



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

# *ACTUALIZACIÓN Y MARCADO CE DE BANCO DE POTENCIA PARA VEHÍCULO DE BAJO CONSUMO SHELL ECO-MARATHON*

---

**MEMORIA PRESENTADA POR:**

*Andrés Urbano Carrizo*

GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA

Convocatoria de defensa: JULIO 2020



## RESUMEN

Durante el desarrollo de este proyecto, se realizará el rediseño y puesta a punto según normativa del banco de potencia del equipo IDF Eco-Marathon de la Universidad Politécnica de Valencia el cual es competidor de la Shell Eco-Marathon Europe.

Para el uso del banco de potencia, actualmente los alumnos del equipo IDF Eco-Marathon proceden al montaje del vehículo prototipo sobre el mismo, ante la implementación de una cadena de transmisión y no una correa como se venía realizando hasta el año 2018, esto supone un problema de seguridad tanto para los alumnos como para el nuevo prototipo, que dispone de una fina capa de fibra de carbono, la cual sufre impactos de la cadena durante los ensayos realizados del nuevo sistema de transmisión.

Por lo tanto, con tal de satisfacer la seguridad y el aprendizaje de los alumnos que componen dicho equipo con la seguridad suficiente, surge la necesidad de realizar una serie de modificaciones de tamaño y aplicación de normativa, en las cuales se procede al montaje del motor y transmisión instalada en el prototipo, en un soporte diseñado para ello sobre el banco de potencia, cubierto a su vez de protecciones.

### **PALABRAS CLAVE:**

“Ensayo”; “Banco de potencia”; “Prototipo”; “Marcado CE”



## SUMMARY

During the development of this project, the redesign and tuning will be implemented according to the regulations of the IDF Eco-Marathon team power bank of the Polytechnic University of Valencia, which is the competitor of Shell Eco-Marathon Europe.

For the use of the power bank, currently the students of the IDF Eco-Marathon team proceed to assemble the prototype vehicle on it, before the implementation of a transmission chain and not a belt as it had been implemented until 2018, this means a safety problem for both the students and the new prototype, which has a thin layer of carbon fiber, which suffers the impacts of the chain during the tests carried out on the new transmission system.

Therefore, in order to satisfy the safety and learning of the students who make up this equipment with the security requirements, increase the need to make a series of modifications in size and application of regulations, in which the engine and transmission installed in the prototype, on a support designed for it on the power bank, covered in turn with protections.

### WORD KEY:

"Test"; "Power bank"; "Prototype"; "CE Marked"



## RESUM

Durant el desenvolupament d'aquest projecte, s'implementarà el redisseny i posada a punt segons la normativa del banc de potència de l'equip IDF Eco-Marathon de la Universitat Politècnica de València el qual és el competidor de la Shell Eco-Marathon Europe.

Per a l'ús del banc de potència, actualment els alumnes de l'equip IDF Eco-Marathon procedeixen a el muntatge del vehicle prototip sobre el mateix, davant la implementació d'una cadena de transmissió i no una corretja com es venia implementar fins a l'any 2018, això suposa un problema de seguretat tant per als alumnes com per al nou prototip, que disposa d'una fina capa de fibra de carboni, la qual pateix els impactes de la cadena durant els assajos realitzats de el nou sistema de transmissió.

Per tant, per tal de satisfer la seguretat i l'aprenentatge dels alumnes que componen aquest equip amb seguretat suficient, naix la necessitat de realitzar una sèrie de modificacions de mida i aplicació de normativa, en les quals es procedeixi a el muntatge del motor i transmissió instal·lada a el prototip, en un suport dissenyat per a això sobre el banc de potència, cobert al seu torn de proteccions.

### PARAULES CLAU:

"Assaig"; "Banc de potència"; "Prototip"; "Marcat CE"



## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a mis padres tantos años de apoyo continuo para que no me rindiera para conseguir llegar a ser Graduado en Ingeniería Mecánica.

A mis compañeros de piso, sobre todo a Juan, ese que me ha acompañado durante todo este proceso desde el primer día como si fuera un hermano.

Agradecer al equipo IDF Eco-Marathon a conseguir el sueño que un niño de cinco años le dijo a su padre que quería llegar a hacer viendo un vehículo prototipo competidor de la Shell Eco-Marathon en una exposición. Gracias de verdad por la gran familia y conocimientos que me llevo para toda la vida.



## INDICE

<b>1. INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. FUNCIONAMIENTO DE UN BANCO DE POTENCIA.....	1
1.2.1. <i>Dinamómetro Hidráulico.....</i>	<i>2</i>
1.2.2. <i>Dinamómetro De Discos Hidráulicos.....</i>	<i>2</i>
1.2.3. <i>Dinamómetro De Corriente Continua.....</i>	<i>2</i>
1.2.4. <i>Dinamómetro De Corriente Alterna o Asíncronos.....</i>	<i>2</i>
1.2.5. <i>Dinamómetro Síncrono.....</i>	<i>2</i>
1.2.6. <i>Dinamómetro De Corrientes Parásitas De Foucault.....</i>	<i>2</i>
1.2.7. <i>Dinamómetro De Fricción.....</i>	<i>3</i>
1.3. OBJETO DEL PROYECTO.....	3
1.3.1. <i>Carácter académico.....</i>	<i>3</i>
1.3.2. <i>Carácter técnico.....</i>	<i>3</i>
1.4. SITUACION DE PARTIDA.....	3
<b>2. NORMATIVA.....</b>	<b>6</b>
<b>3. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....</b>	<b>8</b>
<b>4. REDISEÑO DE LA ESTRUCTURA.....</b>	<b>9</b>
4.1. PRIMER DISEÑO.....	9
4.2. DISEÑO FINAL.....	10
4.2.1. <i>Bastidor inferior.....</i>	<i>11</i>
4.2.2. <i>Reposicionado del armario eléctrico de control.....</i>	<i>12</i>
4.2.3. <i>Protecciones exteriores.....</i>	<i>13</i>
4.2.4. <i>Instalación Freno de Emergencia.....</i>	<i>13</i>
4.2.5. <i>Placa soporte freno de emergencia.....</i>	<i>15</i>
4.2.6. <i>Patas y soporte a suelo.....</i>	<i>15</i>
4.2.7. <i>Bastidor superior.....</i>	<i>16</i>
4.2.8. <i>Puertas abatibles.....</i>	<i>17</i>
4.2.9. <i>Ventilación y extracción de humos.....</i>	<i>18</i>
4.2.10. <i>Soporte motor y rueda.....</i>	<i>19</i>
4.2.11. <i>Placa soporte motor.....</i>	<i>21</i>
4.2.12. <i>Soportes rueda de ensayo.....</i>	<i>21</i>
4.3. UNIONES.....	23



4.3.1. Unión entre bastidor inferior y bastidor superior. ....	23
4.3.2. Unión de las esquinas entre perfiles de los bastidores inferior y superior. ....	23
4.3.3. Unión en la parte superior del bastidor superior. ....	24
4.3.4. Unión de puertas al bastidor y uniones internas. ....	24
4.3.5. Unión del soporte motor y rueda de ensayo a bastidor superior. ....	25
<b>5. CALCULOS. ....</b>	<b>26</b>
5.1. PLACA SOPORTE MOTOR. ....	26
5.1.1. Desplazamiento: ....	26
5.1.2. Tensiones ....	27
5.1.3. Conclusiones. ....	27
5.2. FRENO DE EMERGENCIA. ....	28
5.3. EJE RUEDA DE ALUMINIO (EJE PRINCIPAL). ....	29
5.3.1. Desplazamientos. ....	29
5.3.2. Tensiones. ....	29
5.3.3. Conclusiones. ....	30
5.4. PLACA SOPORTE FRENO DE EMERGENCIA. ....	31
5.4.1. Desplazamientos. ....	31
5.4.2. Tensiones. ....	31
5.4.3. Conclusiones. ....	32
<b>6. FABRICACIÓN. ....</b>	<b>33</b>
6.1. BASTIDORES. ....	33
6.1.1. Bastidor inferior. ....	33
6.1.2. Bastidor superior. ....	34
6.2. PLACAS DE PROTECCION. ....	34
6.2.1. En bastidor inferior. ....	34
6.2.2. En bastidor superior. ....	35
6.3. BLOQUES SOPORTE RUEDA. ....	35
6.4. PLACA SOPORTE MOTOR ....	35
6.5. PLACA SOPORTE FRENO DE EMERGENCIA. ....	35
<b>7. ACTUALIZACIÓN DEL SOFTWARE. ....</b>	<b>36</b>
<b>8. MARCADO CE DEL BANCO Y MEDIDAS DE SEGURIDAD A TOMAR. ....</b>	<b>43</b>
8.1. ILUMINACIÓN. ....	43
8.2. MANUTENCIÓN. ....	43



8.3.	PARADA.....	43
8.3.1.	<i>Parada normal.....</i>	43
8.3.2.	<i>Parada operativa.....</i>	43
8.3.3.	<i>Parada de emergencia.....</i>	43
8.3.4.	<i>Conjunto de máquinas.....</i>	44
8.3.5.	<i>Esquema eléctrico de la instalación de protección y control.....</i>	44
8.4.	FALLO DE ALIMENTACION ELECTRICA.....	45
8.5.	PROTECCIÓN CONTRA LA PROYECCIÓN DE OBJETOS.....	45
8.6.	PROTECCIÓN CONTRA ELECTRICIDAD ESTÁTICA.....	45
8.7.	RUIDO.....	45
8.8.	INCENDIO.....	46
8.9.	SEÑALES VISUALES.....	46
8.10.	MARCADO CE.....	47
8.10.1.	<i>Declaración de conformidad.....</i>	47
8.10.2.	<i>Marcado de la máquina.....</i>	48
8.10.3.	<i>Manual de instrucciones.....</i>	48
<b>9.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>49</b>
<b>10.</b>	<b>PRESUPUESTO.....</b>	<b>50</b>
<b>11.</b>	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>52</b>
<b>12.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>53</b>
12.1.	PLANOS.....	53
12.2.	MANUAL DE INSTRUCCIONES.....	54



## INDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Ejemplo Banco de Potencia.....	1
Ilustración 2. Banco de potencia actual.....	3
Ilustración 3. Montaje del prototipo sobre el banco de potencia actual. ....	4
Ilustración 4. Armario eléctrico de control.....	4
Ilustración 5. Componentes mecánicos banco de potencia. ....	5
Ilustración 6. Primer Diseño.....	9
Ilustración 7. Modelo Final. ....	10
Ilustración 8. Bastidor Inferior. ....	11
Ilustración 9. Disposición Interior.....	12
Ilustración 10. Posición Armario Electrico. ....	12
Ilustración 11. Placas de Protección Bastidor Inferior. ....	13
Ilustración 12. Posicionado Freno de Emergencia. ....	13
Ilustración 13. Esquema de Funcionamiento Freno Electromagnético. ....	14
Ilustración 14. Placa Soporte Freno de Emergencia.....	15
Ilustración 15. Pata con Suela de Goma y Placa Base.....	15
Ilustración 16. Bastidor Superior.....	16
Ilustración 17. Protección de Policarbonato del Bastidor Superior.....	16
Ilustración 18. Puerta de Acceso a Bastidor Superior. ....	17
Ilustración 19. Amortiguador Neumatico.....	18
Ilustración 20. Cierre de Bolas. ....	18
Ilustración 21. Montaje de Ventilador y Extractor. ....	19
Ilustración 22. Primer Diseño de Soporte Motor.....	20
Ilustración 23. Diseño Final Soporte Motor. ....	20
Ilustración 24. Placa Soporte Motor. ....	21
Ilustración 25. Soporte Rueda de Ensayo.....	21
Ilustración 26. Unión Marca ITEM Longitudinal Ref.: 0.0.440.94.....	23
Ilustración 27. Uniones en Angulo MK Group Ref.: 82.60.0701 y Ref.: 82.60.0702....	24
Ilustración 28. Unión MK Group Placa en L Ref.: 50.05.0045.....	24
Ilustración 29. Bisagras MK Group B46.01.013.....	25
Ilustración 30. Placas Pesadas MK Group Ref.: 50.05.0060.....	25
Ilustración 31. Simulación Desplazamientos Placa Soporte Motor .....	26



Ilustración 32. Simulación Tensiones Placa Soporte Motor.....	27
Ilustración 33. Simulación Deformaciones Eje Trasero Principal. ....	29
Ilustración 34. Simulación Tensiones Eje Trasero Principal.....	29
Ilustración 35. Simulación Deformaciones Placa Soporte Freno Emergencia. ....	31
Ilustración 36. Simulación Tensiones Placa Soporte Freno. ....	31
Ilustración 37. Dynascan Motor. Estadísticas Generales del Motor.....	36
Ilustración 38.. Dynascan Motor. Potencia y Par frente Velocidad Angular. ....	37
Ilustración 39. Dynascan motor. Potencia y Par frente Velocidad Lineal.....	38
Ilustración 40. Dynascan Motor. Potencia y Par Corregidas y Valor Lambda.....	38
Ilustración 41. Dynascan Motor. Aceleración frente a Velocidad Lineal. ....	39
Ilustración 42. Dynascan Motor. Ejemplo ensayos 1. ....	39
Ilustración 43. Dynascan Motor. Ejemplo ensayos 2. ....	40
Ilustración 44. Dynascan Motor. Ejemplo ensayos 3. ....	40
Ilustración 45 Dynascan Motor. Ejemplo ensayos 4. ....	41
Ilustración 46. Dynascan Motor. Ejemplo ensayos 5. ....	41
Ilustración 47. Dynascan Motor. Tabla de Resultados de Ensayo. ....	42
Ilustración 48. Interruptor SCHEMRSAL Ref.: AZ 16-12ZVRK-M16.....	44
Ilustración 49. Disposición Botonera. ....	44
Ilustración 50. Esquema Instalación Electrica de Control y Seguridad.....	45
Ilustración 51. Señal de Alta Temperatura. ....	46
Ilustración 52. Ejemplo ficha de conformidad Marcado CE. ....	47
Ilustración 53. Ejemplo de Placa Marcado CE.....	48

## 1. INTRODUCCION.

### 1.1. ANTECEDENTES.

Durante el desarrollo del siguiente apartado, se procederá a indicar tanto el diseño típico, observado en productos comerciales, así como el funcionamiento de un banco de potencia para motores térmicos MCIA, también conocido como dinamómetro.

A su vez, se realizará una presentación del modelo desde el cual se parte y sobre el cual se realizarán las modificaciones para su reducción de tamaño y adaptación a la normativa vigente a partir de la cual se garantizará la seguridad de aquellas personas que realicen ensayos sobre el mismo.



*Ilustración 1. Ejemplo Banco de Potencia.*

### 1.2. FUNCIONAMIENTO DE UN BANCO DE POTENCIA.

Un banco de potencia es una herramienta característica de los laboratorios de ensayo y desarrollo de motores, talleres de modificación de mapas de motor, y centros de investigación para la competición automovilística. Mediante el uso de estos, se consigue ajustar los motores térmicos de combustión interna en sus parámetros para alcanzar el máximo par y potencia, tanto a altos consumos, para el caso de competiciones de velocidad, así como a mínimo consumo, como es el caso de lo buscado por todos los competidores de la competición Shell Eco-Marathon desde el año 1985.

La función principal de esta herramienta es la de determinar los parámetros de funcionamiento, así como la potencia y par, a los distintos regímenes de giro de forma gráfica y numérica.

Existen distintos dinamómetros tipos en el mercado, la mayoría tiene un uso dirigido al automovilismo, no obstante, para el desarrollo de máquinas industriales, también se puede observar en numerosos laboratorios. Debido a los distintos usos sobre los que aplicarlos se puede observar lo siguientes distintos tipos.

### **1.2.1. Dinamómetro Hidráulico.**

El dinamómetro hidráulico consta de un eje el cual dispone de un rotor cilíndrico que gira en el interior de una carcasa, estator, estanca con un fluido en su interior, normalmente agua; a su vez, esta carcasa dispone de unos alojamientos donde se aloja el fluido utilizado. Cuando el rotor comienza a girar, se genera en el interior de dicha carcasa un vórtice en el interior de los alojamientos indicados anteriormente, lo que produce un intercambio de par desde el rotor al estator, formando una reacción en dicho estator, que permite medir el par desarrollado por el motor ensayado.

### **1.2.2. Dinamómetro De Discos Hidráulicos.**

El dinamómetro de discos hidráulicos consta de varios discos introducidos entre las placas de una carcasa modo de estator, existiendo una pequeña holgura entre ambos, a través de la cual circula un fluido hidráulico. Este tipo de dinamómetros es comúnmente usado para ensayar turbinas de gas.

### **1.2.3. Dinamómetro De Corriente Continua.**

El dinamómetro de corriente continua dispone de un motor electro de corriente continua que se encarga de absorber la potencia desarrollada por el motor de combustión sobre el banco de potencia. Estos dinamómetros tienen una velocidad limitada y gran inercia que suele generar problemas de vibraciones, a su vez, al disponer de un conmutador eléctrico, el mantenimiento de este supone un coste más elevado que el necesario para los dinamómetros de corriente alterna.

### **1.2.4. Dinamómetro De Corriente Alterna o Asíncronos.**

El dinamómetro de corriente Alterna presenta un funcionamiento muy similar al que se puede observar en los de corriente continua, no obstante, estos proporcionan la capacidad de trabajar a altas velocidades y el mantenimiento de los mismos es más económico. A su vez, pueden presentar problemas en sus cojinetes y distintas partes móviles, a causa de la existencia de gran diferencia de potencial entre el rotor y el estator.

### **1.2.5. Dinamómetro Síncrono.**

El dinamómetro síncrono muestra un funcionamiento análogo a los asíncronos, no obstante, debido a su baja inercia, presenta una resistencia más elevada a los esfuerzos dinámicos dados al alcanzar velocidades de giro de 160.000rpm en apenas 1ms.

### **1.2.6. Dinamómetro De Corrientes Parásitas De Foucault.**

El dinamómetro de corrientes parasitarias de Foucault basa su funcionamiento en la inducción electromagnética para absorber la fuerza en forma de par desarrollada por el motor ensayado. Este está constituido por un rotor que gira distado por una pequeña holgura entre las placas del estator que lo compone.

Dicho estator, dispone de un bobinado que genera un campo magnético de dirección axial cuando el rotor gira por el movimiento proporcionado por el motor ensayado. Dicho campo magnético genera a su vez las corrientes parasitarias de Foucault, las cuales se oponen al giro del estator. La resistencia proporcionada al eje por este dinamómetro es controlada por el suministro eléctrico al bobinado del estator.

### 1.2.7. Dinamómetro De Fricción.

El dinamómetro de fricción se compone de un freno de disco que por una fricción con unos ferodos aplicando una fuerza determinada, es capaz de medir los parámetros de par y potencia del motor ensayado, este tipo de dinamómetros suelen verse en ensayos de velocidades bajas, no obstante, dado su compleja forma de regulación, son dinámetros poco utilizados.

## 1.3. OBJETO DEL PROYECTO.

### 1.3.1. Carácter académico.

Este proyecto servirá para demostrar todos los conocimientos adquiridos por el alumno durante su recorrido académico por las asignaturas del Grado en Ingeniería Mecánica.

### 1.3.2. Carácter técnico.

El presente proyecto consiste en realizar la modificación del banco de potencia construido por los alumnos participantes del equipo IDF Eco-Marathon para el ensayo del motor de combustión interna utilizado en el vehículo desarrollado, para el cual se montaba el vehículo sobre dicho banco de potencia.

Las modificaciones se han realizado con la finalidad de reducir el tamaño del bastidor, ya que se ha decidido ensayar el motor fuera del vehículo y montado sobre un soporte, el cual también se ha diseñado. A su vez, se realizarán la totalidad de las modificaciones siguiendo las indicaciones de la normativa vigente de seguridad de máquinas y necesarias, a su vez, para dotar de marcado CE al banco de potencia.

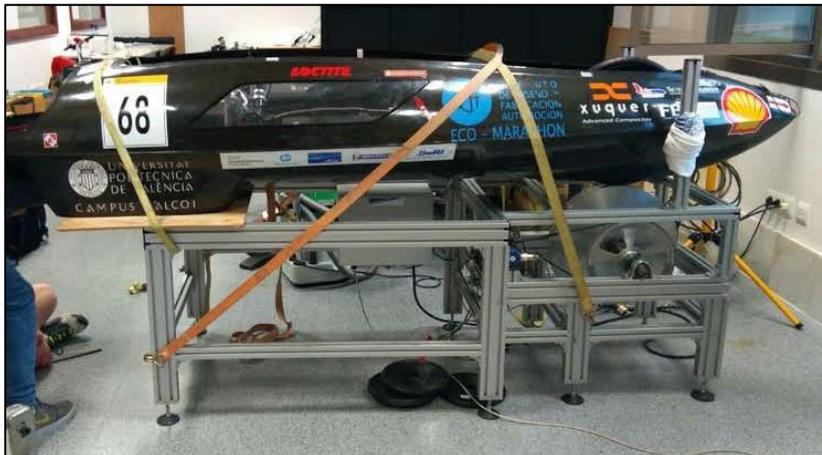
## 1.4. SITUACION DE PARTIDA.

El banco de potencia actualmente presente en el laboratorio asignado al equipo IDF Eco-Marathon fue fabricado en el año 2009 por los alumnos que constituían en aquel momento dicho equipo, y hasta el día de realización de este proyecto ha cumplido una labor muy importante para con el equipo, permitiendo que los estudiantes que han pasado por el laboratorio recibieran un extra de conocimientos sobre motores de lo que ya se enseña en las aulas.



*Ilustración 2. Banco de potencia actual.*

El diseño del banco de potencia actual fue ideado para colocar el vehículo sobre el mismo, no teniendo en cuenta las medidas seguridad necesarias a adoptar ni los posibles peligros que ello entrañaba.



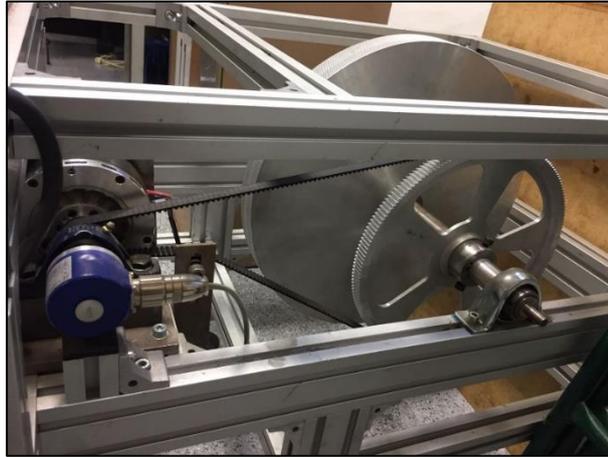
*Ilustración 3. Montaje del prototipo sobre el banco de potencia actual.*

El banco de potencia está constituido por armario eléctrico donde se encuentran alojadas la placa base de potencia y control de todos los componentes electrónicos del mismo, sirviendo de puente de conexión entre ordenador donde se encuentra instalado el software que muestra los resultados del ensayo.



*Ilustración 4. Armario eléctrico de control.*

A su vez, el banco de potencia esta constituidos por componentes mecánicos, así como, una rueda de aluminio que da inercia al resto de componentes cuando comienza el giro, dos poleas conectadas entre ellas por una correa dentada, un freno de corrientes parasitarias de Foucault y una célula de carga la cual mide la fuerza ejercida por el freno de corrientes parasitarias de Foucault indicado.



*Ilustración 5. Componentes mecánicos banco de potencia.*

El bastidor del banco de potencia actual está fabricado en perfilería técnica de aluminio 6063 T66 de la marca MK Group, de medidas de 40mm alto por 40mm de ancho y de 40mm de alto y 80mm de ancho unidas entre ellas por escuadras de 90° de la misma marca para las medidas de 40 mm y 80mm de ancho, a su vez, los perfiles del bastidor que quedando con su terminación vista están terminados con tapas de plástico de la misma marca y para las medidas de 40mm y 80mm.



## 2. NORMATIVA.

Para la realización de este proyecto de fin de grado, se ha basado el mismo en la siguiente normativa, no obstante, y dado que no se ha realizado la fabricación del modelo, se procederá a revisar y actualizar el proyecto según la normativa vigente en el momento de su montaje.

- Directiva 2006/42/CE relativa a las máquinas.
- Guía de aplicación de la Directiva 2006/42 de máquinas.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Real Decreto 330/2009, del Ministerio de la Presidencia, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas. (Boletín Oficial del Estado núm. 73 de 26 de marzo de 2009).
- UNE-EN ISO 12100:2012: Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo. (ISO 12100:2010).
- UNE-EN ISO 13849-1:2016: Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño. (ISO 13849-1:2015).
- UNE-EN ISO 13855:2011: Seguridad de las máquinas. Posicionamiento de los protectores con respecto a la velocidad de aproximación de partes del cuerpo humano. (ISO 13855:2010).
- UNE-EN ISO 13857:2008: Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores e inferiores (ISO 13857:2008).
- UNE-EN ISO 14738:2010: Seguridad de las máquinas. Requisitos antropométricos para el diseño de puestos de trabajo asociados a máquinas. (ISO 14738:2002 incluyendo Cor 1:2003 y Cor 2:2005).
- UNE-EN 349:1994+A1:2008: Seguridad de las máquinas. Distancias mínimas para evitar el aplastamiento de partes del cuerpo humano.
- UNE-EN 60204-1:2007: Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales. (IEC 60204-1:2005, modificada).
- UNE-EN 60204-1:2007/A1:2009: Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN ISO 13850:2016: Seguridad de las máquinas. Función de parada de emergencia. Principios para el diseño. (ISO 13850:2015).
- UNE-EN ISO 11201 V2:2010 ERRATUM:2011: Acústica. Ruido emitido por máquinas y equipos. Determinación de los niveles de presión sonora de emisión



en el puesto de trabajo y en otras posiciones especificadas en condiciones aproximadas a las de campo libre sobre un plano reflectante con correcciones ambientales despreciables. (ISO 11201:2010)

- UNE-EN ISO 11201:2010 V2: Acústica. Ruido emitido por máquinas y equipos. Determinación de los niveles de presión sonora de emisión en el puesto de trabajo y en otras posiciones especificadas en condiciones aproximadas a las de campo libre sobre un plano reflectante con correcciones ambientales despreciables. (ISO 11201:2010)
- UNE-EN ISO 13851:2020: Seguridad de las máquinas. Dispositivos de mando a dos manos. Principios para el diseño y la selección. (ISO 13851:2019).
- UNE-EN ISO 20607:2020: Seguridad de las máquinas. Manual de instrucciones. Principios generales de redacción. (ISO 20607:2019).
- UNE-EN 1093-1:2009: Seguridad de las máquinas. Valoración de la emisión de sustancias peligrosas transportadas por el aire. Parte 1: Selección de los métodos de ensayo.
- UNE-EN 842:1997+A1:2008: Seguridad de las máquinas. Señales visuales de peligro. Requisitos generales, diseño y ensayos.
- UNE-EN 1005-3:2002+A1:2009: Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 3: Límites de fuerza recomendados para la utilización de máquinas.



### 3. OBJETIVOS DEL PROYECTO.

El objetivo de este proyecto es el de realizar la modificación de tamaño y forma del banco de potencia actual para el montaje del motor de combustión sobre el mismo, sin necesidad de poner el vehículo sobre el banco de potencia, ya que tras la fabricación de la nueva carrocería del prototipo desarrollado por los alumnos del equipo IDF Eco-Marathon tiene unas características muy frágiles a impactos, dado que ha sido fabricado en una fina capa de fibra de carbono para reducir su peso, optimizando la colocación de las capas de fibra de carbono.

Durante el proceso de rediseño, se tendrán en cuenta las dimensiones de los componentes mecánicos ya presente en el banco de potencia, así como las cotas de separación entre los mismos, ya que estos, actualmente no presentan ningún problema en cuanto a su resistencia y posición, y van a ser reaprovechados. A su vez, se tendrá en cuenta la normativa vigente de seguridad e higiene en el trabajo necesaria para dotar de la seguridad que merece esta máquina de ensayo de motores térmicos, así como el marcado CE de este.

En cuanto a la estructura, cabe destacar que para el ahorro de costes y de evitar el desperdicio de la perfilería ahora presente en el banco de potencia, se procederá al reaprovechamiento de la mayor parte de los perfiles de aluminio que lo componen, es por ello también, que no se ha realizado una optimización más exhaustiva de las medidas en cuanto a su ancho se refiere.

Para ello, se tendrá en cuenta que el banco de potencia será transportado anualmente a la competición de la Shell Eco-Marathon que tiene lugar en distintas localizaciones en el territorio de la Comunidad Europea, por ello deberá ser parcialmente desmontable para facilitar su transporte, así como en el futuro poder montar sobre el mismo el vehículo prototipo como hasta el momento de la realización de este proyecto se ha ejecutado.

En cuanto a su introducción a la normativa de seguridad e higiene en el trabajo y poder dotarlo de marcado CE, se añadirá un bastidor superior con pantallas de protección, mecanismos de paro de emergencia y protecciones de chapa en el bastidor inferior para evitar el atrapamiento de miembros u otros cuerpos en los mecanismos de este.

## 4. REDISEÑO DE LA ESTRUCTURA.

Para el rediseño de la estructura del banco de potencia, se ha procedido a realizar la medición completa del actual modelo en el laboratorio para, en base a las medidas de la totalidad de la perfilería y ancho de ejes, realizar el máximo reaprovechamiento posible de sus componentes y perfilería. No obstante, y dado que es necesario realizar una cúpula de seguridad se procederá a la adquisición de perfilería del mismo fabricante y forma.

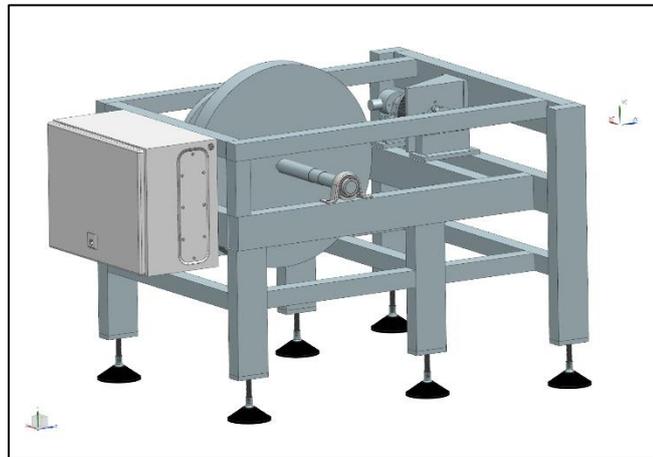
A su vez, durante el rediseño de la nueva estructura se han incluido aquellos componentes que dotan de seguridad al banco de potencia durante su uso.

### 4.1. PRIMER DISEÑO.

Una vez claras las dimensiones del modelo actual del banco de potencia, se procedió al modelado de este, mediante en el programa de CAD Siemens NX, para realizar el estudio de reubicación de la perfilería en el mismo para alcanzar el nuevo modelo.

En primera instancia se pensó en realizar un corte del banco de potencia a la altura donde se encuentra el freno de corrientes parasitarias de Foucault, y el posicionamiento del armario en su parte trasera.

Analizadas las ventajas y desventajas de este rediseño, se observó que tanto el armario eléctrico como la quedaría muy expuesta a posibles impactos durante el transporte de la máquina. A su vez, el espacio disponible para el posicionamiento de una rueda y un soporte para realizar el ensayo quedaría muy reducido, no quedando el espacio suficiente para ello. Además, una vez terminado el rediseño, el sobrante de material sería excesivo. Por lo que dado estos problemas se procedió a realizar el rediseño final.

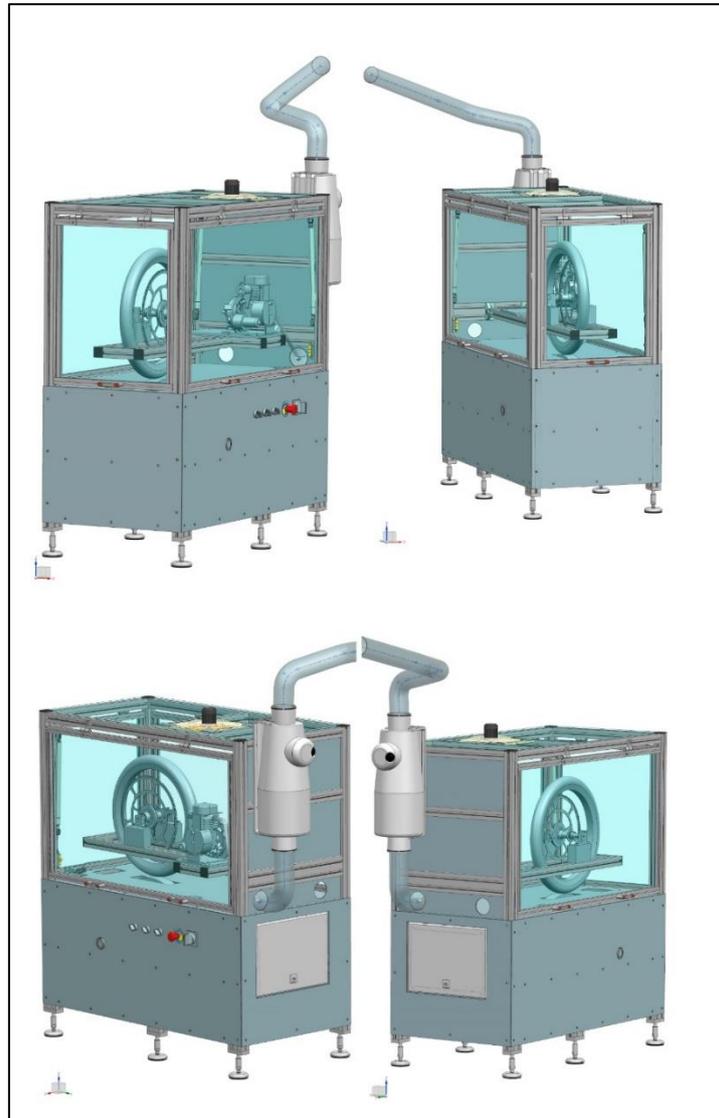


*Ilustración 6. Primer Diseño.*

## 4.2. DISEÑO FINAL.

La estructura del banco de potencia debe ser capaz de sostener la totalidad de los componentes que componen el banco de potencia, así como de ser capaz de resistir la totalidad de los esfuerzos dinámicos generados durante el ensayo del motor de combustión.

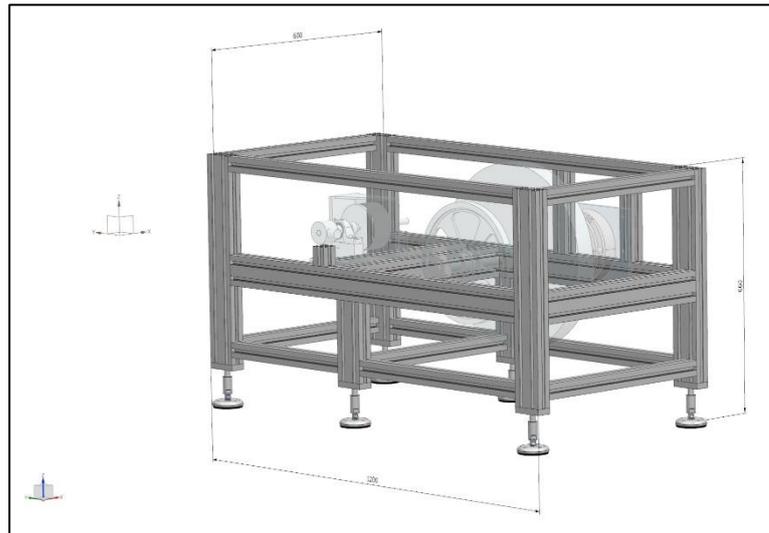
Con tal de tener un banco de potencia parcialmente desmontable para su transporte a las competiciones, en caso de ser necesario, así como una máquina que sea segura para los miembros del equipo, se realiza el siguiente rediseño de este. El cual ha sido dividido en dos bastidores, uno inferior, donde se alojan los sensores, rueda de inercia y placa de control; y un bastidor superior haciendo de cúpula, el cual se fija sobre el inferior, y aloja el soporte de motor y rueda de ensayo, un ventilador y un extractor de humos.



*Ilustración 7. Modelo Final.*

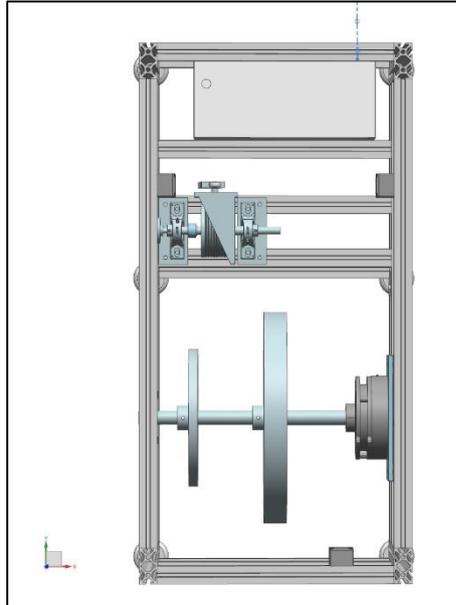
#### 4.2.1. Bastidor inferior.

Realizados numerosos esbozos y atendiendo a la perfilería disponible, se ha decidido optar por mantener un perfil de 40x80mm en la zona central sobre la cual se fija el eje donde se encuentra la rueda de aluminio, y los perfiles transversales de 40x80mm sobre los cuales se apoya el freno de corrientes parasitarias Foucault. Para terminar de dotar de rigidez y resistencia se han mantenido los perfiles de 40x40mm de los que ya se disponía y añadido en aquellas zonas donde es necesario, bien para sostener algún elemento o para terminar de otorgar la rigidez y resistencia necesaria.



*Ilustración 8. Bastidor Inferior.*

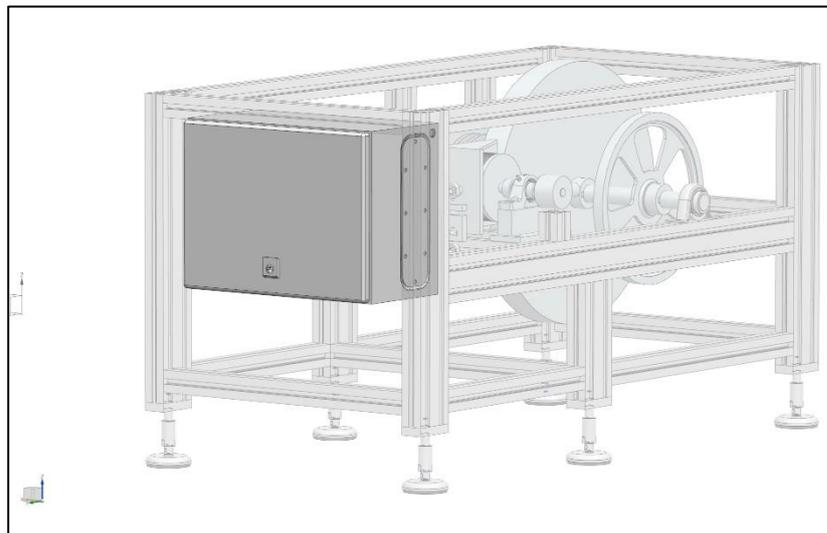
A su vez, se ha realizado un aprovechamiento de los perfiles verticales y acortando varios de los mismos para reducir la altura total de la estructura, y eliminando dos de ellos, dotando a la estructura de 6 puntos de apoyo y no 8 como esta poseía en el diseño anterior.



