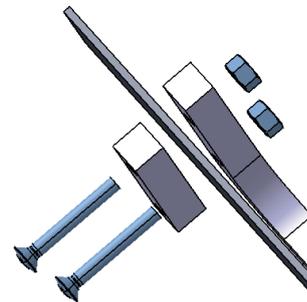


Figura 32: Detalle montaje pletina

2

**Unión del tornillo a la pletina con las diferentes masas:** Introducimos el tornillo por el agujero de la pletina. Este tornillo lo vamos a utilizar para poder colocar las masas que consideremos oportunas. El número es variable, se puede jugar con él para obtener un amortiguamiento u otro.

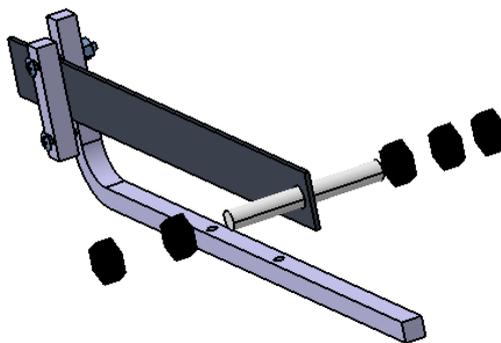


Figura 33: Montaje Masas

3

**TMD flexible acabado:** Para acabar el TMD solo falta colocar el imán en el borde de la pletina, como la pletina y las masas son de metal, el imán se pegará a ellas. Se introduce con el vástago la placa que aparece en la imagen. Este tope sirve para que el imán pueda amortiguar las vibraciones según pasa agitándose de lado a lado.

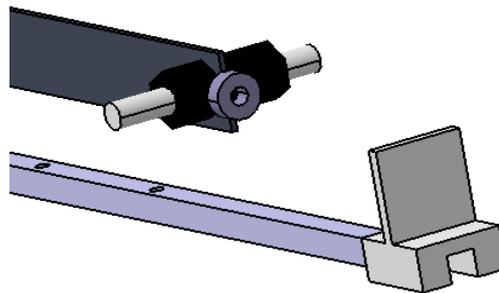


Figura 34: Montaje imán y tope metálico

4

**Acoplamiento al edificio.** Utilizamos tornillos M4x35 con sus respectivas tuercas para unir el TMD con el edificio. Puede ir tanto en el módulo de arriba como en el de abajo o por separado.

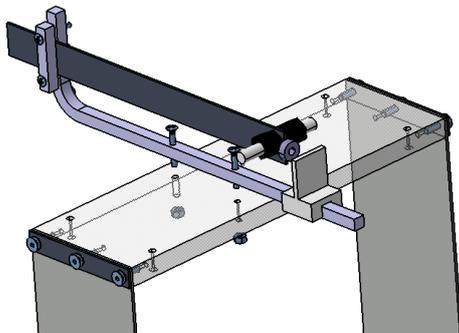


Figura 35: Montaje del TMD al Edificio

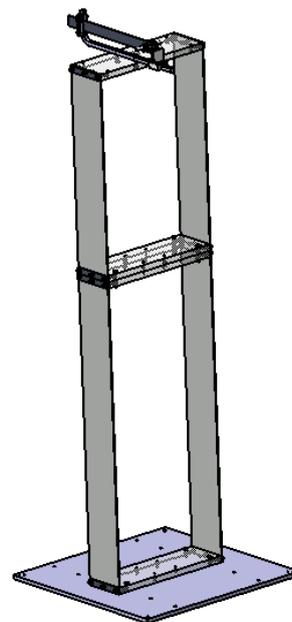


Figura 36: TMD montado en el Edificio

### 3.5 TLD

#### 3.5.1 Características generales

Se trata de un depósito colocado en la parte de arriba del edificio. Cuya función es disipar energía con el movimiento de un fluido, en este caso agua.

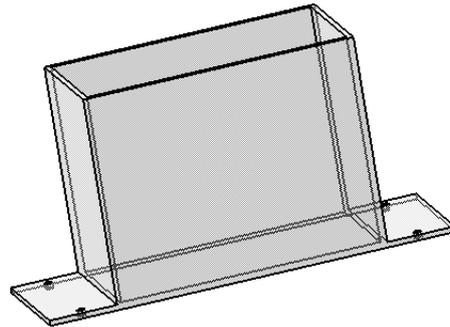


Figura 37: TLD

Como en el anterior producto, al añadir la masa del depósito y de su contenido al edificio, este cambia sus frecuencias. Ahora pasan a ser:

- Módulo 75 cm + 50 cm:  
Primer modo:  $f_1 = 1,099$  Hz
- Módulo 50 cm + 75 cm:  
Primer modo:  $f_1 = 1,05$  Hz

Los resultados para la configuración más eficaz son los siguientes:

Edificio 75cm + 50 cm con TLD				
Propiedades del edificio				
	Masa(Kg)	Masa con TMD(Kg)	Rigidez (N/m)	Amortiguación Modal (un.)
Piso 1	1.45	1.45	222	0.003
Piso 2	0.97	1.708	1041	0.0022
Propiedades del TLD				
TLD	Masa móvil (Kg)	Masa Fija (Kg)	Rigidez (N/m)	Amortiguación (Ns/m)
	0.18	0.738	11	0.07
	Masa Fija Solido (Kg)	Masa Fija Liquido (Kg)	Masa total Liquido (Kg)	Masa ficticia (Kg)
	0.528	0.21	0.390	0.21

Tabla 5: Características Configuración 1 Edificio con TLD

Edificio 50 cm + 75 cm con TLD				
Propiedades del edificio				
	Masa(Kg)	Masa con TMD(Kg)	Rigidez (N/m)	Amortiguación Modal (un.)
Piso 1	1.63	1.7	1041	0
Piso 2	2.162	2.795	222	0.0025
Propiedades del TLD				
TLD	Masa móvil (Kg)	Masa Fija (Kg)	Rigidez (N/m)	Amortiguación (Ns/m)
	0.306	0.633	17.25	0.091
	Masa Fija Solido (Kg)	Masa Fija Liquido (Kg)	Masa total Liquido (Kg)	Masa ficticia (Kg)
	0.528	0.105	0.411	0.175

Tabla 6: Características Configuración 2 Edificio con TLD

El resultado del funcionamiento del TLD adjunto al edificio es el siguiente:

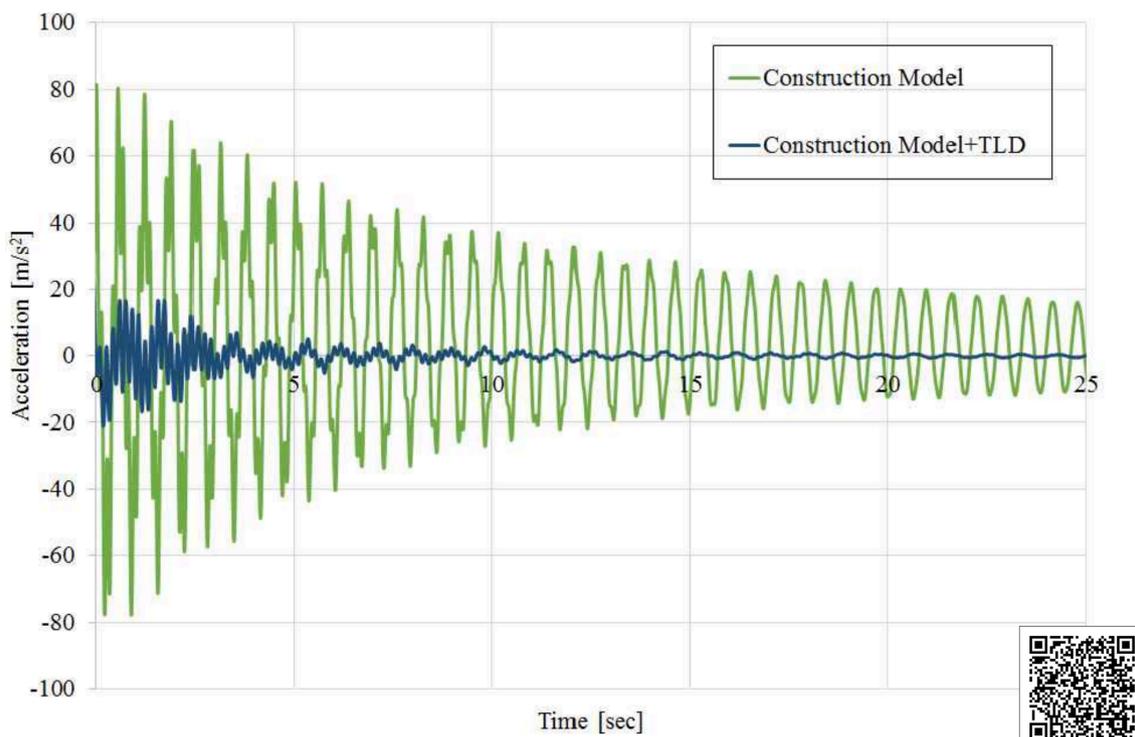


Figura 38: Comparación amortiguación vibraciones edificio con y sin TLD

En la imagen se muestra los resultados de hacer vibrar el edificio con y sin TLD. Como se comentó en el apartado del Edificio, el edificio tarda en pararse alrededor de 80sg. Si se le añade el TLD con la cantidad de agua que se especifica en la tabla 5, el edificio es capaz de detenerse en 14,67sg.

### 3.5.2 Instrucciones de montaje

1

**Montaje de la balsa en el edificio:** Utilizamos los tornillos de M5x35 para la unión con sus respectivas tuercas. Una vez unido, rellenamos la balsa con agua. El nivel puede variar, pero el nivel justo para amortiguar la vibración es de 522g de agua. La balsa solo puede ir colocada en el módulo de arriba cuando los módulos están juntos, ya que los agujeros del forjado del módulo de abajo están usados para unir los dos módulos.

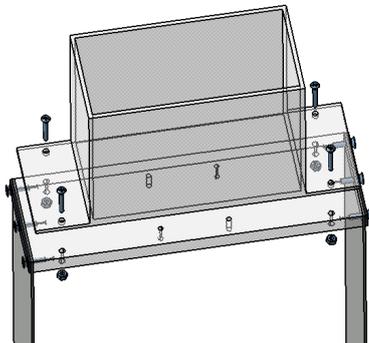


Figura 39: Detalle unión TLD-maqueta Edificio

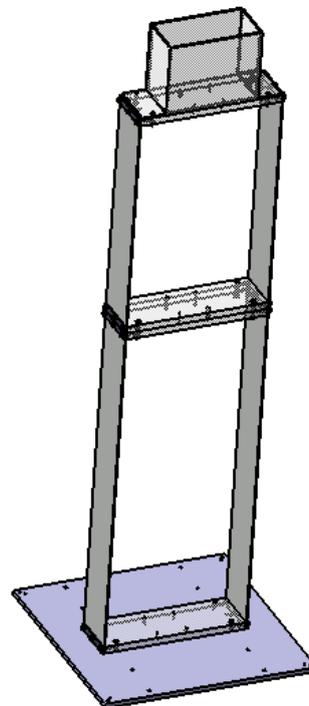


Figura 40: Unión TLD-maqueta Edificio

### 3.6 TLCD

#### 3.6.1 Características generales

El TLCD consiste en unos tubos en forma de U que se acoplan a una estructura y consigue mitigar las vibraciones mediante el movimiento de un líquido en su interior.

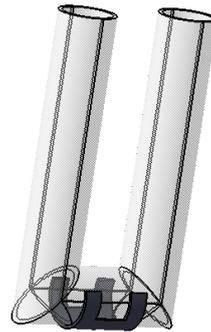


Figura 41: TLCD

Como se ha venido haciendo con los anteriores, primero se mostrará las nuevas frecuencias del edificio, una vez que se le acopla el TLCD.

- Módulo 75 cm + 50 cm:

Primer modo:  $f_1 = 1,373$  Hz

- Módulo 50 cm + 75 cm:

Primer modo:  $f_1 = 1,14$  Hz

Los datos de funcionamiento del TLCD acoplado al edificio son los siguientes:

Edificio 75 cm + 50 cm con TLCD				
Propiedades del edificio				
	Masa(Kg)	Masa con TMD(Kg)	Rigidez (N/m)	Amortiguación Modal (un.)
Piso 1	1.45	1.45	222	0.026
Piso2	0.97	2	1041	0.0048
Propiedades de los TLCD				
TLCD	Masa móvil (Kg)	Masa Fija (Kg)	Rigidez (N/m)	Amortiguación (Ns/m)
	0.018	1.03	1.0597	0.004
	Masa Fija Solido (Kg)	Masa Fija Liquido (Kg)	Masa total Liquido (Kg)	Masa ficticia (Kg)
	0.395	0.522	0.540	0.635

Tabla 7: Características Configuración 1 Edificio con TLCD

Edificio 50 cm + 75 cm con TLCD				
Propiedades del edificio				
	Masa (Kg)	Masa con TMD(Kg)	Rigidez (N/m)	Amortiguación Modal (un.)
Piso 1	1.63	1.7	1041	0
Piso2	2.162	3.093	222	0.0025
Propiedades de los TLCD				
TLCD	Masa móvil (Kg)	Masa Fija (Kg)	Rigidez (N/m)	Amortiguación (Ns/m)
	0.032	0.931	1.8	0.192
	Masa Fija Solido (Kg)	Masa Fija Liquido (Kg)	Masa total Liquido (Kg)	Masa ficticia (Kg)
	0.395	0.5333	0.565	0.606

Tabla 8: Características Configuración 2 Edificio con TLCD

En cuanto al experimento que llevado realizando con todos los complementos del edificio, tenemos:

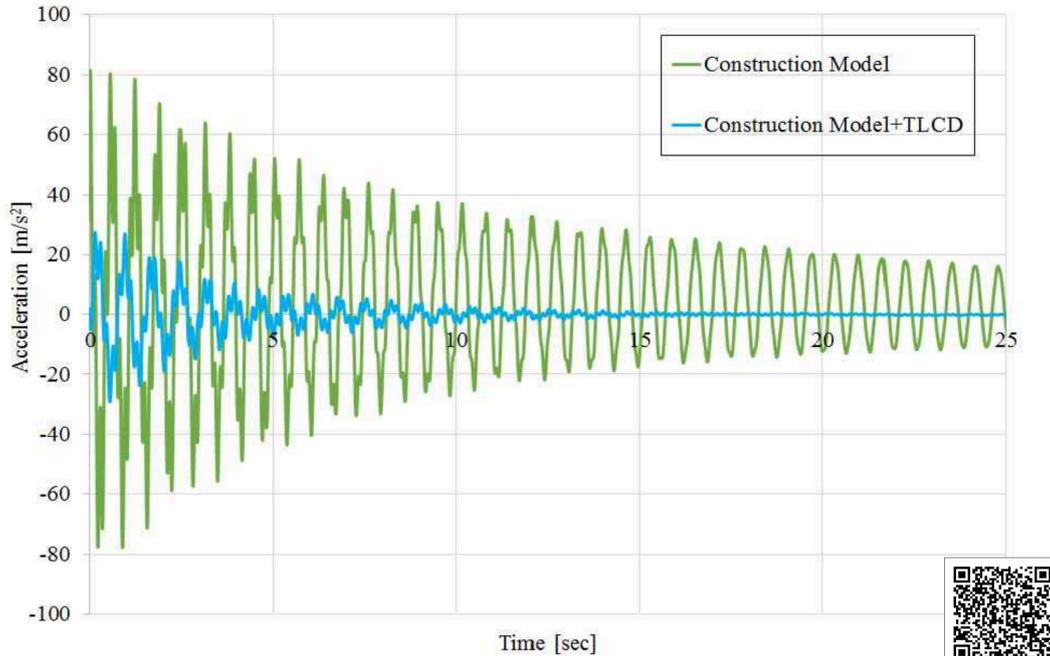


Figura 42: Comparación amortiguación vibraciones edificio con y sin TLCD

La imagen representa la vibración del edificio con y sin TLCD. Sin TLCD como llevamos diciendo, se para alrededor de 80sg y con TLCD consigue detenerse a los 14sg.

### 3.6.2 Instrucciones de montaje

1

**Preparación del soporte:** Utilizamos un tornillo M5x35 y lo introducimos por el agujero del soporte. Se realiza en primero lugar este paso porque el soporte va a tener encima el tubo y luego no se puede introducir el tornillo.



Figura 43: Soporte TLCD

2

**Unión de la abrazadera con el tubo:**

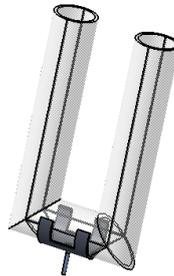


Figura 44: TLCD con soporte

3

**Unión TLD con el edificio.** Con una tuerca M5 atornillamos el TLD al forjado del edificio. El nivel de agua tiene que ser el correcto para poder amortiguar las vibraciones.

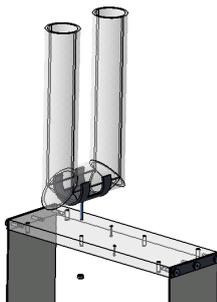


Figura 45: Detalle unión TLCD-Maqueta Edificio

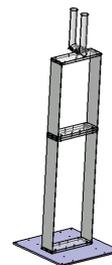


Figura 46: Unión TLCD-Maqueta Edificio

### 3.7 TMD Fricción

#### 3.7.1 Características generales

El TMD de fricción consiste en un cordel atado a la base del edificio y que disipa energía mediante el rozamiento de ese con el tubo de la figura siguiente:

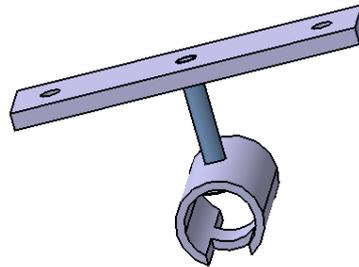


Figura 47: TMD Fricción

Aunque este sistema es pequeño, también influye en las frecuencias del edificio. Las frecuencias del edificio una vez instalado el TMD de fricción son:

- Módulo 75 cm + 50 cm:  
Primer modo:  $f_1 = 1,685$  Hz
- Módulo 50 cm + 75 cm:  
Primer modo:  $f_1 = 1,812$  Hz

El peso del TMD de fricción es de 40gr y los resultados obtenidos en su funcionamiento son los siguientes:

Edificio 75 cm + 50 cm con TMD de fricción				
Propiedades del edificio				
	Masa (Kg)	Masa con TMD (Kg)	Rigidez (N/m)	Amortiguación Modal (un.)
Piso 1	1.49	1.45	534	0.065
Piso 2	0.97	0.97	1041	0.0045

Tabla 9: Características Configuración 1 Edificio con TMD Fricción

Edificio 50 cm + 75 cm con TMD de fricción				
Propiedades del edificio				
	Masa (Kg)	Masa con TMD (Kg)	Rigidez (N/m)	Amortiguación Modal (un.)
Piso 1	1.67	1.63	1044	0.0033
Piso 2	2.162	2.162	429	0.037

Tabla 10: Características Configuración 2 Edificio con TMD Fricción

Una vez que sabemos los datos más importantes de su funcionamiento, realizamos el mismo paso que con los anteriores productos. Comparamos la vibración del edificio sin TMD con las vibraciones con TMD.

