

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**  
**ESCUELA POLITÈCNICA SUPERIOR DE ALCOY**



**UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA**

**CAMPUS D'ALCOI**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA**

**“Diseño de un cultivador agrícola con rodillo adaptado a tractor”**

**Autor:**

D. Jesús Sáez Cifre

**Dirigido por:**

Dr. Octavio Ángel Fenollar Gimeno

Julio 2020



# RESUMEN

## **“Diseño de un cultivador agrícola con rodillo adaptado a tractor”**

En el próximo trabajo pretendemos dar solución a las exigencias de un cliente que nos solicita un cultivador con rodillo que pueda adaptarse a su tractor.

Para ello, crearemos un diseño que se ajuste no solo a las exigencias de nuestro cliente o a las medidas del tractor, sino también a la normativa vigente en España para que, de este modo, pueda ser posteriormente homologado. Además, tendremos en cuenta su consiguiente transporte por carretera, por lo que deberemos seguir una serie de normas específicas.

Por otro lado, será a través del programa Solidworks, proporcionado por la universidad, donde realizaremos el diseño en CAD 3D. Este mismo programa nos ayudará tanto en el cálculo de esfuerzos, tensiones y deformaciones como en la elaboración de planos, ya que presenta una extensión de CAE.



# SUMMARY

## **“Design of a field cultivator with roller suitable for a tractor”**

In the next project we intend to provide a solution to the demands of a customer who requests a cultivator with roller that can be adapted to his tractor.

To this end, we will make a design that not only meets our customer's requirements or the dimensions of the tractor, but also the current regulations in Spain so that it can be subsequently homologated. Likewise, we will take into account its successive road transportation, which means that we will have to follow a series of specific rules.

On the other hand, it will be through the Solidworks program, provided by the university, where we will make the design in 3D CAD. This program will also help us in the calculation of efforts, tensions, and deformations as well as in the drawing up of plans since it has an extension of CAE on it.



# RESUM

## **“Disseny d'un conreador agrícola amb corró adaptat a tractor”**

En el pròxim treball pretenem donar solució a les exigències d'un client que ens sol·licita un conreador amb corró que pugui adaptar-se al seu tractor.

Per a això, crearem un disseny que s'ajuste no sols a les exigències del nostre client o a les mesures del tractor, sinó també a la normativa vigent a Espanya perquè, d'aquesta manera, pugui ser posteriorment homologat. A més, tindrem en compte el seu consegüent transport per carretera, per la qual cosa haurem de seguir una sèrie de normes específiques.

D'altra banda, serà a través del programa Solidworks, proporcionat per la universitat, on realitzarem el disseny en CAD 3D. Aquest mateix programa ens ajudarà tant en el càlcul d'esforços, tensions i deformacions com en l'elaboració de plans, ja que presenta una extensió de CAE.





# Tabla de Contenidos

RESUMEN	3
SUMMARY	5
RESUM	7
ABREVIATURAS	11
LISTADO DE FIGURAS	13
LISTADO DE TABLAS	15
I. INTRODUCCIÓN	17
I.1. ANTECEDENTES.	19
I.2. DEFINICIÓN	26
I.3. PARTES DEL CULTIVADOR.	29
II. OBJETIVOS	31
II.1. OBJETIVO GENERAL.	33
II.2. OBJETIVOS PARTICULARES.	33
III. DESARROLLO DEL PROYECTO	35
III.1. DISEÑO INICIAL PROTOTIPOS.	37
III.2. NORMATIVA APLICABLE.	47
III.3. ESTUDIO Y DEFINICIÓN DE ESTADOS TENSIONALES.	51
III.4. SELECCIÓN DE MATERIALES.	54
III.5. ESTUDIO Y DEFINICIÓN DE CONDICIONES DE CONTORNO.	56
III.6. SIMULACIÓN MEDIANTE FEA.	57
III.7. FABRICACIÓN.	72
III.8. ESTUDIO ECONÓMICO.	73
IV. APÉNDICES	79

IV.1. REFERENCIAS	81
IV.2. PLANOS ACOTADOS.	82

# ABREVIATURAS

°C	Grado Celsius
°K	Grado Kelvin
€	Euro
2D	2 dimensiones
3D	3 dimensiones
CAD	Diseño asistido por computadora
CAE	Ingeniería asistida por computadora
CE	Conformidad Europea
cm	Centímetro
CV	Caballo de vapor
DIN	deutsches Institut für Normung (instituto alemán de normalización)
E	Módulo elástico
FEA	Finite Element Analysis
h	hora
ISO	International Organization for Standardization
ITV	Inspección técnica de vehículos
J	Julio
kg	Kilogramo
m	Metro

min	minuto
mm	Milímetro
MMA	Masa máxima autorizada
MMTA	Masa máxima técnica admisible
MPa	Megapascal
N	Newton
s	segundo
t	tonelada
UNE	Una norma española

# LISTADO DE FIGURAS

Figura 1 Primeros yacimientos agrícolas .....	19
Figura 2 herramienta agrícola en la antigüedad .....	21
Figura 3 Arados primitivos.....	22
Figura 4 Sembradora diseñada por Jethro Tull.....	24
Figura 5 Segadora antigua.....	25
Figura 6 Cultivador de brazo rígido vibrante con resorte .....	28
Figura 7 Partes de un cultivador .....	29
Figura 8 chapas exteriores de los bastidores.....	38
Figura 9 Estructuras bastidor central.....	39
Figura 10 Pieza de unión Chasis-Púa .....	39
Figura 11 Púa.....	40
Figura 12 Rodillo central con descompactadores .....	41
Figura 13 Estructura bastidor central completo.....	41
Figura 14 cálculo de centros en 2D.....	43
Figura 15 Bastidor exterior completo.....	43
Figura 16 Rulo completo.....	44
Figura 17 eje trasero .....	45
Figura 18 Rulo completo plegado para salir a carretera .....	46
Figura 19 Rulo completo con eje y lanza.....	46
Figura 20 Relación fuerza-presión según diámetro del pistón .....	52
Figura 21 Fuerza necesaria en el cilindro.....	53
Figura 22 Filtrado de materiales en CES Edupack.....	54
Figura 23 Segundo filtrado de materiales en CES Edupack.....	55
Figura 24 tensiones resultantes en la púa .....	59
Figura 25 tensiones resultantes en el punto más desfavorable del bastidor.....	60
Figura 26 tensiones resultantes en el bastidor sin los esfuerzos de los bastidores exteriores .....	61

Figura 27 sujeciones y cargas del bastidor exterior .....	62
Figura 28 tensiones resultantes en el punto más desfavorable del bastidor exterior .....	63
Figura 29 tensiones resultantes soldando el bastidor exterior al central en la articulación.....	63
Figura 30 rediseño del bastidor exterior .....	64
Figura 31 tensiones resultantes del bastidor exterior rediseñado .....	65
Figura 32 Bastidor central con pasadores .....	67
Figura 33 tensiones resultantes en el bastidor central.....	68
Figura 34 tensiones resultantes en el bastidor central con refuerzo.....	69
Figura 35 deformaciones resultantes en el bastidor central .....	70
Figura 36 tensiones resultantes en el bastidor central simulando la carga de las púas .....	71
Figura 37 factores de seguridad en el bastidor central simulando la carga de las púas .....	71
Figura 38 tolerancias fundamentales .....	82

# LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Propiedades del material S235JR.....	57
Tabla 2 Fuerzas y momentos de reacción.....	58
Tabla 3 fuerzas y momentos de reacción .....	61
Tabla 4 reacciones en las fijaciones del bastidor exterior.....	65
Tabla 5 Precios individuales bastidor central.....	73
Tabla 6 Precios individuales bastidores exteriores .....	74
Tabla 7 Precios individuales rulo central y rulos laterales .....	74
Tabla 8 Precios individuales eje trasero .....	75
Tabla 9 Precios individuales lanza.....	75
Tabla 10 Precios individuales de componentes.....	76
Tabla 11 Precio total material.....	76
Tabla 12 Precio ensamblajes por partes.....	77
Tabla 13 Total ensamblaje .....	77
Tabla 14 Total maquina agrícola .....	78





# I. INTRODUCCIÓN

## INTRODUCCIÓN



## I.1. ANTECEDENTES.

De manera aproximada se considera que el Sistema Solar se formó hace unos 4500 millones de años, la vida en la Tierra aparecerá hace unos 3500 millones de años, los primeros homínidos erectos desde hace más de 6 millones de años. Sin embargo, la agricultura en el proceso histórico del hombre surgiría en fechas relativamente recientes, concretamente alrededor del 100000 a.C., en la época conocida como Neolítico, encontrando sus primeros vestigios en la zona de Mesopotamia entre los ríos Tigris y Éufrates. No obstante, se considera que el proceso del cultivo de plantas es poligénico y convergente de distintas comunidades humanas, separadas entre sí por barreras físicas y geográficas.



*Figura 1 Primeros yacimientos agrícolas*

Con el Neolítico, hace unos 12000 años y en Próximo Oriente, se produjo la primera gran revolución, al integrar el hombre en su forma de vida la Agricultura, que transformaría la estructura social de la Humanidad hasta el punto de considerarse por los expertos que desde el Neolítico no hubo un cambio cultural tan radical hasta el siglo XIX y las propias técnicas agrícolas habrían variado muy poco desde el Imperio Medio Egipcio hasta el siglo XIX. Bertrand Russell (1969) afirma al respecto “La ciencia como conocimiento avanzó rápidamente durante todo el S. XVII y XVIII, pero solo a

# I. INTRODUCCIÓN

---

finales del S.XVIII comenzó a influir en la técnica de producción. Hubo menos cambio desde el antiguo Egipto hasta 1750 que desde 1750 hasta nuestros días”.

La introducción de la Agricultura en el Neolítico fue el gran triunfo del hombre en su enfrentamiento con la naturaleza, de modo que se convirtió en la base de su desarrollo económico hasta que se produjera la revolución industrial en pleno siglo XIX.

El asentamiento de las poblaciones y la cultura agraria propiciaron mayores tasas de demografía, así como la incentivación de especialistas que mejoraran ostensiblemente la tecnología. Las técnicas del cultivador neolítico, cabe imaginarlas como variables, acumulativas de experiencia y bastante rudimentarias.

El cultivador del neolítico desconocería el laboreo de la tierra y su efecto en ella. En este caso, el agricultor se limitaría a arrojar las semillas sobre el suelo volviendo sólo a recoger su fruto. Tras unos años, se vería obligado a buscar nuevos suelos vírgenes ya que la fertilidad del suelo se agotaría.

Por lo tanto, el cultivo se realizaba a mano. Los primeros instrumentos utilizados fueron el hacha de sílex, el palo o el bastón de cavar (provisto o no de un esferoide calizo como contrapeso), la hoz de hoja de quijada ovina, la azada rudimentaria de piedra o madera. Estas herramientas eran usadas para las labores de siembra, recolección, secado y almacenaje de los cultivos.

# I. INTRODUCCIÓN

---



*Figura 2 herramienta agrícola en la antigüedad*

Cabe destacar la permanencia de algunas de estas herramientas hasta la actualidad con evidentes modificaciones a lo largo de los siglos. Por ejemplo, la incorporación de piezas metálicas. Esta práctica se iniciaría en la Edad del Cobre, siguió en la Edad de Bronce y se extiende en la Edad de Hierro, ya que este metal aporta dureza a los instrumentos agrícolas, haciéndolos más eficaces. Este desarrollo tecnológico corresponde a la Edad de los Metales (3500 a.C. - 50 a.C.) y coincide con la aparición de las grandes civilizaciones de Egipto, Mesopotamia y Persia, en todas ellas la economía estuvo basada principalmente en dos sectores: agricultura y ganadería.

Cabe destacar la invención de la rueda hacia el año 4000 a.C. en Mesopotamia, siendo según se cree, contemporánea del arado. Sus primeras aplicaciones se dieron en el transporte y en la alfarería, sin embargo, es evidente que uso se extendió a la agricultura facilitando el manejo posterior de algunas herramientas.

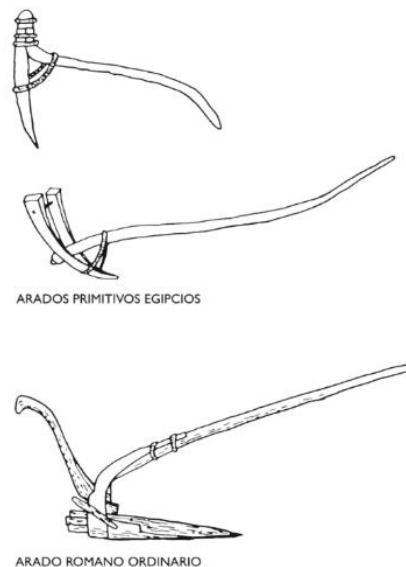
Como ya hemos dicho, los útiles fabricados con metales mantenían las mismas formas que los realizados con piedra. Por otro lado, las primeras hachas fueron trozos

# I. INTRODUCCIÓN

---

de metal de silueta triangular que se utilizaron sin mango. La invención de la hoz o la guadaña, para cortar los cereales, impulsó la agricultura, así como la aparición del arado que facilitó el trabajo de los campos.

Al llegar al mundo clásico de Roma y Grecia la economía sigue basada mayoritariamente en el campo, pero las técnicas agrícolas seguían siendo muy rudimentarias, usándose para labrar la tierra arados muy primitivos tirados por bueyes o mulas. Dichos arados se fabricaban en madera y hierro y contaban con un mango o timón. Los arados permitían roturar simétricamente la tierra, lo que hacía que ésta se vertiera siempre del mismo lado del surco. Seguían utilizando la azada y la hoz para la preparación del terreno e inventaron una primitiva trilladora que era arrastrada en círculos por caballos, sobre un suelo enlosado, para obtener el grano.



*Figura 3 Arados primitivos*

A lo largo de la Edad Media europea, surgen importantes innovaciones que aportarán algunos elementos positivos al trabajo de los campesinos. Entre ellas encontramos una novedad tecnológica como es el empleo del arado de ruedas en lugar del arado romano, que carecía de ellas. La diferencia entre ambos radica en la reja, que

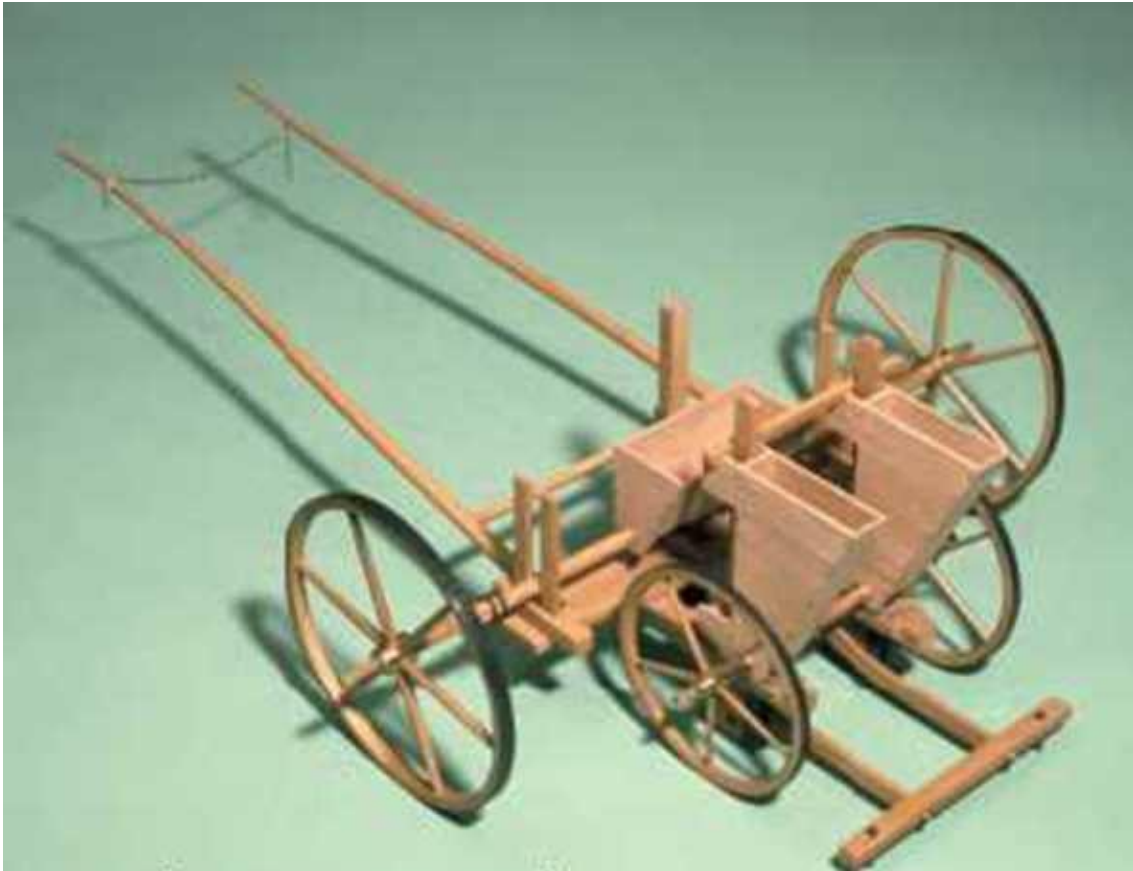
# I. INTRODUCCIÓN

---

permitía al arado de ruedas no solo abrir surcos sino remover la tierra también. Aparte de esto, se siguieron empleando herramientas de hierro, que solo los más ricos podían adquirir y, en general, se continuó usando herramientas de madera.

Durante la llamada Edad Moderna la economía giraba sobre todo en torno a la agricultura, aunque con técnicas de cultivo todavía muy rudimentarias. Por otro lado, el desarrollo demográfico supuso el aumento de la mano de obra y, por consiguiente, el incremento de la producción. Con el transcurso del tiempo se aplicaron nuevas técnicas y se cultivaron nuevos productos. Durante el Antiguo Régimen, los países del sur y del este de Europa prolongaron el sistema económico feudal. En cambio, en la Europa noroccidental los cambios sociales y políticos se vieron acompañados por una revolución agrícola previa a la revolución industrial. Esta revolución agrícola intensificó los cultivos aumentando los rendimientos gracias a mejoras técnicas y productivas y a la introducción de nuevos cultivos.

Entre las innovaciones técnicas caben destacar los aperos inventados por Jethro Tull. Este agrónomo inglés perfeccionó en 1701 la máquina sembradora. Esta máquina mucho más robusta y eficaz permitía arar y sembrar extensos campos, repartiendo las semillas a su vez con regularidad. De este modo se hacía un mayor aprovechamiento del suelo y se facilitaba el crecimiento y maduración más homogéneo de la siembra.



*Figura 4 Sembradora diseñada por Jethro Tull*

Con la llegada de la llamada Revolución Industrial se produjo el desarrollo de máquinas más complejas, la mecanización de los cultivos sufrió un gran avance. Siguió empleándose el arado, pero la madera fue finalmente sustituida por el metal para su fabricación. Además, se introdujo la segadora que permitía segar el trigo de forma continua, sustituyendo a la hoz o guadaña. Igualmente, se introdujo el uso de trilladoras mecánicas, sustituyendo el pisoteo de los animales para llevar a cabo este trabajo.





*Figura 5 Segadora antigua*

Uno de los cambios más importantes se produjo con la invención de la máquina de vapor. Esto permitió la introducción del motor móvil y más adelante la locomóvil, para sustituir el trabajo que desde la Antigüedad realizaban los animales de tiro como caballos o bueyes.

El uso de abonos químicos, la mecanización y los estudios de ingeniería agrícola transformaron la agricultura a finales del siglo XIX, convirtiéndola en una actividad similar a la industrial en cuanto a su conexión con la ciencia y la tecnología. La división del mundo en países desarrollados y subdesarrollados tuvo en la agricultura uno de sus aspectos característicos, concretamente si nos fijamos en el uso de la maquinaria empleada.

# I. INTRODUCCIÓN

---

El siglo XX supuso un gran cambio, especialmente con la aparición del tractor. Gracias a esta máquina las duras tareas que suponen la siembra, la cosecha y la trilla son realizadas de forma rápida y a gran escala.

Como hemos podido ver en esta breve introducción histórica del desarrollo de la maquinaria agrícola, la evolución es prácticamente inexistente desde la aparición de la agricultura hasta la Revolución Industrial. Durante miles de años el diseño y fabricación de herramientas y maquinaria agrícola varió en muy pocos aspectos, cambiando básicamente el material y alguna parte del diseño. La Revolución Industrial y los inventos que con ella se trajeron supusieron un gran avance para los agricultores de todo el mundo, sufriendo un desarrollo continuo hasta nuestros días.

## I.2. DEFINICIÓN

Según el diccionario de la Real Academia Española un cultivador es un instrumento agrícola destinado a cultivar la tierra durante el desarrollo de las plantas.

Se trata de una definición bastante ambigua, dentro de la que podemos encontrar diferentes tipos de instrumentos. La gama de cultivadores que encontramos es muy amplia y la elección de una u otra se determina según el tipo de suelo y de cultivo que va a ser tratado. Los cultivadores pueden clasificarse según diversas categorías:

Según el tipo de transporte:

- Suspendido: aquel que tiene el sistema de enganche como anclaje al tractor, con lo que, para el transporte, el cultivador debe ser elevado para no ser arrastrado por el suelo.

# I. INTRODUCCIÓN

---

- Semisuspendido: este tipo va provisto de ruedas en los laterales del bastidor que se usan tanto para regular la profundidad del trabajo como para el transporte.

Según su peso:

- Ligeros: son usados para realizar trabajos superficiales y de preparación del lecho de siembra.

- Pesados: El diseño es similar al anterior, pero su estructura es más robusta y están pensados para realizar trabajos de más profundidad.

Según el tipo de brazos:

- De brazo rígido: son poco usados debido a los golpes o tirones que producen en el bastidor debido a su falta de elasticidad. Por otro lado, no producen la vibración necesaria para deshacer los terrones de tierra.

- De brazo rígido vibrante con resorte: con un eje transversal al sentido de la marcha respecto al que pueden girar, y con un muelle que los comprime contra el terreno evitando los obstáculos. Además, la vibración favorece la desaparición de los terrones.

- De brazo flexible de acero plano: Diseñados para ayudar al mullido del terreno y para el trabajo a poca profundidad.

- De brazo flexible o elástico en espiral: la forma del brazo favorece el movimiento vertical y horizontalmente. Este movimiento se aprovecha para deshacer terrones y mullir el terreno. También para uso superficial.

- De brazo sensitivo: este tipo de brazo lleva en sus laterales un mecanismo de accionamiento hidráulico. Así, cuando el brazo tropieza con la raíz de un árbol, este desplaza lateralmente el último brazo, de modo que no lo daña. Una vez superado el árbol, el brazo vuelve a su posición inicial.



*Figura 6 Cultivador de brazo rígido vibrante con resorte*

Generalmente, el cultivador tiene varias funciones, entre las más importantes encontramos las siguientes:

- Descompactar el suelo.
- Control de la vegetación no deseada.
- Esponjar y airear el suelo.
- Rotura de terrones de piedra o arena.
- Preparación de la tierra para la siembra.

## I.3. PARTES DEL CULTIVADOR.

Las partes más importantes de un cultivador son las siguientes:

- Bastidor: es la estructura metálica, más o menos robusta, en la que se enganchan el resto de elementos de la máquina.
- Ruedas: en la mayoría de cultivadores que llevan ruedas, estas son utilizadas para el control de la profundidad, así como para facilitar el transporte del propio cultivador.
- Brazos: van sujetos directamente al bastidor y, en el otro extremo, llevan sujetos el instrumento de trabajo o reja. Existen una gran variedad de brazos cada uno de los cuales tienen su propia función: rígidos, flexibles, con muelles, etc.
- Púas: esta es la parte del implemento agrícola que trabaja el suelo, por lo tanto, es la que sufre mayor desgaste. También encontramos diversos tipos de rejas en función del trabajo y del tipo de tierra que vayamos a trabajar.
- Sistema de enganche: conecta el tractor con el cultivador.
- Rodillo con pinchos: es el encargado de descompactar los terrones de tierra y uniformizar el terreno.

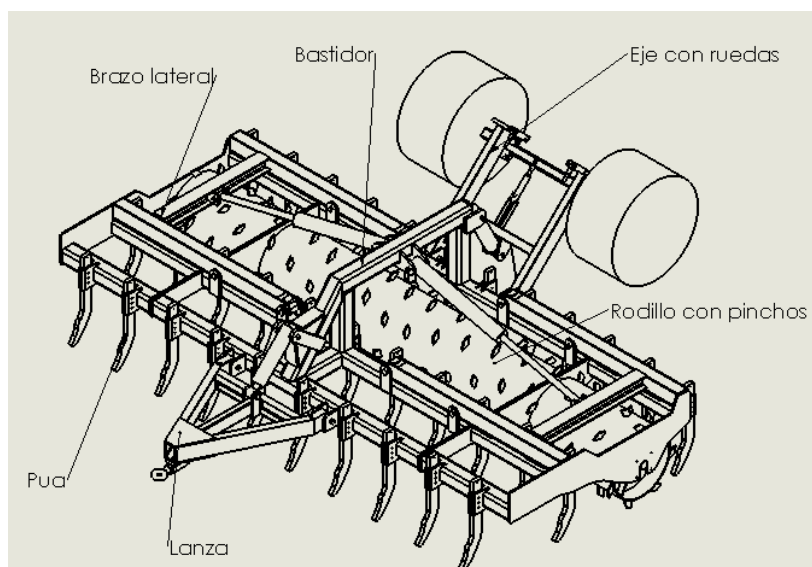


Figura 7 Partes de un cultivador



**II. OBJETIVOS**

OBJETIVOS

## II. OBJETIVOS

---



### II.1. OBJETIVO GENERAL.

El presente trabajo tiene como objetivo principal el diseño de un cultivador agrícola con rodillo adaptado a vehículo tractor. Para el análisis se tendrán en cuenta las condiciones a las que estará sometido el cultivador. Obteniéndose así unos resultados de tensiones y deformaciones sobre la estructura que deberán interpretarse. Así mismo, deberá modificarse la estructura en caso de ser necesario. Se buscará minimizar el coste lo máximo posible mientras se diseña una maquina agrícola de grandes dimensiones fácil de ensamblar.

### II.2. OBJETIVOS PARTICULARES.

Con el fin de alcanzar el objetivo general pondremos los siguientes objetivos parciales.

- Pre-diseño de un cultivador que cumpla la función a desempeñar.
- Análisis estático del diseño realizado.
- Elección de materiales.
- Estudio de los resultados obtenidos para optimizar nuestro diseño.
- Rediseño y nuevo estudio.
- Una vez obtenido el diseño final, dibujar los planos para proceder a su fabricación

## II. OBJETIVOS

---

## III. DESARROLLO DEL PROYECTO

# DESARROLLO DEL PROYECTO

### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

---

### III.1. DISEÑO INICIAL PROTOTIPOS.

Para realizar el diseño del cultivador agrícola se ha optado por un software CAD 3D llamado SolidWorks. Dentro de este programa se han diseñado diversas piezas que se utilizarán en la mayor parte del diseño en forma de configuraciones. De esta forma, con una pieza se pueden obtener todas las medidas para los tubos, HEB, IPN... que se necesite. Todas estas piezas son de acero S235JR dado su precio, su resistencia y su fácil procesamiento.

Con todas las piezas básicas introducidas ya en nuestro programa y fácilmente configurables, pasaremos al diseño de nuestro cultivador:

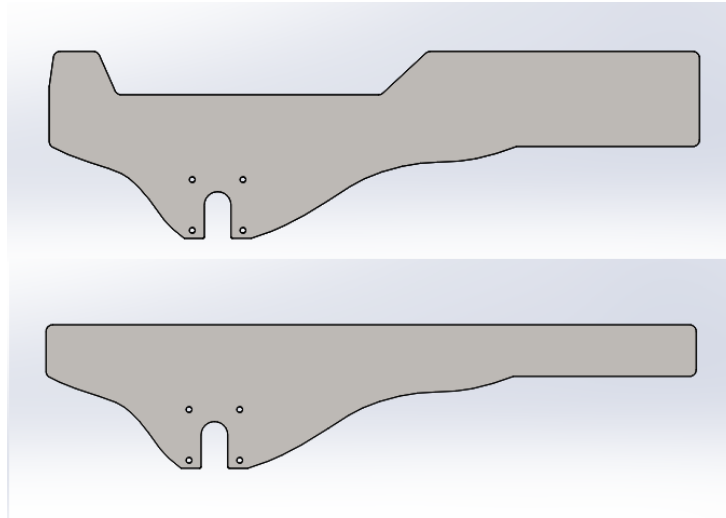
Comenzaremos con el bastidor.

La estructura principal del bastidor se realiza con tubo cuadrado estructural de 140x12.5mm, láminas de 15mm de espesor y chapa de 10mm de espesor. El rodillo estará fabricado con chapa doblada de 10mm de espesor para el cilindro, chapa de 10mm de espesor para las tapas, 4 pletinas de 50x12mm para refuerzo y una barra maciza de 70mm de diámetro.

Todo ello se diseña con la altura a la que debe quedar el bastidor. Una buena altura serían unos 70cm del suelo dado que no supone una gran longitud de la púa y, por tanto, los flectores provocados en el tubo estructural del bastidor no serán demasiado elevados. Para esto, le daremos un diámetro al rodillo de 610mm y, a partir de ahí, diseñaremos las chapas del lateral que serán las encargadas de dar forma a nuestra máquina.

### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

---



*Figura 8 chapas exteriores de los bastidores*

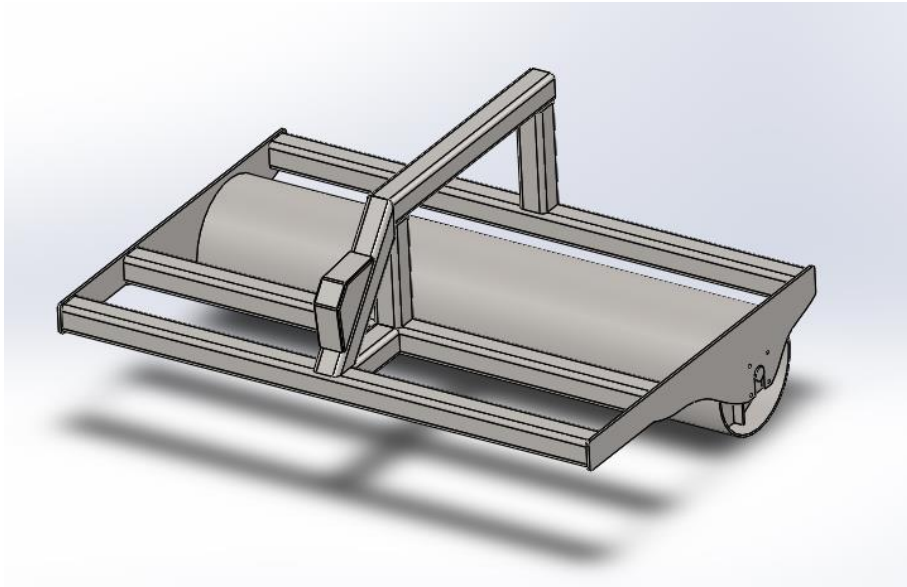
En la Figura 8 la chapa superior corresponde a la chapa de fuera del bastidor exterior, que veremos más adelante, y se diferencia de la interior en que es un poco más alta. Esto es para soldar los tubos que unirán el bastidor exterior con el central y darle un buen aspecto al mismo tiempo.

El rulo, cuando este plegado, no debe sobrepasar los 3000mm de ancho, como se mencionará en el apartado de normativa. Para ello, los tubos transversales de la estructura se cortan a una longitud de 2860mm, sumado al espesor de la chapa de 15mm nos queda un ancho de 2890mm.

Con todo esto ya se tiene la forma del rulo, que quedaría como se observa en la Figura 9.

### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

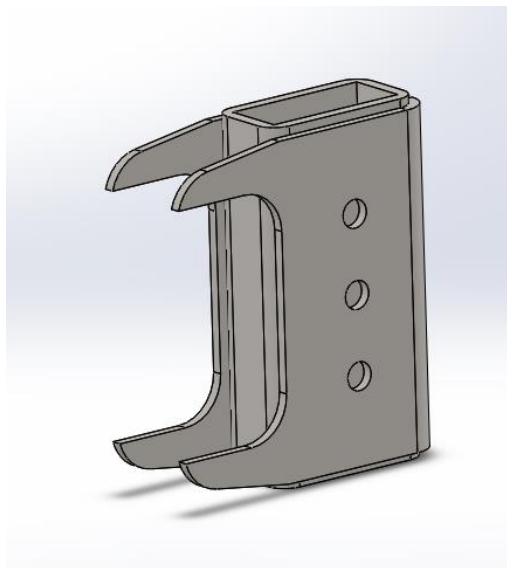
---



*Figura 9 Estructuras bastidor central*

Ahora se diseñan las púas del cultivador. Estas son las encargadas de labrar la tierra. Se diseñarán de forma que se pueda variar la altura del bastidor al inferior de la púa para labrar con más o menos profundidad.

Primero, se diseña el alojamiento que servirá de unión al chasis, se realizarán tres agujeros que servirán para variar la altura de la púa.

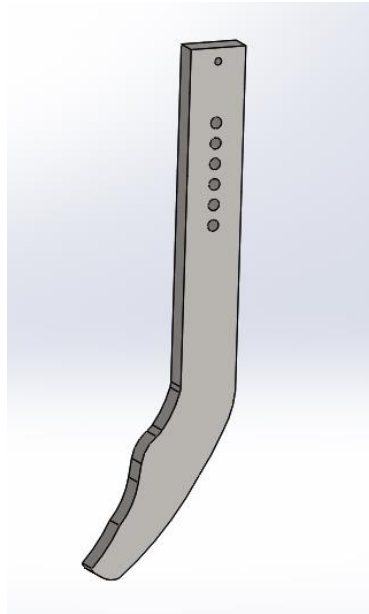


*Figura 10 Pieza de unión Chasis-Púa*

### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

---

Una vez diseñado el alojamiento, pasamos al diseño de la púa. Esta se diseñará para alcanzar la máxima profundidad y conseguir así un descompactamiento del suelo más profundo. El diseño quedaría como se aprecia en la Figura 11.



