

2019

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Villa María
Ingeniería Mecánica

Escenario Móvil

Cátedra: Proyecto Final

RUBIOLO, Gonzalo D.
09/11/2019





Índice

Resumen

| | |
|---|-----------|
| <u>Capítulo 1</u> | 1 |
| 1.1. Introducción | 1 |
| 1.2. Dimensiones | 3 |
| 1.3. Especificaciones técnicas | 4 |
| 1.4. Procedimiento de armado | 5 |
| | |
| <u>Capítulo 2: Cargas producidas por inclemencias del tiempo</u> | 11 |
| 2.1 Evaluación de la acción del viento | 11 |
| 2.2 Evaluación de la acción de la nieve | 20 |
| 2.3. Superposición de acciones (nieve y viento) | 21 |
| 2.4. Cargas totales debido a las inclemencias del tiempo | 22 |
| | |
| <u>Capítulo 3: Diseño del techo del escenario</u> | 23 |
| 3.1. Verificación de los travesaños del techo | 23 |
| 3.2. Viga reticulada | 29 |
| 3.3. Reticulado lateral | 33 |
| 3.4. Actuador hidráulico del techo abatible | 35 |
| | |
| <u>Capítulo 4: Diseño de las columnas auxiliares</u> | 38 |
| 4.1. Columnas | 38 |
| 4.2. Cálculo del pasador | 43 |
| 4.3. Base | 44 |
| 4.4. Anclaje al techo | 45 |
| | |
| <u>Capítulo 5: Sistema de elevación del techo</u> | 46 |
| 5.1. Descripción del sistema de elevación | 46 |
| 5.2. Verificación de la estructura | 52 |



| | |
|---|-----------|
| 5.3. Cargas sobre el sistema de elevación | 52 |
| 5.4. Estudio estático y de pandeo del primer tramo | 54 |
| 5.5. Estudio estático y de pandeo del segundo tramo | 57 |
| 5.6. Estudio estático y de pandeo del tercer tramo | 59 |
| 5.7. Estudio estático de la conexión del reticulado al sistema de elev. | 62 |
| 5.8. Pasador de seguridad | 64 |
| 5.9. Selección de la cadena | 66 |
| 5.10. Diseño de la polea de la cadena | 67 |
| 5.11. Perno de anclaje | 72 |
| 5.12. Selección del actuador hidráulico | 79 |
| <u>Capítulo 6: Piso del escenario</u> | 81 |
| 6.1. Descripción | 81 |
| 6.2. Verificación de los travesaños de los paneles rebatibles. | 81 |
| 6.3. Verificación de los travesaños del panel central. | 84 |
| 6.4. Actuador hidráulico del piso rebatible. | 86 |
| 6.5. Columna soporte de cilindros | 90 |
| <u>Capítulo 7: Chasis</u> | 93 |
| 7.1. Descripción | 93 |
| 7.2. Aceros MLC | 93 |
| 7.3. Determinación de las cargas | 94 |
| 7.4. Cálculo de las reacciones y ubicación del eje | 96 |
| 7.5. Análisis estático lineal | 97 |
| 7.6. Análisis de pandeo | 101 |
| 7.7. Análisis Dinámico lineal | 104 |
| 7.8. Análisis de vibración aleatoria | 109 |
| 7.9. Análisis de frecuencia | 113 |
| 7.10. Estudio Dinámico del chasis del semirremolque | 117 |
| 7.11. Análisis de fatiga | 121 |
| 7.12. Comparación de los resultados | 129 |
| 7.13. Análisis del chasis actuando como piso del escenario | 131 |
| 7.14. Selección de los cilindros hidráulicos | 135 |



| | |
|--|------------|
| 7.15. Vibraciones generadas por el salto de las personas | 136 |
| 7.16. Estudio de frecuencias | 138 |
| 7.17. Estudio dinámico | 140 |
| <u>Capítulo 8: Elementos complementarios al chasis</u> | 142 |
| 8.1. Suspensión neumática | 142 |
| 8.2. Eje | 145 |
| 8.3. Punta de eje | 148 |
| 8.4. Rodamientos | 149 |
| 8.5. Paragolpe | 155 |
| 8.6. Dispositivos laterales de protección “Guardaciclistas” | 167 |
| 8.7. Perno Rey | 169 |
| 8.8. Estructuras estabilizadoras | 173 |
| 8.9. Características del sistema de iluminación | 175 |
| 8.10. Bandas reflectivas | 178 |
| <u>Capítulo 9: Sistema hidráulico</u> | 182 |
| 9.1. Cálculo del caudal necesario para cada grupo de cilindros | 182 |
| 9.2. Selección de la bomba | 185 |
| 9.3. Determinación de la potencia necesaria | 187 |
| 9.4. Dimensionamiento de las tuberías | 188 |
| 9.5. Válvulas | 191 |
| 9.6. Depósito de aceite | 194 |
| 9.7. Fluido hidráulico | 195 |
| 9.8. Filtrado | 196 |
| <u>Bibliografía</u> | 202 |
| <u>Anexo</u> | |
| Sistema de codificación | |
| Circuito hidráulico | |
| Planimetría | |



Resumen

En el presente trabajo se realiza una presentación del proyecto denominado “Escenario Móvil” correspondiente a la asignatura “Proyecto Final” de la carrera de grado de Ingeniería Mecánica. El mismo comprende el diseño, desarrollo, cálculo y confección de planos de dicho equipo, con el objeto de aplicar conceptos adquiridos durante el cursado de la carrera.

En la actualidad se exige que un escenario pueda ser montado y desmontado en el menor tiempo posible y con un mínimo personal, además debe ser versátil para poder adaptarse a las diferentes exigencias que plantee un evento.

Para dicho propósito se diseña un escenario montado en un semirremolque capaz de desplegarse rápidamente en destino mediante un sistema hidráulico y que, además permite transportar todo el material complementario que requiera el evento.

En la etapa de diseño se presta una especial atención al chasis del equipo que representa la columna vertebral estructural del mismo. Su función principal no es solo soportar las cargas a las que se somete la estructura durante su función de escenario, sino que también, las que se generan cuando trabaja como vehículo. Para conocer el comportamiento de la estructura se realizan diferentes estudios haciendo uso del Análisis por Elementos Finitos (FEA).

En la actualidad hay una creciente demanda tanto por modelado dinámico como por modelado no lineal en FEA en la industria del transporte. Muchas compañías se están alejando del tradicional estudio estático lineal y están haciendo uso de software de simulación avanzada para poder diseñar sistemas estructurales y mecánicos que funcionen sin errores en entornos dinámicos. En este contexto, se decide aplicar en este trabajo las diferentes herramientas que nos proporciona el Análisis por Elementos Finitos y que complementan el tradicional Estudio Estático Lineal. Las mismas son el Estudio Modal, el Estudio de Pandeo, el Estudio de Fatiga, el Estudio Dinámico y el Estudio No Lineal.

Capítulo 1

1.1. Introducción

El Escenario Móvil cuenta con características similares a las de un escenario tradicional, pero con la principal ventaja de quedar operativo en apenas algunas horas con un mínimo de personal, mediante un sistema hidráulico de apertura y armado.

Puede ser utilizado para actuaciones musicales, presentaciones teatrales, espectáculos televisivos, desfiles, actos políticos e incluso la celebración de ceremonias religiosas.

La exigencia de los escenarios en la actualidad es que sean cómodos y rápidos de montar, porque ocupan plazas y avenidas, por lo que se necesita que se monten y se desmonten lo más rápido posible. Además, para el caso de las giras de verano, debe permitir a un grupo musical realizar presentaciones todos los días sin parar sin que se produzca ninguna demora.



Figura 1. 1. Montaje del Escenario Móvil en un espectáculo musical

La reducción de los tiempos en el montaje es la principal ventaja del escenario móvil frente a un escenario tradicional armado con estructuras tubulares. Para

montar un escenario tradicional se necesitan 5 horas y entre 4 y 7 personas para el montaje, mientras que el Escenario Móvil puede ser desplegado por dos operarios sin realizar más de un 30% de trabajo físico, ya que el resto se extiende de forma hidráulica controlado a través de un mando. Esta característica es fundamental en los casos donde se requiere un mínimo de interrupción de la vía pública.

Otra de las ventajas del Escenario Móvil es que, al desmontarlo, se convierte en un semirremolque con unos 56 m³ de capacidad. Gracias a esta característica permite transportar todo el material complementario como vallas de contención, tarimas, artefactos de iluminación y sonido, cuando el evento así lo requiera, sin necesidad de ningún camión de apoyo.

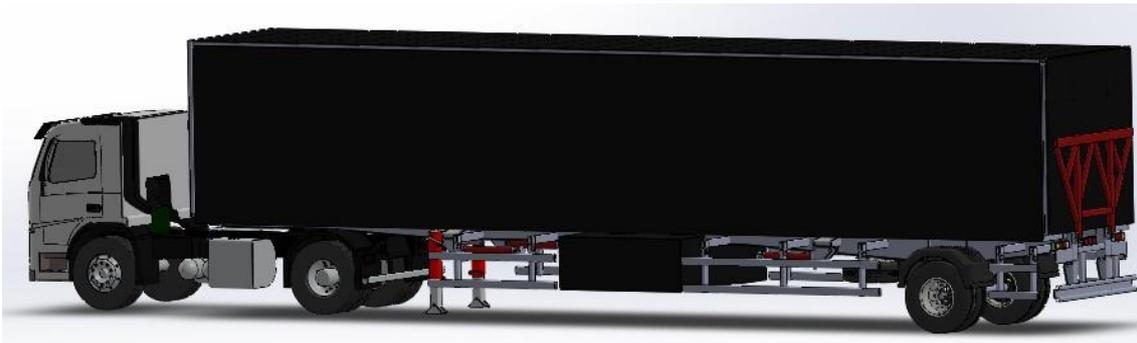


Figura 1. 2. Escenario Móvil plegado

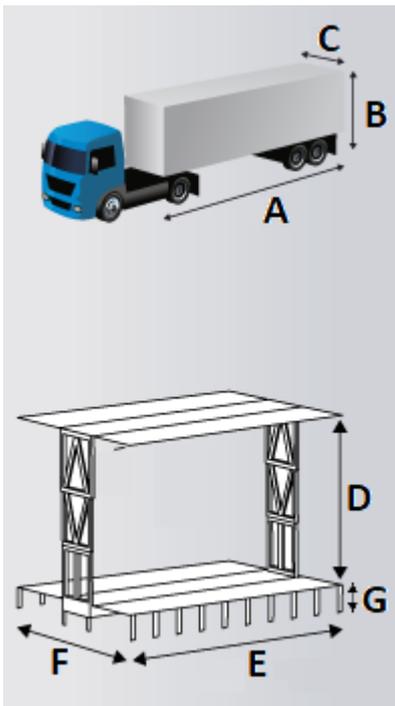
El techo del escenario ha sido diseñado para cumplir con los requerimientos de sonido e iluminación contando con diferentes puntos de colgado ubicados estratégicamente.

La altura del piso del escenario al techo permite mantener una excelente elevación, libre de elementos técnicos y con suficiente distancia para que los artefactos de iluminación generen el efecto deseado, además de dar una visión más equilibrada respecto del ancho del escenario.

Dos alas reticuladas permiten colgar y elevar sonido tipo “line array” y de esta manera, evitar montar estructuras tubulares extras para el sonido, aparte de proveer una mejor terminación.

1.2. Dimensiones

A continuación, se muestran las dimensiones tanto del semirremolque como del escenario desplegado:



| Semirremolque | |
|--------------------------|--------|
| Largo (A) | 14.4 m |
| Altura desde el piso (B) | 4 m |
| Ancho (C) | 2.6 m |

Espacio de almacenamiento del semirremolque:
 2.1 m x 2.1 m x 12.7 m

| Escenario | |
|---|--------|
| Altura desde el piso del escenario al techo (D) | 5.6 m |
| Ancho (E) | 13.7 m |
| Profundidad (F) | 7 m |
| Altura del suelo al piso del escenario (G) | 2 m |

Figura 1. 3. Dimensiones del semirremolque y el escenario



1.3. Especificaciones técnicas

- Tiempo de armado: 90 minutos
- Cantidad de operarios necesarios: 2
- Capacidad de carga:
 - Alas reticuladas para volado de sonido (2): 600 kg cada una.
 - Vigas reticuladas del techo (4): 1250 kg cada una (distribuidos en 4 puntos)
 - Piso: 300 kg/m².
- Sistema hidráulico alimentado por motobomba, lo que permite separar el tractor del escenario móvil y funcionar por sí mismo.
- Completamente estable, el escenario no necesita ser anclado al suelo por medio de lastres o cables para mantener su estabilidad y su integridad estructural.
- Material del piso: Madera laminada fenólica de 18 mm de espesor.
- Revestimiento exterior del techo: PRFV

1.4. Procedimiento de armado

Para el armado del escenario deberá verificarse que los desniveles del terreno no superen los 50 cm.

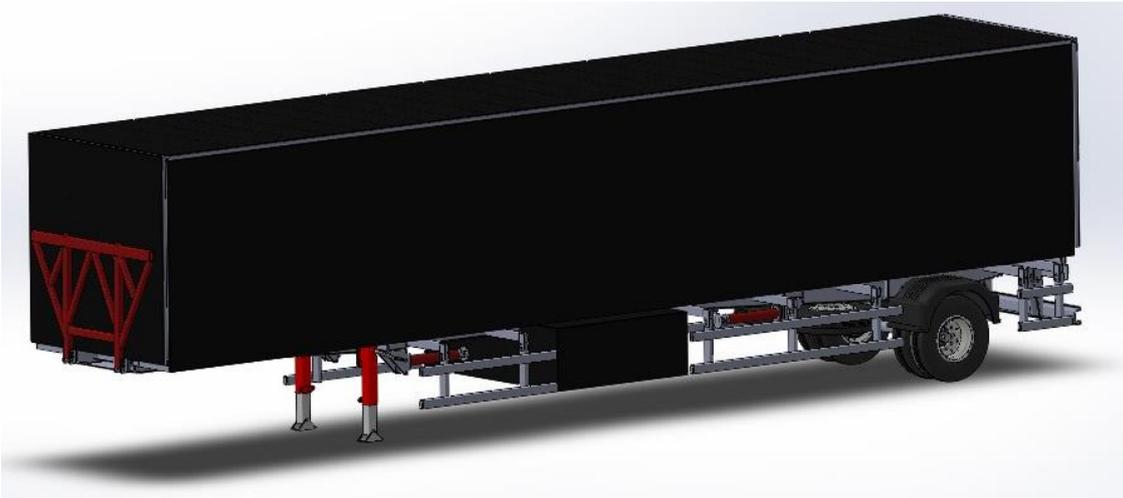


Figura 1. 4. Semirremolque sobre sus patas de apoyo. Cilindros de elevación en posición horizontal.

- 1) Una vez desconectado el semirremolque del camión se deben colocar en posición vertical los cuatro cilindros de elevación del chasis.



Figura 1. 5. Cilindros de elevación del chasis en posición vertical

- 2) Prender el motor del circuito hidráulico
- 3) Proceder a la elevación del chasis mediante los cuatro hidráulicos y nivelar.
- 4) Montar las estructuras de soporte.
 - a. Desplegar la estructura (En la parte trasera es necesario rebatir el paragolpe).

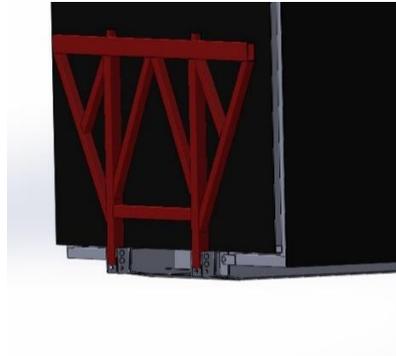


Figura 1. 6. Estructura de soporte

- a. Colocar las prolongaciones y fijar con su respectivo pasador.

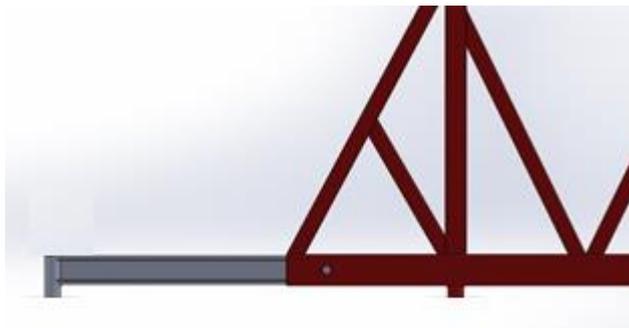


Figura 1. 7. Estructura de soporte con sus prolongaciones

- b. Colocar los refuerzos diagonales.
c. Colocar las cuatro bases regulables y nivelar.



Figura 1. 8. Estructura de soporte con refuerzos diagonales y bases regulables

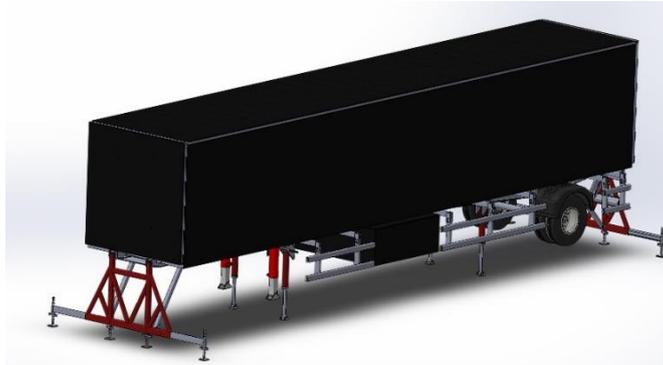


Figura 1. 9. Chasis elevado y nivelado

5) Desbloquear los paneles rebatibles del techo.

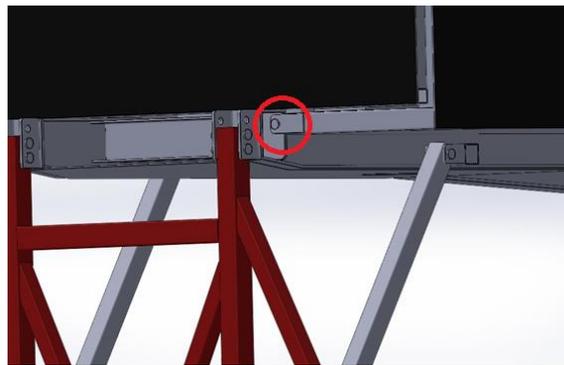


Figura 1. 10. Pasador para bloqueo de paneles rebatibles del techo

6) Desplegar los paneles rebatibles del techo.

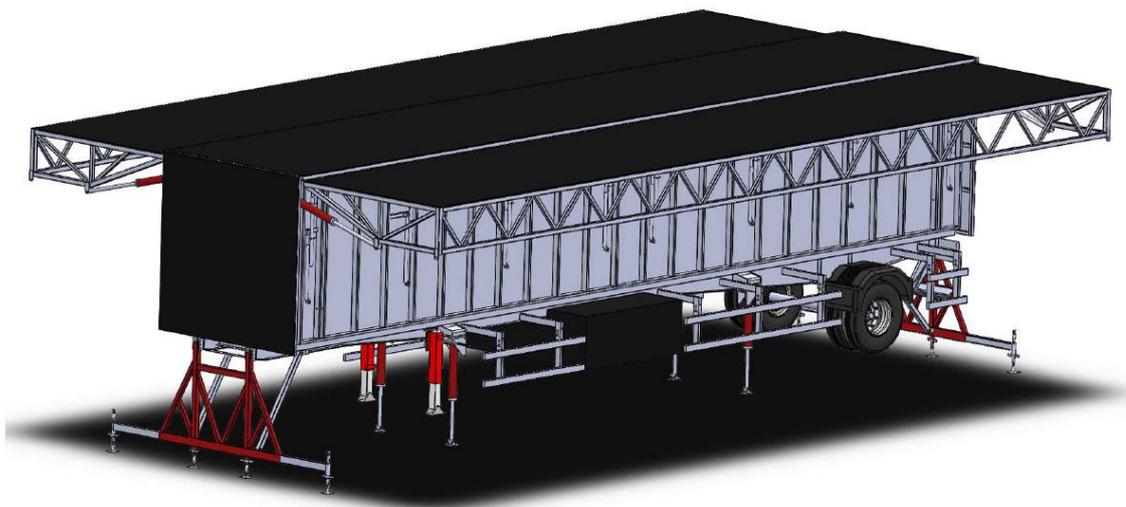


Figura 1. 11. Apertura de los paneles rebatibles del techo

- 7) Rebatir los paneles laterales del piso
- 8) Armado del andamio multidireccional que da soporte a los paneles rebatibles del piso.

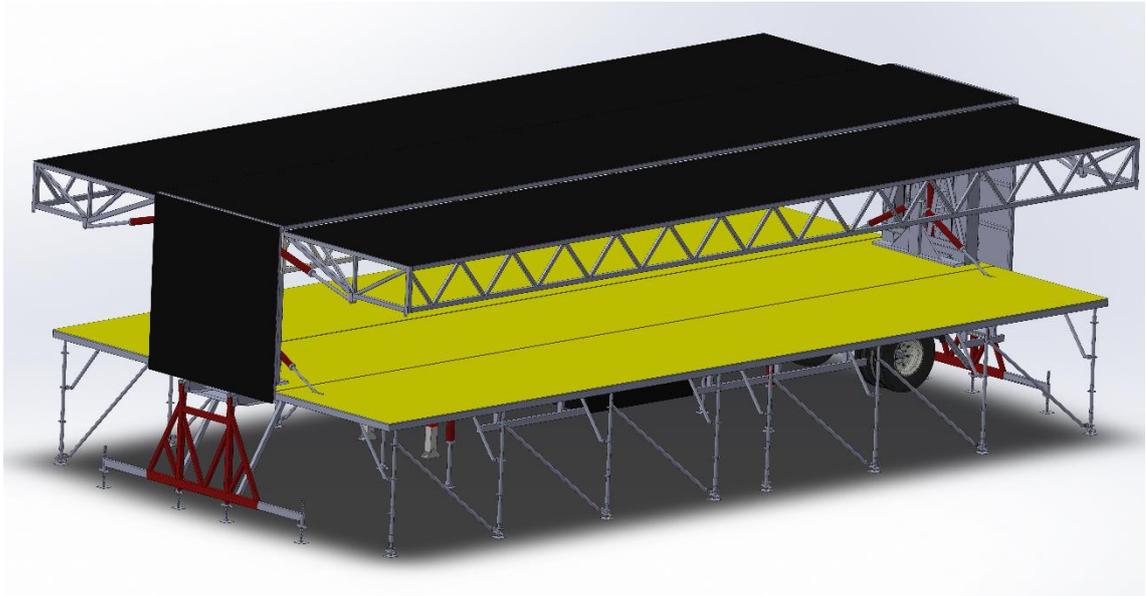
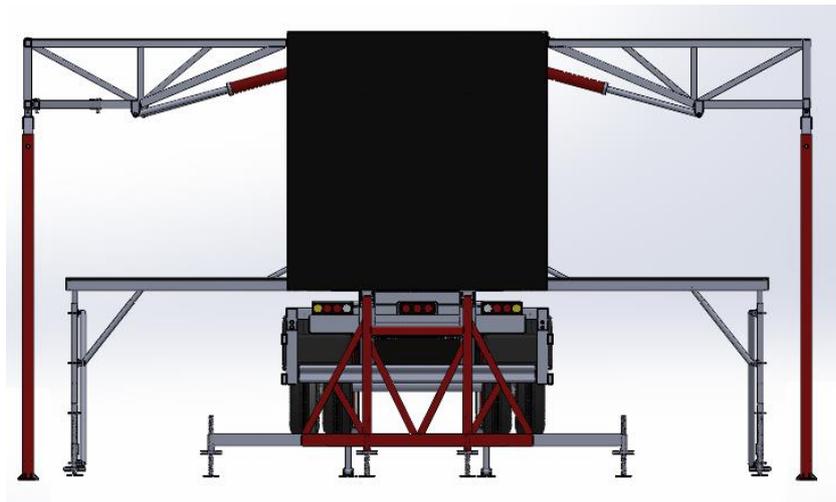


Figura 1. 12. Apertura de los paneles rebatibles del piso

- 9) Colocar las cuatro columnas en posición.



10) Figura 1. 13. Columnas conectadas. Vista trasera

- 11) Colocar las alas reticuladas para el volado del sonido.



Figura 1. 14. Alas reticuladas para el volado del sonido

- 12) Colocación de los aparejos en los diferentes puntos de carga del techo que serán utilizados.
- 13) Elevación del Techo

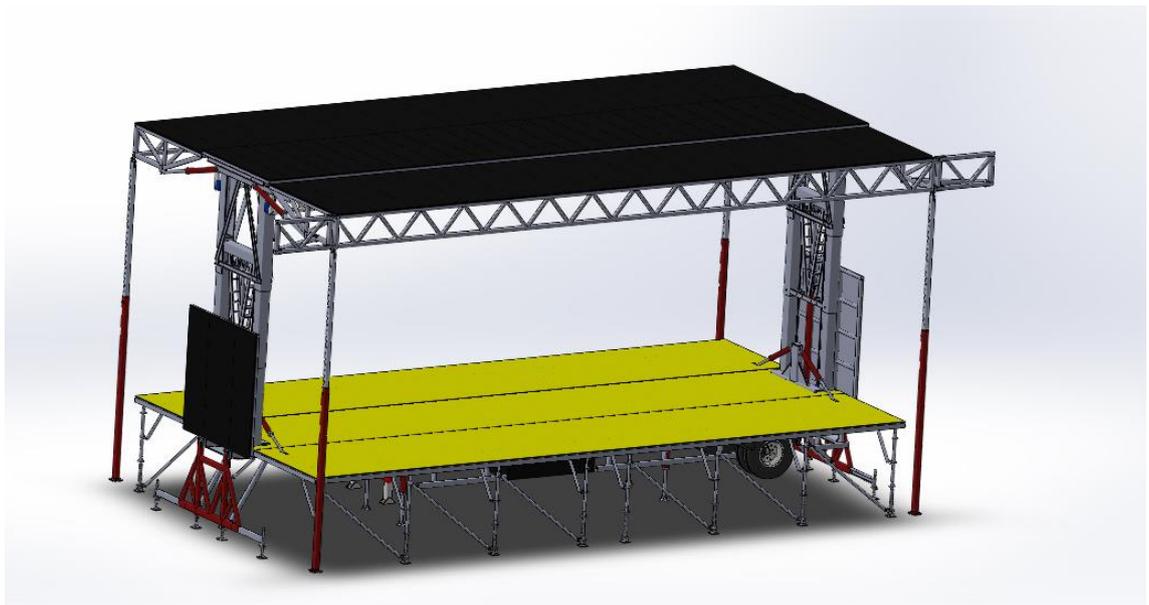


Figura 1. 15. Techo en posición de trabajo

- 14) Parada del motor
- 15) Colocación de los pasadores de seguridad del sistema de elevación y columnas

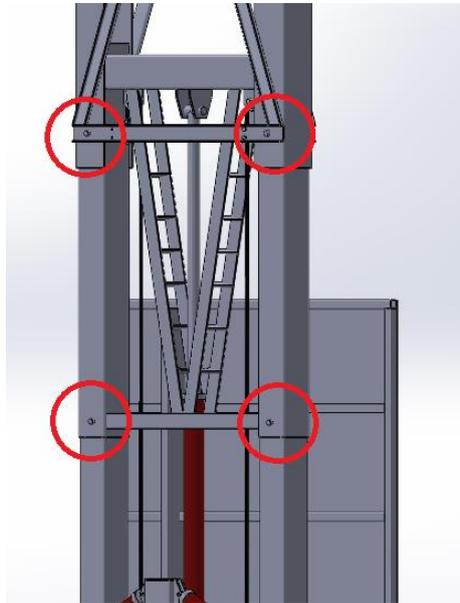


Figura 1. 16. Pasadores de seguridad del sistema de elevación

16) Instalación de escaleras y rampas

17) Instalación de artefactos de sonido, iluminación, pantallas, decorado y telas de ser necesario.

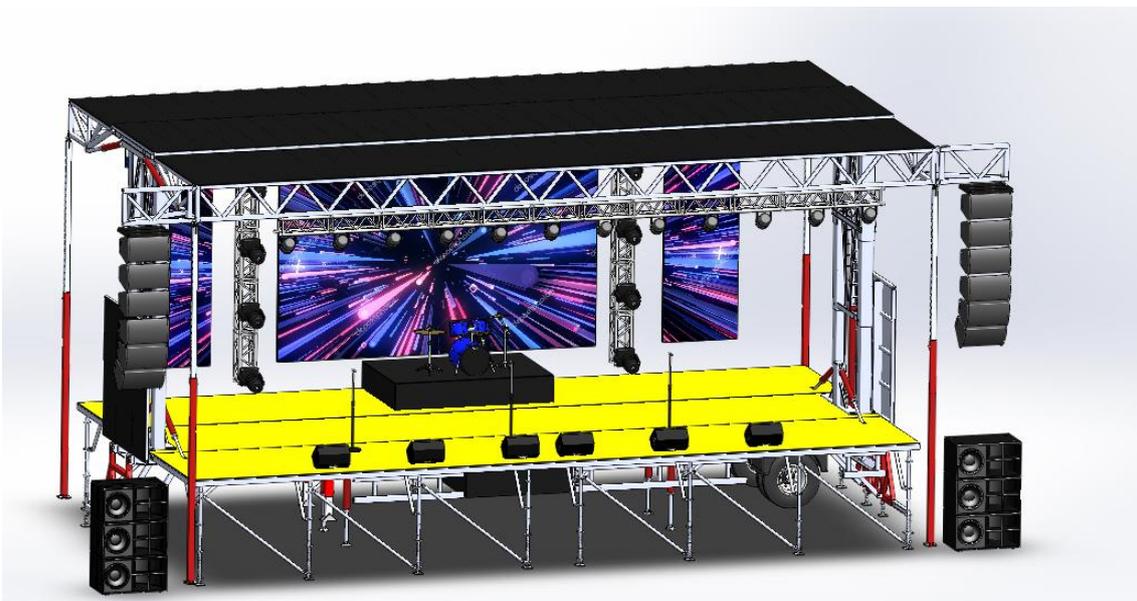


Figura 1. 17. Montaje terminado sin recubrimientos de telas.



Capítulo 2: Cargas producidas por inclemencias del tiempo

2.1 Evaluación de la acción del viento

Las inclemencias del tiempo son una de las grandes amenazas a las que se enfrenta un montaje al aire libre. Un escenario debe ser proyectado para que mantenga su integridad estructural y de esta manera proteger a los artistas, espectadores y el material, aún en las condiciones meteorológicas más difíciles.

Para este propósito resulta fundamental realizar el cálculo de la acción del viento sobre el escenario, el cual, se llevará a cabo conforme al reglamento CIRSOC 102 “Acción del viento sobre las construcciones”.

Primer paso: Determinación de la velocidad de referencia (β)

En la Tabla 1 del reglamento se indican los valores de la velocidad de referencia β para las capitales provinciales y algunas ciudades.

Se adopta una velocidad de referencia β de 27.5 m/s (99 km/h).

Segundo paso: Cálculo de la velocidad básica del diseño (V_o)

La velocidad básica de diseño V_o se calculará mediante la siguiente expresión:

$$V_o = c_p \times \beta$$

Siendo:

V_o la velocidad básica de diseño, expresada en metros por segundo;

c_p el coeficiente de velocidad probable, que toma en consideración el riesgo adoptado para la construcción. Se obtiene de la Tabla 2 del reglamento donde se indican los valores del coeficiente para los distintos grupos de construcciones.



Tabla 2. 1. Valores del coeficiente C_p para los distintos grupos de construcciones.

| Grupo | DESCRIPCION | C_p |
|-------|---|-------|
| 1 | Construcciones cuyo colapso o deterioro puede afectar la seguridad o la sanidad pública y aquellas vinculadas con la seguridad nacional: hospitales, centrales eléctricas y de comunicaciones, reactores nucleares, industrias riesgosas, cuarteles de bomberos y fuerzas de seguridad, aeropuertos principales, centrales de potabilización y distribución de aguas corrientes, etc. | 2,13 |
| 2 | Edificios para vivienda, hoteles y oficinas, edificios educacionales, edificios gubernamentales que no se consideren en el grupo 1, edificios para comercios e industrias con alto factor de ocupación, etc. | 1,65 |
| 3 | Edificios e instalaciones industriales con bajo factor de ocupación: depósitos, silos, construcciones rurales, etc. | 1,45 |
| 4 | Construcciones temporarias o precarias: locales para exposiciones, estructuras de otros grupos durante el proceso de construcción, etc. | 1,16 |

Adoptando un coeficiente $C_p = 1.65$ se calcula la velocidad básica de diseño:

$$V_o = 1.65 \times 27.5 = 45.4 \text{ m/s} = 163 \text{ km/h}$$

Tercer paso: Cálculo de la presión dinámica básica (q_o)

La presión dinámica básica q_o se calculará mediante la expresión siguiente:

$$q_o = 0.000613 \times V_o^2 = 1.26 \text{ kN/m}^2 = 129 \text{ kg/m}^2$$

Cuarto paso: Cálculo de la presión dinámica de cálculo (q_z)

La presión dinámica de cálculo q_z se calculará mediante la expresión siguiente:

$$q_z = q_o \times c_z \times c_d$$

Siendo:

q_z la presión dinámica de cálculo, expresada en kilonewton por metro cuadrado;



c_z el coeficiente adimensional que expresa la ley de variación de la presión con la altura y toma en consideración la condición de rugosidad del terreno. Se obtiene de la Tabla 4 del reglamento que, para llanuras planas con pocas o ninguna obstrucción y una altura del punto considerado menor a 10 metros, corresponde un valor de $c_z = 1$.

c_d el coeficiente adimensional de reducción. Se obtiene de la Tabla 5 del reglamento un valor $c_d = 0.86$.

A continuación, se muestra la descripción de los tipos de rugosidad del terreno contemplados por el reglamento:

Tabla 2. 2. Tipos de rugosidad del terreno

| Tipo | DESCRIPCION |
|------|---|
| I | Llanuras planas con pocas o ninguna obstrucción, con un promedio de alturas de las posibles obstrucciones alrededor de la construcción menor que 1,5 m. Por ejemplo: fajas costeras hasta aproximadamente 6 km, llanuras sin árboles, mesetas desérticas, pantanos. |
| II | Zonas llanas, poco onduladas con obstrucciones dispersas, tales como cercas, árboles o construcciones muy aisladas, con alturas entre 1,5 y 10 m. |
| III | Zonas onduladas o forestadas, zonas urbanas con numerosas obstrucciones de espacios cerrados que tienen la altura de las casas domésticas con promedio no superior a 10 m. Por ejemplo: áreas industriales, suburbios de grandes ciudades. |
| IV | Superficies cubiertas por numerosas obstrucciones, centros de grandes ciudades con edificación general de más de 25 m de altura. |

A continuación, se muestra la Tabla con los valores del coeficiente adimensional c_z para cada tipo de rugosidad y altura z del punto considerado, respecto del nivel de referencia, expresada en metros.

Tabla 2. 3. Valores del coeficiente Cz

| z (m) | Tipo de Rugosidad | | | |
|-------|-------------------|-------|-------|-------|
| | I | II | III | IV |
| ≤ 10 | 1,000 | 0,673 | 0,446 | 0,298 |
| 20 | 1,191 | 0,860 | 0,618 | 0,451 |
| 30 | 1,310 | 0,980 | 0,732 | 0,556 |
| 40 | 1,398 | 1,071 | 0,818 | 0,637 |
| 50 | 1,468 | 1,143 | 0,888 | 0,703 |
| 60 | 1,527 | 1,204 | 0,948 | 0,760 |
| 70 | 1,578 | 1,257 | 1,000 | 0,810 |
| 80 | 1,622 | 1,304 | 1,046 | 0,854 |
| 90 | 1,662 | 1,346 | 1,088 | 0,894 |
| 100 | 1,698 | 1,384 | 1,125 | 0,931 |
| 150 | 1,839 | 1,536 | 1,277 | 1,079 |
| 200 | 1,944 | 1,648 | 1,390 | 1,191 |
| 250 | 2,026 | 1,738 | 1,482 | 1,281 |

A continuación, se muestra la Tabla con los valores del coeficiente adimensional de reducción C_d que toma en consideración las dimensiones de la construcción.

Tabla 2. 4. Valores del coeficiente adimensional de reducción Cd.

| a/h ó b/h | Tipo de rugosidad | h / V _o | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------------------|--------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,5 | ≥ 6,0 |
| 0,0 | I | 0,99 | 0,92 | 0,87 | 0,84 | 0,82 | 0,81 | 0,80 | 0,79 | 0,78 | 0,77 | 0,76 | 0,75 |
| | II | 0,97 | 0,90 | 0,85 | 0,82 | 0,79 | 0,77 | 0,76 | 0,74 | 0,73 | 0,72 | 0,71 | 0,70 |
| | III | 0,95 | 0,89 | 0,84 | 0,80 | 0,77 | 0,74 | 0,72 | 0,70 | 0,69 | 0,67 | 0,66 | 0,65 |
| | IV | 0,94 | 0,87 | 0,82 | 0,78 | 0,74 | 0,71 | 0,69 | 0,67 | 0,65 | 0,64 | 0,63 | 0,62 |
| 0,5 | I | 0,99 | 0,90 | 0,83 | 0,77 | 0,73 | 0,70 | 0,68 | 0,66 | 0,64 | 0,63 | 0,62 | 0,61 |
| | II | 0,96 | 0,88 | 0,80 | 0,74 | 0,69 | 0,66 | 0,63 | 0,61 | 0,59 | 0,57 | 0,55 | 0,54 |
| | III | 0,94 | 0,86 | 0,78 | 0,71 | 0,66 | 0,61 | 0,58 | 0,55 | 0,53 | ----- | ----- | ----- |
| | IV | 0,93 | 0,84 | 0,75 | 0,68 | 0,63 | 0,58 | 0,55 | 0,52 | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 1,0 | I | 0,95 | 0,85 | 0,78 | 0,73 | 0,69 | 0,66 | 0,64 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| | II | 0,93 | 0,81 | 0,73 | 0,67 | 0,62 | 0,59 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| | III | 0,91 | 0,79 | 0,70 | 0,64 | 0,59 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| | IV | 0,88 | 0,77 | 0,68 | 0,61 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 2,0 | I | 0,86 | 0,77 | 0,71 | 0,66 | 0,63 | 0,61 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| | II | 0,85 | 0,74 | 0,67 | 0,61 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| | III | 0,83 | 0,72 | 0,63 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| | IV | 0,82 | 0,68 | 0,59 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 5,0 | I | 0,83 | 0,71 | 0,63 | 0,59 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| | II | 0,75 | 0,65 | 0,58 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| | III | 0,70 | 0,61 | 0,54 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| | IV | 0,67 | 0,56 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |

Con los valores obtenidos de las Tablas anteriores se procede al cálculo de la presión dinámica de cálculo q_z :

$$q_z = q_o \times c_z \times c_d$$

$$q_z = 1.82 \times 1 \times 0.86 = 1.08 \text{ kN/m}^2 = 110 \text{ kg/m}^2$$

Quinto paso: Cálculo de las acciones unitarias (w_z)

La acción unitaria ejercida por el viento sobre una de las caras de un elemento de superficie de una construcción, ubicado al nivel z, se determinará con:

$$w_z = c \times q_z$$

Siendo:

w_z la acción unitaria, expresada en kilonewton por metro cuadrado;

c un coeficiente de presión que depende en cada caso de la forma geométrica de la construcción y de otros factores tales como: la relación de sus dimensiones, la rugosidad de la superficie, la permeabilidad de las paredes, la orientación con relación a la dirección del viento, la ubicación en el espacio con respecto a otras superficies o construcciones, etc.; este coeficiente llevará signo positivo o negativo según se trate de un efecto de presión o de succión, respectivamente.

Determinación de la fuerza ejercida por el viento en las diferentes direcciones

Una vez obtenidas la velocidad básica de diseño y presión dinámica de cálculo se procede a la determinación de la fuerza ejercida por el viento en las diferentes direcciones. Para este propósito se define el siguiente sistema de coordenadas:

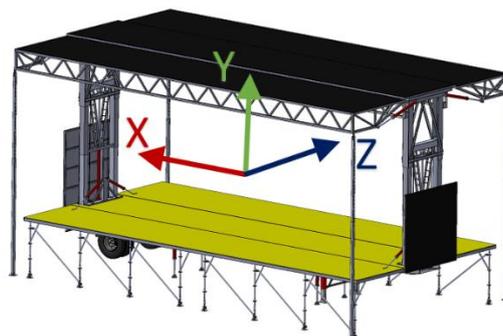


Figura 2. 1. Sistema de coordenadas para el cálculo de las fuerzas ejercidas por el viento

El cálculo de las fuerzas verticales (eje “Y”) ejercidas por el viento sobre el techo del escenario se lleva a cabo conforme al procedimiento para cubiertas aisladas detallado en la Sección 8.3. del reglamento CIRSOC 102.

Por otra parte, debido a la complejidad de la geometría tanto del escenario como de los artefactos técnicos sobre él instalados, se decide hacer uso de herramientas de simulación de flujo de fluidos para evaluar la acción del viento en el plano horizontal. De esta manera, se obtiene las fuerzas ejercidas por el viento sobre la estructura del escenario y sobre cada artefacto instalado, en las direcciones “X” y “Z”.

Fuerzas verticales (eje “Y”)

Para el cálculo de la fuerza ejercida por el viento en la dirección **Y**, el coeficiente de presión **c** se obtiene siguiendo el procedimiento para cubiertas aisladas. Según el reglamento entran en esta categoría las cubiertas de una o más vertientes simétricas cuyos bordes son horizontales, a las que el viento puede atacar por los bordes sobre toda la periferia.

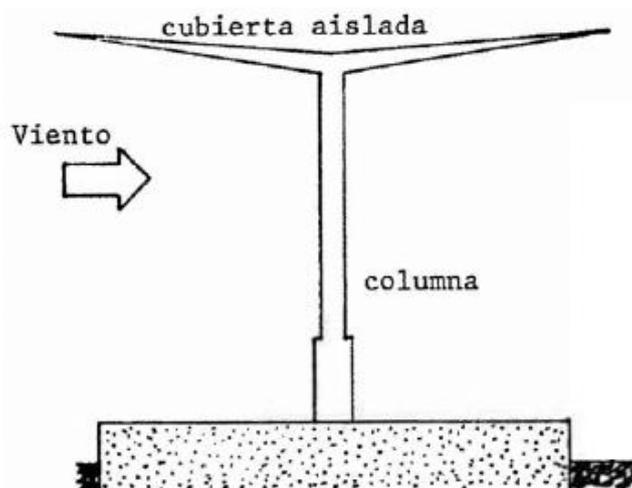


Figura 2. 2. Efecto del viento sobre una cubierta aislada

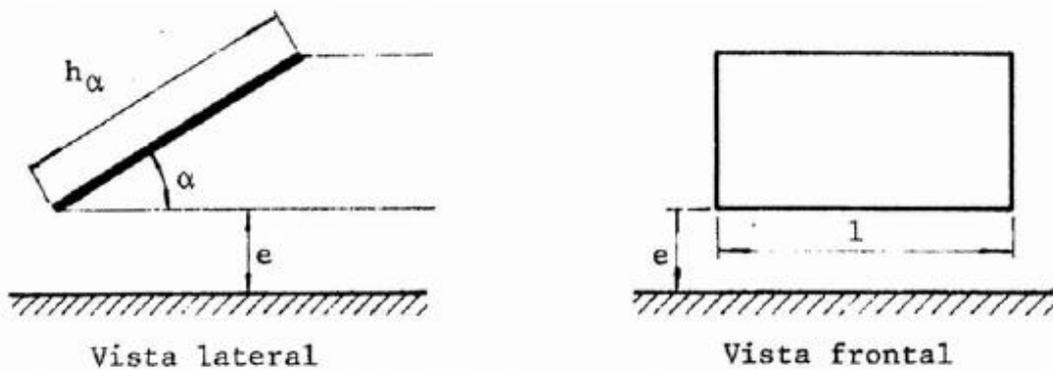


Figura 2. 3. Dimensiones de una cubierta aislada

Clasificación de las cubiertas aisladas

Para la determinación de los coeficientes "c" a utilizar en los cálculos se clasifican las cubiertas en:

- a) Cubiertas de una vertiente.
- b) Cubiertas de dos vertientes simétricas.
- c) Cubiertas simétricas múltiples.

El coeficiente de presión "c" a tomar en cuenta varía linealmente desde el borde de ataque A al borde de fuga B:

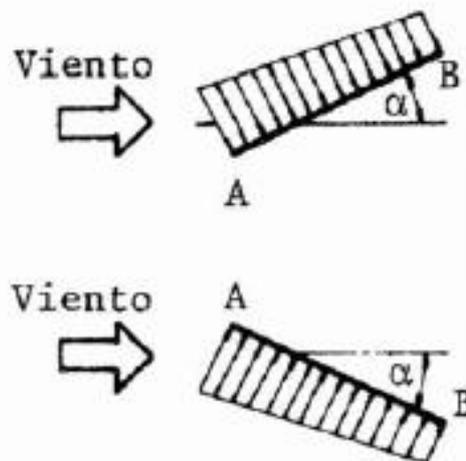


Figura 2. 4. Variación de la presión sobre una cubierta inclinada

Cuando α es igual a 0, es decir para una terraza aislada, la verificación de la estabilidad debe hacerse tomando:

$c = \pm 0.7$ para el borde de ataque;

$c = 0$ para el borde de fuga

La acción de conjunto es igual a la acción resultante total y se obtiene mediante la fórmula siguiente:

$$W = c_m \times q_z \times h_\alpha \times l$$

Siendo:

W la acción resultante total, expresada en kilonewton (tiene la dirección perpendicular al plano de la cubierta);

c_m el promedio de los valores "c" correspondientes a los bordes de ataque, A y de fuga B;

$$c_m = \frac{\pm 0.7 + 0}{2} = \pm 0.35$$

q_z la presión dinámica de cálculo, expresada en kilonewton por metro cuadrado;

h_α la dimensión de la cubierta paralela al viento, expresada en metros;

l la dimensión horizontal paralela al borde de la cubierta, expresada en metros.

$$W = \pm 0.35 \times 1.08 \times 7.8 \times 14 = \pm 41.3kN = \pm 4212kg$$

Este valor es la fuerza total ejercida por la acción del viento sobre el techo en una dirección normal al mismo. Además, por tratarse de una cubierta plana y horizontal el signo de **W** puede ser positivo o negativo.

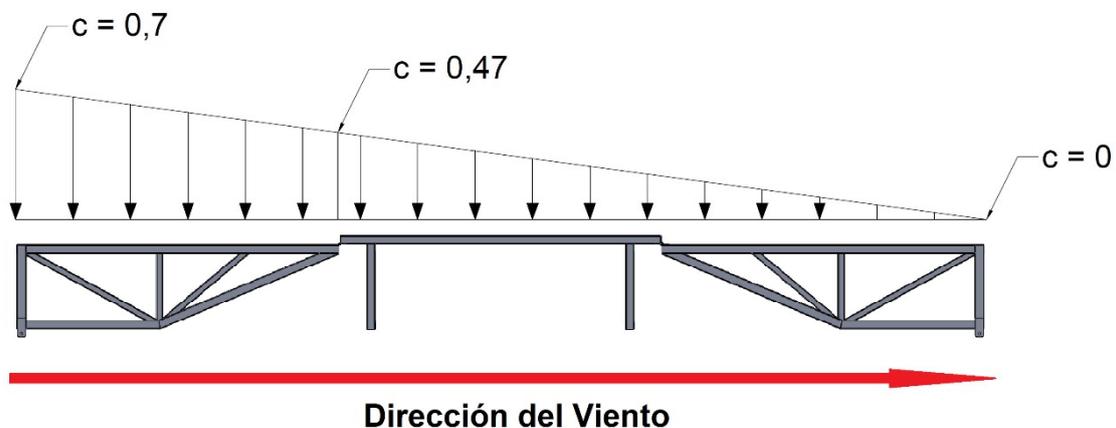
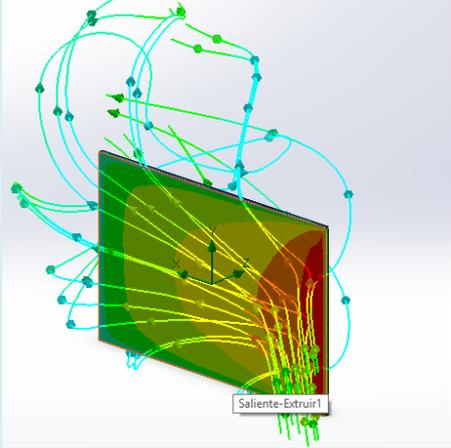
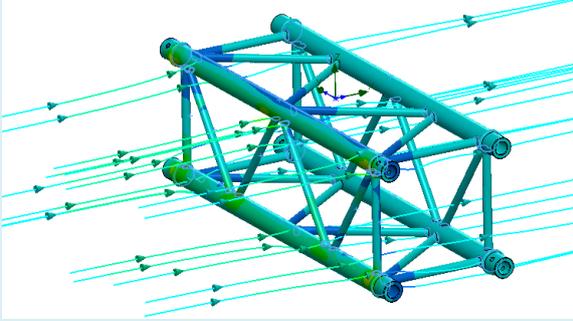


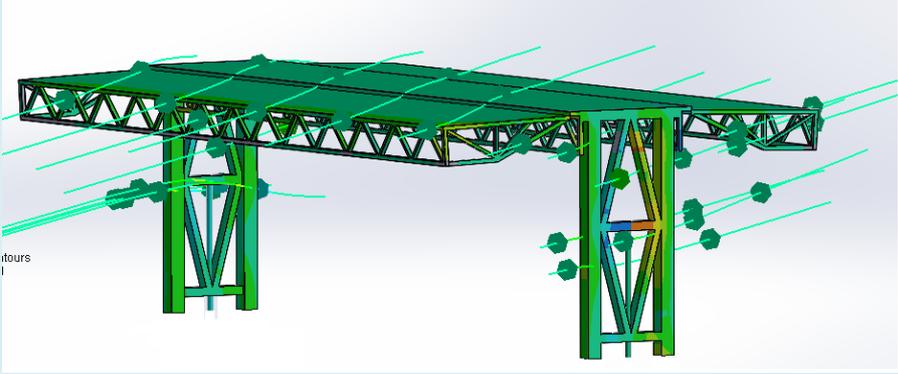
Figura 2. 5. Variación del coeficiente "c" desde el borde de ataque hasta el borde de fuga

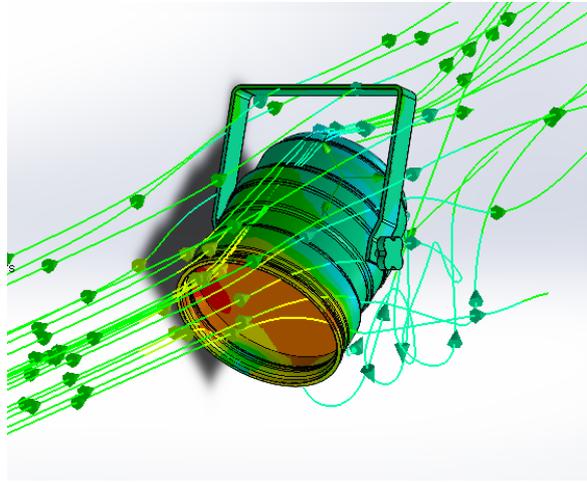
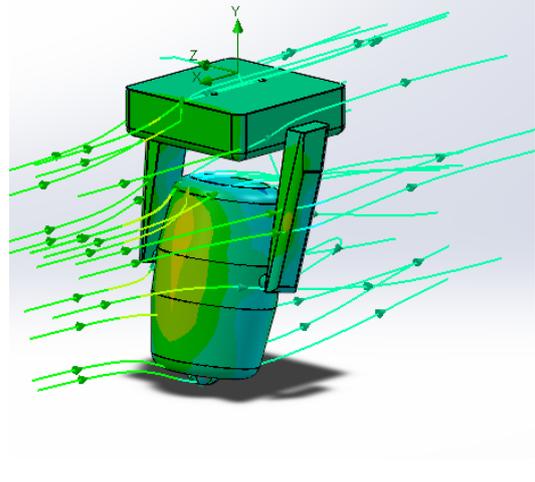
Fuerzas horizontales (eje “X” y “Z”)

La determinación de las fuerzas ejercidas por el viento en las direcciones “X” y “Z” se llevó a cabo mediante el software SOLIDWORKS Flow Simulation teniendo en cuenta la velocidad básica de diseño obtenida por norma de 45.4 m/s.

Se ensayaron distintas direcciones del viento, encontrándose la situación más desfavorable cuando el escenario se orienta 45°.

| PANTALLA LED (6x4 m) | TRUSS (1 m) |
|--|---|
|  |  |
| Cantidad: 1 | Cantidad: 24 |
| $F_x = 11 \text{ kg}$ | $F_x = 4.8 \text{ kg}$ (Total 115 kg) |
| $F_z = 1505 \text{ kg}$ | $F_z = 16 \text{ kg}$ (Total 384 kg) |

| TECHO DEL ESCENARIO | |
|--|------------------------|
|  | |
| $F_x = 384 \text{ kg}$ | $F_z = 598 \text{ kg}$ |

| PAR 64 | CABEZAL MÓVIL |
|---|--|
|  |  |
| Cantidad: 20 | Cantidad: 8 |
| $F_x = 2.5 \text{ kg}$ (Total 50 kg) | $F_x = 9 \text{ kg}$ (Total 72 kg) |
| $F_z = 5 \text{ kg}$ (Total 100 kg) | $F_z = 11 \text{ kg}$ (Total 88 kg) |

Una vez obtenidas las fuerzas sobre cada elemento se procede al cálculo de la fuerza total en cada dirección:

$$F_{x, ext} = 11 \text{ kg} + 115 \text{ kg} + 384 \text{ kg} + 50 \text{ kg} + 72 \text{ kg} = 632 \text{ kg}$$

$$F_{z, ext} = 1505 \text{ kg} + 384 \text{ kg} + 598 \text{ kg} + 100 \text{ kg} + 88 \text{ kg} = 2675 \text{ kg}$$

2.2 Evaluación de la acción de la nieve

El cálculo de la carga por nieve se lleva a cabo conforme al reglamento CIRSOC 104 “Acción de la nieve y el hielo sobre las construcciones”.

Primer paso: carga básica de nieve (q_0)

La carga básica de nieve q_0 es el peso de la nieve que puede acumularse sobre el terreno. Este valor depende del lugar donde se encuentre ubicada la construcción, por lo que, en el reglamento CIRSOC 104 se han definido diferentes zonas de acuerdo a la ocurrencia de nevadas a lo largo del año.



Para el caso del escenario, se considera que puede llegar a utilizarse en invierno en localidades con nevadas de ocurrencia poco frecuente. Para estas zonas se corresponde una carga básica de nieve:

$$q_o = 30 \text{ kg/m}^2$$

Segundo paso: carga de nieve (**q**)

El valor de cálculo q de la carga de nieve es el peso de la nieve que tiene la posibilidad de acumularse sobre la cubierta de una construcción. La carga de nieve a utilizar en los cálculos se deberá considerar uniformemente distribuida sobre la proyección horizontal de la cubierta.

Se calculará mediante la expresión:

$$q = k \cdot q_o$$

Siendo:

q la carga de nieve expresada en kg/m^2

k el coeficiente que tiene en cuenta la forma de la cubierta (si $\alpha \leq 30^\circ$; $k = 0.8$)

q_o la carga básica de nieve, expresada en kg/m^2 , depende del lugar de emplazamiento.

Entonces:

$$q = 0.8 \times 30 = 24 \text{ kg/m}^2$$

De esta forma, la carga total que actúa sobre el techo del escenario será:

$$Q = q \times 7.8 \times 14 = 2621 \text{ kg}$$

2.3. Superposición de acciones (nieve y viento)¹

Para tener en cuenta la acción de la nieve y del viento actuando simultáneamente, se deberá considerar el más desfavorable de los estados de carga siguientes:

¹ REGLAMENTO CIRSOC 104



- a) carga de nieve + 1/2 carga resultante de la acción del viento.
- b) 1/2 carga de nieve + carga resultante de la acción del viento.

Caso “a”

$$Fy. ext = Q + \frac{W}{2} = 2621 \text{ kg} + \frac{4212 \text{ kg}}{2} = 4727 \text{ kg}$$

Caso “b”

$$Fy. ext = \frac{Q}{2} + W = \frac{2621 \text{ kg}}{2} + 4212 \text{ kg} = 5523 \text{ kg}$$

Como queda demostrado, el caso “b” representa el estado de cargas más desfavorable, por lo tanto, es el valor que se utilizara en los capítulos siguientes como carga vertical debido a las inclemencias del tiempo.

2.4. Cargas totales debido a las inclemencias del tiempo

Como resultado del análisis llevado a cabo en el presente capítulo se obtienen las fuerzas a la que es sometida toda la estructura debido a las inclemencias del tiempo. Las mismas se corresponden al sistema de coordenadas expuesto en la Figura 2.1.

Tabla 2. 5. Cargas totales en cada dirección

| Fuerza | Kg |
|---------------|-----------|
| Fx.ext | 632 |
| Fy.ext | 5523 |
| Fz.ext | 2675 |

Capítulo 3: Diseño del techo del escenario

El techo del escenario se compone de tres paneles, uno central y dos rebatibles. El panel central cuenta con dos vigas reticuladas para la instalación de las cargas y se encuentra solidario al sistema de elevación.

Los paneles rebatibles están abisagrados al panel central y cuentan con una viga reticulada.

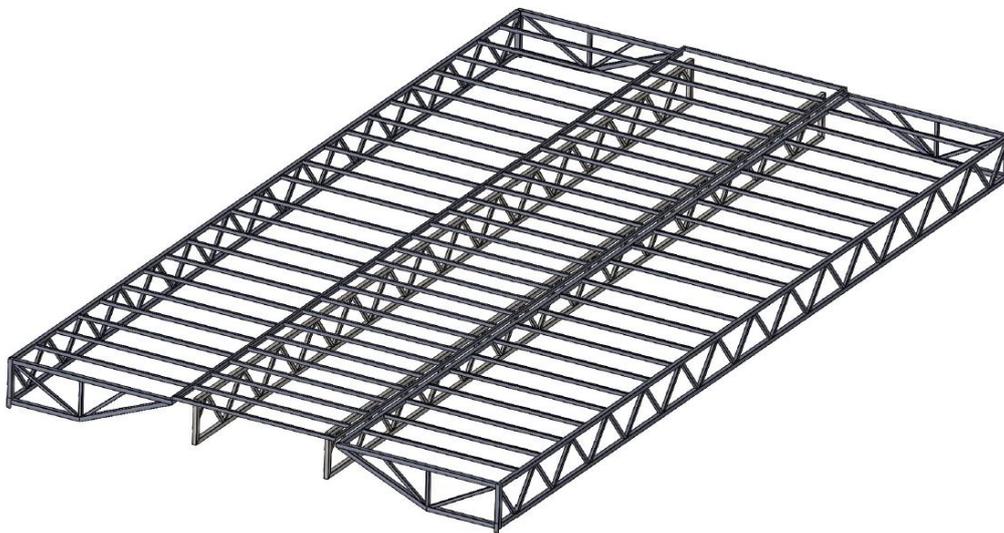


Figura 3. 1. Estructura del techo del escenario

3.1. Verificación de los travesaños del techo

Los travesaños de los paneles estarán contruidos con tubo estructural rectangular 60 x 40 de 2.5 mm de espesor, dispuestos cada 600 mm.

Las cargas que se tienen en cuenta para la verificación del tubo son el peso propio y la superposición de las acciones del viento y la nieve.

