

UNIVERSITAT
JAUME·I

Ingeniería en
Diseño Industrial
y Desarrollo de
Productos

Trabajo Final
de Grado

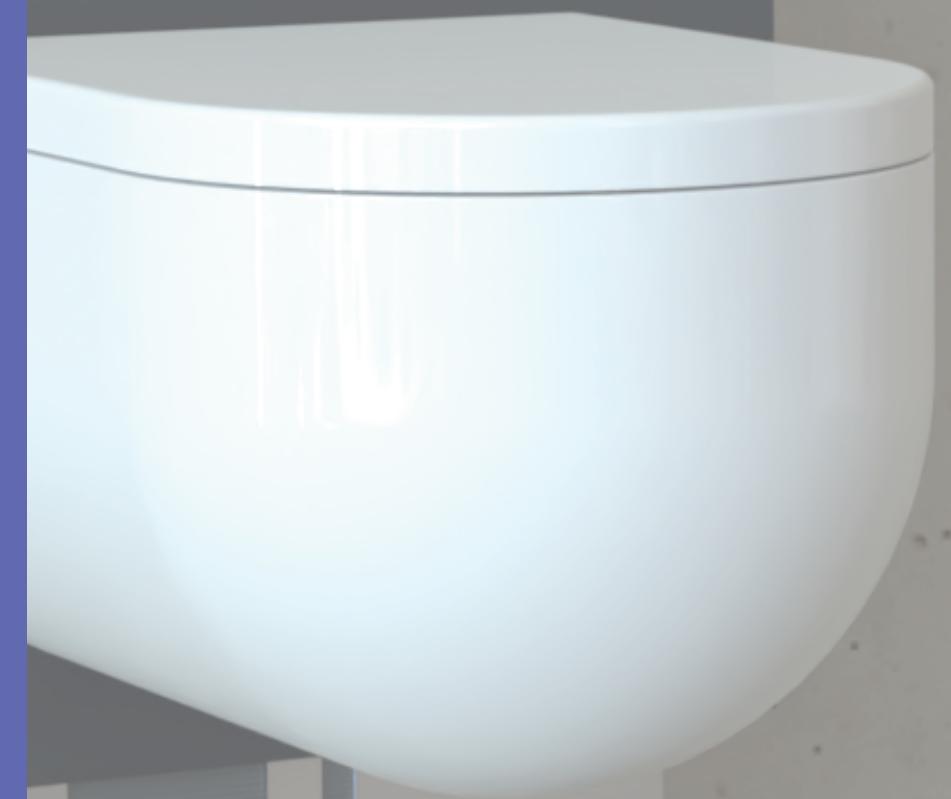
Autora:
Nuria Martínez Moreno

Tutor:
Víctor Roda Casanova

Octubre 2022

unibath

Diseño de un inodoro
accesible y ergonómico



ÍNDICE GENERAL

VOLUMEN I. MEMORIA

1. Objeto
2. Alcance
3. Antecedentes
 - 3.1. Estado del arte
 - 3.1.1. Estudio biomecánico
 - 3.1.2. Inodoro convencional
 - 3.1.3. Caso 2
 - 3.1.4. Caso 3
 - 3.1.5. Estudios médicos
 - 3.2. Estudio del mercado
 - 3.2.1. Inodoros convencionales
 - 3.2.2. Inodoros que permiten la accesibilidad a personas con movilidad reducida
 - 3.2.3. Inodoros que permiten coger la postura 35º
 - 3.2.4. Accesorios de ayuda
 - 3.2.5. En profundidad
 - 3.3. Tipos de descarga
 - 3.4. Materiales en inodoros
4. Normas y referencias
 - 4.1. Orden de prioridad entre los documentos
 - 4.2. Disposiciones legales y normas aplicadas.
 - 4.3. Bibliografía
 - 4.3.1. Referencias
 - 4.3.2. Webs consultadas
 - 4.3.3. Documentos consultados
 - 4.4. Programas utilizados
5. Requisitos de diseño

- 5.1. Definición del problema
- 5.2. Expectativas y razones
- 5.3. Circunstancias que rodean al diseño
- 5.4. Establecimiento de objetivos
- 5.5. Análisis de objetivos
- 5.6. Obtención de un conjunto de objetivos
- 5.7. Transformación de objetivos en especificaciones
6. Análisis de soluciones
 - 6.1. Brainstorming
 - 6.2. Alternativas
 - 6.3. Solución elegida
 - 6.3.1. Método cualitativo
 - 6.3.2. Método cuantitativo
 - 6.3.3. Conclusión
7. Resultados finales
 - 7.1. Descripción general
 - 7.2. Descripción detallada
 - 7.2.1. Inodoro y cisterna
 - 7.2.2. Sistema de elevación
 - 7.2.3. Estructura
 - 7.2.4. Carcasas
 - 7.3. Fabricación y compra de componentes
 - 7.3.1. Fabricación
 - 7.3.2. Listado de piezas comerciales
 - 7.3.3. Listado de piezas normalizadas
 - 7.4. Descripción del montaje
 - 7.5. Embalaje. Imagen corporativa
 - 7.5.1. Nombre
 - 7.5.2. Isotipo
 - 7.5.3. Colores corporativos
 - 7.5.4. Logotipo

7.5.5. Tipografía corporativa

7.5.6. Envase y embalaje

8. Planificación
9. Ambientaciones
10. Conclusión

VOLUMEN II. ANEXOS

1. Estudio de Dov. Sikirov
2. Sistema de elevación
 - 2.1. Mecanismo 1
 - 2.2. Mecanismo 2
 - 2.3. Conclusión
3. Sistema de anclado a la pared
4. Salida del agua
5. Cálculos
 - 5.1. Tornillos chapa
 - 5.1.1. Escenario 1
 - 5.1.2. Escenario 2
 - 5.2. Chapa en L
 - 5.3. Actuador
 - 5.4. Soportes del actuador
 - 5.5. Rodamientos
6. Estudio de viabilidad

VOLUMEN III. PLANOS

- Plano 1. Dimensiones generales
- Plano 2. Explosionado general
- Plano 3. Conjunto carcasa móvil
- Plano 4. Conjunto carcasa móvil
- Plano 5. Estructura
- Plano 6. Conjunto actuador
- Plano 7. Madera móvil frontal
- Plano 8. Madera móvil lateral

Plano 9. Madera fija frontal

Plano 10. Madera fija lateral

Plano 11. Perfil L

Plano 12. Perfil L 2

Plano 13. Chapa suelo

Plano 14. Chapa lateral

Plano 15. Chapa en L

VOLUMEN IV. PLIEGO DE CONDICIONES

1. Condiciones generales
 - 1.1. Objeto del producto
 - 1.2. Especificaciones generales
2. Elementos constituyentes
 - 2.1. Elementos comprados
 - 2.1.1. Actuador lineal electromecánico
 - 2.1.2. Soporte actuador lineal
 - 2.1.3. Rodamiento
 - 2.1.4. Guía lineal
 - 2.1.5. Inodoro
 - 2.1.6. Bastidor cisterna junto con placa de accionamiento dual
 - 2.1.7. Conexiones
 - 2.1.8. Embellecedores
 - 2.1.9. Pie regulable
 - 2.1.10. Perno de anclaje
 - 2.1.11. Elementos normalizados
 - 2.2. Elementos fabricados
3. Materiales seleccionados
 - 3.1. Acero normalizado (EN 1.4301 / AISI 304)
 - 3.2. MDF
4. Fabricación
 - 4.1. Corte láser
 - 4.2. Plegado de chapa

- 4.3. Taladrado
 - 4.4. Soldadura MIG
 - 4.5. Serrado
 - 4.6. Limado
 - 4.7. Pegado
 - 4.8. Lacado
5. Normativa y ensayos

VOLUMEN V. PRESUPUESTO Y ESTADO DE MEDICIONES

- 1. Presupuesto
 - 1.1. Coste directo
 - 1.1.1. Materiales
 - 1.1.2. Fabricación
 - 1.1.3. Elementos comerciales
 - 1.2. Precio final de venta
- 2. Rentabilidad y viabilidad



unibath

VOLUMEN I MEMORIA

DISEÑO DE UN INODORO ACCESIBLE Y ERGONÓMICO

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos
Universitat Jaume I
DI1048- Trabajo Final de Grado

Nuria Martínez Moreno
Tutor: Víctor Roda Casanova

ÍNDICE MEMORIA

1. Objeto	7
2. Alcance	8
3. Antecedentes	9
3.1. Estado del arte	9
3.1.1. Estudio biomecánico	9
3.1.2. Inodoro convencional	10
3.1.3. Caso 2	10
3.1.4. Caso 3	11
3.1.5. Estudios médicos	12
3.2. Estudio del mercado	13
3.2.1. Inodoros convencionales	13
3.2.2. Inodoros que permiten la accesibilidad a personas con movilidad reducida	14
3.2.3. Inodoros que permiten coger la postura 35º	14
3.2.4. Accesorios de ayuda	15
3.2.5. En profundidad	16
3.3. Tipos de descarga	18
3.4. Materiales en inodoros	18
4. Normas y referencias	19
4.1. Orden de prioridad entre los documentos	19
4.2. Disposiciones legales y normas aplicadas.	19
4.3. Bibliografía	20
4.3.1. Referencias	20
4.3.2. Webs consultadas	22
4.3.3. Documentos consultados	23
4.4. Programas utilizados	23
5. Requisitos de diseño	24
5.1. Definición del problema	24
5.2. Expectativas y razones	24
5.3. Circunstancias que rodean al diseño	24
5.4. Establecimiento de objetivos	25
5.5. Análisis de objetivos	26

5.6.	Obtención de un conjunto de objetivos	26
5.7.	Transformación de objetivos en especificaciones	26
6.	Análisis de soluciones	28
6.1.	Brainstorming	28
6.2.	Alternativas	29
6.3.	Solución elegida	33
6.3.1.	Método cualitativo	33
6.3.2.	Método cuantitativo	34
6.3.3.	Conclusión	35
7.	Resultados finales	36
7.1.	Descripción general	36
7.2.	Descripción detallada	39
7.2.1.	Inodoro y cisterna	39
7.2.2.	Sistema de elevación	41
7.2.3.	Estructura	43
7.2.4.	Carcasas	44
7.3.	Fabricación y compra de componentes	47
7.3.1.	Fabricación	47
7.3.2.	Listado de piezas comerciales	48
7.3.3.	Listado de piezas normalizadas	48
7.4.	Descripción del montaje	49
7.5.	Embalaje. Imagen corporativa	52
7.5.1.	Nombre	52
7.5.2.	Isotipo	52
7.5.3.	Colores corporativos	52
7.5.4.	Logotipo	53
7.5.5.	Tipografía corporativa	54
7.5.6.	Envase y embalaje	55
8.	Planificación	56
9.	Ambientaciones	58
10.	Conclusión	64

1. Objeto

El presente proyecto tiene por objeto el diseño de un inodoro accesible y ergonómico, cuya característica más importante es la de poder regular la altura del asiento del mismo, convirtiéndose en un producto inclusivo y accesible para las personas con movilidad reducida. Por tanto, este inodoro persigue dos objetivos principales:

- Facilitar la acción de sentarse y levantarse en el inodoro
- Facilitar la defecación

El primero de los objetivos hace referencia al hecho de que son muchas las personas que tienen movilidad reducida y no pueden acceder a los inodoros por sí solos. Esto es porque la altura de los inodoros es demasiado baja o alta para ellos, por eso requieren de elementos externos adaptativos o segundas personas.

Este inodoro permitirá que se puedan sentar las personas mayores y/o con movilidad reducida, se elevará y quedará cerca de la altura de la cadera, para así facilitar el sentado y también evitar la necesidad de acudir a elementos externos para su uso. Es por esto por lo que el producto cumple con el paradigma de **Diseño Universal**: “Diseño Universal es el diseño de productos y ambientes que pueden ser utilizados por el mayor número de personas posible, sin necesidad de adaptaciones o diseños especiales”, Alonso, F. [1]

El segundo objetivo busca solucionar el problema de la postura a la hora de la defecación. Desde que se usa el baño convencional, son muchas las personas que tienen problemas a la hora de defecar y expertos en proctología aseguran que esto se debe a la morfología del inodoro, pues este no permite adoptar la postura idónea: “no estábamos destinados a sentarnos en inodoros”, tal como afirma Freilich, M. [2]. Al sentarse una persona en un inodoro de altura convencional (altura del asiento de 40 cm), se coloca en una postura de 90º entre el abdomen y los muslos, entonces el músculo puborrectal se contrae y causa una tensión sobre el recto, que lo estrangula y a la larga puede derivar en problemas de salud. Sin embargo, si se adopta una posición en cuclillas, este músculo está más relajado y permite así el paso de las heces, tal como se puede ver en la Ilustración 1.

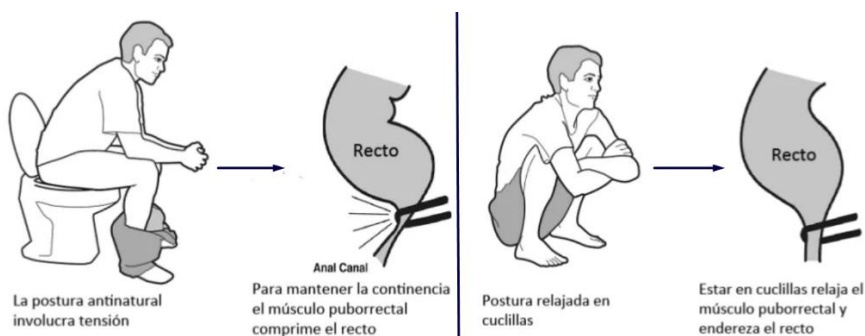


Ilustración 1. Sentado o cuclillas. Gregg Einhorn [3]

En conclusión, que el inodoro regule la altura del asiento permitirá que se alcance un amplio rango de posiciones, facilitando tanto el acto de sentarse de manera autónoma a personas con movilidad reducida, como el de adoptar una postura que garantice que el músculo puborrectal no esté tensionado y así favorecer la defecación.

2. Alcance

En el presente proyecto se pretende definir completamente el producto. Para ello se aportará información técnica y visual para que se pueda entender y fabricar.

Este proyecto parte de dos problemas que tienen los inodoros actualmente. A partir de una búsqueda de información y de antecedentes se tratará de obtener información para poder solucionarlos. Además, se conocerán tanto las necesidades de los usuarios como los productos actuales del mercado que pretenden solventarlos.

Después de encontrar una solución válida, se realizará el proceso de diseño conceptual, y además de un estudio ergonómico, se seleccionarán los materiales y el proceso de fabricación más adecuado junto con los cálculos mecánicos para confirmar que el diseño es técnicamente viable.

Finalmente se diseñarán los planos para establecer las dimensiones del diseño y un análisis de costes para saber si el producto es viable a la hora de su producción. También se diseñarán varias ambientaciones para una mejor comprensión del diseño.

Toda esta información se presentará según describe la norma UNE 157001 de 2014 Criterios Generales para la elaboración de proyectos [4] en la que se exponen los siguientes documentos:

- Índice General
- Memoria
- Anexos
- Planos
- Pliego de Condiciones Técnicas
- Estado de Mediciones y Presupuesto

3. Antecedentes

En este punto se realiza un análisis de los puntos importantes que afectan al diseño. En primer lugar, el estado del arte ofrece un marco en el que asentar el producto y le da sentido al propósito del diseño. A continuación, se realizará un estudio de mercado para hacer una idea general de lo que hay en él y ver las carencias que tiene. Finalmente, se hablará de los tipos de descargas que tienen los inodoros, así como los materiales más usados en el ámbito.

3.1. Estado del arte

En el estado del arte se presenta un estudio biomecánico en el que se obtendrán las dimensiones que servirán de guía en el diseño. También se muestran estudios médicos que justifican las decisiones que se tomarán.

3.1.1. Estudio biomecánico

Para evaluar el inodoro se ha de tener en cuenta la ergonomía del ser humano, por ello se ha realizado un estudio biomecánico para demostrar la problemática de la postura de un inodoro de altura convencional y las posibles medidas para un inodoro ergonómico de postura regulable. Para ello se han usado dimensiones en dos posturas: bípeda y sentado de la población española de entre 19-65 años [5].

Las dimensiones que afectan a la postura se muestran en la Ilustración 2 y en la Tabla 1:

- N.º 6: altura de la entrepierna
- N.º 23: altura del poplíteo
- N.º 26: longitud poplíteo-trasero.

Para los casos extremos: las personas más altas corresponden con el percentil X_{95} de hombres, y las más bajas con el percentil X_5 de mujeres. Los valores de las tablas de mayores de 65 entran dentro de los valores elegidos.

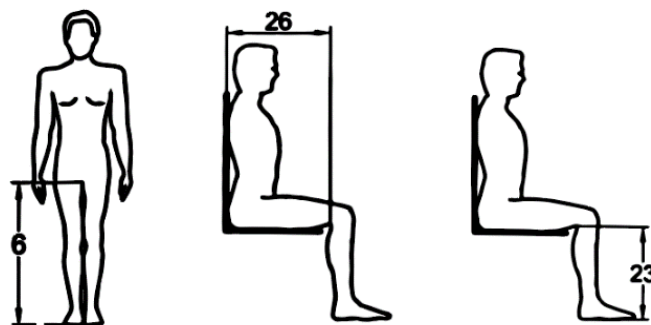


Ilustración 2. Dimensiones [5]

	N.º 6	N.º 23	N.º 26
Hombre X_{95}	893	492	574
Mujer X_5	667	355	434

Tabla 1. Valores en milímetros de las dimensiones para los diferentes percentiles y medidas. [5]

3.1.2. Inodoro convencional

Tomando por altura del inodoro convencional (h_{con}) 400mm, se han supuesto los dos casos extremos de altura, los más altos serían los hombres con un percentil 95 y usando una corrección de calzado de calle de 30mm. En el caso de los más bajos, las medidas de mujer con un percentil de 5 y descalza. En la Ilustración 3, se han simulado ambos sujetos sentados en el inodoro y podemos ver que, en el caso de la mujer, no llega al suelo, lo que supone un problema para la comodidad y la defecación. En el caso del hombre vemos que adquiere mejor postura, lo que mejora la posición para defecar, pero sin llegar a la que se considera adecuada (35°).

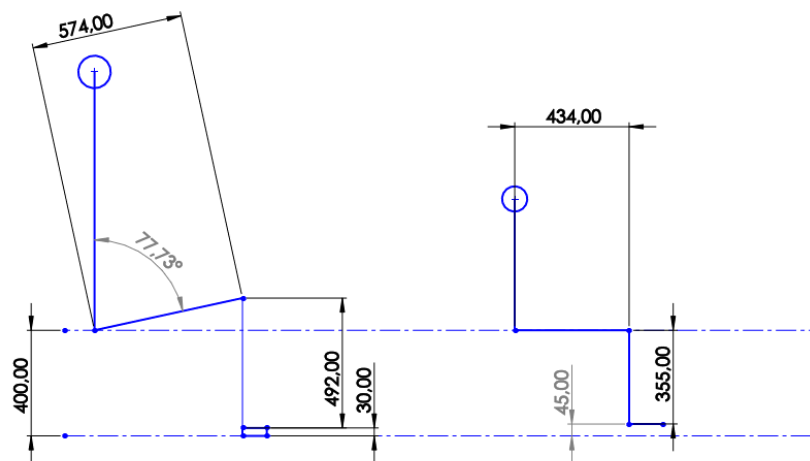


Ilustración 3. Percentil 95 hombre y 5 mujer sentados a 400mm.

3.1.3. Caso 2

Para obtener los valores de un inodoro que permitiera alcanzar una postura de 35° entre dorso y rodillas, se han seleccionado los casos más extremos: por un lado, para obtener la altura mínima, se usan las dimensiones de una mujer percentil 5 con ángulos de flexión de rodilla de 130° y ángulo de dorsiflexión de tobillo de 20° . Podemos ver en la Ilustración 4, que la altura mínima necesaria del inodoro para que adquiriera la postura adecuada sería de $h_{min} = 185\text{mm}$.

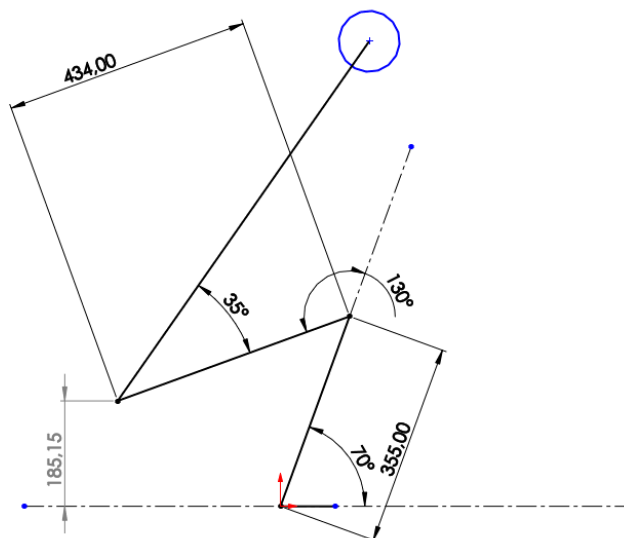


Ilustración 4. Percentil 5 mujer en cuclillas. Cotas en mm

Por otra parte, la altura máxima debe ser la altura a la entrepierna de un hombre percentil 95 con una corrección de calzado de calle de 30mm, porque el inodoro no se utilizará descalzo y esta medida es la recomendada por el libro de *Antropometría aplicada al diseño del producto* [3]. Con esto, la altura máxima necesaria sería de $h_{\max} = 923\text{mm}$, como se ve en la Ilustración 5.

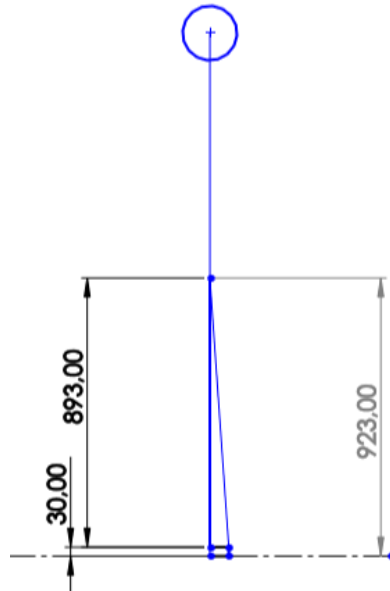


Ilustración 5. Percentil 95 hombre de pie con calzado. Cotas en mm

Las personas ancianas, tienen valores dentro de los percentiles ya cogidos y aun teniendo moviidades reducidas siguen estando dentro de los valores máximos y mínimos que se han definido.

3.1.4. Caso 3

En el caso de las personas con movilidad reducida, se ha visto a una persona que tiene poca movilidad para adoptar la postura mínima a la que podría bajar estando en cuclillas y el valor de altura que alcanza por sí solo (sin apoyo en los glúteos) entra dentro de los valores antes obtenidos. Los ángulos que se ven en la Ilustración 6 son aproximados, pero sirven para hacer una idea de la realidad.

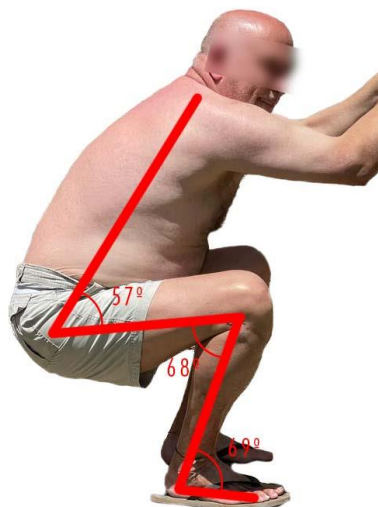


Ilustración 6. Hombre con movilidad reducida.

3.1.5. Estudios médicos

Son muchos los médicos que confirman que la mejor posición para defecar es en cuclillas. “La defecación ideal es necesario hacerlo de cuclillas con los músculos pegados al abdomen”, tal como explica Bockus [6]. Además, Kira [7] afirma que “la naturaleza humana requería realizar sus necesidades en cuclillas, pues disminuye el esfuerzo al defecar”.

Asimismo, podemos encontrar varios estudios sobre los esfuerzos durante la defecación según la posición y en concreto el que hace el Dr. Dov Sikirov en el año 2003 [8]. En este estudio se comparan las fuerzas para defecar según la posición, en cuclillas o sentado, y en sus resultados se confirma que la sensación de vaciado intestinal satisfactorio en la postura de defecación sentada requiere un esfuerzo de expulsión excesivo en comparación con la postura en cuclillas. Podemos encontrar el estudio completo en el Volumen II. Anexos. 1. Estudio de Dov. Sikirov.

3.2. Estudio del mercado

A continuación, se mostrarán las opciones que ofrece el mercado: las opciones convencionales, especiales para personas mayores o movilidad reducida, las óptimas para alcanzar una postura en cuclillas para defecar y los elementos de ayuda. Además, se hace un análisis de los elevadores comerciales pues son los que cumplen requisitos similares a los que queremos cumplir.

3.2.1. Inodoros convencionales

Los inodoros más comunes en los hogares son tanto los de tanque bajo como los inodoros suspendidos, los cuales vemos en la Ilustración 7.

3.2.1.1. Inodoros de tanque bajo

Es el inodoro más común y se caracteriza por ser monobloque, es decir, cisterna y taza van unidos en uno solo.

Tiene una baja dificultad de instalación y una de sus grandes ventajas es que se evita las pérdidas de agua al ir todo junto. Además, es muy fácil de limpiar, en algunos casos va todo pegado a la pared. La descarga de la cisterna puede ir con doble pulsador: uno al 50% de la cisterna y otro al 100%.

PVPR: 842,16 €

3.2.1.2. Inodoros suspendidos

Es un diseño de inodoro más actual, en este caso la taza va colgada a la pared y normalmente se instala un sistema empotrado el cual contiene el tanque y los mecanismos. Viene muy bien en espacios reducidos y es muy fácil de limpiar.

PVPR: 549,34 €

Una variante de estos inodoros son los módulos sanitarios. Funcionan igual, sin embargo, el sistema empotrado va dentro de un módulo y es este el que se instala en el baño. En este caso no hay que abrir la pared para instalarlo.

PVP: 395,00 € (inodoro no incluido)



Ilustración 7. Inodoros convencionales [9]

3.2.2. Inodoros que permiten la accesibilidad a personas con movilidad reducida
Estos sistemas de inodoros nos permiten elevar la taza para que las personas con movilidad reducida puedan sentarse sin tener que agacharse tanto.

3.2.2.1. Elevador para inodoros

Este elevador (Ilustración 8, derecha) permite incorporarlo sobre un inodoro y eleva el asiento unos 40cm por encima del inodoro. Además, cuenta con unos brazos de apoyo para ayudar al equilibrio. Fabricado por la empresa Ato Form.

PVP: 4.468,72€ (no incorpora inodoro ni barras auxiliares)

3.2.2.2. Modulo elevador

En este caso el inodoro se eleva junto con el módulo (Ilustración 8, izquierda). Se ajusta de manera manual con un mando eléctrico. Eleva unos 40 cm por encima de la altura general.

PVP: 5738,31 € (no incorpora inodoro ni barras auxiliares)



Ilustración 8. Inodoros regulables en altura [10]

3.2.3. Inodoros que permiten coger la postura 35°

El primer inodoro de la Ilustración 9 fue presentado al concurso lanzado por Dyno-Rod, cuyos ganadores fueron Pierre Papet, Víctor Johansson, y Samuel Sheard con el inodoro titulado Wellbeing Toilet, que facilita la posición en cuclillas, que reduce el riesgo de cáncer intestinal y de hemorroides. Sin embargo, es solamente un prototipo y no está todavía a la venta.

El Inodoro Sabine Schober fue el ganador del Premio de Diseño de la Organización Mundial de Inodoros 2013, diseñado por Sabine Schober. Permite tratar los excrementos y ser utilizados como compost. También, permite ser utilizado tanto en cuclillas como sentado. No está fabricado ni se comercializa.

La letrina de la parte inferior de la Ilustración 9 es un tipo de inodoro usado en el continente asiático en el que no hay taza si no que es un agujero a nivel del suelo acompañado por unos apoyos donde podemos colocar los pies. Este tipo de sistema nos permite adoptar una postura de cuclillas.

PVPR: 68,12 €



Wellbeing Toilet



Inodoro Sabine Schober



Letrina

Ilustración 9. Inodoros postura 35º [11]

3.2.4. Accesorios de ayuda

En cuanto a los accesorios de ayuda, contamos con accesorios de ayuda para simular la posición de cuclillas (ángulo a 35º) y ayuda para poder sentarse en el inodoro.

3.2.4.1. Accesorios para la postura

En el mercado podemos encontrar un taburete (Ilustración 10) que te eleva los pies cuando ya estás sentado y simular la postura de cuclillas. Además, cuenta con el hueco del inodoro para ponerlo más cerca de este.

PVP: 25€



Ilustración 10. Squatty Potty [12]

3.2.4.2. Accesorios para sentarse

En cuanto a los accesorios para sentarse contamos con más variedad de productos (Ilustración 11). Por un lado, tenemos los elevadores de inodoro. Estos son unos suplementos que se ponen encima del inodoro y hace que la altura de estos sea mayor. Así las personas no tienen que agacharse tanto. Hay variantes con brazos auxiliares.

PVP: 34,90€

También en la Ilustración 11 podemos ver una variante de este tipo de elevadores que son los elevadores eléctricos. Este tipo de elevadores se acomodan sobre el inodoro y eleva la taza para acompañar en el sentado.

PVP: 2.310,86€

En la parte inferior nos encontramos con un accesorio para el agarre: barra de apoyo auxiliar que se instala en la pared al lado del inodoro. Permite que las personas apoyen su peso en ella y así puedan bajar con mayor tranquilidad y seguridad.

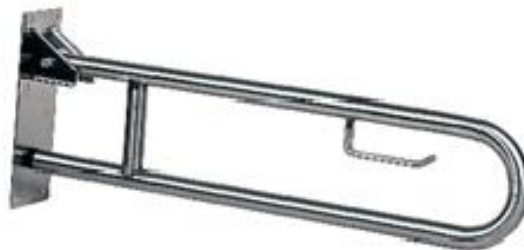
PVP: 72,58€



Elevador



Elevador eléctrico



Barra apoyo

Ilustración 11. Accesorios para sentarse [13]

3.2.5. En profundidad

Después de realizar el estudio de mercado, y para obtener unas claras conclusiones se van a tratar algunos puntos extra.

En primer lugar, en el mercado actual, únicamente existe un producto que permita por sí solo adoptar la postura en cuclillas y que se comercialice. Por lo que hay una clara necesidad de este tipo.

Por otro lado, sí que existen varios inodoros regulables en altura, por lo que realizaremos una tabla comparativa de los distintos tipos y algunas de sus características con el fin de ver las carencias del mercado. Los productos que se van a comparar son productos que incorporarían el inodoro, no son complementos para inodoros.

	Fabricante	Regulación de altura	Dimensiones totales (largo x ancho x alto)	Precio
	Ropox	250 mm	205x523x1154 mm	2558,99€ No incluye inodoro ni barras de apoyo.
	Pressalit	400 mm	215x5815x1230 mm	5738,31 € No incluye inodoro
	Easy Move	400mm	240x726x1455 mm	4596,79€ No incluye inodoro

Tabla 2. Comparativa módulos inodoros

Como podemos ver, la regulación de altura no pasa de los 400 mm y los precios rondan de media los 4000€ sin incluir el precio del inodoro.

En conclusión, el mercado no cuenta con ningún producto que ayude a las personas a adoptar la postura similar a cuclillas a la vez que garantiza el uso del baño a personas con movilidad reducida.

3.3. Tipos de descarga

Según la ubicación del agua a la hora de tirar de la cadena se encuentran 3 tipos de descargas:

- Descarga por cisterna, ya sea tanque bajo o en un sistema empotrado. La descarga de la cisterna suele ser doble, lo que ayuda con el ahorro de agua pues puedes elegir vaciar la cisterna al 50% o al 100% según lo requerido.
- Descarga por fluxor, no requieren un depósito tradicional si no que se componen de un pulsador y un tanque acumulador intermedio. Su sistema permite regular el caudal y la duración de la descarga, sin embargo, para el ámbito doméstico son poco frecuentes ya que requieren de unas características hidráulicas singulares y pueden tener un funcionamiento incorrecto.
- Descarga por Soft Air, nombre dado por la empresa que lo desarrolló. Se encuentra en los inodoros con cisterna integrada en la propia taza y donde la descarga se produce cuando se mete aire en el depósito donde esta está acumulada y es impulsada hacia arriba donde tiene la salida. Supone un ahorro de espacio, pero este sistema necesita una conexión eléctrica.