*Ilustración 9. Disposición Interior.*

#### **4.2.2. Reposicionado del armario eléctrico de control.**

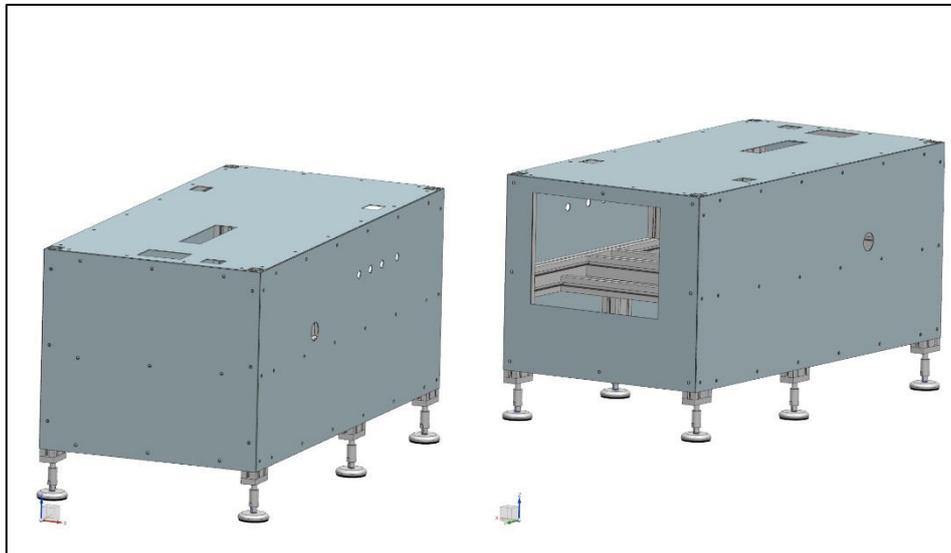
Dado que la posición del armario metálico en el cual se encuentra la totalidad de la electrónica que controla y lee los datos de los sensores del ensayo mientras este se realiza. Por ello, el posicionado se ha realizado en la zona más cercana donde se encuentran los sensores, en la zona delantera del bastidor inferior. Este se sostendrá por sus puntos de anclaje originales en su parte trasera, para lo cual se dispondrá de dos perfiles transversales al bastidor.



*Ilustración 10. Posición Armario Electrico.*

### 4.2.3. Protecciones exteriores.

Con tal de satisfacer la seguridad oportuna, así como de colocar los controles electrónicos en el bastidor del banco de potencia, se procede a montar unas placas de acero galvanizado de 2mm de espesor, las cuales van ancladas al propio bastidor mediante tornillería avellanada, y tuercas, de la marca MK Group, específicos para este tipo de perfiles.

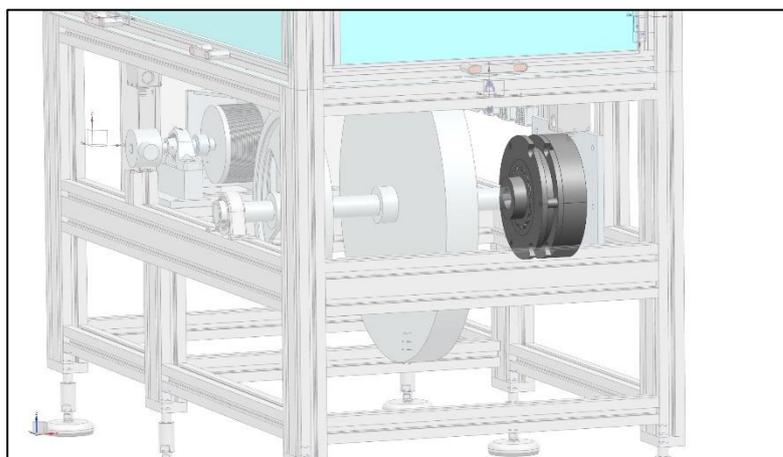


*Ilustración 11. Placas de Protección Bastidor Inferior.*

### 4.2.4. Instalación Freno de Emergencia.

Con tal de satisfacer la frena del eje principal del banco de potencia en el menor tiempo posible, para garantizar la seguridad de aquellos que trabajen en el mismo, así como para realizar manipulaciones en el motor de combustión a ensayar sobre el mismo, se procede a instalar un freno de emergencia electromagnético capaz de generar un par de 200 Nm, el cual comienza a frenar cuando se corta la alimentación de este.

Modelo freno: TSEB Series 736



*Ilustración 12. Posicionado Freno de Emergencia.*

Para el montaje de este freno de emergencia, se procede a realizar un torneado parcial del eje principal, reduciendo su diámetro de 34 mm a 32 mm, y realizado un chavetero en este. A su vez se instala un casquillo a la medida para que la posición de rotor se mantenga continua para su correcto funcionamiento.

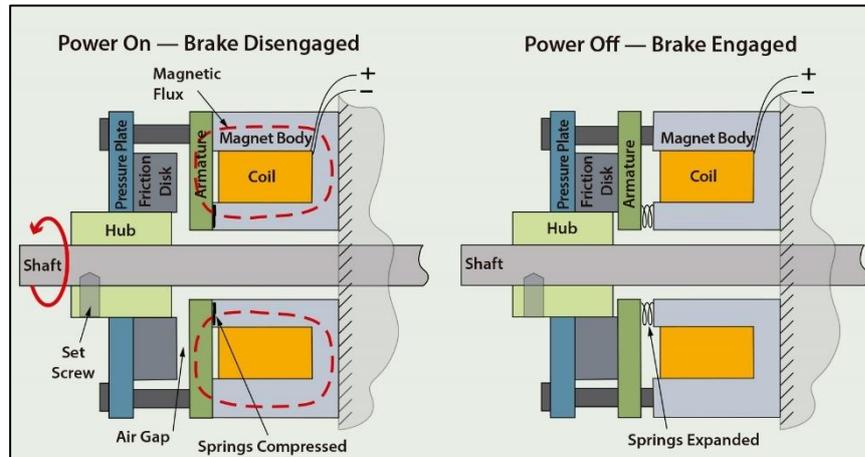
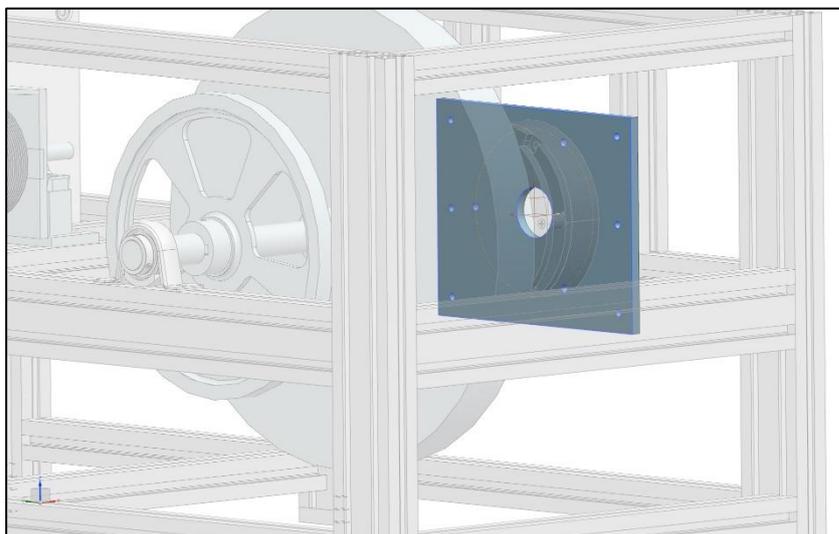


Ilustración 13. Esquema de Funcionamiento Freno Electromagnético.

#### 4.2.5. Placa soporte freno de emergencia.

Para el montaje del freno de emergencia se procede al diseño de una placa lisa la cual iría fija al bastidor inferior mediante 6 pernos y a su vez a la parte fija del freno de emergencia mediante 3 pernos. Tras realizar los cálculos oportunos, se comprueba que esta placa es lo suficientemente resistente para soportar el esfuerzo de frenado de emergencia, cuando este se requiera.



*Ilustración 14. Placa Soporte Freno de Emergencia.*

#### 4.2.6. Patas y soporte a suelo.

Para realizar el contacto con el suelo, se han sustituido las patas de plástico unidas al bastidor mediante varillas roscadas existentes, por unas equipadas con una suela de goma que ayuda a disipar las vibraciones que genera el banco cuando se ensaya sobre el mismo.

Referencia Patas: B67.02.097

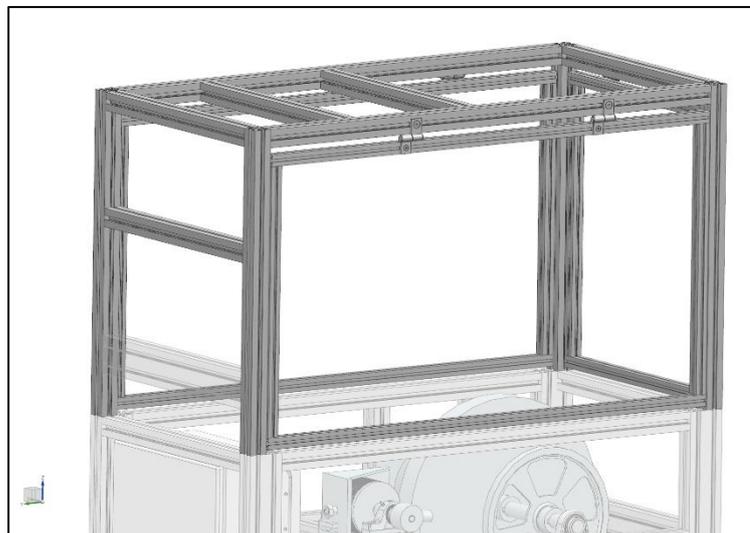
Referencia Placa Base: 50.02.0030



*Ilustración 15. Pata con Suela de Goma y Placa Base.*

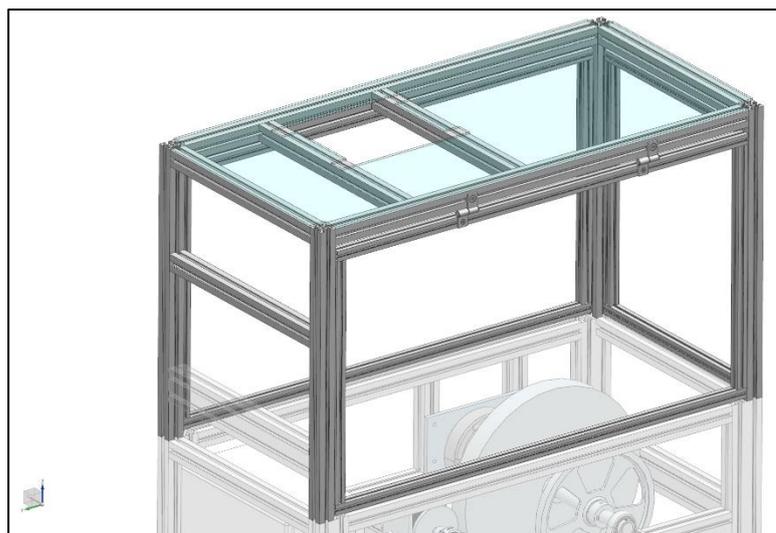
#### 4.2.7. Bastidor superior.

Con tal de proporcionar la seguridad necesaria para la realización del ensayo, así como el montaje del motor a ensayar, se ha diseñado un bastidor superior sobre el cual se va a realizar el montaje del motor, rueda y un sistema de ventilación forzada.



*Ilustración 16. Bastidor Superior.*

Para la protección de la cara delantera se instalarán unas placas de acero galvanizado insertadas entre los huecos de la perfilería, de esta manera las caras de los perfiles quedan vistas para la instalación de un extractor y los sistemas de alimentación, combustible y control del motor, para ello se ha realizado un orificio en la placa inferior, a través del cual, se podrá introducir las instalaciones que los alumnos del equipo IDF Eco-Marathon vean oportunos para el ensayo. A su vez, se ha colocado una placa sobrepuesta y unida con tornillos avellanados una placa de policarbonato claro, de la marca MK Group, el cual es de un material resistente a impactos.



*Ilustración 17. Protección de Policarbonato del Bastidor Superior.*

#### 4.2.8. Puertas abatibles.

El bastidor superior se cubrirá mediante tres puertas con apertura abatible fabricadas con marco de aluminio técnico de 25mm de alto por 25mm de ancho, y unidas por unas placas comerciales en forma de L de la marca MK Group. A su vez, en el interior de estas se dispondrá de un cristal de policarbonato claro, de la marca MK Group, el cual es un material resistente a impactos.

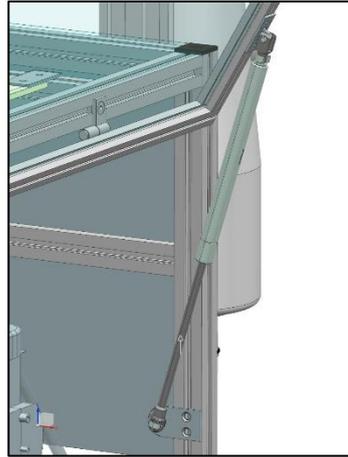


*Ilustración 18. Puerta de Acceso a Bastidor Superior.*

Estas puertas van equipadas con una manivela para facilitar su agarre, a su vez se le ha instalado un muelle neumático para facilitar la apertura y permanecer en estado abierta en dirección superior, además para que permanezcan en posición de cierre y no facilitar la apertura repentina por impactos sobre estas, se ha instalado un cierre de bolas, que las mantiene en su posición de cierre hasta que estas son accionadas manualmente.

Para el anclaje del muelle neumático, se han diseñado sus dos anclajes, uno a la puerta y otro al bastidor superior. Estas piezas serán fabricadas en Acero C60 mediante el uso de fresadora.

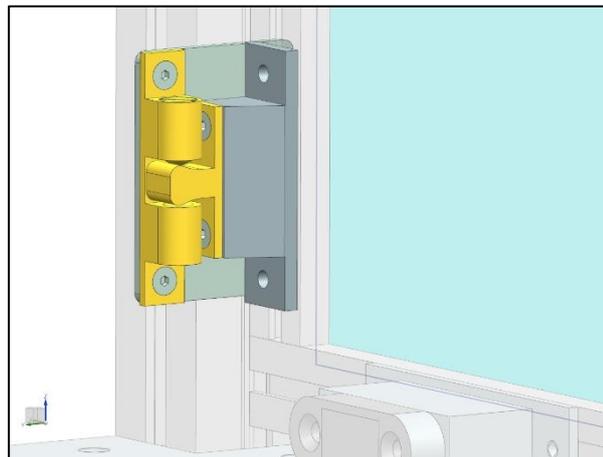
Referencia amortiguadora neumático: Stabilus 2064UK / 150N / K5 / D3.



*Ilustración 19. Amortiguador Neumatico.*

Para realizar el montaje del cierre de bolas se ha realizado una adaptación de este, diseñando una pieza posiciona el cierre en posición correcta. Esta pieza será fabricada en Acero C60 mediante fresadora.

Referencia Cierre de Bolas: MK Group B68.02.101



*Ilustración 20. Cierre de Bolas.*

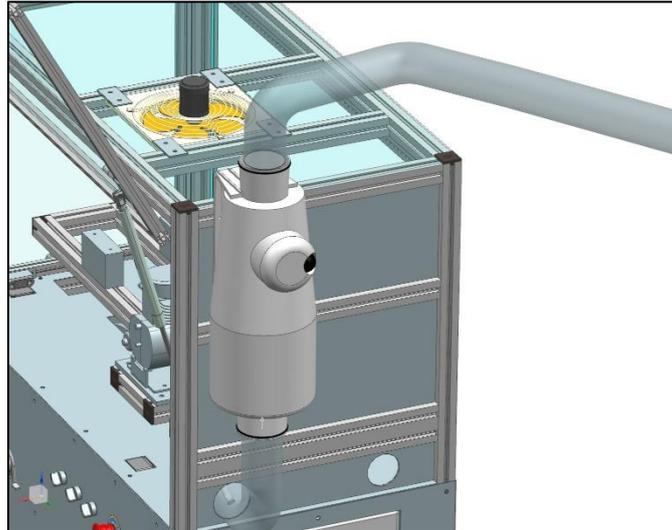
#### **4.2.9. Ventilación y extracción de humos.**

Dado que en interior de este bastidor se encontrará un motor de combustión que generará calor y a su vez expulsará humos de escape nocivos, se ha equipado el banco de potencia con un extractor de humos y un ventilador para introducir de forma forzada aire fresco en interior del bastidor superior de este.

Cabe destacar que el tubo de escape del motor de combustión irá directamente dirigido y parcialmente introducido al tubo de aspiración del extractor de aire instalado, para facilitar la salida de gases de escape y así evitar la acumulación de los mismos en el interior de la carcasa del bastidor superior. Es por ello, que, a causa de que el tubo del extractor va a estar en contacto con gases de escape a temperaturas elevadas, se procede a la instalación de un tubo metálico.

A su vez, dado que el motor necesita aire fresco para un funcionamiento más óptimo y el equipo está diseñando un nuevo sistema de admisión de aire desde el exterior del vehículo, se ha procedido a realizar un orificio circular en una placa de protección de policarbonato para poder instalar el mismo.

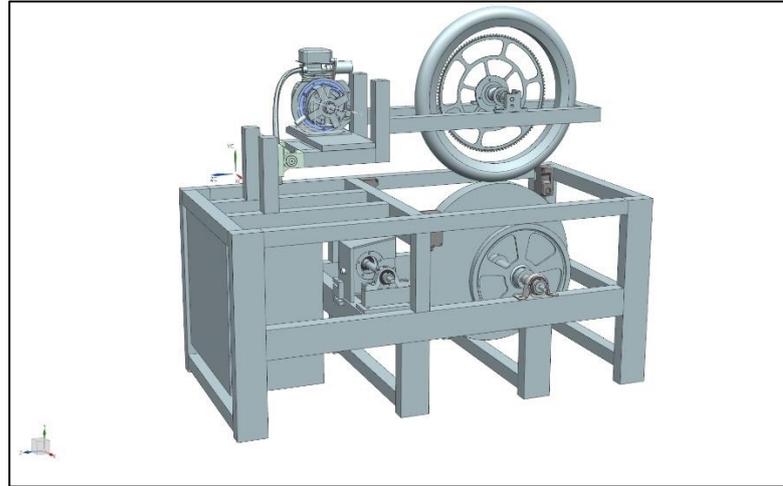
Elemento	Marca	Modelo	Caudal Max (m <sup>3</sup> /h)	Potencia (W)
Extractor	Soler & Palau	5 TD 250S	240	30
Ventilador	Sodeca	HCD 20 4M	560	36



*Ilustración 21. Montaje de Ventilador y Extractor.*

#### **4.2.10. Soporte motor y rueda.**

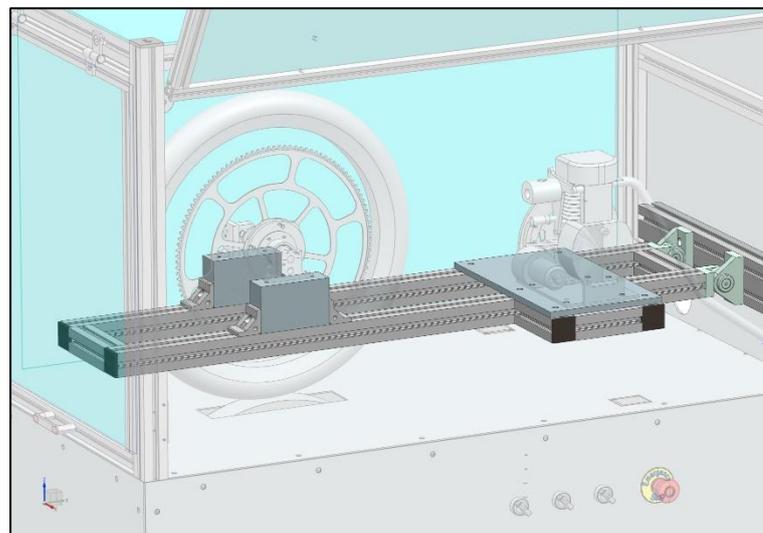
Para el montaje del motor, la rueda de ensayo y la totalidad del sistema de transmisión montada en el interior del vehículo sobre el banco de potencia, se procedió a realizar el diseño de un soporte que sostuviese ambas y a su vez pudiera pivotar sobre un eje, por lo que realiza el ensamblaje.



*Ilustración 22. Primer Diseño de Soporte Motor.*

Tras realizar un estudio de la repartición de fuerzas, se comprueba que este ensamblaje genera momentos en los puntos de unión de los perfiles colocados para salvar la diferencia de altura entre el eje de la rueda y el motor, y a su vez quedaba un espacio limitado para la colocación de motor.

Finalmente se ha diseñado un soporte de un solo perfil capaz de sostener tanto la rueda como el motor de combustión, el cual ira anclado de forma transversal en el bastidor superior mediante un perfil de 40x80mm.



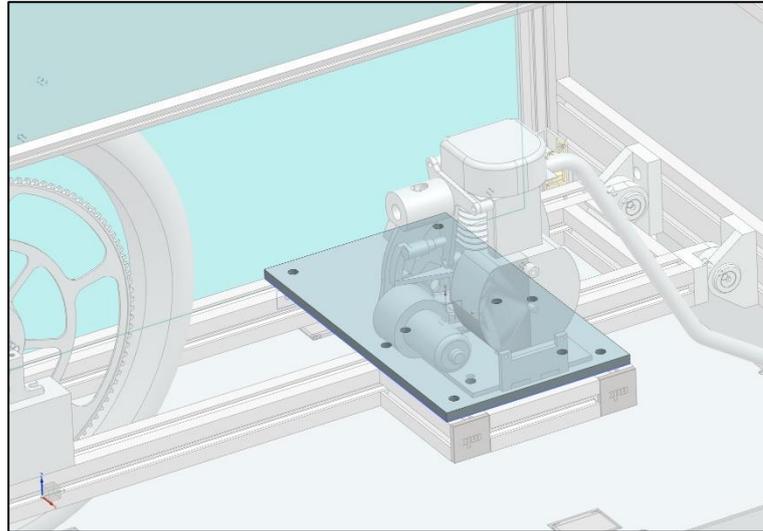
*Ilustración 23. Diseño Final Soporte Motor.*

Dado que para realizar el ensayo se deberá aplicar una fuerza en dirección vertical sobre el eje de la rueda, se ha diseñado un soporte que, en su extremo delantero, tiene dos bisagras y en su extremo trasero se ha preparado el mismo para aplicar una fuerza vertical sobre la misma mediante una cincha unida al bastidor inferior del banco de potencia y al mismo soporte del motor por su extremo trasero. A su vez, para poder regular fuerza ejercida en dicho eje, se dispondrá de una célula de carga la cual aportará el módulo del valor de fuerza realizada.

Referencia Bisagras: MK Group B46.01.202.

#### 4.2.11. Placa soporte motor.

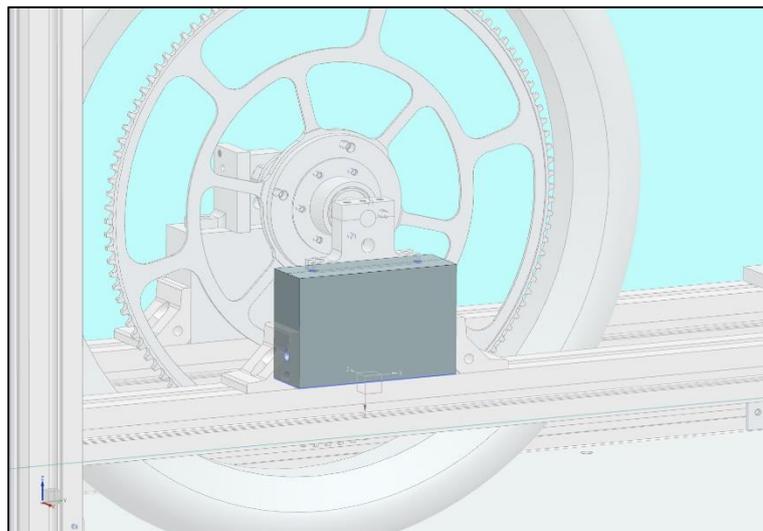
Para la sujeción del motor al soporte mismo, se surge la necesidad de montar el motor sobre una placa de soporte, la cual sea capaz de tener la suficiente rigidez y resistencia para hacer frente las vibraciones y esfuerzos generados por el motor de combustión interna.



*Ilustración 24. Placa Soporte Motor.*

#### 4.2.12. Soportes rueda de ensayo.

En cuanto a la rueda de ensayo, dado que se requiere mantener las mismas medidas existentes, en cuanto a sus cotas se refiere, en el interior del vehículo. Se debe realizar la elevación de la rueda 77,60 mm por encima de la cara inferior de la placa de soporte de motor. Para ello, se procederá a montar la rueda y los soportes existente en el vehículo sobre dos bloques de acero C60 el cual es característico por su alta resistencia.



*Ilustración 25. Soporte Rueda de Ensayo.*



Estos soportes de rueda irán anclados sobre el soporte que une el motor y la rueda, por dos ángulos de 90° de aluminio de la marca MK Group, tal y como se puede observar en la imagen anterior.

### 4.3. UNIONES.

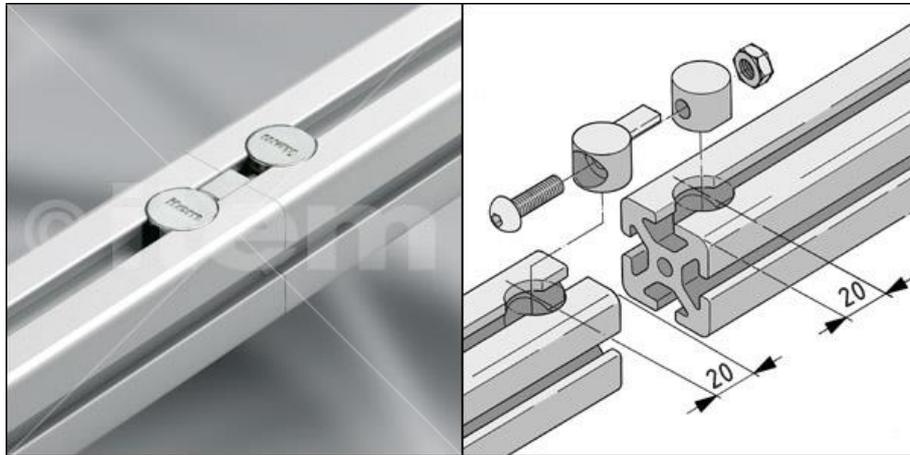
Para realizar la unión entre los perfiles que constituyen la estructura del bastidor, se procederá a utilizar distintos sistemas suministrados para ello por parte de la marca MK Group e ITEM.

Las uniones se realizarán mediante tornillería siendo estos avellanados para aquellos casos en los que se requiere que la terminación de unión quede plana sobre la pieza a unir.

#### 4.3.1. Unión entre bastidor inferior y bastidor superior.

Para realizar esta unión de forma rígida y resistente se va a emplear la unión suministrada por la marca ITEM que es capaz de unir dos perfiles de forma longitudinal a través de la testa de ambos. Esta unión se instalará en los cuatro perfiles verticales del bastidor superior. Para ellos se seguirán la

Referencia Unión: ITEM 0.0.440.94



*Ilustración 26. Unión Marca ITEM Longitudinal Ref.: 0.0.440.94*

#### 4.3.2. Unión de las esquinas entre perfiles de los bastidores inferior y superior.

Para realizar la unión entre perfiles que constituyen el bastidor superior, se van a utilizar uniones en L de las medidas 40mm y 80mm de longitud, los cuales hacen esquina entre dos perfiles y crean una unión rígida.

Referencia Unión para perfil de 40 mm: MK Group 82.60.0701

Referencia Unión para perfil de 80 mm: MK Group 82.60.0702



*Ilustración 27. Uniones en Angulo MK Group Ref.: 82.60.0701 y Ref.: 82.60.0702.*

#### **4.3.3. Unión en la parte superior del bastidor superior.**

En este caso se utilizará unas placas en forma de L para la unión de estas esquinas se entre la perfilería que forma este bastidor de la medida de 40mm de alto.

Referencia Unión: MK Group 50.05.0045

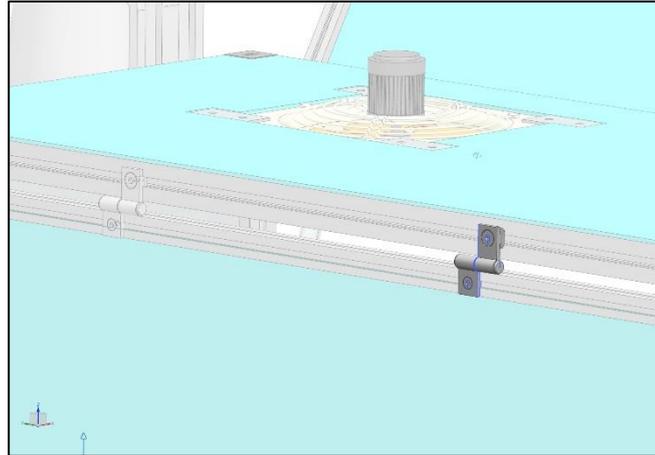


*Ilustración 28. Unión MK Group Placa en L Ref.: 50.05.0045*

#### **4.3.4. Unión de puertas al bastidor y uniones internas.**

A la hora de unir las tres puertas dispuestas en el bastidor superior al mismo, estas quedarán unidas por una bisagra específica para realizar uniones móviles entre perfiles de 40mm y 25mm.

Referencia Bisagra: MK Group B46.01.013



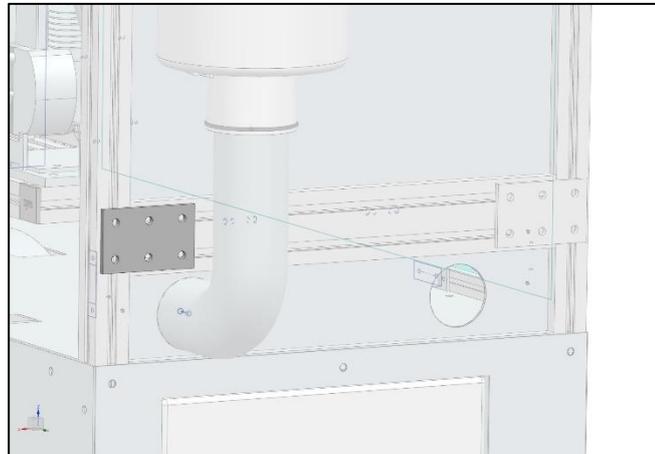
*Ilustración 29. Bisagras MK Group B46.01.013*

A su vez, para realizar las uniones internas entre los cuatro perfiles que componen estas puertas, se utilizarán unos tensores de unión de Acero galvanizado para la medida de los perfiles, 25mm de alto, así como se realiza en las uniones del bastidor superior.

#### **4.3.5. Unión del soporte motor y rueda de ensayo a bastidor superior.**

La unión del soporte motor a los perfiles verticales del bastidor superior, se realizarán mediante unas placas pesadas por su parte interior y exterior del bastidor, dotando de rigidez y resistencia a la unión.

Referencia Unión: MK Group 50.05.0060



*Ilustración 30. Placas Pesadas MK Group Ref.: 50.05.0060.*

## 5. CALCULOS.

### 5.1. PLACA SOPORTE MOTOR.

Con tal de garantizar que el soporte de la placa de soporte motor disponga de la rigidez y resistencia necesaria, se procede a estudiar mediante simulación de elementos finitos dicha placa.

Conocido el par torsor generado por el motor de combustión, y la distancia en el plano horizontal, en esta figura el eje Z de la figura, entre el punto de se genera el momento y el de aplicación de dicho par motor, se procede al cálculo de la repartición de cargas entre los distintos tornillos.

- Par motor: 4 Nm
- Distancia entre tornillos en eje Z: 0.1 m

Por lo que conociendo que el eje del motor está posicionado en el centro de ambos tornillos, se calcula el par generado en ellos, siendo este:

$$\text{Esfuerzo sobre el tornillo} = \frac{\text{Par motor}}{\frac{\text{Distancia entre tonillos}}{2}} = \frac{4 \text{ Nm}}{\frac{0.1 \text{ m}}{2}} = 80 \text{ N}$$

Dado que la fuerza se divide entre dos tornillos, ubicados en cada uno de los laterales del soporte motor, esta fuerza se reparte entre ambos. Por lo que la fuerza a aplicar sobre el asiento de cada tornillo es de 40 N.

Se procede, por tanto, a aplicar dicha fuerza mediante el módulo de simulación NX Nastran del programa Siemens NX, obteniendo los siguientes resultados.

#### 5.1.1. Desplazamiento:

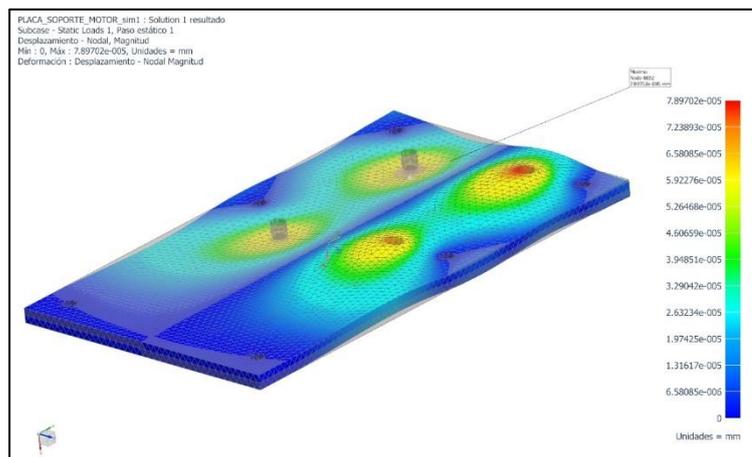


Ilustración 31. Simulación Desplazamientos Placa Soporte Motor

Se puede comprobar que el máximo desplazamiento es inferior a la micra, siendo la deformación máxima de  $7,8 \times 10^{-5}$  mm, tratándose de un desplazamiento irrelevante, además este es debido a la acción del motor, tratándose de una deformación, que también se verá amortiguada por las deformaciones sufridas por el mismo motor.

### 5.1.2. Tensiones

Para comprobar que el cálculo se ha realizado de forma correcta, es necesario, verificar que los resultados nodal y elemental sean iguales, o en su defecto muy próximos.

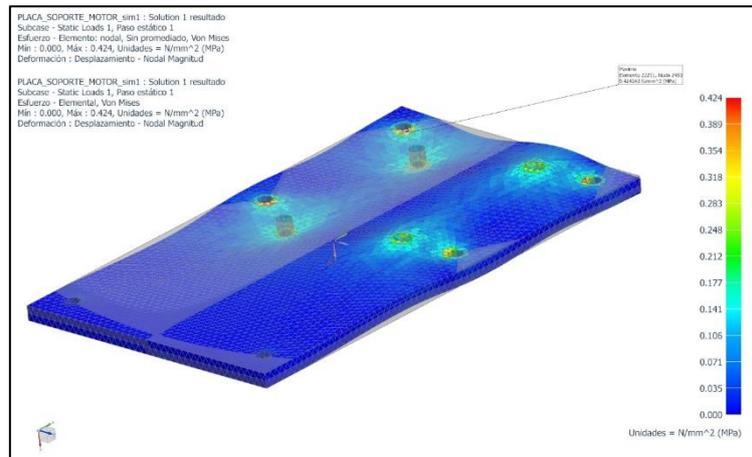


Ilustración 32. Simulación Tensiones Placa Soporte Motor.

Se comprueba que ambas tensiones coinciden, por lo que el cálculo se considera válido. Tal y como se puede observar, la tensión máxima se da en los orificios de acople del motor y los más cercanos de soporte a los perfiles de aluminio. No obstante, dado que la tensión máxima generada es de 0,424 MPa esta se puede considerar despreciable.

### 5.1.3. Conclusiones.

Realizados las simulaciones, se puede comprobar que la placa de soporte motor. Conocido que el límite elástico del acero C60 es de 695 MPa, por lo que el coeficiente de seguridad es el siguiente:

$$\text{Coeficiente de Seguridad} = \frac{S_y}{\sigma_{maximo}} = \frac{695}{0,424} = 1.639,15$$

Se trata de un coeficiente de seguridad desmesurado, por lo que se puede confirmar que el soporte cumple, no obstante, no se procede a realizar una optimización de la pieza ya que dado que sobre esta se atornilla el motor y es necesario el espesor indicado para un correcto agarre y apriete, y a su vez no se realiza un vaciado dado su uso en banco de pruebas y su simplicidad en cuanto a su fabricación.

## 5.2. FRENO DE EMERGENCIA.

En este apartado se procede a comprobar que freno de emergencia de la marca seleccionada es el idóneo para frenar en el menor tiempo posible el eje de la rueda de inercia del banco de potencia.

Para ello, es necesario conocer el momento de inercia generado por dicha rueda. Por lo que procede a calcular, conocidos los siguientes datos.

- Peso de la rueda de inercia: 24 kg
- Diámetro de la rueda de inercia: 0.7 m
- Velocidad angular de la rueda: 380 rpm.

$$I = \frac{1}{2} * m * r^2 = \frac{1}{2} * 24 * 9.81 * 0.45^2 = 23.83 Nm$$

Calculado este dato, y conociendo que el freno ejerce un momento de frenado de 200 Nm, se procede a calcular el tiempo de freno del siguiente modo.

$$\text{Momento torsor: } M = I * \alpha$$

$$\text{Aceleración tangencial: } \alpha = \frac{\omega}{t}$$

$$M = I * \frac{\omega}{t}; t = \frac{I * \omega}{M}$$

Se sustituyen los datos conocidos y se calcula el tiempo:

$$t = \frac{23.83 Nm * 380 rpm * \frac{2\pi}{60}}{200 Nm} = 4.7 \text{ seg} \approx 5 \text{ segundos}$$

Dado que la normativa vigente exige el frenado del mecanismo en movimiento en el menor tiempo posible, se considera que un tiempo de frenado de 5 segundos es suficiente y correcto, para el uso que se le otorga al banco de potencia.

### 5.3. EJE RUEDA DE ALUMINIO (EJE PRINCIPAL).

Conocidos el par torsor generado por el freno ante su accionamiento indicado en el apartado anterior, se procede al cálculo mediante NX Nastran por elementos finitos.

#### 5.3.1. Desplazamientos.

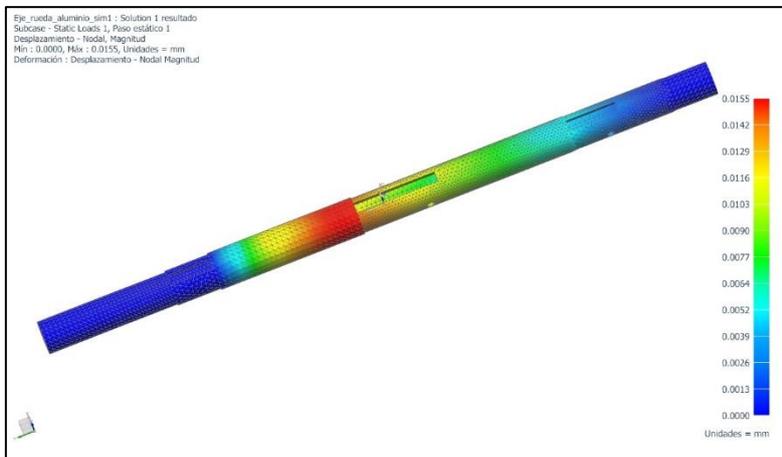


Ilustración 33. Simulación Deformaciones Eje Trasero Principal.

Se puede comprobar que el máximo desplazamiento es inferior a la décima, siendo la deformación máxima de 0,0155 mm, tratándose de un desplazamiento irrelevante para la integridad del material.

#### 5.3.2. Tensiones.

Para comprobar que el cálculo se ha realizado de forma correcta, es necesario, verificar que los resultados nodal y elemental sean iguales, o en su defecto muy próximos.

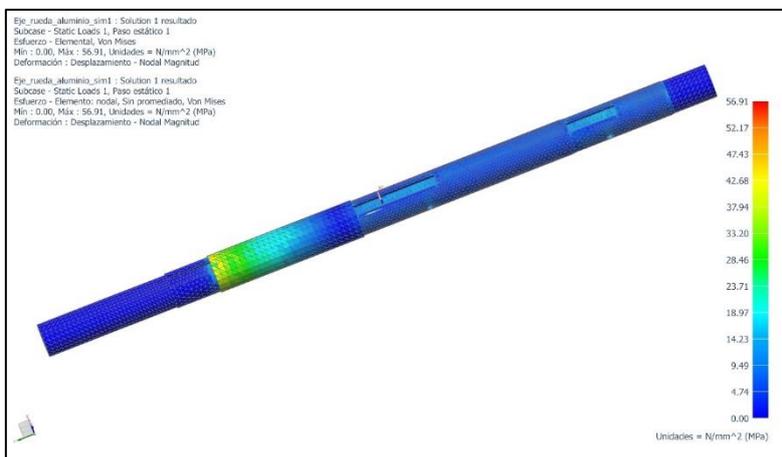


Ilustración 34. Simulación Tensiones Eje Trasero Principal.