Si analizamos la carga vertical ejercida por el viento en el panel rebatible de la izquierda (de cara al viento) de la Figura 2. 5. se obtiene un coeficiente de presión:

$$c_{m1} = \pm \frac{0.7 + 0.47}{2} = \pm 0.58$$

La acción unitaria w entonces es:

$$w = c_{m1} \times q_z = \pm 0.58 \times 1.08 = \pm 0.63 \text{ kN/m}^2 = \pm 64 \text{ kg/m}^2$$

De esta forma la fuerza sobre el área efectiva que actúa sobre cada travesaño es:

$$W = c_m \times q_z \times h_\alpha \times l$$

$$W = \pm 0.58 \times 1.08 \times 2.6 \times 0.6 = \pm 0.98 \text{ kN} = \pm 100 \text{ kg}$$

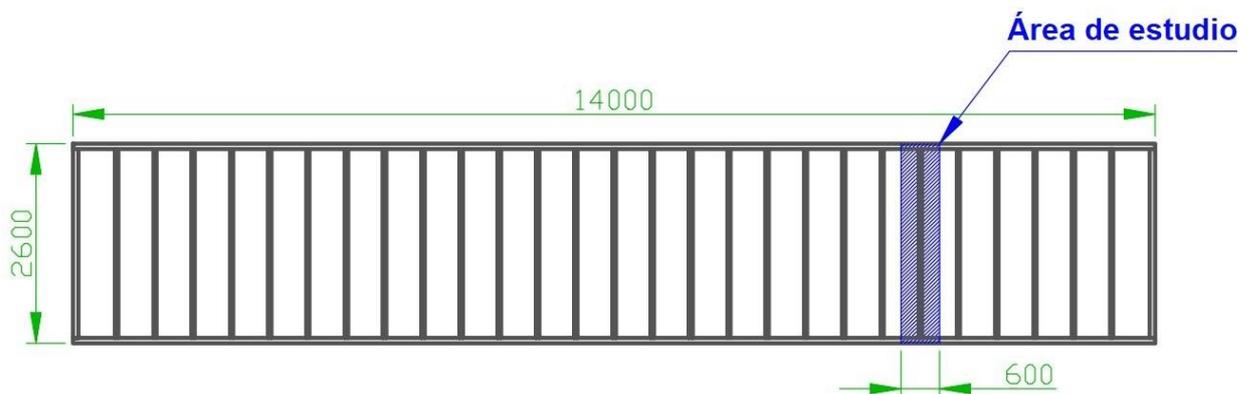


Figura 3. 2. Dimensiones del panel rebatible

La carga de nieve que actúa sobre el área de estudio es:

$$Q = 24 \times 2.6 \times 0.6 = 38 \text{ kg}$$

Teniendo en cuenta la superposición de acciones expuesta en la sección 2.3. el estado de carga más desfavorable será el caso b) por lo tanto:

$$\frac{Q}{2} + W = 100 \text{ kg} + \frac{38 \text{ kg}}{2} = 119 \text{ kg}$$



Cálculo¹

A los fines de simplificar el cálculo se considera que toda la carga está perfectamente distribuida. Además, el tubo estructural se considera como una viga simplemente apoyada.

El acero elegido tiene un límite de fluencia de 220 MPa.

Tabla 3. 1. Propiedades del acero utilizado en tubos estructurales

Norma IRAM-IAS U 500-2592

| Grado de Acero | Resistencia a la tracción mínima [MPa] | Límite de fluencia mínimo [MPa] | | Alargamiento de rotura mínimo $L_0=50$ mm [%] | |
|----------------|--|---------------------------------|------------------------|---|------------------------|
| | | Sección circular | Cuadrada y rectangular | Sección circular | Cuadrada y rectangular |
| TE-20 | 310 | 200 | 220 | 15 | 13 |
| TE-22 | 320 | 215 | 237 | 22 | 20 |
| TE-30 | 460 | 295 | 325 | 19 | 17 |
| TE-36 | 500 | 355 | 390 | 19 | 17 |

Propiedades del tubo estructural² 60 x 40 x 2.5 mm:

Momento de inercia: $I_x = 17.923 \text{ cm}^4$

Módulo resistente: $W_x = 5.974 \text{ cm}^3$

Peso por metro: $g = 3.21 \text{ kg/m}$

Límite de fluencia: $s_y = 220 \text{ MPa} = 2243 \text{ kg/cm}^2$

Largo: $L = 260 \text{ cm}$

Peso propio: $P = g \times \frac{L}{100} = 3.21 \times 2.6 = 8.35 \text{ kg}$

Carga distribuida total: $F = P + \frac{Q}{2} + W = 127 \text{ kg}$

Momento flector máximo: $M_{max} = \frac{F \times L}{8} = \frac{127 \times 260}{8} = 4128 \text{ kg cm}$

¹ Faires V. M. (1992). *Diseño de elementos de máquinas*. México: Limusa

² CIRSOC. *Tablas perfiles laminados y tubos estructurales*.

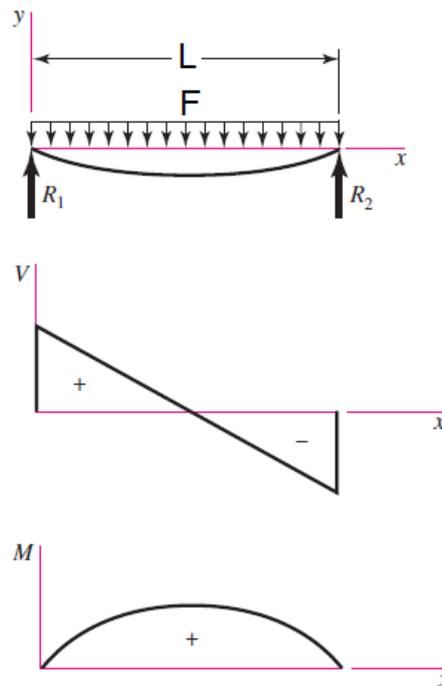


Figura 3. 3. Diagramas para viga de apoyos simples y carga uniforme

Determinación del coeficiente de seguridad y el valor máximo de flecha/luz según REGLAMENTO CIRSOC 104.

Tabla 3. 2. Clases de destinos para estructuras resistentes

| Clase de destino | Destino de la construcción o función de la estructura resistente |
|------------------|--|
| A | Edificios y estructuras cuyo colapso afecten la seguridad o la salubridad pública o a los medios de comunicación y transporte troncales. Edificios y estructuras asignados a sistemas principales de potabilización y distribución de aguas corrientes. |
| B | Edificios públicos o privados. Edificios industriales con equipamiento económicamente importante o con gran cantidad de personal. Torres o carteles en zonas urbanas. Centros secundarios de seguridad, salubridad, transporte o distribución de aguas corrientes. Centros de generación de energía eléctrica. |
| C | Edificios industriales de baja ocupación y equipamiento económicamente moderado. Torres y carteles en zonas deshabitadas. Depósitos secundarios de materiales. Galpones rurales. Instalaciones precarias. Vallados y cercas. |



Tabla 3. 3. Coeficientes de seguridad de estructuras en función del destino y de la carga

| Clase por destino | Caso de carga | |
|-------------------|---------------|-------|
| | P | P – S |
| A | 1,60 | 1,40 |
| B | 1,50 | 1,30 |
| C | 1,40 | 1,25 |

Tabla 3. 4. Valor máximo de flecha/luz para cada destino y función de la estructura

| Destino | Función del pórtico o viga | Valor máximo de $\frac{\text{flecha}}{\text{luz}}$ |
|-------------|--|--|
| Clase A y B | Soporte de muros o pilares | 1/500 |
| | Soporte de techo, piso o entepiso, no soporta muro | 1/300 |
| Clase C | Cualquier función | 1/200 |

$$\text{Tensión de diseño: } s_d = \frac{s_y}{1.5} = 1495 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Tensión de trabajo: } s_f = \frac{M}{W_x} = \frac{4128}{5.974} = 691 \text{ kg/cm}^2 \leq s_d$$

$$\text{Flecha Máxima admisible: } y_{max} = \frac{L}{300} = 0.87 \text{ cm}$$

$$\text{Flecha Máxima: } y = \frac{5 \times F \times L^3}{384 \times E \times I} = 0.77 \text{ cm} \leq y_{max}$$

Análisis por elementos finitos

A continuación, se procede a realizar un análisis por elementos finitos del tubo estructural. Para que la comparación sea válida se utilizaron las mismas consideraciones sobre la carga y sujeciones, además se utilizó un mallado de viga. Un elemento de viga es un elemento de línea definido por dos puntos finales y una sección transversal. Los elementos de viga pueden resistir cargas axiales, de flexión, cortantes y de torsión.

La ventaja de utilizar un mallado de viga, en comparación con el mallado sólido utilizando elementos tetraédricos, es la posibilidad de generar los diagramas característicos de la viga (fuerza cortante, momento flector, etc.). Además, al necesitar considerablemente menos elementos para mallar el modelo, la solución se obtiene más rápidamente.

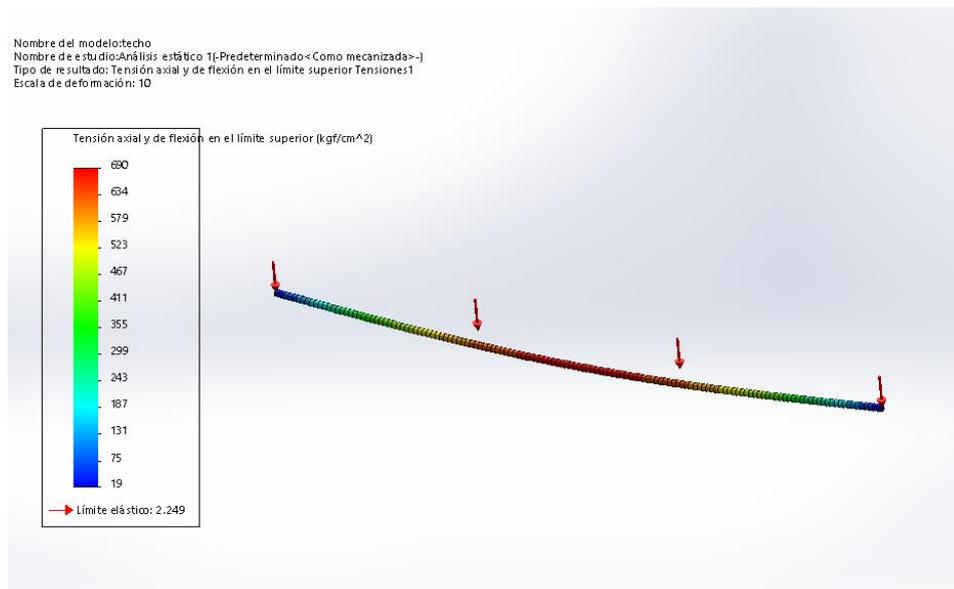


Figura 3. 4. Tensiones axial y de flexión en el límite superior

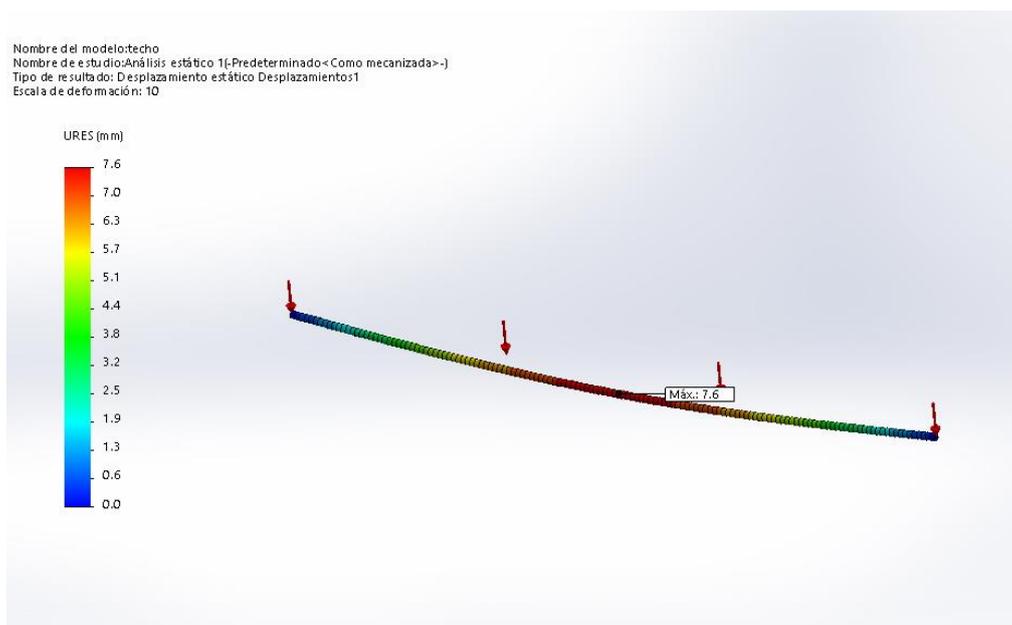


Figura 3. 5. Deformaciones

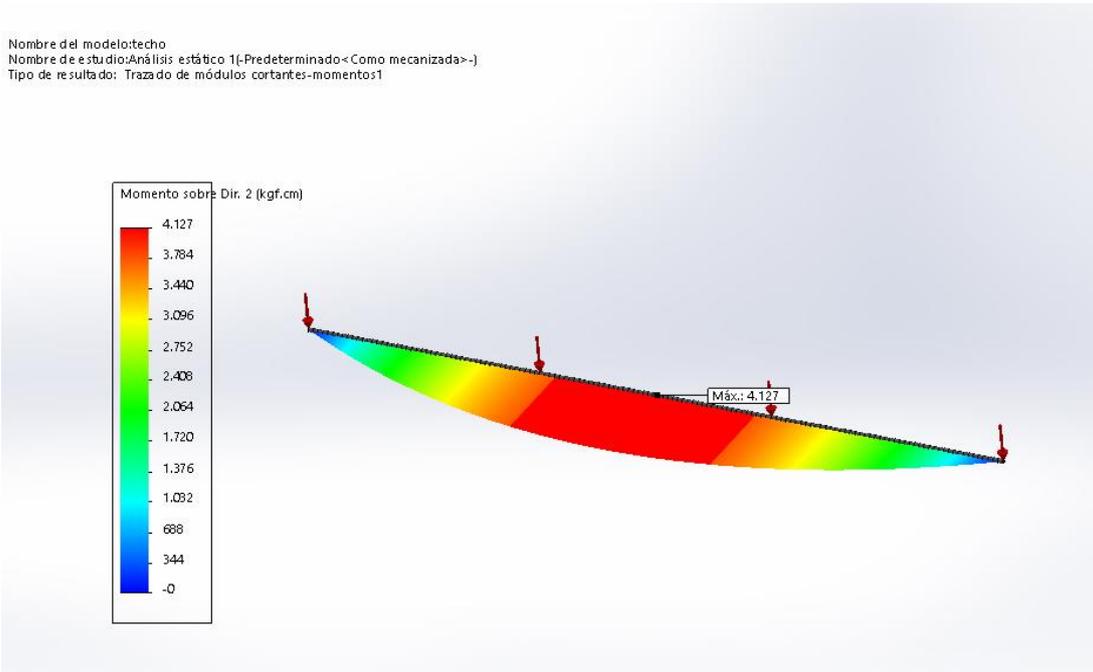


Figura 3. 6. Diagrama de momentos flectores

Como pudo observarse en las Figuras anteriores los resultados coinciden con los obtenidos de manera analítica.

3.2. Viga reticulada

El escenario cuenta con cuatro vigas reticuladas que permitirán la instalación de pantallas LED y equipos de iluminación.

La viga tiene 14 m de luz y está conformada en sus miembros horizontales y verticales por tubos estructurales cuadrados 70x70 de 3,2 mm de espesor y en sus diagonales por tubos 50 x 50 de 2,5 mm de espesor.

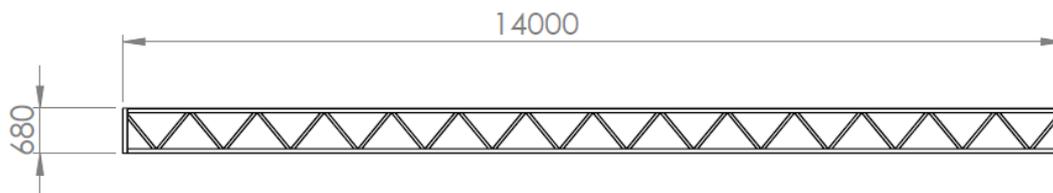


Figura 3. 7. Dimensiones de la viga reticulada

Análisis por elementos finitos

Se estudiaron diferentes diseños hasta encontrar uno que cumpla con los siguientes requisitos:

$$\text{Tensión máxima admisible: } \sigma_{adm} = \frac{2243}{1.5} = 1495 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Flecha máxima admisible: } y_{max} = \frac{14000}{300} = 47 \text{ mm}$$

Consideraciones:

- Se verificará la viga reticulada que da soporte al techo abatible considerando que debe soportar la mitad de toda la carga que actúa sobre dicho panel.
- La viga reticulada se apoya mediante dos columnas directamente al piso, las cuales se considera que soportan toda la carga.

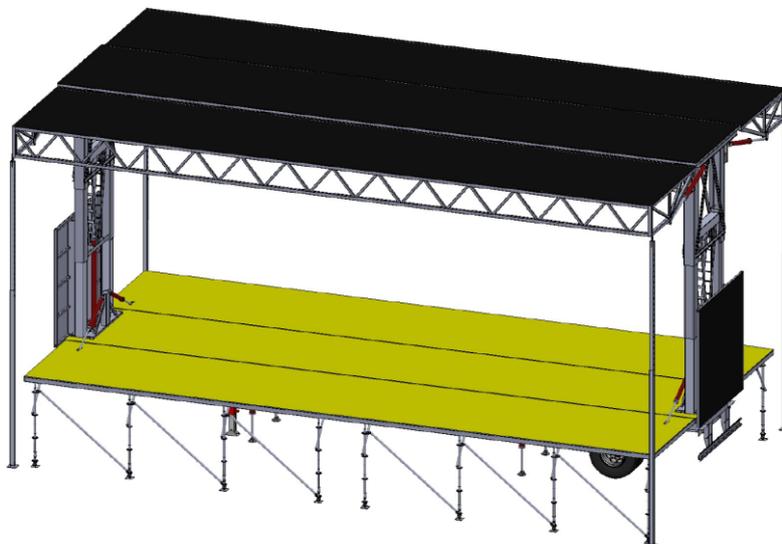


Figura 3. 8. Escenario con sus cuatro columnas

La acción de del techo abatible se consideró como una carga uniformemente distribuida, mientras la carga útil se distribuyó en cuatro cargas puntuales. Por otra parte, el peso propio de la estructura se configuró como una carga gravitatoria.

Tabla 3. 5. Cargas actuantes sobre la viga reticulada

| | | |
|----------------------------|----------------|---|
| Acción del techo rebatible | 1500 kg |  |
| Peso propio | 260 kg |  |
| Carga útil | 1250 kg |  |
| Carga Total | 3010 kg | |

Al igual que en el estudio anterior, se utilizó un mallado de viga.

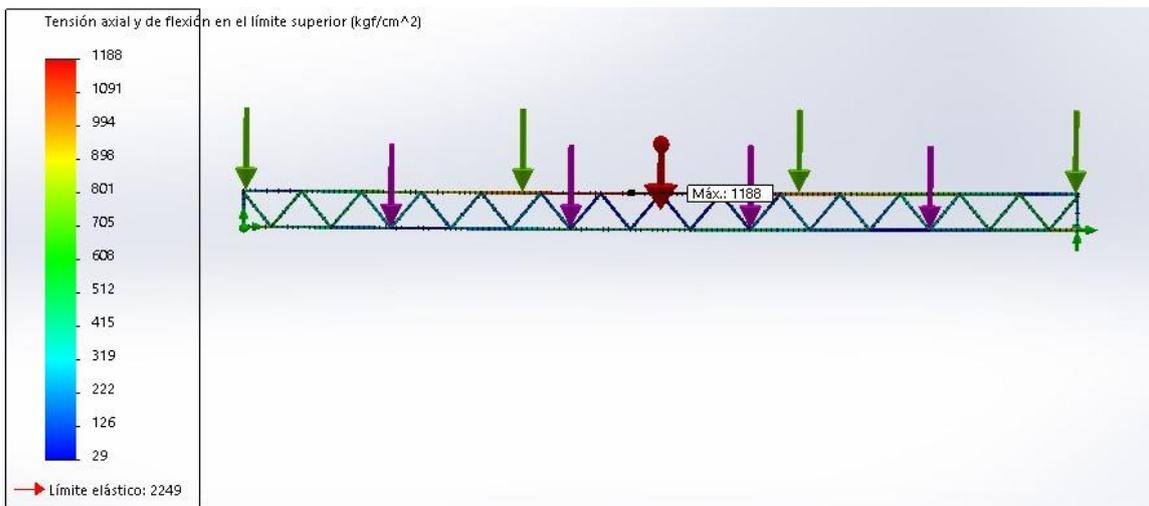


Figura 3. 9. Tensiones viga reticulada

Como puede observarse en la Figura anterior la máxima tensión obtenida es de 1188 kg/cm², valor que se encuentra por debajo de la tensión máxima admisible, por lo que la viga verifica a resistencia.

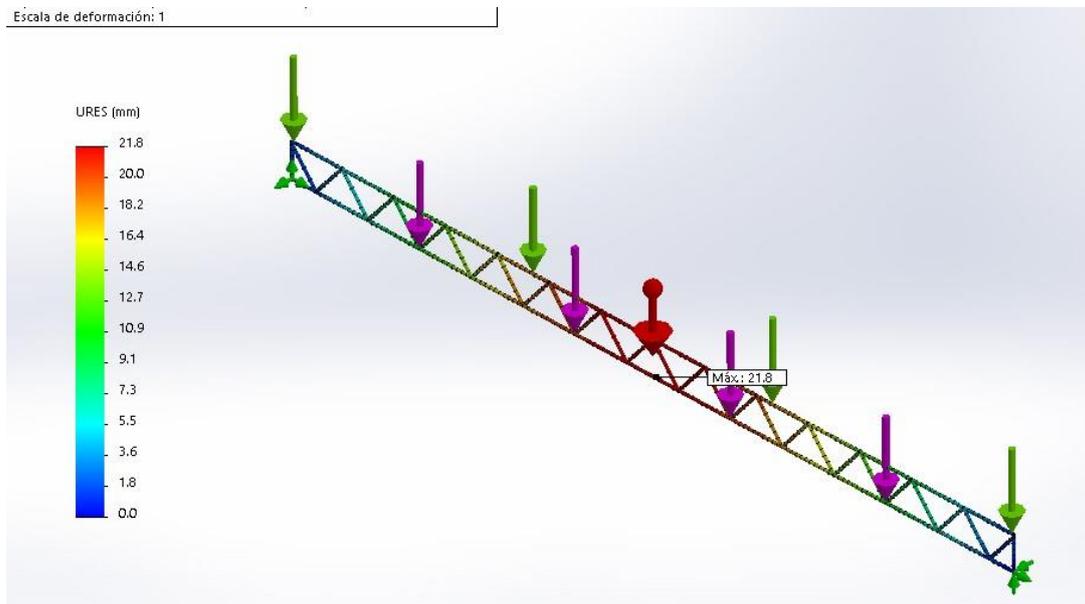


Figura 3. 10. Deformaciones viga reticulada

La máxima deformación calculada en la viga es de 21.8 mm, valor que se considera admisible.

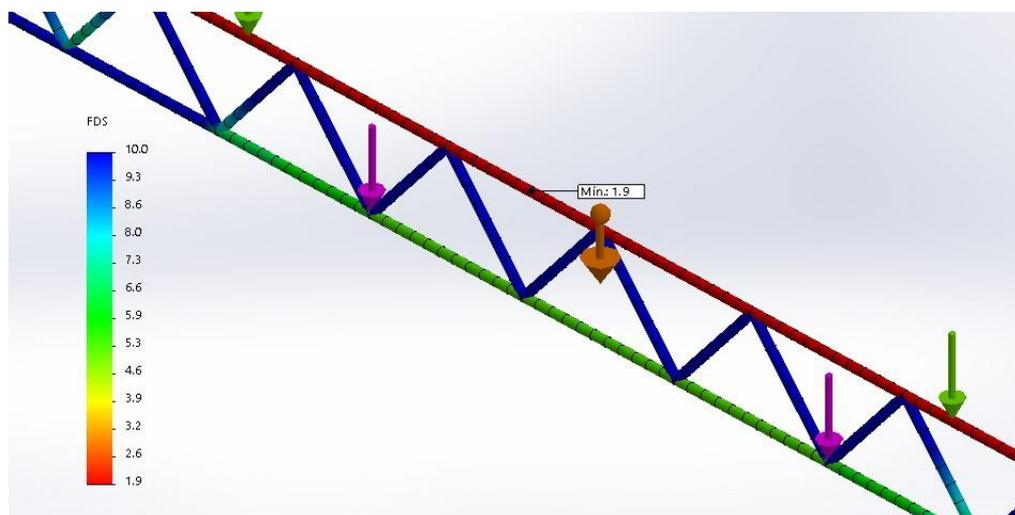


Figura 3. 11. Factor de seguridad viga reticulada

El factor de seguridad más bajo calculado en la viga es de 1.9, valor que se da en la parte central del tubo estructural superior.

3.3. Reticulado lateral

Como puede observarse en la siguiente Figura, sobre los laterales se conectan los cilindros hidráulicos que permiten desplegar los paneles rebatibles del techo.

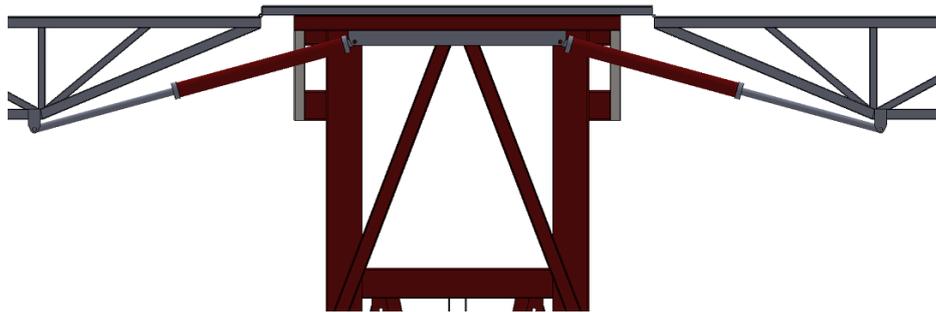


Figura 3. 12. Actuadores hidráulicos del techo rebatible

El siguiente análisis tiene como finalidad verificar la resistencia de la estructura y determinar la fuerza que nos permitirá seleccionar el actuador hidráulico. Hay que tener en cuenta que esta operación debe realizarse cuando el techo aún no se encuentra cargado.

Tabla 3. 6. Cargas y sujeciones consideradas

| | | |
|-----------------------------------|--------|---|
| Peso del techo, viga y sobrecarga | 260 kg |  |
| Peso propio del reticulado | 46 kg |  |
| Sujeciones | |  |

La sujeción “A” que se muestra a continuación se corresponde a una restricción de tipo articulación. Mientras que con la sujeción “B”, se restringen los desplazamientos normales al eje del cilindro hidráulico. Dicho eje forma un ángulo de 16° respecto al plano horizontal.

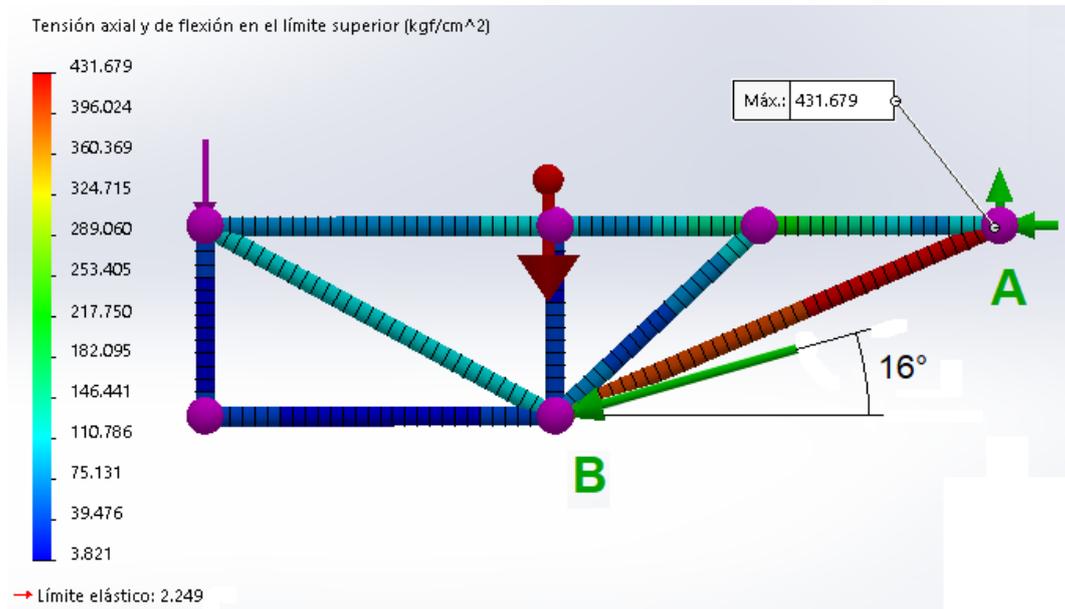


Figura 3. 13. Tensiones reticulado lateral

El análisis demuestra que no se producen tensiones que comprometan la integridad de la estructura.

Para conocer el valor de la fuerza que debe ejercer el cilindro hidráulico, basta con calcular la reacción resultante de la sujeción "B":

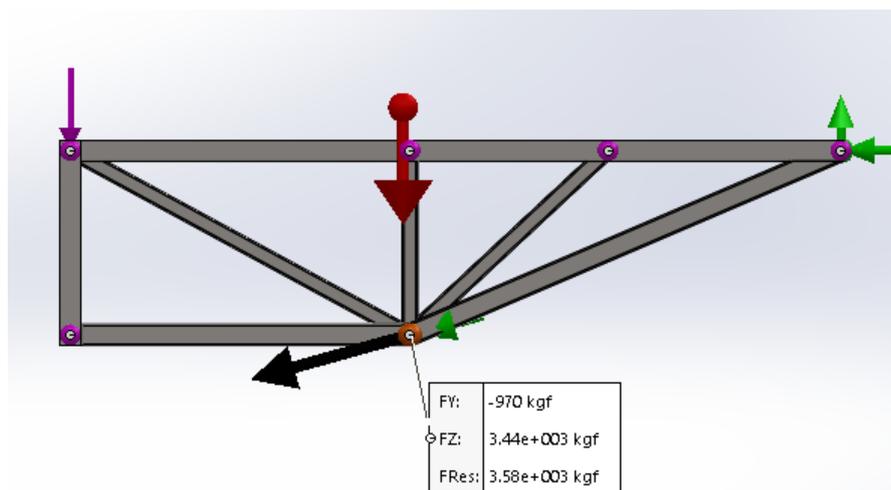


Figura 3. 14. Reacción resultante sujeción "B"

De esta manera queda demostrado que la fuerza que debe ejercer cada cilindro para levantar el panel rebatible del techo es 3580 kg. En la siguiente sección se dimensionaran los cilindros a partir de la fuerza obtenida en este análisis.

3.4. Actuador hidráulico del techo rebatible

Cilindros Compensados:

Este diseño es de gran utilidad en los casos donde resulta necesario efectuar la apertura de los cilindros exactamente al mismo tiempo, para ello los mismo deben conectarse en serie, siempre de distinto tamaño y en forma correlativa. A continuación, se muestra un diagrama con dos cilindros conectados en serie:

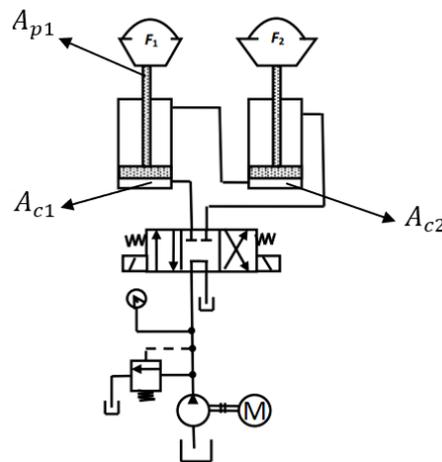


Figura 3. 15. Diagrama de cilindros hidráulicos conectados en serie

Durante la carrera de extensión de los cilindros, el fluido de la bomba se envía a la cámara inferior del cilindro 1. A medida que se extiende, el fluido de la cámara del vástago se envía a la cámara inferior del cilindro 2, lo que provoca su extensión. A medida que el cilindro 2 se extiende, el fluido de la cámara del vástago llega al tanque.

Aplicando la ecuación de continuidad:

$$\begin{aligned}
 Q_{out.1} &= Q_{in.2} \\
 (A_{c1} - A_{p1}) \times v_1 &= A_{c2} \times v_2
 \end{aligned}$$

Para que los cilindros estén sincronizados $v_1 = v_2$:

$$A_{c1} - A_{p1} = A_{c2}$$

Ahora procedemos a demostrar que la presión de la bomba debe superar la carga que actúa sobre ambos cilindros:

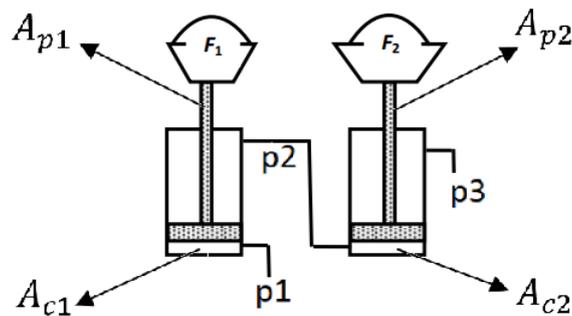


Figura 3. 16. Presiones en cilindros hidráulicos conectados en serie

$$F1 = p1 \times Ac1 - p2 \times (Ac1 - Ap1)$$

$$F2 = p2 \times Ac2 - p3 \times (Ac2 - Ap2)$$

Si los cilindros están sincronizados entonces tenemos que $Ac1 - Ap1 = Ac2$, además podemos suponer que $p3 = 0$:

$$p1 = \frac{F1 + p2 \times Ac2}{Ac1}$$

$$p2 = \frac{F2}{Ac2}$$

Remplazando:

$$p1 = \frac{F1 + F2}{Ac1}$$

A continuación, se procede a la verificación a pandeo del vástago:

| | |
|---------------------------|--|
| Carga de pandeo: | $F = 3580 \text{ kg}$ |
| Longitud libre de pandeo: | $L = 220 \text{ cm}$ |
| Módulo de elasticidad: | $E = 2100000 \text{ kg/cm}^2$ |
| Diámetro del vástago: | $D_{v1} = D_{v2} = 5,08 \text{ cm (2")}$ |



Momento de Inercia: $I = \frac{\pi \times D_v^4}{64} = 32,7 \text{ cm}^4$

Carga Crítica: $F_c = \frac{\pi^2 \times E \times I}{3,5 \times L^2} = 4001 \text{ kg} > F \rightarrow \text{VERIFICA}$

Presión Max: $P = 150 \text{ kg/cm}^2$

Diámetro de los cilindros: $D_{c1} = 10,16 \text{ cm (4")}$

$$D_{c2} = 8,89 \text{ cm (3,5")}$$

Áreas: $A_{p1} = 20,3 \text{ cm}^2$

$$A_{c1} = 81 \text{ cm}^2$$

$$A_{c2} = 62 \text{ cm}^2$$

$$A_{c1} - A_{p1} = 60,7 \text{ cm}^2$$

Presión de trabajo:

$$P_{real} = \frac{F1 + F2}{A_{c1}} = \frac{2F}{A_{c1}} = 88 \text{ kg/cm}^2 < P \rightarrow \text{VERIFICA}$$

En el anexo se muestran las dimensiones generales del cilindro hidráulico.

Capítulo 4: Diseño de las columnas auxiliares

4.1. Columnas

Las columnas que soportan los paneles laterales del techo tendrán una longitud máxima de 7 m. Se diseñarán de forma telescópica de dos tramos, con el fin de obtener versatilidad en la altura a la cual se eleva el techo y disminuir su longitud para facilitar las tareas de instalación y transporte.

Se componen de tubos estructurales cuadrados de 80 x 80 y 100 x 100 de 4 mm de espesor. La fijación de un tramo con otro se realizará mediante un pasador.

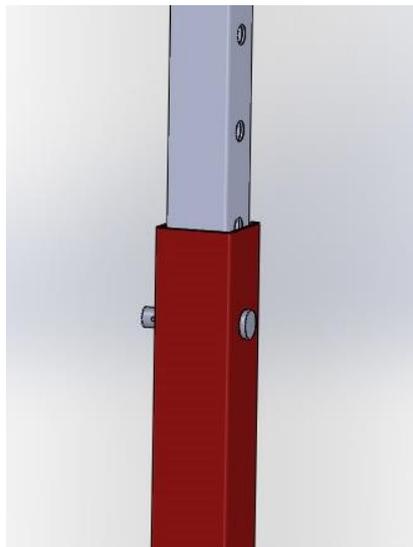


Figura 4. 1. Pasador de la columna

Para determinar la fuerza a la que está sometida cada columna se considera que cada una debe soportar la mitad de la carga a la que está sometida la viga reticulada (Tabla 3.5.). Además, debe sumarse la capacidad de carga de las alas reticuladas. De esta manera:

Carga de pandeo:

$$F_{pandeo} = \frac{3010 \text{ kg}}{2} + 600 \text{ kg} = 2105 \text{ kg}$$

Longitud libre de pandeo: $L = 700 \text{ cm}$

Para la verificación analítica a pandeo, la misma se considera de extremos articulados y de inercia variable. Como se verá a continuación, una columna de inercia variable puede verificarse obtenido previamente la columna de inercia constante equivalente¹.

$$F_c = \frac{\pi^2 \times E \times I_{eq}}{L^2}$$

Donde I_{eq} es el momento de inercia de la columna equivalente.

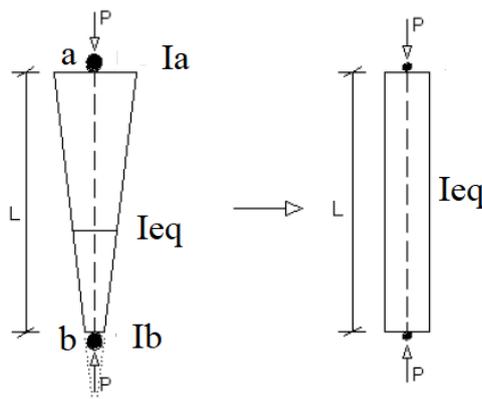


Figura 4. 1. Columna de inercia constante equivalente

Siendo I_a el momento de inercia máximo, correspondiente al tubo de estructura de 100 x 100. Siendo I_b el momento de inercia mínimo, correspondiente al tubo estructural de 80 x 80. Puede calcularse el momento de inercia I_{eq} de la columna equivalente mediante la siguiente expresión:

$$I_{eq} = b \times I_b$$

Donde “b” es un factor que depende del coeficiente de ahusamiento γ de la columna, valor que se obtiene de la siguiente expresión:

¹ Enríquez Santos F. J. (2006). *Análisis de pandeo por flexión en elementos de inercia variable con diversas condiciones de sustentación.*



$$\gamma = \sqrt[2]{\frac{I_a}{I_b}} - 1 = \sqrt[2]{\frac{226 \text{ cm}^4}{111 \text{ cm}^4}} - 1 = 0.43$$

De esta manera, el factor “b” se obtiene de interpolar en la siguiente Tabla:

Tabla 4. 1. Factor “b” en función del coeficiente de ahusamiento “γ”

| γ | b |
|----------|------|
| 0,0 | 1,00 |
| 0,1 | 1,10 |
| 0,2 | 1,20 |
| 0,3 | 1,31 |
| 0,4 | 1,42 |
| 0,5 | 1,53 |
| 0,6 | 1,64 |
| 0,7 | 1,75 |
| 0,8 | 1,87 |
| 0,9 | 1,99 |
| 1,0 | 2,11 |

$$b = 1.453$$

$$I_{eq} = b \times I_b = 1.453 \times 111 \text{ cm}^4 = 161 \text{ cm}^4$$

Ahora estamos en condiciones de calcular el factor de carga de la columna:

Módulo de elasticidad: $E = 2100000 \text{ kg/cm}^2$

$$F_{pandeo} = \frac{\pi^2 \times E \times I_{eq}}{N \times L^2} = 2105 \text{ kg}$$

Factor de carga: $N = \frac{\pi^2 \times E \times I_{eq}}{F_{pandeo} \times L^2} = 3.2$

Complementando el cálculo analítico se realiza un estudio de pandeo mediante análisis por elementos finitos. Para que la comparación sea válida, los extremos de la columna se consideran articulados.

Para el mallado de la pieza, a diferencia de los estudios realizados en el capítulo anterior, se optó por utilizar elementos sólidos tetraédricos. El mallado con elementos tetraédricos permite definir con mejor precisión la geometría de la pieza.

A continuación, se muestran los resultados que arrojó el estudio de pandeo para la primera forma modal:

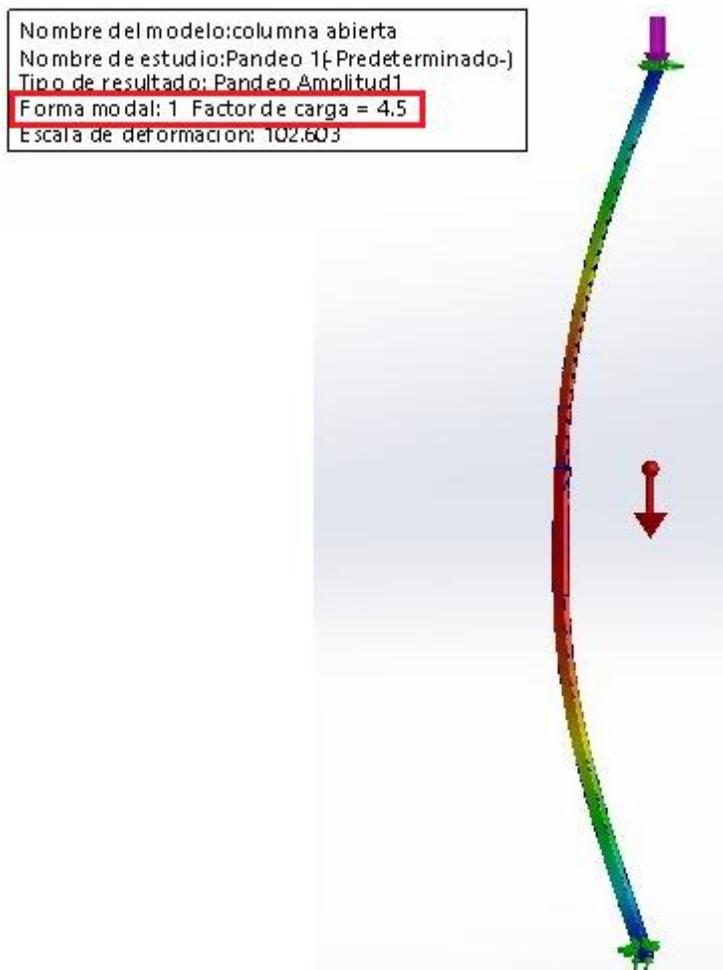
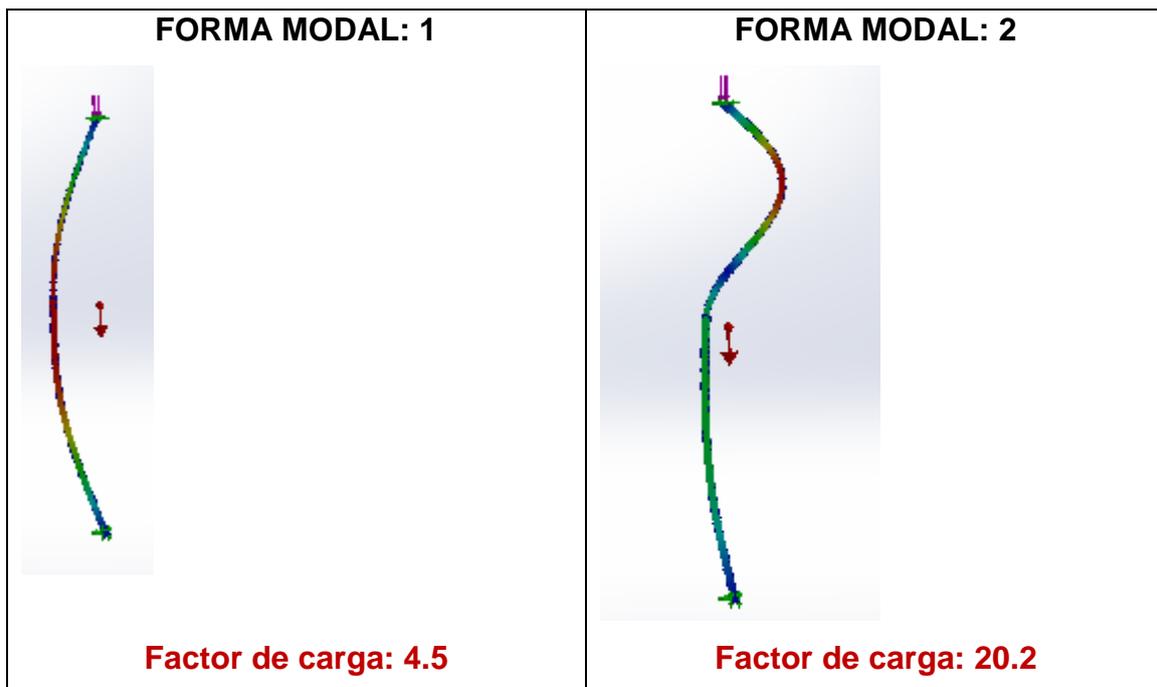


Figura 4. 2. Estudio de pandeo de la columna

Una pieza puede sufrir pandeo en diferentes formas bajo niveles de carga diferentes. La forma que toma el modelo durante el pandeo se llama forma modal del pandeo y la carga se denomina carga crítica o de pandeo. Los múltiples modos de pandeo ayudan a determinar las áreas débiles de la pieza. Las formas modales pueden ayudarlo a modificar la pieza o pueden ayudar al sistema de soporte a evitar el pandeo en un modo determinado.

A continuación, se muestran las dos primeras formas modales con sus respectivos factores de carga.

Tabla 4. 2. Forma modal del pandeo bajo niveles de carga diferentes



Para el caso de columnas, la segunda forma modal tiene solamente un interés teórico y corresponde a la carga crítica en el caso que la barra se fijase en la mitad de su luz mediante un apoyo móvil.

Por lo tanto, el diseño es satisfactorio cuando el factor de carga de la primera forma modal sea superior al coeficiente típico de cálculo para columnas proyectadas según la ecuación de Euler, cuyo valor es 3.5.

Comparación de los resultados obtenidos analíticamente y mediante simulación

El cálculo analítico dio como resultado un factor de carga de 3.2 mientras que el análisis por elementos finitos un factor de carga de 4.5. Debido a que la diferencia entre los dos métodos no es menor, se procedió a realizar diferentes ensayos para encontrar la causa de la discrepancia. Como conclusión de dichas pruebas, se obtiene que la causa de la diferencia es el entrecruzamiento de los tramos que conforman la columna (que por diseño se estableció en 100 cm). Este detalle, que solo es tenido en cuenta en el análisis por elementos finitos, produce un refuerzo en la zona crítica de la columna aumentando el factor de carga de la misma.

4.2. Cálculo del pasador

Los tramos de la columna una vez extendidos se asegurarán con un pasador fabricado a partir de una barra de acero redonda lamina de acero SAE1020. A continuación, se realizará el cálculo del diámetro necesario para el pasador.

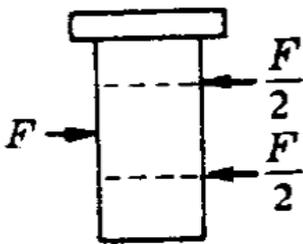


Figura 4. 3. Fuerzas aplicadas sobre un pasador

$$\text{Límite de fluencia}^2: s_y = 210 \text{ MPa} = 2141 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Límite de fluencia en cortante: } s_{ys} = 0.6 \times s_y = 1285$$

$$\text{Tensión de diseño: } s_d = \frac{s_{ys}}{2} = 643 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Carga total: } F = \frac{2105}{2} = 1053 \text{ kg}$$

- ² Budynas R. G. y Nisbett J. K. (2008). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*. México: McGraw-Hill

$$s_d = \frac{F}{\frac{\pi \times d^2}{4}} \Rightarrow d = 1.44 \text{ cm}$$

Además, es necesario verificar el aplastamiento de las paredes de los tubos estructurales.

Límite de fluencia: $s_y = 220 \text{ MPa} = 2243 \text{ kg/cm}^2$

Tensión de diseño: $s_d = \frac{s_y}{2} = 1122 \text{ kg/cm}^2$

$$s_d = \frac{F}{d \times e} = \frac{1053}{d \times 0.4} \Rightarrow d = 2.34 \text{ cm}$$

Se adoptará un diámetro de 25 mm.

4.3. Base

La base de columna y sus nervios se fabricarán con chapa de 9.52 mm (3/8") de espesor y tendrá una dimensión de 200 x 200 mm.



Figura 4. 4. Base de la columna

4.4. Anclaje al techo

El anclaje de la columna al techo se fabricará con chapa de 7.9 mm (5/16") de espesor. La fijación de la columna al mismo se realizará con un pasador de 25 mm de diámetro.

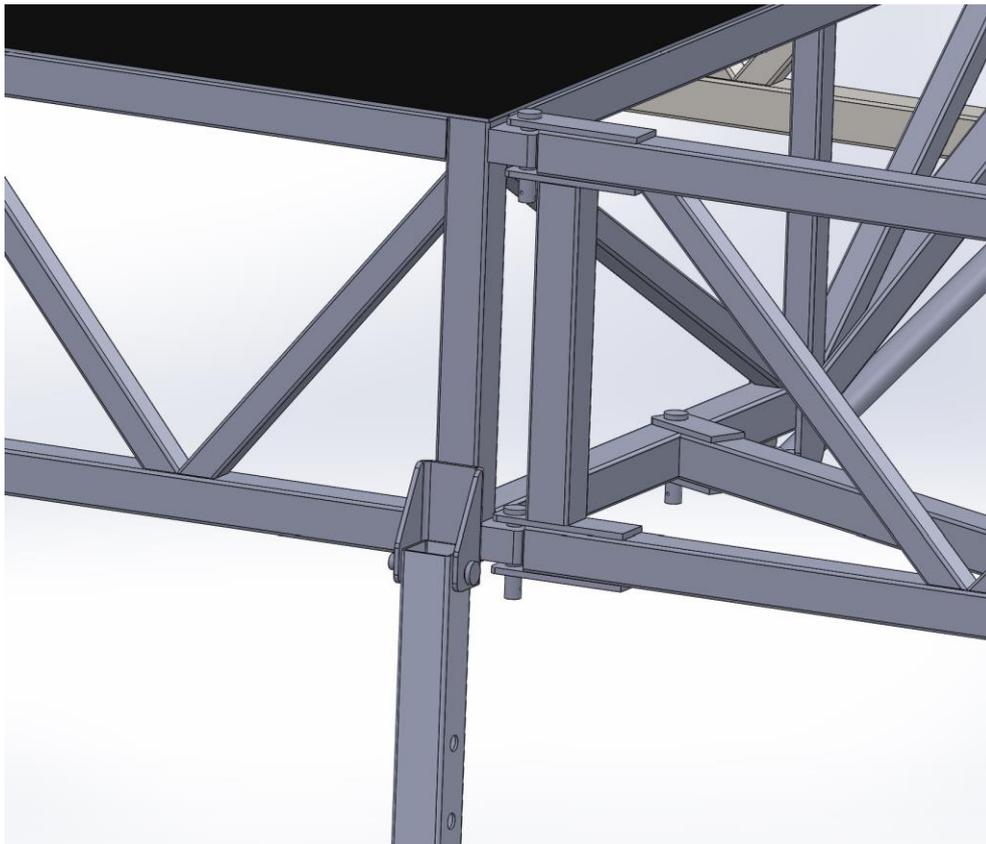


Figura 4. 5. Anclaje de la columna al techo

Capítulo 5: Sistema de elevación del techo

5.1. Descripción del sistema de elevación

El techo deberá elevarse a unos 5,60 m sobre el piso del escenario, para dicho propósito se dispondrá en cada extremo del mismo, un sistema de elevación telescópico de tres tramos.

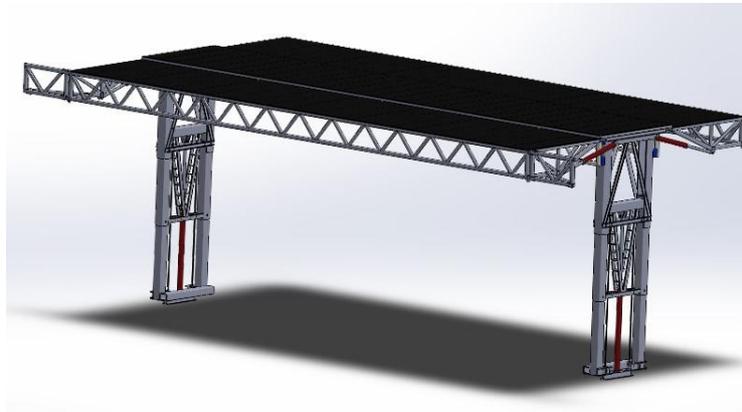


Figura 5. 1. Techo y sistema de elevación abierto

El primer tramo es fijo y se encuentra solidario al chasis del semirremolque, básicamente se compone de dos columnas de 200 x 200 mm separadas 1.5 m fabricadas de chapa de 6.35 mm de espesor.

El segundo tramo cuenta con columnas de 220 x 220 mm que deslizarán sobre las del primer tramo. Sobre el mismo actúa el vástago del cilindro hidráulico conformando una impulsión de tipo directa. Esto significa que, por cada 1 cm de recorrido del pistón, el tramo también se desplazará 1 cm.

El tercer tramo cuenta con columnas de 240 x 240 mm que deslizarán sobre las del segundo tramo. Para su elevación se utilizará un sistema de impulsión diferencial. Significa que, por cada 1 cm de recorrido del pistón, el tramo se desplazará 2 cm. Esto es posible mediante una polea y un sistema de cadenas que duplica el recorrido de la estructura.

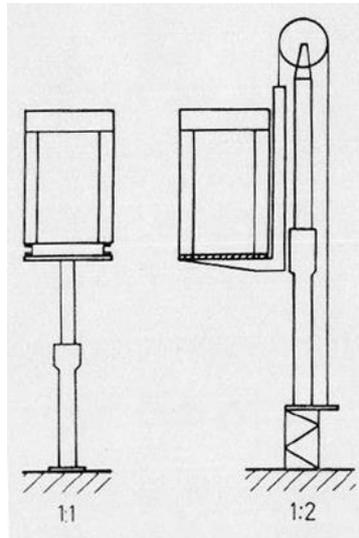


Figura 5. 2. Comparación entre impulsión directa e indirecta

A continuación, mostraremos las dimensiones principales de cada tramo, así como del sistema de elevación tanto cerrado como abierto.