3.4. Materiales en inodoros

En cuanto al uso de materiales para inodoros encontramos 3 grandes grupos:

- Porcelana sanitaria o cerámica vítrea: La porcelana es uno de los materiales más populares en el mobiliario de baño, no se agrieta y es muy resistente e impermeable, permite emplearse en productos de gran tamaño. Estos productos están fabricados principalmente de materiales como arcilla, caolín, cuarzo y feldespato. Después de la preparación de la barbotina, la mezcla es colada, secada, esmaltada y luego finalizada para formar sanitarios de porcelana.
- Acero inoxidable: usado por resistencia, larga duración y facilidad de conformación. Normalmente es usado en baños públicos, cuarteles, cárceles, estaciones... Y suelen ser antivandálicos.
- Plásticos: son usados generalmente en asientos y tapas de inodoros. Los plásticos son más económicos y se fabrican en serie con un molde. Además, el plástico es impermeable, lo que implica que son fáciles de limpiar.

4. Normas y referencias

4.1. Orden de prioridad entre los documentos

Al haber distintos bloques con diversa información en este proyecto, se establece un orden de prioridad de estos para evitar contradicciones.

Este orden está marcado por la norma UNE 157001. Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico [4], y es el siguiente:

- 1º) Planos
- 2º) Pliego de condiciones
- 3º) Presupuesto
- 4º) Anexos
- 5º) Memoria

4.2. Disposiciones legales y normas aplicadas.

A continuación, se enumeran las normas referentes a la elaboración del documento, la calidad y los planos y dibujos técnicos. Toda la normativa referente al contenido se encontrará en el Volumen IV. Pliego de condiciones.

Normas referentes a la calidad del proyecto

- UNE 157001 de 2014 – Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.
- UNE 66916:2003 – Sistemas de gestión de la calidad. Directrices para la gestión de la calidad en los proyectos.
- UNE 157001:2002 – Criterios generales para la elaboración de proyectos.

Normas referentes a los planos y el dibujo técnico

- UNE-EN ISO 7519:1997 – Dibujos técnicos. Dibujos de construcción. Principios generales de representación para distribuciones generales y dibujos de conjunto. (iso 7519:1991).
- UNE-EN ISO 7437:1996 – Dibujos técnicos. Dibujos de construcción. Reglas generales para la ejecución de dibujos de elementos estructurales prefabricados. (ISO 7437:1990).
- UNE-EN ISO 2553:2014 – Soldeo y procesos afines. Representación simbólica en los planos.
- UNE-EN ISO 5455:1996 – Dibujos técnicos. Escalas.
- UNE-EN ISO 5456:2000 – Dibujos técnicos. Métodos de proyección.
- UNE 1039:1994 – Dibujos técnicos. Acotación. Principios generales, definiciones, métodos de ejecución e indicaciones especiales.
- UNE 1027:1995 – Dibujos técnicos. Plegado de planos.
- UNE 1032:1982 – Dibujos técnicos. Principios generales de representación.
- UNE 1120:1996 – Dibujos técnicos. Tolerancias de cotas lineales y angulares.
- UNE 1135:1989 – Dibujos técnicos. Lista de elementos.
- UNE 1149:1990 – Dibujos técnicos. Principio de tolerancias fundamentales.
- UNE 1121-2/1M:1996 – Dibujos técnicos. Tolerancias geométricas. Principio de máximo material. Modificación: Requisito de mínimo materia

4.3. Bibliografía

4.3.1. Referencias

[1] ALONSO LÓPEZ, F. (2002) Libro Verde de la Accesibilidad en España. Diagnóstico y bases para un plan integral de supresión de barreras. Inerser. ISBN: 84-8446-048-7.

ALONSO LÓPEZ, F. (2003) Aceplan. Plan de accesibilidad 2003-2010. Libro Blanco. Ceapat.

[2] Freilich, M. (1979, enero) Medicine: Carter's Injury. Time. Medicine: Carter's Injury

[3] Einhorn, G. (n.d.). Sitting versus squatting. Reddit. Retrieved from <https://i.imgur.com/hCNea.jpg>.

[4] UNE. (2014). Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico (157001). <https://tienda.aenor.com/norma-une-157001-2014-n0052985>

[5] Vergara, M. & Agost, M. J. (2015, 29 enero). Antropometría aplicada al diseño del producto. (1.a ed., Vol. 1).

[6] Bockus, H. L. R. (1966). Gastroenterology. W.B. Saunders.

[7] Kira, A. (1977). The bathroom. Bantam.

[8] Sikirov, D. Comparison of Straining During Defecation in Three Positions: Results and Implications for Human Health. Dig Dis Sci 48, 1201–1205 (2003). <https://doi.org/10.1023/A:1024180319005>

[9] Inodoros. ROCA Baños. (n.d.). Retrieved September 23, 2022, from <https://www.roca.es/productos/inodoros>

Módulo sanitario 805s Para Inodoro suspendido - Bernstein Badshop. Bernstein Badshio. (n.d.). Retrieved September 23, 2022, from <https://bernstein-badshop.com/es/badewelt-shopware/inodoros/modulos-sanitarios/a-16712>

[10] Módulo sanitario 805s Para Inodoro suspendido - Bernstein Badshop. Bernstein Badshio. (n.d.). Retrieved September 23, 2022, from <https://bernstein-badshop.com/es/badewelt-shopware/inodoros/modulos-sanitarios/a-16712>

Shower Toilet & height adjustable WC. Scanflex. (n.d.). Retrieved September 23, 2022, from <https://www.scanflex.co.uk/shower-toilet-and-height-adjustable-wc.html>

[11] Ergonomically-correct 'wellbeing toilet' helps you poop the right way. Inhabitat. (2016, February 7). Retrieved September 23, 2022, from <https://inhabitat.com/ergonomically-correct-wellbeing-toilet-helps-you-poop-the-right-way/>

Sabine Schober Toilet. Inhabitat. (2013, July 24). Retrieved September 23, 2022, from <https://inhabitat.com/8-toilet-designs-that-could-save-millions-of-lives-around-the-world/sabine-schober-toilet/>

Placa Turca. ROCA Baños. (n.d.). Retrieved September 23, 2022, from <https://www.roca.es/productos/placa-turca-345090..1?sku=A345090001>

[12] Original 7. SquattyPotty. (n.d.). Retrieved September 23, 2022, from <https://www.squattypotty.com/products/original>

[13] Top 7 Mejores Elevadores WC Para comprar online [Guía 2022]. Ortopedia Orthos. (2021, December 24). Retrieved September 23, 2022, from <https://ortopediaorthos.com/mejores-elevadores-wc/>

Incorporador de Inodoro Solo. INCORPORADOR DE INODORO SOLO | Elevadores wc | Tienda de artículos ortopédicos online. (n.d.). Retrieved September 23, 2022, from <https://www.eortopedia.com/incorporador-de-inodoro-solo>

Timblau tim-52318p/S - Barra Abatible inoxidable Para Baño adaptado a personas mayores y con minusvalías. Amazon.es: Salud y cuidado personal. (n.d.). Retrieved September 23, 2022, from https://www.amazon.es/Timblau-TIM-52318P-abatible-inoxidable-minusval%C3%ADas/dp/B00OBD29AG/ref=asc_df_B00OBD29AG/?tag=googshopes-21&linkCode=df0&hvadid=343242930698&hvpos=&hvnetw=g&hvrand=15656432926863685846&hvpon=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=1005539&hvtargid=pla-680907867027&pvc=1

[14] Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Madrid. (2017, February). Gabinete Técnico.

<https://www.aparejadoresmadrid.es/documents/20194/36447/GT784.pdf/d6821760-4069-422e-86d3-4f0014cb91a8>

[15] Vasi sospeso app. Ceramica Flaminia. (2022, April 20). Retrieved September 23, 2022, from <https://www.ceramicaflaminia.it/prodotto/vasi/app-2/>

[16] Basic WC one compact - bastidor con cisterna compacta empotrable con doble descarga para Inodoro suspendido. Codo de 90 ° /110 °. ROCA Baños. (n.d.). Retrieved September 23, 2022, from <https://www.roca.es/productos/basic-wc-one-compact-bastidor-cisterna-compacta-empotrable-doble-descarga-inodoro-suspendido-codo-90%C3%B8-110%C3%B8-890070120?sku=A890070120>

[17] Pan connectors. Viva. (n.d.). Retrieved September 23, 2022, from <https://www.vivasanitary.co.uk/products/pan-connectors.aspx>

[18] PI1 dual (one) - Placa de accionamiento con descarga dual. (n.d.). Retrieved September 23, 2022, from <https://www.roca.es/productos/pl1-dual-one-placa-accionamiento-descarga-dual-89019500.?sku=A890195000>

[19] CAHB-20A, -20E/S, -21E/S, -22E/S. EWELLIX. (n.d.). Retrieved September 23, 2022, from <https://www.ewellix.com/en/products/linear-actuators/cahb-series/cahb-20a-20es-21es-22es>

[20] Type V 1012 AP: Vulkollan® Winkel-Rolle Speed + silent linearsystem. WINKEL. (n.d.). Retrieved September 23, 2022, from <https://www.winkel.de/winkel-rollen/typ/vulkollan-rolle-speed-silent-linearsystem/V-1012AP>

[21] Pantone. (n.d.). Pantone® España: Soluciones de color, Tendencias, guías y Herramientas. Pantone EMEA. Retrieved September 23, 2022, from <https://www.pantone.com/eu/es/>

- [22] Pensium. (2021, September 8). ¿Cuántas residencias de mayores hay en España? Pensium. Retrieved September 23, 2022, from <https://pensium.es/residencias-mayores-espana/>
- [23] Soporte de montaje de actuador lineal. Transmotec. (n.d.). Retrieved September 23, 2022, from <https://www.transmotec.es/product/ALA-13/>
- [24] Cepillo strip Estándar - cepillo técnico. Cepillo Técnico - Cepillos Industriales. (2022, March 17). Retrieved September 23, 2022, from <https://www.cepillotecnico.es/producto/cepillo-strip-burlete-con-perfil-aluminio/>
- [25] Schwaderer. Pie regulable - pie nivelador SF 50 acero cromado. (n.d.). Retrieved September 23, 2022, from <https://www.schwaderer.com/es/products/pie-regulable-pie-nivelador-sf50-con-amortiguacion>
- [26] Anclaje Metálico RS pro Galvanizado Brillante 10 x 120mm, Diámetro del orificio 12mm 120mm de largo. RS. (n.d.). Retrieved September 23, 2022, from <https://es.rs-online.com/web/p/anclajes-para-cargas-pesadas/1777081>
- [27] Stainless Steel 304. Alloy Wire International. (2021, January 13). Retrieved September 23, 2022, from <https://www.alloywire.es/products/stainless-steel-304/>
- [28] Ficha técnica MDF - Alberch.com. (n.d.). Retrieved September 23, 2022, from <https://alberch.com/wp-content/uploads/Ficha-t%C3%A9cnica-MDF.pdf>

4.3.2. Webs consultadas

- DPM01.- Transmisión del Movimiento en las máquinas. (n.d.). Retrieved September 23, 2022, from https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/DFM/DPM/DPM01/es_DFM_DPM01_Contenidos/website_index.html
- Some. (n.d.). Corte Láser: Cómo Funciona, Ventajas y Materiales. SOME Stamping Solutions. Retrieved September 23, 2022, from <https://www.some.es/es/Corte-laser-como-funciona-ventajas-y-materiales>
- Some. (n.d.). Plegado de Chapa industrial: Proceso y tipos de plegado. SOME Stamping Solutions. Retrieved September 23, 2022, from <https://www.some.es/es/plegado-de-chapa-industrial-proceso-y-tipos-de-plegado#:~:text=El%20plegado%20de%20chapa%20es,lograr%20la%20forma%20geom%C3%A9trica%20deseada>
- Soldadura MiG mag: ¿En qué consiste y para qué se utiliza? ICEI Formación. (2020, October 21). Retrieved September 23, 2022, from <https://icei-formacion.com/empleo/soldadura-mig-mag>
- Generador de Precios de la Construcción. España. Cype Ingenieros, S.A. (n.d.). Retrieved September 23, 2022, from <http://generadordeprecios.info/>
- Aenor. Web Aenor. (n.d.). Retrieved September 23, 2022, from <https://www.aenor.com/>
- UNEORG. (n.d.). Retrieved September 23, 2022, from <https://www.une.org/>

4.3.3. Documentos consultados

- Acabados superficiales de Productos (DI1033)
- Diseño Asistido por ordenador (DI1028)
- Diseño Conceptual (DI1014)
- Diseño Gráfico (DI1032)
- Diseño para la Fabricación: Procesos y Tecnologías (DI1020)
- Diseño para la Fabricación: Procesos y Tecnologías (DI1021)
- Ergonomía (DI1023)
- Expresión Gráfica II (DI1007)
- Materiales I (DI1010)
- Materiales II (DI1015)
- Mecánica y Resistencia de Materiales (DI10013)
- Metodologías del Diseño (DI1022)
- Proyectos de Diseño (DI1032)
- Sistemas Mecánicos (DI1029)
- Sistemas Móviles y Articulados (DI1034)

4.4. Programas utilizados

- Microsoft Word
- Adobe Illustrator
- SolidWorks
- Microsoft Excel
- Adobe Photoshop
- GanttProject
- SolidWorks Visualize

5. Requisitos de diseño

El objetivo de este proyecto es el diseño de un inodoro regulable. Éste permitirá alcanzar diferentes alturas con la finalidad de facilitar a los usuarios tanto el sentado en el inodoro como el adoptar una postura más adecuada para defecar. Con esto se conseguirá que sea más cómodo ir al baño, sin necesidad de accesorios de ayuda y reduciendo el tiempo de defecación.

5.1. Definición del problema

El primer problema que se ha observado es que las personas con movilidad reducida necesitan ayuda para sentarse en el inodoro, ya sea de elementos que eleven la altura de la taza del inodoro y accesorios de apoyo o de terceras personas que le acompañen en este proceso.

El segundo problema que se plantea es que los inodoros tradicionales, que cuentan con una altura de unos 40 cm de taza, no permiten adoptar la postura favorable para ir al baño. La postura idónea sería similar a la posición en cuclillas.

Todo esto implica que a estas personas que no tienen buena movilidad les supongan un reto acceder al baño, pues no se pueden sentar ni levantar sin ayuda. Esto hace que no cuenten con intimidad a la hora de defecar y les sea imposible adoptar una postura que realmente les facilite la defecación.

5.2. Expectativas y razones

Con todo lo expuesto anteriormente, lo que se pretende conseguir es diseñar un inodoro diferente a lo que se encuentra habitualmente en el mercado, que pueda ser utilizado por personas con movilidad reducida sin ayuda de terceras personas y que permita adoptar una postura más óptima a la hora de defecar.

Teniendo como expectativas diferenciarse en el mercado del inodoro y hacer un producto para todos los usuarios, ya tengan movilidad reducida o no.

5.3. Circunstancias que rodean al diseño

Tanto en España como en toda la zona occidental, el aparato más usado para defecar es el inodoro, en otros países de la zona oriental se usa la letrina, la cual no tiene asiento y permite adoptar una mejor postura para defecar. Volviendo al inodoro, es un sanitario que se usa de forma similar a una silla, nos sentamos en él para defecar, pero la postura que adoptamos en él no facilita la defecación e incluso puede llegar a causar problemas de salud.

Los inodoros en la zona occidental son, en su mayoría, fabricados de porcelana y con un acabado blanco. El blanco transmite pureza y limpieza y se consigue con ello transmitir una sensación de higiene y desinfección en el cuarto de baño.

Al tener el inodoro una altura fija, crea problemas para algunos usuarios: tanto las personas bajas, que no le llegan los pies al suelo; como las personas con movilidad reducida, las cuales no tienen tanto rango de movimiento y tienen que ser acompañadas por terceras personas, lo que supone menos intimidad para ellas en algo tan íntimo como es la defecación.

Otro tema importante que se debe de tratar al diseñar un inodoro es el ahorro del agua, desde hace ya un tiempo existen cisternas de doble descarga para vaciar menos o más agua en función de la necesidad, también existen inodoros junto con lavabo, para reutilizar el agua o inodoros en seco en los que ni si quiera es necesaria el agua.

En cuanto a la normativa de accesibilidad encontramos, en el documento del colegio oficial de aparejadores y arquitectos técnicos de Madrid [14], las siguientes condiciones:

“el inodoro, “espacio de transferencia lateral de anchura ≥ 80 cm y ≥ 75 cm de fondo hasta el borde frontal del inodoro. En uso público, espacio de transferencia a ambos lados” y altura del asiento entre 45 – 50 cm.”

“Las barras de apoyo deben ser “fáciles de asir, sección circular de diámetro 30-40mm. Separadas del paramento 45-55 mm”, se sitúa a una altura entre 70-75 cm, longitud ≥ 70 cm y abatibles las del lado de transferencia. En inodoros, una barra horizontal a cada lado, con una separación de 65-70 cm entre sí.”

“Los mecanismos y accesorios, como los mecanismos de descarga, son “a presión o palanca, con pulsadores de gran superficie”.

5.4. Establecimiento de objetivos

Para poder elegir un diseño que cumpla con lo que persigue este proyecto, se han de fijar unos objetivos claros para poder evaluar las distintas ideas de diseño. Estos objetivos se establecen a continuación.

Diseñador

1. Que pueda ser utilizado por el mayor número de usuarios posible de forma autónoma.
2. Producto fácil de usar, que tenga un diseño intuitivo en el control de la elevación.
3. Producto cómodo, que al sentarse las personas no tengan dolor o gran incomodidad
4. Producto seguro, que soporte el peso de una persona
5. Estética acorde con el baño, que no desentone con el ambiente del baño
6. Que permita adoptar la postura idónea para defecar (similar a la postura en cuclillas)
7. Que facilite a las personas sentarse en él

Fabricante

8. Materiales resistentes, que puedan soportar cargas sin romperse
9. Materiales duraderos, que puedan sobrevivir en el ambiente húmedo del baño.
10. Materiales económicos
11. Pocos elementos de montaje
12. Proceso de fabricación económico

Usuario

13. Que sea seguro
14. Que sea fácil de usar
15. Que permita adoptar las diferentes posturas
16. Que sea cómodo
17. Que sea fácil de limpiar, que se fabrique con materiales no porosos que no acumulen suciedad
18. Fácil de reparar, que pueda repararse sin hacer obra o cambiarlo por completo
19. Evitar el uso de accesorios externos
20. Fácil de instalar
21. Que pueda usarlo solo sin ayudas humanas

22. Que no haya que realizar obras para su montaje

Mantenimiento

23. Fácil de reparar

24. Fácil de limpiar

25. Que tenga pocas partes, para que se pueda limpiar con mayor facilidad

26. Uso de materiales duraderos en el ambiente de baño

5.5. Análisis de objetivos

Entre los objetivos anteriores, se repiten en las diferentes categorías, por lo que se eliminan los repetidos y se transforman en especificaciones y restricciones.

Los objetivos 2, 9 y 14 son iguales por lo que se deja solo el número 2.

Los objetivos 3, 10 y 16 están repetidos, se deja solo el número 3.

Los objetivos 4, 5, 11 y 13 persiguen el mismo objetivo, se deja solo el número 4.

Los objetivos 7 y 15 están repetidos, se deja solo el número 7.

Los objetivos 12 y 26 persiguen el mismo objetivo, pasan a ser el objetivo número 8.

Los objetivos 18 y 23 pasan a ser el 9.

Los objetivos 17 y 24 pasan a ser el 14.

El resto se mantienen.

5.6. Obtención de un conjunto de objetivos

- O1. Que pueda ser utilizado por el mayor número de usuarios posible de forma autónoma.
- O2. Producto fácil de usar, que tenga un diseño intuitivo en el control de la elevación.
- O3. Producto cómodo, que al sentarse las personas no tengan dolor o gran incomodidad.
- O4. Producto seguro, que soporte el peso de una persona.
- O5. Estética acorde con el baño, que no desentone con el ambiente del baño.
- O6. Que permita adoptar la postura idónea para defecar (similar a la postura en cuclillas).
- O7. Que facilite a las personas sentarse en él.
- O8. Materiales duraderos, que puedan sobrevivir en el ambiente húmedo del baño.
- O9. Fácil de reparar que pueda repararse sin hacer obra o cambiarlo por completo.
- O10. Evitar el uso de accesorios externos.
- O11. Fácil de instalar.
- O12. Que pueda usarlo solo sin ayudas humanas.
- O13. Que no haya que hacer obras para su montaje.
- O14. Fácil de limpiar, que sea fabricado con materiales no porosos que no acumulen suciedad.
- O15. Que tenga pocas partes, para que se pueda limpiar con mayor facilidad.
- O16.

5.7. Transformación de objetivos en especificaciones

Restricciones

O3. Producto cómodo, que al sentarse no tenga dolor o gran incomodidad

O4. Que soporte el peso de una persona

O6. Que permita adoptar la postura idónea para defecar (similar a la postura en cuclillas)

O10. Que evite el uso de accesorios externos

O12. Que pueda usarlo solo sin ayudas humanas

Especificaciones

En la Tabla 3 se muestra cada objetivo convertido en especificación, el criterio de preferencia, la variable y la escala a usar:

Objetivo	Especificación	Criterio de preferencia	Variable	Escala
01	Que pueda ser usado por el mayor número de usuarios	El que más rangos de movilidad sea capaz de cubrir.	Rangos de movilidad	Proporcional
02	Que tenga un diseño intuitivo que pueda usar cualquier persona	El diseño que menos elementos tenga en el control y más sencillos sean	Elementos de control sencillos	Proporcional
05	Que tenga estética acorde con el espacio del baño	El más adecuado en el baño	Diseño del producto	
07	Que les ayude a sentarse	Cuanto más se adapte a la altura de la entrepierna mejor	Rangos de altura	Proporcional
08	Que tenga materiales que duren en el ambiente húmedo	Cuantos más materiales que no se oxiden mejor	% Materiales	Proporcional
09	Que sea fácil de reparar	El que menos tiempo de reparación requiera	N.º de elementos	Proporcional
011	Que sea fácil de instalar	Cuanto menos tiempo tarde en instalarse mejor	N.º de elementos que haya que instalar	Proporcional
013	Que no haya que hacer obras	Cuanta menos obra mejor	N.º cambios que haya que hacer en el baño	Proporcional
014	Que sea fácil de limpiar	Cuantos menos materiales porosos mejor	%Materiales	Proporcional
015	Que tenga pocas partes	Cuantas menos partes lo formen mejor	N.º partes	Proporcional

Tabla 3. Objetivos y especificaciones

6. Análisis de soluciones

6.1. Brainstorming

En este apartado se propondrán distintas soluciones al problema que nos planteamos, para que estas soluciones sean válidas hay que tener en cuenta algunos aspectos:

En primer lugar, el inodoro, de una manera u otra, debe permitir que se adopte una postura óptima para poder defecar, sin usar elementos externos. Además, debe permitir la entrada y la salida del agua, por lo que deberá ir anclado a la pared y/o al suelo.

Después de contemplar los antecedentes, se han pensado varias ideas de diseño (Ilustración 12) de las cuales se han obtenido finalmente las alternativas finales.

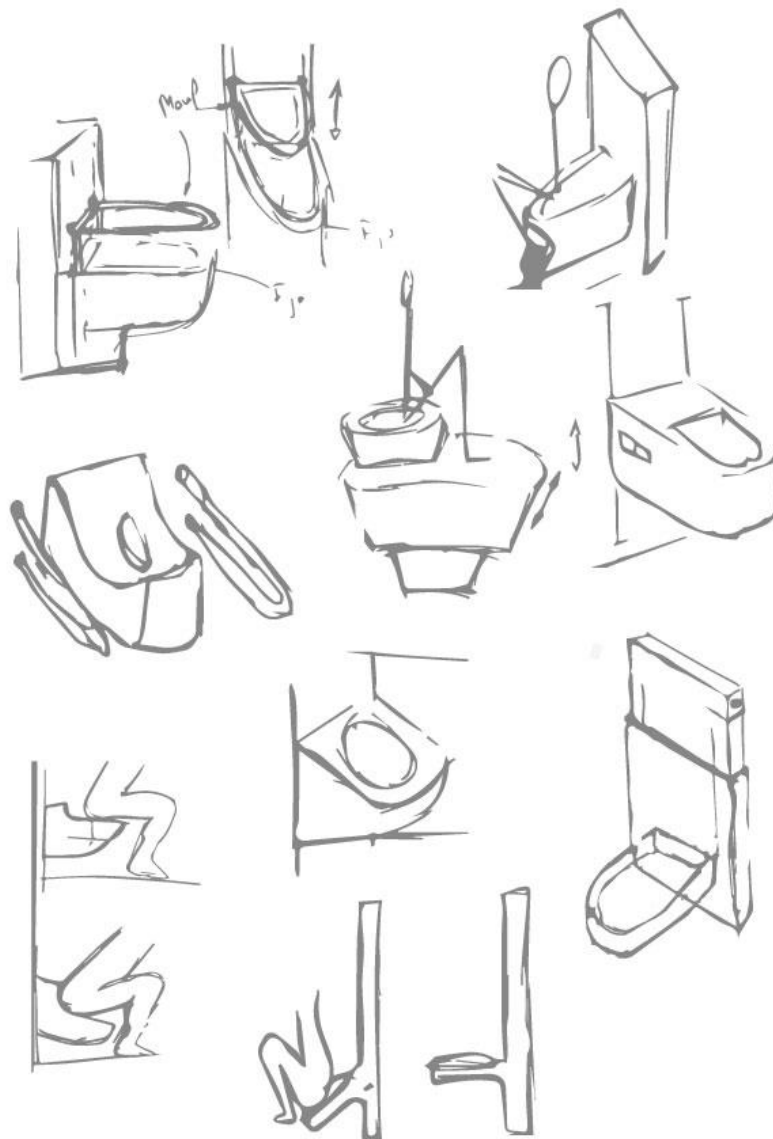


Ilustración 12. Bocetos brainstorming

6.2. Alternativas

Para obtener soluciones se ha realizado un brainstorming. Las soluciones que mejor se podían llevar a fabricación son las que se exponen a continuación. Se hará una pequeña descripción de ellas y se expondrán 4 ventajas e inconvenientes de las mismas.

Boceto 1

En la Ilustración 13 se observa un inodoro de tanque bajo con una plataforma que sube y baja desde el suelo. Su uso sería igual de sencillo que un baño tradicional, con la diferencia de que en este puedes elevar las piernas para conseguir una mejor postura de defecación. Las ventajas e inconvenientes se ven en la Tabla 4.

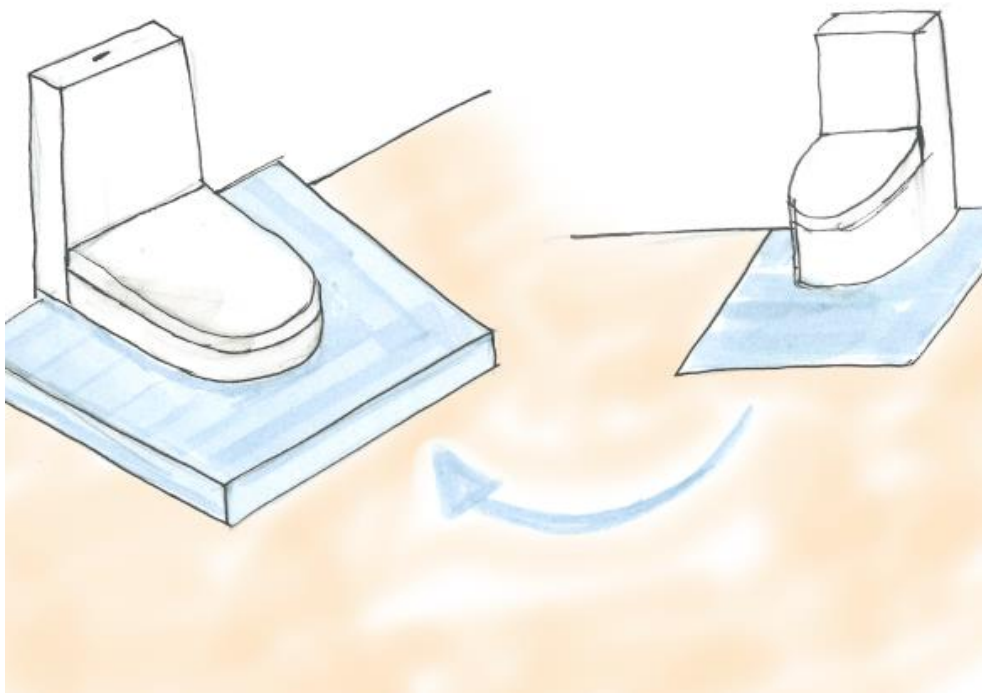


Ilustración 13. Boceto 1

VENTAJAS	INCONVENIENTES
Se puede adoptar la postura en cuclillas cuando la plataforma está muy alta.	Habría que hacer obra para instalarla.
Cuando no se está usando no es visible y se mimetiza con el baño.	El suelo no se puede bajar por lo que las personas con movilidad reducida tendrían la misma dificultad que en un inodoro tradicional
Es fácil de limpiar, pues se limpia a la vez que el suelo.	Hay que hacer un agujero en el suelo del baño
Es fácil de usar pues solo hay que levantar o bajar la plataforma	Sería costosa la mano de obra para la instalación

Tabla 4. Ventajas y desventajas Propuesta 1

Boceto 2

El inodoro de la Ilustración 14 tiene una forma que rompe con todo lo visto tradicionalmente, es un baño más similar a un urinario que a un inodoro. Iría sujeto a la pared y no requeriría de tapa. Su forma de uso sería sentarse sobre y el y dejar que la curva nos ayude a alcanzar la postura de defecación.

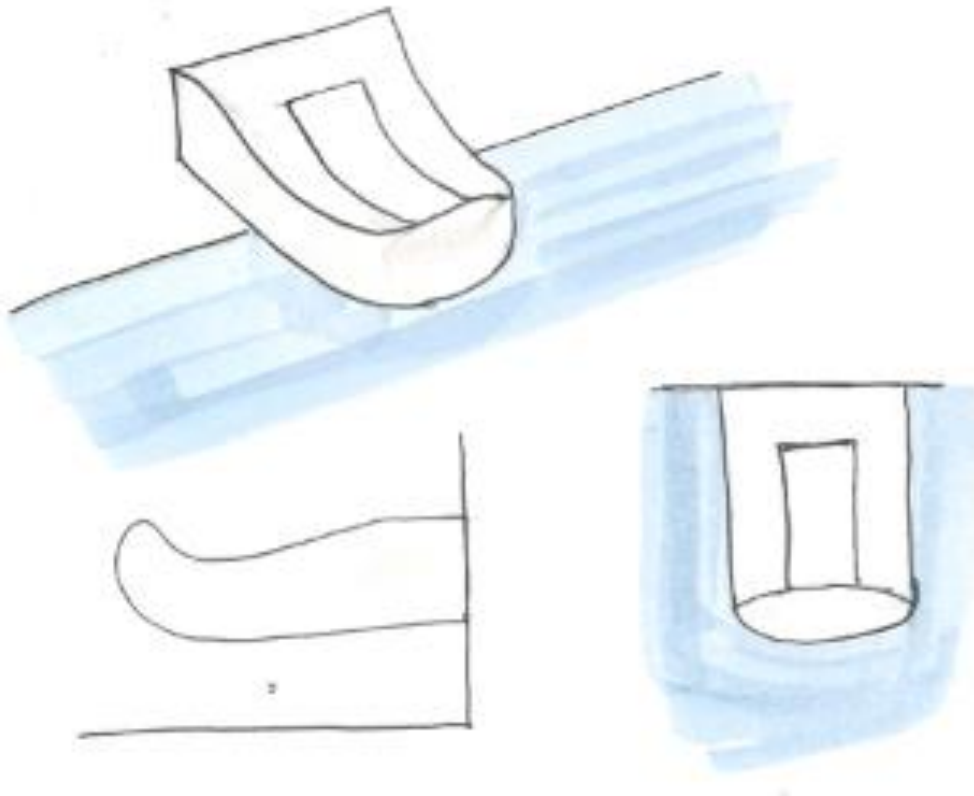


Ilustración 14. Boceto 2

En la Tabla 5 se muestran las ventajas e inconvenientes del diseño:

VENTAJAS	INCONVENIENTES
Barato de fabricar	Necesitaría de elementos externos de ayuda para las personas con movilidad reducida.
Fácil de instalar	Es difícil de sentarse
Buen mantenimiento	Al no tener tapa es menos higiénico
Curva ergonómica que ayuda a la postura.	Puede ser peligroso

Tabla 5. Ventajas y desventajas Propuesta 2

Boceto 3

Este boceto de la Ilustración 15, es un modelo de un inodoro en módulo, con la diferencia de que el módulo en este caso se puede elevar. La ubicación del inodoro en su parte más baja está lo más cerca posible del suelo permitiendo así una postura similar a la de cuclillas, por otro lado, el inodoro se puede elevar hasta la altura de la entrepierna por lo que acompañaría a las personas con movilidad reducida en el movimiento de sentarse.

