



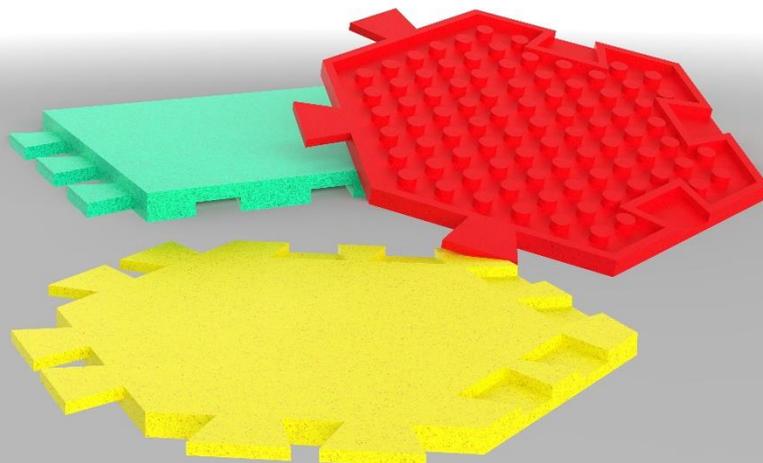
Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

DISEÑO DE UTILLAJES PARA LA FABRICACIÓN DE PAVIMENTO DE CAUCHO RECICLADO

Mireia Aguilar Iglesias



Diseño de Utillajes para la Fabricación de Pavimento de Caucho Reciclado
AGUILAR IGLESIAS, MIREIA





Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

**Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y
Desarrollo del Producto**

**Diseño de Utillajes para la Fabricación de Pavimento de
Caucho Reciclado**

Autor:

Aguilar Iglesias, Mireia

Tutor:

Mostaza Fernández, Roberto

**Dpto. Ciencia de los Materiales e Ingeniería
Metalúrgica, Expresión Gráfica en la Ingeniería,
Ingeniería Cartográfica, Geodesia y
Fotogrametría, Ingeniería Mecánica e Ingeniería
de los Procesos de Fabricación**

Valladolid, julio 2019.

Diseño de Utillajes para la Fabricación de Pavimento de Caucho Reciclado
AGUILAR IGLESIAS, MIREIA



RESUMEN

El proyecto trata de dar visibilidad a la importancia del reciclaje de materiales, centrándose en el de los neumáticos. Se demuestran las características propias del caucho, funcionalidad y tratamiento para su reciclaje. Además, se incluyen diferentes diseños de baldosas de caucho reciclado con sus respectivos moldes para fabricar en una prensa hidráulica vulcanizadora. Esto aporta una nueva variedad de baldosas, tanto para interiores como para exteriores, con un mayor atractivo visual a las existentes. Otro de los objetivos es concienciar de que es posible utilizar este material para muchos otros usos evitando su excesiva fabricación y, por consiguiente, contaminación.

PALABRAS CLAVE

Caucho reciclado – Prensa hidráulica vulcanizadora – Ecología – Medio ambiente - Baldosa

ABSTRACT

This project tries to give a better visibility of recycling materials, focusing on the tires. The rubber's characteristics, functionality and treatment for recycling are demonstrated. In addition, different designs of recycled rubber tiles with their respective molds are included for manufacturing in a vulcanized hydraulic press. This brings a new variety of tiles, both for inside and outside, with a greater visual appeal. Another objective is to make aware that it is possible to use this material for many other uses avoiding its excessive manufacture and, consequently, pollution.

KEY WORDS

Recycled rubber – Vulcanized hydraulic press – Ecology – Environment - Tile



Diseño de Utillajes para la Fabricación de Pavimento de Caucho Reciclado
AGUILAR IGLESIAS, MIREIA



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	9
ESTUDIO DEL ARTE	13
MEMORIA	43
ANEXO 1: ESTUDIO DE IMPACTO	55
ANEXO 2: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	67
ANEXO 3: ESTUDIO ERGONÓMICO	79
ANEXO 4: FICHAS TÉCNICAS	89
PLANOS	120
ESTUDIO ECONÓMICO	164
LÍNEAS FUTURAS Y CONCLUSIONES	174
BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA	176



Diseño de Utillajes para la Fabricación de Pavimento de Caucho Reciclado
AGUILAR IGLESIAS, MIREIA



INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1. Objeto del proyecto	11
2. Alcance del proyecto	11
3. Justificación	11
4. Documentos que componen el proyecto	12



Diseño de Utillajes para la Fabricación de Pavimento de Caucho Reciclado
AGUILAR IGLESIAS, MIREIA



INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1. Objeto del proyecto

El objeto principal de este proyecto es representar toda la información referente al caucho reciclado y los diseños de baldosas y utillaje creados. Además del diseño, incluye diferentes estudios de amortiguación, seguridad y materiales; planos y presupuesto de cada uno de ellos.

El desarrollo del proyecto partirá de un estudio sobre el caucho, adentrándose cada vez con más detalle en el caucho reciclado. Mostrando diferentes apartados relacionados como, por ejemplo, los productos existentes compuestos por este material.

Además, incluye toda la información necesaria para la fabricación de los diseños.

2. Alcance del proyecto

El ámbito de aplicación de este proyecto se centra en la vida cotidiana, utilizando este pavimento para funciones aislantes o de amortiguación de pesos. No restringe espacios ya que es un diseño óptimo tanto para interiores como para exteriores.

La función más analizada ha sido la amortiguación de pesos, por lo que podría utilizarse en parques, zonas de juegos o gimnasios. Dejando a un lado la amortiguación y centrándose en el aislante, puede ser útil para suelos domésticos disminuyendo los ruidos.

Se ha querido aumentar las dimensiones de las baldosas en comparación con las convencionales, para abarcar una mayor superficie y crear geometrías menos comunes. Por otro lado, esto dificulta su transporte o colocación.

A partir de estos objetivos y las particularidades propias del material, se ha elaborado una aproximación a un presupuesto industrial real.

3. Justificación

En los últimos años se ha observado la gran preocupación por el cuidado del medio ambiente y la reducción de la contaminación. Es sabido que este tipo de materiales contribuyen a ello, por lo que es necesario crear alternativas para zanjar este problema.

Gracias a la innovación de diseño, ecología y presupuesto, se intenta atraer al consumidor de forma que quede satisfecho con el producto y se sienta partícipe en este proyecto de segunda vida para los neumáticos.



4. Documentos que componen el proyecto

Este proyecto está compuesto por los siguientes documentos:

- Índice
- Estudio del arte
- Memoria y anexos
- Planos
- Estudio económico
- Líneas futuras y conclusiones



ESTUDIO DEL ARTE

1. Estudio del Caucho	15
1.1. Neumáticos	15
1.1.1. Partes	16
1.1.2. Métodos de recuperación de neumáticos	18
1.1.3. Reciclaje	20
1.1.4. Reutilización	21
2. Estudio Caucho Reciclado	23
2.1. Propiedades y beneficios del caucho reciclado	23
3. Pavimento: Baldosas de caucho reciclado	24
3.1. Fabricación e instalación	24
3.2. Tipos existentes	26
3.2.1. Funcionalidad	26
3.2.2. Geometría	26
3.3. Innovaciones	28
4. Prensa Hidráulica Doble Vulcanizadora	29
4.1. Trabajo en prensa	29
4.2. Diseño de moldes	33
4.3. Tipos y comparación	35
4.4. Conclusión	41



Diseño de Utillajes para la Fabricación de Pavimento de Caucho Reciclado
AGUILAR IGLESIAS, MIREIA



ESTUDIO DEL ARTE

1. Estudio del Caucho

1.1. Neumáticos

El componente principal del estudio del caucho se va a basar en la investigación sobre los neumáticos.

En la actualidad hay diversos tipos de neumáticos según el vehículo a utilizar y las características que este requiera. Se clasifican principalmente en tres tipos: autoportantes, diagonales o radiales.

Los autoportantes soportan el peso del vehículo en el caso de pérdida de presión. [3] En el caso de los diagonales las capas textiles del neumático se orientan de forma alterna, mientras que en las radiales de forma radial. [4]

También existe la clasificación de neumáticos en función del clima y estación que estos vayan a soportar.

Las ruedas de invierno se incluyen dentro de la categoría de neumáticos blandos y están adaptados a temperaturas por debajo de los siete grados centígrados, adaptándose a su vez a terrenos nevados o helados. La adherencia es posible debido a que poseen dos milímetros más de espesor que la mayoría de las ruedas.

Por otra parte, las ruedas de verano, las cuales se incluyen en la categoría de neumáticos duros, se adaptan a terrenos de más de siete grados centígrados debido a su elasticidad.

En una tercera categoría respecto a la adaptación climatológica se encuentran las ruedas cuatro estaciones que se adaptan a cualquier adversidad climatológica o de terreno, aunque no son muy recomendables para temperaturas muy frías.

Además, existen neumáticos para prestaciones especiales como por ejemplo los neumáticos tubeless o runflat.

Los tubeless son característicos ya que no poseen cámara interior, están sujetos a la llanta con un talón con aros de acero.

Por otro lado, los neumáticos runflat, al poder rodar sin aire son, en cierto modo, antipinchazos. Haciendo que ningún objeto punzante permita el descontrol del vehículo [1]



Las especificaciones para cada vehículo dependerán además de su tamaño, peso y potencia. [1]

Algunos transportistas optan por la opción de recauchutado que se basa en la vulcanización de la goma. [2]

1.1.1. Partes

Independientemente de la función de los diferentes tipos de neumático, todos siguen una estructura común.

Las ruedas están compuestas por diferentes capas: banda rodadura, capas diagonales o radiales, flancos de caucho, banda de fondo de la llanta, banda del vértice, núcleo del talón... [5]

Según las recomendaciones de Michelin, todos los neumáticos deben estar formados por ciertas partes básicas para garantizar la seguridad y fiabilidad del vehículo.

La composición de la goma puede variar dentro de un neumático. Todos los materiales han de ser estudiados meticulosamente para crear la mayor precisión en su confección. Solo así se podrá conseguir la flexibilidad, resistencia o agarre deseado. Además, se utilizan gran cantidad de cables sintéticos y metálicos.



Imagen 1: Partes básicas de un neumático.

(1) La capa interior, denominada revestimiento de goma interior, es una capa de caucho sintético que retiene el aire. Esta capa se encuentra en el interior del neumático y hace la función de cámara de aire.

(2) Sobre el revestimiento se encuentra la carcasa que es una estructura flexible formada por hilos de acero o textiles, embutidos en goma formando arcos rectos y se enrollan en el aro del talón del neumático. Esta zona soporta la carga y la velocidad, participa en la estabilidad, en el rendimiento y en la eficacia energética.

(3) La zona baja tiene la función de transmitir el par motor en la aceleración y en la frenada de la llanta hacia la zona de contacto con el suelo.

(4) El aro del talón está formado por un hilo de acero inoxidable y es la parte que se fija y ajusta a la llanta.

(5) El flanco es la zona comprendida entre la banda de rodadura y los talones de la cubierta y representa la altura de la cubierta. Soporta la carga, las constantes flexiones mecánicas, resiste los roces y agresiones y participa en la estabilidad.

(6 y 7) Sobre la zona baja y la carcasa se colocan las lonas de cima que están constituidas por cables metálicos revestidos de goma. Su función es garantizar la resistencia mecánica y la fuerza centrífuga. El cruce de sus hilos con los de la carcasa forma triángulos indeformables, que garantizan la rigidez de la cima.

(8) Por último se encuentra la banda de rodadura que es la parte del neumático que está en contacto con el suelo y está formada por una capa de goma en la que se realizan una serie de ranuras que dan origen al dibujo o escultura. Esta parte permite la adherencia, resistencia al desgaste, en la estética, participa en el confort acústico, en la baja resistencia la rodadura, en la direccionalidad y manejabilidad del vehículo. [6]

Las siguientes tablas proporcionan unas composiciones medias de los diversos tipos de neumáticos, valorando gamas estándar de automóviles y camiones. [5]

COMPONENTE	AUTOMÓVILES % EN PESO	CAMIONES % EN PESO
Peso (medio) kg.	7-8	16-60
Carbono	70-75	68-72
Hidrógeno	6-7	5-6
Azufre	1-2	1-2
Inertes (rellenos)	3-4	2-3
Hierro	10-12	20-22

MATERIAL	AUTOMÓVIL	CAMIÓN
Hidrocarburo	48,0	45,0
Negro de humo	22,0	22,0
Acero	15,0	25,0
Textil	5,0	-
Óxido de Zinc	1,2	2,1
Azufre	1,0	1,0
Varios	8,0	6,0

[5] Reciclaje de residuos industriales. Xavier Elias Castells.

1.1.2 Métodos de recuperación de neumáticos

Los neumáticos se pueden recuperar a través de diferentes métodos.

Por ejemplo, a través de la termólisis. Este proceso se basa en el calentamiento eléctrico anaeróbico (sin presencia de oxígeno) del neumático. De esta forma se destruyen los enlaces químicos que lo componen, apareciendo una cadena de hidrocarburos que son los compuestos originales de los neumáticos. Mediante esta aplicación se adquieren metales, hidrocarburos sólidos y gaseosos que permiten una nueva producción de neumáticos u otras actividades.

Otro método es la pirólisis, aunque está poco extendido debido a sus problemas de separación. Se basa en el calentamiento en ausencia de hidrógeno y baja en oxígeno creando la descomposición química, degradando de este modo el caucho.

Este procedimiento está activo desde 2002 en Taiwán con cuatro líneas de pirolisis que permiten reciclar 9000 toneladas/año. Actualmente, el procedimiento ha sido desarrollado de forma óptima y es capaz de tratar 28.000 toneladas de neumáticos usados/año, a través de una única línea. Los productos que se pueden obtener a través de este método son el GAZ (propano de uso industrial), aceite industrial líquido, Coke y acero.

El proceso de incineración se produce por la combustión de materiales orgánicos a temperaturas elevadas en hornos especializados con materiales



refractarios. Genera calor que puede ser usado como energía, pero es un procedimiento costoso. Además, tiene un gran impacto negativo medioambiental, por ello se debe controlar, siendo muy perjudicial para la salud humana. Los productos contaminantes que se producen en la combustión son el monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, dióxido de carbono, óxidos de zinc, xileno, hollín, benceno, fenoles, dióxido de azufre, óxidos de plomo y tolueno. Uno de los mayores peligros es que varios de estos compuestos son solubles en agua, por lo que pasan a la cadena alimenticia y en consecuencia a los seres humanos.

Por otro lado, la trituración criogénica (N_2 líquido) es un proceso físico el cual se produce a bajas temperaturas consiguiendo que el caucho sea más frágil y se quiebre. No es un método muy recomendable debido a su dificultad. Aunque se obtiene una alta calidad de los productos obtenidos, pero posee dificultad material y económica debido a que se encuentra a -196° , evaporándose y obteniendo muchas pérdidas. Es recomendable para otro tipo de usos como la trituración fina para asfalto.

La trituración mecánica permite fabricar productos de alta calidad y limpios de impurezas, permitiendo la utilización de estos materiales en nuevos procesos y aplicaciones. A través de este proceso se fragmenta el caucho en gránulos (GTR, Caucho de Ruedas Granulado) y se separa del resto de componentes (fibras y acero). En la actualidad los neumáticos poseen un 5% de reciclado, aunque se intuye que podría alcanzar hasta un 30%.

Por otra parte, gran porcentaje de los residuos de neumáticos pueden transformarse en energía eléctrica utilizable en la propia planta de reciclaje o para otras instalaciones distribuidoras. Los residuos se introducen en una caldera donde se lleva a cabo su combustión. El calor desprendido provoca que el agua que se encuentra en el interior de la caldera se transforme en vapor de alta temperatura y alta presión que se conduce hasta una turbina. Al expandirse mueve la turbina y el generador acoplado a ella produce la electricidad, que tendrá que ser transformada posteriormente para su uso directo. [7]

Estos son algunos de los procedimientos que pueden permitir un aprovechamiento de los neumáticos fuera de uso. Dando de este modo una segunda vida a los mismos contribuyendo en la economía circular que es tan importante en estos tiempos.

1.1.3 Reciclado

Actualmente en un automóvil pueden coexistir más de 13 tipos distintos de plásticos. Por el momento, es muy difícil reciclar todos esos tipos de plásticos, por lo cual solo se considera la valorización energética.

Por otra parte, el neumático de por sí es un residuo complejo. Como ya se ha nombrado con anterioridad, las ruedas poseen diferentes elementos que componen la banda de rodadura [5], lo cual hace que el proceso de reciclaje sea en cierto modo complejo.

El problema principal que se plantea es que los neumáticos poseen una lenta degradación, tardando aproximadamente unos 600 años. Además, son fuente de contaminación de incendio y emisión de gases. La acumulación de estos puede incrementar el desarrollo de roedores y de mosquitos, los cuales en muchos países son transmisores de enfermedades tan severas como el dengue o el zika.

Por ello, el aprovechamiento de los neumáticos tiene que ser máximo. La economía circular pretende crear segundas oportunidades a este tipo de desperdicios que generan los automóviles, teniendo algunos usos como la energía eléctrica a través de gas metano anteriormente nombrada.

Actualmente existen varias empresas que se dedican a ello, pero no son suficientes. Estos son los pasos a seguir en el reciclado de neumáticos:

En primer lugar, se produce la recepción de los neumáticos, los cuales han de ser separados según su peso y características para su posterior procesamiento. En el ejemplo de un procedimiento mecánico, se trituran y se derivan al sector de granulación. El caucho obtenido de la trituración primaria se granula en diferentes etapas, reduciendo su tamaño y separando en cada una de ellas acero y el textil que compone los neumáticos. [8]

Una de las empresas pioneras en reciclaje de caucho es Advanced Plasma Power, que se ocupa de quemar residuos altamente contaminantes. Crean un plasma de arco eléctrico a altas temperaturas, obteniendo un gas altamente ionizado. El plasma rompe la gran cadena de moléculas orgánicas alquitranadas dentro de un gas. Este combustible podría utilizarse en motores de gas, incluso podría utilizarse la sustancia sobrante para otros fines.

Uno de los problemas que plantea es la eliminación de la ceniza de metales pesados. A través del plasma de gas puede emplearse este residuo para algunas finalidades como, por ejemplo, la roca de plasma que se emplea en material de construcción, ya que es un material vitrificado que puede

aprovecharse. La filosofía de esta empresa es ofrecer soluciones para un futuro sin desperdicios.

Métodos como este permiten reducir la huella ecológica. Siendo un tratamiento de residuos con el que no se desperdicia nada. Aunque aún no es una solución ya que incita a la quema de residuos de forma poco sostenible. [9 y 10]

1.1.4 Reutilización

El recauchutado de neumáticos es un proceso mediante el cual se le da una nueva vida a un neumático gastando.

En primer lugar, se sustituye la banda de rodadura, duplicando así su vida útil. Los expertos garantizan que disminuye la calidad respecto a una rueda convencional, aunque pasan unos sistemas de inspección y seguridad para garantizar que su uso está certificado.

Existen dos técnicas diferentes de producción de un neumático renovado: en caliente y en frío. Ambas se equiparan al proceso de fabricación de un neumático nuevo, ya que consisten en unir una banda de rodadura nueva aplicando calor y presión durante un tiempo establecido.

El proceso de renovación se basa en inspección, raspado, saneado y reparación, adherencia de la banda de rodadura, vulcanizado en caliente e inspección final.

La renovación permite un ahorro de millones de litros de petróleo y de toneladas de emisiones de CO. Un neumático nuevo utiliza aproximadamente 23,5 litros de petróleo, renovándolo sólo 13 litros.

Se estima que del total de neumáticos fuera de uso, el 13,34% se destina al recauchutado, mientras que el 54,34% se emplea como energía.

Dependiendo del uso que se les haya dado a los neumáticos, antigüedad y características propias del material, deberá valorarse si son óptimos para la renovación ya que no todos los NFU's cumplirán las características exigidas.

A continuación, se muestra una imagen que refleja la diferencia entre el consumo de litros de petróleo entre un neumático nuevo y uno renovado.



Imagen 2: Ahorro en petróleo según TNU.

Hay otras muchas técnicas para reutilizar el caucho. Entre los diferentes usos se encuentran:

- Obra civil: Constituye un 10,93%. Se utilizan aquellos neumáticos que no son aptos para ser troceados y se utilizan en terraplenes o relleno de taludes, por ejemplo.
- Pavimento en continuo: Forman el 6,86%. La goma triturada, ejerce la función de superficies para campos de juego y atletismo.
- Césped artificial: Conforman el 18,76%. Se utiliza en campos de fútbol, tenis, golf...
- Losetas de seguridad: Constituyen el 22,07%. El neumático una vez triturado y con el tratamiento correspondiente, sirve para zonas de juego, gimnasios, geriátricos...
- Metales: Forman el 25,46%. El acero extraído de los neumáticos es de gran calidad para la industria siderúrgica.
- Asfalto: Constituye el 0,21%. Se considera que se podría dar un mayor uso a esta técnica desde el punto de vista del reciclaje. Ya que mejora las propiedades del asfalto, como pueden ser la adherencia y la disminución de la sonoridad.
- Otros usos: Comprenden el 15,71%. Se utilizan para mezcla de cauchos para la creación de cualquier tipo de goma, aislantes y bloques

elásticos, para pastillas de freno de camión, arrecifes artificiales, bloques antivibratorios, elementos de protección...

2. Estudio del caucho reciclado

2.1. Propiedades y beneficios del caucho reciclado

Propiedades y beneficios caucho reciclado

Desde 2006 la Directiva Europea 1999/31 prohíbe el depósito en vertedero de neumáticos usados tanto completos como triturados. De esta forma se ha conseguido nuevos usos de los neumáticos fuera de uso (NFU). Dentro del grupo NFU se encuentran los neumáticos reciclados para usos industriales o como fuente de energía, como última opción.

Los neumáticos fuera de uso (NFU) se clasifican como residuos no peligrosos. Por otro lado, la gestión de estos plantea cierta dificultad debido, sobre todo, al gran volumen generado.

En España se estima que se producirán más de 300.000 toneladas para el año 2020. Por esta razón es necesario encontrar alternativas en las cuales puedan emplearse este tipo de materiales en diferentes mercados. [11] Estos neumáticos son considerados como una de las fuentes de residuos más contaminantes y problemáticas debido a su gran volumen, durabilidad y el conjunto de componentes que los forman y que son tóxicos para el medio ambiente.

Su barata disponibilidad, volumen y capacidad de recuperación los hacen objetivos atractivos para el reciclaje, sin embargo, más de la mitad de los neumáticos usados son quemados por su valor como combustible. [12]

A pesar de ello, se sigue investigando para poder disminuir su quema y aumentar la fabricación de nuevos productos. Participando en la reducción de la contaminación y en consecuencia frenando, en medida de lo posible, el cambio climático.

3. Pavimento: Baldosas de caucho reciclado

Durante este proyecto se analizará las diferentes posibilidades que presentan las baldosas de caucho reciclado. Analizando desde su funcionalidad, geometría e innovaciones hasta el momento.

Este tipo de placas poseen unas características muy beneficiosas, como, por ejemplo: son respetuosas con el medioambiente al ser reciclables, sirven como aislante térmico y acústico, son antideslizantes y pueden instalarse tanto en interiores como en exteriores.

3.1. Fabricación e instalación

Actualmente la fabricación de baldosas de caucho reciclado se realiza a través de prensas hidráulicas. Como se explicará posteriormente hay varios tipos de estas máquinas. Se podrá elegir la fabricación por un método u otro dependiendo de la geometría y funcionalidad buscada.

En primer lugar, como se ha nombrado anteriormente, se realiza la extracción del acero, nailon y caucho independientemente. De este modo comienza la trituración del caucho y posteriormente se procede al molido del mismo hasta conseguir el tamaño de granulado adecuado. Posteriormente, se extiende el caucho triturado sobre el molde de la prensa con la geometría deseada. Para conseguir la compactación entre el grano se utiliza un aglutinado químico a través del cual es posible conseguir un producto compacto aplicando presión a altas temperaturas en una prensa.

Para una instalación rápida suele utilizarse un adhesivo, generalmente PU87. Este adhesivo se aplica en los bordes y en la base de la pieza para su rápida unión al pavimento.

Se debe conocer que la flexibilidad de estas baldosas va a depender del tipo de caucho.

En el caso de utilizar este tipo de productos en parques, las placas de caucho reciclado deben cumplir la elasticidad necesaria para la seguridad de los niños que juegan en este espacio. Para ello se deberá cumplir la norma EN 1177:2018. Dependiendo así de la altura del parque para calcular el espesor de las placas. [13]



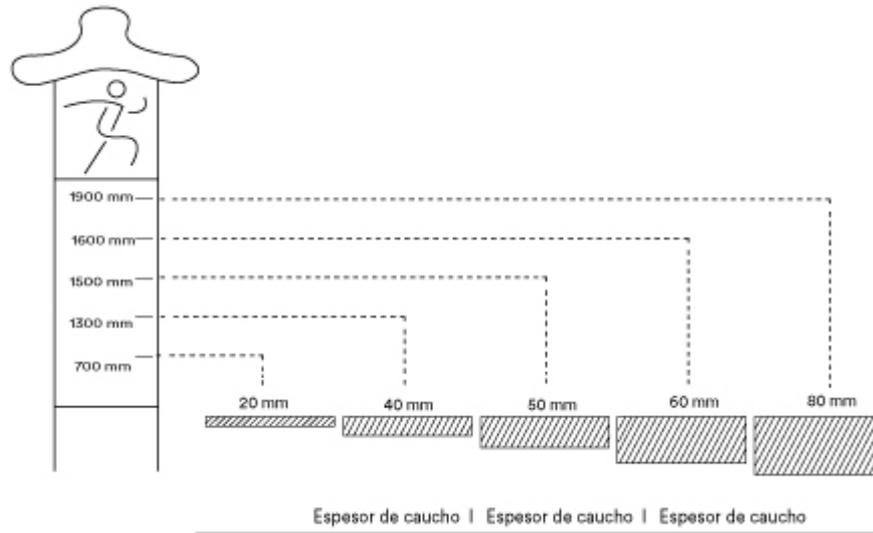


Imagen 3: Espesores de placas según la altura del mobiliario de los parques infantiles.

Esta normativa permite aumentar la seguridad en los parques infantiles exteriores en relación al riesgo de caídas. La amortiguación de este tipo de losetas permite reducir las lesiones producidas en los niños cuando se caen. De este modo se conseguirá una superficie lo suficientemente blanda como para amortiguar el impacto.

Anteriormente se realizaban pavimentos de arena, pero estos provocan abrasiones y posibles heridas. Además de ser un amortiguador inservible en momentos de lluvia ya que se convierte en barro y se descompacta.

Además, el caucho es más higiénico que el pavimento de arena ya que permite una mayor y mejor limpieza, evitando el riesgo de transmisión y contagio de enfermedades por contacto con suelo contaminado.

Los parques infantiles exteriores compuestos por losetas de caucho son ecológicos ya que aproximadamente el 90% de sus componentes son neumáticos fuera de uso. [18]

Algunas de las principales características que necesitan este tipo de baldosas son: el paso de agua, que sea antideslizante y que se mantenga seco y sin formar charcos.

3.2. Tipos existentes

3.2.1. Funcionalidad

Cabe destacar algunos de los beneficios que posee este tipo de producto. Entre ellos se encuentra su durabilidad ya que es resistente al desgaste en comparación con otro tipo de suelos. Se estima que tienen una duración de unos 30 años.

Dependiendo de su función existen diferentes opciones de porosidad. Esto depende de la necesidad de permitir o no el paso del agua. Esto se valorará dependiendo de si se encuentra en el interior o exterior y de las condiciones climatológicas.

En la mayoría de los casos, para cualquier tipo de pavimento, se busca un fácil mantenimiento y limpieza. Estas características son propias de las baldosas de caucho reciclado.

El único impedimento que se encuentra es que para sustituir alguna de ellas por otra nueva hay que romper parte del conjunto al estar unidas todas las placas entre sí. [14][15]

Se escogerán los diferentes tipos de placas en función de su utilidad. Por ejemplo, se utilizan en parque infantiles, en gimnasios, como aislantes en bares o discotecas, suelos para establos, etc.

3.2.2. Geometría

Las losetas de caucho permiten gran variedad de patrones, diseños, colores y texturas. Dependiendo de la funcionalidad que se busca será más idóneo uno u otro diseño. [16][17]

Clasificándolas respecto a su geometría, las principales son:

Diseño de Utillajes para la Fabricación de Pavimento de Caucho Reciclado
AGUILAR IGLESIAS, MIREIA



Imagen 4: Machihembradas

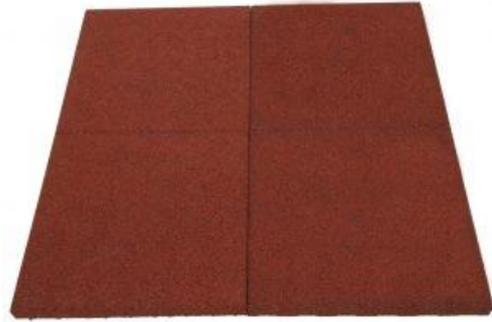


Imagen 5: Sin machihembrar

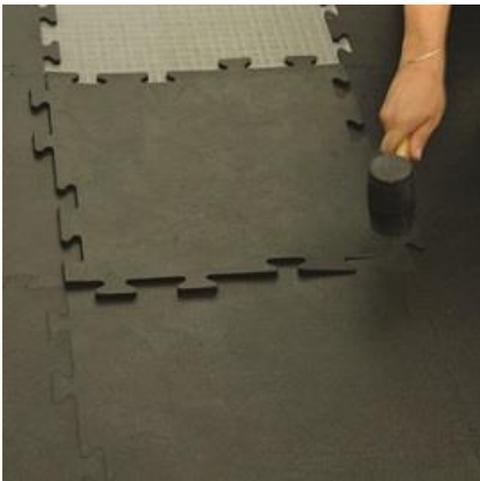


Imagen 6: Puzzle



Imagen 7: Gusano



Imagen 8: Hueso



Imagen 9: Biselada

3.3. Innovaciones

Como se ha explicado con anterioridad el principal inconveniente de este producto es la retirada de gran parte del conjunto para sustituir una pieza si fuera necesario.

También será un problema si se quiere trasladar de lugar debido a un cambio de uso. En la actualidad habría que deshacerse del conjunto ya que es dificultoso volver a pegar las piezas si se requiere un acabado perfecto.

Durante este proyecto se buscará una solución a los problemas que a día de hoy se plantean en las baldosas de caucho reciclado.

4. Presa hidráulicas vulcanizadora

4.1. Trabajo en prensa

En primer lugar, se ha de comprender como funciona una prensa convencional para poder especializar el proyecto en aquella que más nos convenga.

Además, se explicarán algunos de los términos más específicos de este sector.

La mayoría de las operaciones de trabajo en prensa requieren herramientas especiales. En la mayoría de las ocasiones, las herramientas de corte o de forma se agregan a un juego de dados estandarizados que está montado en una prensa.

Algunas de las partes que forman una prensa que permite el corte son: zapata portapunzón, punzón, material de lámina de metal, buje de poste guía, poste guía, zapata de dado, dado.

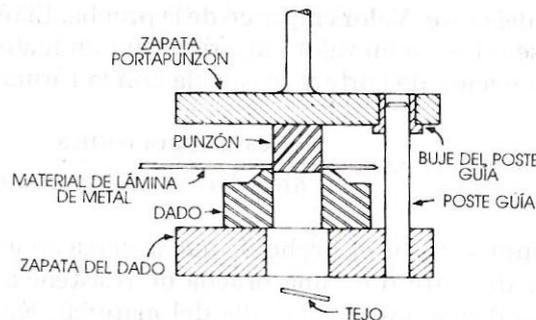


Imagen 10: Conjunto simple de dado

Para un funcionamiento óptimo, el utillaje deberá ser alineado con el conjunto de dado más zapata. Una vez montada la prensa, la zapata del punzón queda fijada a la prensa y la zapata del dado a la plancha soporte. Los postes guía aseguran el alineamiento apropiado del punzón y del dado y simplifican la habilitación, debido a que el conjunto entero del dado puede quitarse de la prensa y ser reemplazado después sin ningún tipo de ajuste crítico.

En algunos dados complejos, puede haber confusión en el cuál es el dado y cuál es el punzón: sin embargo, en el uso normal, la parte de la herramienta con una depresión, agujero o retroceso se llama el dado, y el punzón es la pieza que entra en el agujero o depresión del dado. En la mayoría de los casos, los problemas de manipulación y habilitación de material se simplifican montando el punzón en la parte superior y el dado en la parte inferior del conjunto de dado.

El **cizallado** es una operación de corte. El término corte, como se usa en trabajo de prensa, se aplica específicamente a la operación de cargar, hasta la fractura, con aristas opuestas. El esfuerzo de corte se aplica a una condición de carga interna que tiende a deslizar un plano en otro, y ocurren diversas intensidades de esfuerzo al corte, con prácticamente todos los sistemas de carga. En una operación de cizallado, el material en realidad se carga con una combinación de cargas a compresión y flexión, y la condición interna de esfuerzo es bastante compleja. De gran importancia es el hecho de que, cuando las cargas externas llegan a ser lo suficientemente grandes, los esfuerzos internos excederán los valores críticos para el material y ocurrirá la rotura. Esta puede o no estar precedida por el flujo plástico, dependiendo de las propiedades del material particular.

El término **resistencia al corte** se refiere a un valor empírico para un material cargado como en una operación de corte y se calcula con la fórmula:

$$\text{Resistencia al corte} = \frac{\text{carga de la rotura}}{\text{área del material cortado}}$$

Puede haber confusión por el hecho de que la carga aplicada en cualquier operación de corte o en una prueba de resistencia al corte, es más o menos paralela al área de la falla del material. Esto implica la idea de esfuerzo de corte. En realidad, los valores de resistencia al corte no tienen relación directa con el valor de esfuerzo cortante que existe en la rotura.

Las cargas de corte son predecibles. Aun cuando la carga máxima requerida para la operación de corte puede variar considerablemente, dependiendo del filo de las herramientas.

Conforme el punzón atraviesa al material, la carga variará según las características de este y del filo de las herramientas.