*Figura 11 Púa*

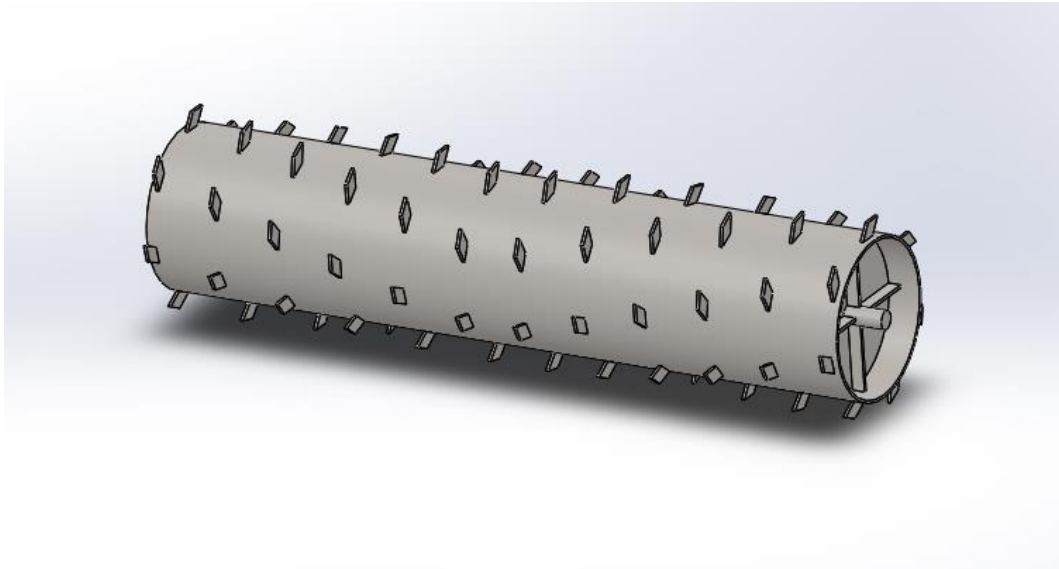
Se puede observar que lleva 6 agujeros, estos sirven para regular la altura y un agujero pequeño arriba que será el encargado de portar un pasador de emergencia en caso de que se soltara el tornillo principal.

Posteriormente, se diseña la disposición de los pinchos del rulo, los cuales son los encargados de romper los terrones de tierra que se puedan formar debido a la humedad. Esta disposición es arbitraria dado que a nivel estructural no nos afecta.



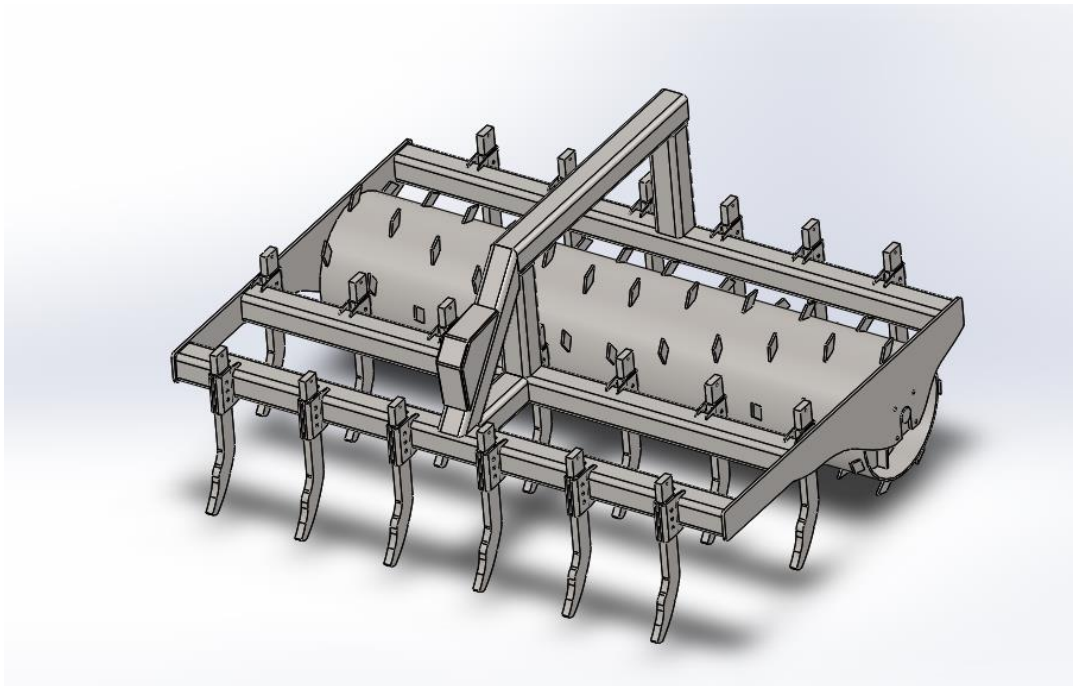
### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

---



*Figura 12 Rodillo central con descompactadores*

Posteriormente, se diseña la disposición de las púas del cultivador. Esta disposición es mayormente arbitraria como en el caso de los pinchos, sin embargo, dependiendo de esta disposición obtendremos el número de púas en el cultivador y, por consiguiente, los esfuerzos que tiene que soportar.



*Figura 13 Estructura bastidor central completo*

### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

---

Esta disposición la prolongaremos posteriormente a los bastidores exteriores, de forma que la distancia entre la última púa del bastidor central y la primera del bastidor exterior sea igual que la distancia entre púas en el bastidor central.

Para el diseño de los bastidores exteriores debemos tener en cuenta que nuestra máquina será remolcada y no debe sobrepasar los 3000mm de ancho mencionados anteriormente. Para ello, los diseñaremos abatibles mediante dos cilindros hidráulicos y una estructura sobre el bastidor que iremos diseñando a medida que vamos escogiendo el cilindro a utilizar. Esto se debe hacer de manera conjunta, aproximando el bastidor al cilindro y viceversa. Es interesante realizar este diseño mediante una herramienta 2D la cual simplifica el diseño a tres puntos (los centros del cilindro y el punto de giro) como vemos en la Figura 14. Variaremos la posición de los tres puntos hasta obtener la relación de apertura-cierre de los cilindros con el ancho de la maquina deseada.

Escogemos el cilindro de doble efecto de la empresa ferruz DE-50-100-800-ST el cual tiene una distancia entre centros de 1025mm en la posición de cerrado y 800mm de carrera, lo que se traduce en 1825mm de distancia entre centros cuando está completamente abierto. Con este apartado también obtenemos la longitud de los tubos que amarran el bastidor exterior.

El cilindro DE-50-100-800-ST es capaz de proporcionar la fuerza indicada en la Figura 20, en nuestro caso el diámetro de B es igual a 100mm y el de A igual a 50mm.

### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

---

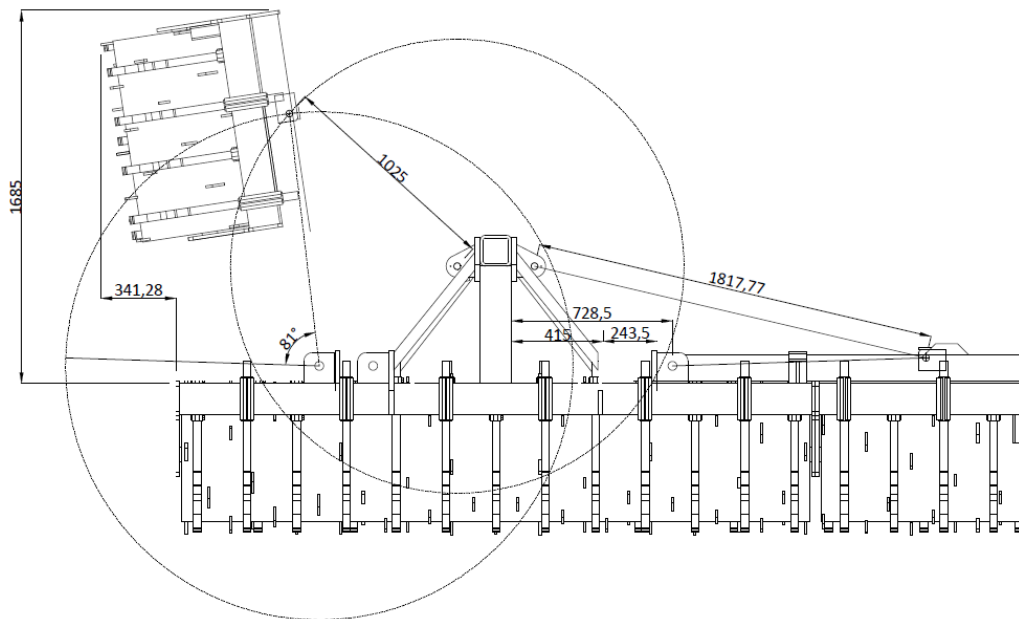


Figura 14 cálculo de centros en 2D

Una vez obtenidos estos puntos podemos pasar al diseño en 3D en el que usaremos orejas soldadas a la estructura con un agujero en la posición que especifican las posiciones calculadas en el diseño 2D.

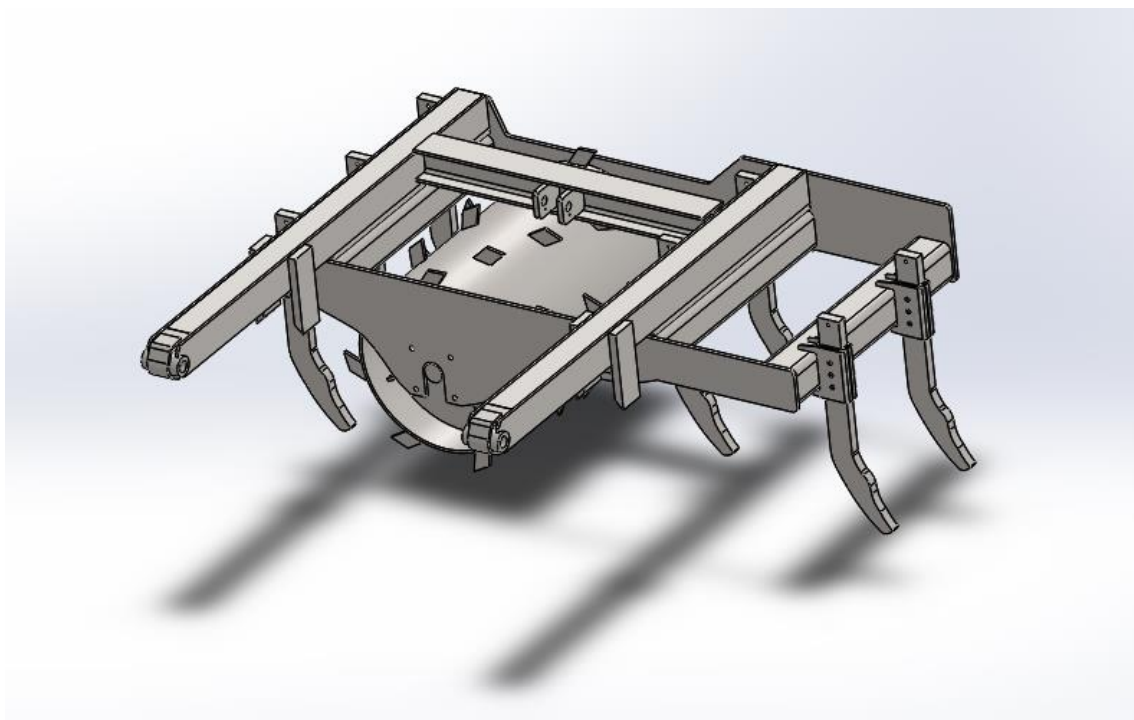
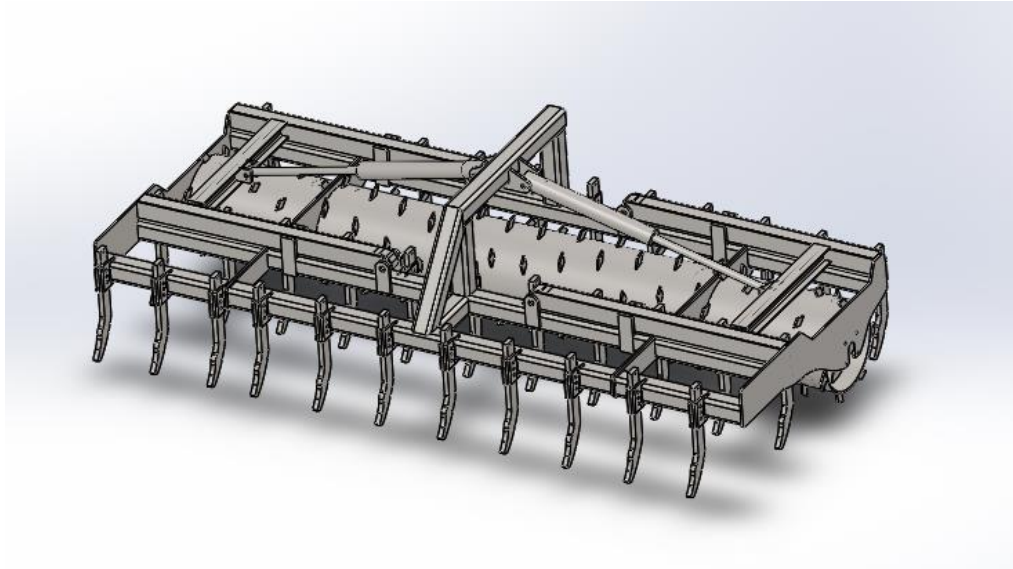


Figura 15 Bastidor exterior completo

### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

---

Finalmente nos queda el diseño del cultivador como se ve en la Figura 16 a falta del enganche al vehículo tractor y el eje.

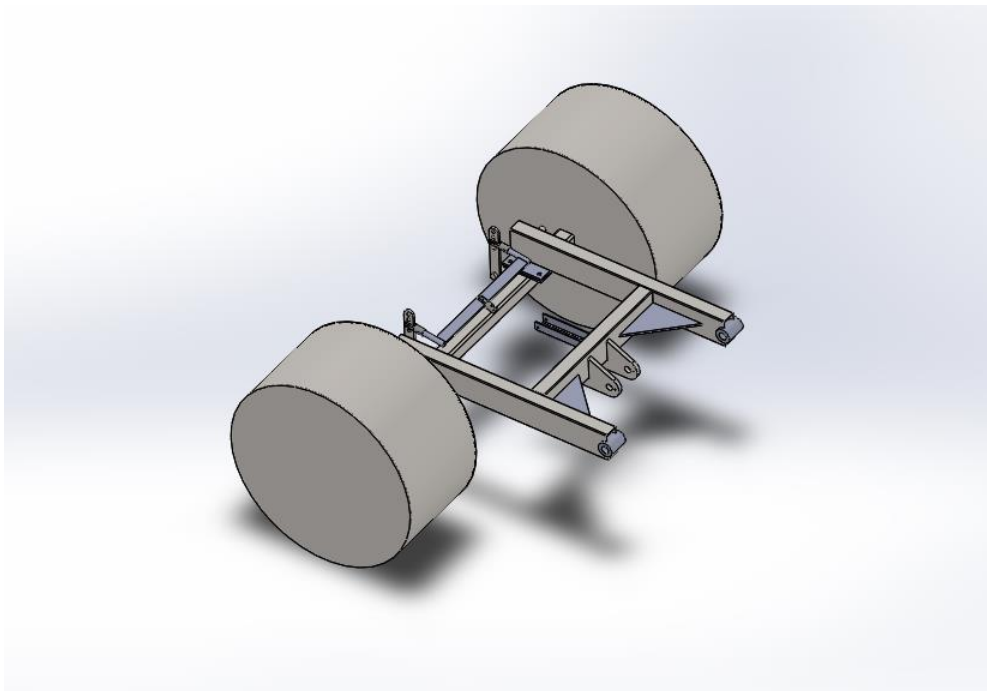


*Figura 16 Rulo completo*

Como se podrá observar en el siguiente punto, la normativa de este tipo de máquinas nos obliga a instalarle un eje dotado de frenos. Este lo compraremos completo y lo ensamblaremos a nuestra máquina. Para incluir este diseño en nuestro software CAD realizaremos un diseño esquemático de medidas funcionales. El diseño quedaría como se observa en la Figura 17.

### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

---

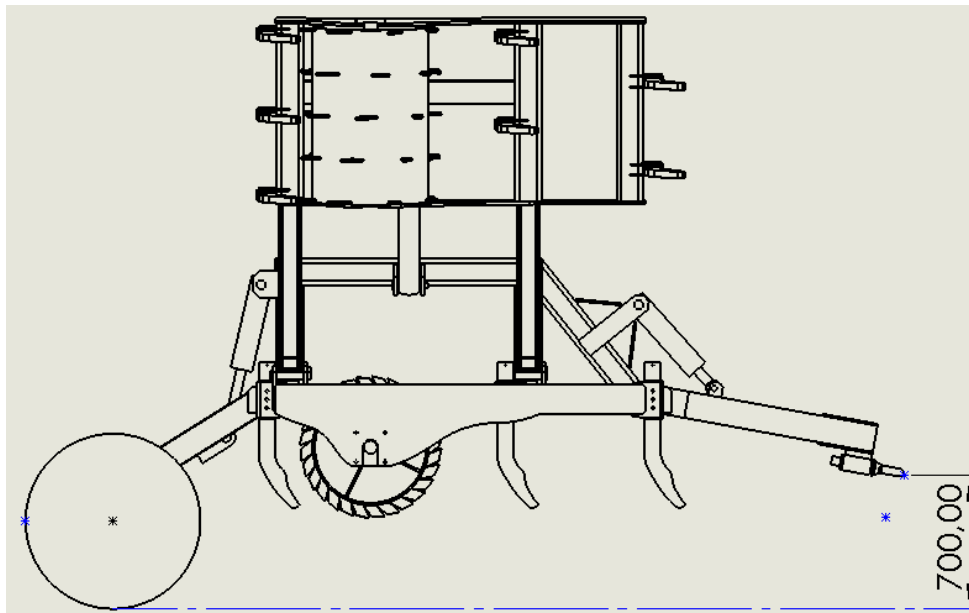


*Figura 17 eje trasero*

Finalmente escogeremos los cilindros para abatir la lanza y el eje y calcularemos los centros con el mismo procedimiento que usamos en los bastidores laterales, de modo que cuando el vehículo tractor salga a carretera la máquina remolcada quede suspendida apoyando solo en el enganche y en el eje como se aprecia en la Figura 18 .

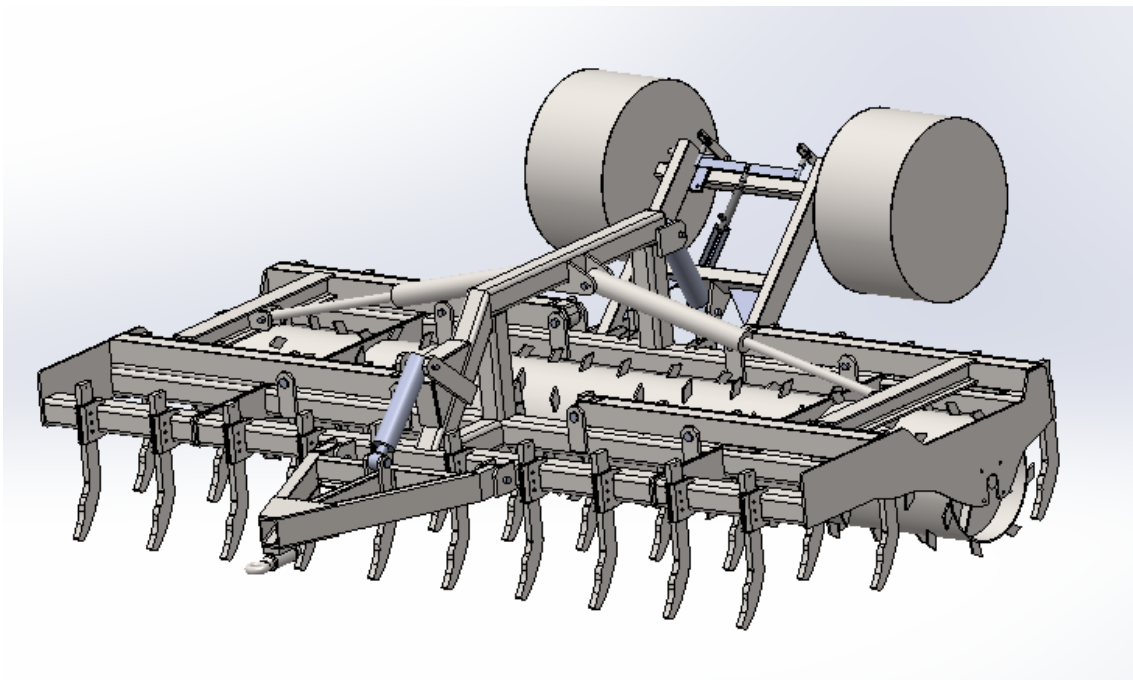
### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

---



*Figura 18 Rulo completo plegado para salir a carretera*

Finalmente nuestro rulo completo quedaría como se muestra en la Figura 19.



*Figura 19 Rulo completo con eje y lanza*

## III.2. NORMATIVA APLICABLE.

Para realizar el diseño del cultivador se ha debido tener en cuenta la normativa vigente.

En las directivas 2007/46/CE, 2003/37/CE, 2002/24/CE o en el Real Decreto 750/2010 encontramos la definición de las categorías de los vehículos el rulo agrícola diseñado en el presente trabajo pertenece a la siguiente categoría:

- Categoría S1: Máquinas en las que la suma de las masas técnicamente admisibles por eje es inferior o igual a 3.500 kg.

Por otro lado, con la entrada en vigor del nuevo marco europeo para los vehículos agrícolas, así como de sus actos delegados, el Ministerio ha modificado tanto los criterios como el nivel mínimo de requisitos exigibles a estos vehículos. Para que el Ministerio, a fecha de hoy, conceda una nueva homologación de tipo nacional española o una nueva homologación individual, desde el pasado 01/01/2017, es obligatorio que los vehículos agrícolas cumplan con los actos delegados indicados a continuación.

#### **Dispositivos de alumbrado y señalización luminosa y sus fuentes de luz:**

Deben montarse dispositivos homologados.

#### **Instalación de dispositivos de alumbrado:**

Deben respetarse las cotas de instalación indicadas en dicho Reglamento, así como los dispositivos a montar y el número de ellos.

#### **Luces delanteras:**

- Luces de gálibo delanteras: opcionales si la anchura es mayor de 1,80 m. Prohibidas si la anchura no excede de 1,80 m.

- Catadióptricos delanteros no triangulares: obligatorios.

### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

---

#### **Luces laterales:**

- Catadióptricos laterales no triangulares: obligatorios. La distancia del primer dispositivo al inicio del vehículo debe ser como máximo de 3m. La distancia entre dispositivos debe ser como máximo de 6 m y la distancia del último dispositivo al final del vehículo debe ser como máximo de 3 m.
- Luces de posición laterales: opcionales.

#### **Luces traseras:**

- Luces de marcha atrás: opcionales.
- Luces indicadoras de dirección: obligatorias.
- Luces de frenado: obligatorias.
- Luces de posición traseras: obligatorias.
- Luces antiniebla traseras: opcionales.
- Luces de gálibo delanteras: opcionales si la anchura es mayor de 1,80 m. Prohibidas si la anchura no excede de 1,80m.
- Luz de placa posterior de matrícula: obligatoria.
- Catadióptricos traseros triangulares: obligatorios.
- En el caso de las máquinas, además, señales V-20 delanteras y traseras.

#### **Placa de matrícula:**

Debe existir un espacio mínimo para la placa de matrícula con unas dimensiones mínimas de 520x120 o 255x165.

#### **Placa y marcados reglamentarios:**

Se adjuntan los dos posibles modelos de placa de fabricante indicados por la citada normativa.

Como se puede ver, no es necesario hacer ningún tipo de encabezado al estar normalizados los datos a indicar y el orden de los mismos.

El vehículo debe disponer de un número de bastidor de 17 caracteres según norma ISO 10261:2002 o según norma



### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

---

ISO 3779:2009. En ambos casos, será necesario aportar la explicación correspondiente sobre los caracteres

alfanuméricos que podrían aparecer reflejados en cada una de las 17 posiciones.

#### **Dimensiones y masa remolcable:**

- Máquinas remolcadas: Longitud máxima 12.000mm. / Anchura máxima 3.000mm. / Altura máxima 4.000mm.

#### **Masa máxima en carga:**

-Vehículos de un eje: Masa máxima sobre el eje 10.000 Kg.

#### **Enganches mecánicos:**

Obligatorio dispositivo homologado. No confundir con dispositivos normalizados.

Serán válidos, además, los dispositivos normalizados que no disponen, a fecha de hoy, de método de ensayo. Por ejemplo, el acoplamiento a los brazos elevadores del tractor según norma ISO 730. Será obligatorio en este caso presentar un certificado por parte del fabricante del dispositivo de acoplamiento, que indique el cumplimiento con

la norma dimensional y los valores de carga vertical y de fuerza de arrastre del mismo, y los cálculos que justifique los valores indicados en el certificado.

#### **Dispositivos de frenado y acoplamiento de frenos con remolques:**

En el caso de un dispositivo de frenado de servicio hidráulico, es válido el circuito de conducto único.

Obligatorios ensayos dinámicos para la obtención del correspondiente certificado de frenado. El vehículo deberá disponer de un dispositivo automático de detección de carga (válvula ALB), al disponer de cualquier tipo de suspensión

### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

---

(mecánica, hidráulica, neumática). Sólo en los siguientes casos estaría exento de montar el citado dispositivo:

- Si el vehículo de la categoría "Ra" con una velocidad no superior a 30 km/h. o el vehículo de la categoría "Sa" no puede ser equipado por razones técnicas con un dispositivo automático de detección de carga, es decir, no dispone de ningún tipo de suspensión, podrá equiparse con un dispositivo que tenga al menos tres posiciones distintas para el control de las fuerzas de frenado (vacío, media carga, carga completa).

- En el caso especial de un vehículo remolcado de la categoría "Ra" con una velocidad no superior a 30 km/h o de un vehículo de la categoría "Sa" que, por su construcción, admita solo los dos estados de carga distintos "descargado" y cargado", el vehículo solo podrá tener dos posiciones distintas para el control de las fuerzas de frenado.

- El vehículo de la categoría "S" que no contenga ninguna otra carga, salvo una carga útil de material consumible de, como máximo, el 10 % de la suma de las masas técnicamente admisibles por eje.

Es recomendable montar equipos de freno homologados, ya sea según Reglamento 68 o Reglamento 13, de no ser así las pruebas a realizar durante el ensayo y el coste del mismo se incrementa muy notablemente, casi el doble. En el momento en el que se cambie el tipo de equipo de freno y/o la certificación del mismo será obligatorio un ensayo nuevo diferente, con el coste consiguiente.

A efectos de diseño y cálculo se tendrán en cuenta las masas máximas, dimensiones máximas y el enganche mecánico. El resto de actos reglamentarios son instalaciones que no influirán en nada a la hora del diseño.

## III.3. ESTUDIO Y DEFINICIÓN DE ESTADOS TENSIONALES.

En este apartado calcularemos las fuerzas y las fijaciones que introduciremos posteriormente en solidworks para el cálculo de las tensiones.

En primer lugar, tendremos el peso propio de la estructura, el cual se añade automáticamente en solidworks.

En segundo lugar, tenemos la resistencia de la tierra, esta es la fuerza principal que debemos analizar ya que los cálculos se harán en base a ella.

Para el caso más desfavorable a una velocidad de labranza de 10km/h la presión sería de 145kpa. Esta presión se introduce directamente en solidworks, el programa calcula la superficie de contacto y la fuerza que debe vencer la máquina para avanzar a dicha velocidad.

Podemos corroborar dicha presión calculando con la potencia del tractor que usaremos, se trata de una maquina agrícola bastante grande y por tanto usamos un tractor agrícola de categoría 3 (potencia entre 120 y 200hp), dado que estamos en el caso más desfavorable nos acercaremos más a los 200hp como podremos comprobar.

$$P = F * v$$

La velocidad son 10km/h que son 2.78m/s, cada pua tiene una superficie de 11054mm<sup>2</sup> multiplicado por 33 puas tenemos una superficie total de 0.364783m<sup>2</sup> multiplicando por la presión nos queda 0.364783m<sup>2</sup> \* 145kpa = 52893,58N y sustituyendo en la formula anterior:

$$P = 52893.58N * 2.78m/s = 147044W = 197.13hp$$

### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

---

El cálculo de las botellas hidráulicas lo realizaremos a mano ya que es un cálculo sencillo, tendremos en cuenta la fuerza máxima que estos pueden realizar, la cual podemos observar en la Figura 20.

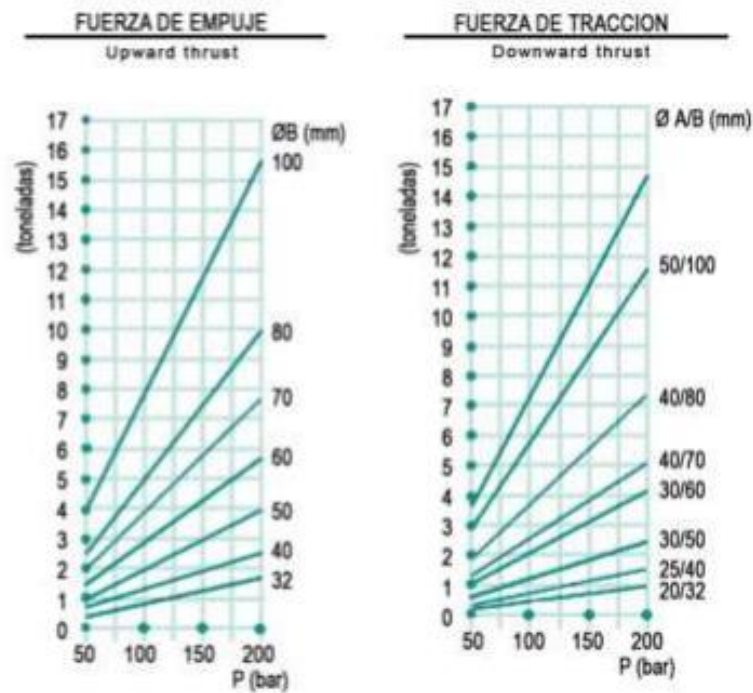


Figura 20 Relación fuerza-presión según diámetro del pistón

El cilindro escogido es el DE-50-100-800-ST y puesto que las tomas de fuerza de un tractor suelen trabajar con presiones mayores de 100bar no tendremos problema con este cilindro, como se demuestra en la Figura 21, nos sobra fuerza tanto de empuje como de tracción para abatir los bastidores por tanto son válidos y ya tendríamos los bastidores ensamblados.

### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

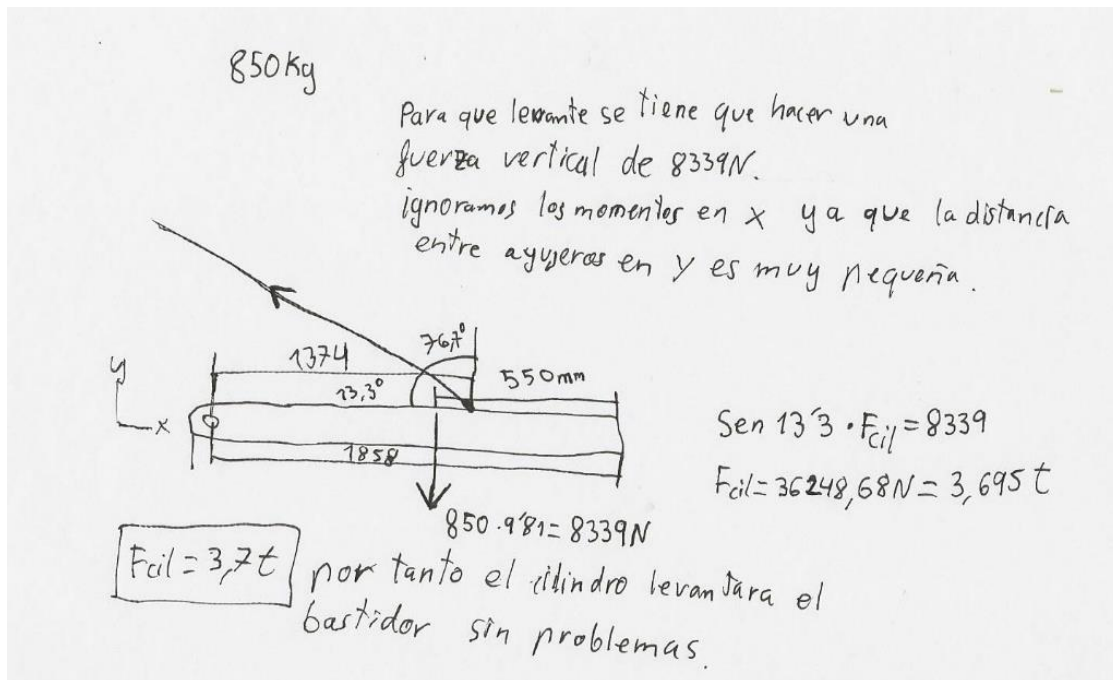


Figura 21 Fuerza necesaria en el cilindro

Para los cilindros tanto de la lanza como del eje actuamos de la misma forma, en este caso hemos escogido dos cilindros DE-50-100-300-ST. Este cilindro tiene una distancia entre centros cuando se encuentra cerrado de 525mm y 825mm cuando se encuentra abierto. Estos dos cilindros serán los encargados de elevar la máquina para poder circular, se observa cómo cada botella es capaz de proporcionarnos 8t de fuerza y por tanto nos sobrara para levantar nuestro rodillo completo.

## III.4. SELECCIÓN DE MATERIALES.

Para la elección del material se realiza una consulta en la base de datos de CES EduPack 2019. Utilizando filtros. Para el precio por kilo que no sobrepase el euro/kg, que el material tenga una buena soldabilidad y un límite elástico mínimo de 200MPa.