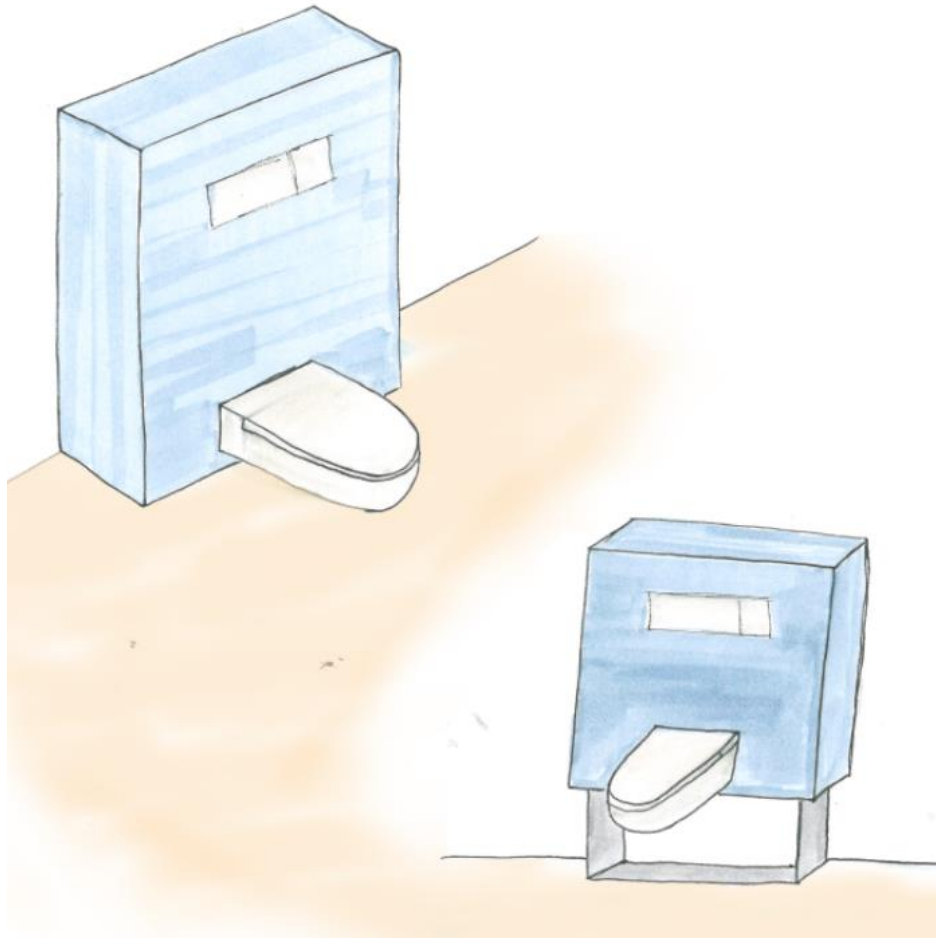


Ilustración 15. Boceto 3

En la Tabla 6 se exponen las ventajas e inconvenientes del diseño.

VENTAJAS	INCONVENIENTES
Se puede adoptar la postura en cuclillas cuando el módulo se encuentra en su parte más baja	Se necesitan dos personas para su montaje e instalación
Facilita el sentado a las personas con movilidad reducida	La reparación puede ser costosa de tiempo y dinero
Puede incluirse en el ambiente del baño.	Se necesita agujerear la pared
Es fácil de usar pues solo hay que levantar o bajar el módulo	Más caro que un baño tradicional

Tabla 6. Ventajas y desventajas Propuesta 3

Boceto 4

En la Ilustración 16 se observa una idea similar a la del boceto 3 pero con una resolución diferente. En este caso no se movería el módulo entero si no que solo se desplazaría la parte interior. El funcionamiento de este sería similar al anterior.

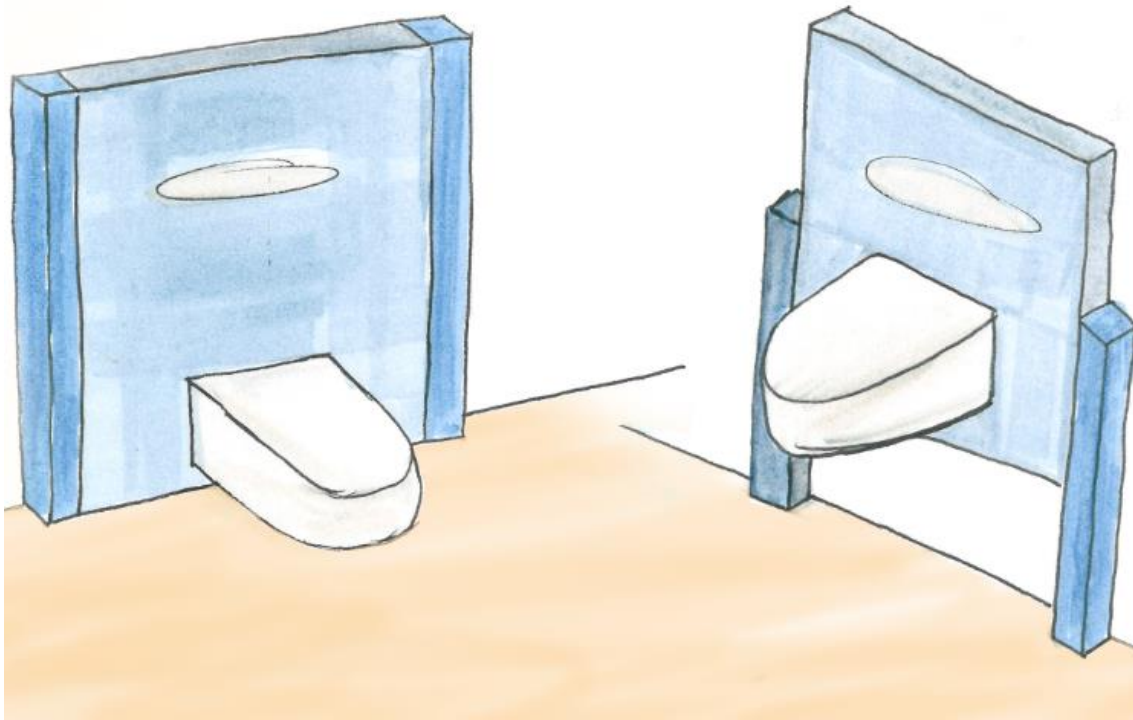


Ilustración 16. Boceto 4

Las ventajas e inconvenientes de este diseño se ven en la Tabla 7:

VENTAJAS	INCONVENIENTES
Se puede adoptar la postura en cuclillas cuando el módulo se encuentra en su parte más baja	Se necesitan dos personas para su montaje e instalación
Facilita el sentado a las personas con movilidad reducida	La reparación puede ser costosa de tiempo y dinero
Puede incluirse en el ambiente del baño.	Más costoso que un baño tradicional
Es fácil de usar pues solo hay que levantar o bajar el módulo	Cuando el módulo sube deja la pared al descubierto y es menos estético

Tabla 7. Ventajas y desventajas Propuesta 4

6.3. Solución elegida

Tras ver las diferentes alternativas, se aplicarán tanto un método cualitativo como uno cuantitativo para ver cuál es la propuesta que más se adapta a los objetivos. Antes de aplicar los métodos se realizará una tabla comparativa (Tabla 8) donde aparecen los objetivos y las distintas alternativas.

Objetivos	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Que pueda ser usado por el mayor número de usuarios	3	2	5	5
Diseño intuitivo	3	5	3	4
Cómodo	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Seguro	CUMPLE		CUMPLE	CUMPLE
Estética acorde con el baño	4		4	4
Permita adoptar la postura idónea para defecar	CUMPLE		CUMPLE	CUMPLE
Que facilite el sentado	3		5	5
Materiales duraderos	4		3	3
Fácil de reparar	3		4	3
Evitar uso de accesorios externos	CUMPLE		CUMPLE	CUMPLE
Fácil de instalar	3		4	3
Que pueda usarse solo sin ayudas humanas	CUMPLE		CUMPLE	CUMPLE
Que no haya que hacer obra para su montaje	2		4	4
Facil de limpiar	5		4	4
Evitar el uso de partes externas	4		4	3

Tabla 8. Análisis de alternativas

Después de esta comparativa se han obtenido dos conclusiones: por un lado, se ha dejado de evaluar la alternativa 2 ya que no cumple con la restricción de comodidad, pues a algunas personas les puede resultar doloroso adoptar esa posición. Por otro lado, el resto de las propuestas cumple con las restricciones y la alternativa 3 parece la más favorable, para demostrarlo se realizarán los métodos de evaluación antes comentados.

6.3.1. Método cualitativo

Para evaluar las diferentes propuestas se usará un método cualitativo para el cual es necesario crear una matriz que contenga varias propuestas de diseño. Se elegirá una de las propuestas como modelo de referencia la cual llamaremos DATUM (Tabla 9.)

La alternativa 3, utilizada como referencia se compara con las demás y cada una se evalúa comparándola con la de referencia. Se siguen los siguientes criterios:

- Si la propuesta a evaluar cumple el objetivo mejor que el DATUM, se califica con un “+”
- Si la propuesta a evaluar cumple con el objetivo peor que el DATUM, se califica con un “-”.

- Si la propuesta a evaluar cumple el objetivo igual que el DATUM, se califica con un “=”.

Al final, con las evaluaciones obtenidas, se suma cada una de ellas tomando el + como 1, el – como -1 y el = como 0.

	Alternativa 1	Alternativa 3	Alternativa 4
O1	-	D A T U M	=
O2	=		+
O5	=		=
O7	+		=
O8	+		=
O9	-		-
O11	-		-
O13	-		=
O14	+		=
O15	=		-
Σ	-1		-2

Tabla 9. DATUM

Como se observa en el DATUM, la Alternativa 3 es mejor que la 1 y la 4 ya que el sumatorio de la valoración de los objetivos en ambas es negativo.

6.3.2. Método cuantitativo

En primer lugar, se realizará una tabla (Tabla 10) de ponderación de objetivos para ver la importancia de cada objetivo.

	O1	O2	O5	O7	O8	O9	O11	O13	O14	O15	TOTAL	IMPORTANCIA %
O1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	19,57
O2	0	-	1	0	0	1	1	0	0	1	4	8,70
O5	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
O7	0	1	1	-	0	1	1	1	1	1	7	15,22
O8	0	1	1	1	-	1	0	1	1	1	7	15,22
O9	0	0	1	0	0	-	1	1	0	0	3	6,52
O11	0	0	1	0	1	0	-	1	0	0	3	6,52
O13	0	1	1	0	0	0	0	-	0	0	2	4,35
O14	0	1	1	0	0	1	1	1	-	1	6	13,04
O15	0	1	1	0	0	1	1	1	0	-	5	10,87
											TOTAL 46	100

Tabla 10. Método cuantitativo

1: Se prefiere el de la fila al de la columna

0: Se prefiere el de la columna al de la fila

La última columna muestra la importancia de cada objetivo en comparación con el total.

A continuación, en la Tabla 11, se valorará cada alternativa con los objetivos definidos, se establecerá una escala del 0 al 10.

Objetivos	Alternativa 1	Alternativa 3	Alternativa 4
O1	6	10	10
O2	5	6	8
O5	7	8	7
O7	6	10	10
O8	9	6	6
O9	6	7	5
O11	7	8	6
O13	4	7	7
O14	10	8	8
O15	8	9	6

Tabla 11. Método cuantitativo

Alternativa 1: $6 \times 19,57 + 5 \times 8,7 + 7 \times 0 + 6 \times 15,22 + 9 \times 15,22 + 6 \times 6,52 + 7 \times 6,52 + 4 \times 4,35 + 10 \times 13,04 + 8 \times 10,87 = 708,74 \rightarrow \mathbf{7,08}$

Alternativa 3: $10 \times 19,57 + 6 \times 8,7 + 8 \times 0 + 10 \times 15,22 + 6 \times 15,22 + 7 \times 6,52 + 8 \times 6,52 + 7 \times 4,35 + 8 \times 13,04 + 9 \times 10,87 = 821,82 \rightarrow \mathbf{8,21}$

Alternativa 3: $10 \times 19,57 + 8 \times 8,7 + 7 \times 0 + 10 \times 15,22 + 6 \times 15,22 + 5 \times 6,52 + 6 \times 6,52 + 7 \times 4,35 + 8 \times 13,04 + 6 \times 10,87 = 780,53 \rightarrow \mathbf{7,8}$

6.3.3. Conclusión

En conclusión, y gracias a los métodos cualitativos y cuantitativos usados en este apartado, la alternativa número 3 es la que mejor cumple con los objetivos marcados. Es por ello por lo que se selecciona para su desarrollo en los siguientes puntos.

7. Resultados finales

7.1. Descripción general

El producto final para desarrollar es el inodoro de altura regulable, que corresponde a la alternativa número 3. Este producto para el uso privado o público en el entorno del baño, este inodoro puede ser utilizado por cualquier persona tenga o no movilidad reducida y sea cual sea su altura.

Las dimensiones generales de este módulo sanitario son 1709,0 x 670,0 x 332,4mm.

Consta de un módulo de inodoro el cual se eleva 600mm de altura. En su altura de taza más baja, 320mm, podemos conseguir la postura idónea para defecar, así como permitir que los niños puedan alcanzar mejor al baño, por otro lado, en su altura máxima, 900 mm permitimos que una persona con movilidad reducida pueda apoyarse y bajar lentamente hasta la posición que más desee.

El producto está formado por un sistema de elevación formado por un actuador lineal, el cual realizará la fuerza de empuje y elevará el inodoro a partir de la estructura de la cisterna. Además, para guiar esta elevación contamos con unos rodamientos axiales fijos sujetos a la estructura de la cisterna, y que irán guiados con unos perfiles adecuados sujetos a la pared.

Para recubrir toda la estructura se cuenta con dos carcasas de madera: una carcasa fija en la parte de arriba, la cual cubrirá los perfiles completos, y una segunda carcasa móvil en la cual irá sujeta el inodoro. Con estas dos carcasas se cubre en todo momento la estructura dando una estética adecuada al baño, además, se podrá obtener en distintos acabados.

El control de movimiento de este inodoro se hará a partir de un mando con interruptores que permitirán la subida y bajada del inodoro.

Con todo ello, el diseño final se muestra en la Ilustración 17 y 18, este inodoro puede subir y bajar para adecuarse a la altura de cada persona y facilitar el sentado y el uso, la carcasa exterior podrá ser en diferentes acabados para que pueda acoplarse al baño al gusto de los usuarios.



Ilustración 17. Diseño final



Ilustración 18. Diseño final elevado

7.2. Descripción detallada

En este punto se nombrarán todos los componentes del proyecto y se detallarán los más importantes, toda la información relacionada con los cálculos de los componentes se encuentra en el Volumen II. Anexos. 5. Cálculos. Así mismo, información ampliada sobre los componentes la encontramos en el Volumen IV. Pliego de condiciones. 2. Elementos constituyentes. Por último, todos los planos se visualizan en el Volumen III. Planos.

7.2.1. Inodoro y cisterna

Para este producto se necesita un inodoro lo suficientemente bajo para que a ras del suelo permita alcanzar una postura en cuclillas. Por ello se ha hecho una búsqueda con los inodoros de altura más reducida.

Además de la altura, el inodoro debería ser de cerámica por ser el mejor material hasta el momento para la fabricación de inodoros.

Dicho esto, se ha seleccionado el inodoro suspendido fabricado por Flaminia Design Team, que cuenta con un peso de 22kg y cuyas dimensiones son 540 x 360 x 320mm (Ilustración 19).

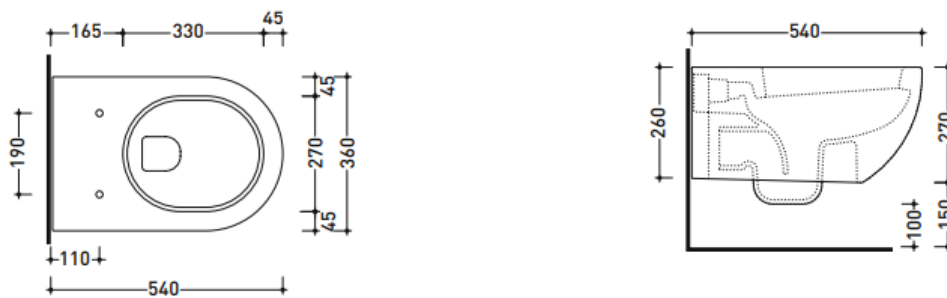


Ilustración 19. Inodoro Flaminia Design Team [15]

Para poder suministrar el agua al inodoro se necesita una cisterna que permita ser instalada junto a inodoros suspendidos. Además, se necesita una cisterna a la cual contenga una estructura ya que sobre ella se montarán otros elementos.

Es por ello por lo que se ha elegido una cisterna bastidor compacta empotrable de Roca, que es apta para inodoros suspendidos y cuyas dimensiones generales son: 476 x 90 x 804mm. (Ilustración 20).



Ilustración 20. Bastidor cisterna compacta empotrable Roca [16]

En ella se incluye todas las piezas necesarias para anclar el inodoro sobre ella, así como su anclaje a pared. Como la cisterna no irá sujeta a la pared, ya que tendrá que moverse sobre los perfiles, usaremos esta tornillería para fijar la estructura a la pared.

La tubería para el desagüe del agua será desechada y se reemplazará por un conector flexible para inodoros, la longitud varia de 300mm a 700mm. Como se ve en la Ilustración 21, se puede elegir entre dos conectores, dependiendo si el desagüe del inodoro se encuentra en la pared o en el suelo. Más información sobre el desagüe se encuentra en el Volumen II. Anexo. 4. Salida del agua.



Ilustración 21. Conectores flexibles [17]

Junto con la cisterna se comprará una placa de accionamiento de descarga compatible con ella. Es una placa de doble descarga con lo cual podemos elegir entre expulsar 3 o 6 L. Además, la placa se monta sin necesidad de utilizar herramientas para la instalación. El criterio de elección ha sido escoger la más barata entre las compatibles. (Ilustración 22)



Ilustración 22. Placa de accionamiento [18]

7.2.2. Sistema de elevación

El sistema de elevación se ha elegido después de un análisis de los diferentes tipos de opciones para realizar una elevación de estas características, el cual podemos encontrar en el Volumen II. Anexos. 2. Sistema de elevación.

Debido a que el requisito primordial del sistema de elevación debe ser soportar el peso de una persona junto con todo el conjunto del baño, se ha optado por un actuador lineal eléctrico que tenga una carga de empuje/tracción de 4,5 KN, ya que de esta forma puede soportar 300kg y es la solución más barata. Pues también se tuvo en cuenta la opción de un husillo de bolas, sin embargo, para la misma función y carga, el husillo resultaba mucho más caro y además necesita de mantenimiento al contrario que el actuador.

El actuador lineal de la Ilustración 23 ofrece alta productividad con un movimiento suave, una integración fácil y rápida en el producto, así como gran fiabilidad y protección. Se comparará en Ewellix con las siguientes características:

- Carga de empuje/tracción de 4500mm
- Velocidad de 13mm/s
- Carrera de 600mm
- Voltaje 24V DC
- Controlador integrado
- Control manual



Ilustración 23. Actuador lineal [19]

El actuador lineal tiene que levantar una longitud de 600mm, ya que el inodoro se encuentra a 320mm del suelo y se necesita estar a 923mm del suelo: como se ha calculado en el punto de ergonomía, esta es la altura necesaria para que todo el mundo tenga acceso al baño. Por problemas de espacio el inodoro solo alcanzará los 900mm desde el suelo, ya que, al estar normalizados, no podemos obtener una longitud no normalizada y la que más se ajusta en este caso es de 600mm.

Este actuador irá fijado a la estructura mediante unos soportes para actuadores lineales de 17000N, fabricados por Transmotec.

Los soportes se sujetarán en sus extremos a la parte de debajo de la estructura que se explicará a continuación, y, por la parte superior a una lámina de acero doblada en L, que se ve en la Ilustración 21, que irá también sujeta al bastidor de la cisterna, para así poder transmitir el movimiento del actuador al inodoro.

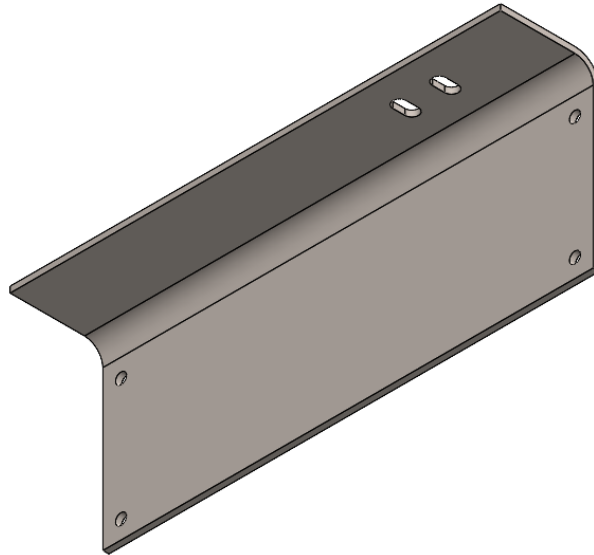


Ilustración 24. Chapa acero en L

La segunda parte del sistema de elevación se trata del guiado lineal, está formado por unos rodamientos silenciosos que se deslizan por un perfil estándar en forma de u, otra opción de guiado ha sido unos patines sobre unos raíles, sin embargo, se descartó una vez más por el precio, ya que, para desarrollar la misma función los raíles y patines son más caros.

Estos rodamientos de la Ilustración 25 tienen protección contra la corrosión y soportan una carga radial de 1900N. Sus partes están formadas de acero, pero el recubrimiento del rodamiento es de vulkollan lo que hace que sea silencioso y además hace que no haga falta lubricarlo.



Ilustración 25. Rodamientos Winkel [20]

Los carriles los suministra la misma empresa y son compatibles con estos rodamientos. El perfil escogido es en forma de U y estos irán atornillados sobre la estructura de acero que veremos a continuación.

7.2.3. Estructura

La estructura que vemos en la Ilustración 26, está formada por dos perfiles de acero en L que irán anclados a la pared, estos irán soldados a una placa de acero por la parte de abajo para dar estabilidad y además poder nivelarlos y que queden a la misma altura y otra chapa por la parte frontal para tapar el agujero.

EL anclaje a la pared será por parte de pernos de anclaje, se trata en el Volumen II. Anexos. 3. Anclaje a pared.

La función principal de estos perfiles será tanto el anclado a la pared como la sujeción de los carriles para los rodamientos, además se ha tenido en cuenta el espacio que ocupa el actuador lineal, los carriles y la cisterna, por ellos un lado es más largo que el otro. Su altura se debe a que debe haber espacio suficiente para el recorrido de los rodamientos.

La chapa de abajo, como ya se ha mencionado, sirve para que ambos estén a la misma altura y contará con unas patas niveladoras. Además, si el desagüe va al suelo se podrá hacer el agujero para que pase el tubo de desagüe. Por último, el actuador lineal también irá atornillado a esta chapa, para asegurar un buen funcionamiento de este.

La chapa de la parte delantera se ha incluido por motivos de seguridad: debido a que el conjunto de cisterna, carcasa e inodoro se eleva, por debajo quedaría un hueco que puede resultar peligroso si algún niño entra dentro y es por ello por lo que se suelda la chapa. Esta deberá llevar unas ranuras por las que permitirá el paso del tubo y los tornillos e irán cubiertas por la parte interior con cepillos Strip para no dejar ningún hueco, pero si dejar que se muevan los tubos y tornillos.

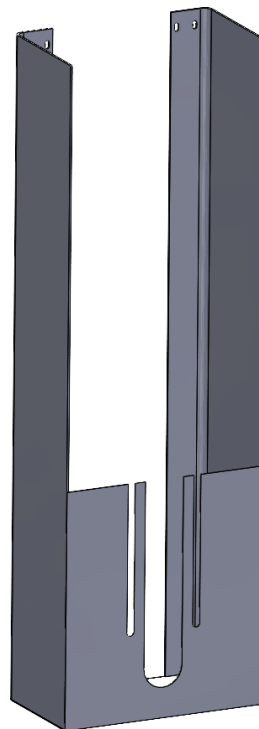


Ilustración 26. Estructura acero

7.2.4. Carcasas

Las carcasas tienen como función principal ocultar toda la estructura y dar una estética más agradable para el entorno del baño.

En un primer lugar se iba a contar con una sola carcasa, pero debido a la altura de las guías se ha optado por dividir las en dos. En primer lugar, una carcasa móvil (Ilustración 27), la cual irá entre la cisterna y el inodoro y se moverá con ellos, esta carcasa ha sido diseñada para que pueda cubrir todos los elementos que forman el mecanismo, y pensando en que sobre ella se fijará el inodoro. Además, cuenta con el ancho adecuado para, si se desea, instalar unas barras de apoyo.

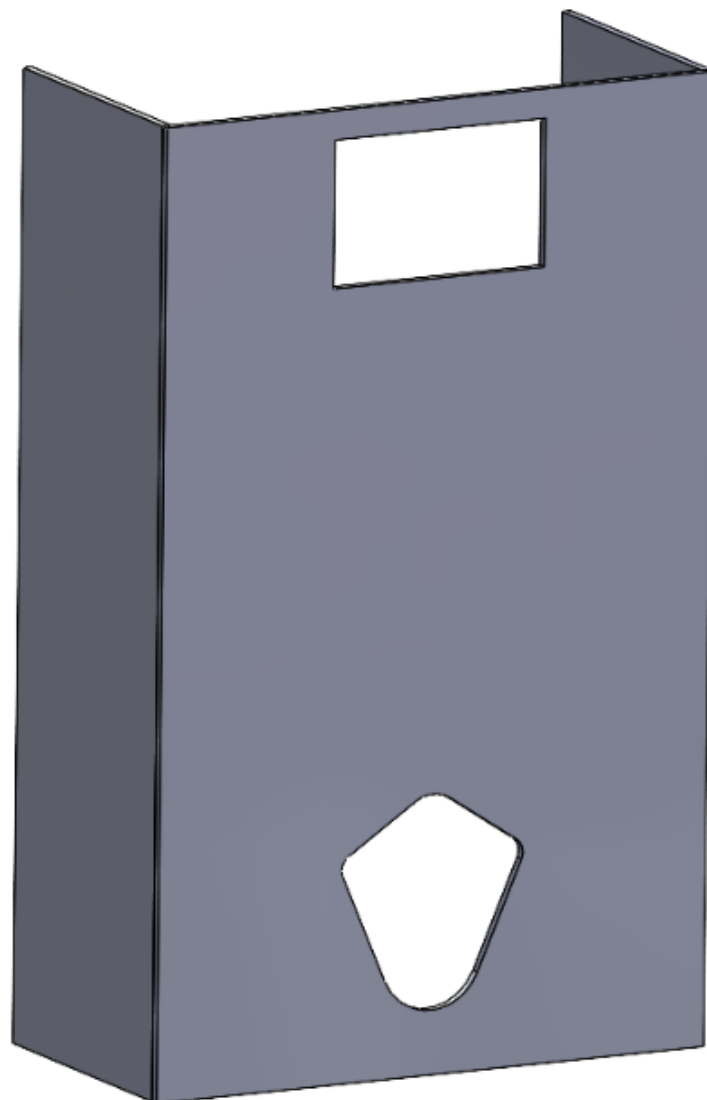


Ilustración 27. Carcasa móvil

En segundo lugar, se ha diseñado la carcasa fija de la parte superior (Ilustración 28), esta irá sobre toda la estructura y tapaná los perfiles, es más ancha y profunda que la móvil, pues cuando la móvil se eleve se introducirá dentro de ella. Como la parte móvil contiene la placa de accionamiento, esta carcasa también debe permitir el acceso a la placa y es por ello que se deja la ranura del medio con las dimensiones de la placa.

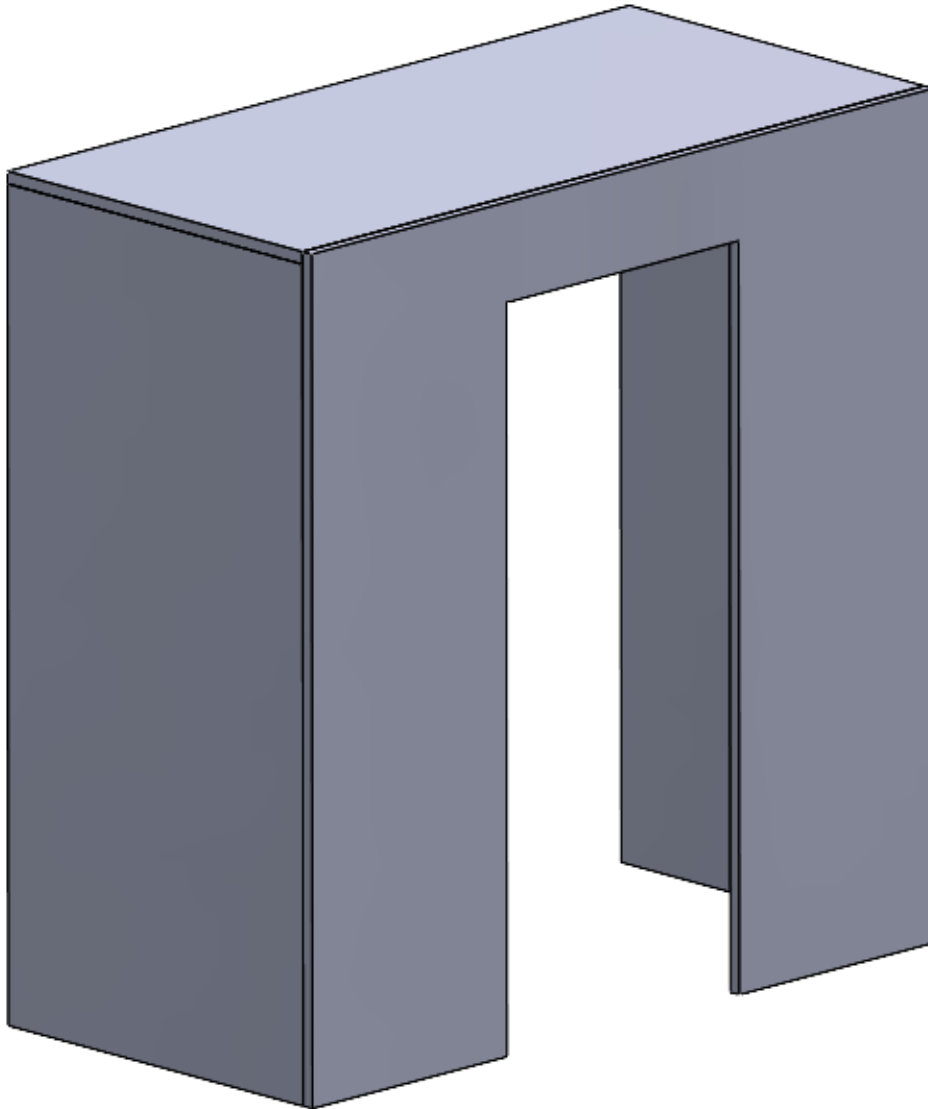


Ilustración 28. Carcasa fija

En este punto se llegó a un problema debido a que hay que dejar una abertura para el accionamiento de descarga, ya que se queda un hueco que podría ser peligroso cuando la carcasa móvil estuviese elevándose. Se plantearon tres soluciones:

-Dejar únicamente la carcasa móvil y eliminar la fija, ahorrándose el problema y el nuevo gasto de la solución. Descartada porque quedarían al aire las guías y a la larga se ensuciarían más y podría tener fallos el guiado.