Las cargas en las prensas requieren estructuras masivas. El diseño de las prensas se caracteriza principalmente por los requisitos de alta carga que resulta en marcos y miembros bastante pesados, aun para presas de capacidad relativamente pequeña. Las prensas difieren en una o más características.

También se presentan cambios de geometría dependiendo de la función requerida. Las prensas con lados rectos son más rígidas. Cuando no se requiere la facilidad de un marco C o cuando las cargas pueden requerir un marco C excesivamente grande, se usa el marco con lados rectos.

Por otro lado, para ciertos trabajos se necesita acción múltiple. El término acción se refiere al número de correderas o arietes que tiene una prensa. Para prácticamente todas las operaciones de corte y las operaciones más simples de doblado y formado, es suficiente una sola acción.



Otra de las partes más importantes de este tipo de maquina es el **impulsor**. Este se refiere al mecanismo que proporciona el movimiento de ésta. En la figura, que aparece a continuación, se muestra mecanismos típicos. Se usan dos métodos generales, mecánico e hidráulico. Los impulsores mecánicos más comunes son los tipos de cigüeñal y excéntrico que son similares. Las prensas con junta articulada pueden ejercer muy altas fuerzas para una corta porción del viaje cerca del fondo del golpe y se usan principalmente para operaciones de acuñado o forja en frío. Alunas veces se usa un impulsor de tornillo para operaciones similares, pero es de velocidad menor.

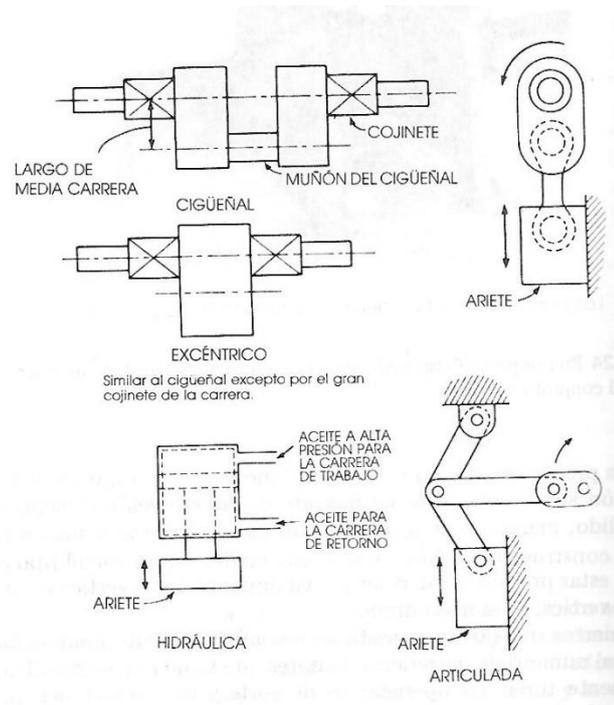


Imagen 11: impulsiones típicas de prensas

Los impulsores hidráulicos proporcionan una carrera más larga. En general, las prensas impulsadas hidráulicamente son más lentas que los tipos mecánicos, pero tienen ciertas ventajas. Pueden ejercer el tonelaje pleno en toda la longitud de la carrera, es fácilmente ajustable la longitud de la carrera.

El proceso más antiguo y más simple de moldear plásticos es el **moldeo a compresión**. El material en polvo, gránulo, píldoras o preformado se introduce primero en el molde, seguido de la aplicación de calor y presión. Con los plásticos termoplásticos, para los cuales se usa el proceso, el primer efecto del calor es suavizar el material a la etapa termoplástica en la cual las partículas se aglutinan y fluyen bajo presión para llenar la cavidad del molde. Con la aplicación prolongada de calor se vuelve rígido permanentemente. El molde puede abrirse cuando todavía está caliente y se extrae la parte terminada,

aunque algunas veces es beneficioso el enfriamiento parcial para la estabilidad dimensional del producto. El tiempo de fraguado varía desde pocos segundos a varios minutos, dependiendo del material, temperatura, método de calefacción y espesor de la sección. Es posible moldear termoplásticos por compresión; pero, después de la porción de presión y calefacción del ciclo, debe enfriarse el molde antes de la extracción de la parte.

El moldeo por compresión se usan ambas prensas, las mecánicas y las hidráulicas, las presas hidráulicas son las más comunes, especialmente para artículos con altas paredes verticales. En las instalaciones múltiples, es común tener un sistema hidráulico de gran capacidad que opera varias prensas. Cualquier prensa individual puede aprovechar la gran capacidad para cerrar un molde rápidamente durante un periodo relativamente corto, en el cual la mayoría de los materiales termoplásticos están en el estado termoplástico fluido.

En comparación con otras técnicas de moldeo, algunas ventajas y limitaciones están asociadas con el moldeo a compresión. Las restricciones de tamaño son relativamente pocas, y los artículos moldeados más grandes por lo general se hacen por este método. No hay desperdicio de material y poca erosión en los moldes porque el material no fluye bajo altas presiones del exterior del molde. Debido al corto flujo multidireccional del material dentro del molde, los esfuerzos internos y las distorsiones dentro del molde pueden reducirse al mínimo.

La alta presión requerida y la baja viscosidad de la mayoría de los materiales termoplásticos en el estado plástico, conlleva a la eliminación de rebabas y una rigurosa limpieza de los moldes entre ciclos sucesivos.

Existen problemas de moldeo en las variaciones dimensionales altas. En los métodos más importantes de producción de plásticos, en los cuales se usan dados, se encuentran los mismos tipos de problemas que con los metales y se exageran aún más debido a las altas relaciones de contracción de muchos plásticos. Los filetes, ángulos de retiro y protuberancias deben recibir las mismas consideraciones como en la fundición del metal. Los cambios de espesores de sección son aún más críticos que con los metales, en especial para los materiales termoestables que pueden sobrecalentarse en secciones delgadas y quedar expuestos a deterioro antes de que las secciones más gruesas hayan polimerizado adecuadamente. Debido a los cambios técnicos, químicos y de presión que ocurren, con frecuencia ocurre un considerable cambio dimensional después de que se ha terminado el moldeo y usualmente son difíciles de mantener tolerancias estrechas. [19]

4.2. Diseño de moldes

En la fabricación de piezas moldeadas, se emplean diversos tipos de troqueles o moldes que delimitan la masa plástica de moldeo, mientras endurece y conserva la forma deseada. Estos moldes se montan en cualquier tipo de prensa que abrirá y cerrará el molde, que aplicará una gran presión si es preciso y que facilitará la carga del molde por medios externos. El material plástico se mantiene en molde bajo presión mientras endurece suficientemente de modo que conserva su forma después de la extracción.

En algunos casos estas prensas son máquinas de moldeo automáticas con bombas de presión autónomas, instalaciones automáticas para el calentamiento del material y temporizadores para regular las distintas operaciones.

Durante el proceso, los moldes deben estar a altas temperaturas, para calentarlos se emplea vapor, agua caliente, aceite o electricidad. La clase de calefacción a emplear en un trabajo dado viene determinada por los medios de que se dispone y por el carácter del propio trabajo. En grandes plantas de moldeo por compresión, resulta muy económico el empleo de vapor.

En ciertos casos, los moldes deben enfriarse mediante circulación de agua u otros líquidos refrigerantes. Para mantener constante la temperatura de los moldes se dispone de equipos especiales para este fin.

Actualmente se utilizan muchos sistemas de moldeo como consecuencia de la gran variedad de materiales de que se dispone.

Los moldes usados en el **moldeo por compresión** constan de una cavidad y de un macho o núcleo. La debida alineación entre ambas partes se logra mediante unas espigas de guía. La cavidad del molde forma a una superficie de la pieza moldeada y en general es en ella donde se carga el polvo de moldeo. El macho da forma a la otra superficie de la pieza a moldear y sirve para comprimir el polvo de moldeo cuando se cierra el molde. Por lo tanto, el polvo de moldeo se ve obligado a ocupar únicamente el espacio libre entre macho y la cavidad durante su endurecimiento.

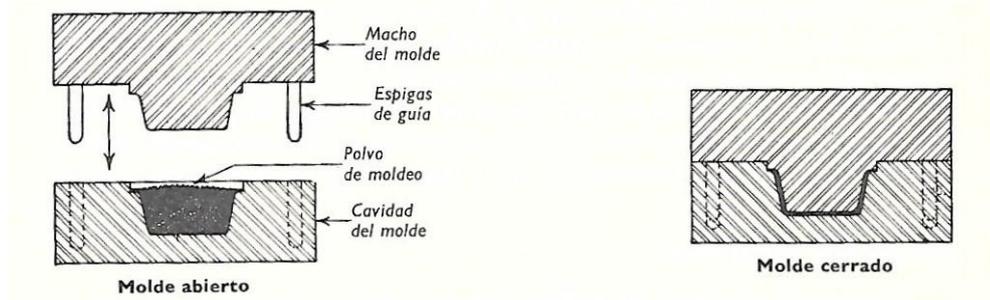


Imagen 12: Moldeo por compresión

La pieza moldeada debe salir del molde una vez que ha curado. Para una producción económica, es conveniente diseñar la pieza sin contrasalidas o salientes que impidan su salida del molde. Es posible proyectar moldes para la fabricación de piezas que han de llevar contrasalidas, pero esta fabricación no es económica en muchos tipos de trabajo y, por lo tanto, es mejor evitarlos si es posible. Cuando no hay más remedio que introducir contrasalidas o secciones con huecos laterales, se construyen unas coquillas móviles que forman parte del molde. Estas coquillas se sacan del molde con la pieza de la cual se separará después.

Operaciones para la fabricación de un molde:

En primer lugar, se da la construcción de armazones normalizadas para moldes. El fabricante del armazón del molde puede mecanizar especialmente ciertas cavidades y los canales de agua de refrigeración, pero también el fabricante encargado de hacer el molde puede realizar estas operaciones después de que le han suministrado el armazón normalizado. Se marcan los orificios para tornillos, los canales de refrigeración y otros orificios a taladrar.

La cavidad y el núcleo son piezas que se producen en general a partir de barras de acero recocido o de piezas forjadas de tamaño adecuado. Después de cortarlas aproximadamente a su tamaño con una sierra de trocear, las piezas rectangulares se llevan a sus dimensiones aproximadas en una cepilladora o limadora o fresadora horizontal. Los orificios interiores redondos o circulares se realizan con una perforadora de columnas, taladradora de plantilla fresadora vertical o duplicadoras; se utilizan para maquinar detalles rectangulares de cavidad o del núcleo. Las superficies exteriores se terminan con frecuencia en una rectificadora antes de trazar o mecanizar a unas tolerancias estrechas. Los punzones de forma y los modelos se maquinan del mismo modo que la pieza de un núcleo para un molde. Las letras y números se estampan o graban en las piezas del molde después de terminar otras operaciones y antes del pulido final. Una sierra de contornear es una sierra de

cinta de velocidad variable y puede emplearse tanto para trabajar el armazón como la cavidad o para lijar y suavizar las superficies.

Hay otros métodos posibles como, por ejemplo, los métodos de soldadura por arco en hidrógeno atómico o por arco en atmósfera de helio son muy útiles tanto en la fabricación como en la reparación de moldes. Para añadir metal cuando se ha quitado en exceso o cuando hay que realizar algún cambio, se utilizan varillas de composición similar a las piezas de la cavidad o del núcleo. Este equipo es de un valor inapreciable para reparar las piezas de los moldes desgastadas o rotas.

Siempre que sea necesario, a través de una rectificadora pueden realizarse contornos especiales y rectificados.

El principio básico de moldeo exige un molde que comprima el compuesto hasta la forma deseada y que lo mantenga bajo presión y calor mientras se produce la reacción química que le hace endurecer. Esto debe realizarse de la manera más sencilla y menos costosa, diseñando el molde de modo que puedan cargarse fácilmente el compuesto de moldeo y las inserciones, así como expulsar la pieza sin deformación.

El material de moldeo puede cargarse en el molde según tres métodos diferentes por lo menos. Se indican por orden de preferencia y uso más generalizado:

1. Preforma o “pastillas”.
2. Carga volumétrica mediante bandeja de carga o recipiente graduado.
3. Carga pesada de polvo de moldeo o preformas.

Se valorará la cantidad de piezas que demanda el usuario ya que determinará el número mínimo de cavidades que debe llevar el molde. [20]

4.3. Tipos y comparación

Una vez realizado este estudio y conociendo la fabricación de las baldosas de caucho reciclado, centraremos el proyecto en las prensas de tipo hidráulicas dobles vulcanizadas.

Este tipo de prensas permite acomodar los moldes a diferentes tamaños y formatos. Se especificará la temperatura, densidad y grosos de los productos.



Algunas de las prensas hidráulicas vulcanizadas del mercado son las siguientes:

La empresa “Salvadori” consta de un conjunto de maquinaria basándose en la filosofía del caucho reciclado.

La más adecuada se compone de tres placas, dos inferiores y una superior. Las inferiores van modificando su posición. En la primera posición se coloca el molde con el material correspondiente. En la segunda posición se coloca la placa en la zona de vulcanizado, donde la placa superior aplicará una fuerza al mismo tiempo que calor, compactando y sellando de este modo el material. Una vez finalizada la segunda posición pasa a una zona de reposo y la placa de la primera posición pasa a la segunda.

Al mismo tiempo que la placa superior aplica presión y calor podrá realizar algún acabado si fuese necesario, con el previo diseño del mismo.

Se estima que el molde está fabricado en aluminio con un recubrimiento de teflón, para evitar en medida de lo posible la adherencia del material al molde en el proceso de vulcanizado.

En el proceso de diseño del molde deberá tenerse en cuenta un margen de un 2% a causa de la contracción del caucho.



Imagen 13: Prensa hidráulica Salvadori

A través de la empresa “Hidrogarne” podemos observar múltiples características de este tipo de máquinas.

Prensa hidráulica motorizada de doble montante con bancada fija. Este es el modelo FDV-125E para trabajos de vulcanizado. Está especialmente diseñada para cumplir los trabajos de vulcanizado.

Como todas las prensas hidráulicas de la serie F está mecanizada al final del proceso de soldadura que garantiza un perfecto paralelismo y precisión.

Fabricada con una estructura rígida electrosoldada de bancada fija para lograr una mayor robustez y mesa inferior con extracción hidráulica.

Dispone una mesa superior térmica de 1350x1100x115 mm, un contra-plato refrigerado y una mesa inferior térmica de 1350x1100x115 mm y contra-plato calefactado.

Además, posee algunas características como filtro de aspiración y retorno, nivel de aceite con termómetro, bloque de seguridad anticaída, refrigerador aire-aceite, funcionamiento manual o automático.

Tiene un largo total de 1530mm, un ancho de 1250mm y una altura total de 2400mm.

Es óptima para trabajos de vulcanizado y cumple con las dimensiones requeridas para este proyecto.



Imagen 14: Prensa hidráulica FDV-125E

Otra de las series que podría cumplir las características necesarias para este proyecto en la serie R.

Sus funciones principales son de embutición y estampado. Son prensas hidráulicas motorizadas de arco rígido.

Trabajan con una presión hidráulica inferior a los 320 BAR para garantizar una mayor durabilidad de todo el sistema hidráulico.

Las prensas de embutición y estampado de la serie R constan de una estructura electrosoldada fabricada exclusivamente en acero S355JR. Está estabilizada y mecanizada al final del proceso de soldadura para garantizar un perfecto paralelismo y precisión.

Posee una mesa inferior y superior de acero C45E mecanizadas con ranuras DIN-650. La mesa superior garantiza el paralelismo a partir de sus guías cilíndricas con casquillos bimetálicos antrifricción libres de mantenimiento.

Tal vez este no sea el modelo más idóneo debido a sus dimensiones y a que habría que realizar toda la fabricación de las losetas de forma mucho más lenta, ya que habría que retirar cada pieza una vez realizada la estampación perdiendo de este modo tiempo. También es necesario un vulcanizado para garantizar la perfecta unión del material.

1.1



Imagen 15: Prensa hidráulica serie R.

El siguiente modelo de “Hidrogarne” es una prensa hidráulica de cuatro columnas de la serie M.

Posee seis potenciales diferentes que van desde las 50 a las 300 toneladas. Está diseñada para conseguir una mayor precisión y capacidad.

Trabaja a una presión hidráulica inferior a los 320 BAR para garantizar una mayor durabilidad de todo el sistema hidráulico.

Las prensas de embutición y estampado hidráulicas de la serie M constan de tres bloques electrosoldados fabricados exclusivamente en acero S355JR.

Están provistas de una mesa superior y una mesa inferior de acero C45E mecanizadas con ranuras DIN-650. Garantizamos una mínima fricción en el desplazamiento vertical de la mesa superior mediante la instalación de casquillos bimetálicos libres de mantenimiento y un perfecto paralelismo mediante cuatro columnas cilíndricas cromadas y rectificadas.

Las dimensiones no son las más adecuadas para este proyecto y habría pérdida de tiempos como en el modelo anterior.



Imagen 16: Prensa hidráulica serie R.

Una de las prensas hidráulicas que mejor cumple con las dimensiones y funcionalidad requerida es el modelo MV-1000E de “Hidrogarne”.

Está diseñada con cuatro columnas cilíndricas cromadas de diámetro 250 mm fabricadas en acero C45E, especialmente diseñada para trabajos de embutición profunda.

Como todas las presas de la serie M trabaja con presiones inferiores a 290 BAR para garantizar la durabilidad de todo el sistema hidráulico.

Posee una mesa central con ranuras en “T” guiada por cuatro columnas y casquillos de bronce-grafito. También tiene una mesa inferior con ranuras en “T” y extracción hidráulica frontal con capacidad para desplazar cargas de hasta 25 TN.

Las dimensiones útiles de la mesa son de 1500x1500mm, por lo que cumple los requisitos.

Ambas mesas incorporan platos calefactados que pueden alcanzar una temperatura de 250°C. Además, permite un registro de presión, temperatura, visualización y almacenamiento de datos. La precisión de las placas térmicas es de +-5%. También incluyen un sistema de refrigeración. [21]



Imágenes 17 y 18: Prensa hidráulica modelo MV-1000E

4.4. Conclusiones

Para este proyecto se necesitará una prensa hidráulica doble vulcanizadora. La prensa hidráulica permite la perfecta compactación de los gránulos de caucho y a través del vulcanizado se logra un resultado óptimo respecto a esta unión de elementos.

Si la prensa es doble nos permite ahorrar tiempo ya que a la vez que una mesa entra en el proceso de prensado la otra puede cargarse de material o pasar a la zona de refrigerado de la cual se podrá extraer las piezas del molde.

Se estiman unos moldes para unas baldosas 1000x1000mm, por lo que la dimensión útil de las mesas ha de ser superior.

Como se ha comprobado hay múltiples tipos de presas hidráulicas y varias de ellas cumplen las características para poder realizar el diseño que se desea.



Diseño de Utillajes para la Fabricación de Pavimento de Caucho Reciclado
AGUILAR IGLESIAS, MIREIA



MEMORIA

1. Diseño de baldosas	45
1.1. Baldosas cuadradas	45
1.2. Baldosas hexagonales	47
1.2.1. Pestaña simple	48
1.2.2. Pestaña doble	49
2. Características	50
2.1. Materiales	50
2.2. Espesores	51
3. Fabricación	52
3.1. Diseño de moldes	53



Diseño de Utillajes para la Fabricación de Pavimento de Caucho Reciclado
AGUILAR IGLESIAS, MIREIA



MEMORIA

1. Diseño

Se han diseñado tres variantes de baldosa de caucho reciclado. Esto ha sido debido a las diferentes funcionalidades para las cuales pueden ser empleadas relacionándolas con su geometría.

1.1 Baldosa cuadrada

En primer lugar, se ha diseñado un modelo con geometría más sencilla. Este diseño posee una forma cuadrada y se ensambla con otras piezas a través de unas pestañas.

Estas pestañas tienen dos posibles posiciones: macho o hembra. Siendo de este modo una baldosa machihembrada, es decir, parte de sus pestañas son macho y parte son hembra, como se indica en la imagen.

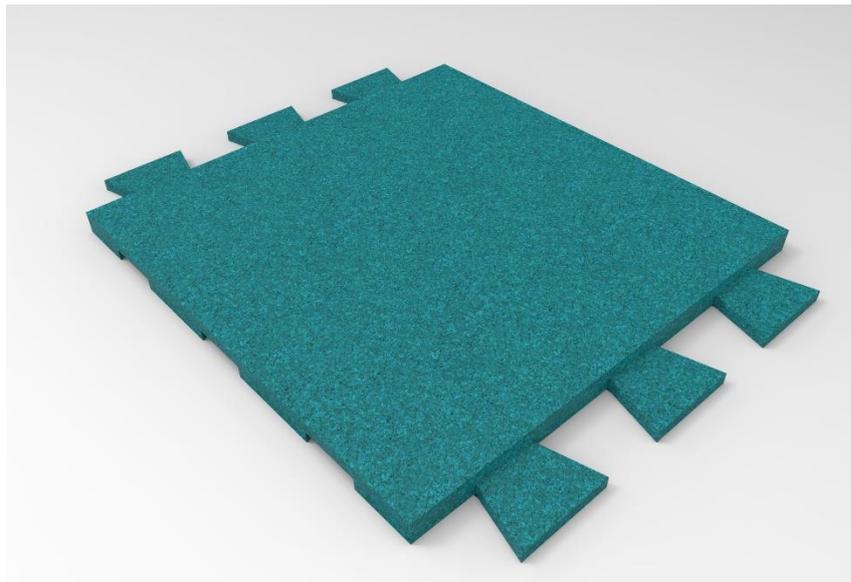


Imagen 19: Diseño baldosa cuadrada

Estas pestañas tienen forma trapezoidal para garantizar que una vez ensambladas las diferentes baldosas sea difícil separarlas de nuevo. Habrá que realizar un gran esfuerzo para levantarlas y poder separarlas, ya que las pestañas se encuentran en la parte inferior del diseño, la parte superior oculta las pestañas mostrando una superficie de líneas rectas.

Se ha diseñado teniendo en cuenta esta difícil separación para que de forma ordinaria no puedan dividirse accidentalmente, únicamente en casos de mantenimiento o reparación.

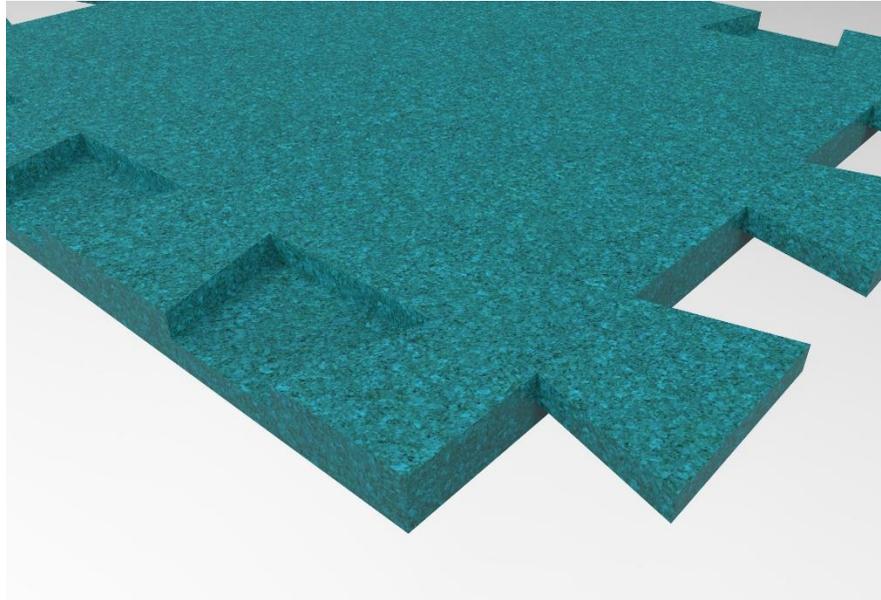


Imagen 20: Detalle pestañas

Consta de tres pestañas a cada lado, teniendo dos lados machos y dos lados hembras. De esta forma solo existe un único diseño que permite que se encajen todas las piezas requeridas.

Las baldosas cuya posición es el extremo, crean un problema. Esto surge debido a que aparecen las pestañas macho y a su vez aparecerán extremos con parte hueca por las pestañas hembra. Este problema tiene solución, ya que se cortarían las pestañas salientes y se colocarían en los huecos, constituyendo una baldosa totalmente rellena y visualmente pulida y recta.



Imagen 21: Composición baldosas cuadradas [24]

1.2 Baldosa hexagonal

Se ha creado un segundo diseño con forma hexagonal que permite una mayor variedad de composiciones siendo más rico visualmente, ya no solo jugando con la funcionalidad sino, además, creando un papel de mayor importancia para la estética.

Este modelo está diseñado para espacios en los que no sea estrictamente necesario acercar las baldosas a la pared, pudiendo crear una composición visual más atractiva.

En el caso de que se quisiera juntar las piezas a un borde o pared habría que realizar unas modificaciones a través de cortes para adaptar la geometría a la superficie. Por ello se recomienda que para ese tipo de espacios se utilicen las baldosas de geometría cuadrada para un mayor aprovechamiento del material de las mismas.

1.2.1 Baldosa hexagonal de pestaña simple

Este tipo de baldosas está más enfocado a interiores ya que la separación de las piezas es más sencilla debido a que solo poseen una pestaña por lado. Si se colocaran en lugar de mucha actividad, como por ejemplo gimnasios, sería más conveniente utilizar las baldosas con doble pestaña para asegurar una máxima unión entre ellas. La baldosa simple es recomendable para espacios con actividades relajadas, aunque de todos modos tiene una buena unión.



Imagen 22: Ejemplo de espacio para baldosas hexagonales de pestaña simple [22]

Podría utilizarse para espacios de juegos infantiles o para lugares de baja actividad como, por ejemplo, una sala de estar con funcionalidad estética y de aislante acústico.

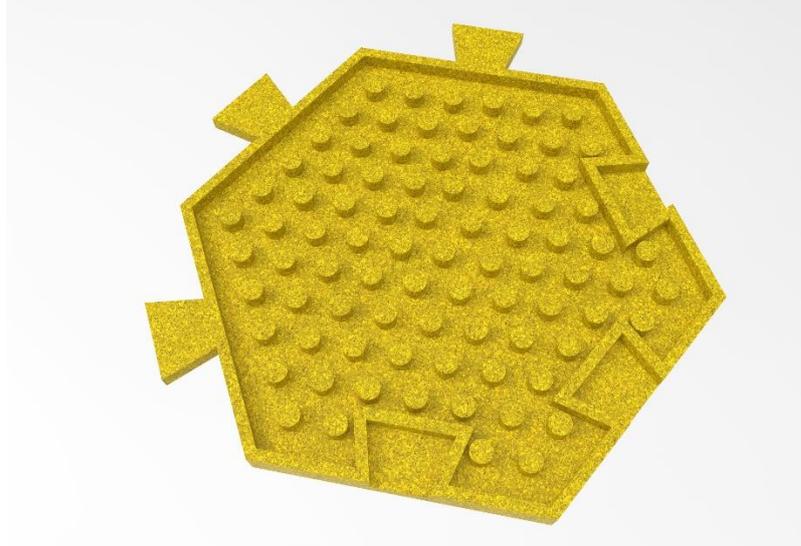


Imagen 23: Baldosa hexagonal de pestaña simple

1.2.2 Baldosa hexagonal de pestaña doble

Las piezas con pestaña doble aportan un mayor ensamble asegurando la difícil separación del suelo.

Esto permite que se utilicen para espacios con mayor actividad, como por ejemplo los gimnasios. En estos lugares hay un gran tránsito de gente, garantizando que estas personas no se tropiecen, y además debe de cumplir la funcionalidad de soportar las caídas de elementos pesados como son las pesas.

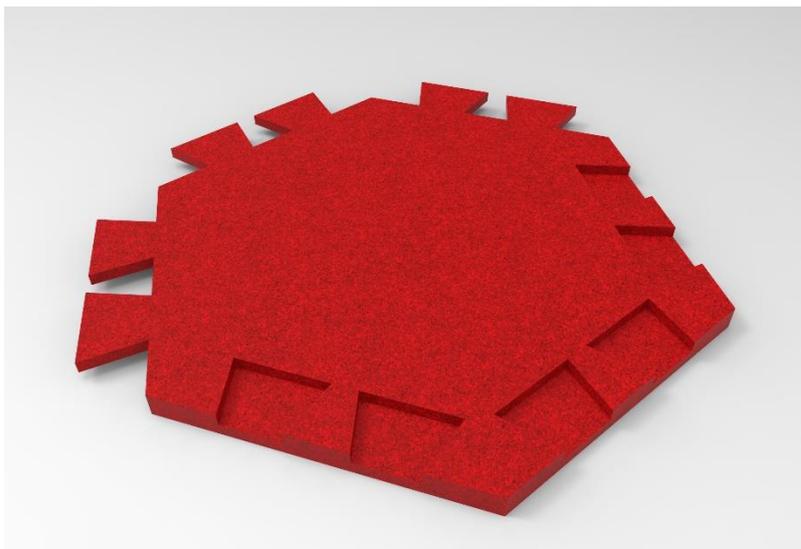


Imagen 24: Baldosa hexagonal de pestaña doble

También podrían utilizarse para espacios exteriores como terrazas o parques. Se recomienda que si el uso es para parques se peguen los extremos del mismo modo que se nombró con anterioridad en las piezas rectangulares.



Imagen 25: Ejemplo de espacio para baldosas hexagonales con pestañas dobles [25]

2. Características

2.1 Materiales

Como se ha mostrado anteriormente, estas losetas se fabricarán a través de la compresión y vulcanizado de caucho triturado.

Este caucho se obtendrá de neumáticos fuera de uso (NFU), el cual se procesará como se ha indicado.

El tamaño del grano dependerá de las especificaciones que se requieran, pero en caso general serán de unos milímetros.

Estos granos de caucho se quedan unidos a través de un adhesivo que forma aproximadamente entre un 6 y 8% del volumen total de la baldosa. Además, se plantea un acabado en color, por lo que será necesario un colorante, entorno al 20% del adhesivo. Por último, un desmoldeante que permita la fácil retirada del producto respecto al molde.

En el Anexo 4 se incluyen las fichas técnicas de los materiales recomendados para este tipo de productos.

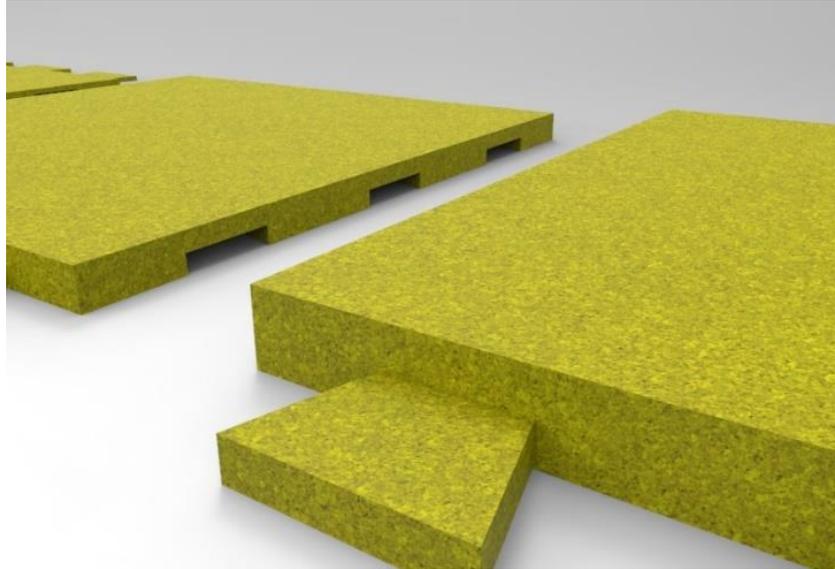


Imagen 26: Detalle material

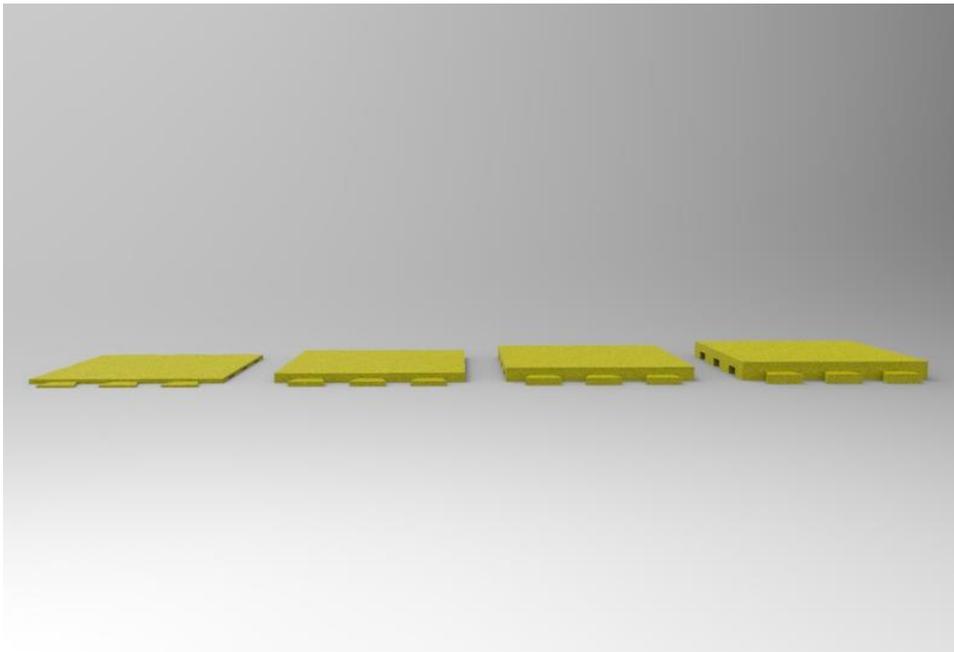
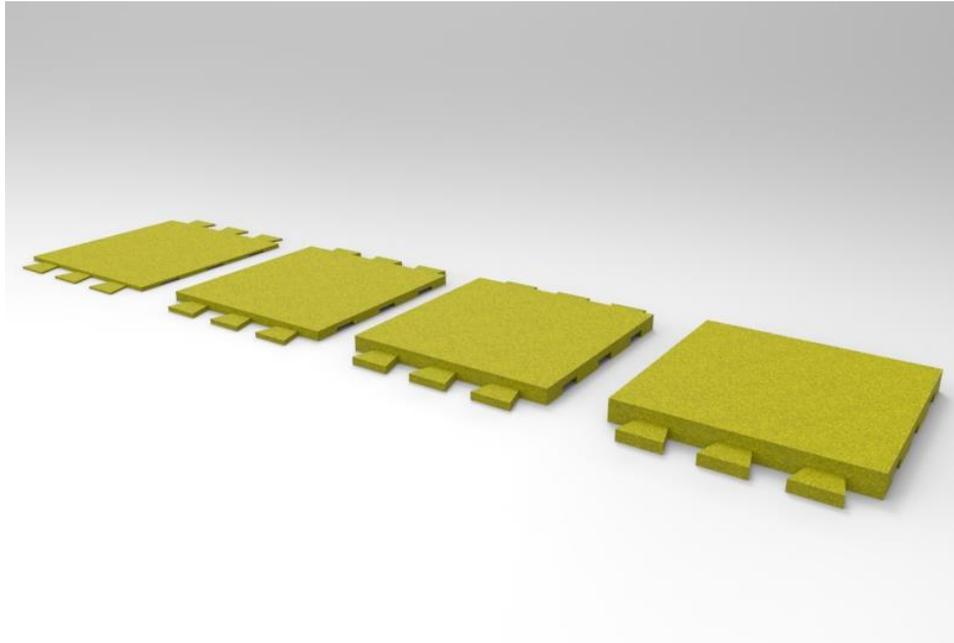
2.2 Espesores

Las baldosas serán fabricadas en diferentes espesores dependiendo de las características requeridas. Por ejemplo, si la función que se exige es para el suelo de un gimnasio para amortiguar la caída de las mancuernas el espesor será mayor que un suelo para juego infantil.