Se comprueba que ambas tensiones coinciden, por lo que el cálculo se considera válido. Tal y como se puede observar la tensión máxima se genera en la arista del cilindro adyacente al freno de emergencia, siendo esta máxima de 56,91MPa pudiéndose considerar muy baja tal y como se comprueba a continuación.



### 5.3.3. Conclusiones.

Realizados las simulaciones, se puede comprobar que la placa de soporte motor. Conocido que el límite elástico del acero C60 es de 695 MPa, por lo que el coeficiente de seguridad es el siguiente:

$$\text{Coeficiente de Seguridad} = \frac{S_y}{\sigma_{maximo}} = \frac{695}{56,91} = 12,21$$

Se trata de un coeficiente de seguridad elevado, por lo que se puede confirmar que el eje cumple, no obstante, no se procede a realizar una optimización de la pieza ya que esta es un componente heredado del diseño anterior al cual se le ha realizado un torneado y fresado del chavetero para la instalación del freno de emergencia, motivo por el cual se procede a realizar su simulación.

## 5.4. PLACA SOPORTE FRENO DE EMERGENCIA.

Conocidos el par torsor generado por el freno ante su accionamiento de 200Nm, se procede al cálculo mediante NX Nastran por elementos finitos.

### 5.4.1. Desplazamientos.

Se puede comprobar que el máximo desplazamiento es inferior a la micra, siendo la deformación máxima de 0,000785047 mm, tratándose de un desplazamiento irrelevante para la integridad del componente.

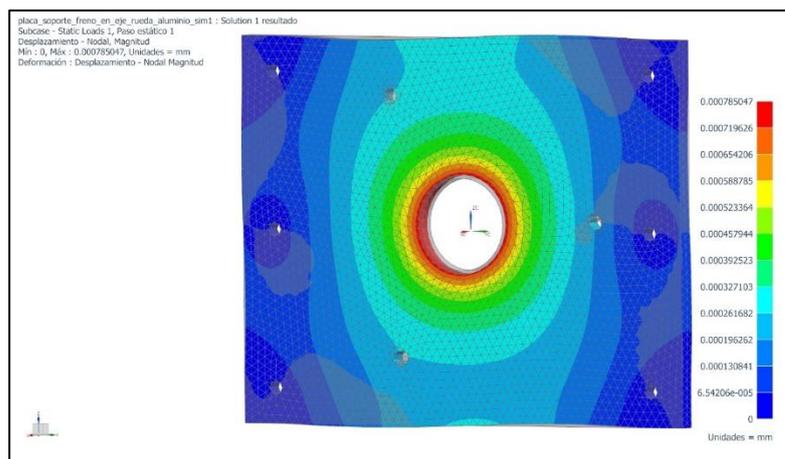


Ilustración 35. Simulación Deformaciones Placa Soporte Freno Emergencia.

### 5.4.2. Tensiones.

Para comprobar que el cálculo se ha realizado de forma correcta, es necesario, verificar que los resultados nodal y elemental sean iguales, o en su defecto muy próximos.

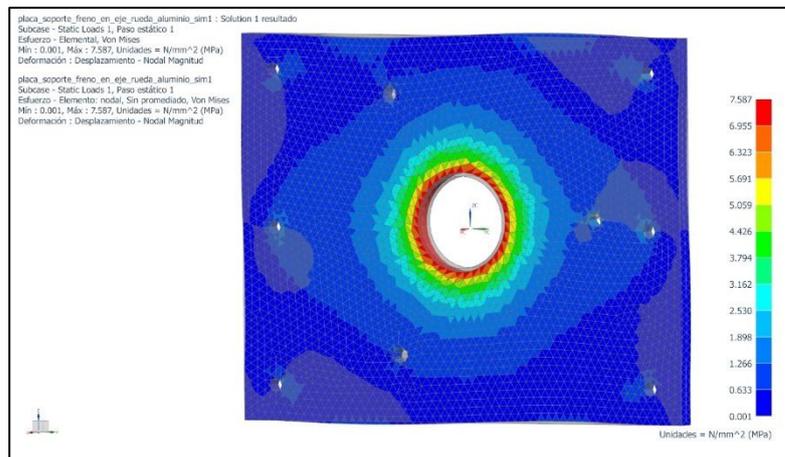


Ilustración 36. Simulación Tensiones Placa Soporte Freno.

Se comprueba que ambas tensiones coinciden, por lo que el cálculo se considera válido. Tal y como se puede observar, la tensión máxima se en el punto medio de aplicación de la carga, siendo esta la zona más desfavorable. No obstante, dado que la tensión máxima generada es de 7,587 MPa esta se puede considerar muy baja.



### 5.4.3. Conclusiones

Realizados las simulaciones, se puede comprobar que la placa de soporte motor. Conocido que el límite elástico del acero C60 es de 695 MPa, por lo que el coeficiente de seguridad es el siguiente:

$$\text{Coeficiente de Seguridad} = \frac{S_y}{\sigma_{maximo}} = \frac{695}{7,587} = 91,60$$

Se trata de un coeficiente de seguridad muy elevado, por lo que se puede confirmar que el soporte cumple, no obstante, no se procede a realizar una optimización de la pieza ya que dado que sobre esta se atornilla al freno y es necesario el espesor de la misma para un correcto agarre y apriete, y a su vez no se realiza un vaciado dado su uso en banco de pruebas y no importar su peso, así como su simplicidad en cuanto a la fabricación del mismo.

## 6. FABRICACIÓN.

Cabe destacar que, dado que la universidad se encuentra cerrada durante la realización de este proyecto, no ha sido posible llevar a cabo la modificación del banco de potencia, así como la fabricación de las piezas necesarias para ello.

Por tanto, en este apartado se procede a indicar cuales son los procesos de fabricación de los diferentes componentes que componen el banco de potencia.

### 6.1. BASTIDORES.

Los componentes de los bastidores del banco de potencia están fabricados en su totalidad en perfilera de aluminio de 3 tamaños distintos, 40mmx40mm, 40mmx80mm y 25mmx25mm.

Estos perfiles son suministrados por el proveedor MK Group en barras lineales de 6 m, por lo que es necesario realizar el corte a longitudes de estos mediante una sierra de cinta. No obstante, cabe destacar que se realiza en reaprovechamiento de numerosos perfiles ya existentes en el banco de potencia actual.

#### 6.1.1. Bastidor inferior.

El bastidor inferior, está constituido por los siguientes perfiles:

Ancho x Alto (mm)	Cantidad (Uds.)	Longitud (mm)
40x40	7	520
40x40	1	50
40x40	2	216
40x40	2	400
40x40	2	560
40x40	2	1040
40x80	2	209
40x80	3	520
40x80	2	1040
40x80	4	545

### 6.1.2. Bastidor superior.

El bastidor superior, está constituido por los siguientes perfiles:

Ancho x Alto (mm)	Cantidad (Uds.)	Longitud (mm)
25x25	4	1114
25x25	6	585
25x25	2	514
40x40	4	700
40x40	5	520

## 6.2. PLACAS DE PROTECCION.

La estructura completa está compuesta por 8 placas de acero galvanizado y 4 placas de policarbonato.

Para realizar el corte de las placas de acero galvanizado, se realiza el corte a la medida de ancho y largo de las mismas mediante una cizalla y en cuanto al mecanizado de orificios para su anclaje y guardar elementos del bastidor, se realizará mediante corte por láser.

En cuanto al corte de las placas de policarbonato, se realizará mediante una sierra circular, a su vez los distintos orificios para anclaje y salvar ciertos puntos de la estructura serán realizados mediante taladro de columna y sierra manual, lijando posteriormente sus aristas para evitar bordes afilados.

### 6.2.1. En bastidor inferior.

El bastidor inferior está equipado con 5 placas de acero galvanizado de distintas dimensiones. Cabe destacar que estas placas llevan mecanizado varios orificios para su instalación mediante tornillería avellanada, así como para salvar algunos elementos, lo cual se indica de forma más detallada en los planos adjuntos de mismas.

Largo x Ancho (mm)	Espesor (mm)	Cantidad (Uds.)
1200x525	2	2
600x525	2	2
1200x600	2	1

### 6.2.2. En bastidor superior.

El bastidor superior está equipado con 4 placas de policarbonato claro de distintas dimensiones. Tres de las mismas van insertadas entre los perfiles de 25x25 que forman las puertas, y una de ellas va mecanizada con orificios para salvar formas de la estructura y poder realizar el anclaje de esta al bastidor mediante tornillería avellanada, lo cual se indica de forma más detallada en los planos adjuntos de las mismas.

Largo x Ancho (mm)	Espesor (mm)	Cantidad (Uds.)
1077x598	4	2
1200x600	4	1
477x598	4	1

A su vez, en la zona delantera del bastidor, se montan 3 placas de acero galvanizado, las cuales van insertado entre los huecos de los perfiles, no obstante, una de ellas va equipada con dos orificios de salida de humos y otra de entrada de cableado, lo cual se indica de forma más detallada en los planos adjuntos de las mismas.

Largo x Ancho (mm)	Espesor (mm)	Cantidad (Uds.)
544x234	2	1
544x258	2	1
544x105,5	2	1

### 6.3. BLOQUES SOPORTE RUEDA.

En cuanto a la fabricación de los bloques de soporte para las ruedas, se procede a realizar los mismo a partir de dos bloques de acero ISO 683, que se introducirán en una fresadora y tras conseguir caras planas, se procederá a rebajar las caras hasta las medidas indicadas en los planos anexos a este documento. En cuanto a los orificios de a través de los cuales se unirá al soporte de la rueda y a los dos ángulos en L estos, se realizarán a mediante un taladro vertical de banco y se realizara la rosca de este mediante un macho de roscar manual.

### 6.4. PLACA SOPORTE MOTOR

Para la placa de soporte motor, se dispondrá de una placa de una placa comercial, de espesor más aproximado a la indicada en los planos anexos a este documento y se realizará el planeado y rebaje necesario para llegar a la medida indicada, a su vez los orificios para los tornillos

### 6.5. PLACA SOPORTE FRENO DE EMERGENCIA.

Para la placa de soporte motor, se dispondrá de una placa de una placa comercial, de espesor más aproximado a la indicada en los planos anexos a este documento y se realizará el planeado y rebaje necesario para llegar a la medida indicada, a su vez los orificios para los tornillos, en cuanto al orificio para el paso del eje, este se realizará mediante el uso de una fresadora por control numérico para alcanzar la máxima precisión posible.

## 7. ACTUALIZACIÓN DEL SOFTWARE.

Dada la pandemia global causada por el Covid-19 no se ha podido realizar la actualización del Software del banco de potencia ya que no se ha podido acceder al laboratorio de la universidad, asignado al desarrollo del vehículo prototipo del equipo IDF Eco-Marathon. A su vez, el proveedor de este software no se encontraba operativo durante dicha pandemia. Por lo que en el desarrollo de este apartado se procede a realizar un breve análisis del software Dynascan Motor actual, mediante capturas de pantalla extraídas años anteriores.

En esta primera captura del programa se puede observar que el mismo, muestra una tabla resumen de la estadística del motor a ensayar, en la cual, da los datos más relevantes de los ensayos realizados.

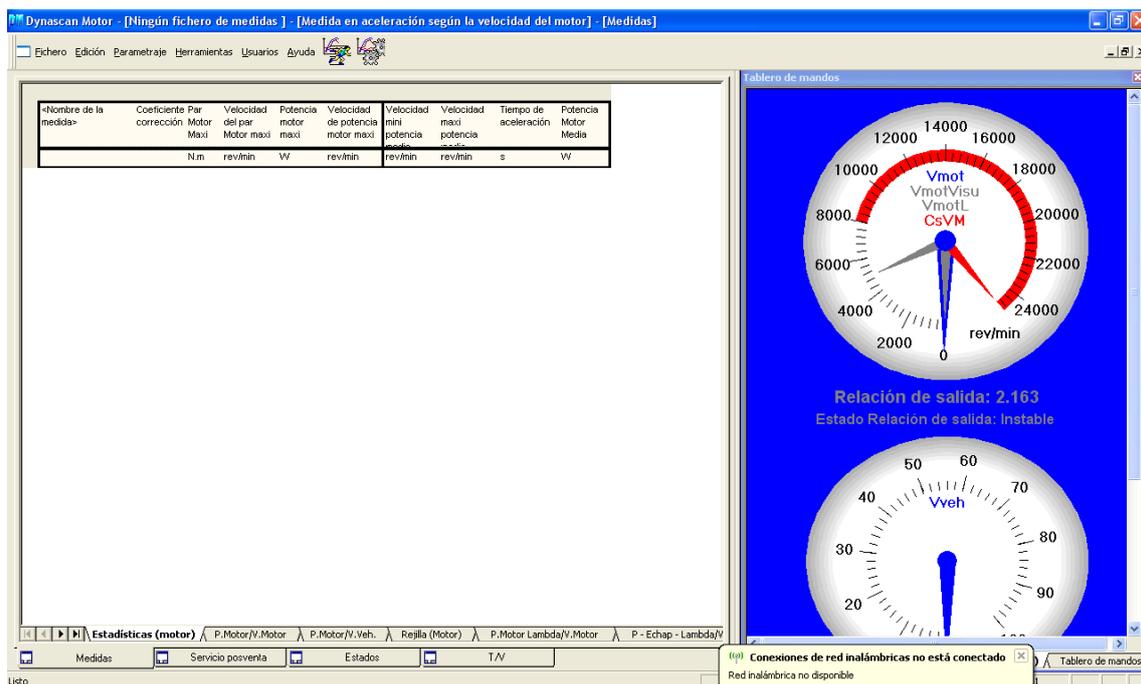


Ilustración 37. Dynascan Motor. Estadísticas Generales del Motor

A su vez, cabe destacar el tablero de mandos, a la derecha de la imagen, en la cual se muestran datos durante en tiempo real durante el ensayo, así como revolución de motor, banco de pruebas, enganche de embrague centrífugo, velocidad lineal, valor lambda, etc.

En esta imagen se puede observar la rejilla de la gráfica en la que se muestran los valores graficados de la potencia en Kilovatios y el par en Newtons metro desarrollados por el motor frente a la velocidad angular en revoluciones por minuto.

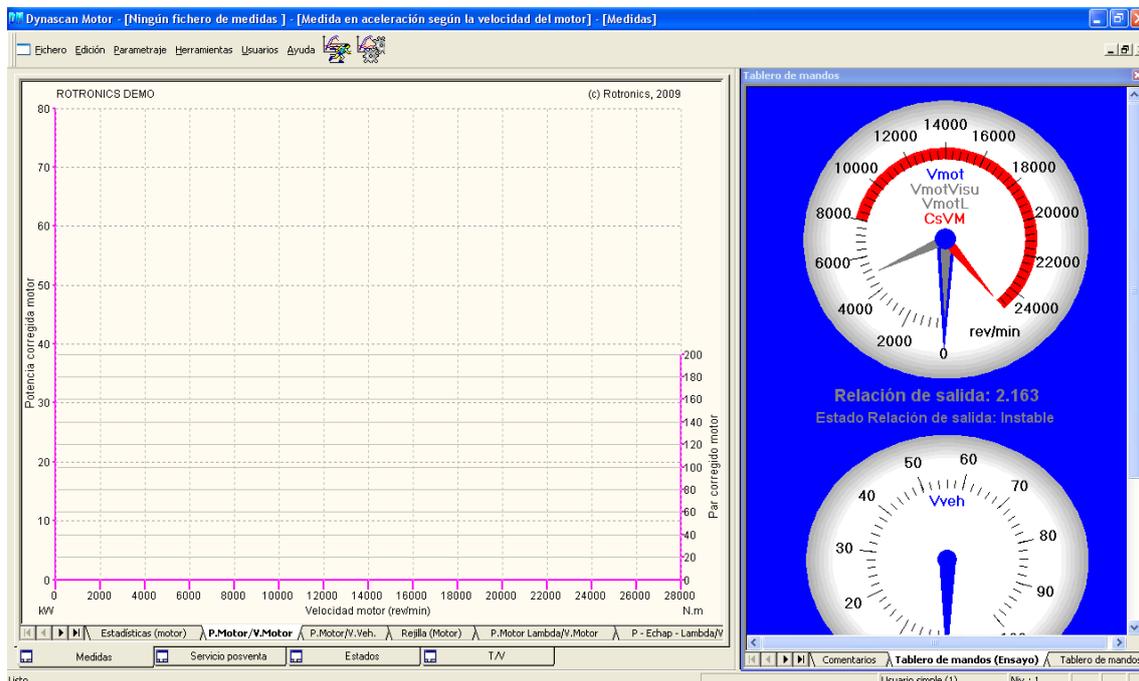


Ilustración 38.. Dynascan Motor. Potencia y Par frente Velocidad Angular.

En esta imagen se puede observar la rejilla de la gráfica en la que se muestran los valores graficados de la potencia en Kilovatios y el par en Newtons metro desarrollados por el motor frente a la velocidad lineal en Kilometro por hora.

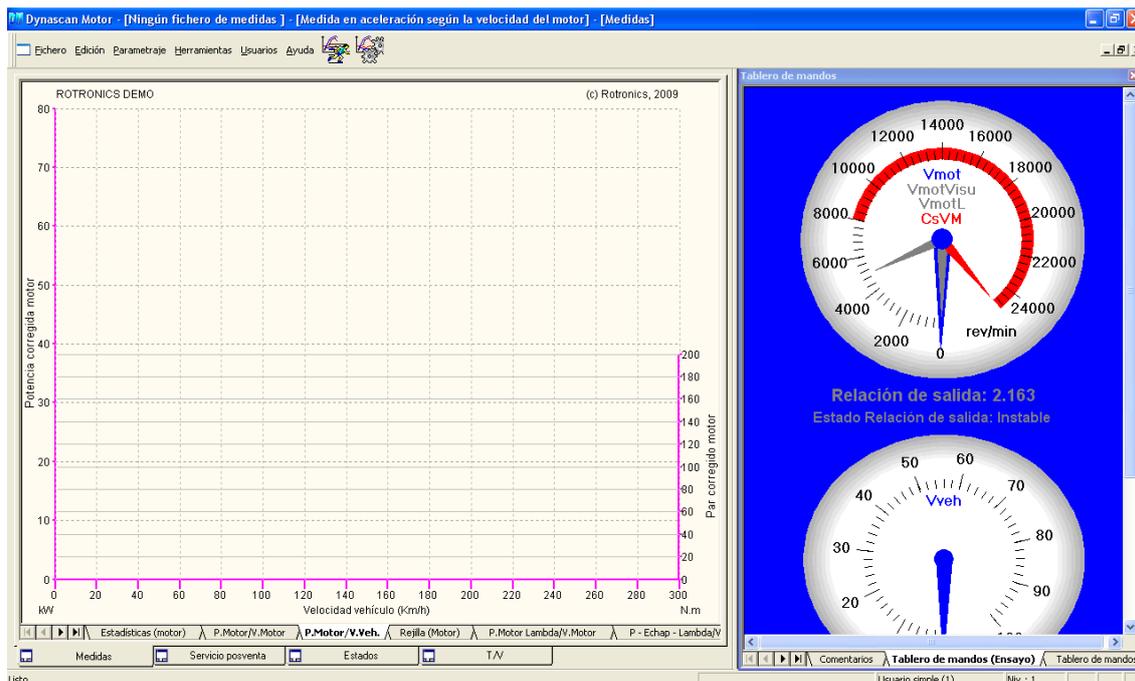


Ilustración 39. Dynascan motor. Potencia y Par frente Velocidad Lineal.

En esta imagen se puede observar la rejilla de la gráfica en la que se muestran los valores graficados de la potencia en Kilovatios y el par en Newtons metro desarrollados por el motor y los valores de la sonda Lambda frente a la velocidad angular en revoluciones por minuto.

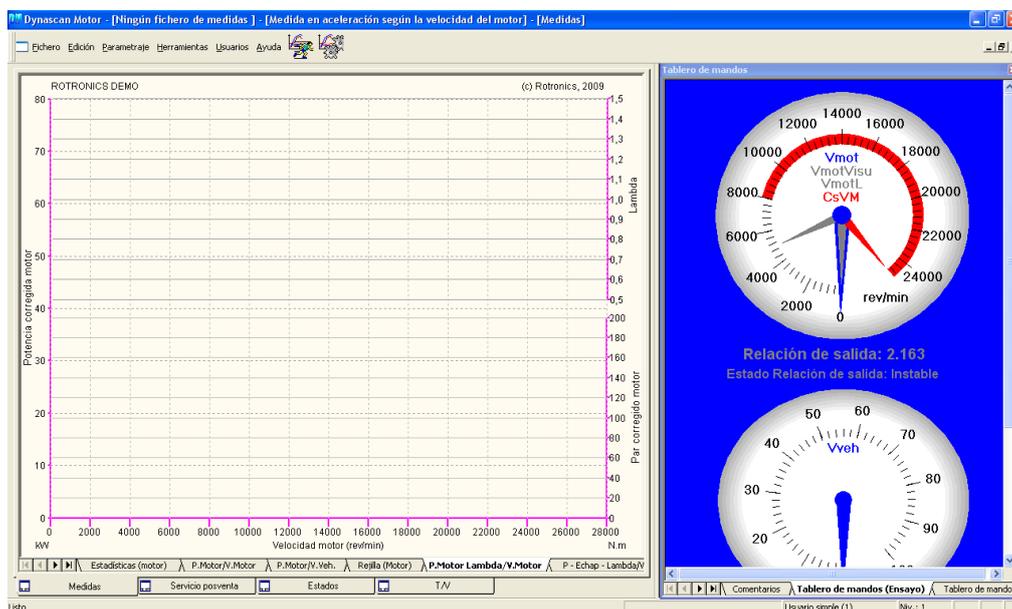


Ilustración 40. Dynascan Motor. Potencia y Par Corregidas y Valor Lambda.

En esta imagen se puede observar la rejilla de la gráfica en la que se muestran los valores graficados de la potencia en Kilovatios y el par en Newtons metro desarrollados por el motor y los valores de la sonda Lambda frente a la velocidad lineal en Kilómetros por hora.

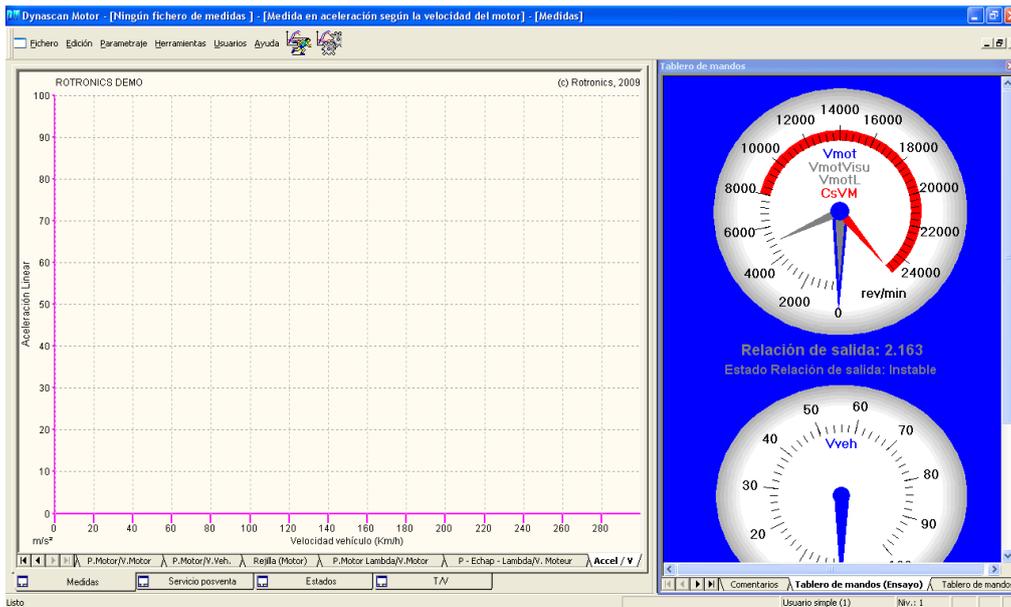


Ilustración 41. Dynascan Motor. Aceleración frente a Velocidad Lineal.

Tal y como se puede observar en esta imagen, el Software Dynascan Motor es capaz de superponer varios ensayos para poder notar las diferencias en la potencia y par desarrollados por el motor.



Ilustración 42. Dynascan Motor. Ejemplo ensayos 1.

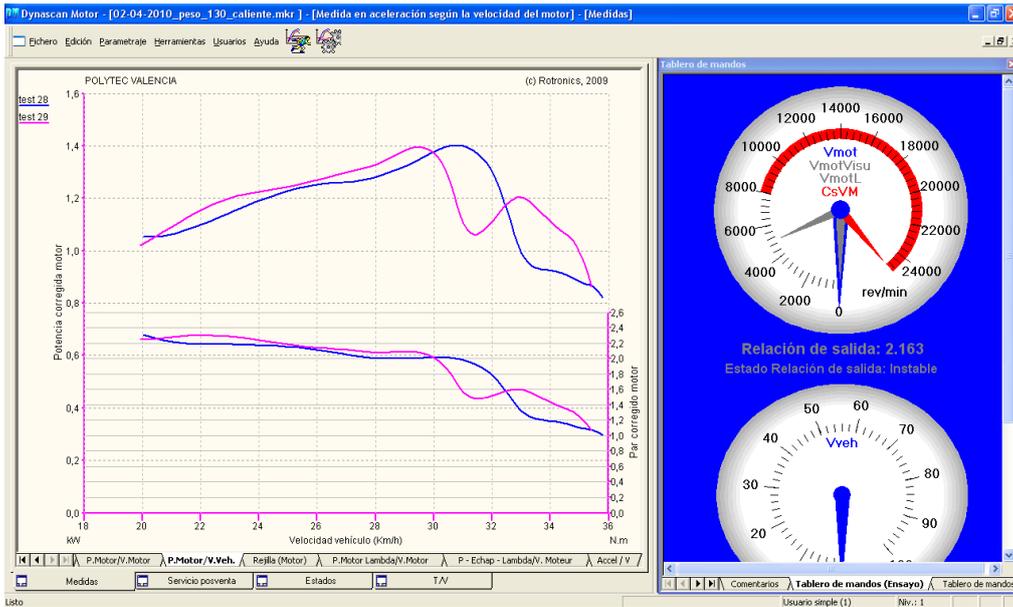


Ilustración 43. Dynascan Motor. Ejemplo ensayos 2.

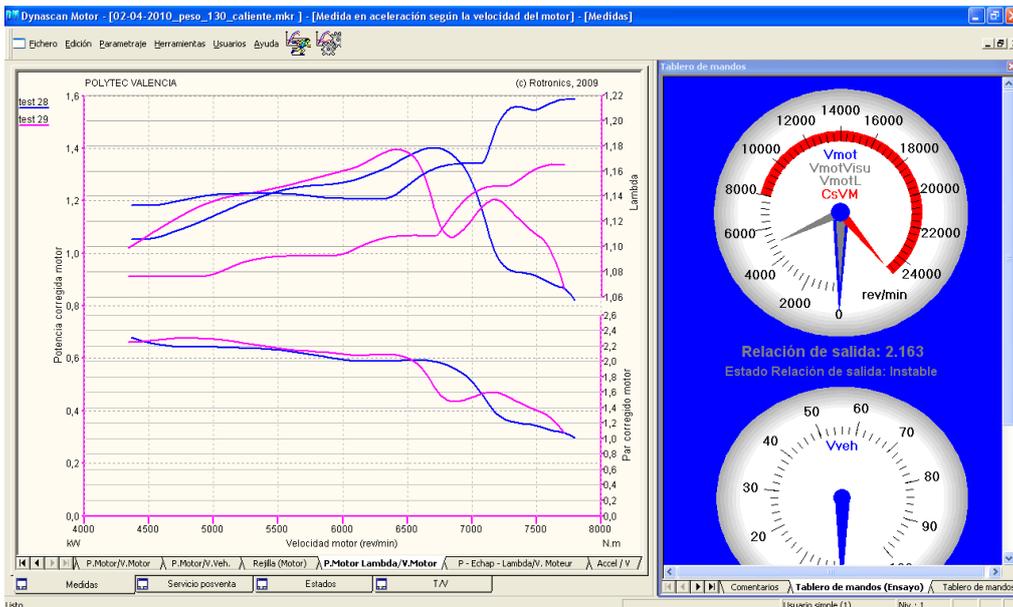


Ilustración 44. Dynascan Motor. Ejemplo ensayos 3.



Ilustración 45 Dynascan Motor. Ejemplo ensayos 4.

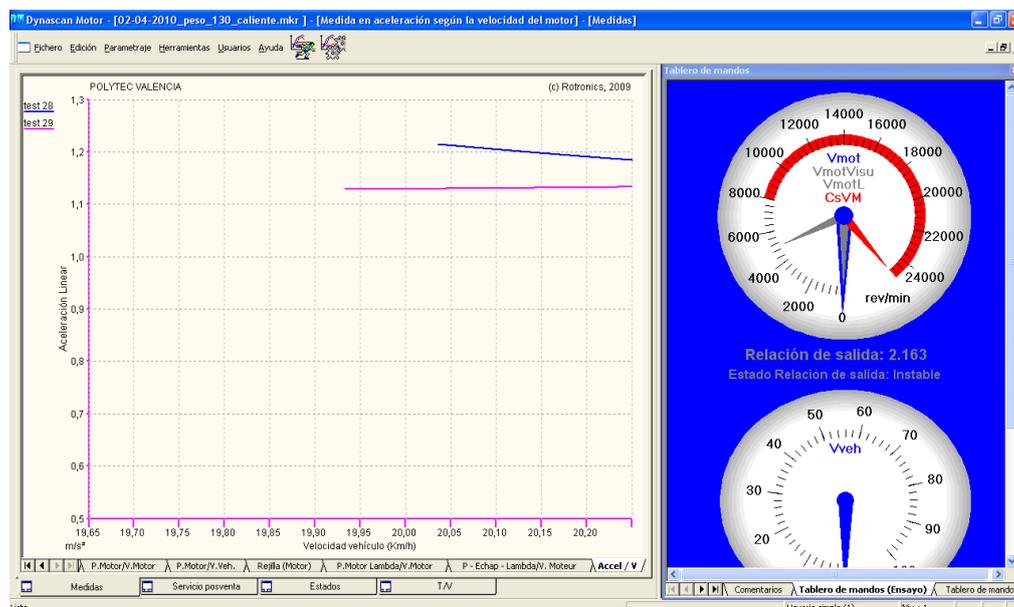


Ilustración 46. Dynascan Motor. Ejemplo ensayos 5.

Este software también es capaz de mostrar los datos del ensayo en una tabla, la cual es configurable y se puede extraer datos más precisos de las características del motor de combustión interna con los reglajes ensayados.

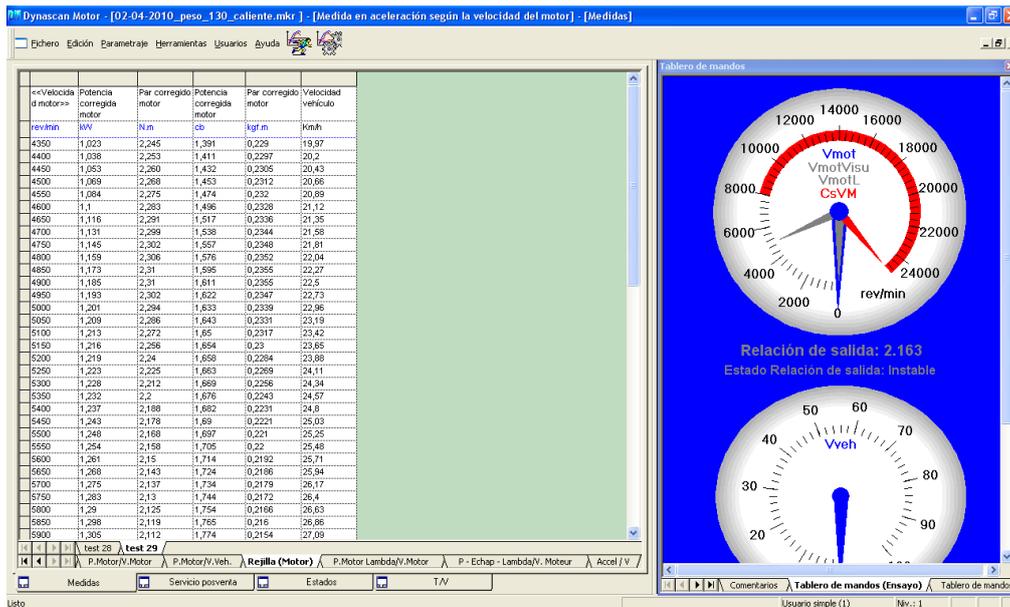


Ilustración 47. Dynascan Motor. Tabla de Resultados de Ensayo.

Por último, cabe destacar que se trata de un software antiguo pendiente de actualizar, con el cual se podrán extraer más datos e instalar más sensores, según lo indicado por su proveedor. Esta actualización se realizará, una vez la situación a causa del Covid-19 se normalice y se pueda llevar a cabo esta gestión.

## **8. MERCADO CE DEL BANCO Y MEDIDAS DE SEGURIDAD A TOMAR.**

En el desarrollo de este apartado, se procederá a realizar el estudio de las medidas a adoptar que requiere la normativa vigente, para dotar de seguridad y marcado CE que merece esta máquina para que se pueda manejar, regular y mantener sin que esta entrañe ningún peligro, atendiendo a su vez a la previsión de cualquier mal uso que se le pueda dar a la máquina.

Para ello, este apartado se basará en la normativa citada en este documento.

### **8.1. ILUMINACIÓN.**

Para el correcto uso de esta máquina de ensayo, no será necesaria la instalación de un sistema auxiliar de iluminación, ya que esta será utilizada en una zona correctamente iluminada. Cabe destacar, que la zona del banco de potencia habilitada para realizar manipulaciones estará cubierta por unas placas de policarbonato claro, que permiten el paso de la luz a través de estas.

### **8.2. MANUTENCIÓN.**

Dado que será necesario realizar la manutención del banco de potencia para su revisión completa anualmente, se ha procedido a instalar un freno de paro, el cual, tras accionar una seta de paro de emergencia y perder energía dejara bloqueados todos los elementos móviles del interior del banco de potencia. Por tanto, esta medida asegurara la realización de mantenimiento de este.

### **8.3. PARADA.**

Cuando la normativa se refiere a la parada de una máquina, se exige que estas tengan tres actuaciones presentes.

#### **8.3.1. Parada normal.**

En la parada normal, la normativa exige que la maquina debe estar equipada con un órgano que permita su parada total en condiciones seguras. Por tanto, se equipa la maquina con un freno electromagnético, el cual es accionado en ausencia de alimentación electrica.

#### **8.3.2. Parada operativa.**

Para poder dotar a la máquina de una para operativa, en la cual es necesario mantener encendidos ciertos sistemas eléctricos, se dispone de una accionadores eléctricos que permiten el control operativo del sistema eléctrico, dejando activos los sistemas de control y lectura de los sensores y accionamientos del banco de potencia, pero activando la acción de parada del del freno electromagnético anteriormente indicado

#### **8.3.3. Parada de emergencia.**

En caso de emergencia, por cualquier mal funcionamiento o uso del banco de potencia, este debe poder pararse en el menor tiempo posible, por lo que el freno electromagnético anteriormente indicado satisface esta necesidad, ya que el mismo es capaz de parar los sistemas móviles del banco de potencia sin entrañar ningún peligro para aquel que haga uso de este.

Para ello, se le instalará al banco de potencia una seta de paro y un interruptor de apertura en cada una de las puertas del bastidor superior, para evitar el giro mientras se encuentre cualquier de las puertas de dicho bastidor abierta.

Modelo Sensor: SCHEMRSAL AZ 16-12ZVRK-M16



Ilustración 48. Interruptor SCHEMRSAL Ref.: AZ 16-12ZVRK-M16.

### 8.3.4. Conjunto de máquinas.

Para la parada inminente, en caso de emergencia, tanto del motor de combustión como de los elementos móviles que componen el banco de potencia, se instala una seta de paro capaz de controlar dos circuitos, el de alimentación eléctrica del motor de combustión, y el de la alimentación eléctrica del freno de emergencia, el cual, se accionara en ausencia de esta.

### 8.3.5. Esquema eléctrico de la instalación de protección y control.

Tal y como se puede observar en el diagrama siguiente, el banco de potencia esta alimentado a través de la red eléctrica de 230V, en primer lugar, se encuentra un interruptor, que cuando es accionado y puesto en posición de encendido, permite la alimentación de la centralita del banco de potencia, y el circuito de control y protección mecánica. Este es controlado inicialmente por una seta de paro, la cual, al encontrarse en estado de funcionamiento, permite, en un circuito, la alimentación de la instalación eléctrica del motor de combustión; y en otro circuito, la alimentación del freno de emergencia, el ventilador y el extractor, los cuales son controlados por los 3 sensores colocados en las puertas de acceso.

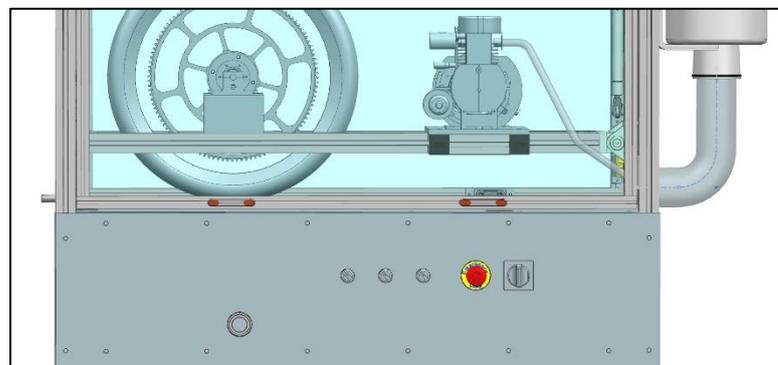


Ilustración 49. Disposición Botonera.

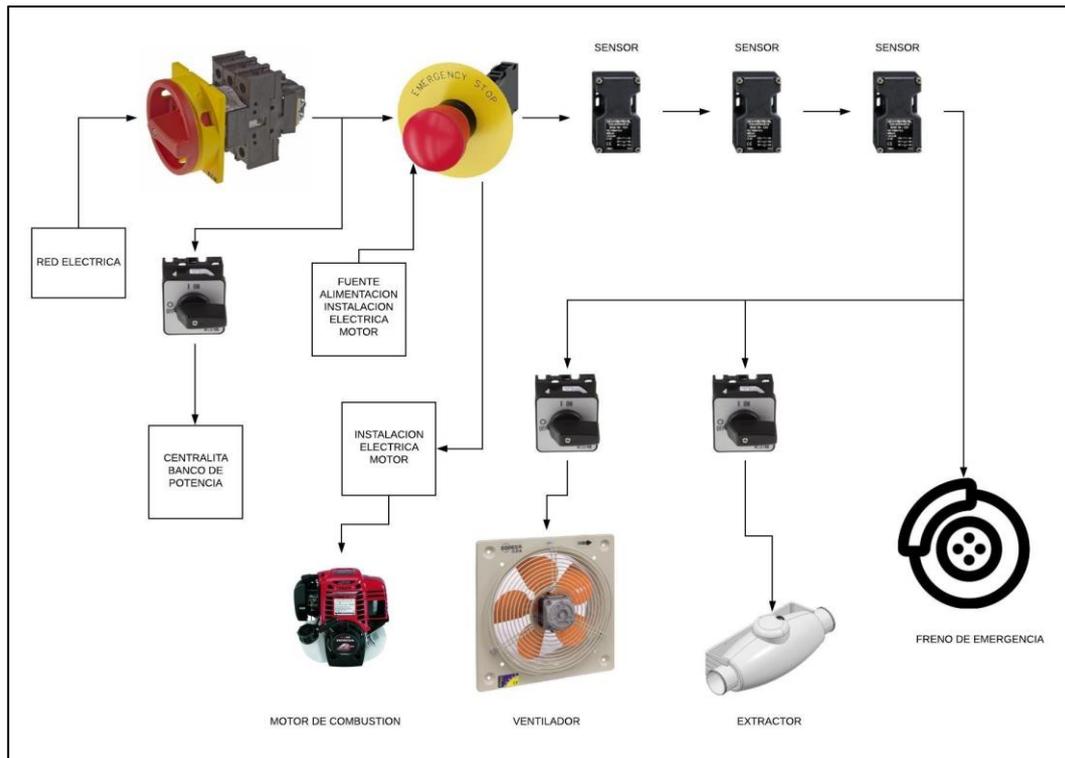


Ilustración 50. Esquema Instalación Eléctrica de Control y Seguridad.