-Instalar una puerta vertical plegable que se fuera recogiendo conforme va subiendo la carcasa móvil, el problema de esta solución es que se necesita más espacio para instalar el guiado de dicha puerta.

-Instalar un estor, finalmente esta ha sido la solución seleccionada ya que tiene una fácil instalación, quedaría por la parte interior y no se apreciaría el mecanismo desde fuera, además no ocupa tanto espacio y es una opción barata y personalizable.

El estor será comprado a medida, la tela tendrá un 99% de cobertura, es decir, será casi opaca. Se enrollará por el lado del hueco de la carcasa y al ser de muelle se fijará en la carcasa móvil y podrá enrollarse y desenrollarse a la vez que sube y baja la carcasa.

Las medidas serán de ancho 300 x largo 700mm, y el color dependerá del color de la carcasa.

Las carcasas además se han pensado para tener un acabado final lacado, por ello se podrán encontrar acabado en blanco mate, Cool Gray 1 C y en Cool Gray 11 C (Ilustración 29)

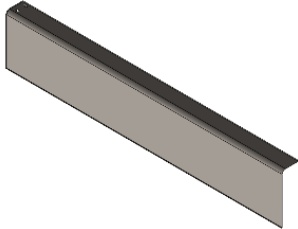

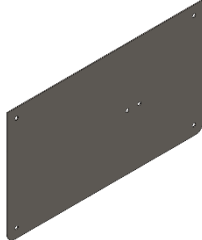
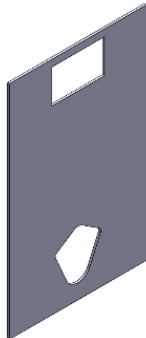



Ilustración 29. Acabados [21]

7.3. Fabricación y compra de componentes

7.3.1. Fabricación

Los procesos de fabricación de las piezas que se van a fabricar son los siguientes que aparecen en la Tabla 12:

Información	Proceso	Imagen
Nombre: Perfiles en L Cantidad: 2 Material: Acero inoxidable AISI 304.	Corte laser Doblado Taladrado	
Nombre: Chapa lateral Cantidad: 1 Material: Acero inoxidable AISI 304.	Corte laser Soldadura TIG	
Nombre: Chapa suelo Cantidad: 1 Material: Acero inoxidable AISI 304.	Corte laser Soldadura TIG	
Nombre: Madera frontal móvil Cantidad: 1 Material: MDF	Corte mediante sierra Pegado con cola Lacado	
Nombre: Madera lateral móvil Cantidad: 2 Material: MDF	Corte mediante sierra Pegado con cola Lacado	

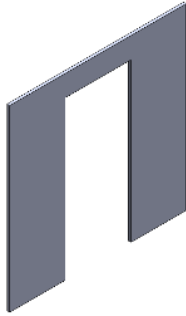

Nombre: Madera frontal fija Cantidad: 1 Material: MDF	Corte mediante sierra Pegado con cola Lacado	
Nombre: Madera lateral fija Cantidad: 3 Material: MDF	Corte mediante sierra Pegado con cola Lacado	

Tabla 12. Procesos de fabricación

La información complementaria la encontramos en el Volumen IV. Pliego de condiciones para los materiales y los procesos de fabricación y en el Volumen V. Estado de mediciones y presupuesto para los tiempos y los costes.

7.3.2. Listado de piezas comerciales

El resto de las piezas se comprarán con las medidas de los propios fabricantes, se pueden ver en la Tabla 13:

Pieza	Cantidad
Actuador lineal	1
Soporte actuador	2
Rodamiento	4
Rail guía	2
Inodoro con tapa	1
Bastidor con cisterna	1
Placa de accionamiento	1
Tubería	1
Latiguillo	1
Estor	1
Cepillo	2
Patas regulables	4

Tabla 13. Piezas comerciales


7.3.3. Listado de piezas normalizadas

Las piezas normalizadas se verán en la siguiente tabla nº 14:

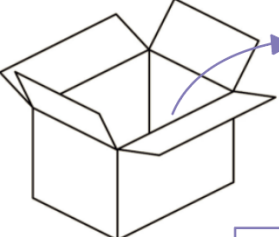
Pieza	Suministrador	Cantidad
ISO 4762 M8x20 - 20N	Würth	20
ISO 4762 M10 x 25 – 25N	Würth	16
ISO -4032-M8-W-N	Würth	16








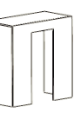







Tabla 14. Elementos normalizados

7.4. Descripción del montaje




INSTRUCCIONES DE MONTAJE



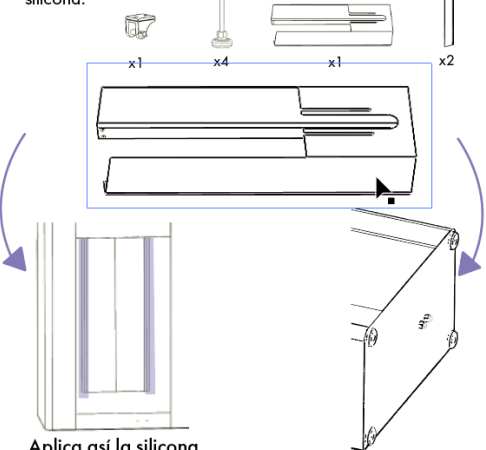
x1		x1		x1		x4		x2		x2		x1			
x1		x1		x1		x2		x1		x1		x1		x4	

Tornillería



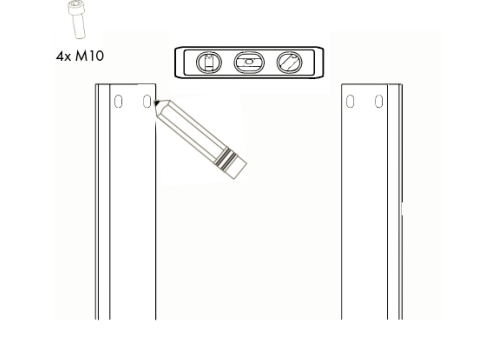
Se recomienda realizar el montaje entre dos personas

1. Coloca la estructura sobre el suelo. Sobre la chapa de abajo, atornilla las 4 patas y 1 soporte del actuador con 2 tornillos M8 y 2 arandelas M8. Sobre la chapa lateral pega los cepillos con silicona.

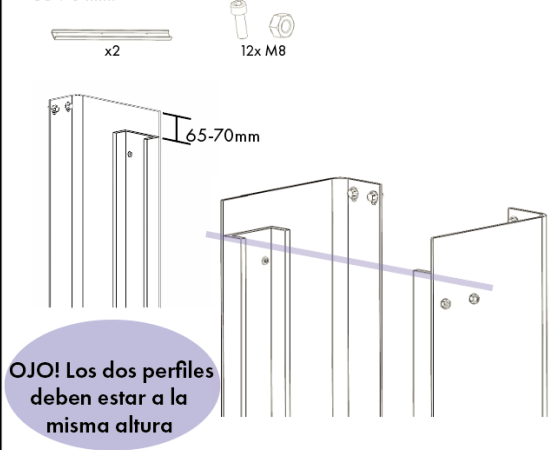


Aplica así la silicona

2. Levanta la estructura sobre las patas y nivelalo regulando las patas hasta que completamente esté recta. Marca los agujeros en la pared, taladra con broca M10 y atornilla.

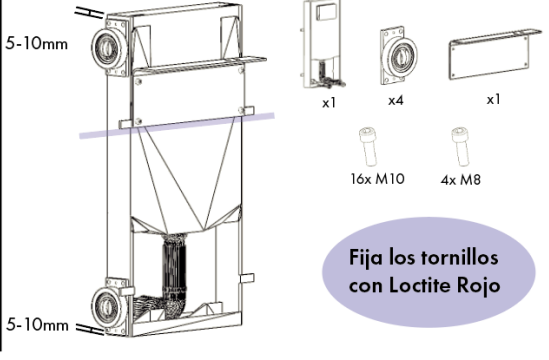


3. Sobre la estructura monta los perfiles en U, para ello has de marcar y taladrar (M8) los agujeros en la estructura de modo que entre la parte superior de la estructura y el carril hayan entre 65-70 mm.




OJO! Los dos perfiles deben estar a la misma altura

4. Atornilla las ruedas a los laterales de la cisterna. Las ruedas deben quedar a 5-10mm de la parte superior e inferior de la cisterna. Después atornilla también la chapa en L, tiene que coincidir con la pletina como en la imagen y estar nivelada.




Fija los tornillos con Loctite Rojo


Ilustración 30. Instrucciones de montaje 1

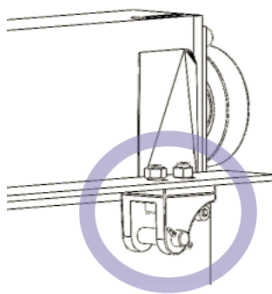


INSTRUCCIONES DE MONTAJE

5. Atornilla el soporte del activador a la chapa en L sin apretar.

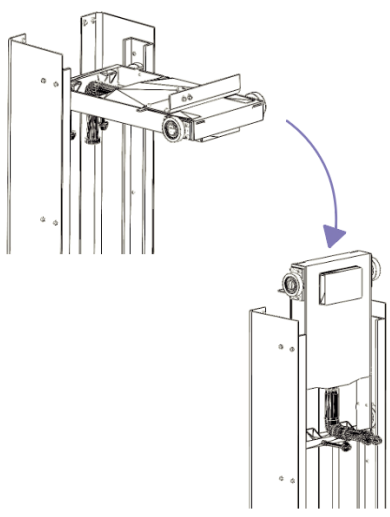
 x1

 2x M8




Los apretaremos más adelante


6. Con todos los premontajes hechos sobre la cisterna. La tienes que introducir sobre los perfiles en U. Para ello, introduce el primer par de ruedas con el conjunto tumbado y mientras baja incorporálo para introducir el segundo par de ruedas.



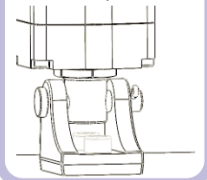
7. Con la cisterna dentro, introduce el activador lineal en ambos soportes, primero el de abajo y luego el de arriba. Cuando esté completamente recto (puedes ayudarte de un nivel) aprieta los tornillos que antes has dejado sin apretar.

 x1


Aprieta los tornillos





Unión activador con soporte mediante pasador



8. Conecta la tubería a la pared y pasala por el cepillo. Coloca la carcasa de madera móvil y ajusta los tubos y tornillos donde irá sujeto el inodoro. Ayudate con el manual de la cisterna para montar el inodoro y la placa.

 x1

 x1

 x1

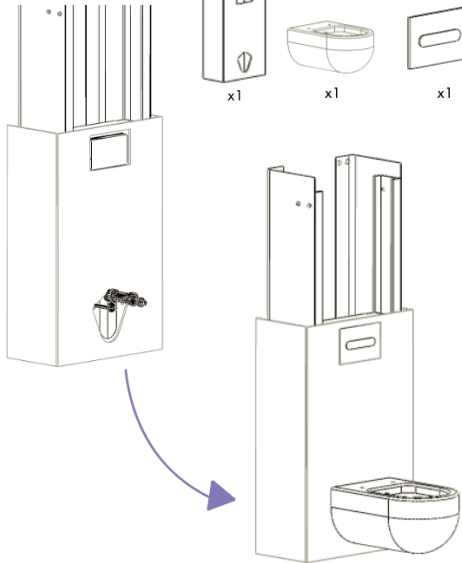
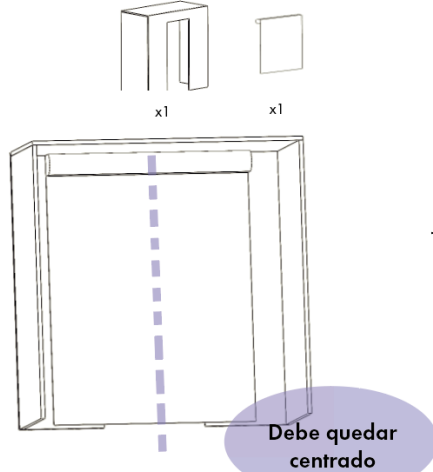


Ilustración 31. Instrucciones de montaje 2



INSTRUCCIONES DE MONTAJE

9. Monta el estor sobre la parte interior de la carcasa fija.



10. Apoya la carcasa fija sobre los perfiles de la estructura, debe estar centrada. Comprueba que por ella puede entrar la carcasa móvil. Una vez esté bien colocada, fíjala a la pared con silicona. También une la parte inferior del estor a la carcasa móvil mediante silicona.

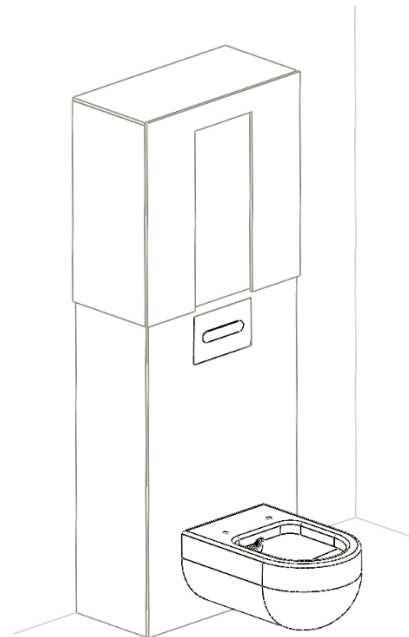


Ilustración 32. Instrucciones de montaje 3

7.5. Embalaje. Imagen corporativa

7.5.1. Nombre

El nombre es una mezcla entre las palabras “universal” y “bath” sacadas del inglés. Se han utilizado estas palabras ya que se pretende hacer baños que cumplan con los principios del diseño universal (Ilustración 33).



Ilustración 33. Nombre

La marca está formada por el nombre y un isotipo que forma la “b” de Unibath. Todo el nombre se compone de la tipografía ISOCP con un espesor del 0,25mm.

7.5.2. Isotipo

Este isotipo de la Ilustración 34 que ocupa el lugar de la letra b, hace referencia a un inodoro, pues muestra el asiento y el agujero por el que pasa el agua. Se podrá usar junto con la marca o de manera independiente cuando sea necesario.



Ilustración 34. Isotipo

7.5.3. Colores corporativos

Se usará como color corporativo principal el azul Very Pery de Pantone, un color que reúne las sensaciones que transmite el color azul: seguridad, tranquilidad, protección y salud, Junto con un toque violeta. Este color es el elegido del año por Pantone y nos sugiere tiempos de transformación y de cambio.

Además, este se combina con el gris Cool Gray 1 C de Pantone que en marketing simboliza la seriedad y el equilibrio. Ambos se encuentran en la siguiente Ilustración 35.



Ilustración 35. Colores corporativos [21]

7.5.4. Logotipo

Finalmente, el logotipo quedaría de la siguiente forma. En la Ilustración 36 se ve como quedaría con el Very Peri de fondo y de texto. Aquí se incorpora tanto el nombre, como el isotipo, todo ello con los colores corporativos de la marca.

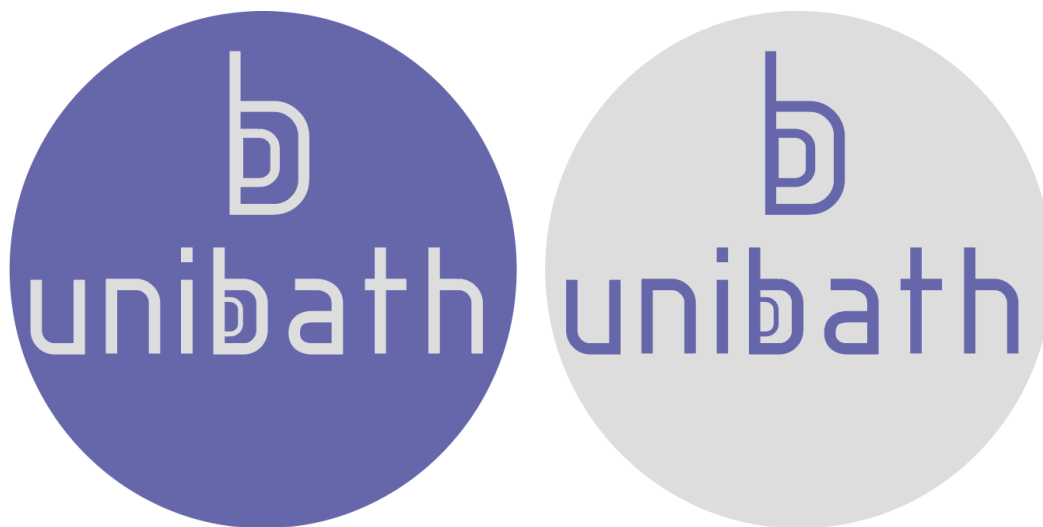


Ilustración 36. Logotipo

7.5.5. Tipografía corporativa

La tipografía que se usará será la futura. Se utilizará en carteles, manuales, notas de prensa, informes y cualquier documento de la empresa.

Futura PT Book 11 pts.

abcdefghijklmnopqrstuvwxy
ABCDEFGHIJKLMNPOQRSTUVWXYZ
1234567890

Futura PT Book Italic 11 pts.

abcdefghijklmnopqrstuvwxy
ABCDEFGHIJKLMNPOQRSTUVWXYZ
1234567890

Futura PT Book 12 pts.

abcdefghijklmnopqrstuvwxy
ABCDEFGHIJKLMNPOQRSTUVWXYZ
1234567890

Futura PT Book Italic 12 pts.

abcdefghijklmnopqrstuvwxy
ABCDEFGHIJKLMNPOQRSTUVWXYZ
1234567890

Futura PT Demi 14pts.

**abcdefghijklmnopqrstuvwxy
ABCDEFGHIJKLMNPOQRSTUVWXYZ
1234567890**

Futura PT Bold 16 pts.

**abcdefghijklmnopqrstuvwxy
ABCDEFGHIJKLMNPOQRSTUVWXYZ
1234567890**

7.5.6. Envase y embalaje

El envío se realizará en una caja de cartón con protecciones de poliespán y plástico retráctil en el interior. Estas cajas se apilarán sobre pallets de madera y se fijarán mediante plástico retráctil. La caja deberá llevar impresa la imagen corporativa con sus colores corporativos, uno en cada lateral. Y en el extremo superior izquierdo el nombre en color negro. Además, se incluyen los distintivos de normativas necesarios para las indicaciones de uso.

Podemos ver un ejemplo del embalaje en la Ilustración 37.



Ilustración 37. Embalaje

8. Planificación

En relación con el proceso de materialización, se expone la planificación de la ejecución del proyecto. Para ellos se definen las diferentes etapas, plazos de entrega y gráficos de programación. En el caso del inodoro, el montaje se tiene que hacer en la casa del comprador por lo que no se contará el tiempo.

En la Tabla 15 podemos observar las diferentes actividades que hay que realizar para llevar a cabo el proyecto:

Actividad	Duración (días)	Actividades precedentes inmediatas	Personal
A Compra de componentes y materiales	1	-	Diseñadora
B Llegada de componentes	49	A	-
C Llegada de materiales	6	A	-
D Fabricación	3	C	Operario
E Embalado	1	B, D	Operario

Tabla 15. Lista de actividades

- A. Compra de componentes: para este punto se tienen en cuenta el tiempo de pedido. Al pedirlos vía internet y al mismo tiempo, se pone un 1 pero sería cuestión de horas.
- B. Llegada de componentes: en este punto se tiene en cuenta el tiempo del componente que más tarda en llegar. Como todos los componentes se piden a la vez, cuando llegue el último se dará la tarea por finalizada.
- C. Llegada de materiales fabricados: En este punto se seguirá el mismo criterio que para la llegada de los componentes.
- D. Fabricación: este punto se dará por finalizado cuando todos los componentes que se han de fabricar queden terminados.
- E. Empaquetado: se considera esta tarea finalizada cuando tanto los componentes como las piezas fabricadas se encuentran listo para el envío.

La actividad D de fabricación se desglosará en las tareas que la componen, el corte laser y el plegado de las chapas ya viene realizado de fabrica por lo que no se cuentan dichas tareas. Tabla 16:

Tarea	Duración (h)	Actividades precedentes inmediatas	Personal
F Taladrado acero	0,7		Operario
G Soldadura	0,5		Operario
H Corte maderas	0,25		Operario
I Secado cola	24	L	Operario
J Lacado carcasas	0,25	M	Operario
K Secado lacado	24	N	Operario

Tabla 16. Lista de tareas

Podemos ver toda la planificación del proyecto en el diagrama de Gantt (Ilustración 38 y 39), las tareas y sus fechas de inicio y fin y como se organizan entre ellas. Podemos observar que la duración del proyecto es elevada ya que uno de los componentes tarda 49 días en llegar.

La fabricación se realizará todo el mismo día (porque no se puede poner por horas) dejando un día entre secados. Los días donde se realiza la fabricación son entre semana ya que es cuando trabaja el operario.

Nombre	Fecha de i...	Fecha de fin
A. Compra de comp...	1/11/22	1/11/22
B. Llegada de comp...	2/11/22	20/12/22
C. Llegada de mater...	2/11/22	9/11/22
▼ D. Fabricación	10/11/22	15/11/22
F. Taladro acero	10/11/22	10/11/22
G. Soldadura	10/11/22	10/11/22
H. Encolado mad...	10/11/22	10/11/22
I. Secado cola	10/11/22	11/11/22
J. Lacado carcassas	14/11/22	14/11/22
K. Secado lacado	14/11/22	15/11/22
E. Empaquetado	20/12/22	20/12/22

Ilustración 38. Diagrama de Gantt

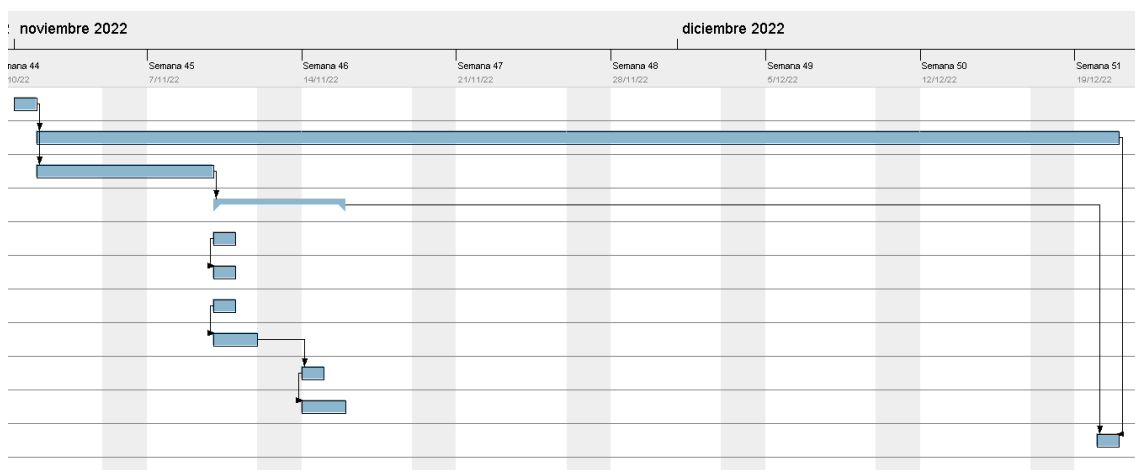


Ilustración 39. Diagrama de Gantt

El proyecto se prevé que comience el 1 de noviembre de 2022 y será finalizado y listo para enviar el día 20 de diciembre de 2022.

9. Ambientaciones

Las siguientes ilustraciones mostrarán el conjunto en diversos colores y posiciones.



Ilustración 40. Inodoro en baño.

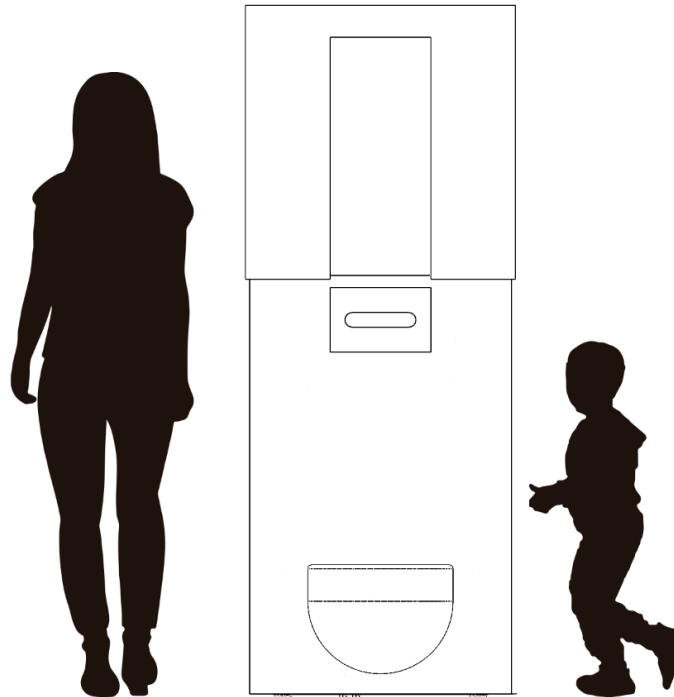


Ilustración 41. Inodoro con usuarios

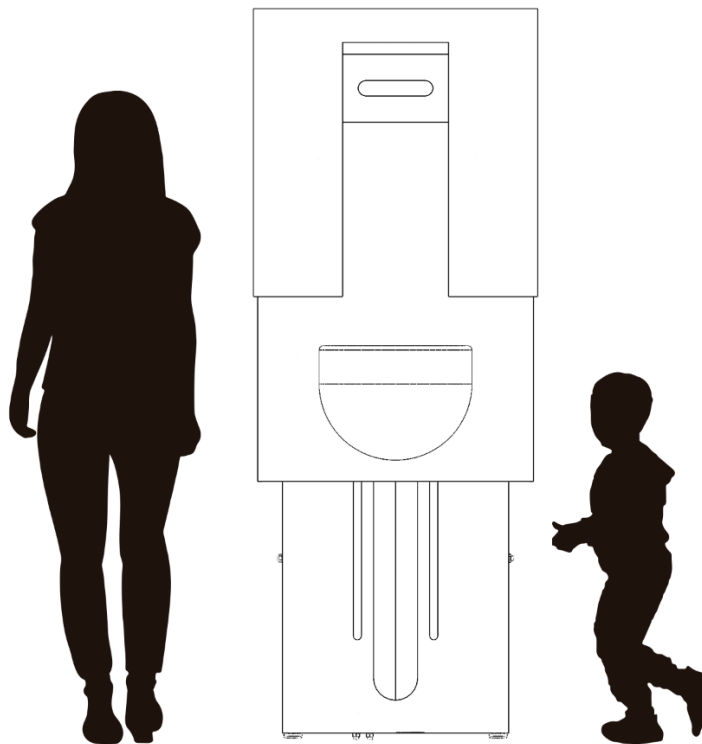


Ilustración 42. Inodoro subido con usuarios



Ilustración 43. Conjunto bajado

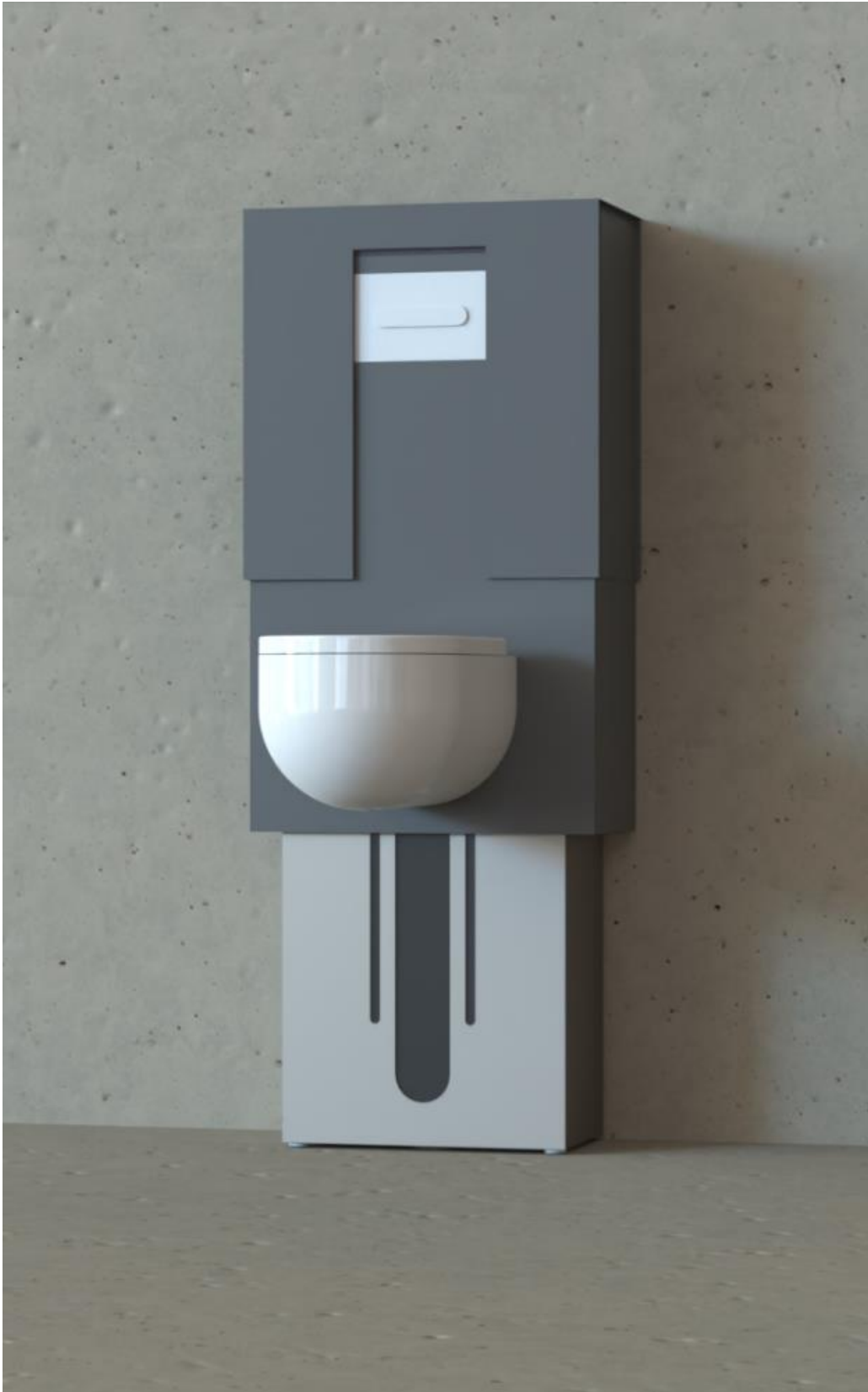


Ilustración 44. Conjunto elevado



Ilustración 45. Conjunto elevado lateral



Ilustración 46. Detalle conjunto elevado



Ilustración 47. Conjunto elevado

10. Conclusión

Una vez realizado este proyecto se puede concluir que se han conseguido solventar los problemas por los que se decidió hacerlo.

Para empezar, se ha conseguido un módulo con inodoro que puede usarse por un mayor número de usuarios, pues, a diferencia de uno convencional, este inodoro se adapta a la altura de la entrepierna de cualquier usuario.

En segundo lugar, gracias a la regulación de su altura, permite mantener el inodoro a una altura que permita conseguir la postura idónea para defecar. Además, como se ha conservado el diseño convencional, es un inodoro que sigue siendo cómodo.

Finalmente, aparte de resolver los problemas planteados inicialmente, cumple con una serie de objetivos, entre los cuales están el tener una estética agradable para el baño o permitir eliminar el uso de elementos externos.