Del mismo modo, si se tratase de un uso exterior para parques, cuya funcionalidad es amortiguar la caída de los niños, deberá realizarse un exhaustivo estudio teniendo en cuenta la altura de caída para calcular el espesor conveniente.

Los espesores que se plantean son:

- 2 centímetros de espesor para cumplir alturas de un máximo de 70 centímetros.
- 4 centímetros de espesor para cumplir alturas de un máximo de 130 centímetros.
- 6 centímetros de espesor para cumplir alturas de un máximo de 160 centímetros.
- 8 centímetros de espesor para cumplir alturas de un máximo de 190 centímetros.



Imágenes 27 y 28: Espesores de baldosa.

3. Fabricación

En primer lugar, se ha tenido en cuenta que todos los modelos estén implementados dentro de una superficie de un metro por un metro para su fácil y concordante fabricación.

El hueco del molde que se rellenará del caucho triturado debe encontrarse dentro de unas dimensiones de 1010 x 1010 mm, permitiendo así la dilatación del material durante su fabricación, cumpliendo de este modo un margen de un centímetro de variación.

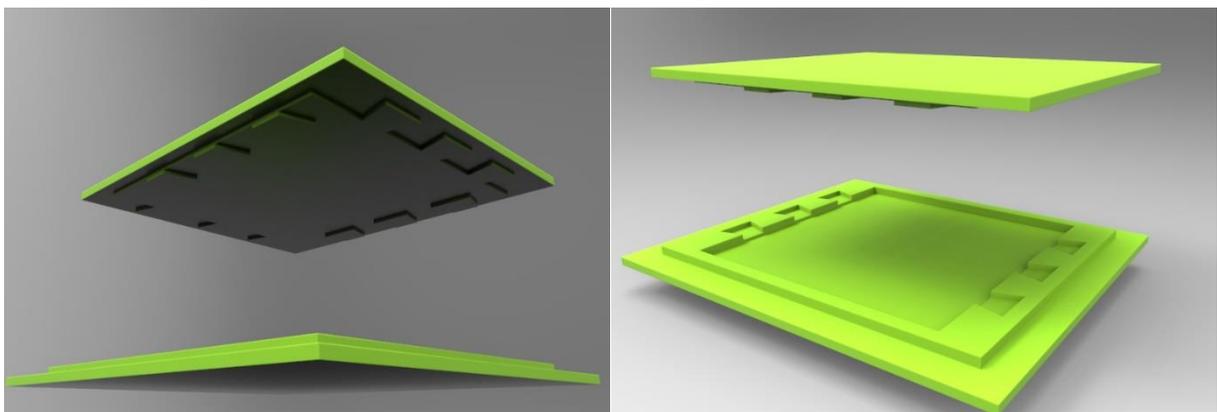
Todas las baldosas tienen funcionalidad exterior e interior, para así cubrir todas las necesidades que nos oferta el mercado. Por un lado, las baldosas exteriores que podrían utilizarse, por ejemplo, para parques infantiles deberían reforzarse pegando sus extremos para evitar que se levante la superficie, bien por condiciones climatológicas o por fuerza humana.

3.1 Diseño de moldes

La fabricación a través de prensas hidráulicas vulcanizadas nos permite diseñar a nuestro gusto diferentes modelos, siempre y cuando se diseñe su propio molde.

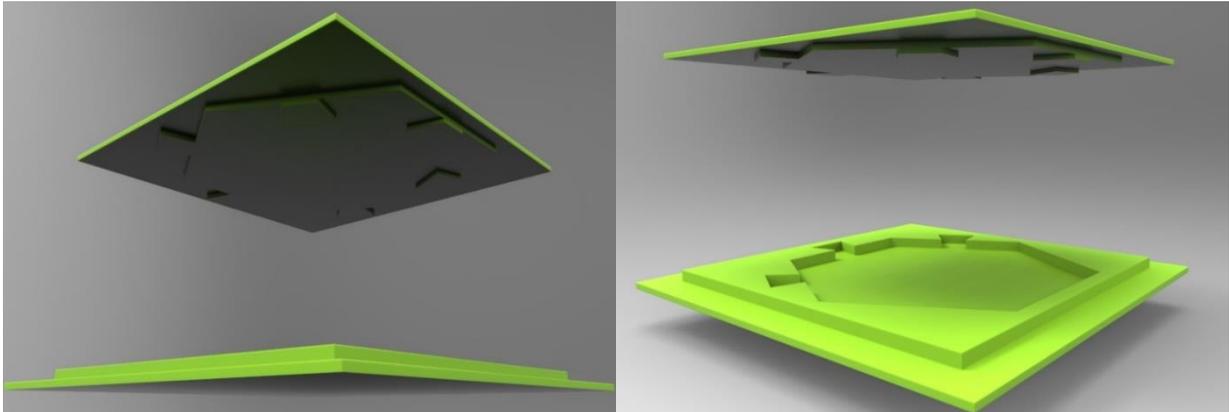
Para ello, se ha de diseñar cada una de las partes del molde correspondiente. Los moldes se diseñarán teniendo en cuenta la dilatación del material, incrementando las dimensiones.

Para realizar las baldosas de caucho reciclado se utilizarán dos moldes, inferior y superior. El molde inferior crea la geometría principal y las pestañas, mientras que el molde superior estampa los huecos en los que irán introducidas las pestañas y la amortiguación en los diseños que la poseen.



Imágenes 29 y 30: Moldes para baldosa rectangular

Diseño de Utillajes para la Fabricación de Pavimento de Caucho Reciclado
AGUILAR IGLESIAS, MIREIA



Imágenes 31 y 32: Moldes para baldosa hexagonal

La prensa hidráulica podrá contener dos moldes inferiores y uno superior, como se muestra en la siguiente figura. Para una precisión mayor se les ha añadido unas guías en los moldes superiores y agujeros en los inferiores (estas geometrías podrán apreciarse en los planos).

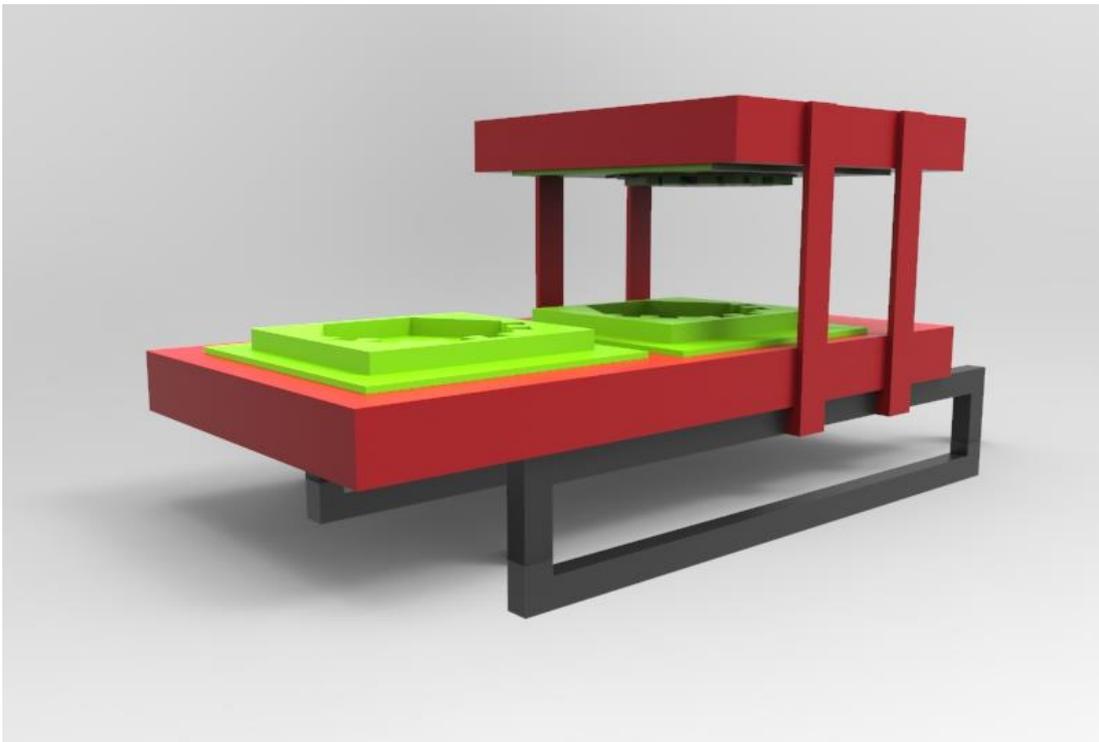


Imagen 33: Prensa hidráulica vulcanizadora con moldes en sus adecuadas posiciones.

PLANOS

Plano 1: Baldosa cuadrada de 2 cm de espesor

Plano 2: Baldosa cuadrada de 4 cm de espesor

Plano 3: Baldosa cuadrada de 4 cm de espesor con amortiguación

Plano 4: Baldosa cuadrada de 6 cm de espesor con amortiguación

Plano 5: Baldosa cuadrada de 8 cm de espesor con amortiguación

Plano 6: Baldosa hexagonal de 2 cm de espesor

Plano 7: Baldosa hexagonal de 4 cm de espesor

Plano 8: Baldosa hexagonal de 4 cm de espesor con amortiguación

Plano 9: Baldosa hexagonal de 6 cm de espesor con amortiguación

Plano 10: Baldosa hexagonal de 8 cm de espesor con amortiguación

Plano 11: Baldosa hexagonal con doble pestaña de 2 cm de espesor

Plano 12: Baldosa hexagonal con doble pestaña de 4 cm de espesor

Plano 13: Baldosa hexagonal con doble pestaña de 4 cm de espesor con amortiguación

Plano 14: Baldosa hexagonal con doble pestaña de 6 cm de espesor con amortiguación

Plano 15: Baldosa hexagonal con doble pestaña de 8 cm de espesor con amortiguación

Plano 16: Molde inferior para baldosa cuadrada de 2 cm de espesor

Plano 17: Molde superior para baldosa cuadrada de 2 cm de espesor

Plano 18: Molde inferior para baldosa cuadrada de 4 cm de espesor

Plano 19: Molde superior para baldosa cuadrada de 4 cm de espesor

Plano 20: Molde superior para baldosa cuadrada de 4 cm de espesor con amortiguación

Plano 21: Molde inferior para baldosa cuadrada de 6 cm de espesor con amortiguación

Plano 22: Molde superior para baldosa cuadrada de 6 cm de espesor con amortiguación



Plano 23: Molde inferior para baldosa cuadrada de 8 cm de espesor con amortiguación

Plano 24: Molde superior para baldosa cuadrada de 8 cm de espesor con amortiguación

Plano 25: Molde inferior para baldosa hexagonal de 2 cm de espesor

Plano 26: Molde superior para baldosa hexagonal de 2 cm de espesor

Plano 27: Molde inferior para baldosa hexagonal de 4 cm de espesor

Plano 28: Molde superior para baldosa hexagonal de 4 cm de espesor

Plano 29: Molde superior para baldosa hexagonal de 4 cm de espesor con amortiguación

Plano 30: Molde inferior para baldosa hexagonal de 6 cm de espesor con amortiguación

Plano 31: Molde superior para baldosa hexagonal de 6 cm de espesor con amortiguación

Plano 32: Molde inferior para baldosa hexagonal de 8 cm de espesor con amortiguación

Plano 33: Molde superior para baldosa hexagonal de 8 cm de espesor con amortiguación

Plano 34: Molde inferior para baldosa hexagonal de 2 cm de espesor

Plano 35: Molde superior para baldosa hexagonal de 2 cm de espesor

Plano 36: Molde inferior para baldosa hexagonal de 4 cm de espesor

Plano 37: Molde superior para baldosa hexagonal de 4 cm de espesor

Plano 38: Molde superior para baldosa hexagonal de 4 cm de espesor con amortiguación

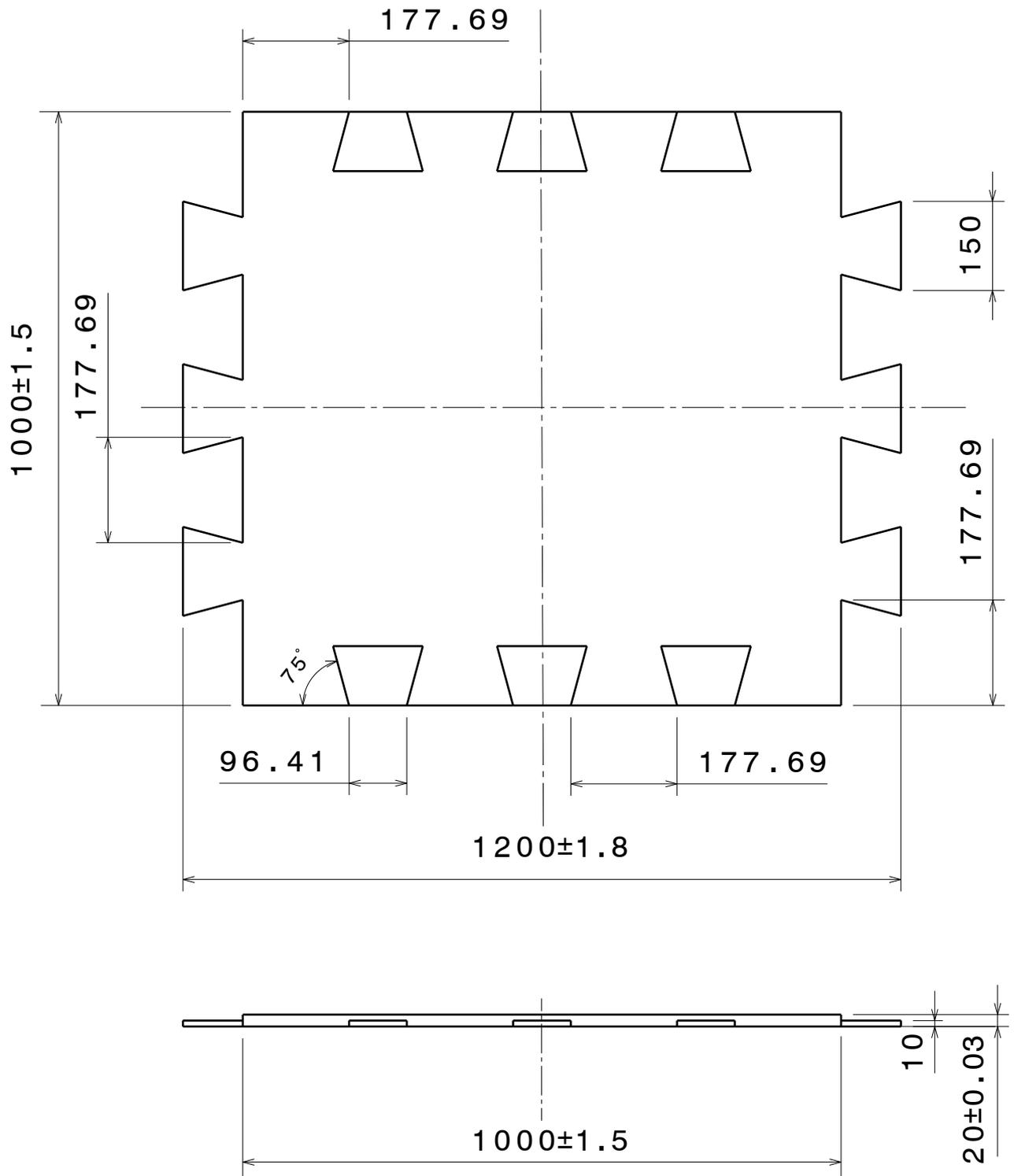
Plano 39: Molde inferior para baldosa hexagonal de 6 cm de espesor con amortiguación

Plano 40: Molde superior para baldosa hexagonal de 6 cm de espesor con amortiguación

Plano 41: Molde inferior para baldosa hexagonal de 8 cm de espesor con amortiguación

Plano 42: Molde superior para baldosa hexagonal de 8 cm de espesor con amortiguación





Universidad de Valladolid

BALDOSA 20MM

DIBUJADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
01/06/19

BALDOSA DE CAUCHO RECICLADO

REVISADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
20/06/19

TAMAÑO
A4

NÚMERO DE PLANO

1

REV.

3

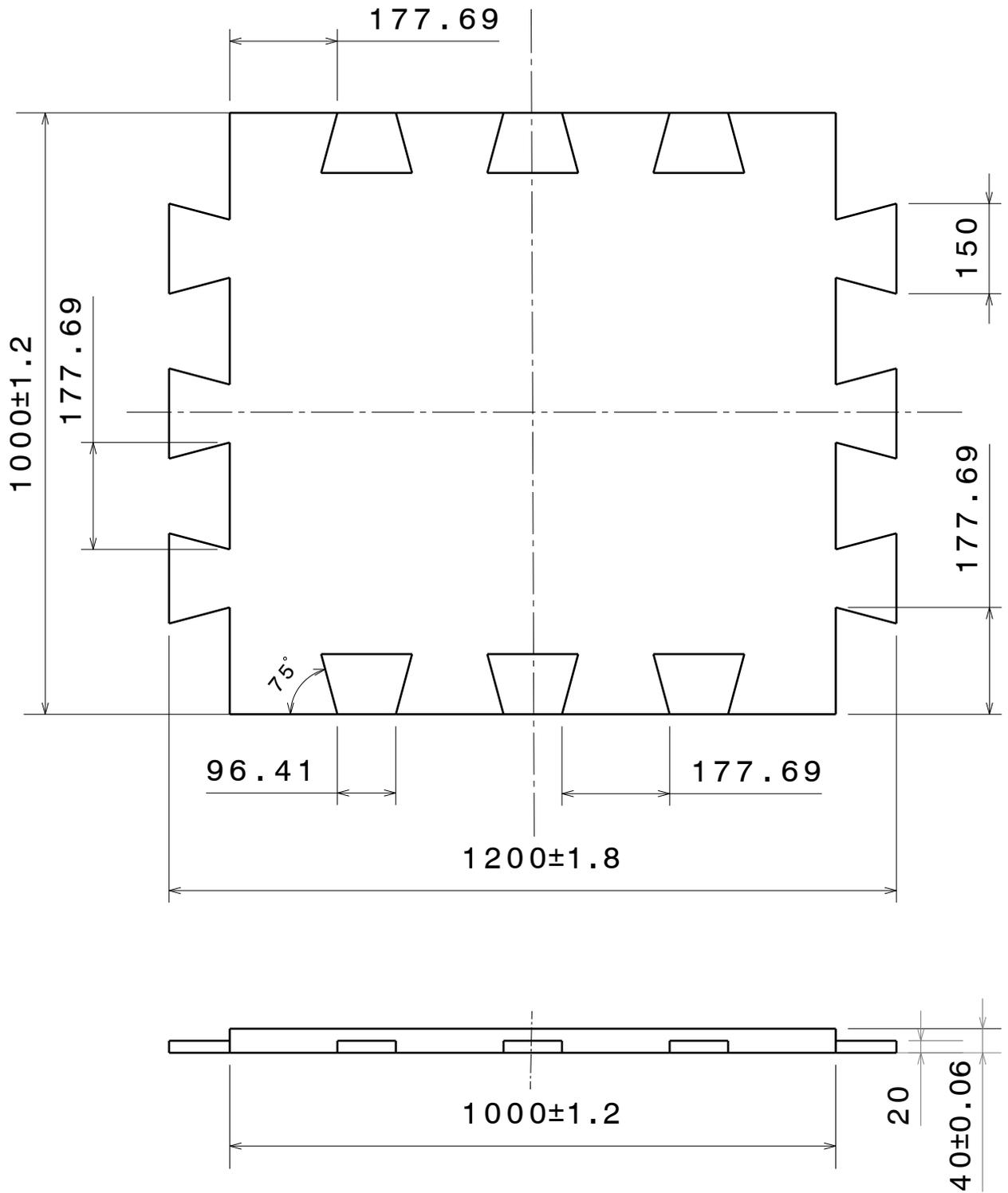
DISEÑADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
18/03/19

ESCALA 1:10

PÁGINA

1/42



Universidad de Valladolid

BALDOSA 40MM

DIBUJADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
01/06/19

BALDOSA DE CAUCHO RECICLADO

REVISADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
20/06/19

TAMAÑO
A4

NÚMERO DE PLANO

2

REV.

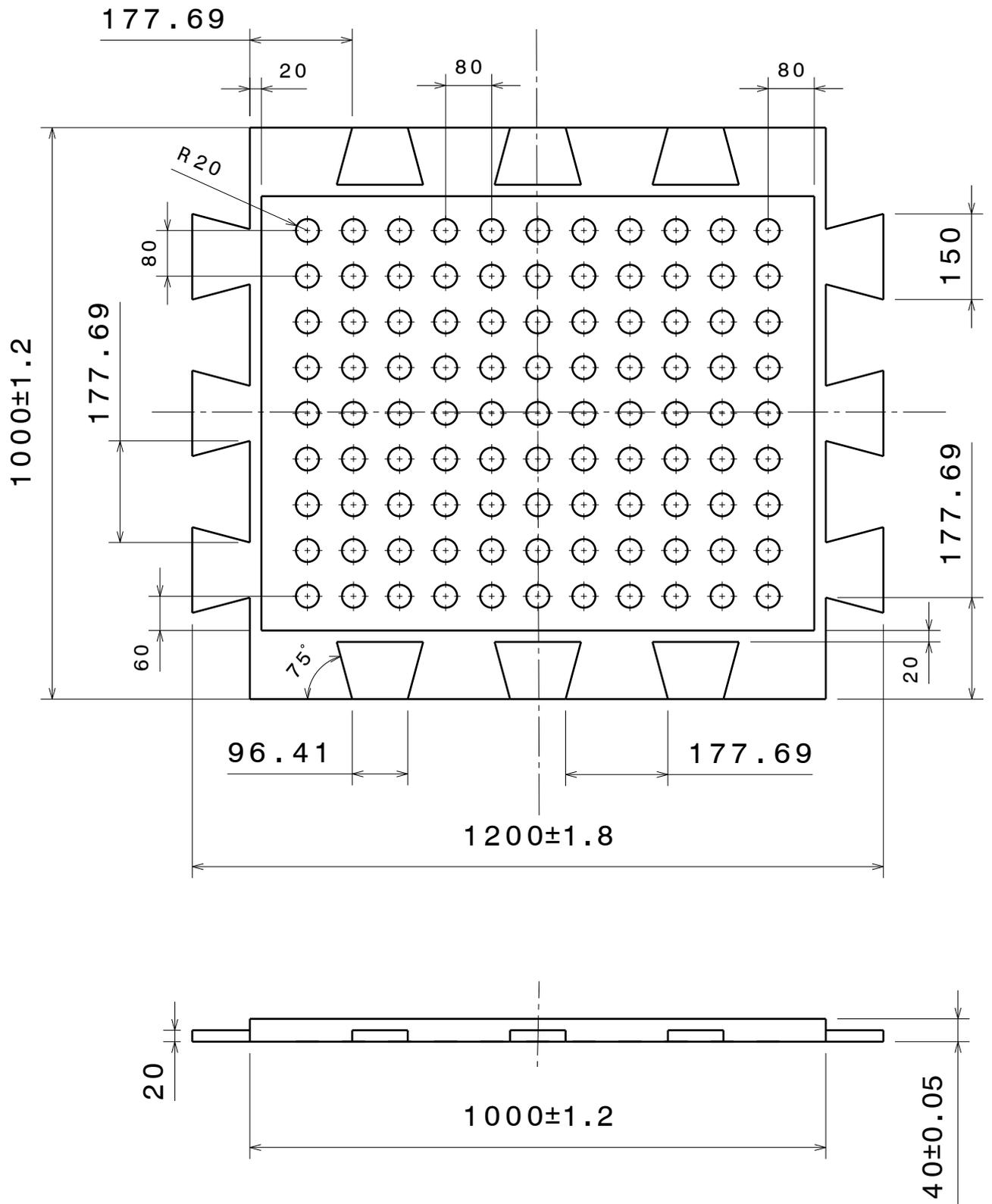
3

DISEÑADO POR
MIREIA AGUILAR

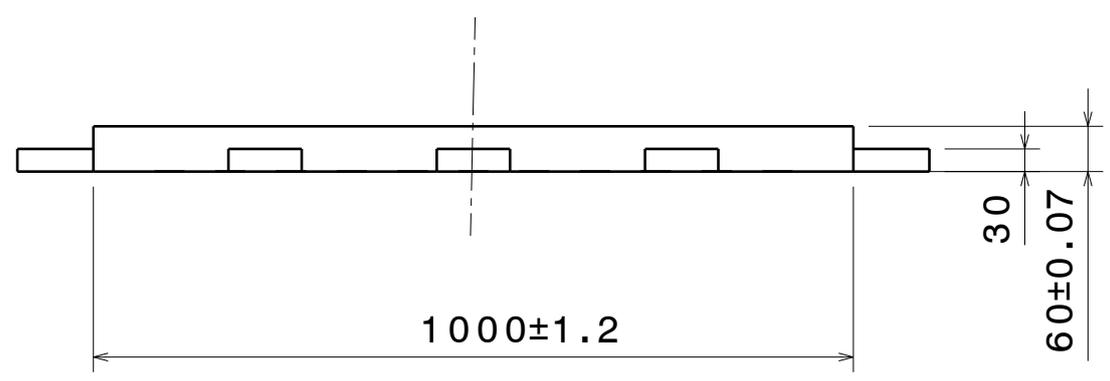
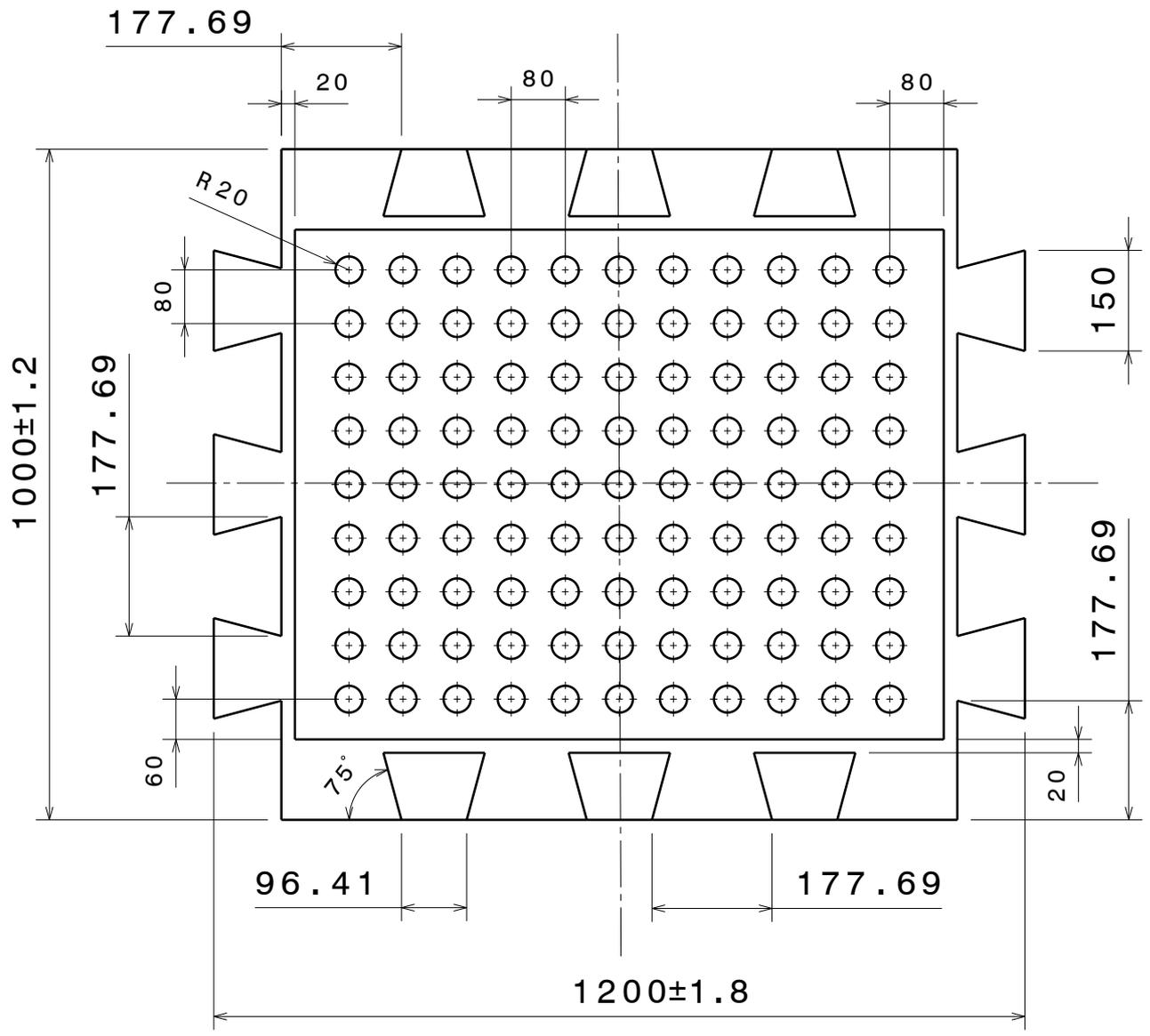
FECHA
18/03/19