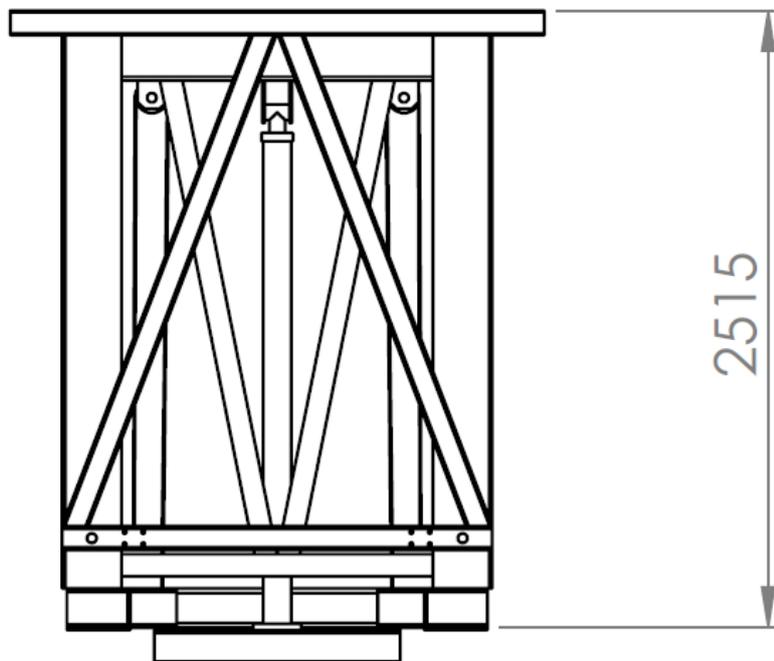


Figura 5. 3. Altura del sistema de elevación cerrado

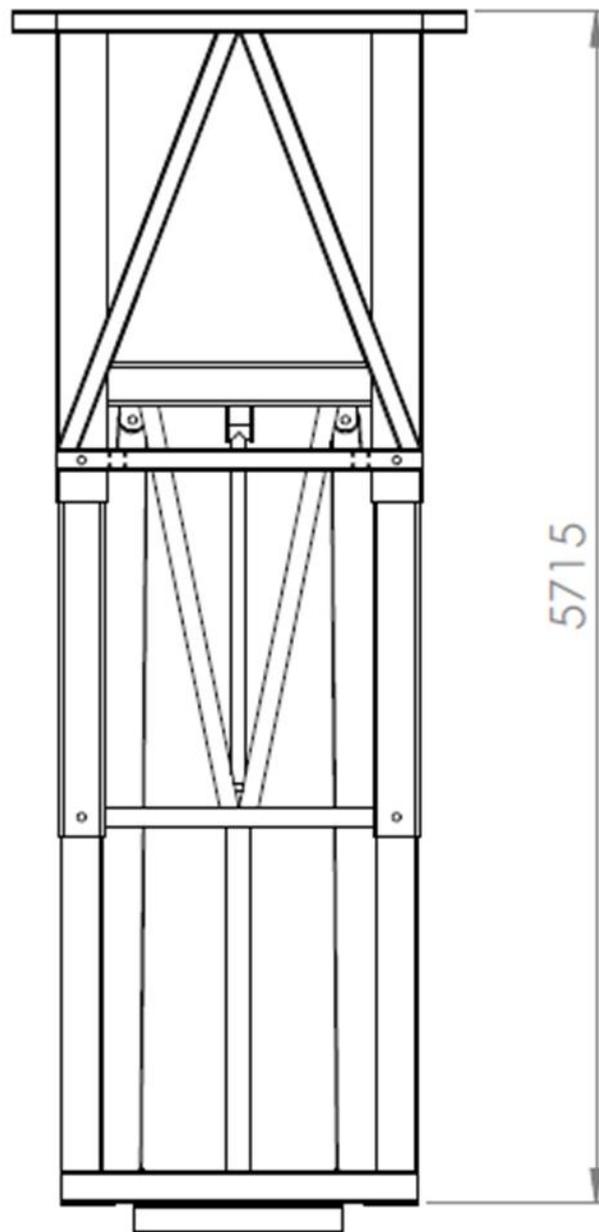


Figura 5. 4. Altura del sistema de elevación abierto

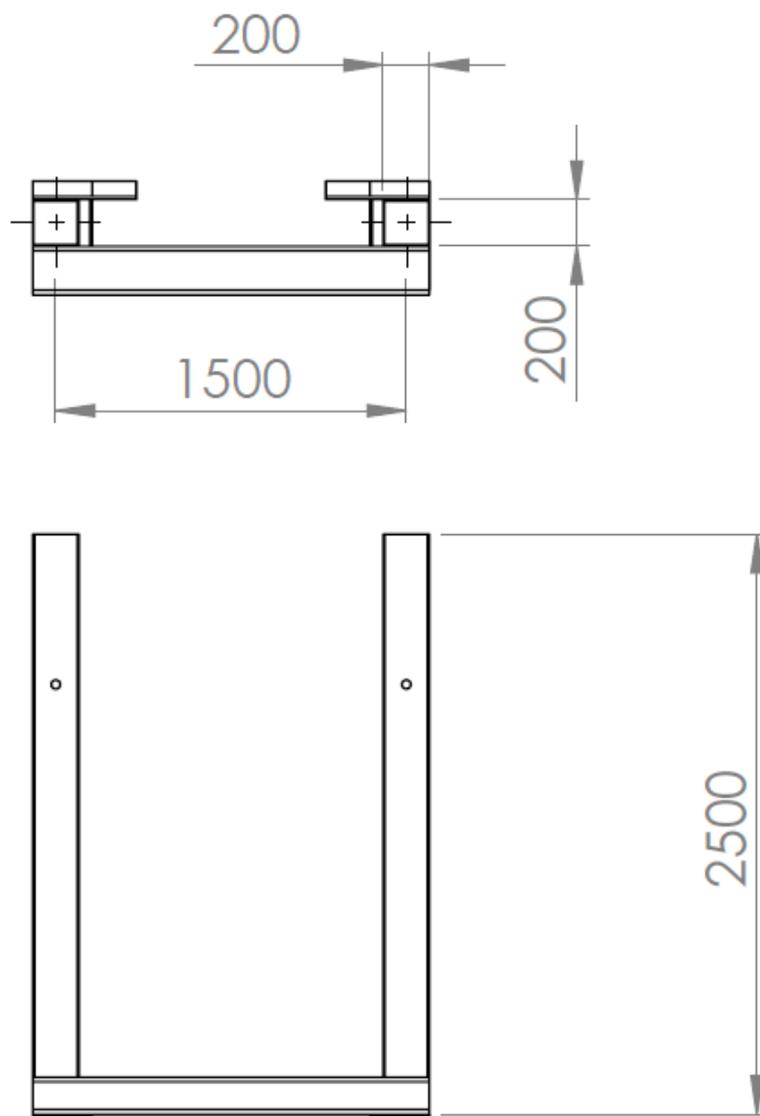


Figura 5. 5. Primer tramo

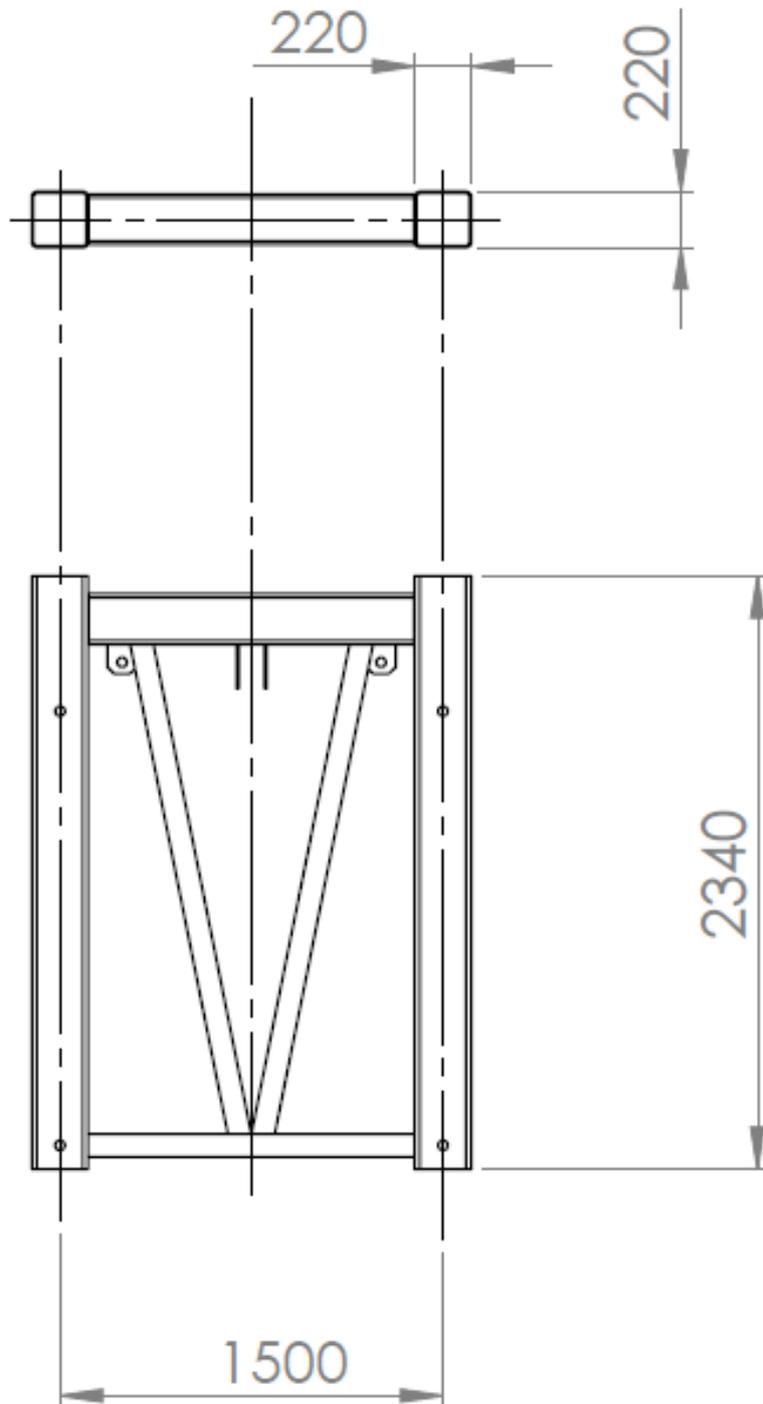


Figura 5. 6. Segundo tramo

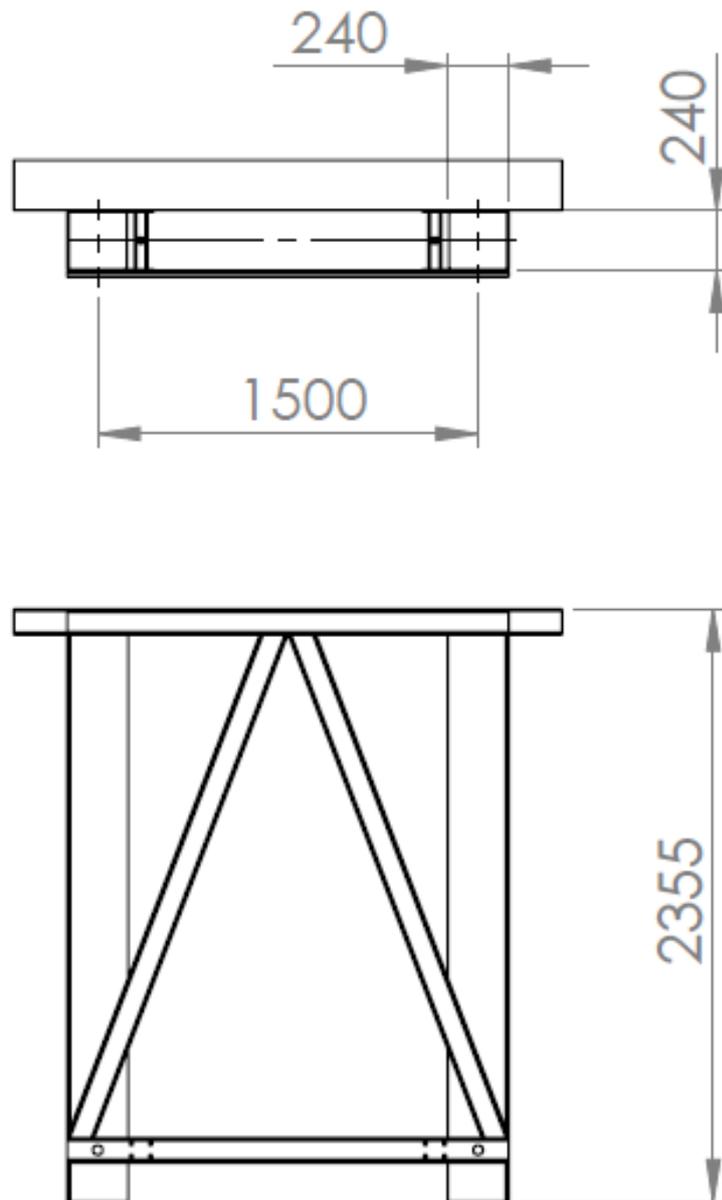


Figura 5. 7. Tercer tramo



5.2. Verificación de la estructura

En primera instancia se verificará el sistema considerando las cargas existentes cuando el escenario está en operación. Se tiene en cuenta el peso propio de techo, la capacidad de carga útil y la acción de la nieve y del viento.

Cada sistema de elevación cuenta con cuatro pasadores de seguridad cuya función es evitar que el cilindro hidráulico y las cadenas de izaje se encuentren cargados cuando el escenario esté en operación.

Posteriormente se seleccionarán los cilindros hidráulicos teniendo en cuenta que, para la operación de elevación, el techo estará descargado, pero no contará con las cuatro columnas auxiliares que sostienen los paneles rebatibles del techo.

5.3. Cargas sobre el sistema de elevación

Las cargas que debe soportar el todo sistema de elevación cuando el escenario está en operación son las siguientes:

- Peso del techo del escenario que se considera soportado por el sistema de elevación (1230 kg).
- Cargas debido a las inclemencias del tiempo (definidas en la Sección 2.4.). En este caso, se considera que el sistema de elevación debe soportar la totalidad de las fuerzas laterales “ $F_x.ext$ ” y “ $F_z.ext$ ” y, además, 2/3 de la fuerza vertical “ $F_y.ext$ ” (el 1/3 restante está soportado por las 4 columnas).
- Carga útil de las dos vigas reticuladas centrales (un total de 2500 kg).

Las cargas totales por eje, se dividen por dos para conocer las solicitaciones que actúan sobre cada sistema. El sistema de coordenadas adoptado se muestra en la siguiente Figura:

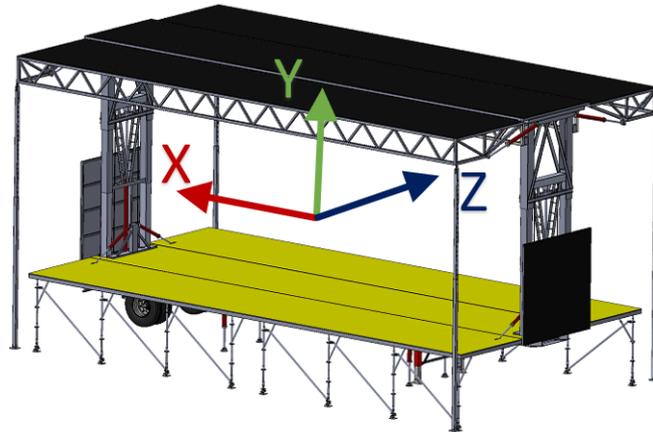


Figura 5. 8. Sistema de coordenadas

$$F_x = \frac{F_{x.\text{ext}}}{2} = \frac{632 \text{ kg}}{2} = 316 \text{ kg}$$

$$F_y = \frac{\frac{2}{3} \times F_{y.\text{ext}} + \text{techo} + \text{carga}}{2} = \frac{\frac{2}{3} \times 5523 + 1230 + 2500}{2} = 3706 \text{ kg}$$

$$F_z = \frac{F_{z.\text{ext}}}{2} = \frac{2675 \text{ kg}}{2} = 1338 \text{ kg}$$

Resultados que son resumidos en la siguiente Tabla:

Tabla 5. 1. Cargas sobre el sistema de elevación

| Cargas sobre cada sistema de elevación | kg |
|--|------|
| FX | 316 |
| FY | 3706 |
| FZ | 1338 |

5.4. Estudio estático y de pandeo del primer tramo

Sobre la base del primer tramo se aplicó una sujeción de geometría fija debido a que la estructura es solidaria al chasis del semirremolque.

Las cargas horizontales (magenta) se ubican a la altura del techo del escenario al centro de las dos columnas que conforman cada sistema de elevación. Se configuraron como cargas en ubicaciones remotas.

Una “ubicación remota” es una ubicación fuera de la geometría del modelo. La misma está conectada a las entidades seleccionadas (caras del primer tramo que están en contacto con correspondientes del segundo tramo) mediante barras rígidas.

La carga vertical (rojo) se encuentra aplicada sobre las perforaciones que permiten el montaje de los pasadores de seguridad.

Para el mallado se utilizaron elementos de 40 mm.

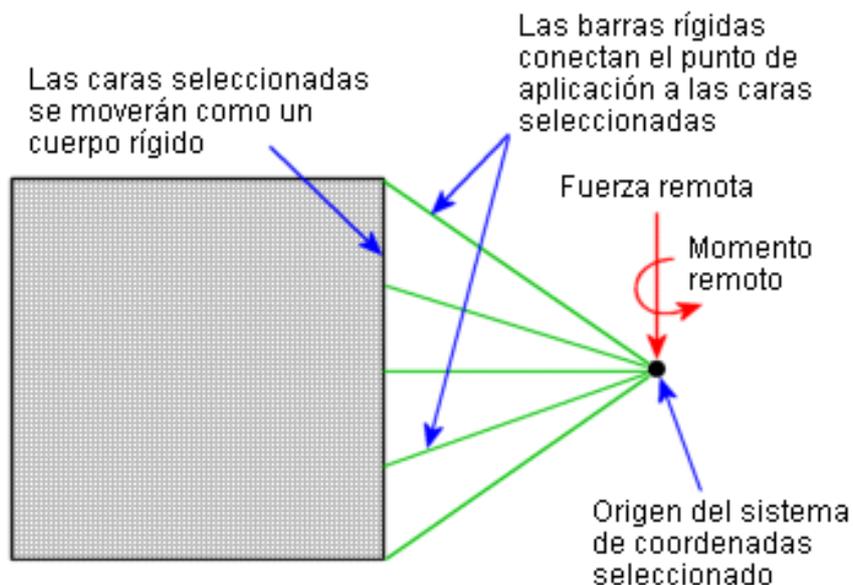


Figura 5. 9. Carga en ubicación remota aplicada sobre una cara determinada de un cuerpo

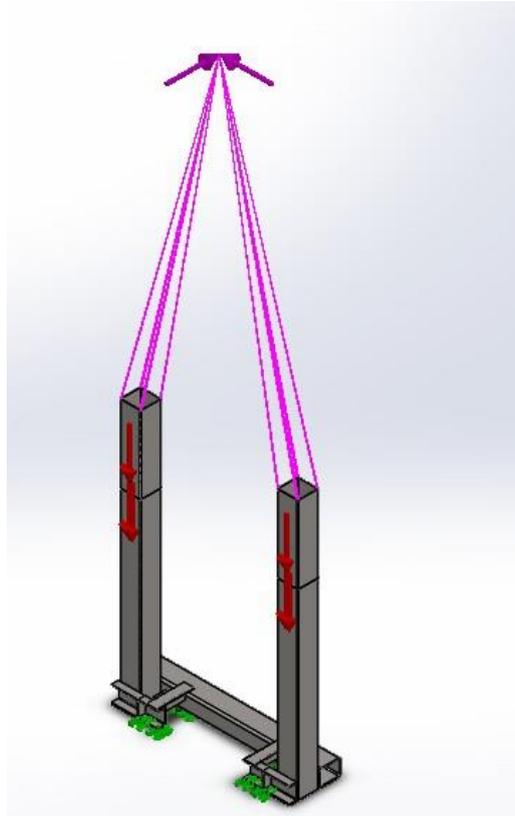


Figura 5. 10. Cargas y sujeciones. Primer tramo

Nombre del modelo:ensamblaje primer tramo
 Nombre de estudio:Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones:1

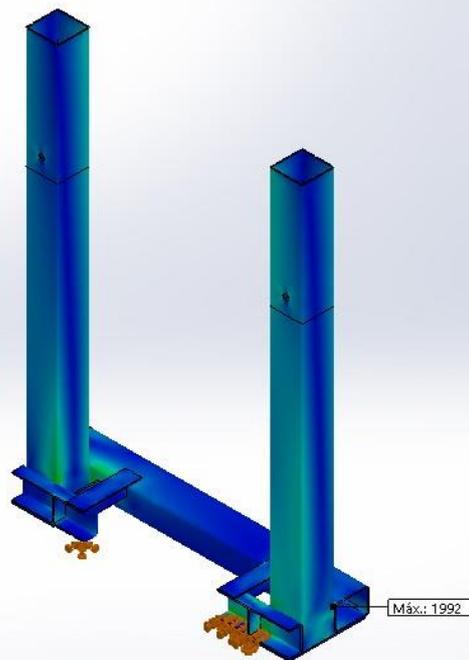
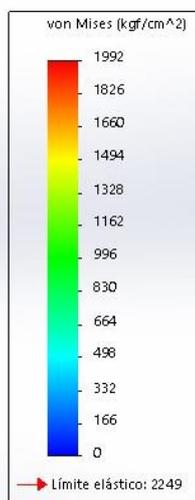


Figura 5. 11. Tensiones Von Mises. Primer tramo

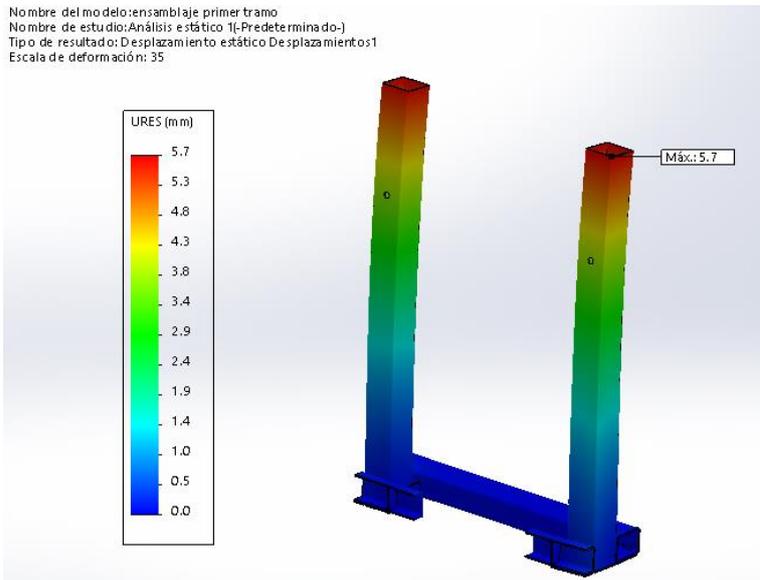


Figura 5. 12. Desplazamientos. Primer tramo

Después de ensayar diferentes modificaciones se obtuvo un diseño que no presenta tensiones por encima del límite elástico y que tiene una deformación máxima de 5.7 mm, que se considera satisfactoria.

Completando el estudio estático se realizó un estudio de pandeo que dio como resultado un factor de carga de 38 para la forma modal 1.

El estudio indica que si las cargas son 38 veces mayores se produciría un pandeo local sobre las paredes de la columna que se encuentra más solicitada.

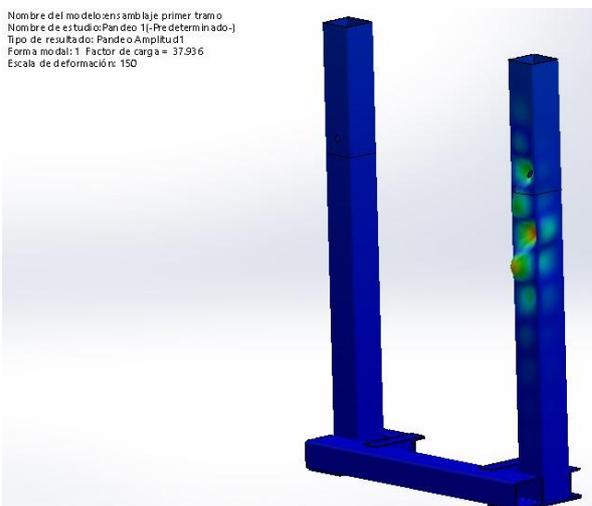


Figura 5. 13. Estudio de pandeo. Primer tramo

5.5. Estudio estático y de pandeo del segundo tramo

Para la verificación del segundo tramo se restringieron las traslaciones normales a las caras en contacto con el primer tramo. Las traslaciones verticales se restringen con el pasador de seguridad.

Las cargas se configuraron de forma análoga al primer tramo.

Para el mallado se utilizaron elementos de 30 mm.

Se realizó el refinamiento de malla en zonas críticas con elementos de 12 mm.

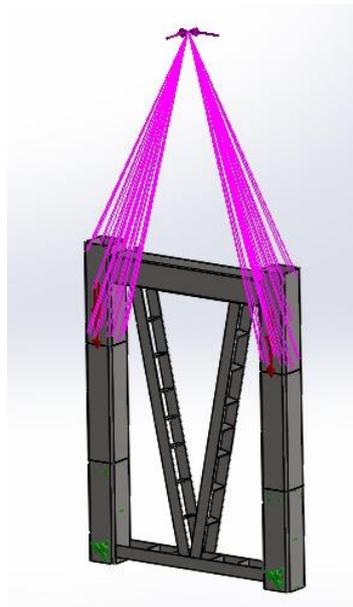


Figura 5. 14. Cargas y sujeciones. Segundo tramo

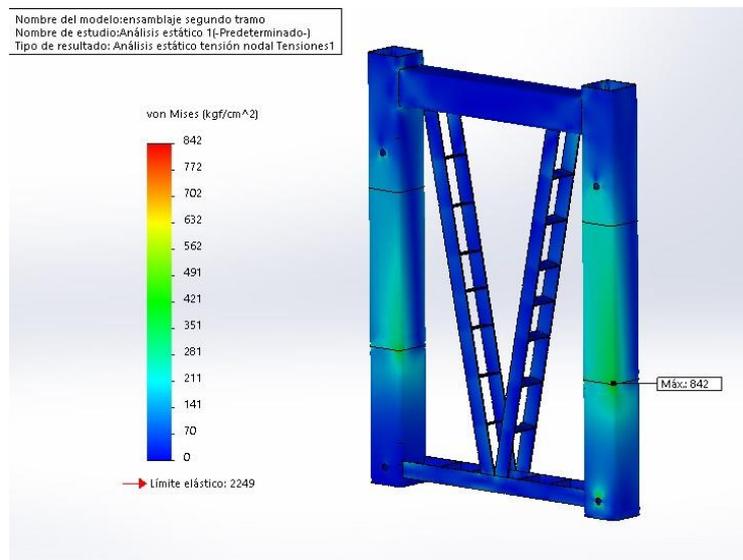


Figura 5. 15. Tensiones Von Mises. Primer tramo

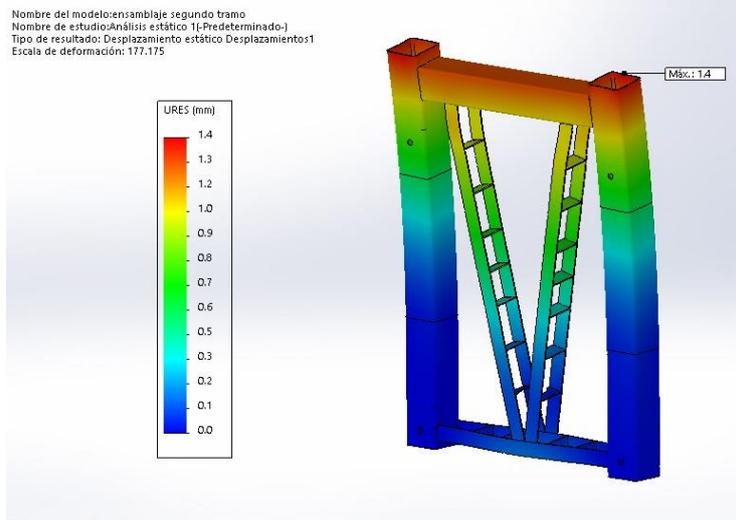


Figura 5. 16. Desplazamientos. Segundo tramo

El diseño que no presenta tensiones por encima del límite elástico y que tiene una deformación máxima de 1.4 mm, que se considera satisfactoria.

Completando el estudio estático se realizó un estudio de pandeo que dio como resultado un factor de carga de 6.32 para la forma modal 3.

El estudio indica que el pandeo se produciría sobre los refuerzos que conectan las dos columnas.

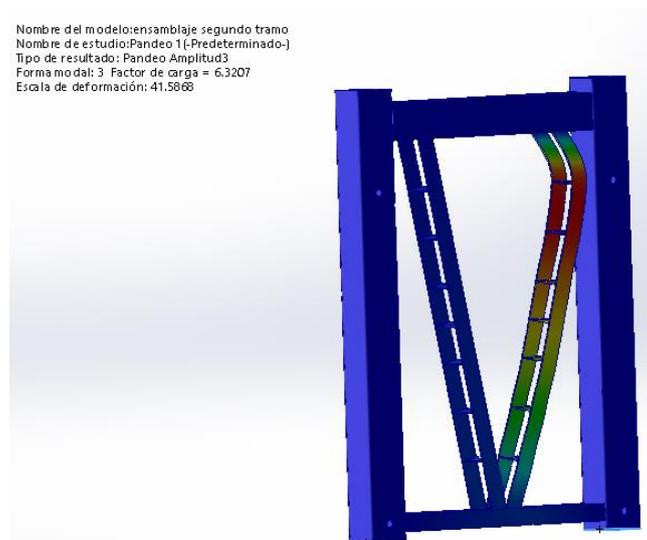


Figura 5. 17. Estudio de pandeo. Segundo tramo

5.6. Estudio estático y de pandeo del tercer tramo

Las cargas y sujeciones se configuraron de forma análoga al segundo tramo.

Para el mallado se utilizaron elementos de 50 mm.

Se realizó el refinamiento de malla en zonas críticas con elementos de 12 mm.

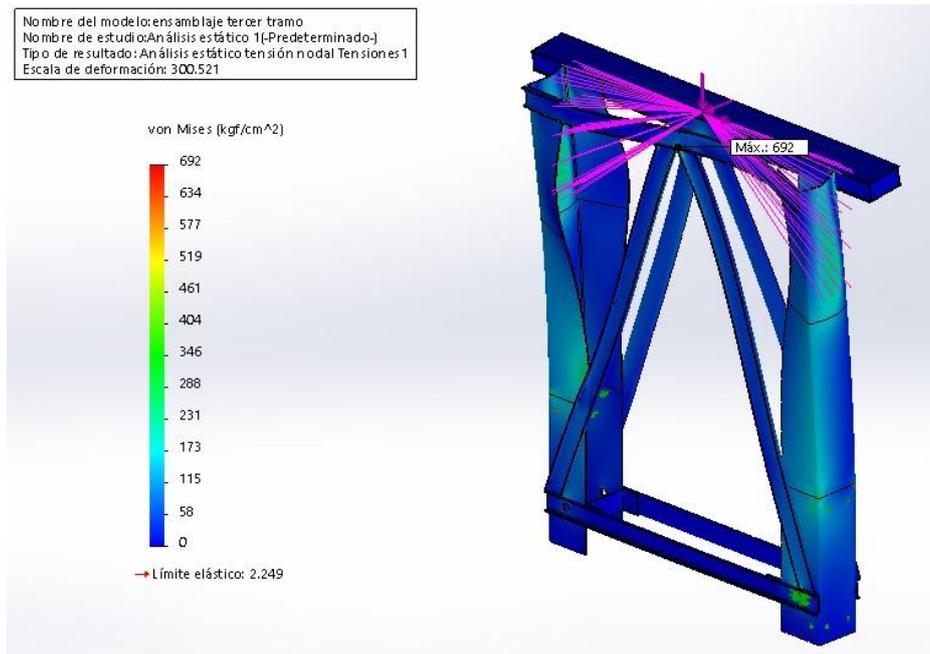


Figura 5. 18. Tensiones Von Mises. Tercer tramo

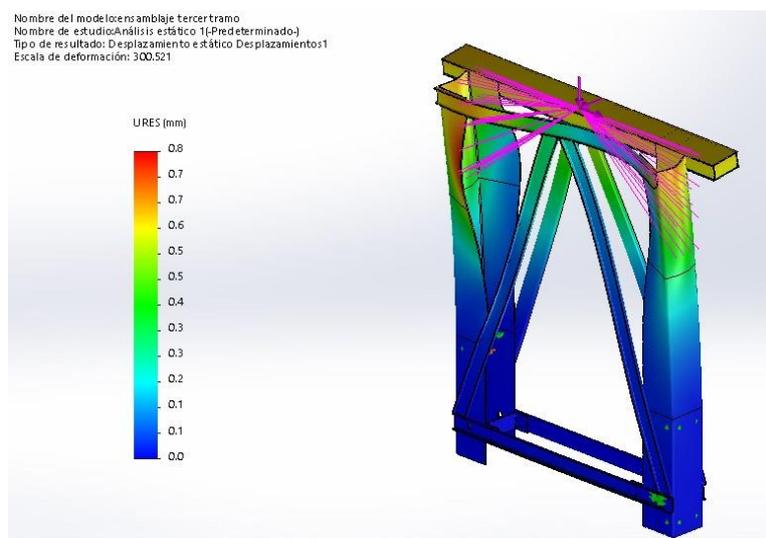


Figura 5. 19. Desplazamientos. Tercer tramo

El diseño no presenta tensiones por encima del límite elástico y tiene una deformación máxima de 0.8 mm, que se considera satisfactoria.

Completando el estudio estático se realizó un estudio de pandeo que dio como resultado un factor de carga de 5.46 para la forma modal 1.

El estudio indica el pandeo se produciría sobre los refuerzos que conectan las dos columnas.

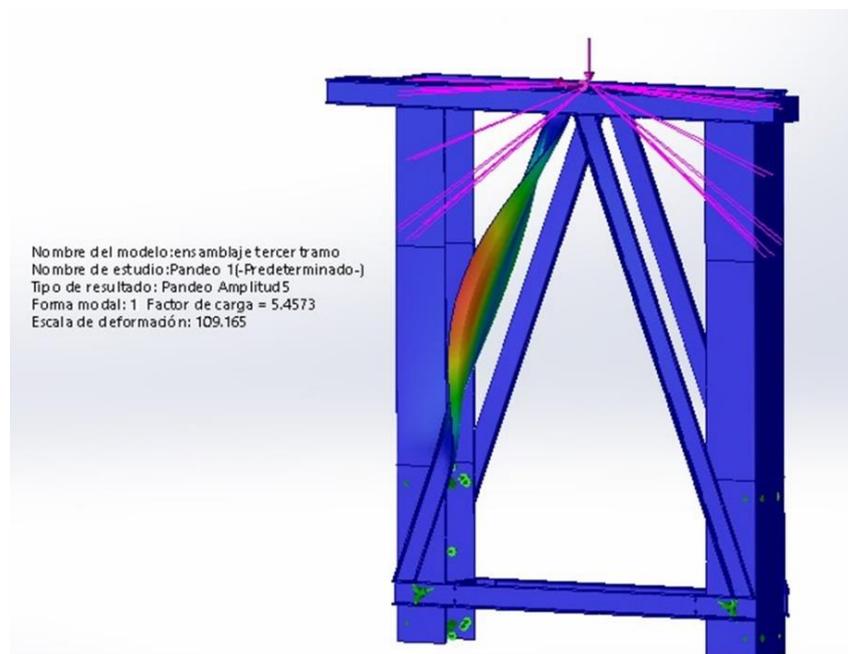


Figura 5. 20. Estudio de pandeo. Tercer tramo

Estudio estático de la viga cajón

Sobre la parte superior del tercer tramo se halla una viga cajón que además de aportar rigidez a la estructura, permite el anclaje de los actuadores hidráulico que dan movimiento a los paneles rebatibles del techo. En el Capítulo 3 se calculó la fuerza que ejercen dichos actuadores, siendo la misma de 3580 kg. Para su fabricación se utilizará chapa de 6.35 mm (1/4") de espesor. Sus dimensiones serán 100 x 200 x 2160 mm.

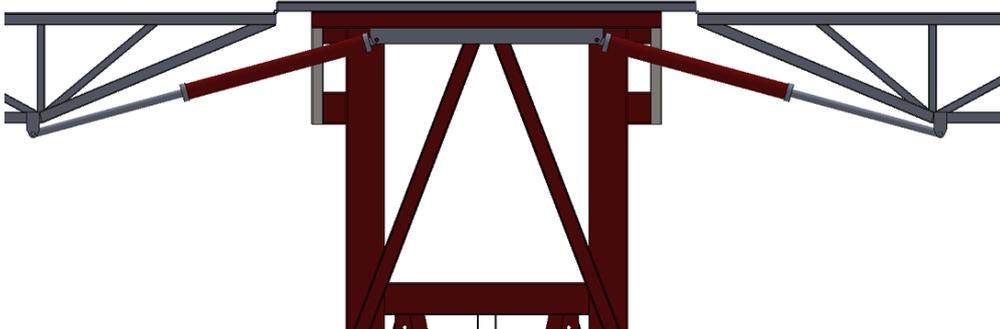


Figura 5. 21. Actuadores hidráulicos articulados a la viga calón.

Se realizará un estudio estático para verificar que la viga pueda soportar las fuerzas que ejercen los actuadores.

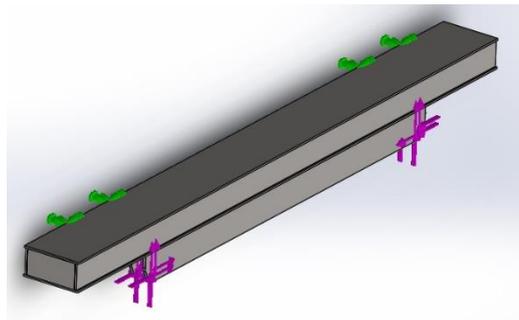


Figura 5. 22. Fuerzas y sujeciones que actúan sobre la viga

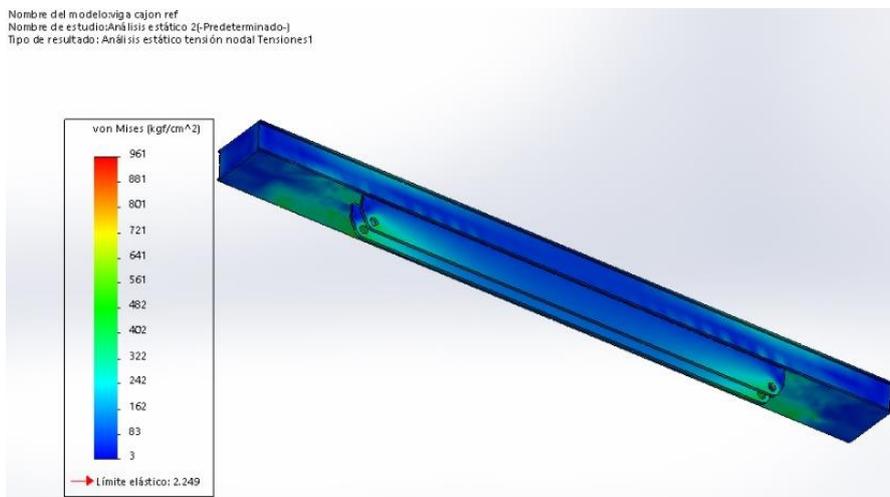


Figura 5. 23. Tensiones Von Mises. Viga cajón

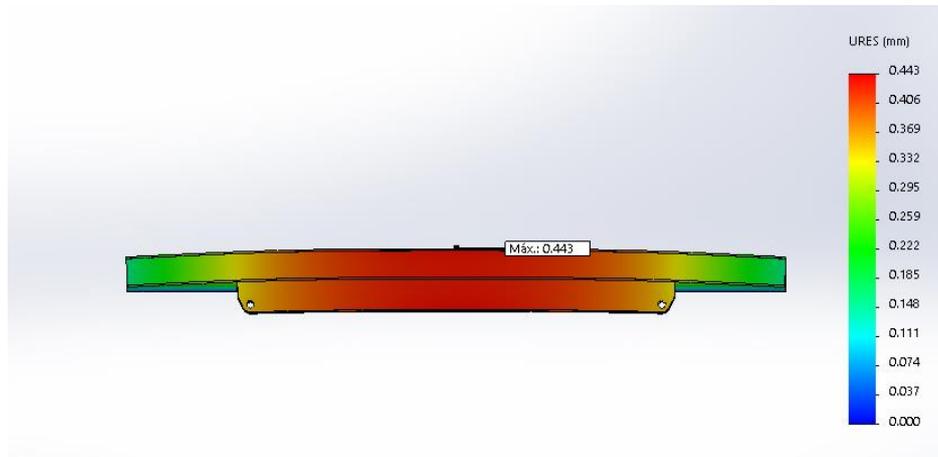


Figura 5. 24. Desplazamientos. Viga cajón

El diseño no presenta tensiones por encima del límite elástico y tiene una deformación máxima de 0.44 mm, que se considera satisfactoria.

5.7. Estudio estático de la conexión del reticulado al sistema de elevación

Los reticulados que sostienen el techo central, se fijan al sistema de elevación mediante conexiones que se fabricarán con chapa de 6.35 mm (1/4") de espesor.

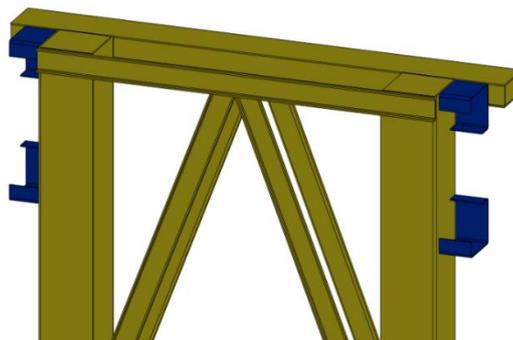


Figura 5. 25. Conexión del reticulado al sistema de elevación

Los dos reticulados del techo central están fijados al sistema de elevación mediante dos conexiones cada uno. Esto hace que la carga total que se aplicó las simulaciones realizadas sobre los tramos del sistema de elevación (Tabla 5.1.), tenga que dividirse por cuatro, para realizar los estudios de las conexiones.

Tabla 5. 2. Cargas sobre cada conexión en kg.

| | |
|--------------|------------|
| EJE X | 79 |
| EJE Y | 927 |
| EJE Z | 335 |

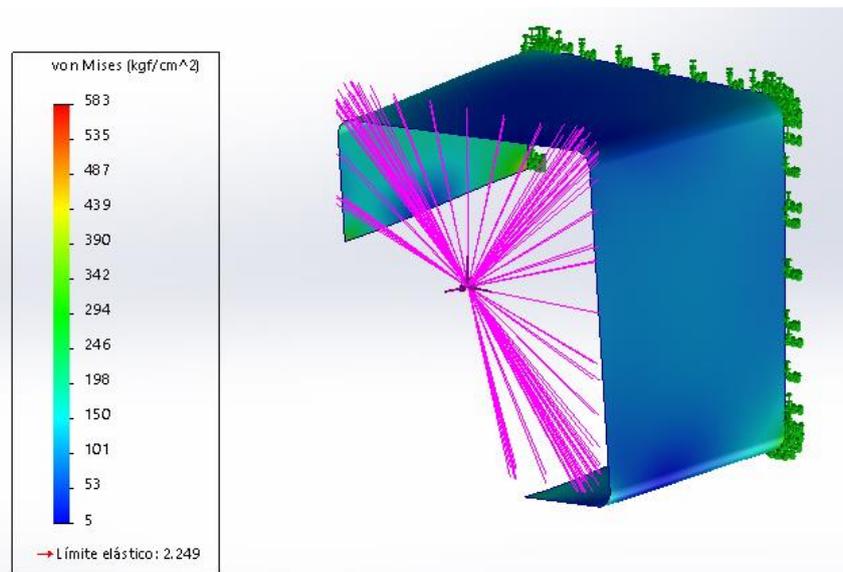


Figura 5. 26. Tensiones Von Mises. Conexión

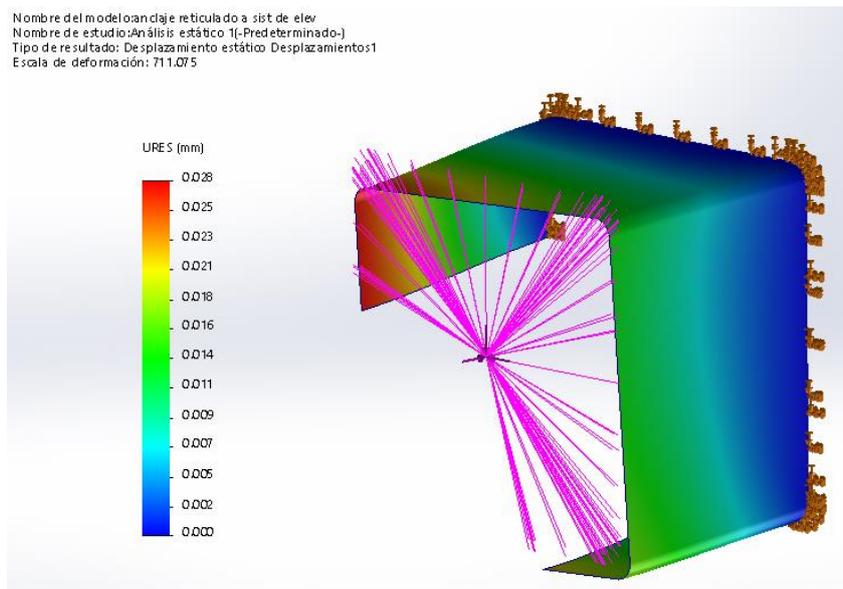


Figura 5. 27. Desplazamientos. Conexión

Como se trata de un elemento de paredes esbeltas sometido a compresión es factible que pueda producirse algún pandeo local si la carga es lo suficientemente grande. Complementado el estudio estático se realizó un estudio de pandeo que dio como resultado un factor de carga de 273 para la forma modal 1.

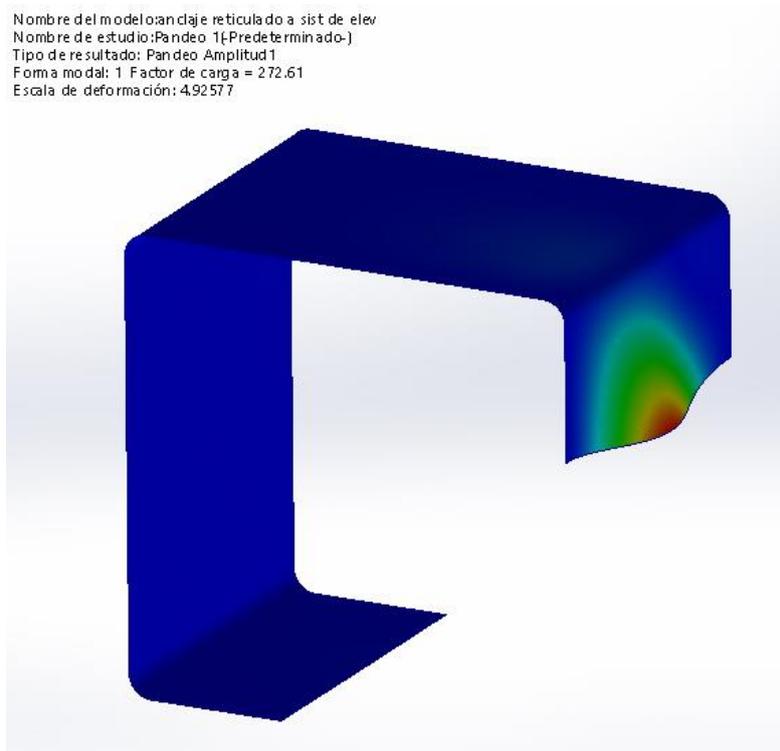


Figura 5. 28. Estudio de pandeo. Conexión

5.8. Pasador de seguridad

Los tramos de la columna una vez extendidos se asegurarán con un pasador fabricado a partir de una barra redonda laminada de acero SAE1020. En la siguiente Figura puede observarse que, para el cálculo del mismo, son consideradas las fuerzas “FY” y “FZ” de la Tabla 5.1.

Debido al momento ejercido por “FZ”, uno de los pasadores se encontrará más solicitado que el otro.

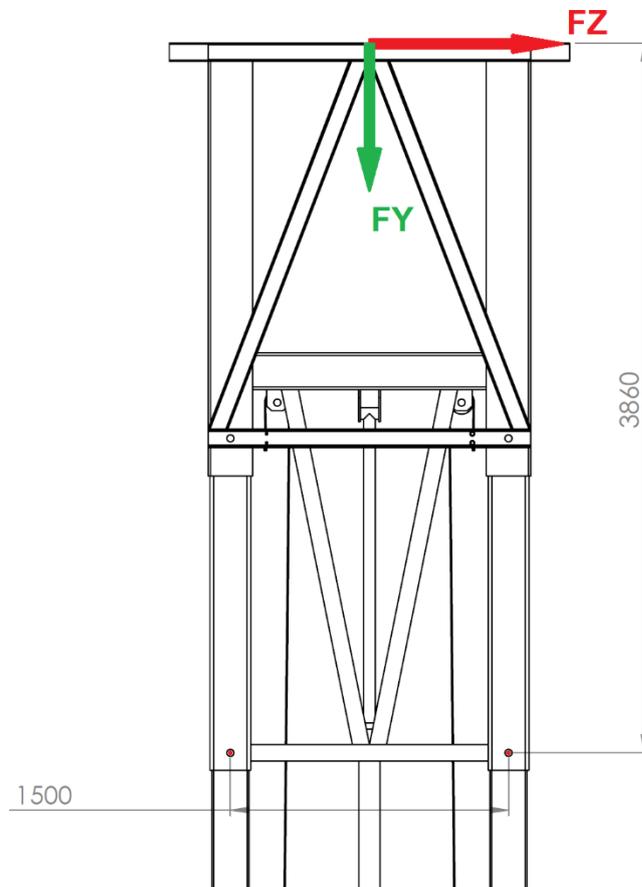


Figura 5. 29. Fuerzas en consideración para el cálculo del pasador de seguridad

La fuerza que debe soportar el perno más solicitado será:

$$F_{max} = \frac{FY}{2} + \frac{FZ \times 386 \text{ cm}}{150 \text{ cm}} = \frac{3706 \text{ kg}}{2} + \frac{1338 \text{ kg} \times 386 \text{ cm}}{150 \text{ cm}} = 5296 \text{ kg}$$

A continuación, se realizará el cálculo del diámetro necesario para el pasador.

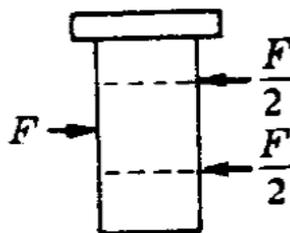


Figura 5. 30. Pasador actuando a cortante



Límite de fluencia: $s_y = 210 \text{ MPa} = 2141 \text{ kg/cm}^2$

Límite de fluencia en cortante: $s_{ys} = 0.6 \times s_y = 1285$

Tensión de diseño: $s_d = \frac{s_{ys}}{2} = 643 \text{ kg/cm}^2$

Carga total: $F = \frac{F_{max}}{2} = 2648 \text{ kg}$

$$s_d = \frac{F}{\frac{\pi \times d^2}{4}} \Rightarrow d = 2.3 \text{ cm}$$

Se adoptará un pasador de 30 mm.

5.9. Selección de la cadena¹

Para la elevación del tercer tramo se utilizarán cadenas de placas múltiples. Este tipo de cadena se caracteriza por tener una alta resistencia a la fatiga, larga vida útil y diseño compacto. Está pensada para soportar cargas de elevación pesadas, por lo que la encontramos principalmente en montacargas y diferentes elevadores telescópicos.

Para el cálculo de la carga debe tenerse en cuenta que, para la operación de elevación, el techo estará descargado, pero no contará con las cuatro columnas auxiliares que sostienen los paneles rebatibles del techo.

Tabla 5. 3. Carga total de elevación.

| Cargas | kg |
|-------------------------|-------------|
| Peso techo | 2150 |
| Peso tercer tramo (x 2) | 654 |
| Sobrecarga | 1000 |
| TOTAL | 3804 |

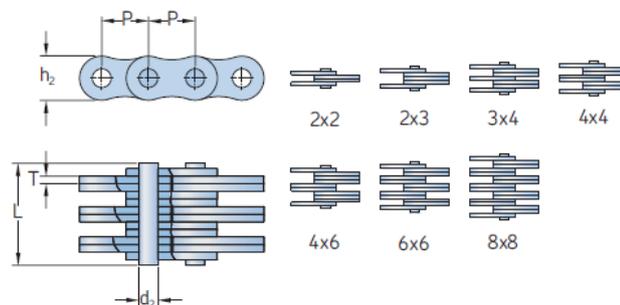
¹ Norma ISO 4347 - Leaf chains, clevises and sheaves.

Como cada sistema de elevación cuenta con 2 cadenas la carga total se divide por 4, obteniéndose una carga de 951 kg para cada cadena.

Las cadenas de elevación deben tener un coeficiente de trabajo elegido de tal manera que se garantice un nivel adecuado de seguridad. Como regla general, este coeficiente es igual a 4.

A continuación, se muestran las dimensiones de la cadena elegida con una carga de rotura mínima de 4540 kg.

Tabla 5. 4. Dimensiones y propiedades de la cadena elegida.



| Nº de cadena ANSI | Nº de cadena BS/ISO | Dimensiones Paso P | Encaje de las mallas | Diámetro del eje d_2 Máx. | Longitud del eje L Máx. | Altura de la malla h_2 Máx. | Grosor de la malla T Máx. | Carga de rotura Q Mín. | Resistencia media a tracción Q_0 | Masa por metro |
|-------------------|---------------------|--------------------|----------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------------------|----------------|
| - | - | mm | - | mm | | | | kN | | kg/m |
| BL444 | LH0844 | 12,70 | 4 x 4 | 5,09 | 19,51 | 12,07 | 2,08 | 44,5 | 56,0 | 1,28 |

5.10. Diseño de la polea de la cadena

Al diseñar una polea de cadena de placas múltiples, es importante tener en cuenta las siguientes consideraciones para obtener una vida útil normal:

- El diámetro mínimo de funcionamiento de la polea es igual a 5 veces el paso nominal de la cadena.
- El ancho mínimo es 1,05 veces la longitud del pasador.
- El diámetro exterior mínimo es el diámetro de funcionamiento más la altura de la placa de enlace.
- Las caras de trabajo de la polea se deben endurecer a 50 HRC como mínimo.

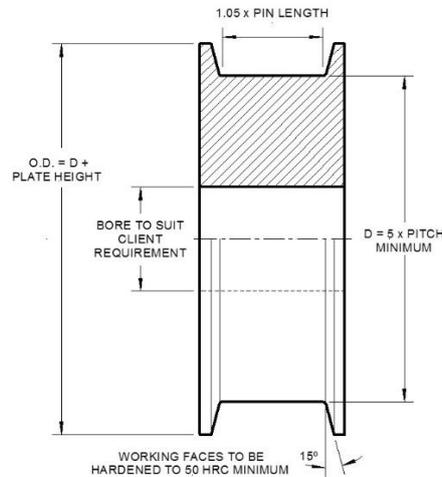


Figura 5. 31. Dimensiones de la polea sugeridas por fabricante de cadena

Para cumplir con los requerimientos de dureza las poleas se fabricarán con acero 1020 cementado, templado y revenido.

Tabla 5. 5. Propiedades del acero 1020 cementado, templado y revenido.

| NÚCLEO | | CAPA ENDURECIDA | |
|-------------------------|-------------------------|-----------------|-----|
| Máxima resistencia | Punto de fluencia | NDB | HRC |
| 5624 kg/cm ² | 3515 kg/cm ² | 160 | 62 |

Verificación del eje de la polea:

Material: Redondo laminado SAE 1020

Fuerza cortante: $F = 951 \text{ kg}$

Resistencia a la fluencia $s_y = 2141 \text{ kg/cm}^2$

Límite de fluencia en cortante: $s_{ys} = 0.6 \times s_y = 1284 \text{ kg/cm}^2$

Tensión de diseño en cortante: $s_{ds} = \frac{s_{ys}}{4} = 321 \text{ kg/cm}^2$

$$s_{ds} = \frac{F}{\frac{\pi \times d^2}{4}} \Rightarrow d = 1.9 \text{ cm} = 19 \text{ mm}$$

Por razones de diseño se adoptará un eje de 30 mm de diámetro.



Selección del rodamiento

En primer lugar, se calcularán los RPM a los que trabajará la polea:

Velocidad tangencial: $v = 140 \text{ cm/min}$

Perímetro: $P = D \times \pi = 10 \text{ cm} \times \pi = 31.4 \text{ cm}$

Revoluciones por minuto: $RPM = \frac{v}{P} = 4.5$

El tamaño del rodamiento se deberá seleccionar según las capacidades de carga estática C_0 en lugar de la vida útil del rodamiento cuando se produzca alguna de las siguientes condiciones:

- El rodamiento está fijo y está sometido a cargas continuas o intermitentes (de choque).
- El rodamiento efectúa lentos movimientos de oscilación o alineación bajo carga.
- El rodamiento gira bajo carga a velocidades muy bajas ($n < 10 \text{ r. p. m.}$). En este caso, la ecuación de vida para una determinada carga equivalente P ocasionaría una capacidad de carga dinámica básica C requerida tan baja que el rodamiento seleccionado, según la fórmula de la vida útil, estaría seriamente sometido a una sobrecarga durante el servicio.
- El rodamiento gira y tiene que soportar elevadas cargas de choque, además de las cargas de funcionamiento normales.

En todos estos casos, la capacidad de carga admisible para el rodamiento es la carga máxima que el rodamiento puede soportar sin que se produzca una deformación permanente de los elementos rodantes ni de los caminos de rodadura.

Cuando el tamaño del rodamiento requerido se determina en base a la capacidad de carga estática, se emplea un factor de seguridad s_0 , que representa la relación entre la capacidad de carga estática básica C_0 y la carga estática equivalente del rodamiento P_0 , para calcular la capacidad de carga estática básica requerida.

La capacidad de carga estática básica requerida C_0 puede determinarse a partir de lo siguiente:

$$C_0 = s_0 \times P_0$$

Donde:

C_0 = capacidad de carga estática básica [kN]

P_0 = carga estática equivalente del rodamiento [kN]

s_0 = factor de seguridad estática

En la Tabla 11 del catálogo de rodamientos de SKF puede obtenerse el factor de seguridad estática s_0 .

Tabla 5. 6. Valores para el factor de seguridad estática s_0 .

Tabla 11

Valores orientativos para el factor de seguridad estática s_0

| Tipo de funcionamiento | Rodamientos giratorios Requisitos de rendimiento (p. ej., funcionamiento silencioso o funcionamiento sin vibraciones) sin importancia | | | | | | Rodamientos fijos | |
|---|---|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|
| | normal | | sup. | | | | | |
| | Rodamientos de bolas | Rodamientos de rodillos | Rodamientos de bolas | Rodamientos de rodillos | Rodamientos de bolas | Rodamientos de rodillos | Rodamientos de bolas | Rodamientos de rodillos |
| Suave, sin vibración | 0,5 | 1 | 1 | 1,5 | 2 | 3 | 0,4 | 0,8 |
| Normal | 0,5 | 1 | 1 | 1,5 | 2 | 3,5 | 0,5 | 1 |
| Cargas de choque pronunciadas ¹⁾ | $\geq 1,5$ | $\geq 2,5$ | $\geq 1,5$ | ≥ 3 | ≥ 2 | ≥ 4 | ≥ 1 | ≥ 2 |

Entonces:

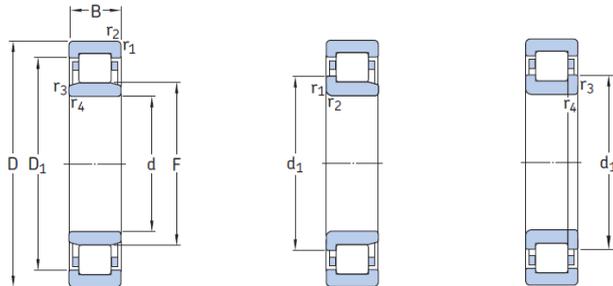
Carga estática del rodamiento: $P_0 = \frac{9.8}{1000} \times 2 \times 915 \text{ kg} = 18.6 \text{ kN}$

Factor de seguridad estática: $s_0 = 1.5$

Capacidad de carga estática básica: $C_0 = s_0 \times P_0 = 27.9 \text{ kN}$

El rodamiento seleccionado es el UN 206 EPC, cuyas características se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 5. 7. Rodamiento seleccionado



| Dimensiones principales | NU | | NJ | | NUP | | Masa | Designaciones Rodamiento con jaula estándar | |
|-------------------------|----|------|------|------|----------------|----------------|--------|---|-------------------------|
| | d | D | B | C | C ₀ | P _u | | | Velocidad de referencia |
| mm | kN | | kN | | r. p. m. | | kg | - | |
| 25 cont: | 52 | 18 | 34,1 | 34 | 4,25 | 14 000 | 16 000 | 0,16 | NU 2205 ECP |
| | 52 | 18 | 34,1 | 34 | 4,25 | 14 000 | 16 000 | 0,17 | NJ 2205 ECP |
| | 52 | 18 | 34,1 | 34 | 4,25 | 14 000 | 16 000 | 0,17 | NUP 2205 ECP |
| 62 | 17 | 46,5 | 36,5 | 36,5 | 4,55 | 12 000 | 15 000 | 0,23 | * NU 305 ECP |
| | 17 | 46,5 | 36,5 | 36,5 | 4,55 | 12 000 | 15 000 | 0,24 | * NJ 305 ECP |
| | 17 | 46,5 | 36,5 | 36,5 | 4,55 | 12 000 | 15 000 | 0,25 | * NUP 305 ECP |
| | 17 | 46,5 | 36,5 | 36,5 | 4,55 | 12 000 | 15 000 | 0,24 | * N 305 ECP |
| 62 | 24 | 64 | 55 | 55 | 6,95 | 12 000 | 15 000 | 0,34 | * NU 2305 ECP |
| | 24 | 64 | 55 | 55 | 6,95 | 12 000 | 15 000 | 0,35 | * NJ 2305 ECP |
| | 24 | 64 | 55 | 55 | 6,95 | 12 000 | 15 000 | 0,36 | * NUP 2305 ECP |
| 30 | 55 | 13 | 17,9 | 17,3 | 1,86 | 15 000 | 15 000 | 0,12 | NU 1006 |
| | 62 | 16 | 44 | 36,5 | 4,5 | 13 000 | 14 000 | 0,2 | * NU 206 ECP |
| | 62 | 16 | 44 | 36,5 | 4,5 | 13 000 | 14 000 | 0,21 | * NJ 206 ECP |
| | 62 | 16 | 44 | 36,5 | 4,5 | 13 000 | 14 000 | 0,21 | * NUP 206 ECP |
| | 62 | 16 | 44 | 36,5 | 4,5 | 13 000 | 14 000 | 0,2 | * N 206 ECP |

A continuación, se muestra la polea con el rodamiento ya montado:

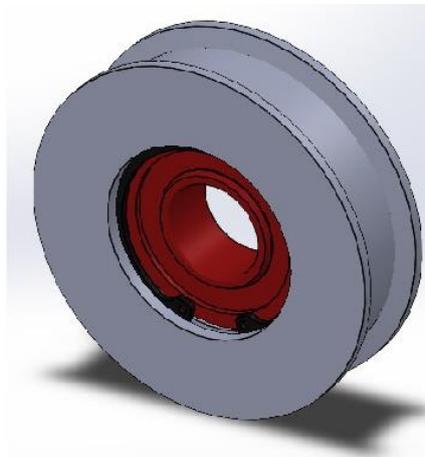


Figura 5. 32. Polea

5.11. Perno de anclaje

De acuerdo con la norma internacional ISO 4347, cualquier perno de anclaje debe ser al menos tan resistente como la cadena a la que está montada. Cualquier factor de seguridad adicional que se aplique a la cadena, por lo tanto, también se aplicará al perno.

Los pernos de anclaje deberían idealmente diseñarse de modo que el tirón de la cadena pase directamente a través de la línea central axial del perno. Esto es para evitar cualquier problema con las tensiones de flexión o cizallamiento en la parte roscada del perno.

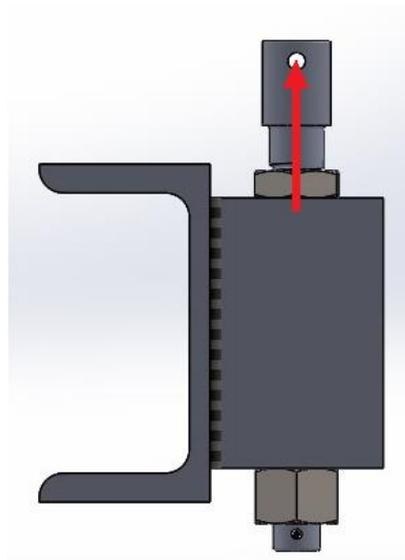


Figura 5. 33. Perno de anclaje

Material: SAE 4140 templado y revenido

Límite de fluencia: $s_y = 10962 \text{ kg/cm}^2$

Tensión de diseño en tensión: $s_d = \frac{s_y}{1.75} = 6264 \text{ kg/cm}^2$

Límite de fluencia en cortante: $s_{ys} = 0.6 \times s_y = 6577 \text{ kg/cm}^2$

Tensión de diseño en cortante: $s_{ds} = \frac{s_{ys}}{1.75} = 3758 \text{ kg/cm}^2$

Fuerza máxima: $F = 4540 \text{ kg}$

Verificación de la parte roscada (M16):

Área de esfuerzo de tensión: $A_s = 1.57 \text{ cm}^2$

Tensión de trabajo: $s_t = \frac{F}{A_s} = 5783 \text{ kg/cm}^2 \leq s_d$

Verificación a tracción de la horquilla:

Área a tracción: $A = 1.91 \text{ cm}^2$

Tensión de trabajo: $s_t = \frac{F}{A} = 2377 \text{ kg/cm}^2 \leq s_d$

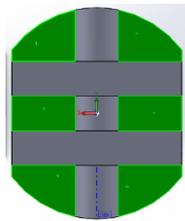


Figura 5. 34. Área sometida a tracción

Verificación a aplastamiento de la horquilla:

Área sometida a compresión: $A = 0.8 \text{ cm}^2$

Tensión de trabajo: $s_c = \frac{F}{A} = 5675 \text{ kg/cm}^2 \leq s_d$

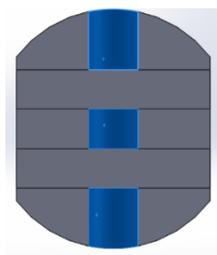


Figura 5. 35. Área sometida a compresión

Verificación a corte de la horquilla:

Área sometida a cortante: $A = 1.96 \text{ cm}^2$

Tensión de trabajo: $s_s = \frac{F}{A} = 2316 \text{ kg/cm}^2 \leq s_{ds}$

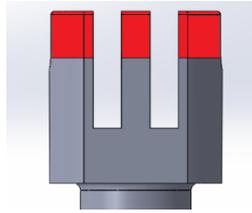


Figura 5. 36. Área sometida a cortante

El perno debe fijarse al tercer tramo y a la base del sistema de elevación, para tal fin se dispone de un perfil UPN 100 soldado a una barra cuadrada de 38.1 mm (1 ½”) de lado.