Como conclusión, este módulo con inodoro es un producto para todo el mundo sin importar su altura y su movilidad y, además, permite una defecación cómoda y rápida.



unibath

VOLUMEN II

ANEXOS

DISEÑO DE UN INODORO ACCESIBLE Y
ERGONÓMICO

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos
Universitat Jaume I
DI1048- Trabajo Final de Grado

Nuria Martínez Moreno
Tutor: Víctor Roda Casanova

ÍNDICE ANEXOS

1. Estudio de Dov. Sikirov.....	5
2. Sistema de elevación.....	8
2.1. Mecanismo 1.....	8
2.2. Mecanismo 2.....	9
2.3. Conclusión.....	9
3. Sistema de anclado a la pared.....	10
4. Salida del agua.....	11
5. Cálculos	12
5.1. Tornillos chapa	12
5.1.1. Escenario 1	12
5.1.2. Escenario 2	13
5.2. Chapa en L.....	14
5.3. Actuador.....	15
5.4. Soportes del actuador	16
5.5. Rodamientos	17
6. Estudio de viabilidad	18

1. Estudio de Dov. Sikirov

Digestive Diseases and Sciences, Vol. 48, No. 7 (July 2003), pp. 1201–1205 (© 2003). Comparison of Straining During Defecation in Three Positions Results and Implications for Human Health [8]

El estudio parte de veintiocho voluntarios (14 hombres y 14 mujeres, de edades entre los 17 y los 66) con una función intestinal aparentemente normal. Se excluyeron a los individuos que no podían adoptar la postura en cuclillas, así como los que tenían menos de 2 o 3 deposiciones al día.

La primera etapa consistió en registrar el tiempo de vaciado rectal con el sujeto sentado en el asiento del inodoro en un asiento de inodoro normal (a 41-42 cm de la base e incluyendo el asiento). La segunda etapa fue igual a la primera, pero con los pies del sujeto apoyados en un reposapiés de 10 cm de altura, lo que redujo la altura del asiento del inodoro a 31-32 cm. La tercera etapa era la misma que la segunda, pero con el uso de un reposapiés de 15 cm de altura. de un reposapiés de 15 cm de altura, lo que reducía la altura de la taza del váter a 26-27 cm: esta etapa se abandonó cuando cuatro voluntarios consecutivos cuatro voluntarios consecutivos se negaron a completar el número requerido de ensayos de defecación debido a la extrema incomodidad de defecar en esta posición. En la cuarta etapa, el sujeto defecaba en una postura en cuclillas. Los resultados se ven en las tablas 1 y 2 y gráficos 1 y 2:

Subject	Sex, age, height (cm), weight (kg)	Squatting		Sitting at a height of 31–32 cm		Sitting at a height of 41–42 cm	
		Mean*	Range	Mean*	Range	Mean*	Range
1.	F, 47, 165, 74	0.66(27)†	0.58–0.73	1.39(58)†	0.96–2.3	2.39	1.4–3.78
2.	M, 43, 180, 99	1.77(24)	1.13–2.26	5.38(75)	3.93–7.23	7.16	5.55–9.13
3.	F, 42, 170, 80	1.79(45)	1.13–2.6	3.82(95)	2.41–4.33	4	1–8.83
4.	M, 31, 175, 69	0.26(67)	0.21–0.4	0.35(90)	0.13–0.91	0.39	0.25–0.56
5.	M, 61, 174, 80	0.43(46)	0.31–0.58	0.74(80)	0.66–0.83	0.93	0.8–1.31
6.	M, 36, 192, 90	3.23(43)	2.11–5.13	5.73(76)	2.13–8.45	7.56	5.06–10.2
7.	M, 63, 173, 78	2(71)	1.91–2.33	3.98(141)	3.08–4.91	2.83	2.03–3.41
8.	M, 65, 168, 71	0.57(44)	0.48–0.7	0.9(69)	0.63–1.28	1.3	0.96–1.58
9.	F, 30, 157, 65	0.79(26)	0.65–1.01	2.77(92)	0.75–5.51	3	1.15–5.05
10.	M, 58, 174, 88	0.64(27)	0.48–0.85	2.2(92)	0.91–3.98	2.4	1.2–5.05
11.	F, 21, 158, 67	0.09(60)	0.08–0.11	0.3(200)	0.3–0.35	0.15	0.08–0.23
12.	M, 66, 169, 72	0.6(48)	0.5–0.73	0.84(67)	0.65–1.21	1.25	0.88–1.46
13.	M, 35, 187, 80	0.54(48)	0.35–0.63	0.99(88)	0.63–1.83	1.12	0.81–1.71
14.	M, 51, 176, 88	0.64(27)	0.46–0.86	2.15(91)	0.8–4	2.35	0.98–5.23
15.	M, 18, 180, 78	1.1(30)	0.66–1.73	3.43(92)	1.93–4.96	3.72	1.61–5.33
16.	M, 36, 186, 80	0.6(60)	0.45–0.66	1.1(110)	0.65–2.58	1	0.45–1.71
17.	M, 30, 175, 103	0.76(44)	0.78–1.11	1.41(81)	1.06–1.96	1.74	0.95–2.48
18.	M, 19, 181, 80	1.06(28)	0.76–1.38	3.52(93)	1.95–5.16	3.79	1.95–5.58
19.	F, 24, 155, 47	0.97(49)‡	0.75–1.18	1.58(80)†	0.55–2.2	1.97	0.88–5.71
20.	F, 28, 163, 55	0.5(61)	0.41–0.58	0.61(75)	0.5–0.73	0.81	0.58–1
21.	F, 55, 155, 74	0.99(72)	0.66–1.81	1.36(99)	0.91–2.16	1.37	0.8–2.03
22.	F, 50, 164, 73	1.18(47)	0.78–1.5	1.74(70)	1.15–2.38	2.47	1.8–3.08
23.	F, 17, 167, 63	0.17(51)	0.13–0.23	0.44(133)	0.35–0.53	0.33	0.16–0.6
24.	F, 49, 166, 64	0.92(36)	0.3–1.7	3.17(124)	0.8–5.38	2.54	2.2–3.2
25.	F, 27, 164, 54	0.2(35)	0.16–0.26	0.29(50)	0.2–0.45	0.57	0.33–0.76
26.	F, 45, 160, 68	0.08(57)	0.08–0.1	0.11(78)	0.1–0.13	0.14	0.13–0.16
27.	F, 50, 160, 50	0.94(46)	0.51–1.5	1.26(62)	0.66–3.66	2.03	0.66–3.66
28.	F, 27, 159, 50	0.57(47)	0.41–1.08	1.28(105)	0.85–2.33	1.21	0.58–1.31
Average‡		0.85(39)		1.9(88)		2.16	

*The total time spend on 6 defecation acts by any volunteer divided by 6.

†In parenthesis mean values presented in percent: mean values of sitting on a regular toilet seat(height 41–42 cm) assumed as 100%.

‡The sum of means of each position divided by 28 (the number of volunteers).

Tabla 1. Tiempos de vaciado intestinal según la posición (en minutos) [8]

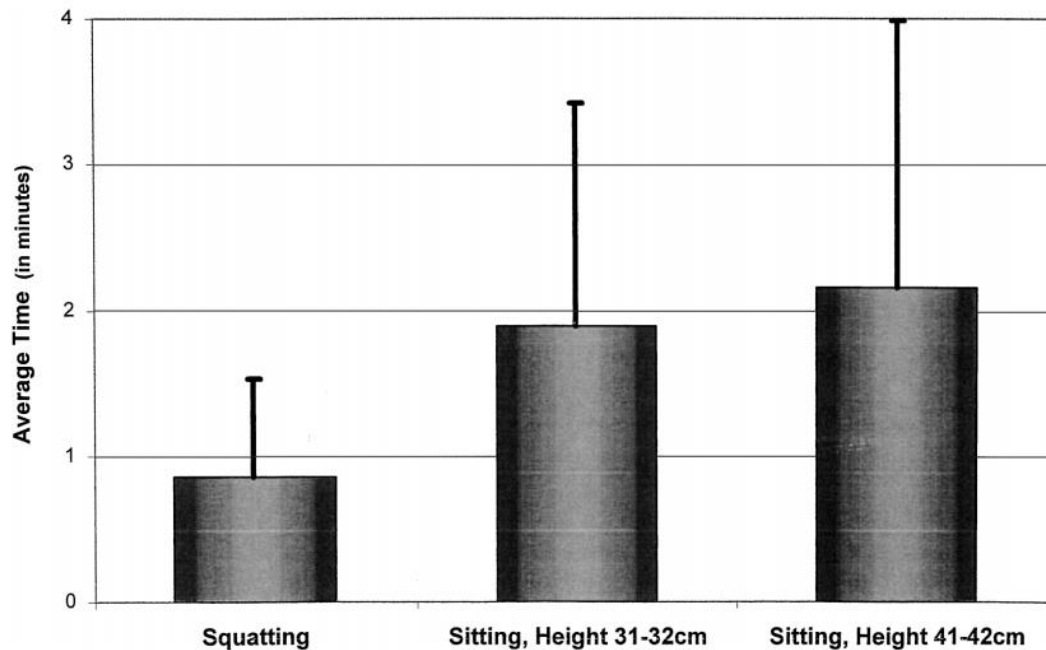


Gráfico 1. Tiempos de vaciado intestinal según la posición (en minutos) [8]

Subject	Sex, age, height (cm), weight (kg)	Squatting				Sitting at a height of 31–32 cm				Sitting at a height of 41–42 cm			
		Very easy	Easy	Moderate	Difficult	Very easy	Easy	Moderate	Difficult	Very easy	Easy	Moderate	Difficult
1.	F, 47, 165, 74	6*				2	4			1	2	3*	
2.	M, 43, 180, 99	4	2			3	1	2		1	3	1	1
3.	F, 42, 170, 80		3	3			3	3			3	3	3
4.	M, 31, 175, 69	3	2		1	2	1	2	1	2	1	3	
5.	M, 61, 174, 80	4	2				1	4	1			5	1
6.	M, 36, 192, 90	2	2	2		1	1	4			2	2	2
7.	M, 63, 173, 78		5	1				4	2		1	4	1
8.	M, 65, 168, 71	4	2			2	3	1			1	5	
9.	F, 30, 157, 65		2	3	1		2	3	1		2	3	1
10.	M, 58, 174, 88	4	2			2	2		2		2	3	1
11.	F, 21, 158, 67	1	4	1			1	4	1	1	1	4	
12.	M, 66, 169, 72	4	2			2	4				1	5	
13.	M, 35, 187, 80	3	2		1		2	3	1		1	3	2
14.	M, 51, 176, 88	4	2			2	2	2		1	1	3	1
15.	M, 18, 180, 78	5	1			1	2	2	1		2	2	2
16.	M, 36, 186, 80	3	1	1	1		2	3	1		3	1	2
17.	M, 30, 175, 103		6				6			1	5		
18.	M, 19, 181, 80	5	1			1	2	2	1		2	2	2
19.	F, 24, 155, 47		5	1			4	2			5	1*	
20.	F, 28, 163, 55	6				6				6			
21.	F, 55, 155, 74		3	2	1		1	2	3		1	3	2
22.	F, 50, 164, 73		4	1	1		1	2	3		2	3	1
23.	F, 17, 167, 63	3	3					4	2		2	3	1
24.	F, 49, 166, 64	3	2	1		1		5			3	2	1
25.	F, 27, 164, 54	2	2	2		4	1	1		2	1	3	
26.	F, 45, 160, 68	4		2		5		1			2	4	
27.	F, 50, 160, 50	4		1	1		3	3			2	3	1
28.	F, 27, 159, 50		4	2			3	2	1		3	3	
Total		74	64	23	7	34	52	61	21	15	51	77	25
Percent†		44	38	14	4	20	31	36	13	9	30	46	15

*The number of answers.

†The total number of answers in each position is 168 [28 (number of volunteers) × 6 (defecation acts)].

Tabla 2. Resultados de la evaluación subjetiva de la dificultad para defecar [8]

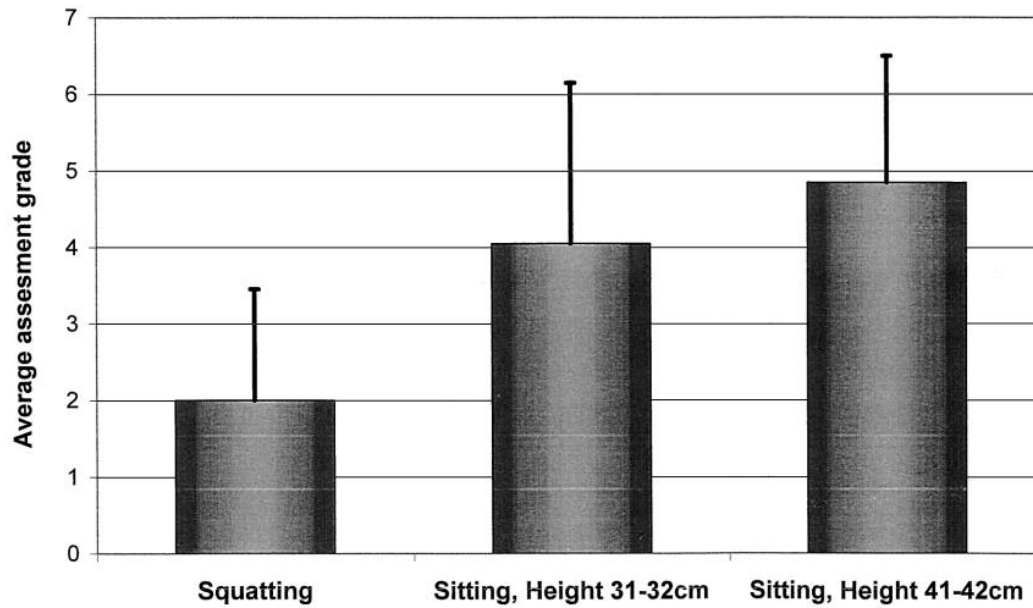


Gráfico 2. Resultados de la evaluación subjetiva de la dificultad para defecar [6]

Los resultados obtenidos se explican con un factor anatomofisiológico común de los seres humanos y es el ángulo recto-anal, que se endereza con la flexión de la cadera. El ángulo recto-anal se endereza con las caderas totalmente flexionadas -correspondiendo con la posición en cuclillas- y convierte la salida recto-anal en un canal recto facilitando así el vaciado rectal.

2. Sistema de elevación

2.1. Mecanismo 1

Mecanismo formado por 3 partes: una parte que hará de **guiado lineal**, reduciendo los grados de libertad y guiando la dirección de elevación, una segunda parte que será el **motor rotatorio**, el cual nos dará un movimiento rotatorio que transformaremos en lineal a través de una **transmisión**, que hace de unión entre el motor y el inodoro. Las combinaciones de ven en la Tabla 3:

Guiado lineal	Motor rotatorio	Transmisión
Guías lineales y patines	Servomotor	Husillo de fricción
Guías lineales con rodamientos	Trifásico	Husillo de bolas
	Corriente Continua	Piñón-Cremallera
	Paso a paso	

Tabla 3. Combinaciones opción 1

Cualquiera de estas combinaciones sería útil para el objetivo, que es mover arriba y abajo el inodoro y soportar el peso de una persona y la estructura, para ello se evalúan las distintas opciones para ver cuál es la que se adapta mejor a la necesidad.

Guiado lineal:

Entre las opciones de guiado podemos elegir una infinidad de guías y patines lineales, de las cuales se pueden ver algunos ejemplos en anexos, podrían funcionar en el sistema de elevación. Tanto guías cilíndricas como guías rectangulares o cualquier otra disposición que se encuentre en el mercado. En este caso, como no tienen que soportar peso, pues el peso quedaría a cargo de la transmisión, solo se necesita que los rodamientos de las guías estén cerrados, para así hacer función de sellado, ya que en un ambiente húmedo como es el baño, hará que el rodamiento tenga más vida útil a parte de protegerlo contra la suciedad.

En cuanto las guías lineales con rodamientos cumplen la misma función que los patines lineales, pero son más baratos ya que no confieren tanta precisión como los patines.

En el caso del inodoro, no se requiere tanta precisión en el guiado por lo que se selecciona la opción con rodamientos pues, puesto que ambos cumplen los requisitos, los rodamientos son más baratos al ser menos precisos.

Motor rotatorio:

- El motor trifásico es incompatible con el diseño ya que los motores de corriente alterna no pueden trabajar a bajas velocidades, y el inodoro se debe mover lentamente.
- Los motores de corriente continua son muy versátiles, pueden usarse tanto en aplicaciones de baja potencia, como de alta potencia. Pueden soportar grandes fuerzas, pero son menos precisos.
- Los servomotores cuentan con una alta precisión y un alto torque sin embargo son motores muy caros.
- Los motores paso a paso tienen un alto control de la precisión, así como una fácil configuración sin embargo no son buenos cargando mucho peso, como es esta aplicación.

En conclusión, el motor que más se adapta a un elevador de inodoro, que tiene que elevar alto peso y a unas velocidades bajas, es el motor de corriente continua.

Transmisión:

- Husillo de fricción: Es el mecanismo más simple y está formado por un tornillo y una tuerca, de forma que con el giro del tornillo se consigue el movimiento rectilíneo de la tuerca. Es el husillo más simple, pero tiene muchas pérdidas por fricción.
- Husillo de bolas: El husillo de bolas es la alternativa al de fricción, sustituye la fricción por la rodadura de bolas de acero reduciendo así las pérdidas.
- Piñón cremallera: El mecanismo piñón-cremallera convierte el movimiento circular de un piñón en uno lineal continuo de la cremallera, que no es más que una barra rígida dentada.

2.2. Mecanismo 2

Mecanismo formado por 2 partes: una parte que será un **guiado lineal**, como en la anterior opción, sin embargo, esta se diferencia en que cuenta con un **actuador lineal** en vez de rotatorio por lo que directamente se transmite el movimiento del motor al inodoro. Las combinaciones se ven en la Tabla 4.

Guiado lineal	Actuador lineal
Guías lineales y patines	Actuador neumático
Guías lineales con rodamientos	Actuador hidráulico
	Actuador lineal electromecánico

Tabla 4. Combinaciones opción 2

Actuador lineal

En primer lugar, un actuador es un dispositivo mecánico que convierte energía en movimiento.

- Los actuadores neumáticos son de bajo coste, sencillos y rápidos, sin embargo, requieren de instalaciones especiales y son ruidosos, cosa que en una vivienda no interesa.
- Los actuadores hidráulicos, aunque tienen una alta capacidad de carga y presentan estabilidad frente a cargas estáticas, requieren también de instalaciones especiales y tienen un difícil mantenimiento además de ser más caros.
- Los actuadores electromecánicos son precisos y silenciosos, con una fácil instalación y un control sencillo.

Aun con la potencia limitada, el actuador eléctrico es el que más se adapta al diseño requerido, pues los neumáticos e hidráulicos pese a sus ventajas, requieren de instalaciones especiales que no podríamos incluir en el diseño del inodoro y que encajaran con el baño.

2.3. Conclusión

Ambas opciones para el sistema de elevación son válidas, sin embargo, con la primera opción de elevación, si se escogiera un husillo se encarecería demasiado la aplicación para que fuera comerciable, y ya que el precio es una preocupación importante en este proyecto, se ha optado por la opción 2 puesto que únicamente lo conforman dos partes, y el actuador lineal electromecánico es más barato que el husillo.

3. Sistema de anclaje a la pared

En cuanto al anclaje a la pared se encuentran varias soluciones, que se analizarán para ver cual o cuales de ellas cumplen con el objetivo requerido.

En los sistemas de anclaje a la pared se encuentran las uniones por adhesivo, por encaje o atornillada. Como se quiere no hacer mucha obra, la unión por encaje haría modificar la pared donde irá el inodoro por lo que se descarta. Quedan dos opciones valorables que son unión por adhesivo y unión atornillada, esta unión atornillada puede ser de tornillos únicos o tornillos con anclaje plástico, metálico o químico.

El peso que tiene que soportar la estructura fijada a la pared es el del inodoro junto con la persona que se sienta, creando una tensión a tracción entre la pared y el inodoro, cuando estas fuerzas se distribuyen de manera uniforme, las uniones adhesivas tienen buena resistencia, sin embargo, al ser una carga concentrada en un punto de la superficie (abajo en donde la persona se apoye), se pueden crear tensiones que rompan la unión.

Con esto dicho, la mejor opción para nuestro diseño será una unión atornillada.

El conjunto del inodoro incluirá unos pernos de pared para ladrillo, sin embargo, el cliente deberá de tener en cuenta su tipo de pared y cuál es la solución atornillada que le es compatible ya que no se puede tener en cuenta todos los tipos de paredes.

4. Salida del agua

Los baños cuentan una salida de agua que puede ser en la pared o en el suelo, se puede ver un esquema en la ilustración 1, donde se ven ambas posiciones:

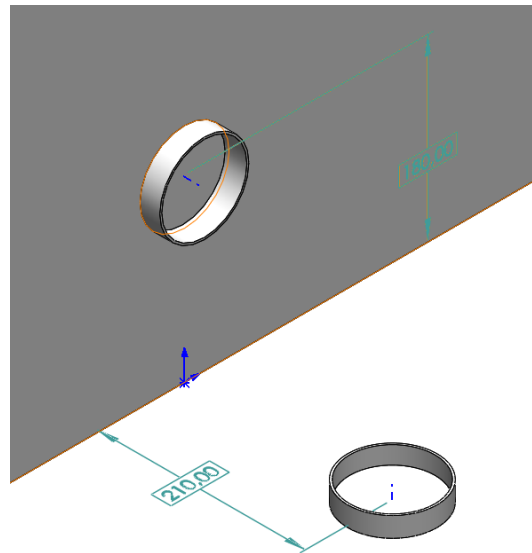


Ilustración 1. Medidas salidas de agua

Por ello, la tubería que les conecta tiene que ser útil para ambos y también permitir el movimiento de subida y bajada que hará el inodoro. La solución que sería válida para el suelo sería una tubería tipo codo y para la pared una tubería recta, para así conectar el inodoro al suelo o a la pared. Por otro lado, para que pudiera permitir el movimiento tendría que ser una tubería flexible que se pudiera estirar y encoger, esta solución es compatible tanto con la tubería en el suelo como la tubería en la pared, sin necesidad de codos. Pues permitiría el movimiento desde cualquiera de las dos salidas.

5. Cálculos

5.1. Tornillos chapa

Para comprobar que los tornillos de la chapa soportan las cargas vamos a suponer dos escenarios: primero, suponiendo que está fija a un lado y la carga que soporta es la de la persona y segundo, suponiendo que la fuerza que soportan es la del actuador. Ambas cargas se muestran en la Ilustración 2:

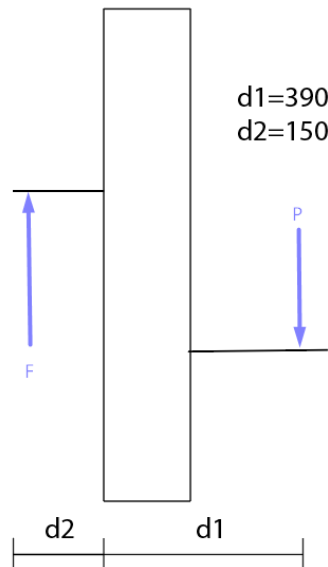


Ilustración 2. Cargas que actúan sobre los tornillos

5.1.1. Escenario 1

La carga de la persona (P) en el inodoro producirá una fuerza cortante que se repartirá entre los 4 tornillos, supondremos un peso de 200kg con un factor de seguridad del 1,5.

$$T = \frac{Ft}{4} = \frac{3000N}{4} = 750N$$

Por otra parte, cada tornillo soporta una carga normal debido al Momento Flector que crea Ft con respecto al plano de la unión.

El momento flector con respecto a la unión vale entonces:

$$Mf = N \cdot d1 = 3000 \cdot 390 = 1170000N \cdot mm$$

Las distancias entre tornillos con respecto a la chapa se visualizan en la Ilustración 3:

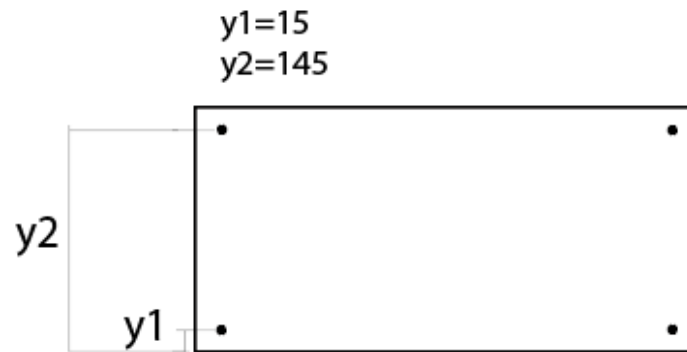


Ilustración 3. Distancias entre tornillos

Se obtiene la constante de proporcionalidad k :

$$k = \frac{Mf}{2 \cdot y_1^2 + 2 \cdot y_2^2} = \frac{1170000}{450 + 42050} = 27,52N/mm$$

Teniendo en cuenta las imágenes se puede ver claramente que los tornillos más solicitados serán los de arriba, de esta forma, la tensión tangencial y normal para estos tornillos será:

$$\sigma = \frac{N}{At} = \frac{k \cdot y_2}{At} = \frac{27,52 \cdot 145}{36,61} = 109,03MPa$$

$$\tau = \frac{T}{At} = \frac{750}{36,61} = 20,48MPa$$

La tensión de comparación, usando el criterio de tensión tangencial máxima, será:

$$\sigma_c = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} = \sqrt{109,03^2 + 4 \cdot 20,48^2} = 116,47MPa$$

Y sabiendo que los tornillos tienen una calidad de 5.8:

$$\sigma_c < \sigma_{adm} = S_p = 380MPa$$

Concluyendo que los tornillos soportarían la carga de la persona cuando esta esté sentada.

5.1.2. Escenario 2

Para el segundo escenario se realizarán los mismos cálculos, pero con la fuerza máxima que realiza el actuador lineal (F): 6300N

La fuerza cortante será:

$$T = \frac{Ft}{4} = \frac{6300}{4} = 1575N$$

El momento flector con respecto a la unión vale entonces:

$$Mf = N \cdot d_2 = 6300 \cdot 150 = 945000N \cdot mm$$

Se obtiene la constante de proporcionalidad k:

$$k = \frac{Mf}{2 \cdot y1^2 + 2 \cdot y2^2} = \frac{945000}{450 + 42050} = 22,23N/mm$$

En este caso, los tornillos más solicitados serán los de abajo, por lo que las tensiones tangencial y normal para estos tornillos serán:

$$\sigma = \frac{N}{At} = \frac{k \cdot y2}{At} = \frac{22,23 \cdot 145}{36,61} = 91,08MPa$$

$$\tau = \frac{T}{At} = \frac{750}{36,61} = 43,02MPa$$

La tensión de comparación, usando el criterio de tensión tangencial máxima, será:

$$\sigma_c = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} = \sqrt{91,08^2 + 4 \cdot 43,02^2} = 125MPa$$

Y sabiendo que los tornillos tienen una calidad de 5.8:

$$\sigma_c < \sigma_{adm} = Sp = 380MPa$$

Los resultados vuelven a ser los esperados, podemos concluir que los tornillos resistirán ambas tensiones y no romperán.

5.2.Chapa en L

Para comprobar que la chapa en L puede soportar la fuerza del actuador se ha hecho una simulación con la fuerza máxima del actuador: 6300N y con la chapa sujeta por el lado donde iría fijada a la cisterna. Con todo ello, y como vemos en la simulación de la Ilustración 4, podemos observar que en la zona más crítica la deformación sería de 8,66e-01mm.

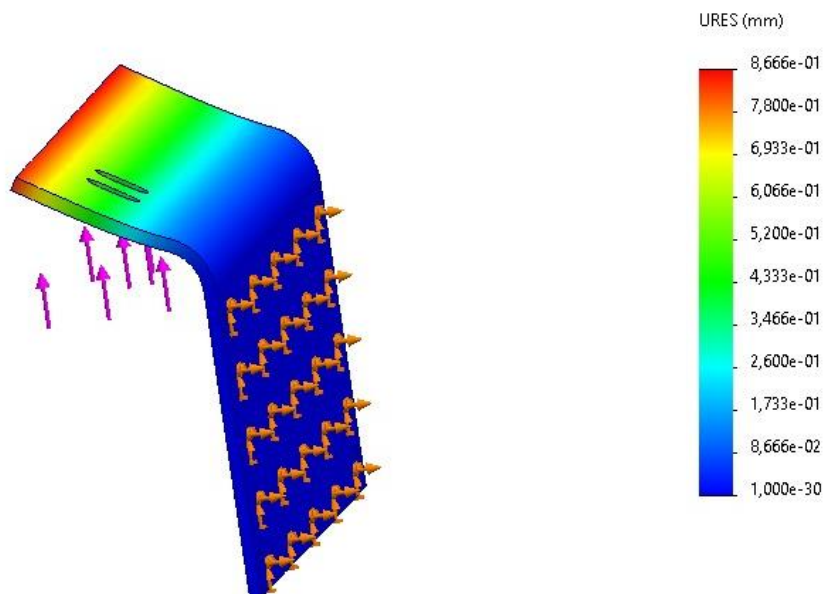


Ilustración 4. Simulación con F=6300N

Aplicando una carga menor, la recomendada para el actuador, 4500N, se observa en la Ilustración 5 que se deforma $6,190e-01$, una deformación casi insignificante teniendo en cuenta que el acero es un material dúctil.

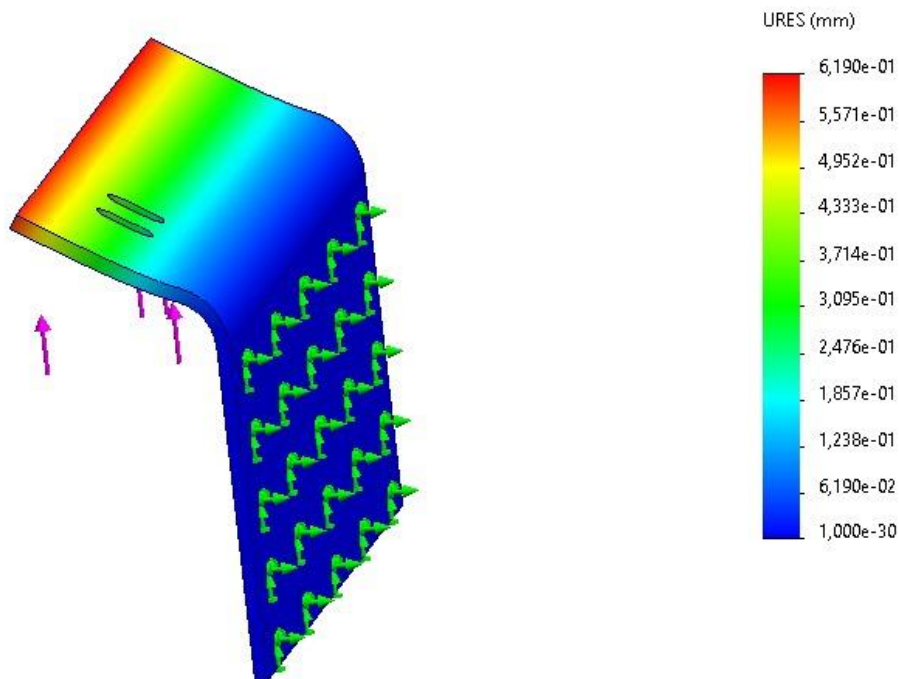


Ilustración 5. Simulación con $F=4500N$

Con esto se puede concluir que la chapa soportará perfectamente la fuerza que le será aplicada por el actuador cuando se pretenda elevar el inodoro.

5.3.Actuador

En la siguiente ilustración (6) vemos la distancia de la carga P que simula el peso de una persona sobre el inodoro.

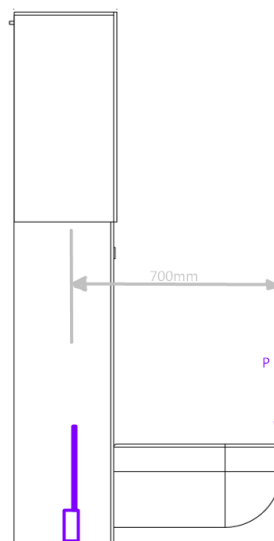


Ilustración 6. Fuerza sobre el actuador

Se supone el peso de 200kg para una persona con un coeficiente de seguridad del 1,5.