ESCALA 1:10

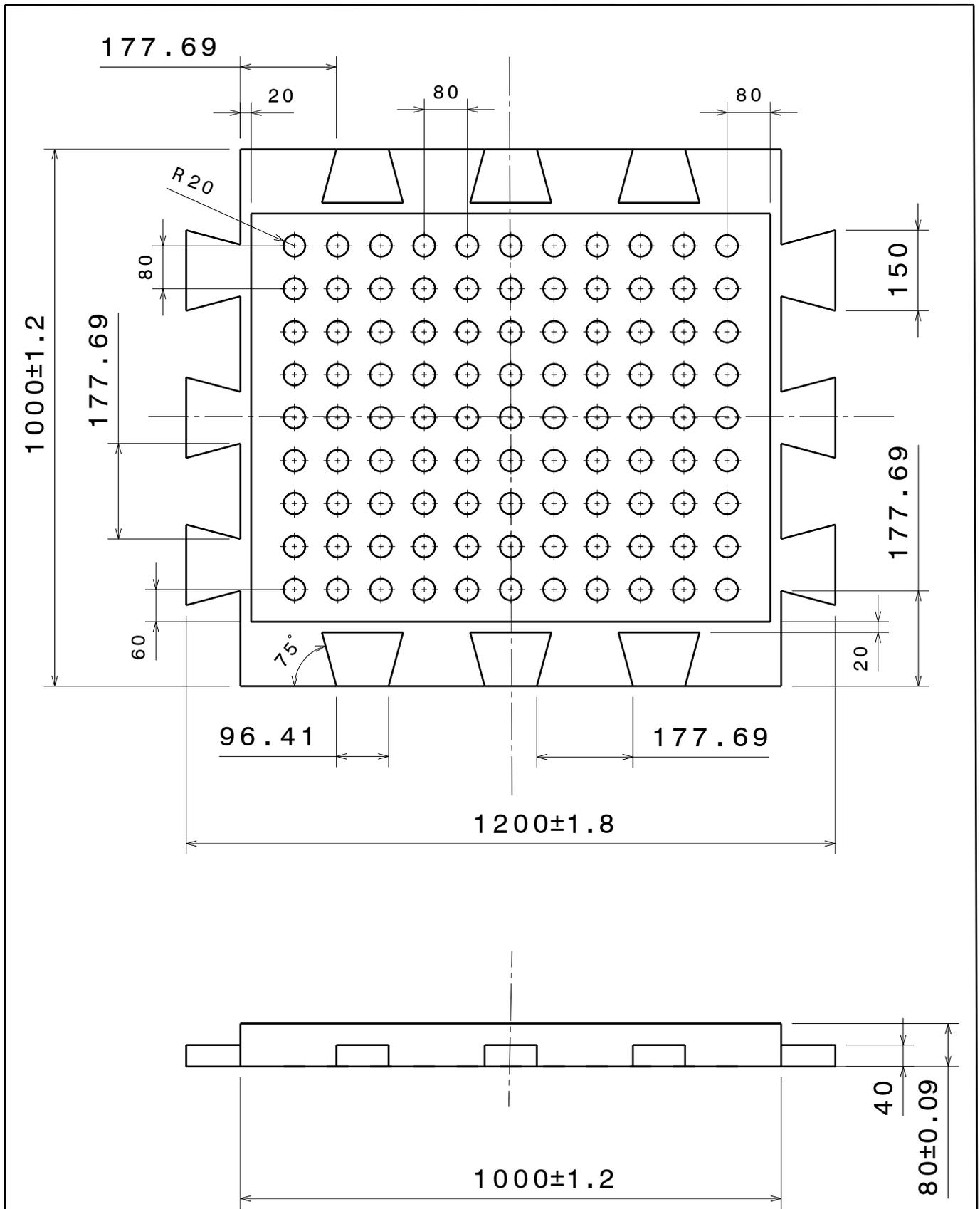
PÁGINA 2/42



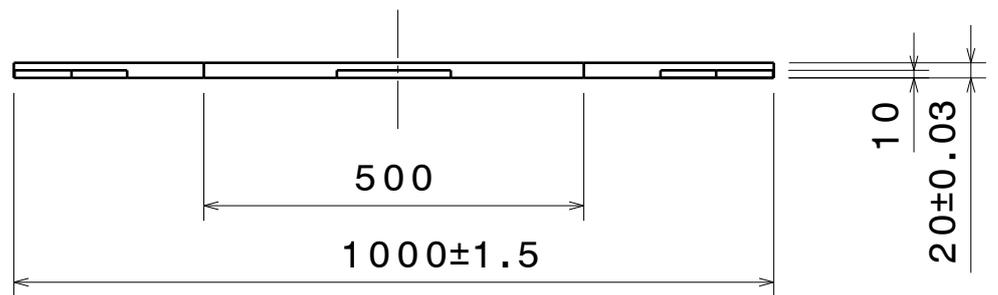
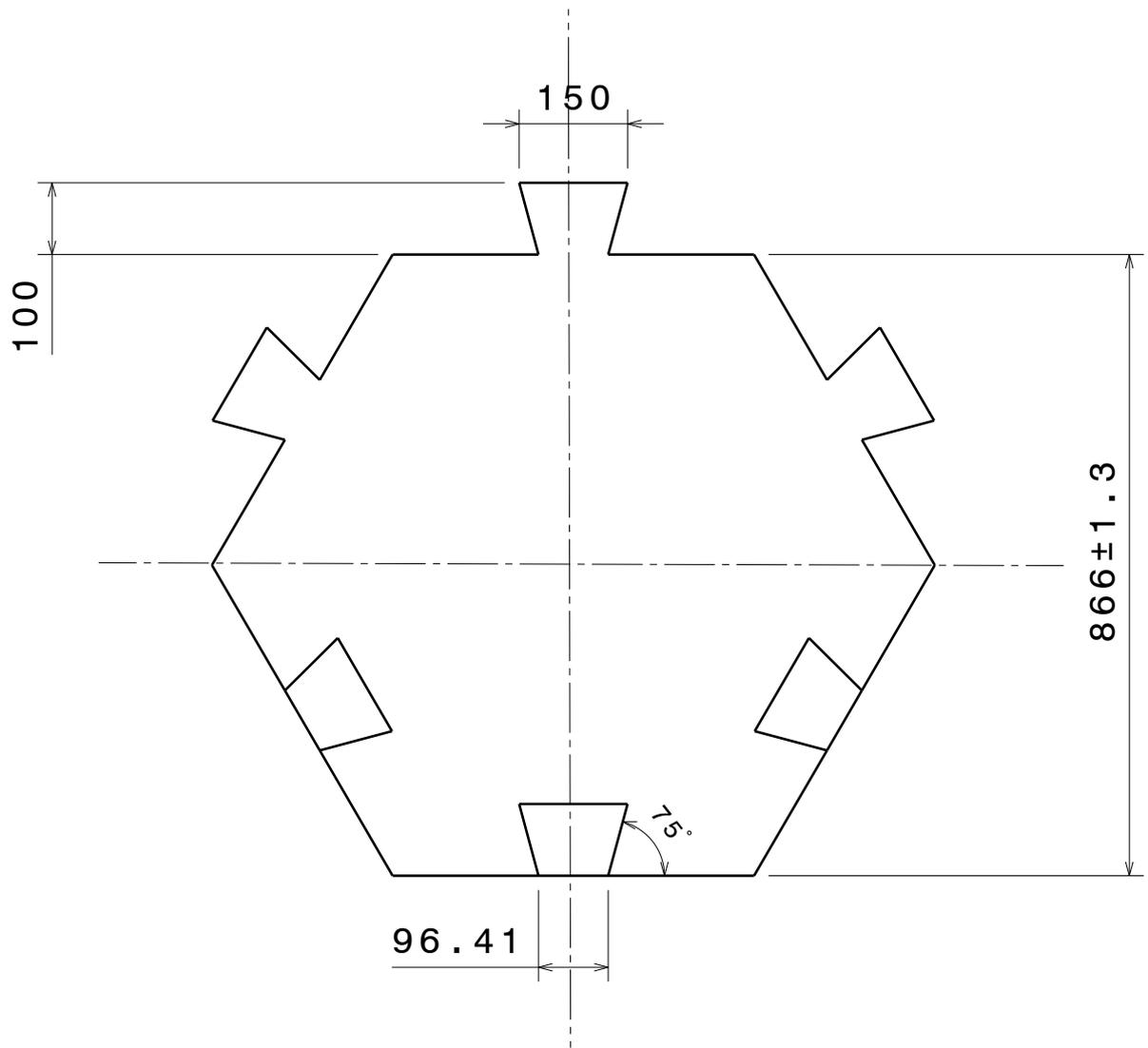
 Universidad de Valladolid		BALDOSA 40MM		
		BALDOSA DE CAUCHO RECICLADO CON AMORTIGUACIÓN		
DIBUJADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 01/06/19	TAMAÑO A4	NÚMERO DE PLANO 3	REV. 3
REVISADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 20/06/19	ESCALA 1:10		PÁGINA 3/42
DISEÑADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 18/03/19			



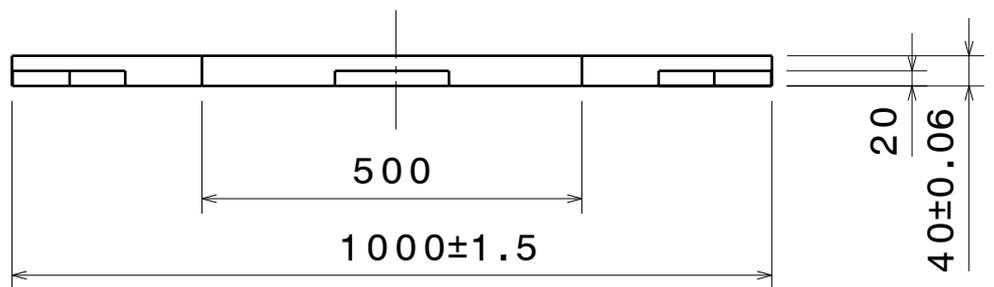
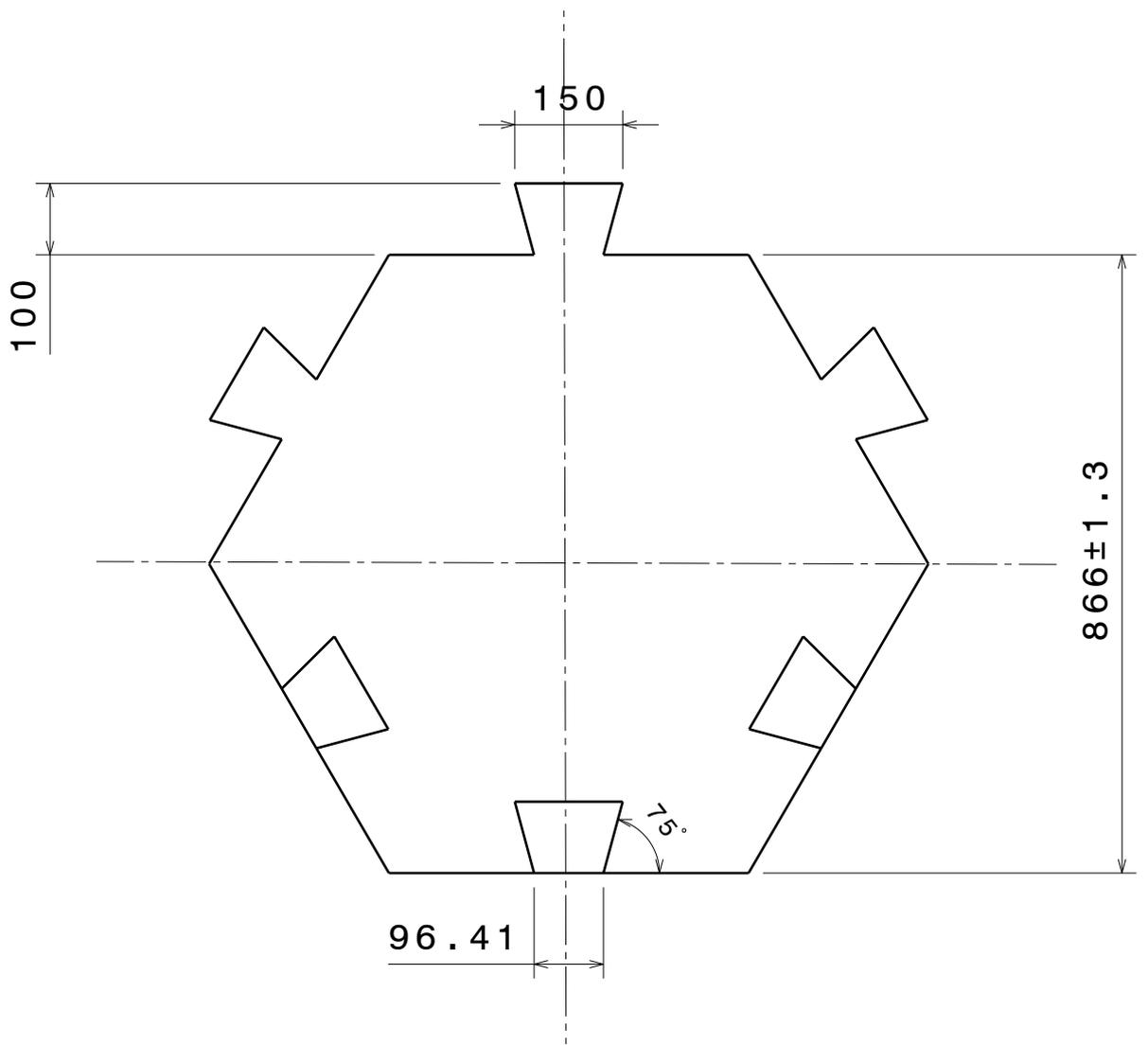
 Universidad de Valladolid		BALDOSA 60MM			
		BALDOSA DE CAUCHO RECICLADO			
DIBUJADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 01/06/19	TAMAÑO A4	NÚMERO DE PLANO 4	REV. 3	
REVISADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 20/06/19	ESCALA 1:10		PÁGINA 4/42	
DISEÑADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 18/03/19				



 Universidad de Valladolid		BALDOSA 80MM		
		BALDOSA DE CAUCHO RECICLADO CON AMORTIGUACIÓN		
DIBUJADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 01/06/19	TAMAÑO A4	NÚMERO DE PLANO 5	REV. 3
REVISADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 20/06/19	ESCALA 1:10		PÁGINA 5/42
DISEÑADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 18/03/19			



 Universidad de Valladolid		BALDOSA HEXAGONAL 20MM			
		BALDOSA DE CAUCHO RECICLADO			
DIBUJADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 01/06/19	TAMAÑO A4	NÚMERO DE PLANO 6	REV. 3	
REVISADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 20/06/19	ESCALA 1:10		PÁGINA 6/42	
DISEÑADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 18/03/19				



Universidad de Valladolid

BALDOSA HEXAGONAL 40MM

DIBUJADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
01/06/19

BALDOSA DE CAUCHO RECICLADO

REVISADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
20/06/19

TAMAÑO
A4

NÚMERO DE PLANO

7

REV.

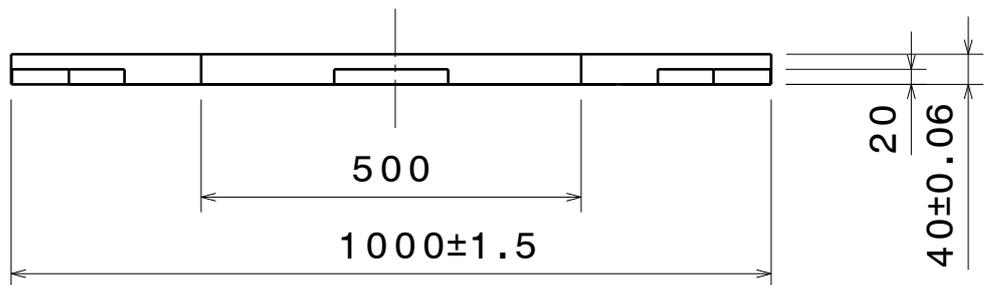
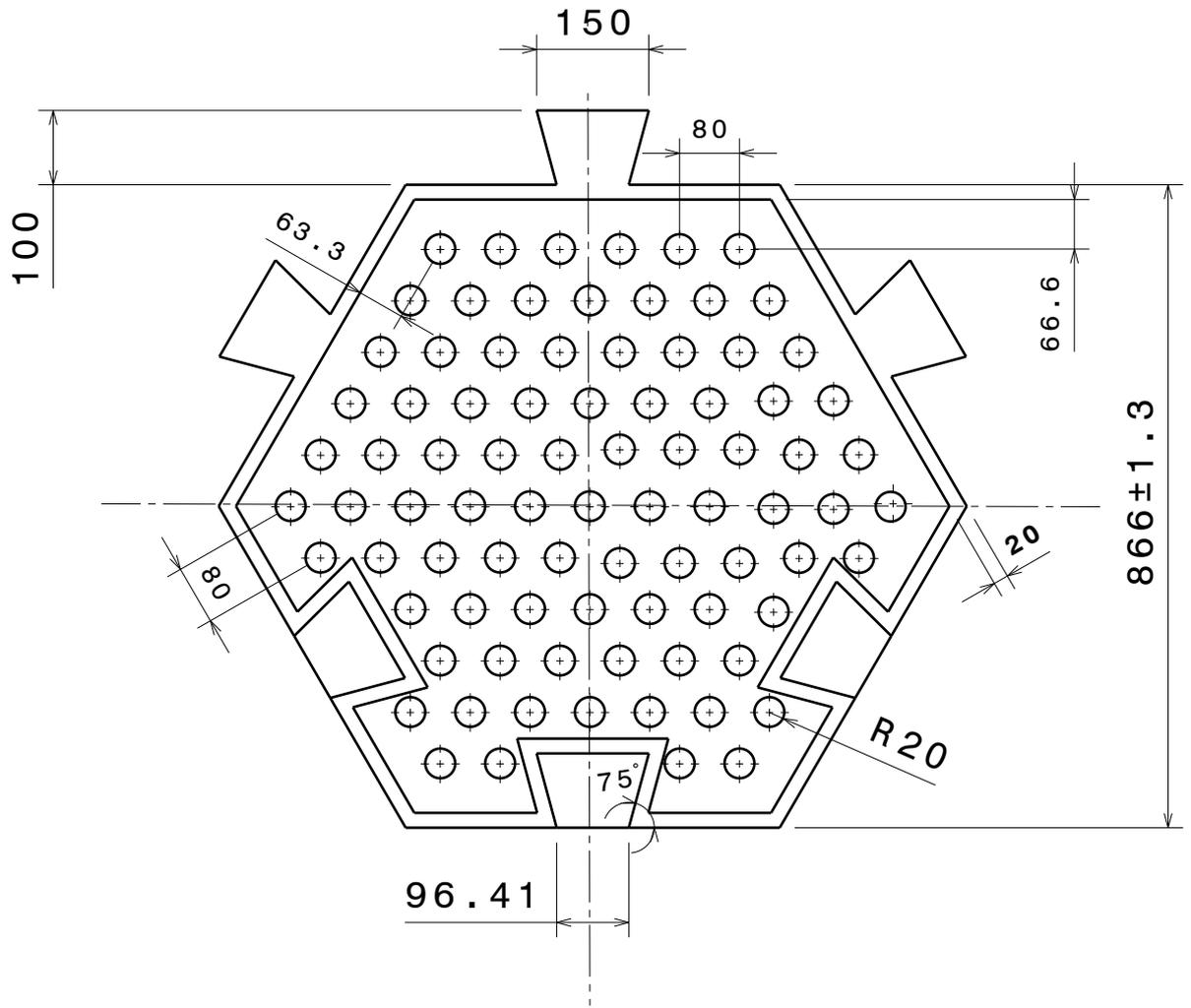
3

DISEÑADO POR
MIREIA AGUILAR

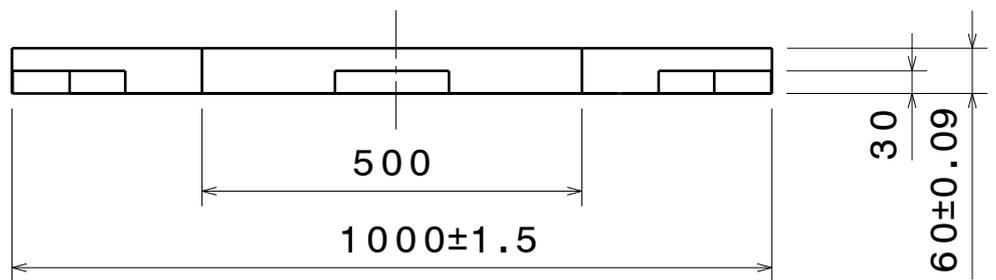
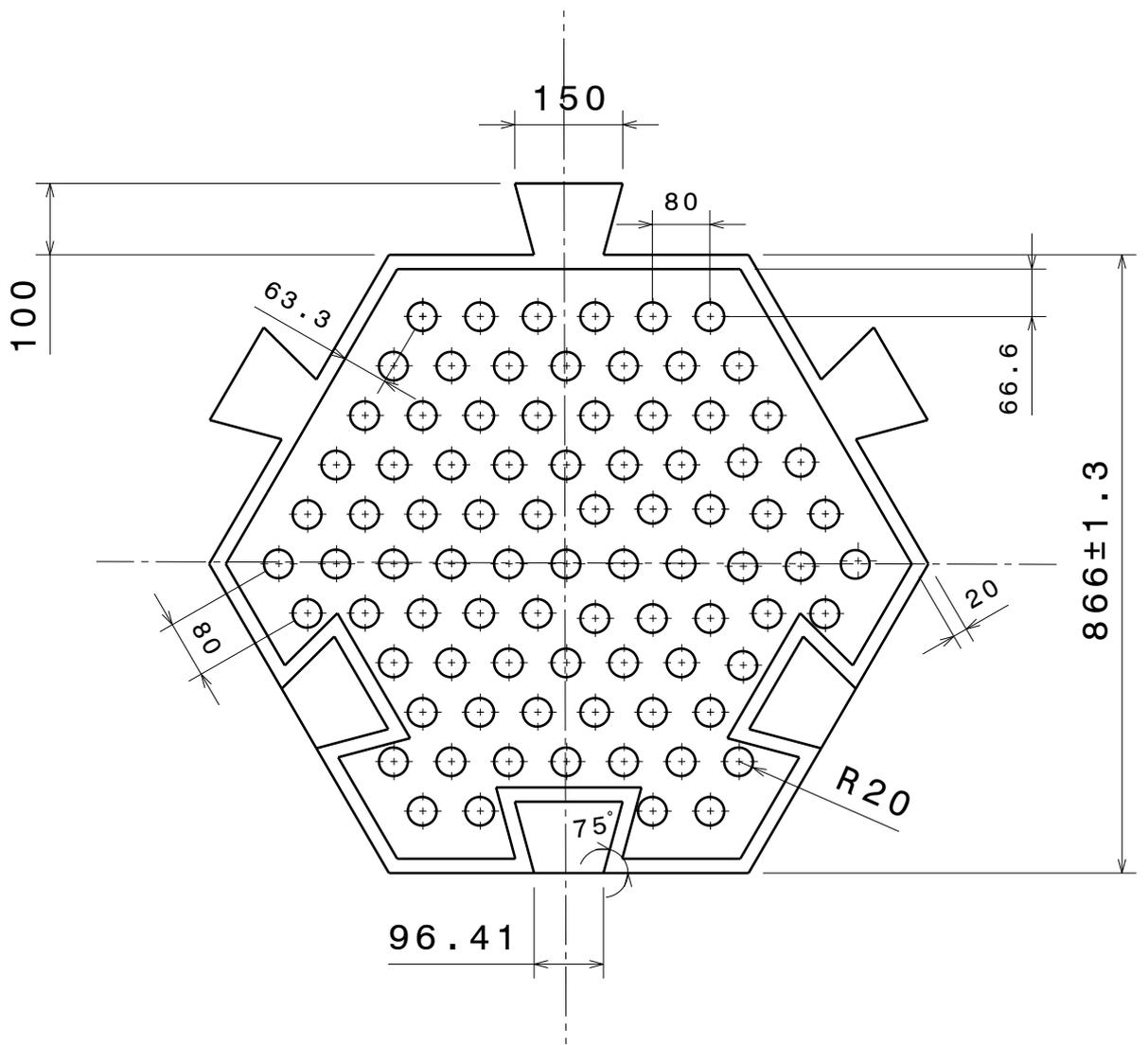
FECHA
18/03/19

ESCALA 1:20

PÁGINA 7/42



 Universidad de Valladolid		BALDOSA HEXAGONAL 40MM CON AMORTIGUACIÓN		
		BALDOSA DE CAUCHO RECICLADO		
DIBUJADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 01/06/19	TAMAÑO A4	NÚMERO DE PLANO 8	REV. 3
REVISADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 20/06/19	ESCALA 1:10		PÁGINA 8/42
DISEÑADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 18/03/19			



Universidad de Valladolid

**BALDOSA HEXAGONAL 60MM
CON AMORTIGUACIÓN**

DIBUJADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
01/06/19

BALDOSA DE CAUCHO RECICLADO

REVISADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
20/06/19

TAMAÑO
A4

NÚMERO DE PLANO
9

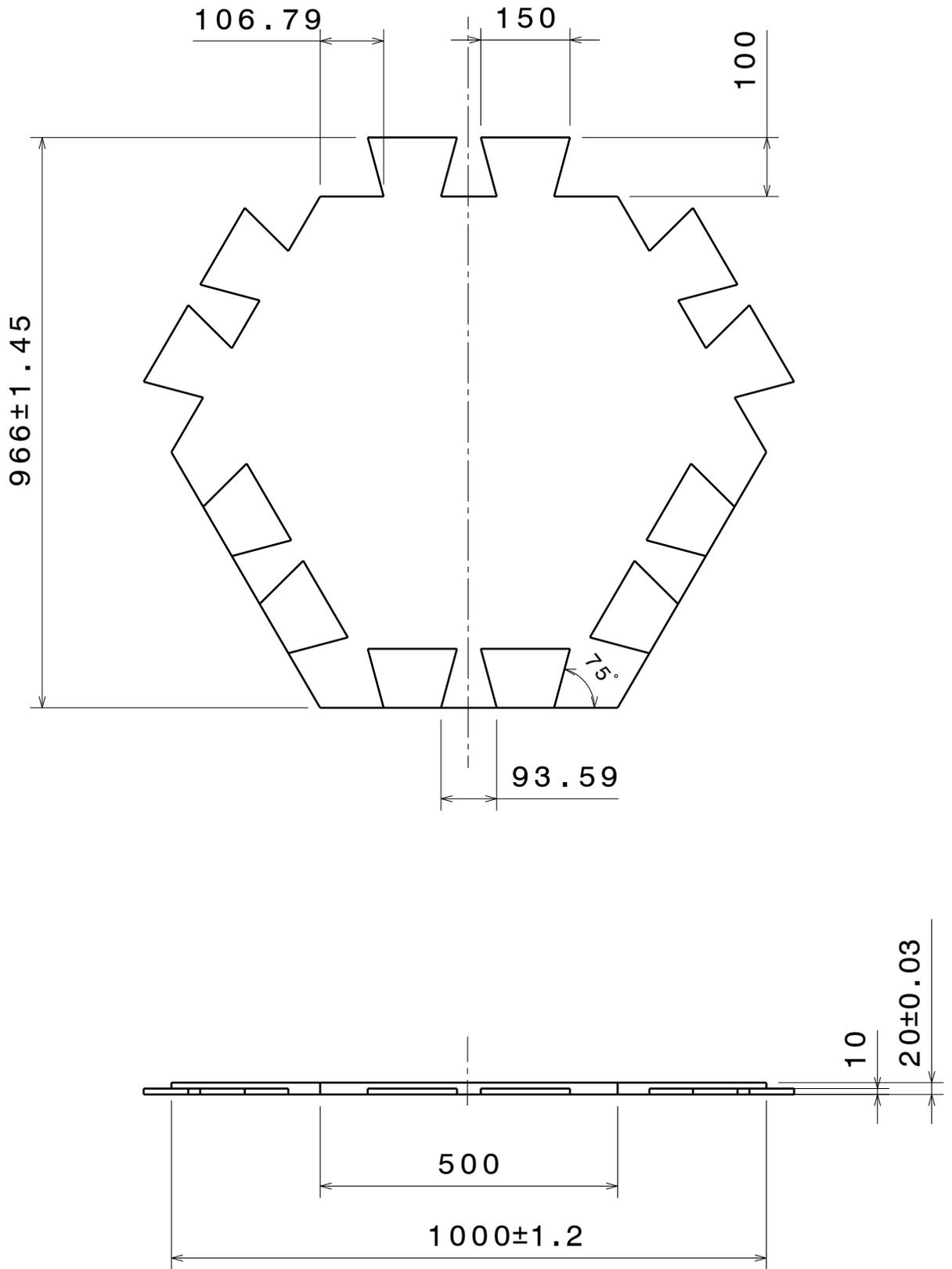
REV.
3

DISEÑADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
18/03/19

ESCALA 1:10

PÁGINA 9/42



Universidad de Valladolid

BALDOSA HEXAGONAL DOBLE 20MM

DIBUJADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
01/06/19

BALDOSA DE CAUCHO RECICLADO

REVISADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
20/06/19

TAMAÑO
A4

NÚMERO DE PLANO

11

REV.

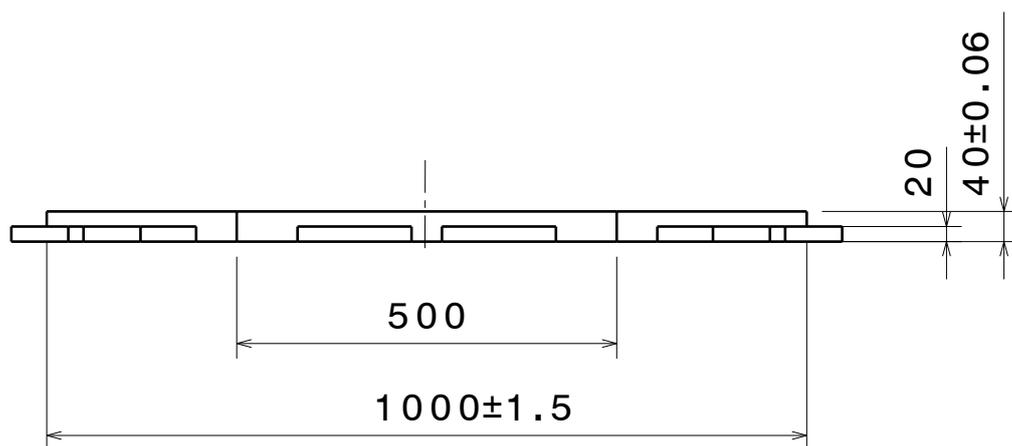
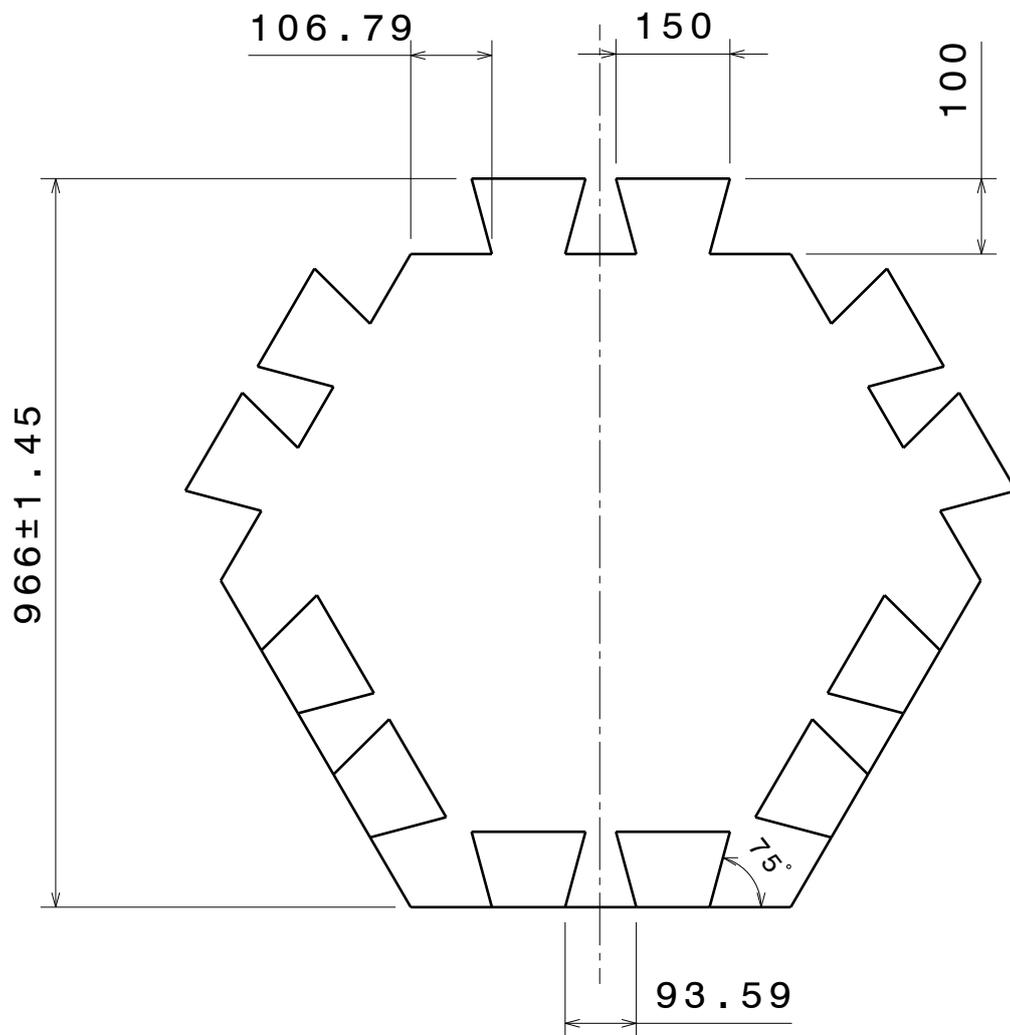
3

DISEÑADO POR
MIREIA AGUILAR

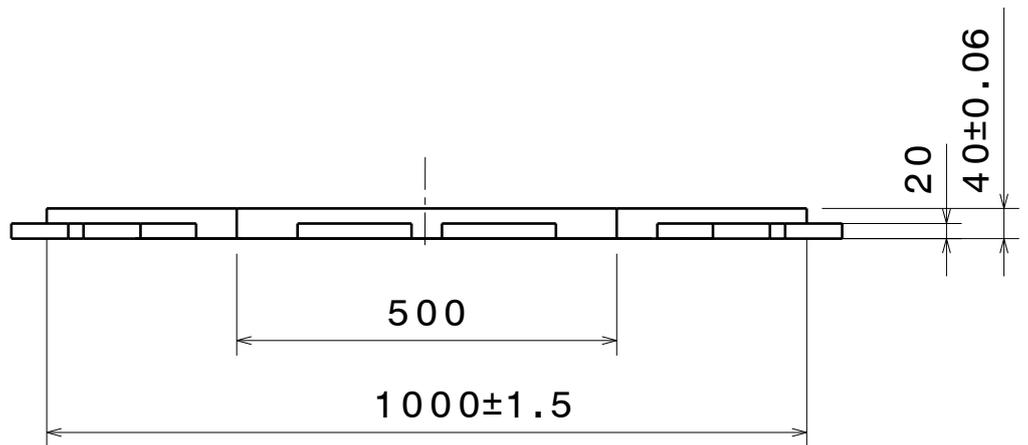
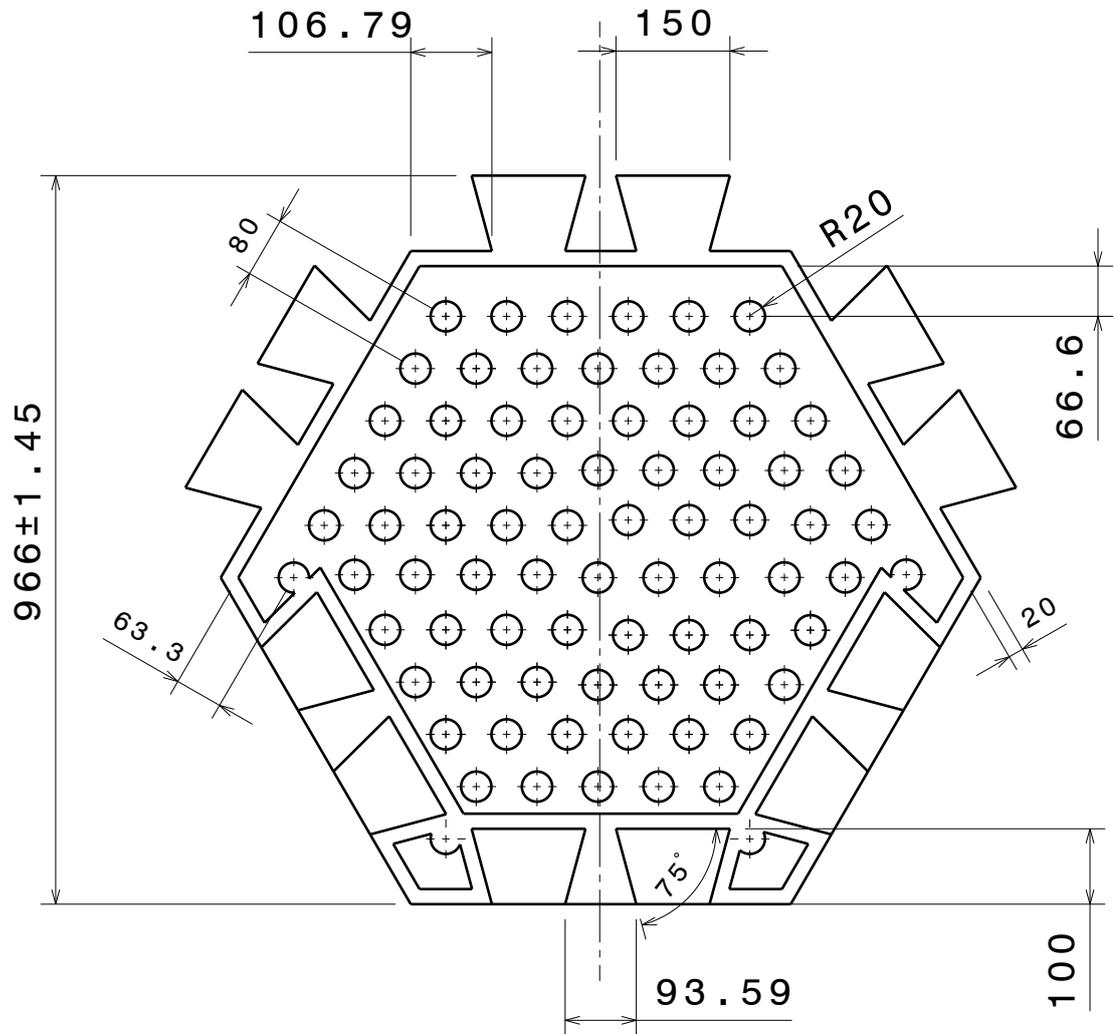
FECHA
18/03/19

ESCALA 1:10

PÁGINA 11/42



 Universidad de Valladolid		BALDOSA HEXAGONAL DOBLE 40MM			
		BALDOSA DE CAUCHO RECICLADO			
DIBUJADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 01/06/19	TAMAÑO A4	NÚMERO DE PLANO 12	REV. 3	
REVISADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 20/06/19	ESCALA 1:10		PÁGINA 12/42	
DISEÑADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 18/03/19				



Universidad de Valladolid

**BALDOSA HEXAGONAL DOBLE 40MM
CON AMORTIGUACIÓN**

BALDOSA DE CAUCHO RECICLADO

DIBUJADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
01/06/19

REVISADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
20/06/19

TAMAÑO
A4

NÚMERO DE PLANO

13

REV.