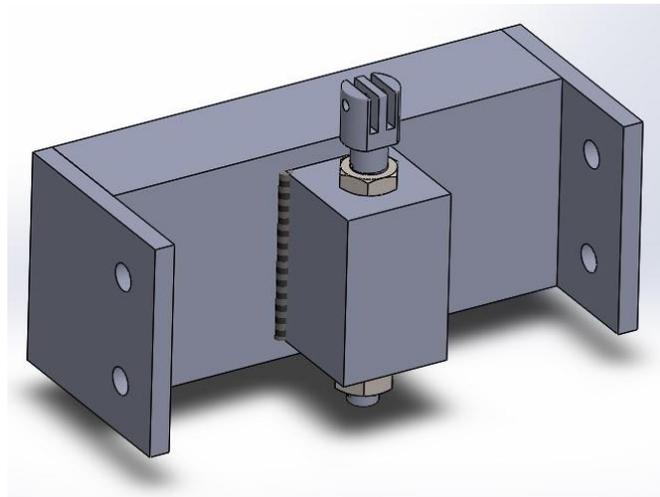


Figura 5. 37. Montaje del perno de anclaje

Se verificará que no se produzca el colapso de la pieza al aplicar 4540 kg.

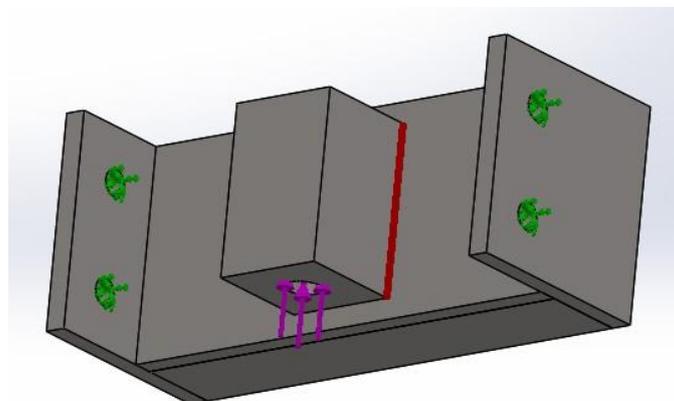


Figura 5. 38. Cargas y sujeciones

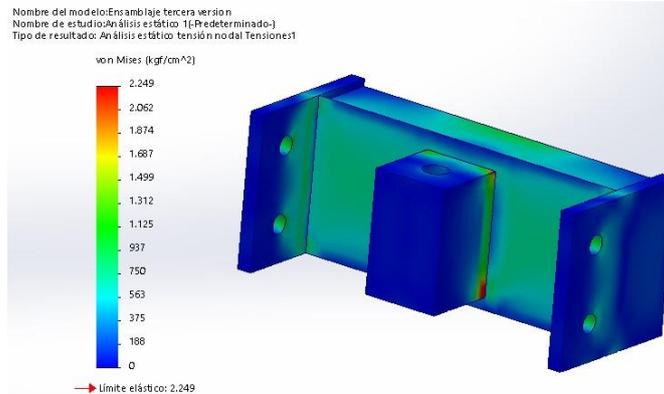


Figura 5. 39. Tensiones Von Mises. Anclaje de cadena

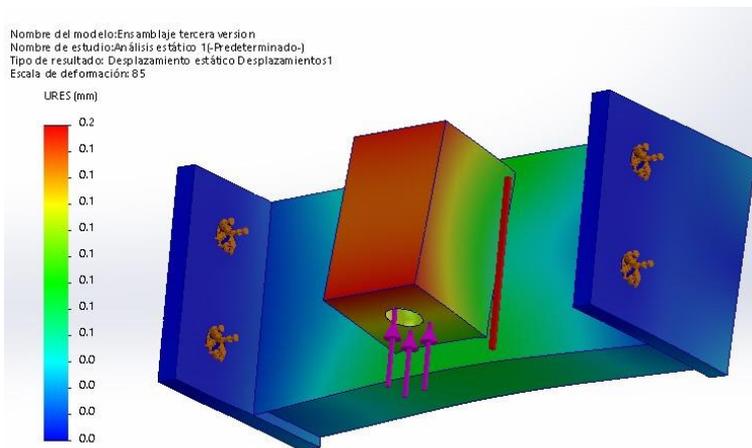


Figura 5. 40. Desplazamientos. Anclaje de cadena

En el estudio podemos ver que se produce la plastificación en ciertos puntos en donde las tensiones son mayores. Los puntos de esta zona plastificada tienden a fluir hasta una deformación infinita, pero esta zona sólo abarca una pequeña parte de la sección resistente de la pieza, con lo que la mayor parte de la sección sigue por debajo de la tensión de fluencia y por tanto en régimen elástico y con pequeñas deformaciones. Así, si se analiza la sección resistente en su conjunto, una pequeña parte tiende a la deformación plástica e infinita, pero el resto de la sección sólo presenta una deformación elástica y pequeña, “reteniendo” a las zonas plastificadas en su lugar.

Dicho de otra forma, las deformaciones pequeñas y elásticas “se imponen” a las deformaciones infinitas y plásticas, asegurando de esta forma que la

sección se deforme poco y elásticamente, evitando así el fallo de la sección y por consiguiente de la pieza (en la Figura 5.40. podemos observar que las deformaciones son del orden de las décimas de milímetro). Evidentemente, esto sólo es válido en tanto en cuanto la zona plastificada sólo ocupe una pequeña fracción de la sección resistente: cuanto mayor sea la zona plastificada, mayor tenderá la pieza a deformarse mucho y de forma plástica.

Cálculo del lado necesario de los cordones de soldadura

Al ser sometidas a fuerzas hasta su rotura las soldaduras de filete fallan por corte según un plano aproximadamente a 45° a través de la garganta. Es por ello que se toma el área de ese plano como área efectiva. Para realizar el cálculo los filetes se suponen de lado unitario, por lo tanto, el espesor efectivo de la garganta será:

Filetes de lado unitario: $d = 1 \text{ cm}$

Espesor efectivo de garganta: $e_g = 0.707 \times d = 0.707 \text{ cm}$

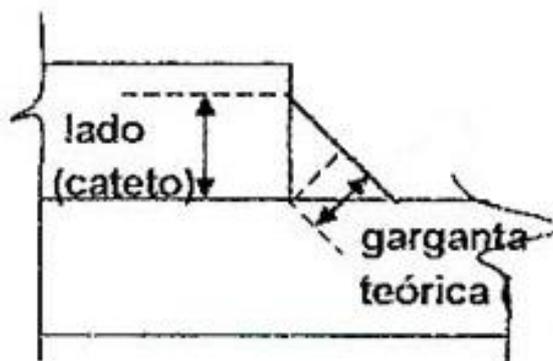


Figura 5. 41. Lado y garganta teórica del filete

Se considera que la unión deberá soportar la fuerza máxima que es capaz de resistir la cadena, 4540 kg. Además, los filetes están sometidos a esfuerzos de corte y flexión.

El alambre para soldadura a utilizar es el AWS ER 70 S-6.

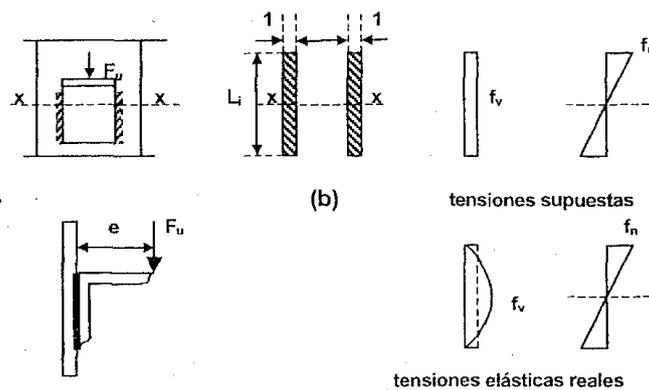


Figura 5. 42. Filetes de soldadura sometidos a corte y flexión

| | |
|-------------------------------|--|
| Fuerza: | $F_u = 4540 \text{ kg}$ |
| Alambre para soldadura: | AWS ER 70 S-6 |
| Límite elástico: | $F_{EXX} = 4283 \text{ kg/cm}^2$ |
| Longitud total de filetes: | $L_t = 2 \times 8 \text{ cm} = 16 \text{ cm}$ |
| Área efectiva: | $A_w = L_t \times e_g = 11.31 \text{ cm}^2$ |
| Módulo resistente: | $S_w = 2 \times \frac{e_g \times 8^2}{6} = 15.08 \text{ cm}^3$ |
| Tensión por corte: | $f_v = \frac{F_u}{A_w} = 642 \text{ kg/cm}^2$ |
| Tensión por flexión: | $f_n = \frac{F_u \times 2.54 \text{ cm}}{s_w} = 765 \text{ kg/cm}^2$ |
| Tensión resultante: | $f_{res} = \sqrt{f_v^2 + f_n^2} = 1000 \text{ kg/cm}^2$ |
| Factor de resistencia: | $\phi = 0.6$ |
| Resistencia nominal: | $F_w = 0.6 \times F_{EXX} = 2570 \text{ kg/cm}^2$ |
| Tensión resistente de diseño: | $F_d = \phi \times F_w = 1542 \text{ kg/cm}^2$ |
| Lado necesario de filete: | $d_{nec} = \frac{f_{res}}{F_d} = 0.65 \text{ cm}$ |

Finalmente se adopta un filete de 7 mm de lado para los cordones de soldadura. Por lo tanto, el espesor efectivo de la garganta será

$$e_g = 0.707 \times 7 \text{ mm} = 4.9 \text{ mm}$$

Verificación de los bulones:

El anclaje de la cadena va fijado con cuatro bulones al tercer tramo del sistema de elevación. A continuación, se dimensionarán los mismos.

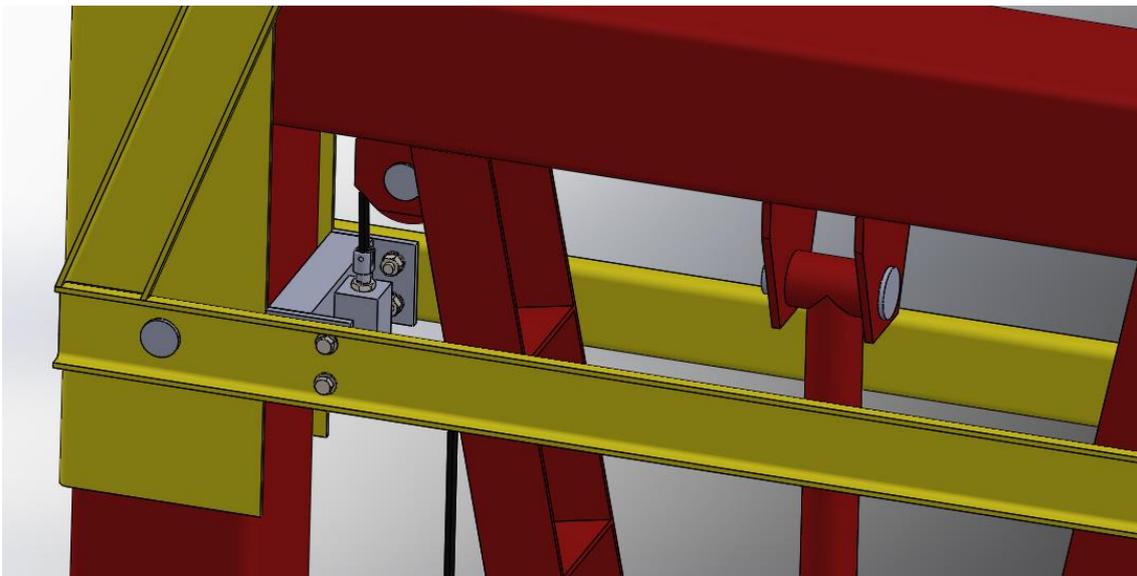


Figura 5. 43. Montaje del perno de anclaje en el sistema de elevación

| | |
|---------------------------------|--|
| Fuerza cortante: | $F = \frac{4540}{4} = 1135 \text{ kg}$ |
| Calidad del bulón: | 8.8 |
| Rosca | M12 × 1.75 mm |
| Área de esfuerzo: | $A = 0.843 \text{ cm}^2$ |
| Resistencia a la fluencia | $s_y = 6526 \text{ kg/cm}^2$ |
| Límite de fluencia en cortante: | $s_{ys} = 0.6 \times s_y = 3916 \text{ kg/cm}^2$ |
| Tensión de diseño en cortante: | $s_{ds} = \frac{s_{ys}}{2} = 1958 \text{ kg/cm}^2$ |



Tensión de trabajo:
$$s_s = \frac{F}{A} = 1346 \text{ kg/cm}^2 \leq s_{ds}$$

Se considera satisfactorio utilizar cuatro bulones M12 de calidad 8.8.

6.12. Selección del actuador hidráulico

Para su selección se tiene en cuenta que el sistema de impulsión diferencial duplica la carga que debe ejercer el cilindro, por lo que se considera que cada uno de los cilindros se encuentra sometido a la carga total de elevación (Tabla 5.3.). Además, debe sumarse el peso propio del segundo tramo cuyo valor es 300 kg.

Carga de pandeo:
$$F = 3804 + 300 = 4104 \text{ kg}$$

Longitud:
$$L = 362 \text{ cm}$$

Longitud libre de pandeo:
$$L_p = \frac{L}{1,2} = 302 \text{ cm}$$

Módulo de elasticidad:
$$E = 2100000 \text{ kg/cm}^2$$

Diámetro del vástago:
$$D_v = 5,08 \text{ cm (2")}$$

Momento de Inercia:
$$I = \frac{\pi \times D_v^4}{64} = 32,7 \text{ cm}^4$$

Carga Crítica:
$$F_c = \frac{\pi^2 \times E \times I}{3,5 \times L_p^2} = 2123 < F \rightarrow \text{NO VERIFICA}$$

Debido a que el vástago de 2" no verifica, se procede con el vástago inmediatamente superior:

Diámetro del vástago:
$$D_v = 6,35 \text{ cm (2,5")}$$

Momento de Inercia:
$$I = \frac{\pi \times D_v^4}{64} = 79,8 \text{ cm}^4$$

Carga Crítica:
$$F_c = \frac{\pi^2 \times E \times I}{3,5 \times L_p^2} = 5181 \text{ kg} > F \rightarrow \text{VERIFICA}$$

Presión Max:
$$P = 150 \text{ kg/cm}^2$$

Diámetro del cilindro:
$$D_c = 10,16 \text{ cm (4")}$$

Presión de trabajo:
$$P_{real} = \frac{F}{\frac{\pi \times D_c^2}{4}} = 51 \text{ kg/cm}^2 < P \rightarrow \text{VERIFICA}$$

Las dimensiones generales del cilindro hidráulico seleccionado se muestran en el anexo.

Una vez seleccionado el mismo se verificará que la estructura soporte las cargas de elevación:

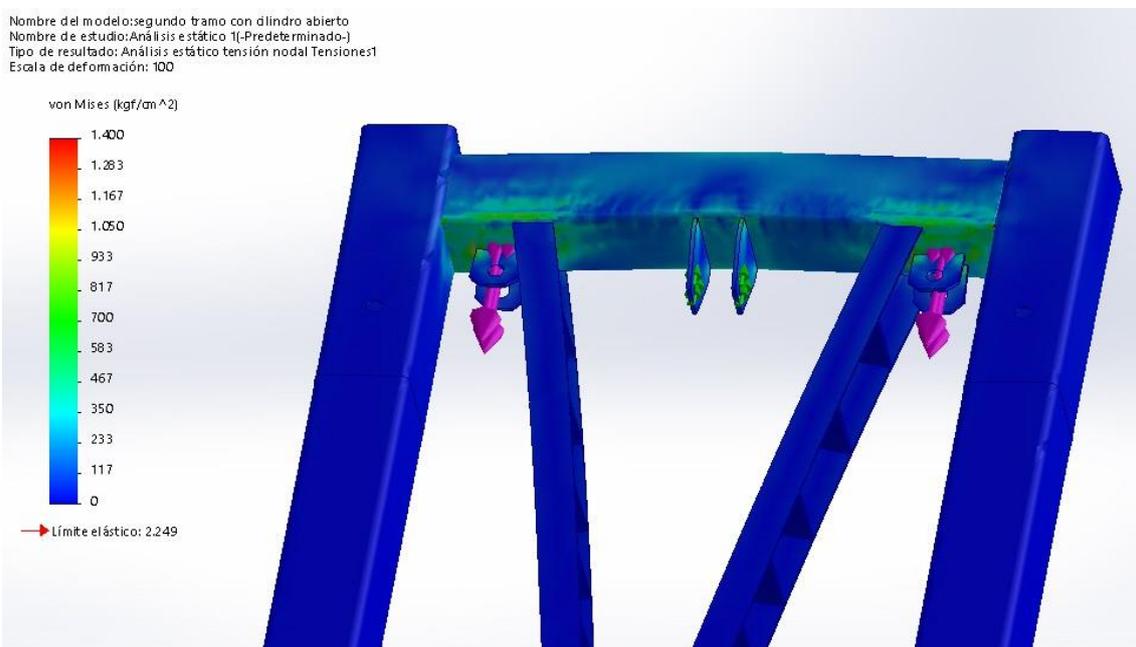


Figura 5. 44. Tensiones Von Mises. Segundo tramo en condiciones de elevación.

Como se puede observar en el estudio estático no se producen tensiones que comprometan la integridad de la estructura.

Capítulo 6: Piso del escenario

6.1. Descripción

El piso del escenario se compone al igual que el techo de tres partes, una central solidaria al chasis del semirremolque y dos rebatibles. Los paneles laterales, que se rebaten hacia arriba al momento de plegar el escenario. Se encuentran abisagrados al piso central y por el otro extremo soportados por sistemas tubulares multidireccionales.

Todo el piso del escenario deberá soportar una carga $W = 300 \text{ kg/m}^2$.

Para la estructura se selecciona un tubo rectangular de 100 x 40 de 2.5 mm de espesor. Los travesaños estarán separados 700 mm como máximo. A continuación, se muestran las medidas exteriores de los paneles:

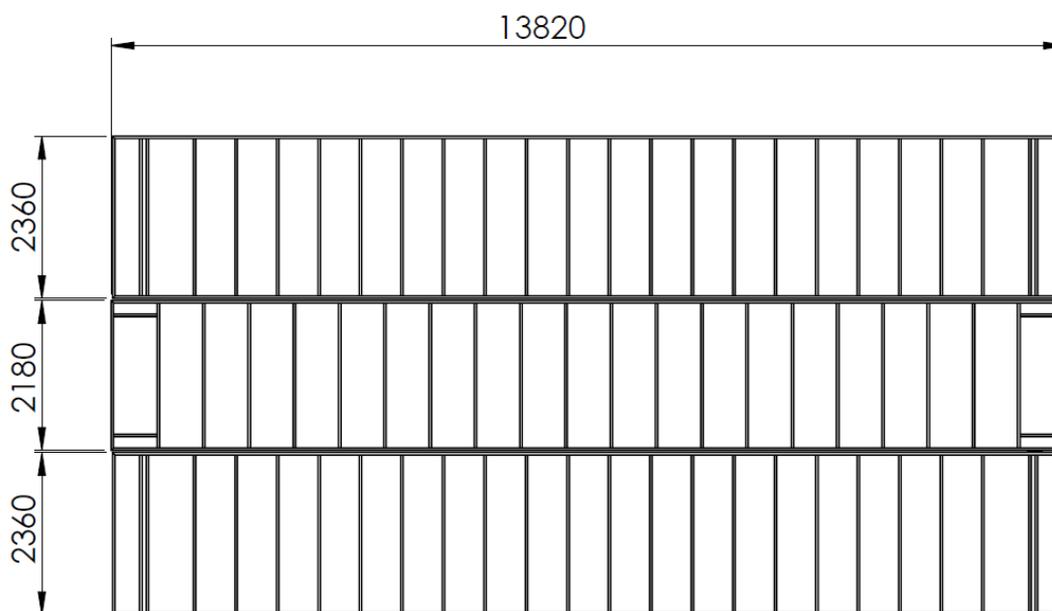


Figura 6. 1. Dimensiones del piso del escenario

6.2. Verificación de los travesaños de los paneles rebatibles.

Para la verificación de los travesaños de los paneles rebatibles se considera que el área efectiva sobre cada uno de los mismos es:

Área efectiva: $A = 2.36 \text{ m} \times 0.7 \text{ m} = 1.652 \text{ m}^2$

Por lo tanto, la fuerza uniformemente distribuida que actúa sobre cada travesaño es:

Fuerza: $F = W \times A = 300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 1.652 \text{ m}^2 = 496 \text{ kg}$

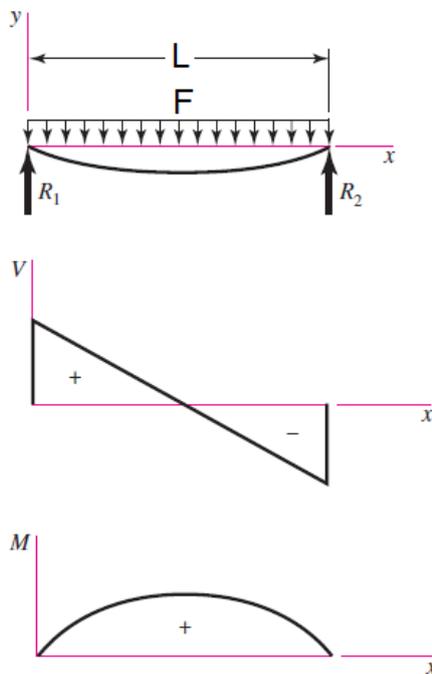


Figura 6. 2. Diagramas para viga de apoyos simple y carga uniforme

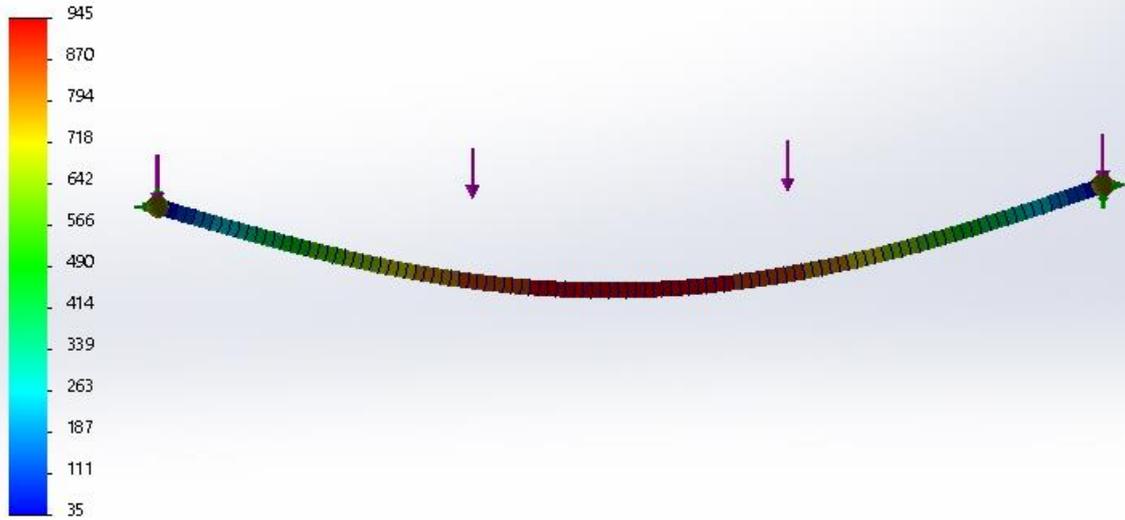
Mediante un estudio estático se verificará que las tensiones no superen el límite elástico, y que los desplazamientos sean admisibles.

Para un valor máximo de flecha/luz de 300, el desplazamiento máximo admisible es de $2360/300 = 7.9 \text{ mm}$.

En las siguientes Figuras se muestran los diagramas de tensiones y desplazamientos que dio como resultado el estudio estático.

Nombre del modelo: piso lateral calculo
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado<Como mecanizada>-)
 Tipo de resultado: Tensión axial y de flexión en el límite superior Tensiones1
 Escala de deformación: 44.95

Tensión axial y de flexión en el límite superior (kgf/cm²)



↳ Límite elástico: 2,249

Figura 6. 3. Tensiones

Nombre del modelo: piso lateral calculo
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado<Como mecanizada>-)
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
 Escala de deformación: 44.95

URES (mm)

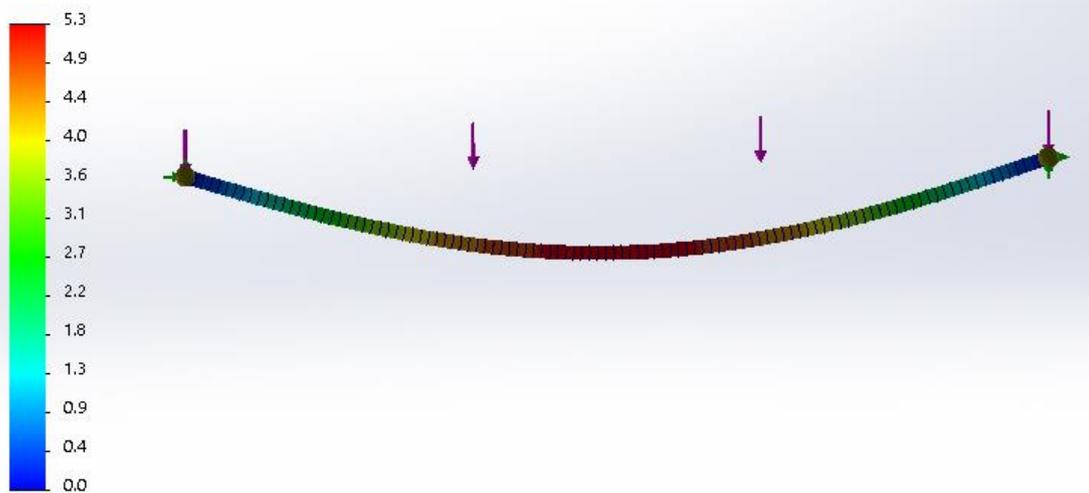


Figura 6. 4. Desplazamientos



La máxima tensión que se obtuvo fue 945 kg/cm², mientras que el desplazamiento máximo fue de 5.3 mm. Ambos valores son satisfactorios, por lo que la pieza verifica tanto en resistencia como en deformación.

6.3. Verificación de los travesaños del panel central.

Para la verificación de los travesaños del panel central se considera que el área efectiva sobre cada uno de los mismos es:

Área efectiva: $A = 2.18 \text{ m} \times 0.7 \text{ m} = 1.526 \text{ m}^2$

Por lo tanto, la fuerza uniformemente distribuida (magenta) que actúa sobre cada travesaño es:

Fuerza distribuida: $F = W \times A = 300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 1.526 \text{ m}^2 = 458 \text{ kg}$

Debido a que los paneles rebatibles se encuentran articulados al panel central, se considera que transfieren la mitad de la carga de cada uno al panel central. Por lo tanto, se aplica una fuerza puntual (rojo) de $496 \text{ kg} / 2 = 248 \text{ kg}$. En cada extremo del travesaño.

Además, se considera que la viga se encuentra apoyada (verde) sobre las vigas principales del bastidor del semirremolque.

Mediante un estudio estático se verificará que las tensiones no superen el límite elástico, y que los desplazamientos sean admisibles.

Para un valor máximo de flecha/luz de 300, el desplazamiento máximo admisible es de $2180/300 = 7.3 \text{ mm}$.

En las siguientes Figuras se muestran los diagramas de momento flector, tensiones y desplazamientos que dio como resultado el estudio estático.

Nombre del modelo: Pieza2
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado< Como mecanizada>-)
 Tipo de resultado: Trazado de módulos cortantes-momentos1

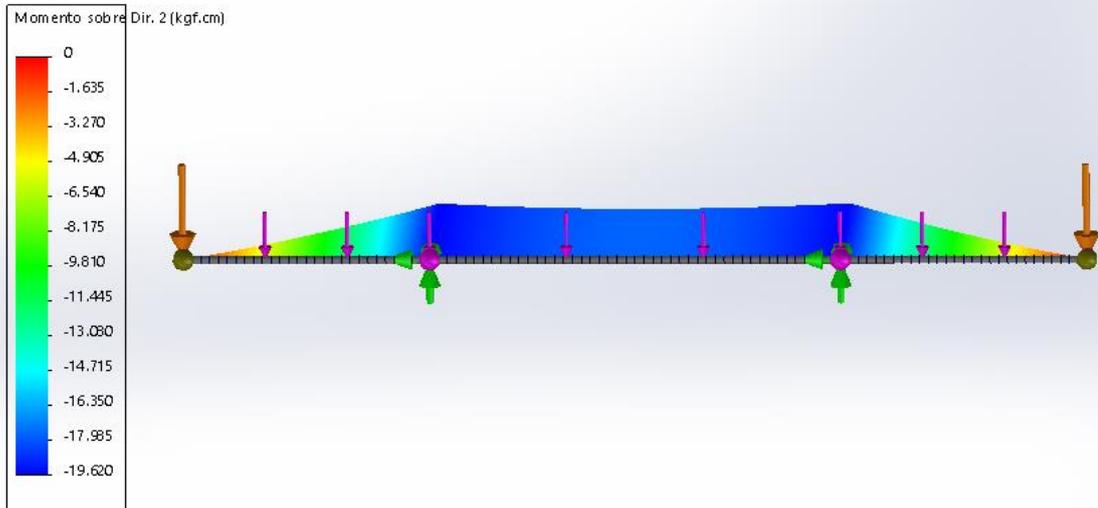


Figura 6. 5. Diagrama de momento flector

El máximo momento flector tiene lugar en los apoyos de la viga y tiene un módulo de 19620 kg.cm.

Nombre del modelo: Pieza2
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado< Como mecanizada>-)
 Tipo de resultado: Tensión axial y de flexión en el límite superior Tensiones1

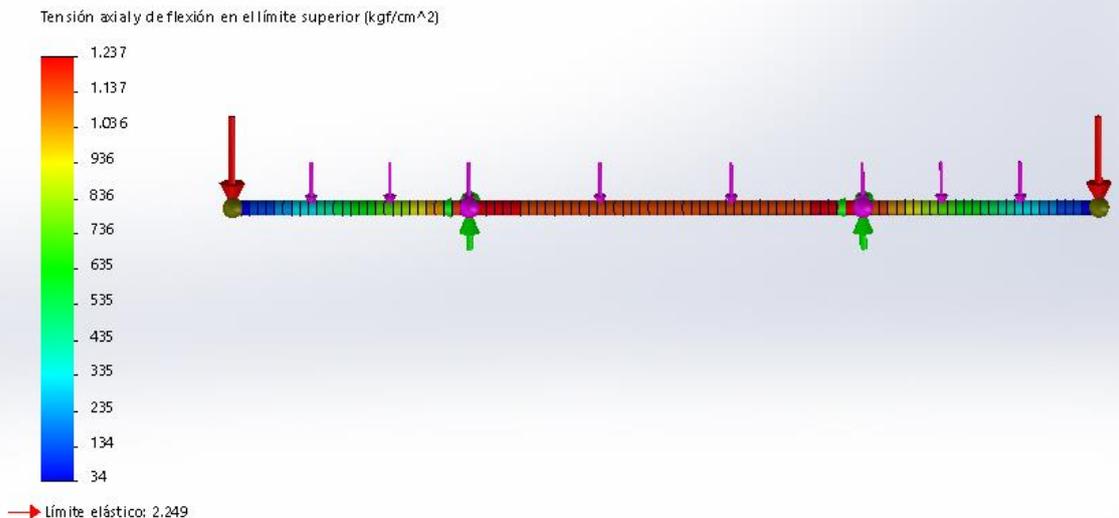


Figura 6. 6. Tensiones

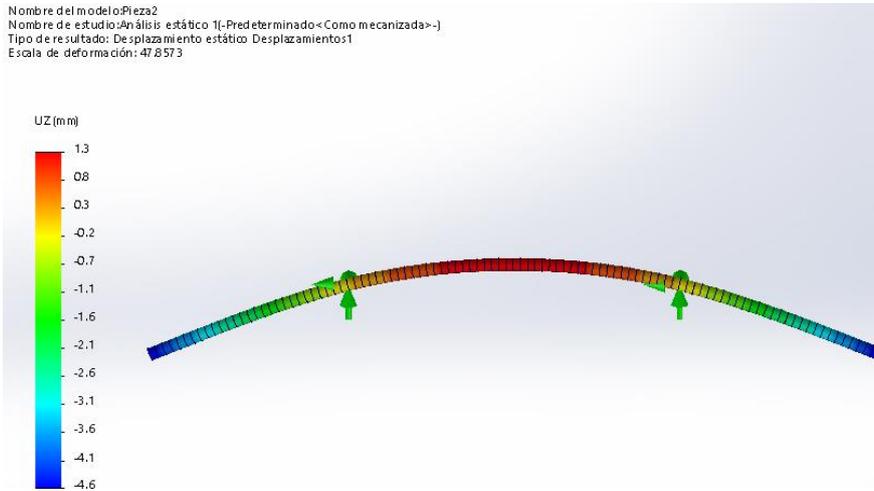


Figura 6. 7. Desplazamientos

La máxima tensión que se obtuvo fue 1237 kg/cm^2 , mientras que el desplazamiento máximo fue de 1.3 mm . Ambos valores son satisfactorios, por lo que la pieza verifica tanto en resistencia como en deformación.

6.4. Actuador hidráulico del piso rebatible.

Los pisos rebatibles se rebaten mediante a dos actuadores conectados a cada panel. Esta operación se caracteriza por someter a tracción a los cilindros hidráulicos.

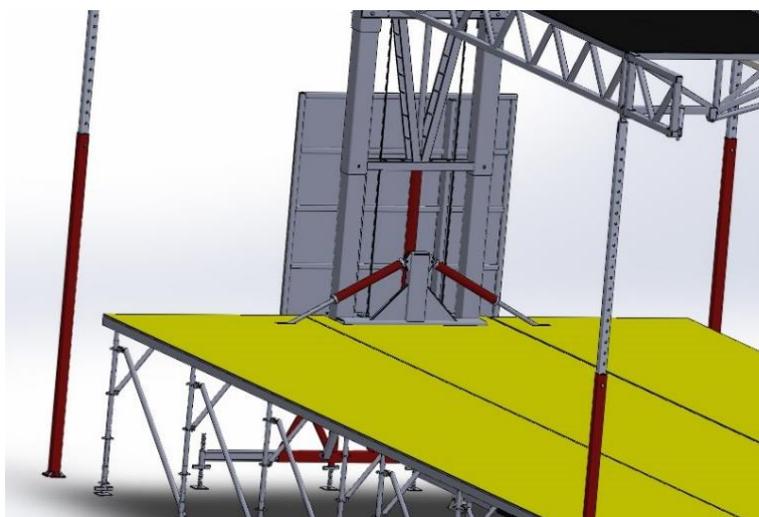


Figura 6. 8. Piso del escenario

Para calcular la fuerza necesaria para rebatir el panel debemos conocer primero el peso propio del mismo. Sobre la estructura del panel se colocarán placas de material fenólico plastificado de 18 mm de espesor.

Tabla 6. 1. Peso de cada panel rebatible

| Área de fenólico laminado | Peso por metro cuadrado | Peso total |
|---------------------------|-------------------------|------------|
| 32.6 m ² | 11.5 kg/m ² | 375 kg |

| Largo total tubo 100x40x2.5 | Peso por metro | Peso total |
|-----------------------------|----------------|------------|
| 89 m | 5.215 kg/m | 465 kg |

| | |
|------------------------------|---------------|
| Peso de todo el panel | 840 kg |
|------------------------------|---------------|

Cálculo de la fuerza ejercida por el cilindro hidráulico

Para obtener la fuerza que debe realizar cada actuador para rebatir el panel se realizará una sumatoria de momento con respecto a la articulación “A”.

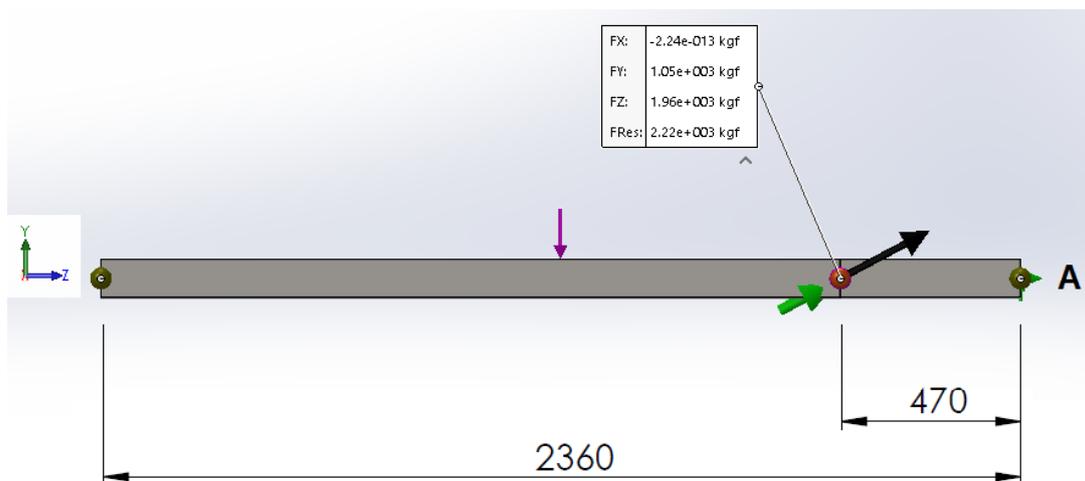


Figura 6. 9. Fuerza ejercida por el cilindro hidráulico

$$\sum M_A = 420 \text{ kg} \times \frac{2360 \text{ mm}}{2} - FY \times 470 \text{ mm} = 0 \Rightarrow FY = 1055$$

Cuando el piso rebatible está en posición horizontal el cilindro hidráulico forma un ángulo de 28.3° sobre el plano del mismo. Entonces:

$$\text{sen}(28.3^\circ) = \frac{FY}{FRes} \Rightarrow FRes = 2225 \text{ kg}$$

Valor que coincide con el obtenido mediante el estudio estático en la Figura 6.9.

Cilindros compensados

Este diseño es de gran utilidad en los casos donde resulta necesario efectuar la apertura de los cilindros exactamente al mismo tiempo, para ello los mismo deben conectarse en serie, siempre de distinto tamaño y en forma correlativa. Ahora procedemos a demostrar que la presión de la bomba debe superar la carga que actúa sobre ambos cilindros teniendo en cuenta que para este caso los cilindros trabajan al cerrarse.

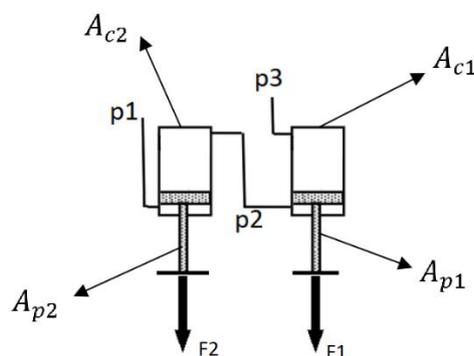


Figura 6. 10. Presiones en cilindros hidráulicos conectados en serie

$$F1 = p2 \times (A_{c1} - A_{p1}) - p3 \times A_{c1}$$

$$F2 = p1 \times (A_{c2} - A_{p2}) - p2 \times A_{c2}$$



Si los cilindros están sincronizados entonces tenemos que $A_{c1} - A_{p1} = A_{c2}$, además podemos suponer que $p3 = 0$:

$$p2 = \frac{F1}{A_{c2}}$$
$$p1 = \frac{p2 \times A_{c2} + F2}{A_{c2} - A_{p2}}$$

Remplazando:

$$p1 = \frac{F1 + F2}{A_{c2} - A_{p2}}$$

Ahora se procede a la verificación del cilindro menor que se ha propuesto:

Carga: $F = F1 + F2 = 2 \times 2225 \text{ kg} = 4450$

Diámetro del vástago: $D_v = 3,81 \text{ cm} (1,5")$

Diámetro del cilindro: $D_{c2} = 7,62 \text{ cm} (3")$

Áreas: $A_p = 11,4 \text{ cm}^2$

$$A_{c2} = 45,6 \text{ cm}^2$$

Presión Max: $P = 150 \text{ kg/cm}^2$

Presión de trabajo:

$$P_{real} = \frac{F}{A_{c2} - A_p} = 130 \text{ kg/cm}^2 < P \rightarrow \text{VERIFICA}$$

Para que los cilindros sean compensados:

$$A_{c1} - A_p = A_{c2} = 45,6 \text{ cm}^2$$

En el anexo se muestran las dimensiones generales del cilindro hidráulico.

6.5. Columna soporte de cilindros

Los cilindros hidráulicos de cada lado de ambos paneles rebatibles están articulados a una columna de soporte. La misma tiene una sección de 210 x 120 mm, una altura de 750 mm y está fabricada con chapa de 6.35 mm (1/4") de espesor. Se diseñaron nervios de refuerzos fabricados también con chapa de 6.35 mm de espesor.

Primero se realizará un estudio estático para verificar que no se produzca el colapso de la estructura al actuar un solo cilindro. La fuerza aplicada es 2225 kg (Figura 6.9.).

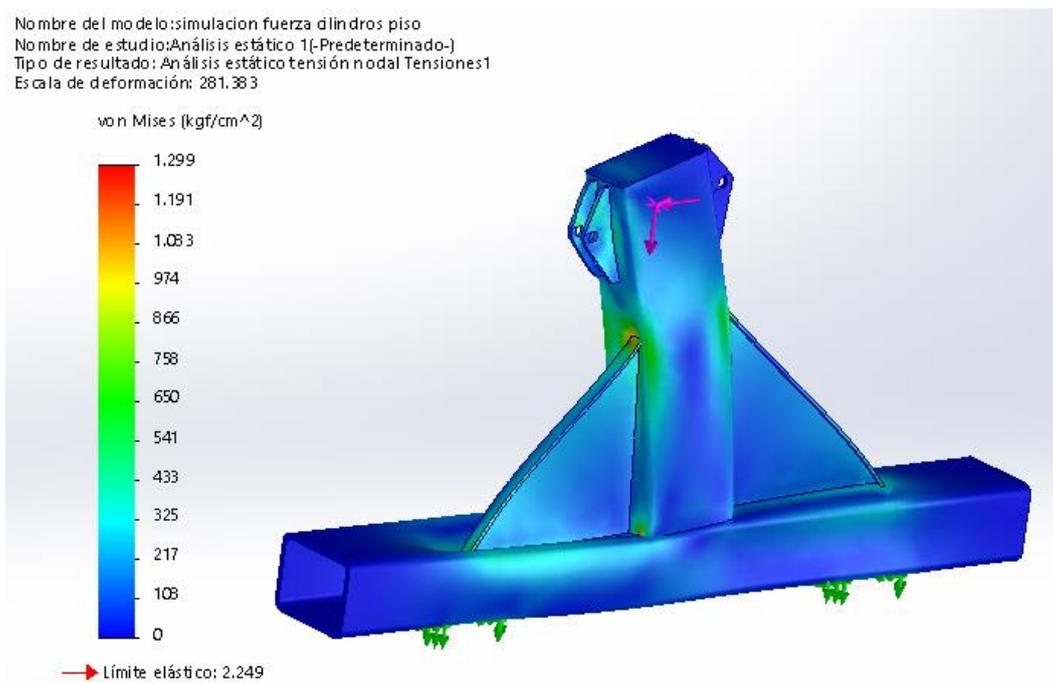


Figura 6. 11. Tensiones actuando un solo cilindro

El estudio permitió verificar que no se producen tensiones por encima del límite elástico del material. A continuación, se muestra la gráfica de desplazamientos:

Nombre del modelo: simulacion fuerza d cilindros piso
 Nombre de estudio: Análisis estático 1[-Predeterminado-]
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
 Escala de deformación: 281,383

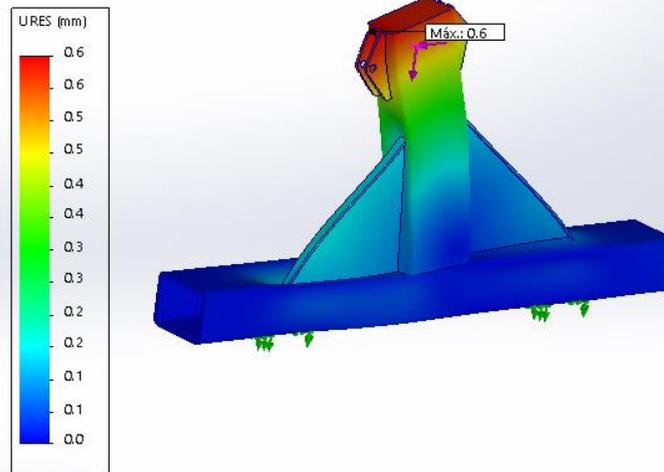


Figura 6. 12. Desplazamientos actuando un solo cilindro

El máximo desplazamiento en la pieza es de 0.2 mm, por lo que el diseño también es satisfactorio en cuanto a deformación.

Como estudio secundario se realizó una verificación a pandeo que dio como resultado un factor de carga de 18.

Nombre del modelo: simulacion fuerza d cilindros piso
 Nombre de estudio: Pandeo 1[-Predeterminado-]
 Tipo de resultado: Pandeo Amplitud2
 Forma modal: 2 Factor de carga = 18,141
 Escala de deformación: 92,5003

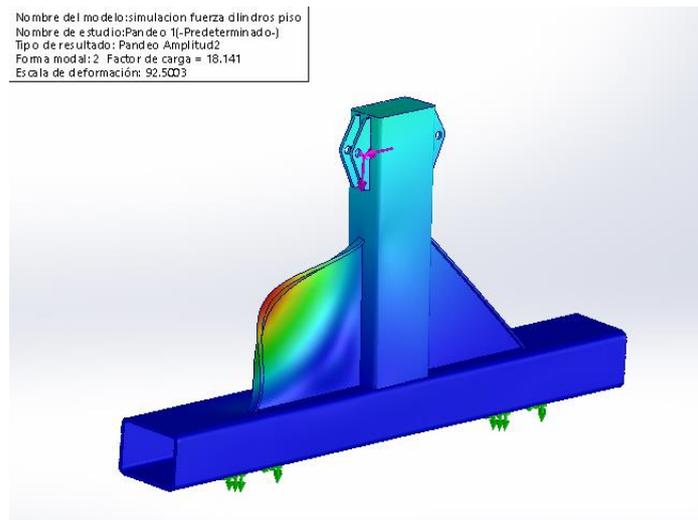


Figura 6. 13. Estudio de pandeo actuando un solo cilindro

El estudio indica que si las cargas fueran 18 veces mayores se produciría pandeo en el nervio de refuerzo.

Además, se verificará la columna teniendo en cuenta que los dos cilindros pueden actuar simultáneamente:

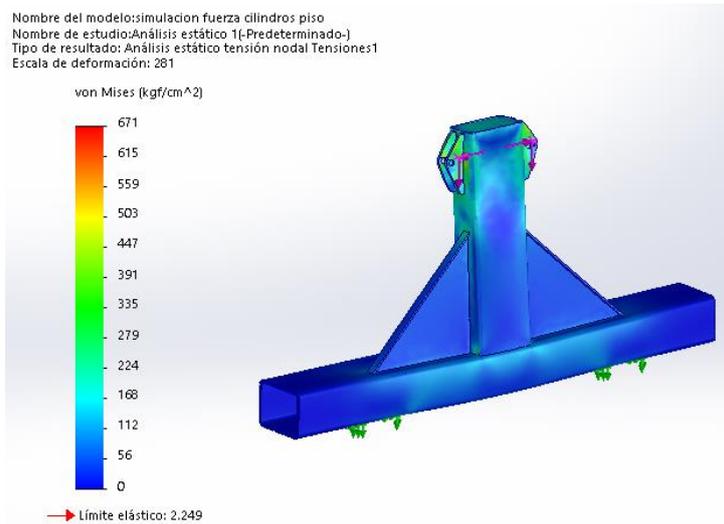


Figura 6. 14. Tensiones actuando ambos cilindros

Como puede observarse en el estudio estático no se producen tensiones por encima del límite elástico del material.

Capítulo 7: Chasis

7.1. Descripción

La estructura del semirremolque, está compuesta por dos vigas centrales de perfil doble T conectadas por travesaños. El alma de dicho perfil tendrá un espesor de 6 mm y las dimensiones del ala serán 127 x 9.52 mm.

Las dimensiones de la viga principal se detallan a continuación:

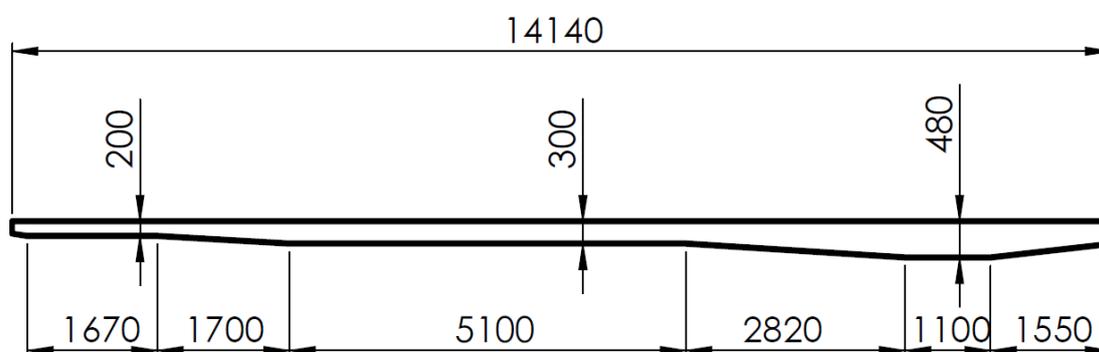


Figura 7. 1. Dimensiones de las vigas principales

7.2. Aceros MLC

Los aceros MLC para conformado en frío son sometidos a un proceso de laminado donde los procesos de calentamiento, laminación y enfriamiento son cuidadosamente controlados.

El análisis químico, además de un bajo contenido de carbono y de manganeso ajustados, tiene un agregado preciso de elementos refinadores de grano tales como niobio, titanio o vanadio. Esto, junto con una microestructura limpia, hace de los aceros MLC una alternativa competitiva para productos conformados en frío y soldados.

Los grados de alta resistencia son usados en aplicaciones que requieran un adecuado balance entre resistencia, ductilidad y soldabilidad; tales como chasis, ruedas y partes de suspensiones. En estas aplicaciones, una mayor

resistencia permite una reducción de peso y/o incrementar la carga de trabajo. Como resultado de esto el costo total puede ser reducido.

A continuación, se muestran las propiedades mecánicas del acero MLC 420 elegido para la fabricación del chasis del semirremolque y a modo comparativo, las propiedades de la chapa comercial.

Tabla 7. 1. Propiedades de la chapa comercial

| Material | Chapa comercial |
|-----------------------------|-----------------|
| Tensión de fluencia [MPa] | 200 |
| E [GPa] | 200 |
| G [GPa] | 80 |
| ν (Poisson ratio) | 0,3 |
| ρ [kg/m ³] | 7829 |

Tabla 7. 2. Propiedades del acero MLC420

| Material | Acero MLC420 |
|-----------------------------|--------------|
| Tensión de fluencia [MPa] | 420 – 540 |
| Tensión de rotura [MPa] | 480 – 630 |
| E [GPa] | 200 |
| G [GPa] | 80 |
| ν (Poisson ratio) | 0.3 |
| ρ [kg/m ³] | 7829 |

7.3. Determinación de las cargas

El semirremolque contará con un eje con ruedas duales, por lo tanto, la distribución de cargas será como se muestra en la siguiente imagen:



Figura 7. 2. Cargas máximas por eje

Tabla 7. 3. Cargas

| | |
|---------------------------------------|----------|
| Tara estimada del semirremolque | 9500 kg |
| Tara estimada del camión | 7000 kg |
| Carga legal estimada | 10500 kg |
| Peso Bruto Vehicular Combinado (PBVC) | 27000 kg |

Determinación de la carga viva

La carga viva es la resultante entre el peso de la carga que se pretende transportar más una sobrecarga. Esta última es considerada para evitar que la estructura falle por sobrecargas, ya sea por desconocimiento de su capacidad máxima o por imprudencia del operario.

Por esta razón, es que se prevee que el semirremolque pueda cargarse un 10% mas de lo previsto.

Carga a transportar: $CT = 10500 \text{ kg}$

Sobrecarga: $SC = 0.1 \times 10500 \text{ kg} = 1050 \text{ kg}$

Carga viva: $CV = CT + SC = 11550 \text{ kg}$

Determinación de la carga de impacto

Para considerar el efecto de la carga de impacto, la AASHTO (American Association of State Highway Officials) establece que la cantidad prevista en

que se incrementan los esfuerzos se expresa como una fracción de los esfuerzos por carga viva, con un valor máximo del 30%.

Carga de impacto: $CIM = 0.3 \times CV = 3465 \text{ kg}$

Carga viva total: $CVT = CV + CIM = 15015 \text{ kg}$

Carga total para análisis estático: $Fest = Tara + CVT = 24515 \text{ kg}$

7.4. Cálculo de las reacciones y ubicación del eje

La distancia "x" del frente al eje (apoyo B) se determinará de modo que en dicho apoyo la reacción sea de 10500 kg. Dicho valor es el peso máximo que puede transmitir el eje a la calzada.

El apoyo A (perno rey) se encuentra a 1300 mm del frente.

La carga W (tara + carga a transportar) se considera uniformemente distribuida, sin embargo, para los fines de determinar la distancia "x" se reemplaza por una carga concentrada cuya línea de acción pasa a través del centroide del área.

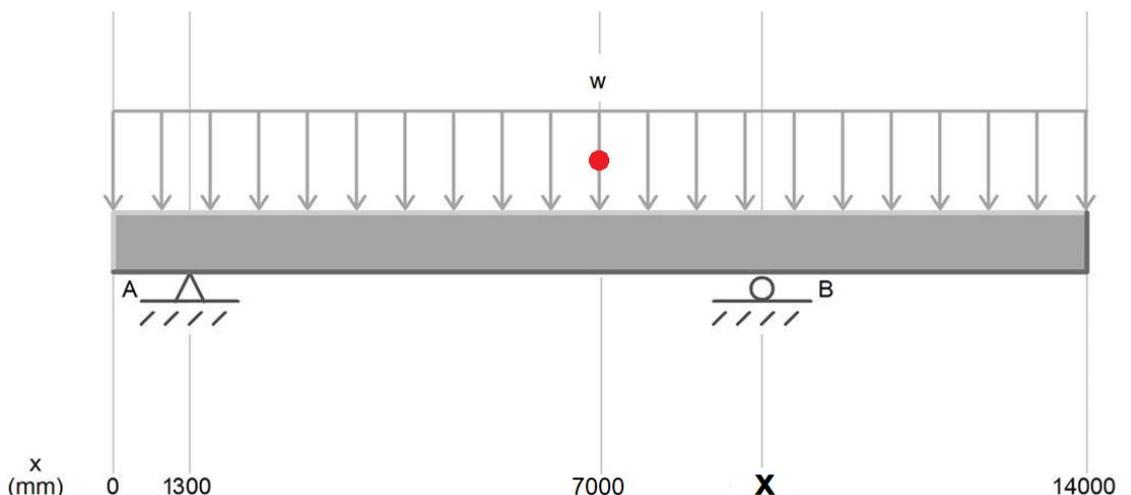


Figura 7. 3. Determinación de la distancia "x"

Carga: $W = 9500 \text{ kg} + 10500 \text{ kg} = 20000$

Reacción en apoyo B: $RB = 10500 \text{ kg}$



Para obtener una ecuación que nos permita calcular la distancia “x” tomamos momento respecto al apoyo A.

$$\begin{aligned}\Sigma M_A &= W \times (7000 - 1300) - RB \times (X - 1300) = 0 \\ X &= \frac{W \times (7000 - 1300)}{RB} + 1300 = 12157 \text{ mm}\end{aligned}$$

7.5. Análisis estático lineal

Para la verificación de las vigas principales se comenzará realizando un análisis estático lineal.

El análisis estático lineal calcula los desplazamientos, las deformaciones unitarias, las tensiones y las fuerzas de reacción bajo el efecto de cargas aplicadas. Para dicho propósito se realizan las siguientes suposiciones:

Suposición estática:

Todas las cargas se aplican lenta y gradualmente hasta que alcanzan sus magnitudes completas. A continuación, las cargas permanecen constantes (sin variación en el tiempo). Esta suposición nos permite ignorar las fuerzas inerciales y de amortiguación debido a pequeñas aceleraciones y velocidades poco significativas.

Es importante verificar la suposición estática ya que una carga dinámica puede generar tensiones de hasta $1/(2x)$ veces las tensiones generadas por las cargas estáticas de la misma magnitud, donde $x = \frac{\beta}{\omega_0}$ es el cociente de amortiguamiento viscoso. En el caso de una estructura ligeramente amortiguada con un 5% de amortiguación, las tensiones dinámicas son 10 veces mayores que las tensiones estáticas. El peor de los escenarios de casos se presenta en la resonancia.

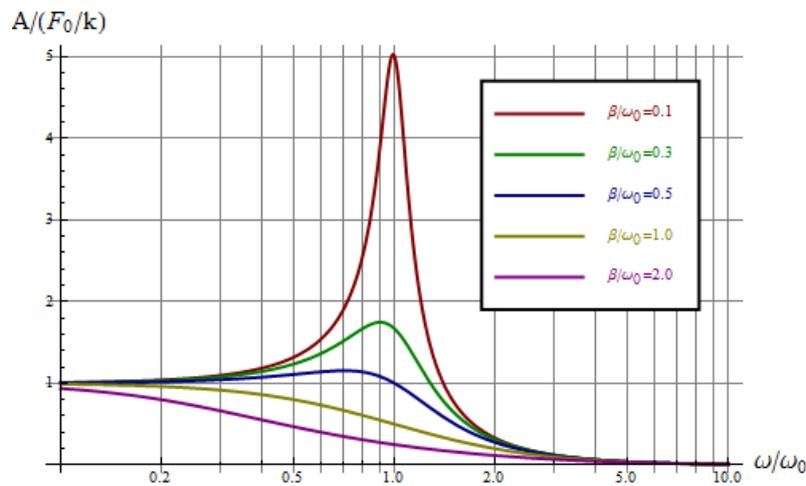


Figura 7. 4. Amplitudes para diferentes amortiguamientos y frecuencias de excitación.

Suposición de linealidad:

La relación entre cargas y respuestas inducidas es lineal. Por ejemplo, si duplica las cargas, la respuesta del modelo (desplazamientos, deformaciones unitarias y tensiones) también se duplica. Se puede realizar la suposición de linealidad si:

- Todos los materiales del modelo cumplen con la Ley de Hooke, esto es, la tensión es directamente proporcional a la deformación unitaria.
- Los desplazamientos inducidos son lo suficientemente pequeños como para ignorar el cambio en la rigidez causado por la carga.
- Las condiciones de contorno no varían durante la aplicación de las cargas.

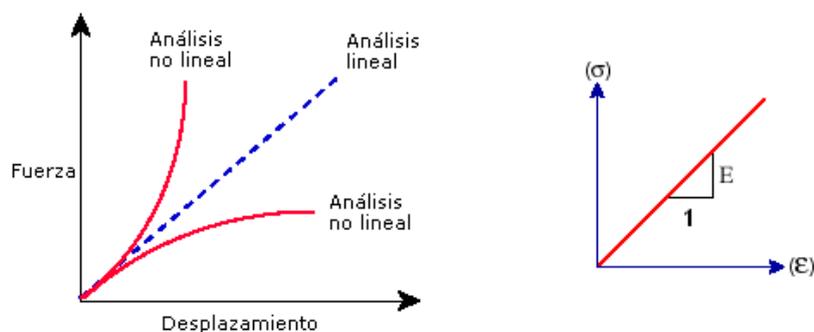


Figura 7. 5. Análisis lineal y análisis no lineal

Teniendo en cuenta las suposiciones anteriormente mencionadas, se realizará en una primera instancia un análisis estático del chasis del semirremolque, en donde la carga (24515 kg) se considerará uniformemente distribuida sobre las dos vigas principales.