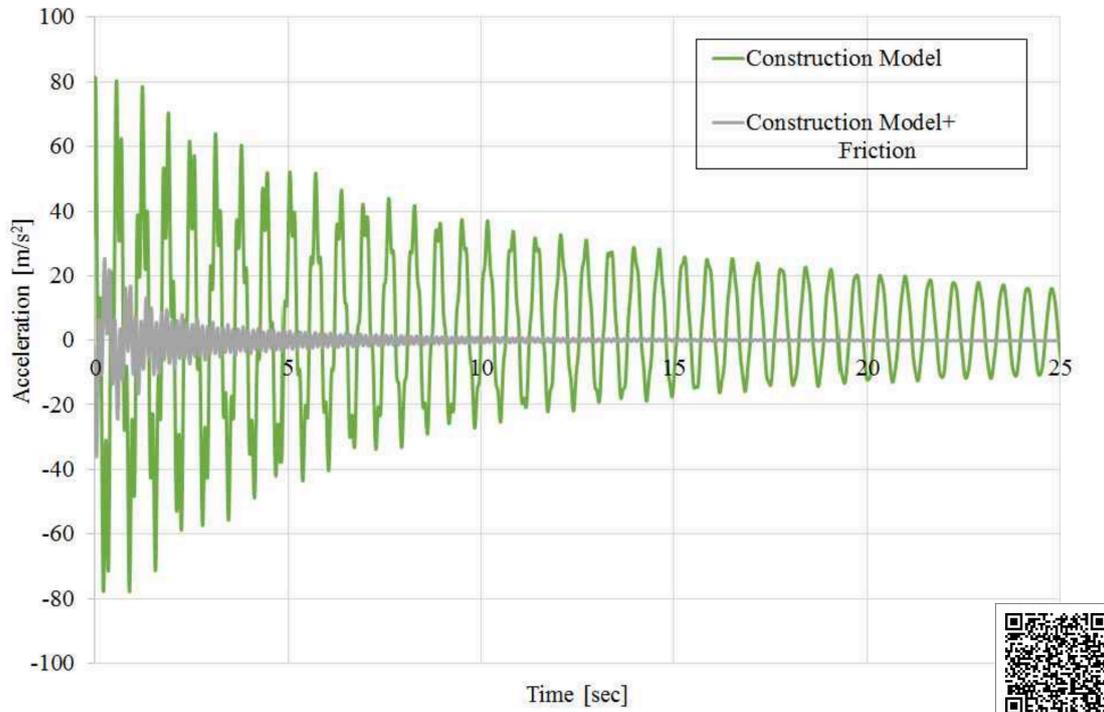


Figura 48: Comparación amortiguación vibraciones edificio con y sin TMD Fricción

Este TMD de fricción es capaz de detener las vibraciones del edificio en tan solo 9,1sg. De las 5 aplicaciones de disipación de energía, esta es la más eficaz. También decir que sería la más difícil de implantar en escala real porque se debería añadir un cordel capaz de resistir las vibraciones sin romperse pero que no sea rígido para que no añada rigidez a la estructura.

### 3.7.2 Instrucciones de montaje

1

**Introducir el tornillo en el cilindro:** Este paso es complicado por el poco espacio que hay para introducir el tornillo. Hay que introducirlo inclinado como en la figura....

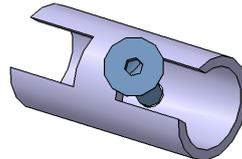


Figura 49: Preparación Sujeción Soporte

2

**Unión de la placa:** Una vez que el tornillo está dentro del cilindro, se enrosca la placa en el tornillo por el agujero del medio. Solo hay que roscar la anchura de la placa, el tornillo no debe salir de la placa.

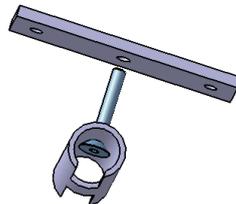


Figura 50: TMD Fricción

3

**Unión con el edificio:** Se utilizan los tornillos M5x40 para unir el TMD de fricción con el edificio. Después se ata la cuerda al forjado inferior, se pasa a través del tubo y se vuelve a atar al otro extremo del forjado. Cuando vibra la el edificio, la fricción de la cuerda amortigua las vibraciones.

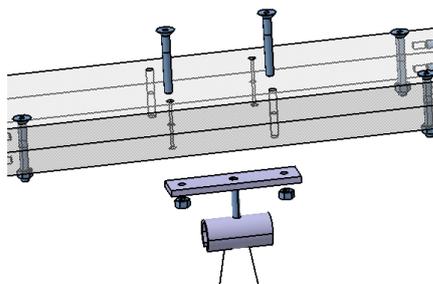


Figura 51: Detalle unión TMD Fricción-Maqueta Edificio

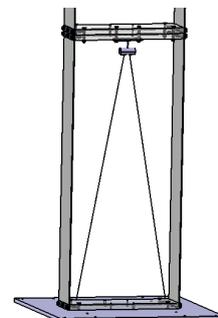


Figura 52: Unión TMD Fricción-Maqueta Edificio

### 3.8 TMD Péndulo

#### 3.8.1 Características generales

El siguiente sistema es muy similar al TMD flexible. Se trata de una varilla con masa en el extremo, que es capaz de disipar energía gracias a un imán colocado en la parte más baja de la varilla que con los movimientos oscilatorios va frenando la estructura con un metal. En el TMD flexible el movimiento venía dado por la placa flexible, en este caso viene dado por el sistema de varilla-rodamiento montado en la base.

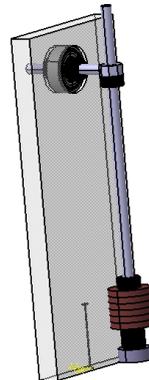


Figura 53: TMD Péndulo

Como se ha venido haciendo con los anteriores, primero se mostrará las nuevas frecuencias del edificio, una vez que se le acopla el TMD Péndulo.

- Módulo 75 cm + 50 cm:  
Primer modo:  $f_1 = 1,625$  Hz
- Módulo 50 cm + 75 cm:  
Primer modo:  $f_1 = 1,26$  Hz

Las frecuencias del edificio con el TMD instalado son las siguientes:

Edificio 75 cm + 50 cm con TMD Péndulo				
Propiedades del edificio				
	Masa (Kg)	Masa con TMD (Kg)	Rigidez (N/m)	Amortiguación Modal (un.)
Piso 1	1.45	1.45	222	0.01
Piso 2	0.97	1.157	1041	0.00136
Propiedades de los TMD				
Péndulo	Masa móvil(Kg)	Masa Fija (Kg)	Rigidez (N/m)	Amortiguación (Ns/m)
	0.08	0.187	6.32	0.089

Tabla 11: Características Configuración 1 Edificio con TMD Péndulo

Edificio 50 cm + 75 cm con TMD Péndulo				
Propiedades del edificio				
	Masa (Kg)	Masa con TMD (Kg)	Rigidez (N/m)	Amortiguación Modal (un.)
Piso 1	1.63	1.63	1041	0
Piso 2	2.162	2.349	222	0.0016
Propiedades de los TMD				
Péndulo	Masa móvil(Kg)	Masa Fija (Kg)	Rigidez (N/m)	Amortiguación (Ns/m)
	0.08	0.187	5.97	0.0138

Tabla 12: Características Configuración 2 Edificio con TMD Péndulo

Llegamos al último de los productos que ofertamos. Realizando la prueba que en los demás productos se ha realizado, obtenemos los siguientes resultados:

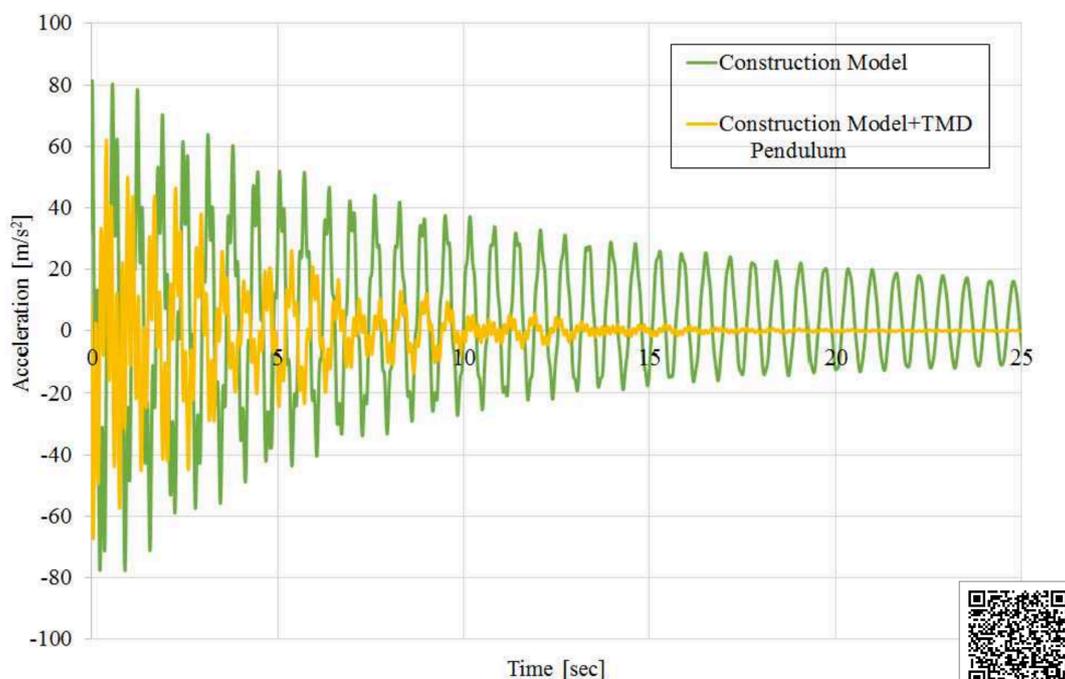


Figura 54: Comparación amortiguación vibraciones edificio con y sin TMD Fricción

El TMD péndulo es capaz de disipar las vibraciones en 16,2sg.

Una vez que se ha acabado de realizar el experimento se llega a la conclusión de que todos los productos son efectivos y son capaces de detener las vibraciones entre 6-8 veces más rápido que si el edificio no tuviera ningún instrumento acoplado.

Por orden de eficiencia tenemos:

- 1- TMD de fricción
- 2- TLCD
- 3- TLD
- 4- TMD flexible
- 5- TMD péndulo

### 3.8.2 Instrucciones de montaje

1

**Unión del rodamiento a la base:** Se introduce el rodamiento dentro del agujero, el rodamiento debe quedar centrado.

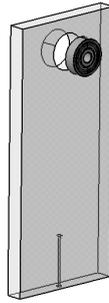


Figura 55: Colocación del rodamiento

2

**Unión de la varilla horizontal al rodamiento:** La varilla debe tener la posición mostrada. Para que esta no se mueva, se ajusta la posición con dos tuercas, cada una de un lado del rodamiento.

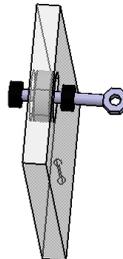


Figura 56: Unión de la varilla horizontal

3

**Unión de la varilla vertical:** Se introduce roscando la varilla vertical por el agujero de la varilla horizontal, se ajusta su longitud con una tuerca.

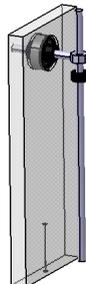


Figura 57: Unión de la varilla vertical

4

**TMD oscilatorio acabado:** Se introducen las masas deseadas. Se ajustan con dos tuercas para que no se muevan. Después se coloca otra tuerca para realizar un soporte al imán.

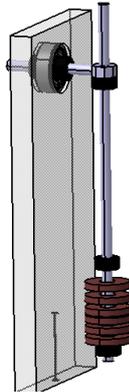


Figura 58: Unión Masas

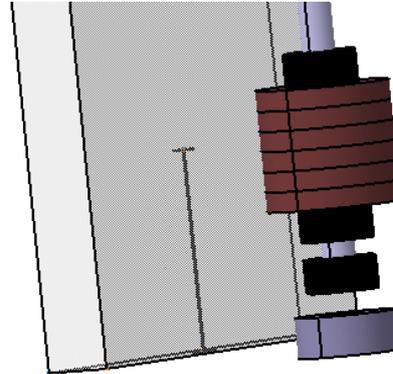


Figura 59: Unión Imán

5

**Unión del TMD oscilatorio al edificio:** Se utiliza un tornillo M4x35 para la unión. Se puede colocar tanto en el módulo superior como en el inferior. La vibración del edificio hará que el péndulo se mueva y con las masas y el imán irá amortiguando las vibraciones.

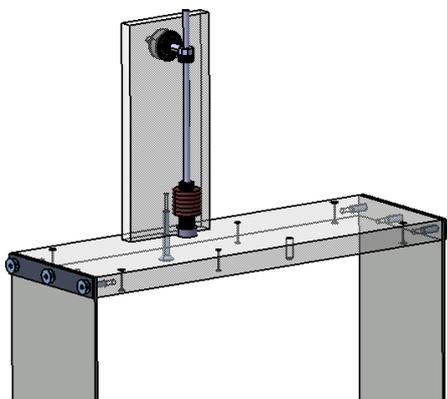


Figura 60: Detalle unión TMD Péndulo-Maqueta Edificio

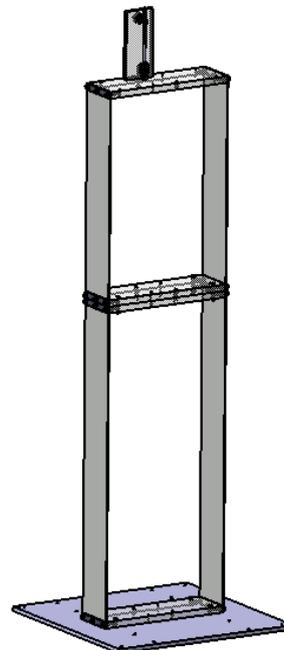


Figura 61: Unión TMD Péndulo-Maqueta Edificio



---

**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

---

**Máster en Ingeniería Industrial**

## CAPÍTULO 4: PROPUESTA DE EMPAQUETADO

Para poder distribuir las maquetas se han diseñado unos embalajes personalizados y fabricados de cartón corrugado y plegadizo.

El cartón corrugado es uno de los materiales más usados para envase y embalaje ya que cumple con diversas funciones como:

1. La protección del producto de los daños ocasionados durante su transporte y manejo.
2. Almacena de la mejor manera el producto hasta que éste es vendido.
3. Anuncia, promueve e identifica al producto desde su origen hasta que llega al consumidor.
4. Es económico.

El cartón corrugado es una estructura formada por un nervio central de papel ondulado (Papel Onda), reforzado externamente por dos capas de papel (Papeles liners o tapas) pegadas con adhesivo en las crestas de la onda. Es un material liviano, cuya resistencia se basa en el trabajo conjunto y vertical de estas tres láminas de papel.

Las cajas plegadizas tienen la ventaja de que se almacenan fácilmente debido a que pueden ser dobladas, ocupando el mínimo espacio. Otra ventaja es que pueden lograrse excelentes impresiones en ella, lo que mejora la estética del producto dando muy buena apariencia.

A continuación, se mostrarán las diferentes cajas que han sido diseñadas para los distintos productos que se tienen.

### 4.1 Envase del edificio

La caja tiene la siguiente forma:

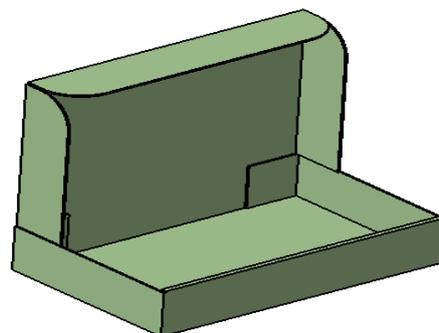


Figura 62: Caja Maqueta Edificio

En ella va introducido en primer lugar el soporte inferior (Figura 63). En él se coloca la base al fondo, las paredes laterales separadas por la figura 64 y en los cajones los tornillos, tuercas, arandelas y plaquitas. Por último, se coloca el soporte superior (Figura 65), en el cual van encajados los forjados.

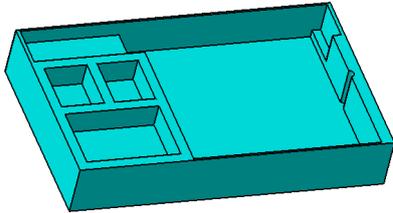


Figura 63: Soporte Inferior

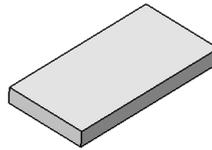


Figura 64: Separador de placas

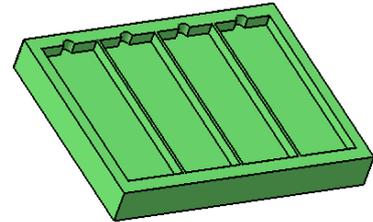


Figura 65: Soporte Superior

La forma final del embalaje es como el de la figura 66. Dentro vendrá un pequeño dossier de montaje y una hoja de especificaciones.

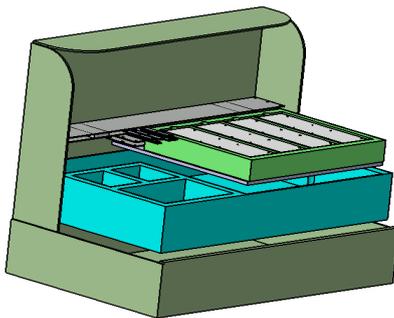


Figura 66: Caja Edificio Final (1)

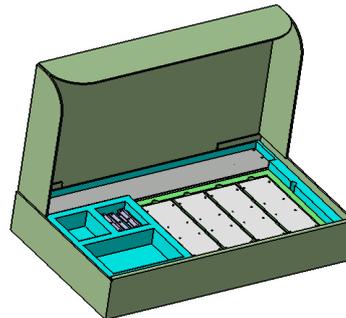


Figura 67: Caja Edificio Final (2)

Dato del envase:

Material caja	Cartón
Medida	800x510x145
Material soportes	Plástico
Medida soporte Azul	770x470x130
Medida soporte Verde	455x355x60
Peso Caja	0,35 kg
Peso Soporte Azul	0,15 kg
Peso Soporte Verde	0,09 kg
Peso Conjunto	4,161 kg

Tabla 13: Características Caja Maqueta Edificio

#### 4.2 Envase TMD flexible

Para poder distribuir el TMD de masa, se ha diseñado una caja dividida en base y tapa con un soporte para sujetar las piezas.

La caja y el soporte tienen la siguiente forma:

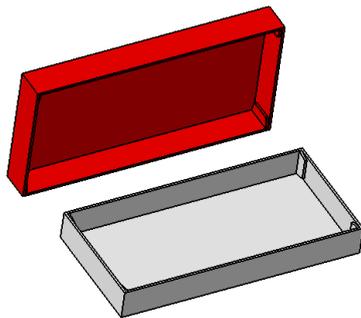


Figura 68: Caja TMD Flexible

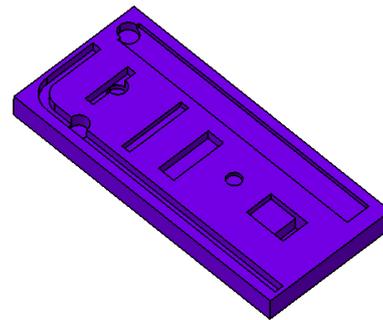


Figura 69: Soporte Caja TMD Flexible

En la caja se introduce en primer lugar el soporte morado (Figura 69). En él se acoplan todas las diferentes piezas, cada una tiene su lugar asignado.

La forma final del embalaje es como el de la figura 70, el conjunto vendrá con su hoja de especificaciones y su hoja de montaje:

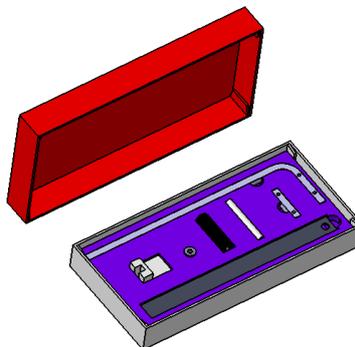


Figura 70: Caja TMD Flexible Final

Dato del envase:

Material caja	Cartón
Medida	334x161x37
Material soportes	Plástico
Medida soporte	314x145x25
Peso Caja	0,18 kg
Peso Soporte	0,084 kg
Peso Conjunto	0,518 kg

Tabla 14: Características Caja TMD Flexible

### 4.3 Envase TLD

Para poder distribuir el TLD, se ha diseñado una caja sencilla como la de la figura\_\_.