#### 8.4. FALLO DE ALIMENTACION ELECTRICA.

En caso de fallo de alimentación eléctrica, dado que se dispone de un freno de emergencia, este actuará, deteniendo por completo los elementos móviles internos del banco de potencia, los cuales no regresarán en marcha hasta que se reinicie el ensayo, ya que estos quedarán en estado de reposo al no disponer de accionamiento propio.

#### 8.5. PROTECCIÓN CONTRA LA PROYECCIÓN DE OBJETOS.

Con tal de satisfacer la necesidad de proteger ante la proyección de objetos o componentes del banco de potencia y motor de combustión interna, se procede a instalar una serie de protecciones físicas.

Tal y como se indica en el apartado de rediseño de la estructura, el banco de potencia se equipa con unas placas de protección en su bastidor inferior y unas ventanas de policarbonato y una placa en la parte delantera del mismo en el bastidor superior.

#### 8.6. PROTECCIÓN CONTRA ELECTRICIDAD ESTÁTICA.

Para evitar la posible acumulación de energía estática se ha equipado el banco de potencia con una toma tierra, atornillada al bastidor inferior, la cual será a misma utilizada para el resto de los componentes eléctricos.

#### 8.7. RUIDO.

Dado que se trata de una máquina en la se va a realizar el ensayo de motores de combustión interna, a los cuales los alumnos del equipo IDF Eco-Marathon realizan

modificaciones en su admisión y escape entre otras, por lo que el ruido generado por los mismos se incrementa, por lo tanto, para la protección auditiva de aquellos que se encuentren a su alrededor, estos deberán equipar cascos de protección auditiva de forma obligatoria.

### **8.8. INCENDIO.**

Al tratarse de un banco de potencia para el ensayo de motores de combustión interna, se van a utilizar combustibles para ello, por lo que, teniendo las puertas de protección, en caso de fuego, este queda localizado en el interior del bastidor, no obstante, se requiere que junto al banco de potencia, el equipo disponga de un extintor de polvo ABC, Espuma, Anhídrido carbónico o Hidrocarburos halogenados, y no de agua pulverizada dada la existencia de una instalación eléctrica, siendo dichos tipos los más indicados para la extinción de fuego en combustibles.

### **8.9. SEÑALES VISUALES.**

Al tratarse de una máquina que dispondrá de una salida de humos de escape y esta salida quedara a la vista, se pondrá una señal de aviso adhesiva que indique que zonas se recomienda no tocar para evitar que nadie pueda resultar herido por quemazón.



*Ilustración 51. Señal de Alta Temperatura.*

## 8.10. MARCADO CE.

Para obtener el marcado CE del banco de potencia, el mismo debe satisfacer los requerimientos exigidos por el examen CE que efectúa un organismo notificado para ello y certifica que el modelo de la máquina cumple las disposiciones de la Directiva 2006/42/CE.

### 8.10.1. Declaración de conformidad.

Una vez analizados los puntos anteriores, los cuales la normativa exige su revisión y aseguramiento, el marcado CE del banco de potencia dispondrá una declaración de conformidad en la que se indica:

- Razón social y dirección completa del fabricante o su representante autorizado.
- Nombre y dirección de la persona facultada para elaborar el expediente técnico.
- Descripción e identificación de la máquina incluyendo denominación genérica, función, modelo, tipo, número de serie y denominación comercial.
- Escrito que indique expresamente que la máquina cumple todas las disposiciones aplicables de la Directiva 2006/42/CE.
- Nombre, dirección y número de identificación del organismo notificado que llevó a cabo el examen CE de tipo, y número del certificado de examen CE de tipo.
- Nombre, dirección y número de identificación del organismo notificado que aprobó el sistema de aseguramiento de calidad total al que se refiere el anexo X de la Directiva 2006/42/CE.
- Referencia a las normas armonizadas mencionadas en el artículo 7, apartado 2, de la Directiva 2006/42/CE que se hayan utilizado.
- La referencia a otras normas y especificaciones técnicas que se hayan utilizado.
- Lugar y fecha de la declaración.
- Identificación y firma de la persona apoderada para redactar la declaración en nombre del fabricante o de su representante autorizado.

El formulario muestra el marcado CE en grandes letras negras. Debajo, el título "DECLARACIÓN CE DE CONFORMIDAD" está precedido por un símbolo CE más pequeño. El texto del formulario incluye: "El abajo firmante, en representación de la empresa:", "Nombre de la empresa o del representante legal autorizado en el EEE", "Dirección completa .....", "DECLARA QUE:", "El producto: descripción/identificación del producto (tipo, clasificación, modelo, uso, etc...)", "Cumple con: .....", "Condiciones particulares aplicables a la utilización del producto (si procede).", "(En la Declaración CE no es necesario que se incluyan las características declaradas en el Mercado CE), pero es aconsejable cuando se elija la opción de no realizar el Mercado o etiquetado CE).", "LUGAR/OBRA en la que se instala el producto: .....", "USO PREVISTO: .....", "Nombre y cargo del firmante", "De la declaración,", "FIRMA" y "FECHA: XX/YY/ZZZZ".

Ilustración 52. Ejemplo ficha de conformidad Marcado CE.

### 8.10.2. Marcado de la máquina.

El banco de potencia llevará, de forma visible, legible e indeleble, las indicaciones siguientes:

- Razón social y la dirección completa del fabricante y, en su caso, de su representante autorizado.
- Designación de la máquina.
- Marcado CE.
- Designación de la serie o del modelo.
- Número de serie, si existiera.
- Año de fabricación, es decir, el año del final del proceso de fabricación.

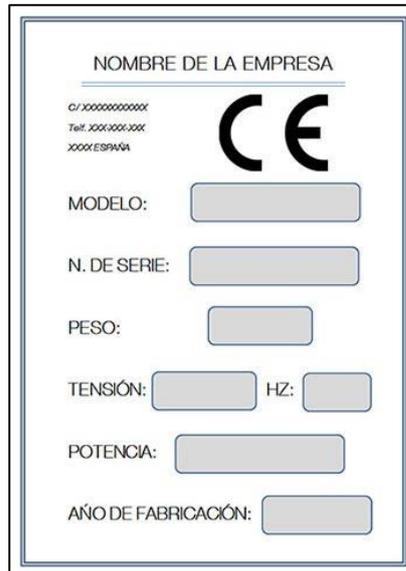


Diagrama de una placa de marcado CE. La placa tiene un borde doble y contiene el siguiente texto y campos:

- NOMBRE DE LA EMPRESA
- C/XXXXXXXXXXXX
- Tel: XXX-XXX-XXX
- XXXX, ESPAÑA
- CE
- MODELO:
- N. DE SERIE:
- PESO:
- TENSIÓN:  HZ:
- POTENCIA:
- AÑO DE FABRICACIÓN:

Ilustración 53. Ejemplo de Placa Marcado CE.

### 8.10.3. Manual de instrucciones.

En el manual de instrucciones de una máquina se indican todos los puntos importantes sobre sus características técnicas, instalación, uso de la máquina, mantenimiento, seguridad y esquemas de instalación.

El Manual de instrucciones de esta máquina se adjunta como anexo.



## 9. CONCLUSIONES

El montaje rediseño del banco de potencia desarrollado en este proyecto, será ensamblado una vez la universidad permita el acceso para los alumnos al laboratorio de IDF Eco-Marathon tras el estado de alarma del año 2020.

Mediante este rediseño se pretende dotar al equipo de una herramienta que les permita desarrollar el motor del equipo, y aprender, de una forma más segura y cómoda, sobre motores térmicos y sus singularidades.

Durante el diseño de esta máquina, se ha aprendido más sobre la normativa de máquinas, control y seguridad en las mismas, a su vez, se han desarrollado cálculos en NX Nastran, tratándose de un proyecto polivalentes en distintos ámbitos que puede moverse un ingeniero.

El proyecto se ha dividido en dos secciones, el rediseño del bastidor y diseño de uno nuevo para la parte superior, y la implementación de aquellas medidas de seguridad necesarias indica en la normativa de máquinas y el realizado del marcado CE del banco de potencia.

Durante el desarrollo de la sección de rediseño, se realizaron varios diseños previos hasta llegar al definitivo, el cual se ha dividido en dos bastidores, superior e inferior.

El bastidor superior se ha diseñado de tal forma que se pueda desmontar para facilitar su transporte a las competiciones, pueda alojar el soporte de rueda y motor, y a su vez sea capaz de proteger mediante unas puertas de marco de aluminio y placas de policarbonato.

El bastidor inferior, ha sido rediseñado para que el mismo tenga un tamaño menor al actual, y a su vez se ha cubierto mediante placas de acero galvanizado para proteger a los alumnos de sus partes móviles.

En cuanto a la implementación de la normativa y el marcado CE se ha desarrollado un análisis de esta y adquirido los puntos que estudiar de esta necesarios para que el banco de potencia pueda ser utilizado en el ámbito del laboratorio, realizando en los puntos anteriores la descripción de cada uno de dichos puntos a estudiar.

## 10. PRESUPUESTO.

Para realizar el siguiente presupuesto se ha procedido a consultar distintos proveedores, los cuales no indicaban el precio exacto, por lo que se ha realizado un presupuesto con precios estimativos, lo más cercanos a la realidad.

En el siguiente presupuesto se contempla la compra de aquellos componentes necesarios para realizar la modificación del banco de potencia actual, por lo que no se indica el suministro de la totalidad de los componentes del ensamblaje del banco de potencia. A su vez, se indica de forma estimativa el tiempo de mano de obra al que ascendería la fabricación, montaje y puesta a disposición de la máquina.

MATERIAL	IMPORTE (UD)	UDS.	IMPORTE
Perfilería MK Group Serie 40 (40x40) En barras de 6 ML	95,00€	2	190,00€
Patas MK Group B67.02.097	25,00€	6	150,00€
Placa Base para patas 50.02.0030	10,00€	6	60,00€
Unión ITEM 0.0.440.94	15,00€	5	75,00€
Unión 40mm MK Group 82.60.0701	5,00€	45	225,00€
Unión 80mm MK Group 82.60.0702	7,50€	10	75,00€
Unión 40mm MK Group 50.05.0045	2,80€	8	22,40€
Unión 25mm MK Group 25.50.3002	2,00€	12	24,00€
Bisagra 40/25 MK Group B46.01.013	9,00€	6	54,00€
Placa Pesada MK Group 50.05.0060	15,00€	2	30,00€
Chapa Acero Galvanizado 2mm B69.90.312	300,00€	2	600,00€
Placas de Policarbonato MK Group B69.90.201	70,00€	2	140,00€
Junquillos MK Group MK 3020 (Perfil 40x40)	14,00€	8	112,00€
Junquillos MK Group MK 3027 (Perfil 25x25)	12,00€	2	24,00€
Freno electromagnético SEPAC TSEB Series 736	750,00€	1	750,00€
Amortiguador neumático Stabilus 2064UK / 150N / K5 / D3	30,00€	3	90,00€
Cierre de Bolas MK Group B68.02.101	25,00€	3	75,00€
Extractor Soler & Palau 5 TD 250S	150,00€	1	150,00€
Ventilador Sodeca HCD 20 4M	313,65€	1	313,65€
Placa Acero C60 15mm	25,00€	1	25,00€
Tocho Acero C60 120x40x80mm	50,00€	2	100,00€
Actuador SCHMERSAL AZ 16-12ZVRK-M16	54,47€	3	163,41€
Interruptor Schneider Electric VCD01	34,59€	1	34,59€
Seta de paro Schneider Electric XB4BS8445	40,09€	1	40,09€
Interruptor Schneider Electric XB4BD21	17,50€	3	52,50€
Manilla ITEM PI 80 M5 PA	10,00€	5	50,00€
Tapas MK Group 2507	2,50€	8	20,00€



<b>MATERIAL</b>	<b>IMPORTE (UD)</b>	<b>UDS.</b>	<b>IMPORTE</b>
Bisagra MK Group B46.01.202	17,50€	2	35,00€
Tornillos M5 Avellanado MK Group	0,50€	36	18,00€
Tornillos M8 Avellanado MK Group	0,70€	88	61,60€
Tornillos M8 MK Group8	0,90€	120	108,00€
Tuercas M5 MK Group	0,60€	36	21,60€
Tuercas M8 MK Group	0,80€	220	176,00€
Pegatina advertencia	2,50€	1	2,50€
Mano de obra de corte, montaje y puesta en marcha	65,00€	30	1.950,00€
<b>TOTAL</b>			<b>6.018,34€</b>

El precio de la modificación del banco de potencia es de:

**SEIS MIL DIECIOCHO COMA TREINTA Y CUATRO EUROS**

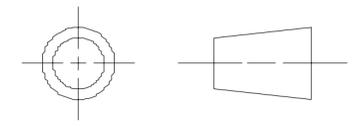
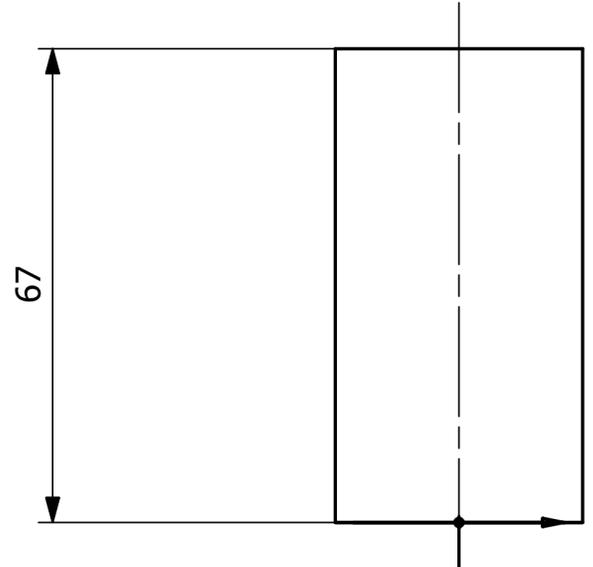
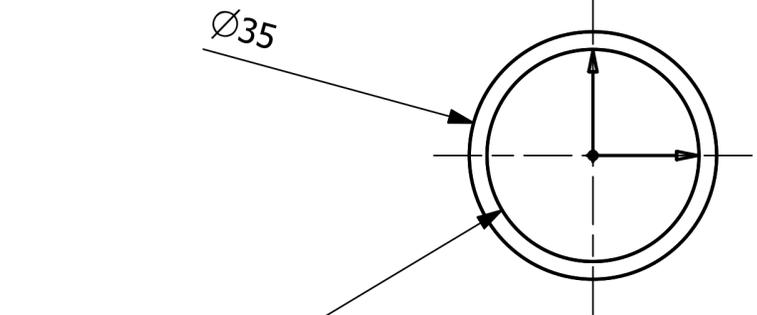
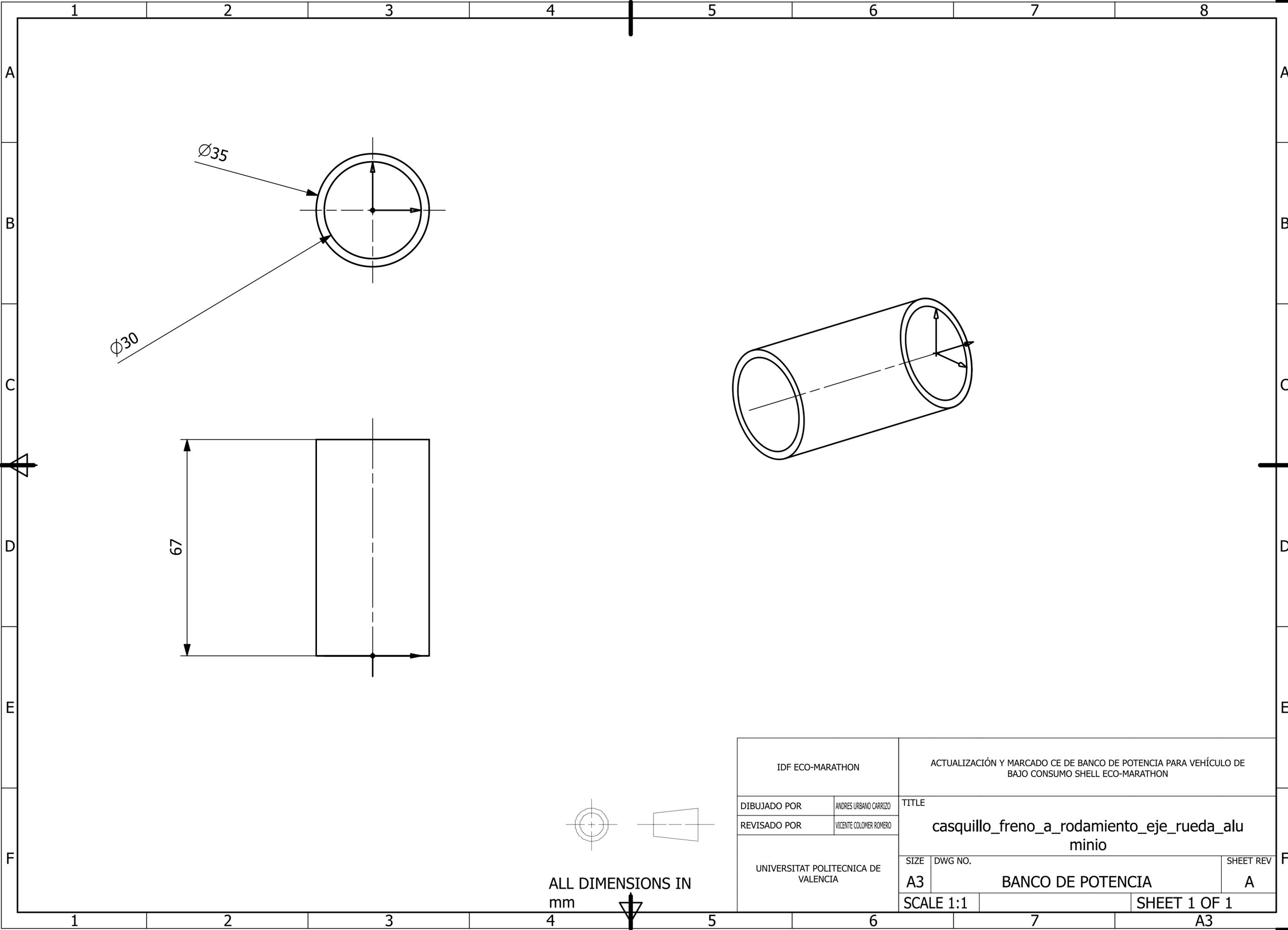
## 11. REFERENCIAS.

- [1] STABILUS. (2020). *Data Sheet Amortiguador Neumático*.  
[https://www.stabilus.com/fileadmin/user\\_upload/04-Products/02-Non-Locking\\_Gas\\_Springs/stabilus\\_standard\\_programm\\_2016-komprimiert.pdf](https://www.stabilus.com/fileadmin/user_upload/04-Products/02-Non-Locking_Gas_Springs/stabilus_standard_programm_2016-komprimiert.pdf)
- [2] MK Group. (2020). *Catálogo MK Group*.  
[https://www.mk-group.com/fileadmin/media/catalog/es/mk\\_T%C3%A9cnica\\_de\\_perfiles\\_5.0\\_es.pdf](https://www.mk-group.com/fileadmin/media/catalog/es/mk_T%C3%A9cnica_de_perfiles_5.0_es.pdf)
- [3] ITEM. (2020). *Catálogo ITEM*.  
<https://us-product.item24.com/es/catalogar/products/sistema-de-construccion-modular-mb-1001009411/>
- [4] SEPAC. (2020). *Data Sheet Freno TSEB*.  
<https://13vi2t24d6vl3tpgs4f702ew-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/protected/SEPAC-TSEB-Data-Sheet.pdf>
- [5] SCHMERSAL. (2020). *Data Sheet Actuador Emergencia*.  
[https://products.schmersal.com/es\\_ES/product/1496/az-16-12zvrk-m16](https://products.schmersal.com/es_ES/product/1496/az-16-12zvrk-m16)
- [6] Schneider Electric. (2020). *Catálogo Schneider Electric*.  
<https://www.se.com/es/es/all-products/>
- [7] Soler y Palau. (2020). *Data Sheet Extractor*.  
<https://www.solerpalau.com/es-es/ventiladores-en-linea-para-conductos-circulares-td-silent-94-serie/>
- [8] Broncesval S.L. (2020). *Catálogo Broncesval*.  
<https://www.broncesval.com/>
- [9] Sodeca. (2020). *Data Sheet Ventilador*  
<https://www.sodeca.com/es/productos/hcd-p83#prod>



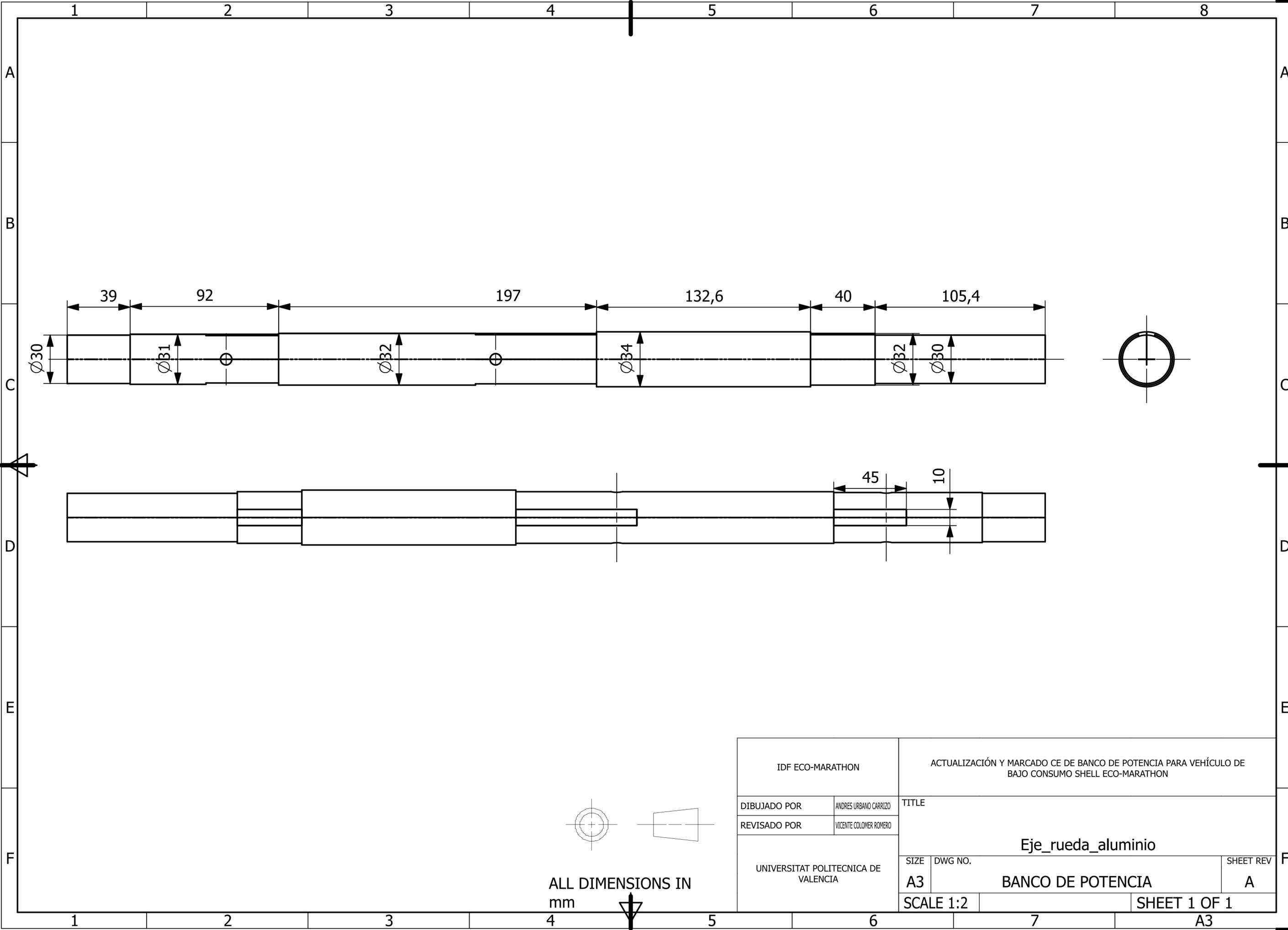
## **12. ANEXOS.**

### **12.1. PLANOS.**



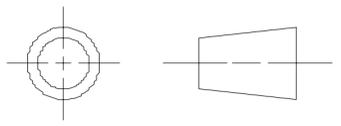
ALL DIMENSIONS IN mm

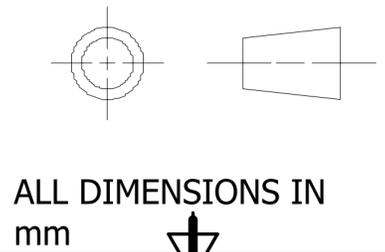
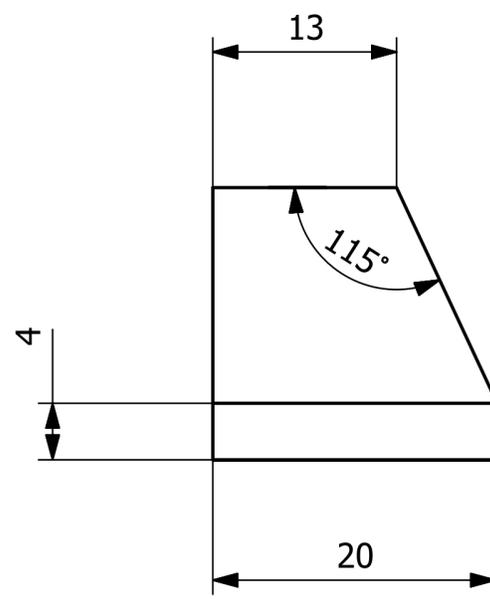
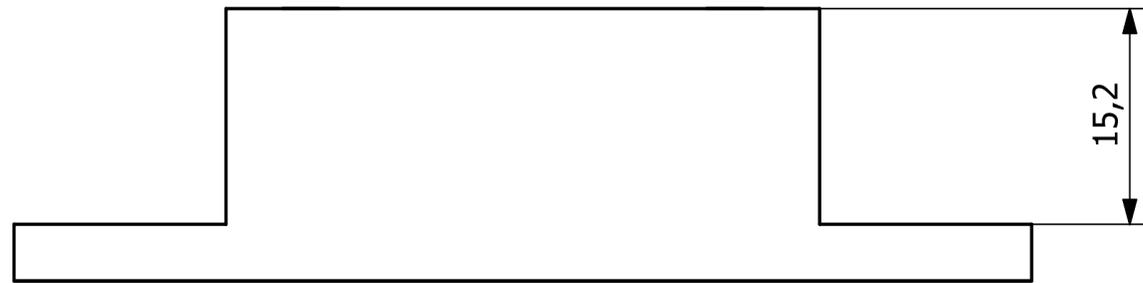
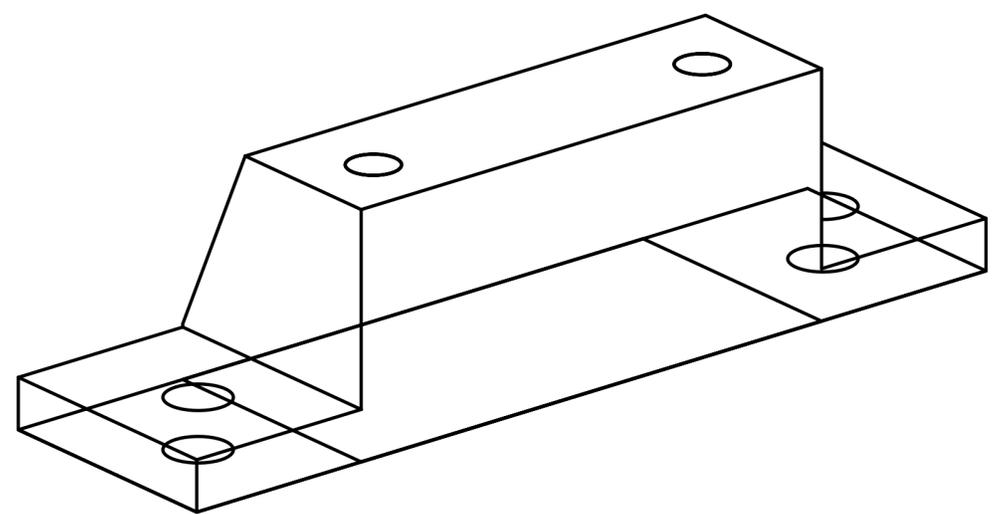
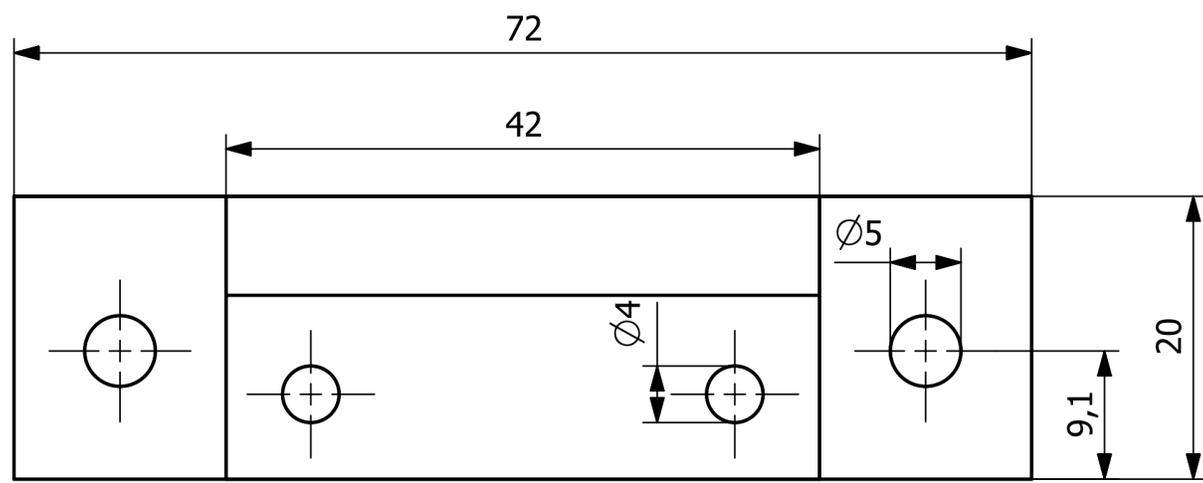
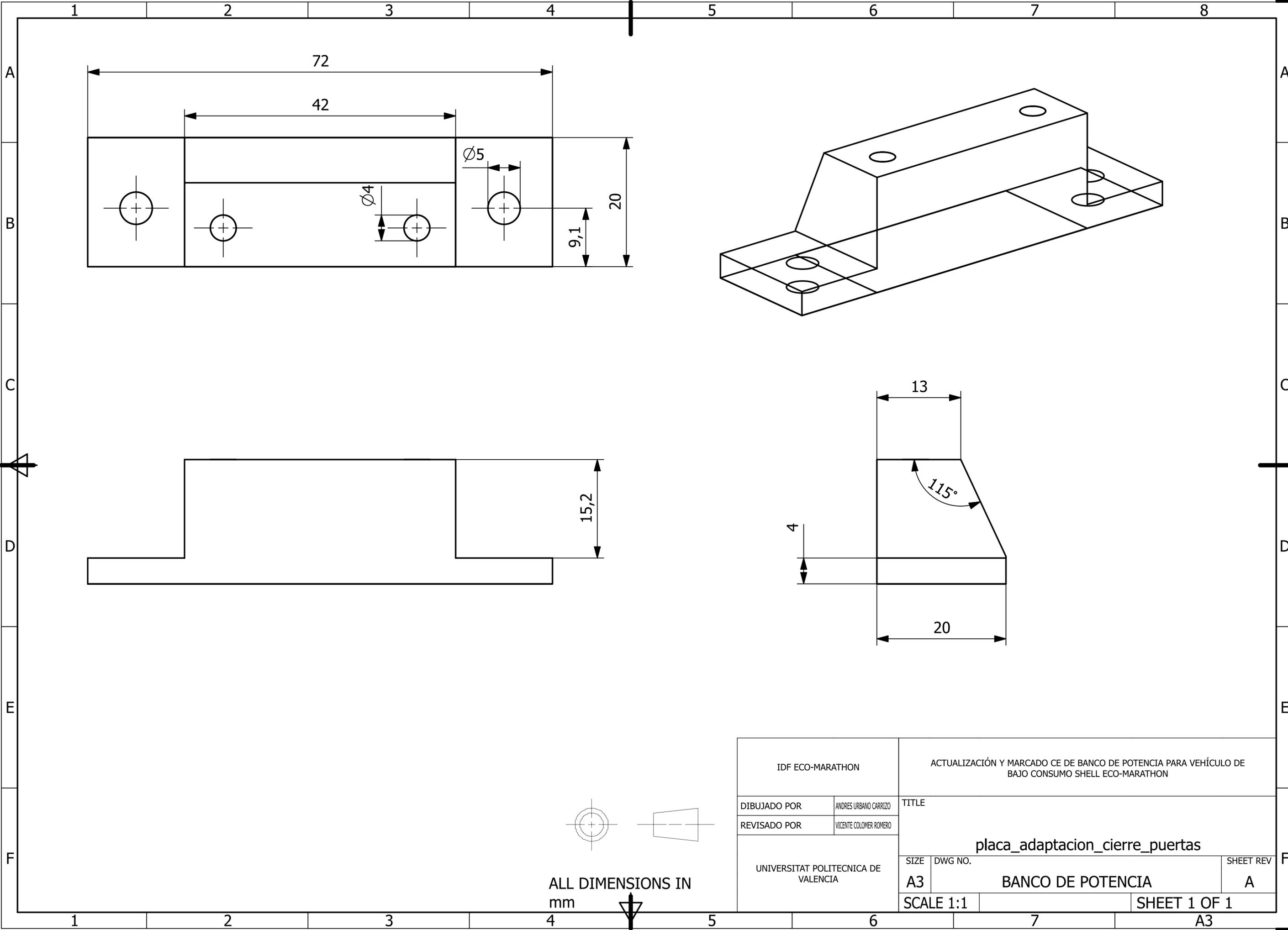
IDF ECO-MARATHON		ACTUALIZACIÓN Y MARCADO CE DE BANCO DE POTENCIA PARA VEHÍCULO DE BAJO CONSUMO SHELL ECO-MARATHON		
DIBUJADO POR	ANDRES URBANO CARRIZO	TITLE		
REVISADO POR	VICENTE COLOMER ROMERO	casquillo_freno_a_rodamiento_eje_rueda_aluminio		
UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA		SIZE	DWG NO.	SHEET REV
		A3	BANCO DE POTENCIA	A
		SCALE 1:1	SHEET 1 OF 1	



ALL DIMENSIONS IN  
mm

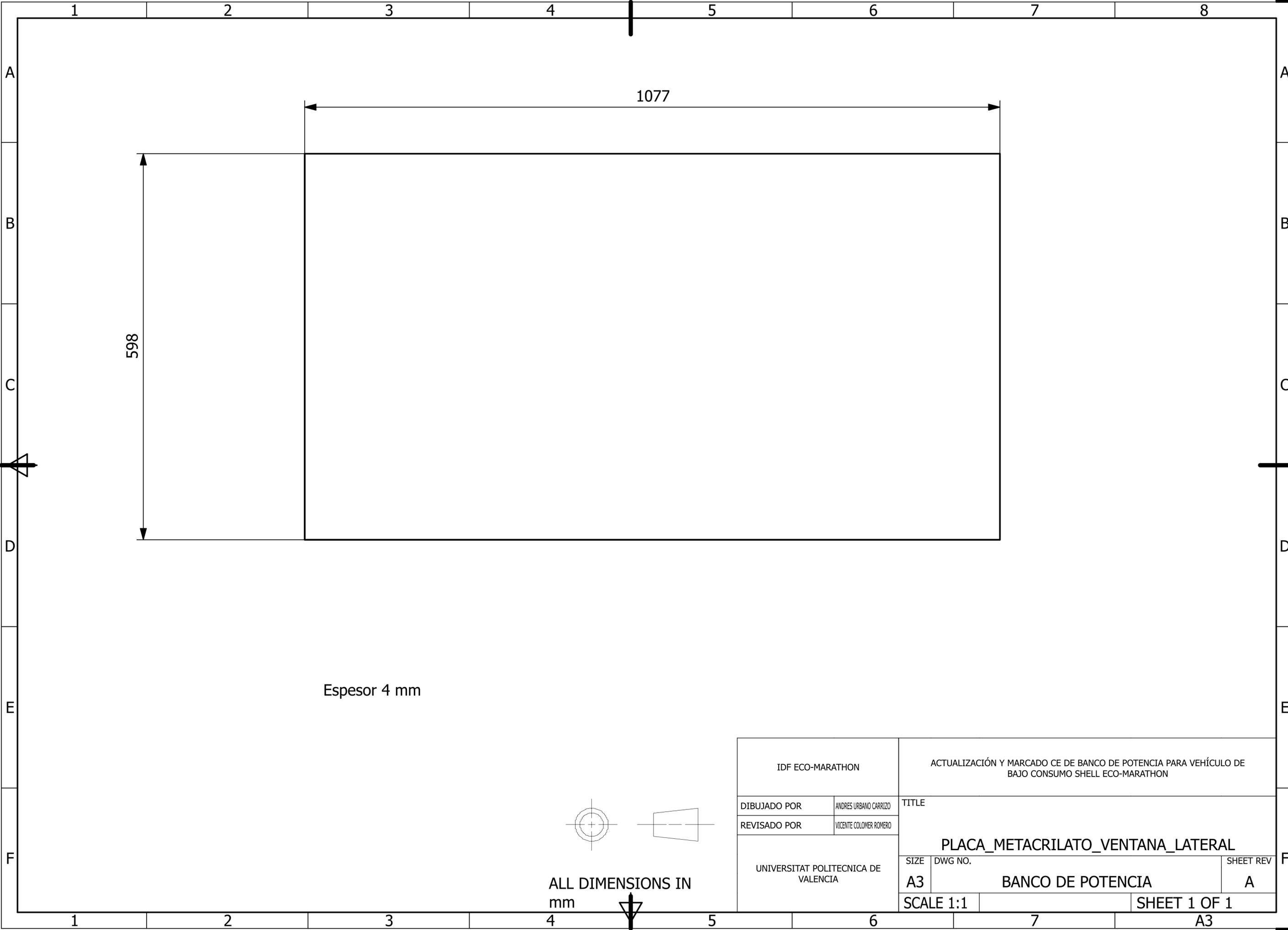
IDF ECO-MARATHON		ACTUALIZACIÓN Y MARCADO CE DE BANCO DE POTENCIA PARA VEHÍCULO DE BAJO CONSUMO SHELL ECO-MARATHON		
DIBUJADO POR	ANDRES URBANO CARRIZO	TITLE		
REVISADO POR	VICENTE COLOMER ROMERO	Eje_rueda_aluminio		
UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA		SIZE	DWG NO.	SHEET REV
		A3	BANCO DE POTENCIA	A
SCALE 1:2		SHEET 1 OF 1		





ALL DIMENSIONS IN mm

IDF ECO-MARATHON		ACTUALIZACIÓN Y MARCADO CE DE BANCO DE POTENCIA PARA VEHÍCULO DE BAJO CONSUMO SHELL ECO-MARATHON		
DIBUJADO POR	ANDRES URBANO CARRIZO	TITLE		
REVISADO POR	VICENTE COLOMER ROMERO	placa_adaptacion_cierre_puertas		
UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA		SIZE	DWG NO.	SHEET REV
		A3	BANCO DE POTENCIA	A
		SCALE 1:1	SHEET 1 OF 1	