Para estabilizar el modelo se aplicó en "A" una sujeción de tipo rodillo para restringir desplazamientos sobre el eje "Y". Las dimensiones de esta zona de contacto fueron estimadas a partir de las medidas del plato de la quinta rueda. Además, se restringieron sobre el perno rey los desplazamientos radiales.

Para el modelado del eje "B" se utilizaron conexiones rígidas entre un punto que determina la ubicación del eje y las áreas donde se fija la suspensión neumática.

Se utilizará una malla estándar fina con elementos de 55 mm.

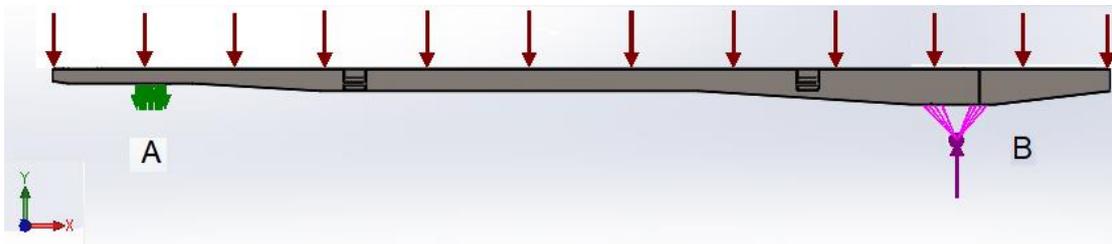


Figura 7. 6. Cargas y sujeciones

A continuación, se muestran los resultados del estudio:

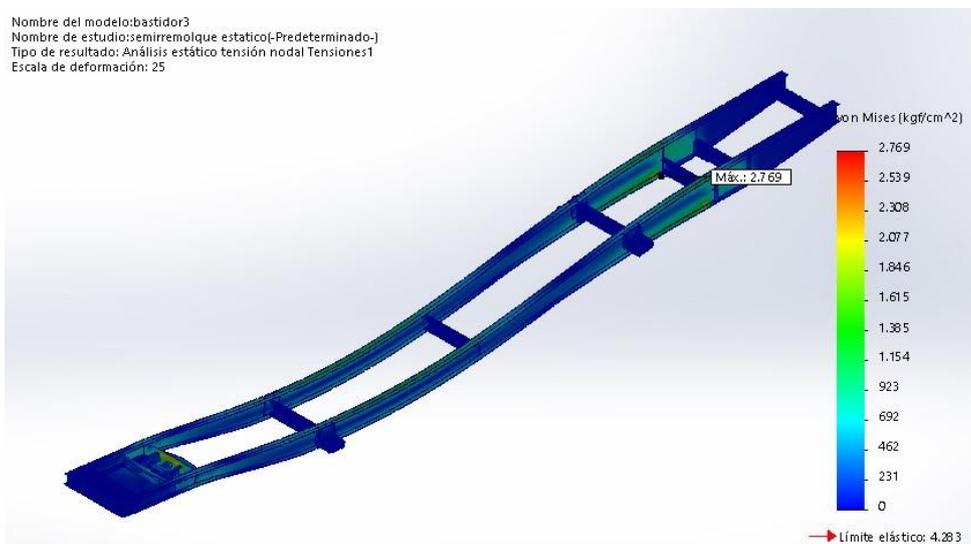


Figura 7. 7. Tensiones Von Mises

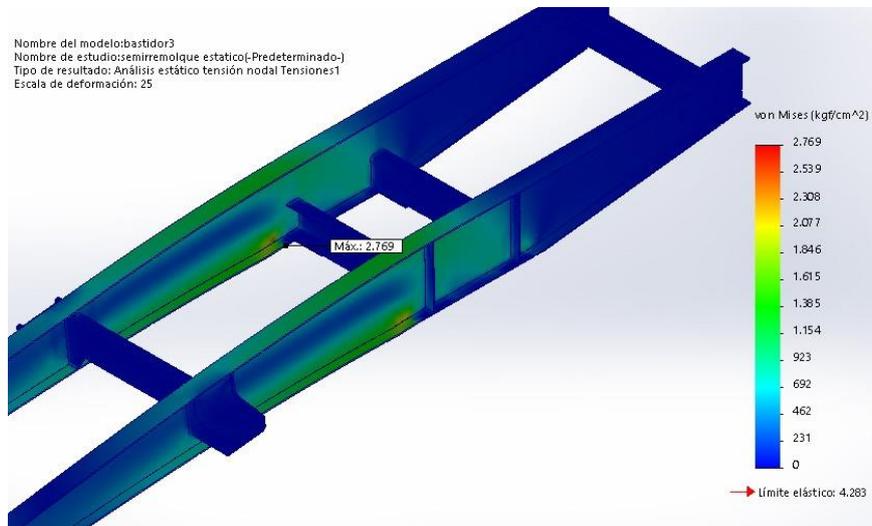


Figura 7. 8. Tensión máxima

Como puede observarse la máxima tensión obtenida es de 2769 kg/cm². Valor que no supera el límite elástico del material.

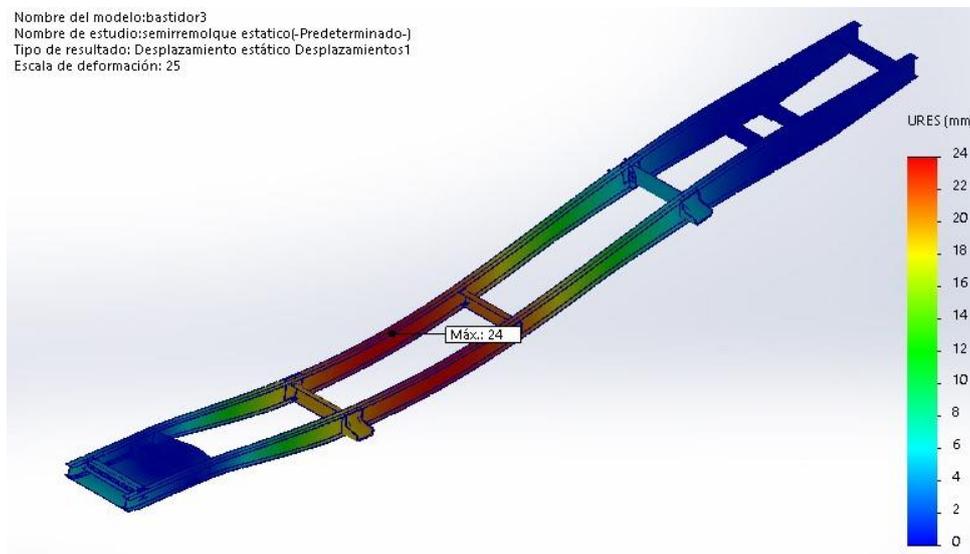


Figura 7. 9. Desplazamientos

El máximo desplazamiento obtenido en el estudio es de 24 mm que se considera aceptable.

Reacciones obtenidas en el análisis:

Quinta rueda: $RA_Y = 11645 \text{ kg}$

Eje: $RB_Y = 12870 \text{ kg}$



7.6. Análisis de pandeo

De acuerdo a lo establecido en el Reglamento CIRSOC 302 "Fundamentos de cálculo para los problemas de estabilidad del equilibrio en las estructuras de acero", Se deben investigar tres estados límites para determinar la resistencia nominal a flexión de una barra: pandeo lateral-torsional (LTB), pandeo local del ala comprimida (FLB), y pandeo local del alma (WLB). La resistencia para estos estados límites depende respectivamente de: la relación de esbeltez en la viga, la relación ancho-espesor b/t del ala comprimida, y la relación altura-espesor h/tw del alma.

Pandeo lateral-torsional

La flexión de la viga, produce esfuerzos de compresión en la parte superior por encima de la línea neutra de la sección transversal de la viga y esfuerzos de tracción en la parte inferior.

Como toda el ala superior está sometida a una fuerza de compresión, presenta un comportamiento similar al de una columna que se pandea en la dirección donde la esbeltez es mayor, por tanto, la viga puede sufrir falla por pandeo lateral, pero como la viga también está sometida a tracción tiende a restringir la traslación lateral del miembro. Este fenómeno resulta en una combinación de torsión y flexión hacia fuera del plano, y si se incrementa una pequeña cantidad de momento en la sección se producirá la rotación de la viga, entonces la viga falla por un pandeo lateral de torsión como se observa en la siguiente Figura 7.10.

El pandeo lateral-torsional no puede ocurrir si el momento de inercia respecto del eje de flexión es igual o menor que el momento de inercia respecto del eje perpendicular a aquél (para la dirección fuera del plano). De esta manera, para secciones flexionadas alrededor del eje de menor inercia y para secciones con $I_x = I_y$ (por ejemplo, secciones cuadradas o circulares), el estado límite de pandeo lateral-torsional no es aplicable, y el estado límite de plastificación define la resistencia de la sección si ésta es compacta.

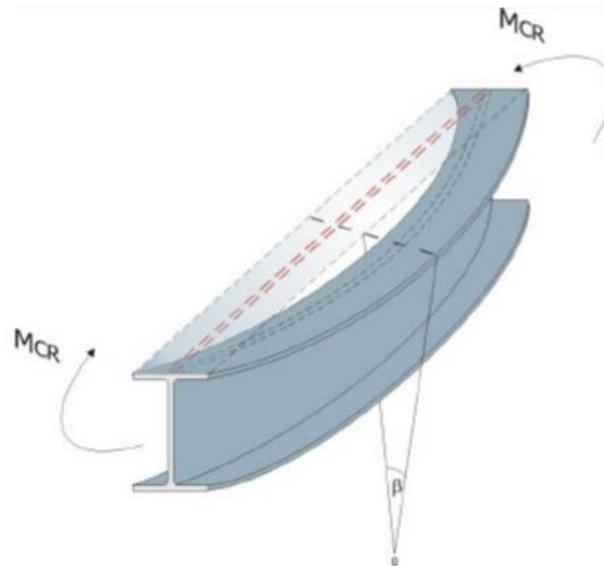


Figura 7. 10. Falla por un pandeo lateral de torsión

Pandeo local del Alma

En los puntos donde se apliquen cargas puntuales y en los apoyos se pueden producir fallos debidos al aplastamiento o pandeo del alma entre las dos alas.

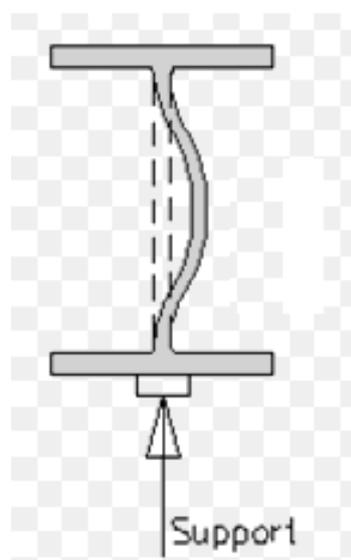


Figura 7. 11. Falla debida al pandeo local del alma

Pandeo Local del ala

Durante el proceso de flexión, si el ala en compresión es demasiado delgada, la placa puede fallar por pandeo. Entonces no es posible que la viga desarrolle el Momento Plástico.

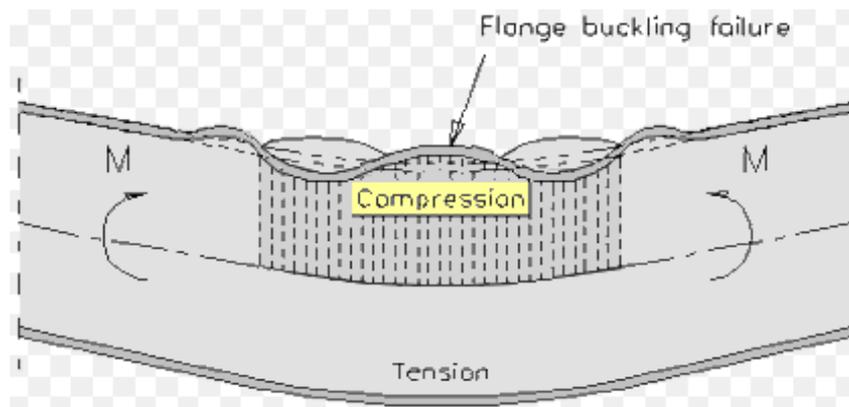


Figura 7. 12. Falla debido al pandeo local del ala

Un análisis de pandeo linealizado puede verificar que no se produzcan fallas por pandeo o inestabilidad en la estructura. Para ello se aplican las mismas cargas, sujeciones y mallado que en el estudio estático anterior.

Nombre del modelo: bastidor3
 Nombre de estudio: Pandeo 1[-Pre determinado-]
 Tipo de resultado: Pandeo Amplitud1
 Forma modal: 1 Factor de carga = 5.1526
 Escala de deformación: 250

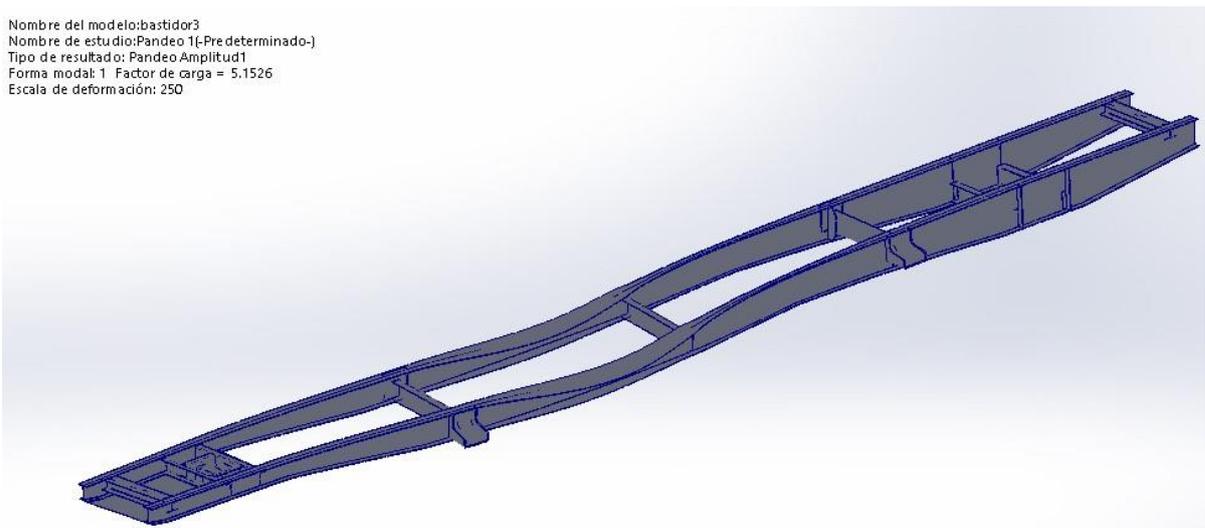


Figura 7. 13. Forma modal



La primera forma modal obtenida en el estudio corresponde a un pandeo lateral-torsional con un factor de carga de 5.15. Esto significa que las cargas aplicadas son menores que las cargas críticas calculadas, por lo tanto, no hay pandeo previsto.

7.7. Análisis Dinámico lineal

En la Sección 7.5. se llevó a cabo un estudio estático lineal en el cual se consideró el equivalente estático de la carga dinámica a la que está sometido el chasis (establecido por la AASHTO). En esta sección se pretende profundizar el análisis anterior realizando una introducción a lo que es el análisis dinámico. Para dicho propósito, se irán exponiendo los conceptos más importantes que deben tenerse en cuenta a la hora de abordar este tipo de estudios.

Casos en los que puede utilizarse un estudio dinámico

Los estudios estáticos suponen que las cargas son constantes o se aplican muy lentamente hasta que alcanzan sus valores completos. Debido a esta suposición, la velocidad y aceleración de cada partícula del modelo se supone nula. Como resultado, los estudios estáticos desprecian las fuerzas de inercia y amortiguación.

Para muchos casos prácticos, las cargas no se aplican lentamente y cambian con el tiempo o la frecuencia. Para estos casos, se utiliza un estudio dinámico. Como regla general, si la frecuencia de una carga es mayor que $1/3$ de la frecuencia más baja (fundamental), debe utilizarse un estudio dinámico.

Los estudios dinámicos lineales se basan en los estudios de frecuencia. El software calcula la respuesta del modelo mediante la acumulación de la contribución de cada modo al entorno de carga. En la mayoría de los casos, sólo los modos más bajos contribuyen significativamente a la respuesta. La contribución de un modo depende del contenido, magnitud, dirección, duración y ubicación de la frecuencia de la carga.

Los objetivos de la realización de un análisis dinámico incluyen:

- Diseñar sistemas estructurales y mecánicos para funcionar sin errores en entornos dinámicos.
- Modificar las características del sistema (geometría, mecanismos de amortiguamiento, propiedades de material, etc.) para reducir los efectos de la vibración.

Amortiguamiento

Si se aplican condiciones iniciales a un sistema dinámico, éste vibra con amplitudes descendentes hasta que se detiene. Este fenómeno se denomina amortiguamiento. El amortiguamiento es un fenómeno complejo que disipa energía a través de muchos mecanismos como fricción interna y externa, efectos térmicos de materiales de deformación elástica cíclica a nivel microscópico y resistencia al aire.

Desde el punto de vista matemático, es difícil describir los mecanismos de disipación. Normalmente, los efectos del amortiguamiento se representan mediante fórmulas matemáticas idealizadas. En muchos casos, estos efectos se describen correctamente por medio de amortiguadores viscosos equivalentes.

Un amortiguador viscoso (o amortiguador hidráulico) genera una fuerza que es proporcional a la velocidad. Un ejemplo de este tipo de amortiguador es un pistón que se mueve libremente dentro de un cilindro lleno con un fluido viscoso como aceite. La fuerza de amortiguamiento F_d se supone que es lineal con respecto a la velocidad relativa en los dos extremos del amortiguador:

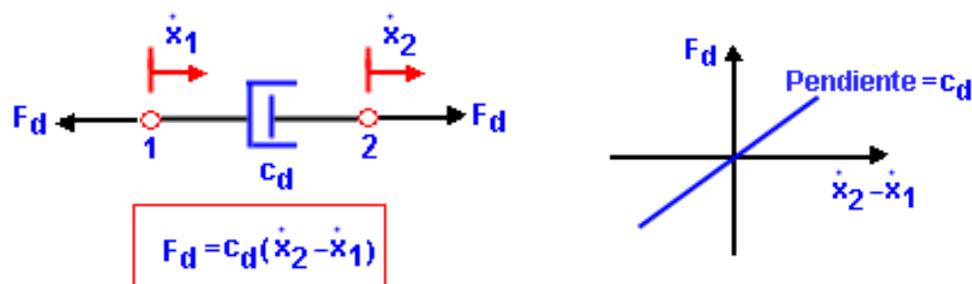


Figura 7. 14. Amortiguador viscoso



La constante c_d , que es la pendiente de la curva F_d frente a la velocidad relativa se denomina el coeficiente de amortiguamiento viscoso. Las unidades del coeficiente de amortiguamiento viscoso son (fuerza)/(velocidad).

Amortiguamiento modal

El amortiguamiento modal se define como el cociente de amortiguamiento crítico C_{cr} para cada modo. El amortiguamiento crítico C_{cr} es la menor cantidad de amortiguamiento que produce que un sistema vuelva a su posición de equilibrio sin oscilar.

El cociente de amortiguamiento modal se puede calcular con precisión a través de la realización pruebas de campo apropiadas. Este cociente varía de 0.01 (para sistemas con un amortiguamiento bajo) a 0.15 o superior (para sistemas con un amortiguamiento alto).

A continuación, se muestran los cocientes de amortiguamiento para distintos sistemas:

Tabla 7. 4. Cocientes de amortiguamiento viscoso

| System | Cocientes de amortiguamiento viscoso ζ (como porcentajes de amortiguamiento crítico) |
|---|--|
| Metales (en intervalo elástico) | menor que 0.01 |
| Estructuras de metal continuas | 0,02 - 0,04 |
| Estructuras de metal con juntas | 0,03 - 0,07 |
| Líneas de transmisión de aluminio y acero | ~ 0,04 |
| Sistemas de tuberías con diámetros pequeños | 0,01 - 0,02 |
| Sistemas de tuberías con diámetros grandes | 0,02 - 0,03 |
| Amortiguadores de choque | ~ 0,30 |
| Caucho | 0,05 |
| Edificios grandes durante un terremoto | 0,01 - 0,05 |
| Estructuras de hormigón pretensado | 0,02 - 0,05 |
| Estructuras de hormigón reforzado | 0,04 - 0,07 |



Fuente: Vince Adams and Abraham Askenazi, *Building Better Products with Finite Element Analysis*, OnWord Press, Santa Fe, NM.

Ecuaciones de movimiento

Sistemas de un grado de libertad

Se considera el sistema sencillo de resorte de masa. La masa (m) está sujeta a una fuerza $F(t)$ en la dirección x como una función del tiempo. Sólo se permite que la masa se mueva en la dirección x y, por tanto, éste es un sistema de un grado de libertad. Un resorte de rigidez (k) resiste el movimiento.

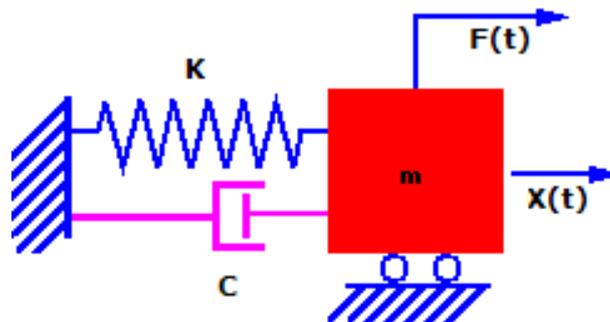


Figura 7. 15. Sistema de un grado de libertad

Si la masa se desplaza y se suelta, continuará vibrando con la misma amplitud. Sin embargo, en la práctica, la masa vibra con amplitudes progresivamente más pequeñas hasta que se detiene. Este fenómeno se denomina amortiguamiento y está originado por una pérdida de energía mediante fricción y otros efectos. El amortiguamiento es un fenómeno complejo. Para los fines de esta explicación, suponemos que la fuerza de amortiguamiento es proporcional a la velocidad. Este tipo de amortiguamiento se llama amortiguamiento viscoso.

$$m\ddot{x}(t) + c\dot{x}(t) + kx(t) = F(t)$$

En estudios estáticos, la velocidad y aceleración son tan pequeñas que pueden despreciarse, y tanto F como x no son funciones del tiempo. La ecuación se reduce a: $F = kx$

Sistemas de múltiples grados de libertad

Para un sistema de múltiples grados de libertad, m , c y k son matrices en lugar de valores únicos, y las ecuaciones de movimiento se expresan así:

$$[M]\{\ddot{x}(t)\} + [C]\{\dot{x}(t)\} + [K]\{x(t)\} = \{f(t)\}$$

Donde

$[M]$: matriz de masa

$[K]$: matriz de rigidez

$[C]$: matriz de amortiguamiento

$\{x(t)\}$: vector de desplazamiento en el momento t

$\{\ddot{x}(t)\}$: vector de aceleración en el momento t (componentes de aceleración de cada nodo)

$\{\dot{x}(t)\}$: vector de velocidad en el momento t (componentes de velocidad de cada nodo)

$\{f(t)\}$: vector de carga dependiente del tiempo (componentes de fuerza de cada nodo)

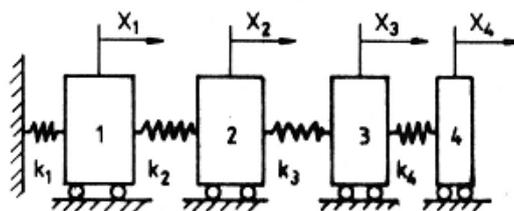


Figura 7. 16. Sistema de múltiples grados de libertad

Cargas Dinámicas

Las cargas dinámicas se clasifican generalmente en deterministas y no deterministas. Las deterministas están definidas correctamente como funciones de tiempo y pueden predecirse con exactitud. Pueden ser armónicas, periódicas o no periódicas. Si las cargas son deterministas, los resultados

también lo son. Las no deterministas no pueden definirse bien como funciones explícitas del tiempo y, por tanto, se describen con parámetros estadísticos. Si las cargas son no deterministas, los resultados también lo son.

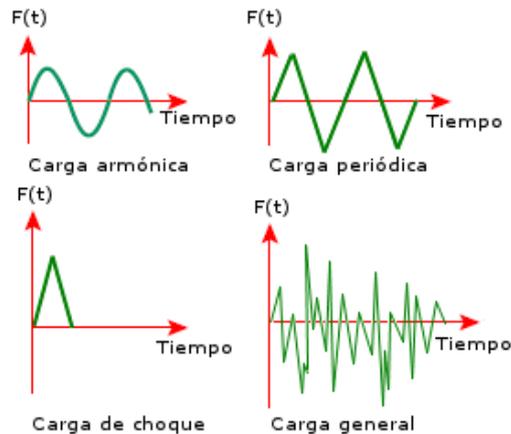


Figura 7. 17. Diferentes tipos de cargas dinámicas

7.8. Análisis de vibración aleatoria

En general se utiliza un estudio de vibración aleatoria para calcular la respuesta originada por cargas no deterministas. Algunos ejemplos de este tipo de cargas incluyen:

- Cargas generadas en la rueda de un automóvil circulando por una carretera con la calzada en mal estado.
- Aceleraciones base generadas por terremotos.
- Presión generada por turbulencias de aire.
- Presión de las olas del mar o de viento fuerte.

En un estudio de vibración aleatoria, las cargas se describen de forma estadística a través de funciones de densidad espectral de potencia (psd). Las unidades de psd son unidades de carga de media cuadrática en frecuencia como una función de frecuencia. Por ejemplo, las unidades de una curva psd para presión son $(\text{psi})^2/\text{Hz}$ en Hz.

La Densidad Espectral de una señal es una función matemática que nos informa de cómo está distribuida la potencia o la energía (según el caso) de dicha señal sobre las distintas frecuencias de las que está formada.

Vibraciones inducidas por la carretera

Cuando los vehículos con ruedas atraviesan superficies irregulares, la interacción entre el vehículo y el terreno da lugar a un proceso dinámico que produce complejas fuerzas y movimientos dentro del vehículo. Debido a que las irregularidades del pavimento son generalmente aleatorias por naturaleza, las vibraciones resultantes en el vehículo también lo son. Además, los niveles de vibración no son únicamente dependientes de la rugosidad del pavimento, sino que son también función del tipo de vehículo, suspensión, el nivel de carga y la velocidad del mismo. El efecto de estos parámetros suele hacer difícil, el predecir y caracterizar, las complejas interacciones mecánicas que existen entre el vehículo y la superficie de la carretera. Las Figuras siguientes muestran perfiles típicos de rugosidad en carreteras de buena, media y baja calidad respectivamente.

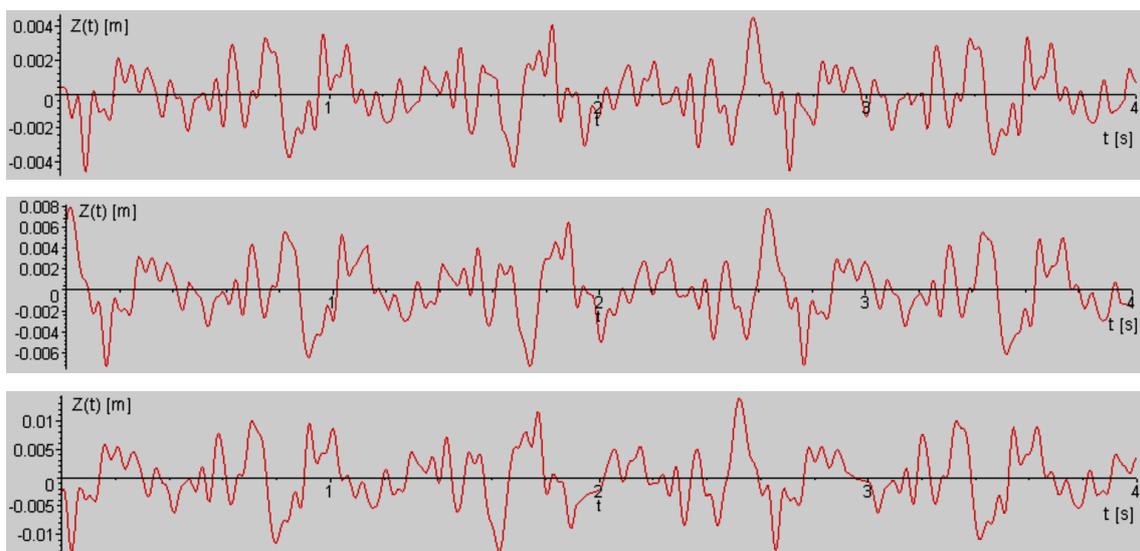


Figura 7. 18. Perfiles típicos de rugosidad en carreteras

La Figura siguiente muestra especificaciones para la simulación aleatoria de vibraciones verticales para varias suspensiones (elásticos y neumática) y cargas (completa o parcial) con los distintos valores de Grms (aceleración eficaz referida a la gravedad) resultantes reproducida de la Norma ASTM D4728, 2001.

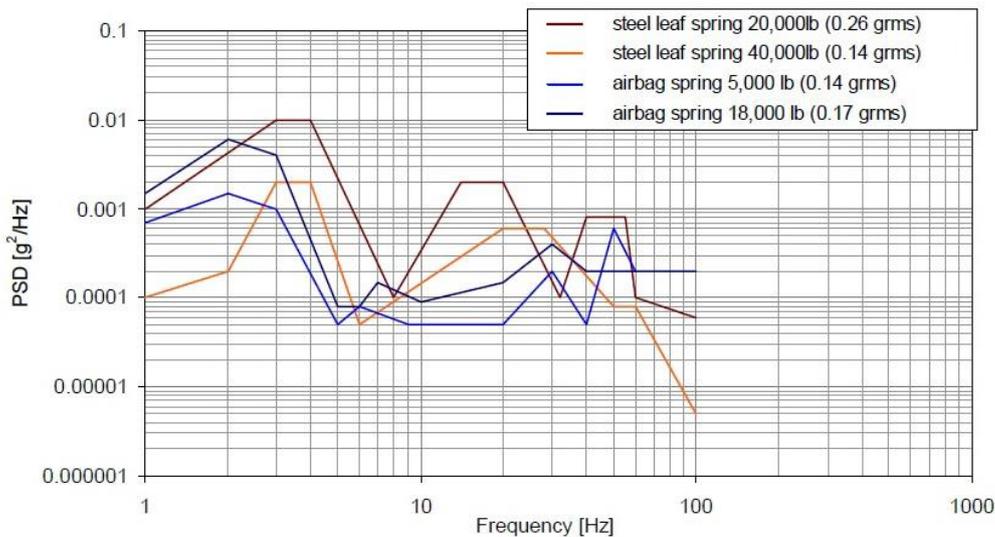
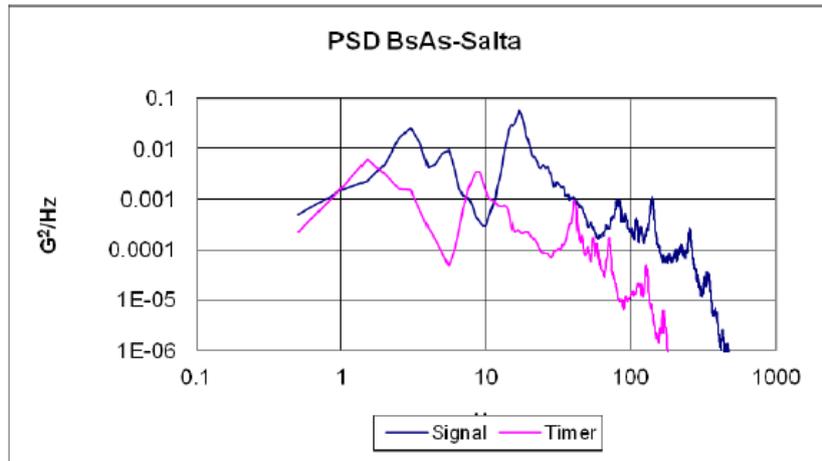


Figura 7. 19. Vibraciones verticales para varias suspensiones y cargas

Además, reproduciremos los resultados de un estudio realizado por el INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial) – Envases y Embalajes para la simulación de los productos que desarrollan.

La Figura siguiente grafica muestra los niveles de PSD (Power Spectral Density - Densidad Espectral de Potencia) con respecto a cada frecuencia de la ruta Buenos Aires - Salta en 2 niveles: el primero SIGNAL en azul que corresponde a los sucesos de interacciones (pozo, loma, irregularidad) y el segundo TIMER que corresponde a registros a intervalos de tiempo constante; de un acoplado. El valor pico del promedio Grms TIMER puede ser utilizado para incrementar la carga estática aplicada como carga dinámica eficaz en las simulaciones para verificar tensiones y desplazamientos.



PSD vs. Frecuencia.

Valor Grms SIGNAL: 0,619 G , valor Pico SIGNAL 0,875 G
 Valor Grms TIMER: 0,244 G , valor Pico TIMER 0,345 G

Figura 7. 20. Niveles de PSD de la ruta Buenos Aires - Salta

La siguiente Tabla indica los niveles de PSD - Densidad Espectral de Potencia indicativa para transporte carretero en la República Argentina para 3 niveles de irregularidades y en cada uno la aceleración efectiva en Grms como dato para ponderar el nivel de sobrecarga a estimar en el cálculo.

| Nivel 3 | | Nivel 2 | | Nivel 1 | |
|-------------------------------|---|--------------------------------|---|--|---|
| Rosario - Buenos aires | | Buenos Aires – Mendoza | | Aimogasta (La Rioja) – Iguazú (Misiones) | |
| Frecuencia (Hz) | Densidad espectral de potencia (g^2/Hz) | Frecuencia (Hz) | Densidad espectral de potencia (g^2/Hz) | Frecuencia (Hz) | Densidad espectral de potencia (g^2/Hz) |
| 3 | 0,0126 | 3 | 0,0126 | 3 | 0,028 |
| 4 | 0,0016 | 5 | 0,0016 | 5 | 0,0016 |
| 8 | 0,0003 | 7,5 | 0,002 | 9 | 0,0001 |
| 10 | 0,0011 | 9,5 | 0,0001 | 17 | 0,0001 |
| 30 | 0,0001 | 14,5 | 0,0041 | 33 | 0,0038 |
| 100 | 0,00002 | 100 | 0,0001 | 64 | 0,0005 |
| | | | | 100 | 0,0005 |
| <u>Acel.efectiva 0,2 Grms</u> | | <u>Acel.efectiva 0,28 Grms</u> | | <u>Acel.efectiva 0,325Grms</u> | |
| Tiempo 1h | | Tiempo 3h | | Tiempo 5 h | |

Figura 7. 21. Niveles de PSD para diferentes rutas de argentina



7.9. Análisis de frecuencia

Previo a realizar un análisis dinámico es necesario realizar un análisis de frecuencia.

Cada estructura tiene la tendencia a vibrar a ciertas frecuencias, llamadas frecuencias naturales o resonantes. Cada frecuencia natural se asocia a una forma determinada, llamada forma modal, que el modelo tiende a adoptar al vibrar a esa frecuencia.

Cuando una estructura es excitada adecuadamente por una carga dinámica con una frecuencia que coincide con una de sus frecuencias naturales, la estructura sufre grandes desplazamientos y tensiones. Este fenómeno se denomina resonancia. En el caso de los sistemas sin amortiguar, la resonancia teóricamente causa movimiento ilimitado. La amortiguación, sin embargo, pone un límite a la respuesta de las estructuras debido a las cargas resonantes.

Un modelo real tiene una cantidad infinita de frecuencias naturales. Sin embargo, un modelo de elementos finitos tiene una cantidad finita de frecuencias que es igual a la cantidad de grados de libertad considerada en el modelo. Sólo son necesarios algunos de los primeros modos para la mayoría de los fines.

Las frecuencias naturales y las formas modales correspondientes dependen de la geometría, las propiedades de material y las condiciones de soporte.

En el análisis de modo normal, las frecuencias naturales obtenidas son usadas para relacionar las condiciones operativas del remolque mientras los modos propios son usados para determinar si el diseño y localización de los componentes sobre el chasis es adecuado.

El factor de participación de masa efectivo (EMPF) representa el porcentaje de la masa del sistema que participa en un modo específico. Proporciona una medida de la energía contenida dentro de cada modo resonante. Un modo con un EMPF grande suele ofrecer una contribución considerable a la respuesta dinámica de un sistema. La participación de masa en las direcciones globales X, Y y Z normalizadas con respecto a la masa total es un parámetro importante

para determinar la conveniencia de los modos calculados para resolver problemas dinámicos con movimiento de la base. Muchas normas o códigos de distintos países exigen que al menos el 80% de la masa del sistema participe en determinadas direcciones.

Para realizar el análisis de frecuencia se eligieron los primeros 30 modos de forma tal de obtener una 80% de participación de masa efectiva en la dirección “Y” de aplicación de la carga.

En la siguiente gráfica se muestran las frecuencias que corresponden a cada modo.

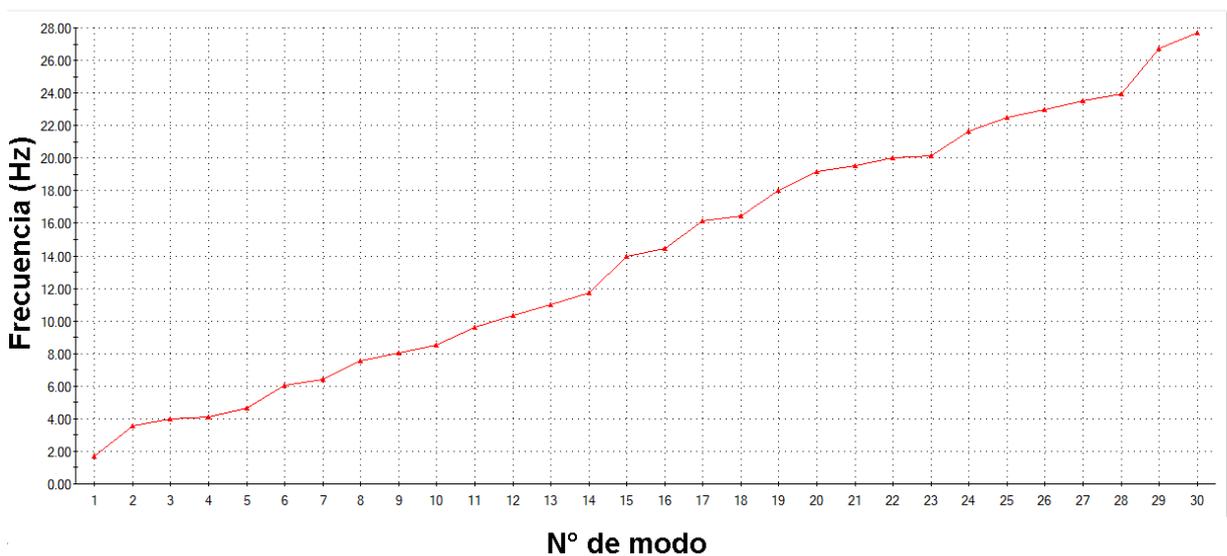


Figura 7. 22. Frecuencias naturales

En la gráfica del factor de masa efectivo acumulativo podemos ver que tanto en las direcciones “Y” como “Z” se alcanza un valor mayor o igual a 80%.

Por otra parte, en la dirección “X” se alcanzan valores bajos de participación de masa debido a que la estructura es más rígida en esta dirección y se espera que las frecuencias naturales sean mayores.

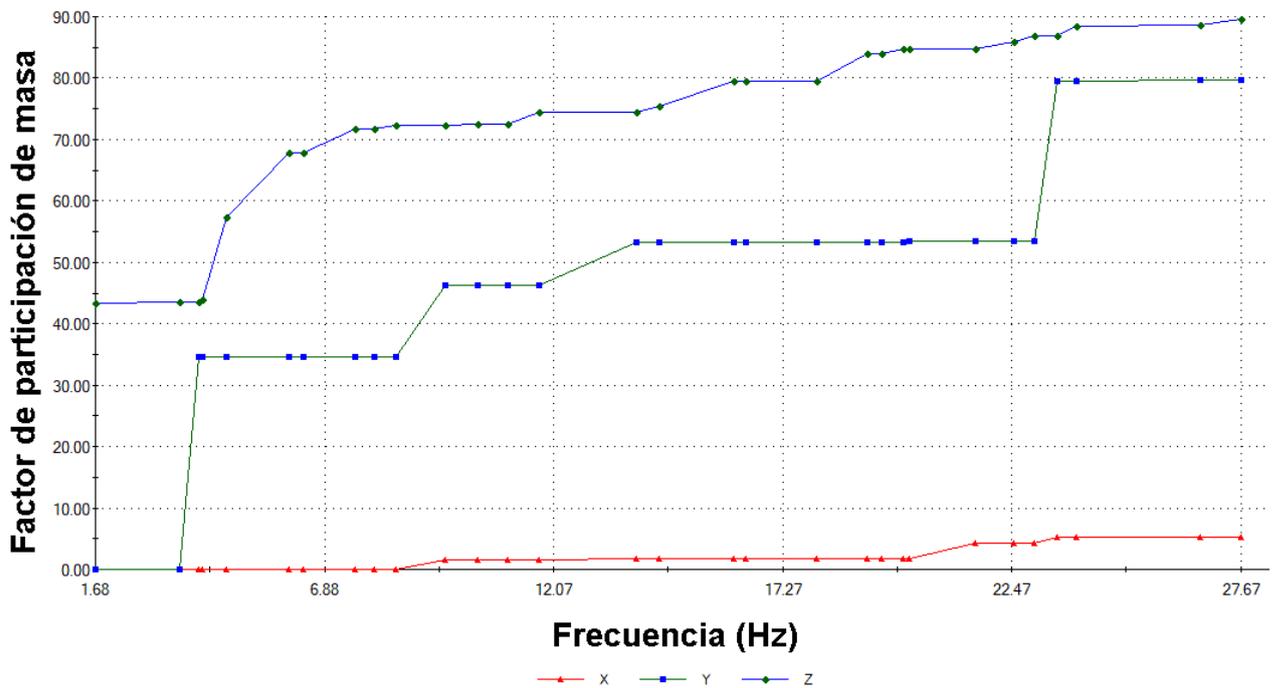


Figura 7. 23. Factor de masa efectivo acumulativo

Como puede verse en la gráfica anterior son cuatro los modos en que la participación de masa es considerable en la dirección “Y” de aplicación de la carga. Los mismos son resumidos en la siguiente Tabla:

Tabla 7. 5. Modos de vibración con participación de masa en la dirección “Y”

| N° de Modo | Frecuencia (Hz) | Participación de masa (Y) |
|------------|-----------------|---------------------------|
| 4 | 04.33 Hz | 30% |
| 11 | 10.57 Hz | 6% |
| 16 | 15.09 Hz | 7% |
| 27 | 24.12 Hz | 26% |

A continuación, se muestran los trazados de las formas modales de estas cuatro frecuencias consideradas.

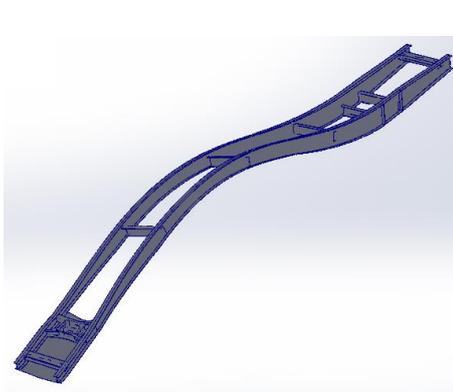


Figura 7. 24. Forma modal 4

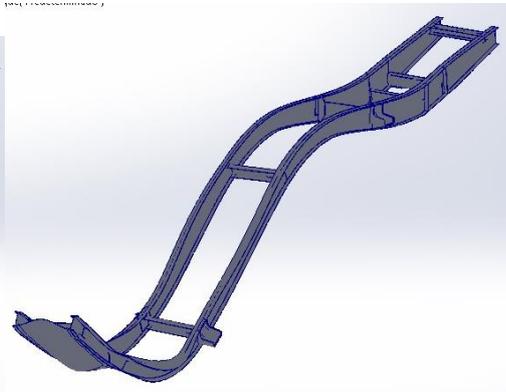


Figura 7. 25. Forma modal 11

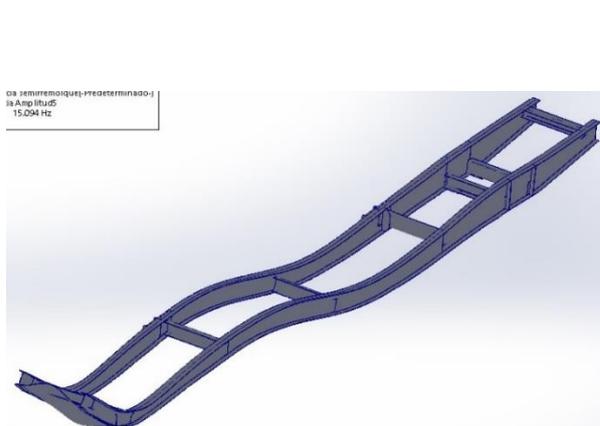


Figura 7. 26. Forma modal 16

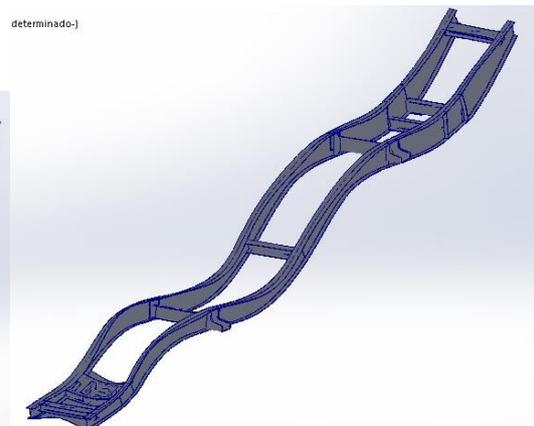


Figura 7. 27. Forma modal 27

Cálculo analítico de la frecuencia natural de oscilación

Las frecuencias naturales de oscilación de vigas con cargas distribuidas vienen dadas por la expresión¹:

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\varphi \times K}{m}}$$

¹ William T. Thompson y Marie Dillon Dahleh (1998), *Theory of Vibration with Applications*. Estados Unidos: Prentice Hall.



Dónde: φ es un factor que depende las condiciones de borde del problema, K es la rigidez de la estructura y m es la masa.

A continuación, se procede al cálculo de la rigidez K a partir de los resultados análisis estático realizado anteriormente:

Rigidez:
$$K = \frac{F}{\delta} = \frac{9.81 \times 24515 \text{ kg}}{0.024 \text{ m}} = 10.02 \times 10^6 \text{ N/m}$$

Al igual que en el estudio de frecuencia se considera que la masa es la suma de la tara del semirremolque más la carga legal estimada:

Masa:
$$m = 9500 + 105000 = 20000 \text{ kg}$$

Para una viga simplemente en apoyada $\varphi = 1.274$

Entonces:

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\varphi \times K}{m}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1.274 \times 10.02 \times 10^6}{20000}} = 4.02 \text{ Hz}$$

Valor que es cercano a los 4.33 Hz obtenidos en el análisis de frecuencia.

7.10. Estudio Dinámico del chasis del semirremolque

Una vez realizado el estudio de frecuencia puede realizarse un estudio dinámico del chasis.

Carga externa

La carga externa consiste en una excitación de base que simula la interacción entre el vehículo y el terreno. La gráfica de Densidad Espectral de Potencia fue obtenida de la norma ASTM D4728 para una suspensión neumática con carga completa.

Amortiguamiento

El cociente de amortiguamiento modal adoptado de acuerdo a la Tabla 7.4. es de 0.05.

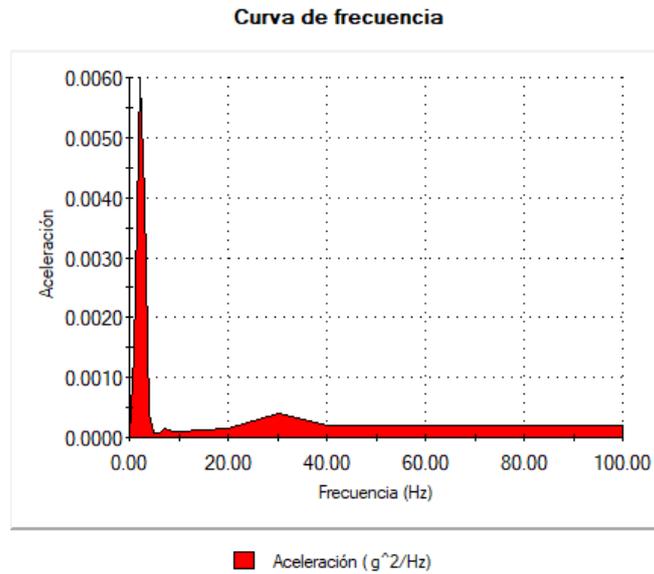


Figura 7. 28. Niveles PSD de excitación de la base.

Resultados obtenidos:

Nombre del modelo: bastidor3
 Nombre de estudio: Dinámico 1(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: RMS Valor de tensión nodal Tensiones1

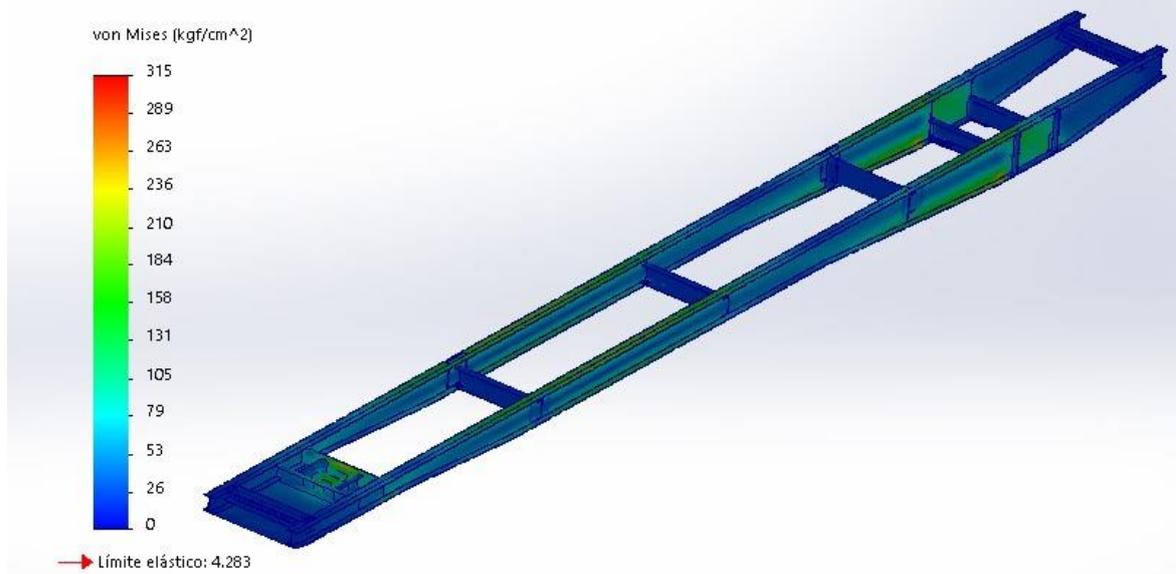


Figura 7. 29. Tensiones RMS

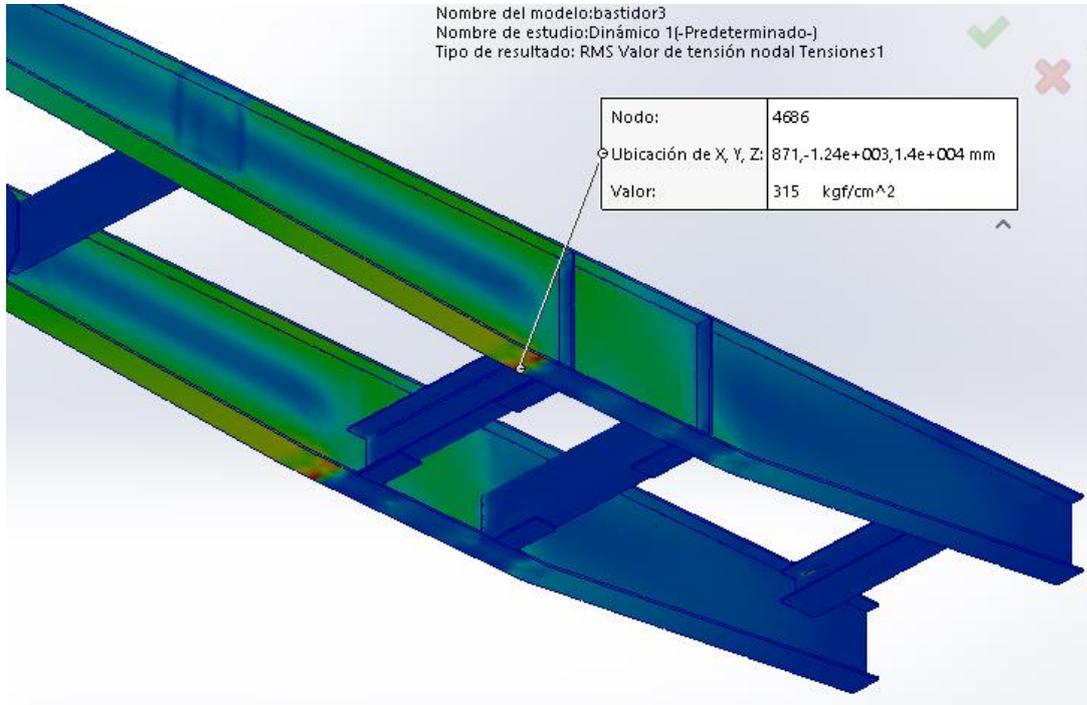


Figura 7. 30. Tensión RMS máxima

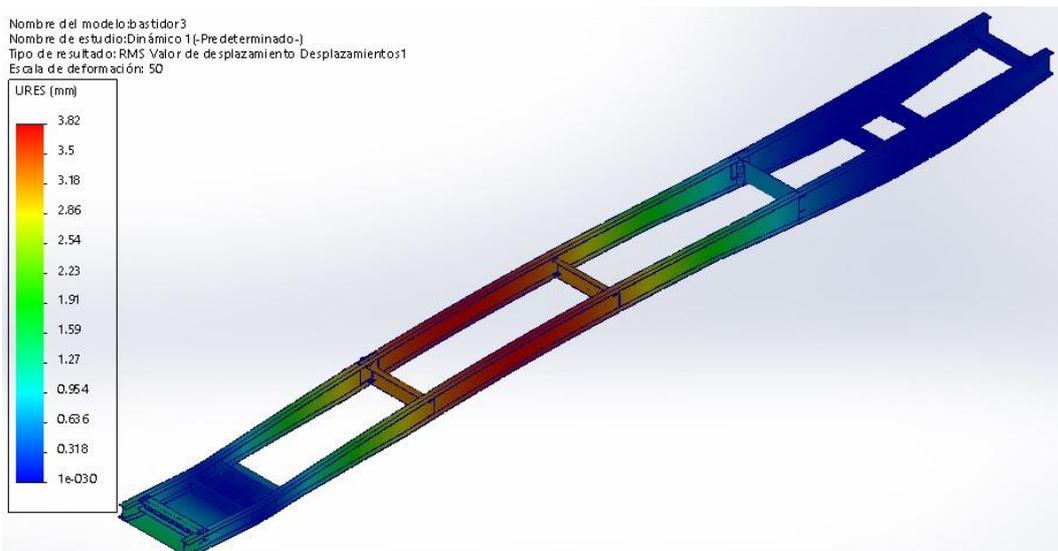


Figura 7. 31. Deformaciones RMS

Debido a que la carga dinámica es no determinista (no puede establecerse como una carga que varía en función del tiempo), los resultados también lo son. Por este motivo, en las Figuras 7.30. y 7.31., se muestran los valores RMS tanto de las tensiones como de los desplazamientos.

A continuación, se muestra Gráfica PSD de las tensiones del nodo donde se produce la mayor tensión RMS (Nodo 4686, 315 kg/cm² RMS)

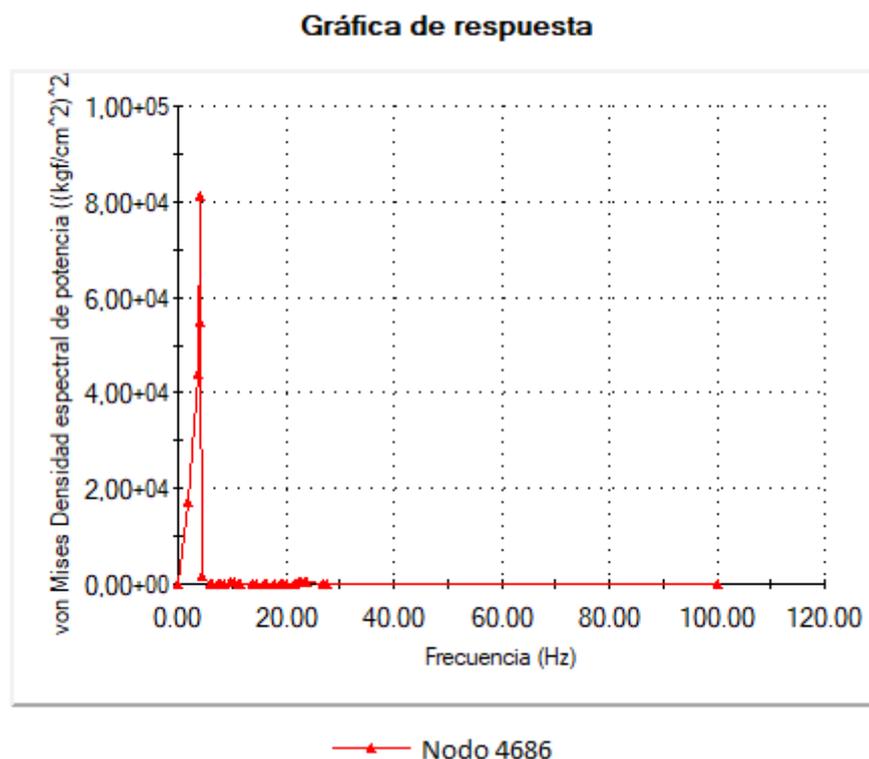


Figura 7. 32. Gráfica PSD de tensiones

En la Gráfica PSD de tensiones se observa un pico pronunciado alrededor de los 4 Hz. Esto significa que el modo de vibración que más contribuye a la respuesta del sistema es el número 4 (Figura 7.24.), cuya frecuencia es 04.33 Hz.

En el estudio dinámico solo intervienen cargas variables, por lo tanto, las tensiones son solo producidas por las vibraciones inducidas por la carretera. Si bien se tiene en cuenta la masa de todo el semirremolque, la aceleración de la gravedad por ser constante, no se considera en el estudio dinámico.



Si queremos conocer el efecto de combinar cargas estáticas y dinámicas, debemos sumar los resultados obtenidos en este análisis con los resultados de un análisis estático en donde solo se tengan en cuenta las cargas estáticas puras. Esto se ampliará en la sección siguiente cuando se utilicen las tensiones alternas aquí obtenidas para realizar un análisis de fatiga.

7.11. Análisis de fatiga

Las cargas cuyas amplitudes son variables a lo largo del tiempo, producen sobre las estructuras una rotura a valores de esfuerzos inferiores a los producidos por cargas de amplitud constante. A este fenómeno se le denomina fatiga y es definido *“el proceso de cambio estructural permanente, progresivo y localizado que ocurre en un punto del material sujeto a esfuerzos y deformaciones de amplitudes variables y que produce grietas que conducen a una fractura total luego de un cierto número de ciclos”*.

La fatiga es la causante de la mayor parte de las roturas de las piezas en servicio, tanto en los mecanismos actuantes en estructuras aeronáuticas, navales y automovilísticas, como en las estructuras civiles de puentes, etc.

Los estudios estructurales lineales que se realizaron anteriormente, no predicen fallos originados por la fatiga, sino que calculan la respuesta de un diseño sujeto a un entorno específico de restricciones y cargas. Si se consideran las suposiciones de análisis y se determina que las tensiones calculadas están dentro de los límites permitidos, los estudios concluyen que el diseño es seguro en este entorno independientemente de cuántas veces se aplique la carga.