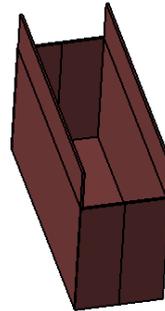


Figura 71: Caja TLD

Este TLD solo alberga la balsa y los 4 tornillos con sus 4 tuercas, por ese motivo es más sencillo el embalaje. Además, llevará asociado su hoja de especificaciones y su hoja de montaje.

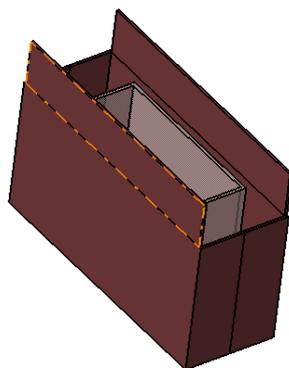


Figura 72: Caja TLD Final (1)



Figura 73: Caja TLD Final (2)

Dato del envase:

Material caja	Cartón
Medida	112x310x163
Peso Caja	0,094 kg
Peso Conjunto	0,612 kg

Tabla 15: Características Caja TLD

#### 4.4 Envase TLCD

La caja diseñada para distribuir el TLCD es la siguiente:

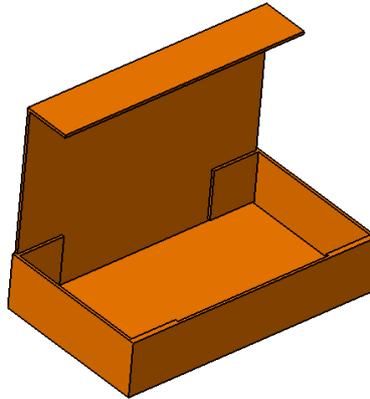


Figura 74: Caja TLCD

Como pasa con el TLD, el sistema es muy sencillo y solo dispone de un tubo, una abrazadera, un tornillo y una tuerca. También dispone de su respectiva hoja de montaje y su hoja de especificaciones.

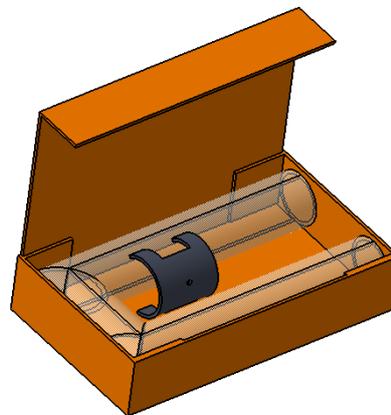


Figura 75: Caja TLCD Final

Dato del envase:

Material caja	Cartón
Medida	155x270x55
Peso Caja	0,114 kg
Peso Conjunto	0,509 kg

Tabla 16: Características Caja TLCD

#### 4.5 Envase TMD fricción

El embalaje diseñado para albergar el TMD de fricción es el siguiente:

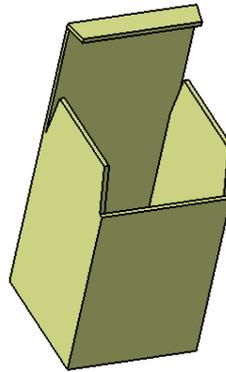


Figura 76: Caja TMD Fricción

Se trata de una pequeña caja la cual lleva en su interior la placa de sujeción al edificio, un tubo, un cordel, 3 tornillos y 2 tuercas. Además, llevará la hoja de especificaciones y la hoja de montaje. Como el espacio de este embalaje es mínimo, estas hojas irán dobladas en modo acordeón.

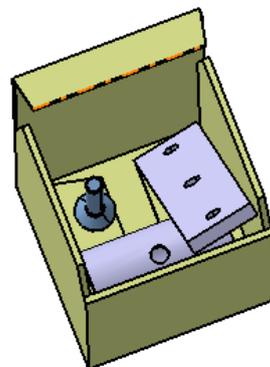


Figura 77: Caja TMD Fricción Final

Dato del envase:

Material caja	Cartón
Medida	50x50x73
Peso Caja	0,048 kg
Peso Conjunto	0,088 kg

Tabla 17: Características Caja TMD Fricción

#### 4.1 Diseño del envase

La caja que llevará dentro el TMD oscilatorio tiene la siguiente forma:

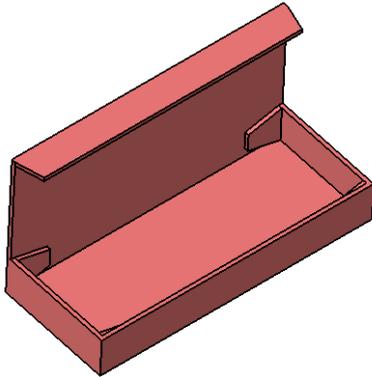


Figura 78: Caja TMD Péndulo

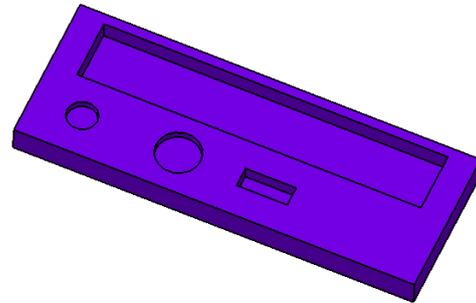


Figura 79: Soporte TMD Péndulo

Este embalaje si dispone de un soporte para poder sujetar las diferentes partes de la que está formado el TMD.

La forma final es cuando se desembala es la siguiente:

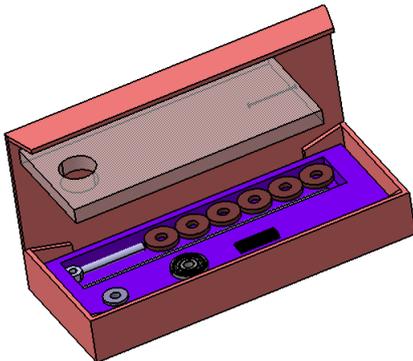


Figura 80: Caja TMD Péndulo Final (1)

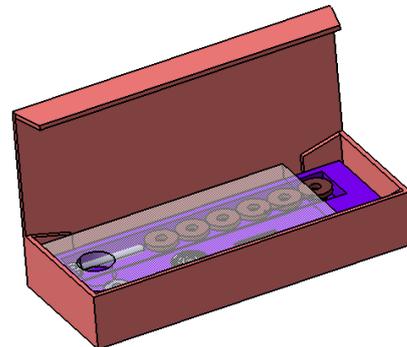


Figura 81: Caja TMD Péndulo Final (2)

Dato del envase:

Material caja	Cartón
Medida	83x200x27
Material soportes	Plástico
Medida soporte	74x185x15
Peso Caja	0,096 kg
Peso Soporte	0,046 kg
Peso Conjunto	0,329 kg

Tabla 18: Características Caja TMD Péndulo



---

**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

---

**Máster en Ingeniería Industrial**

## CAPÍTULO 5: ESTUDIO ECONÓMICO

En este capítulo se mostrará una síntesis desglosada de los precios de cada producto. En esta síntesis se incluirá el precio de los materiales, el precio de las horas trabajadas para fabricar esos productos (en este apartado hemos incluido lo que costaría el proceso de fabricación) y por último el envase donde irá el ítem.

Las ganancias por unidad vendida se ha estimado que sean un 20% del precio sin I.V.A. Y el I.V.A como está marcado por ley es del 21%. Una vez que sumamos todo tenemos el Precio de Venta al Público, que es cantidad de dinero que nos pagaría a nosotros el cliente.

### Edificio

		Precio unitario	Unidad	Cantidad	M <sup>2</sup>	Total	
Edificio	Base	42,84	€/m2	1	0,21	9,00	€
	Forjado	171,36	€/m2	4	0,0305	20,91	€
	Placas 500	38,08	€/m2	2	0,05	3,81	€
	Placas 750	38,08	€/m2	2	0,075	5,71	€
	Pletina	38,08	€/m2	8	0,0015	0,46	€
	Tornillos M5x20	12,78	Caja de 50 unidades	24	-	6,13	€
	Tornillos M5x35	7,25	Caja de 20 unidades	4	-	1,45	€
	Tornillos M5x40	12,73	Caja de 25 unidades	4	-	2,04	€
	Arandela M5	2,57	Caja de 100 unidades	24	-	0,62	€
	Tuercas M5	10,54	Caja de 250 unidades	8	-	0,34	€
	Trabajo	10	€/hora de trabajo	16	-	160,00	€
	Envase	5	€/unidad	1	-	5,00	€
						<b>Total</b>	215,45 €
						<b>Ganancias</b>	<b>20%</b> 43,09 €
						<b>I.V.A</b>	<b>21%</b> 54,29 €
						<b>P.V.P</b>	<b>312,84 €</b>

Tabla 19: Costes Maqueta Edificio

### TMD de Flexible

		Precio unitario	Unidad	Cantidad	M <sup>2</sup> /M	Total	
TMD Flexión	Vástago	4,83	€/m	1	0,35	1,69	€
	Abrazadera	4,83	€/m	1	0,05	0,24	€
	Pletina	38,08	€/m2	1	0,0073	0,28	€
	Masas	1,75	Caja de 30 unidades	8	-	0,47	€
	Tornillo	10,45	Caja de 20 unidades	1	-	0,52	€
	Imán	3	unidad	1	-	3,00	€
	tope	2	unidad	1	-	2,00	€
	Tornillos M5x35	7,25	Caja de 20 unidades	4	-	1,45	€
	Tuercas M5	2,57	Caja de 100 unidades	4	-	0,10	€
	Trabajo	10	€/hora de trabajo	5	-	50,00	€
	Envase	5	€/unidad	1	-	5,00	€
							<b>Total</b>
						<b>Ganancias</b>	<b>20%</b> 12,95 €
						<b>I.V.A</b>	<b>21%</b> 16,32 €
						<b>P.V.P</b>	<b>94,02 €</b>

Tabla 20: Costes TMD Flexible

### TMD Péndulo

	Precio unitario	Unidad	Cantidad	M <sup>2</sup> /M	Total			
TMD Péndulo	Base	171,36	€/m2	1	0,0112	1,91	€	
	Masas	1,75	Caja de 30 unidades	6	-	0,35	€	
	Rodamiento	3,61	unidad	1	-	3,61	€	
	Varillas	2,67	€/m	2	0,2	1,06	€	
	Tuercas M5	2,57	Caja de 100 unidades	7	-	0,18	€	
	Imán	3	unidad	1	-	3,00	€	
	Tornillo M4x35	7,25	Caja de 20 unidades	1	-	0,36	€	
	Trabajo	10	€/hora de trabajo	5	-	50,00	€	
	Envase	5	€/unidad	1	-	5,00	€	
					<b>Total</b>	65,49	€	
					<b>Ganancias</b>	<b>20%</b>	13,09	€
					<b>I.V.A</b>	<b>21%</b>	16,50	€
					<b>P.V.P</b>	95,09	€	

Tabla 21: Costes TMD Péndulo

### TMD de Fricción

	Precio unitario	Unidad	Cantidad	M <sup>2</sup> /M	Total			
TMD fricción	Placa	38,08	€/m2	1	0,0016	0,06	€	
	Tubo	1,35	€/m	1	0,04	0,05	€	
	Tornillos M5x40	12,73	Caja de 25 unidades	3	-	1,53	€	
	Tuercas M5	2,57	Caja de 100 unidades	2	-	0,05	€	
	Cordel	1	€/m	1	1,2	1,20	€	
	Trabajo	10	€/hora de trabajo	1	-	10,00	€	
	Envase	1	€/unidad	1	-	1,00	€	
						<b>Total</b>	13,89	€
					<b>Ganancias</b>	<b>20%</b>	2,78	€
					<b>I.V.A</b>	<b>21%</b>	3,50	€
					<b>P.V.P</b>	20,17	€	

Tabla 22: Costes TMD Fricción

### TLC

	Precio unitario	Unidad	Cantidad	M <sup>2</sup>	Total			
TLC	Depósito	52	€/m2	1	0,106	5,51	€	
	Tornillos M5x35	7,25	Caja de 20 unidades	4	-	1,45	€	
	Tuercas M5	2,57	Caja de 100 unidades	4	-	0,10	€	
	Trabajo	10	€/hora de trabajo	2	-	20,00	€	
	Envase	1,5	€/unidad	1	-	1,50	€	
					<b>Total</b>	28,56	€	
					<b>Ganancias</b>	<b>20%</b>	5,71	€
					<b>I.V.A</b>	<b>21%</b>	7,20	€
					<b>P.V.P</b>	41,48	€	

Tabla 23: Costes TLC



TLCD

		Precio unitario	Unidad	Cantidad	M <sup>2</sup>	Total		
TLCD	Tubo	21	€/m	1	0,684	14,36	€	
	Soporte	1,35	€/m	1	0,06	0,08	€	
	Tornillo M5x35	7,25	Caja de 20 unidades	1	-	0,36	€	
	Tuercas M5	2,57	Caja de 100 unidades	1	-	0,03	€	
	Trabajo	10	€/hora de trabajo	2	-	20,00	€	
	Envase	1,5	€/unidad	1	-	1,50	€	
						<b>Total</b>	36,33	€
					<b>Ganancias</b>	<b>20%</b>	7,27	€
					<b>I.V.A</b>	<b>21%</b>	9,16	€
					<b>P.V.P</b>		52,76	€

Tabla 24: Costes TLCD



---

**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

---

**Máster en Ingeniería Industrial**



## CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

### 5.1 Conclusiones

En este proyecto se han tocado diferentes ramas de la ingeniería.

- Se ha realizado un pequeño estudio de mercado y económico que puede estar relacionado con las asignaturas de empresa.
- Se ha diseñado en Catia y se han realizado los planos necesarios.
- Se han manejado estudios de vibraciones.

Las principales conclusiones obtenidas en el TFM han sido:

- Se ha definido el mercado potencial al que nos dirigimos.
- Se ha conocido el modo con el que otras empresas muestran sus productos.
- Se ha definido unos planos del producto, unos envases y unas especificaciones básicas para su funcionamiento.
- Se ha estimado el coste y el precio final del producto

### 5.2 Líneas futuras

Existen diferentes trabajos que se pueden realizar en un futuro para complementar este TFM.

El principal trabajo es el relacionado con el marketing. Necesitamos vender nuestro producto y para ellos se necesita potenciar aspectos como la imagen de la empresa (se necesitaría una página Web donde exhibir nuestro catálogo) y necesitaríamos un canal de distribución.

Además, desde el punto de vista del catálogo, se pueden añadir más productos que están en el laboratorio.



---

**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

---

**Máster en Ingeniería Industrial**



## REFERENCIAS

- [https://www.camaracr.org/uploads/tx\\_icticontent/GUIA\\_ELABORACION\\_ESTUDIO\\_S\\_DE\\_MERCADO\\_01.pdf](https://www.camaracr.org/uploads/tx_icticontent/GUIA_ELABORACION_ESTUDIO_S_DE_MERCADO_01.pdf). 25 Junio 2018
- TFG. García García, Juan Luis. Diseño, construcción y caracterización de una maqueta de edificio multiplanta para prácticas de vibraciones. Escuela de ingenierías industriales Universidad de Valladolid. Curso 2015/2016.
- TFG. Cueva López, Héctor. Diseño de un kit de accesorios para tabletas multimedia para alumnos de educación primaria. Escuela de ingenierías industriales Universidad de Valladolid. Curso 2017/2018.
- Two-Storey building model for testing some vibration mitigation devices. Póster presentado en <http://www.26cuieet.es/es/>  
J.M. García-Terán, A. Magdaleno, V. Infantino y A. Lorenzana.
- <http://amici-in-allegria.blogspot.com/2012/04/il-grattacielo-taipei-101-di-taiwan-e.html> 24 Junio 2018
- <https://www.quanser.com/> 25 Junio 2018
- <http://www.edibon.com/es/> 25 Junio 2018



---

**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

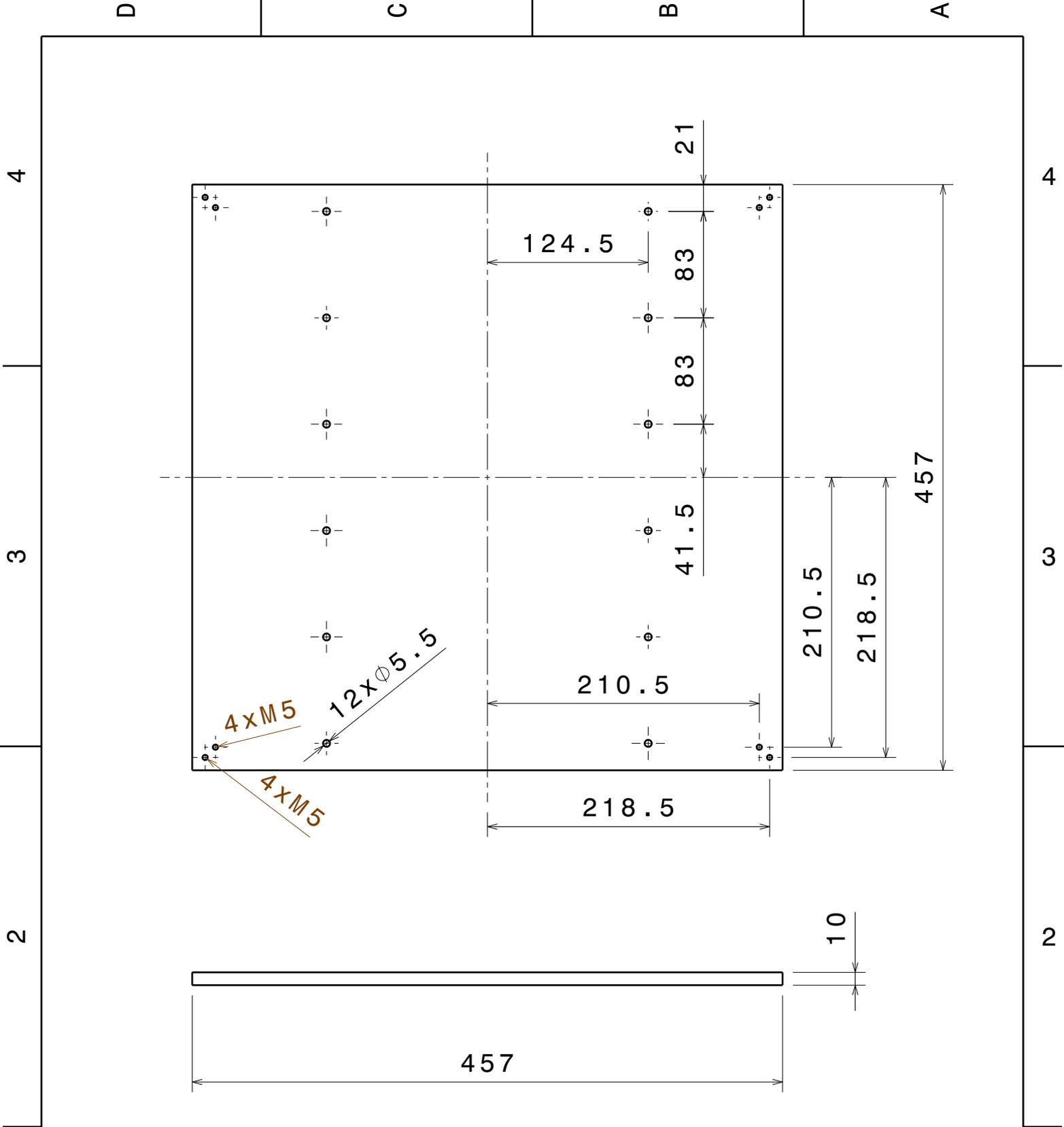
---

**Máster en Ingeniería Industrial**



## ANEXOS

# Planos Maqueta Edificio

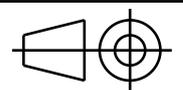


DISEÑADO POR:  
**David**  
 FECHA:  
**2/27/2018**  
 REVISADO POR:  
 FECHA:

# Base

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

**A4**



ESCALA  
**1:4**

**1**

HOJA  
**1/5**

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

C

B

A

4

4

3

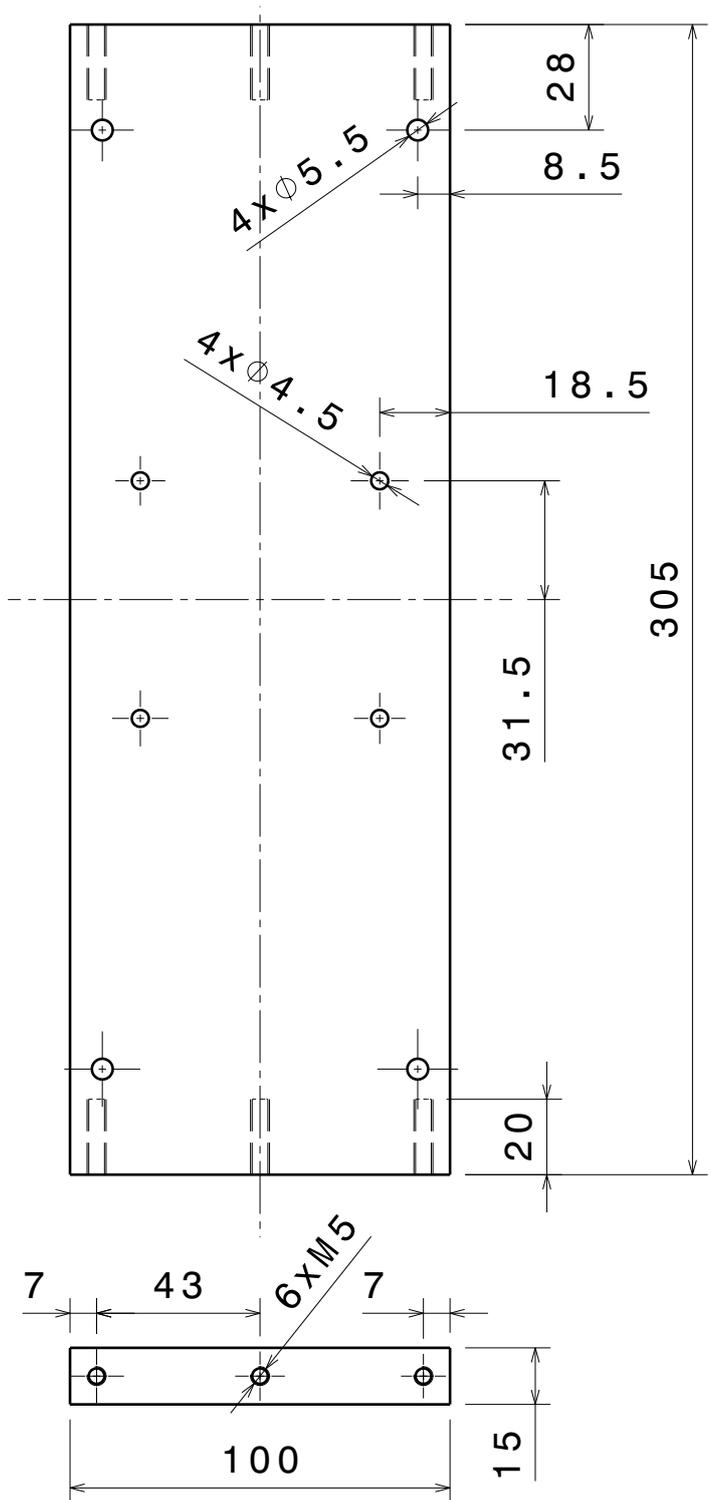
3

2

2

1

1



DISEÑADO POR:  
David  
FECHA:  
2/27/2018  
REVISADO POR:  
FECHA:

# FORJADO

A4

ESCALA  
1:2

HOJA  
2/5

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

A

D

C

B

A

4

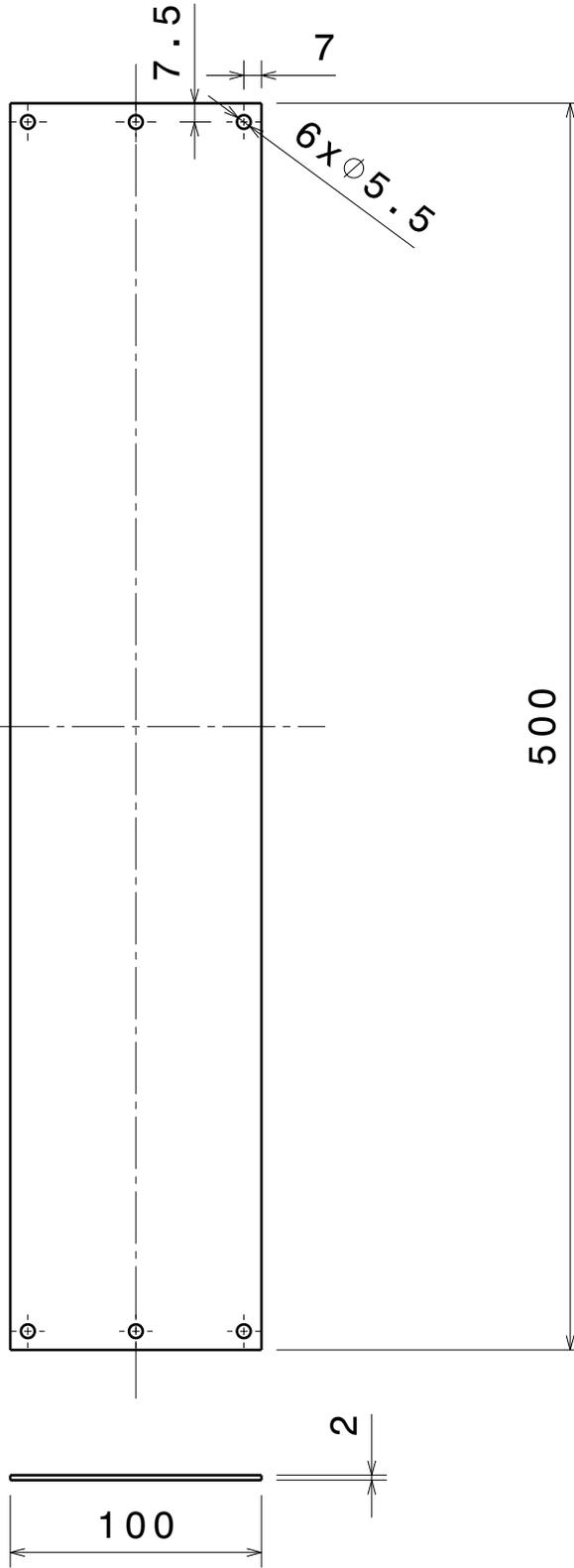
4

3

3

2

2



1

1

DISENADO POR:  
**David**

FECHA:  
**2/27/2018**

REVISADO POR:

FECHA:

# PLACA500

**A4**

ESCALA  
**1:3**

HOJA  
**3/5**

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

A

D

C

B

A

4

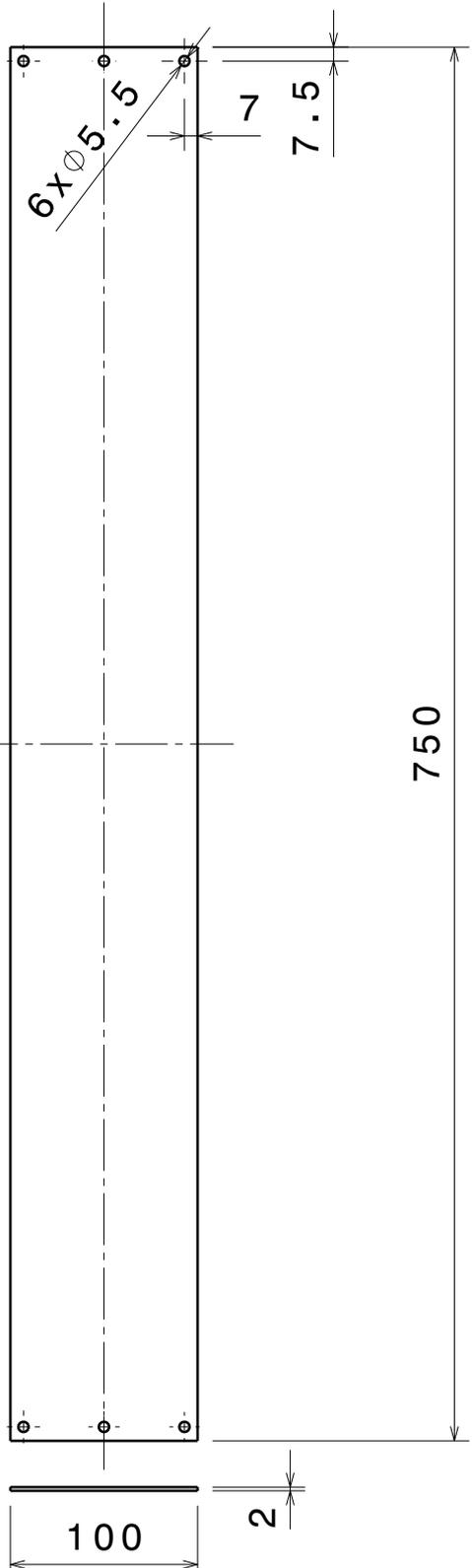
4

3

3

2

2



1

1

DISEÑADO POR:  
David  
FECHA:  
2/27/2018  
REVISADO POR:  
FECHA:

# PLACA750

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

A4

ESCALA  
1:4

HOJA  
4/5

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

A

D

C

B

A

4

4

3

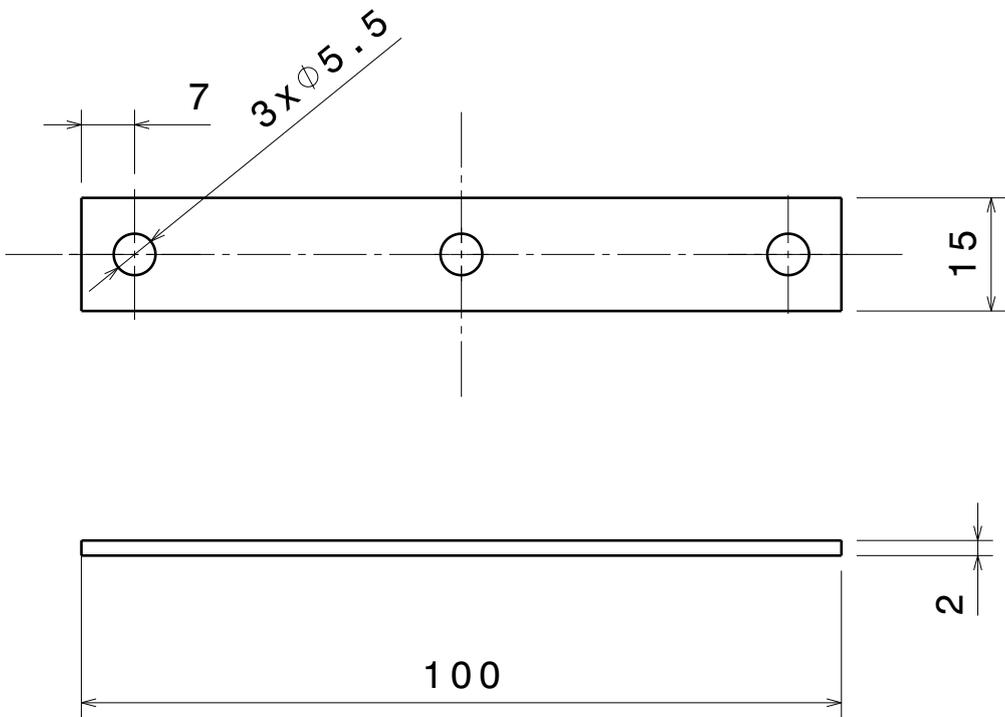
3

2

2

1

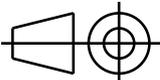
1



DISEÑADO POR:  
**David**  
 FECHA:  
**2/27/2018**  
 REVISADO POR:  
 FECHA:

# PLETINA

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

**A4** 

ESCALA  
**1:1**

HOJA  
**5/5**

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

A

# Planos TMD Flexible

D

C

B

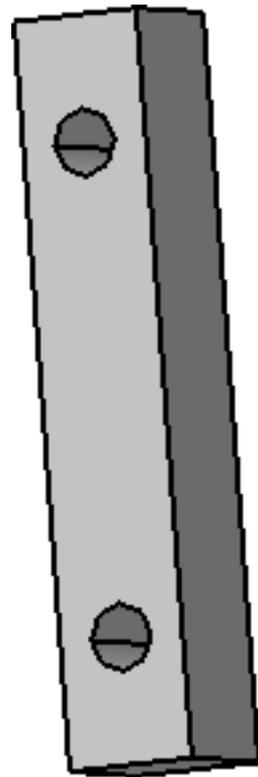
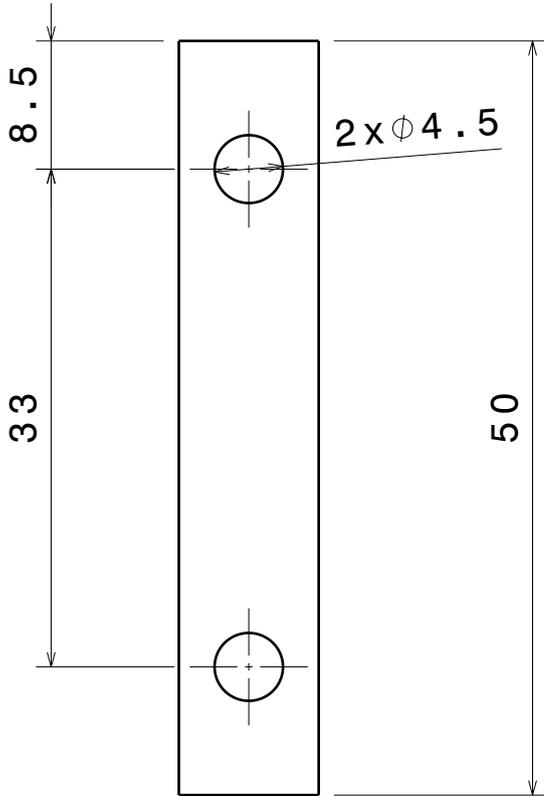
A

4

3

2

1

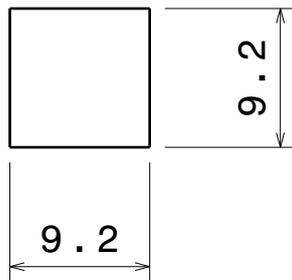


4

3

2

1



DISEÑADO POR:  
**David**

FECHA:  
**3/20/2018**

REVISADO POR:

FECHA:

# BARRA

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

**A4**

ESCALA  
**2:1**

HOJA  
**1/6**

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

A

D

C

B

A

4

4

3

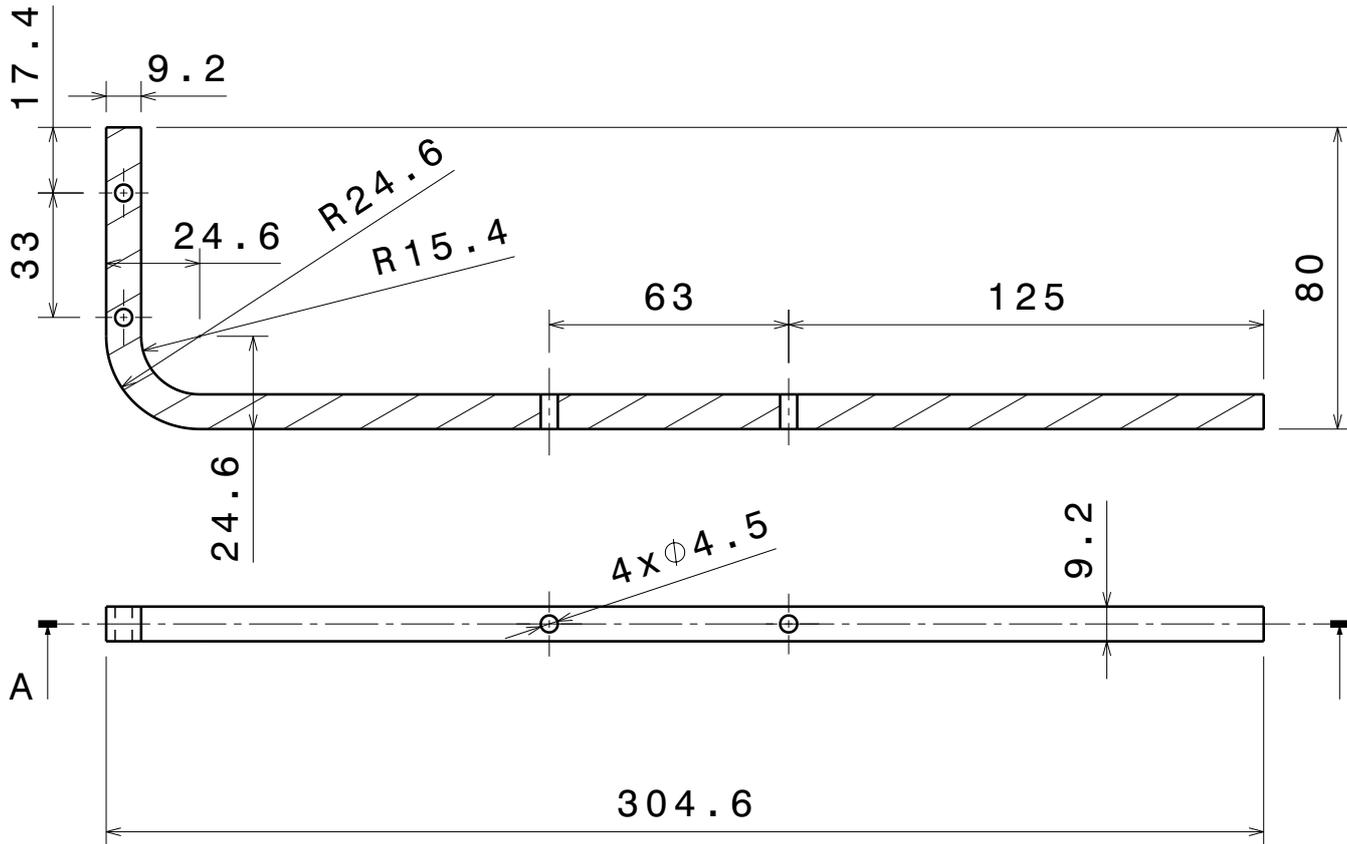
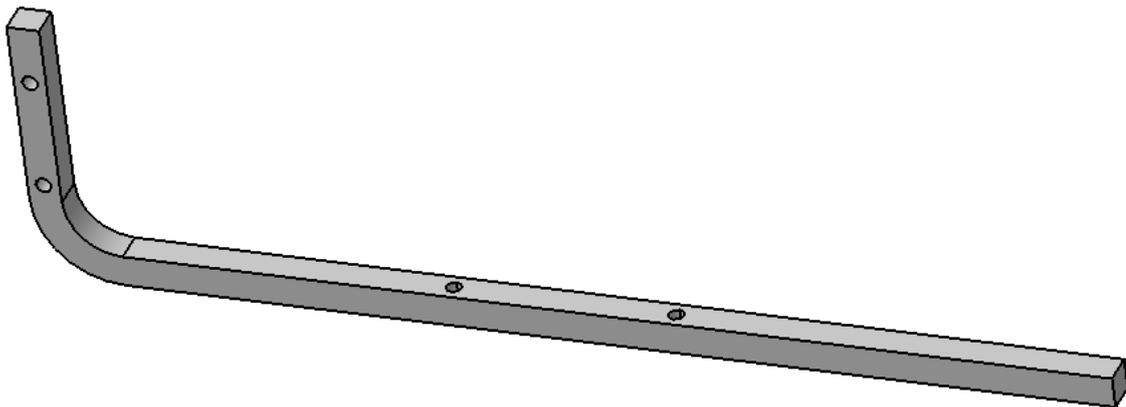
3