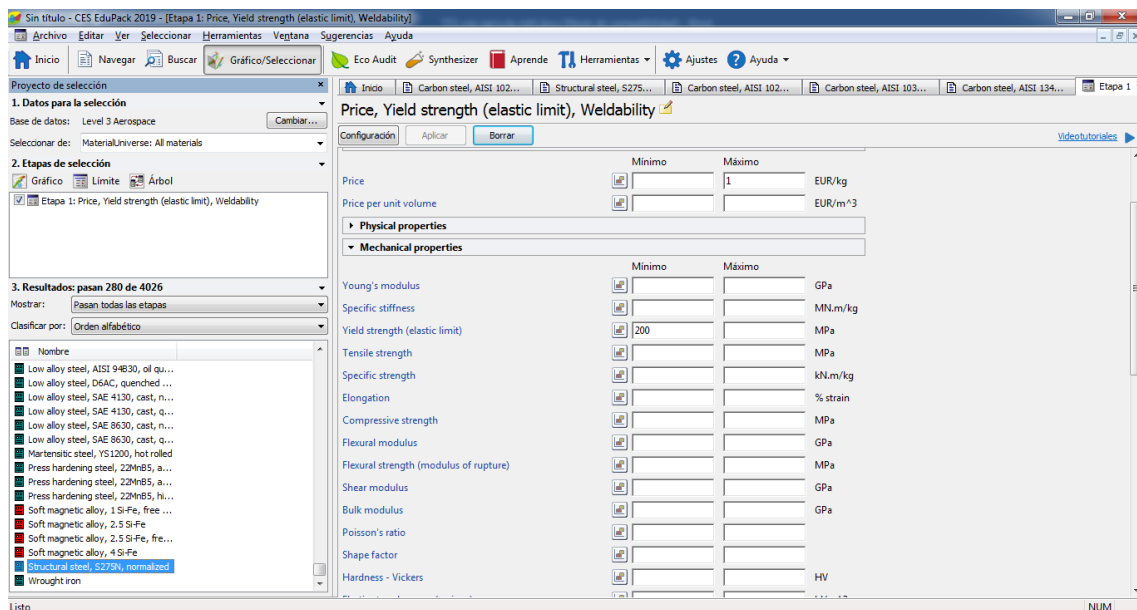


Figura 22 Filtrado de materiales en CES Edupack

Con todo ello se ha optado por un acero estructural S235N debido a que cumple las especificaciones y es de los metales más fáciles de conseguir en todas las variantes que necesitamos (tubos, pletinas, cilindros...). Este material, además, es uno de los que más rápido se mecanizan como se puede observar en la Figura 23, por tanto, ahorraremos tiempo a la hora de cortar las piezas, dado el considerable número de piezas que se tienen esto puede ahorrar mucho tiempo

### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

---

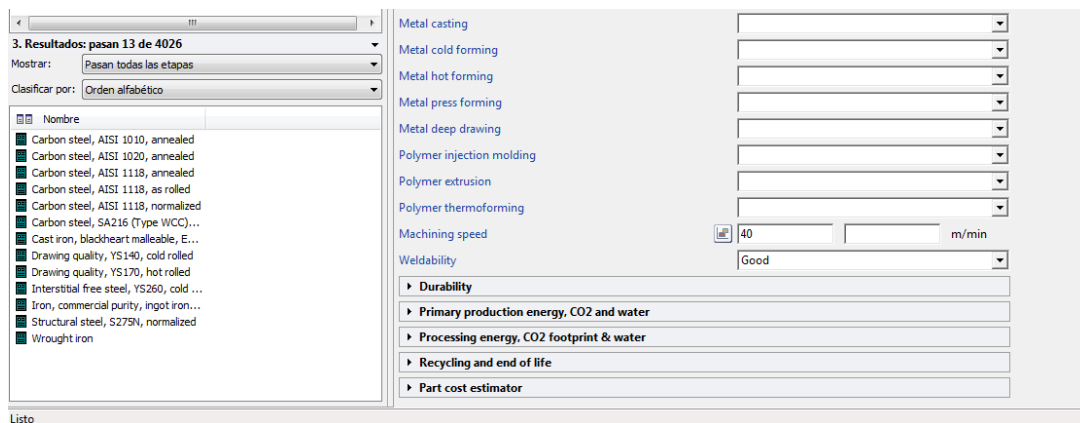


Figura 23 Segundo filtrado de materiales en CES Edupack

## III.5. ESTUDIO Y DEFINICIÓN DE CONDICIONES DE CONTORNO.

Para el análisis del rulo vamos a simplificar los cálculos dividiendo el rulo en tres partes que son, púas con las casacas, bastidores laterales y bastidor central.

Se observará como más adelante calculamos los esfuerzos de las casacas junto con los bastidores por un lado y por otro lado los calculamos por separado y los añadimos en los bastidores. Los resultados obtenidos son prácticamente iguales.

Para la unión de los bastidores se procede añadiendo los esfuerzos resultantes de los bastidores laterales al bastidor central debido a la complejidad de realizar el cálculo del conjunto.

Con el fin de simplificar los cálculos y el mallado del conjunto se introducen las reacciones en el apoyo que tiene el eje sobre el bastidor pudiendo de esta manera eliminar el eje.

Suponemos que es la tierra la que se mueve hacia atrás y tenemos sujeto el bastidor de los enganches que van al tractor para, de nuevo, simplificar los cálculos.

Las uniones de los bastidores laterales al central son uniones de bisagra fija la cual permite el giro, pero no el movimiento.



## III.6. SIMULACIÓN MEDIANTE FEA.

Para este apartado se estimarán los esfuerzos de las piezas mecánicas, se comenzará analizando las piezas de manera individual, y posteriormente se añadirán las reacciones a la pieza central para calcular las tensiones del conjunto.

Las características del material usado para los análisis son las siguientes:

*Tabla 1 Propiedades del material S235JR*

Propiedades	
Nombre:	<b>1.0037 (S235JR)</b>
Tipo de modelo:	<b>Isotrópico elástico lineal</b>
Límite elástico:	<b>2.35e+08 N/m<sup>2</sup></b>
Límite de tracción:	<b>3.6e+08 N/m<sup>2</sup></b>
Módulo elástico:	<b>2.1e+11 N/m<sup>2</sup></b>
Coefficiente de Poisson:	<b>0.28</b>
Densidad:	<b>7800 kg/m<sup>3</sup></b>
Módulo cortante:	<b>7.9e+10 N/m<sup>2</sup></b>
Coefficiente de dilatación térmica:	<b>1.1e-05 /K</b>

Se trata de un acero de construcción de 235MPa de limite elástico ensayado a 20°C perteneciente a la normal EN-10025-2 UNE-EN\_10027-1\_2006 CES EduPack

Se supone una resistencia del suelo de 145kPa (145000N/m<sup>2</sup>) y obteniendo la superficie de púa que penetra en él, podemos calcular los esfuerzos que se producen en ellas.

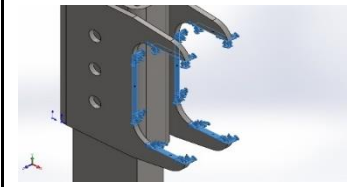
La superficie de púa que penetra en el suelo suponiendo el caso más desfavorable seria de una profundidad de 30cm, por tanto,  $0,035 * 0.30 = 0.0105m^2$ , multiplicando por la presión queda:  $0.0105 * 145 = 1.5225kN$ .

Simulando con SolidWorks una presión de 145000N/m<sup>2</sup> en la parte inferior de la púa se observan los siguientes resultados en la sujeción:

### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

---

Tabla 2 Fuerzas y momentos de reacción

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		<b>Entidades:</b> 6 cara(s) <b>Tipo:</b> Geometría fija		
<b>Fuerzas resultantes</b>				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	1374.02	572.439	-0.0439566	1488.49
Momento de reacción(N.m)	-0.00534714	-0.00656431	0.065417	0.0659626

Se puede observar como la resultante de la fuerza de reacción se asemeja bastante a la calculada anteriormente, esto proporciona una idea de que la simulación de solidworks ha funcionado correctamente.

### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

---

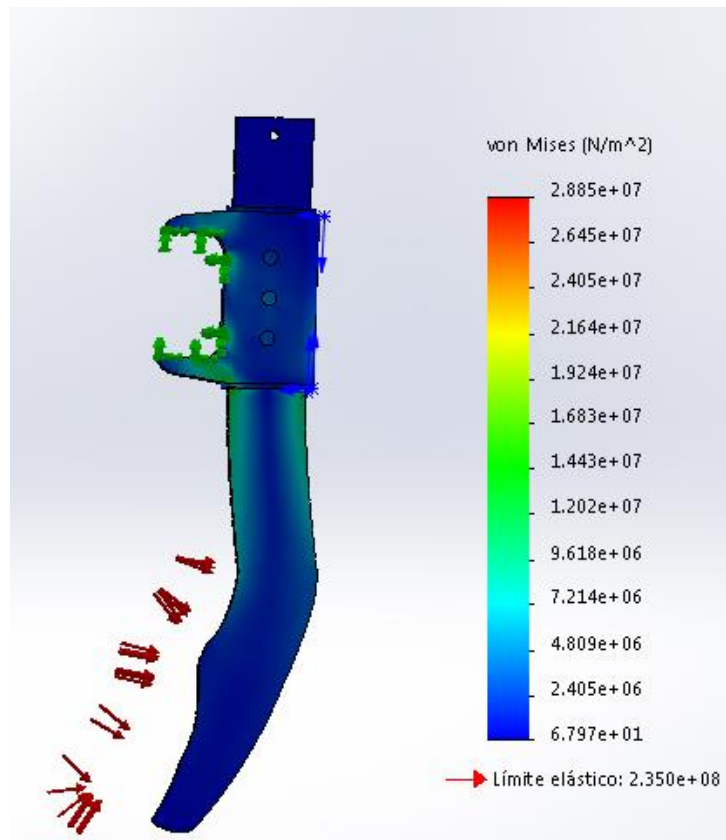


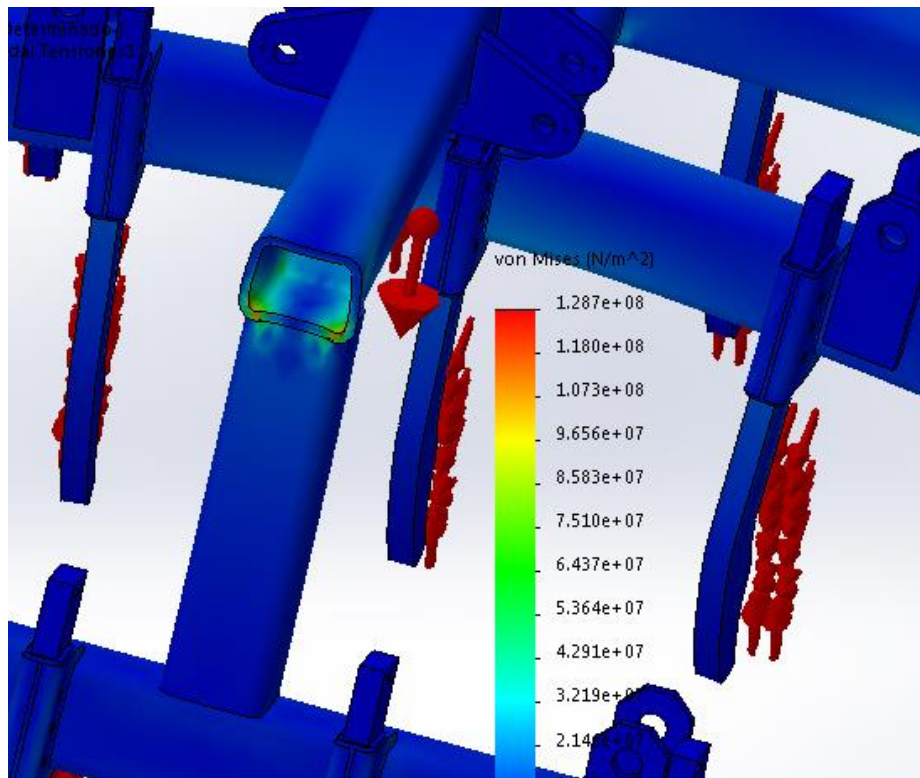
Figura 24 tensiones resultantes en la púa

Es observable que el límite elástico del material es muy superior a la tensión máxima que soporta la pieza, y, por tanto, en el caso más desfavorable de trabajo, seguirá siendo una pieza segura con un factor de seguridad de 8.14. Este factor podría indicar que la pieza está muy sobredimensionada, sin embargo, debido a la función que desempeña, es necesario mantener las medidas que tiene más allá de la función estructural.

Ahora se pasa a calcular el bastidor central sin tener en cuenta las fuerzas que ejercen los bastidores laterales, lo cual analizaremos más tarde, y nos queda:

### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

---



*Figura 25 tensiones resultantes en el punto más desfavorable del bastidor*

Se puede observar como el punto más desfavorable tiene un coeficiente de seguridad de 1.83, por tanto, deberemos tenerlo en cuenta en el cálculo del conjunto, el resto de la estructura soporta sin problemas la fuerza realizada.

En la Figura 26 se ha modificado la escala para observar cómo se distribuye la tensión sobre la estructura.

### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

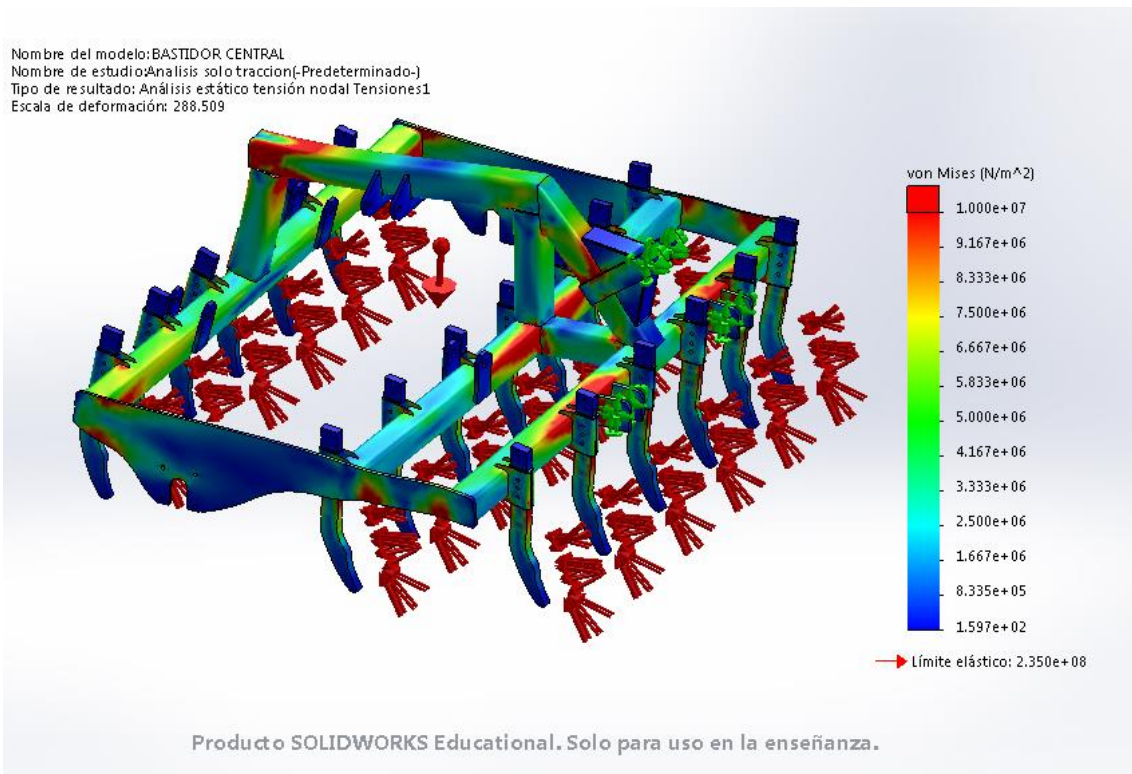


Figura 26 tensiones resultantes en el bastidor sin los esfuerzos de los bastidores exteriores

El resultado de las fuerzas sobre las sujeciones se muestra en la Tabla 3

Tabla 3 fuerzas y momentos de reacción

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		<b>Entidades: 6 cara(s)</b> <b>Tipo: Geometría fija</b>		
<b>Fuerzas resultantes</b>				
<b>Componentes</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Resultante</b>
<b>Fuerza de reacción(N)</b>	<b>26056.8</b>	<b>22640.6</b>	<b>-0.270195</b>	<b>34518.9</b>
<b>Momento de reacción(N.m)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1e-33</b>

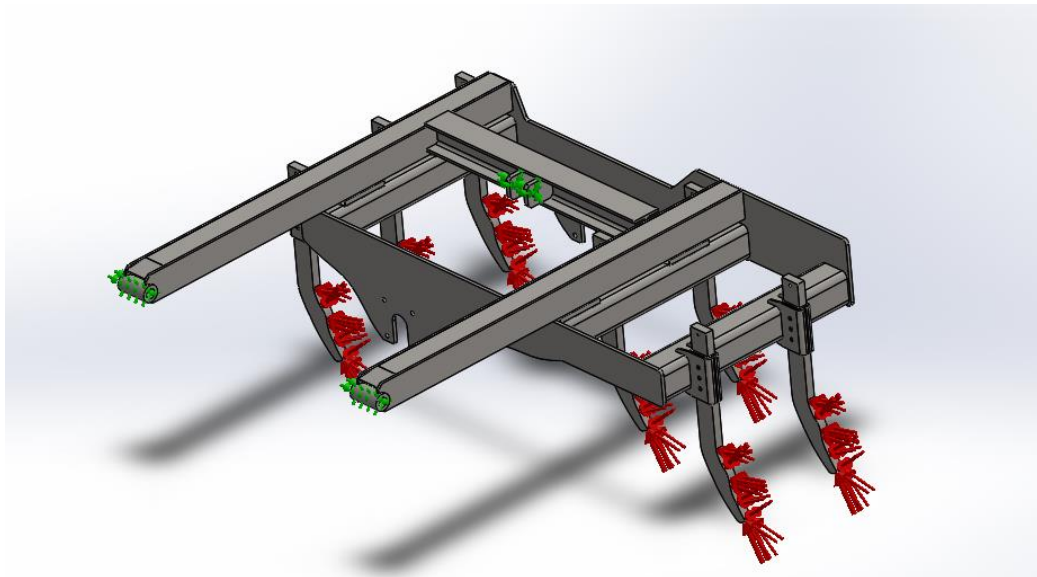
### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

---

Lo cual se asemeja bastante a lo que se obtendría haciendo un cálculo rápido, 1374N por cada púa y 19 púas, quedaría  $1374 \cdot 19 = 26106\text{N}$  sobre el eje X. en esta simulación si se ha tenido en cuenta el peso propio de la estructura, de ahí el resultado sobre el eje Y.

Pasamos a calcular el resultado sobre los bastidores laterales, los cuales son simétricos y por tanto solo se calculará uno de ellos.

Para el análisis suponemos tres bisagras ya que tenemos tres pasadores.



*Figura 27 sujeciones y cargas del bastidor exterior*

Una vez introducidas las condiciones para el análisis procedemos a ejecutarlo.



### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

---

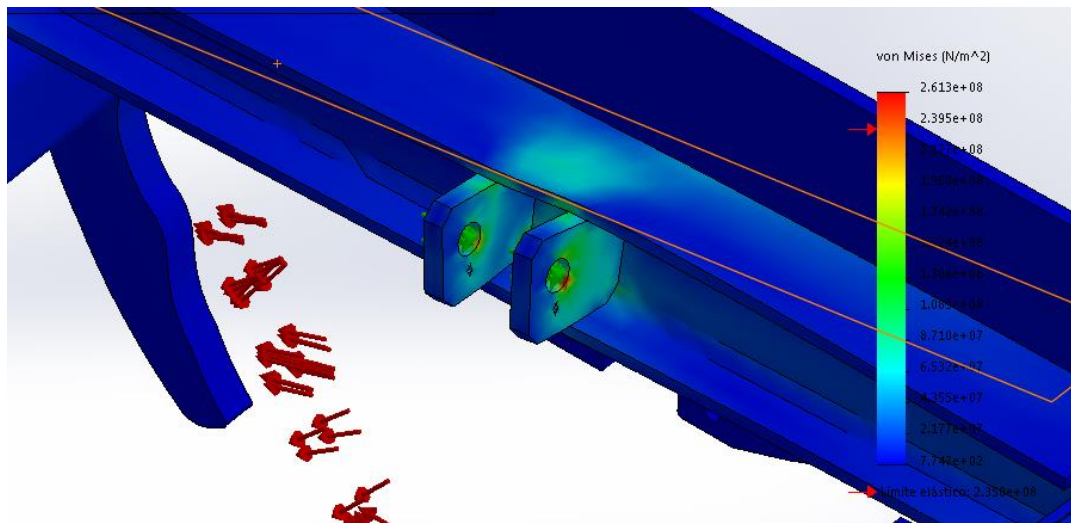


Figura 28 tensiones resultantes en el punto más desfavorable del bastidor exterior

Se puede observar como la tensión del punto coloreado de rojo en la Figura 28 supera el límite elástico del material y por tanto debemos rediseñar o cambiar el material.

Se realiza otro análisis suponiendo las dos sujeciones que van directamente al bastidor central como fijas como se observa en la Figura 29.

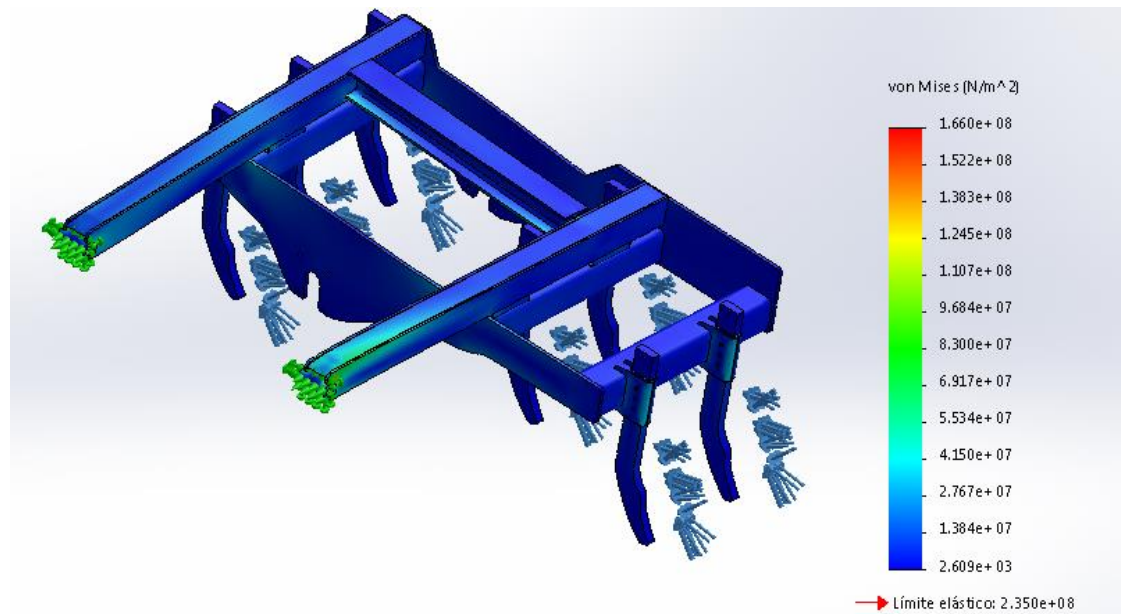


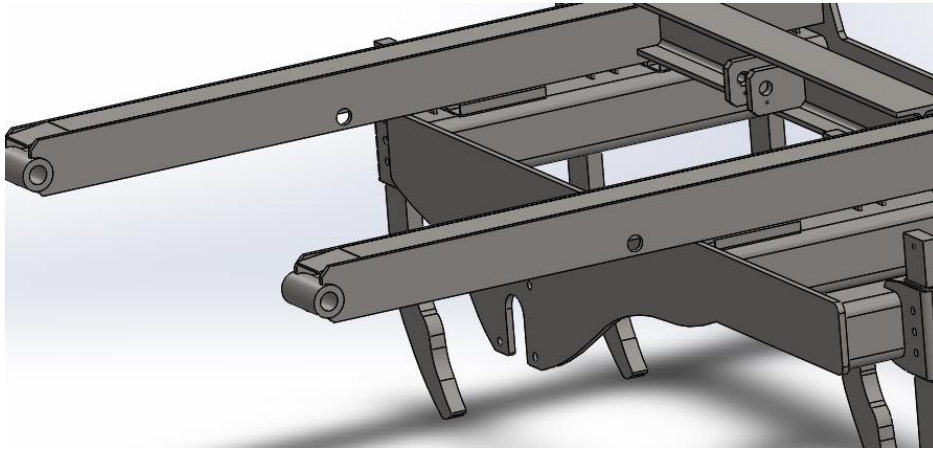
Figura 29 tensiones resultantes soldando el bastidor exterior al central en la articulación

### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

---

Se puede observar como no se supera en ningún punto el límite elástico del material. En el punto más desfavorable de la estructura tenemos un coeficiente de seguridad de 1.42.

Esta es una posible solución, sin embargo, no es práctico soldar la unión dado que el bastidor lateral debe plegarse al terminar el trabajo para poder circular. Por tanto, realizaremos un taladro que será el encargado de bloquear el bastidor lateral y dejaremos una pequeña holgura en la botella para evitar que realice fuerza. De esta forma el bastidor lateral quedaría como en la Figura 30.



*Figura 30 rediseño del bastidor exterior*

Para el análisis suponemos las 4 uniones de tipo bisagra, una vez realizado el análisis obtenemos los siguientes resultados.



### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

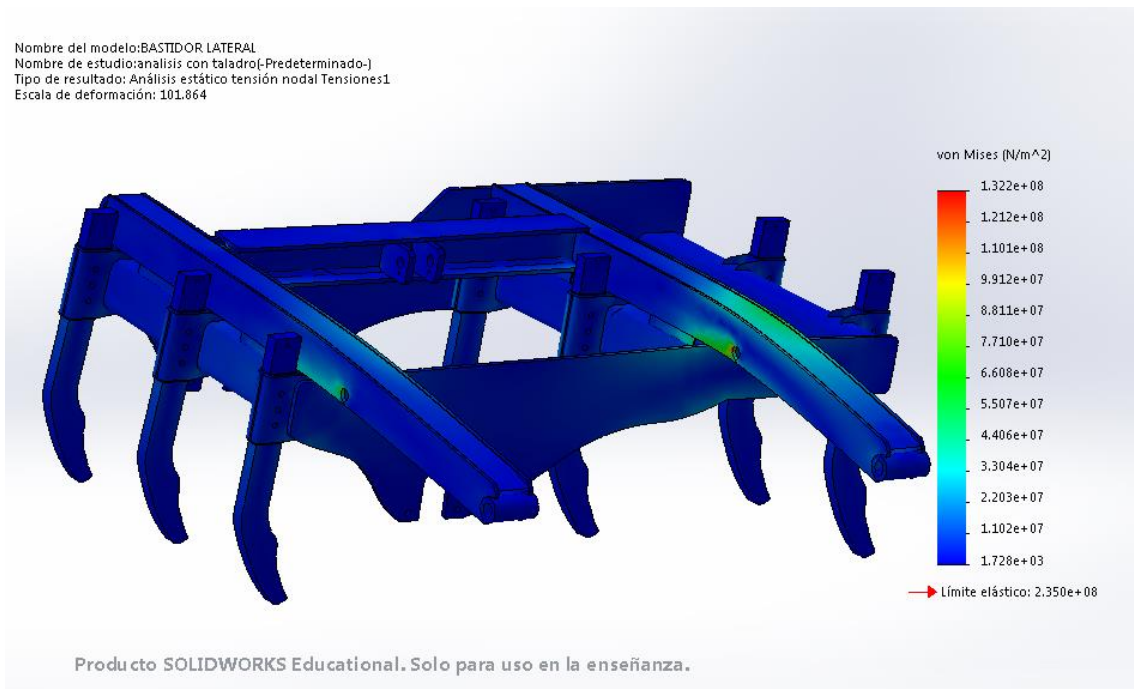


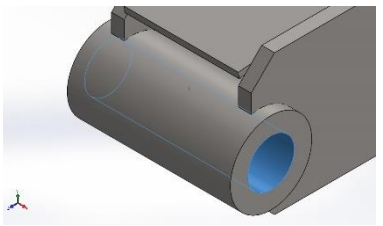
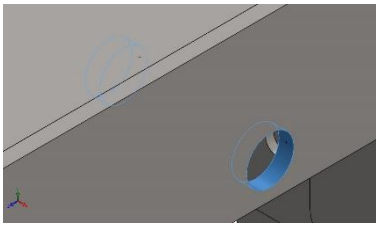
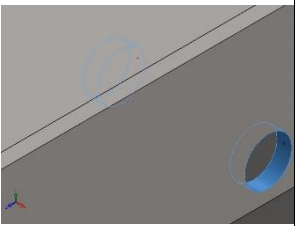
Figura 31 tensiones resultantes del bastidor exterior rediseñado

Se puede observar que no se sobrepasa el límite elástico y que en este caso el factor de seguridad en el punto más desfavorable es de 1.78. Las reacciones en las bisagras que lo unen al bastidor central son las mostradas en la Tabla 4.

Tabla 4 reacciones en las fijaciones del bastidor exterior

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Bisagra fija-1		<b>Entidades: 1 cara(s)</b> <b>Tipo: Bisagra fija</b>		
<b>Fuerzas resultantes</b>				
<b>Componentes</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Resultante</b>

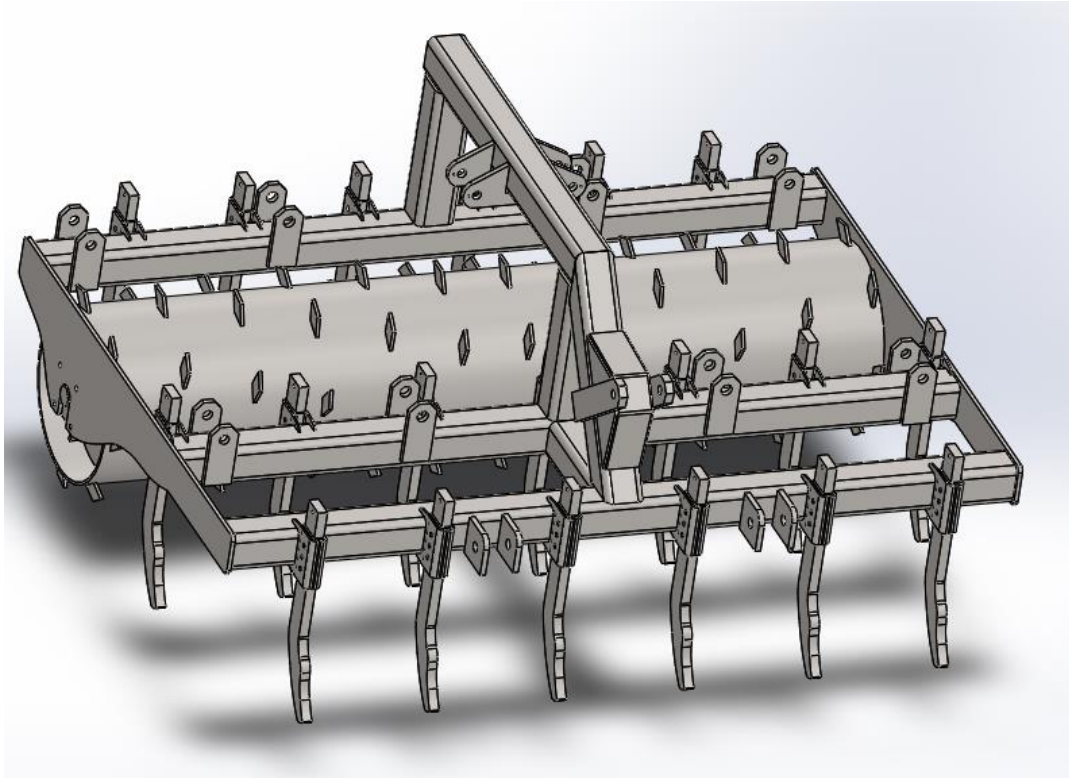
### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción		Detalles de sujeción	
<b>Fuerza de reacción(N)</b>	<b>-1209.49</b>	<b>-1161.51</b>	<b>8896.29</b>	<b>9052.95</b>
<b>Momento de reacción(N.m)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1e-33</b>
Bisagra fija-2			Entidades: 1 cara(s) Tipo: Bisagra fija	
<b>Fuerzas resultantes</b>				
<b>Componentes</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Resultante</b>
<b>Fuerza de reacción(N)</b>	<b>-1388.1</b>	<b>-4811.71</b>	<b>34716.7</b>	<b>35076</b>
<b>Momento de reacción(N.m)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1e-33</b>
Bisagra fija-5			Entidades: 2 cara(s) Tipo: Bisagra fija	
<b>Fuerzas resultantes</b>				
<b>Componentes</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Resultante</b>
<b>Fuerza de reacción(N)</b>	<b>6095.81</b>	<b>479.73</b>	<b>-9956.62</b>	<b>11684.3</b>
<b>Momento de reacción(N.m)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1e-33</b>
Bisagra fija-7			Entidades: 2 cara(s) Tipo: Bisagra fija	
<b>Fuerzas resultantes</b>				
<b>Componentes</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Resultante</b>
<b>Fuerza de reacción(N)</b>	<b>6126.44</b>	<b>15169.7</b>	<b>-33657.8</b>	<b>37423.2</b>
<b>Momento de reacción(N.m)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1e-33</b>

### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

---

De esta forma insertamos dos pletinas con agujeros en el bastidor central para insertar los nuevos pasadores, las cuales quedan como se observa en la Figura 32.



*Figura 32 Bastidor central con pasadores*

Una vez tenemos las reacciones, las introducimos en el bastidor central y repetimos el análisis para comprobar que lo soporta. Las fuerzas resultantes se transmiten directamente al bastidor central.

Una vez añadidas las fuerzas y analizado el bastidor nos queda el siguiente resultado.

### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

---

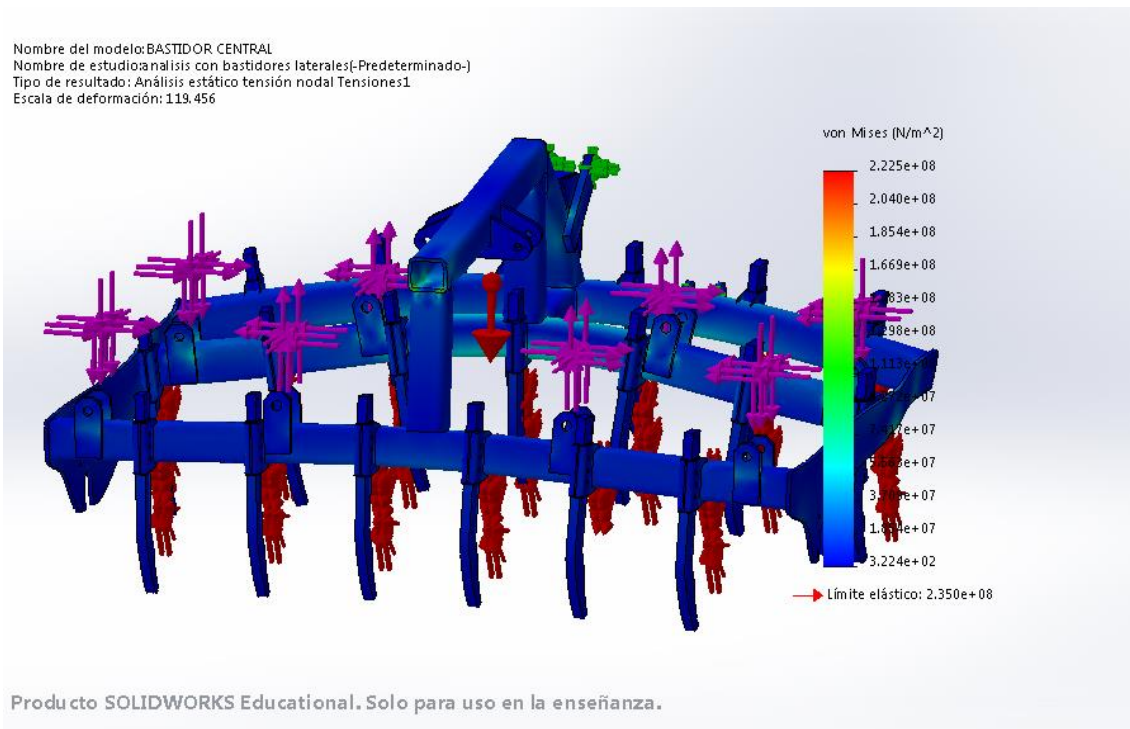


Figura 33 tensiones resultantes en el bastidor central

Se puede observar que el punto de máxima tensión se queda muy cerca del límite elástico del material y, por tanto, se reforzará esa zona con una placa de acero y se volverá a realizar el análisis.

### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

---

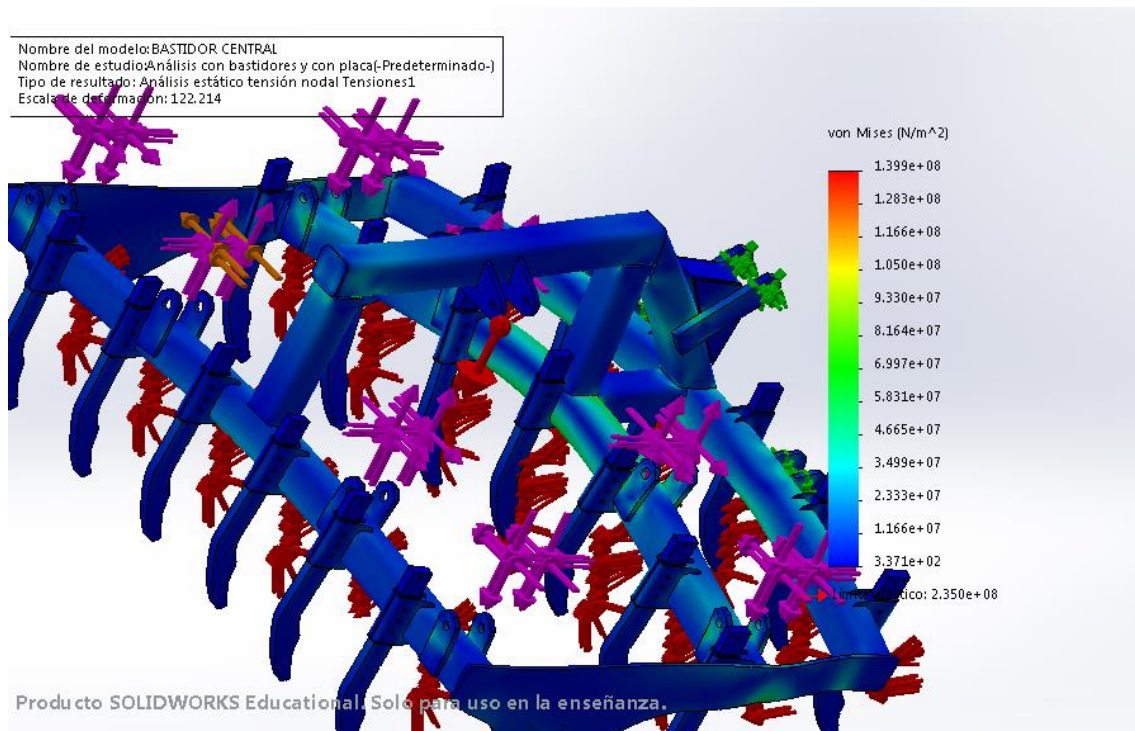


Figura 34 tensiones resultantes en el bastidor central con refuerzo

Se puede observar como se ha reducido notablemente la máxima tensión de la pieza y nos queda un coeficiente de seguridad de 1.68.

El desplazamiento máximo de la maquina es de 2.6mm, lo cual no nos afectará al desarrollo normal de su trabajo.

### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

---

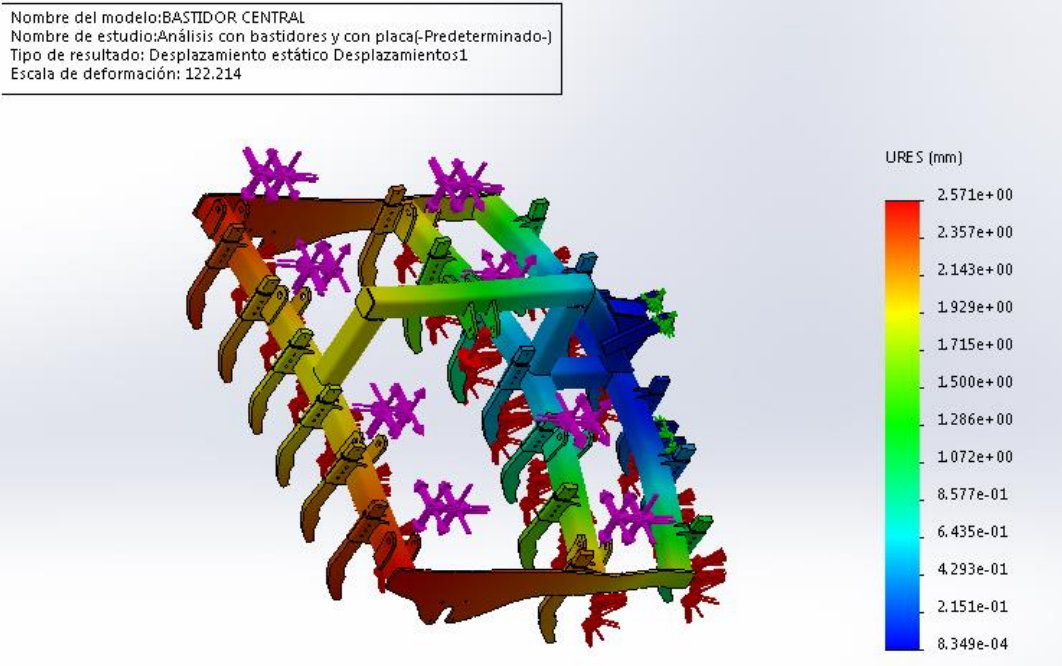


Figura 35 deformaciones resultantes en el bastidor central

Por último, a modo demostrativo se han quitado las púas del bastidor central y se han sustituido por sus reacciones sobre los tubos del bastidor, de igual forma que se ha hecho anteriormente con los bastidores laterales. Como resultado se obtiene una tensión muy similar a la calculada anteriormente y un factor de seguridad en el punto de máxima tensión de 1.7 como se puede apreciar en la Figura 37. La diferencia de los valores puede estar en que de esta manera se aplica la fuerza de forma distribuida sobre todo el tubo.



### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

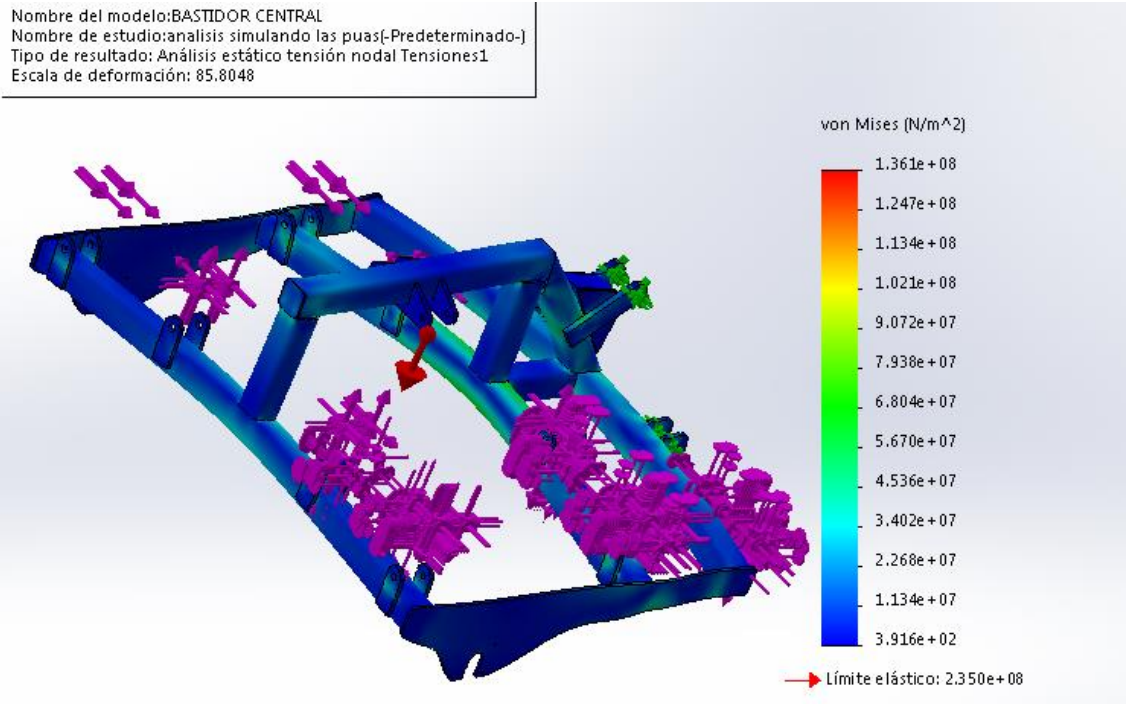


Figura 36 tensiones resultantes en el bastidor central simulando la carga de las puas

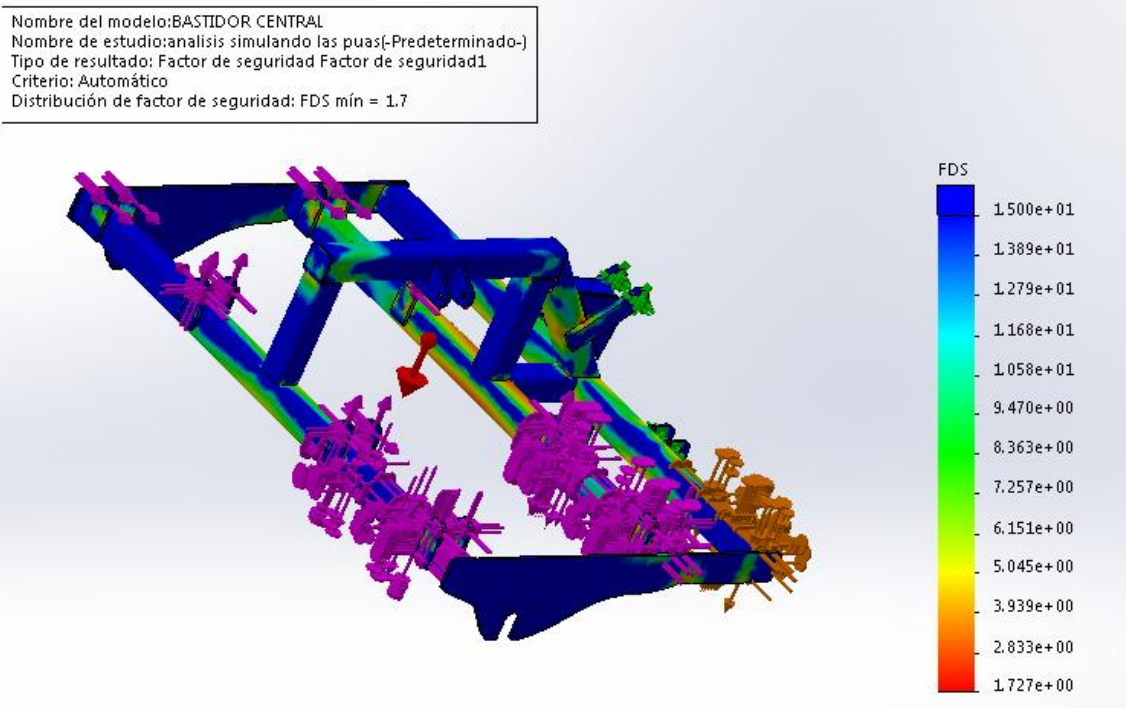


Figura 37 factores de seguridad en el bastidor central simulando la carga de las puas

### III.7. FABRICACIÓN.

Para la fabricación del rodillo agrícola optaremos por diversos métodos:

La mayoría de las piezas serán de unión por soldadura MIG. Esta es una soldadura muy adecuada para este tipo de máquinas, dado que es más fácil de soldar para el operario, más rápida y deja una soldadura libre de impurezas gracias al uso de un gas inerte para separar la soldadura del aire.

También utilizaremos el corte con plasma para dar forma a diversas piezas, debido al buen acabado superficial que este proporciona con respecto al corte con lanza oxiacetilénica.

Algunas piezas se han comprado a una empresa de oxicorte, la cual, debido a que es un corte asistido por ordenador, deja un acabado superficial bastante bueno.

La fabricación la comenzamos soldando las chapas laterales y los tubos travesaños que darán forma a los bastidores, a su vez se fabrican los rodillos, las casacas, la lanza...

Posteriormente, se procede a soldar todas las orejas y casacas al bastidor. Además de soldar los pinchos a los rodillos.

Finalizamos ensamblando todo al bastidor central mediante pasadores y tornillos, por si en algún momento se tuviera que desensamblar el rodillo.



### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

---

## III.8. ESTUDIO ECONÓMICO.

Para el estudio económico realizaremos una lista con las piezas que lleva el cultivador y una estimación del coste de fabricación y ensamblaje. Se dividirá en las partes de las que se compone el cultivador, que son el bastidor central, los bastidores laterales, rulo central, rulos laterales, eje, lanza y componentes. Posteriormente se sumará el precio de fabricación.

El precio del kg de acero estructural se supone en 0,95€/Kg basado en una media de precios obtenidos de internet

BASTIDOR CENTRAL					
MATERIAL	PIEZA	PESO (Kg)	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
S235JR	TUBO CASACA	2,96	19	2,812	53,43 €
	CHAPA CASACA	N/A	38	3,75	142,50 €
	PLET BISAG BRAZO	N/A	16	3,59	57,44 €
	CHAPA BASTIDOR	N/A	2	37,51	75,02 €
	TUBOS CENTRALES	133,2	3	126,54	379,62 €
	OREJA BISAGRAS	N/A	8	4,19	33,52 €
	OREJA CIL BRAZOS	N/A	2	9,13	18,26 €
	TUBO HOR CENTRAL	65	1	61,75	61,75 €
	TUBOS VERTICALES	24,7	2	23,465	46,93 €
	TUBO HOR PEQ	18,4	1	17,48	17,48 €
	TUBO INCL	33,5	1	31,825	31,83 €
	PLET BOT LANZA	N/A	2	14,08	28,16 €
	REFZO PLET CIL-LAN	3,8	2	3,61	7,22 €
	TAPA ENTREPLETINAS	5,6	1	5,32	5,32 €
	placa refuerzo 140x140x10mm	1,49	1	1,4155	1,42 €
	PLETINA CILINDRO EJE	5,15	2	4,8925	9,79 €
N/A	2 rodamientos diam int =70mm SKF 6014-2RS1 confiabilidad 95% garantia 5 años ->8000h	N/A	6	60,04	360,24 €
				TOTAL	1.329,91 €

Tabla 5 Precios individuales bastidor central

### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

BASTIDORES EXTERIORES					
MATERIAL	PIEZA	PESO (Kg)	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
S235JR	CHAPA BASTIDOR	N/A	2	37,51	75,02 €
	CHAPA BASTIDOR	N/A	2	65,07	130,14 €
	VIGA BISAGRA	48,35	4	45,9325	183,73 €
	VIGA SOP CIL-BRAZO	30,1	2	28,595	57,19 €
	TUBO BRAZO	43,7	6	41,515	249,09 €
	TUBO CASACA	2,96	14	2,812	39,37 €
	CHAPA CASACA	N/A	28	3,75	105,00 €
	REFUERZO VIGA HEB	7,07	4	6,7165	26,87 €
	B.P. BISAGRA BRAZO	2,83	4	2,6885	10,75 €
	SIMETRIA OREJA CIL LAD BRAZO	N/A	2	2,57	5,14 €
	OREJA CIL LAD BRAZO	N/A	2	2,57	5,14 €
	TUBO RECT	0,88	8	0,836	6,69 €
	PROTECCION BARRAS BIS	1,71	4	1,6245	6,50 €
					TOTAL

Tabla 6 Precios individuales bastidores exteriores

RULO CENTRAL					
MATERIAL	PIEZA	PESO (Kg)	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
S235JR	RULO CENTRAL	417	1	396,15	396,15 €
	TAPAS RULO	N/A	2	18,79	37,58 €
	PINCHO RULO	N/A	84	1,4	117,60 €
	EJE RULO	87	1	82,65	82,65 €
	PLETINA EJE RULO	1,2	8	1,14	9,12 €
				TOTAL	643,10 €
RULOS LATERALES					
MATERIAL	PIEZA	PESO (Kg)	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
S235JR	RULO LATERAL	134,97	2	128,2215	256,44 €
	TAPAS RULO	N/A	4	18,79	75,16 €
	PINCHO RULO	N/A	70	1,4	98,00 €
	EJE RULO	29,06	2	27,607	55,21 €
	PLETINA EJE RULO	1,2	16	1,14	18,24 €
				TOTAL	503,06 €

Tabla 7 Precios individuales rulo central y rulos laterales

### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

EJE TRASERO					
MATERIAL	PIEZA	PESO (Kg)	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
N/A	RUEDAS DE FLOTAC	N/A	2	125	250,00 €
N/A	EJE	N/A	1	695	695,00 €
S235JR	CHAPA DE AMARRE	0,39	4	0,3705	1,48 €
	LARGUERO EJE TRAS	13,6	2	12,92	25,84 €
	CRUZADOS EJE TRAS	9,98	1	9,481	9,48 €
	OREJA BOTELLA-EJE	N/A	2	5,12	10,24 €
	CASQUILLO BIS EJE	2,88	2	2,736	5,47 €
	PLETINA FRENO	0,3	1	0,285	0,29 €
	HORQUILLA FRENO	N/A	3	4,63	13,89 €
	CILIN HORQ-PLET	0,04	2	0,038	0,08 €
	ESCUADRA REFUERZ	0,32	2	0,304	0,61 €
	U CILINDRO FRENO	0,14	1	0,133	0,13 €
				TOTAL	1.012,51 €

Tabla 8 Precios individuales eje trasero

LANZA					
MATERIAL	PIEZA	PESO (Kg)	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
S235JR	VIGA INCLINADA	17,77	2	16,8815	33,76 €
	VIGA RECTA	2,26	2	2,147	4,29 €
	VIGA CRUZ REF	14,53	1	13,8035	13,80 €
	VIGA CRUZ REF COR	4,46	1	4,237	4,24 €
	CASQUILLO LANZ-B	2,25	2	2,1375	4,28 €
	REFUERZO VIGA	6,27	2	5,9565	11,91 €
	REFUERZO VIGA	1,96	2	1,862	3,72 €
	TUBO RECTO REFUE	6,98	1	6,631	6,63 €
	TAPA FINAL LANZA	5,83	2	5,5385	11,08 €
	TIRO DE LANZA	N/A	1	50	50,00 €
	PLETINA SOP ENG	3,28	1	3,116	3,12 €
	PLETINA BOT-LAN	2,17	2	2,0615	4,12 €
				TOTAL	150,96 €

Tabla 9 Precios individuales lanza

### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

COMPONENTES				
MATERIAL	PIEZA	CANTIDAD	ECIO UNITAR	TOTAL
S235JR	BULON 30x130	1	2,31	2,31 €
	BULON 30x135	2	2,43	4,86 €
	BULON 35x160	4	2,62	10,48 €
	BULON 30x175	1	2,68	2,68 €
	BULON 30x180	2	2,72	5,44 €
	BULON 35x200	4	3,07	12,28 €
	BULON 40x200	4	3,2	12,80 €
	BULON 30x210	1	2,87	2,87 €
	BULON 30x220	1	2,93	2,93 €
	PUA RULO	33	22,58	745,14 €
	DE-50-100-300	2	226,71	453,42 €
	DE-50-100-800	2	303,97	607,94 €
				TOTAL

Tabla 10 Precios individuales de componentes

TOTAL	
PARTE	PRECIO
BASTIDOR CENTRAL	1.329,91 €
BASTIDORES EXTERIORES	900,62 €
RULO CENTRAL	643,10 €
RULOS LATERALES	503,06 €
EJE TRASERO	1.012,51 €
LANZA	150,96 €
COMPONENTES	1.863,15 €
<b>TOTAL</b>	<b>6.403,31 €</b>

Tabla 11 Precio total material

Ahora se calculará el precio de la fabricación del rulo agrícola.

Para los precios se tienen en cuenta dos operarios a 20€ la hora cada uno, el precio del kg de hilo a 10€ y para el montaje se gastan dos botellas de argón en total.

En la segunda columna se tienen las unidades y en la tercera el precio total.

### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

ENSAMBLAJE RULO CENTRAL			ENSAMBLAJE BASTIDOR CENTRAL		
HORAS	6	240,00 €	HORAS	10	400,00 €
HILO	2	20,00 €	HILO	3	30,00 €
ENSAMBLAJE RULOS LATERALES			ENSAMBLAJE BASTIDORES LATERALES		
HORAS	8	320,00 €	HORAS	14	560,00 €
HILO	2	20,00 €	HILO	3	30,00 €
ENSAMBLAJE EJE			ENSAMBLAJE LANZA		
HORAS	5	200,00 €	HORAS	8	320,00 €
HILO	0,5	5,00 €	HILO	1	10,00 €
PINTADO			ENSAMBLAJE BASTIDORES, EJE Y LANZA		
HORAS	3	120	HORAS	8	320,00 €
PINTURA	5	250	HILO	0	- €
ENSAMBLAJE RULOS EN LOS BATIDORES					
HORAS	4	160,00 €			
HILO	0	- €			

Tabla 12 Precio ensamblajes por partes

Con lo que el precio total del ensamblaje queda en 3.125€ como se observa en la Tabla 13

TOTAL		
TOTAL HORAS	66	2.640,00 €
TOTAL HILO	11,5	115,00 €
TOTAL GAS	2	120,00 €
TOTAL PINTURA	5	250,00 €
TOTAL		3.125,00 €

Tabla 13 Total ensamblaje

### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

---

el precio total del rulo sin contar las horas de ingeniería sería la suma del material más el del ensamblaje. En total serían 9528€, a este precio se le sumaría el precio de ingeniería que en este caso al tratarse de un trabajo académico no se tendrá en cuenta.

TOTAL	
TOTAL FABRICACION	3.125,00 €
TOTAL MATERIAL	6.403,31 €
TOTAL MAQUINA	9.528,31 €

*Tabla 14 Total maquina agrícola*

IV. APÉNDICES  
APÉNDICES





### IV.1. REFERENCIAS

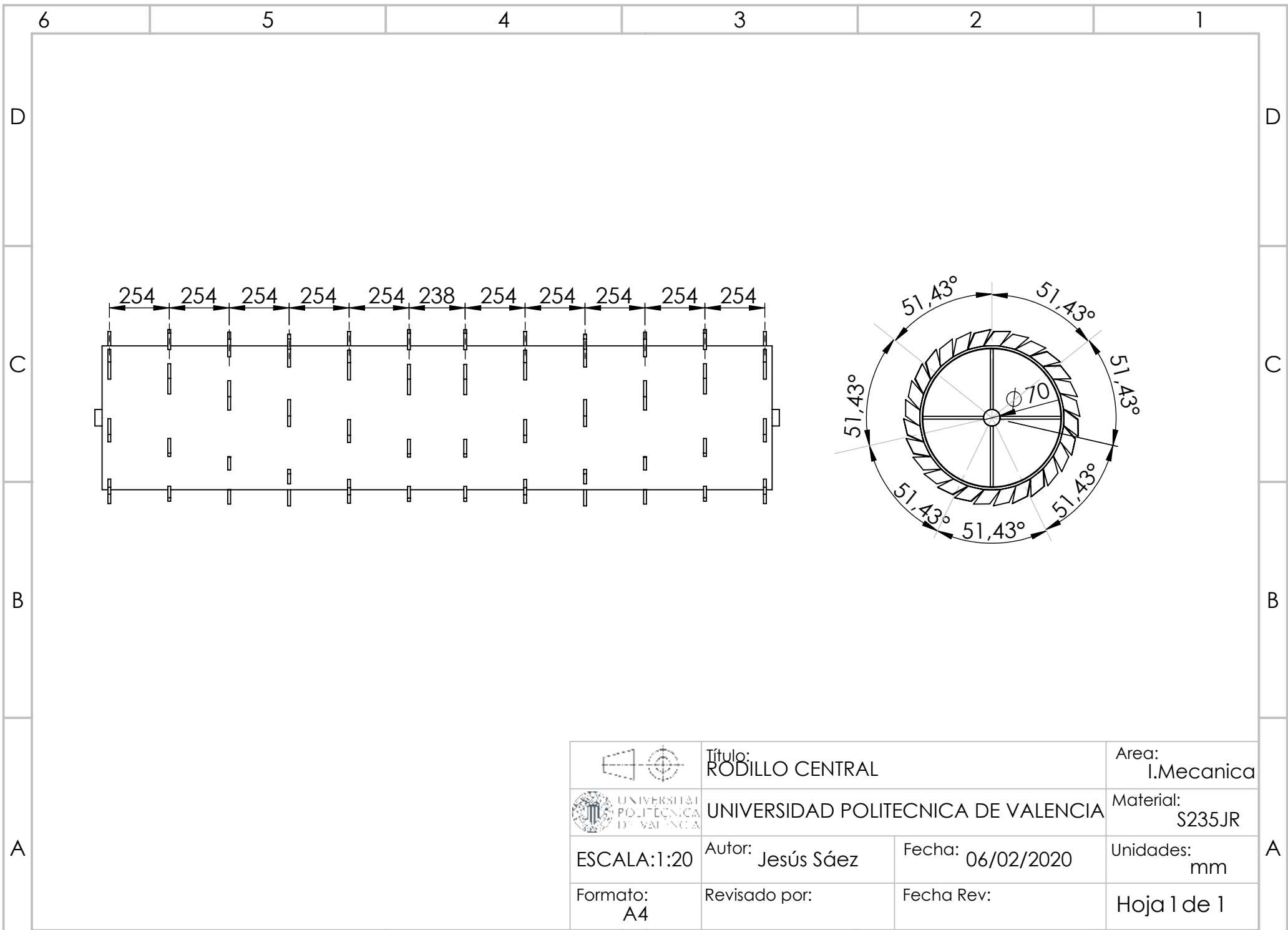
- MAROTO BORREGO, José Vicente., *Historia de la Agronomía*. Madrid: Ediciones Mundi -Prensa. 2014.
- ÁLVAREZ ARROYO, Gonzalo. “La tecnología en la Antigua Grecia”. Revista de Clases de Historia. 2011. Pg. 2 - 11.
- MARTÍNEZ ÁLVAREZ, Álvaro. Útiles y máquinas agrícolas anteriores a la revolución industrial. Colegios Oficial de Ingenieros Agrónomos. 2012.
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: Diccionario de la lengua española, 23.<sup>a</sup> ed., [versión 23.3 en línea] < <https://dle.rae.es/cultivador?m=form>>
- ALMARAZ, Ángel. “Cultivador. Uno de los implementos agrícolas más usados.” En: <https://www.reparatucultivador.com/cultivador/>. Última visita: 19 de julio de 2020.
- WALTERS, Robert. *Relaciones entre el suelo, el tiro y la tracción*. Colombia, Universidad Nacional.
- Directiva 2007/46/CE. Parlamento Europeo y del Consejo. 5 de septiembre de 2007
- Real Decreto 750/2010. Boletín oficial del estado. 4 de junio de 2010

IV.2. PLANOS ACOTADOS.

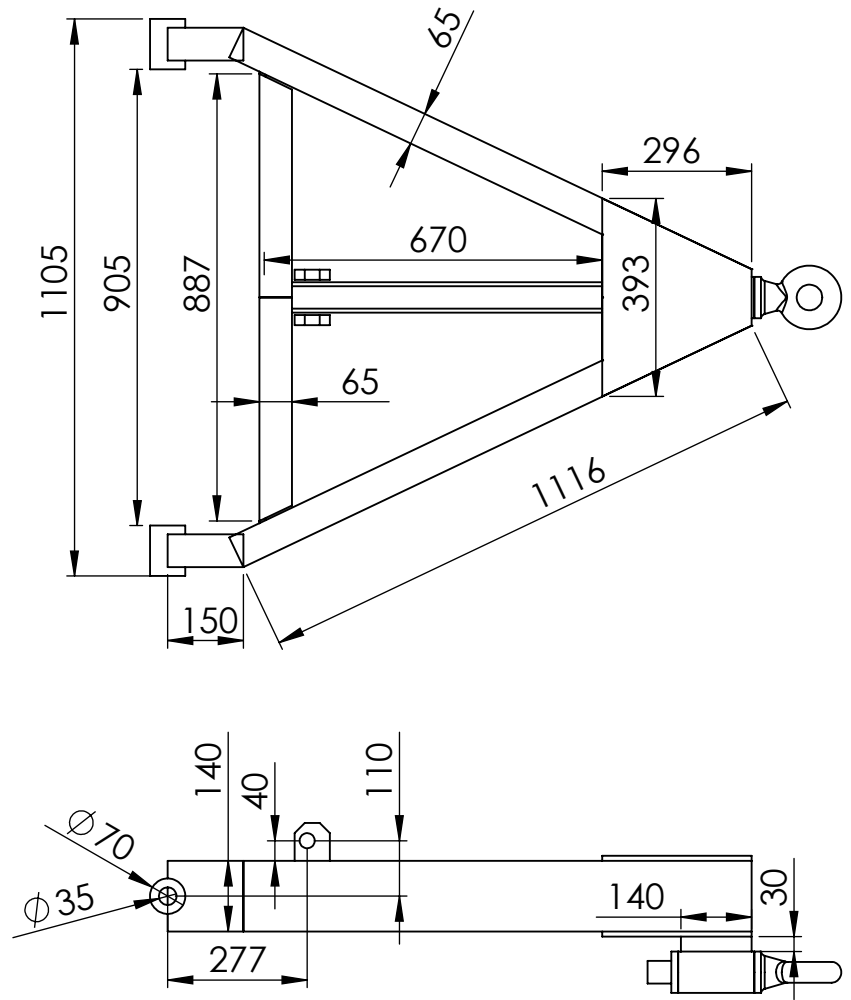
Para todos los bulones de los planos se utiliza un ajuste H11 h9. Tanto para ejes como para agujeros la posición de la tolerancia de la letra h es 0 y por tanto nos preocupara únicamente su calidad. Al tener 3 diámetros de ejes y agujeros la tolerancia para el eje de diámetro 30 será  $\pm 0.052$  mientras que para los otros dos diámetros será de  $\pm 0.062$ . Para los agujeros serán  $\pm 0.130$  y  $\pm 0.160$  respectivamente. Siempre utilizaremos el + para el agujero y el - para el eje. De esta forma queda una holgura máxima de 0.182mm y mínima de 0mm para el diámetro de 30 y para los otros dos una holgura máxima de 0.222mm y mínima de 0mm. Las tolerancia según la calidad se pueden observar en la Figura 38.