Los resultados de los estudios dinámicos o estáticos pueden utilizarse como base para definir un estudio de fatiga. El número de ciclos requeridos para la falla de fatiga que ocurrirán en una ubicación depende del material y de las fluctuaciones de tensión. Esta información, para un material en particular, la proporciona una curva denominada curva SN.

Curva del ciclo de vida fatiga (S-N)

La resistencia a la fatiga se determina aplicando distintos los niveles de tensión cíclica a probetas y midiendo el número de ciclos hasta el fallo. La representación gráfica de los puntos de datos de fatiga es la amplitud de tensión cíclica o la tensión alterna (S - eje vertical) frente al número de ciclos hasta el fallo (N - eje horizontal). La resistencia a la fatiga se define como la tensión en la que ocurre el fallo por fatiga tras cierto número de ciclos.

Las muestras se prueban en una serie de niveles de tensión decreciente hasta que no aparece ningún fallo en un número de ciclos máximo (habitualmente unos 10 millones de ciclos). La parte casi horizontal de la curva define la fatiga o el límite de resistencia para el material de prueba. Si la amplitud aplicada de la tensión está por debajo del límite de resistencia del material, se dice que la muestra tiene una vida infinita. Sin embargo, para muchos metales y aleaciones no férricas como el aluminio, el magnesio, y las aleaciones de cobre, no habrá un límite de resistencia definido y la parte baja de la tensión de la curva no convergerá hacia una línea horizontal. En su lugar, estos materiales muestran una curva S-N continuamente decreciente.

Según el diagrama S-N típico para los aceros, su comportamiento a fatiga se aproxima a una recta en representación logarítmica, donde el límite de fatiga (S'n) representa el valor de la tensión por debajo de la cual no se produce el fallo por fatiga en la pieza.

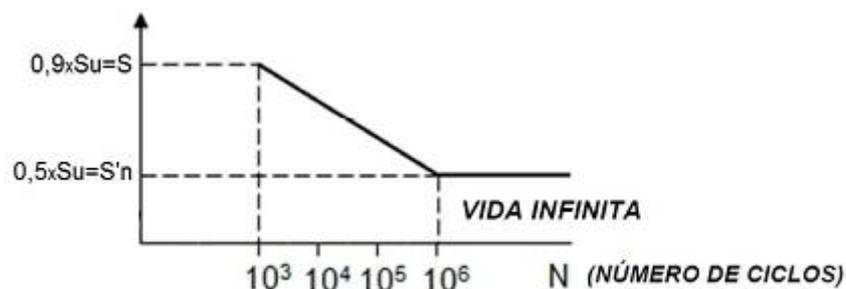


Figura 7. 33. Curva S-N típica

Para muchos aceros los aceros, se puede determinar gráficamente el diagrama S-N con bastante buena aproximación, dado que para estos materiales ocurre que:

- Para $N = 10^3$ ciclos, la rotura a fatiga ocurre cuando la tensión aplicada alcanza el valor de $S_a = 0.9 \times S_u$, siendo “Su” el límite de rotura del acero para esfuerzos estáticos.
- Para $N = 10^6$ ciclos (vida infinita), el límite de fatiga del acero vale $S'_n = 0.5 \times S_u$

De acuerdo con lo anterior, se definió la curva S-N del acero MLC 420 ($S_u = 4898 \text{ kg/cm}^2$) a partir de los siguientes puntos:

Tabla 7. 6. Puntos que definen la curva S-N para el acero MCL 420

| Puntos para curva S-N de fatiga | | |
|---------------------------------|------------------|------------------------|
| S'_{n10^3} | $0.9 \times s_u$ | 4407 kg/cm^2 |
| S'_{n10^6} | $0.5 \times s_u$ | 2449 kg/cm^2 |
| S'_{n10^9} | $0.5 \times s_u$ | 2449 kg/cm^2 |

A continuación, se muestra la curva S-N definida a partir de los puntos anteriores:

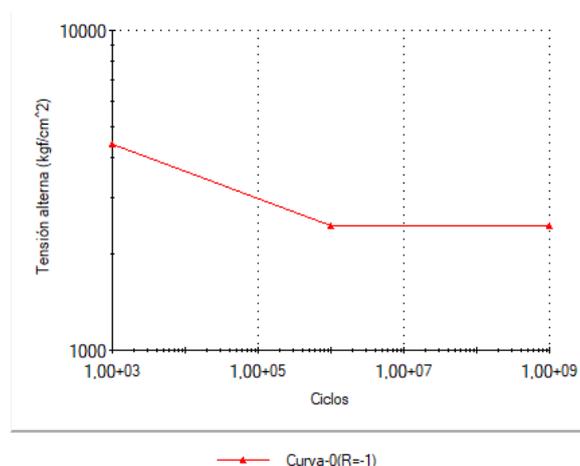


Figura 7. 34. Curva S-N para el acero MCL 420

Sucesos de amplitud constante

Para la realización del estudio de fatiga se realizará la suposición de que todos los ciclos serán de amplitud constante, es decir, tienen las mismas tensiones alternas y medias. Un suceso de fatiga de amplitud constante se define completamente mediante una tensión alterna, una tensión media (o relación de tensión) y la cantidad de ciclos.

Tensiones medias:

Las tensiones medias corresponden a las obtenidas en un análisis estático en donde no se consideran las cargas dinámicas. La carga estática pura se obtiene a partir de los datos de la Sección 7.3.:

$$Fest = Tara + CV = 9500 + 11550 = 21050 \text{ kg}$$

A continuación, se muestran los resultados de aplicar solo la carga estática:

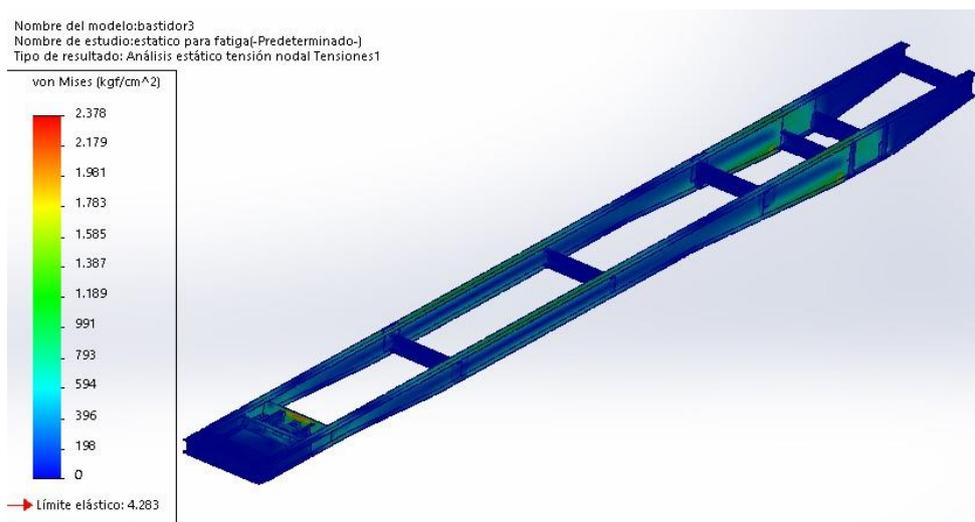


Figura 7. 35. Tensiones - Carga estática

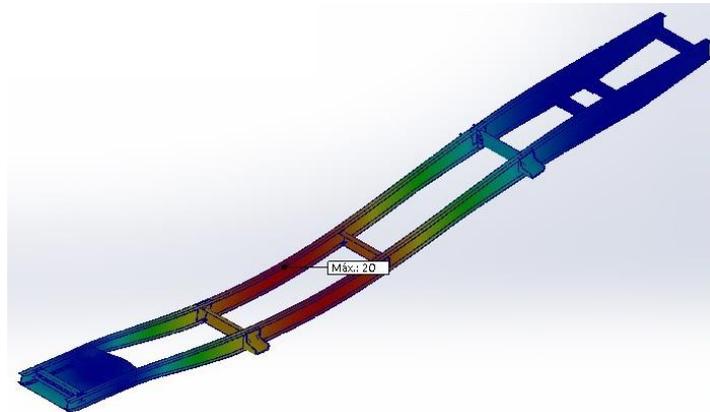


Figura 7. 36. Desplazamientos - Carga estática

La tensión media máxima obtenida debido a la carga estática es:

$$S_m = 2378 \text{ kg/cm}^2$$

El desplazamiento máximo es de 20 mm.

Tensiones alternas:

Las tensiones alternas se obtienen a partir de los valores de tensión RMS obtenidos del estudio dinámico. Se multiplica el factor de cresta de la función sinodal al valor RMS de tensión.

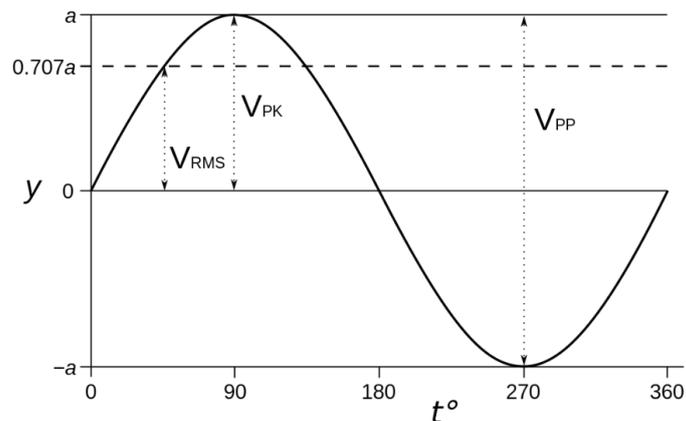


Figura 7. 37. Valores pico y RMS de una función sinodal

$$S_a = 1.41 \times S_{a_{RMS}} = 1.41 \times 315 \text{ kg/cm}^2 = 446 \text{ kg/cm}^2$$

Tensiones y desplazamientos máximos

La tensión máxima surge de sumar los resultados obtenidos en el estudio estático y en el estudio dinámico:

$$S_{max} = S_m + S_a = 2378 \text{ kg/cm}^2 + 446 \text{ kg/cm}^2 = 2824 \text{ kg/cm}^2$$

Para conocer la deformación máxima se procede de manera análoga:

$$\delta_{max} = 20 \text{ mm} + 1.41 \times 3.8 \text{ mm} = 25.4 \text{ mm}$$

Corrección de la tensión media

La cantidad de daño causada por el ciclo de tensión depende no solamente de la tensión alterna sino también de la tensión media. Por ejemplo, los dos ciclos siguientes tienen la misma tensión alterna pero debido a que tienen tensiones medias diferentes, causan cantidades de daño diferentes.

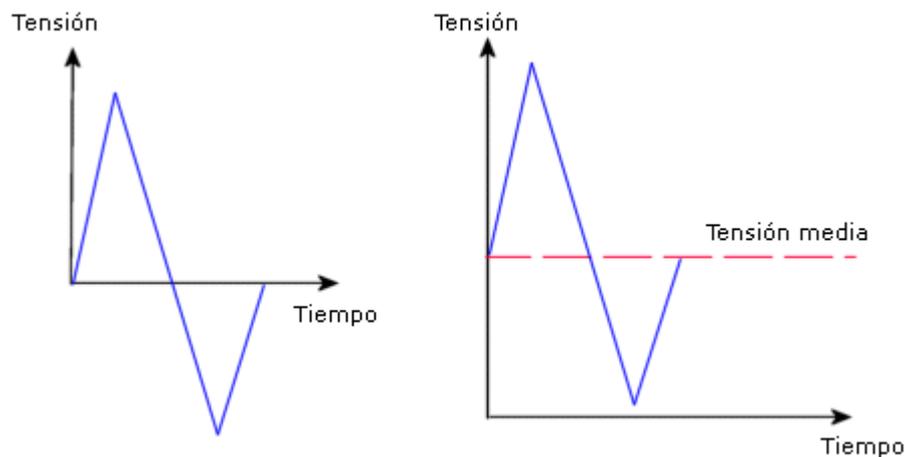


Figura 7. 38. Ciclos con diferente tensión media

La tensión media es cero sólo cuando la carga es totalmente reversible ($R = -1$). En este caso, la curva S-N se utiliza directamente ya que no es necesaria ninguna corrección.

De lo contrario debe utilizarse alguno de los siguientes métodos de corrección:

Tabla 7. 7. Métodos de corrección de la tensión media

| Método | Ecuación |
|---|---|
| 1. Método de Goodman, generalmente adecuado para los materiales frágiles: | $S_{ca} = \frac{S_u S_a}{S_u - S_m} = \frac{S_a}{1 - \left(\frac{S_m}{S_u}\right)}$ |
| 2. Método de Gerber, generalmente adecuado para los materiales dúctiles | $S_{ca} = \frac{S_a}{1 - \left(\frac{S_m}{S_u}\right)^2}$ |
| 3. Método de Soderberg, generalmente el más conservador | $S_{ca} = \frac{S_y S_a}{S_y - S_m} = \frac{S_a}{1 - \left(\frac{S_m}{S_y}\right)}$ |

A cada método de corrección les corresponde una curva de falla diferente:

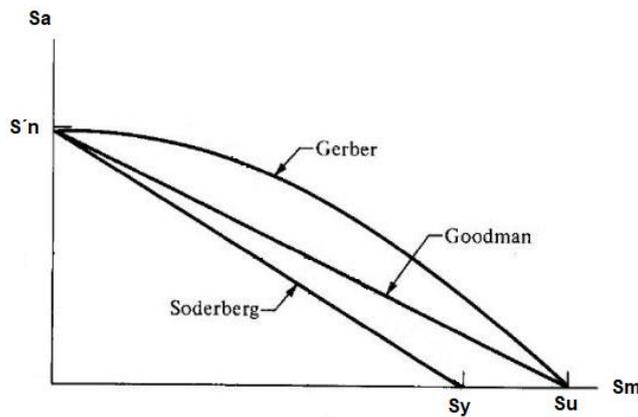


Figura 7. 39. Diagrama de fatiga donde se muestran distintos criterios de fallo

Por tratarse del método más conservador, se utilizará la ecuación de Soderberg.

Tensión corregida:

$$S_{ca} = \frac{S_a}{1 - \left(\frac{S_m}{S_y}\right)} = \frac{446}{1 - \left(\frac{2378}{4283}\right)} = 1003 \text{ kg/cm}^2$$



Factor de reducción de resistencia a la fatiga (Kf)

Es un factor que se utiliza para marcar diferencias entre el entorno de prueba empleado para generar la curva S-N y el entorno de carga real.

El factor de modificación depende de la calidad del acabado de la superficie de la parte y de la resistencia a la tensión. A continuación, se presenta una expresión cuantitativa a fin de determinar el factor de reducción para acabados comunes de partes de máquinas (esmerilada, maquinada o estirada en frío, laminada en caliente y forjada):

$$Kf = a \times Su^b$$

Tabla 7. 8. Factor “a” y exponente “b” para el cálculo del factor de reducción

| Acabado superficial | Factor a | | Exponente b |
|------------------------------|---------------------|--------------------|-------------|
| | S _u kpsi | S _u MPa | |
| Esmerilado | 1.34 | 1.58 | -0.085 |
| Maquinado o laminado en frío | 2.70 | 4.51 | -0.265 |
| Laminado en caliente | 14.4 | 57.7 | -0.718 |
| Como sale de la forja | 39.9 | 272. | -0.995 |

Para nuestro caso de estudio, el acabado corresponde a un laminado en caliente.

$$Kf = 57.7 \times 480^{-0.718} = 0.7$$

Factor de seguridad

El factor de carga se define como la relación del valor de la tensión que origina el fallo de fatiga con respecto a la tensión corregida Sca.

Como la estructura se evaluará para vida infinita (10⁶ ciclos) el valor de tensión que origina la falla es:

$$S_n = K_f \times S'_{n_{10^6}} = 0.7 \times 2449 \text{ kg/cm}^2 = 1714 \text{ kg/cm}^2$$

$$FDS = \frac{S_n}{S_{ca}} = \frac{1714 \text{ kg/cm}^2}{1003 \text{ kg/cm}^2} = 1.7$$

En el análisis a fatiga realizado con el método de elementos finitos se obtienen los mismos resultados que procediendo de forma analítica. En las siguientes imágenes se pueden ver las zonas con menores factor de carga, valor que nunca está por debajo de 1.7, por lo que los resultados son satisfactorios.

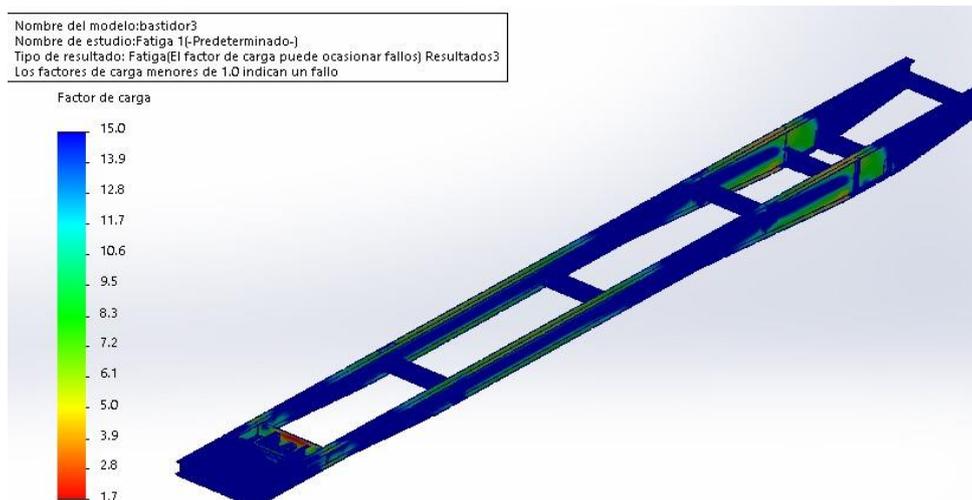


Figura 7. 40. Factor de seguridad en fatiga

7.12. Comparación de los resultados

En el análisis realizado en la Sección 7.5. se consideraron cargas estáticas debido al peso propio del semirremolque y al peso de la carga. Además, de acuerdo con la recomendación de la AASTHO, se incluyó en el análisis un equivalente estático de la carga dinámica, definido como el 30% de la carga viva. Como resultado se obtuvo una tensión máxima de 2769 kg/cm² y una deformación máxima de 24 mm.



En las secciones siguientes se profundizó el enfoque analizando por separado las cargas dinámicas y estáticas. De esta forma, fue posible obtener las tensiones medias y alternas, mediante las que puede realizarse un cálculo de fatiga.

A partir de las mediciones acerca de las vibraciones inducidas por la carretera obtenidas de la Norma ASTM D4728, pudo evaluarse el comportamiento dinámico del chasis. Se pudo comprobar que el modo de vibración que más contribuye a la respuesta del sistema fue el modo N° 4, cuya frecuencia natural es 4.33 Hz. Además, se obtuvieron tensiones RMS máximas de 315 kg/cm², lo que implica una tensión pico de 446 kg/cm². Con respecto a la deformación, el desplazamiento máximo RMS fue de 3.8 mm (desplazamiento pico de 5.4 mm). Para conocer el efecto que genera solo la carga estática, se realizó un estudio en el que solo se tienen en cuenta cargas gravitatorias. Los resultados los resumimos en la siguiente Tabla:

Tabla 7. 9. Comparación cargas estáticas y cargas dinámicas

| | Carga Estática | Carga Dinámica | Total |
|--------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| Tensiones | 2378 kg/cm ² | 446 kg/cm ² | 2824 kg/cm ² |
| Deformación | 20 mm | 5.4 mm | 25.4 mm |

Como pudo observarse el efecto de las cargas estáticas es considerablemente mayor al de las cargas dinámicas.

En este momento estamos en condiciones de realizar la comparación entre los resultados anteriores con los obtenidos en la Sección 7.5.:

Tabla 7. 10. Comparación estudio dinámico y estudio estático

| | Cargas estáticas + Carga de impacto | Cargas estáticas + Carga Dinámicas | Diferencia |
|--------------------|--|---|-------------------|
| Tensiones | 2769 kg/cm ² | 2824 kg/cm ² | 2 % |
| Deformación | 24 mm | 25.4 mm | 6 % |

7.13. Análisis del chasis actuando como piso del escenario.

En las secciones anteriores se estudió el chasis sometándolo a las cargas que se producen cuando trabaja como semirremolque. A continuación, se verificará que estructura pueda soportar las cargas a las que estará sometida cuando actúe como soporte del piso del escenario.

Cargas

Como se ha expuesto anteriormente, el piso del escenario debe soportar una carga de 300 kg/m². Teniendo en cuenta que los paneles rebatibles cuentan con sus propias patas, el área efectiva para el cálculo de la fuerza que debe soportar el chasis se encuentra demarcada en la siguiente Figura.

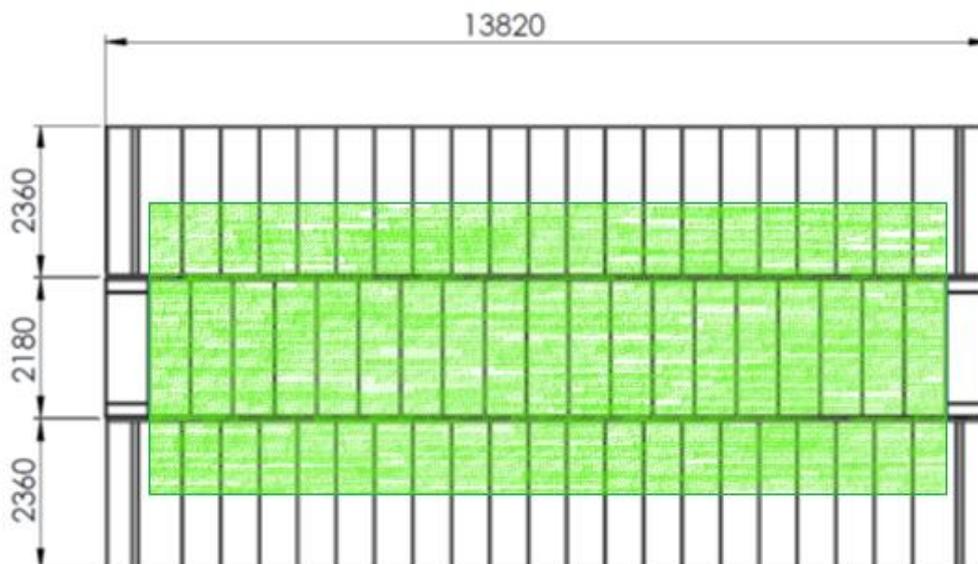


Figura 7. 41. Área efectiva para el cálculo de la fuerza

$$A_{ef} = 13 \times (2.18 + 2.36) = 59 \text{ m}^2$$

$$Carga = 300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 59 \text{ m}^2 = 17700 \text{ kg}$$

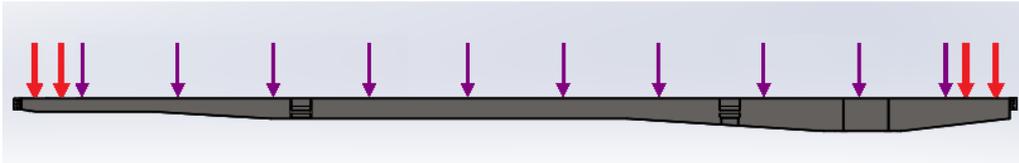


Figura 7. 42. Cargas sobre el chasis

Los 17700 kg están representados en color magenta. La carga representada en color rojo corresponde a la acción ejercida por el sistema de elevación del techo y tiene un valor total de $2 \times F_y = 7412$ kg. Donde F_y se obtiene de la Tabla 5.1.

Sujeciones

Cuando el chasis se encuentra actuando como piso del escenario, se encontrará soportado por cuatro cilindros hidráulicos más una estructura estabilizadora en cada extremo, como puede verse a continuación.

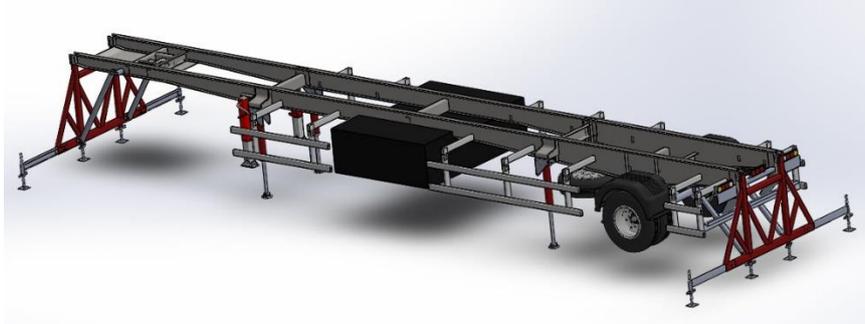


Figura 7. 43. Chasis elevado

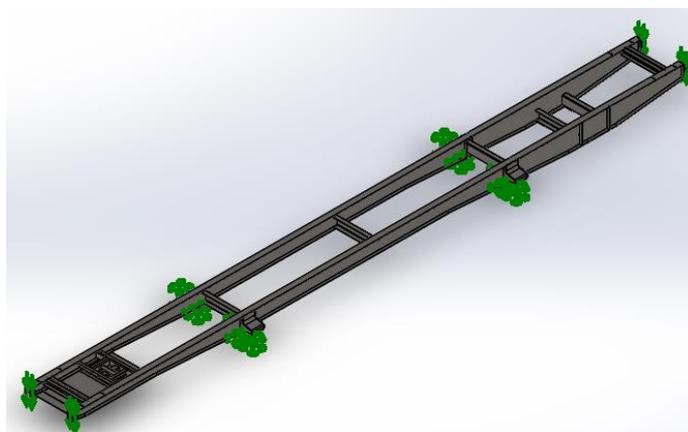


Figura 7. 44. Sujeciones

Para realizar el análisis estático se creará una malla estándar fina, con elementos de 55 mm.

Resultados

No existen zonas en la estructura en la que se alcance el límite elástico del material. La máxima tensión es de 2046 kg/cm², lo que corresponde a un factor de seguridad de 2.1.

A continuación, pueden observarse las zonas donde se producen las mayores tensiones

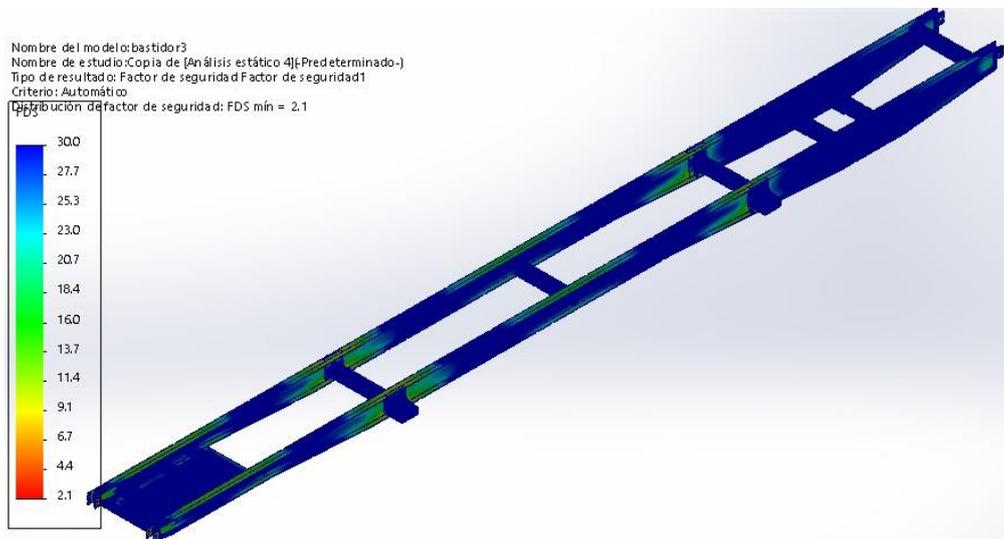


Figura 7. 45. Factor de seguridad

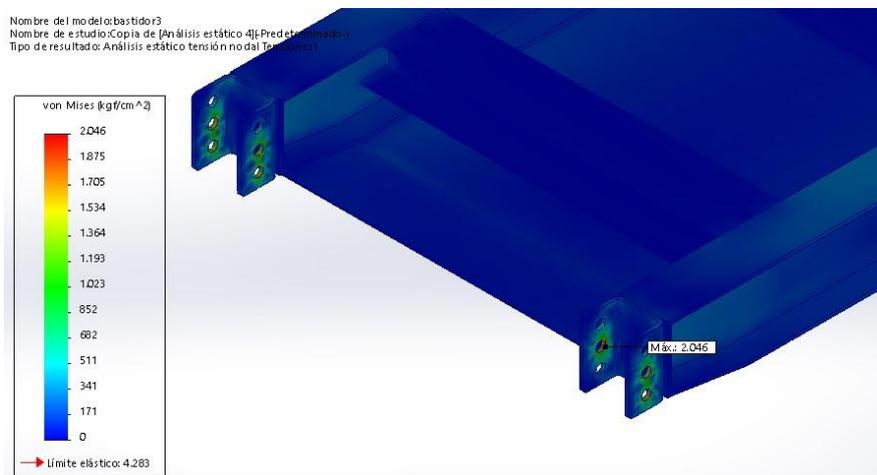


Figura 7. 46. Tensión máxima

Nombre del modelo: bastidor3
 Nombre de estudio: Análisis estático 4(-Pre determinado-)
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
 Escala de deformación: 200

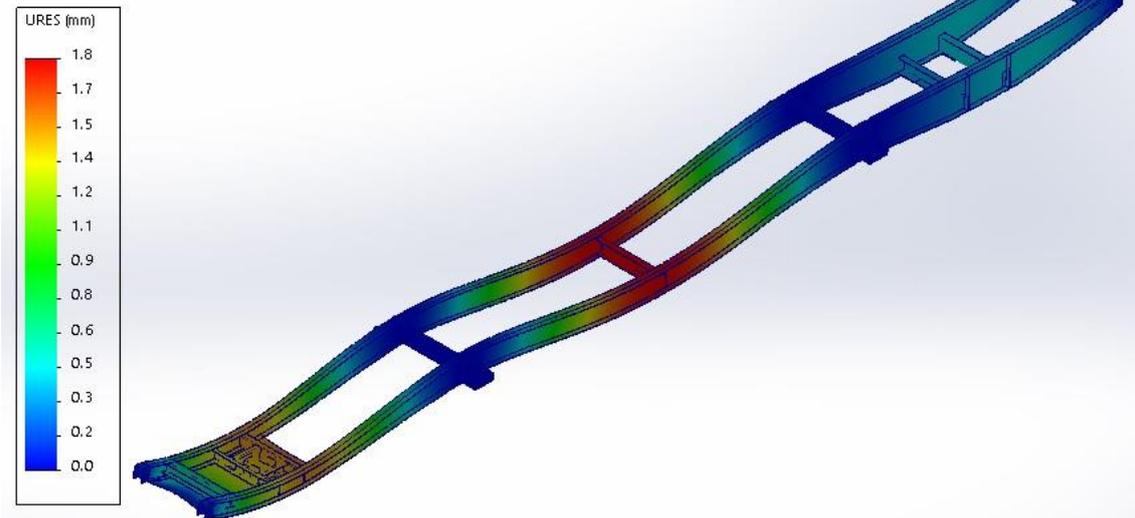


Figura 7. 47. Desplazamientos

En las Figuras anteriores puede observarse que la máxima deformación es de 1.8 mm y que no se producen tensiones que sobrepasen el límite elástico del material. A continuación, se muestran la reacción que ejerce cada sujeción.

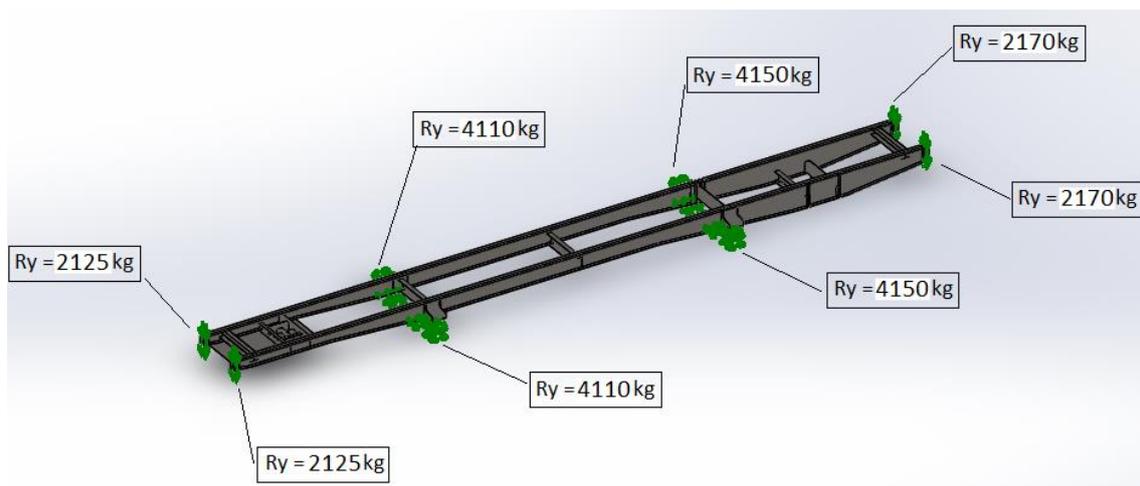


Figura 7. 48. Reacciones

En la sección siguiente se verificará que los cilindros hidráulicos puedan soportar los 4150 kg.



7.14. Selección de los cilindros hidráulicos

La elevación del chasis es una de las primeras operaciones que debe realizarse para el armado del escenario, por lo tanto, el semirremolque se encuentra todavía con la carga en su interior.

Se considera que la carga total a elevar es la suma de la tara, más la carga legal estimada, más una sobrecarga del 10%:

Carga de pandeo: $F = \frac{9500+10500+1050}{4} = 5263 \text{ kg}$

Longitud libre de pandeo: $L = 150 \text{ cm}$

Módulo de elasticidad: $E = 2100000 \text{ kg/cm}^2$

Diámetro del vástago: D_v

Momento de Inercia: $I = \frac{\pi \times D_v^4}{64}$

Carga Crítica: $F = \frac{\pi^2 \times E \times I}{3,5 \times L^2} = 5263 \text{ kg} \Rightarrow D_v = 4.49 \text{ cm}$

Se adopta un cilindro hidráulico con las siguientes características:

Diámetro del vástago: $D_v = 4.445 \text{ cm (1.75")}$

Diámetro del cilindro: $D_c = 7.62 \text{ cm (3")}$

Presión Max: $P = 150 \text{ kg/cm}^2$

Presión de trabajo: $P_{real} = \frac{F}{\frac{\pi \times D_c^2}{4}} = 115 \text{ kg/cm}^2 < P \rightarrow \text{VERIFICA}$

Como pudo demostrarse, el cilindro hidráulico es satisfactorio en cuando a la verificación a pandeo como a presión de trabajo.

7.15. Vibraciones generadas por el salto de las personas

El movimiento de las personas sobre la estructura induce cambios en las características dinámicas naturales de los escenarios, generando vibraciones elevadas que afectan las condiciones de servicio e incluso llegan a generar fallas estructurales.

Las cargas dinámicas producidas por las personas pueden clasificarse de acuerdo a: rangos de frecuencias, factores de impacto, etc., para representar las características, y ser idealizadas mediante series que poseen componentes armónicas.

El movimiento del público y, por ende, la carga que produce, está condicionado por factores externos. Por ejemplo, la música influye en el comportamiento de las personas a través del ritmo que depende en alguna medida del género. En el caso de las “barras” en los partidos de fútbol, la coordinación se hace a través de instrumentos musicales como tambores o bombos que marcan un compás y sirven para coordinar a las personas.

Las cargas producidas por personas realizando estas actividades pueden ser descritas matemáticamente por una serie de Fourier propuesta en el Documento CEB 209 (1991)²:

$$F_p(t) = G + \sum_{i=1}^n G \cdot \alpha_i \cdot \text{sen}(2\pi f_p t - \phi_i)$$

donde:

G: peso de la persona (generalmente se considera $G = 800 \text{ N}$);

α_i : coeficiente de Fourier de la i -ésima armónica;

$G \cdot \alpha_i$: amplitud de fuerza de la i -ésima armónica;

f_p : tasa de actividad;

ϕ_i : retraso de fase de la i -ésima armónica relativa a la primera;

i : número de la i -ésima armónica;

n : número total de armónicas contribuyentes.

En la siguiente Tabla se reproducen los coeficientes α_i y ángulos de fases ϕ_i , obtenidos experimentalmente para diferentes actividades.

² CEB Comité Euro-international du Béton (1991). *Bulletin D'Information N°209: Vibration Problems in Structures*.

Tabla 7. 11. Coeficientes α y ángulos de fases ϕ para diferentes actividades

| TIPOS REPRESENTATIVOS DE ACTIVIDADES | TASA DE ACTIVIDAD | FRECUENCIA [Hz] | COEFICIENTES DE FOURIER Y RETARDO DE FASE | | | | | | DENSIDAD DE DISEÑO [PERSONAS/m ²] |
|--------------------------------------|-------------------|-----------------|---|----------|------------|----------|------------|----------|---|
| | | | α_1 | ϕ_1 | α_2 | ϕ_2 | α_3 | ϕ_3 | |
| Saltar | normal | 2.0 | 1.8 | | 1.3 | | 0.7 | | ~ 0.25 (en casos extremos hasta 0.5) $\phi_2=\phi_3=\pi/2$ |
| | | 3.0 | 1.7 | | 1.1 | | 0.5 | | |
| | altos | 2.0 | 1.9 | | 1.6 | | 1.1 | | |
| | | 3.0 | 1.8 | | 1.3 | | 0.8 | | |
| Bailar | | 2.0 a 3.0 | 0.5 | | 0.15 | | 0.1 | | ~4 (en casos extremos hasta 6) |
| Aplaudir de pie con saltos. | | 1.6 | 0.17 | | 0.10 | | 0.04 | | ~4 hasta ~6 ~2 - 3 |
| | | 2.4 | 0.38 | | 0.12 | | 0.02 | | |
| Aplaudir | normal | 1.6 | 0.024 | | 0.010 | | 0.009 | | ~ 2 - 3 |
| | | 2.4 | 0.047 | | 0.024 | | 0.015 | | |
| | intenso | 2.0 | 0.170 | | 0.047 | | 0.037 | | |
| Oscilación lateral del cuerpo | sentado | 0.6 | $\alpha_{1/2}=0.4$ | | -- | | -- | | ~ 3 - 4 |
| | parado | 0.6 | $\alpha_{1/2}=0.5$ | | -- | | -- | | |

En la siguiente Figura se observa el espectro de la función de carga inducido por los espectadores. Puede observarse que en la definición de la carga no solo es importante la primera armónica sino también las armónicas superiores.

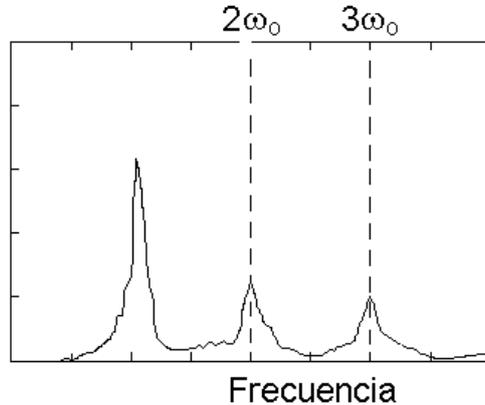


Figura 7. 49. Espectro de la función de carga inducido por los espectadores

De lo anterior se desprende que las estructuras expuestas a excitaciones dinámicas producidas por el público tales como: estadios, coliseos, gimnasios, pistas de baile, centros de reunión o similares, deben ser diseñadas de tal manera que tengan frecuencias naturales superiores a 5 Hz para vibraciones verticales.

A continuación de acuerdo a los datos de la Tabla 7.11., mostraremos la gráfica de la función para saltos normales considerando un peso G unitario:

$f = 2$

2

$F_p = 1 + 1.8 \times \text{Sin}[2 \times \pi \times f \times 1 \times t] + 1.3 \times \text{Sin}[2 \times \pi \times f \times 2 \times t - \pi / 2] + 0.7 \times \text{Sin}[2 \times \pi \times f \times 3 \times t - \pi / 2]$

$1 - 1.3 \text{Cos}[8 \pi t] - 0.7 \text{Cos}[12 \pi t] + 1.8 \text{Sin}[4 \pi t]$

Plot[F, {t, 0, 3}]

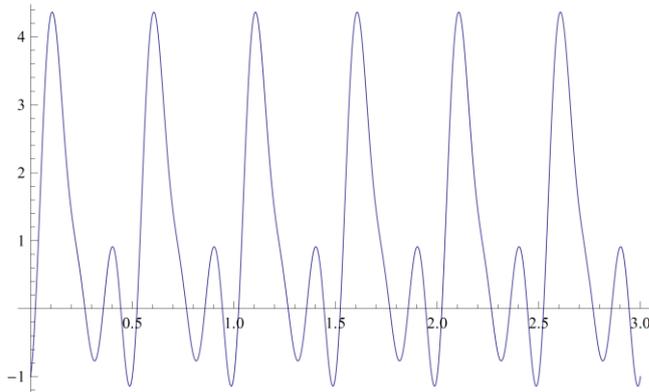


Figura 7. 50. Función de carga para saltos normas y peso G unitario

Teniendo en cuenta una ocupación normal de 2 personas por metro cuadrado:

$$G = 2 \text{ m}^{-2} \times 59 \text{ m}^2 \times 800 \text{ N} = 94400 \text{ N} = 9630 \text{ kg}$$

7.16. Estudio de frecuencias

Cuando las personas se encuentran en un estado estacionario sobre la estructura, ya sea de pie o sentados, se conoce como movimiento pasivo. Se considera que esta carga estática hace parte del sistema estructural como un aumento de la masa de la estructura y se expresa así:

$$(m_{est} + m_{per})\ddot{x} + c\dot{x} + kx = 0$$

Donde la m_{est} es la masa de la estructura y m_{per} es la masa de las personas.

Así, la frecuencia natural del sistema viene a ser:

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m_{est} + m_{per}}}$$

Esto implica que el efecto de la masa del público sobre estructura conlleva a una disminución de la frecuencia natural.

En el presente análisis, aunque el público este en movimiento (saltos) se considerará este efecto para estar del lado de la seguridad.

El estudio de frecuencias dio como resultado que la primera forma modal tiene un valor de 3.9 Hz y corresponde a una oscilación transversal.

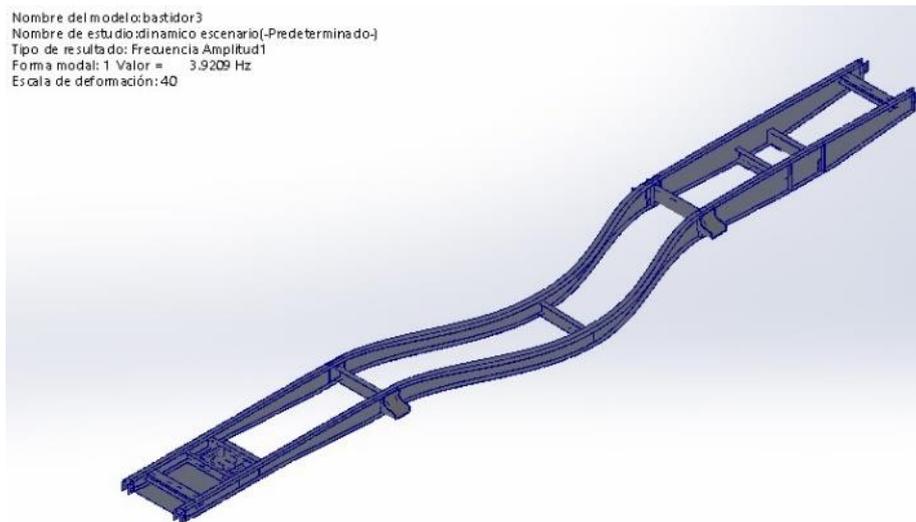


Figura 7. 51. Forma modal 1

La primera forma modal con oscilaciones verticales tiene un valor 17.7 Hz. Resultado que se considera satisfactorio por ser mayor tanto de la frecuencia fundamental de excitación como de sus armónicos, por lo que no se espera que se produzca el fenómeno de resonancia.

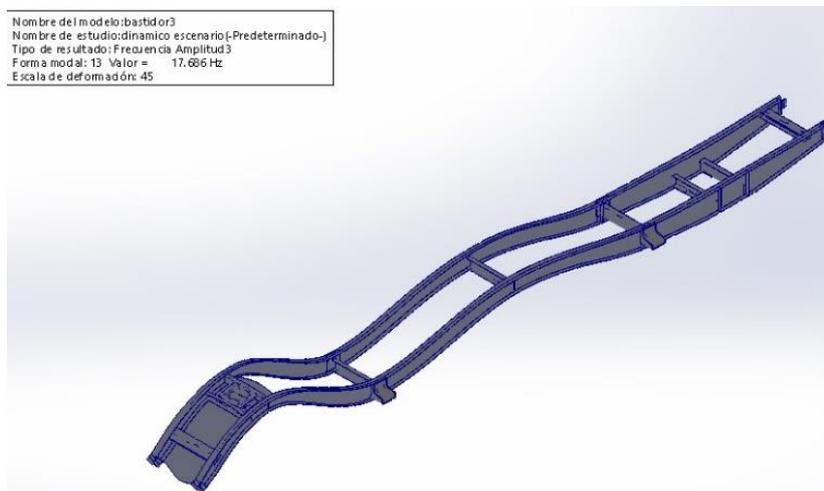


Figura 7. 52. Forma modal con oscilaciones verticales

7.17. Estudio dinámico

Las vibraciones generadas por el público se modelan como una carga determinista, es decir, están definidas correctamente como funciones de tiempo, que en este caso son armónicas. Si las cargas son deterministas, los resultados también lo son, por lo que se puede ver la respuesta del sistema como una función de tiempo.

Se analizaron los 4 segundos posteriores al comienzo de la excitación generada por el público. A continuación, se muestra el gráfico de las máximas tensiones obtenidas en el período de tiempo estudiado.

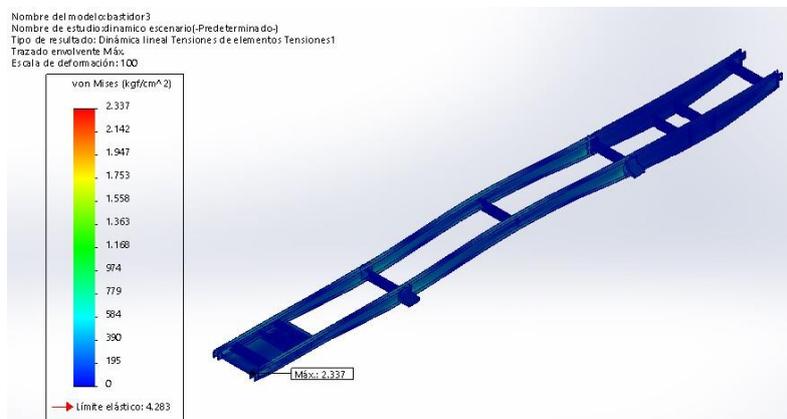


Figura 7. 53. Tensiones máximas en el periodo de tiempo estudiado

Los mayores de desplazamientos se producen a los 0.1 s de comenzada la excitación. A continuación, se muestra el grafico con los desplazamientos en este instante:

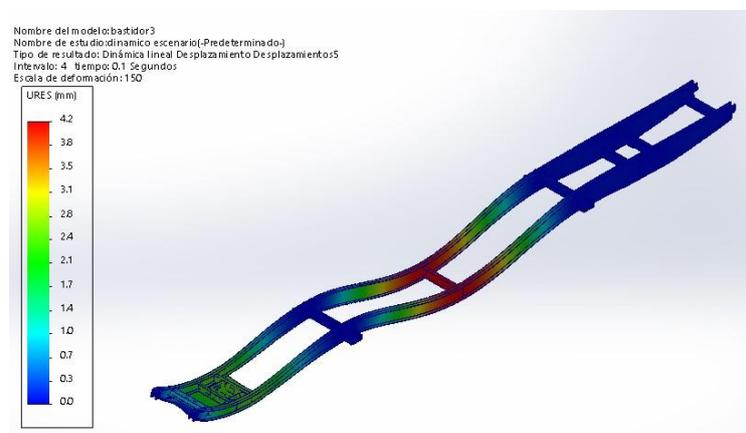


Figura 7. 54. Desplazamientos en el instante 0.1 segundo



Como se ha podido observar las vibraciones producidas por el público no generan ni tensiones ni deformaciones capaces de comprometer la integridad de la estructura. Sin embargo, los valores obtenidos fueron mayores que en el estudio estático.

Capítulo 8: Elementos complementarios al chasis

8.1. Suspensión neumática

Es una variante se las suspensiones, en la cual se sustituye el muelle de ballesta por un fuelle que permite ajustar o variar las características cuando se producen modificaciones de la carga vertical del vehículo.

Cuando la diferencia de carga en una suspensión varía mucho en función de que el vehículo esté en vacío o con la carga máxima, los sistemas de suspensión basados en resortes mecánicos se adaptan mal y, o resultan demasiado blandos con la carga máxima, o demasiado duros cuando el vehículo está vacío, o incluso ambas cosas a la vez. Los problemas derivados de esta diferencia de carga pueden solucionarse utilizando suspensiones neumáticas.

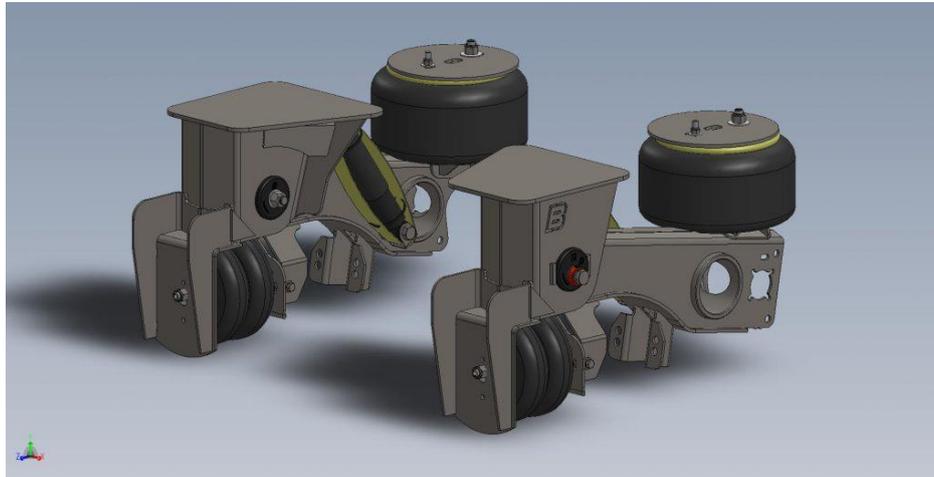


Figura 8. 1. Suspensión neumática

La diferencia fundamental entre una suspensión basada en resortes mecánicos y otra neumática se centra en que las suspensiones mecánicas tienen rigidez constante, mientras que en la neumática esta rigidez es variable, de tal forma que conforme se incrementa la carga también lo hace la rigidez. Las suspensiones neumáticas están basadas en la compresión de un recipiente elástico que contiene aire a presión.

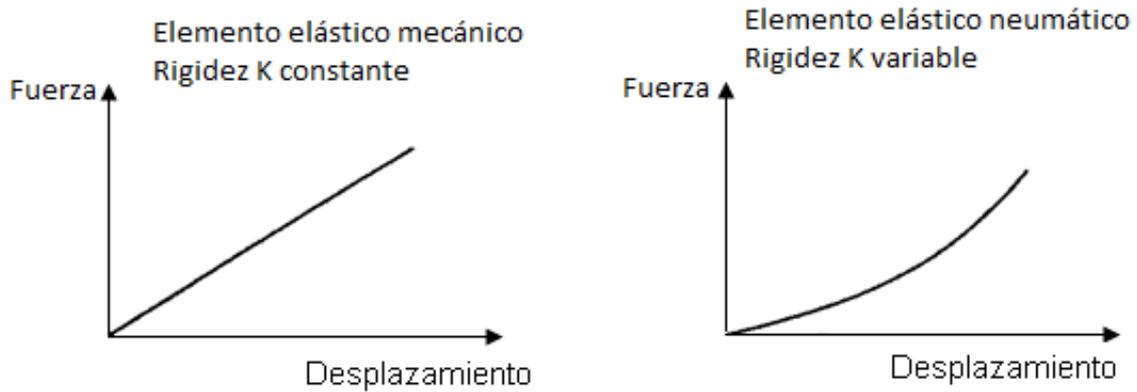


Figura 8. 2. Rigidez de elementos elásticos mecánicos y neumáticos

Desde un punto de vista práctico, el funcionamiento del sistema es sencillo: una válvula controla la deflexión que se produce en la suspensión como consecuencia de una variación de carga vertical; cuando esta variación se traduce en una variación de la altura respecto al suelo que permanece constante durante un cierto periodo de tiempo, la presión dentro del fuelle de aire se modifica para ajustar dicha altura a la posición normal. Debido a que la presión interna del fuelle varía en forma proporcional a como lo hace la carga, también lo hace la constante de rigidez de la suspensión, con lo cual la frecuencia del sistema de suspensión se mantiene constante.

En algunos sistemas el control de altura se realiza mediante sensores y componentes electrónicos, sin embargo, también puede realizarse mediante una válvula de nivelación accionada por un varillaje totalmente mecánico.

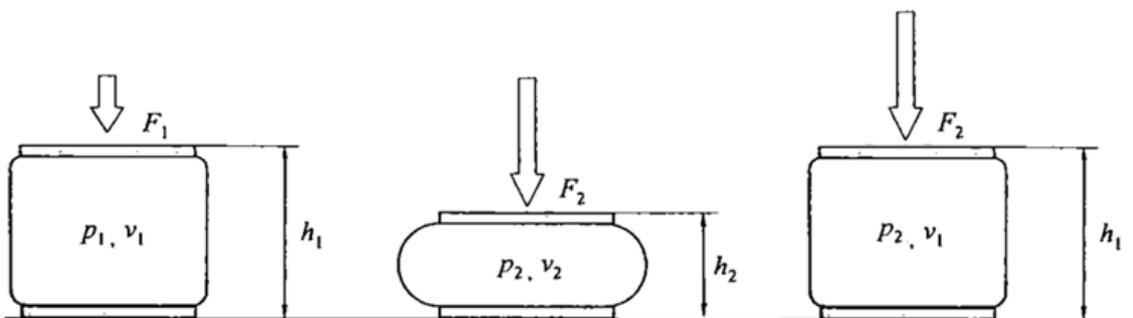


Figura 8. 3. Comportamiento de un elemento elástico neumático

A continuación, se muestran las especificaciones de la suspensión elegida:

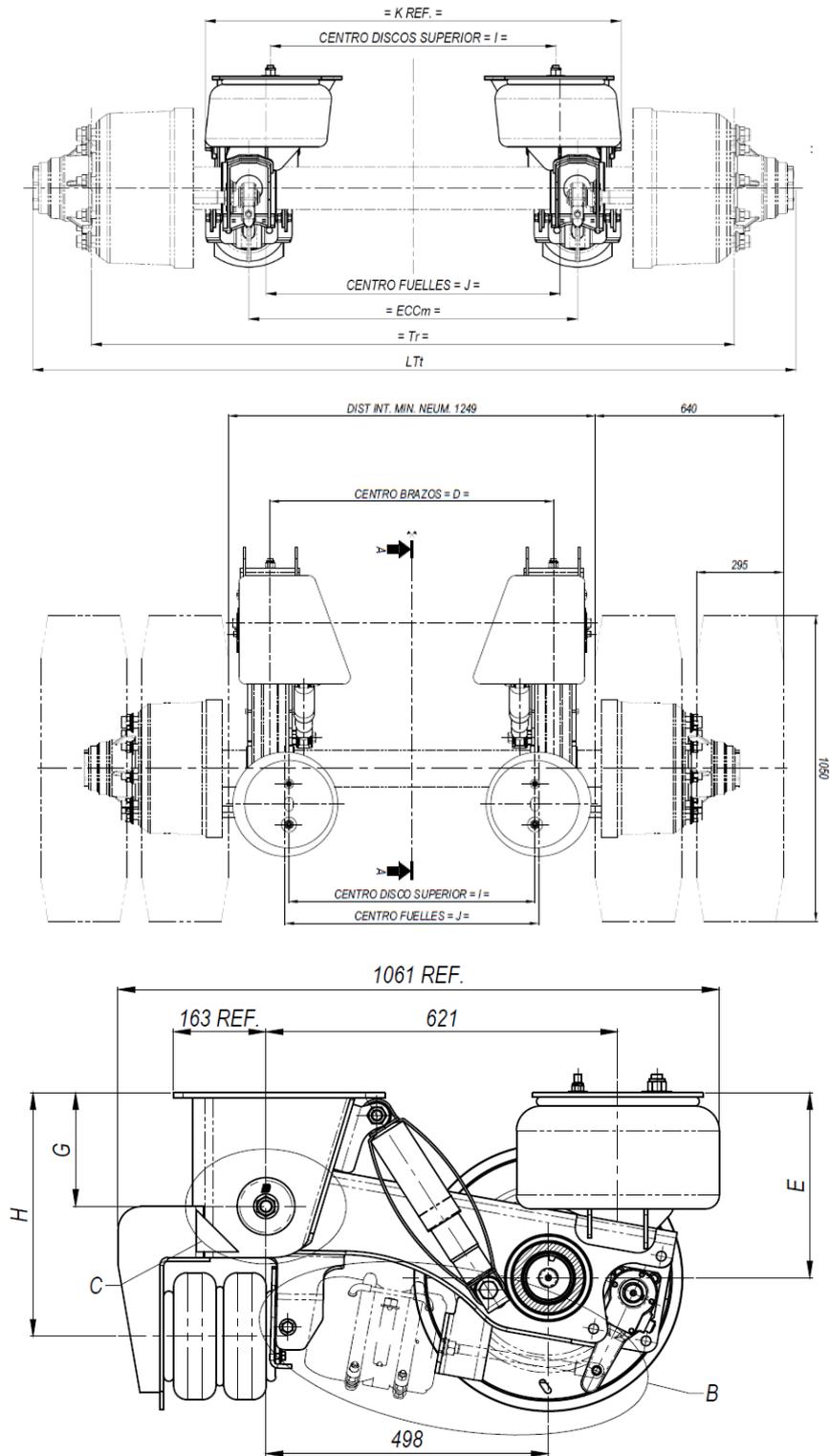


Figura 8. 4. Dimensiones de la suspensión

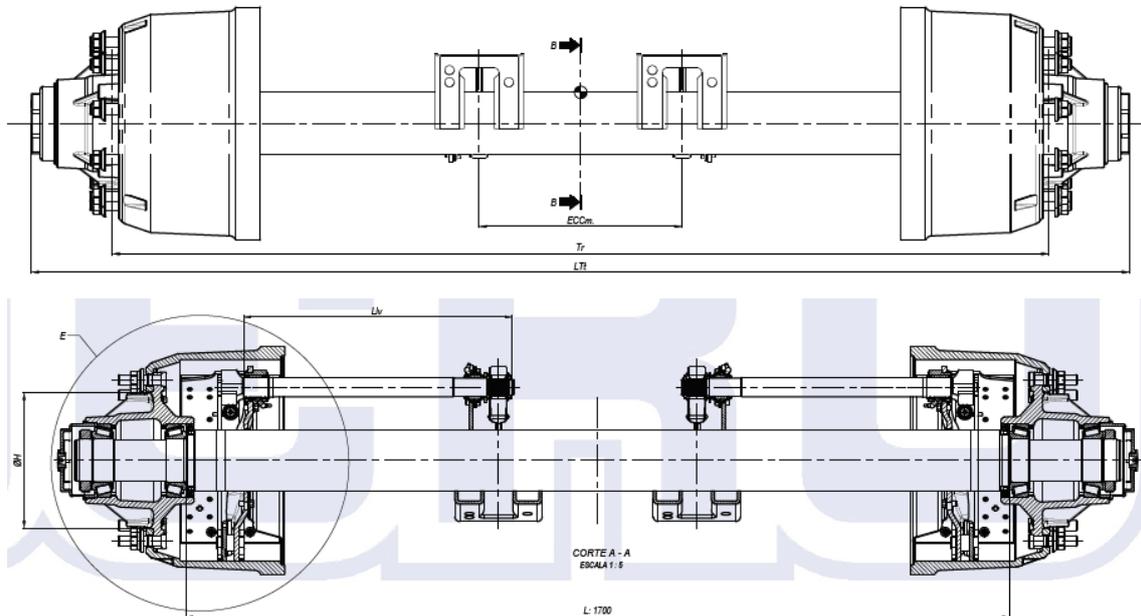
Tabla 8. 1. Especificaciones de la suspensión

| Tr | LTt | ECCm | D | I | J | K | E | G | Capacidad |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------|
| (mm) | Tn |
| 1944 | 2270 | 1020 | 1020 | 893 | 918 | 1276 | 472 | 305 | 12 |

8.2. Eje

El eje es un tubo conformado en acero micro-aleado de \varnothing 127mm x 17.5mm espesor.