2

2

1

1



DISENADO POR:  
David  
FECHA:  
3/20/2018  
REVISADO POR:  
FECHA:

# VASTAGO

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

A4

ESCALA  
1:2

HOJA  
2/6

D

A

D

C

B

A

4

4

3

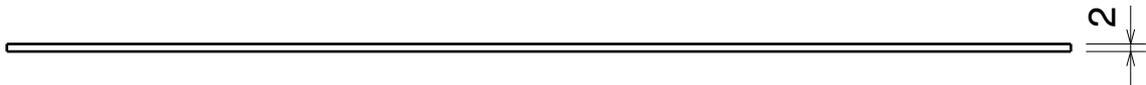
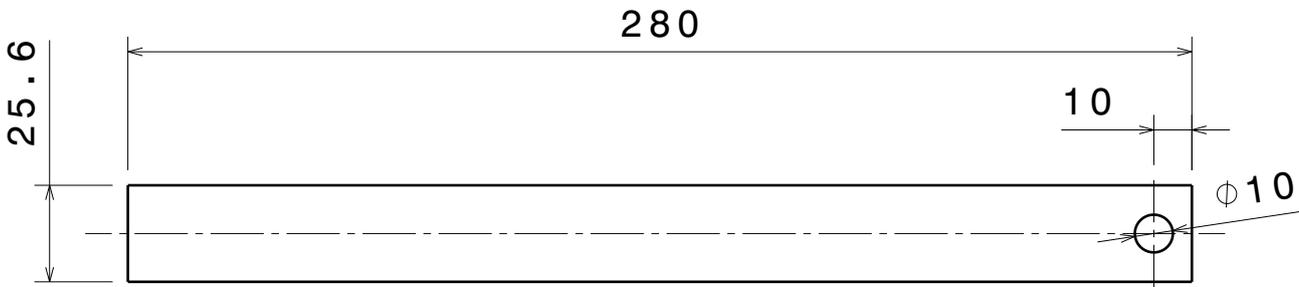
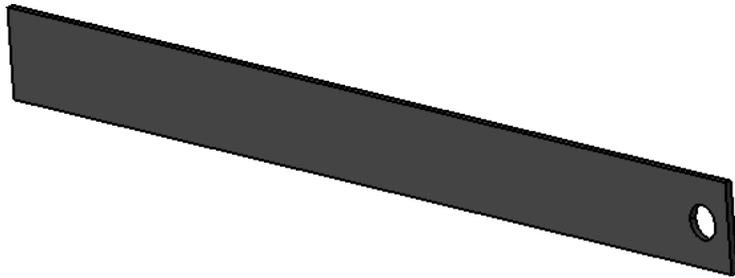
3

2

2

1

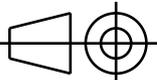
1



DISENADO POR:  
**David**  
 FECHA:  
**3/20/2018**  
 REVISADO POR:  
 FECHA:

# REGLA

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

**A4**


ESCALA  
**1:2**

HOJA  
**3/6**

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

A

D

C

B

A

4

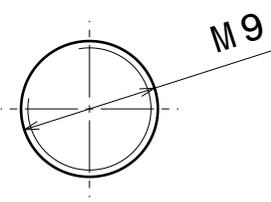
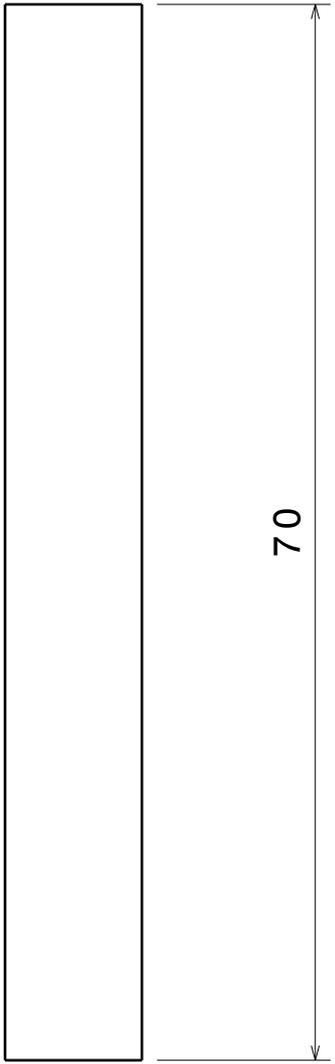
4

3

3

2

2



1

1

DISENADO POR:  
**David**

FECHA:  
**3/20/2018**

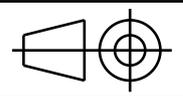
REVISADO POR:

FECHA:

**ROSCA**

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

**A4**



ESCALA  
**2:1**

HOJA  
**4/6**

HOJA  
**4/6**

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

A

D

C

B

A

4

4

3

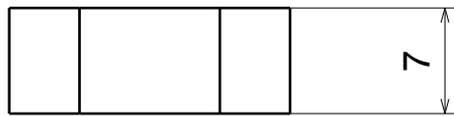
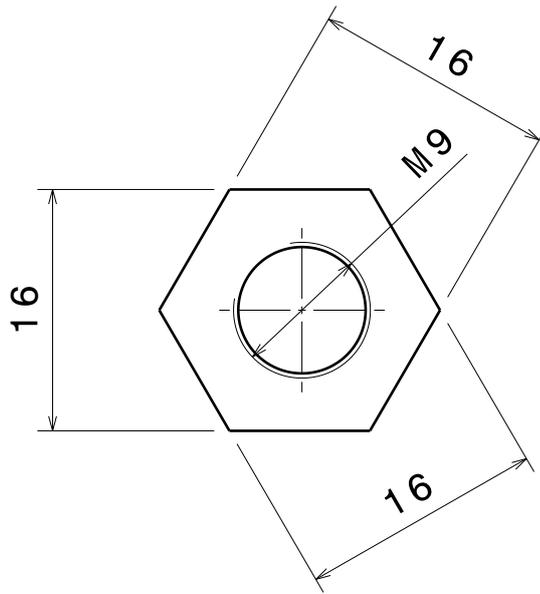
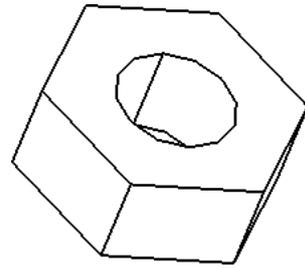
3

2

2

1

1



DISENADO POR:  
**David**  
 FECHA:  
**3/20/2018**  
 REVISADO POR:  
 FECHA:

# TUERCA

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

**A4**

ESCALA  
**2/1**

HOJA  
**5/6**

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

A

D

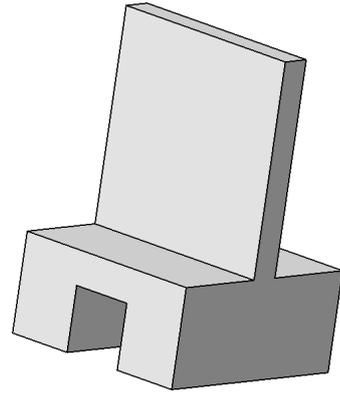
C

B

A

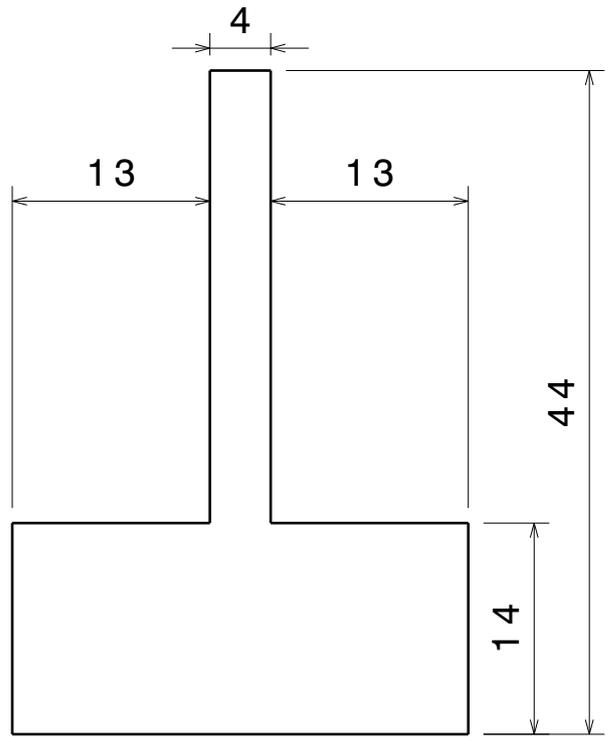
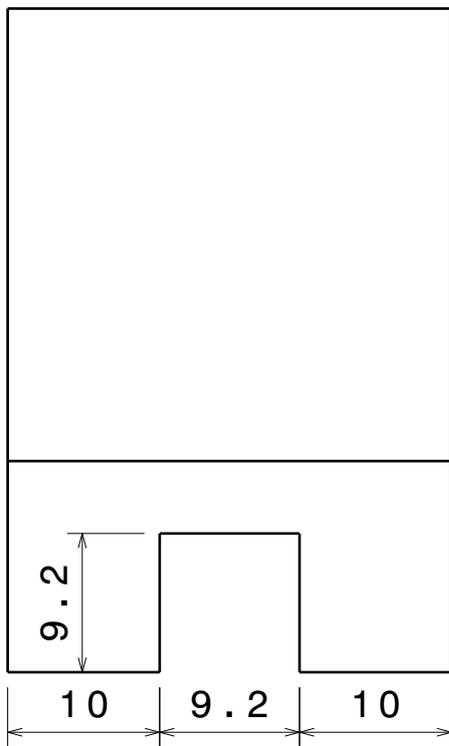
4

4



3

3



2

2

1

1

DISENADO POR:  
**David**

FECHA:  
**3/20/2018**

REVISADO POR:

FECHA:

# BASE IMAN

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

**A4**

ESCALA  
**2:1**

HOJA  
**6/6**

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

A

# Planos TLD

D

C

B

A

4

4

200

4

157

3

3

4x $\phi$ 5.5

100

A

A

83

2

2

249

300

1

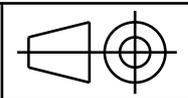
1

DISENADO POR:  
**David**  
 FECHA:  
**3/6/2018**  
 REVISADO POR:  
 FECHA:

**TLD**

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

**A4**



ESCALA  
**1:3**

**1 / 1**

HOJA  
**1 / 1**

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

A

# Planos TLCD

D

C

B

A

4

4

3

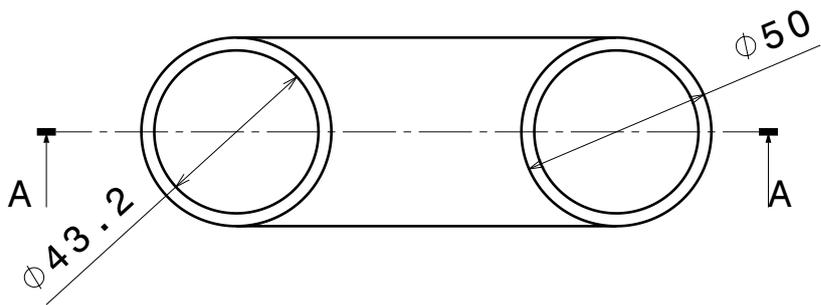
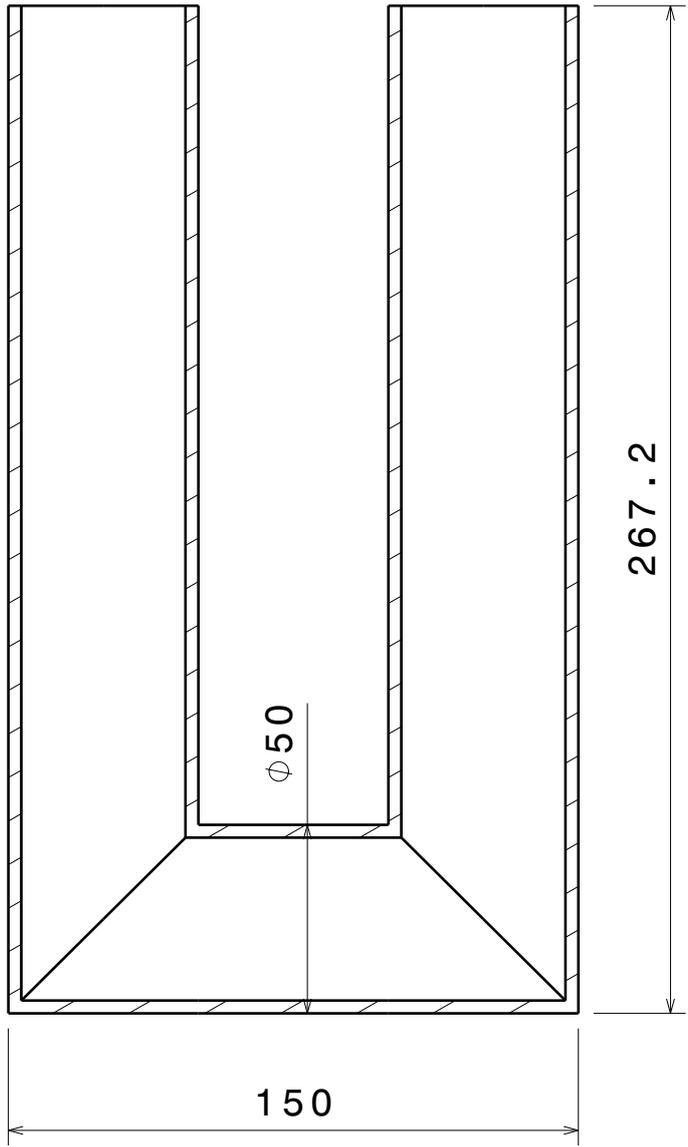
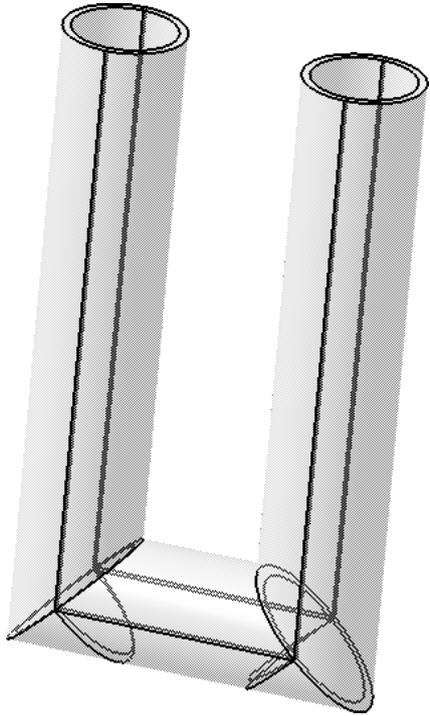
3

2

2

1

1



DISENADO POR:  
**David**  
 FECHA:  
**3/5/2018**  
 REVISADO POR:  
 FECHA:

# TLCD

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

**A4**

ESCALA  
**1:2**

HOJA  
**1/2**

D

A

D

C

B

A

4

4

3

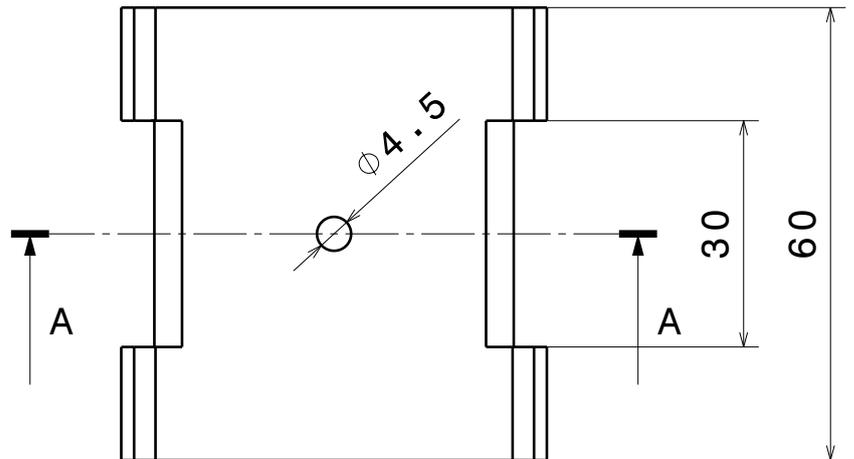
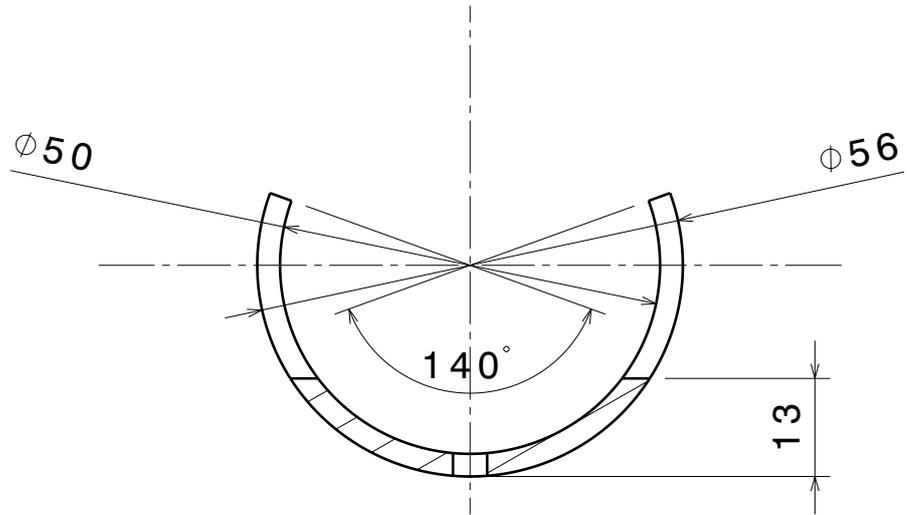
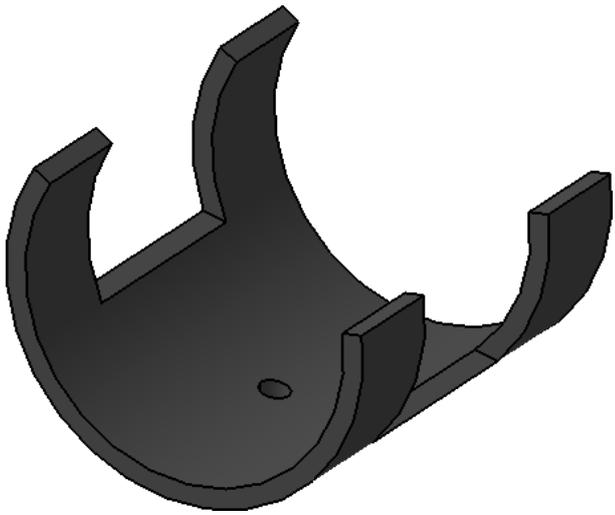
3

2

2

1

1



DISEÑADO POR:  
**David**  
 FECHA:  
**3/5/2018**  
 REVISADO POR:  
 FECHA:

# SOPORTE

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

**A4**

ESCALA  
**1:1**

HOJA  
**2/2**

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

A

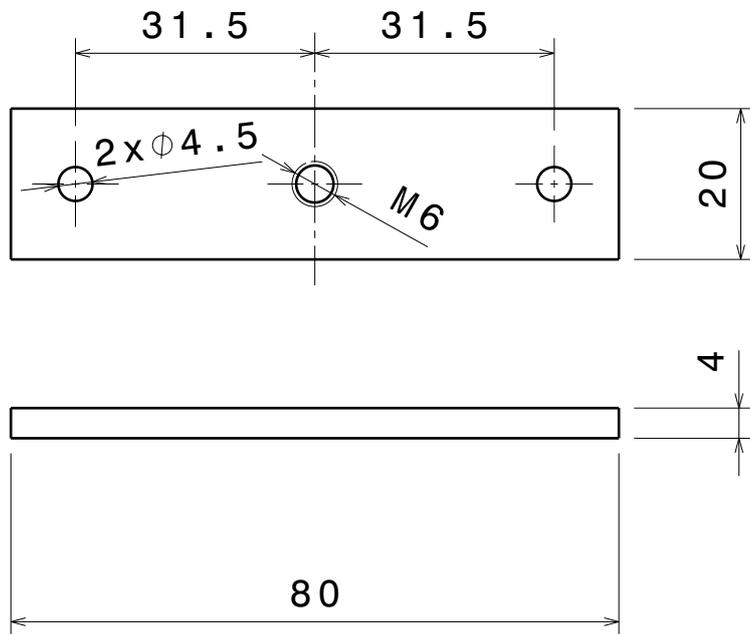
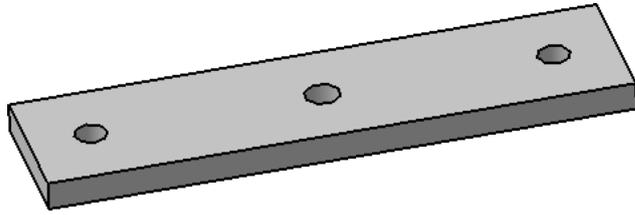
# Planos TMD Fricción

D

C

B

A



4

4

3

3

2

2

1

1

DISENADO POR:  
**David**  
 FECHA:  
**3/20/2018**  
 REVISADO POR:  
 FECHA:

# PLACA

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

**A4**

ESCALA  
**1:1**

HOJA  
**1/2**

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

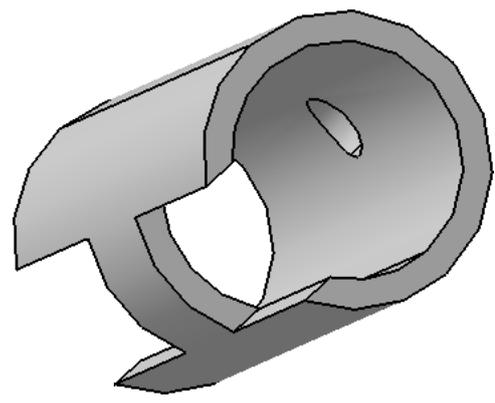
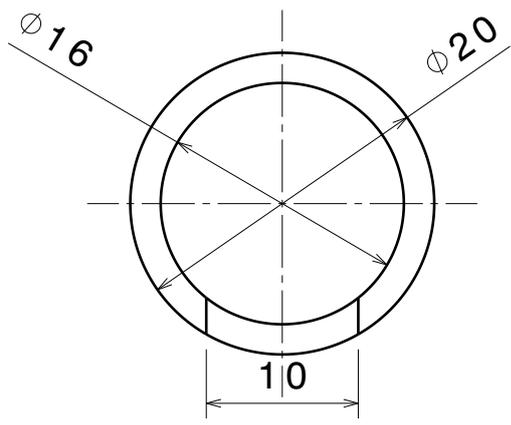
A

D

C

B

A



4

4

3

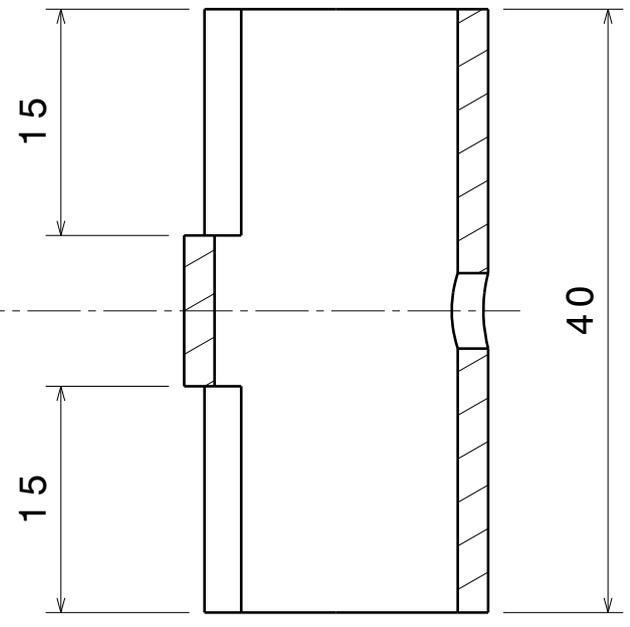
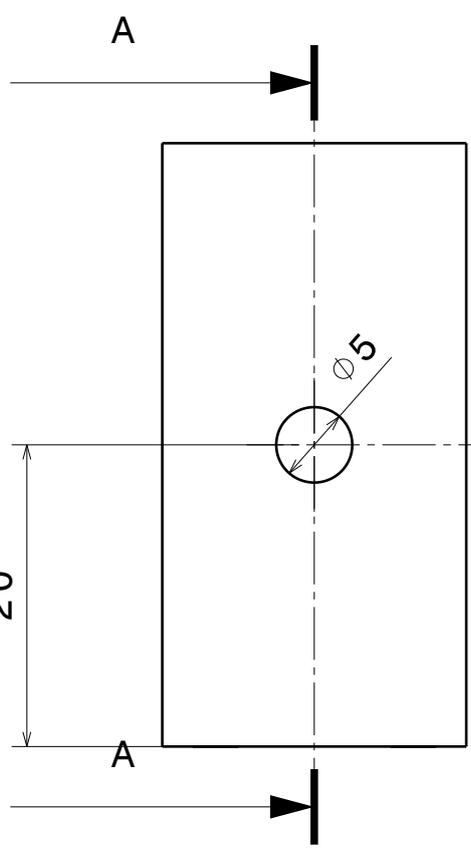
3

2

2

1

1

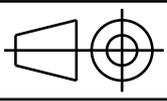


DISEÑADO POR:  
**David**  
FECHA:  
**3/20/2018**

REVISADO POR:  
FECHA:

# TUBO

**A4**



ESCALA  
**1:1**

HOJA  
**2/2**

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

D

A

# Planos TMD Péndulo

D

C

B

A

4

4

3

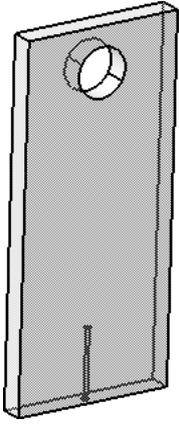
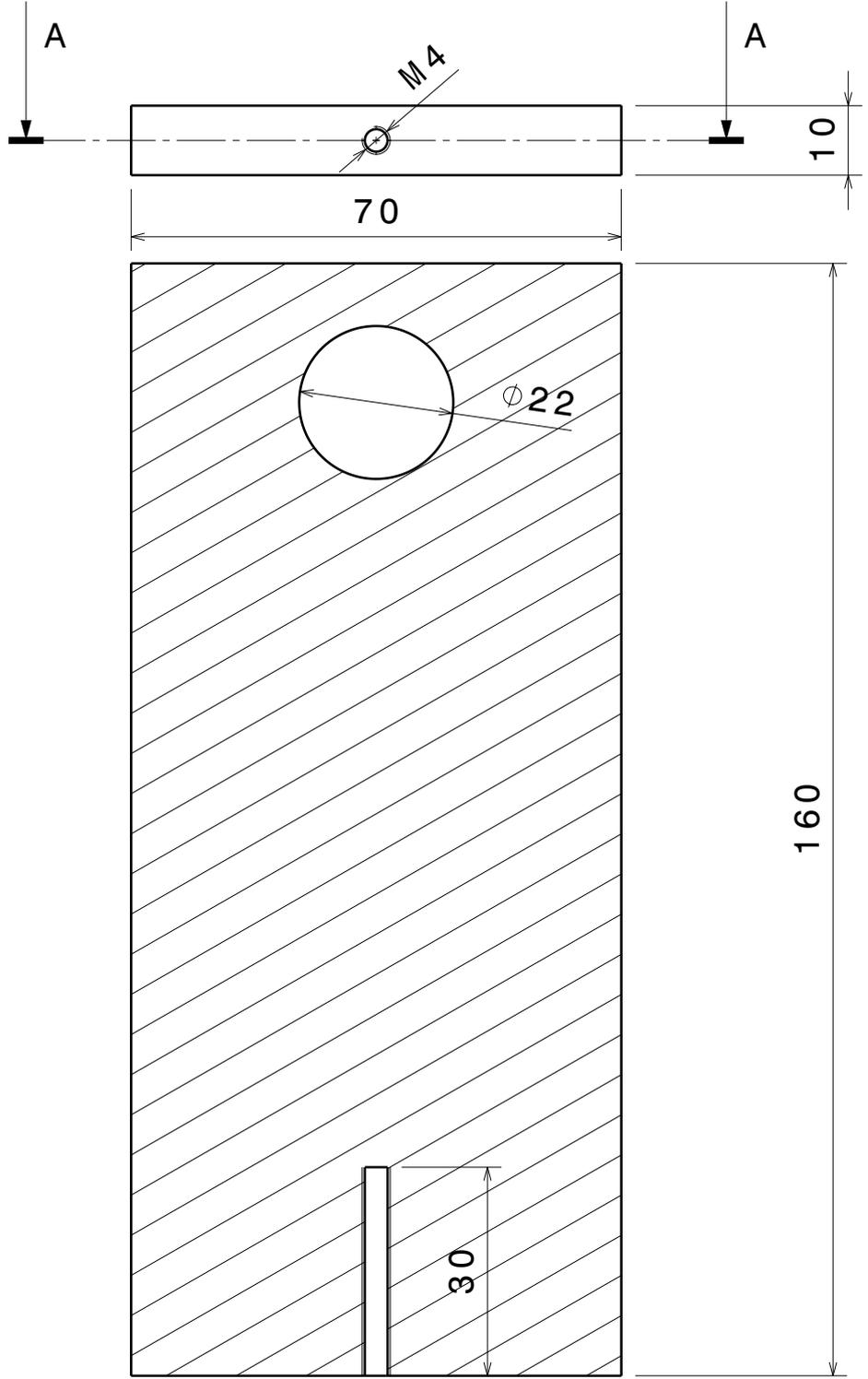
3

2

2

1

1



DISEÑADO POR:  
**David**

FECHA:  
**5/8/2018**

REVISADO POR:

FECHA:

# BASE

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

**A4**

ESCALA  
**1:1**

HOJA  
**1/4**

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

A

D

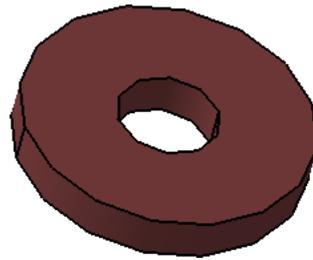
C

B

A

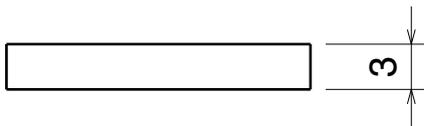
4

4



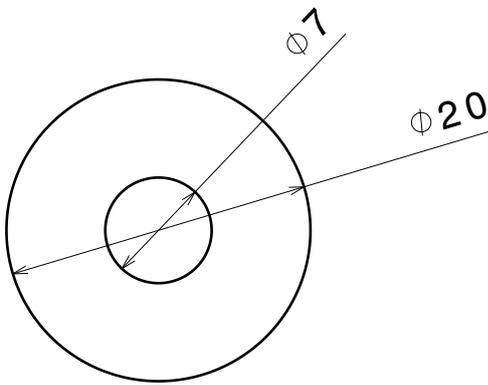
3

3



2

2



1

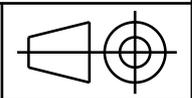
1

DISENADO POR:  
**David**  
 FECHA:  
**5/8/2018**  
 REVISADO POR:  
 FECHA:

**MASA**

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

**A4**



ESCALA  
**2:1**

HOJA  
**2/4**

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

A

D

C

B

A

4

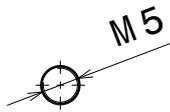
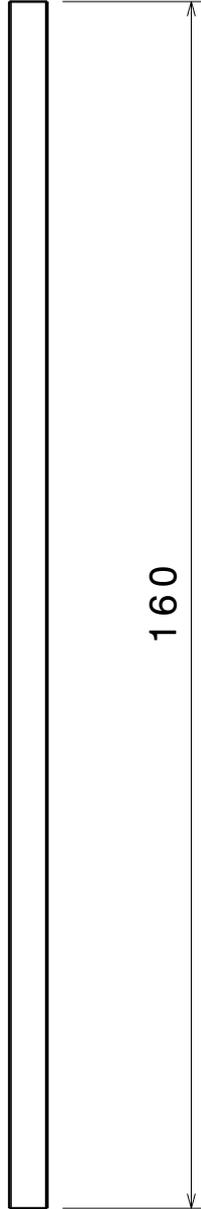
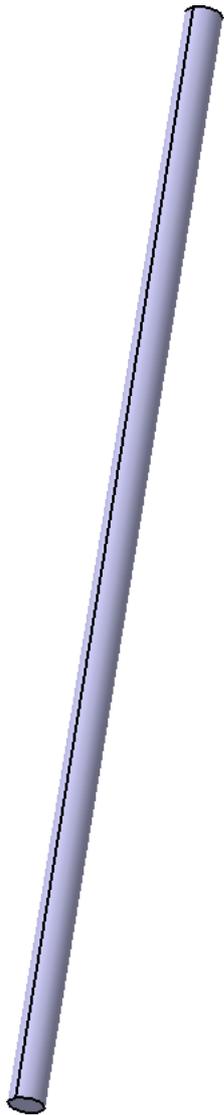
4

3

3

2

2



1

1

DISENADO POR:  
**David**

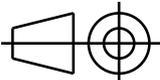
FECHA:  
**5/8/2018**

REVISADO POR:

FECHA:

# VARILLA

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

**A4** 

ESCALA  
**1:1**

HOJA  
**3/4**

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

A

D

C

B

A

4

3

2

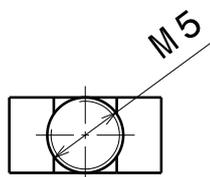
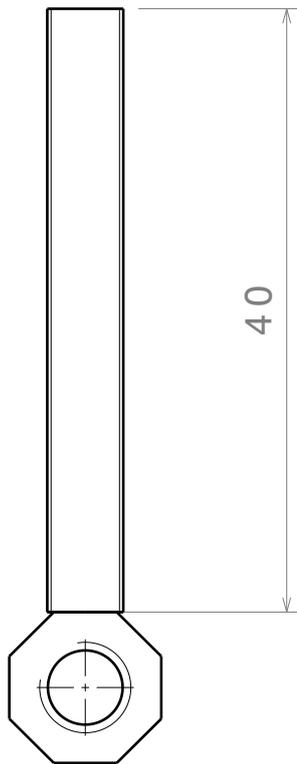
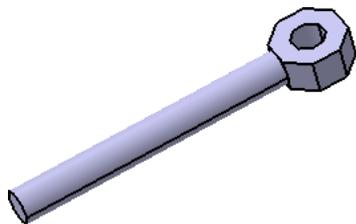
1

4

3

2

1



Varilla roscada  
soldada a tuerca  
convencional M5

DISENADO POR: <b>David</b>
FECHA: <b>5/8/2018</b>
REVISADO POR:
FECHA:

# Soporte Horizontal

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

<b>A4</b>	
-----------	--

ESCALA <b>2:1</b>	
----------------------	--

--	--

HOJA <b>4/4</b>
--------------------

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

A

# Planos Caja Maqueta Edificio

D

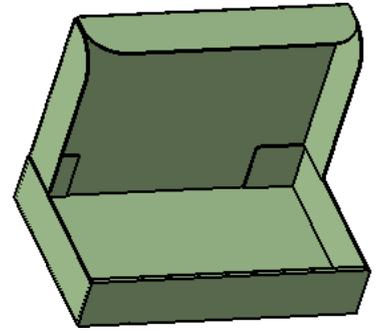
C

B

A

4

4



5

145

4xR100

490

5

140

510

140

160

3

3

145

145

10

2

2

1090

1

1

DISEÑADO POR:  
**David**  
 FECHA:  
**3/26/2018**  
 REVISADO POR:  
 FECHA:

# CAJA EDIFICIO

I	CARTON
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

**A4**

ESCALA  
**1:10**

HOJA  
**1/3**

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

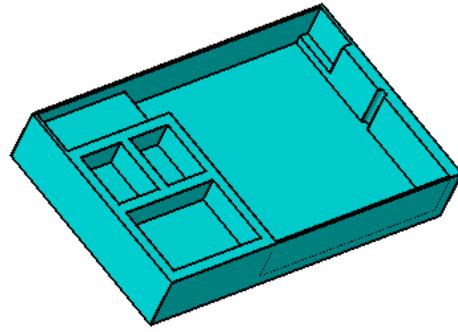
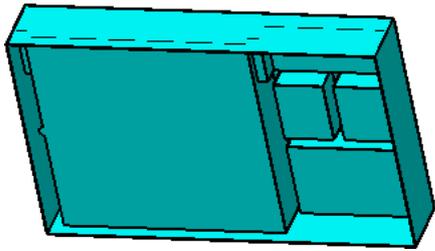
A

D

C

B

A



4

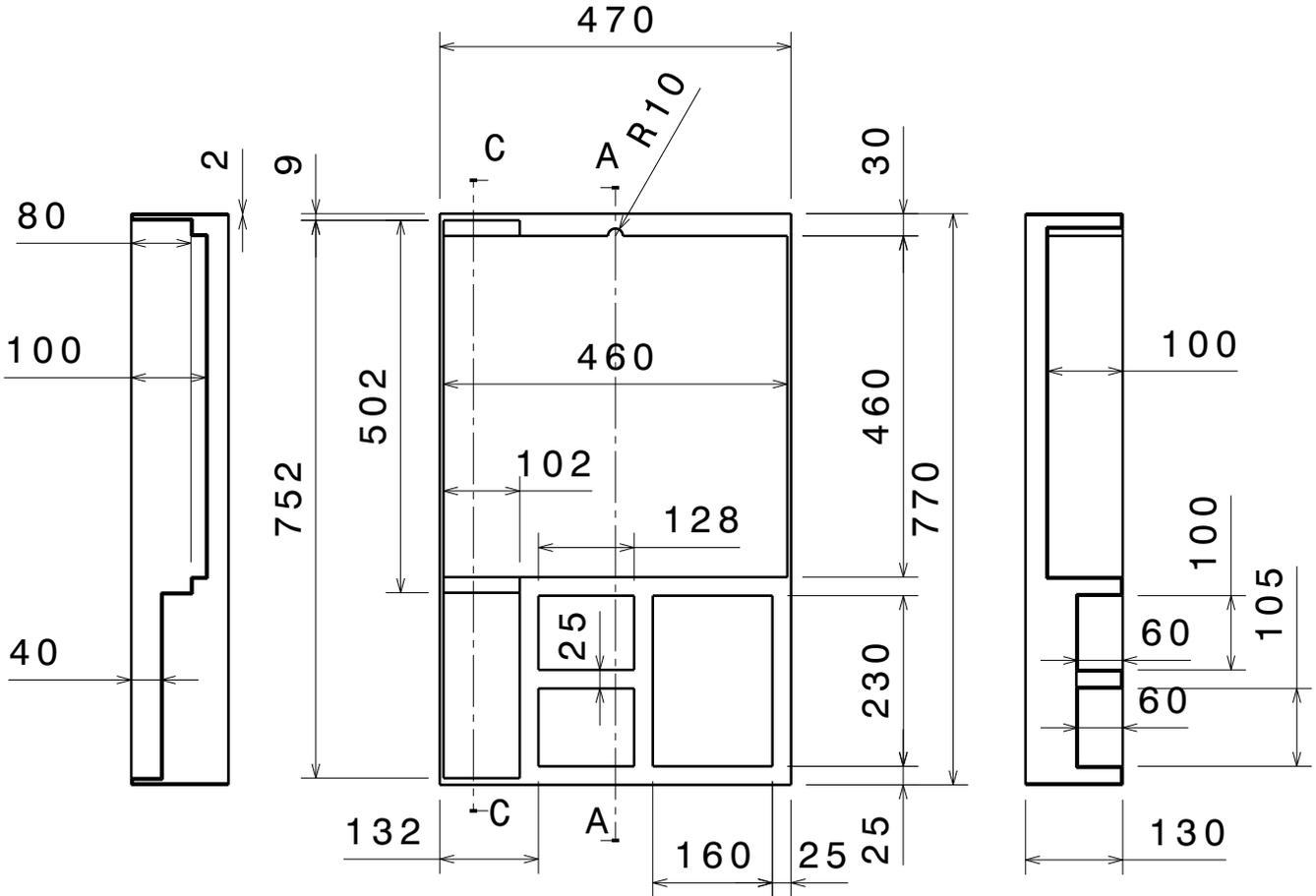
4

3

3

2

2



1

1

DISEÑADO POR:  
David  
FECHA:  
4/3/2018  
REVISADO POR:  
FECHA:

# SOPORTE PIEZAS

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

A4

ESCALA  
1:10

HOJA  
2/3

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

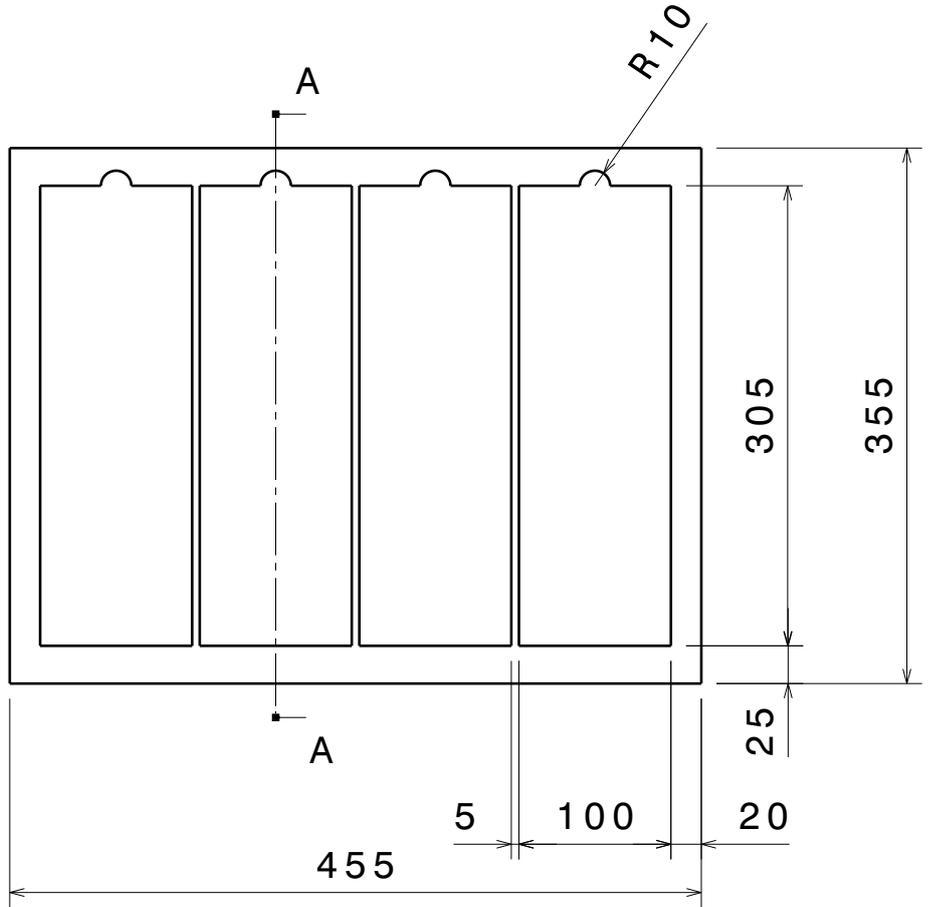
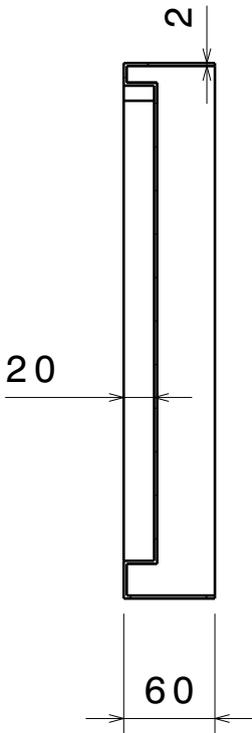
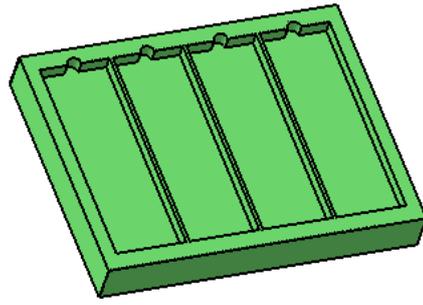
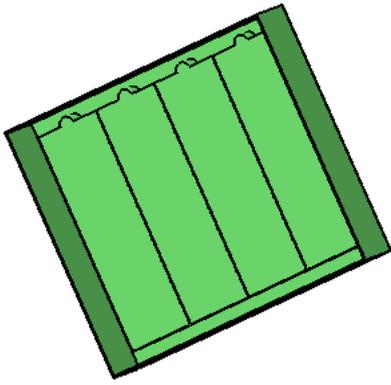
A

D

C

B

A



DISENADO POR:  
**David**  
 FECHA:  
**4/4/2018**  
 REVISADO POR:  
 FECHA:

# SOPORTE FORJADOS

**A4**

ESCALA:  
**1:5**

HOJA  
**3/3**

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

A

# Planos Caja TMD Flexible

D

C

B

A

4

3

2

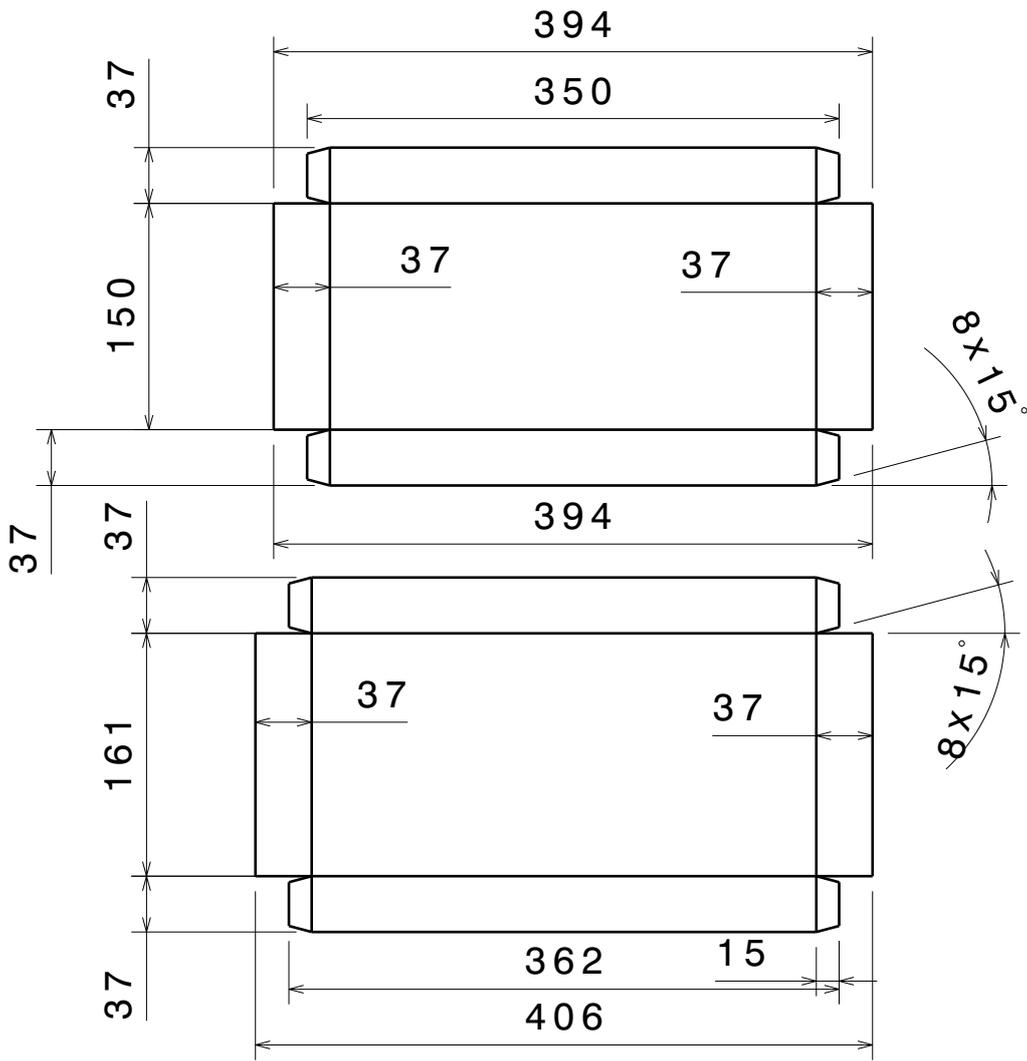
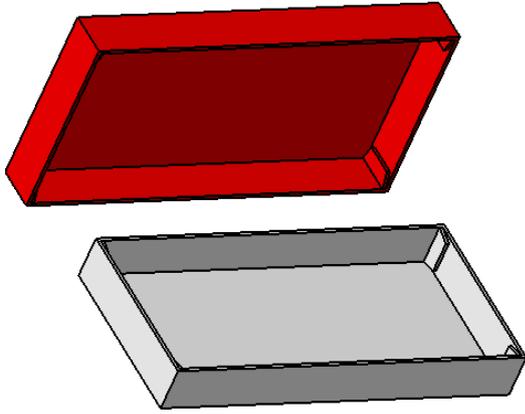
1

4

3

2

1



DISEÑADO POR:  
**David**

FECHA:  
**4/16/2018**

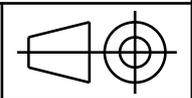
REVISADO POR:

FECHA:

# TMD Flexible

I	CARTON
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

**A4**



ESCALA  
**1:5**

HOJA  
**1/2**

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

A

D C B A

4

4

3

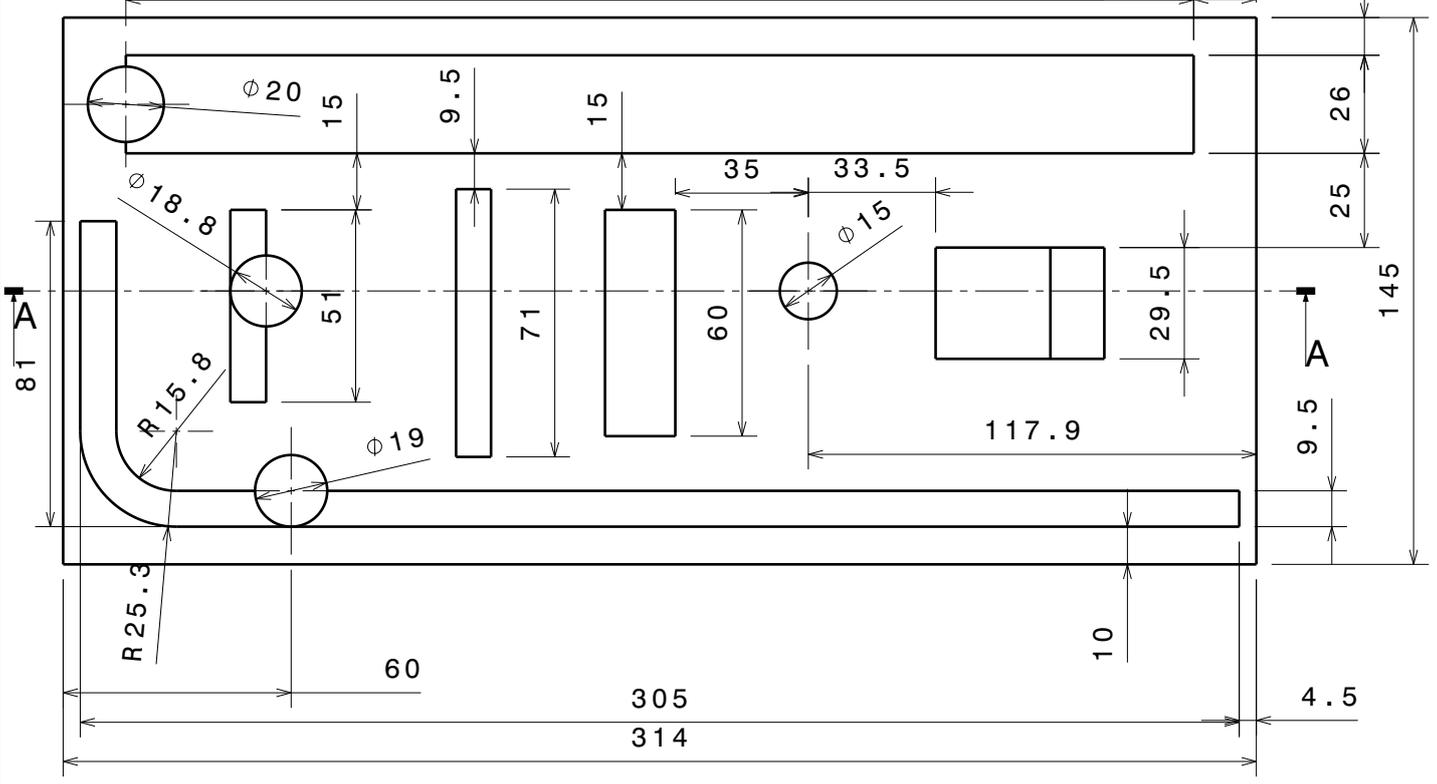
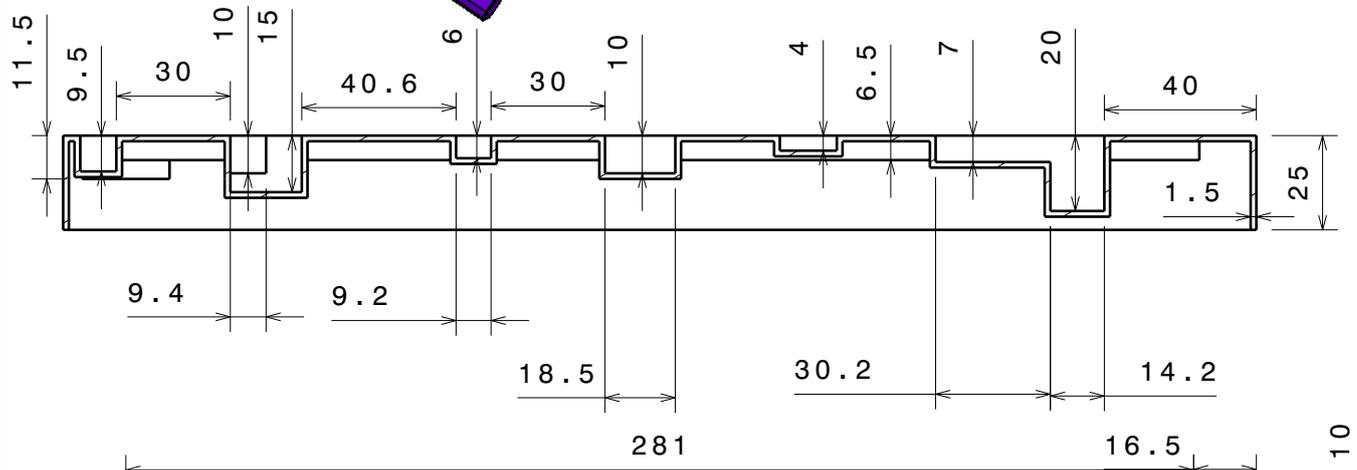
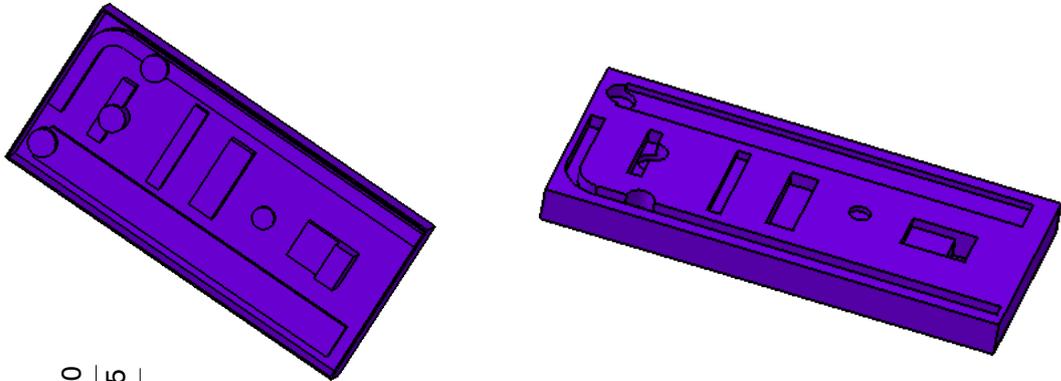
3

2

2

1

1



DISEÑADO POR:  
**David**

FECHA:  
**5/8/2018**

REVISADO POR:

FECHA:

# SOPORTE

**A4**

ESCALA  
**1:2**

HOJA  
**2/2**

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

D A

# Planos Caja TLD

D

C

B

A

4

4

3

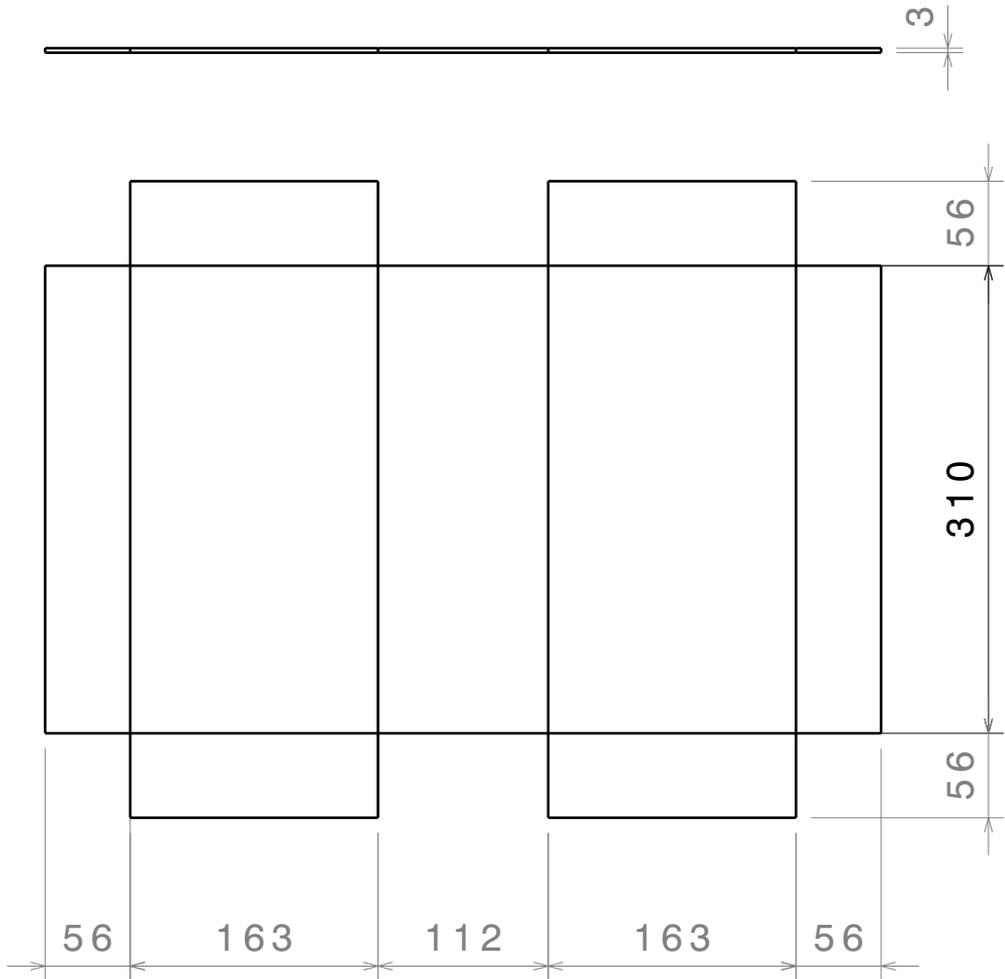
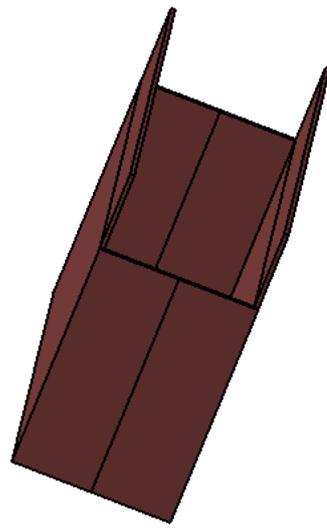
3