$P=3000N$

$$Mf = 3000 \cdot 0,7 = 2100Nm$$

$$SF = Mf + P = 5100N$$

Por ello se escoge el actuador lineal cuya máxima fuerza es de 6300N. Se puede ver en la Ilustración 7.

Technical data

Designation	Unit	CAHB-20E / 12 V			CAHB-20E / 24 V		
Performance data							
Rated Push Force	N	1 500	2 500	4 500	1 500	2 500	4 500
Rated Pull Force	N	1 500	2 500	4 500	1 500	2 500	4 500
Max pull / push Force ¹⁾	N	2 600	3 800	6 300	2 600	3 800	6 300
Holding force ²⁾	N						
Speed without load ³⁾	mm/s	27,0	23,5	13,5	29,0	22,0	13,0
Speed with the rated force ³⁾	mm/s	24,5	17,5	10,5	25,5	19,0	11,0
Electric data							
Nominal voltage	V DC	12	12	12	24	24	24
Nominal current @ rated load ³⁾	A	12,5	15	17	5	6,5	8
Rated current (clutch activation)	A	18,4	21	22,4	6,8	8,8	10,4
Duty cycle	%	10 (85/765 s)	10 (85/765 s)	10 (85/765 s)	20 (85/340 s)	20 (85/340 s)	20 (85/340 s)
Mechanical data							
Stroke	mm	50 ... 700	50 ... 700	50 ... 700	50 ... 700	50 ... 700	50 ... 700
Backlash	mm	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Weight for 200 mm stroke	kg	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Colour	–	Black	Black	Black	Black	Black	Black
Environment and standards							
Ambient temperature ⁴⁾	°C	–40 ... 85	–40 ... 85	–40 ... 85	–40 ... 85	–40 ... 85	–40 ... 85
Degree of protection	–	IP 69K/66M					
Standards / EMC	–	EN61000-6-2:2005, EN61000-6-4:2007/A1:2011					
Salt spray test	–	ISO 9227:2012, 250 hours					

Ilustración 7. Información técnica actuador [19]

5.4. Soportes del actuador

Los soportes del husillo soportan, como se ve en la ilustración 8, una carga máxima de 17000N, y la fuerza máxima del actuador es de 6300N, por lo que los soportes no tendrán problemas en soportar la fuerza del actuador.

Especificación	
Carga máxima	17000N
Diámetro del perno	12,9mm
Peso	550g
SKU	11099999

Ilustración 8. Especificación soporte [23]

5.5. Rodamientos

El momento más crítico para los rodamientos será cuando haya una persona sentada en el inodoro. Por ello se realiza el cálculo con las medidas con el inodoro. Se supone el peso de 200kg para una persona con un coeficiente de seguridad del 1,5. Como se ve en la Ilustración 9, aplicaremos la fórmula para obtener la fuerza máxima que soporta.

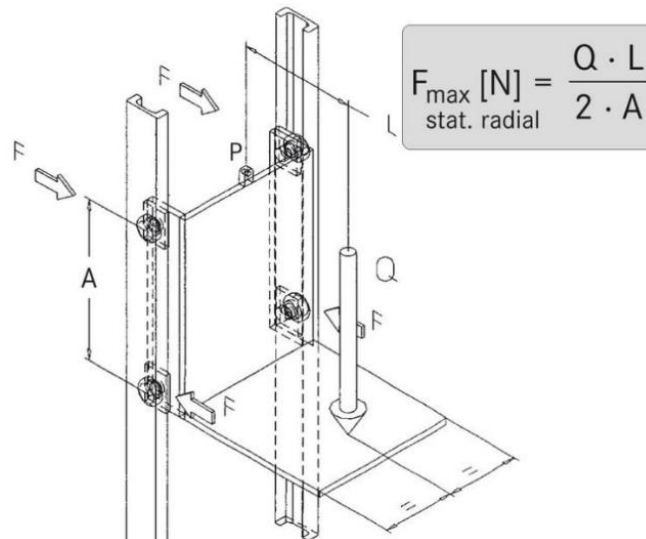


Ilustración 9. Cálculo de la Fr en los rodamientos. [20]

$$Q=350\text{kg} \rightarrow 3500 \text{ N}$$

$$L=500\text{mm}$$

$$A=500\text{mm}$$

$$F = \frac{3500 \cdot 500}{2 \cdot 500} = 1750\text{N}$$

La Fr que se recomienda para este rodamiento es de 1900N por lo que con los resultados se concluye que el rodamiento es válido para realizar este esfuerzo.

6. Estudio de viabilidad

Para poder llevar a cabo una estimación para el estudio de la viabilidad del proyecto, se va a suponer que solo se venderán productos en las residencias de mayores de España.

Los primeros años se reducirá la estimación a la Comunidad Valenciana y posteriormente se ampliará a todo el país.

En la comunidad valenciana se cuenta con 325 residencias. En España el número de centros residenciales es de 5.567, lo que se traduce en 384251 plazas residenciales [22].

El primer año se prevé vender un inodoro al 10% de los centros de la Comunidad Valenciana. Para el segundo año se pretende incrementarlo a un 15% y una vez que ya se dé a conocer, se aspira a vender para toda España con un 2% de los centros totales y mantener ese número durante los 2 años siguientes.

Todo esto se traduce a:

$$\text{Año 1} = 0,1 \cdot 325 = 32,5 \approx 33 \text{ uds}$$

$$\text{Año 2} = 0,15 \cdot 325 = 48,75 \approx 49 \text{ uds}$$

$$\text{Año 3} = 0,02 \cdot 5567 = 111,34 \approx 111 \text{ uds}$$



unibath

VOLUMEN III

PLANOS

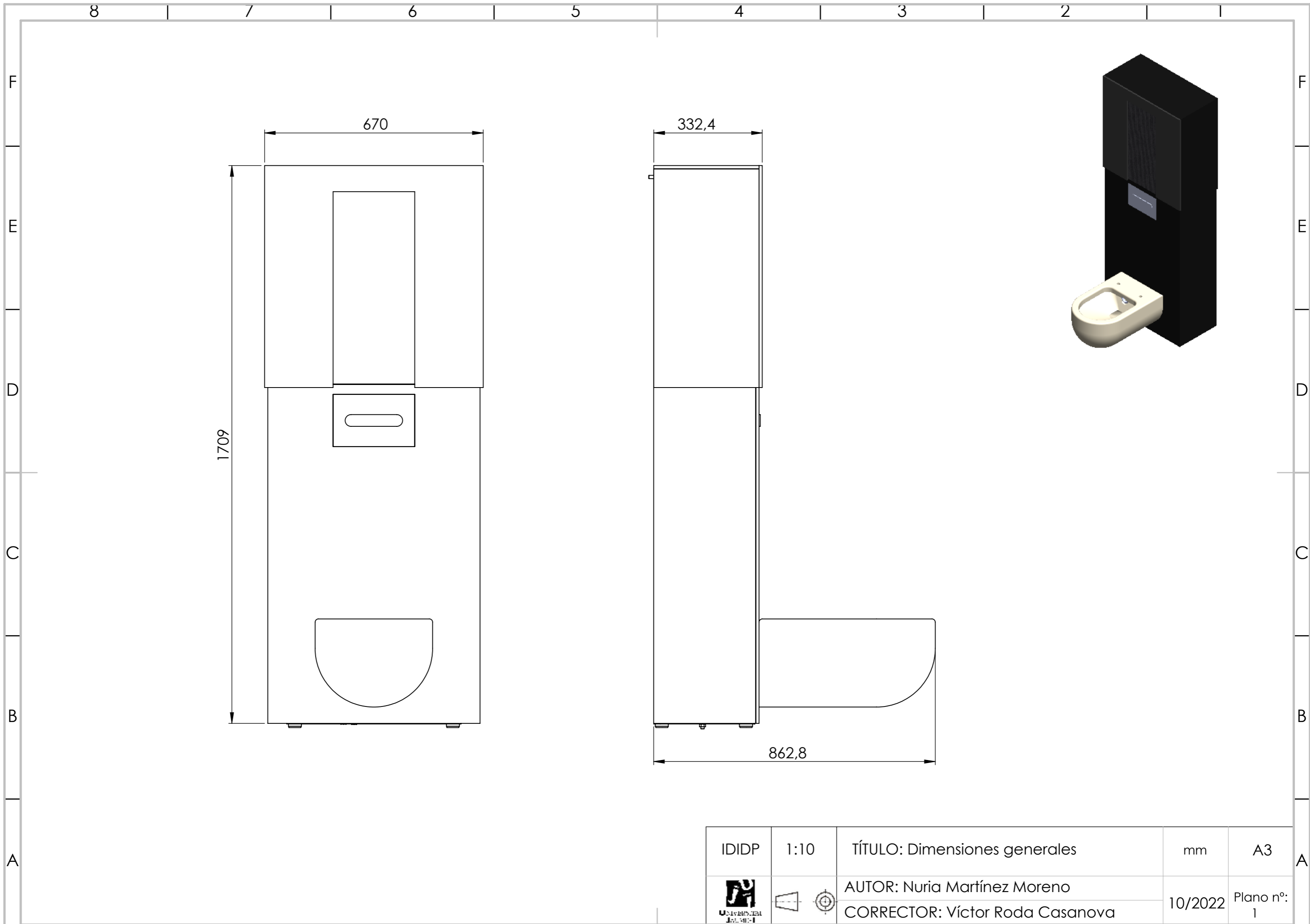
DISEÑO DE UN INODORO ACCESIBLE Y
ERGONÓMICO

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos
Universitat Jaume I
DI1048- Trabajo Final de Grado

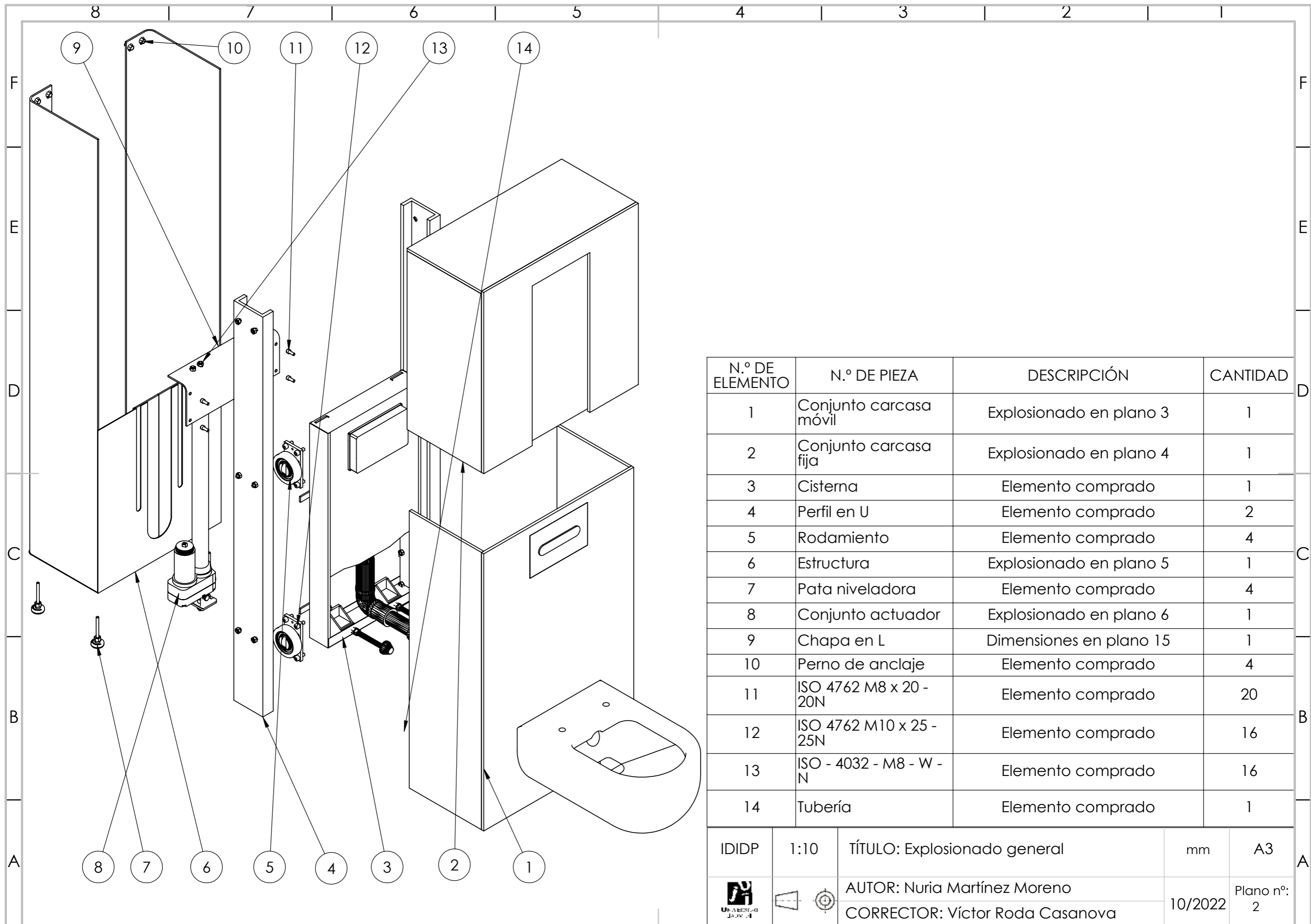
Nuria Martínez Moreno
Tutor: Víctor Roda Casanova

ÍNDICE PLANOS

Plano 1. Dimensiones generales	5
Plano 2. Explosionado general	7
Plano 3. Conjunto carcasa móvil	9
Plano 4. Conjunto carcasa móvil	11
Plano 5. Estructura	13
Plano 6. Conjunto actuador	15
Plano 7. Madera móvil frontal	17
Plano 8. Madera móvil lateral	19
Plano 9. Madera fija frontal	21
Plano 10. Madera fija lateral	23
Plano 11. Perfil L	25
Plano 12. Perfil L 2	27
Plano 13. Chapa suelo	29
Plano 14. Chapa lateral	31
Plano 15. Chapa en L	33

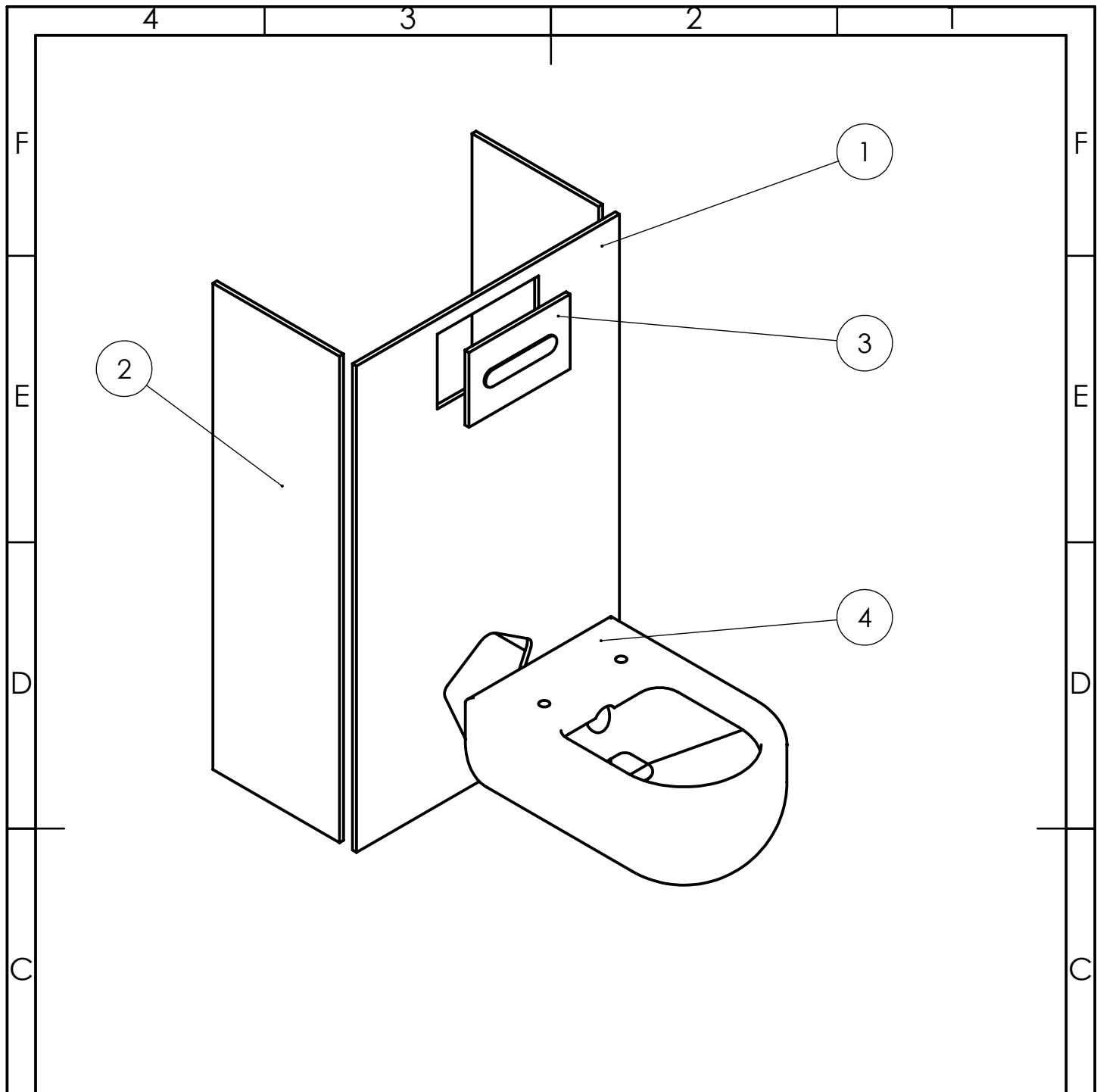


IDIDP	1:10	TÍTULO: Dimensiones generales	mm	A3
		AUTOR: Nuria Martínez Moreno	10/2022	Plano nº: 1
		CORRECTOR: Víctor Roda Casanova		


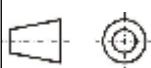


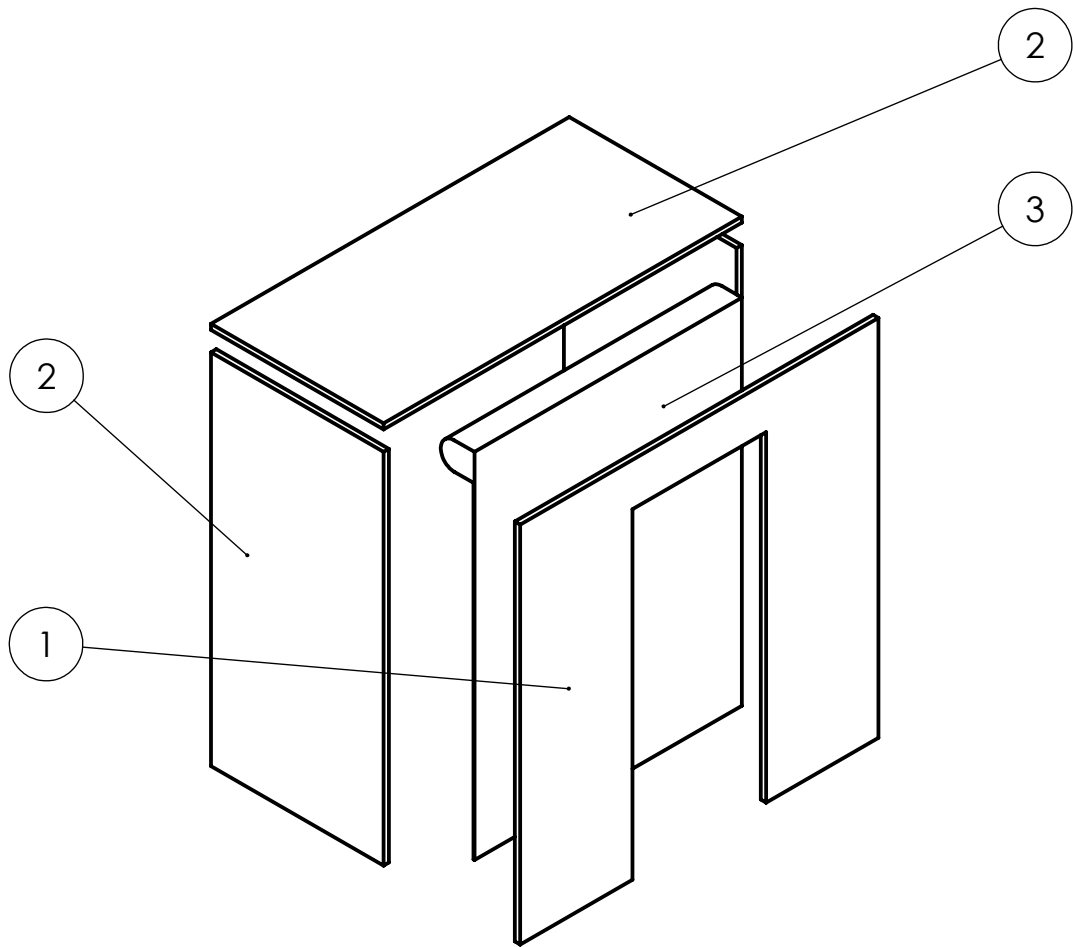
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Conjunto carcasa móvil	Explosionado en plano 3	1
2	Conjunto carcasa fija	Explosionado en plano 4	1
3	Cisterna	Elemento comprado	1
4	Perfil en U	Elemento comprado	2
5	Rodamiento	Elemento comprado	4
6	Estructura	Explosionado en plano 5	1
7	Pata niveladora	Elemento comprado	4
8	Conjunto actuador	Explosionado en plano 6	1
9	Chapa en L	Dimensiones en plano 15	1
10	Perno de anclaje	Elemento comprado	4
11	ISO 4762 M8 x 20 - 20N	Elemento comprado	20
12	ISO 4762 M10 x 25 - 25N	Elemento comprado	16
13	ISO - 4032 - M8 - W - N	Elemento comprado	16
14	Tubería	Elemento comprado	1

IDIDP	1:10	TÍTULO: Explosionado general	mm	A3
		AUTOR: Nuria Martínez Moreno	10/2022	Plano nº: 2
		CORRECTOR: Víctor Roda Casanova		


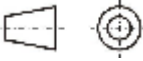


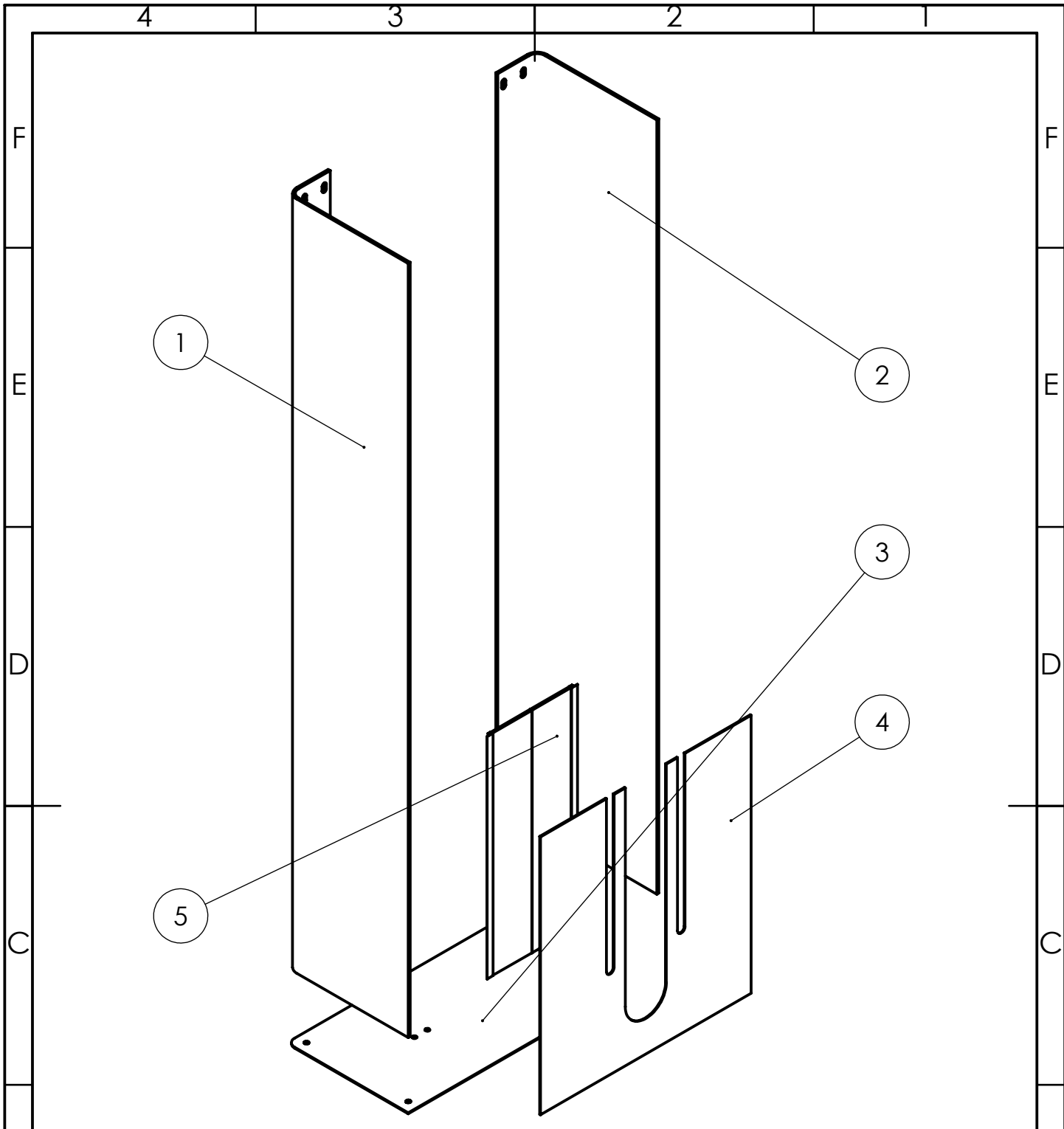
4	Inodoro	Elemento comprado	1
3	Placa de accionamiento	Elemento comprado	1
2	Madera móvil lateral	Dimensiones en el plano 8	2
1	Madera móvil frontal	Dimensiones en el plano 7	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD

A	IDIDP	1:10	TÍTULO: Conjunto carcasa móvil	mm	A4
			AUTOR: Nuria Martínez Moreno CORRECTOR: Víctor Roda Casanova	10/2022	Plano n.º: 3



3	Estor	Elemento comprado	1
2	Madera lateral fija	Dimensiones en el plano 10	3
1	Madera frontal fija	Dimensiones en el plano 9	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD

IDIDP	1:10	TÍTULO: Conjunto carcasa fija	mm	A4
		AUTOR: Nuria Martínez Moreno CORRECTOR: Víctor Roda Casanova	10/2022	Plano n.º: 4

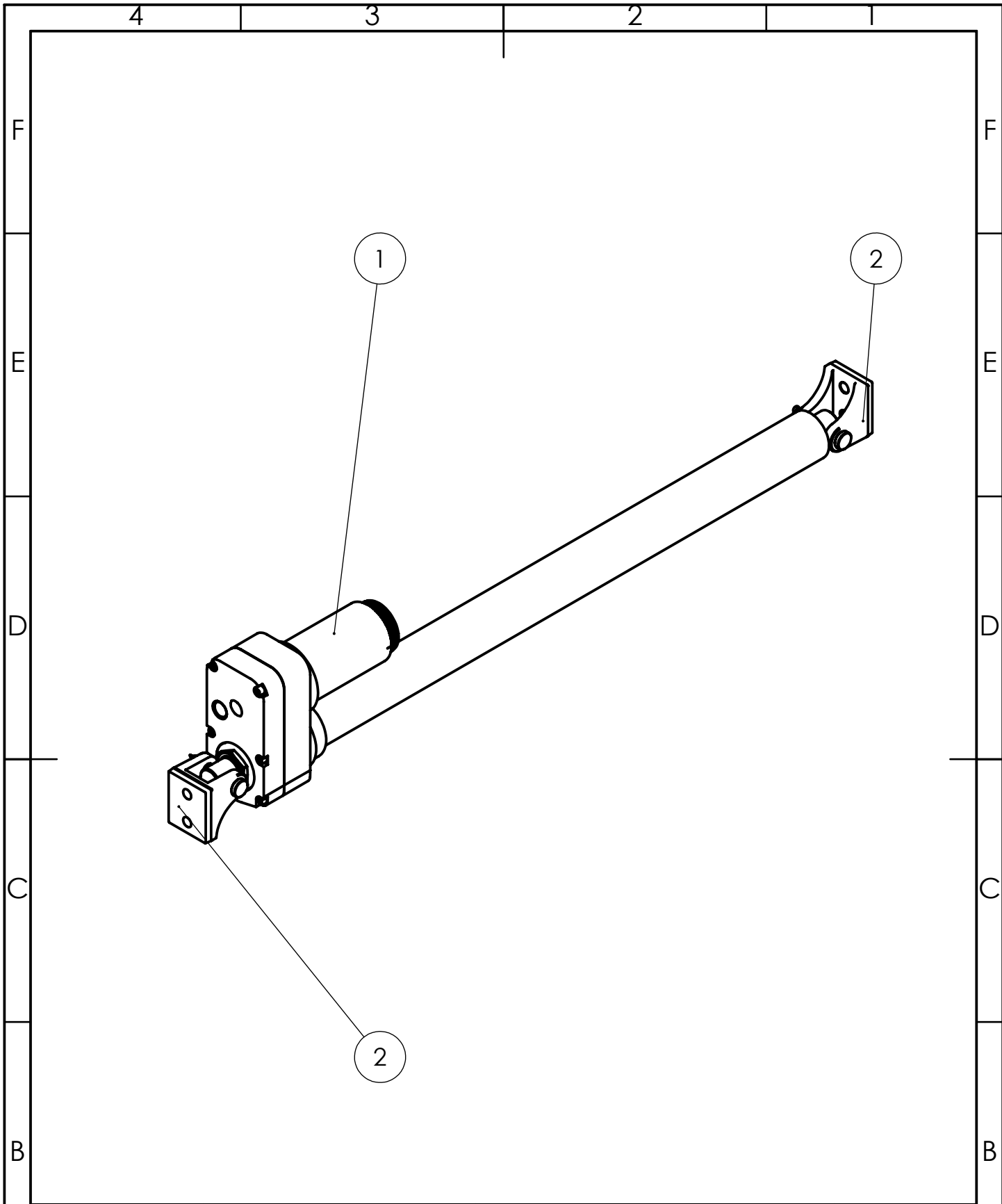




5	Cepillo strip	Elemento comprado	2
4	Chapa lateral	Dimensiones en el plano 14	1
3	Chapa suelo	Dimensiones en el plano 13	1
2	Perfil L2	Dimensiones en el plano 12	1
1	Perfil L	Dimensiones en el plano 11	1