598

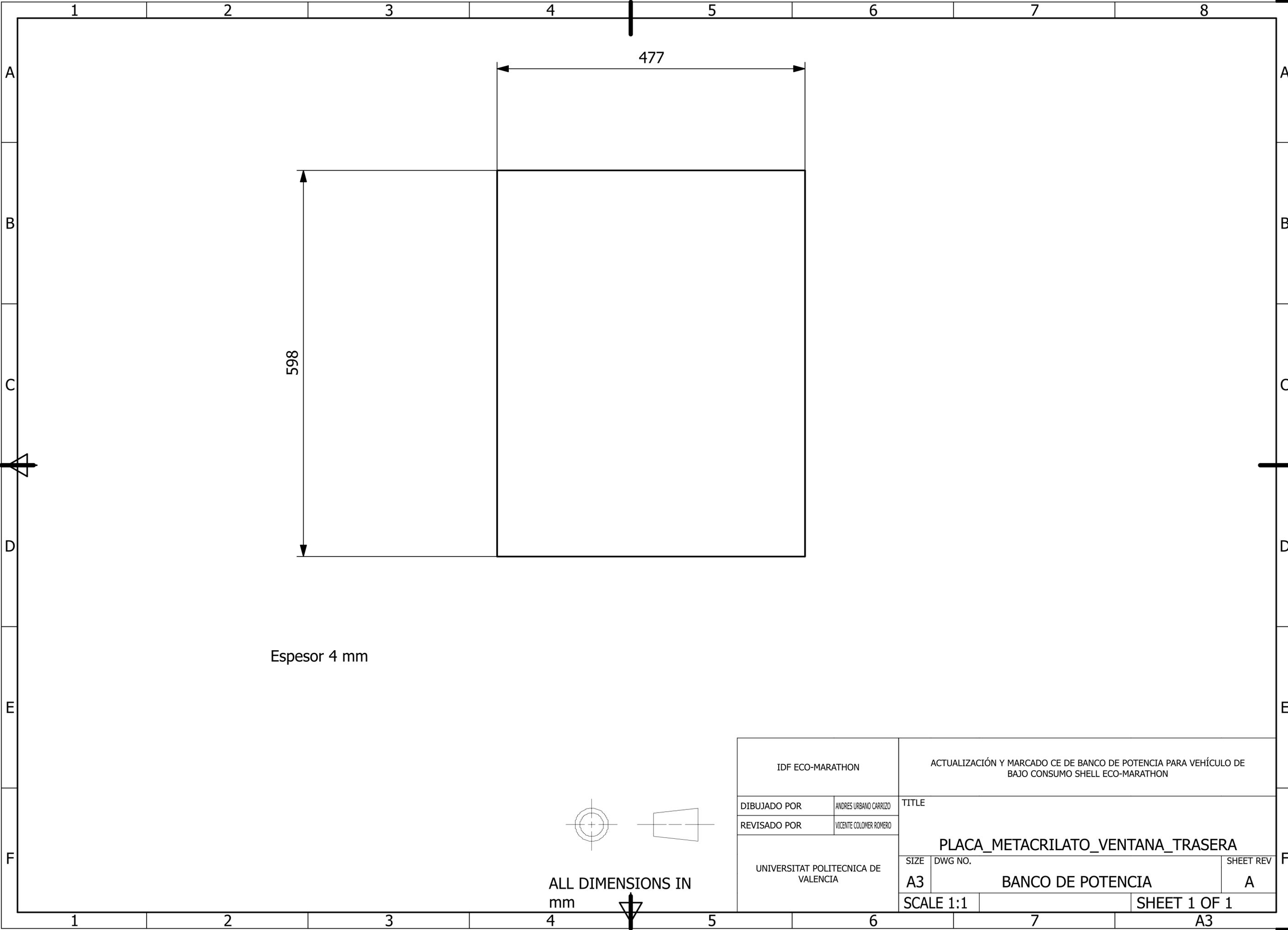
1077

Espesor 4 mm

ALL DIMENSIONS IN  
mm

IDF ECO-MARATHON		ACTUALIZACIÓN Y MARCADO CE DE BANCO DE POTENCIA PARA VEHÍCULO DE BAJO CONSUMO SHELL ECO-MARATHON		
DIBUJADO POR	ANDRES URBANO CARRIZO	TITLE		
REVISADO POR	VICENTE COLOMER ROMERO	PLACA_METACRILATO_VENTANA_LATERAL		
UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA		SIZE	DWG NO.	SHEET REV
		A3	BANCO DE POTENCIA	A
		SCALE 1:1	SHEET 1 OF 1	

A3

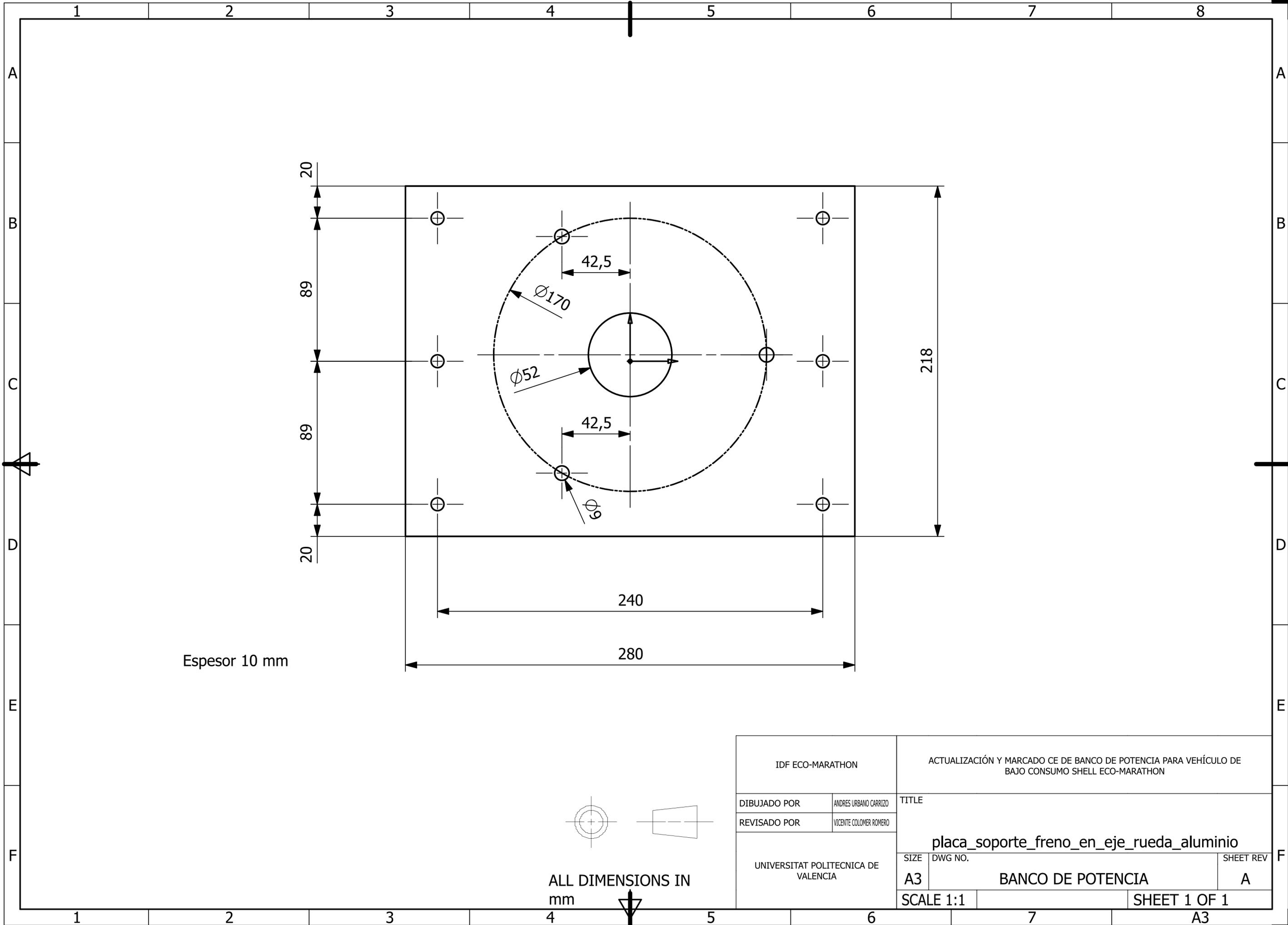


Espesor 4 mm

ALL DIMENSIONS IN  
mm

IDF ECO-MARATHON		ACTUALIZACIÓN Y MARCADO CE DE BANCO DE POTENCIA PARA VEHÍCULO DE BAJO CONSUMO SHELL ECO-MARATHON		
DIBUJADO POR	ANDRES URBANO CARRIZO	TITLE		
REVISADO POR	VICENTE COLOMER ROMERO	PLACA_METACRILATO_VENTANA_TRASERA		
UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA		SIZE	DWG NO.	SHEET REV
		A3	BANCO DE POTENCIA	A
		SCALE 1:1	SHEET 1 OF 1	

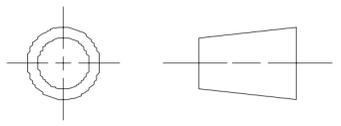
A3

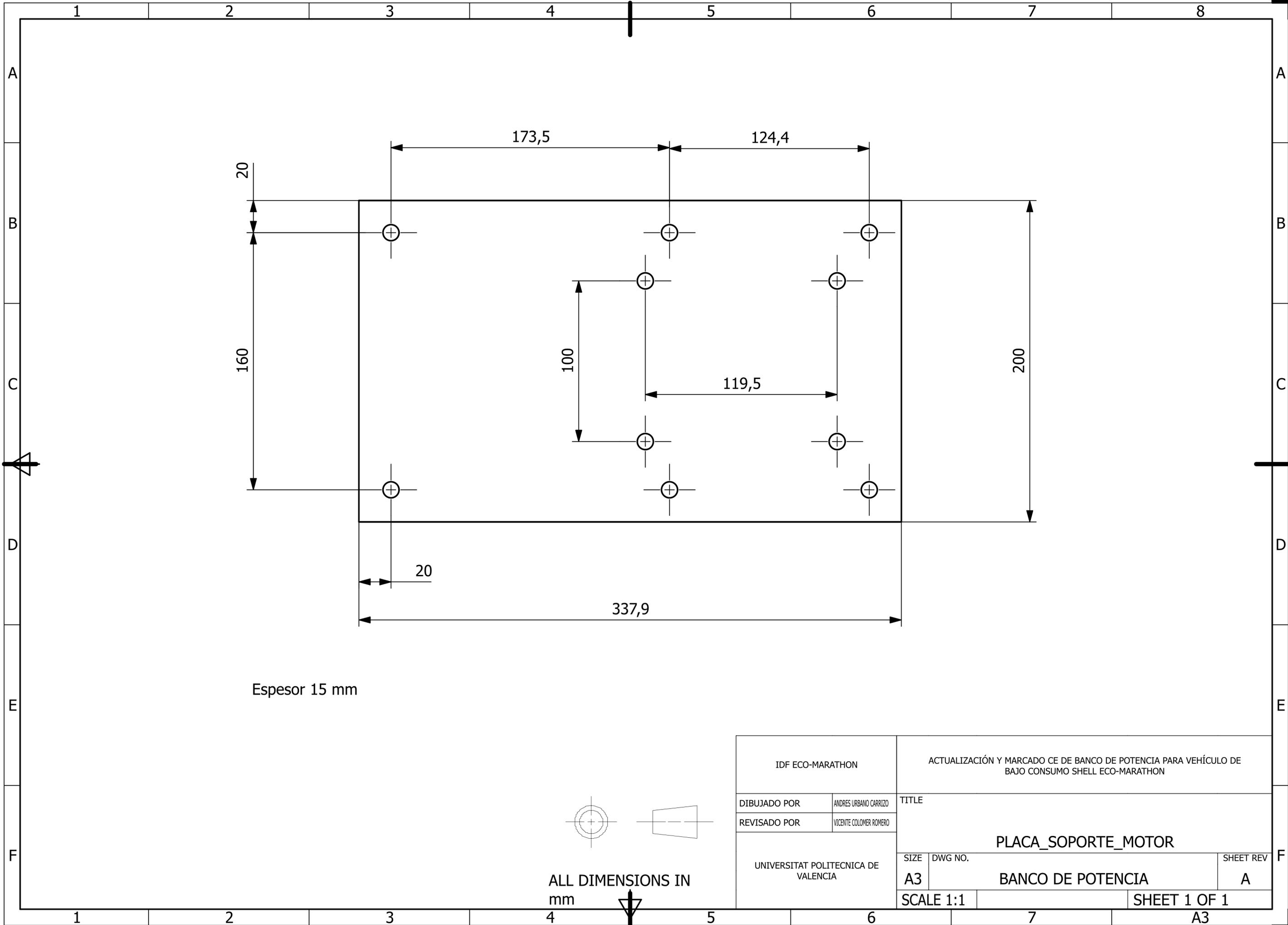


Espesor 10 mm

ALL DIMENSIONS IN mm

IDF ECO-MARATHON		ACTUALIZACIÓN Y MARCADO CE DE BANCO DE POTENCIA PARA VEHÍCULO DE BAJO CONSUMO SHELL ECO-MARATHON	
DIBUJADO POR	ANDRES URBANO CARRIZO	TITLE	
REVISADO POR	VICENTE COLOMER ROMERO	placa_soporte_freno_en_eje_rueda_aluminio	
UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA		SIZE	DWG NO.
		A3	BANCO DE POTENCIA
		SHEET REV	
		A	
		SCALE 1:1	SHEET 1 OF 1

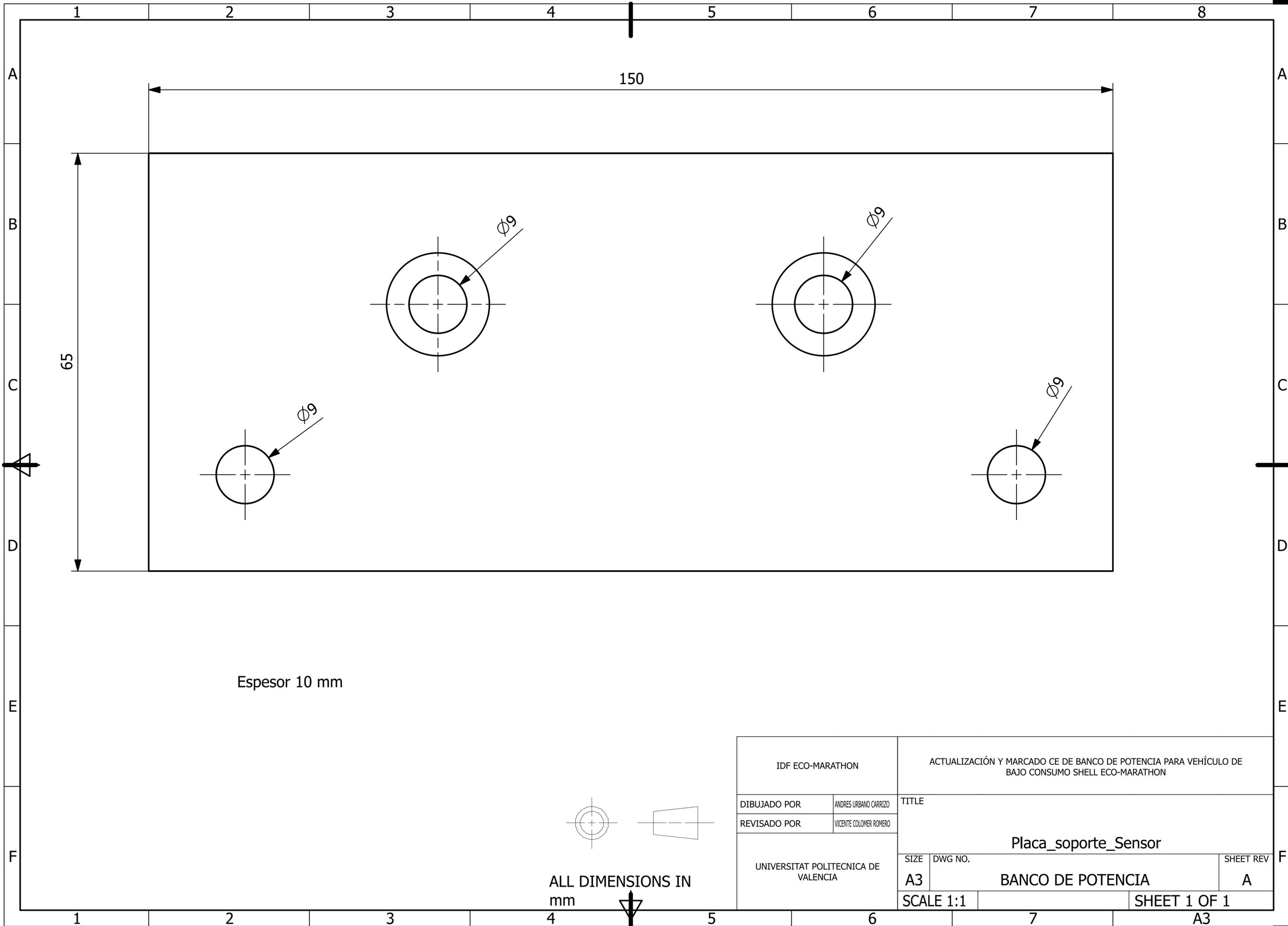




Espesor 15 mm

ALL DIMENSIONS IN  
mm

IDF ECO-MARATHON		ACTUALIZACIÓN Y MARCADO CE DE BANCO DE POTENCIA PARA VEHÍCULO DE BAJO CONSUMO SHELL ECO-MARATHON		
DIBUJADO POR	ANDRES URBANO CARRIZO	TITLE		
REVISADO POR	VICENTE COLOMER ROMERO	PLACA_SOPORTE_MOTOR		
UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA		SIZE	DWG NO.	SHEET REV
		A3	BANCO DE POTENCIA	A
SCALE 1:1		SHEET 1 OF 1		



1 2 3 4 5 6 7 8

A  
B  
C  
D  
E  
F

A  
B  
C  
D  
E  
F

150

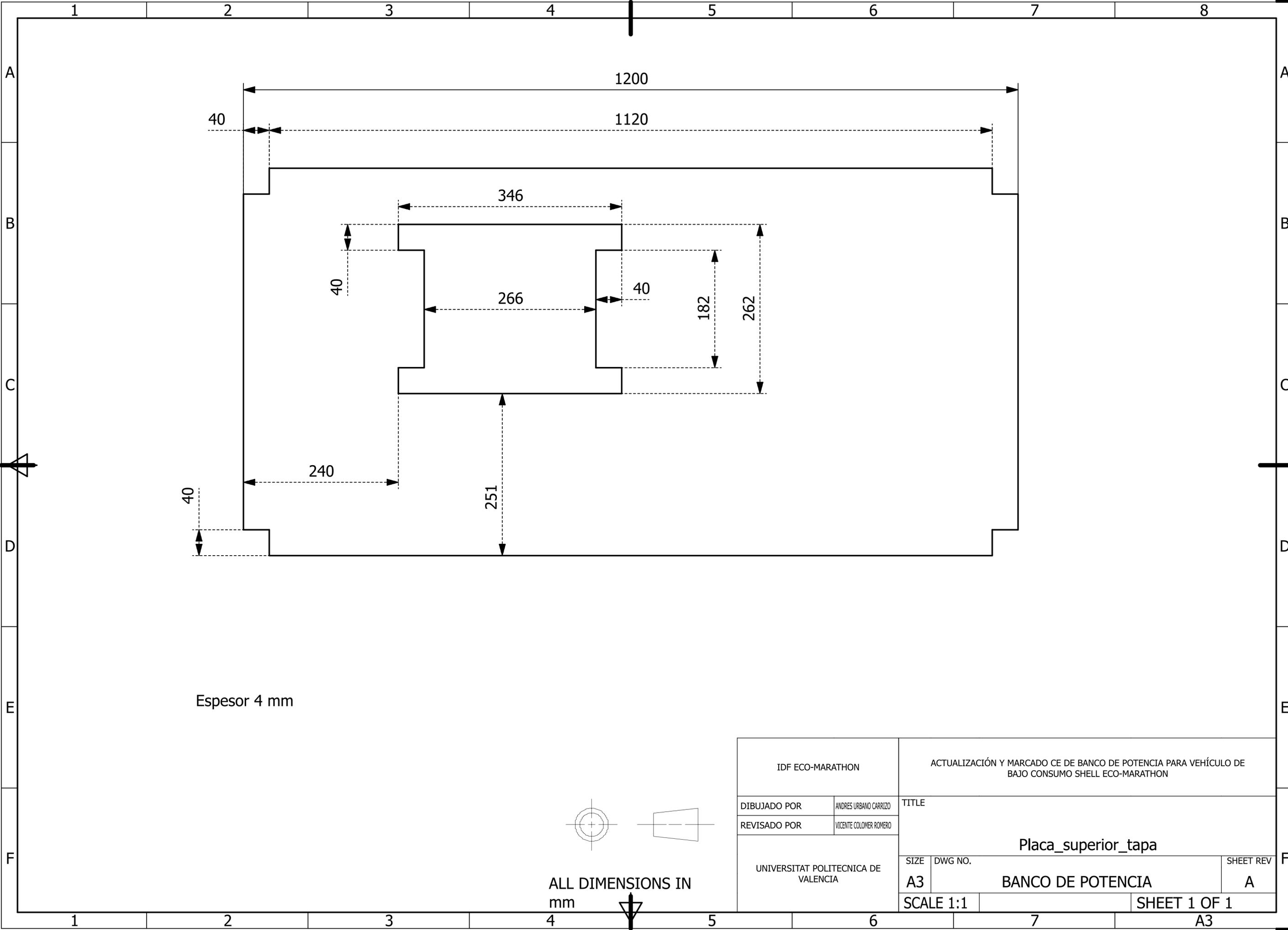
65

Espesor 10 mm

ALL DIMENSIONS IN mm

IDF ECO-MARATHON		ACTUALIZACIÓN Y MARCADO CE DE BANCO DE POTENCIA PARA VEHÍCULO DE BAJO CONSUMO SHELL ECO-MARATHON		
DIBUJADO POR	ANDRES URBANO CARRIZO	TITLE		
REVISADO POR	VICENTE COLOMER ROMERO	Placa_soporte_Sensor		
UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA		SIZE	DWG NO.	SHEET REV
		A3	BANCO DE POTENCIA	A
		SCALE 1:1	SHEET 1 OF 1	

A3

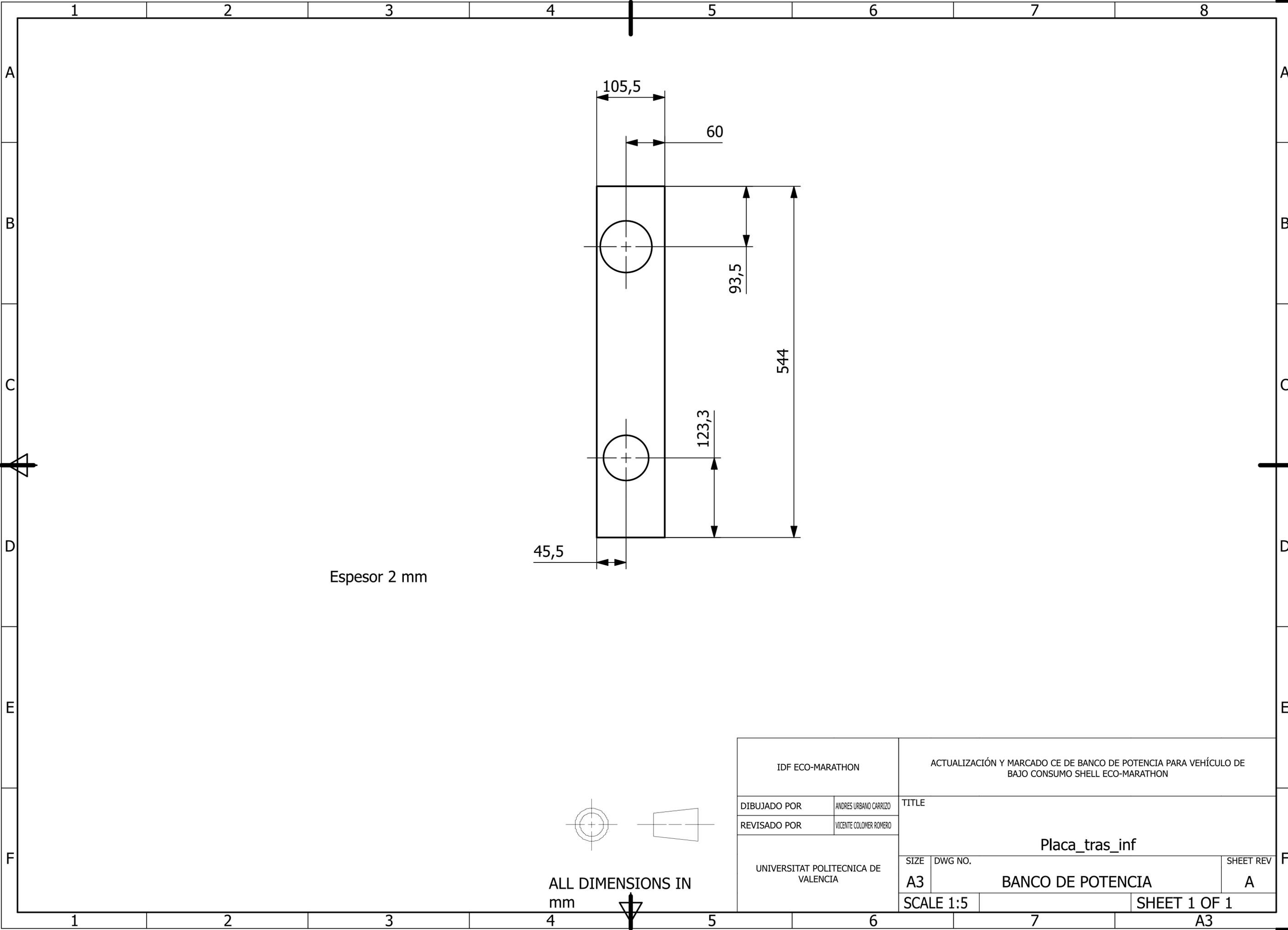


Esesor 4 mm

ALL DIMENSIONS IN mm

IDF ECO-MARATHON		ACTUALIZACIÓN Y MARCADO CE DE BANCO DE POTENCIA PARA VEHÍCULO DE BAJO CONSUMO SHELL ECO-MARATHON		
DIBUJADO POR	ANDRES URBANO CARRIZO	TITLE		
REVISADO POR	VICENTE COLOMER ROMERO	Placa_superior_tapa		
UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA		SIZE	DWG NO.	SHEET REV
		A3	BANCO DE POTENCIA	A
SCALE 1:1		SHEET 1 OF 1		

A3



45,5

Espesor 2 mm

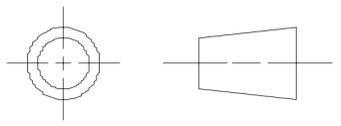
105,5

60

93,5

544

123,3



ALL DIMENSIONS IN mm

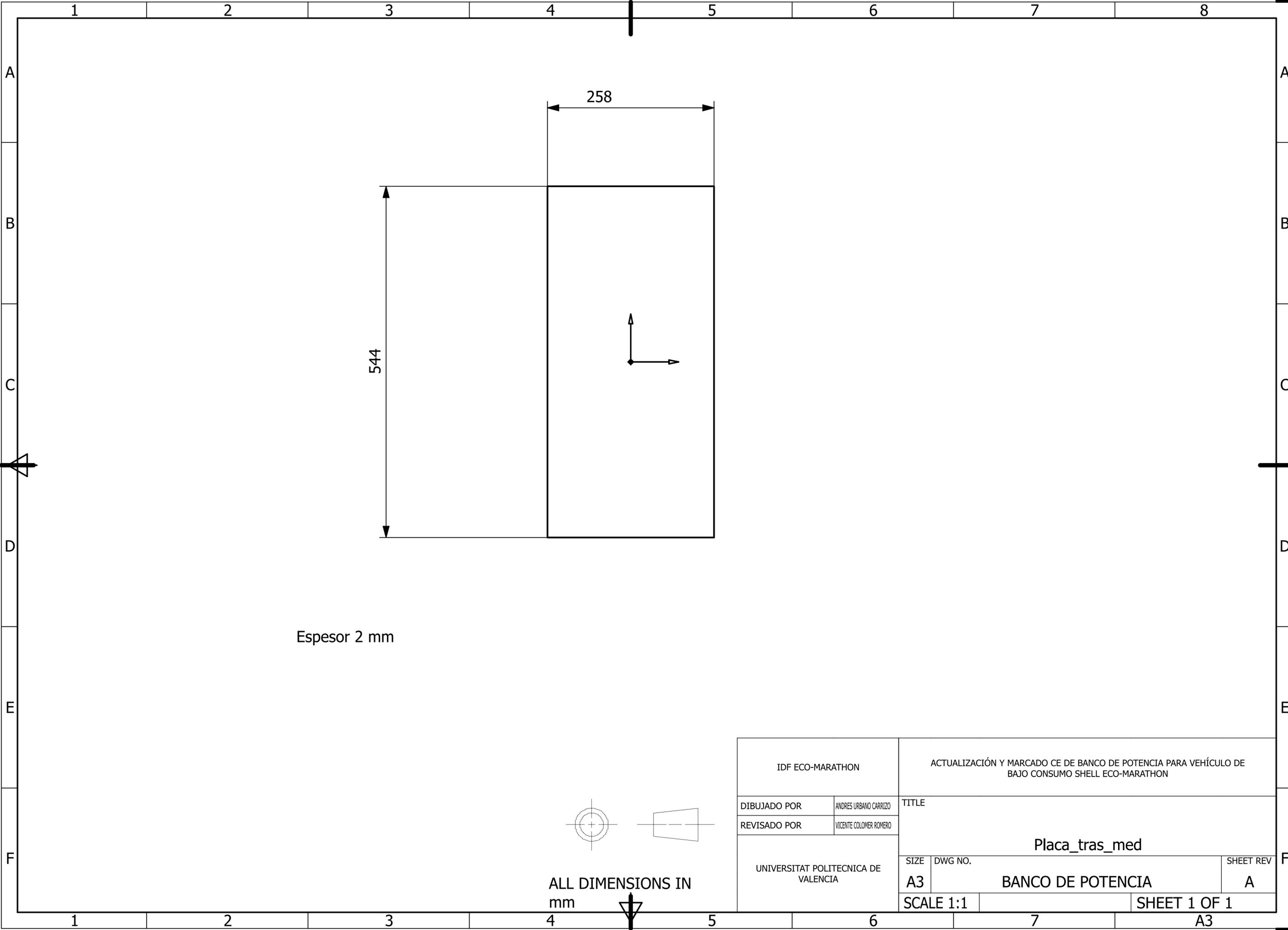
IDF ECO-MARATHON		ACTUALIZACIÓN Y MARCADO CE DE BANCO DE POTENCIA PARA VEHÍCULO DE BAJO CONSUMO SHELL ECO-MARATHON		
DIBUJADO POR	ANDRES URBANO CARRIZO	TITLE		
REVISADO POR	VICENTE COLOMER ROMERO			
UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA		Placa_tras_inf		
SIZE	DWG NO.	BANCO DE POTENCIA		SHEET REV
A3				A
SCALE 1:5		SHEET 1 OF 1		

Placa\_tras\_inf

BANCO DE POTENCIA

SHEET 1 OF 1

A3

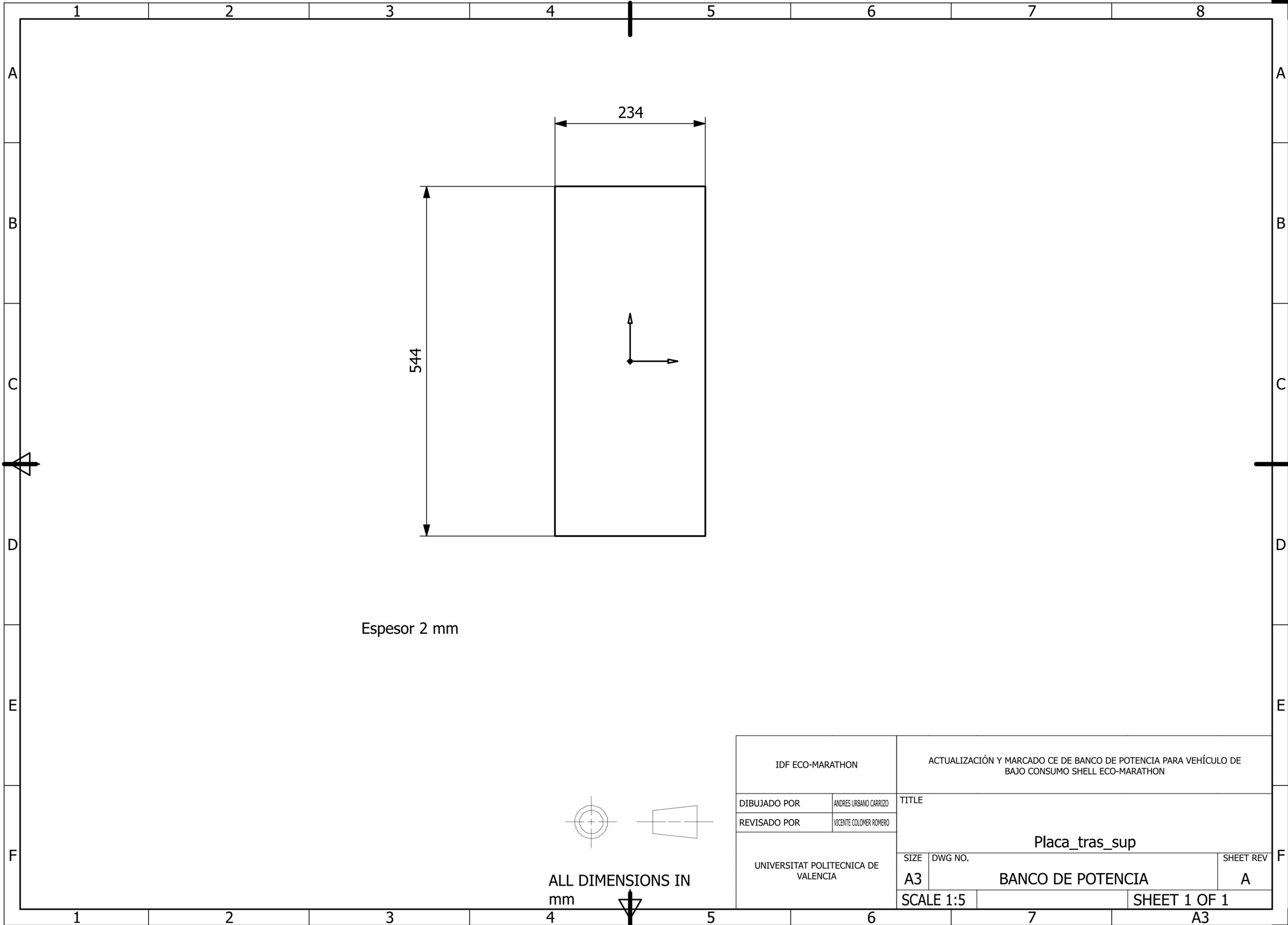


Espesor 2 mm

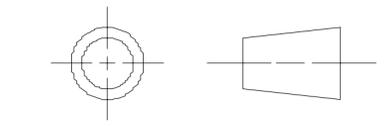
ALL DIMENSIONS IN  
mm

IDF ECO-MARATHON		ACTUALIZACIÓN Y MARCADO CE DE BANCO DE POTENCIA PARA VEHÍCULO DE BAJO CONSUMO SHELL ECO-MARATHON		
DIBUJADO POR	ANDRES URBANO CARRIZO	TITLE		
REVISADO POR	VICENTE COLOMER ROMERO			
UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA		Placa_tras_med		
		SIZE	DWG NO.	SHEET REV
		A3	BANCO DE POTENCIA	A
SCALE 1:1		SHEET 1 OF 1		

A3



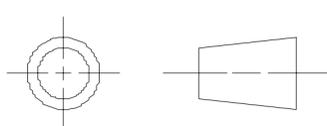
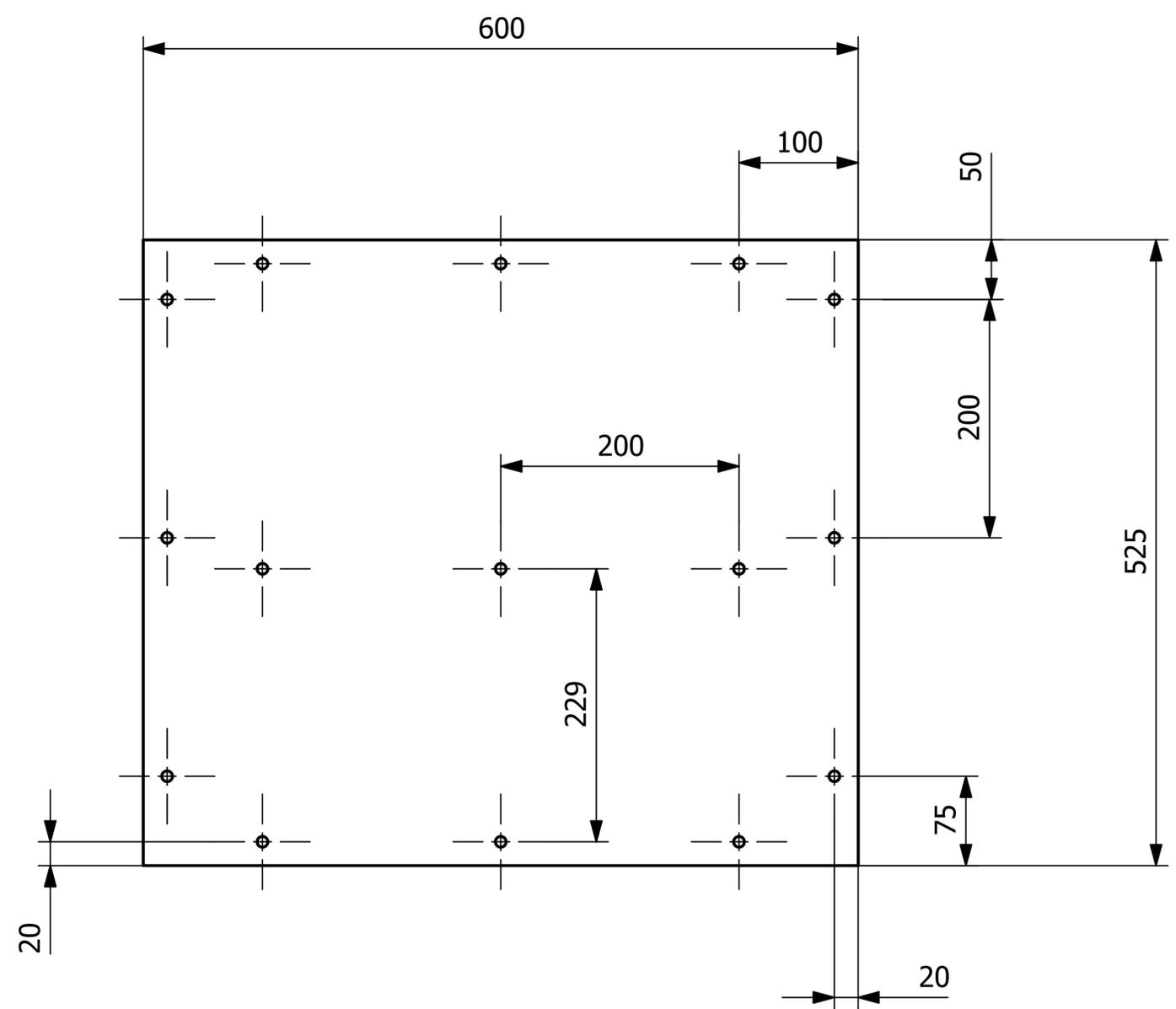
Espesor 2 mm



ALL DIMENSIONS IN mm

IDF ECO-MARATHON		ACTUALIZACIÓN Y MARCADO CE DE BANCO DE POTENCIA PARA VEHÍCULO DE BAJO CONSUMO SHELL ECO-MARATHON		
DIBUJADO POR	ANDRES URBANO CARRIZO	TITLE		
REVISADO POR	VICENTE COLOMER ROMERO			
UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA		Placa_tras_sup		
		SIZE	DWG NO.	SHEET REV
		A3	BANCO DE POTENCIA	A
		SCALE 1:5	SHEET 1 OF 1	