Grupos de Diámetros (mm)	CALIDADES																	
	IT 01	IT 0	IT 1	IT 2	IT 3	IT 4	IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	IT 11	IT 12	IT 13	IT 14	IT 15	IT 16
$d \leq 3$	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600
$3 < d \leq 6$	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750
$6 < d \leq 10$	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900
$10 < d \leq 18$	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100
$18 < d \leq 30$	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300
$30 < d \leq 50$	0.6	1	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600
$50 < d \leq 80$	0.8	1.2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900
$80 < d \leq 120$	1	1.5	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200
$120 < d \leq 180$	1.2	2	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500
$180 < d \leq 250$	2	3	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900
$250 < d \leq 315$	2.5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200
$315 < d \leq 400$	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600
$400 < d \leq 500$	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000
	Ultraprecisión		Calibre y piezas de gran precisión				Piezas o elementos destinados a ajustar						Piezas o elementos que no han de ajustar					

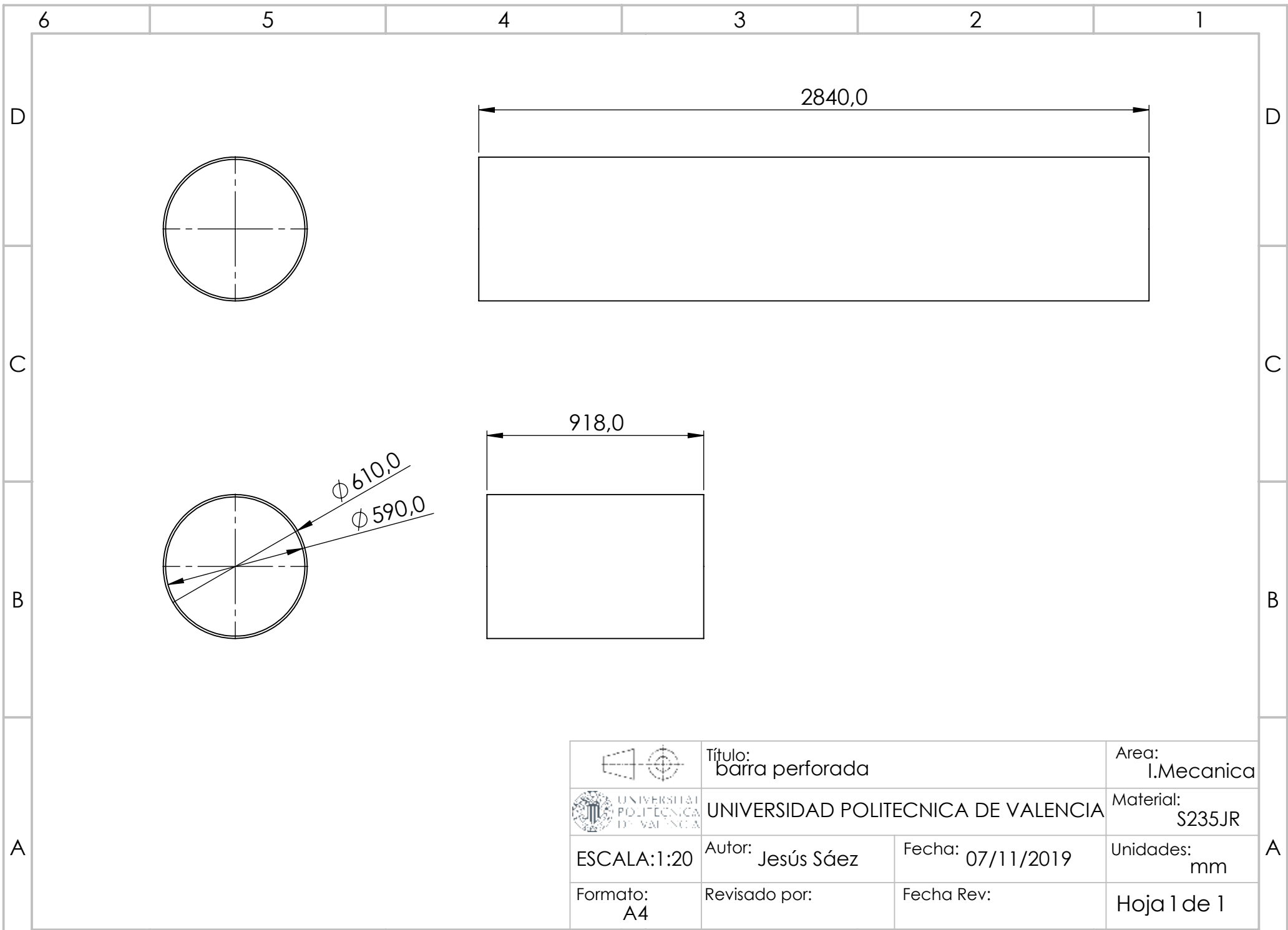
Figura 38 tolerancias fundamentales



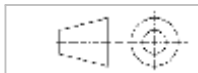
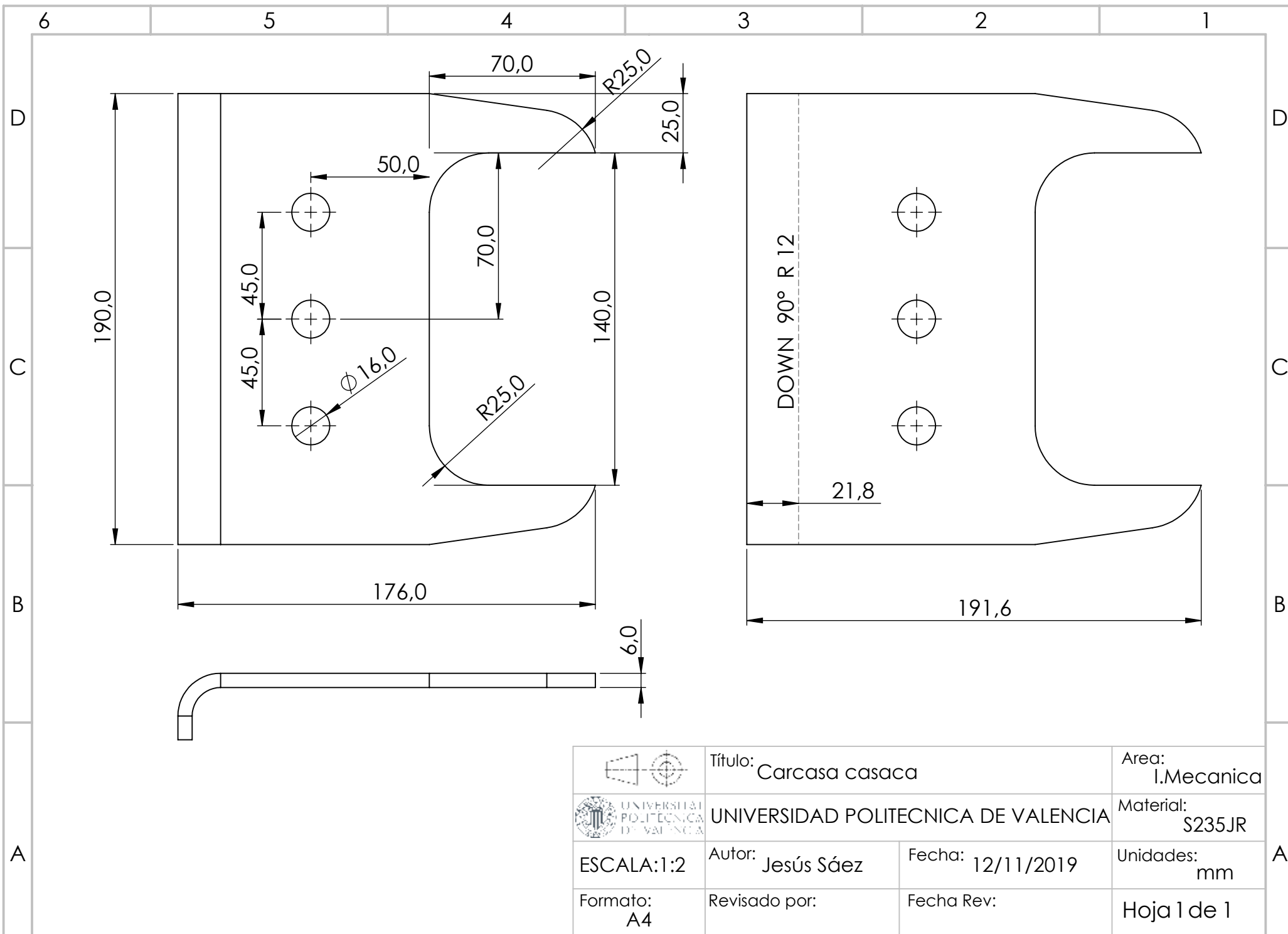
	Título: <b>RODILLO CENTRAL</b>		Area: I.Mecanica
	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		Material: S235JR
ESCALA:1:20	Autor: Jesús Sáez	Fecha: 06/02/2020	Unidades: mm
Formato: A4	Revisado por:	Fecha Rev:	Hoja 1 de 1



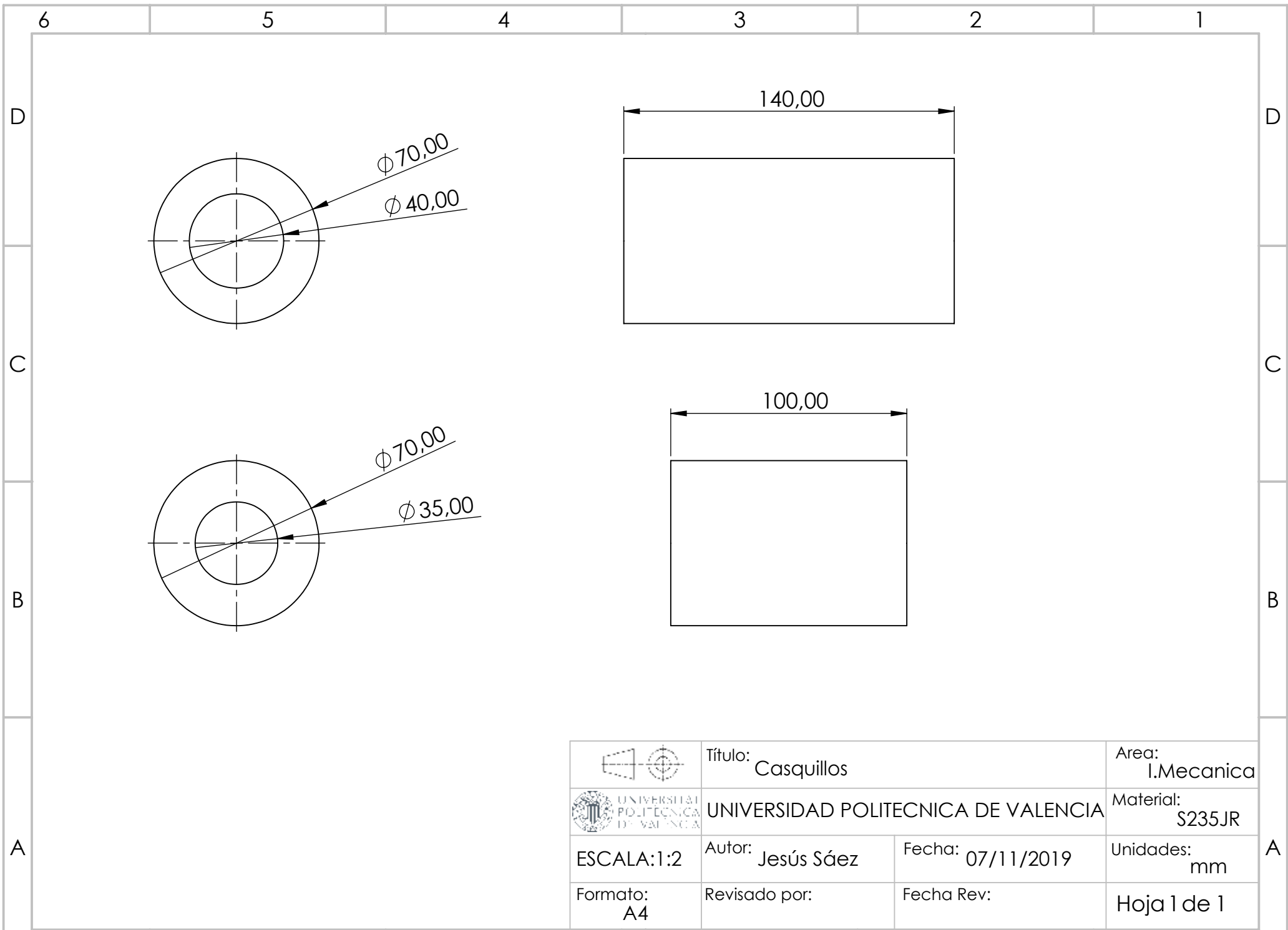
	Título: LANZA		Area: I.Mecanica
	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		Material: S235JR
ESCALA:1:15	Autor: Jesús Sáez	Fecha: 06/02/2020	Unidades: mm
Formato: A4	Revisado por:	Fecha Rev:	Hoja 1 de 1



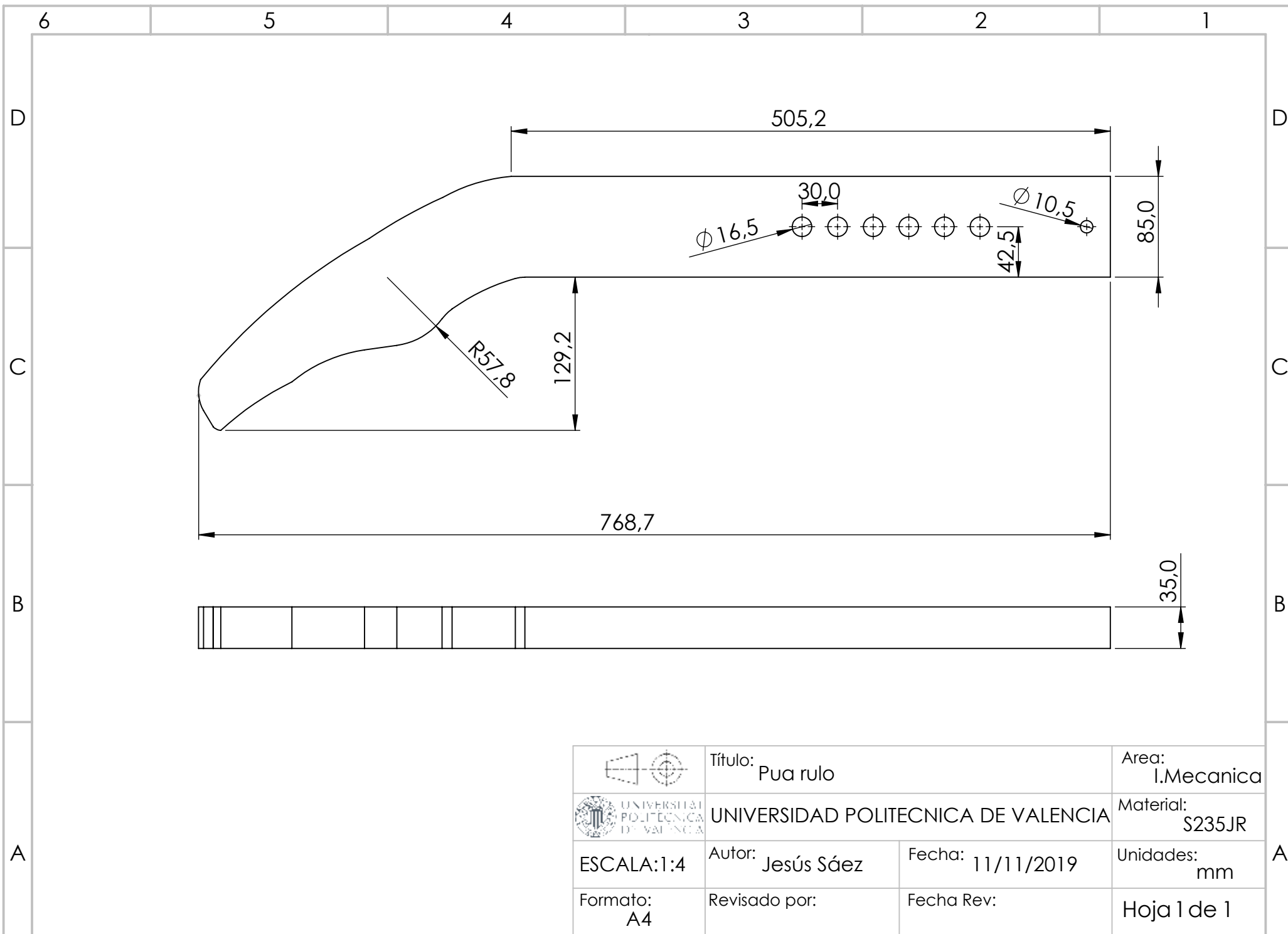
	Título: barra perforada		Area: I.Mecanica
	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		Material: S235JR
ESCALA:1:20	Autor: Jesús Sáez	Fecha: 07/11/2019	Unidades: mm
Formato: A4	Revisado por:	Fecha Rev:	Hoja 1 de 1




Título: Carcasa casaca		Area: I.Mecanica	
UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		Material: S235JR	
ESCALA:1:2	Autor: Jesús Sáez	Fecha: 12/11/2019	Unidades: mm
Formato: A4	Revisado por:	Fecha Rev:	Hoja 1 de 1

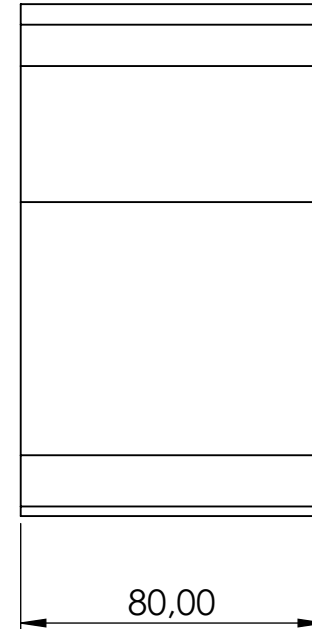
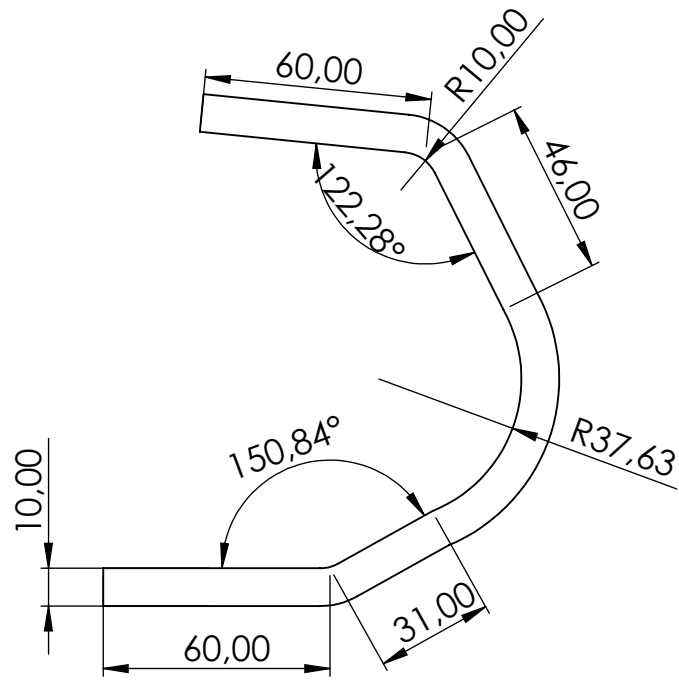


	Título: Casquillos		Area: I.Mecanica
	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		Material: S235JR
ESCALA:1:2	Autor: Jesús Sáez	Fecha: 07/11/2019	Unidades: mm
Formato: A4	Revisado por:	Fecha Rev:	Hoja 1 de 1

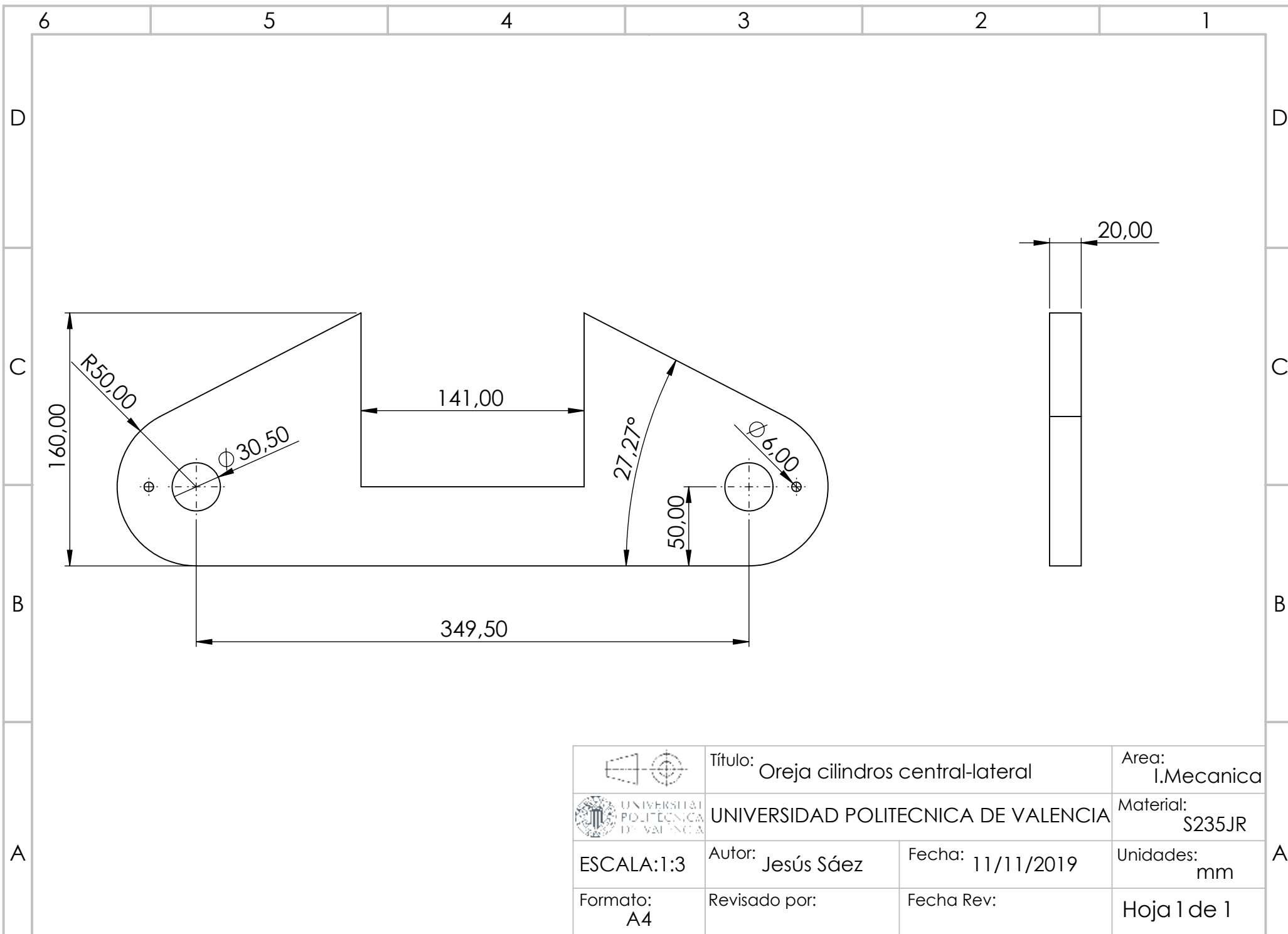


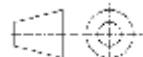

	Título: Pua rulo		Area: I.Mecanica
	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		Material: S235JR
ESCALA:1:4	Autor: Jesús Sáez	Fecha: 11/11/2019	Unidades: mm
Formato: A4	Revisado por:	Fecha Rev:	Hoja 1 de 1

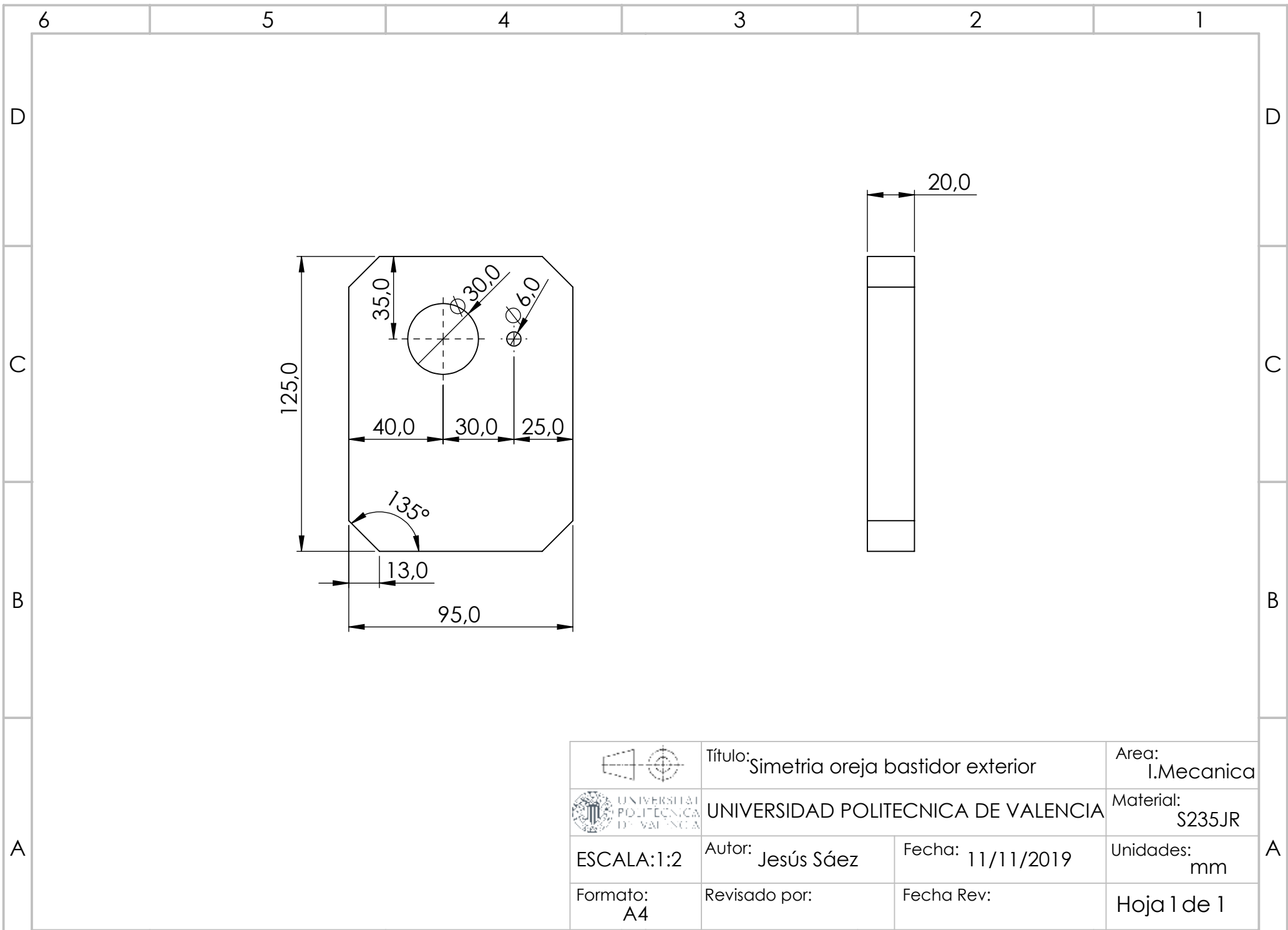




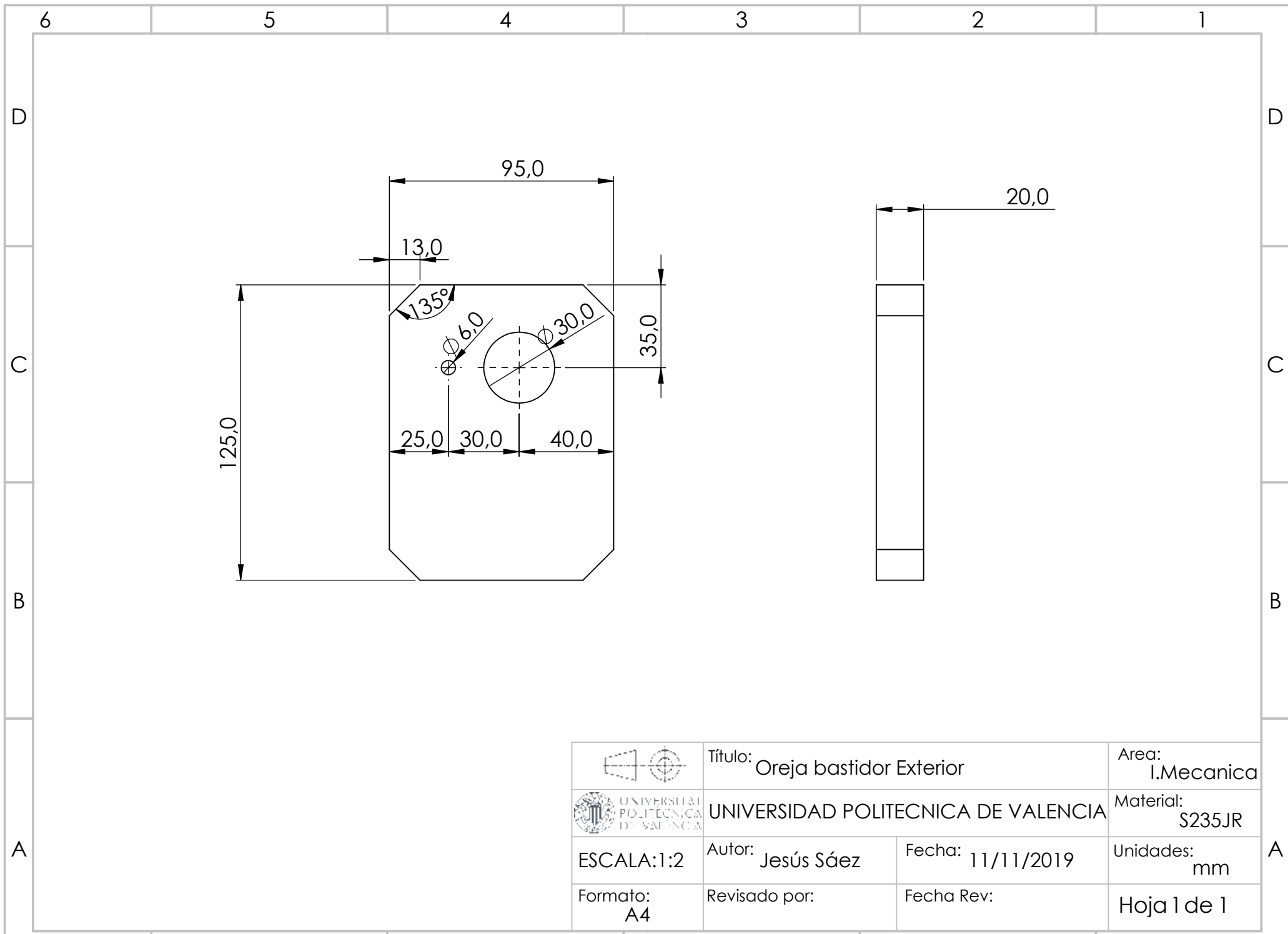
	Título: Chapa proteccion bisagra bastidor ext.		Area: I.Mecanica
	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		Material: S235JR
ESCALA:1:2	Autor: Jesús Sáez	Fecha: 12/11/2019	Unidades: mm
Formato: A4	Revisado por:	Fecha Rev:	Hoja 1 de 1



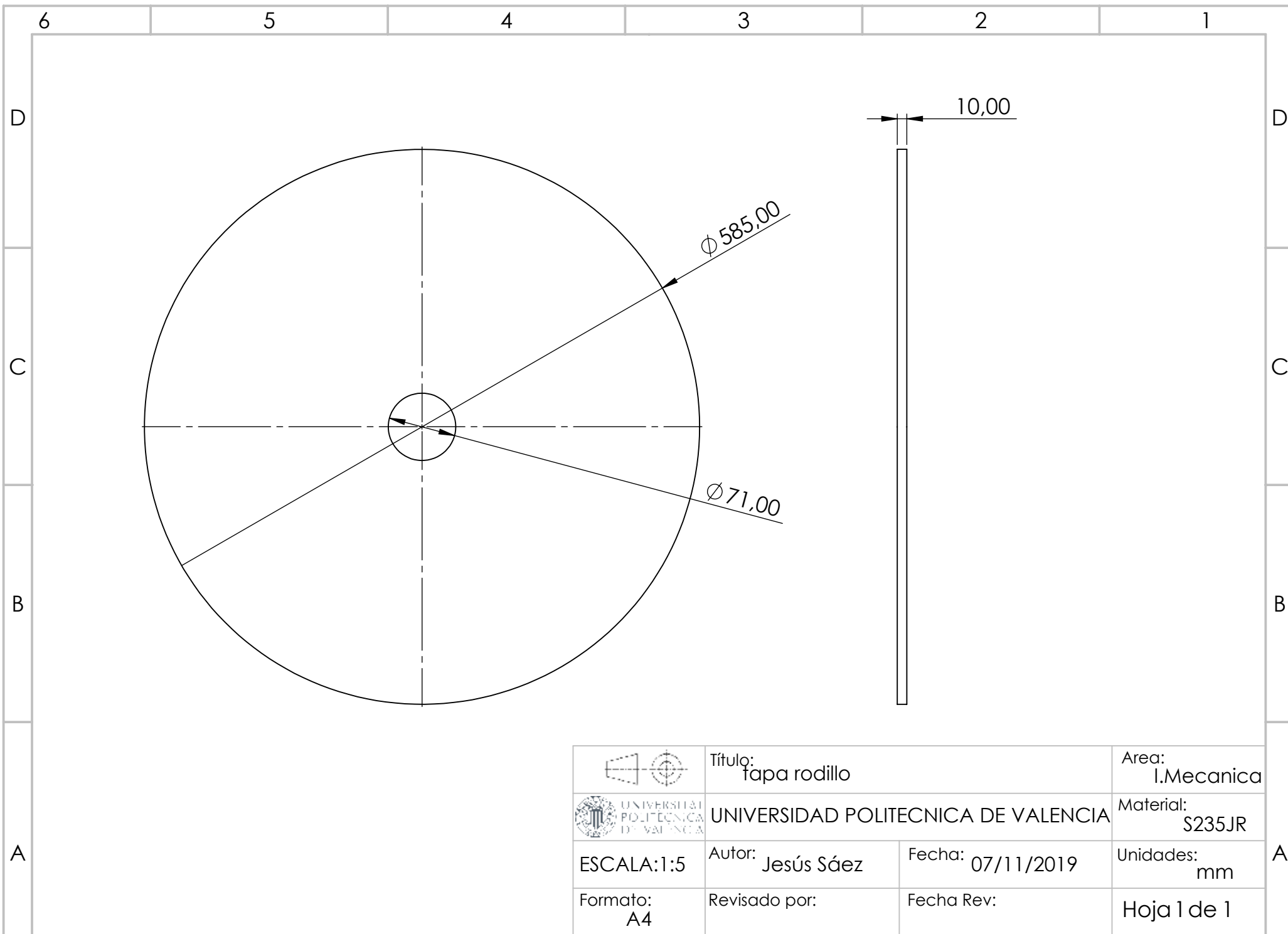
	Título: Oreja cilindros central-lateral	Area: I.Mecanica
	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA	Material: S235JR
ESCALA:1:3	Autor: Jesús Sáez	Fecha: 11/11/2019
Formato: A4	Revisado por:	Fecha Rev:
Unidades: mm		Hoja 1 de 1



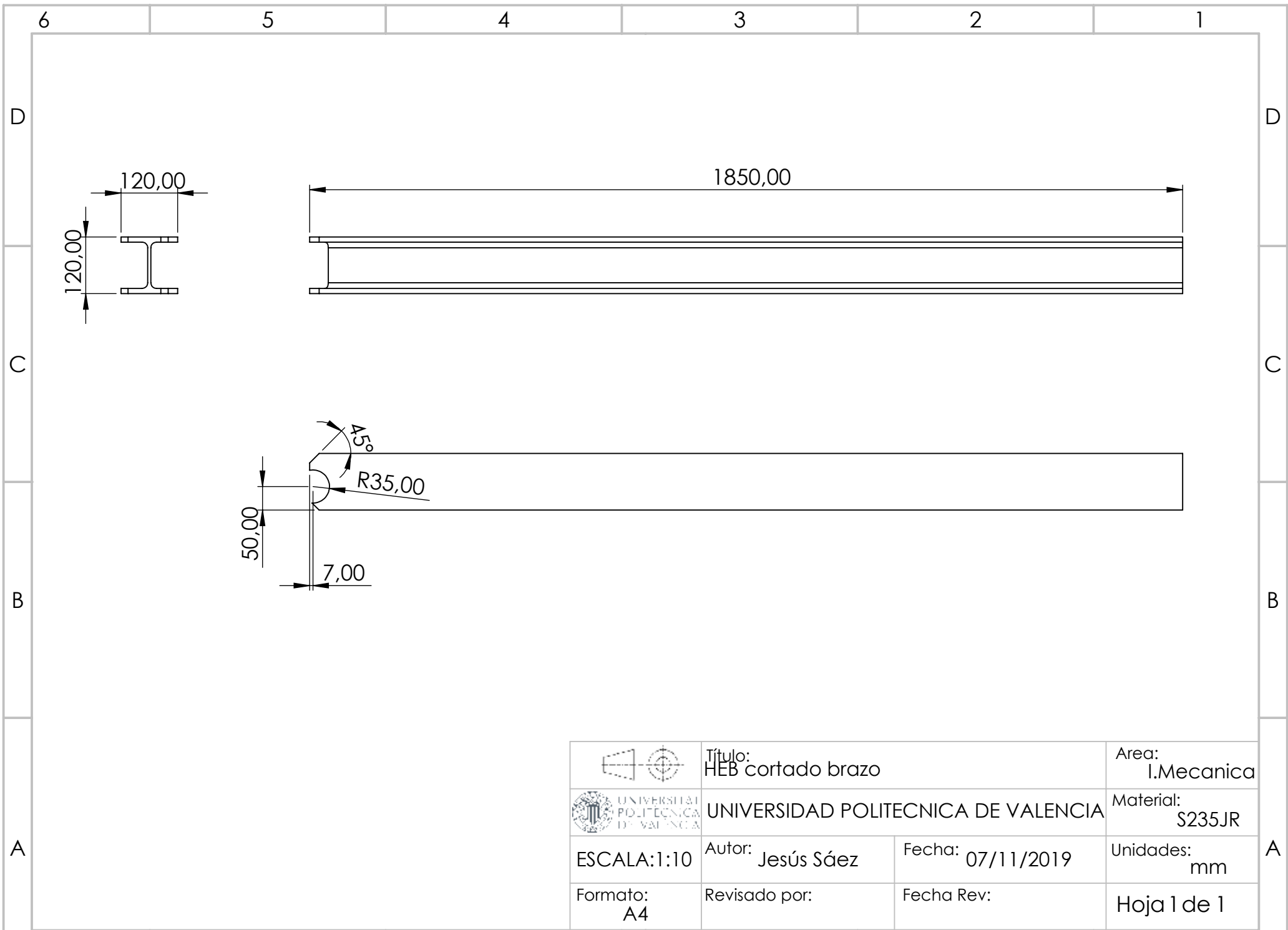
	Título: Simetria oreja bastidor exterior	Area: I.Mecanica	
	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA	Material: S235JR	
ESCALA: 1:2	Autor: Jesús Sáez	Fecha: 11/11/2019	Unidades: mm
Formato: A4	Revisado por:	Fecha Rev:	Hoja 1 de 1