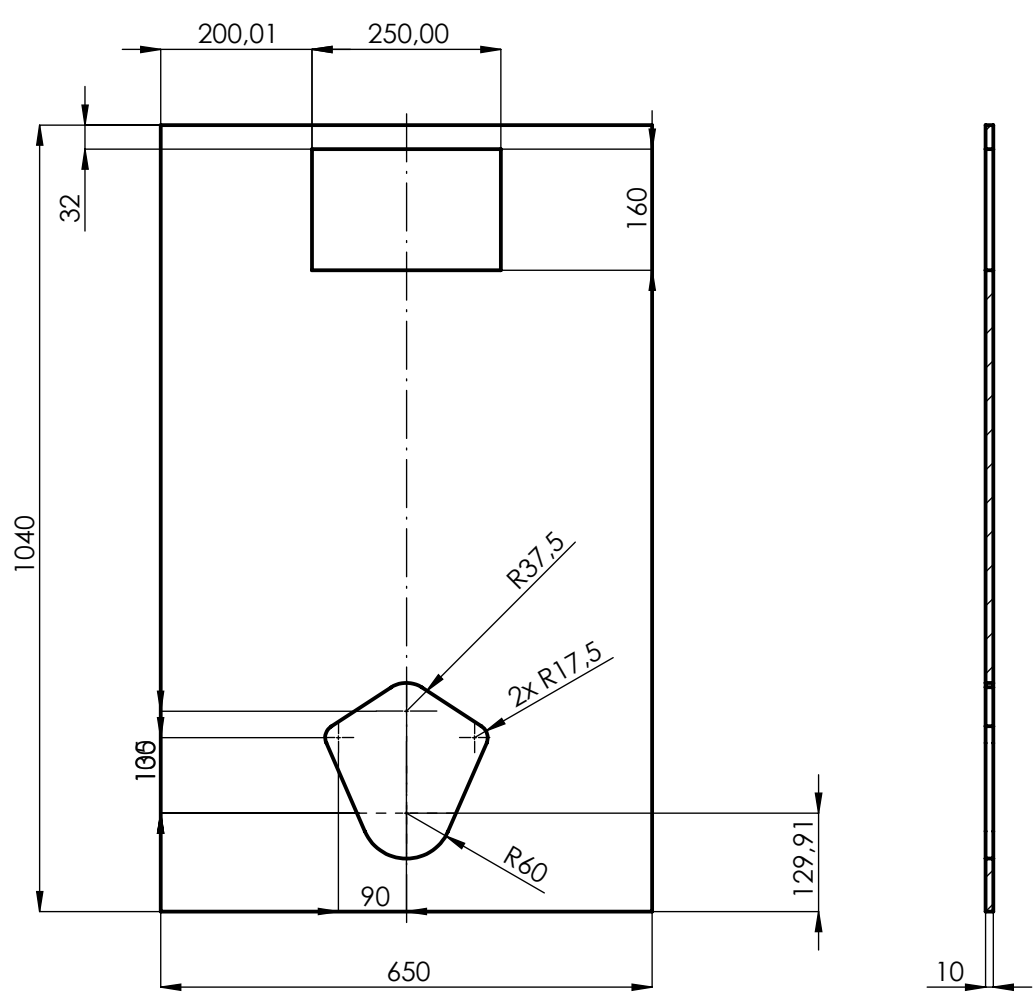
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
-----------------	--------------	-------------	----------




IDIDP	1:10	TÍTULO: Estructura	mm	A4
-------	------	--------------------	----	----

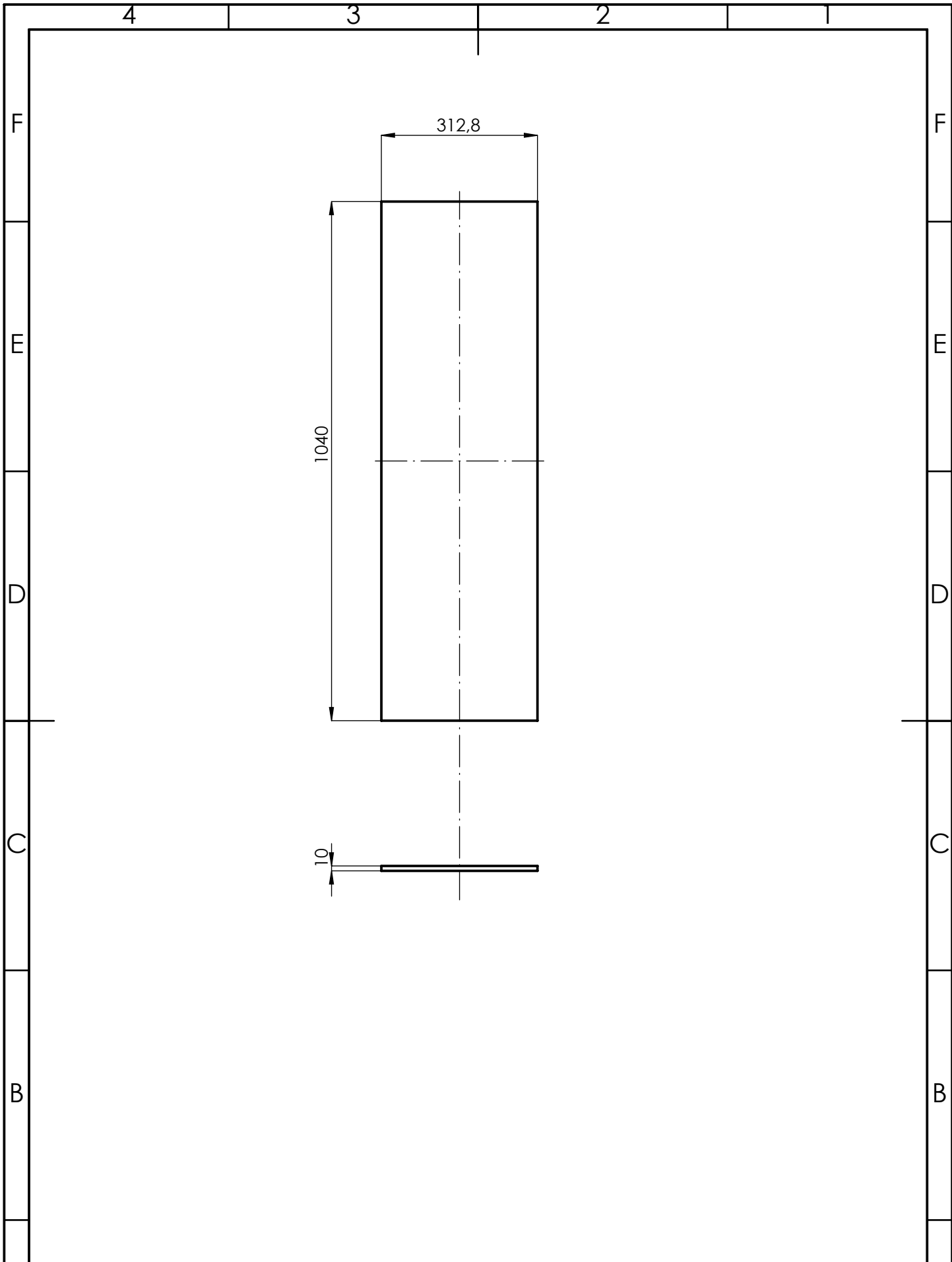
		AUTOR: Nuria Martínez Moreno CORRECTOR: Víctor Roda Casanova	10/2022	Plano n.º: 5
--	--	---	---------	-----------------


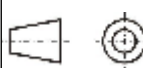


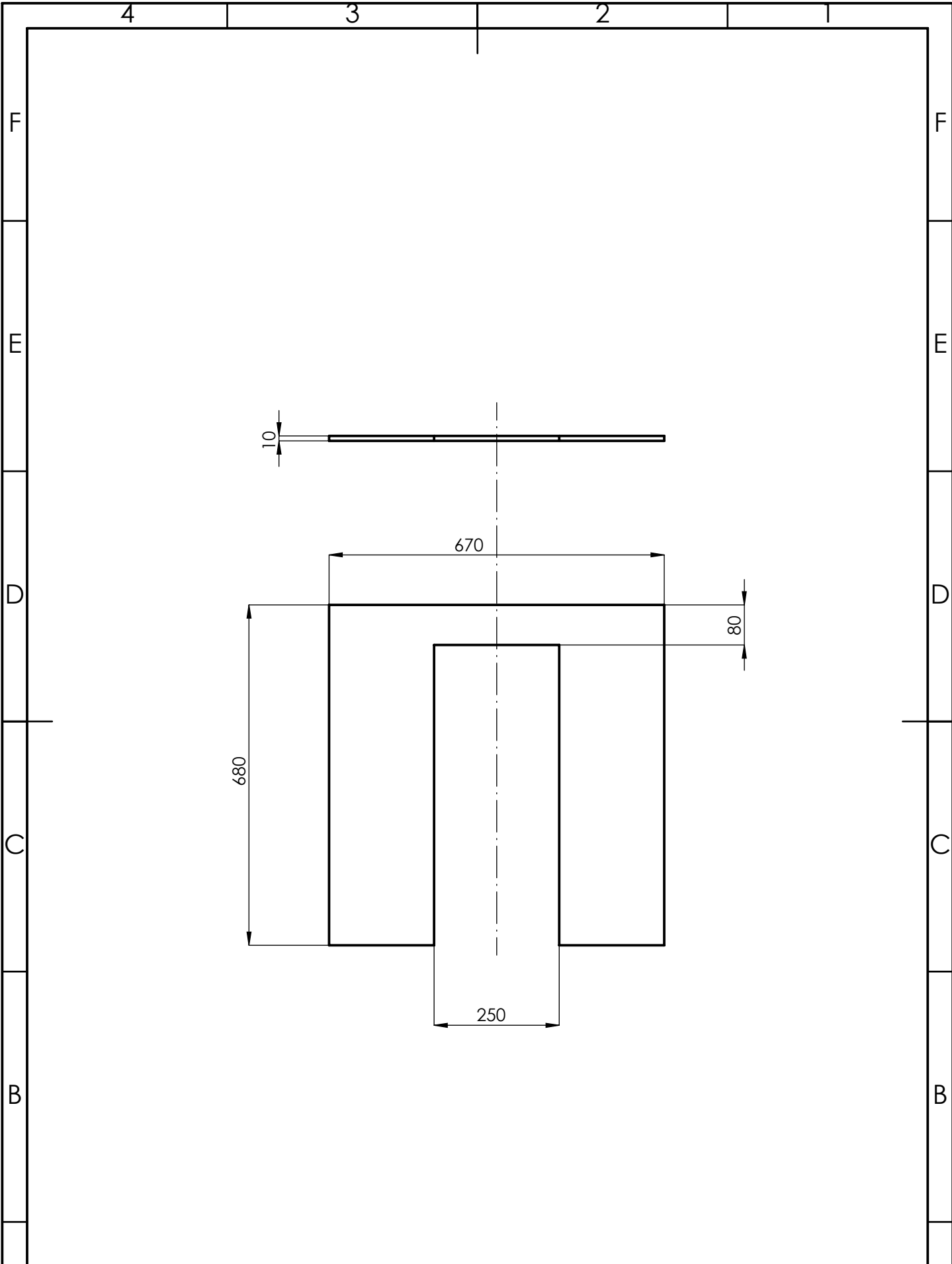
2	Soporte	Elemento comprado	2
1	Actuador lineal	Elemento comprado	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
IDIDP	1:5	TÍTULO: Conjunto actuador	mm A4
		AUTOR: Nuria Martínez Moreno CORRECTOR: Víctor Roda Casanova	10/2022 Plano n.º: 6




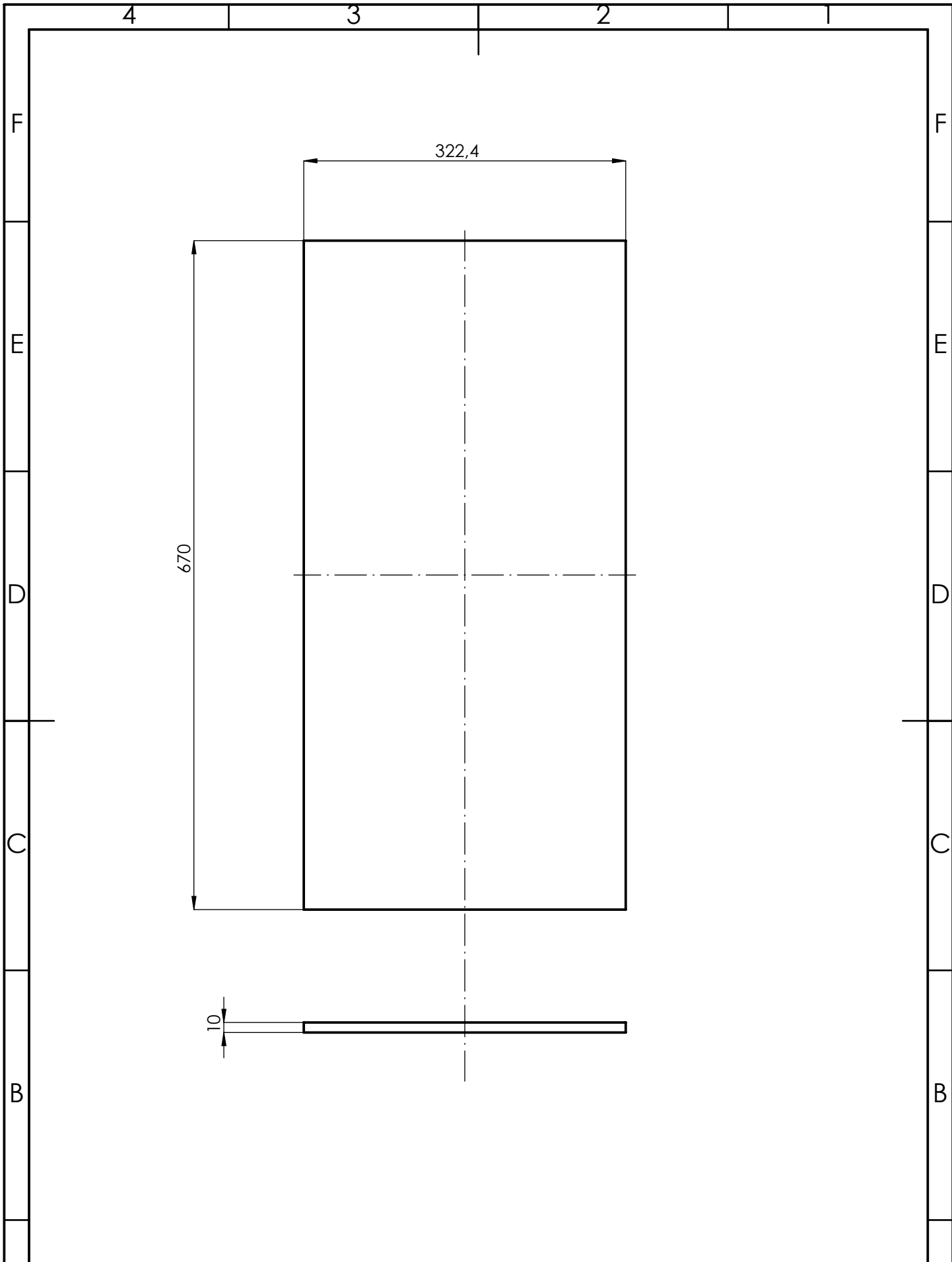
A	IDIDP	1:10	TÍTULO: Madera móvil frontal	ISO 2768-f	mm	A4	A
			AUTOR: Nuria Martínez Moreno CORRECTOR: Víctor Roda Casanova		10/2022	Plano nº: 7	


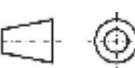


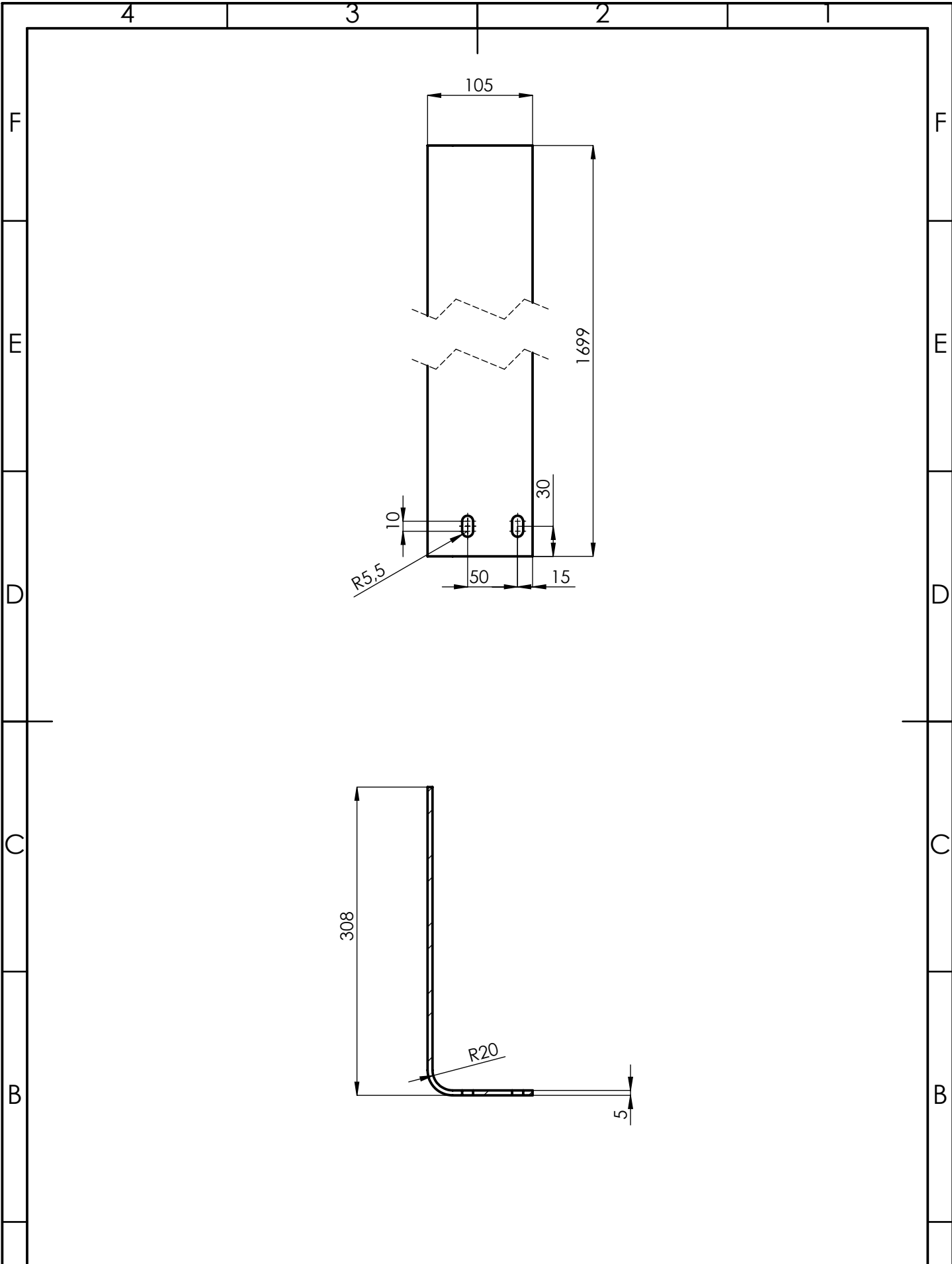
A	IDIDP	1:10	TÍTULO: Madera móvil lateral	ISO 2768-f	mm	A4
A	 	AUTOR: Nuria Martínez Moreno	CORRECTOR: Víctor Roda Casanova	10/2022	Plano nº: 8	A

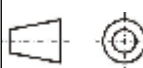


A	IDIDP	1:10	TÍTULO: Madera fija frontal	ISO 2768-f	mm	A4
A		AUTOR: Nuria Martínez Moreno CORRECTOR: Víctor Roda Casanova			10/2022	Plano nº: 9



A	IDIDP	1:5	TÍTULO: Madera fija lateral	ISO 2768-f	mm	A4
		AUTOR: Nuria Martínez Moreno CORRECTOR: Víctor Roda Casanova			10/2022	Plano nº: 10



A	IDIDP	1:5	TÍTULO: Perfil L	ISO 2768-f	mm	A4
A	 	AUTOR: Nuria Martínez Moreno CORRECTOR: Víctor Roda Casanova			10/2022	Plano nº: 11

4

3

2

F

F

E

E

D

D

C

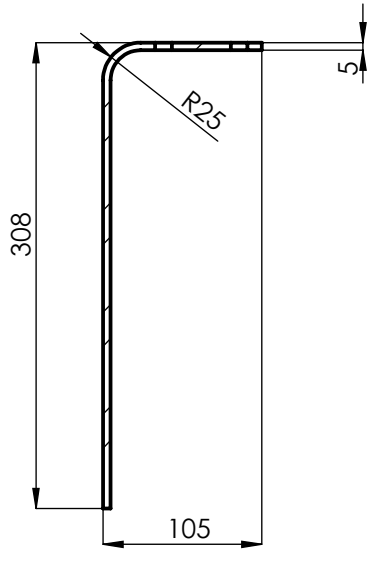
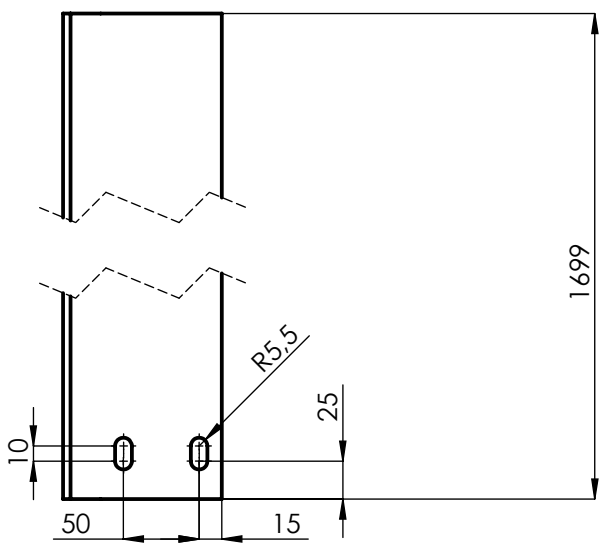
C

B

B

A

A



IDIDP

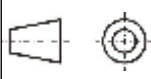
1:5

TÍTULO: Perfil L 2

ISO 2768-f

mm

A4

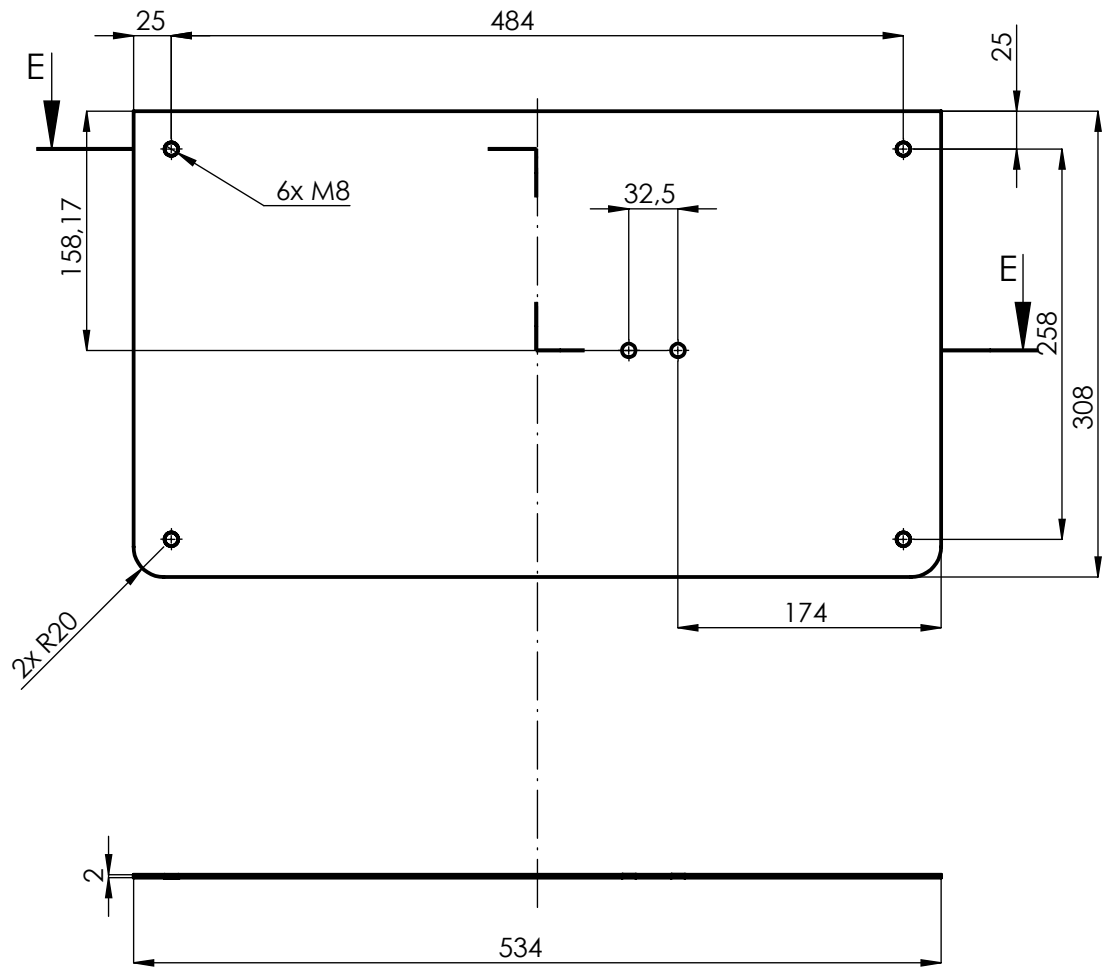



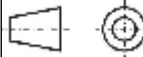
AUTOR: Nuria Martínez Moreno

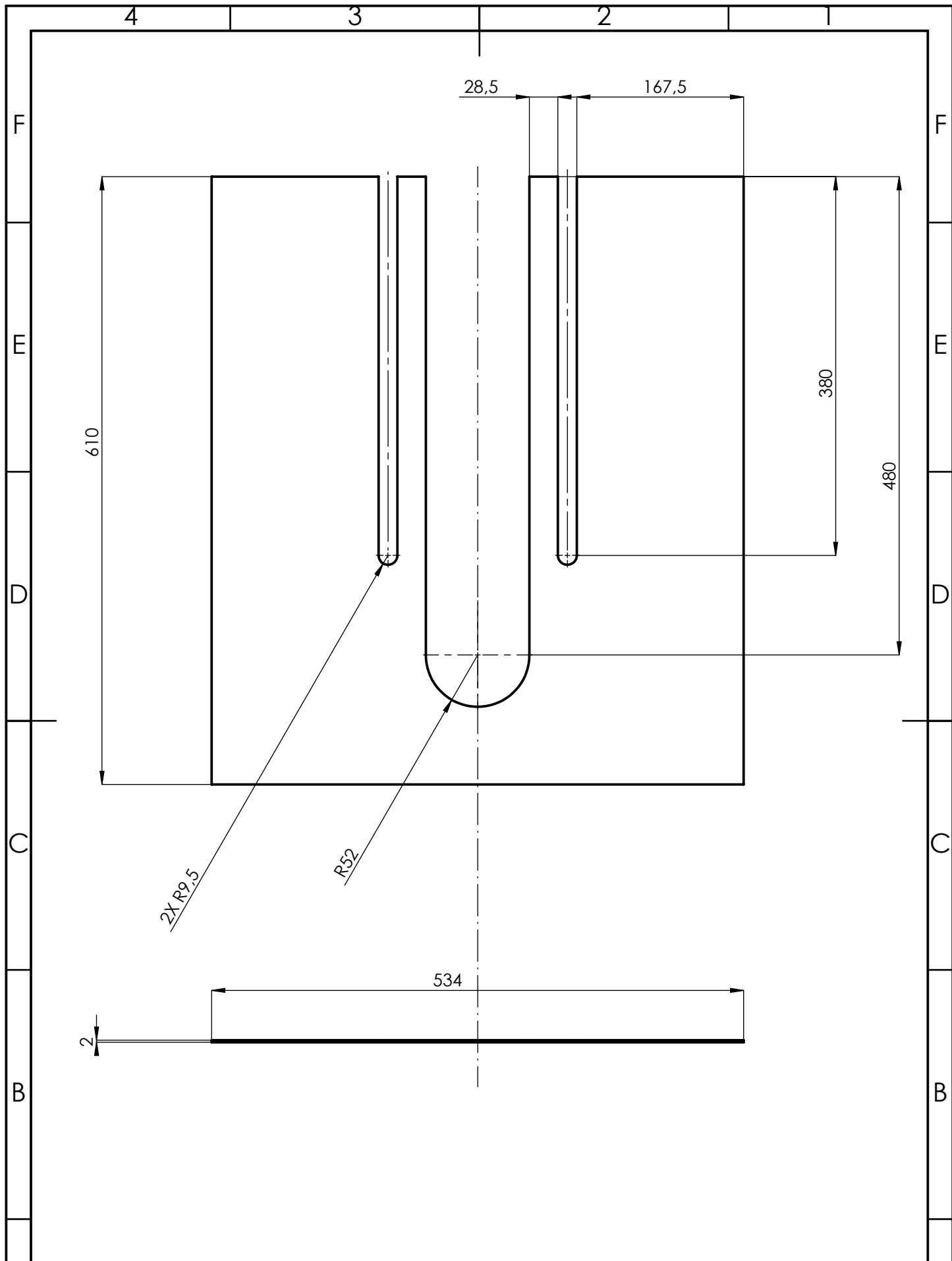
CORRECTOR: Víctor Roda Casanova


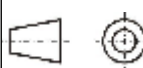
10/2022

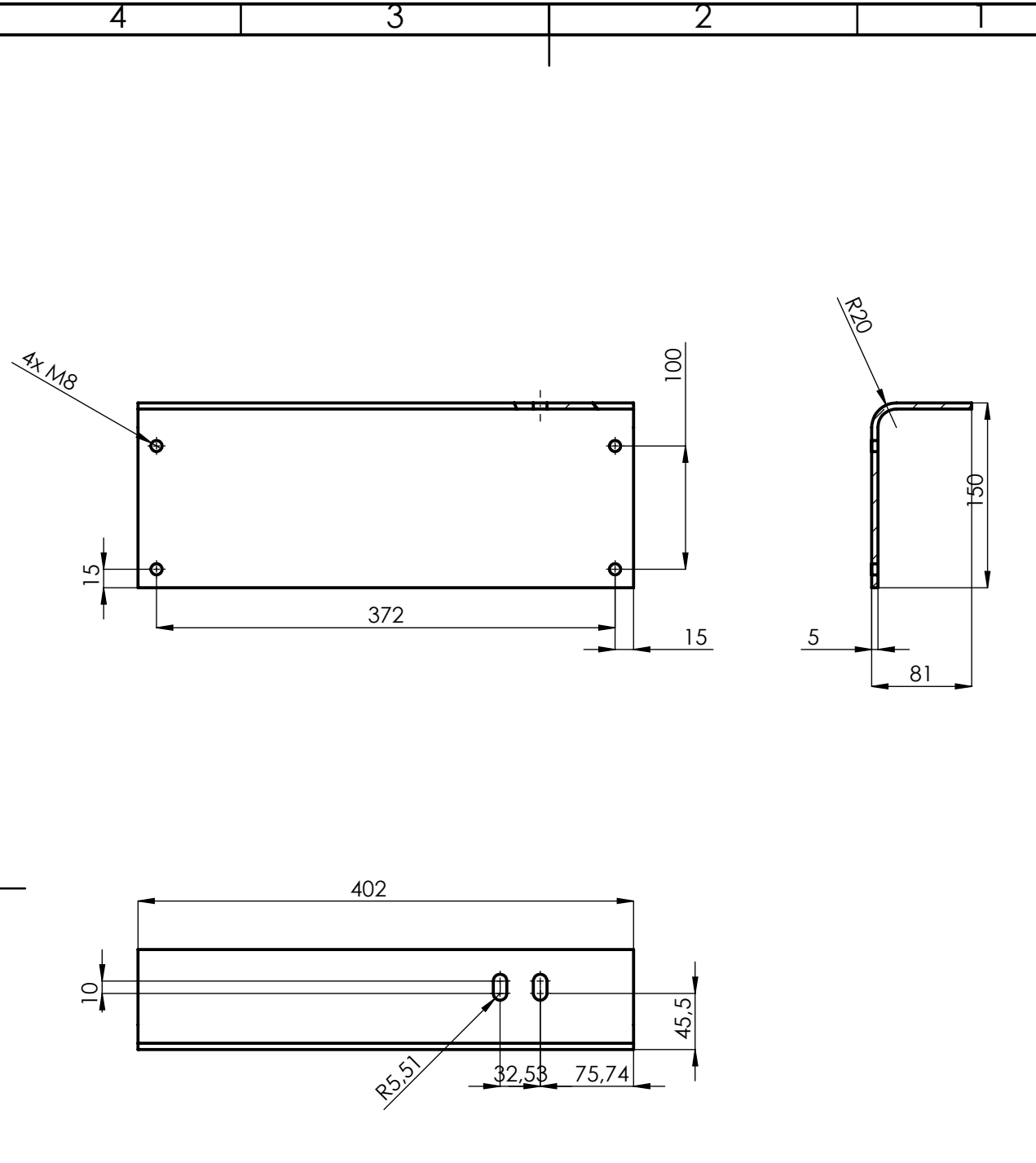
Plano nº:
12



A	IDIDP	1:5	TÍTULO: Chapa suelo	ISO 2768-f	mm	A4
 	AUTOR: Nuria Martínez Moreno CORRECTOR: Víctor Roda Casanova			10/2022	Plano nº: 13	



IDIDP	1:5	TÍTULO: Chapa lateral	ISO 2768-f	mm	A4
		AUTOR: Nuria Martínez Moreno CORRECTOR: Víctor Roda Casanova		10/2022	Plano nº: 14



IDIDP	1:5	TÍTULO: Chapa en L	ISO 2768-f	mm	A4
		AUTOR: Nuria Martínez Moreno CORRECTOR: Víctor Roda Casanova		10/2022	Plano nº: 15



unibath

VOLUMEN IV

PLIEGO DE CONDICIONES

VOLUMEN IV. PLIEGO DE CONDICIONES

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos
Universitat Jaume I
DI1048- Trabajo Final de Grado

Nuria Martínez Moreno
Tutor: Víctor Roda Casanova

ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

1.	Condiciones generales	5
1.1.	Objeto del producto	5
1.2.	Especificaciones generales	5
2.	Elementos constituyentes	6
2.1.	Elementos comprados	6
2.1.1.	Actuador lineal electromecánico	6
2.1.2.	Soporte actuador lineal	6
2.1.3.	Rodamiento	7
2.1.4.	Guía lineal	7
2.1.5.	Inodoro	8
2.1.6.	Bastidor cisterna junto con placa de accionamiento dual	8
2.1.7.	Conexiones	9
2.1.8.	Embellecedores	9
2.1.9.	Pie regulable	10
2.1.10.	Perno de anclaje	10
2.1.11.	Elementos normalizados	10
2.2.	Elementos fabricados	11
3.	Materiales seleccionados	12
3.1.	Acero normalizado (EN 1.4301 / AISI 304)	12
3.2.	MDF	13
4.	Fabricación	14
4.1.	Corte láser	14
4.2.	Plegado de chapa	14
4.3.	Taladrado	14
4.4.	Soldadura MIG	14
4.5.	Serrado	14
4.6.	Limado	15
4.7.	Pegado	15
4.8.	Lacado	15
5.	Normativa y ensayos	16

1. Condiciones generales

1.1. Objeto del producto

El producto es un módulo con inodoro formado por una estructura metálica, que le da rigidez al conjunto; un sistema de elevación, que permite su movimiento y unas carcasas que cubren lo anterior y proporcionan una estética agradable para el hogar. Este módulo con inodoro de altura regulable permite adoptar una postura óptima para defecar, así como ayudar a personas con movilidad reducida a sentarse en él.