A3

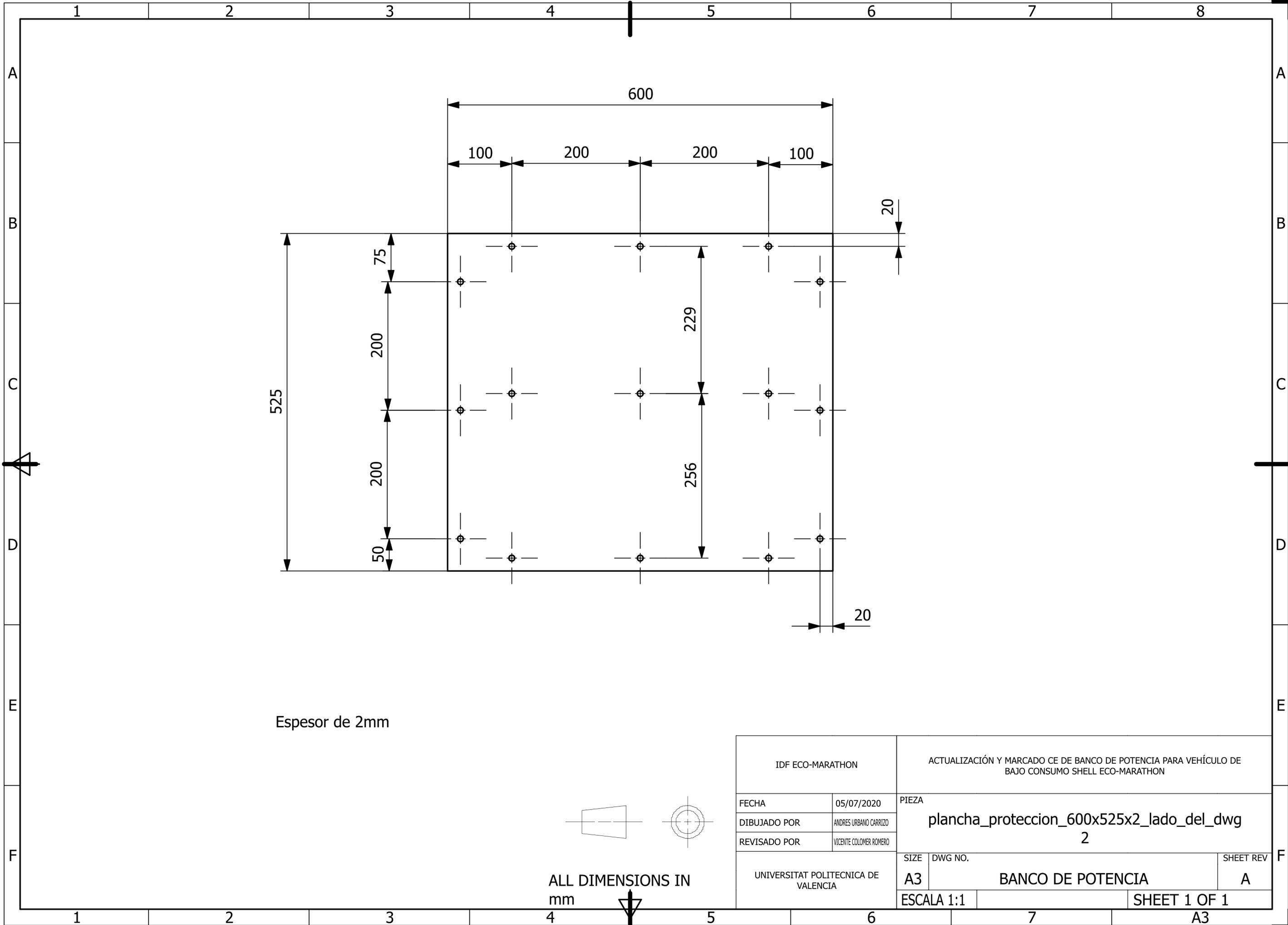


ALL DIMENSIONS IN  
mm

IDF ECO-MARATHON		ACTUALIZACIÓN Y MARCADO CE DE BANCO DE POTENCIA PARA VEHÍCULO DE BAJO CONSUMO SHELL ECO-MARATHON	
DIBUJADO POR	ANDRES URBANO CARRIZO	TITLE	
REVISADO POR	VICENTE COLOMER ROMERO	plancha_proteccion_600x525x2_lado_del	
UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA		SIZE	DWG NO.
		A3	BANCO DE POTENCIA
SCALE 1:1		SHEET 1 OF 1	

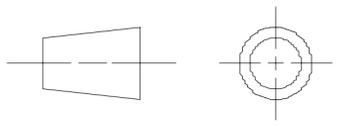
SHEET REV  
A

A3



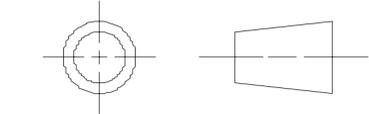
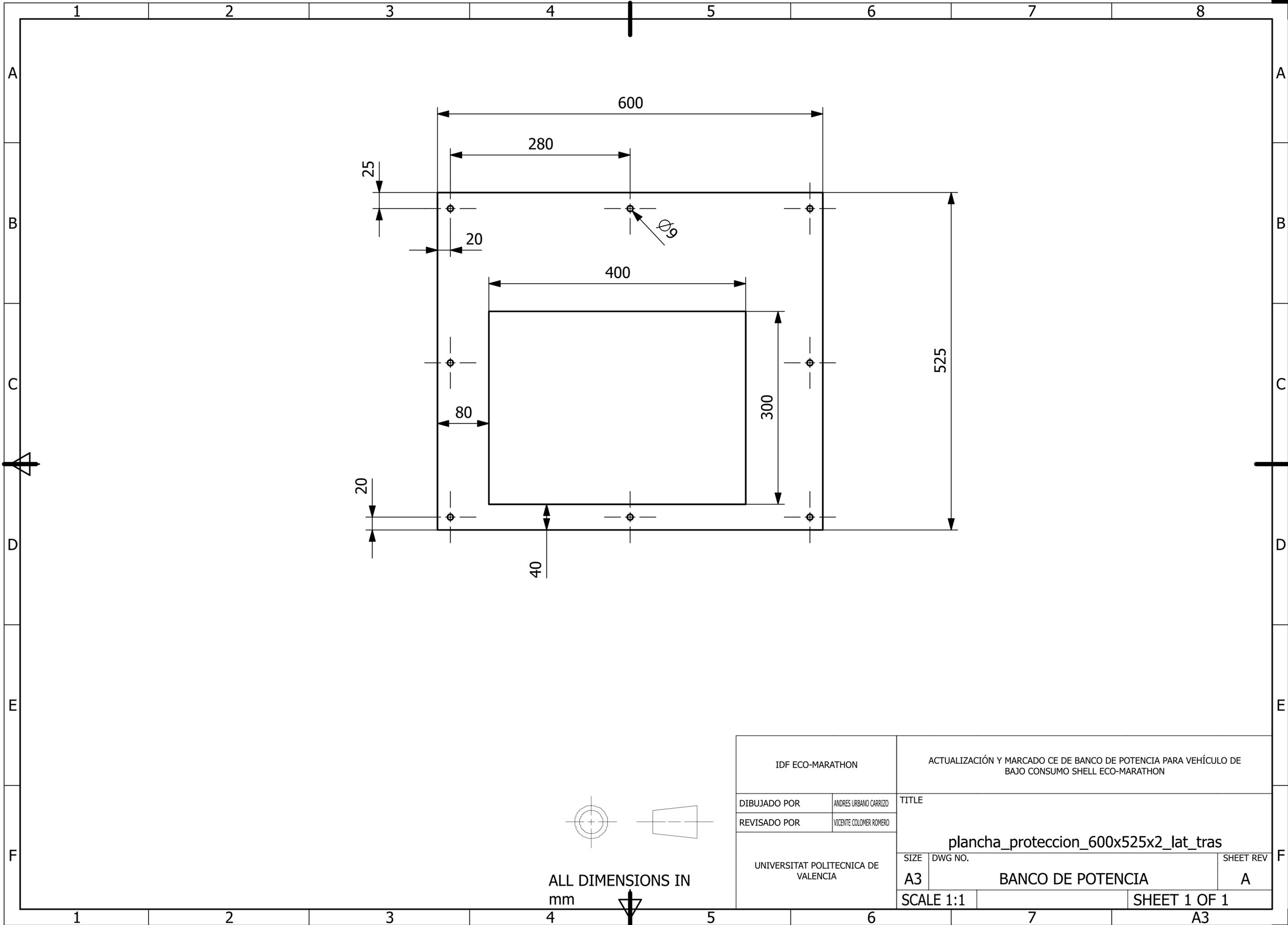
Espesor de 2mm

ALL DIMENSIONS IN  
mm



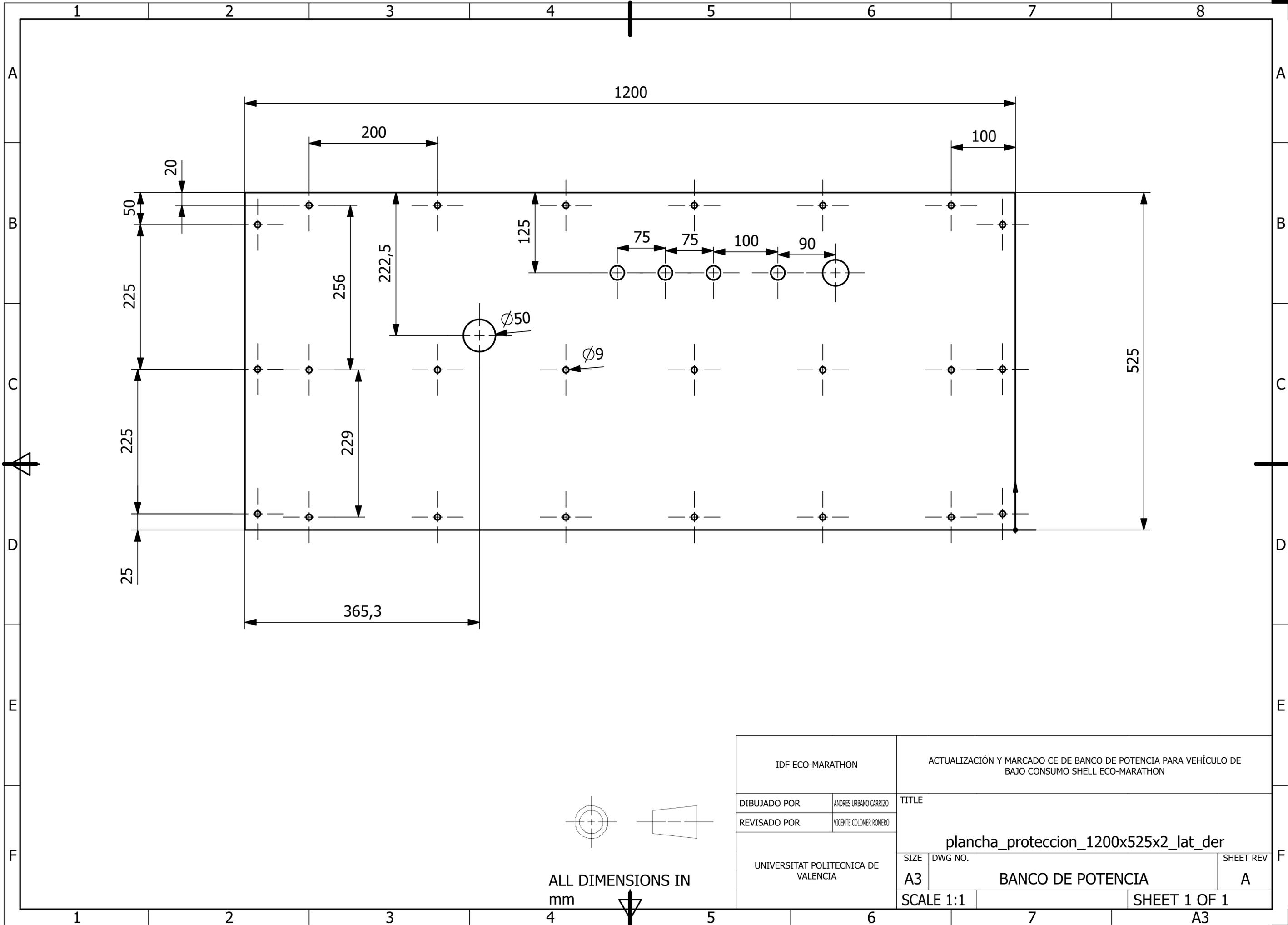
IDF ECO-MARATHON		ACTUALIZACIÓN Y MARCADO CE DE BANCO DE POTENCIA PARA VEHÍCULO DE BAJO CONSUMO SHELL ECO-MARATHON	
FECHA	05/07/2020	PIEZA	
DIBUJADO POR	ANDRES URBANO CARRIZO	plancha_proteccion_600x525x2_lado_del_dwg	
REVISADO POR	VICENTE COLOMER ROMERO	2	
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA		SIZE	DWG NO.
		A3	BANCO DE POTENCIA
		ESCALA 1:1	SHEET 1 OF 1
			A

A3



ALL DIMENSIONS IN mm

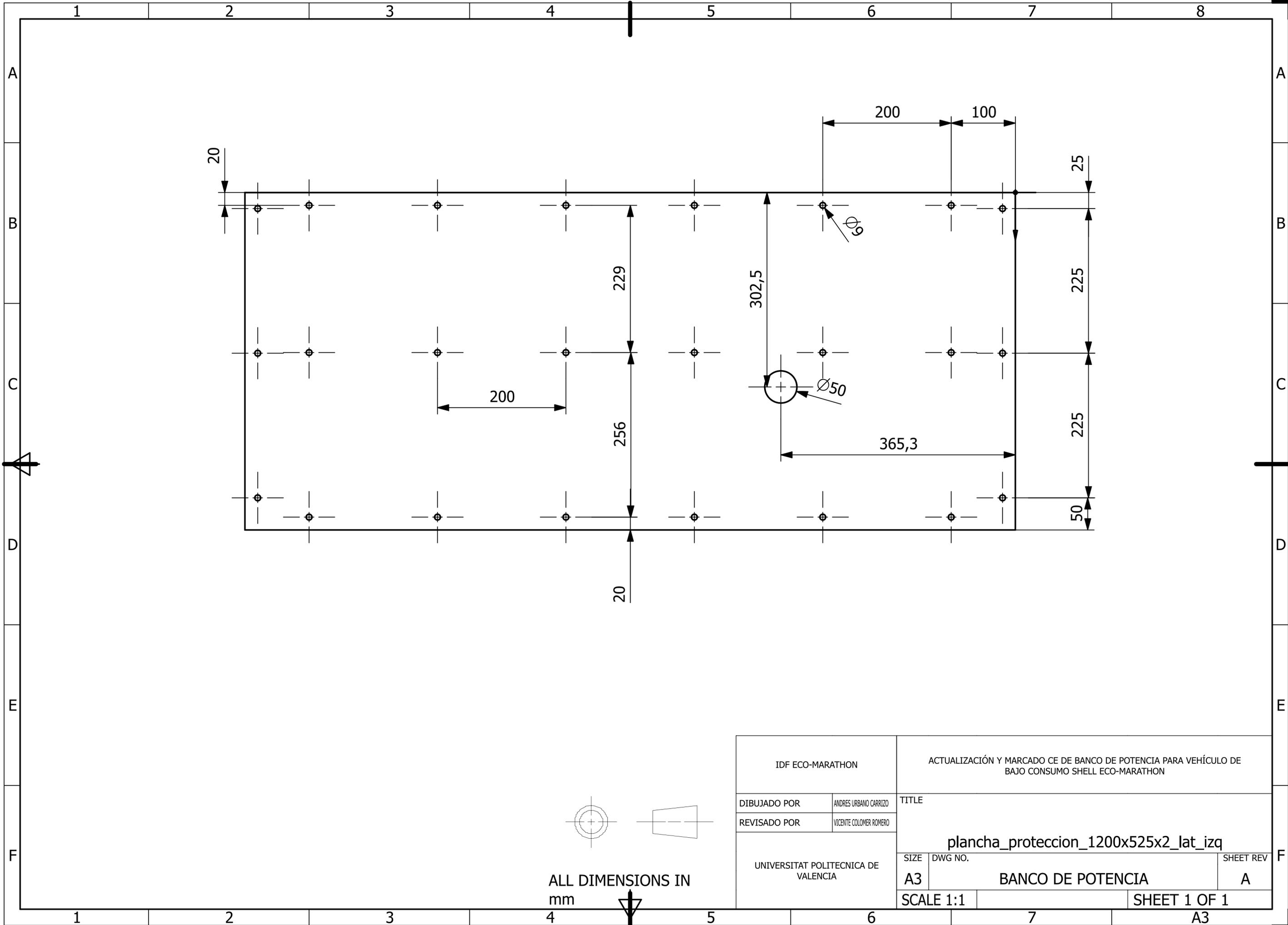
IDF ECO-MARATHON		ACTUALIZACIÓN Y MARCADO CE DE BANCO DE POTENCIA PARA VEHÍCULO DE BAJO CONSUMO SHELL ECO-MARATHON	
DIBUJADO POR	ANDRES URBANO CARRIZO	TITLE	
REVISADO POR	VICENTE COLOMER ROMERO	plancha_proteccion_600x525x2_lat_tras	
UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA		SIZE	DWG NO.
		A3	BANCO DE POTENCIA
SCALE 1:1		SHEET 1 OF 1	



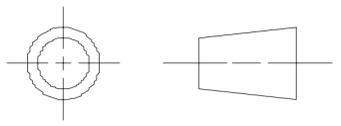
ALL DIMENSIONS IN  
mm

IDF ECO-MARATHON		ACTUALIZACIÓN Y MARCADO CE DE BANCO DE POTENCIA PARA VEHÍCULO DE BAJO CONSUMO SHELL ECO-MARATHON	
DIBUJADO POR	ANDRES URBANO CARRIZO	TITLE	
REVISADO POR	VICENTE COLOMER ROMERO	plancha_proteccion_1200x525x2_lat_der	
UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA		SIZE	DWG NO.
		A3	BANCO DE POTENCIA
SCALE 1:1		SHEET 1 OF 1	

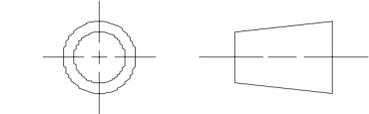
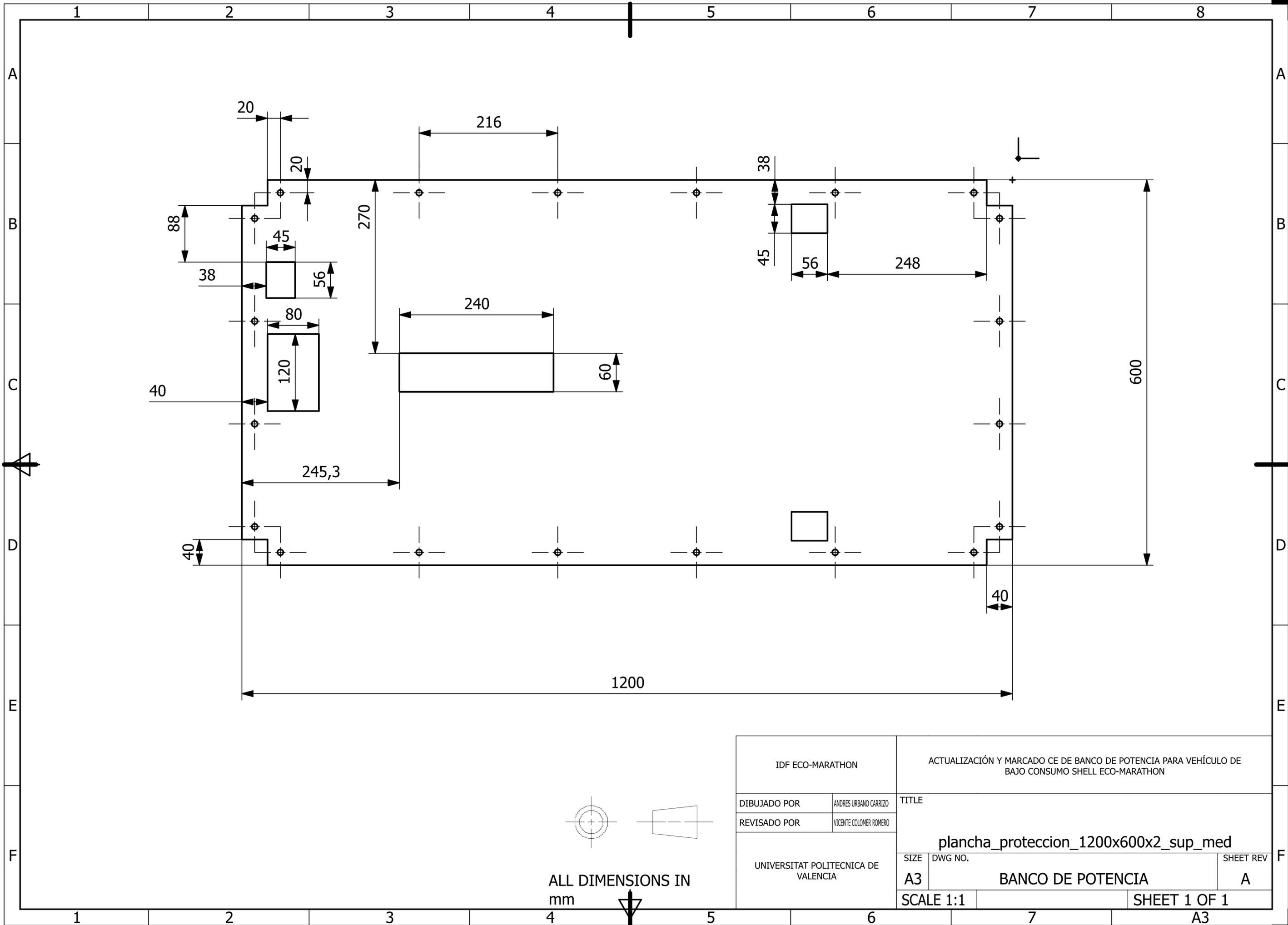
A3



ALL DIMENSIONS IN  
mm

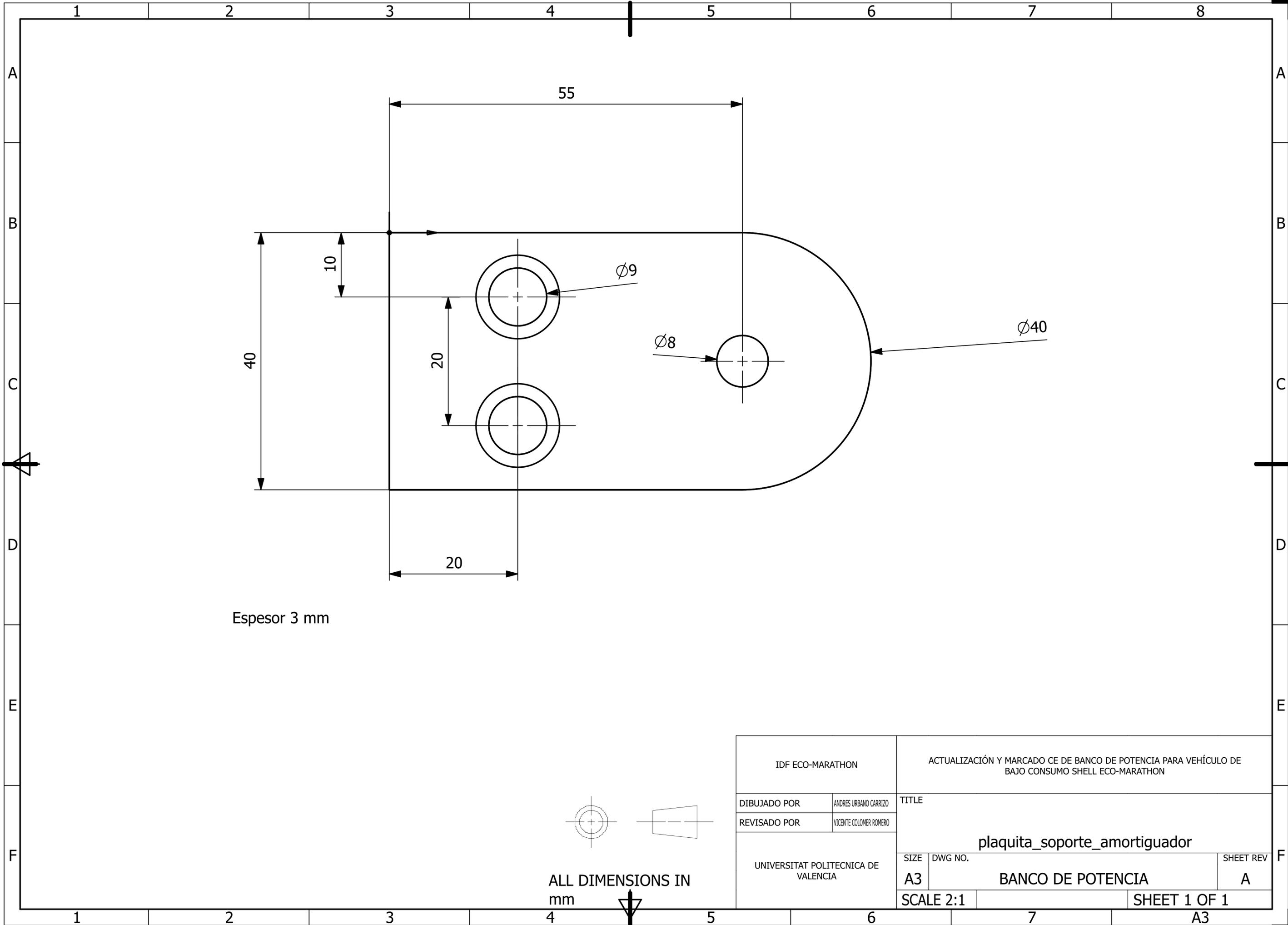


IDF ECO-MARATHON		ACTUALIZACIÓN Y MARCADO CE DE BANCO DE POTENCIA PARA VEHÍCULO DE BAJO CONSUMO SHELL ECO-MARATHON	
DIBUJADO POR	ANDRES URBANO CARRIZO	TITLE	
REVISADO POR	VICENTE COLOMER ROMERO	plancha_proteccion_1200x525x2_lat_izq	
UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA		SIZE	DWG NO.
		A3	BANCO DE POTENCIA
		SCALE 1:1	SHEET 1 OF 1
		SHEET REV A	



ALL DIMENSIONS IN  
mm

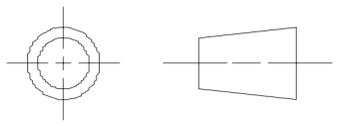
IDF ECO-MARATHON		ACTUALIZACIÓN Y MARCADO CE DE BANCO DE POTENCIA PARA VEHÍCULO DE BAJO CONSUMO SHELL ECO-MARATHON	
DIBUJADO POR	ANDRES URBANO CARRIZO	TITLE	
REVISADO POR	VICENTE COLOMER ROMERO	plancha_proteccion_1200x600x2_sup_med	
UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA		SIZE	DWG NO.
		A3	BANCO DE POTENCIA
		SCALE 1:1	SHEET 1 OF 1
		SHEET REV A	

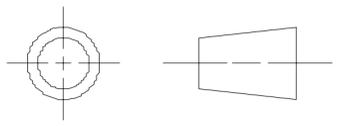
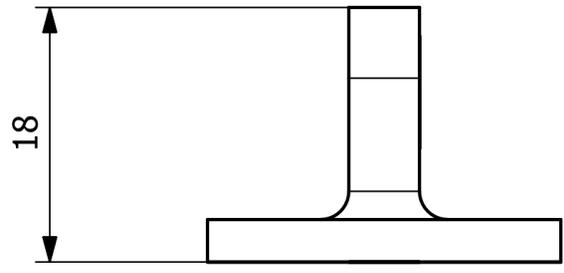
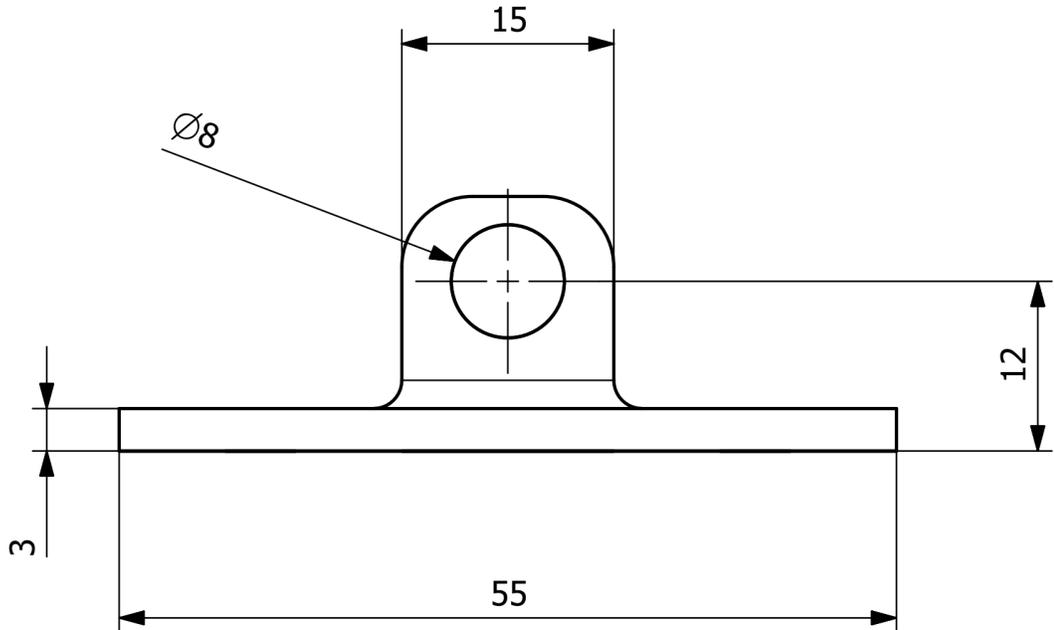
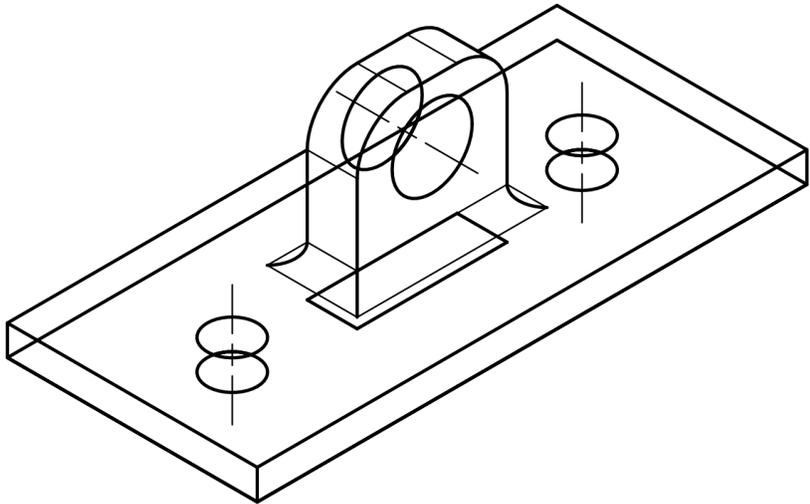
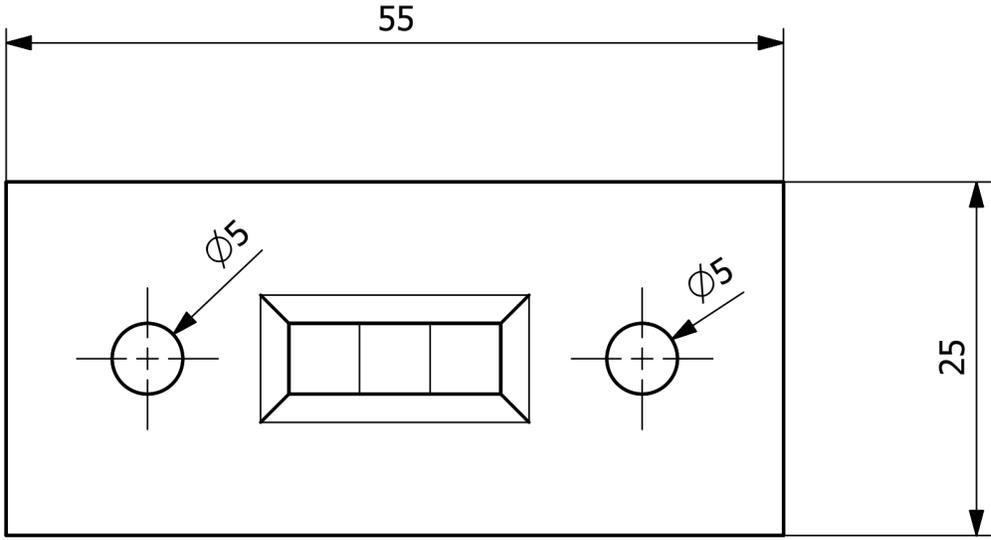
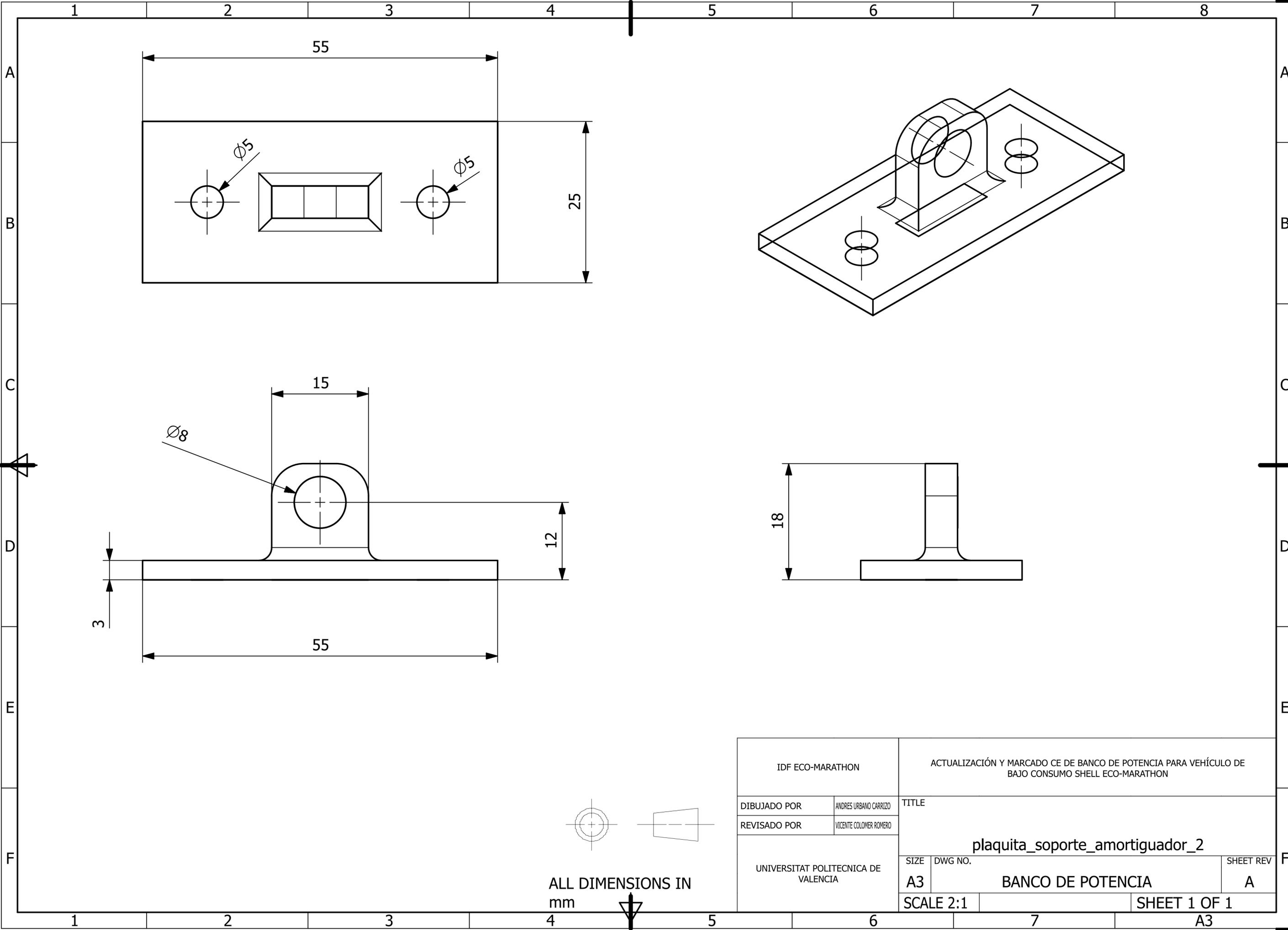


Espesor 3 mm

ALL DIMENSIONS IN mm

IDF ECO-MARATHON		ACTUALIZACIÓN Y MARCADO CE DE BANCO DE POTENCIA PARA VEHÍCULO DE BAJO CONSUMO SHELL ECO-MARATHON		
DIBUJADO POR	ANDRES URBANO CARRIZO	TITLE		
REVISADO POR	VICENTE COLOMER ROMERO	plaquita_soporte_amortiguador		
UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA		SIZE	DWG NO.	SHEET REV
		A3	BANCO DE POTENCIA	A
SCALE 2:1		SHEET 1 OF 1		

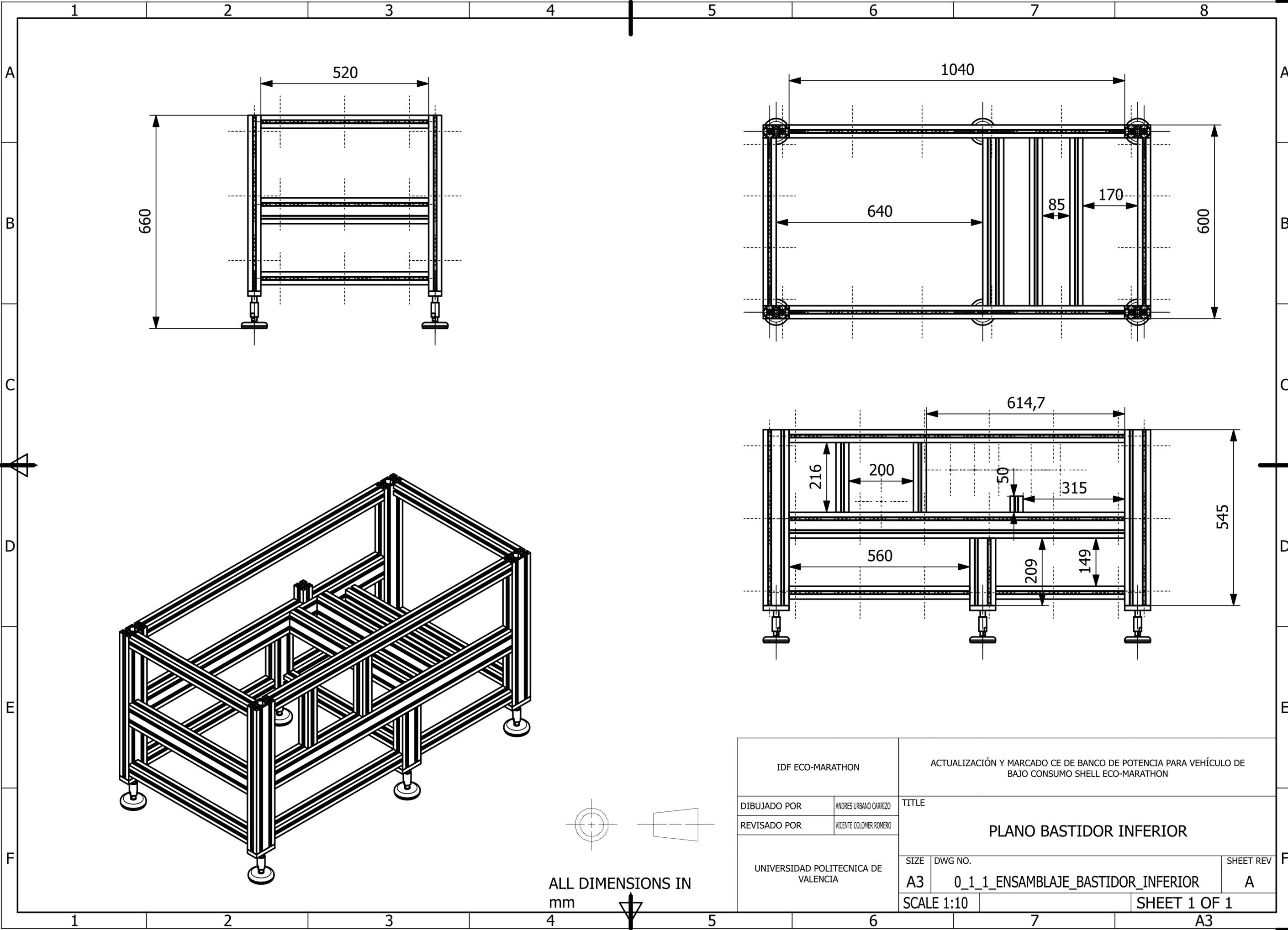




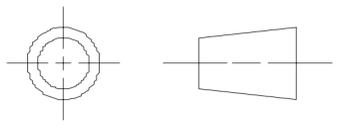
ALL DIMENSIONS IN mm

IDF ECO-MARATHON		ACTUALIZACIÓN Y MARCADO CE DE BANCO DE POTENCIA PARA VEHÍCULO DE BAJO CONSUMO SHELL ECO-MARATHON		
DIBUJADO POR	ANDRES URBANO CARRIZO	TITLE		
REVISADO POR	VICENTE COLOMER ROMERO	plaquita_soporte_amortiguador_2		
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA		SIZE	DWG NO.	SHEET REV
		A3	BANCO DE POTENCIA	A
		SCALE 2:1	SHEET 1 OF 1	