A continuación, se muestran las especificaciones del eje seleccionado:



| TIPO EJE | TROCHA TRACK [Tr] | ECCm | CAP. MAX | LARGO TOTAL TOTAL LENGHT [LTt] | P.C.D | $\varnothing H$ | TIPO DE FRENO / BRAKE TYPE | RODADO RECOMENDADO/ RECOMMENDED WHEEL |
|----------------|-------------------|-------|----------|--------------------------------|------------|-----------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| EJE DISCO 12Tn | 1829mm | 349mm | 12000 | 2155mm | 10 x 335mm | 281mm | Q-Max 8" x \varnothing 16"1/2 | 8,25" x 22,5" |
| | 1889mm | 409mm | 12000 | 2215mm | 10 x 335mm | 281mm | Q-Max 8" x \varnothing 16"1/2 | 8,25" x 22,5" |
| | 1944mm | 464mm | 12000 | 2270mm | 10 x 335mm | 281mm | Q-Max 8" x \varnothing 16"1/2 | 8,25" x 22,5" |

Figura 8. 5. Especificaciones del eje

Verificación

La fuerza total aplicada sobre el eje fue calculada en la Sección 7.5. en donde se consideró la carga de impacto como un 30% de la carga viva. De esta manera, cada carga representada en magenta en la Figura 8.6. tiene un valor de:

$$F = \frac{12870 \text{ kg}}{2} = 6435 \text{ kg}$$

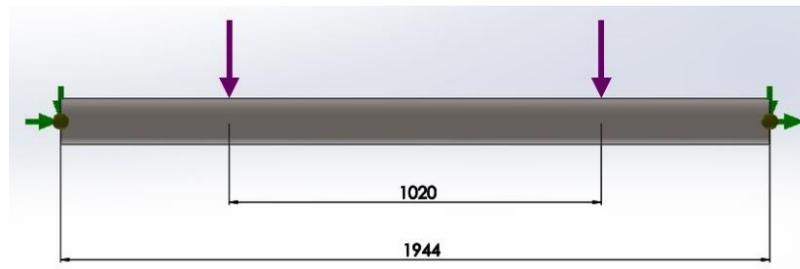


Figura 8. 6. Cargas y sujeciones

Acero SAE 1524

Resistencia a la fluencia: $s_y = 345 \text{ MPa} = 3518 \text{ kg/cm}^2$

Tensión de diseño: $s_d = \frac{s_y}{1.5} = 2345 \text{ kg/cm}^2$

Momento de inercia: $I = \frac{\pi}{64} (De^4 - Di^4) = \frac{\pi}{64} (12.7^4 - 9.2^4) = 925 \text{ cm}^4$

Módulo resistente: $W = \frac{I}{De/2} = 145.7 \text{ cm}^3$

Momento máximo: $M_{max} = F \times \frac{194.4-102}{2} = 297297 \text{ kg cm}$

Tensión de trabajo: $s_f = \frac{M}{W} = 2040 \text{ kg/cm}^2 \leq s_d$

Estos resultados fueron confirmados realizando un estudio estático cuyos resultados se muestran a continuación:

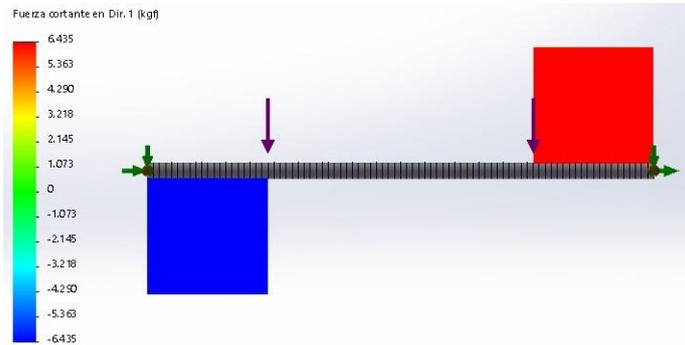


Figura 8. 7. Diagrama de esfuerzos cortantes

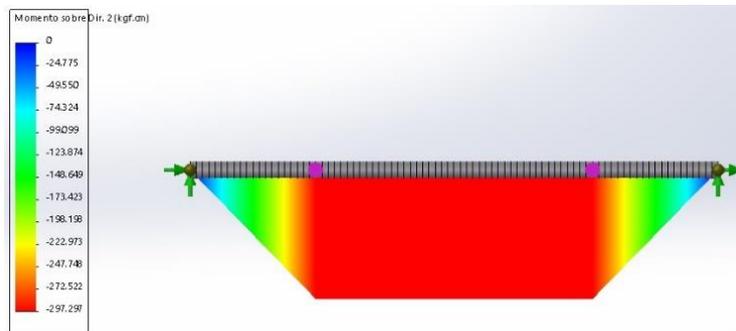


Figura 8. 8. Diagrama de momentos flectores

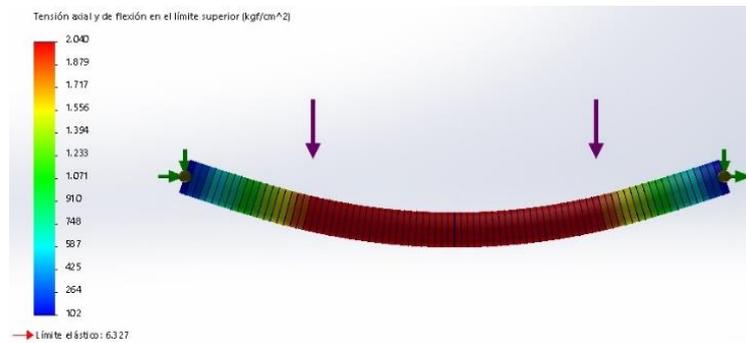


Figura 8. 9. Tensiones

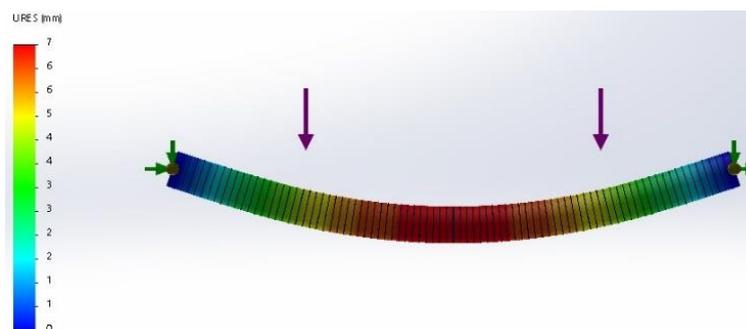


Figura 8. 10. Desplazamientos

En el análisis se obtuvo que la deformación máxima es de 7 mm. La flecha obtenida impactaría sobre el consumo de neumáticos generando un desgaste no uniforme y prematuro. Por lo tanto, debe combarse el eje de forma tal que al aplicar la carga mantenga su rectitud. Para este propósito debe adoptarse una contraflecha de 7 mm (3.5 mm en 1 metro).

8.3. Punta de eje

A continuación, se procede a verificar que los esfuerzos en la punta de eje sean admisibles. En la siguiente Figura, se muestran en detalle las dimensiones generales del conjunto.

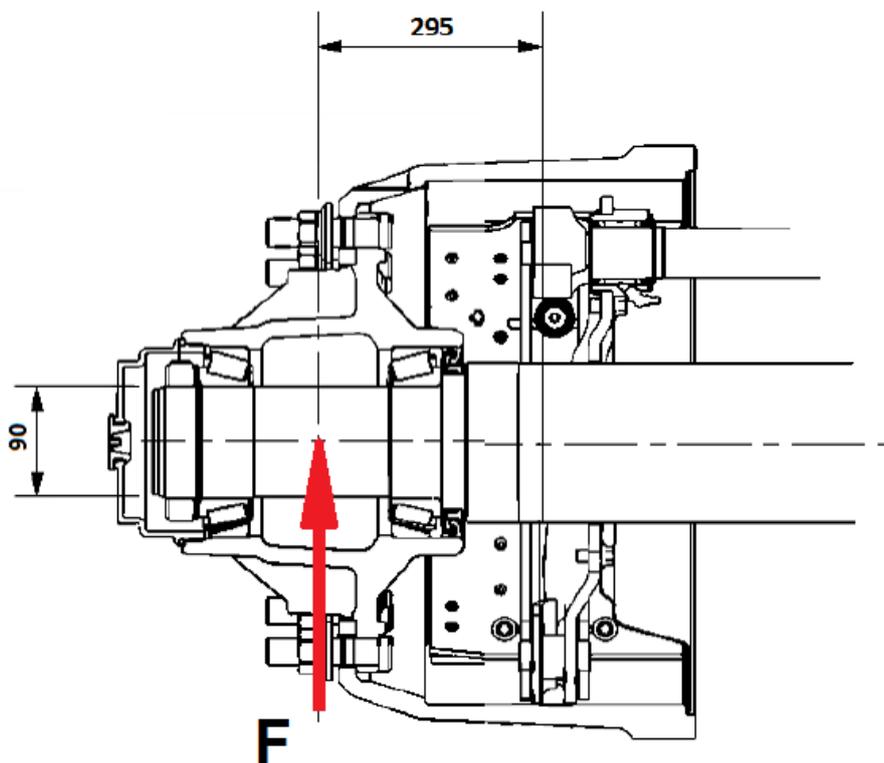


Figura 8. 11. Punta de Eje

Material: Acero forjado SAE 1040 templado y revenido.

Resistencia a la fluencia: $s_y = 5976 \text{ Kg/cm}^2$

Fuerza: $F = 6435 \text{ kg}$

Momento flector: $M_f = F \times L = 6435 \text{ kg} \times 29.5 \text{ cm} = 189832 \text{ kg cm}$

Módulo resistente: $W = \frac{\pi \times D^3}{32} = \frac{\pi \times 9^3}{32} = 71.6 \text{ cm}^3$

Tensión de diseño: $s_d = \frac{s_y}{2} = 2988 \text{ kg/cm}^2$

Tensión de trabajo: $s_f = \frac{M}{W} = 2651 \text{ kg/cm}^2 \leq s_d$

La tensión de trabajo es menor que la tensión de diseño, por lo tanto, el cálculo es satisfactorio.

8.4. Rodamientos

Los rodamientos de la maza serán de rodillos cónicos. En estos rodamientos los caminos de rodadura en los aros interior y exterior, y los rodillos, son cónicos. Han sido diseñados para soportar cargas combinadas, es decir, cargas que actúan de modo radial y axial simultáneamente.

Cálculo de la fuerza axial sobre el semirremolque

Para el cálculo de la fuerza axial se considera la fuerza centrífuga producida en una curva. La misma tiene un radio de 150 metros y es recorrida a una velocidad de 70 km/h.

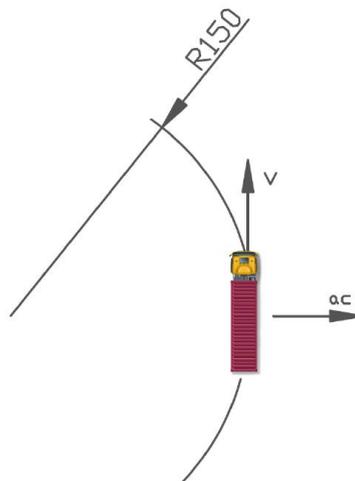


Figura 8. 12. Aceleración centrífuga producida en una curva

Velocidad $v = 70 \frac{km}{h} = 19.44 \text{ m/s}$
 Radio de la curva: $R = 150 \text{ m}$
 Aceleración centrífuga: $ac = \frac{v^2}{R} = 2.52 \text{ m/s}^2$
 Masa: $m = 20000 \text{ kg}$
 Fuerza centrífuga: $F_c = m \times ac = 50400 \text{ N} = 5138 \text{ kg}$

Cálculo de la fuerza axial sobre el eje

La fuerza que interesa para el cálculo de los rodamientos, es la que se produce sobre los ejes "RB"; que a su vez se divide por la cantidad de pares de rodamientos (N) para obtener la fuerza axial.

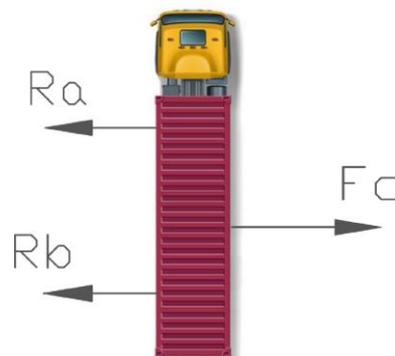


Figura 8. 13. Fuerza centrífuga soportada por la quinta rueda y el eje

Siendo Ra la reacción ejercida por la quinta rueda

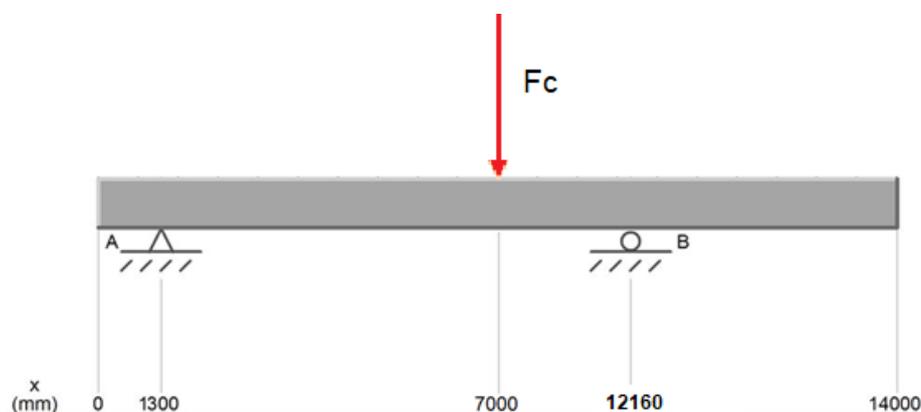


Figura 8. 14. Cálculo de reacciones



Como solo interesa conocer el valor de la reacción “Rb” se realiza una sumatoria de momentos respecto al punto “A”:

$$\Sigma M_A = Fc \times (7000 - 1300) - Rb \times (12160 - 1300) = 0$$
$$Rb = \frac{Fc \times (7000 - 1300)}{12160 - 1300} = 2696 \text{ kg}$$

Fuerzas:

Fuerza axial: $K_a = \frac{2696}{2} = 1348 \text{ kg}$

Fuerza radial: $F_{rA} = F_{rB} = \frac{6435}{2} = 3218 \text{ kg}$

Verificación de la capacidad de carga dinámica del rodamiento

Al aplicar una carga radial a un rodamiento de una hilera de rodillos cónicos, ésta se transmite de un camino de rodadura al otro según un determinado ángulo al eje del rodamiento y se induce una carga axial interna en el rodamiento. Esto se debe tener en cuenta cuando se calculan las cargas equivalentes del rodamiento para las disposiciones que incorporan dos rodamientos individuales y/o pares de rodamientos dispuestos en tándem.

En la Tabla 8.2. se muestran las especificaciones del rodamiento de donde se extraen los siguientes factores de cálculo:

$$Y = 1.4$$

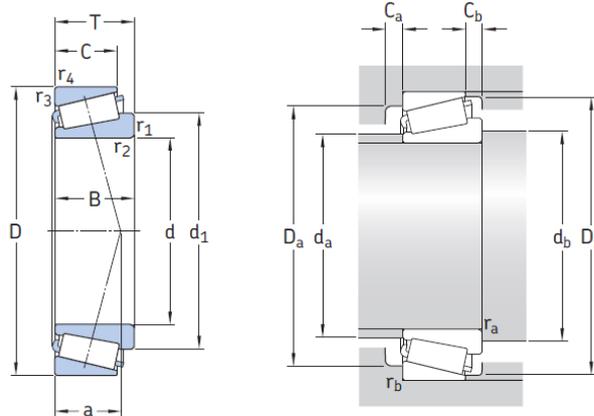
$$e = 0.43$$

Las ecuaciones para obtener las cargas axiales equivalentes de cada rodamiento se obtienen de la Figura 8.15.:

$$F_{aA} = \frac{0.5 \times F_{rB}}{Y} = 1149 \text{ kg}$$

$$F_{aB} = F_{aA} + K_a = 2497 \text{ kg}$$

Tabla 8. 2. Especificaciones del rodamiento



| Dimensiones principales | | | Capacidad de carga básica | | Carga límite de fatiga | Velocidades nominales | | Masa | Designación | Series de dimensiones para la normativa ISO 355 (ABMA) |
|-------------------------|-----|------|---------------------------|----------------|------------------------|-------------------------|------------------|------|-------------|--|
| d | D | T | C | C ₀ | P _u | Velocidad de referencia | Velocidad límite | kg | | |
| mm | | | kN | | kN | r. p. m. | | | - | - |
| 90 | 160 | 42,5 | 251 | 340 | 38 | 3 000 | 4 000 | 3,35 | 32218 J2/Q | 3FC |

| Dimensiones | | | | | | | Dimensiones de resaltes y radios de acuerdo | | | | | | | | Factores de cálculo | | | | | |
|-------------|----------------|----|----|-----------------------|-----------------------|----|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------|-----|----------------|--|--|
| d | d ₁ | B | C | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | a | d _a máx. | d _b min. | D _a min. | D _a máx. | D _b min. | C _a min. | C _b min. | r _a máx. | r _b máx. | e | Y | Y ₀ | | |
| mm | | | | | | | mm | | | | | | | | | | | - | | |
| 90 | 121 | 40 | 34 | 2,5 | 2 | 36 | 102 | 100 | 138 | 150 | 152 | 5 | 8,5 | 2,5 | 2 | 0,43 | 1,4 | 0,8 | | |

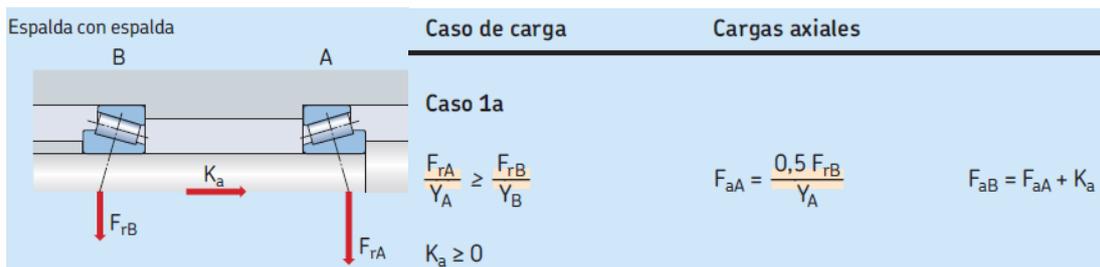


Figura 8. 15. Cargas axiales para una disposición de espalda con espalda

Como el rodamiento más solicitado para esta disposición de fuerzas es el B, se prosigue el cálculo para este mismo:

$$F_a = F_{aB} = 2497 \text{ kg}$$

$$F_r = F_{rB} = 3218 \text{ kg}$$



**Carga dinámica
equivalente del
rodamiento**

$$\begin{array}{l} F_a/F_r \leq e \quad \rightarrow \quad P = F_r \\ F_a/F_r > e \quad \rightarrow \quad P = 0,4 F_r + Y F_a \end{array}$$

Como: $\frac{F_a}{F_r} = 0.78 > e = 0.43$

Carga dinámica equivalente: $P = 0.4 \times F_r + Y \times F_a = 4783 \text{ kg} = 47 \text{ kN}$

Valor que resulta considerablemente menor que la capacidad de carga básica dinámica del rodamiento, cuyo valor es:

$$C = 251 \text{ kN}$$

Vida útil del rodamiento

La vida individual de un rodamiento se expresa como la cantidad de revoluciones o la cantidad de horas de funcionamiento que el rodamiento puede soportar a una cierta velocidad antes de que aparezca el primer indicio de fatiga del metal en el camino de rodadura del aro interior o exterior o en un elemento rodante. Sin embargo, existen rodamientos aparentemente idénticos que, con funcionamiento en idénticas condiciones, tienen vidas útiles diferentes. Por lo tanto, es esencial una definición más clara del término “vida útil del rodamiento” para calcular su tamaño. Toda la información que se presenta en los catálogos de SKF con respecto a las capacidades de carga se basa en la vida útil que alcanza o supera el 90% de un grupo suficientemente representativo de rodamientos aparentemente idénticos.

En la siguiente Tabla pueden se muestran los valores requeridos de vida nominal para vehículos de carreta y ferroviarios.

Tabla 8. 3. Guía de valores requeridos de vida nominal para vehículos de carretera y ferroviarios

| Tipo de vehículo | L10s millones de km |
|---|---------------------|
| Rodamientos de cubo de rueda para vehículos de carretera : | |
| Automóviles | 0,3 |
| Camiones y autobuses | 0,6 |
| Rodamientos para cajas de grasa en vehículos ferroviarios : | |
| Vagones de mercancías (según especificación UIC). | 0,8 |
| Material móvil de cercanías, tranvías. | 1,5 |
| Coches de pasajeros para grandes líneas. | 3 |
| Coches automotores para grandes líneas. | 3 a 4 |
| Locomotoras eléctricas y diesel para grandes líneas | de 3 a 5 |

La vida nominal de un rodamiento se obtiene de la siguiente ecuación:

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p$$

donde

L_{10} = vida nominal básica (con una confiabilidad del 90%) [millones de revoluciones]

n = velocidad de giro [r. p. m.]

p = exponente de la ecuación de la vida útil

– para los rodamientos de bolas, $p = 3$

– para los rodamientos de rodillos, $p = 10/3$

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p = \left(\frac{251 \text{ kN}}{47 \text{ kN}}\right)^{10/3} = 266 \text{ millones de rev.}$$

Duración nominal expresada en millones de kilómetros:

$$L_{10s} = \frac{\pi \times D}{10^3} \times L_{10}$$



Donde “D” es el diámetro de la rueda del vehículo expresada en metros. Para nuestro caso $D = 1.05 \text{ m}$

$$L_{10s} = \frac{\pi \times 1.05}{10^3} \times 266 = 0.88 \text{ millones de km}$$

Valor que se considera admisible por ser mayor al mínimo requerido según la Tabla 8.3.

8.5. Paragolpe

El paragolpe debe fabricarse e instalarse acorde a lo requerido por la Norma IRAM-AITA 10260 - Dispositivos traseros de protección (paragolpes).

Método de ensayo

A continuación, se transcribe el método de ensayo especificado en la Norma IRAM-AITA 10260

4.1 Aparato

4.1.1 Cilindros con articulaciones adecuadas (por ejemplo, juntas de articulación), para aplicación de las fuerzas especificadas en 4.3.

4.1.2 Superficie de contacto (cilindro/paragolpe) de 250 mm de altura, 200 mm de ancho y 25 mm de espesor con rayo de curvatura de 5 ± 1 mm en las aristas.

4.1.3 Dispositivo para medir las fuerzas especificadas en la Tabla 1 (Aplicación de fuerzas).

4.2 Ejecución del Ensayo

4.2.1 El paragolpe trasero debe estar instalado en el vehículo en la posición de trabajo, con el vehículo con Masa en Orden de Marcha según los requisitos del



punto 3 y Figura 1. Las fuerzas especificadas en la Tabla 1 deben aplicarse por separado en esta secuencia: P1, P3 y P2.

Las fuerzas especificadas en la Tabla 1 deben aplicarse paralelamente al eje medio longitudinal del vehículo a través de una superficie de contacto especificada en 4.1.2.

El centro de cada superficie debe estar ubicado en los puntos P1, P2 y P3.

Los puntos P1 están ubicados a 200 mm del extremo de la carrocería o equipamiento, lo que sea mayor.

El punto P3 es el punto central del paragolpe trasero y los puntos P2 son simétricos en cuanto al punto P3, distanciados 700 mm como mínimo y 1000 mm como máximo entre ellos, con la posición exacta pudiendo especificarse por el instalador del paragolpe trasero. La altura arriba del plano de apoyo de los puntos P1, P2 y P3 debe ser definida como siendo el punto medio de la altura de la sección del elemento horizontal, sin exceder 600 mm el plano de apoyo con el vehículo con Masa en Orden de Marcha.

4.2.2. Para que no se desplace el vehículo, éste debe estar fijado por cualquier medio a cualquier parte de su estructura o ejes, excepto en la parte del chasis ubicada tras el último eje.

4.2.3. Debe efectuarse el ensayo en el caso más crítico considerándose el proyecto y la aplicación, dentro de una misma familia de paragolpe trasero. El paragolpe trasero ensayado no debe ser reutilizado de nuevo, independientemente del resultado.

4.3. Procedimiento

Aplicar a los puntos P1, P2 y P3 una fuerza horizontal según descrito en la siguiente Tabla de este Anexo, pero no excediendo 100.000 N en los puntos P1 y P3 y 150.000 N en el punto P2.



Tabla 8. 4. Secuencia y valor de las fuerzas para diferentes vehículos

| Vehículos de carga y remolcados Masa Total Máxima (ton.) | Fuerzas en P1 (kN) | Fuerzas en P2 (kN) | Fuerzas en P3 (kN) | Secuencia de aplicación de las fuerzas |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|--|
| de 4,6 a 6,5 | 50 | 75 | 50 | P1, P3 y P2 |
| de 6,5 a 10 | 60 | 90 | 60 | P1, P3 y P2 |
| de 10 a 23,5 | 80 | 120 | 80 | P1, P3 y P2 |
| más de 23,5 | 100 | 150 | 100 | P1, P3 y P2 |

4.4. Resultados

Debe evaluarse el paragolpe por un Órgano Técnico de Ingeniería, debidamente acreditado, que emitirá un informe técnico conteniendo como mínimo los datos a continuación:

- Nombre del fabricante e instalador del paragolpe;
- Masa Total Máxima del vehículo;
- Valor de las fuerzas aplicadas en los puntos P1, P2 y P3;
- Distancia horizontal entre la cara posterior del elemento horizontal del paragolpe en los puntos P1, P2 y P3 y la referencia en el chasis en la dirección del último eje del vehículo tras el ensayo.
- Descripción del equipamiento utilizado en el ensayo.

5. Aceptación y Rechazo

5.1 Considerase aprobado dimensionalmente cuando el paragolpe cumple los requisitos del punto 3 y Figuras.

5.2 La deformación permanente máxima en los puntos P1, P2 y P3 no debe exceder 125 mm, tras el ensayo, respecto de la posición original.

5.3 No se aceptarán rajaduras de soldadura o quiebras, hendiduras o deterioro exterior visible en el conjunto paragolpe-chasis del vehículo a causa del ensayo.

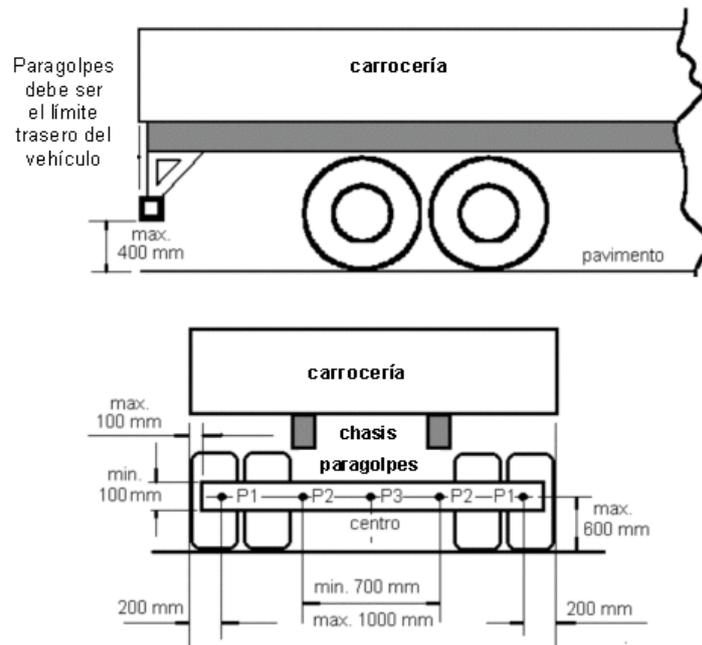


Figura 8. 16. Especificación de las dimensiones del paragolpe

Análisis por elementos finitos

De acuerdo con el procedimiento detallado anteriormente se realizará un análisis por elementos finitos teniendo en cuenta que no será válido realizar un estudio estático lineal. Esto es debido a que, si el material se estudia con un modelo lineal, cuando las cargas se relajen las deformaciones también lo harán para cualquier valor de las mismas. Por lo tanto, no pueden obtenerse las deformaciones permanentes en las piezas.

Generalidades del análisis no lineal

El análisis lineal se basa en las suposiciones estáticas y de linealidad y, por lo tanto, es válido siempre y cuando dichas suposiciones sean válidas. Cuando

falla una de estas suposiciones (o más), el análisis lineal produce predicciones incorrectas y se debe utilizar el análisis no lineal para modelar las no linealidades.

La suposición de linealidad es verdadera si todos los materiales del modelo cumplen con la Ley de Hooke, que enuncia que la tensión es directamente proporcional a la deformación unitaria. Algunos materiales presentan dicho comportamiento sólo si las deformaciones unitarias son pequeñas. Al aumentar las deformaciones unitarias, las relaciones tensión-deformación unitaria se tornan no lineales. Otros materiales muestran comportamiento no lineal incluso cuando las deformaciones unitarias son pequeñas.

Un modelo de material es una simulación matemática del comportamiento de un material. Se dice que un material es lineal si sus relaciones tensión-deformación unitaria son lineales. Los materiales lineales pueden ser isotrópicos, ortotrópicos o anisotrópicos. Siempre que un material del modelo presenta un comportamiento tensión-deformación unitaria no lineal bajo la carga especificada, debe utilizarse el análisis no lineal. El análisis no lineal ofrece muchos tipos de modelos de material.

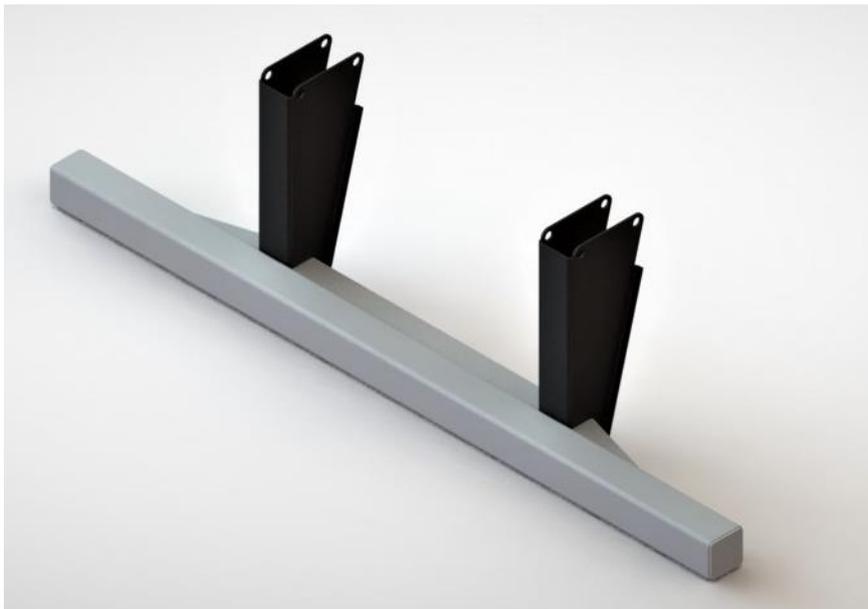


Figura 8. 17. Paragolpe a verificar



Material

El paragolpe estará fabricado con chapa de acero MLC 420 de 1/4" (6,35 mm) de espesor.

Tabla 8. 5. Propiedades del material. MLC 420

| Propiedades | |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| Nombre: | MLC 420 |
| Tipo de modelo: | Plasticidad - von Mises |
| Criterio de error predeterminado: | Tensión de von Mises máx. |
| Límite elástico: | 4.2e+008 N/m² |
| Módulo tangente: | 2.1e+009 N/m² |
| Módulo elástico: | 2.1e+011 N/m² |
| Coefficiente de Poisson: | 0.28 |
| Densidad: | 7700 kg/m³ |

Modelo de material

Un modelo de material describe la relación entre tensión y deformación unitaria en un material.

Los modelos de materiales elastoplásticos son necesarios para describir el comportamiento de los materiales para los que las tensiones exceden el punto de flexibilidad. Las características básicas del comportamiento elastoplástico capturan la carga y descarga de las trayectorias de tensión-deformación y el estado de tensión multiaxial que corresponde al comienzo del flujo de plástico.

Dentro del comportamiento elastoplásticos, encontramos diferentes modelos de materiales de acuerdo a la teoría de fallo adoptada.

La falla es la pérdida de función de un elemento tanto por deformación (fluencia) como por separación de sus partes (fractura). En los materiales dúctiles se considera que la falla se presenta cuando el material empieza a fluir (falla por deformación).



Plasticidad de Von Mises

Es un modelo ampliamente utilizado para describir el comportamiento de los metales. Establece lo siguiente:

“La falla se producirá cuando la energía de distorsión por unidad de volumen debida a los esfuerzos máximos absolutos en el punto crítico sea igual o mayor a la energía de distorsión por unidad de volumen de una probeta en el ensayo de tensión en el momento de producirse la fluencia”

En términos de tensiones este criterio puede escribirse sencillamente en términos de la llamada tensión de Von Mises como:

$$\sigma_{vM} = \sqrt{\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}{2}} \geq \sigma_Y$$

Donde: $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$, son las tensiones principales en el punto considerado.

Módulo tangente

El módulo tangente es la pendiente de la curva de tensión - deformación en cualquier tensión o deformación especificada. Por debajo del límite proporcional, el módulo tangente es equivalente al módulo de Young. Por encima del límite proporcional, el módulo de tangente varía con la tensión y se encuentra con mayor precisión a partir de los datos de prueba.

El módulo de tangente es útil para describir el comportamiento de los materiales que trabajan más allá de la región elástica. Cuando un material se deforma plásticamente, ya no existe una relación lineal entre la tensión y la deformación, como ocurre con las deformaciones elásticas. El módulo de tangente cuantifica el "endurecimiento" del material que generalmente ocurre cuando comienza a ceder.

Aunque el material se plastifica, en general todavía es capaz de soportar más carga antes del fallo final. Por lo tanto, se puede diseñar una estructura más eficiente cuando se considera el comportamiento plástico.

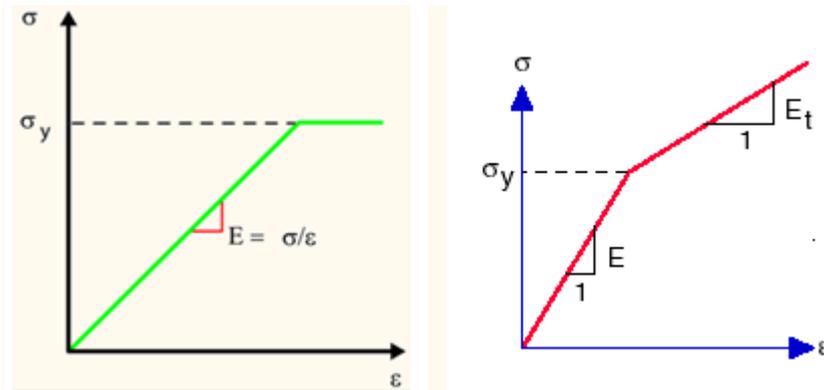


Figura 8. 18. Modelo de plasticidad perfecta comparado con un modelo en el que se adopta un módulo tangente

La gráfica de la izquierda corresponde al modelo de plasticidad perfecta. En este caso no se presentan tensiones más altas que el límite elástico y las deformaciones obtenidas son mayores. Adoptar un modelo de plasticidad perfecta nos mantiene del lado de la seguridad, sin embargo, esta situación no facilita la convergencia de la solución. Para corregir esto, es aconsejable adoptar un módulo tangente $E_t = \frac{E}{100}$.

Cargas

Para respetar la secuencia de aplicación de cargas P1 – P3 – P2, que exige el procedimiento de ensayo, se generaron las siguientes curvas de cargas en función del tiempo:



Figura 8. 19. Secuencia de aplicación de las cargas

Además, se modelaron las superficies de contacto (cilindro/paragolpe) de 250 mm de altura, 200 mm de ancho y 25 mm de espesor, tal como se exige.

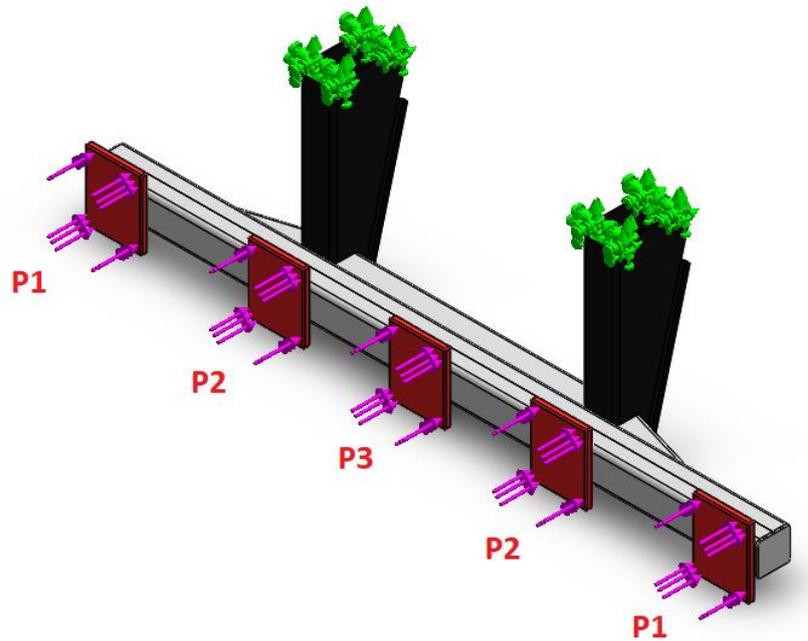


Figura 8. 20. Cargas y sujeciones

Mallado

Se ha decidido utilizar una malla sólida estándar. El tamaño global de los elementos es de 30 mm. En zonas críticas se realizó un refinamiento de la misma con elementos de 8 mm. Con esta configuración se crearon 32993 elementos.

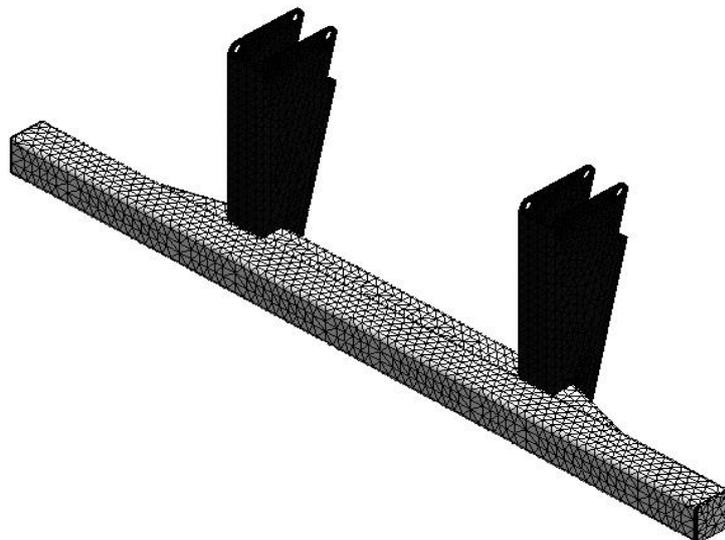


Figura 8. 21. Mallado de la pieza

Resultados

Tensiones Máximas:

En la siguiente gráfica se muestran las tensiones máximas obtenidas en cada punto durante toda la duración del ensayo.

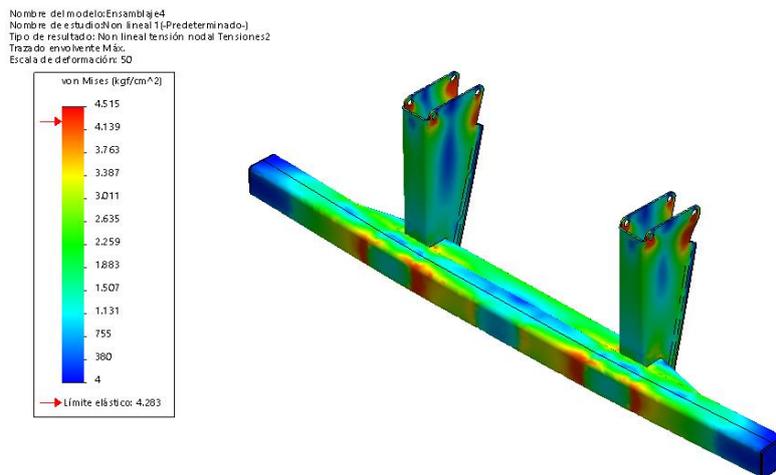


Figura 8. 22. Tensiones Von Mises máximas

Como puede observarse la tensión máxima es de 4515 kg/cm², valor que se encuentra por debajo del límite de tracción del material (4895 kg/cm²).

A continuación, se muestran en rojo las zonas en las que se superó el límite elástico de 4283 kg/cm².

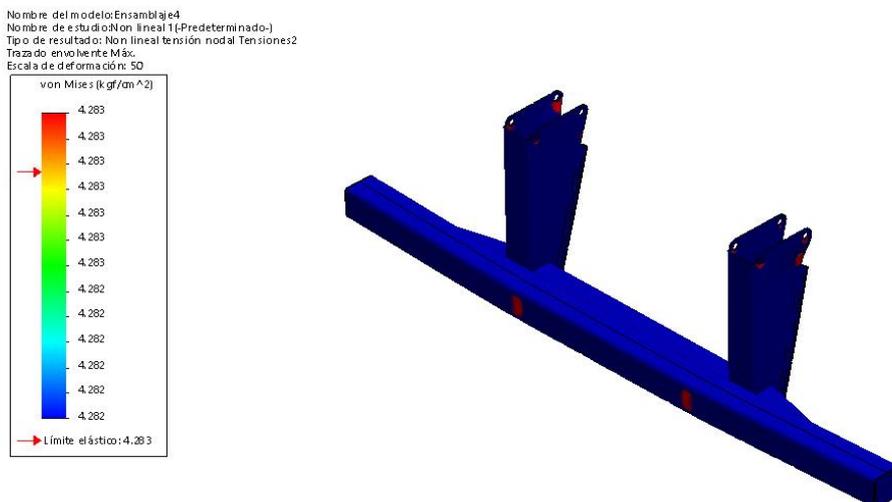


Figura 8. 23. Zonas en la pieza en la que se superó el límite elástico

Desplazamientos Máximos

En la siguiente gráfica se muestran los desplazamientos máximos obtenidos en cada punto durante toda la duración del ensayo.

Nombre del modelo: Ensamblaje4
 Nombre de estudio: Non lineal 1-(Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Desplazamiento no lineal Desplazamientos2
 Trazado envolvente Máx.
 Escala de deformación: 50

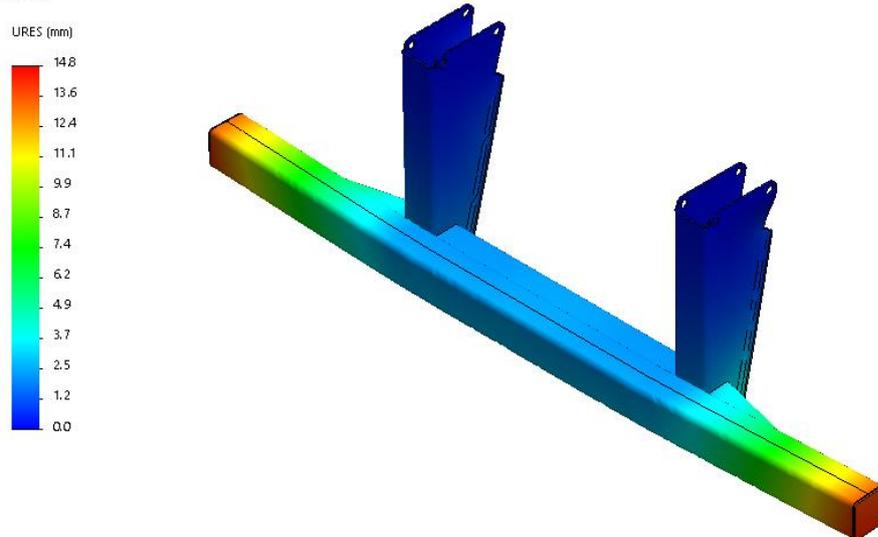


Figura 8. 24. Desplazamientos máximos.

El valor máximo obtenido es de 15 mm y se da lugar en los extremos del paracolpe. A continuación, se muestra la gráfica de respuesta de un nodo correspondiente al extremo del paracolpe:

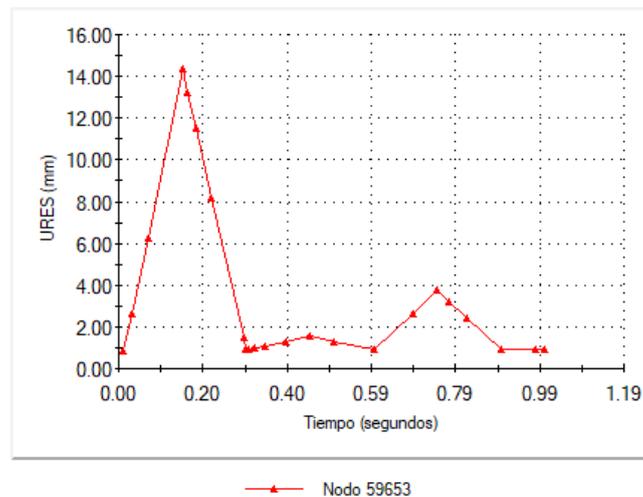


Figura 8. 25. Gráfica de respuesta. Nodo 59653.

Puede observarse que el desplazamiento es máximo en el instante en que P1 es máxima. Además, queda claro que al finalizar el ensayo y relajarse las cargas, queda con un desplazamiento permanente respecto a la posición original de 1 mm.

A continuación, se muestra la gráfica de respuesta de un nodo correspondiente a la parte central del paragolpe:

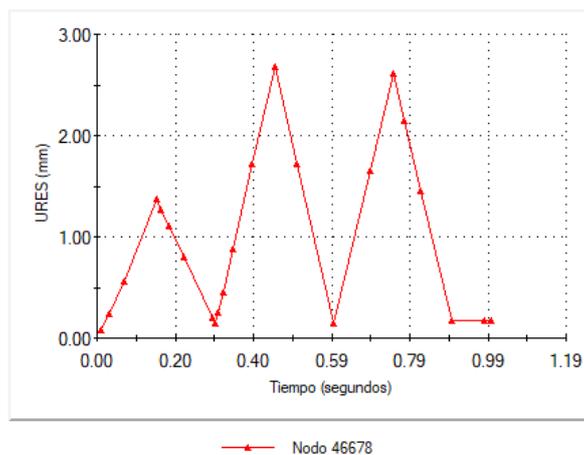


Figura 8. 26. Gráfica de respuesta. Nodo 46678.

Deformaciones permanentes

En la gráfica siguiente se puede observar los desplazamientos de los nodos una vez finalizado el estudio y cesado las cargas.

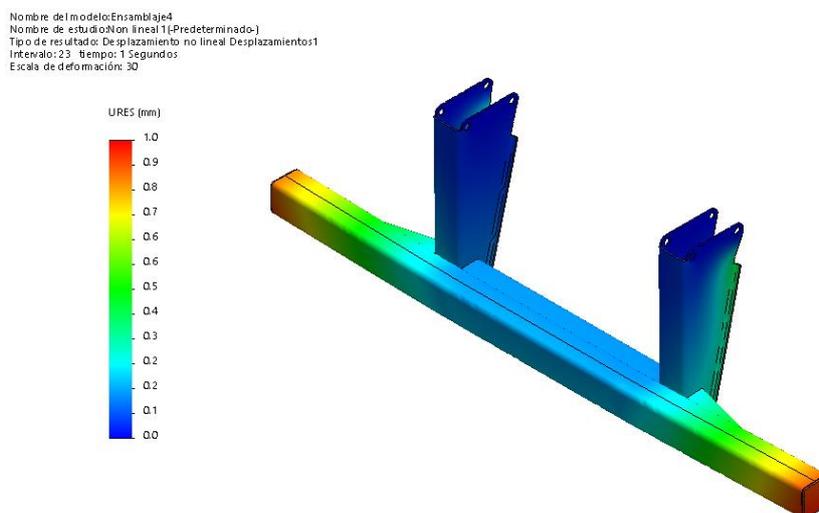


Figura 8. 27. Deformaciones permanentes

La deformación permanente máxima en los puntos P1, P2 y P3 no debe exceder 125 mm, tras el ensayo, respecto de la posición original. Podemos observar que la máxima deformación permanente es de 1 mm, siendo este valor satisfactorio.

Bandas reflectivas en el paragolpe

El paragolpe debe tener bandas oblicuas con una inclinación de 45 grados en relación al plano horizontal y 45 +/- 2,5 mm de ancho en los colores blanco y rojo reflectivo según se muestra a continuación:

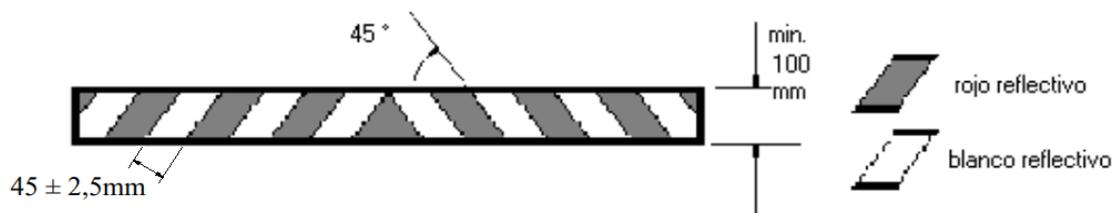


Figura 8. 28. Bandas reflectivas en el paragolpe

8.6 Dispositivos laterales de protección “Guardaciclistas”

Las protecciones laterales deben fabricarse e instalarse acorde a lo requerido por la Norma IRAM-AITA 10276 - Dispositivos laterales de protección.

Algunos de los requisitos especificados en la norma son los siguientes:

- El dispositivo de protección lateral no debe aumentar el ancho máximo del vehículo, y la parte principal se cara externa no se debe adelantar más de 120 mm con respecto del plano exterior más alejado del eje longitudinal del vehículo (ancho máximo)
- La cara externa del dispositivo lateral debe ser liza, no debe tener salientes que puedan producir enganches.
- El dispositivo de protección lateral puede consistir en una superficie plana continua, en uno o varios largueros horizontales, o en una

combinación de ambos; cuando se trate de largueros horizontales, no deben distanciarse más de 300 mm entre sí y deben tener una altura mínima de 100 mm para el caso de un semirremolque.

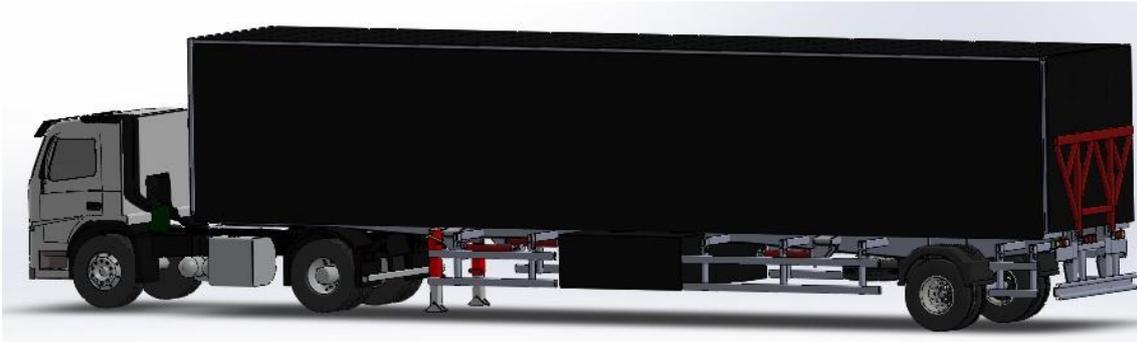


Figura 8. 29. Semirremolque con sus protecciones laterales

A continuación, se muestran las dimensiones que deben tener las protecciones laterales.

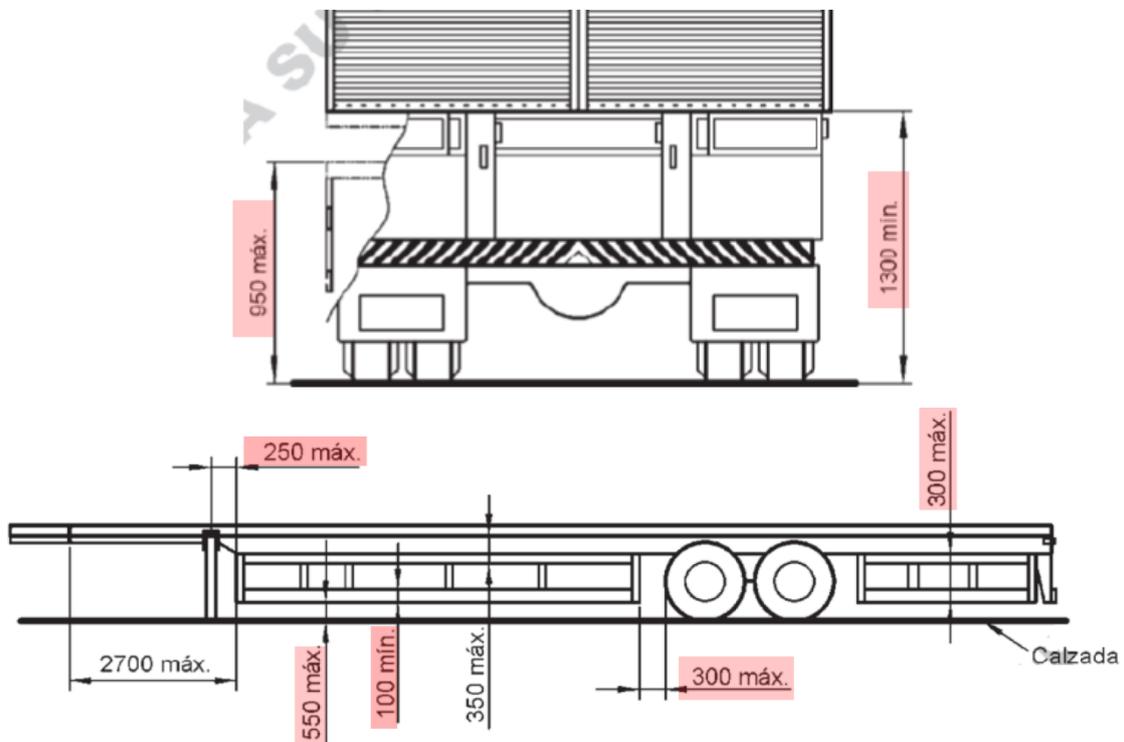


Figura 8. 30. Dimensiones requeridas de las protecciones laterales

Para la construcción del dispositivo de protección lateral se utilizaron tubos rectangulares de 100 x 50 x 2 mm.

8.7. Perno Rey

El “perno rey” o “Kingpin” es el elemento encargado de vincular al semirremolque con la unidad tractora, desempeña una función crítica por lo que debe cumplir con todas las exigencias de las normas vigentes.

Para este propósito se procede a verificar el perno sometándolo a un esfuerzo acorde a lo establecido por la norma IRAM 10251:2003, donde se especifica como determinar la fuerza dinámica actuante sobre el éste.

El valor “D” define la fuerza horizontal de referencia teórica actuante entre el vehículo remolcador y el remolque. Este valor es el que se utiliza en las pruebas dinámicas de todos los dispositivos de acoplamiento entre el vehículo remolcador y el remolque.

El valor “D” expresado en kilonewton se obtiene de la siguiente fórmula:

$$D = g \times \frac{0.6 \times T \times R}{T + R - U} \text{ (kN)}$$

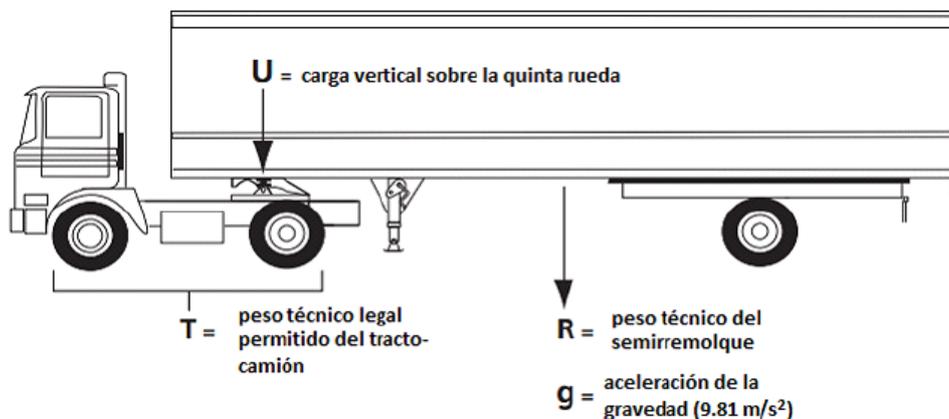


Figura 8. 31. Cargas a considerar para calcular el valor "D"

$$T = 16.5 Tn$$

$$R = 20 Tn$$

$$U = 9.5 Tn$$

$$D = 9.81 \times \frac{0.6 \times 16.5 \times 20}{16.5 + 20 - 9.5} = 72 kN$$

Valor que coincide con el especificado en la norma como se observa en la siguiente Tabla:

Tabla 8. 6. Valor "D" para diferentes configuraciones

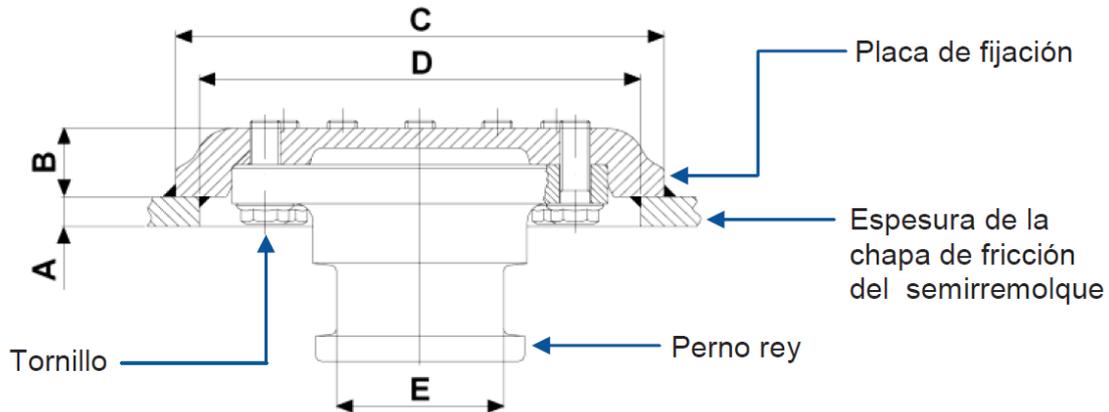
| Tipo de vehículo | Configuración de ejes | Peso máximo (Tn) | Valor "D" (KN) |
|---|-----------------------|------------------|----------------|
|  | S1-D1-D1 | 27,00 | 72 |
|  | S1-D1-D2 | 34,50 | 78 |
|  | S1-D1-D3 | 42,00 | 81 |
|  | S1-D2-D2 | 42,00 | 118 |
|  | S1-D2-D1-D1 | 45,00 | 120 |
|  | S1-D2-D3 | 49,50 | 122 |
|  | S1-D2-D1-D2 | 52,50 | 123 |

Aplicación de la carga

Para la realización del ensayo se considera que la carga horizontal oscilará de manera sinusoidal un número de ciclos no menor a 2×10^6 .

La carga dinámica oscilará entre los valores +D y -D.