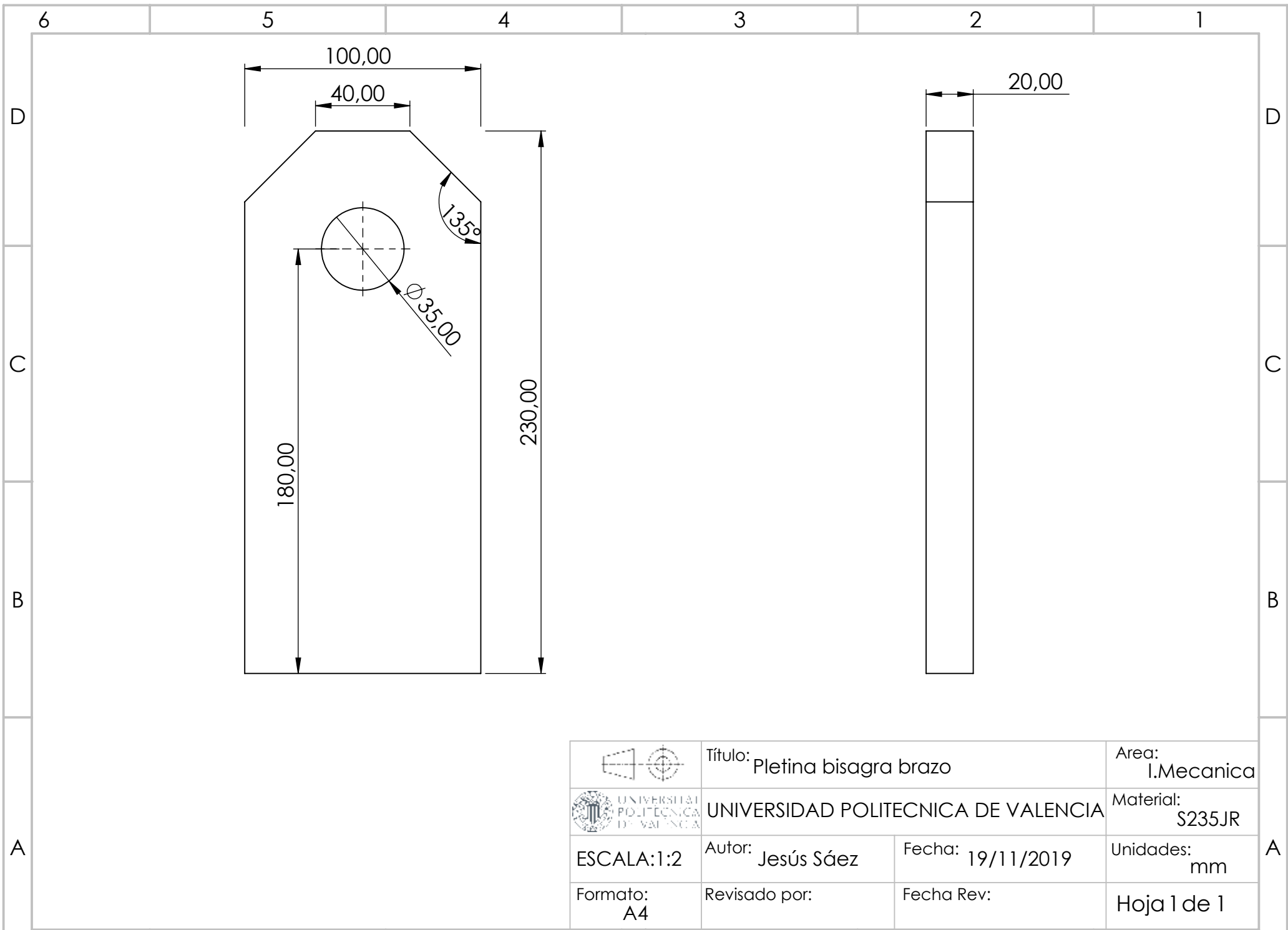
	Título: Oreja bastidor Exterior		Area: I.Mecanica
	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		Material: S235JR
ESCALA:1:2	Autor: Jesús Sáez	Fecha: 11/11/2019	Unidades: mm
Formato: A4	Revisado por:	Fecha Rev:	Hoja 1 de 1

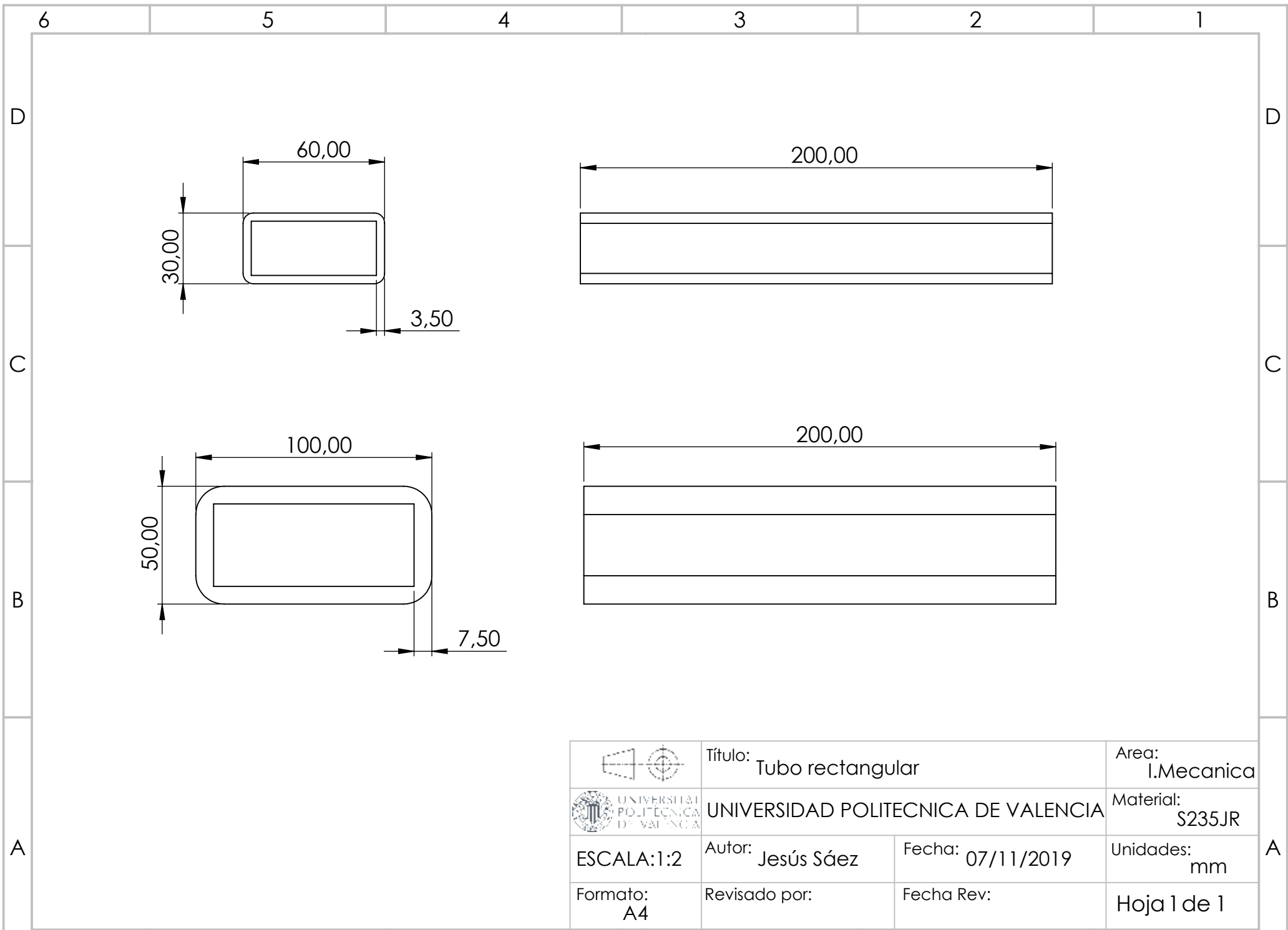


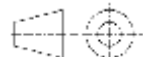

	Título: tapa rodillo		Area: I.Mecanica
	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		Material: S235JR
ESCALA:1:5	Autor: Jesús Sáez	Fecha: 07/11/2019	Unidades: mm
Formato: A4	Revisado por:	Fecha Rev:	Hoja 1 de 1



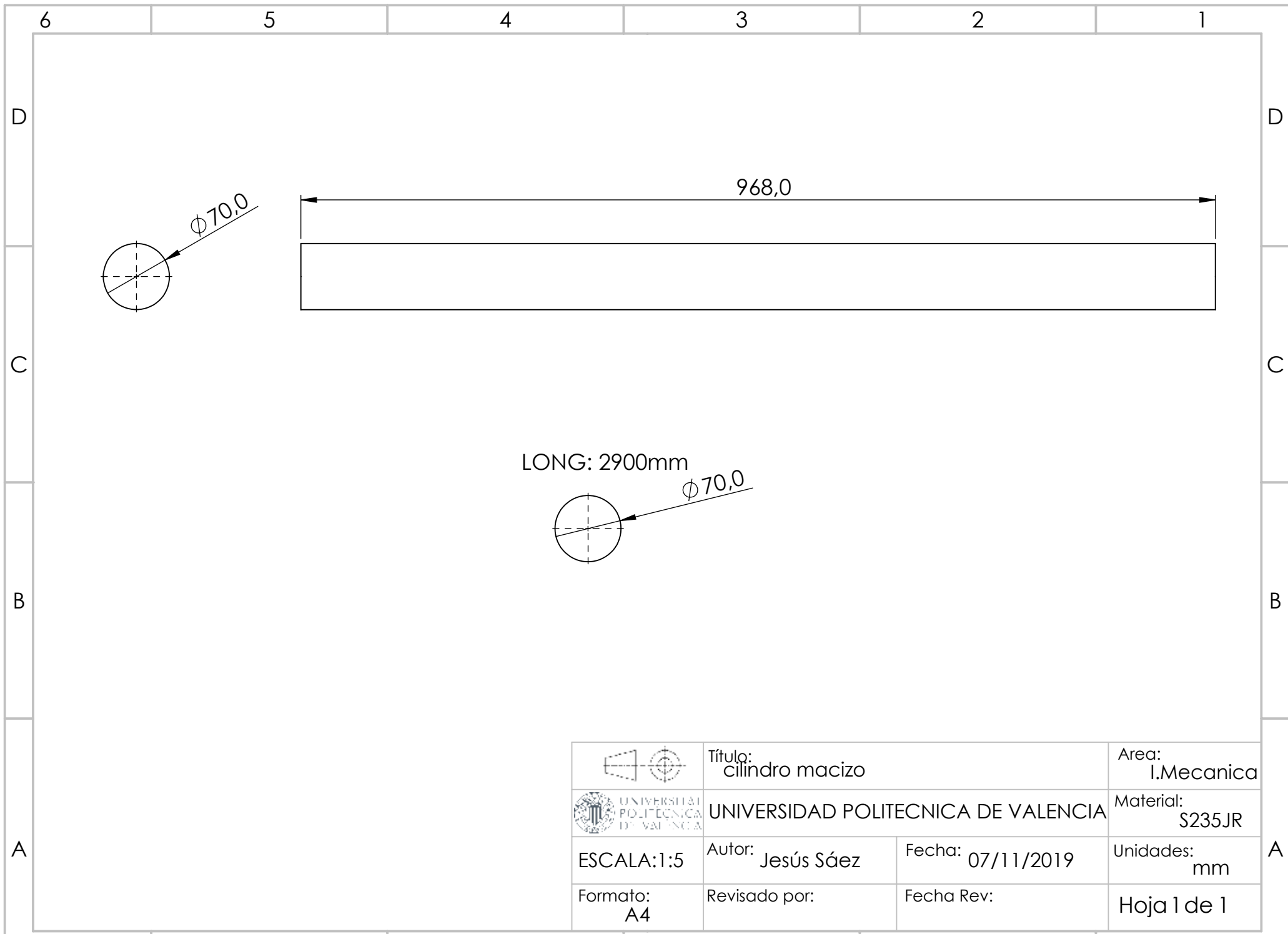
	Título: HEB cortado brazo		Area: I.Mecanica
	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		Material: S235JR
ESCALA:1:10	Autor: Jesús Sáez	Fecha: 07/11/2019	Unidades: mm
Formato: A4	Revisado por:	Fecha Rev:	Hoja 1 de 1



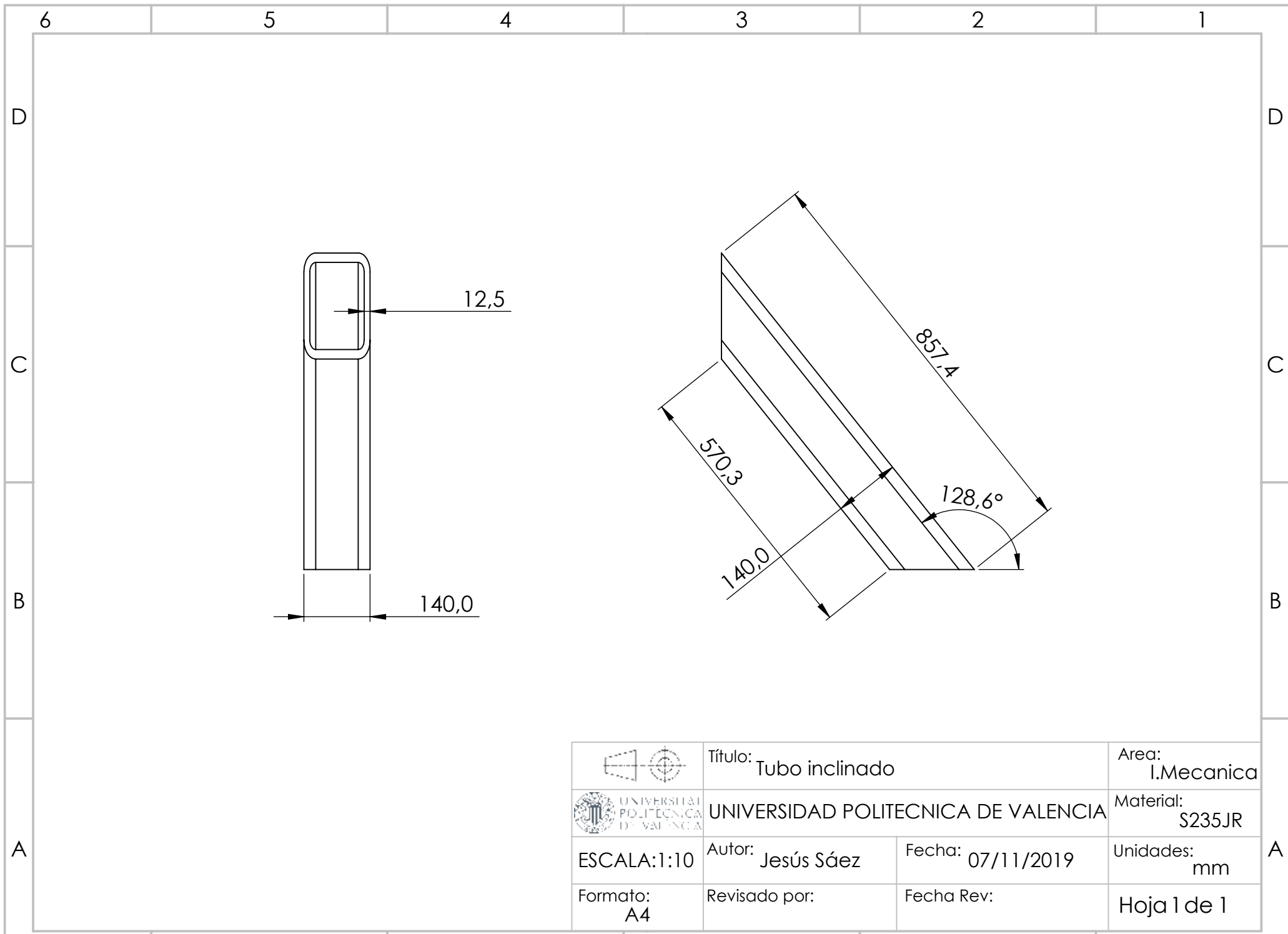


	Título: Tubo rectangular		Area: I.Mecanica
	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		Material: S235JR
ESCALA:1:2	Autor: Jesús Sáez	Fecha: 07/11/2019	Unidades: mm
Formato: A4	Revisado por:	Fecha Rev:	Hoja 1 de 1

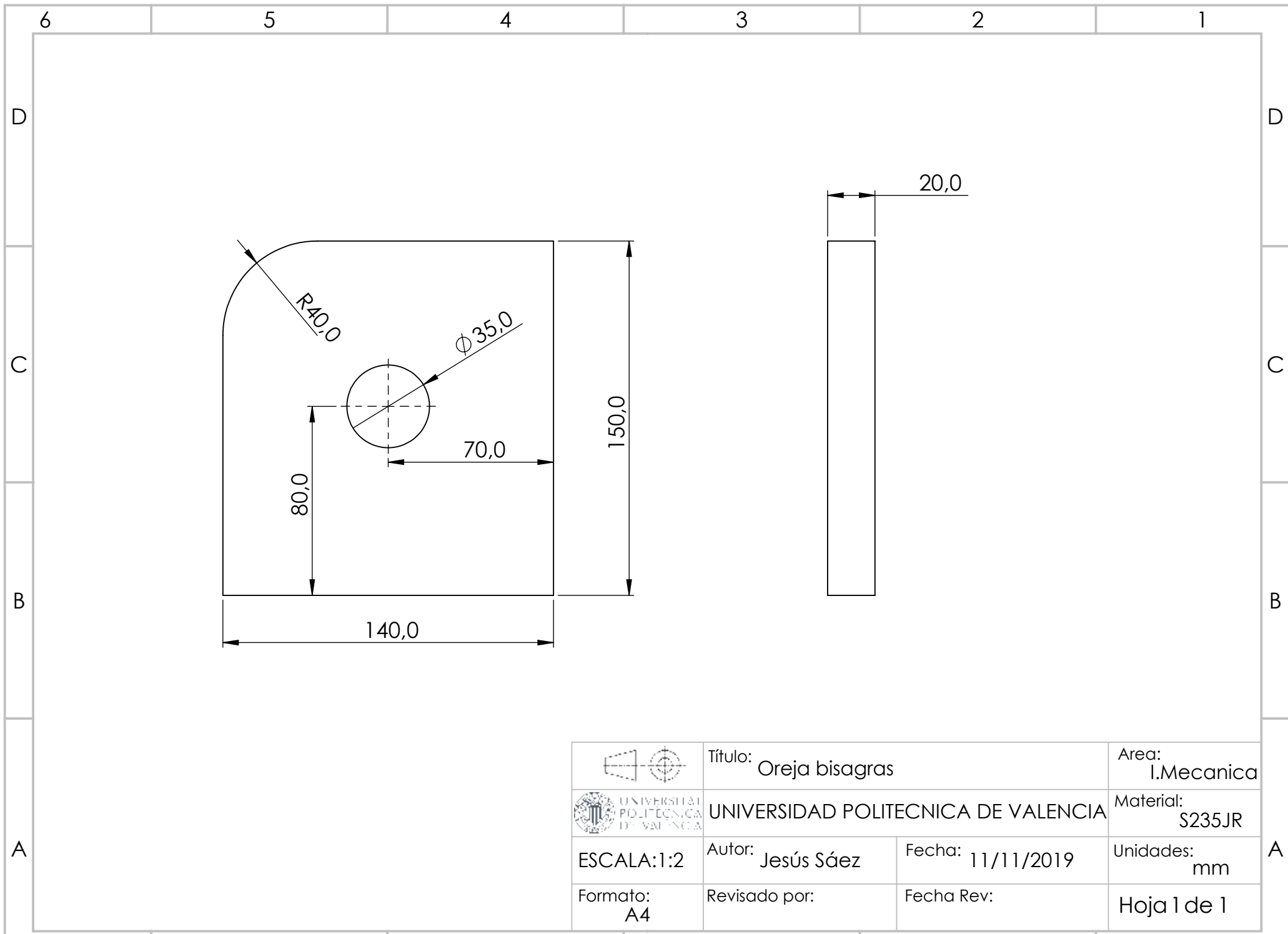




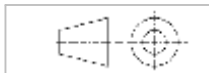
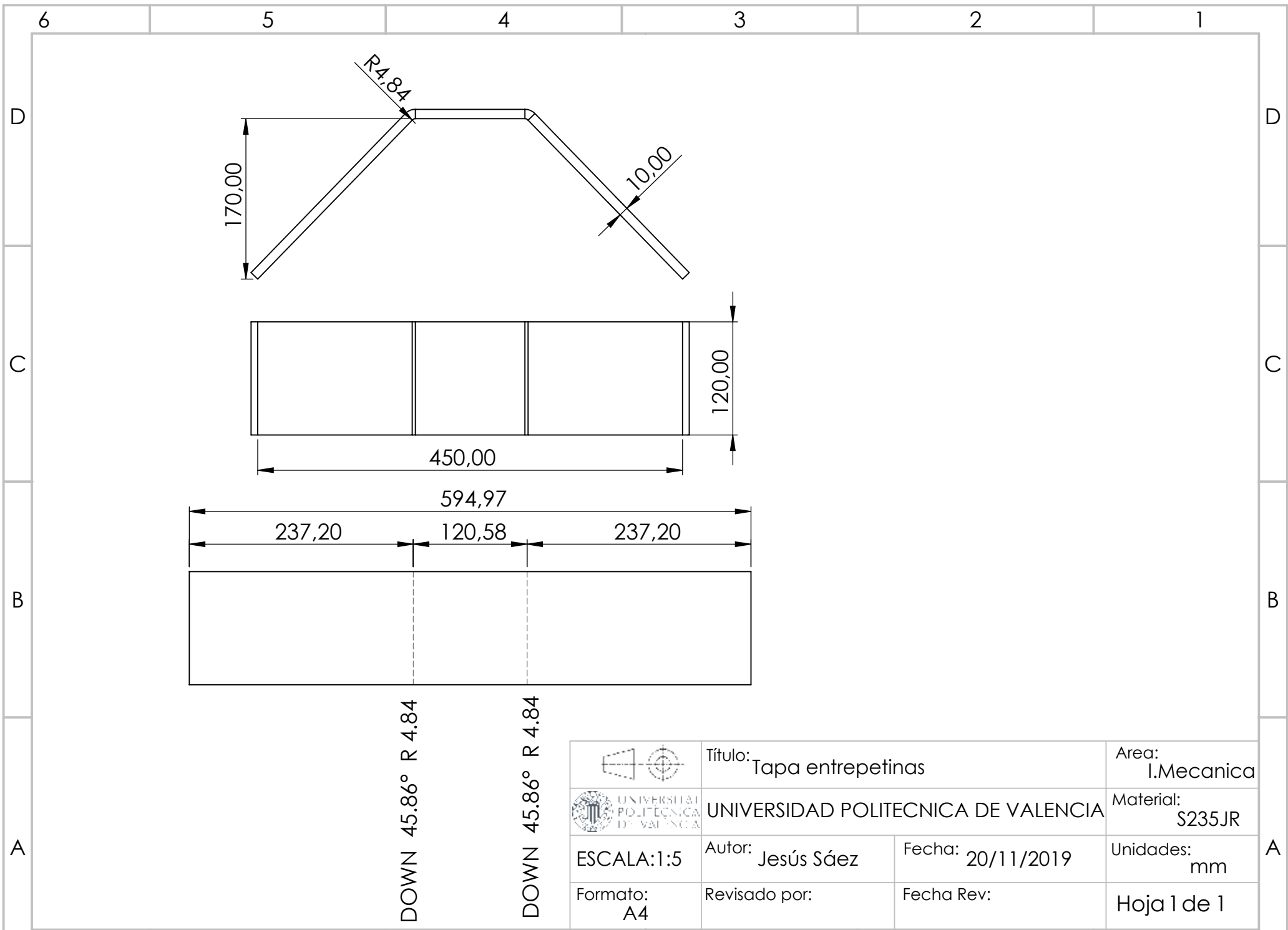
	Título: cilindro macizo		Area: I.Mecanica
	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		Material: S235JR
ESCALA:1:5	Autor: Jesús Sáez	Fecha: 07/11/2019	Unidades: mm
Formato: A4	Revisado por:	Fecha Rev:	Hoja 1 de 1



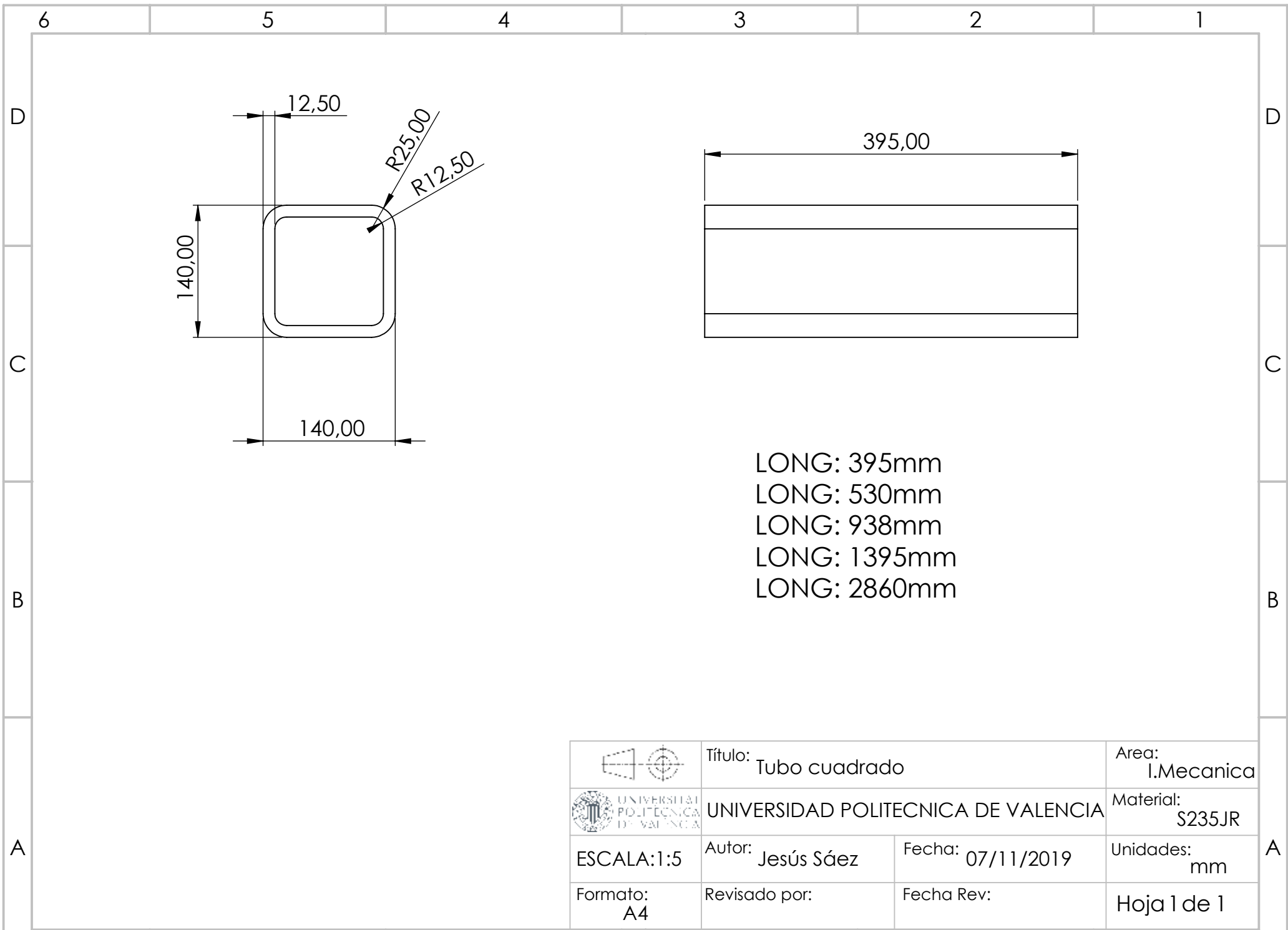
	Título: Tubo inclinado		Area: I.Mecanica
	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		Material: S235JR
ESCALA:1:10	Autor: Jesús Sáez	Fecha: 07/11/2019	Unidades: mm
Formato: A4	Revisado por:	Fecha Rev:	Hoja 1 de 1

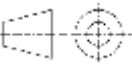



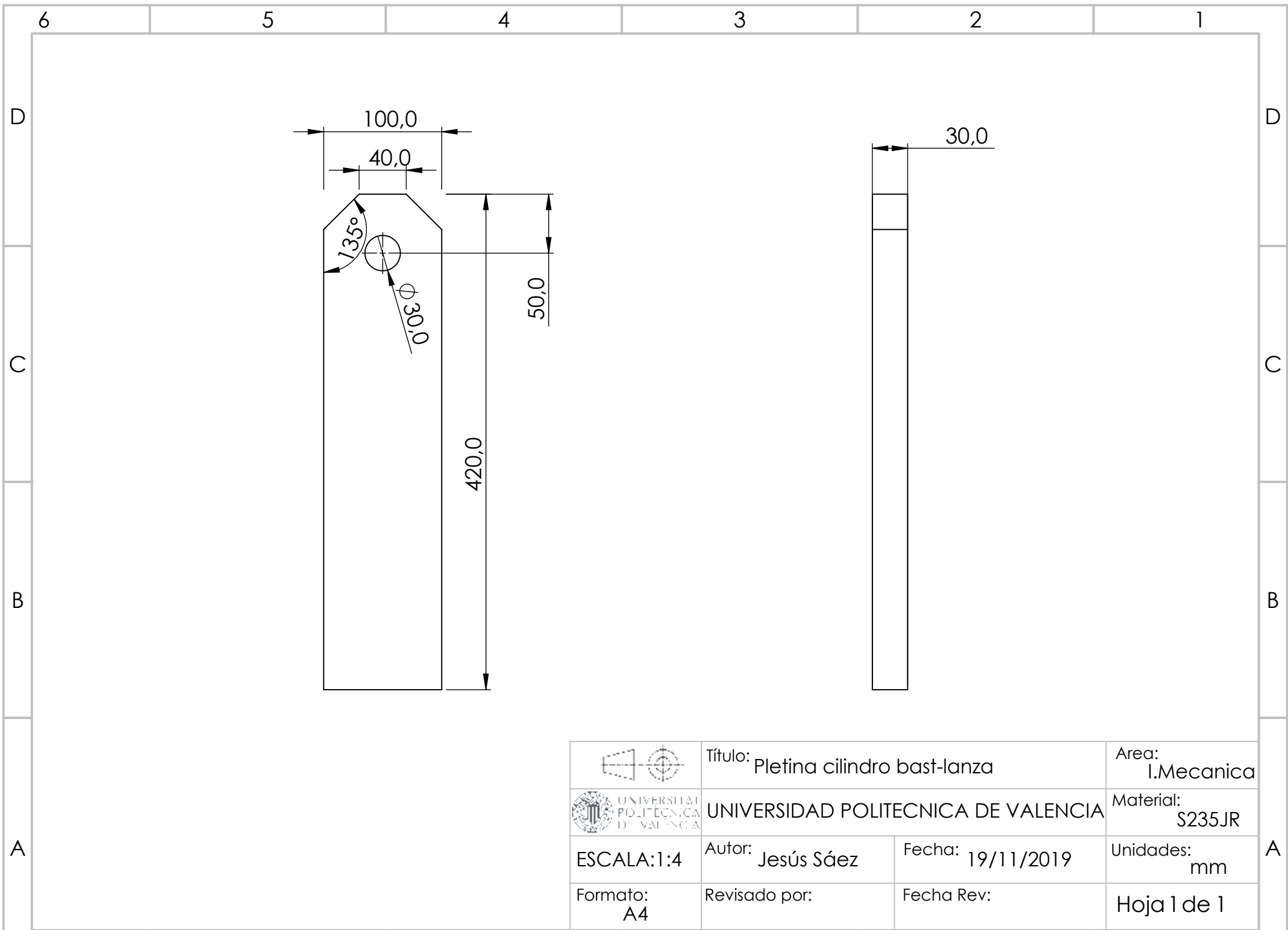
	Título: Oreja bisagras		Area: I.Mecanica
	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		Material: S235JR
ESCALA:1:2	Autor: Jesús Sáez	Fecha: 11/11/2019	Unidades: mm
Formato: A4	Revisado por:	Fecha Rev:	Hoja 1 de 1

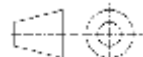



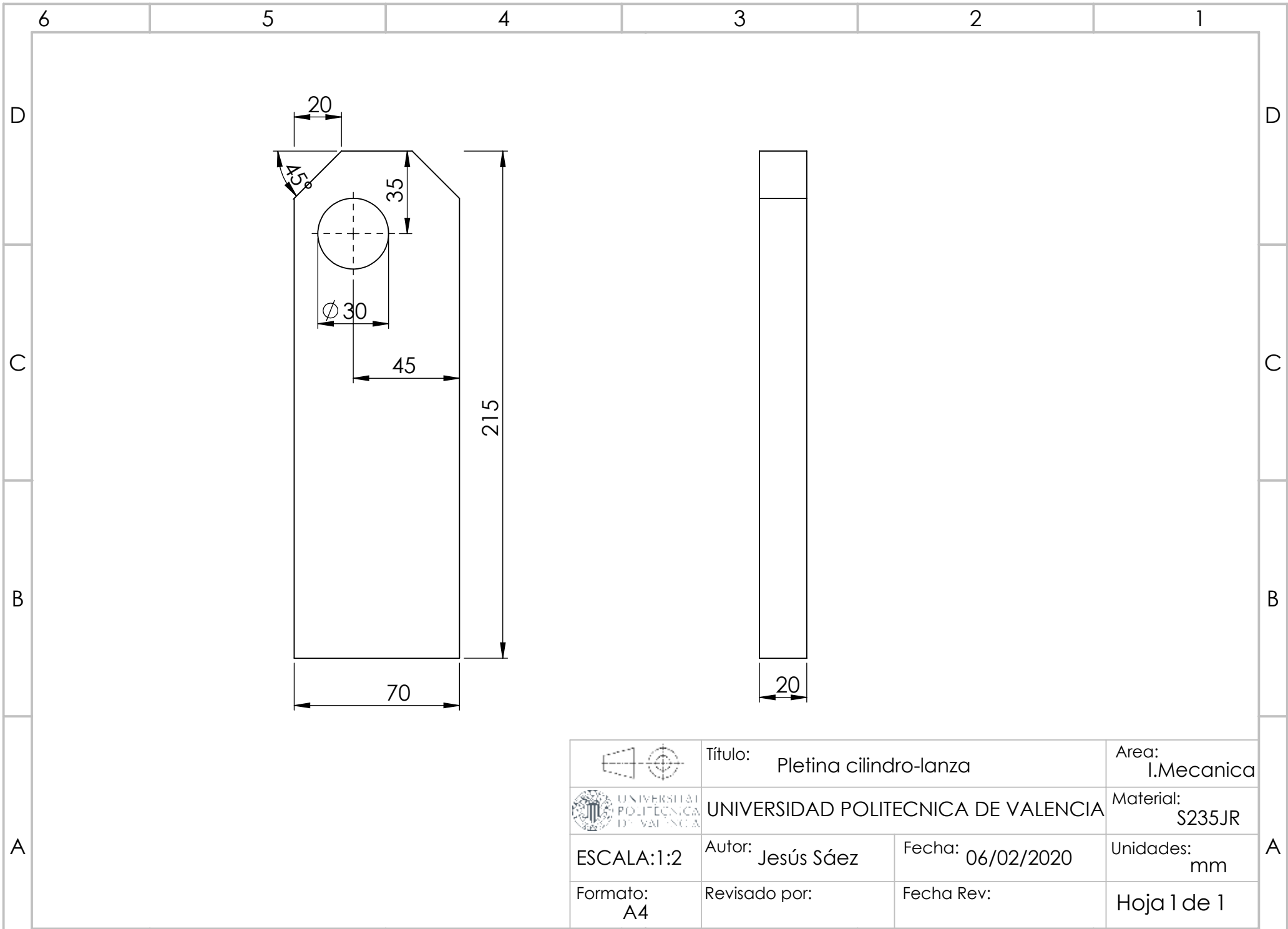
Título: Tapa entrepetinas		Area: I.Mecanica
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA		Material: S235JR
ESCALA: 1:5	Autor: Jesús Sáez	Fecha: 20/11/2019
Formato: A4	Revisado por:	Fecha Rev:
		Unidades: mm
		Hoja 1 de 1