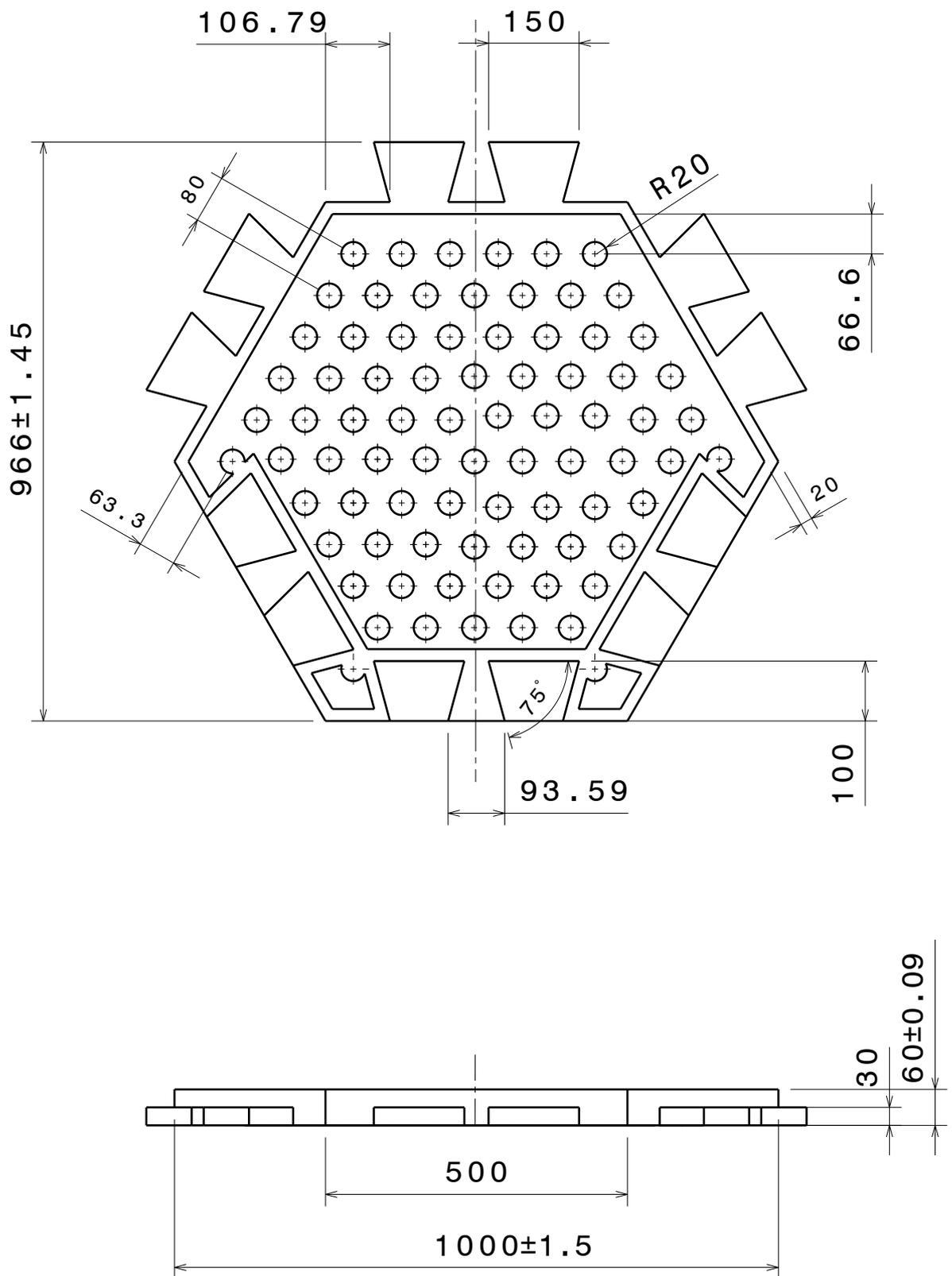
3

DISEÑADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
18/03/19

ESCALA 1:10

PÁGINA 13/42



Universidad de Valladolid

**BALDOSA HEXAGONAL DOBLE 60MM
CON AMORTIGUACIÓN**

DIBUJADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
01/06/19

BALDOSA DE CAUCHO RECICLADO

REVISADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
20/06/19

TAMAÑO
A4

NÚMERO DE PLANO

14

REV.

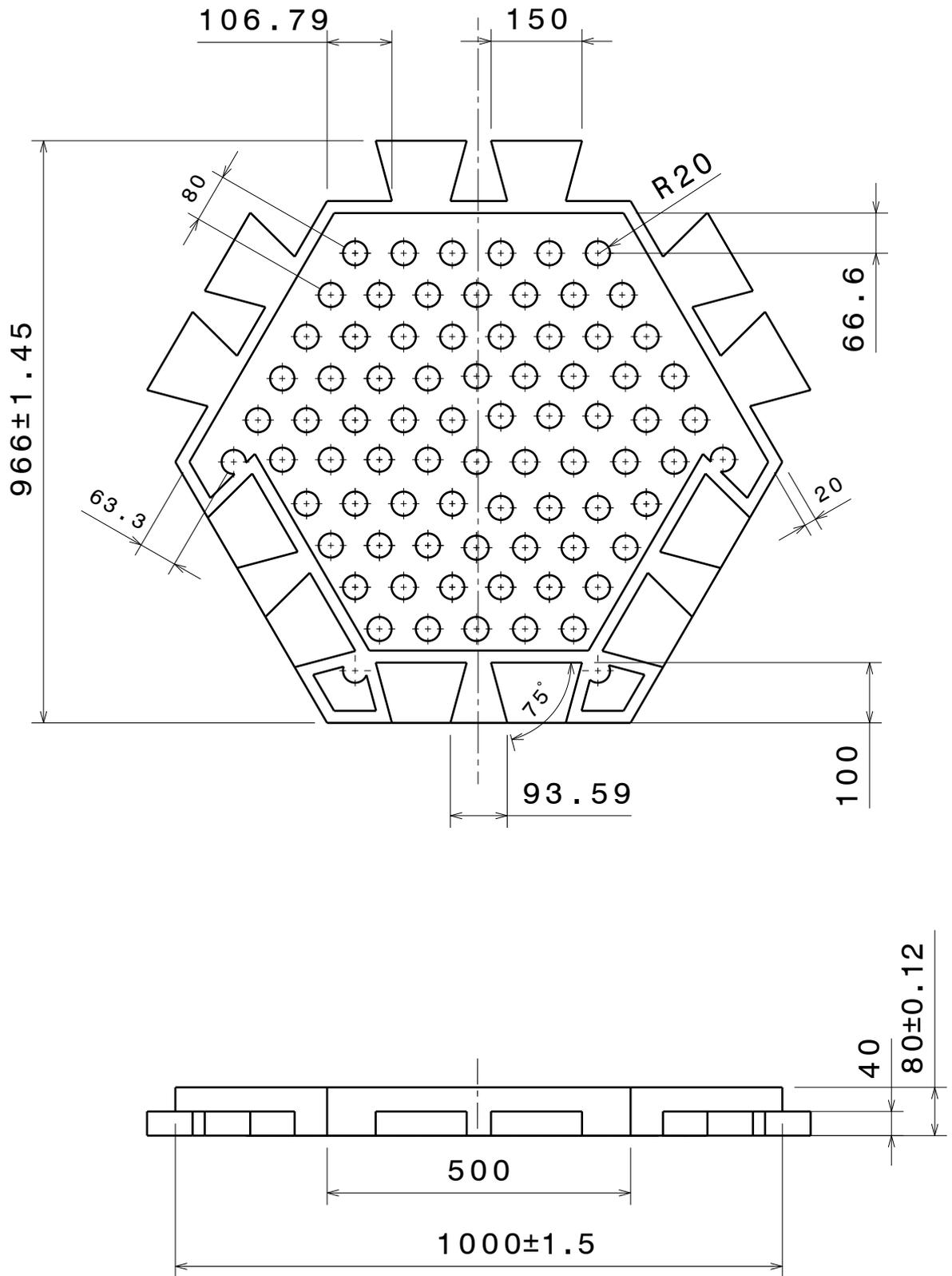
3

DISEÑADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
18/03/19

ESCALA 1:10

PÁGINA 14/42



Universidad de Valladolid

**BALDOSA HEXAGONAL DOBLE 80MM
CON AMORTIGUACIÓN**

BALDOSA DE CAUCHO RECICLADO

DIBUJADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
01/06/19

REVISADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
20/06/19

TAMAÑO
A4

NÚMERO DE PLANO

15

REV.

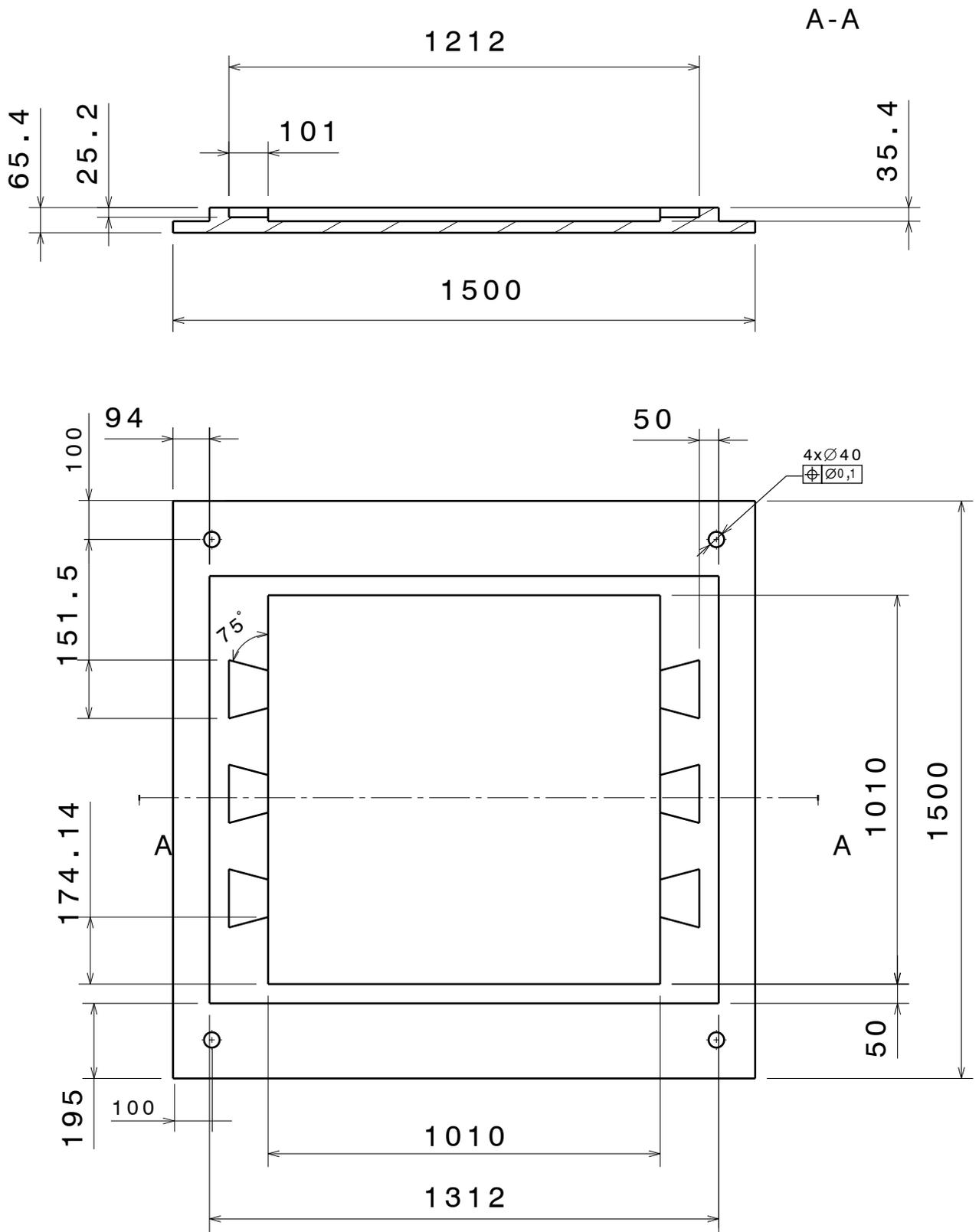
3

DISEÑADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
18/03/19

ESCALA 1:10

PÁGINA 15/42



Las tolerancias de las medidas generales son de $\pm 1\%$



Universidad de Valladolid

MOLDE INFERIOR PARA BALDOSA 20MM

DIBUJADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
01/06/19

MOLDE INFERIOR

REVISADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
20/06/19

TAMAÑO
A4

NÚMERO DE PLANO

16

REV.

3

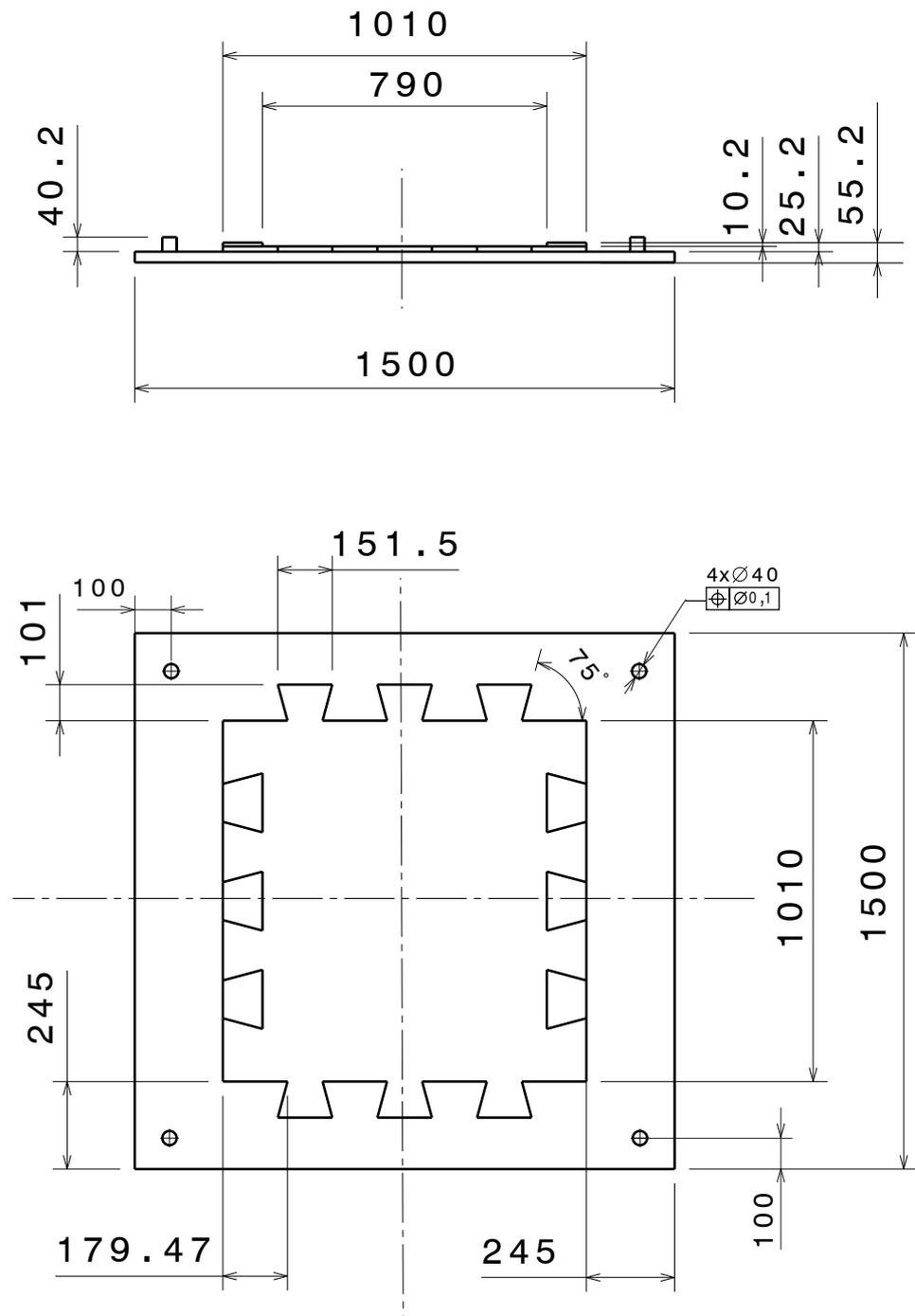
DISEÑADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
18/03/19

ESCALA 1:10

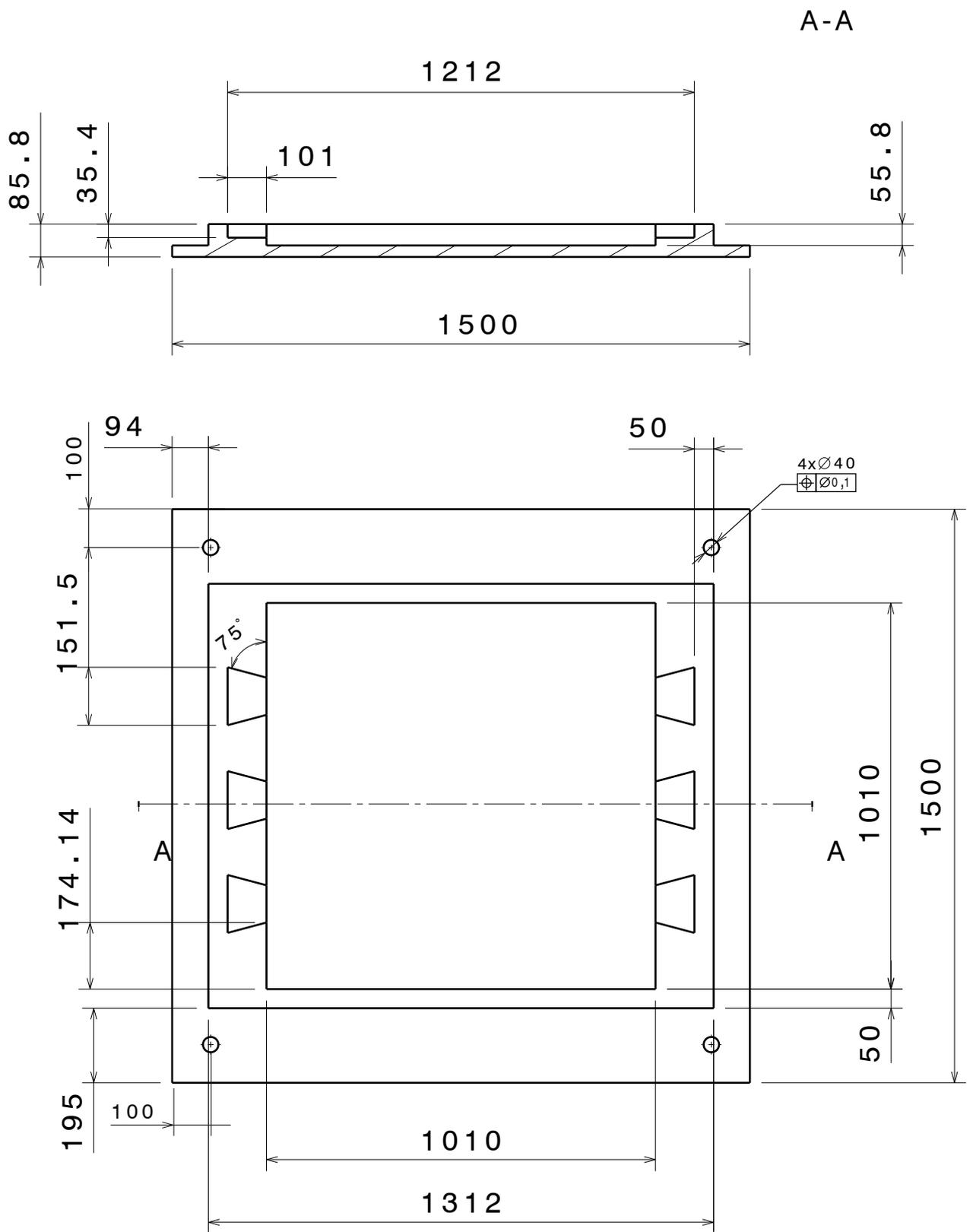
PÁGINA

16/42



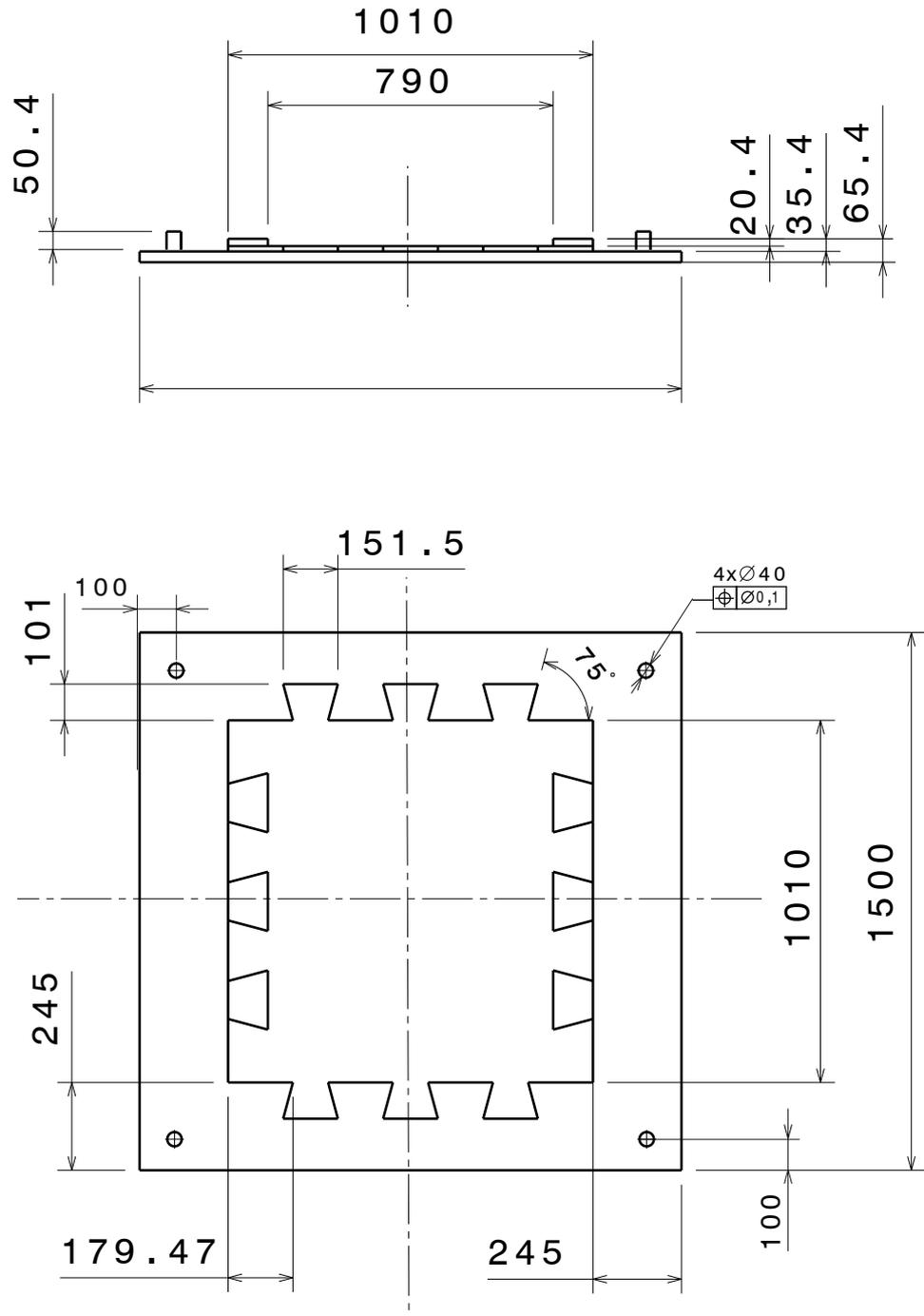
Las tolerancias de las medidas generales son de $\pm 1\%$

 Universidad de Valladolid		MOLDE SUPERIOR PARA BALDOSA 20MM		
DIBUJADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 01/06/19	MOLDE SUPERIOR		
REVISADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 20/06/19	TAMAÑO A4	NÚMERO DE PLANO 17	REV. 3
DISEÑADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 18/03/19	ESCALA 1:20		PÁGINA 17/42



Las tolerancias de las medidas generales son de $\pm 1\%$

 Universidad de Valladolid		MOLDE INFERIOR PARA BALDOSA 40MM		
		MOLDE INFERIOR		
DIBUJADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 01/06/19	TAMAÑO A4	NÚMERO DE PLANO 18	REV. 3
REVISADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 20/06/19	ESCALA 1:10		PÁGINA 18/42
DISEÑADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 18/03/19			



Las tolerancias de las medidas generales son de $\pm 1\%$



Universidad de Valladolid

MOLDE SUPERIOR PARA BALDOSA 40MM

DIBUJADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
01/06/19

MOLDE SUPERIOR

REVISADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
20/06/19

TAMAÑO
A4

NÚMERO DE PLANO

19

REV.

3

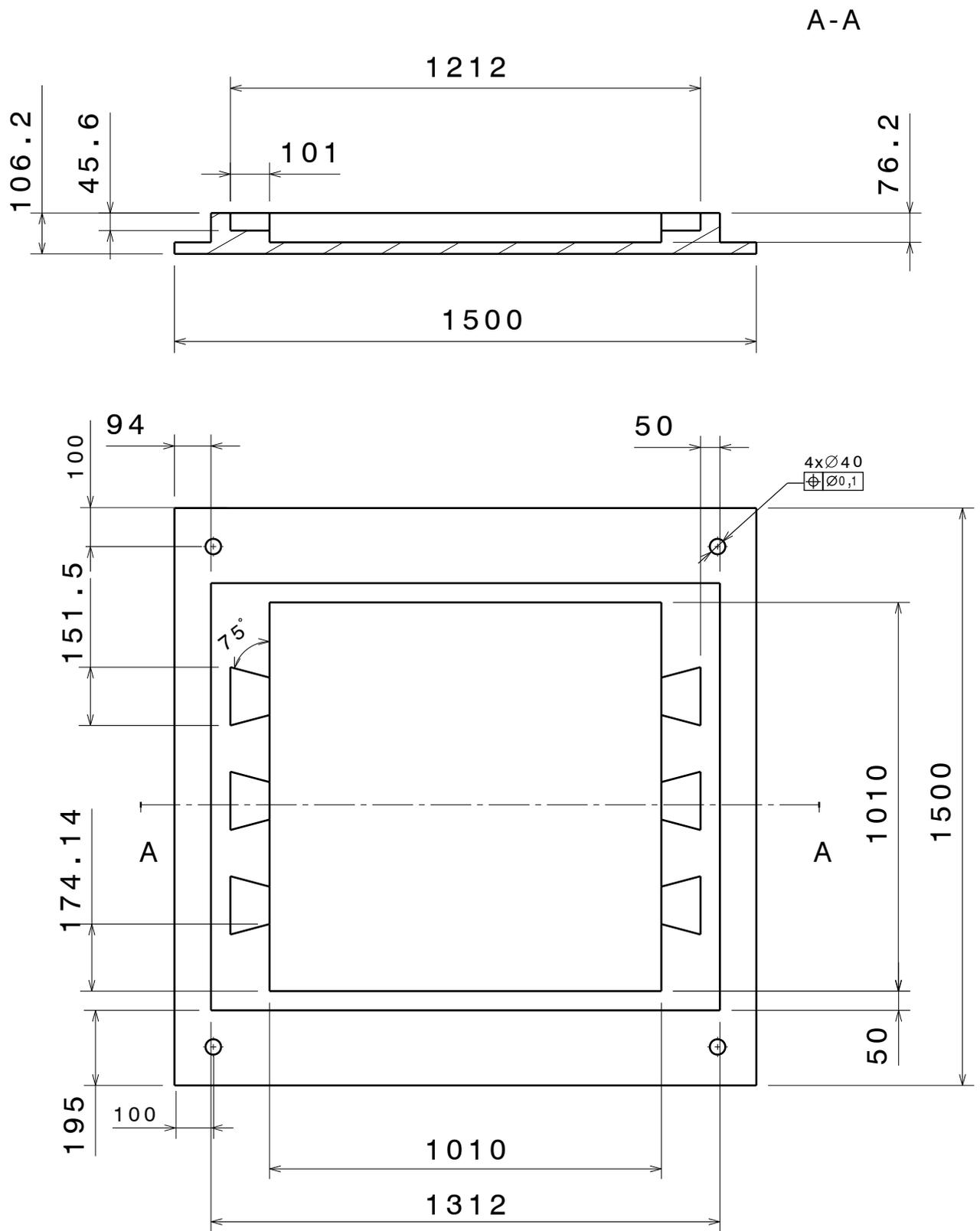
DISEÑADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
18/03/19

ESCALA 1:20

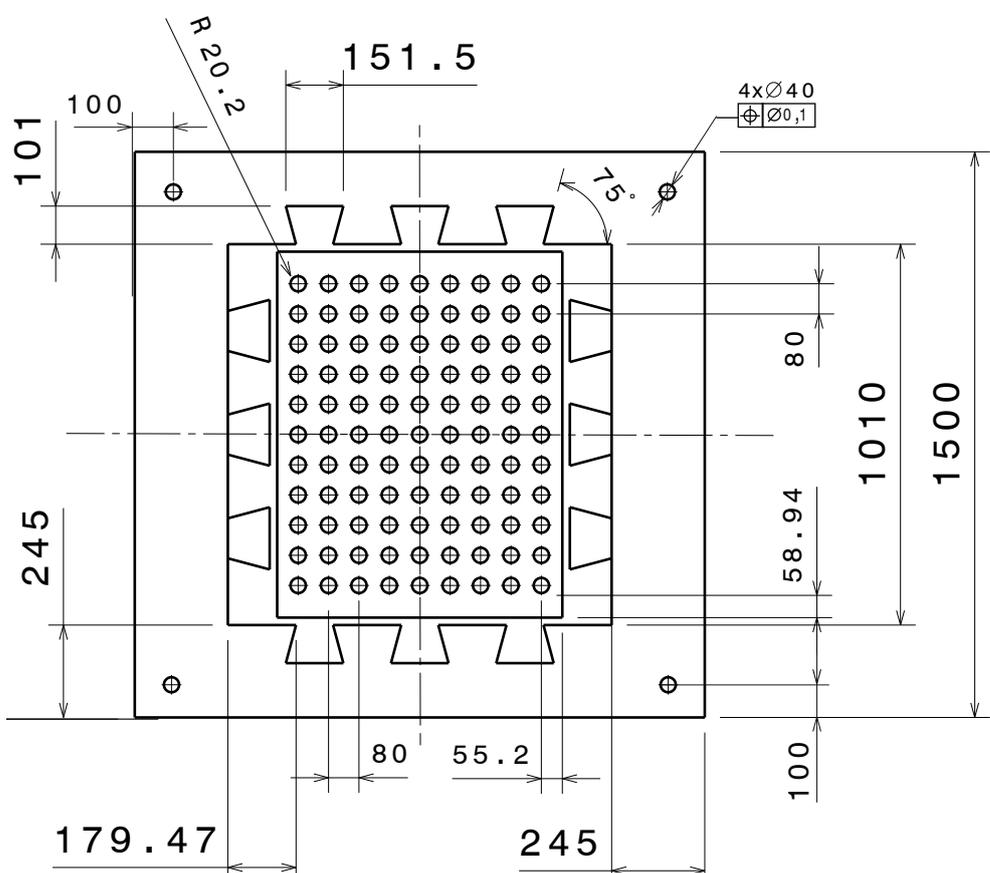
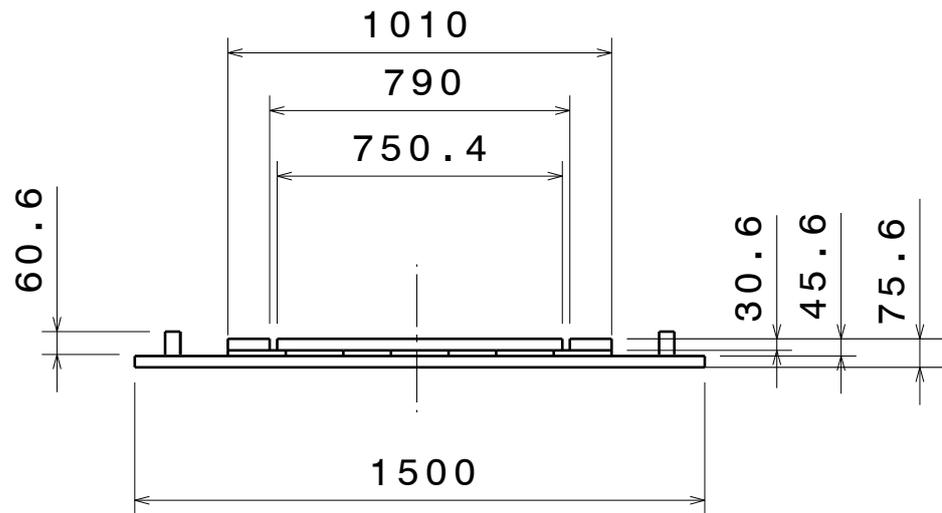
PÁGINA