A3

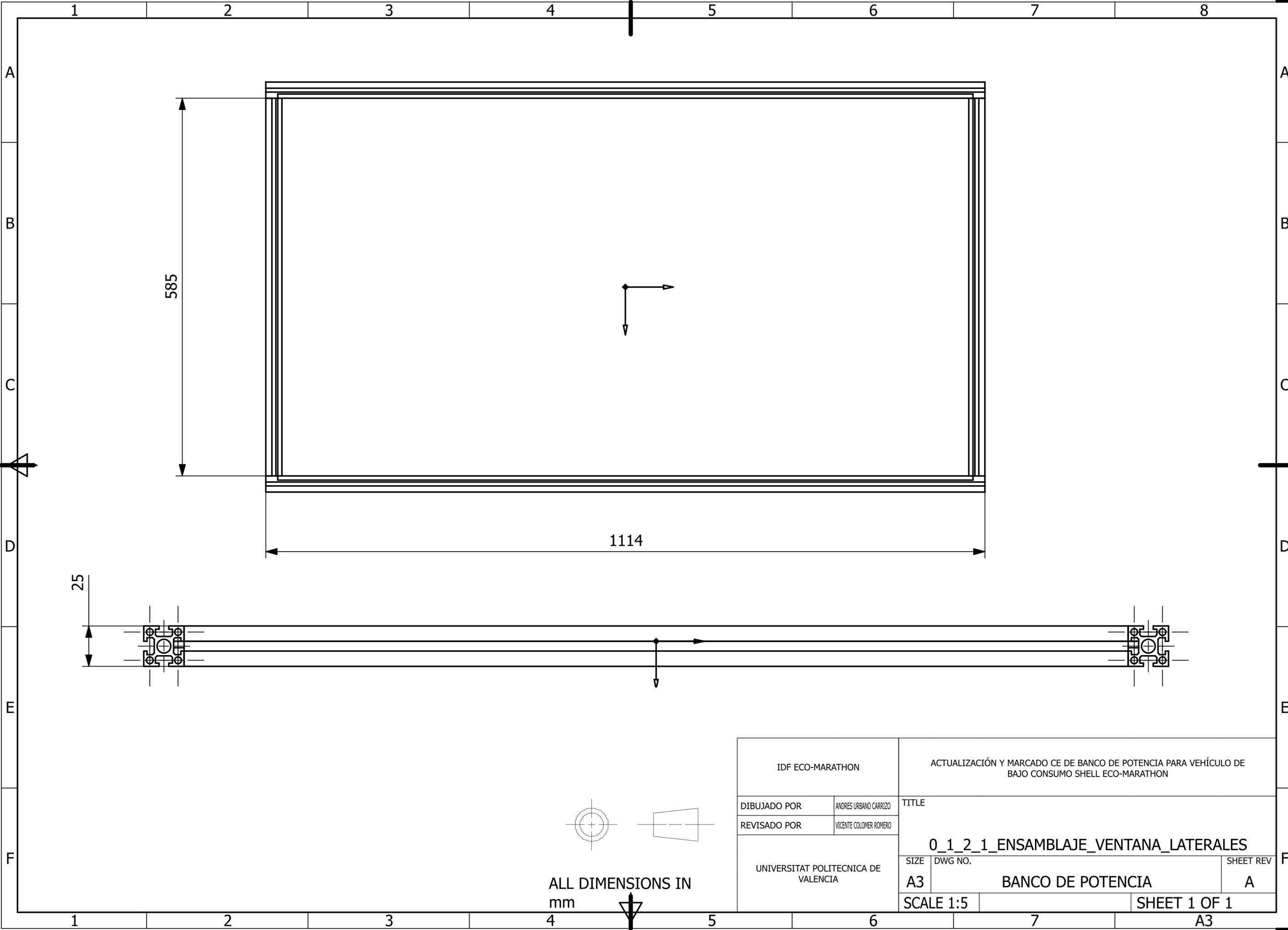


ALL DIMENSIONS IN mm



IDF ECO-MARATHON		ACTUALIZACIÓN Y MARCADO CE DE BANCO DE POTENCIA PARA VEHÍCULO DE BAJO CONSUMO SHELL ECO-MARATHON	
DIBUJADO POR	ANDRES URBANO CARRIZO	TITLE	
REVISADO POR	VICENTE COLOMER ROMERO	PLANO BASTIDOR INFERIOR	
UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		SIZE	DWG NO.
		A3	0_1_1_ENSAMBLAJE_BASTIDOR_INFERIOR
		SCALE 1:10	SHEET 1 OF 1
		A3	

SHEET REV  
A



25

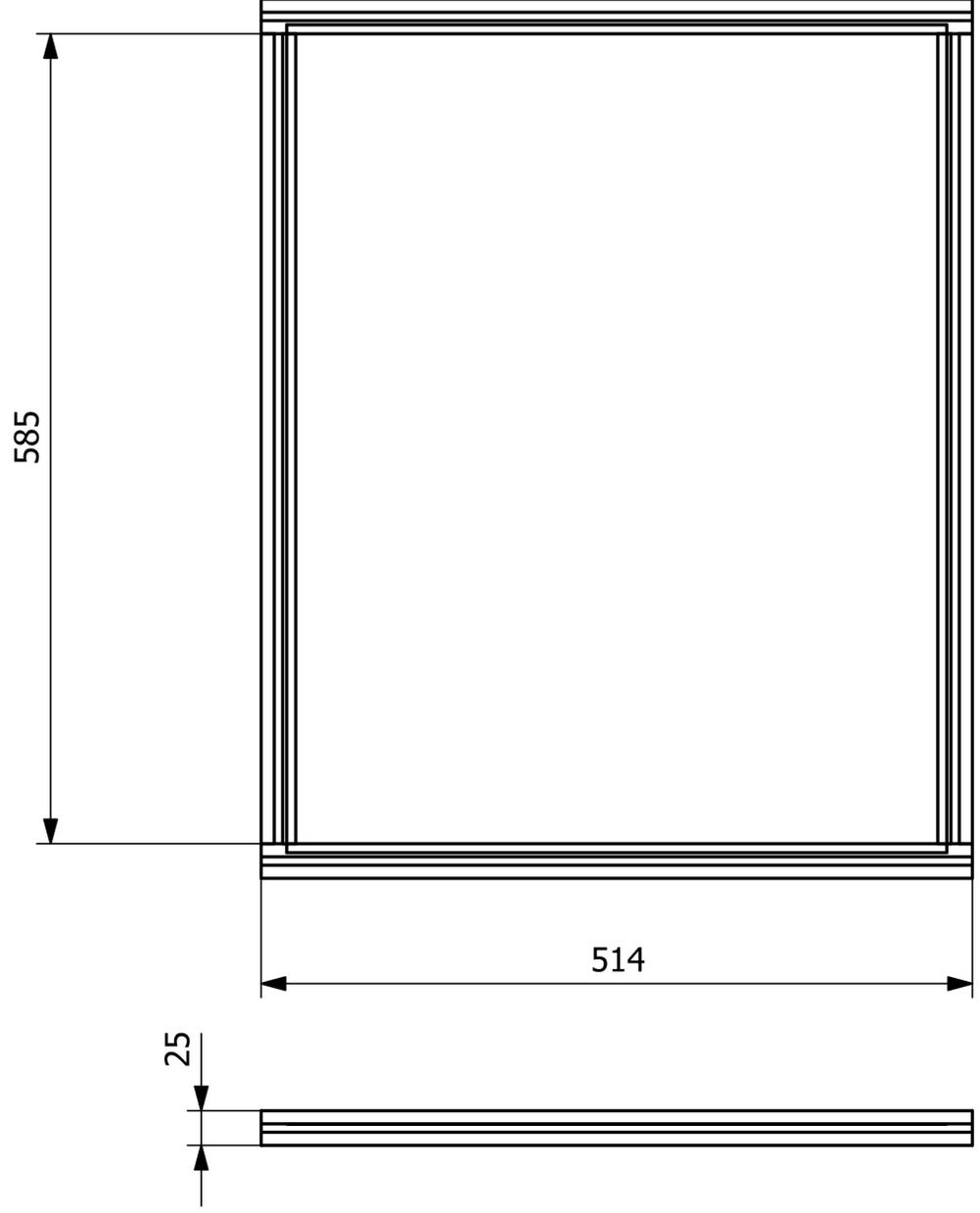
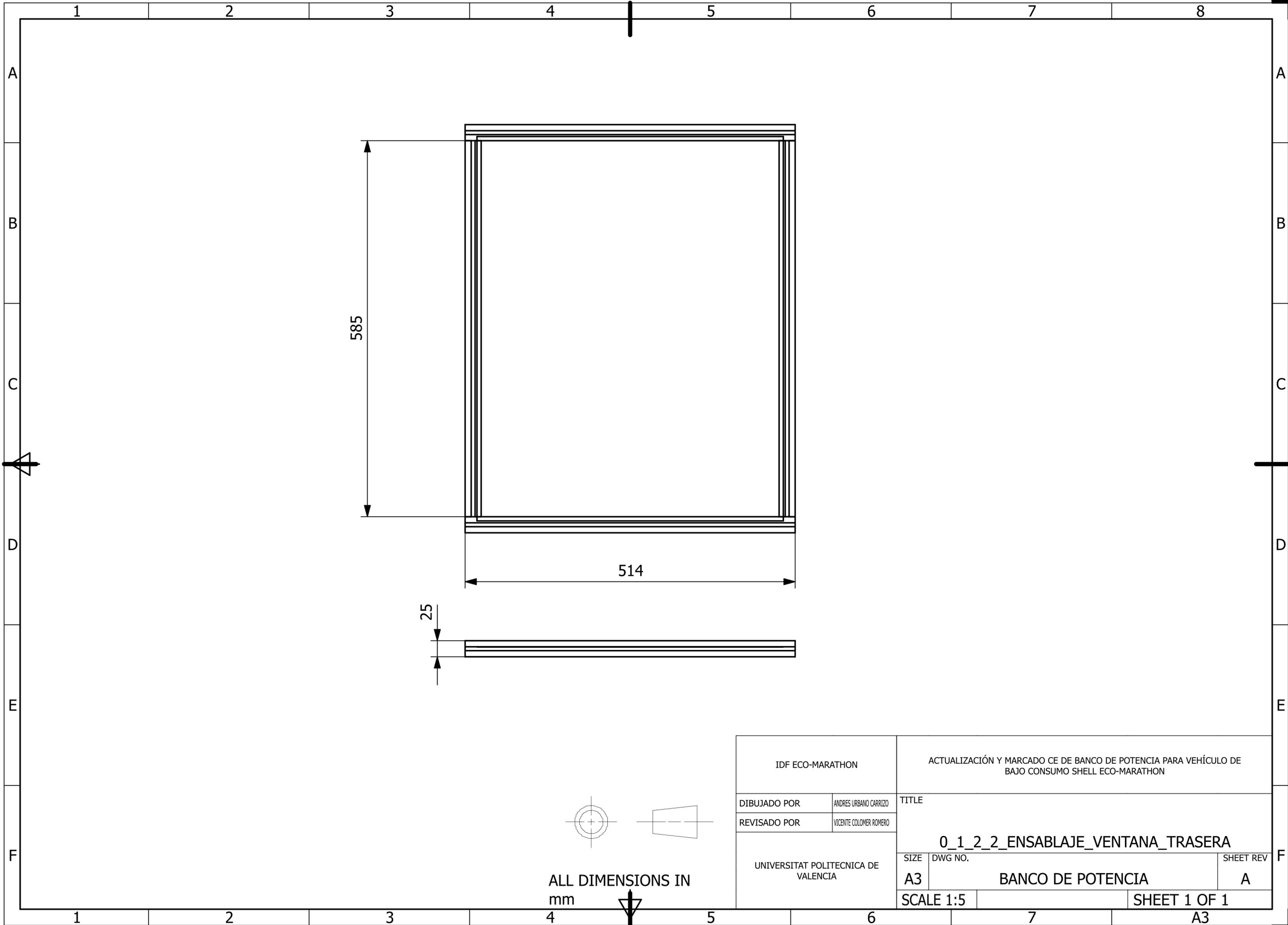
585

1114

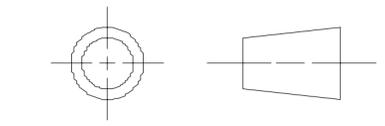
ALL DIMENSIONS IN  
mm

IDF ECO-MARATHON		ACTUALIZACIÓN Y MARCADO CE DE BANCO DE POTENCIA PARA VEHÍCULO DE BAJO CONSUMO SHELL ECO-MARATHON	
DIBUJADO POR	ANDRES URBANO CARRIZO	TITLE	
REVISADO POR	VICENTE COLOMER ROMERO	0_1_2_1_ENSAMBLAJE_VENTANA_LATERALES	
UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA		SIZE	DWG NO.
		A3	BANCO DE POTENCIA
		SHEET REV	
		A	
		SCALE 1:5	SHEET 1 OF 1

A3



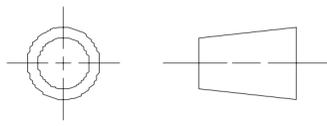
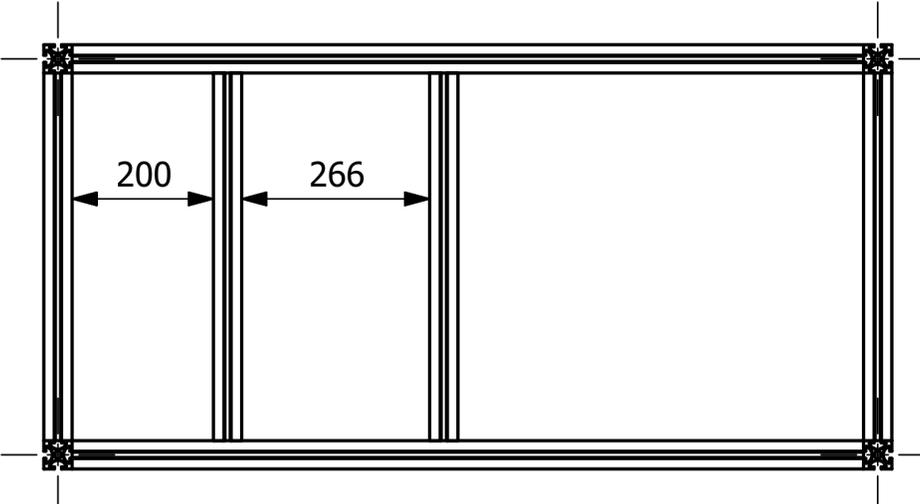
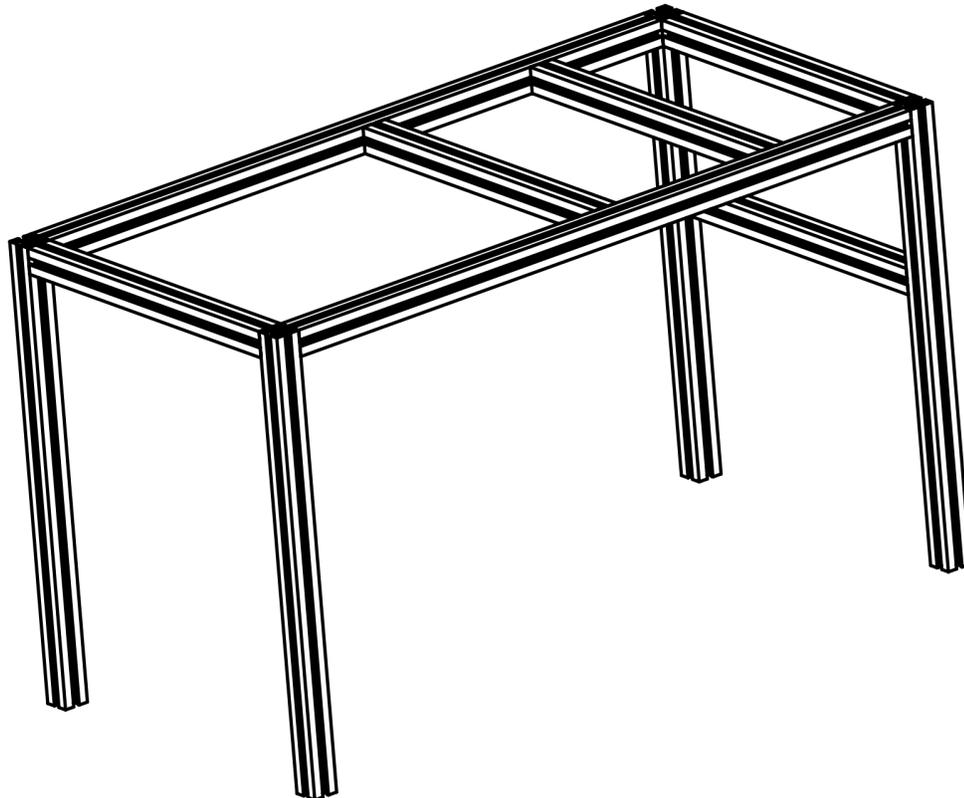
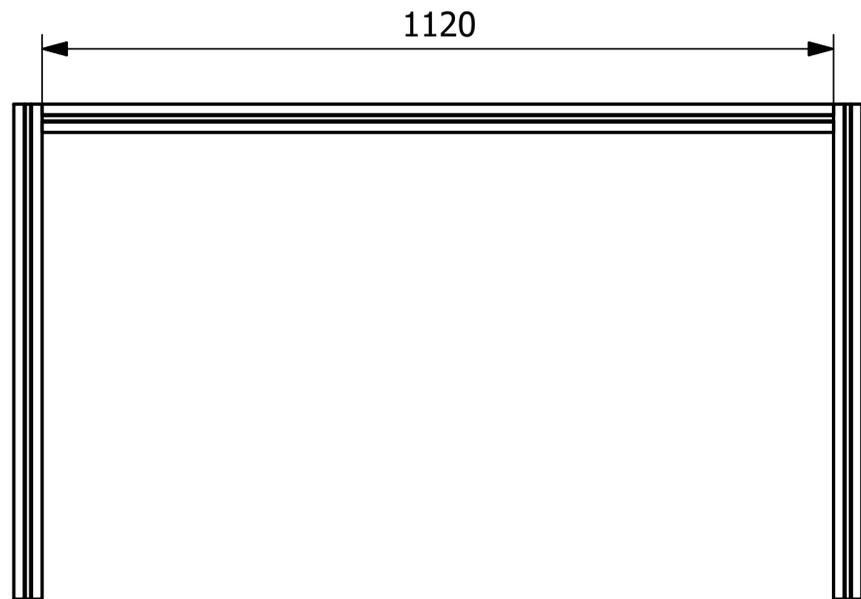
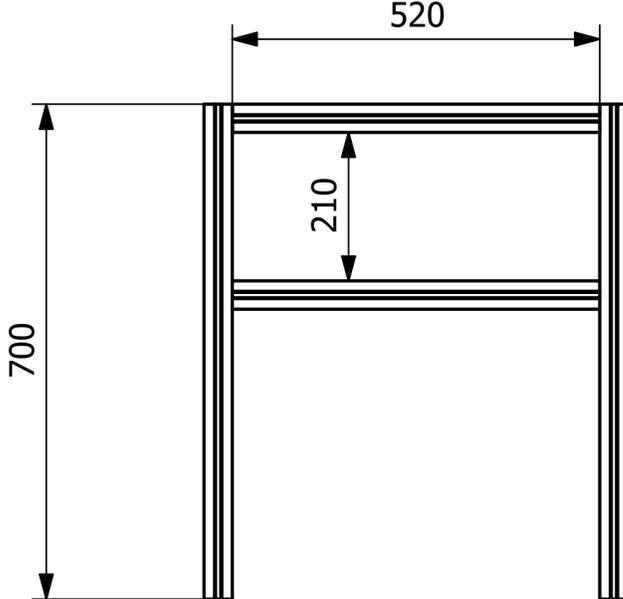
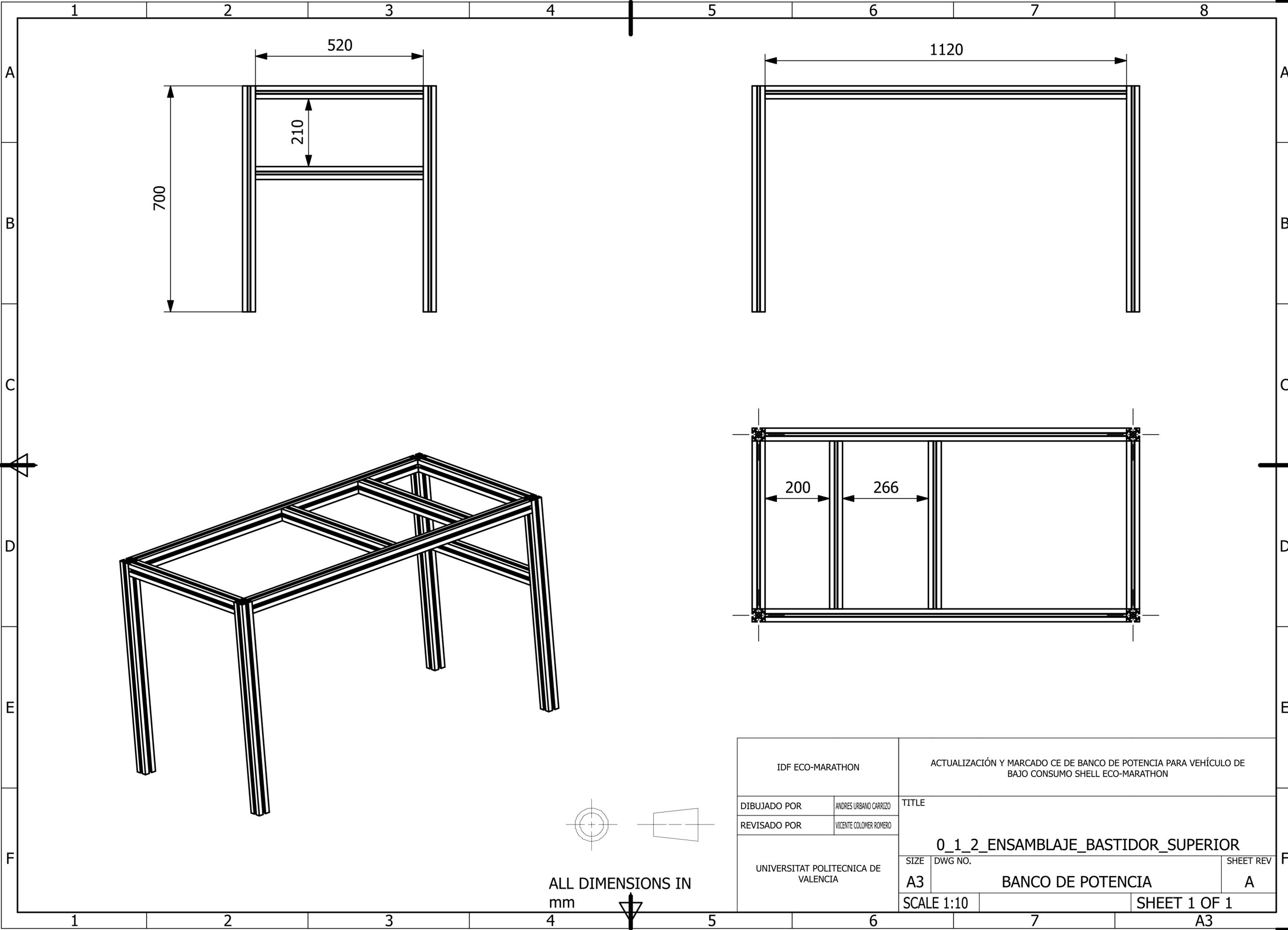
1	2	3	4	5	6	7	8
A							A
B							B
C							C
D							D
E							E
F							F



ALL DIMENSIONS IN  
mm

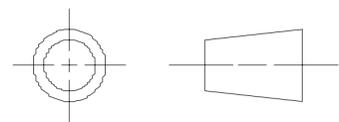
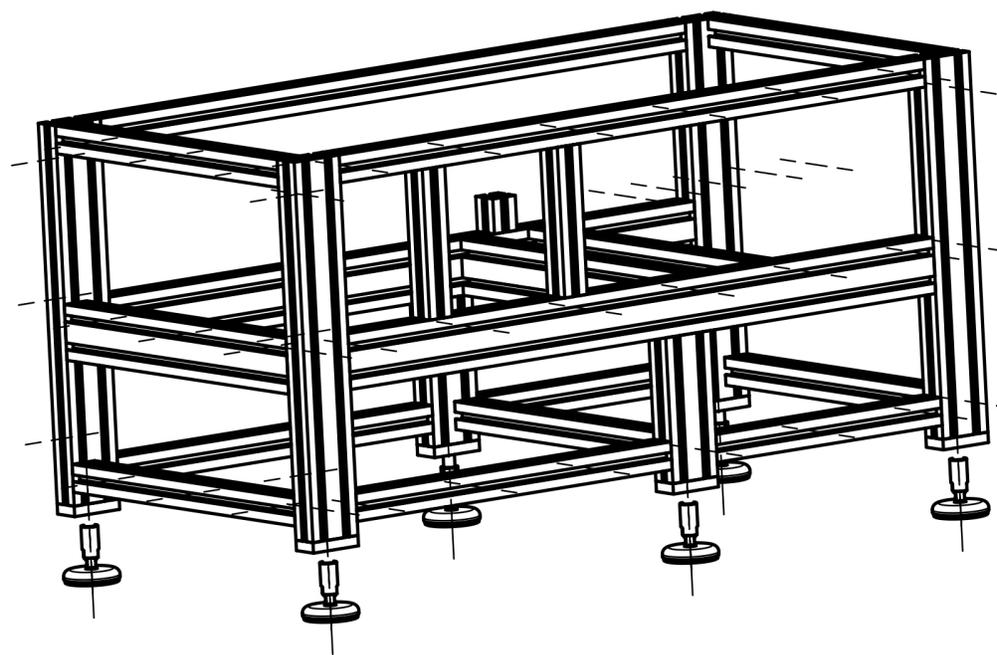
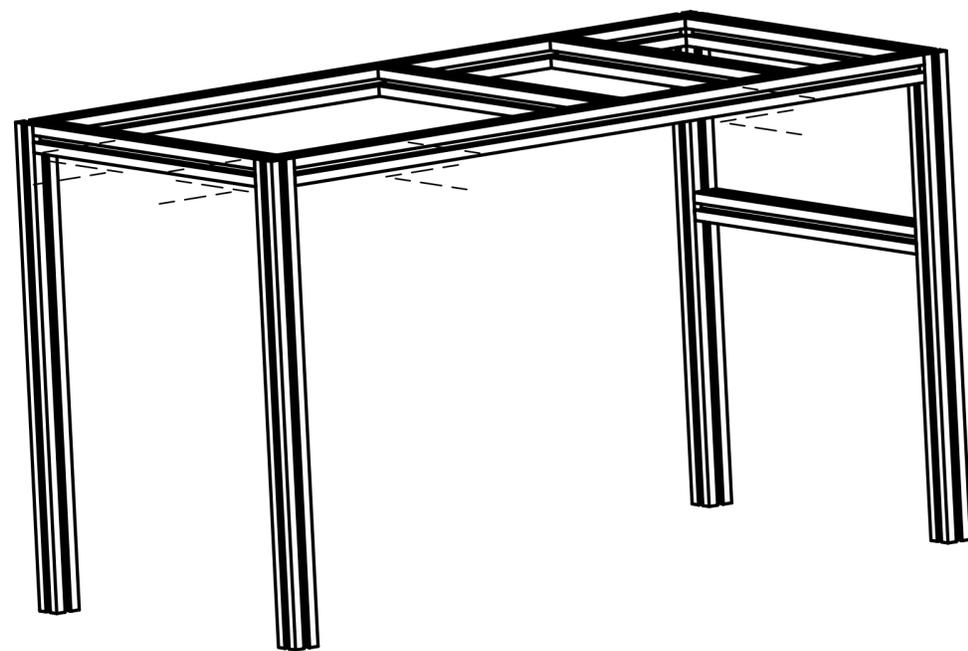
IDF ECO-MARATHON		ACTUALIZACIÓN Y MARCADO CE DE BANCO DE POTENCIA PARA VEHÍCULO DE BAJO CONSUMO SHELL ECO-MARATHON		
DIBUJADO POR	ANDRES URBANO CARRIZO	TITLE		
REVISADO POR	VICENTE COLOMER ROMERO	0_1_2_2_ENSABLAJE_VENTANA_TRASERA		
UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA		SIZE	DWG NO.	SHEET REV
		A3	BANCO DE POTENCIA	A
		SCALE 1:5	SHEET 1 OF 1	

A3



ALL DIMENSIONS IN  
mm

IDF ECO-MARATHON		ACTUALIZACIÓN Y MARCADO CE DE BANCO DE POTENCIA PARA VEHÍCULO DE BAJO CONSUMO SHELL ECO-MARATHON	
DIBUJADO POR	ANDRES URBANO CARRIZO	TITLE	
REVISADO POR	VICENTE COLOMER ROMERO	0_1_2_ENSAMBLAJE_BASTIDOR_SUPERIOR	
UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA		SIZE	DWG NO.
		A3	BANCO DE POTENCIA
		SCALE 1:10	SHEET 1 OF 1
		A	



ALL DIMENSIONS IN  
mm

IDF ECO-MARATHON		ACTUALIZACIÓN Y MARCADO CE DE BANCO DE POTENCIA PARA VEHÍCULO DE BAJO CONSUMO SHELL ECO-MARATHON		
DIBUJADO POR	ANDRES URBANO CARRIZO	TITLE		
REVISADO POR	VICENTE COLOMER ROMERO	0_1_ENSAMBLAJE_BASTIDOR		
UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA		SIZE	DWG NO.	SHEET REV
		A3	BANCO DE POTENCIA	A
		SCALE 1:10	SHEET 1 OF 1	

1

2

3

4

5

6

7

8

A

B

C

D

E

F

A

B

C

D

E

F

1

2

3

4

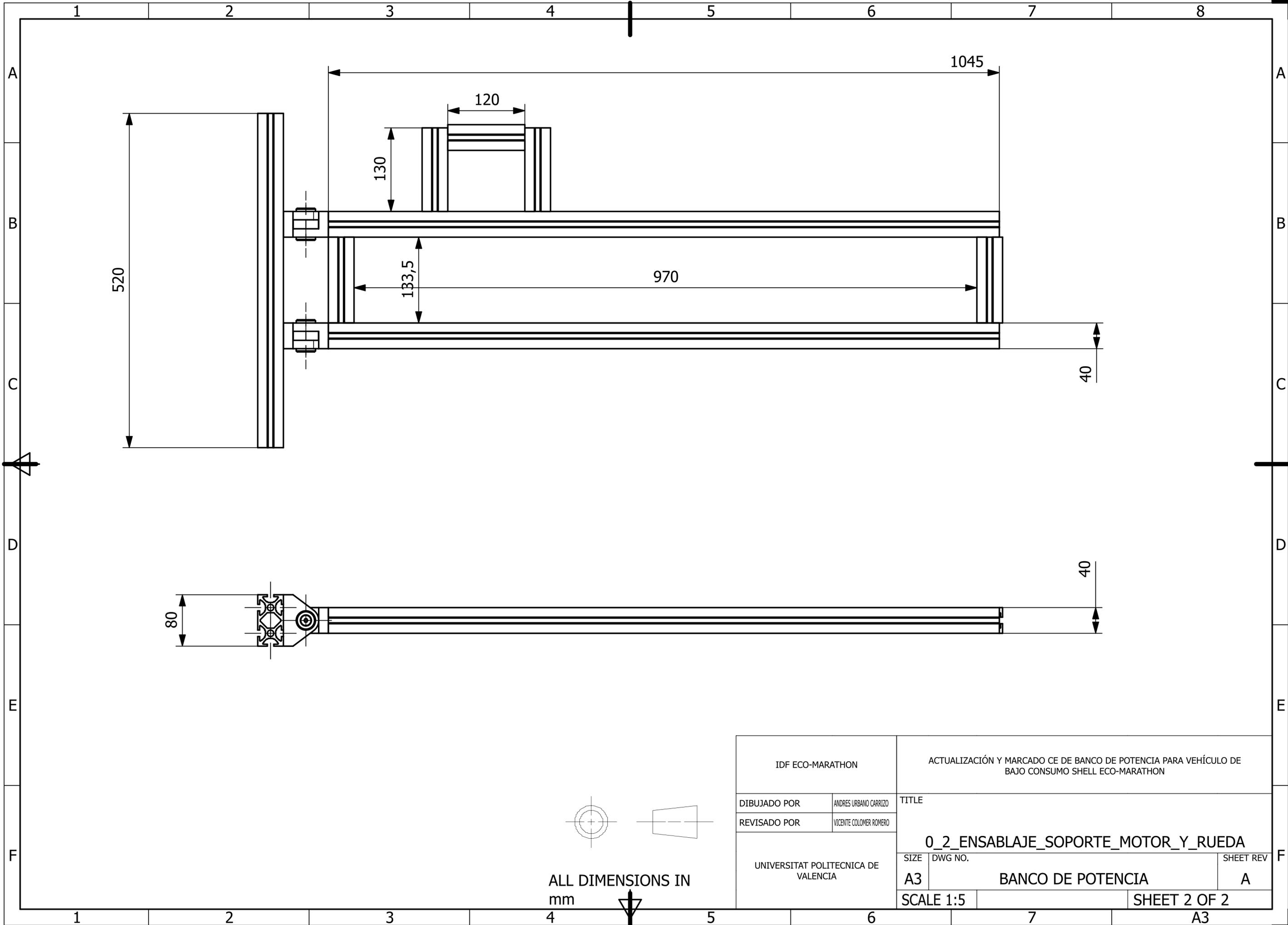
5

6

7

8

A3



520

1045

120

130

970

133,5

40

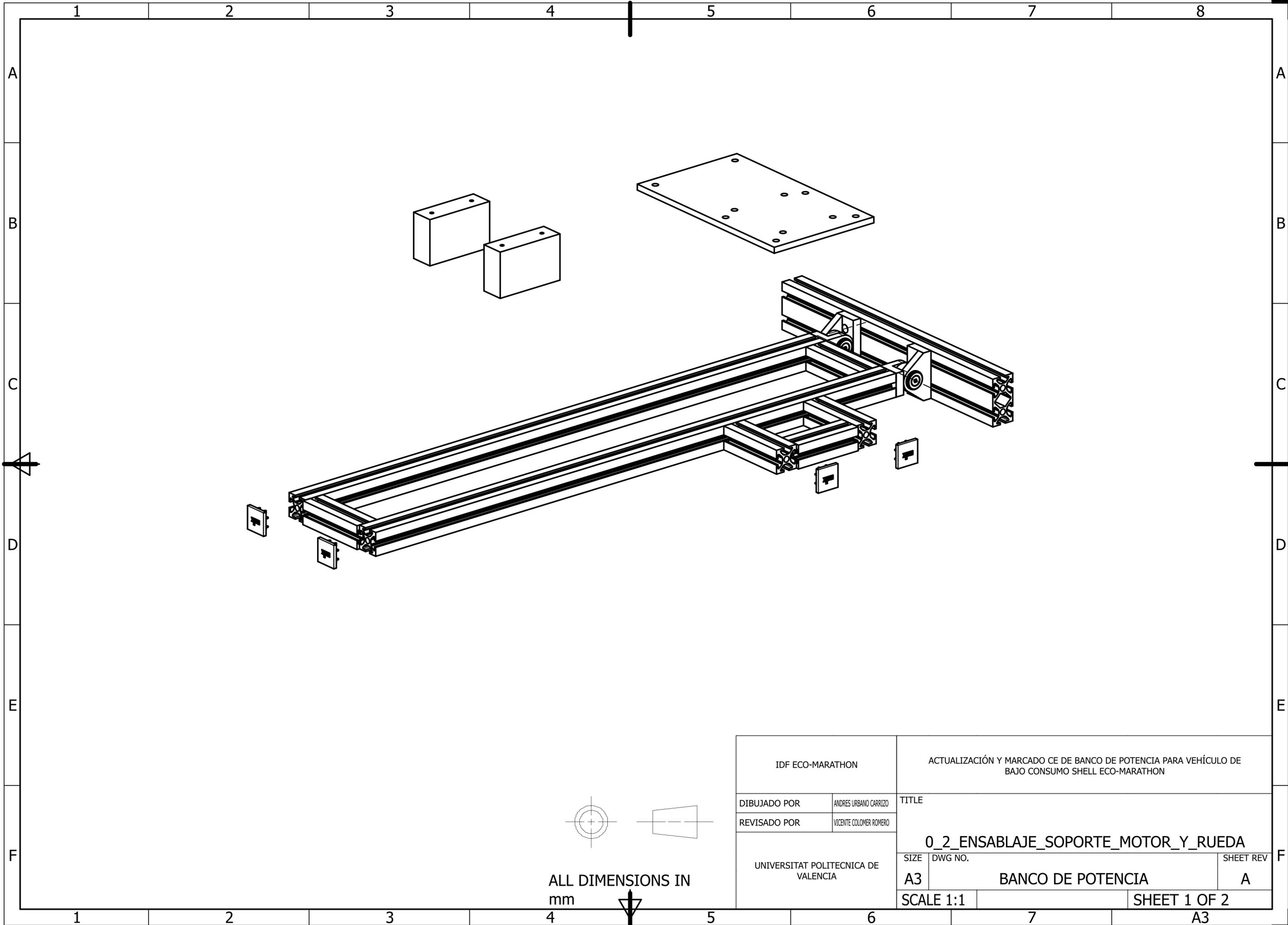
40

80

ALL DIMENSIONS IN  
mm

IDF ECO-MARATHON		ACTUALIZACIÓN Y MARCADO CE DE BANCO DE POTENCIA PARA VEHÍCULO DE BAJO CONSUMO SHELL ECO-MARATHON	
DIBUJADO POR	ANDRES URBANO CARRIZO	TITLE	
REVISADO POR	VICENTE COLOMER ROMERO	0_2_ENSABLAJE_SOPORTE_MOTOR_Y_RUEDA	
UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA		SIZE	DWG NO.
		A3	BANCO DE POTENCIA
		SCALE 1:5	SHEET 2 OF 2
		A	

A3

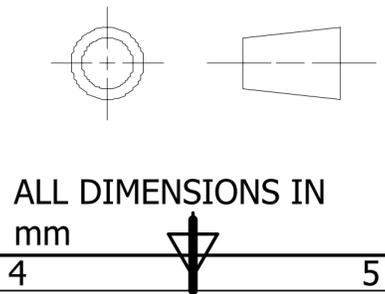
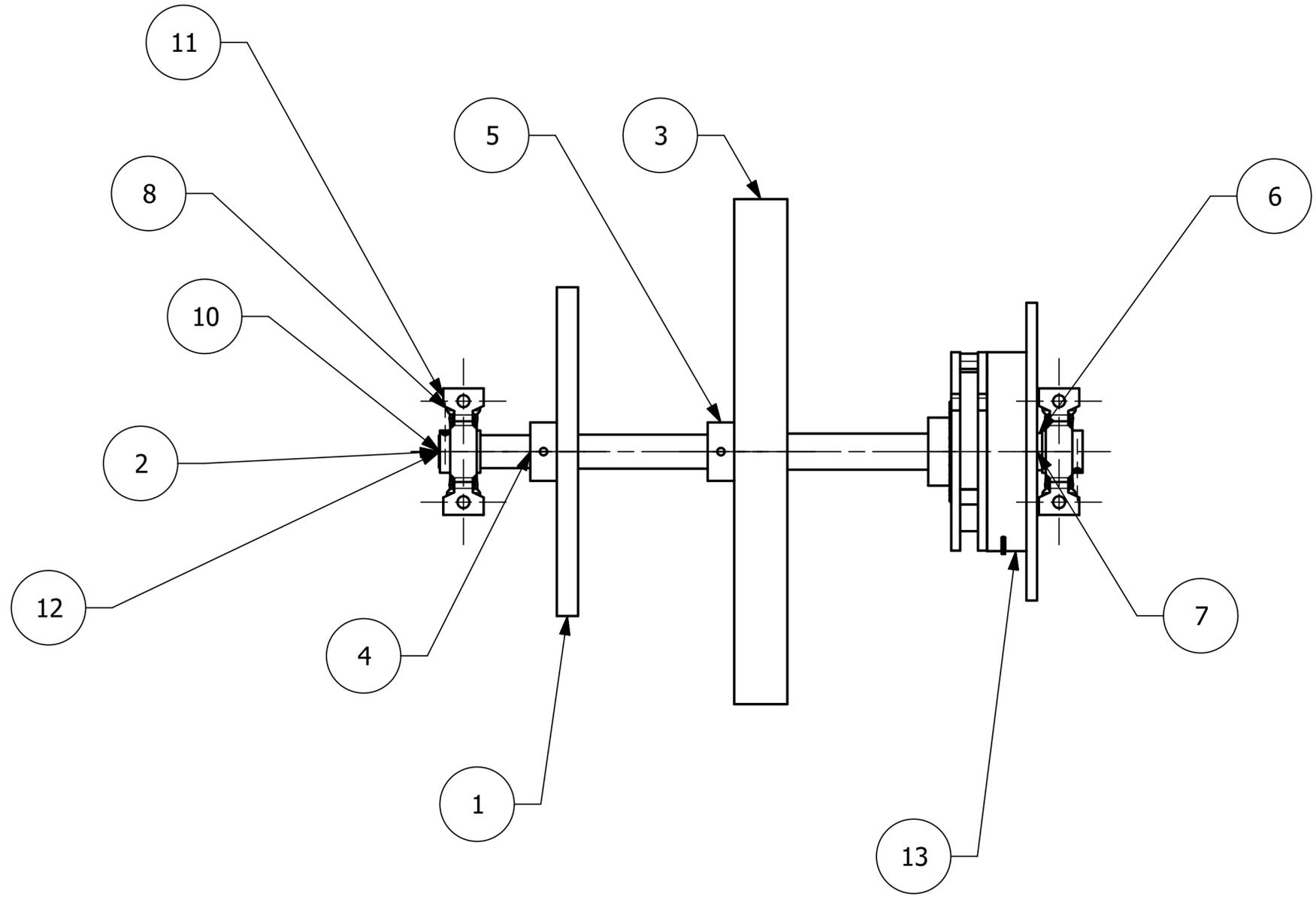


ALL DIMENSIONS IN  
mm

IDF ECO-MARATHON		ACTUALIZACIÓN Y MARCADO CE DE BANCO DE POTENCIA PARA VEHÍCULO DE BAJO CONSUMO SHELL ECO-MARATHON	
DIBUJADO POR	ANDRES URBANO CARRIZO	TITLE	
REVISADO POR	VICENTE COLOMER ROMERO	0_2_ENSABLAJE_SOPORTE_MOTOR_Y_RUEDA	
UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA		SIZE	DWG NO.
		A3	BANCO DE POTENCIA
		SCALE 1:1	SHEET 1 OF 2
		A3	

SHEET REV  
A

13	TSEB-736-24-M32-S EPACINC_STP	1
12	P_30_TFP_30_TF	2
11	HOUSINGP_62_HO USING	2
10	YAR2062F3971030 02206	2
9	3062381181619525	18
8	HOUSING2P_62_H OUSING_ARC	2
7	PLACA_SOPORTE_F RENO_EN_EJE_RUE DA_ALUMINIO	1
6	CASQUILLO_FRENO_ A_RODAMIENTO_EJ E_RUEDA_ALUMINI O	1
5	CIERRE_RUEDA_AL UMINIO	1
4	CIERRE_POLEA_EJE _RUEDA	1
3	RUEDA_ALUMINIO	1
2	EJE_RUEDA_ALUMI NIO	1
1	POLEA_GRANDE	1
PC NO	PART NAME	QTY



ALL DIMENSIONS IN  
mm

IDF ECO-MARATHON		ACTUALIZACIÓN Y MARCADO CE DE BANCO DE POTENCIA PARA VEHÍCULO DE BAJO CONSUMO SHELL ECO-MARATHON		
DIBUJADO POR	ANDRES URBANO CARRIZO	TITLE		
REVISADO POR	VICENTE COLOMER ROMERO	0_4_ENSAMBLAJE_EJE_TRASERO		
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA		SIZE	DWG NO.	SHEET REV
		A3	BANCO DE POTENCIA	A
SCALE 1:5		SHEET 1 OF 1		



## 12.2. MANUAL DE INSTRUCCIONES.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



# MANUAL DE INSTRUCCIONES



PARA LA INSTALACIÓN,  
UTILIZACIÓN Y CONSERVACIÓN.