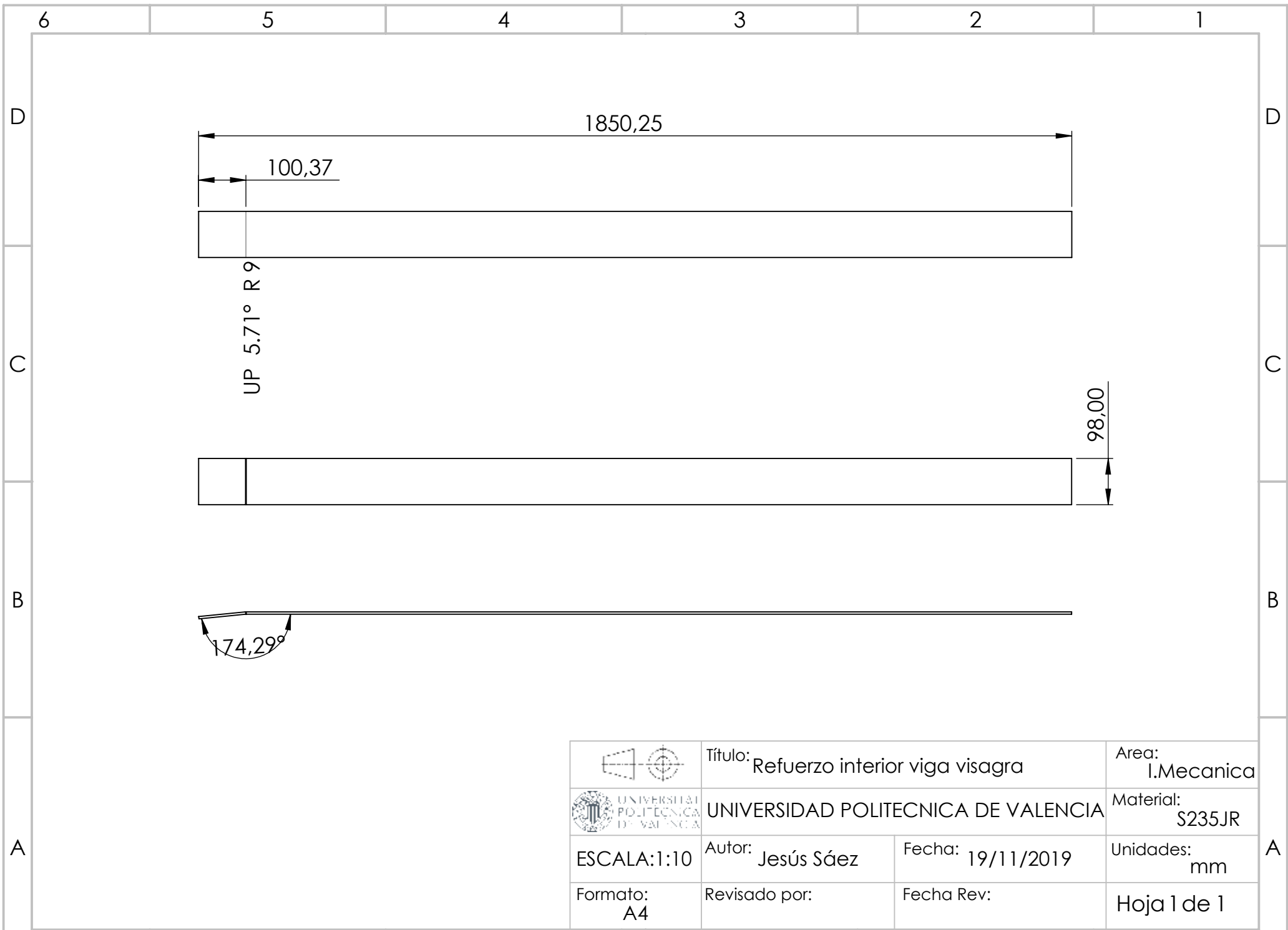
	Título: Tubo cuadrado		Area: I.Mecanica
	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		Material: S235JR
ESCALA:1:5	Autor: Jesús Sáez	Fecha: 07/11/2019	Unidades: mm
Formato: A4	Revisado por:	Fecha Rev:	Hoja 1 de 1

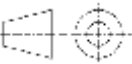



	Título: Pletina cilindro bast-lanza		Area: I.Mecanica
	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		Material: S235JR
ESCALA:1:4	Autor: Jesús Sáez	Fecha: 19/11/2019	Unidades: mm
Formato: A4	Revisado por:	Fecha Rev:	Hoja 1 de 1

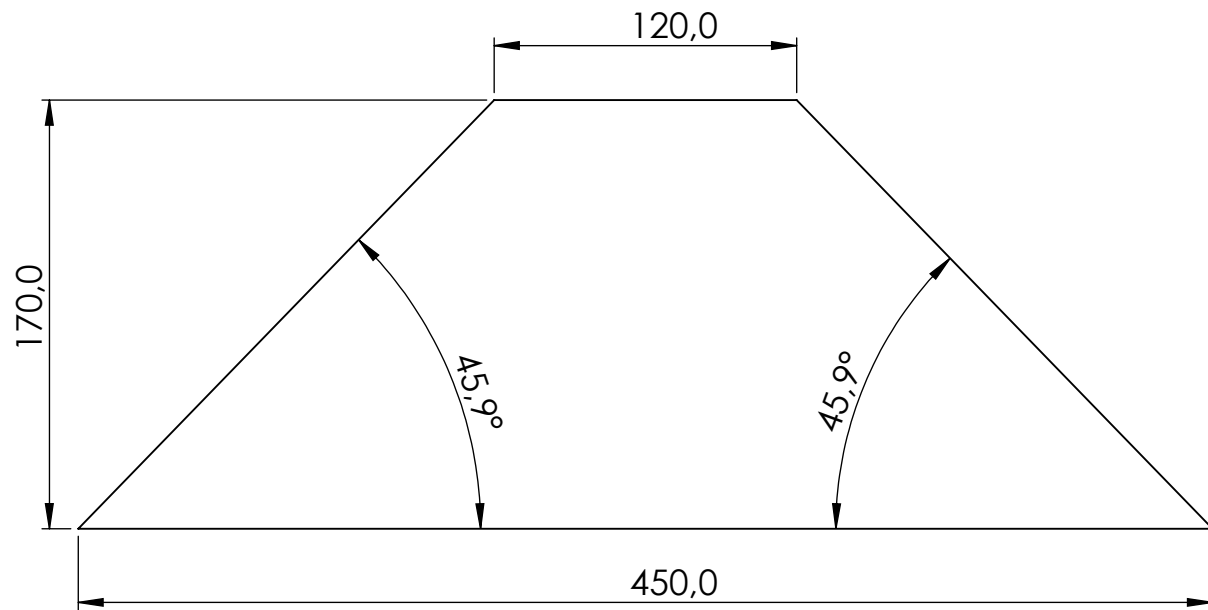


	Título: Pletina cilindro-lanza		Area: I.Mecanica
	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		Material: S235JR
ESCALA:1:2	Autor: Jesús Sáez	Fecha: 06/02/2020	Unidades: mm
Formato: A4	Revisado por:	Fecha Rev:	Hoja 1 de 1

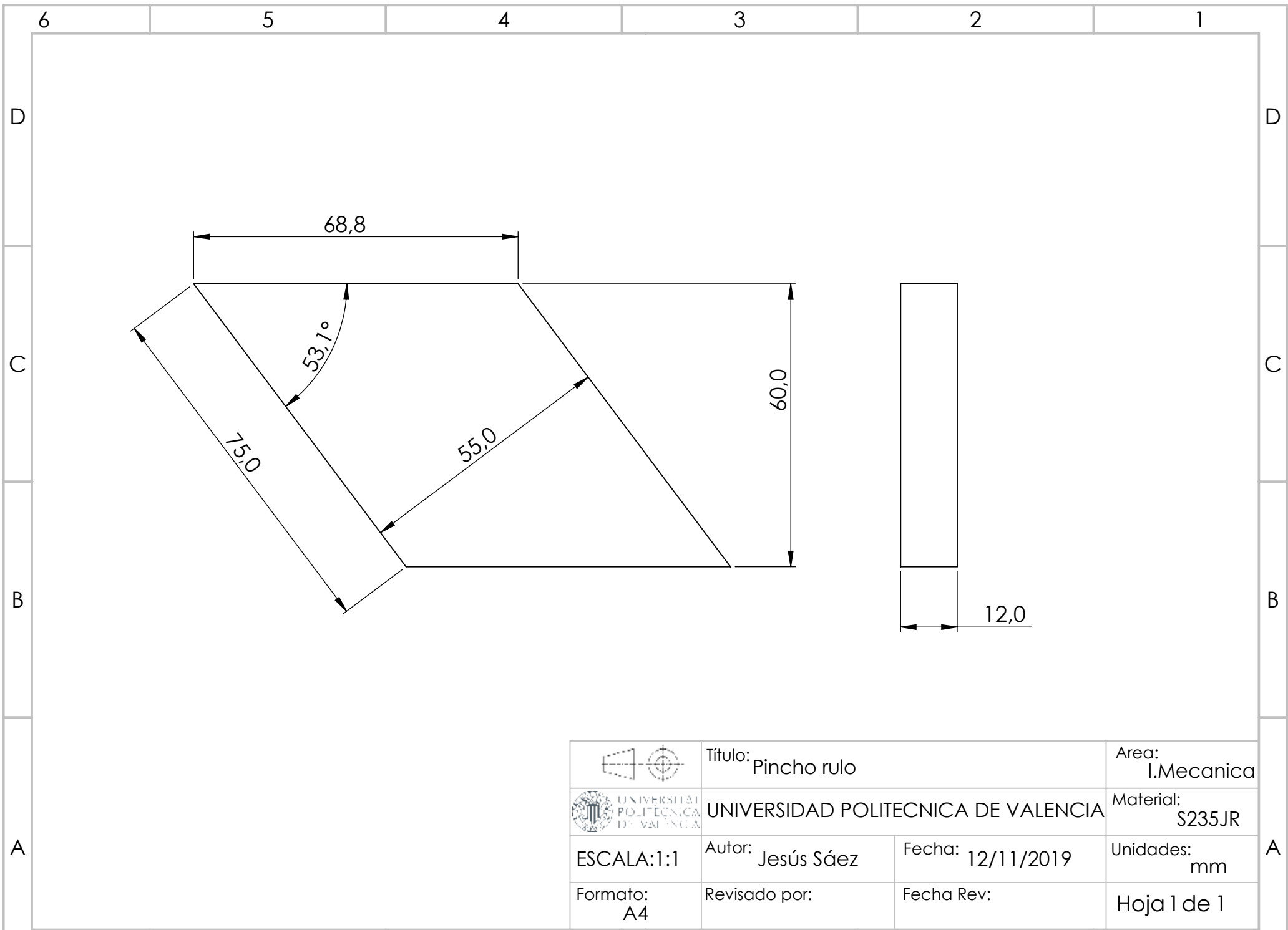


	Título: Refuerzo interior viga visagra		Area: I.Mecanica
	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		Material: S235JR
ESCALA:1:10	Autor: Jesús Sáez	Fecha: 19/11/2019	Unidades: mm
Formato: A4	Revisado por:	Fecha Rev:	Hoja 1 de 1

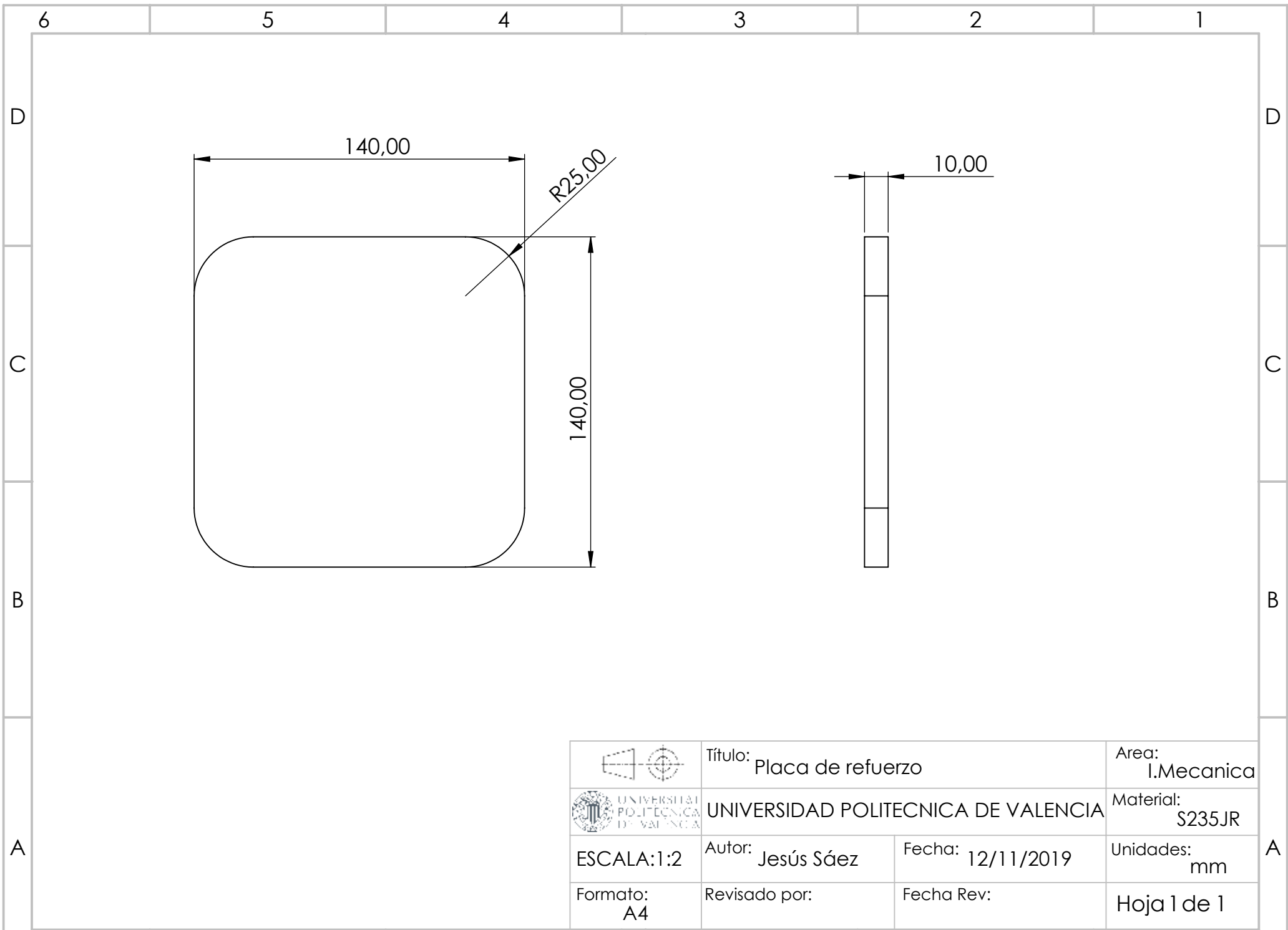


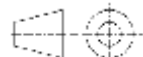



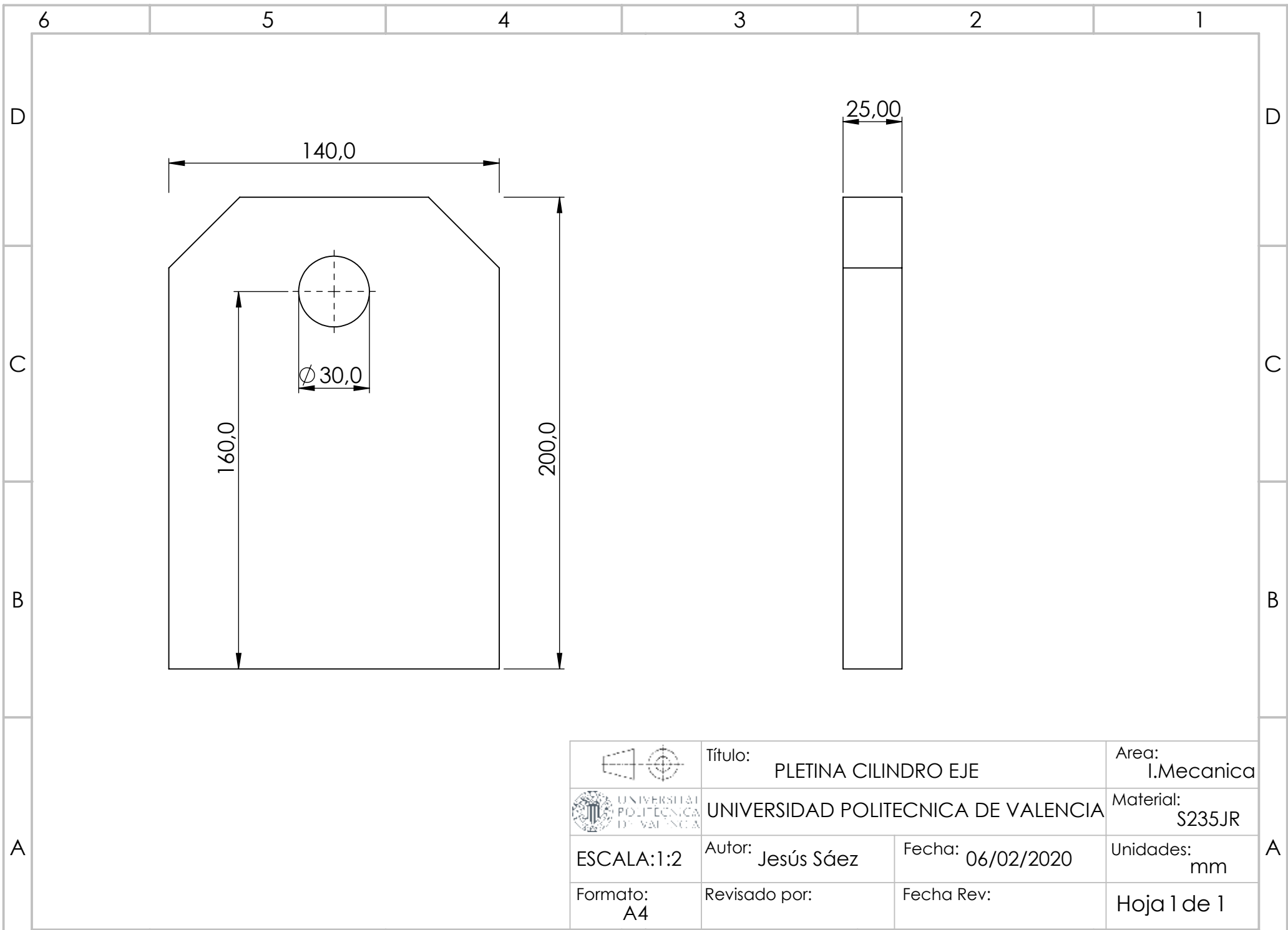
	Título: Pletinas de refuerzo cilindro bast-lanza		Area: I.Mecanica
	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		Material: S235JR
ESCALA:1:3	Autor: Jesús Sáez	Fecha: 19/11/2019	Unidades: mm
Formato: A4	Revisado por:	Fecha Rev:	Hoja 1 de 1



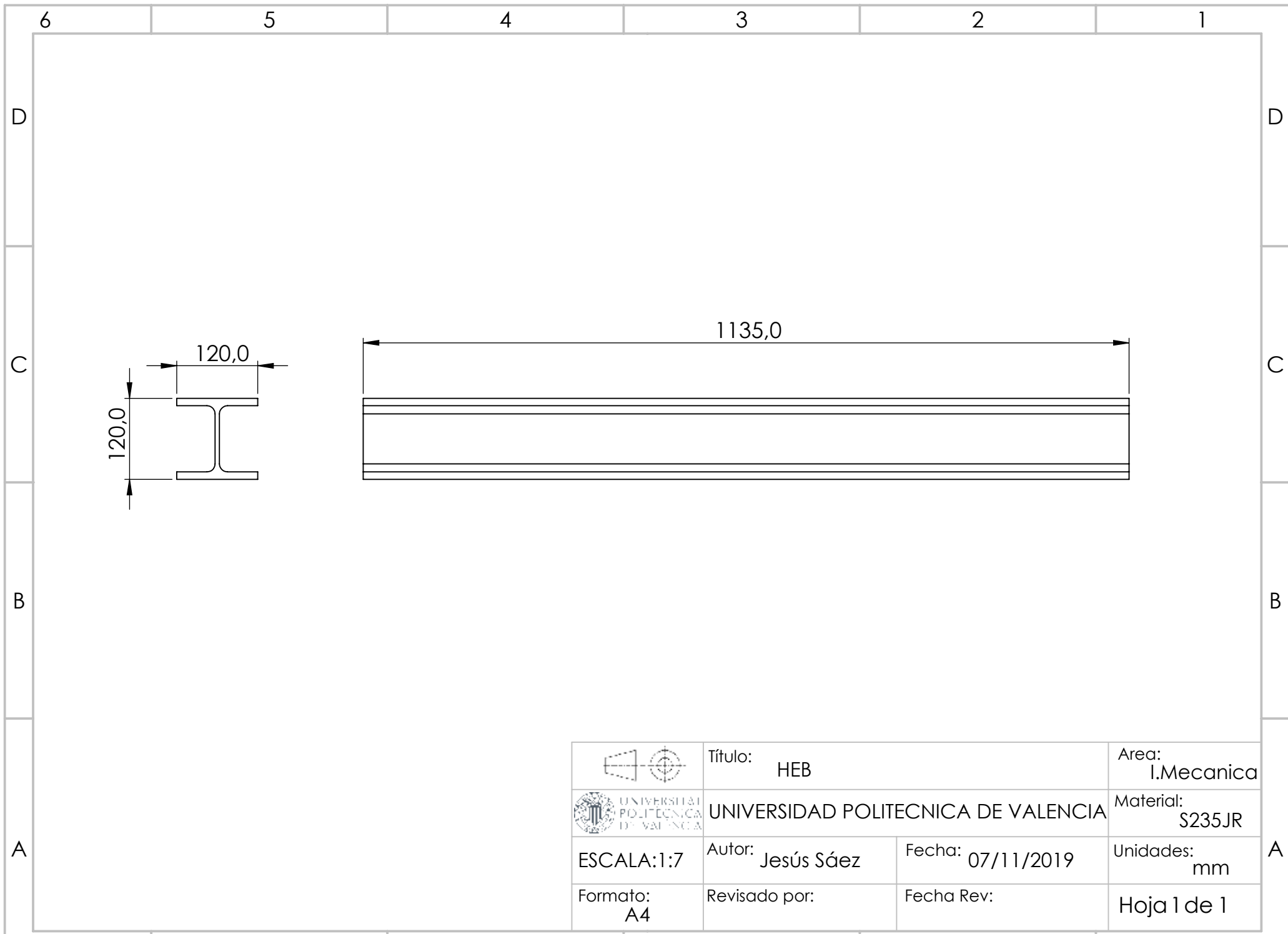
	Título: Pincho rulo		Area: I.Mecanica
	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		Material: S235JR
ESCALA:1:1	Autor: Jesús Sáez	Fecha: 12/11/2019	Unidades: mm
Formato: A4	Revisado por:	Fecha Rev:	Hoja 1 de 1



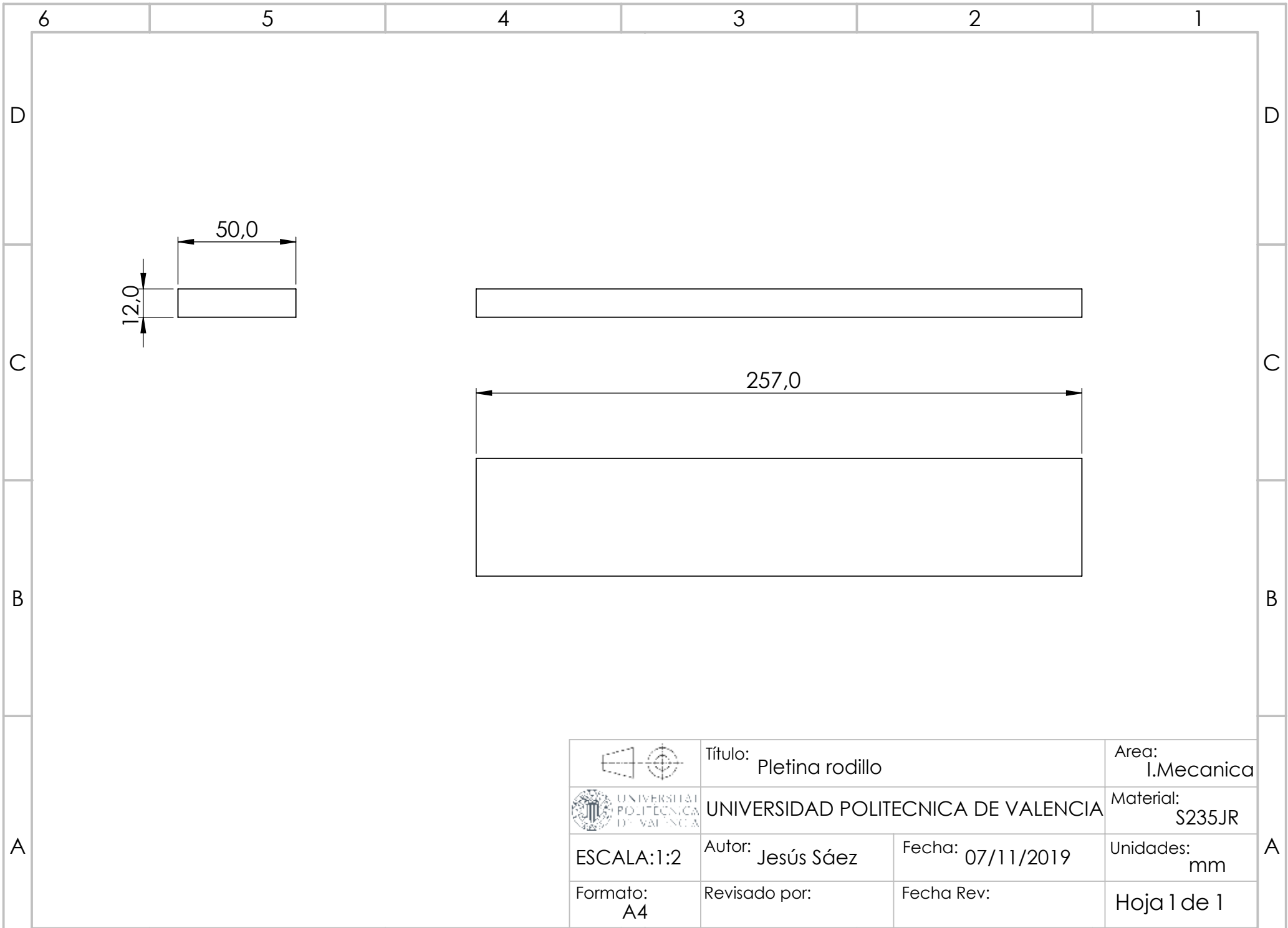
	Título: Placa de refuerzo		Area: I.Mecanica
	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		Material: S235JR
ESCALA:1:2	Autor: Jesús Sáez	Fecha: 12/11/2019	Unidades: mm
Formato: A4	Revisado por:	Fecha Rev:	Hoja 1 de 1



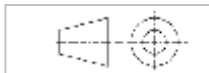
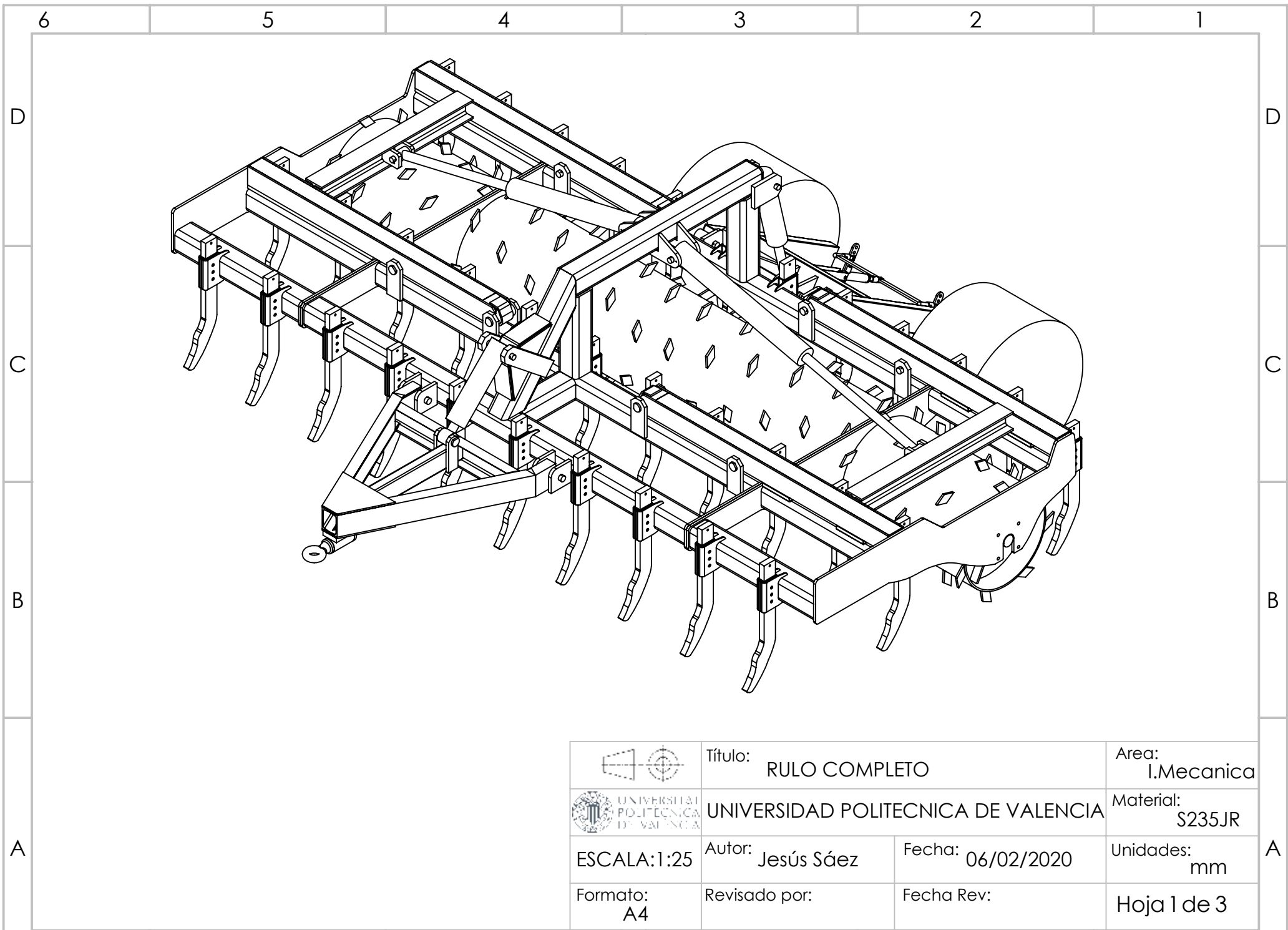
	Título: PLETINA CILINDRO EJE		Area: I.Mecanica
	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		Material: S235JR
ESCALA:1:2	Autor: Jesús Sáez	Fecha: 06/02/2020	Unidades: mm
Formato: A4	Revisado por:	Fecha Rev:	Hoja 1 de 1



	Título: HEB		Area: I.Mecanica
	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		Material: S235JR
ESCALA:1:7	Autor: Jesús Sáez	Fecha: 07/11/2019	Unidades: mm
Formato: A4	Revisado por:	Fecha Rev:	Hoja 1 de 1



	Título: Pletina rodillo		Area: I.Mecanica
	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		Material: S235JR
ESCALA:1:2	Autor: Jesús Sáez	Fecha: 07/11/2019	Unidades: mm
Formato: A4	Revisado por:	Fecha Rev:	Hoja 1 de 1