19/42



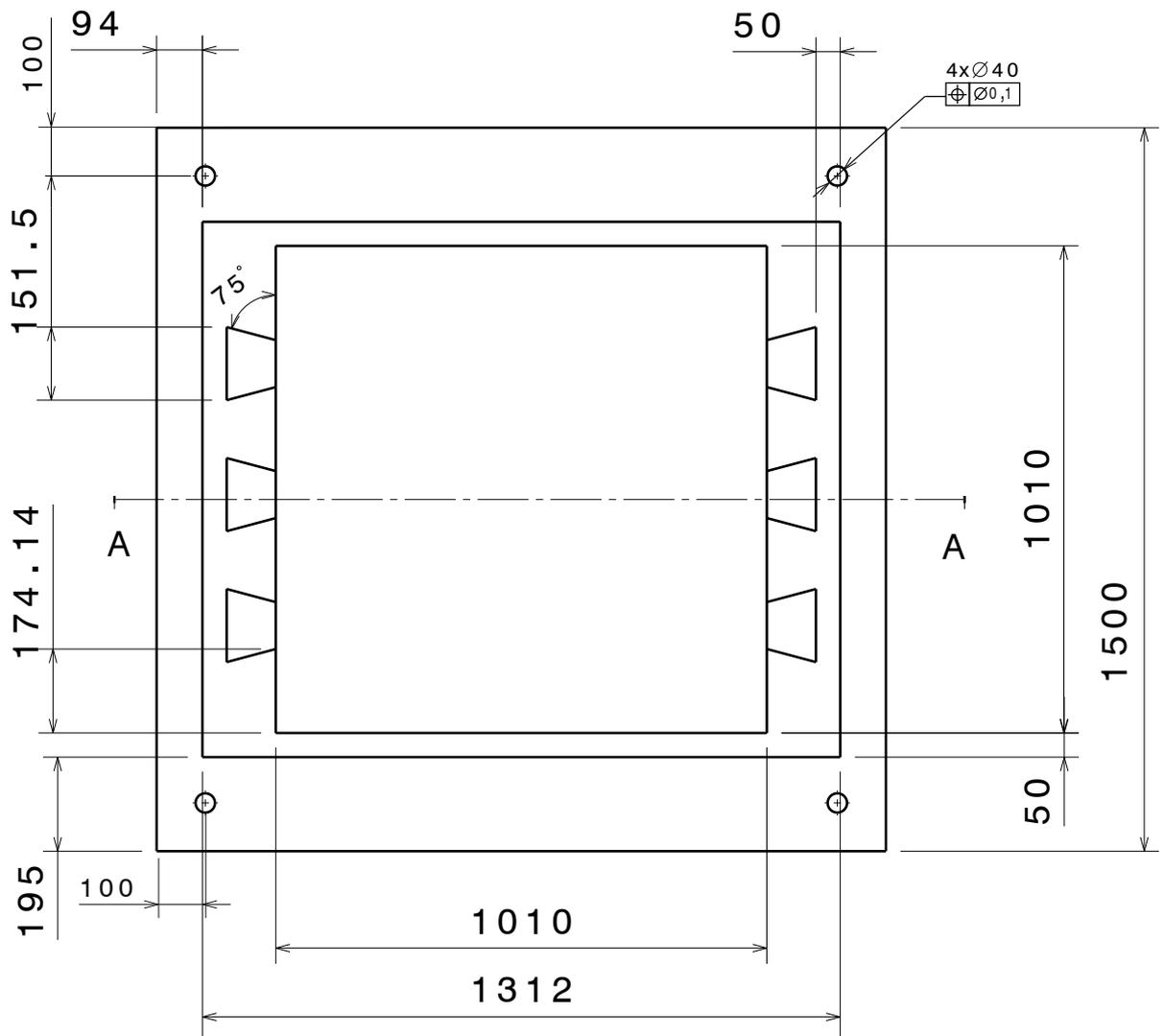
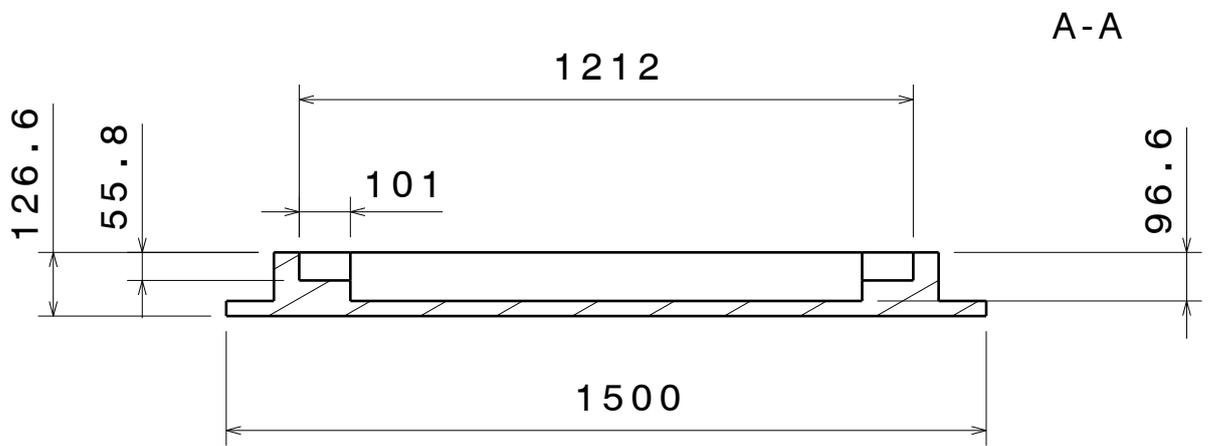
Las tolerancias de las medidas generales son de $\pm 1\%$

 Universidad de Valladolid		MOLDE INFERIOR PARA BALDOSA 60MM			
		MOLDE INFERIOR			
DIBUJADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 01/06/19	TAMAÑO A4	NÚMERO DE PLANO 21	REV. 3	
REVISADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 20/06/19	ESCALA 1:10		PÁGINA 21/42	
DISEÑADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 18/03/19				



Las tolerancias de las medidas generales son de $\pm 1\%$

 Universidad de Valladolid		MOLDE SUPERIOR PARA BALDOSA 60MM		
		MOLDE SUPERIOR		
DIBUJADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 01/06/19	TAMAÑO A4	NÚMERO DE PLANO 22	REV. 3
REVISADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 20/06/19	ESCALA 1:20		PÁGINA 22/42
DISEÑADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 18/03/19			



Las tolerancias de las medidas generales son de $\pm 1\%$



Universidad de Valladolid

MOLDE INFERIOR PARA BALDOSA 80MM

DIBUJADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
01/06/19

MOLDE INFERIOR

REVISADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
20/06/19

TAMAÑO
A4

NÚMERO DE PLANO

23

REV.

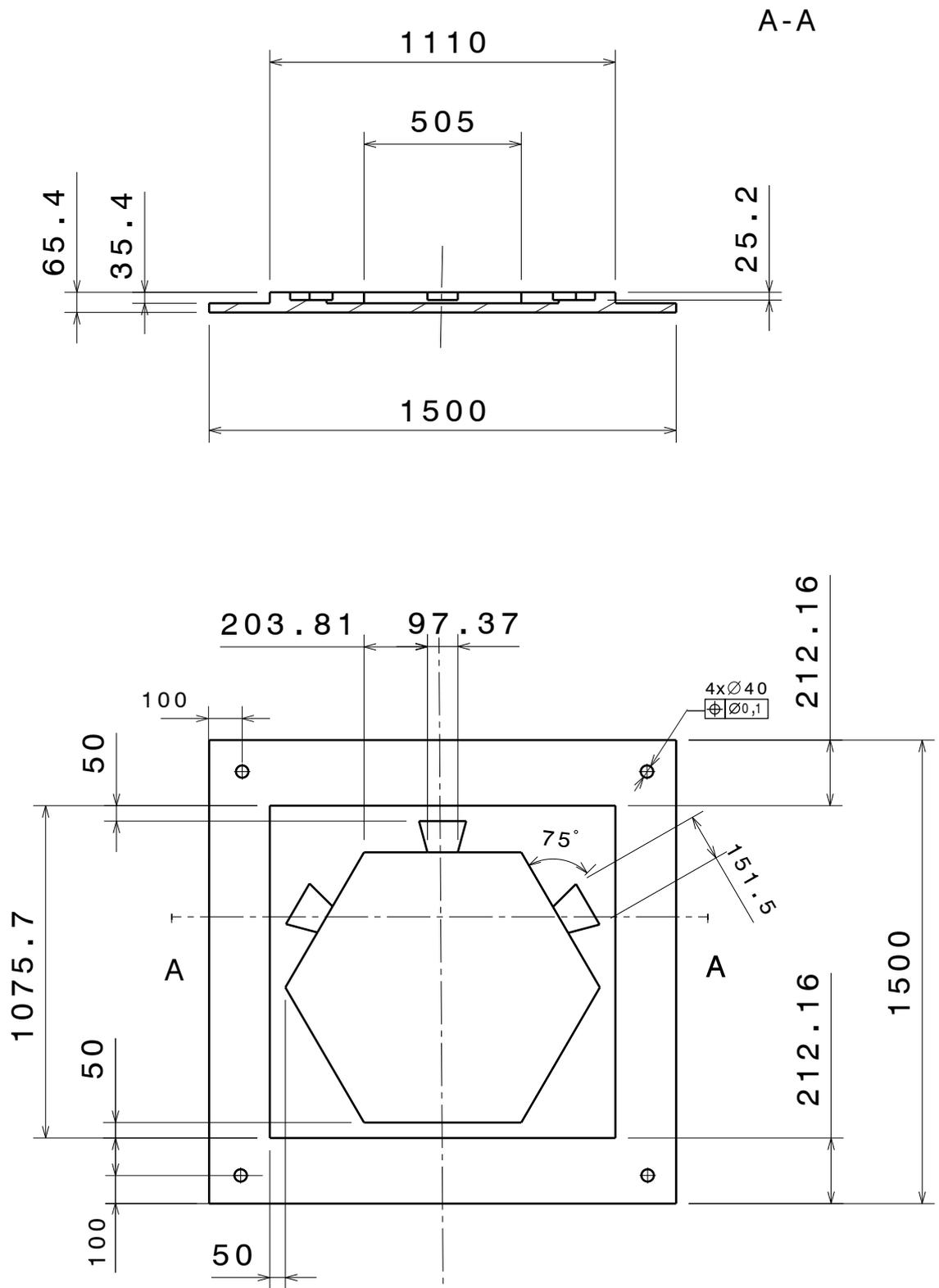
3

DISEÑADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
18/03/19

ESCALA 1:10

PÁGINA 23/42



Las tolerancias de las medidas generales son de $\pm 1\%$



Universidad de Valladolid

MOLDE INFERIOR PARA BALDOSA HEXAGONAL 20MM

DIBUJADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
01/06/19

MOLDE INFERIOR

REVISADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
20/06/19

TAMAÑO
A4

NÚMERO DE PLANO

25

REV.

3

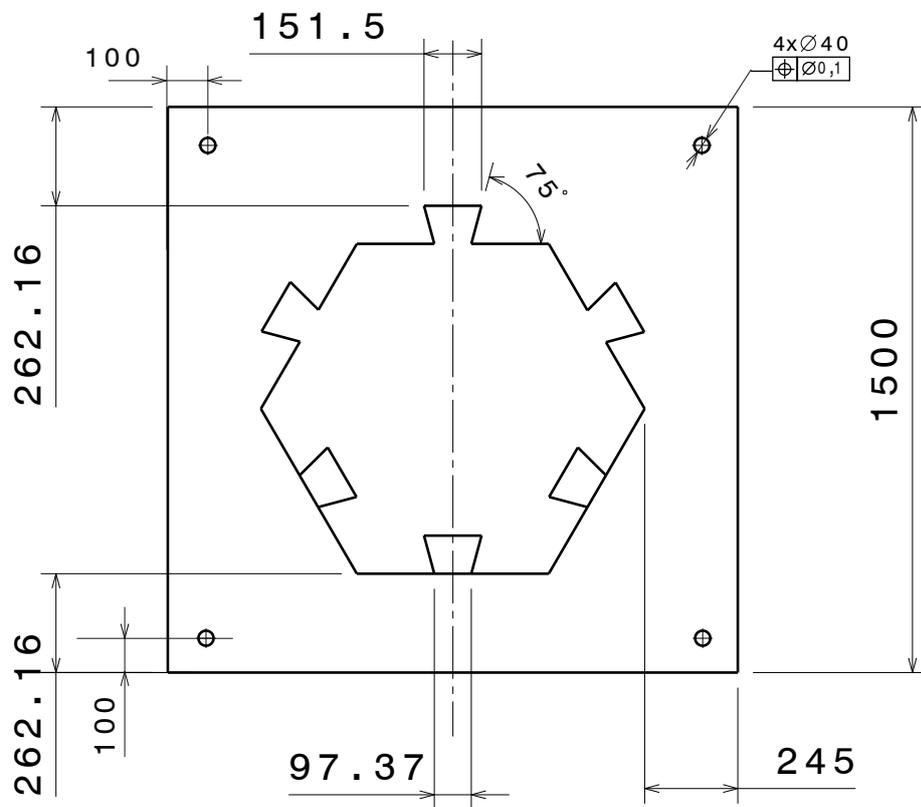
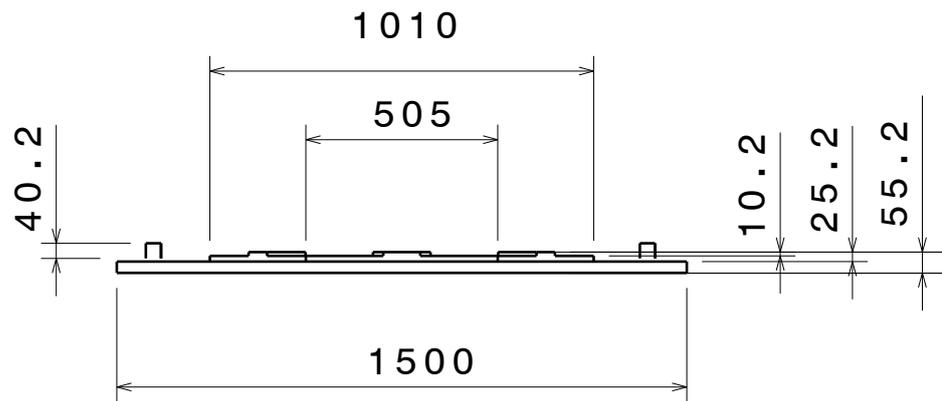
DISEÑADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
18/03/19

ESCALA 1:20

PÁGINA

25/42



Las tolerancias de las medidas generales son de $\pm 1\%$



Universidad de Valladolid

MOLDE SUPERIOR PARA BALDOSA HEXAGONAL 20MM

DIBUJADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
01/06/19

MOLDE SUPERIOR

REVISADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
20/06/19

TAMAÑO
A4

NÚMERO DE PLANO

26

REV.

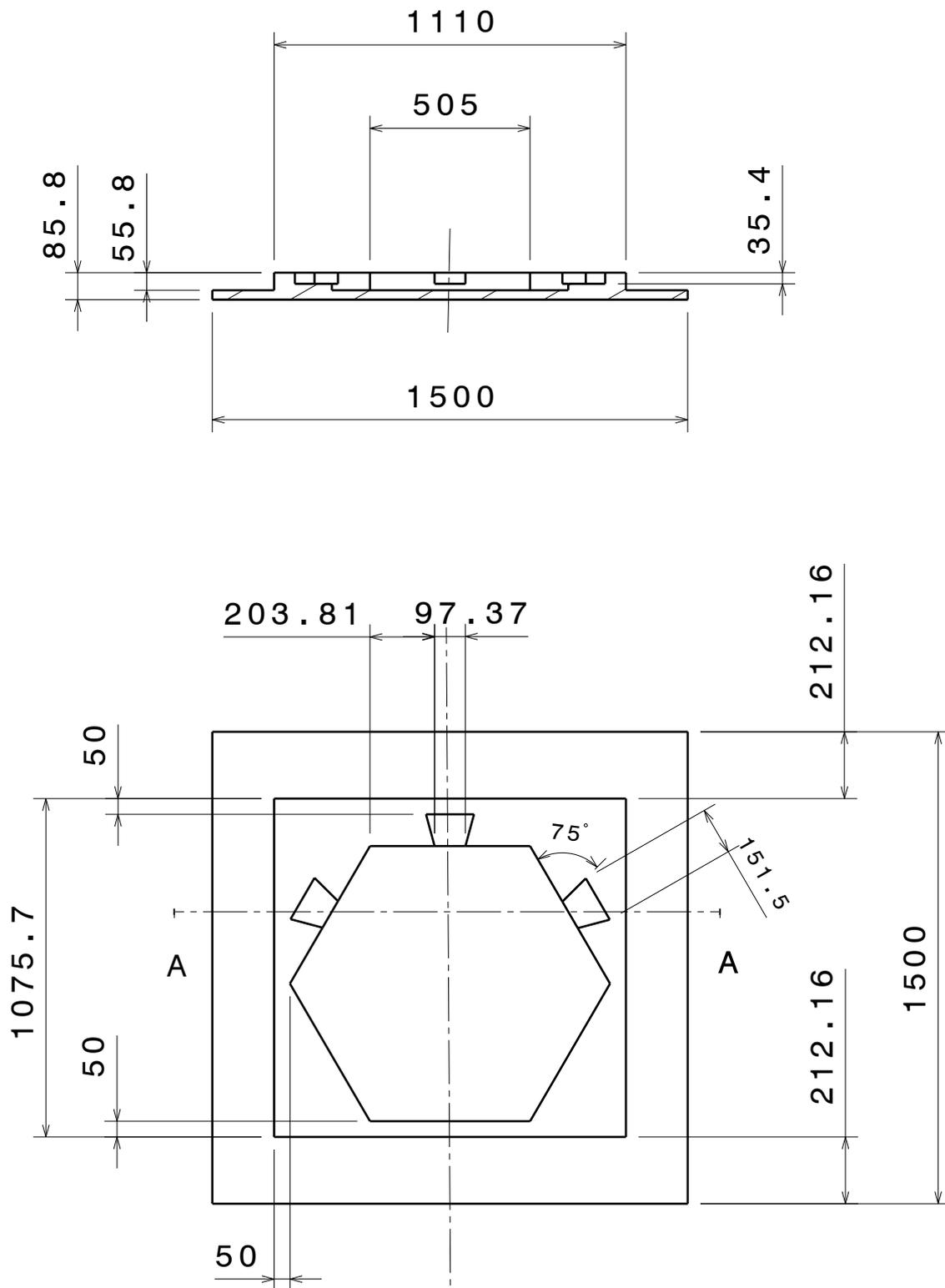
3

DISEÑADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
18/03/19

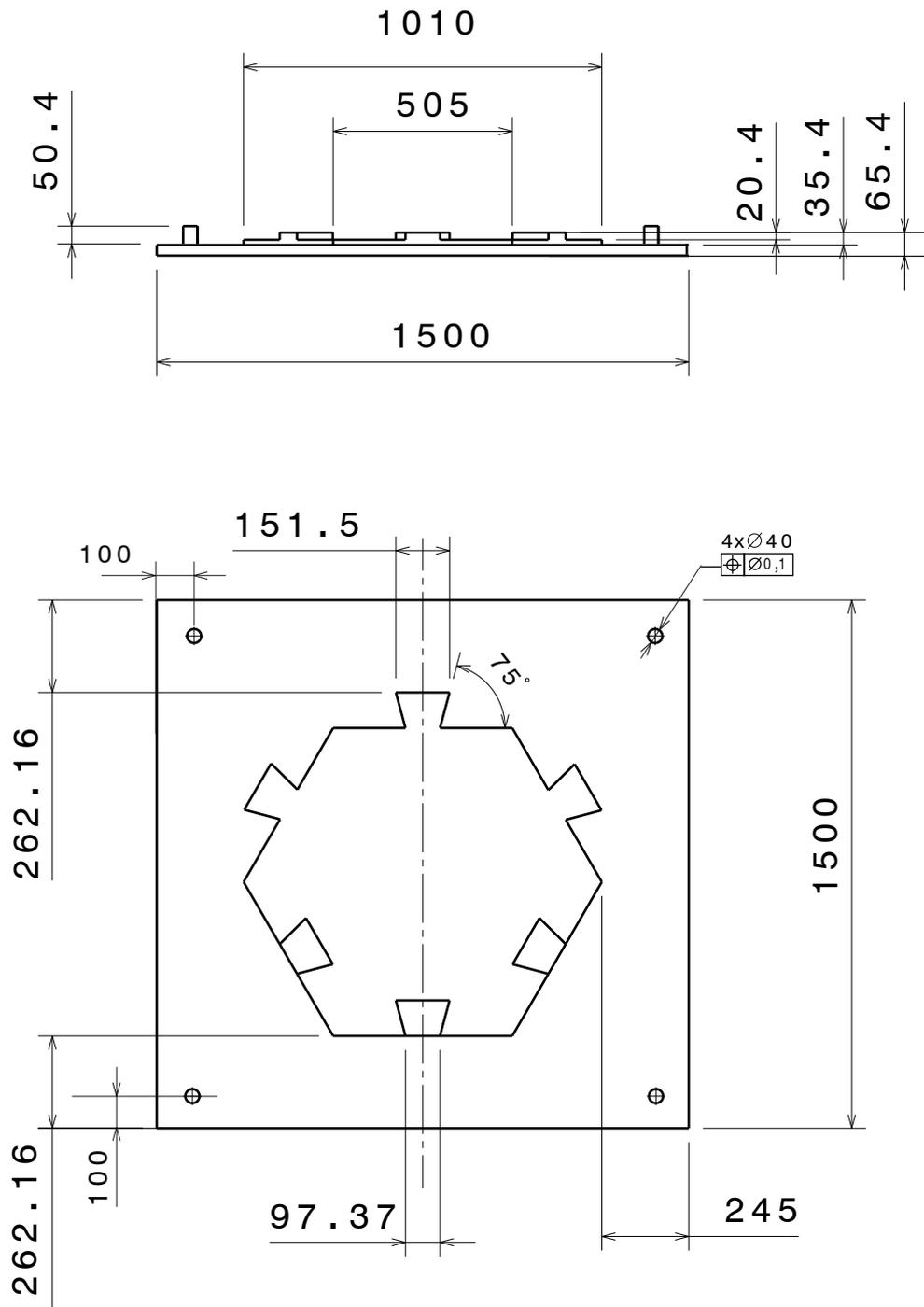
ESCALA 1:20

PÁGINA 26/42



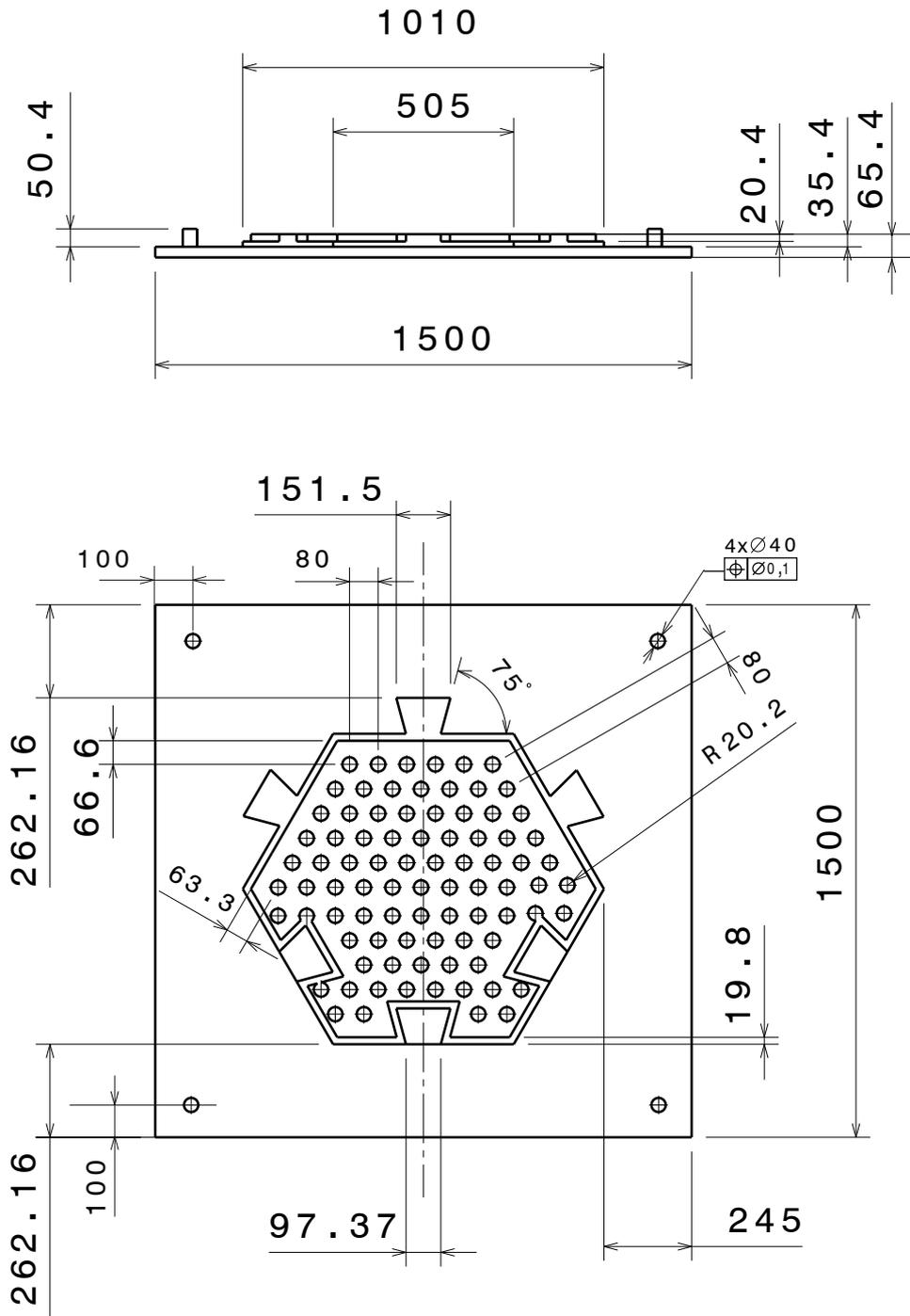
Las tolerancias de las medidas generales son de $\pm 1\%$

 Universidad de Valladolid		MOLDE INFERIOR PARA BALDOSA HEXAGONAL 40MM		
		MOLDE INFERIOR		
DIBUJADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 01/06/19	TAMAÑO A4	NÚMERO DE PLANO 27	REV. 3
REVISADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 20/06/19	ESCALA 1:20		PÁGINA 27/42
DISEÑADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 18/03/19			



Las tolerancias de las medidas generales son de $\pm 1\%$

 Universidad de Valladolid		MOLDE SUPERIOR PARA BALDOSA HEXAGONAL 40MM		
		MOLDE SUPERIOR		
DIBUJADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 01/06/19	TAMAÑO A4	NÚMERO DE PLANO 28	REV. 3
REVISADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 20/06/19	ESCALA 1:20		PÁGINA 28/42
DISEÑADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 18/03/19			



Las tolerancias de las medidas generales son de $\pm 1\%$



Universidad de Valladolid

MOLDE SUPERIOR PARA BALDOSA HEXAGONAL 40MM CON AMORTIGUACIÓN

DIBUJADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
01/06/19

MOLDE SUPERIOR

REVISADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
20/06/19

TAMAÑO
A4

NÚMERO DE PLANO

29

REV.

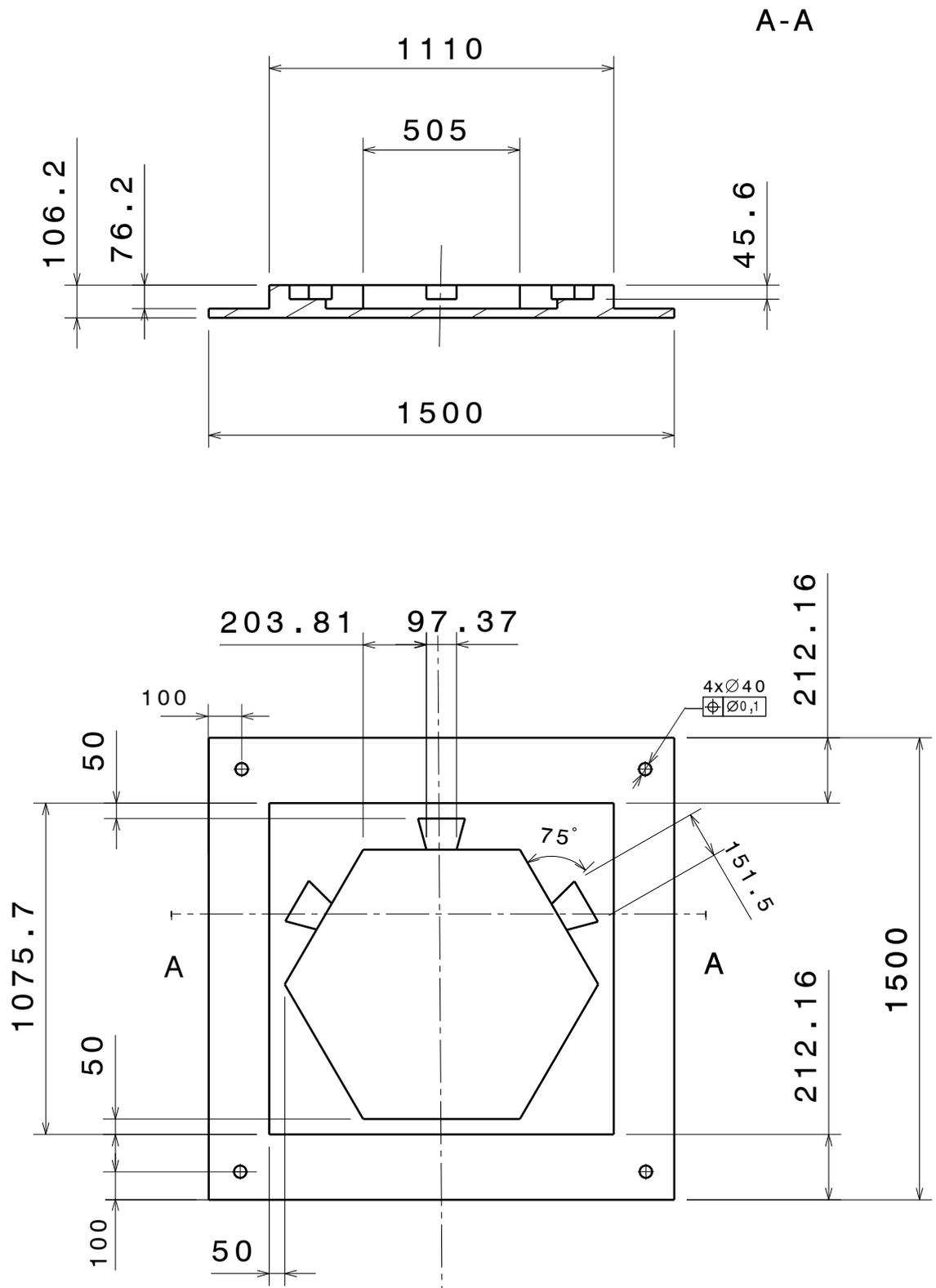
3

DISEÑADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
18/03/19

ESCALA 1:20

PÁGINA 29/42



Las tolerancias de las medidas generales son de $\pm 1\%$



Universidad de Valladolid

MOLDE INFERIOR PARA BALDOSA HEXAGONAL 60MM

DIBUJADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
01/06/19

MOLDE INFERIOR

REVISADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
20/06/19

TAMAÑO
A4

NÚMERO DE PLANO

30

REV.