1.2. Especificaciones generales

Especificaciones superficiales	Magnitudes específicas
Superficie total	0,56m ²
Altura total	1,724 m
Anchura total	0,65m
Profundidad total	0,8628m
Volumen total	0,96m ³

Tabla 1. Especificaciones generales

2. Elementos constituyentes

A continuación, se desglosará el producto en todos sus componentes, estos se dividirán en elementos comprados y elementos fabricados.

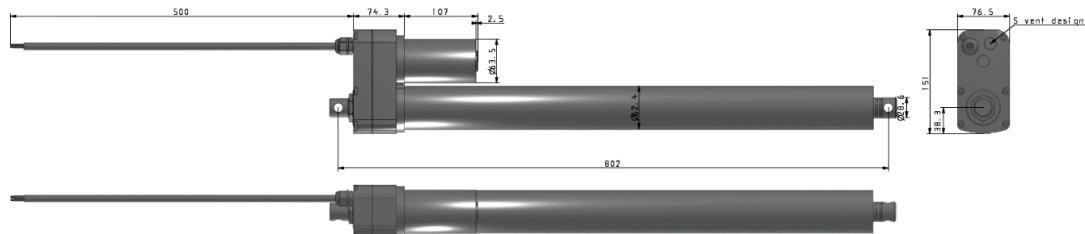
2.1. Elementos comprados

2.1.1. Actuador lineal electromecánico

El actuador lineal eléctrico se utiliza para la regulación de altura del inodoro. Es un elemento con una integración fácil y rápida y presenta gran productividad con un movimiento suave. El actuador es del fabricante Ewellix y sus dimensiones se ven en la Ilustración 1.

En este caso, el actuador cuenta con:

- Carrera de 600mm
- Carga de empuje/tracción de 4500N



- Velocidad de 13mm/s sin carga y 11mm/s con carga.

Ilustración 1. Dimensiones actuador lineal [19]

2.1.2. Soporte actuador lineal

El soporte del actuador lineal que se ha seleccionado concuerda con las medidas de los extremos donde se ha de fijar el actuador. Además, soporta con creces la fuerza que genera el actuador. Las dimensiones se ven en la Ilustración 2.

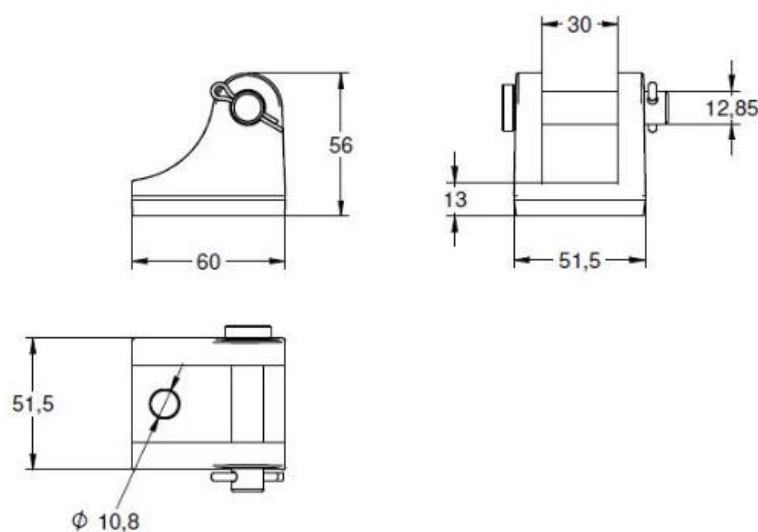


Ilustración 2. Dimensiones soporte actuador. [23]

2.1.5. Inodoro

El inodoro es diseñado por Flaminia Design Team y cuenta con una altura de 320mm. Las dimensiones se encuentran en la Ilustración 5.

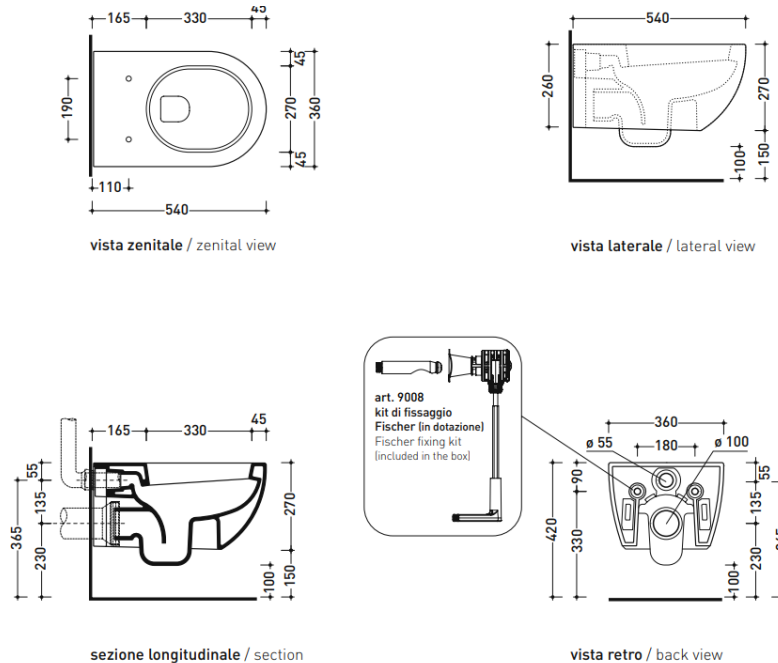


Ilustración 5. Inodoro Flaminia Design Team [15]

2.1.6. Bastidor cisterna junto con placa de accionamiento dual

El bastidor con cisterna cuenta con todo lo necesario para poder montar el inodoro suspendido, así como fijar sobre él los distintos elementos necesarios. Es suministrado por Roca y con él se comprará la placa de accionamiento dual compatible. Dimensiones en la Ilustración 6.

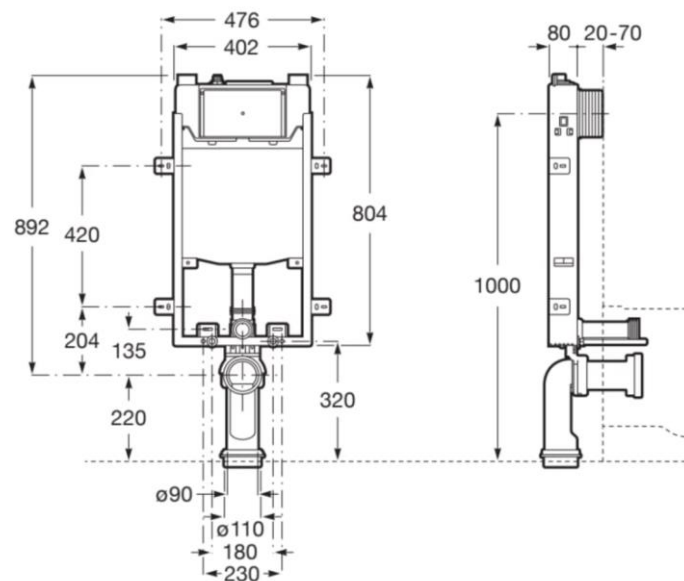


Ilustración 6. Dimensiones bastidor cisterna [16]

2.1.7. Conexiones

En cuanto a las conexiones se ha comprado un latiguillo para suministrar el agua a la cisterna, cuenta con una conexión macho-hembra y una longitud de 700mm.

Para la conexión del inodoro con el desagüe se ha comprado una tubería flexible, recta o en codo, que se puede alargar hasta 700mm. Permitiendo que el inodoro suba y baje sin perder esta conexión. Dimensiones en la Ilustración 7.

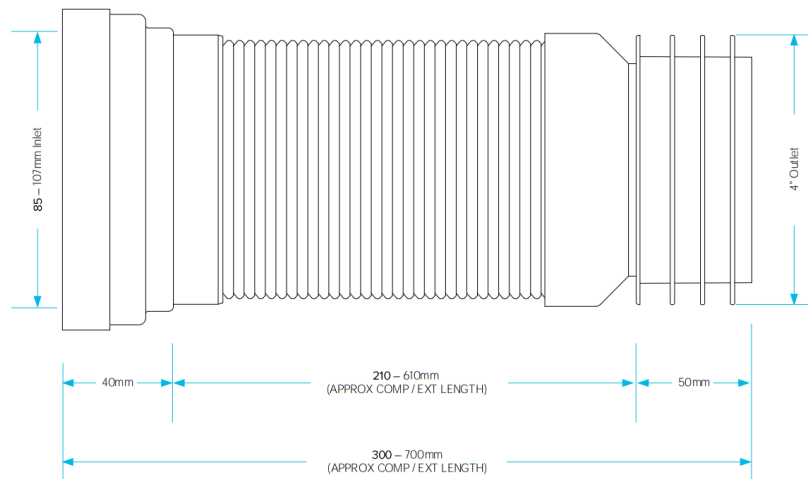


Ilustración 7. Tubería flexible [17]

2.1.8. Embellecedores

Para tapar los huecos que se dejan entre ambas carcasas y entre la carcasa móvil y la estructura, se van a utilizar dos elementos: para el primer caso se usará un estor autoenrollable opaco que suba y baja a la vez que la carcasa, evitando así el hueco.

Por otro lado, se usarán 2 cepillos Strip para dejar pasar las tuberías y los tornillos del baño, pero cubra el hueco por motivos de seguridad. La longitud de las fibras es de 100mm y la barra mide 532mm. Las dimensiones se observan en la Ilustración 8.

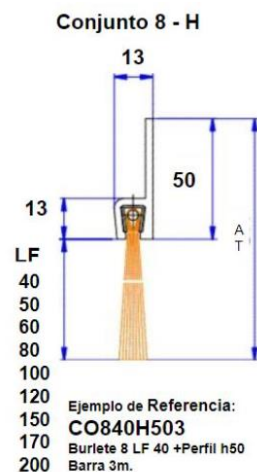
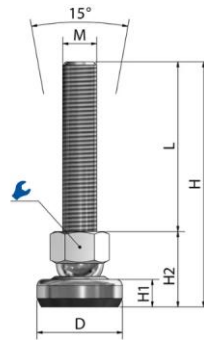


Ilustración 8. Dimensiones Cepillo Strip [24]

2.1.9. Pie regulable.

Se usarán 4 pies que permitan la nivelación de la estructura, así como su sujeción. Se seleccionan los pies del fabricante Schwaderer. Ilustración 9, tienen una Rosca M8 y una longitud de rosca L=50mm.





DETALLES TECNICOS	
Ø D	40 mm
H1	14 mm
H2	31 mm
H	81 mm
	17 mm
	200 kg

Ilustración 9. Dimensiones pie nivelador [25]

2.1.10. Perno de anclaje.

Se usarán pernos de anclaje validos para paredes de ladrillo, se suministra por RS. Serán M10.

Se muestran en la ilustración 10 sus características:

Solid Brickwork

Performance Data (20 N/mm ²)										
Outside Diam mm	Characteristic Resistance		Design Resistance		Recommended		Design Spacing	Design Edge Distance		Tightening Torque Nm
	Tensile	Shear	Tensile	Shear	Tensile	Shear	Tensile & Shear	Tensile	Shear	
8	2.3	3.6	1.1	2.4	0.8	1.7	90	45	60	8
10	3.1	7.4	1.5	4.9	1.1	3.5	110	55	70	16
12	4.4	11.4	2.1	7.6	1.5	5.4	Only 1 fixing per brick is recommended			
16	6.3	13.6	3	9	2.2	6.4				
20	7.3	16	3.5	10.6	2.5	7.5				

Ilustración 10. Información anclaje [26]

2.1.11. Elementos normalizados

Los elementos normalizados del conjunto se muestran en la siguiente tabla:

Pieza	Suministrador	Cantidad
ISO 4762 M8x20 - 20N	Wurth	20
ISO 4762 M10 x 25 -25N	Wurth	16
ISO -4032-M8-W-N	Wurth	16

Tabla 2. Elementos normalizados

2.2. Elementos fabricados

Los elementos fabricados del proyecto se exponen en la siguiente tabla.

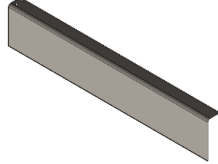


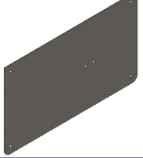

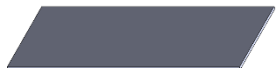
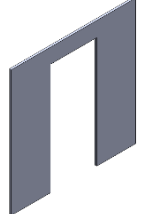

Información	Imagen
Nombre: Perfiles en L Material: Acero inoxidable AISI 304. Cantidad: 2 Proceso: Corte laser, doblado, taladrado	
Nombre: Chapa en L Material: Acero inoxidable AISI 304. Cantidad: 1 Proceso: Corte laser, doblado, taladrado	
Nombre: Chapa lateral Material: Acero inoxidable AISI 304. Cantidad: 1 Proceso: Corte laser, soldadura TIG	
Nombre: Chapa suelo Material: Acero inoxidable AISI 304. Cantidad: 1 Proceso: Corte laser, soldadura TIG	
Nombre: Madera frontal carcasa móvil Material: MDF Cantidad: 1 Proceso: Corte mediante sierra, pegado con cola, lacado	
Nombre: Madera lateral carcasa móvil Material: MDF Cantidad: 2 Proceso: Corte mediante sierra, pegado con cola, lacado	
Nombre: Madera frontal carcasa fija Material: MDF Cantidad: 1 Proceso: Corte mediante sierra, pegado con cola, lacado	
Nombre: Madera lateral y superior carcasa fija Material: MDF Cantidad: 3 Proceso: Corte mediante sierra, pegado con cola, lacado	

Tabla 3. Elementos fabricados

3. Materiales seleccionados

3.1. Acero normalizado (EN 1.4301 / AISI 304)

Es uno de los aceros inoxidables austeníticos más usados, tiene buenas propiedades de soldabilidad y resistencia a atmósferas corrosivas, también destaca por su brillo superficial. No permite el endurecimiento por tratamiento térmico, pero sí mediante trabajo en frío.

Composición química		
Elemento	Min %	% máx.
C	–	0.07
Mn	–	2.00
P	–	0.045
S	–	0.030
Si	–	1.00
Cr	17.50	19.50
Ni	8.00	10.50
Fe	BAL	

Tabla 4. Composición química AISI 304 [27]

Densidad	8.0 g/cm ³
Punto de fusión	1454°C
Coefficiente de expansión	18.2 µm/m °C (20 – 100°C)
Módulo de rigidez	70.3 kN/mm ²
Módulo de elasticidad	187.5 kN/mm ²

Tabla 5. Especificaciones AISI 304 [27]

3.2.MDF

Es un tablero de fibras de media densidad media obtenidas a partir de madera seleccionada, aglutinadas con resinas sintéticas de bajo contenido en formol (E1), en proceso seco, mediante presión y temperatura.

Los espesores estándar son 2.5 / 3 / 4 / 5 / 7 / 8 / 10 / 12 / 16 / 19 / 22 / 25 / 30 / 35 / 40 mm.

PARÁMETROS	NORMA	ESPECIFICACIÓN
Aspecto		Buen canto (sin quemar); sin virutas en superficie, sin hoyos y marcas de lijadora si está lijado
Humedad*	EN 322	7,5% ± 3,5
Contenido en cenizas	IQL 35	≤ 0,5%
Contenido en sílice	EN 3340	≤ 0,05%
Rectitud al canto*	EN 324-2	≤ 1,5 mm m ⁻¹
Escuadrado*	EN 324-2	≤ 2,0 mm m ⁻¹
Tolerancia en largo y ancho*	EN 324-1	≤ 2 mm m ⁻¹ . Máximo ± 5 mm
Formol al perforador*	EN 120	Clase 1: ≤ 8 mg / 100 g tablero seco
Perfil de densidad** (Espesor ≥ 10mm)	IQL 139	≥ 550 kgm ⁻³ capa interna ≥ 1.000 kgm ⁻³ capa externa
Tolerancia en densidad*	EN 323	± 7% (para un mismo tablero)
Tolerancia en espesor sin lijar*	EN 322	- 0,3 mm +1,7 mm
Tolerancia en espesor lijado*	EN 324-1	± 0,3 mm

*Según EN 622-1 **Según EN 622-5

Ilustración 11. Características fisicoquímicas [28]

PARÁMETROS	NORMA	Espesor (mm)							
		>2,5 a 4	> 4 a 6	> 6 a 9	> 9 a 12	> 12 a 19	> 19 a 30	> 30 a 45	> 45
Tolerancia en espesor (mm)*	EN 324-1	±0,2	±0,2	±0,2	±0,2	±0,2	±0,3	±0,3	±0,3
Densidad (kgm ⁻³)**	EN 323	800	770	730	710	690	650	610	600
Flexión (Nmm ⁻²)*	EN 310	≥ 23	≥ 23	≥ 23	≥ 22	≥ 20	≥ 18	≥ 17	≥ 15
Módulo elasticidad (Nmm ⁻²)*	EN 310	≥ 2.700	≥ 2.700	≥ 2.700	≥ 2.500	≥ 2.200	≥ 2.100	≥ 1.900	≥ 1.700
Cohesión interna: (Nmm ⁻²)*	EN 319	≥ 0,65	≥ 0,65	≥ 0,65	≥ 0,60	≥ 0,55	≥ 0,55	≥ 0,50	≥ 0,50
Hinchamiento 50x50 24h (5%)**	EN 317	≤ 35	≤ 30	≤ 17	≤ 15	≤ 12	≤ 10	≤ 8	≤ 6

*Según EN 622-1 **Valor orientativo

Ilustración 12. Características fisicoquímicas 2[28]

4. Fabricación

A continuación, se describirán uno a uno los procesos de fabricación que se emplearán para llevar a cabo el proyecto. Los procesos siguen la normativa de seguridad de su norma UNE.

4.1. Corte láser

El corte laser es una técnica que se emplea para separar piezas de chapa metálica de no más de 25-35mm. Durante el proceso, el rayo láser concentra la luz sobre un punto de la superficie de material, elevando su temperatura hasta que se derrite o evapora. Cuando el rayo ha atravesado la superficie, se inicia el proceso de corte, dirigiendo el láser por los puntos determinados, hasta separar por completo el material.

Una vez ha finalizado el corte, se usa gas a presión para extraer el material resultante.

Es un proceso con alta precisión que permite realizar cortes con geometrías complejas, se puede emplear para distintos materiales, entre los que se encuentra el acero inoxidable, además, es un proceso que no necesita de un procesado posterior por lo que se ahorra tiempo de fabricación, así como material ya que tiene poco desperdicio.

Se utilizará en todas las piezas de AISI 304 que componen la estructura y la chapa en L, con esta operación se obtiene la forma final de las piezas.

4.2. Plegado de chapa

El plegado de chapa consiste en transformar la pieza mediante una fuerza ejercida por una máquina especializada, consiguiendo su deformación plástica sobre un eje hasta conseguir la forma deseada.

El proceso se aplica atendiendo al espesor del material y su longitud, aplicando presión se consigue que la chapa se estire en su zona exterior y se comprima en su interior.

Este proceso se aplicará en las piezas en L.

4.3. Taladrado

Es una operación en la que se generan agujeros de forma eficiente. La herramienta del taladro es la broca y se puede configurar según las condiciones de corte y el material a taladrar.

Servirá para realizar los agujeros en las piezas de AISI 304 que componen la estructura.

4.4. Soldadura MIG

La soldadura MIG es un proceso de unión característico por obtener una soldadura por arco bajo gas protector de electrodo consumible, en forma de hilo continuo.

Se empleará para unir las diferentes partes metálicas de la estructura.

4.5. Serrado

El serrado es una operación de corte por arranque de viruta que permite dividir una pieza en dos o más partes eliminando material entre las mismas.

En primer lugar, se realizará un serrado para darle la forma deseada a todos los tableros de MDF. Después se realizará un serrado con sierra de corona para permitir hacer los agujeros interiores necesarios.

4.6.Limado

El limado consiste en arrancar finas partículas de materiales de una pieza con el fin de dar un acabado estético a la superficie de la madera.

Para dar un buen acabado superficial primero se realizará un limado con escofinas y después un limado con lima.

El limado se aplicará en todos los cantos y los agujeros de las carcasas.

4.7.Pegado

El pegado de madera es una unión mediante adhesivos de forma permanente. Se usará cola para maderas de adhesivo para unir los tableros de ambas carcasas.

El pegado requiere de un tiempo de secado para que fragüe la cola y se producto la unión.

4.8.Lacado

El lacado es una técnica de recubrimiento que consiste en aplicar en una superficie de madera un líquido de terminación que se seca mediante la evaporación de los disolventes que contiene y que sirve para conseguir una superficie lisa y resistente.

El lacado presenta una gran resistencia y además es muy fácil de mantener y limpiar.

Se aplica a las dos carcasas como acabado superficial.

5. Normativa y ensayos

Referentes al acero inoxidable AISI 304

- UNE-EN 10088-1:2015 Aceros inoxidables. Parte 1: Relación de aceros inoxidables.
- UNE-EN 1993-1-4:2012 Eurocódigo 3. Proyecto de estructuras de acero. Parte 1-4: Reglas generales. Reglas adicionales para los aceros inoxidables.

Referentes a los tableros MDF

- UNE 41125:1959 Tableros de fibras de madera definiciones y clasificación.
- UNE EN 622-1 Tableros de fibras. Especificaciones. Parte 1. Especificaciones generales.
- UNE EN 622-5 Tableros de fibras. Especificaciones. Parte 1. Especificaciones para los tableros fabricados con el proceso seco.
- UNE 56719:1985 Tableros de fibras de densidad media. Características.
- UNE 56719:1986 ERRATUM Tableros de fibras de densidad media. Características.
- UNE 56720:1985 Tableros de fibras de densidad media. Procedimientos de ensayo.
- UNE 56721:1986 Tableros de fibras de densidad media. Ensayos sucesivos. Prueba de envejecimiento acelerado por el método t-313.
- UNE 56722:1990 Tableros de fibras de densidad media. Resistencia del encolado a la acción de la humedad. Clasificación.
- UNE EN 13.986 Tableros derivados de la madera para utilización en la construcción. Características, evaluación de la conformidad y marcado.
- UNE 41132:1960 Ensayo de compresión de los tableros de fibras de madera.
- UNE 41129:1959 Determinación de la absorción de agua y variación de las medidas, de los tableros de fibras de madera.
- UNE 41128:1959 Determinación del grado de humedad, en los tableros de fibras de madera.

Referentes a los inodoros

- UNE-EN 33:2019 Inodoros y conjuntos de inodoros. Cotas de conexión
- UNE-EN 14055:2019 Cisternas para inodoros y urinarios
- UNE 56867:2002 Muebles de baño. Ensayos de los revestimientos superficiales.



unibath

VOLUMEN V PRESUPUESTO Y ESTADO DE MEDICIONES

DISEÑO DE UN INODORO ACCESIBLE Y ERGONÓMICO

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos
Universitat Jaume I
DI1048- Trabajo Final de Grado

Nuria Martínez Moreno
Tutor: Víctor Roda Casanova

ÍNDICE PRESUPUESTO Y ESTADO DE MEDICIONES

1.	Presupuesto	5
1.1.	Coste directo	5
1.1.1.	Materiales	5
1.1.2.	Fabricación	5
1.1.3.	Elementos comerciales	6
1.2.	Precio final de venta.....	6
2.	Rentabilidad y viabilidad	7

1. Presupuesto

Para realizar la estimación del precio de venta al público, se calculará antes el coste total comercial. Los costes se obtienen de la siguiente forma:

Precio de venta = Coste comercial + Beneficio industrial

- Beneficio industrial= 25% del coste comercial

Coste comercial = Coste industrial + Costes de comercialización

- Costes de comercialización = distribución + marketing. Se calcula como un 20% del coste industrial.

Coste industrial = Coste directo + Coste indirecto

- Coste directo = Materiales + Fabricación + Elementos comerciales
- Coste indirecto = Consumos generales + Mano de obra indirecta. Se calculan como un 10% del coste directo.

1.1. Coste directo

1.1.1. Materiales

Los materiales se pedirán cortados a medida por lo que dentro de este coste se incluye también el precio del proceso de corte en ambos materiales, de doblado en el caso del AISI 304 y de lijado en el caso del MDF.

Elemento	Material	Cantidad	Precio unitario	Coste total (€)
Perfil en L	AISI 304	2	240,82	481,64
Chapa en L	AISI 304	1	114,93	114,93
Chapa lateral	AISI 304	1	204,17	204,17
Chapa suelo	AISI 304	1	75,08	75,08
Madera móvil frontal	MDF	1	11,60	11,60
Madera móvil lateral	MDF	2	5,58	11,16
Madera frontal fija	MDF	1	7,75	7,75
Madera lateral fija	MDF	3	13,67	41,01
TOTAL				947,34

Tabla 1. Costes materiales

1.1.2. Fabricación

Componente	Tiempo (h)	Proceso	Tasa horaria (€/h)	Coste total (€)
Perfil L	0,1	Taladrado	28	2,8
Chapa en L	0,3	Taladrado	28	8,4
Chapa suelo	0,3	Taladrado	28	8,4
Estructura	0,5	Soldadura TIG	43	21,5
Carcasas	0,5	Encolado	25	12,5
Carcasas	0,25	Lacado	33	8,25
TOTAL				61,85

Tabla 2. Costes fabricación

1.1.3. Elementos comerciales

Elemento	Cantidad	Precio/Ud. (€)	Coste total (€)
Actuador lineal	1	350,00	350,00
Soporte actuador	2	60,90	121,80
Rodamiento	4	150,00	600,00
Rail guía	2	273,69	547,38
Inodoro con tapa	1	406,83	406,83
Bastidor con cisterna	1	274,67	274,67
Placa de accionamiento	1	58,56	58,56
Tubería	1	29,34	29,34
Latiguillo	1	16,98	16,98
Estor	1	44,50	44,50
Cepillo	2	22,98	45,96
Patas regulables	4	4,40	17,60
Tornillería	52	0,13	6,93
Anclaje pared	2	1,31	2,62
TOTAL			2516,24

Tabla 3. Costes elementos comerciales

1.2. Precio final de venta

Según los criterios antes marcados, definiremos el precio de venta total en la siguiente tabla:

Costes	
Costes materiales	947,34€
Costes fabricación	61,85€
Costes elementos comerciales	2516,24€
Costes directos	3525,43€
Costes indirectos	352,543€
Costes industriales	3877,973€
Costes comercialización	775,5946€
Coste comercial	4653,568€
Beneficio industrial	1163,392€
Precio de venta	5816,96€

Tabla 4. Costes totales

Como se ve el precio de venta al público sería de 5816,96€, un precio bastante competente comparado con el mercado ya que los módulos regulables del mercado rondan el mismo precio y aun así no cuentan con inodoro y no tienen las características que tiene este producto.

2. Rentabilidad y viabilidad

En este apartado se hará un estudio de la rentabilidad y viabilidad del proyecto, en él se verán las ganancias y el tiempo que se tarda en recuperar la inversión inicial.

Para ver todo esto, se ha de hacer previamente una previsión de ventas, en este caso de 5 años, solo contando el sector de las residencias de ancianos. La previsión se muestra en la Tabla 5.

El estudio de la viabilidad se ha realizado en el Volumen II. Anexos. 6. Estudio de viabilidad.

Año	Unidades
1	33
2	50
3	111
4	111
5	111

Tabla 5. Previsión de ventas.

En este caso no habrá una inversión inicial pues todo el proyecto se realiza por contrata, y en el precio del producto se incluye toda la mano de obra y precio de maquinaria.

Si que deberemos tener en cuenta unos gastos fijos de alquiler de una nave industrial donde se recibirán los componentes y se realiza el embalaje del producto.

El alquiler se cifrará en 45.000 €/año. Por lo que los gastos se calcularían con el coste comercial más el alquiler.

Considerando una inflación anual del 4%, el VAN se calcularía de la siguiente forma, representada en una tabla:

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversiones	0	0	0	0	0	0
Ud. Vendidas	0	33	50	111	111	111
Gastos	0	198567,7	277678,4	556892,4	556892,4	556892,4
Ingresos	0	191959,7	290848	639865,5	639865,5	639865,5
Beneficios	0	-6608,07	13169,6	82973,11	82973,11	82973,11
Flujo de Caja	0	-6608,07	13169,6	82973,11	82973,11	82973,11
VAN	0	-6353,91	5822,12	79641,61	150570,92	218771,73

Tabla 6. VAN

$$VAN_j = \Sigma \text{Flujo de caja } j / (1 + 0.04)^j - \text{inversión}$$

$$VAN_1 = \frac{-6608,07}{(1 + 0,04)^1} - 0 = -6353,91$$

$$VAN_2 = \frac{13169,6}{(1 + 0,04)^2} + \frac{-6608,07}{(1 + 0,04)^1} - 0 = 5822,12$$

$$VAN_3 = \frac{82973,11}{(1 + 0,04)^3} + \frac{13169,6}{(1 + 0,04)^2} + \frac{-6608,07}{(1 + 0,04)^1} - 0 = 79641,61$$

$$VAN4 = \frac{82973,11}{(1 + 0,04)^4} + \frac{82973,11}{(1 + 0,04)^3} + \frac{13169,6}{(1 + 0,04)^2} + \frac{-6608,07}{(1 + 0,04)^1} - 0 = 150570,92$$

$$VAN5 = \frac{82973,11}{(1 + 0,04)^5} + \frac{82973,11}{(1 + 0,04)^4} + \frac{82973,11}{(1 + 0,04)^3} + \frac{13169,6}{(1 + 0,04)^2} + \frac{-6608,07}{(1 + 0,04)^1} - 0$$
$$= 218771,73$$

Con el VAN calcularemos el momento en el que el proyecto es rentable. Se le llama Payback y se calcula de la siguiente forma:

PayBack=último periodo con VAN negativo + (Valor absoluto del último VAN negativo/Valor del Flujo de caja del siguiente periodo)

$$PayBack = 1 + \frac{6353,91}{13169,6} = 1,482$$

Esto quiere decir que el proyecto empieza a ser rentable a partir del año y medio.