Título: RULO COMPLETO

Area: I.Mecanica



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

Material: S235JR

ESCALA: 1:25

Autor: Jesús Sáez

Fecha: 06/02/2020

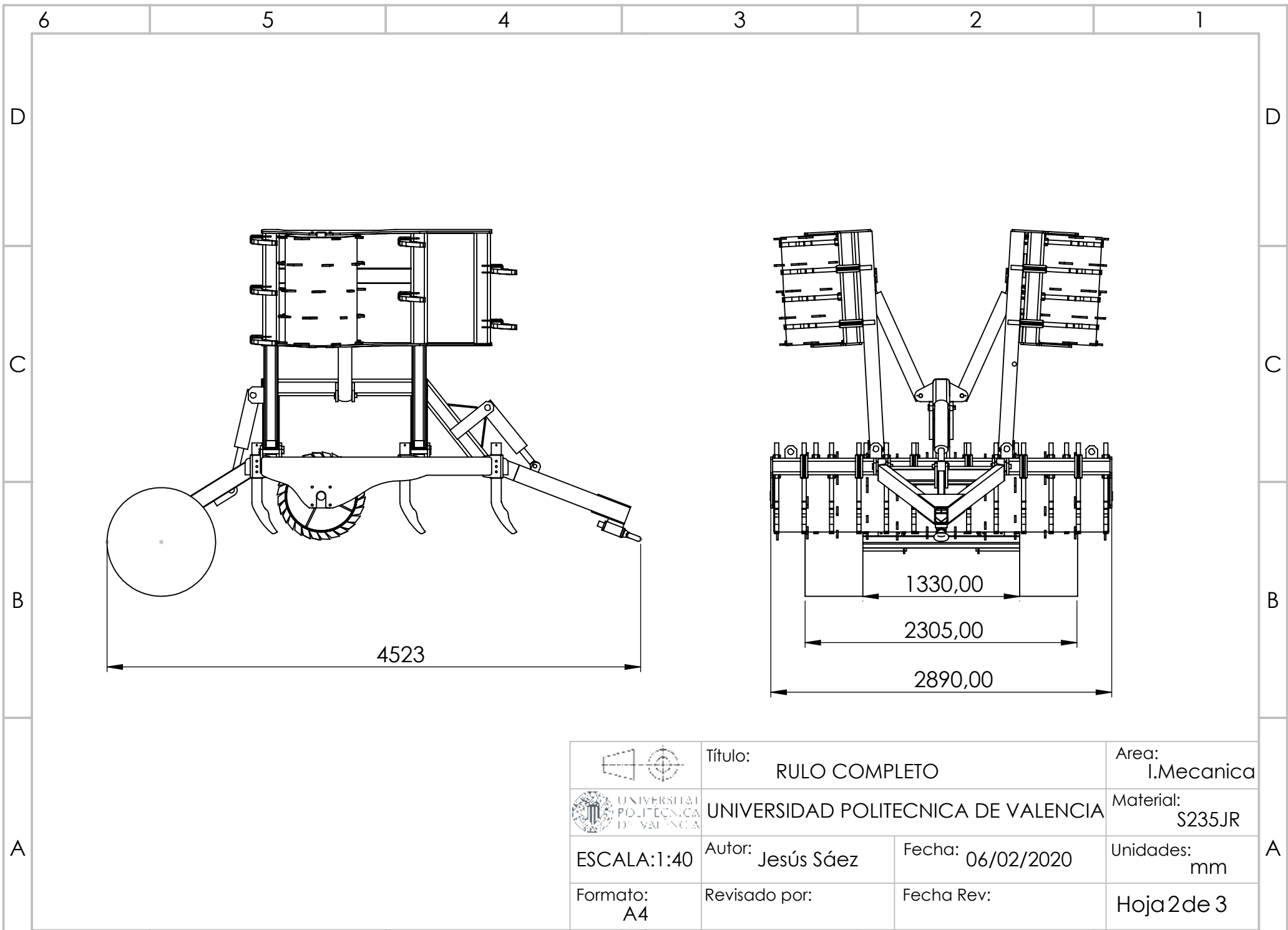
Unidades: mm

Formato: A4

Revisado por:

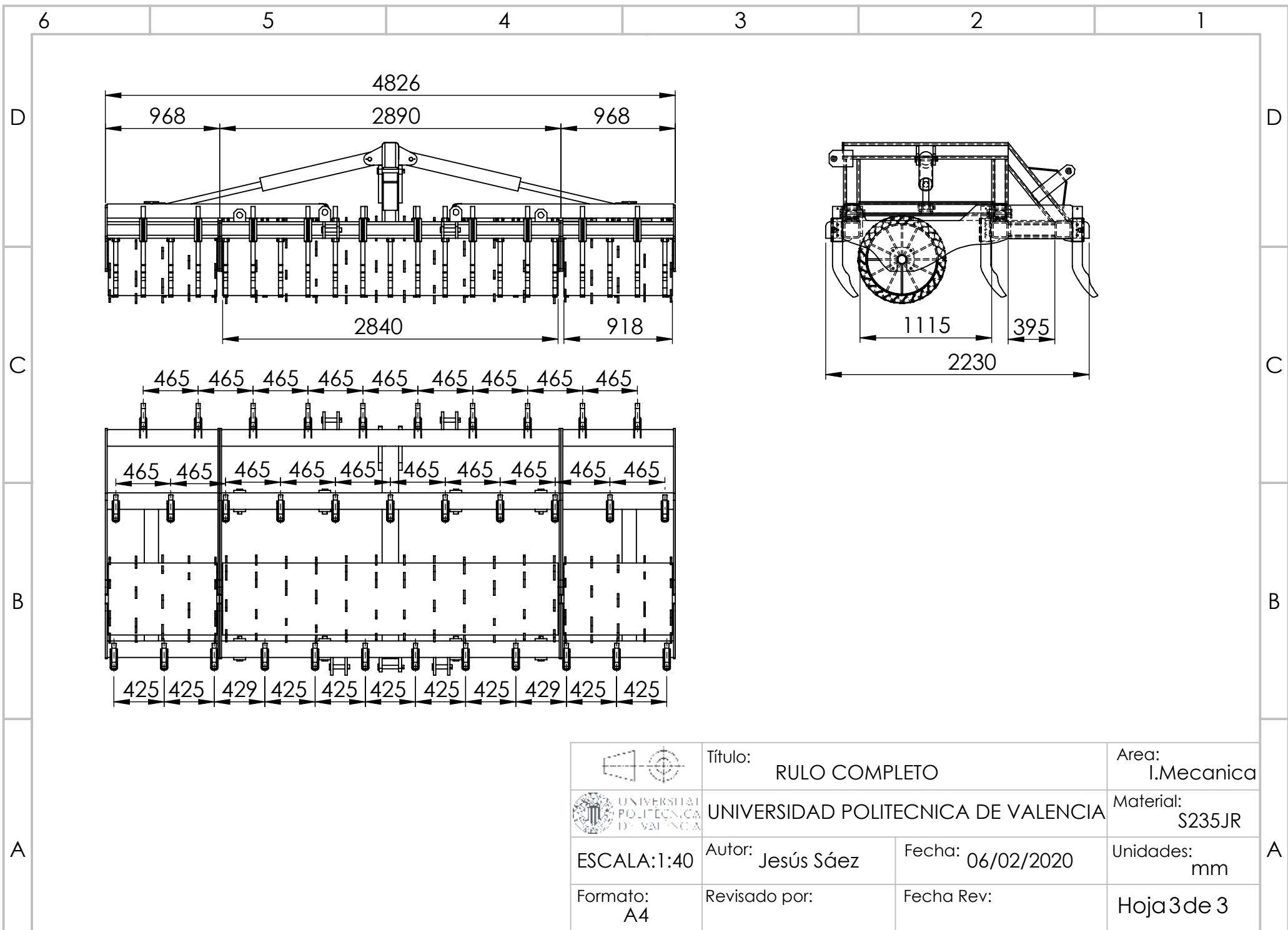
Fecha Rev:

Hoja 1 de 3

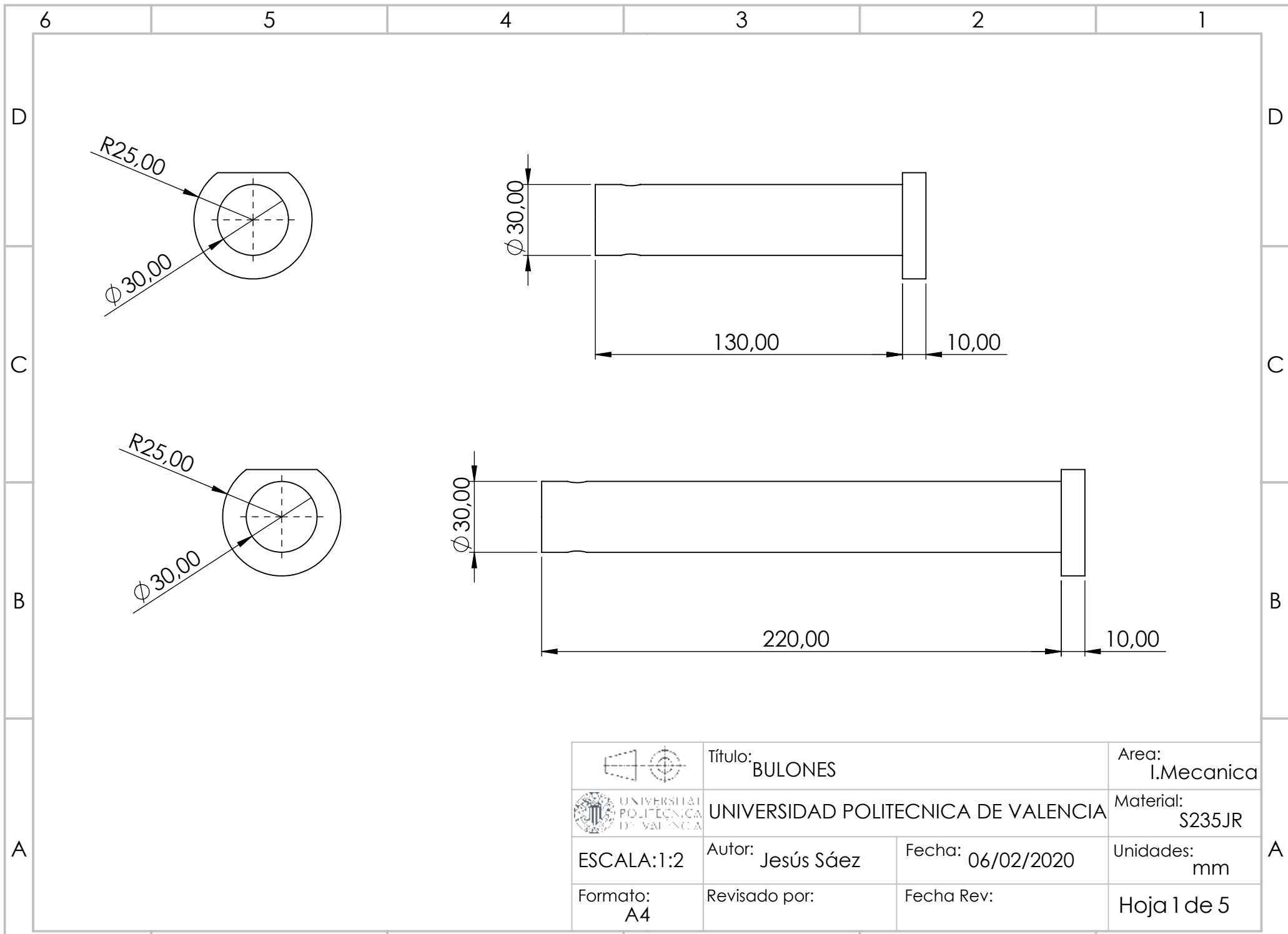


	Título: RULO COMPLETO		Area: I.Mecanica
	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		Material: S235JR
ESCALA:1:40	Autor: Jesús Sáez	Fecha: 06/02/2020	Unidades: mm
Formato: A4	Revisado por:	Fecha Rev:	Hoja 2 de 3

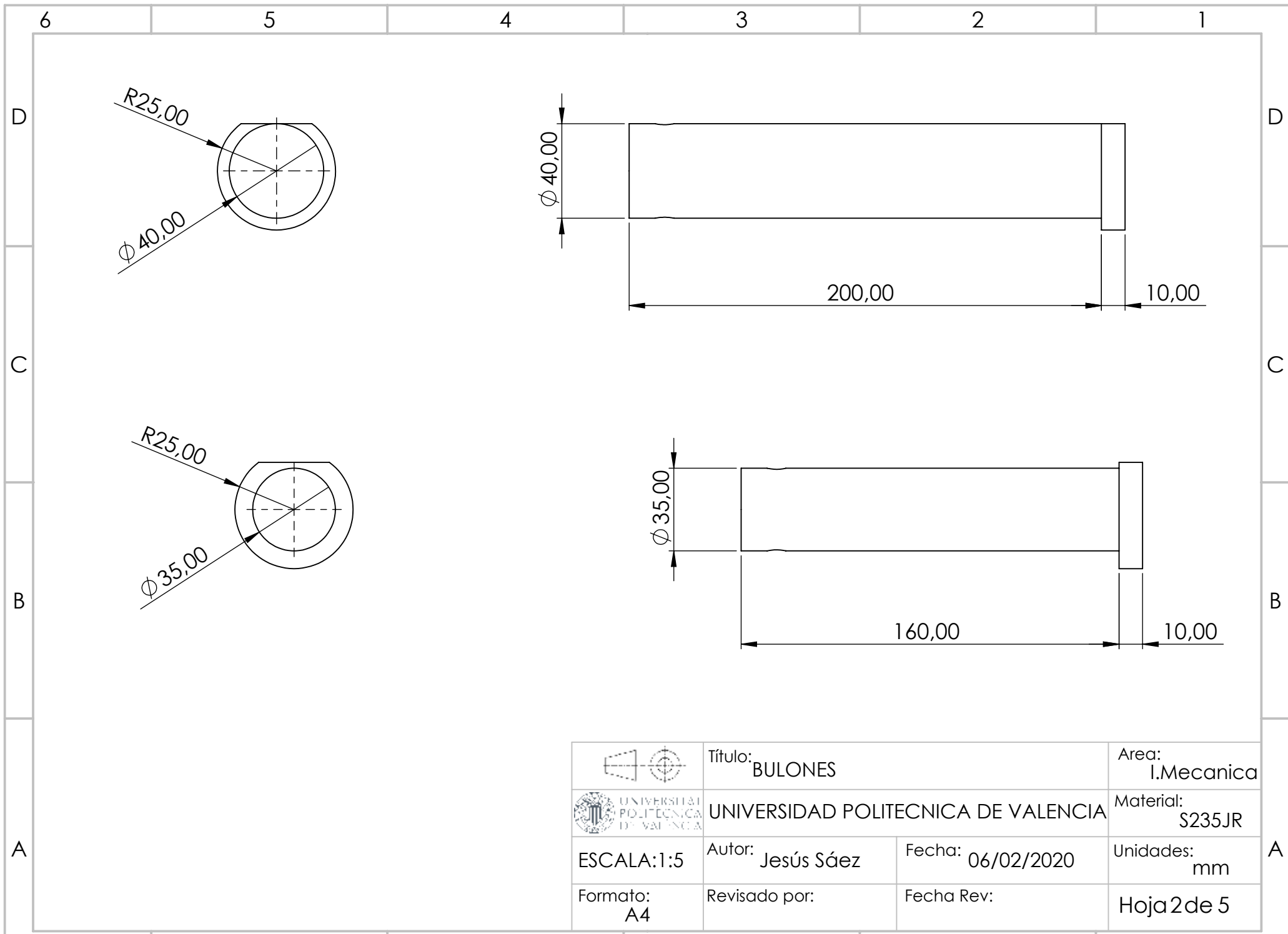




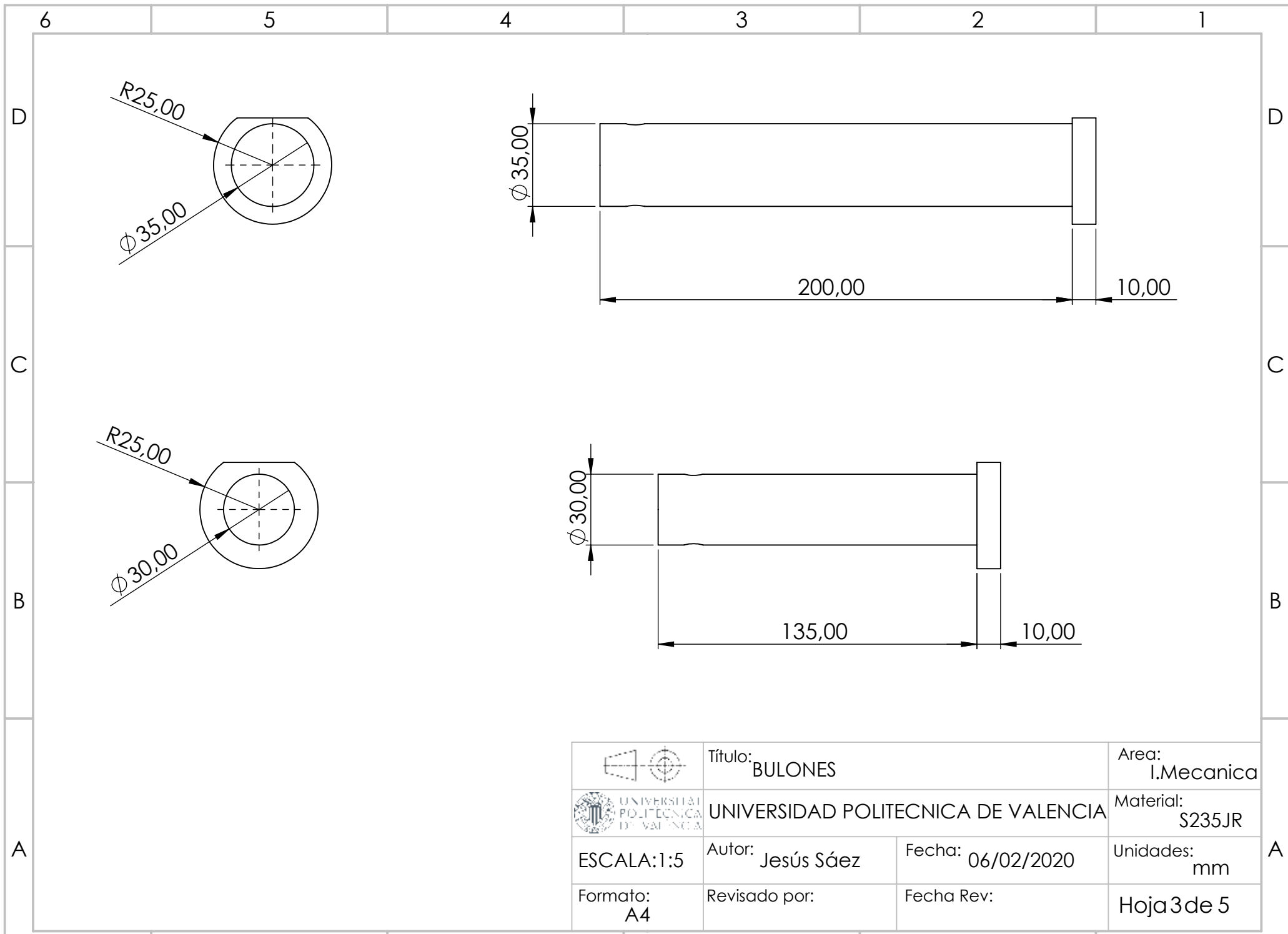
	Título: RULO COMPLETO		Area: I.Mecanica
	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		Material: S235JR
ESCALA: 1:40	Autor: Jesús Sáez	Fecha: 06/02/2020	Unidades: mm
Formato: A4	Revisado por:	Fecha Rev:	Hoja 3 de 3



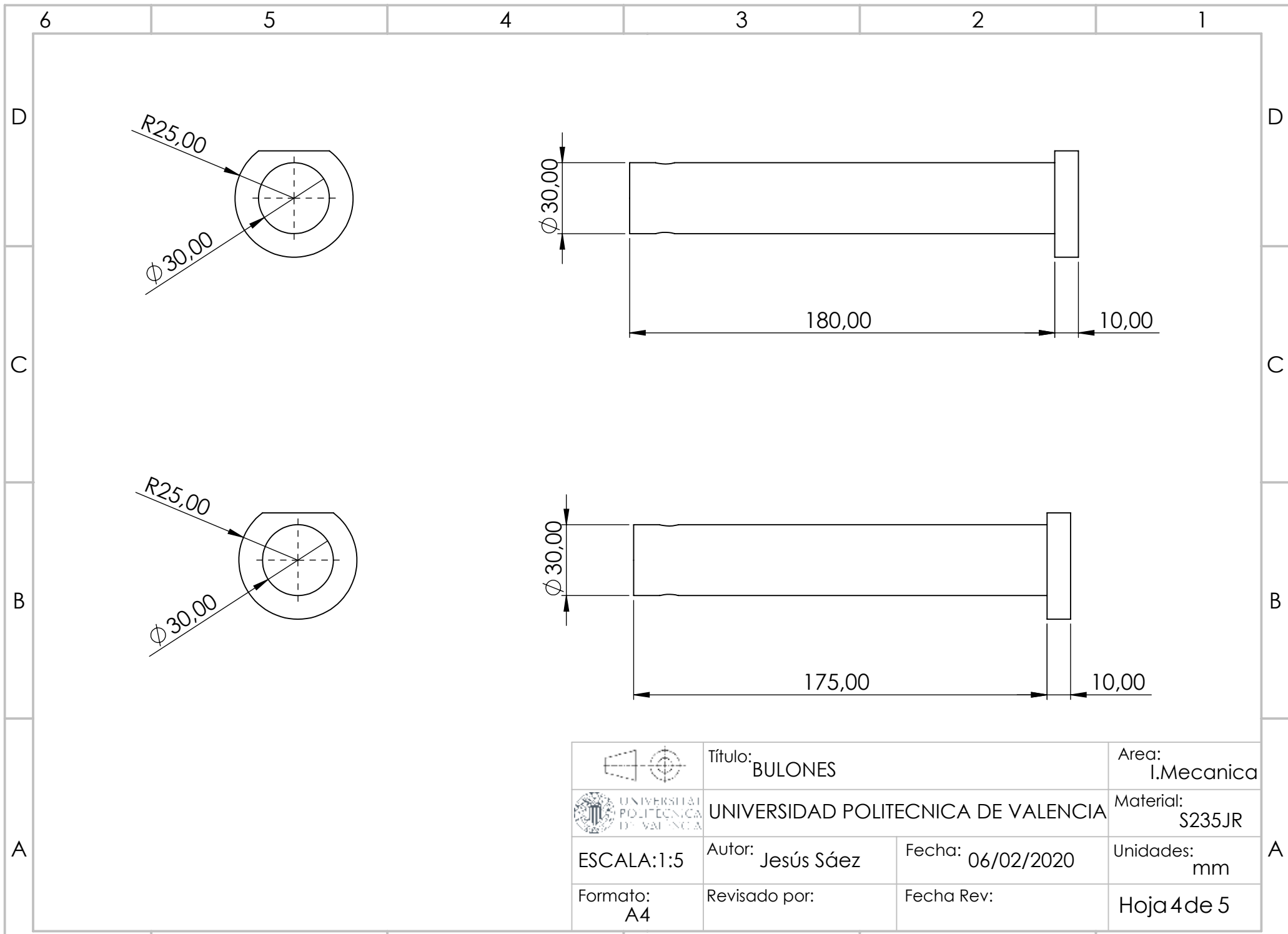
	Título: BULONES		Area: I.Mecanica
	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		Material: S235JR
ESCALA:1:2	Autor: Jesús Sáez	Fecha: 06/02/2020	Unidades: mm
Formato: A4	Revisado por:	Fecha Rev:	Hoja 1 de 5



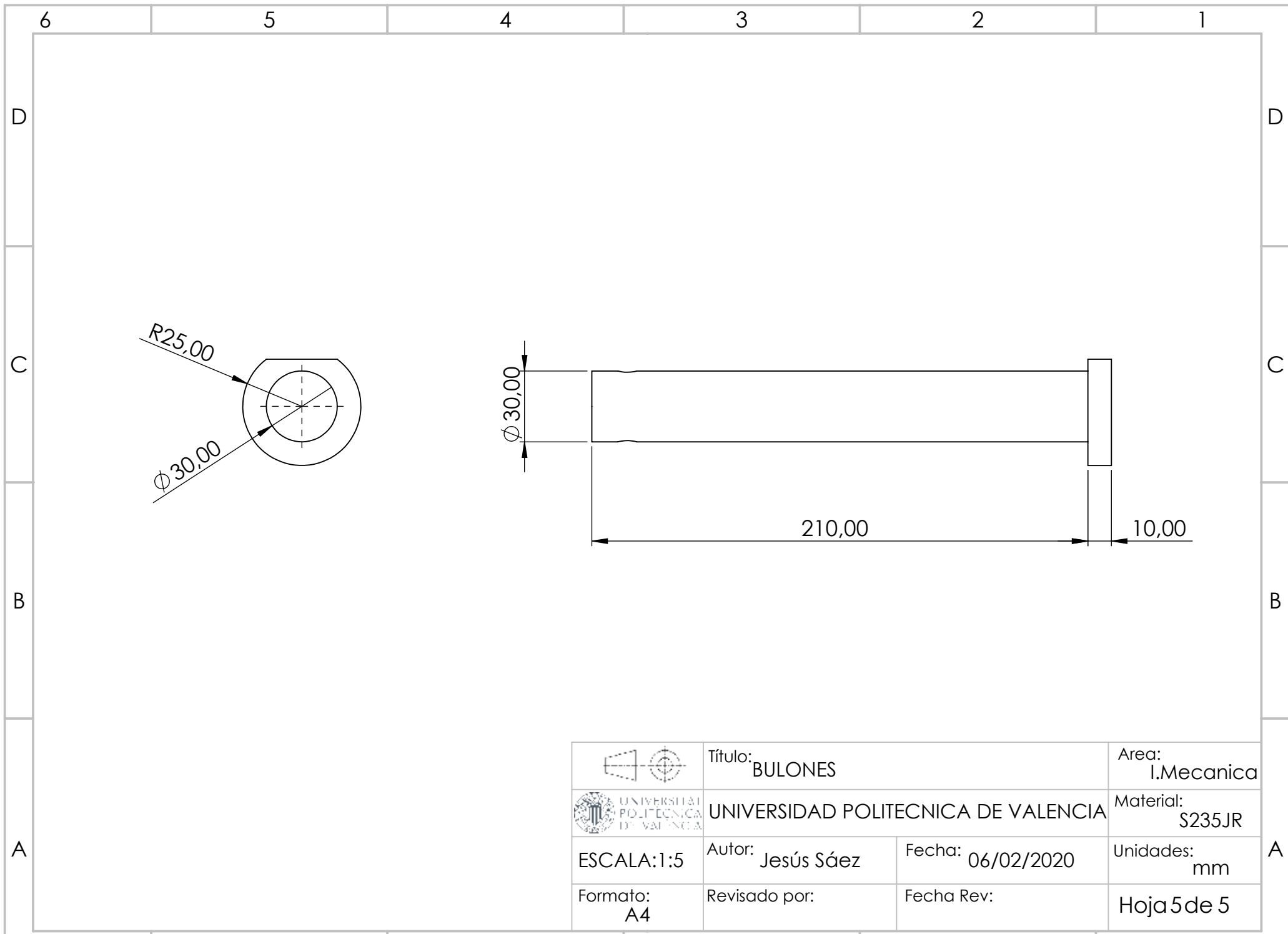
	Título: BULONES		Area: I.Mecanica
	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		Material: S235JR
ESCALA: 1:5	Autor: Jesús Sáez	Fecha: 06/02/2020	Unidades: mm
Formato: A4	Revisado por:	Fecha Rev:	Hoja 2 de 5

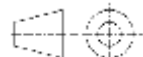



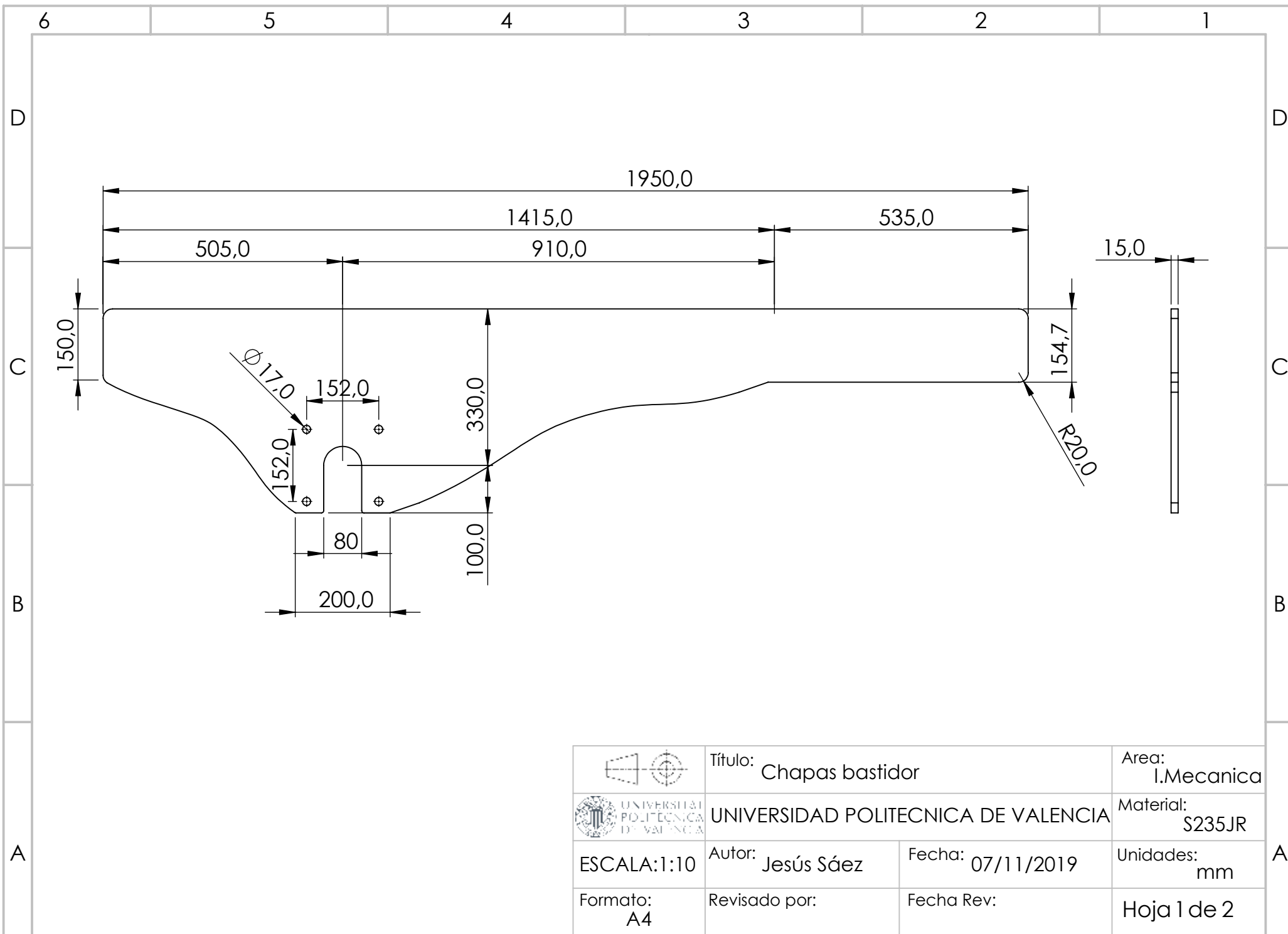
	Título: BULONES		Area: I.Mecanica
	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		Material: S235JR
ESCALA:1:5	Autor: Jesús Sáez	Fecha: 06/02/2020	Unidades: mm
Formato: A4	Revisado por:	Fecha Rev:	Hoja 3 de 5

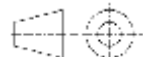



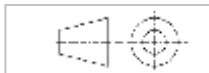
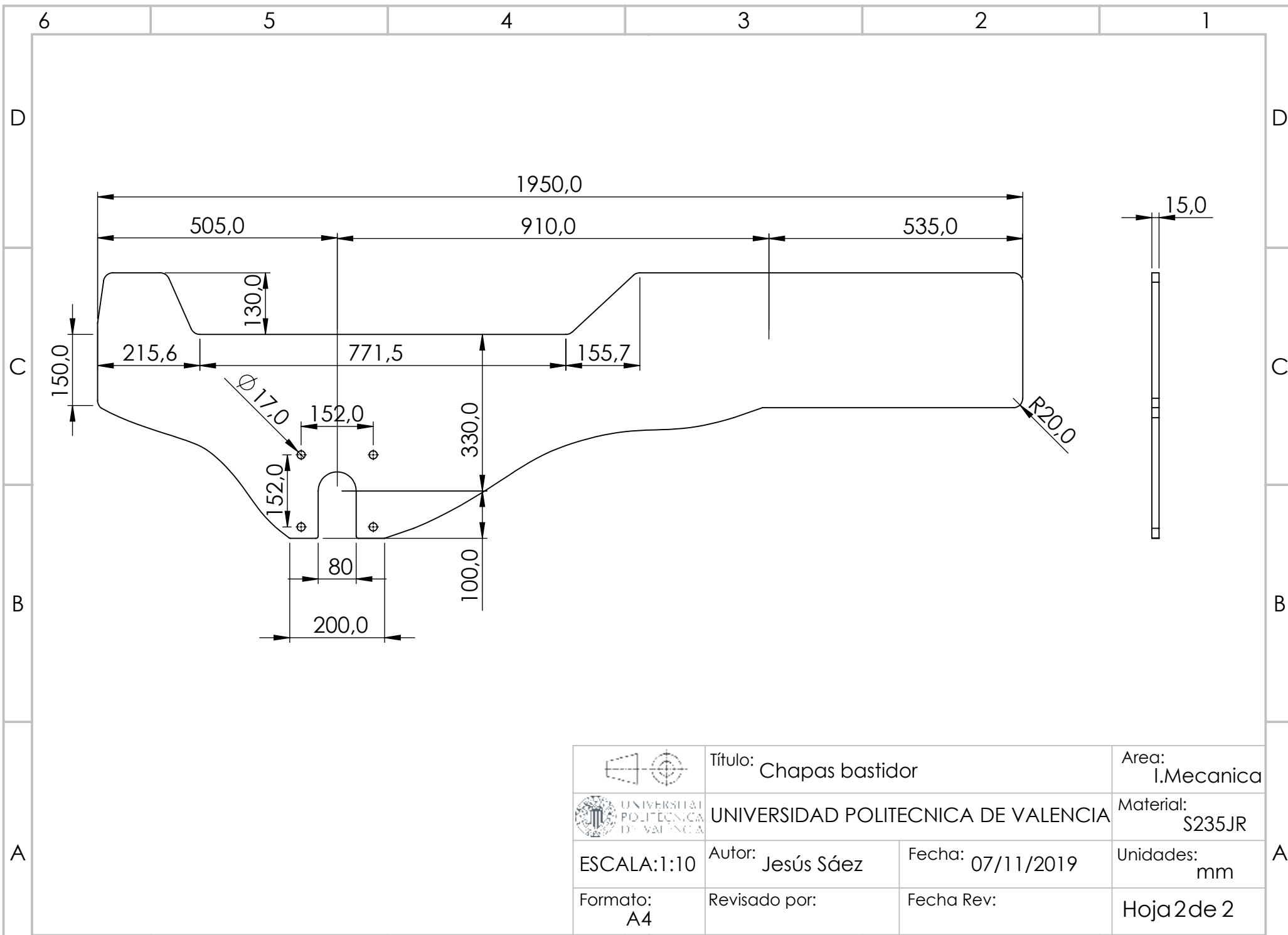
	Título: BULONES		Area: I.Mecanica
	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		Material: S235JR
ESCALA:1:5	Autor: Jesús Sáez	Fecha: 06/02/2020	Unidades: mm
Formato: A4	Revisado por:	Fecha Rev:	Hoja 4 de 5



	Título: BULONES		Area: I.Mecanica
	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		Material: S235JR
ESCALA:1:5	Autor: Jesús Sáez	Fecha: 06/02/2020	Unidades: mm
Formato: A4	Revisado por:	Fecha Rev:	Hoja 5 de 5



	Título: Chapas bastidor		Area: I.Mecanica
	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		Material: S235JR
ESCALA:1:10	Autor: Jesús Sáez	Fecha: 07/11/2019	Unidades: mm
Formato: A4	Revisado por:	Fecha Rev:	Hoja 1 de 2



Título: Chapas bastidor

Area: I.Mecanica



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Material: S235JR

ESCALA:1:10

Autor: Jesús Sáez

Fecha: 07/11/2019

Unidades: mm

Formato: A4

Revisado por:

Fecha Rev:

Hoja 2 de 2