3

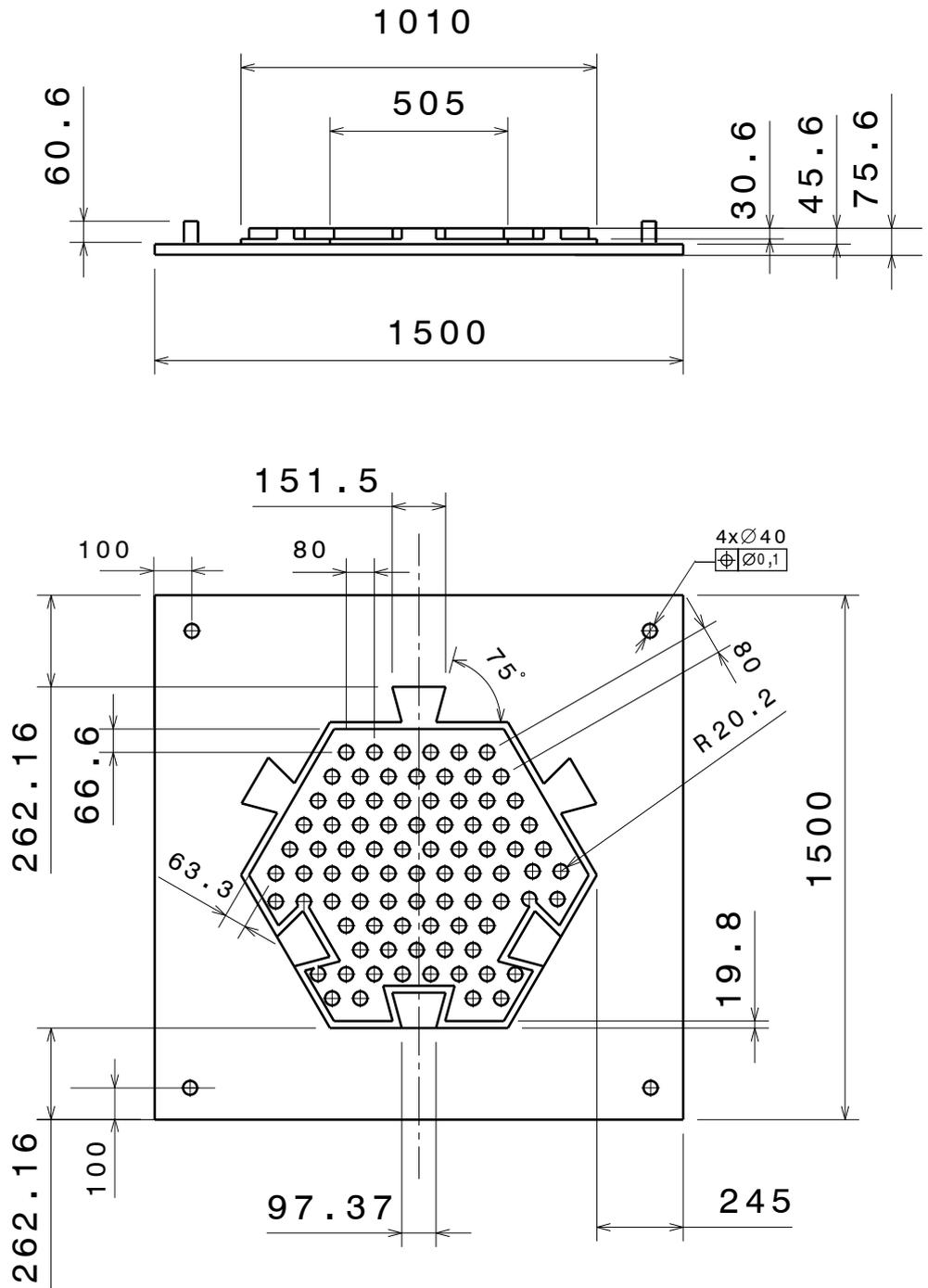
DISEÑADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
18/03/19

ESCALA 1:20

PÁGINA

30/42



Las tolerancias de las medidas generales son de $\pm 1\%$



Universidad de Valladolid

MOLDE SUPERIOR PARA BALDOSA HEXAGONAL 60MM CON AMORTIGUACIÓN

DIBUJADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
01/06/19

MOLDE SUPERIOR

REVISADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
20/06/19

TAMAÑO
A4

NÚMERO DE PLANO

31

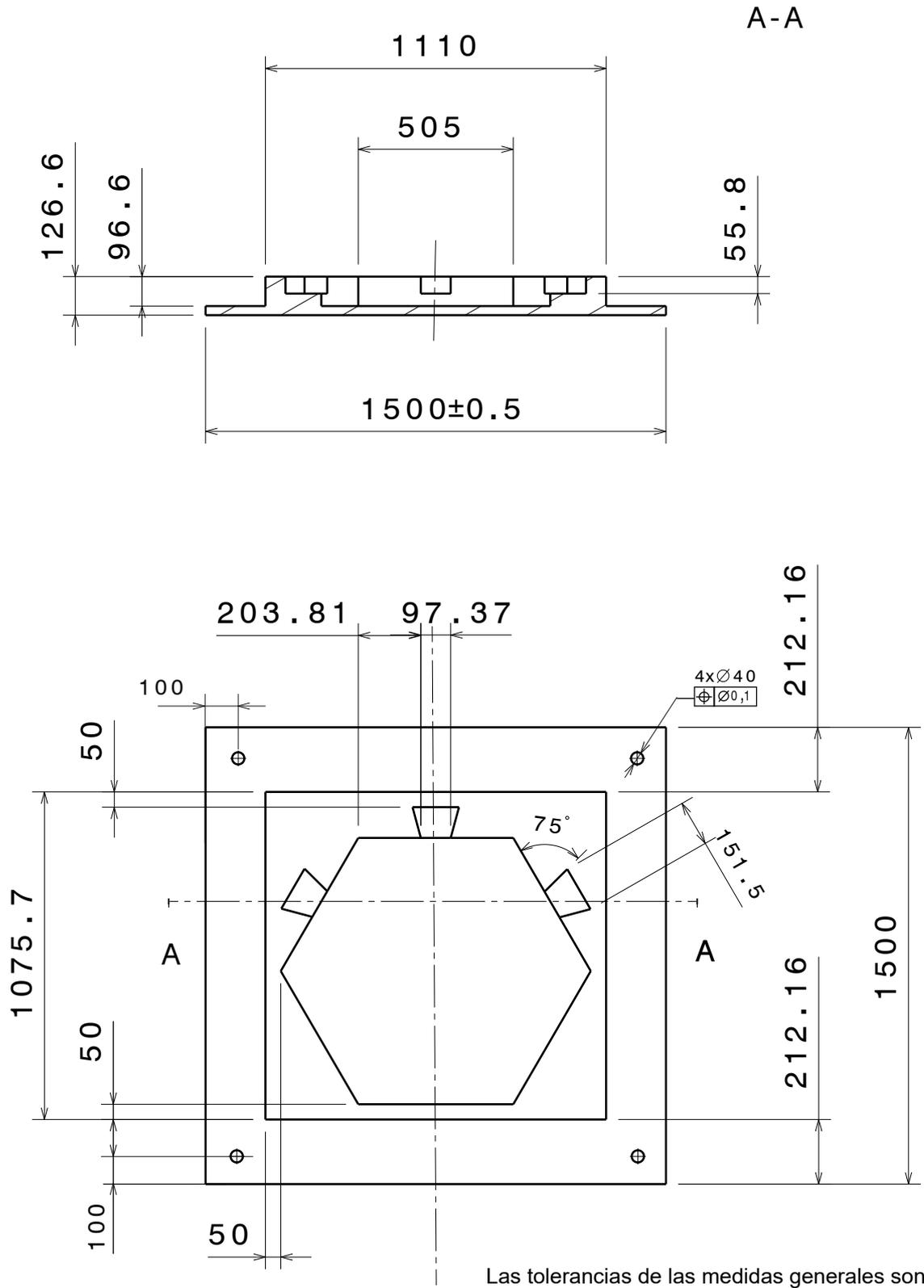
REV.
3

DISEÑADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
18/03/19

ESCALA 1:20

PÁGINA 31/42



Las tolerancias de las medidas generales son de $\pm 1\%$



Universidad de Valladolid

MOLDE INFERIOR PARA BALDOSA
HEXAGONAL 80MM

DIBUJADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
01/06/19

MOLDE INFERIOR

REVISADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
20/06/19

TAMAÑO
A4

NÚMERO DE PLANO

32

REV.

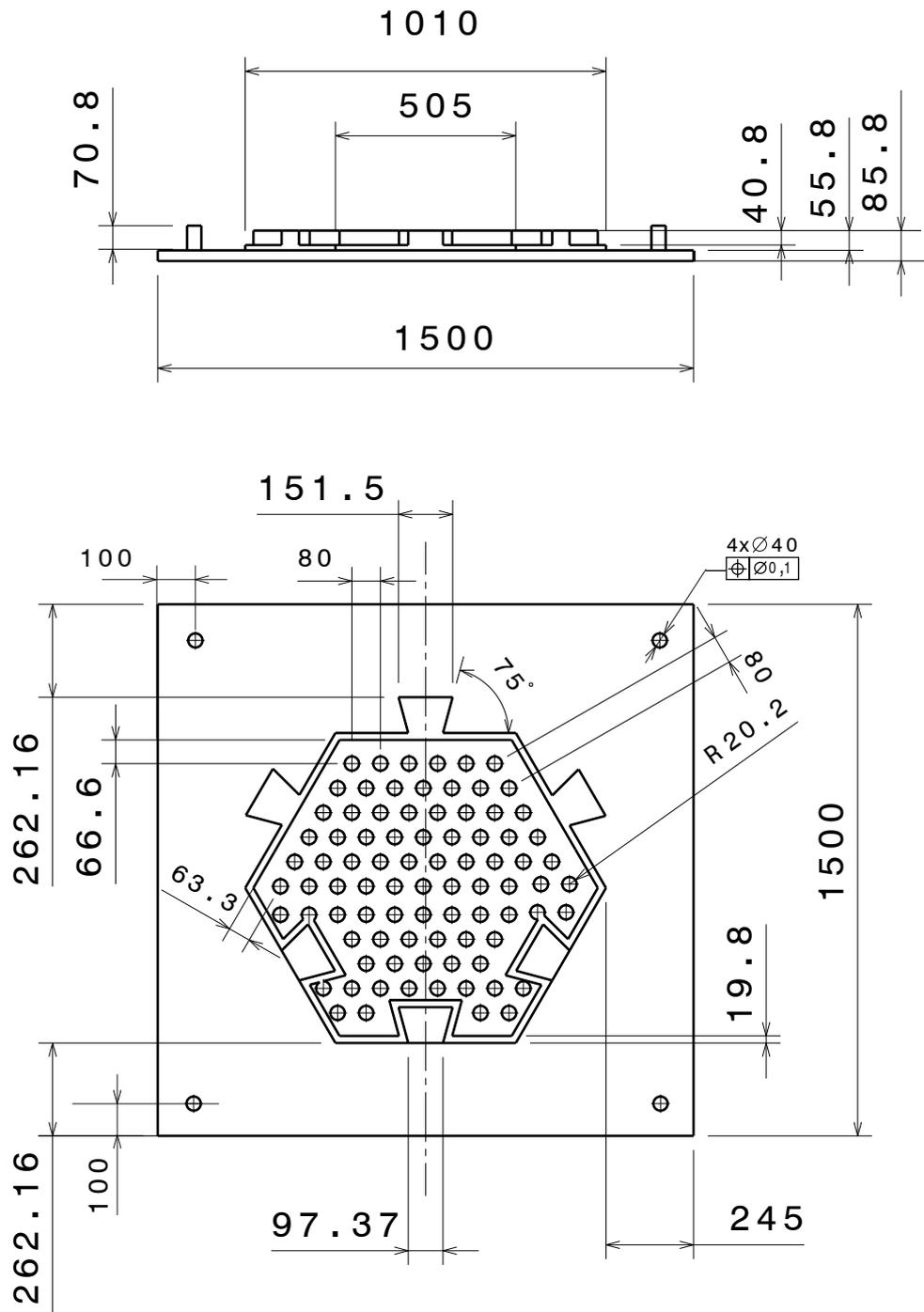
3

DISEÑADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
18/03/19

ESCALA 1:20

PÁGINA 32/42



Las tolerancias de las medidas generales son de $\pm 1\%$



Universidad de Valladolid

MOLDE SUPERIOR PARA BALDOSA HEXAGONAL 80MM CON AMORTIGUACIÓN

DIBUJADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
01/06/19

MOLDE SUPERIOR

REVISADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
20/06/19

TAMAÑO
A4

NÚMERO DE PLANO

33

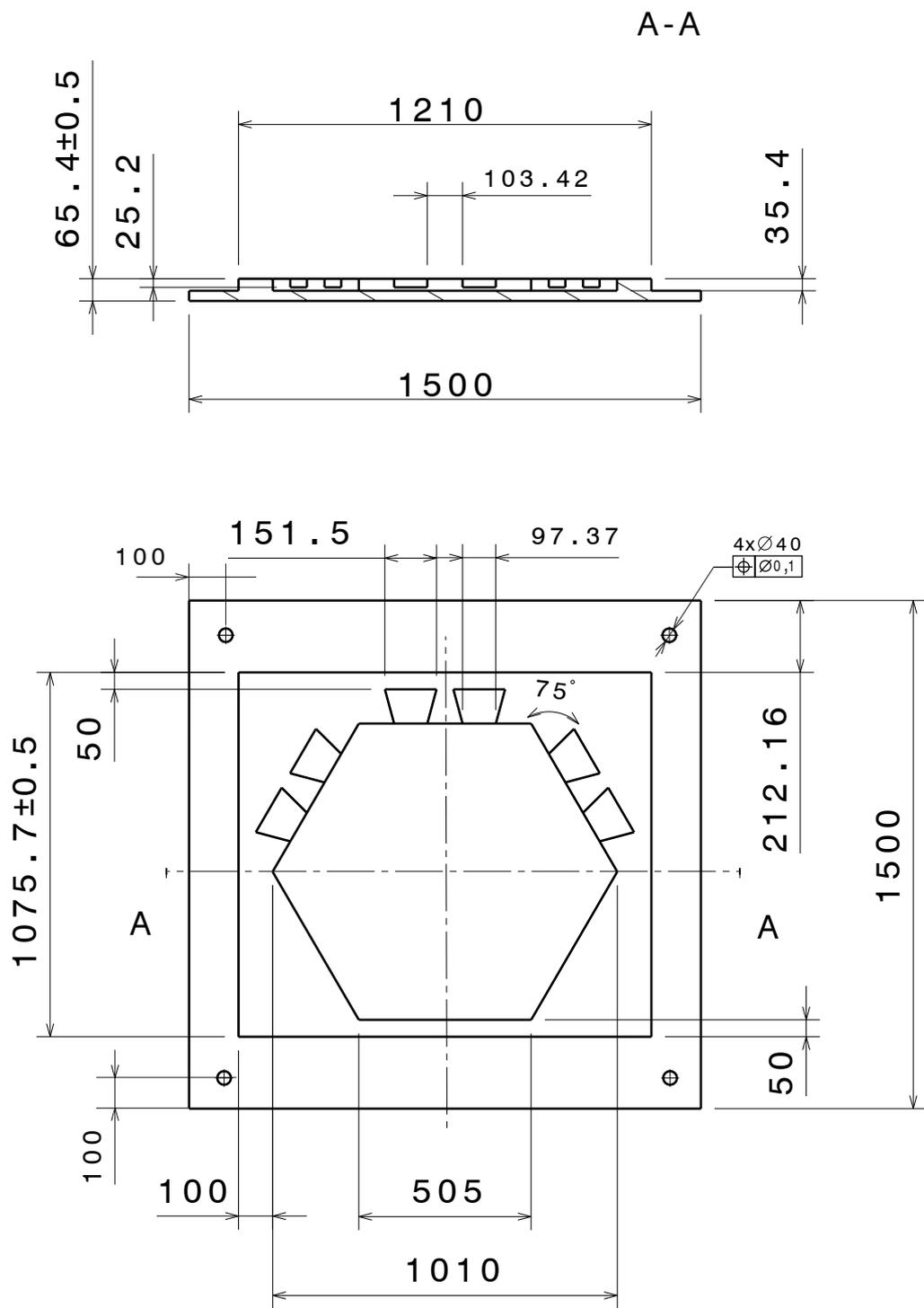
REV.
3

DISEÑADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
18/03/19

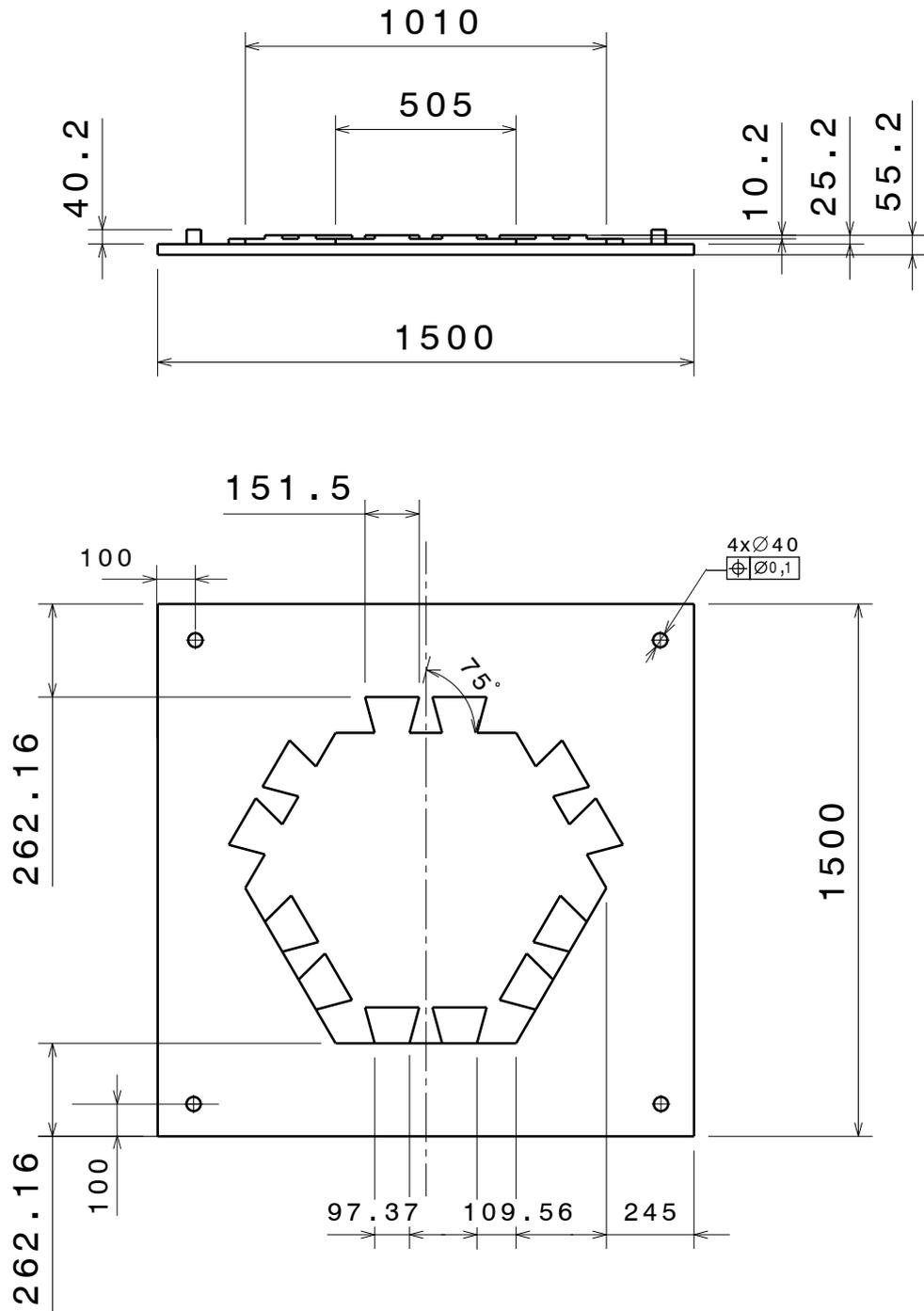
ESCALA 1:20

PÁGINA 33/42



Las tolerancias de las medidas generales son de $\pm 1\%$

 Universidad de Valladolid		MOLDE INFERIOR PARA BALDOSA HEXAGONAL DOBLE 20MM		
		MOLDE INFERIOR		
DIBUJADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 01/06/19	TAMAÑO A4	NÚMERO DE PLANO 34	REV. 3
REVISADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 20/06/19	ESCALA 1:20		PÁGINA 34/42
DISEÑADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 18/03/19			



Las tolerancias de las medidas generales son de $\pm 1\%$



Universidad de Valladolid

MOLDE SUPERIOR PARA BALDOSA HEXAGONAL DOBLE 20MM

DIBUJADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
01/06/19

MOLDE SUPERIOR

REVISADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
20/06/19

TAMAÑO
A4

NÚMERO DE PLANO

35

REV.

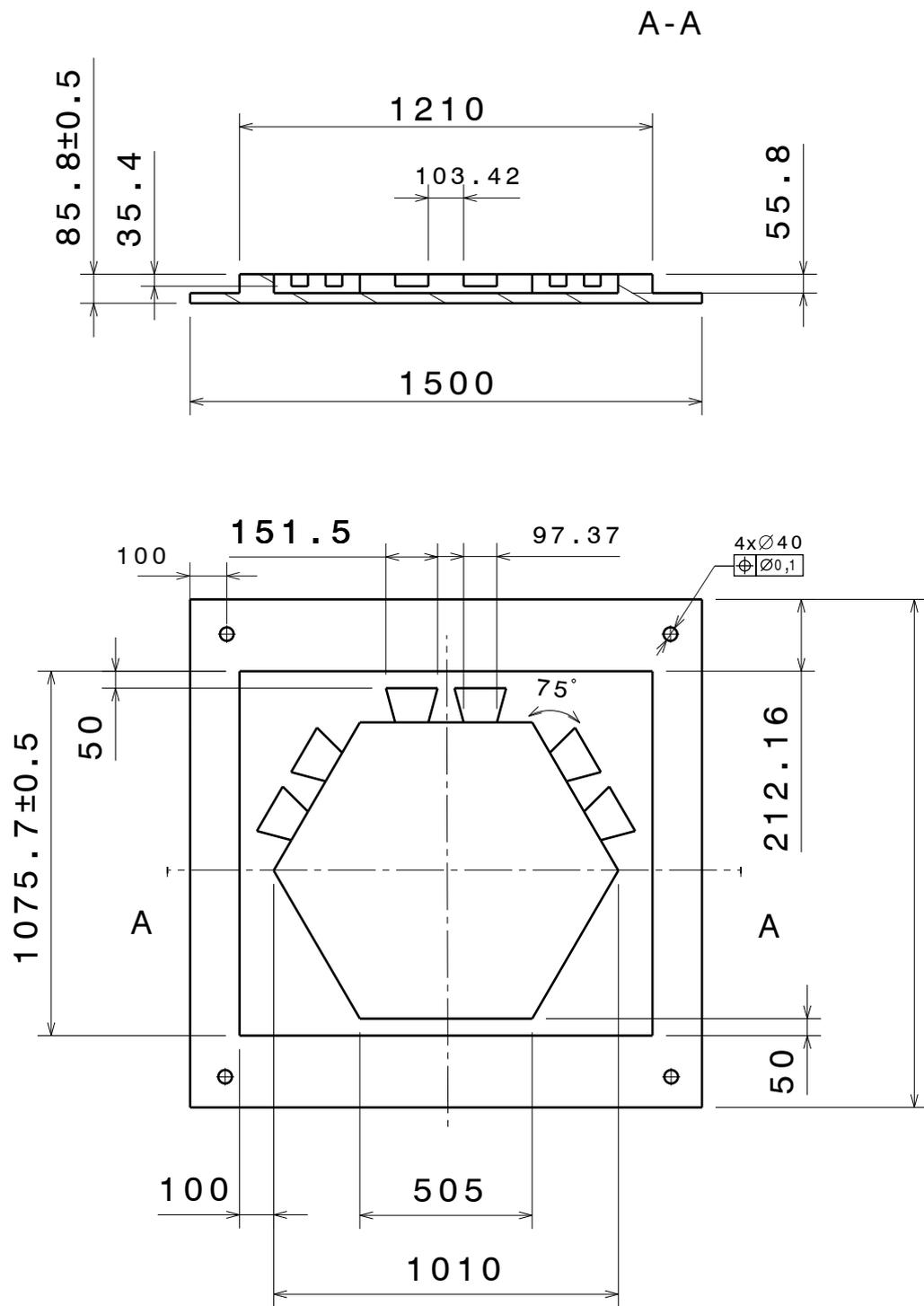
3

DISEÑADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
18/03/19

ESCALA 1:20

PÁGINA 35/42



Las tolerancias de las medidas generales son de $\pm 1\%$



Universidad de Valladolid

MOLDE INFERIOR PARA BALDOSA HEXAGONAL DOBLE 40MM

DIBUJADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
01/06/19

MOLDE INFERIOR

REVISADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
20/06/19

TAMAÑO
A4

NÚMERO DE PLANO

36

REV.

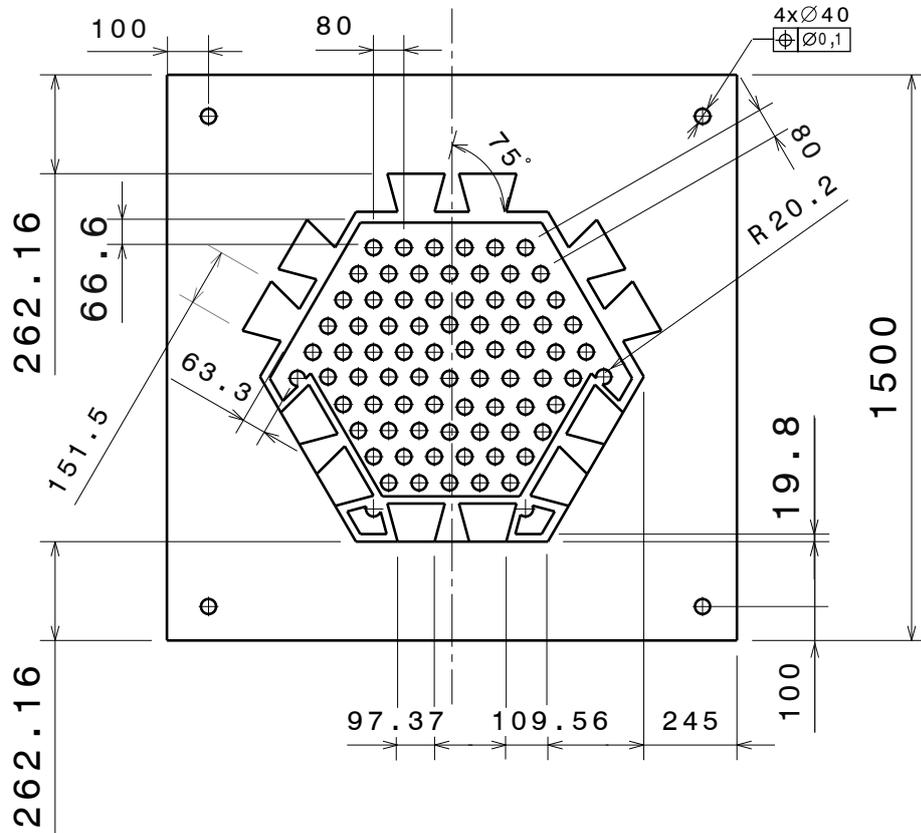
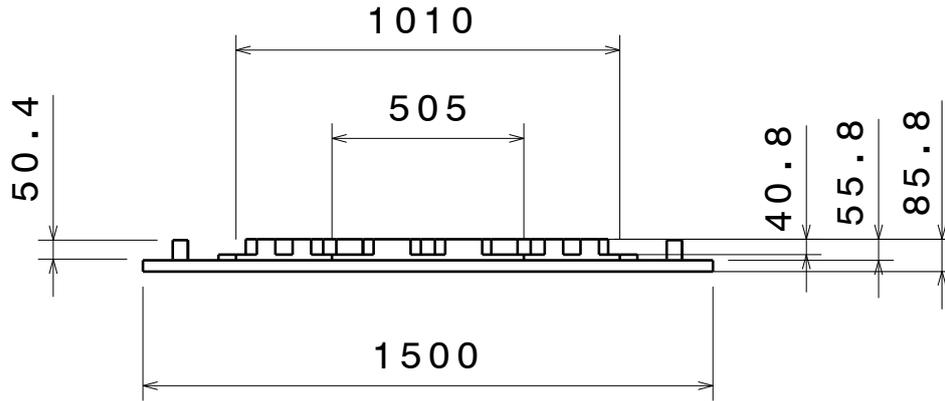
3

DISEÑADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
18/03/19

ESCALA 1:20

PÁGINA 36/42



Las tolerancias de las medidas generales son de $\pm 1\%$



Universidad de Valladolid

MOLDE SUPERIOR PARA BALDOSA
HEXAGONAL DOBLE 40MM CON AMORTIGUACIÓN

DIBUJADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
01/06/19

MOLDE SUPERIOR

REVISADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
20/06/19

TAMAÑO
A4

NÚMERO DE PLANO

38

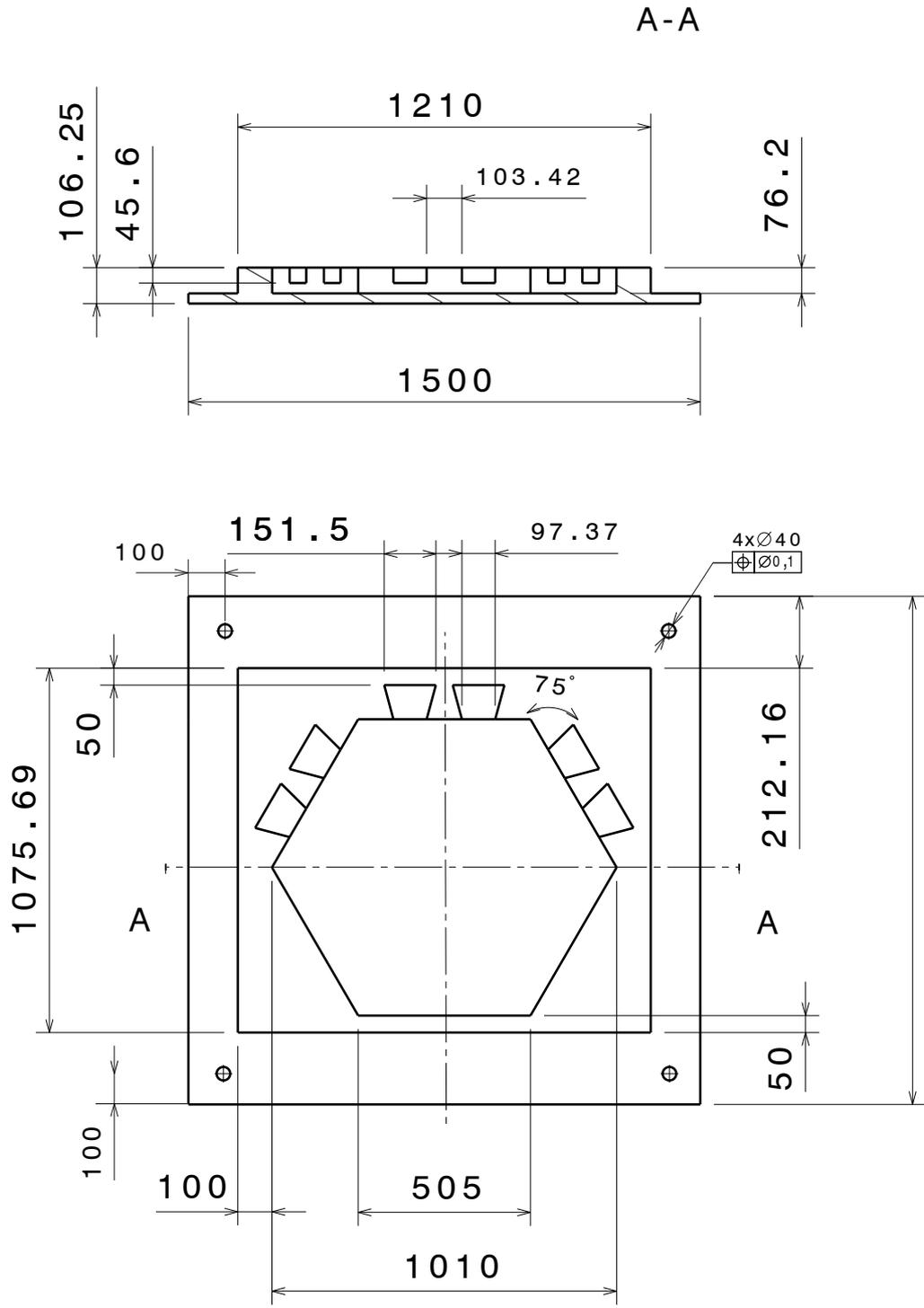
REV.
3

DISEÑADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
18/03/19

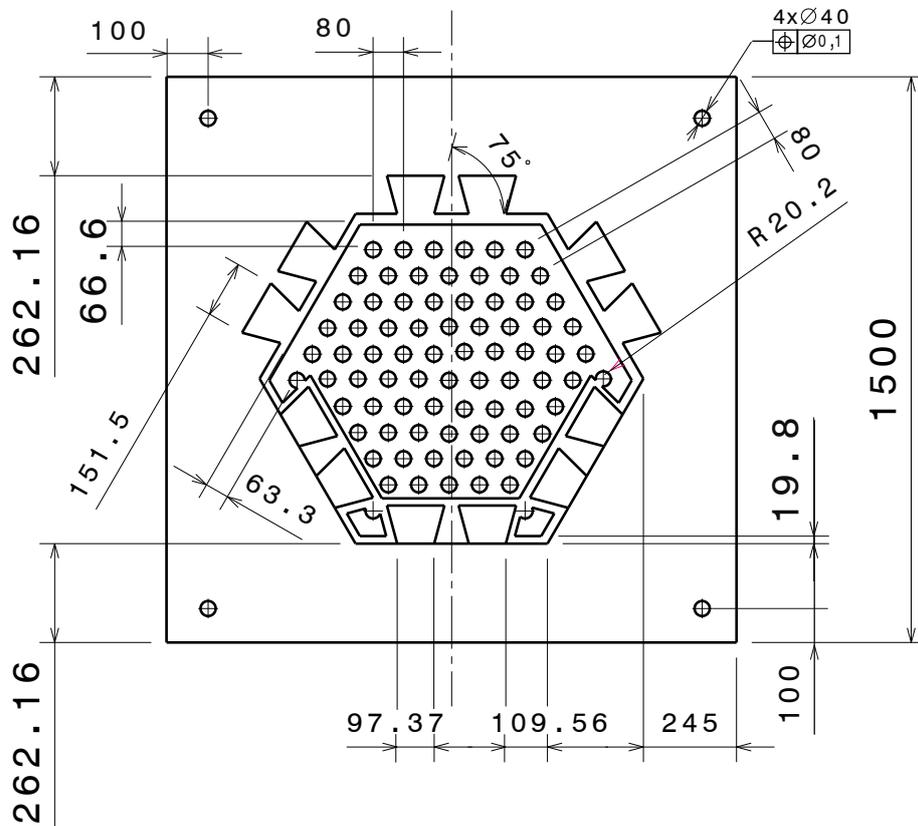
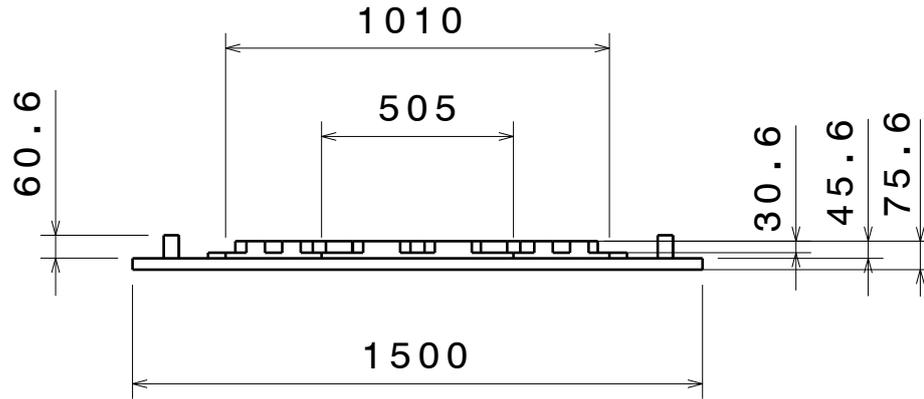
ESCALA 1:20

PÁGINA 38/42



Las tolerancias de las medidas generales son de $\pm 1\%$

 Universidad de Valladolid		MOLDE INFERIOR PARA BALDOSA HEXAGONAL DOBLE 60MM		
		MOLDE INFERIOR		
DIBUJADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 01/06/19	TAMAÑO A4	NÚMERO DE PLANO 39	REV. 3
REVISADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 20/06/19	ESCALA 1:20		PÁGINA 39/42
DISEÑADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 18/03/19			



Las tolerancias de las medidas generales son de $\pm 1\%$



Universidad de Valladolid

MOLDE SUPERIOR PARA BALDOSA
HEXAGONAL DOBLE 60MM CON AMORTIGUACIÓN

DIBUJADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
01/06/19

MOLDE SUPERIOR

REVISADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
20/06/19

TAMAÑO
A4

NÚMERO DE PLANO

40

REV.