2

2

1

1



DISEÑADO POR:  
**David**  
 FECHA:  
**4/7/2018**  
 REVISADO POR:  
 FECHA:

# CAJA TLD

I	CARTON
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

**A4**

ESCALA  
**1:5**

HOJA  
**1/1**

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

A

# Planos Caja TLCD

D

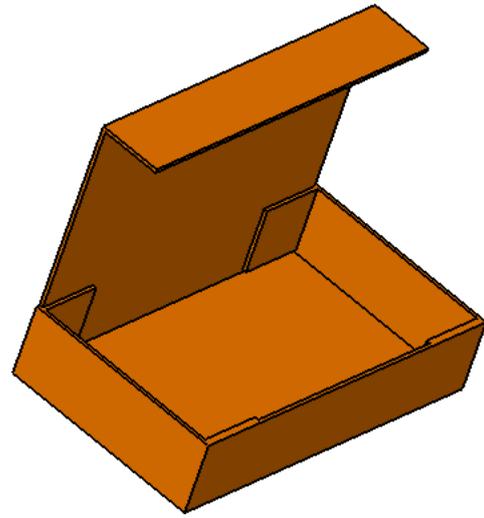
C

B

A

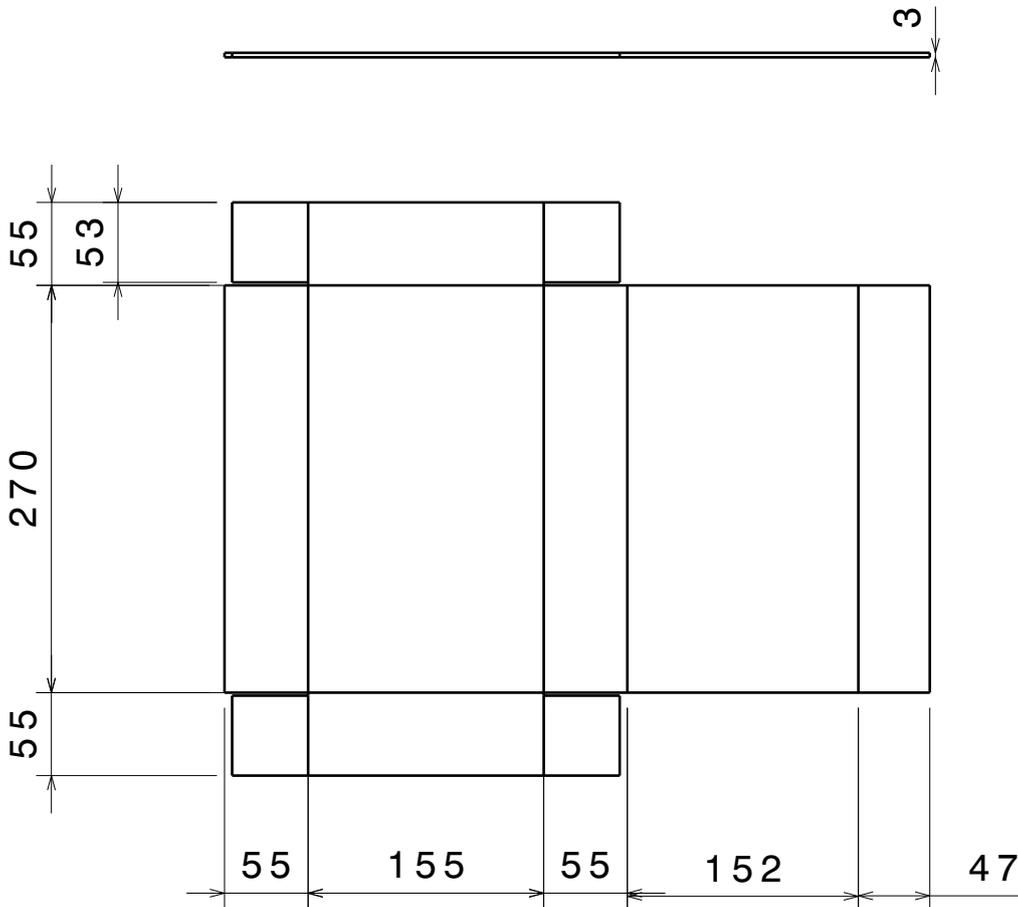
4

4



3

3



2

2

1

1

DISENADO POR:  
**David**  
FECHA:  
**4/9/2018**  
REVISADO POR:  
FECHA:

# CAJA TLCD

I	CARTON
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

**A4**

ESCALA  
**1:5**

HOJA  
**1/1**

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

A

# Planos Caja TMD Fricción

D

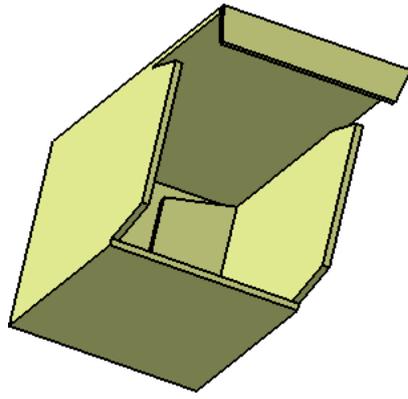
C

B

A

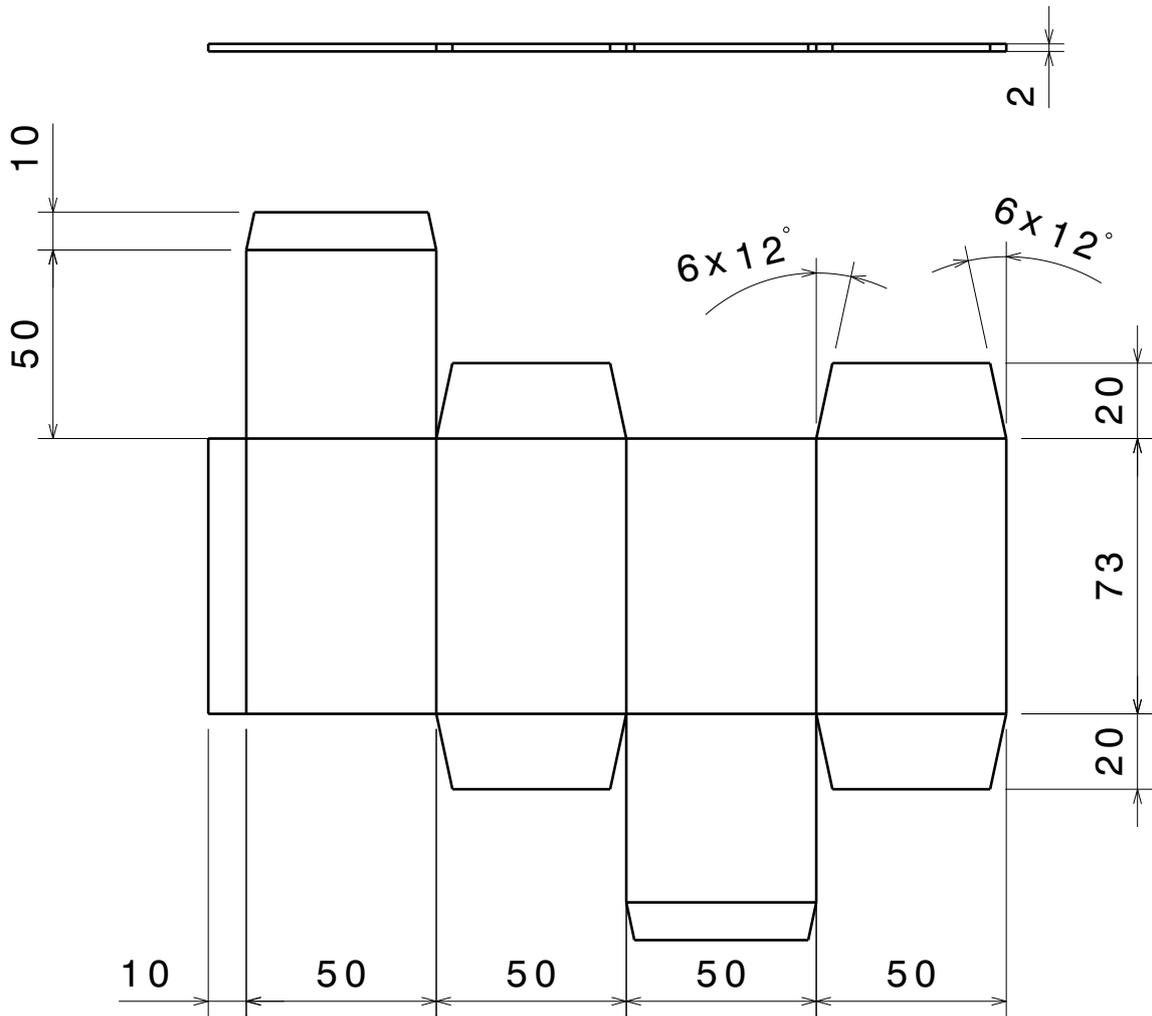
4

4



3

3



2

2

1

1

DISEÑADO POR:  
**David**

FECHA:  
**4/11/2018**

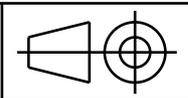
REVISADO POR:

FECHA:

# CAJA TMD FRICCIÓN

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

**A4**



ESCALA  
**1:2**

HOJA  
**1/1**

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

A

# Planos Caja TMD Péndulo

D

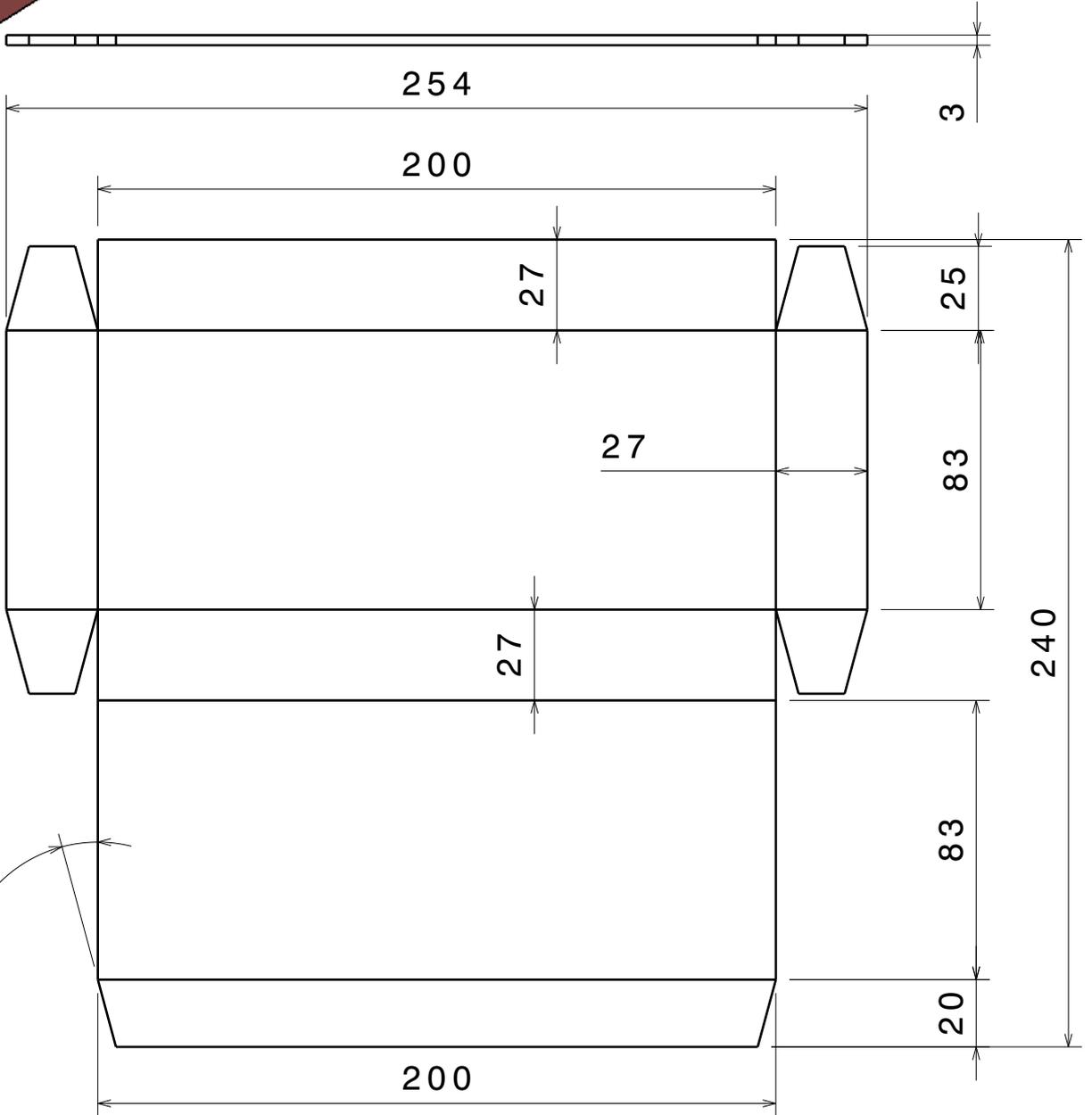
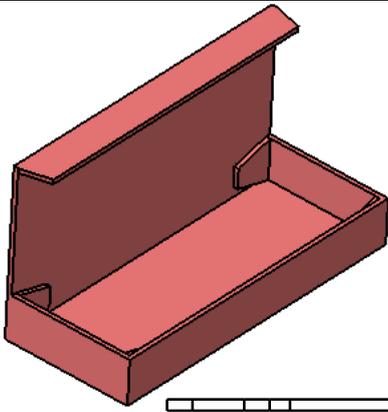
C

B

A

4

4



3

3

2

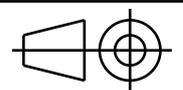
2

DISENADO POR:  
**David**  
FECHA:  
**5/9/2018**  
REVISADO POR:  
FECHA:

# Caja TMD péndulo

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

**A4**



ESCALA  
**1:2**

HOJA  
**1/2**

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

A

1

1

D

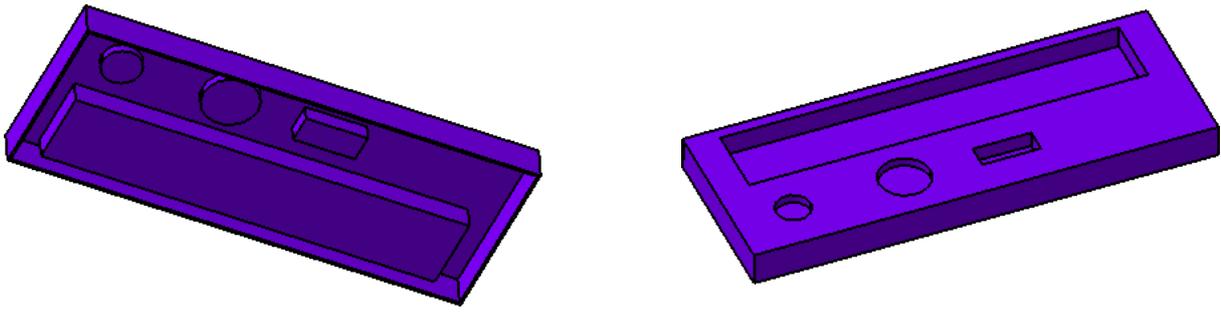
C

B

A

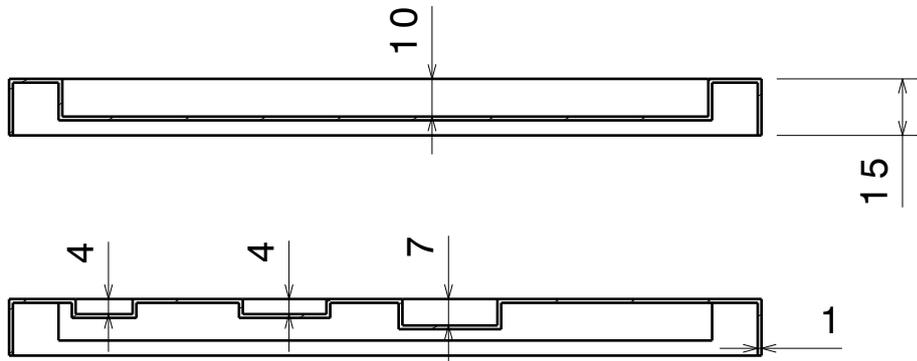
4

4



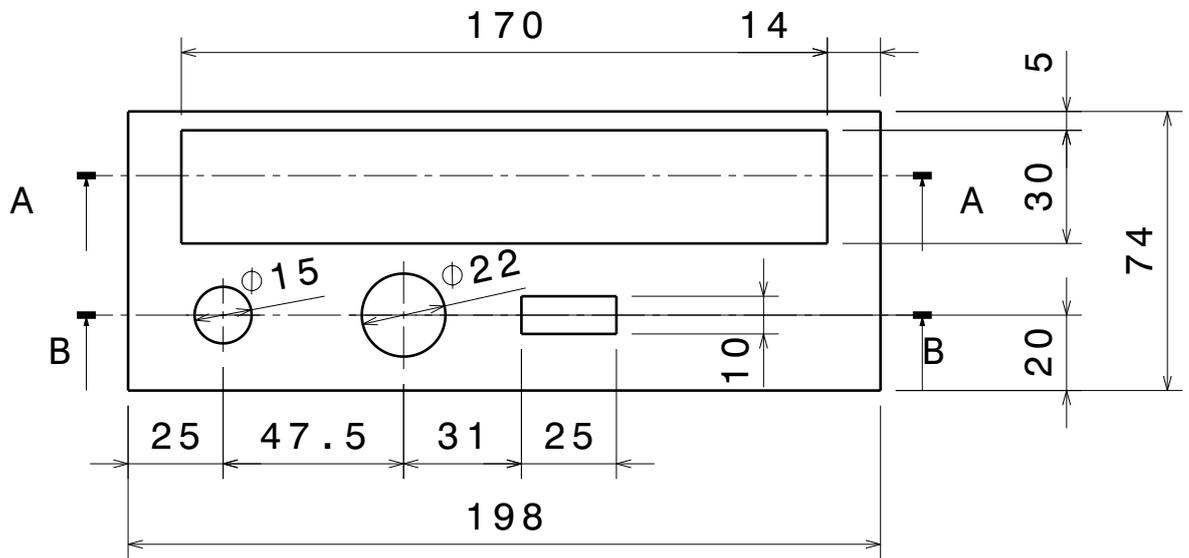
3

3



2

2



1

1

DISEÑADO POR:  
**David**

FECHA:  
**5/15/2018**

REVISADO POR:

FECHA:

# SOPORTE

**A4**

ESCALA  
**1:2**

HOJA  
**2/2**

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

A



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES

Máster en Ingeniería Industrial

**MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**  
**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**PROPUESTA DE COMERCIALIZACIÓN DE UNA MAQUETA DE UN  
EDIFICIO DE DOS PLANTAS PARA PRÁCTICAS DE VIBRACIONES**

Autor: David González Morán  
Tutor: Antolín Lorenzana Iban

Valladolid, junio, 2018