**Banco de Potencia**

Este manual está destinado al personal responsable de la instalación,  
utilización y conservación de este material.

# INDICE

<b>1. INTRODUCCION.....</b>	<b>4</b>
1.1. ADVERTENCIAS.....	4
1.2. IDENTIFICACION DE LA MAQUINA .....	5
1.3. MARCADO.....	6
<b>2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS. ....</b>	<b>7</b>
2.1. DESCRIPCION DE LA MAQUINA.....	7
2.2. ESPECIFICACIONES TENICAS DE LA MAQUINAS.....	7
<b>3. INSTALACIÓN.....</b>	<b>8</b>
3.1. PREPARACIONES PREVIAS.....	8
3.1.1. ESPACIO MÍNIMO .....	8
3.1.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	8
3.1.3. UBICACIÓN DE LA MÁQUINA .....	8
3.2. TRANSPORTE DE LA MAQUINA .....	8
3.2.1. DESMONTAJE DE LA MAQUINA .....	9
3.2.2. CARGA Y DESCARGA DE LA MAQUINA .....	10
3.3. CONDICIONES DEL LUGAR DE TRABAJO.....	10
3.3.1. ILUMINACIÓN .....	10
3.3.2. TEMPERATURA Y HUMEDAD.....	10
3.3.3. RUIDO Y VIBRACIONES.....	10
3.4. PUESTA EN SERVICIO DE LA MÁQUINA.....	11
3.4.1. PREPARACIÓN DE LA MÁQUINA.....	11
<b>4. USO DE LA MAQUINA. ....</b>	<b>12</b>
4.1. PUESTOS Y ESTACIONES DE TRABAJO.....	12
4.2. FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA .....	12
4.2.1. DESCRIPCIÓN BÁSICA DE LA MANIOBRA DE LA MÁQUINA.....	12
4.3. CONDICIONES PREVISTAS DE UTILIZACIÓN .....	13
4.3.1. USO NORMAL O PREVISTO.....	13
4.3.2. USO DISTINTO .....	13
4.3.3. USO ANORMAL.....	14
4.4. LA PUESTA EN MARCHA.....	14
4.4.1. PUESTA EN MARCHA INICIAL CADA JORNADA .....	14
4.4.2. REPOSICIÓN DEL SERVICIO .....	14
4.5. INSTRUCCIONES DE APRENDIZAJE.....	15
4.6. VIGILANCIA DEL PROCESO.....	15
4.6.1. DETECCIÓN DE ANOMALÍAS .....	15
4.6.2. DISPOSITIVOS DE PARADA .....	16
<b>5. MANTENIMIENTO. ....</b>	<b>17</b>
5.1. PERIODOS DE MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA .....	17
5.1.1. SEMESTRALMENTE.....	17
5.2. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO FUNDAMENTALES.....	18
5.2.1. LIMPIEZA DE LOS RODAMIENTOS.....	18
5.2.2. INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS RODAMIENTOS .....	18
5.2.3. APRIETE DE LOS TORNILLOS .....	19
5.3. GRASAS.....	19

5.3.1. GRASAS DE USO GENERAL.....	19
<b>6. SEGURIDAD.....</b>	<b>21</b>
6.1. INTRODUCCIÓN.....	21
6.2. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y DE LAS SITUACIONES Y ZONAS PELIGROSAS ESPECÍFICAS DE LA MÁQUINA.....	22
6.3. MEDIDAS DE SEGURIDAD IMPLANTADAS.....	23
6.3.1. Frente al peligro de aplastamiento y cizallamiento:.....	23
6.3.2. Frente a la proyección de fluido a presión:.....	23
6.3.3. Peligro de impacto.....	23
6.3.4. Peligro térmico.....	23
6.3.5. Peligro eléctrico.....	23
<b>7. ESQUEMAS.....</b>	<b>24</b>
7.1. ESQUEMAS ELECTRICOS.....	24

# **1. INTRODUCCION.**

## **1.1. ADVERTENCIAS.**

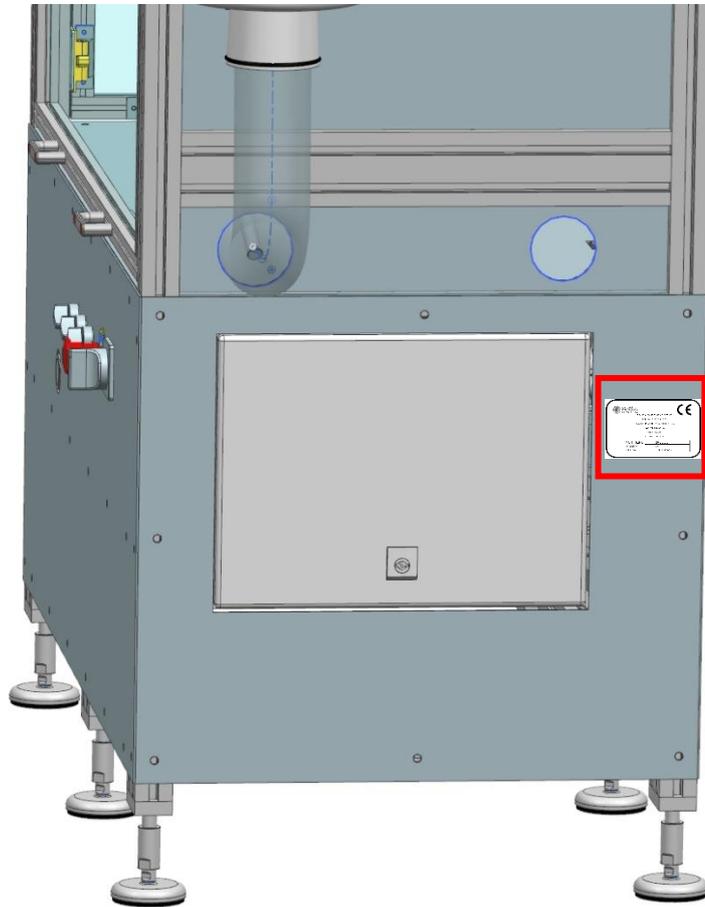
- El presente constituye parte esencial de la máquina y por lo tanto deben conservarlo.
- Antes de poner en marcha la máquina se deberán leer con atención las indicaciones correspondientes acerca de la seguridad en el uso de la maquinaria y su mantenimiento.
- La máquina debe destinarse sólo al uso para la cual fue fabricada. Cualquier otro uso podría ser peligroso por lo que el constructor no podrá ser considerado como responsable de los daños causados.
- Cualquier intervención o modificación que altere la estructura, los componentes y el circuito eléctricos o el ciclo de funcionamiento debe ser efectuada (o en su defecto autorizada por escrito) por la empresa constructora. La empresa en ningún caso se responsabilizará de los daños derivados de una manipulación no autorizada de la maquinaria.
- La sustitución de piezas, elementos o equipos siempre se corresponderá con los originales. En caso contrario, la empresa constructora no se responsabilizará de las posibles consecuencias.
- Cualquier manipulación o modificación de las protecciones mecánicas o eléctricas de la máquina puede dar lugar a accidentes graves. La empresa en ningún caso se hará responsable de las consecuencias derivadas de la misma.
- La manipulación del número de serie que aparece en la placa de identificación o en el chasis de la máquina anula la garantía y libera a la empresa constructora de cualquier responsabilidad u obligación contractual.

---

Queda totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este manual sin el consentimiento de la empresa. La empresa se reserva el derecho de modificar las ilustraciones, características técnicas y las instrucciones de manejo, que se hayan hecho necesarias para mejorar la máquina.

## 1.2. IDENTIFICACION DE LA MAQUINA

La placa de identificación de la máquina está fijada en el lateral delantero de la máquina.



### 1.3. MARCADO.

Esta máquina posee la declaración de CE conformidad de la empresa, y por la misma, la empresa declara que la maquina comercializada satisface todos los requisitos esenciales de salud y seguridad, y que cumple con los requisitos esenciales de la Directiva Europea de Máquinas 98/37/CE. De acuerdo con dicho marcado, los datos.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR

DEL CAMPUS DE ALCOY

PLAZA FERRANDIZ Y CARBONELL S/N

TELS. 966 52 84 00

03801 ALCOY

ALICANTE - ESPAÑA



NUM. SERIE

IDF-000001

MODELO

M-01

FECHA

05/07/2020

## **2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.**

### **2.1. DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA.**

Un banco de potencia es una herramienta característica de los laboratorios de ensayo y desarrollo de motores, talleres de modificación de mapas de motor, y centros de investigación para la competición automovilística. Mediante el uso de estos, se consigue ajustar los motores térmicos de combustión interna en sus parámetros para alcanzar el máximo par y potencia, tanto a altos consumos, para el caso de competiciones de velocidad, así como a mínimo consumo, como es el caso de lo buscado por todos los competidores de la competición Shell Eco-Marathon desde el año 1985.

La función principal de esta herramienta es la de determinar los parámetros de funcionamiento, así como la potencia y par, a los distintos regímenes de giro de forma gráfica y numérica.

### **2.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA MÁQUINA.**

En este apartado se determinan las especificaciones de la maquinaria. Cualquier utilización de esta fuera de los rangos de indicados, constituyen un uso anormal de la misma.

<b>Longitud</b>	1200
<b>Anchura</b>	600
<b>Altura transporte</b>	1350
<b>Masa aprox.</b>	130 kg
<b>Tensión de alimentación</b>	230 V 50Hz
<b>Potencia total instalada</b>	300W

### **3. INSTALACIÓN.**

#### **3.1. PREPARACIONES PREVIAS**

##### **3.1.1. ESPACIO MÍNIMO**

La instalación de la máquina en el local previsto requiere de un espacio mínimo necesario para el correcto funcionamiento de esta. Para determinar el espacio mínimo se recomienda consultar el plano de la instalación proporcionado por la empresa.

##### **3.1.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

Antes de poner en funcionamiento la maquinaria, la instalación eléctrica a la cual va a ser conectada debe cumplir una serie de requisitos:

- La potencia de nueva máquina (ver ficha técnica) no debe superar la potencia disponible.
- La caída de tensión en la toma de corriente no será superior a  $\pm 5\%$  del nominal.
- La preparación de la conexión eléctrica debe ser efectuada por un instalador autorizado, que extenderá el correspondiente certificado.

##### **3.1.3. UBICACIÓN DE LA MÁQUINA**

La máquina debe ser ubicada en una zona del laboratorio que cumpla los siguientes requisitos previos:

- Se dispondrá de la iluminación necesaria para facilitar las operaciones a realizar, debiendo evitarse las zonas oscuras y/o deslumbradas. La mínima iluminación para este tipo de trabajo debe ser de 300 Lux.

#### **3.2. TRANSPORTE DE LA MAQUINA**

El transporte de la máquina a su lugar de destino requiere de la realización de una serie de operaciones previas, que en algunos casos pueden dar lugar a situaciones peligrosas por lo que se deberán seguir con atención las recomendaciones adjuntas:



**!ATENCIÓN!**

La manipulación de cargas implica peligros para las personas y/o bienes, por lo que deberán tomarse las medidas adecuadas en cada momento. En toda operación de carga y descarga deberán tenerse en cuenta las siguientes medidas:

1. No situarse bajo la carga.
2. Levantar la carga lentamente.
3. Evitar balancear la carga.
4. No efectuar movimientos bruscos.
5. No situarse en la trayectoria del desplazamiento.
6. Utilizar equipos de elevación, incluidos los auxiliares, adecuados a la carga.
7. Revisar los equipos y medios auxiliares.

Para poder realizar la carga y descarga de la máquina, es necesario disponer de al menos los siguientes elementos:

- Una grúa o puente grúa que soporte la carga a elevar.
- Eslingas.

### **3.2.1. DESMONTAJE DE LA MAQUINA**

Previa a la operación de transporte, es necesario desmontar la máquina y asegurar los diversos elementos móviles.

A continuación, se describen las diversas etapas del proceso de desmontaje de la máquina:

1. Partimos del estado de reposo de la máquina con todos sus accesorios y la llave e interruptor de corriente desconectados.
2. Una vez desconectada la corriente, se procederá a desmontar el armario eléctrico.
4. Cargar la central y el cuadro eléctrico sobre la plataforma.

### **3.2.2. CARGA Y DESCARGA DE LA MAQUINA**

Para poder realizar la carga y descarga de la máquina, se han dispuesto en el bastidor inferior de cuatro orejas de agarre de las cuales deberán amarrarse las eslingas. Durante dicho proceso se seguirán las siguientes precauciones:

- Antes de iniciar cualquier movimiento se deberá comprobar que las eslingas están correctamente amarradas y no presentan ningún deterioro.
- El proceso de elevación/descenso de la máquina deberá realizarse con precaución.
- El desplazamiento de la máquina se realizará lentamente, intentando mantenerla horizontal.

### **3.3. CONDICIONES DEL LUGAR DE TRABAJO**

#### **3.3.1. ILUMINACIÓN**

La iluminación mínima recomendada para la realización de este tipo de trabajo es de 300 LUX. Para algunas operaciones puntuales como las de reglaje de la maquinaria puede ser necesaria una intensidad luminosa mayor, por lo que se recomienda que en estos casos se emplee algún equipo de iluminación portátil.

#### **3.3.2. TEMPERATURA Y HUMEDAD**

El funcionamiento de los componentes eléctricos, electrónicos e hidráulicos pueden verse seriamente afectados por la temperatura y la humedad.

Con objeto de lograr un rendimiento óptimo de la máquina deberán tenerse presentes los siguientes límites aconsejables de temperatura y humedad:

- Temperatura: Comprendida entre 0 °C y 55 °C.
- Humedad: Máxima 80% (sin condensaciones).

#### **3.3.3. RUIDO Y VIBRACIONES**

Las siguientes medidas indican el valor de la presión sonora medida en decibelios A equivalentes para una jornada de trabajo (8 horas):

- Nivel sonoro: en función del motor ensayado.

### **3.4. PUESTA EN SERVICIO DE LA MÁQUINA**

#### **3.4.1. PREPARACIÓN DE LA MÁQUINA**

La preparación de la máquina antes de la puesta en servicio (por primera vez) de la máquina requiere de los siguientes pasos.

- Colocar la máquina en el lugar designado para ello.
- En caso de existir, colocar los pulsadores de mando en su sitio (en caso de haberlos) con la precaución de no dañar los cables.
- Cerciorarse de que el equipo no pueda ser puesto en marcha accidentalmente. Poner una nota en el emplazamiento del interruptor.
- Conectar los cables de entrada a los bornes situados en la regleta del armario. Conectar el cable de tierra al borne de color verde y amarillo. Antes de conectar la corriente, se debe comprobar que todos los cables están cogidos a la regleta, y que están bien apretados.
- Una vez realizada su instalación, realizar montaje del motor y la rueda a ensayar en su interior.
- Observar los instrumentos de control y medición.
- Prestar atención a ruidos.
- Controlar la estanqueidad del motor a ensayar. En caso de existir alguna fuga, se deberá desconectar el accionamiento y se deberá subsanar.
- Controlar el nivel de aceite del motor a ensayar.

## **4. USO DE LA MAQUINA.**

### **4.1. PUESTOS Y ESTACIONES DE TRABAJO**

La máquina tiene un puesto de trabajo con tres accesos, desde los cuales se realizan las siguientes operaciones:

- Montaje motor de combustión a ensayar.
- Calibración de motor
- Montaje de rueda de ensayo.
- Ventilación del interior.
- Extracción de humos de escape.

El operario deberá permanecer próximo a este puesto de trabajo durante el funcionamiento normal de la máquina, siendo precisa su presencia constante frente al cuadro de mandos.

### **4.2. FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA**

#### **4.2.1. DESCRIPCIÓN BÁSICA DE LA MANIOBRA DE LA MÁQUINA.**

El banco de potencia se controla desde el ordenador de control desde el cual también se controla el funcionamiento del motor durante el ensayo. A su vez, no es necesario el acceso al interior del bastidor superior durante el ensayo.

Durante el ensayo, el ordenador es el encargado de extraer la totalidad de los datos del motor, a través de una célula de carga conectada a un freno de corrientes parasitarias de Foucault.

### **4.3. CONDICIONES PREVISTAS DE UTILIZACIÓN**

#### **4.3.1. USO NORMAL O PREVISTO**

Durante su funcionamiento normal, la máquina debe ser manejada por un único operario que se encargará de supervisar su funcionamiento y realizar el ensayo.

Durante las operaciones de reglaje puede ser necesaria la presencia de otro operario para ayudar, como, por ejemplo, durante el montaje del motor y rueda de ensayo.

El trabajo con materiales diferentes a los detallados anteriormente constituye un **USO DISTINTO Y EN CASOS ANORMAL** de la máquina, pudiéndose ocasionar peligros de incendio, explosión y otros no contemplados durante el proyecto y cálculo de esta máquina.

La utilización correcta y segura de la máquina implica seguir las indicaciones del manual de instrucciones y en particular:

- La máquina solamente debe ser utilizada por personal previamente informado acerca del uso correcto de la misma (consultando en caso necesario al fabricante), así como de los peligros que presenta, de las medidas de seguridad que deben ser utilizadas durante el trabajo incluyendo el reglaje y los cambios de motores, y de las acciones expresamente prohibidas.
- El trabajo debe realizarse siempre con los sistemas de protección de que va provista la máquina (nunca deben ser retirados ni anulados), que deben ser revisados y mantenidos con la periodicidad indicada.
- Se deberán utilizar los equipos de protección individual previstos en los casos requeridos.
- Se trabajará en la máquina con los útiles previstos.
- Se trabajará dentro de los límites especificados: espesores, tipo de material.
- El mantenimiento de la máquina será realizado, siguiendo las pautas indicadas, por personal que tenga los conocimientos básicos del funcionamiento de la máquina, de la mecánica, y de electricidad que recapaciten para ejercer correctamente su función.
- Durante las operaciones de mantenimiento, se aplicarán las medidas de seguridad de que va provista la máquina.

#### **4.3.2. USO DISTINTO**

No se recomienda el empleo del banco de potencia con otros materiales que con potencias mayores a 10CV. No obstante, pueden ponerse en contacto con nuestro departamento técnico para consultarnos cualquier otro uso.

### **4.3.3. USO ANORMAL**

En el caso de que la máquina no disponga de todos los elementos esenciales para su funcionamiento, se estará realizando un uso anormal de la misma. Ante la ausencia o fallo de cualquiera de estos elementos, se deberá realizar inmediatamente un paro de emergencia para repararlo o reponerlo.

Constituye también un uso anormal la presencia de personas o animales en el interior de la zona de máximo peligro.

## **4.4. LA PUESTA EN MARCHA**

### **4.4.1. PUESTA EN MARCHA INICIAL CADA JORNADA**

Antes de iniciar su funcionamiento diario normal, deberán de seguirse los siguientes pasos para la puesta en marcha de la máquina.

- Realizar todas aquellas operaciones de mantenimiento necesarias.
- Conectar el interruptor general (girar la llave general).

### **4.4.2. REPOSICIÓN DEL SERVICIO**

La reposición del servicio normal de la máquina se realizará después de una parada normal, o bien de una parada de emergencia de la máquina:

- Reposición por parada voluntaria de la máquina: En este caso se seguirán las instrucciones dadas anteriormente para la puesta en marcha de la máquina.
- Reposición por parada de emergencia: En este caso se seguirán los siguientes pasos:
  - Comprobar el tipo de paro.
  - Detectar la anomalía que originó el paro de la máquina.
  - Solucionar la anomalía.
  - Restituir el servicio. Para ello se seguirán las instrucciones dadas anteriormente para la puesta en marcha de la máquina.

## **4.5. INSTRUCCIONES DE APRENDIZAJE**

Los operarios que manejen esta máquina deberán recibir una serie de instrucciones que les permita identificar las diferentes partes de esta, los sistemas de mando, los dispositivos de parada, las instrucciones de seguridad y las instrucciones de mantenimiento de esta.

Durante la instalación de la maquinaria, los operarios serán instruidos sobre todos los pormenores de esta al tiempo que se les indicará que este manual incluye las instrucciones de aprendizaje.

Antes de ocupar su puesto de trabajo, el operario debe identificar las siguientes operaciones:

- Funcionamiento de la máquina
- La puesta en marcha de la máquina.
- La vigilancia del proceso.
- La detección de anomalías.
- Los dispositivos de parada (tanto normal como de emergencia).
- Conocer las medidas de seguridad.
- Conocer las medidas de mantenimiento.

## **4.6. VIGILANCIA DEL PROCESO**

### **4.6.1. DETECCIÓN DE ANOMALÍAS**

Ante cualquier anomalía la máquina se detendrá y el motor de combustión comenzará a funcionar. Si la causa de la anomalía no es detectada a primera vista, búsquese el apartado de averías y soluciones en el presente manual.

Si no consigue solucionar el problema, contacte con nuestro servicio técnico a través del teléfono 966 52 84 00.

Recuerde que antes de proceder a realizar cualquier reparación, se deberá cortar la corriente de alimentación de la máquina, accionando el seccionador de corriente del cuadro eléctrico y retirar la llave del selector general.



¡ATENCIÓN!

No accionar nunca el seccionador de corriente durante una maniobra o con algún motor en marcha. Se podría producir algún movimiento inesperado e incluso la explosión del propio seccionador.

#### **4.6.2. DISPOSITIVOS DE PARADA**

La máquina dispone de diversos mandos para poder pararla, bien al final del ciclo, o bien de forma brusca. Los primeros se denominan dispositivos de parada normal, y los segundos de parada de emergencia.

##### **4.6.2.1. DISPOSITIVOS DE PARADA NORMAL**

La máquina dispone de un dispositivo de este tipo en el cuadro de mandos.

Estos dispositivos son pulsadores que ordenarán el paro de la máquina al finalizar el ciclo del trabajo en curso. Para restablecer el servicio se debe accionar el pulsador de marcha.

##### **4.6.2.2. DISPOSITIVOS DE PARADA DE EMERGENCIA**

La máquina dispone de un dispositivo de este tipo situado en el cuadro de mandos.

Este dispositivo es una seta de enclavamiento que el accionamiento de el mismo conduce al paro inmediato de la máquina.

Para restablecer el servicio después de una parada de emergencia, debe reiniciarse la seta de enclavamiento y posteriormente debe accionarse el pulsador de marcha.

## 5. MANTENIMIENTO.



### ADVERTENCIA:

- 1. Todas las operaciones de engrase y mantenimiento se deben efectuar con la corriente eléctrica cortada.**
- 2. Siempre que sea posible, las operaciones de mantenimiento se realizarán con el volcador en posición horizontal.**
- 3. Las operaciones de mantenimiento solo serán llevadas a cabo por personal cualificado**

Deberá existir un programa de mantenimiento, y quedando reflejado en un libro de inspecciones. Sobre él se anotarán las medidas preventivas ya tomadas, y en el curso de la vigilancia, las anomalías, con el fin de decidir sobre nuevos trabajos de mantenimiento.

Los defectos, fallos o irregularidades observados por el personal de servicio deben ser corregidos inmediatamente, comprobándose sus causas y reparándolas de forma eficaz.

Ante cualquier anomalía, consultar el apartado de averías para determinar la causa de esta. Si no encuentra solución contacte con nuestro servicio técnico.

### 5.1. PERIODOS DE MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA

Antes de comenzar todo trabajo en un circuito, asegurarse de que un circuito de alimentación del motor eléctrico esté cortado, empleando el seccionador de corriente correspondiente. Si el circuito lleva acumuladores, aislarlos y abrir las válvulas de purga de los acumuladores y estar seguros de que no hay ningún resto de previsión en el circuito.

Los periodos de mantenimiento corresponden a un uso medio de las máquinas: 8 horas al día y 5 días a la semana. Si dicho uso aumenta, se deberán disminuir los periodos de mantenimiento proporcionalmente.

#### 5.1.1. SEMESTRALMENTE

- MANTENIMIENTO DE PARTES MOVILES:
  - Verificación de los rodamientos.
  - Engrase de rodamientos

## **5.2. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO FUNDAMENTALES.**

### **5.2.1. LIMPIEZA DE LOS RODAMIENTOS**

Al inspeccionar los rodamientos, se deben tomar primero notas sobre su aspecto, así como de la cantidad residual de lubricante, la cual debe ser también comprobada.

Una vez se han obtenida la muestra de lubricante, los rodamientos deben ser limpiados. En general se puede utilizar aceite ligero o queroseno como mezcla limpiadora. A los rodamientos desmontados se les debe dar primero una limpieza preliminar, seguida de un enjuague final.

Durante cada baño se debe realizar utilizando una red metálica que soporte el rodamiento en el tanque de aceite o queroseno, impidiendo que toque las paredes o el fondo de este. Si se hacen girar los rodamientos durante la limpieza preliminar con cuerpos extraños todavía dentro de los mismos, se pueden dañar los caminos de rodadura. El lubricante u otros componentes deben ser eliminados en la limpieza inicial con ayuda de un cepillo o instrumento similar. Una vez el rodamiento está relativamente limpio se le da el enjuague final. Este enjuague debe realizarse girando el rodamiento suavemente mientras está completamente sumergido en el aceite de enjuague. Es absolutamente necesario que el aceite de enjuague esté completamente limpio.

### **5.2.2. INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS RODAMIENTOS**

Una vez han sido cuidadosamente limpiados los rodamientos, se deben inspeccionar las condiciones de los caminos de rodadura y sus superficies externas, el grado de desgaste de la jaula, el incremento de juego interno y la degradación de las tolerancias. Se deben examinar cuidadosamente todos estos puntos, así como otros posibles daños u otras irregularidades, con el fin de determinar la posibilidad de que los rodamientos sean reutilizados.

La determinación de reutilizar un rodamiento únicamente se puede tomar tras considerar el grado de desgaste de este, el funcionamiento de la máquina, las condiciones de funcionamiento y el intervalo de tiempo hasta la siguiente inspección. De cualquier manera, si se detecta la existencia de alguno de los siguientes defectos, la reutilización es imposible, y la sustitución se hace imprescindible.

- Cuando existen resquebrajaduras en el aro interior, aro exterior, en la jaula o elementos de rodadura.
- Cuando se ha producido descamación de los caminos de rodadura o de los elementos de rodadura.
- Cuando se han producido rayas significativas en la superficie de los caminos de rodadura o elementos de rodadura.
- Cuando la jaula está considerablemente desgastada o se han perdido remaches.
- Cuando se aprecia óxido o arañazos en los caminos o elementos de rodadura.

- Cuando hay signos evidentes de que se ha producido arrastre del aro interior sobre el eje, o del exterior sobre el alojamiento.
- Cuando la decoloración por calor es evidente.
- Cuando los sellados o blindajes (de haberlos) están visiblemente dañados.

### 5.2.3. APRIETE DE LOS TORNILLOS

El apriete de los tornillos se realizará preferentemente con una llave dinamométrica, no superando en ningún caso el valor del momento máximo para cada diámetro de tornillo, mostrado en las siguientes tablas:

Dimensiones	Par de apriete
M5	6 Nm
M8	17 Nm

## 5.3. GRASAS

### 5.3.1. GRASAS DE USO GENERAL

Se emplea para el engrase de los cojinetes de la máquina.

Se recomienda el empleo de grasas fluidas espesadas con jabón de litio (hidroxiestearato) que lleven incorporados aditivos antioxidantes, anticorrosivos y de extrema presión.

Como recomendación, se indican las características técnicas deseables.

- Jabón de base. Litio.
- Aceite Mineral.
- Aceite base, grado de viscosidad ISO 100
- Penetración a 25° ASTM D 217 < 425
- Punto de gota ASTM D 566 - 170°C.
- Corrosión al cobre, 24h 100 °C ASTM D 4048 1a
- 4 bolas Desgaste máquina 4 bolas, 80 Kg, 1 minuto, IP 239 0,4 mm
- Propiedades EP máquina carga soldadura IP239 280 kg
- Temperatura de trabajo. De -25°C a +100°C.

Seguidamente se detallan algunas de las marcas y productos recomendados:

MARCA	PRODUCTO
REPSOL	GRASA LITICA CENTRALIZADOS-00
SHELL	SHELL ALBANIA GREASES RL1
MOBIL OIL	MOBIL GLYGOYLE® GREASE 00

El modo de empleo de esta grasa es el mismo que el de las grasas clásicas: Bomba, tecaletmit, etc...

Para los cojinetes mantener la presión sobre la bomba hasta la expulsión total de la grasa anterior. Como todas las grasas a base de jabón de litio, esta no debe ser mezclada con grasas que contienen como base otro jabón. En este caso deberemos limpiar cuidadosamente todos los restos de la grasa antigua con un disolvente adecuado y, posteriormente proceder a su engrase.

## **6. SEGURIDAD**

### **6.1. INTRODUCCIÓN**

Debido a la existencia de accionamientos y elementos móviles en nuestras máquinas, deben de tenerse en cuenta diversas medidas de seguridad. Dichas medidas aparecen como consecuencia directa de la identificación de las zonas de peligro, de los peligros existentes en dichas zonas y su nivel de riesgo, a lo largo de la vida útil de la máquina.

A tenor de todo esto, tal y como consta en el expediente técnico de construcción, se han aplicado medidas tendentes a:

- A. Eliminar o reducir los riesgos en la medida de lo posible (integración de la seguridad en el diseño y fabricación de la máquina).
- B. Adoptar medidas de protección frente a los riesgos que no se han eliminado o reducido en el punto A).
- C. Informar a los usuarios de los riesgos residuales que no se han podido incluir en los puntos A), B).
- D. Indicar la información requerida al usuario.
- E. Señalar los medios de protección individual necesarios.
- F. Advertir de las contraindicaciones de empleo.

Finalmente, solo nos queda por decir, que las medidas de seguridad tomadas sólo son adecuadas a un uso normal o razonable de la máquina, según se describe en el apartado “Uso normal o previsto”.

## 6.2. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y DE LAS SITUACIONES Y ZONAS PELIGROSAS ESPECÍFICAS DE LA MÁQUINA.

Debido a la constitución propia del banco de potencia las zonas de peligro están claramente definidas. La principal zona está constituida por el área encerrada por unas puertas de policarbonato.

Debido a que para el funcionamiento normal de la máquina no se precisa la intervención de ningún operario en el interior del bastidor superior, se prohíbe la presencia de cualquier persona dentro del mismo. Por tanto, durante el funcionamiento normal de la máquina no se requerirán medidas de protección individual especiales.



### **ADVERTENCIA:**

Durante las operaciones de mantenimiento, en algún caso se puede hacer necesaria la intervención de los operarios de mantenimiento dentro de la zona de peligro, debiéndose tomar en este caso las siguientes precauciones:

**Las operaciones de mantenimiento solo serán llevadas a cabo por personal cualificado.**

**Colocar letreros sobre las botoneras de mando con el siguiente texto: “Peligro. Operario realizando mantenimiento. No tocar”**

**Cortar la alimentación de corriente del cuadro eléctrico accionando el seccionador de corriente.**

**Colocar un candado o dispositivo similar que bloquee el seccionador de corriente.**

Seguidamente se resumen los peligros principales, los cuales debe conocer perfectamente el operador, presentes en las zonas de peligro

1. Peligro de proyección de fluido a presión: Está presente en la zona próxima a la alimentación del motor de combustión. La severidad del riesgo es moderada y la probabilidad muy baja, con lo cual la evaluación del riesgo es inaceptable.
2. Peligro de impacto: Está presente en las cercanías al motor de ensayo. La severidad del riesgo es alta y su probabilidad muy baja, ya que la posibilidad de impacto de proyectiles, con lo cual la evaluación del riesgo es inaceptable.
3. Peligro por cizallamiento: Está presente en la transmisión del motor a rueda de ensayo. La severidad del riesgo es alta, y su probabilidad es baja. Aun así, la evaluación del riesgo es inaceptable.
4. Peligro térmico: Está presente en la zona de salida del extractor del tubo de escape. La severidad del riesgo es moderada y la probabilidad alta ya que se encuentra a mano y solo se con lo cual la evaluación del riesgo es inaceptable.
5. Peligro eléctrico: Está presente en el interior los cuadros eléctricos. El riesgo es elevado y dado que para acceder a su interior se requiere de una llave especial, la probabilidad es muy baja, con lo cual la evaluación del riesgo es inaceptable.

### 6.3. MEDIDAS DE SEGURIDAD IMPLANTADAS

#### 6.3.1. Frente al peligro de aplastamiento y cizallamiento:



Se impide el acceso directo a la zona de ensayo mediante la interposición de una puerta de policarbonato, cuya apertura elimina cualquier movimiento en el interior de la máquina. Para minimizar los riesgos residuales asociados se emplearán guantes para el trabajo con metales como equipo de protección individual. Así mismo se indicará la prohibición del acceso al interior de este al personal no autorizado.

#### 6.3.2. Frente a la proyección de fluido a presión:



Se impide el acceso directo a la zona de ensayo mediante la interposición de una puerta de policarbonato. Así mismo se indicará la prohibición del acceso al interior de este al personal no autorizado.

#### 6.3.3. Peligro de impacto

Se impide el acceso directo a la zona de ensayo mediante la interposición de una puerta de policarbonato, cuya apertura elimina cualquier movimiento en el interior de la máquina. Así mismo se indicará la prohibición del acceso al interior de este al personal no autorizado.

#### 6.3.4. Peligro térmico.



Se impide el acercamiento directo a la salida del tubo de extracción de gases de escape a interposición de una chapa a 3cm de distancia. Para minimizar los riesgos residuales asociados se utilizarán guantes de protección. Así mismo se indicará la prohibición de tocar la boquilla de salida, así como el acceso al interior al personal no autorizado.

#### 6.3.5. Peligro eléctrico.



Riesgo eléctrico

Se impide el acceso directo al interior de los cuadros eléctricos mediante llaves especiales o tornillos. Se emplean elementos que protegen frente a contactos directos, indirectos, fallos a masa, fallos de alguna fase, etc... de acuerdo con el estado de la técnica y el arte (veáanse esquemas eléctricos). Se señalizan en todos los cuadros y cajas de bornes la existencia de un peligro eléctrico.

Se coloca en la puerta que permite el acceso al interior del vallado una placa indicativa de todas las prohibiciones y equipos de protección personal necesarios para acceder al interior de este:



Entrada prohibida a personas no autorizadas



No tocar



Peligro en general



Protección obligatoria de la cabeza



Protección obligatoria de las manos

## 7. ESQUEMAS

### 7.1. ESQUEMAS ELECTRICOS.