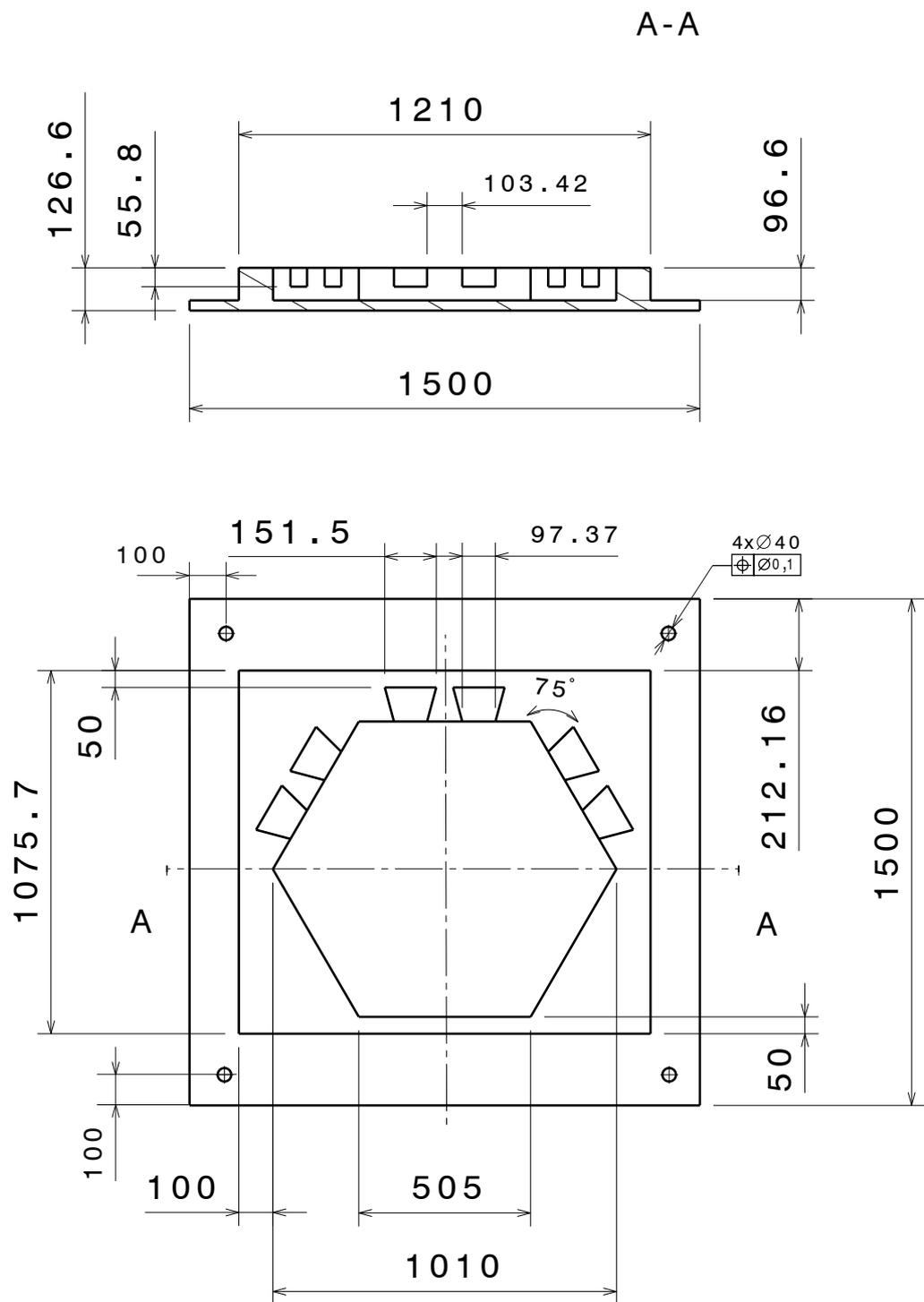
3

DISEÑADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
18/03/19

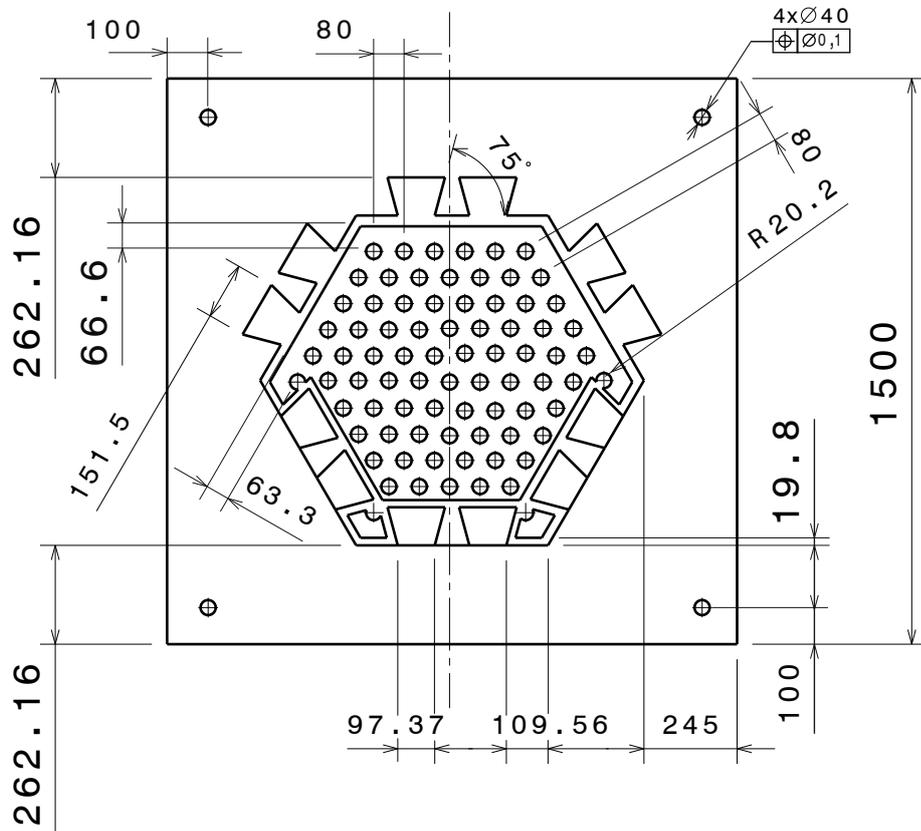
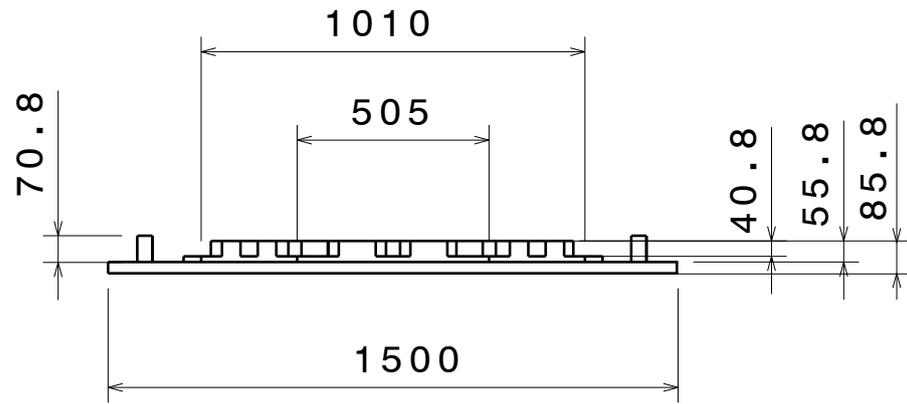
ESCALA 1:20

PÁGINA 40/42



Las tolerancias de las medidas generales son de $\pm 1\%$

 Universidad de Valladolid		MOLDE INFERIOR PARA BALDOSA HEXAGONAL DOBLE 80MM		
		MOLDE INFERIOR		
DIBUJADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 01/06/19	TAMAÑO A4	NÚMERO DE PLANO 41	REV. 3
REVISADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 20/06/19	ESCALA 1:20		PÁGINA 41/42
DISEÑADO POR MIREIA AGUILAR	FECHA 18/03/19			



Las tolerancias de las medidas generales son de $\pm 1\%$



Universidad de Valladolid

MOLDE SUPERIOR PARA BALDOSA
HEXAGONAL DOBLE 80MM CON AMORTIGUACIÓN

DIBUJADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
01/06/19

MOLDE SUPERIOR

REVISADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
20/06/19

TAMAÑO
A4

NÚMERO DE PLANO

42

REV.

3

DISEÑADO POR
MIREIA AGUILAR

FECHA
18/03/19

ESCALA 1:20

PÁGINA

42/42

ESTUDIO ECONÓMICO

1. Coste de fabricación	166
1.1. Coste de materiales	166
1.2. Mano de obra directa	166
1.3. Puesto de trabajo	167
2. Mano de obra indirecta	167
3. Cargas sociales	167
4. Gastos generales	168
5. Costo total en fábrica	168
6. Beneficio industrial	168
7. Precio de venta en fábrica	169





ESTUDIO ECONÓMICO

1. Coste de fabricación

El Coste de fabricación representa el gasto directo de elaboración del producto y se compone de tres conceptos: material, mano de obra directa y puesto de trabajo, es decir, los tres componentes directos de la producción.

$$C.fab = \text{material} + \text{m.o.d.} + \text{p.t}$$

El coste del material y m.o.d. son costes variables ya que dependen del número de piezas fabricadas. Los costes del puesto de trabajo pueden ser considerados variables si se calculan y aplican en función de las piezas o fijos si son independientes del número de ellas. En este caso se valorarán como gastos generales.

1.1 Coste de materiales

Este punto resume el coste ocasionado por los materiales empleados en la fabricación de una baldosa de caucho reciclado.

MATERIAL	CANTIDAD(€/kg)	kg/Ud	Coste/Ud	
Caucho	0,15 €	16,00	2,40 €	
Adhesivo	2,50 €	1,12	2,80 €	
Colorante:			- €	
Rojo	3,00 €	0,22	0,67 €	5,87 €
Verde	6,50 €	0,22	1,46 €	6,66 €
Amarillo	8,00 €	0,22	1,79 €	6,99 €
Azul	6,00 €	0,22	1,34 €	6,54 €
Negro	- €	0,22	- €	5,20 €

Coste de materiales para una baldosa de dos centímetros de espesor.

1.2 Mano de obra directa

La mano de obra directa se compone del conjunto de operarios que trabajan de forma directa con la producción. Poseen responsabilidad total sobre su puesto de trabajo.

El costo de la mano de obra directa representa el producto del tiempo concedido para realizar las actividades del proceso (fabricación y montaje).

$$\text{m.o.d.} = \sum (T_{\text{fabi}} \cdot J_i) + \sum (T_{\text{monti}} \cdot J_i)$$

1.3 Puesto de trabajo

Todo puesto de trabajo genera un costo durante el funcionamiento de la maquinaria y de las instalaciones. Para ello se deberá valorar el precio de la maquinaria, su amortización en 10 años, el número de horas de funcionamiento al año, la vida prevista en horas, el interés horario, la amortización, el mantenimiento y la energía necesaria.

2. Mano de obra indirecta

La mano de obra indirecta se compone por el conjunto de operarios relacionados directamente sobre la producción, pero al contrario que el M.O.D., no tienen responsabilidad sobre los puestos de trabajo.

El porcentaje hallado se aplica en el presupuesto industrial sobre el costo de mano de obra directa.

La empresa determina cada año el porcentaje (% m.o.i.) que representa la mano de obra indirecta respecto de la directa, en este caso se considera un 30%.

$$Moi = \%moi * mod$$

3. Cargas sociales

Las C. Sociales representan el conjunto de aportaciones de la empresa a diversos Departamentos y Organismos Oficiales, para cubrir las prestaciones del personal en materia de Seguridad Social (28,14%), Accidentes de Trabajo (7,60%), Formación Profesional (0,60%), Seguro de desempleo(2,35%), FondodeGarantíaSalarial(0,20%), Responsabilidad civil (1,00%), etc. Siendo un total de un 39,89% (lo aproximaremos al 40%).

$$C.S. = 40\% \times (M.O.I. + M.O.D.)$$



4. Gastos generales

Se define como Gastos Generales el costo total necesario para el funcionamiento de la empresa, excluidos los costos ya analizados.

Están constituidos por personal directivo, técnico, administrativo, subalterno general, personal de compras, almacenes, mantenimiento, personal de informática, comercial, publicistas, etc.

La empresa será la encargada de determinar, de forma anual, el porcentaje aplicado, según el Real Decreto 982/1987. Constituyendo de este modo un porcentaje entre el 13 y el 17%. En este caso será del 13%.

$$G.G. = \%G.G. * (m.o.d.)$$

5. Costo total en fábrica

Una vez calculado todos los costes necesarios, el coste de fabricación se compone de:

$$Ct = Cf + m.o.i. + C.S. + G.G.$$

El costo total en fábrica (Ct) es la suma de los conceptos: costo de fabricación (Cf), mano de obra indirecta (m.o.i.), Cargas Sociales (C.S.) y Gastos Generales (G.G.)

6. Beneficio industrial

El beneficio industrial (B.i.), se expresa en % sobre el costo total (Ct) (oscila normalmente entre el 10 y el 20%). En este caso se considera un beneficio del 18%.

$$B.i. = (\% B.i.) * Ct$$

7. Precio de venta en fábrica

El precio de venta en fábrica se conforma por la suma del costo total en fábrica (Ct) y del beneficio industrial (B.i.).

$$Pv = Ct + B.i.$$

Como se ha visto a lo largo del proyecto, existen diferentes tipos de geometrías y espesores. El presupuesto se ha calculado para los diferentes espesores del diseño con geometría cuadrada. Se estima que los diseños con geometría hexagonal tendrán precios finales de venta similares.

A continuación, se muestran unas tablas resumen dependiendo de las características de los posibles modelos.

PRESUPUESTO INDUSTRIAL: BALDOSA AMARILLO 2CM			
CONCEPTO	DESCRIPCIÓN		IMPORTE
1. COSTE DE FABRICACIÓN	Material	Comercial	- €
		Fabricados	6,99 €
	M.O.D.		1,72 €
	Puesto de Trabajo		8,27 €
2. MANO DE OBRA INDIRECTA	M.O.I. = 30% x M.O.D.		0,52 €
3. CARGAS SOCIALES	C.S. = 40% x (M.O.I. + M.O.D.)		0,89 €
4. GASTOS GENERALES	G.G. = 13% x M.O.D.		0,22 €
5. COSTO TOTAL EN FABRICA	Ct = Cf + M.O.I. + C.S. + G.G.		18,61 €
6. BENEFICIO INDUSTRIAL	B.i. = 18% x Ct		3,35 €
7. PRECIO DE VENTA EN FABRICA	Precio Unitario		21,96 €
8. PRECIO VENTA CON IVA	P.v. = 21% P.u. + P.u.		26,57 €

Presupuesto industrial para una baldosa amarilla de 2 centímetros de espesor.

PRESUPUESTO INDUSTRIAL: BALDOSA AZUL 2CM			
CONCEPTO	DESCRIPCIÓN		IMPORTE
1. COSTE DE FABRICACIÓN	Material	Comercial	- €
		Fabricados	6,54 €
	M.O.D.		1,72 €
	Puesto de Trabajo		8,27 €
2. MANO DE OBRA INDIRECTA	M.O.I. = 30% x M.O.D.		0,52 €
3. CARGAS SOCIALES	C.S. = 40% x (M.O.I. + M.O.D.)		0,89 €
4. GASTOS GENERALES	G.G. = 13% x M.O.D.		0,22 €
5. COSTO TOTAL EN FABRICA	Ct = Cf + M.O.I. + C.S. + G.G.		18,16 €
6. BENEFICIO INDUSTRIAL	B.i. = 18% x Ct		3,27 €
7. PRECIO DE VENTA EN FABRICA	Precio Unitario		21,43 €
8. PRECIO VENTA CON IVA	P.v. = 21% P.u. + P.u.		25,93 €

Presupuesto industrial para una baldosa azul de 2 centímetros de espesor.

Diseño de Utillajes para la Fabricación de Pavimento de Caucho Reciclado
AGUILAR IGLESIAS, MIREIA

PRESUPUESTO INDUSTRIAL: BALDOSA NEGRA 2CM			
CONCEPTO	DESCRIPCIÓN		IMPORTE
1. COSTE DE FABRICACIÓN	Material	Comercial	- €
		Fabricados	5,20 €
	M.O.D.		1,72 €
	Puesto de Trabajo		8,27 €
2. MANO DE OBRA INDIRECTA	M.O.I.= 30% x M.O.D.		0,52 €
3. CARGAS SOCIALES	C.S.= 40% x (M.O.I. + M.O.D.)		0,89 €
4. GASTOS GENERALES	G.G. = 13% x M.O.D.		0,22 €
5. COSTO TOTAL EN FABRICA	Ct = Cf + M.O.I. + C.S. + G.G.		16,82 €
6. BENEFICIO INDUSTRIAL	B.i. = 18% x Ct		3,03 €
7. PRECIO DE VENTA EN FABRICA	Precio Unitario		19,85 €
8. PRECIO VENTA CON IVA	P.v.=21%P.u.+P.u.		24,01 €

Presupuesto industrial para una baldosa negra de 2 centímetros de espesor.

PRESUPUESTO INDUSTRIAL: BALDOSA ROJA 2CM			
CONCEPTO	DESCRIPCIÓN		IMPORTE
1. COSTE DE FABRICACIÓN	Material	Comercial	- €
		Fabricados	5,87 €
	M.O.D.		1,72 €
	Puesto de Trabajo		8,27 €
2. MANO DE OBRA INDIRECTA	M.O.I.= 30% x M.O.D.		0,52 €
3. CARGAS SOCIALES	C.S.= 40% x (M.O.I. + M.O.D.)		0,89 €
4. GASTOS GENERALES	G.G. = 13% x M.O.D.		0,22 €
5. COSTO TOTAL EN FABRICA	Ct = Cf + M.O.I. + C.S. + G.G.		17,49 €
6. BENEFICIO INDUSTRIAL	B.i. = 18% x Ct		3,15 €
7. PRECIO DE VENTA EN FABRICA	Precio Unitario		20,64 €
8. PRECIO VENTA CON IVA	P.v.=21%P.u.+P.u.		24,97 €

Presupuesto industrial para una baldosa roja de 2 centímetros de espesor.

PRESUPUESTO INDUSTRIAL: BALDOSA VERDE 2CM			
CONCEPTO	DESCRIPCIÓN		IMPORTE
1. COSTE DE FABRICACIÓN	Material	Comercial	- €
		Fabricados	6,66 €
	M.O.D.		1,72 €
	Puesto de Trabajo		8,27 €
2. MANO DE OBRA INDIRECTA	M.O.I.= 30% x M.O.D.		0,52 €
3. CARGAS SOCIALES	C.S.= 40% x (M.O.I. + M.O.D.)		0,89 €
4. GASTOS GENERALES	G.G. = 13% x M.O.D.		0,22 €
5. COSTO TOTAL EN FABRICA	Ct = Cf + M.O.I. + C.S. + G.G.		18,27 €
6. BENEFICIO INDUSTRIAL	B.i. = 18% x Ct		3,29 €
7. PRECIO DE VENTA EN FABRICA	Precio Unitario		21,56 €
8. PRECIO VENTA CON IVA	P.v.=21%P.u.+P.u.		26,09 €

Presupuesto industrial para una baldosa verde de 2 centímetros de espesor.



Baldosas macizas de dos centímetros de espesor:

Estos precios tienen como validez seis meses. Esto conlleva que el precio fijado para una baldosa de caucho reciclado con colorante amarillo de dos centímetros de espesor, en los próximos seis meses, es de: **veintiséis euros con noventa y siete céntimos.**

El precio fijado para una baldosa de caucho reciclado con colorante azul de dos centímetros de espesor, en los próximos seis meses, es de: **veinticinco euros con noventa y tres céntimos.**

El precio fijado para una baldosa de caucho reciclado con colorante negro de dos centímetros de espesor, en los próximos seis meses, es de: **veinticuatro euros con un céntimo.**

El precio fijado para una baldosa de caucho reciclado con colorante rojo de dos centímetros de espesor, en los próximos seis meses, es de: **veinticuatro euros con noventa y siete céntimos.**

El precio fijado para una baldosa de caucho reciclado con colorante verde de dos centímetros de espesor, en los próximos seis meses, es de: **veintiséis euros con nueve céntimos.**

Baldosas macizas de cuatro centímetros de espesor:

El precio fijado para una baldosa de caucho reciclado con colorante amarillo de cuatro centímetros de espesor, en los próximos seis meses, es de: **veintinueve euros con treinta y siete céntimos.**

El precio fijado para una baldosa de caucho reciclado con colorante azul de cuatro centímetros de espesor, en los próximos seis meses, es de: **veintiocho euros con cincuenta y cinco céntimos.**

El precio fijado para una baldosa de caucho reciclado con colorante negro de cuatro centímetros de espesor, en los próximos seis meses, es de: **veintiséis euros con nueve céntimos.**

El precio fijado para una baldosa de caucho reciclado con colorante rojo de cuatro centímetros de espesor, en los próximos seis meses, es de: **veintisiete euros con treinta y dos céntimos.**

El precio fijado para una baldosa de caucho reciclado con colorante verde de cuatro centímetros de espesor, en los próximos seis meses, es de: **veintiocho con setenta y cinco céntimos.**

Baldosas con amortiguación de cuatro centímetros de espesor:

El precio fijado para una baldosa de caucho reciclado con colorante amarillo de cuatro centímetros de espesor, en los próximos seis meses, es de: **veinticinco euros con ochenta y siete céntimos.**

El precio fijado para una baldosa de caucho reciclado con colorante azul de cuatro centímetros de espesor, en los próximos seis meses, es de: **veinticinco euros con veintiocho céntimos.**

El precio fijado para una baldosa de caucho reciclado con colorante negro de cuatro centímetros de espesor, en los próximos seis meses, es de: **veintitrés euros con cuarentainueve céntimos.**

El precio fijado para una baldosa de caucho reciclado con colorante rojo de cuatro centímetros de espesor, en los próximos seis meses, es de: **veinticuatro euros con veintinueve céntimos.**

El precio fijado para una baldosa de caucho reciclado con colorante verde de cuatro centímetros de espesor, en los próximos seis meses, es de: **veinticinco euros con cuarenta y tres céntimos.**

Baldosas con amortiguación de seis centímetros de espesor:

El precio fijado para una baldosa de caucho reciclado con colorante amarillo de seis centímetros de espesor, en los próximos seis meses, es de: **treinta euros con cincuenta y siete céntimos.**

El precio fijado para una baldosa de caucho reciclado con colorante azul de seis centímetros de espesor, en los próximos seis meses, es de: **veintinueve euros con sesenta y siete céntimos.**

El precio fijado para una baldosa de caucho reciclado con colorante negro de seis centímetros de espesor, en los próximos seis meses, es de: **veintiséis con noventa y ocho céntimos.**

El precio fijado para una baldosa de caucho reciclado con colorante rojo de seis centímetros de espesor, en los próximos seis meses, es de: **veintiocho euros con treinta y tres céntimos.**

El precio fijado para una baldosa de caucho reciclado con colorante verde de seis centímetros de espesor, en los próximos seis meses, es de: **veintinueve euros con ochenta y nueve céntimos.**

Baldosas con amortiguación de ocho centímetros de espesor:



El precio fijado para una baldosa de caucho reciclado con colorante amarillo de ocho centímetros de espesor, en los próximos seis meses, es de: **treinta y cinco euros con veintitrés céntimos.**

El precio fijado para una baldosa de caucho reciclado con colorante azul de ocho centímetros de espesor, en los próximos seis meses, es de: **treinta y cuatro euros con tres céntimos.**

El precio fijado para una baldosa de caucho reciclado con colorante negro de ocho centímetros de espesor, en los próximos seis meses, es de: **treinta euros con cuarenta y cinco céntimos.**

El precio fijado para una baldosa de caucho reciclado con colorante rojo de ocho centímetros de espesor, en los próximos seis meses, es de: **treinta y dos euros con veinticuatro céntimos.**

El precio fijado para una baldosa de caucho reciclado con colorante verde de ocho centímetros de espesor, en los próximos seis meses, es de: **treinta y cuatro euros con treinta y tres céntimos.**

LÍNEAS FUTURAS Y CONCLUSIONES

Una vez finalizado el proyecto, considero que deberían buscarse más funciones para el caucho reciclado para poder darle mayor funcionalidad y así evitar la excesiva fabricación de productos que existes actualmente, de esta forma se fomenta la reutilización.

Pudiendo mejorar de alguna forma sus propiedades para que sea factible hacer nuevos neumáticos con ruedas reutilizadas.

Por otro lado, añadiendo algún tipo de acabado o aditivo se podría conseguir que fuese más atractivo visualmente y de este modo pudiera utilizarse más en la vida cotidiana. También veo recomendable incluir más aditivos para disminuir el olor característico del caucho.

Existen actualmente más productos a parte de las baldosas para los cuales se utiliza este material, pero aún no poseen demasiada demanda. Por ejemplo, para protecciones como bolardos, sustituyendo materiales metálicos por caucho reciclado. Por eso creo que en el ámbito de seguridad no se utiliza tanto como se pudiera, porque para muchos tipos de protecciones podrían utilizarse, sustituyendo vallas o diferentes elementos urbanos.

Por otro lado, también se están comenzando a comercializar macetas de caucho reciclado.

Desde el punto de vista artístico también se empieza a utilizar en obras de arte como son las esculturas.

Otras utilidades posibles podrían ser elementos de protección para niños en el hogar, nuevos modelos de baldosas para interior, suelas de zapatos, protecciones para cualquier objeto cotidiano, sustitido del plástico en todos aquellos objetos que lo permitan, juegos para niños...

Respecto a su repercusión en el medio ambiente, se ha de luchar por el reciclaje y reutilización ya que estamos enfrentándonos a un gran cambio climático provocado en gran parte por la excesiva fabricación de productos. Por lo que, si se reutilizaran o reciclaran más los materiales, como hemos podido ver en este proyecto, disminuiríamos este tipo de contaminación.

Considero que se han cumplido los objetivos marcados.

Se ha demostrado que el caucho reciclado tiene múltiples funcionalidades y características. Además de que puede ser atractivo visualmente.



Por otro lado, realizando un estudio más exhaustivo se podría clasificar los neumáticos en función de su antigüedad y flexibilidad, pudiendo de este modo crear unos diseños más exactos respecto al estudio de impacto.

Se ha fomentado la comercialización de este producto ecológico, mostrando sus costes y precio final, el cual se acerca bastante a los que ya se encuentran en el mercado.



BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA

- [1] Bad Gateway. Recuperado 23 junio, 2019, de <https://www.neumaticos-taller.com/tipos/>
- [2] *Recauchutado*. Recuperado 23 junio, 2019, de <https://es.thefreedictionary.com/recauchutado>
- [3] *Neumáticos que pueden rodar sin presión*. Motortown. (2016, 15 junio). Recuperado 23 junio, 2019, de <http://motortown.es/neumaticos-pueden-rodar-sin-presion/>
- [4] *Tipos de neumáticos*. Muchoneumatico.com. Recuperado 23 junio, 2019, de <http://www.muchoneumatico.com/info/guias/tipos-de-neumaticos>
- [5] *Reciclaje de residuos industriales*. Xavier Elias Castells.
- [6] *Todo sobre el neumático*. Michelin. Recuperado 23 junio, 2019, de <https://www.michelin.es/neumaticos/consejos/todo-sobre-el-neumatico/como-es-un-neumatico>
- [7] *Reutilización, reciclado y disposición final de neumáticos*. Departamento de ingeniería mecánica de FIUBA. Ingeniero Guillermo Castro.
- [8] Regomax. (s.f.). Recuperado 23 junio, 2019, de <http://www.regomax.com/>
- [9] Plasma - Gasification Solutions - Advanced Plasma Power. Recuperado 23 junio, 2019, de <https://advancedplasmamapower.com/solutions/our-technology/>
- [10] *¿Cómo convertir los residuos en gas sin contaminar? - hi-tech* [Archivo de vídeo]. (2013, 23 septiembre). Recuperado 23 junio, 2019, de <https://www.youtube.com/watch?v=Q2oaPBulld0>
- [11] *Aplicaciones de caucho reciclado con reciclaje de neumáticos* [Archivo de vídeo]. (2013, 1 agosto). Recuperado 23 junio, 2019, de <https://www.aimplas.es/blog/aplicaciones-de-caucho-reciclado-con-reciclaje-de-neumaticos/>
- [12] *Reciclado de Neumáticos: Qué es y cuáles son sus beneficios | Ecología Hoy* [Archivo de vídeo]. (s.f.). Recuperado 23 junio, 2019, de <https://ecologiahoy.net/medio-ambiente/reciclado-de-neumaticos-que-es-y-cuales-son-sus-beneficios/>

- [13] *Como hacer un Pavimento de Caucho para un Parque Infantil (Poured in place recycled rubber)* [Archivo de vídeo]. (2012, 29 julio). Recuperado 23 junio, 2019, de <https://www.youtube.com/watch?v=IXu3ATE2hA8>
- [14] *Ventajas y diferentes tipos de pisos de caucho.* [Archivo de vídeo]. Recuperado 23 junio, 2019, de <https://pisodecauchoreciclado.weebly.com/blog/ventajas-y-diferentes-tipos-de-pisos-de-caucho>
- [15] *Losetas de caucho para suelos en todas las superficies y usos* [Archivo de vídeo]. Recuperado 23 junio, 2019, de <http://www.securityfloor.es/suelo-caucho/losetas-caucho/>
- [16] Gonzalo Ruiz Álvarez, G. R. A. *Las llantas viejas ruedan hasta volverse pisos* [Archivo de vídeo]. Recuperado 23 junio, 2019, de <https://www.elcomercio.com/tendencias/llantas-reciclaje-construccion-materiales-diseno.html>
- [17] Super User, S. U. *Ecopisos.* Recuperado 23 junio, 2019, de <https://www.ecocaucho.com.ec/productos/ecopisos>
- [18] *9 usos nuevos de los neumáticos reciclados.* (2017, 20 septiembre). Recuperado 23 junio, 2019, de <https://iresiduo.com/noticias/espana/fundacion-aquae/17/09/20/9-usos-nuevos-neumaticos-reciclados>
- [19] *MATERIALES Y PROCESOS DE FABRICACIÓN.* Industria Metalmeccánica y de Plásticos. Moore · Kibbey.
- [20] *Ingeniería de Moldes para Plástico.* J.H. DuBOIS y W.I. PRIBBLE – ENCICLOPEDIA DE LA QUIMICA INDUSTRIAL – tomo 5 – Ediciones Urmo
- [21] *HIDROGARNE.* Recuperado 23 junio, 2019, de <http://www.hidrogarne.com/>
- [22] *DecoPeques.* Recuperado 23 junio, 2019, de <https://decopeques.com/mobiliario-infantil-cargado-diversion/+>
- [23] *Tendencias Media SL,* (2017, 31 enero). *Suelos de exterior sin obras.* Recuperado 23 junio, 2019, de <https://espaciohogar.com/suelos-de-exterior-sin-obras/>

[24] *¿Qué tipo de suelo poner en mi casa?* - habitissimo. Recuperado 23 junio, 2019, de <https://preguntas.habitissimo.es/pregunta/suelos-de-madera-vs-marmol>

[25] *Pesas* - Gimnasio Algeciras. Recuperado 23 junio, 2019, de <http://www.easysports.es/pesas/>

[26] *Ergonomía*. Moved Permanently. Recuperado 23 junio, 2019, de <http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Generalidades/Procedimiento%20para%20laevaluaci%C3%B3n%20de%20los%20riesgos%20Oergon%C3%B3micos.pdf>

[27] *Normativa cargas*. Moved Permanently. Recuperado 23 junio, 2019, de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/cargas.pdf>



Diseño de Utillajes para la Fabricación de Pavimento de Caucho Reciclado
AGUILAR IGLESIAS, MIREIA



Diseño de Utillajes para la Fabricación de Pavimento de Caucho Reciclado
AGUILAR IGLESIAS, MIREIA