Tabla 8. 7. Especificaciones del Perno Rey seleccionado



| Código conjunto perno rey, tornillo y placa | A (mm) | B (mm) | C (mm) | D (mm) | E | Valor D (kN) |
|--|--------|--------|--------|--------|-------|--------------|
| 260000085 (2" - 8 tornillos) | 8 | 37 | Ø260 | Ø235 | Ø2" | 162 |
| 260000086 (2" - 8 tornillos) | 10 | 34 | Ø260 | Ø235 | Ø2" | 162 |
| 260000192 (2" - 8 tornillos) | 12 | 33 | Ø260 | Ø235 | Ø2" | 162 |
| 260000101 (3.½" - 8 tornillos) | 10 | 34 | Ø260 | Ø235 | Ø3.½" | 162 |
| 260000196 (3.½" - 8 tornillos) | 12 | 34 | Ø260 | Ø235 | Ø3.½" | 162 |
| 260000161 (3.½" - 12 tornillos) | 16 | 37 | Ø260 | Ø235 | Ø3.½" | 200 |
| PR00006J00 (3.½" - 12 tornillos - agujero central) | 16 | 37 | Ø260 | Ø235 | Ø3.½" | 200 |

A continuación, se procede a realizar la verificación del perno rey a fatiga.

Material: SAE 1045 forjado y endurecido por T.T

Límite a tracción: $S_u = 7734 \text{ kg/cm}^2$

Resistencia a la fatiga teórica: $S'n = 0.5 \times S_u = 3867 \text{ kg/cm}^2$

Factor de modificación de la condición superficial: $k_1 = 0.9$

Factor de modificación del tamaño: $k_2 = 0.85$

Factor de modificación de la carga: $k_3 = 0.6$

Resistencia a la fatiga en corte:

$$S_{ns} = k_1 \times k_2 \times k_3 \times S'n = 1775 \text{ kg/cm}^2$$



Fuerza alterna: $Fa = D = 7340 \text{ kg}$

Fuerza media: $Fm = 0$

Diámetro mínimo: $D = 5.08 \text{ cm}$

Área: $A = \frac{\pi \times D^2}{4} = 20.27 \text{ cm}^2$

Tensión alterna cortante: $Sas = \frac{Fa}{A} = 362 \text{ kg/cm}^2$

Tensión media cortante: $Sms = \frac{Fm}{A} = 0$

Radio de la entalla: $r = 0.3 \text{ cm}$

Sensibilidad a la entalla: $q = \frac{1}{1 + \frac{0.00635}{r}} = 0.98$

Coeficiente teórico de concentración de esfuerzo: $kt = 1.1$

Coeficiente de reducción de resistencia a la fatiga:

$$kf = 1 + q \times (kt - 1) = 1.098$$

A continuación, se obtiene el factor de seguridad a la fatiga según la ecuación de Soderberg.

$$\frac{1}{N} = \frac{Sms}{Sys} + kf \times \frac{Sas}{Sns} \Rightarrow N = 4.5$$

El montaje del mismo se realizará de acuerdo con las recomendaciones del Boletín informativo sobre el “Montaje del Perno Rey” de JOST-BRASIL.

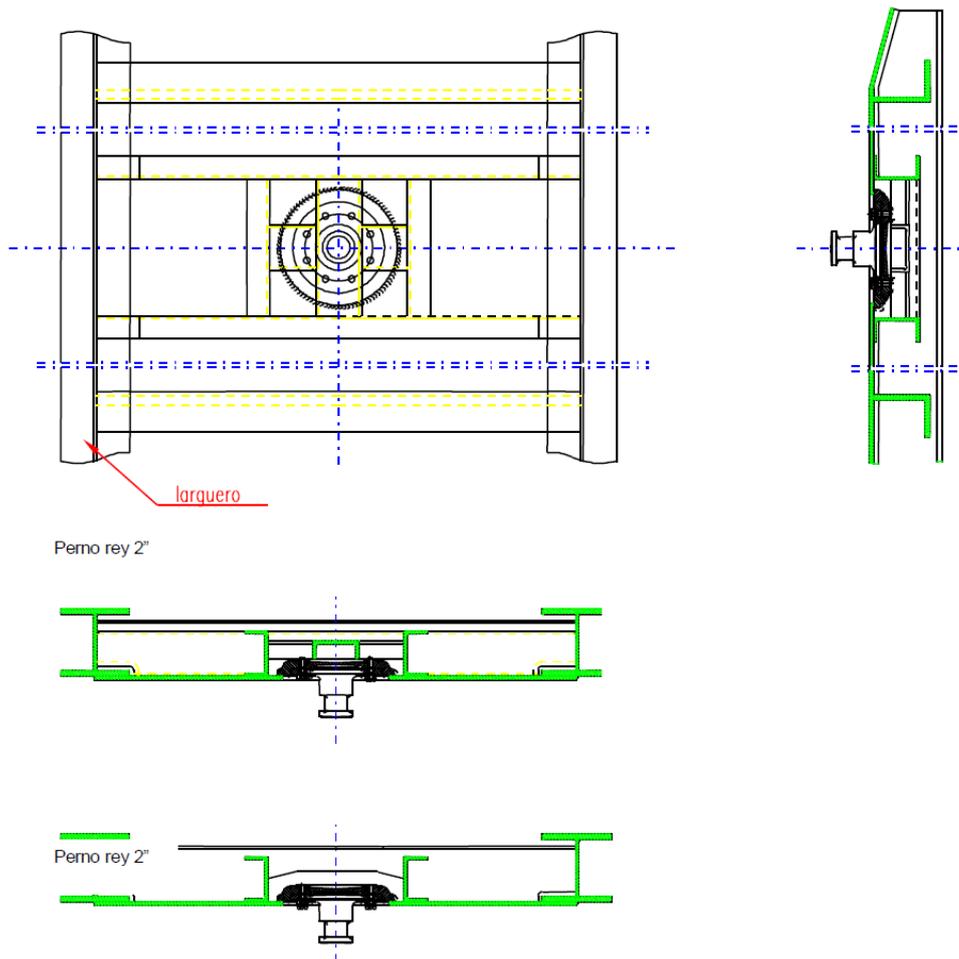


Figura 8. 32. Montaje del Perno Rey

8.8. Estructuras estabilizadoras

Son patas reticuladas que se fijarán a cada lado del escenario una vez elevado el piso con la finalidad de brindar estabilidad a toda la estructura. Se fabricarán con tubos estructurales 3,2 mm de espesor.

Comprobación a vuelco

Para la comprobación a vuelco se tomarán en cuenta las cargas producidas por el viento calculadas en la Sección 2.1.

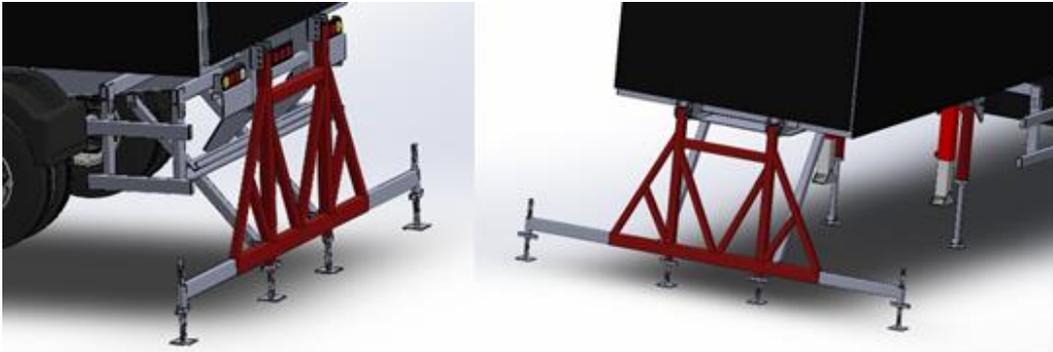


Figura 8. 33. Estructuras estabilizadoras

La fuerza vertical F_y ejercida por el viento, que puede ser de sentido hacia arriba o hacia abajo, tiene un valor de 4212 kg. Para la comprobación a vuelco se tomará la situación más desfavorable, es decir, cuando el viento ejerce una presión hacia arriba.

La fuerza horizontal F_z tiene un valor de 2675 kg.

Además, se tiene en cuenta el peso propio de la estructura, más una carga mínima. La fuerza P tiene un valor de 15000 kg.

Para estar del lado de la seguridad se considera que las columnas auxiliares no aportan al momento resistente al vuelco, por lo que el brazo de palanca del mismo se considera de 3450 mm, como se observa en la siguiente Figura:

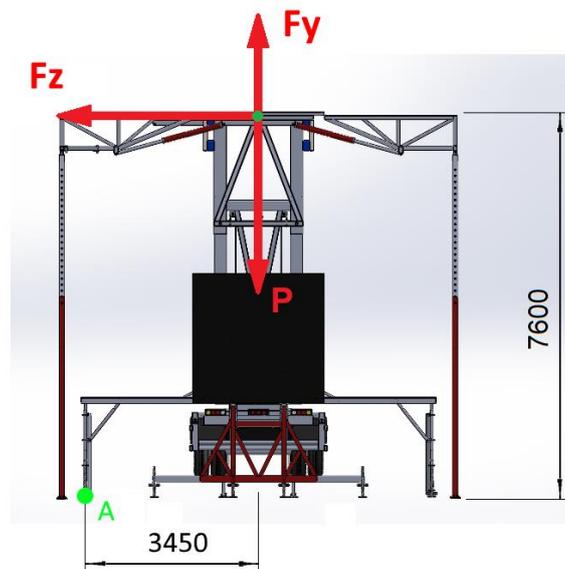


Figura 8. 34. Cargas para comprobación a vuelco



De esta manera las cargas que se consideran son:

Fuerza horizontal ejercida por el viento: $F_z = 2675 \text{ kg}$

Fuerza vertical ejercida por el viento: $F_y = 4212 \text{ kg}$

Peso propio más carga: $P = 15000 \text{ kg}$

El momento resistente al vuelco deberá ser mayor al momento generado por la fuerza horizontal. Para realizar la verificación se calculan los momentos con respecto al punto "A".

Momento resistente > Momento de vuelco

$$(P - F_v) \times \frac{B}{2} > F_h \times h$$

$$(15000 - 4212) \times 345 > 2675 \times 760$$

$$3.72 \times 10^6 \text{ kg cm} > 2.03 \times 10^6 \text{ kg cm}$$

Se considera satisfactorio un factor de seguridad a vuelco de por lo menos 1.5:

$$\text{Factor de seguridad a vuelco} = \frac{3.72 \times 10^6 \text{ kg cm}}{2.03 \times 10^6 \text{ kg cm}} = 1.63$$

8.9. Características del sistema de iluminación

El sistema de iluminación del semirremolque deberá cumplir con los requisitos de las siguientes leyes y decretos:

- Ley de tránsito N° 24499
- Decreto reglamentario 779/95
- Ley 27425 – Modificación Ley N° 24499

Según la normativa los semirremolques y acoplados deben poseer:



Luces de posición: traseras de color rojo, laterales de color amarillo a cada costado, indicadores diferenciales de color blanco en los vehículos que por su ancho lo exija la reglamentación.

- Luces de giro: intermitentes de color amarillo, delante y atrás. En los vehículos que indique la reglamentación llevarán otras a los costados
Luces de freno traseras: de color rojo, encenderán al accionarse el mando de frenos antes de actuar éste.
- Luz para la patente trasera
- Luz de retroceso blanca
- Luces intermitentes de emergencia: que incluye a todos los indicadores de giro.
- Luces adicionales: Tres luces en la parte central superior, blancas adelante y rojas atrás.
- Faro Diferencial Delimitador. Dispositivo de señalización, montado en las extremidades superiores derecha e izquierda del vehículo, destinado a advertir las dimensiones del vehículo visto de frente, desde atrás o lateralmente, según sea el caso.
- Retroreflector: Dispositivo de señalización destinado a indicar la presencia del vehículo por medio de la retroreflexión de la luz emitida por una fuente extraña al vehículo, observada desde un punto próximo a la fuente.

Se utilizará tecnología LED para la iluminación de toda la unidad, en la siguiente Figura se muestra la disposición y color de los faros a instalar.

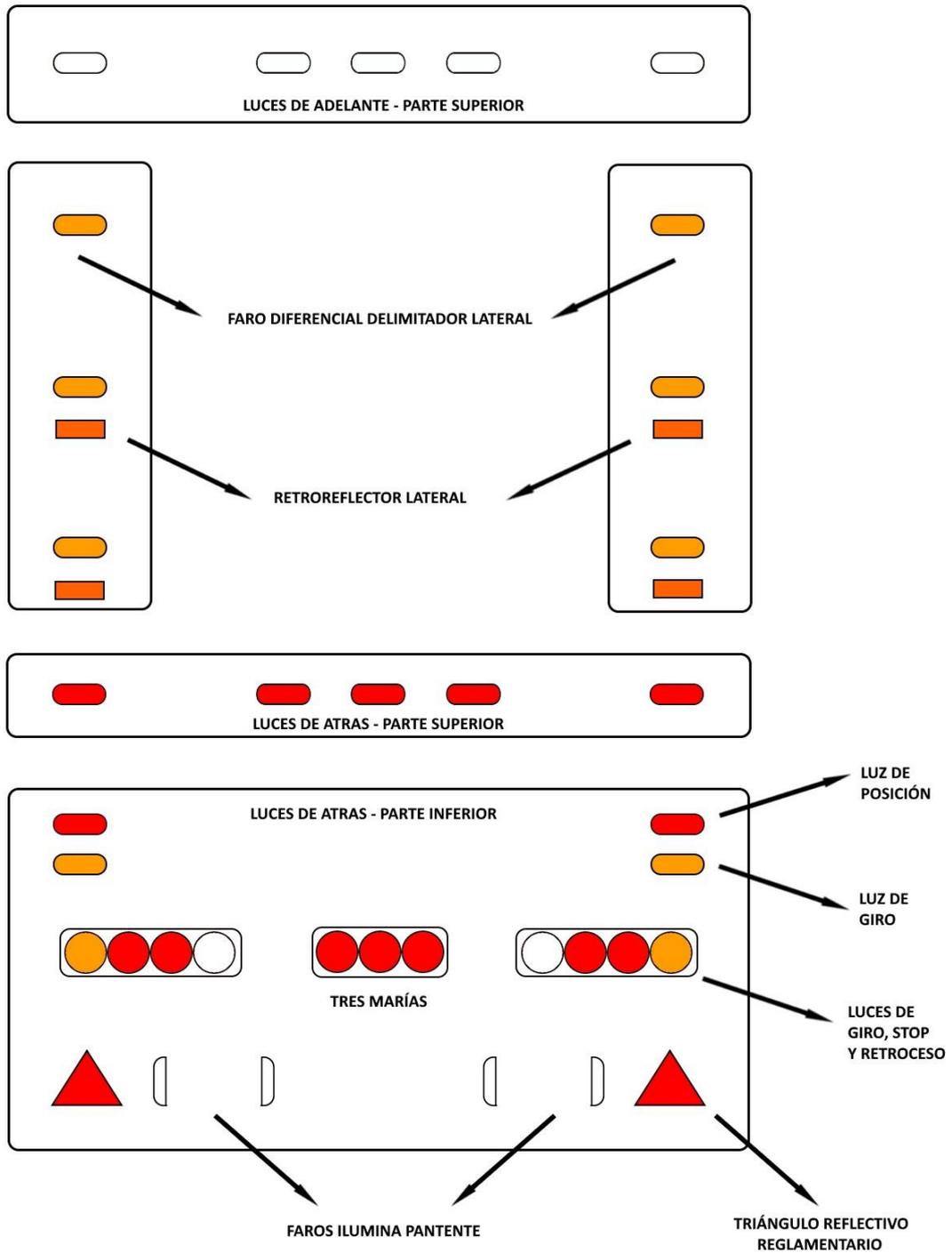


Figura 8. 35. Iluminación del semirremolque



8.10. Bandas reflectivas

El Decreto 779/95, reglamentario de la Ley de Tránsito N° 24.449, vigente desde el 1° de diciembre de 1995, en sus artículos 29 inc. -j) y 30 inc. j) prevé la utilización de placas o bandas retrorreflectantes perimetrales en el exterior de los vehículos de transporte de pasajeros y de carga. Además, el Artículo 53, inc. h) prevé la instalación, en el plano posterior del vehículo, de un círculo retrorreflectivo indicativo de la velocidad máxima que puede desarrollar.

Materiales Aprobados

Para asegurar el cumplimiento de la normativa en cuanto al nivel de retrorreflectividad de las bandas o placas retrorreflectantes, estas deberán poseer un código de seguridad, que asegure el cumplimiento de la norma IRAM correspondiente. Los códigos de seguridad estarán impresos y formarán parte del sistema óptico de la placa o banda retroreflectiva. La impresión no podrá realizarse sobre la superficie de la misma, ni podrá alterarse por medios físicos y/o químicos sin provocar la destrucción de la lámina retrorreflectiva.

Colores Aprobados

- Rojo, en la parte posterior, si el vehículo posee un largo total de hasta TRECE METROS CON VEINTE CENTIMETROS (13,20 mts.), cubriendo como mínimo el OCHENTA POR CIENTO (80%) de la longitud.
- Rojas y blancas con franjas a CUARENTA Y CINCO GRADOS (45°) alternados en la parte posterior para los vehículos o conjunto de vehículos de transporte que superen los TRECE METROS CON VEINTE



CENTIMETROS (13,20 mts.) de largo y para las casas rodantes remolcadas, cualquiera sea su largo.

- Blancas o amarillas para los laterales.

Disposición

Parte trasera del vehículo.

Para todos los vehículos de servicio de transporte categoría M, N y O se colocará horizontalmente una placa o banda de MIL CUATROCIENTOS MILIMETROS (1400 mm) de largo por CIENTO CINCUENTA MILIMETROS (150 mm) de alto para los materiales que cumplen con la norma IRAM 3952 y de SETENTA Y CINCO MILIMETROS (75 mm) para los materiales que como mínimo duplican los valores de retrorreflectividad de las Tablas II y III de la citada norma ubicada en forma centrada con respecto al plano longitudinal medio del vehículo. Esta placa o banda podrá ser sustituida, cuando sea aconsejable para su mejor colocación, por DOS (2) placas o bandas, de características análogas a las descritas anteriormente, de QUINIENTOS MILIMETROS (500 mm) de longitud, situadas simétricamente a ambos lados del eje del vehículo y tan cerca de sus extremos como sea posible. Las placas o bandas se colocarán a una altura sobre el suelo que se encuentre, dentro de lo posible entre QUINIENTOS MILIMETROS y MIL QUINIENTOS MILIMETROS (500 mm y 1500 mm).

Laterales.

Para los vehículos de servicio de transporte, que deban tener las placas o bandas extendidas longitudinalmente en los laterales y horizontalmente en la parte delantera, las mismas serán de color blanco en el frente, blanco o amarillo, o rojo y blanco alternados en los laterales.

Las bandas o placas ubicadas en el frente de los vehículos, según lo indicado en el Anexo I "Sistemas de Iluminación y señalización de vehículos automotores" del Decreto N° 779/95 se dispondrán en forma similar a los faros indicadores de posición.

Para los vehículos categoría O, las bandas o placas laterales serán de color blanco o amarillo y deberán colocarse, cubriendo un mínimo del TREINTA Y TRES CON TRES POR CIENTO (33,3%) de la longitud, sobre ambos laterales. Las bandas deberán comenzar en los extremos delantero y posterior del vehículo y deberán distribuirse lo más equitativamente posible debiendo ubicarse de forma tal de mantener una línea continua respecto del eje longitudinal de las bandas colocadas sobre los vehículos motrices.

Las bandas o placas deberán colocarse a una altura sobre el suelo que se encuentre dentro de lo posible a una distancia entre QUINIENTOS MILIMETROS (500 mm) y MIL QUINIENTOS MILIMETROS (1500 mm).

El ancho de estas placas o bandas será de CIEN MILIMETROS (100 mm) para los materiales que cumplen la norma IRAM 3952 y de CINCUENTA MILIMETROS (50 mm) para los materiales que como mínimo duplican todos los valores de retrorreflectividad de las Tablas II y III de la citada norma.

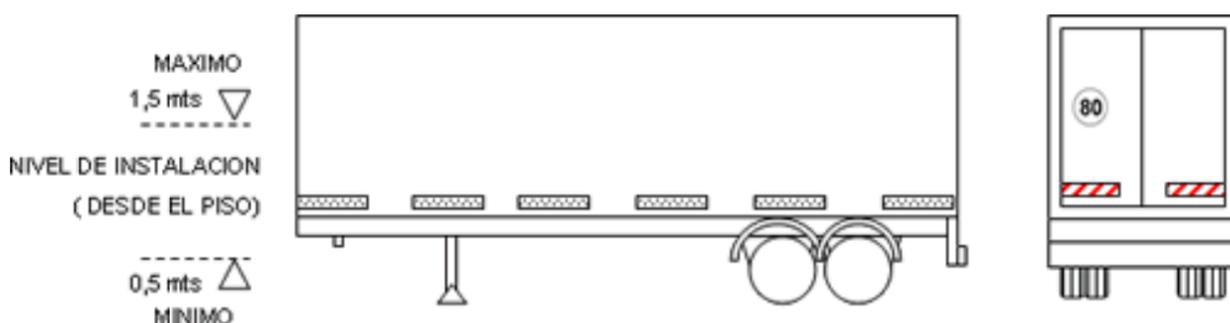


Figura 8. 36. Bandas reflectivas reglamentarias en un semirremolque

Circulo Retrorreflectivo indicativo de la velocidad máxima

- Deberá estar ubicado lo más alto y hacia la izquierda posible. Sin embargo y a efectos de facilitar su identificación no es recomendable que la altura supere los 3 m.
- El circulo debe ser de color blanco no debiendo tener bordes de otros colores.
- La identificación de la velocidad máxima debe hacerse solo con el número correspondiente sin el agregado de unidades u otras leyendas.

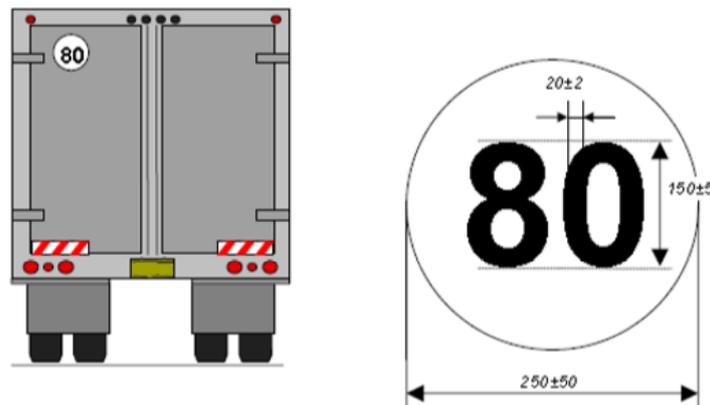


Figura 8. 37. Circulo Retrorreflectivo indicativo de la velocidad máxima

Capítulo 9: Sistema hidráulico

9.1. Cálculo del caudal necesario para cada grupo de cilindros

Cilindros de los paneles rebatibles del techo

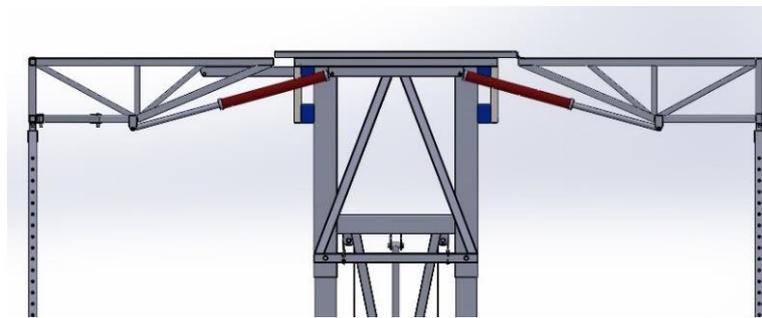


Figura 9. 1. Cilindros de los paneles rebatibles del techo

Diámetro del cilindro: $D_c = 10.16 \text{ cm (4")}$

Longitud de Carrera: $L_c = 92 \text{ cm}$

Tiempo de apertura: $t = 20 \text{ s}$

Velocidad de apertura: $v = \frac{L_c}{t/60} = 276 \frac{\text{cm}}{\text{min}}$

Caudal:

$$Q = v \times A = v \times \frac{\pi \times D_c^2}{4} = 22376 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}} = 22.4 \text{ l/min}$$

Cilindros del sistema de elevación

Número de cilindros: $N = 2$

Diámetro del cilindro: $D_c = 10.16 \text{ cm (4")}$

Longitud de Carrera: $L_c = 162 \text{ cm}$

Tiempo de apertura: $t = 70 \text{ s}$

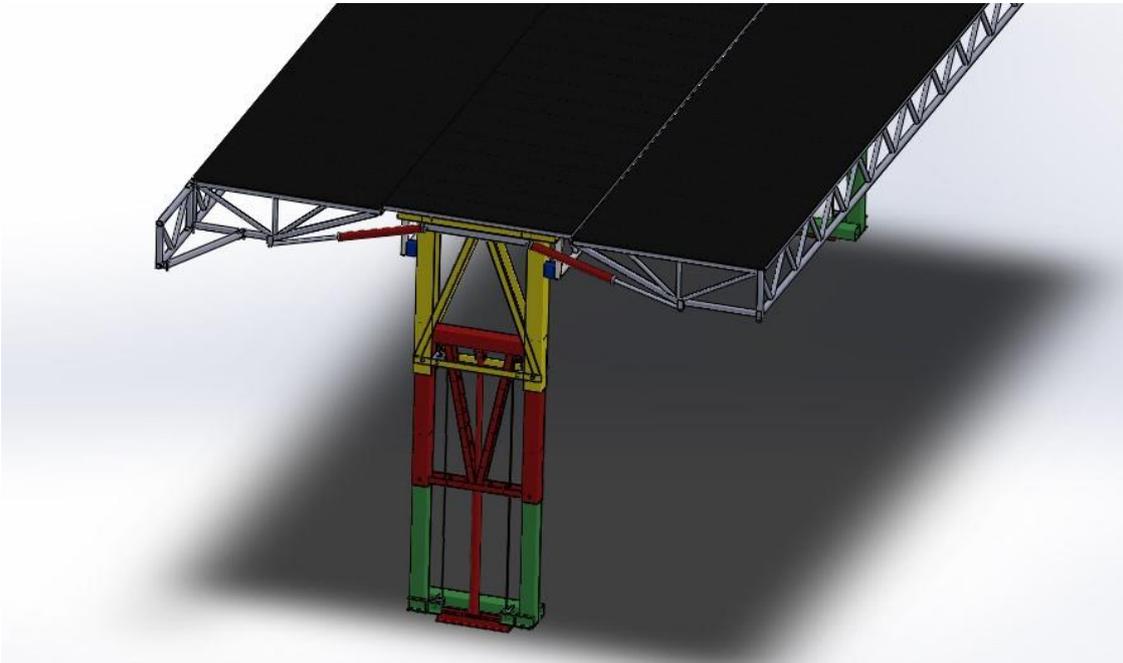


Figura 9. 2. Cilindros del sistema de elevación

Velocidad de apertura:
$$v = \frac{L_c}{t/60} = 140 \frac{cm}{min}$$

Caudal:
$$Q = v \times A = v \times \frac{\pi \times D_c^2}{4} = 11350 \frac{cm^3}{min} = 11.4 l/min$$

Caudal total:
$$Q_{tot} = N \times Q = 22.8 l/min$$

Cilindros de los paneles rebatibles del piso

Diámetro del cilindro:
$$D_c = 7,62 \text{ cm (3")}$$

Diámetro del vástago:
$$D_v = 3.81 \text{ cm (1.5")}$$

Longitud de Carrera:
$$L_c = 90 \text{ cm}$$

Tiempo de cierre:
$$t = 20 \text{ s}$$

Velocidad de cierre:
$$v = \frac{L_c}{t/60} = 270 \frac{cm}{min}$$

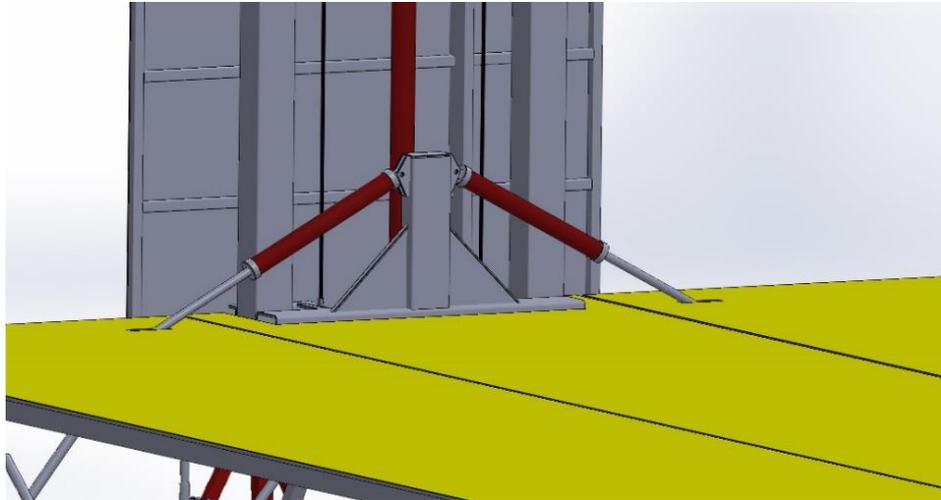


Figura 9. 3. Cilindros de los paneles rebatibles del piso

Caudal:
$$Q = v \times A = v \times \left(\frac{\pi \times D_c^2}{4} - \frac{\pi \times D_v^2}{4} \right) = 9234 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}} = 9,2 \text{ l/min}$$

Cilindros de elevación del chasis

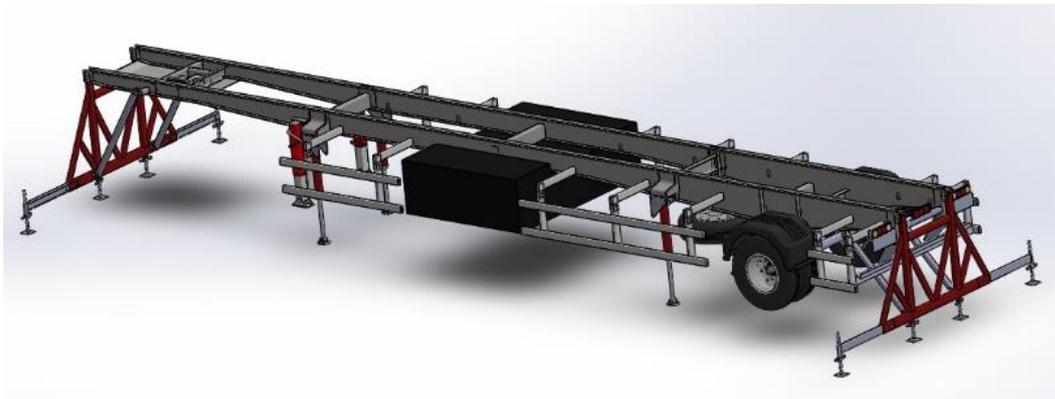


Figura 9. 4. Cilindros de elevación del chasis

Número de cilindros: $N = 4$
 Diámetro del cilindro: $D_c = 7.62 \text{ cm (3")}$
 Longitud de Carrera: $L_c = 60 \text{ cm}$
 Tiempo de apertura: $t = 40 \text{ s}$
 Velocidad de apertura: $v = \frac{L_c}{t/60} = 90 \frac{\text{cm}}{\text{min}}$

Caudal:
$$Q = v \times A = v \times \frac{\pi \times D_c^2}{4} = 4104 \frac{cm^3}{min} = 4.1 l/min$$

Caudal total:
$$Q_{tot} = N \times Q = 16.4 l/min$$

9.2. Selección de la bomba

Bombas de engranajes externos

Las Bombas de engranajes externos, son las más difundidas y su empleo es preferido por su gran simplicidad (solo dos piezas móviles) y facilidad para el mantenimiento y reparación.

Descripción

Una bomba de engranajes está constituida por una carcasa de fundición de hierro o de aluminio. Esta carcasa está provista de dos orificios: uno de alimentación y otro de salida. Para reducir las pérdidas de carga, la sección del orificio de alimentación suele ser mayor que el de salida.

En el interior de la carcasa van situados dos engranajes que normalmente llevan dentado recto rectificadado. Uno de los engranajes es el conductor y el otro, el conducido.

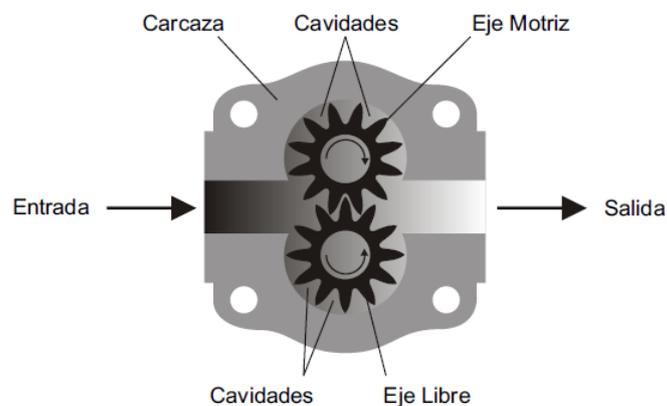


Figura 9. 5. Bomba de engranajes



Las dos caras laterales de la carcasa quedan obturadas mediante sendas tapas. Una de ellas, la del lado de salida del eje, es la que denominamos toma, lleva un dispositivo de estanqueidad que, al mismo tiempo que evita las fugas de aceite, impide la entrada de aire entre el eje y la toma.

Funcionamiento

En toda bomba de engranajes de dentado exterior, durante la rotación de los órganos, el aceite circula del siguiente modo: El aceite ingresa a la bomba a través del orificio de alimentación.

Durante la rotación de los engranajes en la carcasa, el aceite no sólo se arrastra, sino que queda aprisionado entre los alojamientos de la carcasa y las cavidades formados por el dentado de cada piñón. El aceite no se libera hasta que las cavidades de los dentados desembocan en la cámara de salida. Entonces el aceite es expulsado en la tubería de presión hacia el distribuidor del sistema hidráulico.

Determinación cilindrada teórica necesaria

La bomba será accionada por un motor Diesel a 2500 RPM.

Teniendo en cuenta que la bomba tiene un rendimiento volumétrico η_v del 90%:

Cilindrada teórica:
$$C = \frac{Q_{max}}{\eta_v \times RPM} = \frac{22800 \frac{cm^3}{min}}{0.9 \times 2500 RPM} = 10,1 \frac{cm^3}{rev}$$

Conocida la cilindrada teórica de la bomba se procede a recalcular el caudal:

$$Q = C \times \eta_v \times RPM = 24750 \text{ cm}^3/min = 412 \text{ cm}^3/s = 24,8 \text{ l/min}$$

A continuación, se muestran las características de la bomba seleccionada:

Tabla 9. 1. Especificaciones de la bomba seleccionada

| GRUPO | DESPLAZAMIENTO TEÓRICO | | CAUDAL | | R.P.M. MINIMO * | | | R.P.M. MAXIMO * | | MAXIMA PRESION CONTINUA * | | MAXIMA PRESION INTERMITENTE * | | PICO de PRESION INICIAL * | | PESO APROXIMADO | |
|---------|------------------------|------------|------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|------|---------------------------|------|-------------------------------|------|---------------------------|------|-----------------|-------|
| | cm3 / rev. | in3 / rev. | L/min.a 2000 RPM | GPM a 1800 RPM | 100 BAR 1450 PSI | 180 BAR 2610 PSI | 250 BAR 3626 PSI | | | BAR | PSI | BAR | PSI | BAR | PSI | Kg. | Pound |
| BO 2,5 | 2,5 | 0,152 | 5 | 1,184 | 600 | 1200 | 1400 | 4000 | 250 | 3626 | 280 | 4061 | 300 | 4351 | 3,09 | 6,81 | |
| BO 4 | 4 | 0,244 | 8 | 1,901 | | | | | | | | | | | 3,65 | 8,04 | |
| BO 5,5 | 5,5 | 0,335 | 11 | 2,610 | | | | | | | | | | | 3,69 | 8,13 | |
| BO 7 | 7 | 0,427 | 14 | 3,327 | 1000 | 1200 | 3500 | 3000 | 210 | 3045 | 230 | 3336 | 250 | 3626 | 3,71 | 8,17 | |
| BO 8 | 8 | 0,488 | 16 | 3,802 | | | | | | | | | | | 3,73 | 8,22 | |
| BO 11 | 11 | 0,671 | 22 | 5,228 | | | | | | | | | | | 3,79 | 8,35 | |
| BO 14 | 14 | 0,854 | 28 | 6,654 | 500 | 800 | 1000 | 3000 | 210 | 3045 | 230 | 3336 | 250 | 3626 | 3,85 | 8,48 | |
| BO 16 | 16 | 0,976 | 32 | 7,605 | | | | | | | | | | | 3,86 | 8,50 | |
| BO 19 | 19 | 1,159 | 38 | 9,031 | | | | | | | | | | | 3,93 | 8,66 | |
| BO 22,5 | 22,5 | 1,373 | 45 | 10,698 | | | | | 2500 | 160 | 2320 | 180 | 2610 | 200 | 2900 | 4,01 | 8,84 |

9.3. Determinación de la potencia necesaria

En la práctica, suele exigirse que la potencia del motor de combustión sea de 1,5 a 2 veces la potencia requerida:

Potencia de requerida:
$$CV = \frac{Q \times P}{450 \times \eta} = \frac{24,8 \times 150}{450 \times 0,85} = 10 CV$$

Para una selección del motor que se acoplará a la bomba es necesario observar la curva de torque que ofrece el mismo. El punto de trabajo debe ser seleccionado en el rango óptimo de torque. Esto garantiza la eficiencia de funcionamiento. Se debe otorgar una cierta holgura al motor, aunque, en este caso no se corre el riesgo de dañar el motor.



Figura 9. 6. Motor seleccionado 18 HP

A continuación, se muestran las características del motor elegido:

Tabla 9. 2. Especificaciones del motor seleccionado

| SPECIFICATIONS: | 14 HP | 16 HP | 18 HP | 20 HP | 22 HP |
|----------------------|--|--|--|--|--|
| MODEL NUMBER: | *294400 295400 | *303400 305400 | *350400 356400 | *381400 385400 | *380400 386400 |
| NO. OF CYLINDERS: | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| BORE X STROKE: | 68 x 66mm/ 2.7 x 2.6in | 68 x 66mm/ 2.7 x 2.6in | 72 x 70mm/ 2.8 x 2.8in | 75.5 x 70mm/ 3 x 2.8in | 75.5 x 70mm/ 3 x 2.8in |
| ENGINE OIL CAPACITY: | 1.7 litres (with filter) | 1.7 litres (with filter) | 1.7 litres (with filter) | 1.7 litres (with filter) | 1.7 litres (with filter) |
| DRY WEIGHT: | 32.4kg/72lbs | 32.4kg/72lbs | 33.3kg/74lbs | 35kg/77lbs | 35kg/77lbs |
| FUEL TANK CAPACITY: | 8.5 litres/9qt | 8.5 litres/9qt | 8.5 litres/9qt | without tank | without tank |
| DIMENSIONS (LxWxH)*: | 367.5 x 404 x 438mm 14.47 x 15.91 x 17.25in | 367.5 x 404 x 438mm 14.47 x 15.91 x 17.25in | 392 x 404 x 438mm 15.43 x 15.91 x 17.25in | 400 x 406 x 438mm 15.75 x 15.98 x 17.25in | 400 x 406 x 438mm 15.75 x 15.98 x 17.25in |
| POWER: | 14hp @ 3600rpm/ 10.4kw @ 3600rpm | 16hp @ 3600rpm/ 11.9kw @ 3600rpm | 18hp @ 3600rpm/ 13.4kw @ 3600rpm | 20hp @ 3600rpm/ 14.8kw @ 3600rpm | 22hp @ 3600rpm/ 16.7kw @ 3600rpm |
| TORQUE: | 32.5Nm @ 2400rpm 23.6ft lbs @ 2400rpm | 33Nm @ 2400rpm 24.4ft lbs @ 2400rpm | 40.7Nm @ 2300rpm 30ft lbs @ 2300rpm | 42.5Nm @ 2600rpm 31.4ft lbs @ 2600rpm | 45.8Nm @ 2600rpm 32.7ft lbs @ 2600rpm |
| DISPLACEMENT: | 480 cc/29.3 cu in | 480 cc/29.3 cu in | 570 cc/34.8 cu in | 627 cc/38.3 cu in | 627 cc/38.3 cu in |
| COMPRESSION RATIO: | 8.5:1 | 8.5:1 | 8.5:1 | 8.5:1 | 8.5:1 |

18 HP Vanguard™ Air-Cooled V-Twin

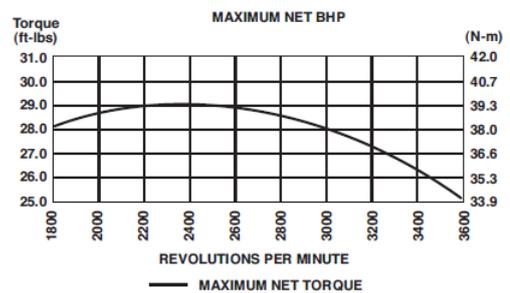
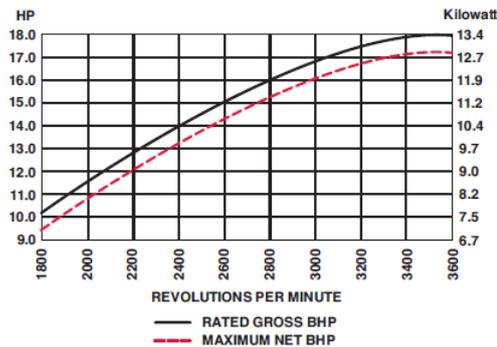


Figura 9. 7. Gráficas de par y potencia

9.4. Dimensionamiento de las tuberías

Como norma general, el diámetro (D) de cualquier tubería de conducción de aceite hidráulico se elegirá tal que la velocidad (v) del fluido por su interior se mantenga dentro de un rango de velocidades. En la práctica se aplican los siguientes valores estándar de velocidad en los conductos:

Tabla 9. 3. Valores estándar de velocidad en conductos

| TUBERÍA DE ASPIRACIÓN | TUBERÍA DE RETORNO | TUBERÍA DE PRESIÓN (kg/cm ²) | | | | | |
|-----------------------|--------------------|--|------------|----------|------------|-----------|------------|
| | | 0 a 10 | 10 a 25 | 25 a 50 | 50 a 100 | 100 a 150 | 150 a 200 |
| 0.5 a 1.5 m/seg. | 2 m/seg. | 3 m/seg. | 3,5 m/seg. | 4 m/seg. | 4,5 m/seg. | 5 m/seg. | 5,5 m/seg. |

Tuberías de impulsión:

Para el dimensionamiento de las tuberías, se considera el cilindro que necesita el mayor caudal, y se estandarizarán todos con la misma medida.

Velocidad: $v = 5 \text{ m/s} = 500 \text{ cm/s}$

El caudal de la bomba: $Q = C \times \eta_v \times RPM = 24750 \text{ cm}^3/\text{min} = 412 \text{ cm}^3/\text{s}$

Diámetro mínimo: $D = \sqrt[2]{\frac{4 \times Q}{\pi \times v}} = 1,02 \text{ cm}$

Tabla 9. 4. Especificaciones de la manguera seleccionada para impulsión

MANGUERA CON ESPIRALES DE ACERO SAE 100 R13

M013M

MARCA





Hidráulica

| N° Código | Diámetro interior manguera | | Número de la medida | Presión de trabajo | | Presión mínima de rotura | | Ø exterior manguera (mm) | Radio mínimo de curvatura (mm) |
|-----------|----------------------------|------------|---------------------|--------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------------|
| | pulgadas | milímetros | | Kg/cm ² | Lb/pulg ² | Kg/cm ² | Lb/pulg ² | | |
| 04C13-06 | 1/4" | 6,4 | 4 | 690 | 10000 | 3250 | 47120 | 17,6 | 120 |
| 06C13-10 | 3/8" | 9,5 | 6 | 690 | 10000 | 2900 | 42050 | 20,4 | 150 |
| 08C13-13 | 1/2" | 12,7 | 8 | 620 | 8990 | 2500 | 36250 | 24,5 | 200 |
| 12C13-19 | 3/4" | 19,1 | 12 | 350 | 5070 | 1950 | 28270 | 32,0 | 240 |
| 16C13-25 | 1" | 25,4 | 16 | 350 | 5070 | 1650 | 23920 | 39,2 | 300 |
| 20C13-32 | 1-1/4" | 31,8 | 20 | 350 | 5070 | 1600 | 23200 | 50,0 | 419 |
| 24C13-38 | 1-1/2" | 38,1 | 24 | 350 | 5070 | 1600 | 23200 | 57,8 | 500 |
| 32C13-51 | 2" | 50,8 | 32 | 350 | 5070 | 1500 | 21750 | 72,0 | 630 |



Tubería de retorno

Con el mismo caudal de la bomba Q la velocidad del pistón durante el retroceso es mayor respecto al avance en la relación de las superficies ϕ .

$$\phi = \frac{A_{avance}}{A_{retroceso}}$$

Por lo tanto, se deberá tener en cuenta que dicho caudal de retorno será mayor que el que genera la bomba (según el diámetro que tenga el vástago).

Para dimensionar las tuberías calcularemos el caudal de retorno de los cilindros de del sistema de elevación.

Relación de las superficies:
$$\phi = \frac{A_{avance}}{A_{retroceso}} = \frac{\frac{\pi \times D_c^2}{4}}{\frac{\pi}{4} \times (D_c^2 - D_v^2)} = 1.64$$

Caudal de retroceso:
$$Q_r = \phi \times Q = 1.64 \times 412 \frac{cm^3}{s} = 676 \frac{cm^3}{s}$$

$$Q_r = 40.6 \text{ l/min}$$

Velocidad:
$$v = 2 \text{ m/s} = 200 \text{ cm/s}$$

Diámetro mínimo:
$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q_r}{\pi \times v}} = 2,07 \text{ cm}$$

Tabla 9. 5. Especificaciones de la manguera seleccionada para retorno

MANGUERA CON ESPIRALES DE ACERO SAE 100 R13



| N° Código | Diámetro interior manguera | | Número de la medida | Presión de trabajo | | Presión mínima de rotura | | Ø exterior manguera (mm) | Radio mínimo de curvatura (mm) |
|-----------|----------------------------|------------|---------------------|--------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------------|
| | pulgadas | milímetros | | Kg/cm ² | Lb/pulg ² | Kg/cm ² | Lb/pulg ² | | |
| 04C13-06 | 1/4" | 6,4 | 4 | 690 | 10000 | 3250 | 47120 | 17,6 | 120 |
| 06C13-10 | 3/8" | 9,5 | 6 | 690 | 10000 | 2900 | 42050 | 20,4 | 150 |
| 08C13-13 | 1/2" | 12,7 | 8 | 620 | 8990 | 2500 | 36250 | 24,5 | 200 |
| 12C13-19 | 3/4" | 19,1 | 12 | 350 | 5070 | 1950 | 28270 | 32,0 | 240 |
| 16C13-25 | 1" | 25,4 | 16 | 350 | 5070 | 1650 | 23920 | 39,2 | 300 |
| 20C13-32 | 1-1/4" | 31,8 | 20 | 350 | 5070 | 1600 | 23200 | 50,0 | 419 |
| 24C13-38 | 1-1/2" | 38,1 | 24 | 350 | 5070 | 1600 | 23200 | 57,8 | 500 |
| 32C13-51 | 2" | 50,8 | 32 | 350 | 5070 | 1500 | 21750 | 72,0 | 630 |

Tubería de aspiración

Velocidad: $v = 1,5 \text{ m/s} = 120 \text{ cm/s}$

El caudal de la bomba: $Q = 412 \text{ cm}^3/\text{s}$

Diámetro mínimo: $D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times v}} = 2,09 \text{ cm}$

Al igual que la tubería de retorno, el diámetro seleccionado para la tubería de aspiración será de 1"

9.5. Válvulas

Válvulas limitadoras de presión

En este tipo de válvulas entre la entrada y la salida de la misma existe una bola o un cono que se mantiene presionado contra su asiento por medio de un resorte.

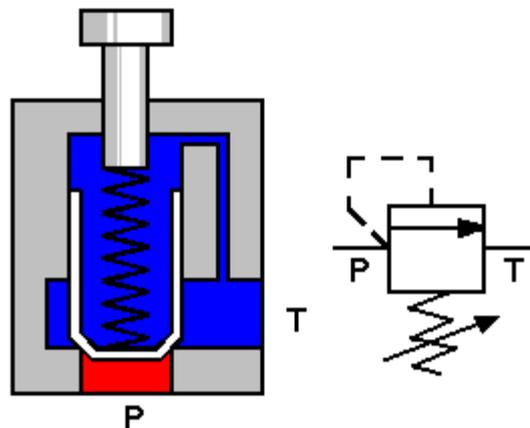


Figura 9. 8. Válvula limitadora de presión

Son utilizadas para:

- Limitar la presión máxima de un sistema
- Regular la presión reducida en ciertos circuitos
- Evitar sobrecargas en la bomba
- Absorber picos de presión

Válvula direccional de 4 vías y 3 posiciones de centro cerrado.

En general, las válvulas direccionales se basan en el desplazamiento de una corredera dentro de un alojamiento, haciendo que, según la posición, el flujo se dirija a uno u otro orificio de salida.

Para el accionamiento de los cilindros, se utilizan válvulas de 4 vías y 3 posiciones con centro cerrado. En este tipo de válvula, la corredera aparte de tener las dos posiciones extremas, también puede permanecer detenida en el centro del cuerpo de la válvula, mediante un sistema de centrado por resorte. En la siguiente figura se observa el símbolo gráfico de la válvula de cuatro vías tres posiciones con centro cerrado, accionada por doble solenoide y centrada por medio de resortes.

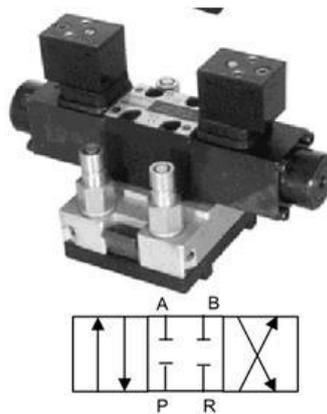


Figura 9. 9. Válvula direccional de 4 vías y 3 posiciones de centro cerrado

Cuando la válvula no está energizada, la corredera se encuentra en la posición central. Al energizarse alguno de los mandos situados en los extremos de la válvula, la corredera se deslizará en un sentido o en el otro según corresponda. Las mismas responden a la norma europea CETOP 3; las cuales admiten un caudal máximo de 100 l/min.

Válvula by pass de 3 vías

Esta válvula se acciona paralelamente a cualquiera de las válvulas asignadas a cada actuador. Con la colocación de esta válvula, se consigue un retorno directo al tanque cuando no hay ningún actuador accionado.

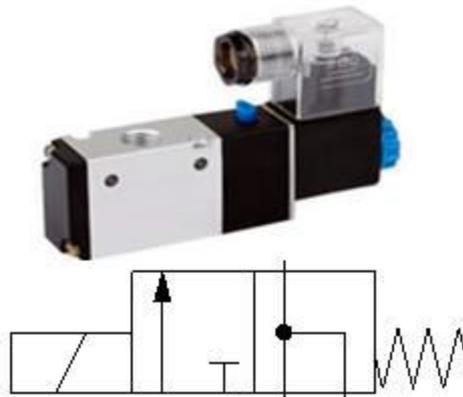


Figura 9. 10. Válvula By Pass de 3 vías

Válvulas de retención desbloqueables

Son válvulas antirretorno hidráulicamente desbloqueables, que se pueden abrir en sentido de bloqueo. Estas válvulas se emplean para bloquear circuitos de trabajo que se encuentran bajo presión, como seguro contra descenso de una carga en caso de rotura de conducto o contra movimientos mínimos de fluido hidráulico.

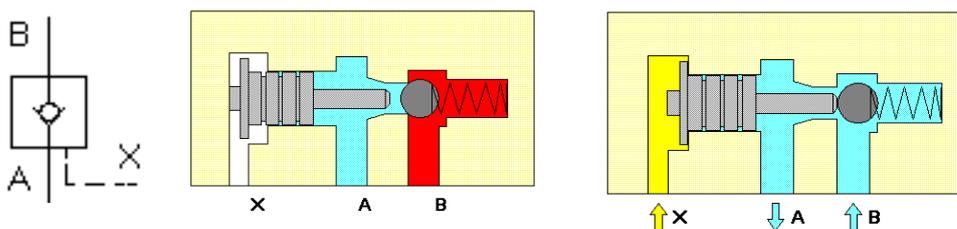


Figura 9. 11. Válvulas de Retención Desbloqueables

En nuestro caso serán utilizadas a la salida de cada cilindro de elevación del chasis.

Válvulas divisoras de flujo compensadas en presión

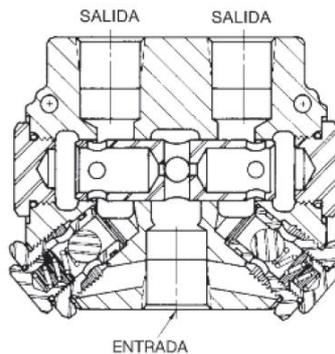
Estas válvulas se utilizan para dividir un caudal en dos partes iguales, aun con variaciones de presión. En sentido opuesto combina o integra los flujos.

La función principal es igualar las velocidades de salida o entrada de dos o más actuadores hidráulicos, que funcionan en paralelo.

La mayoría de estas válvulas dividen el flujo en una relación 50/50 pero hay también 60/40, 70/30

En nuestro caso se utilizarán para garantizar que los dos cilindros del sistema de elevación del techo trabajen sincronizadamente.

La válvula Prince RD-300 es una válvula divisora de caudal proporcional con compensación en presión. Posee una entrada y dos salidas proporcionalmente iguales a través de los orificios calibrados. Dado que la válvula es compensada en presión, mantendrá el caudal dividido proporcionalmente. Además dispone de válvulas de retención para el pasaje libre en flujo inverso.



| MODELO | DIVISION | CONEXIONES | CAUDAL lts./min. |
|-----------|----------|------------|---------------------|
| RD-350-16 | 50:50 | 1/2 NPTF | 32 a 60 |
| RD-375-30 | 50:50 | 3/4 NPTF | 60 a 120 |

Figura 9. 12. Válvulas Divisoras de Flujo Compensadas en Presión

En el anexo se muestra el circuito hidráulico con la ubicación de las válvulas descriptas en esta Sección.

9.6. Depósito de aceite

La función natural de un tanque hidráulico es contener o almacenar el fluido de un sistema hidráulico. En un sistema hidráulico industrial los tanques constan de cuatro paredes (normalmente de acero), un fondo con desnivel, una tapa plana con una placa para montaje, líneas de succión, retorno y drenaje; tapón

de drenaje, indicador de nivel de aceite; tapón para llenado y respiración; una cubierta de registro para limpieza y un tabique separador o placa deflectora. Además de funcionar como un contenedor de fluido, un tanque también sirve para enfriar el fluido, permitir asentarse a los contaminantes y el escape del aire retenido.

El fluido se mantiene limpio mediante el uso de filtros, coladores e imanes según lo requieran las condiciones medio ambientales.

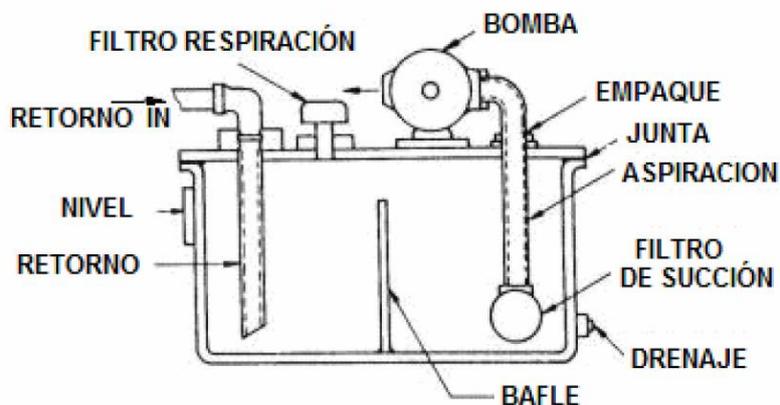


Figura 9. 13. Componentes de un tanque

Se recomienda que el volumen total del depósito sea igual o superior a tres veces el caudal máximo del sistema.

Teniendo en cuenta que el máximo caudal del sistema es 40,6 l/min:

$$V = 3 \times Q_{max} = 122 \text{ litros}$$

9.7. Fluido hidráulico

El fluido utilizado para la transmisión de energía en el sistema será el Aceite hidráulico ISO VG 68

Descripción

Aceites hidráulicos con capacidad antidesgaste de bajo contenido de cenizas y que contienen aditivos detergente-dispersante en su formulación.



Aplicaciones

Pueden ser utilizados en cualquier tipo de circuito hidráulico y con cualquier tipo de bomba.

Atributos

- Gran capacidad detergente-dispersante, evitando los depósitos en el sistema.
- Excelente protección contra la herrumbre.
- Excelente capacidad antidesgaste.
- Impide la deposición de gomas y lacas.
- Buena liberación del aire, evitando cavitaciones en las bombas

Tabla 9. 6. Especificaciones del aceite seleccionado

| Ensayos | Unidad | Método ASTM | PRODUCTOS | | |
|-------------------------------|----------|-------------|-----------|------|------|
| | | | 10 | 46 | 68 |
| ISO V.G. | ---- | ---- | 10 | 46 | 68 |
| Viscosidad a 40 °C | cSt | D-445 | 10 | 44 | 68 |
| Índice de Viscosidad | ---- | D-2270 | 92 | 92 | 92 |
| Punto de Inflamación | °C | D-92 | 160 | 210 | 210 |
| Punto de Escurrimiento | °C | D-97 | -18 | -12 | -9 |
| Herrumbre | ---- | D-665 B | Pasa | Pasa | Pasa |
| Corrosión S/Cu (3 h a 100 °C) | ---- | D-130 | 1b | 1b | 1b |
| Número de Ácido | mg KOH/g | D-974 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| Emulsión a 54,4°C [0-0-80] | min | D-1401 | 30 | 30 | 30 |
| Evacuación de Aire | min | D-3427 | 6 | 8 | 10 |

9.8. Filtrado

Es sumamente importante proteger los componentes del costoso sistema hidráulico contra el desgaste prematuro. Una mejor protección significa una vida útil más prolongada de los componentes, lo cual significa menos tiempo de parada. En un sistema hidráulico típico, el fluido hidráulico y los filtros trabajan juntos para proteger mejor a estos componentes.

Esta ilustración muestra un sistema hidráulico típico y los distintos tipos de filtros hidráulicos que se pueden usar para protegerlo. Es importante notar que no todos estos filtros se utilizarían típicamente en un sistema.

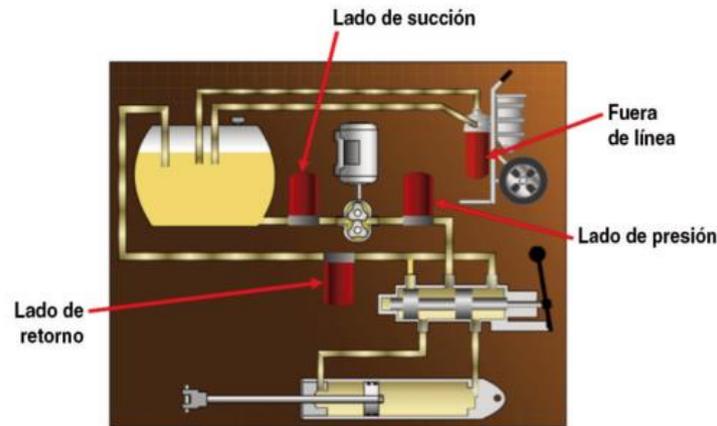


Figura 9. 14. Filtrado de un sistema hidráulico

Filtros en el lado de succión:

Ubicados antes de la bomba hidráulica, estos filtros están diseñados para proteger a la bomba contra contaminantes nocivos en el fluido hidráulico. Típicamente, el medio filtrante en este tipo de filtro tiene una clasificación de micrones más alta, como una malla de alambre.

Filtros en el lado de presión:

Situados corrientes abajo de la bomba hidráulica, estos filtros están diseñados para limpiar el fluido que sale de la bomba y proteger los componentes más sensibles del sistema como las válvulas de control y actuadores contra los contaminantes de la bomba. El medio filtrante típico utilizado en estos filtros es capaz de extraer un alto porcentaje de las partículas más pequeñas de contaminante.



Filtros en el lado de retorno:

Situados entre la válvula de control y el depósito de fluido, estos filtros están diseñados para capturar los residuos de desgaste de los componentes funcionales de los sistemas hidráulicos antes de retornar el fluido al depósito. El medio filtrante en estos filtros está diseñado para eliminar las partículas de desgaste de tamaño común que puedan ser producidas por los componentes de estos sistemas.

En algunos casos, los cilindros con vástagos de gran diámetro pueden producir “multiplicación del flujo”.

Este aumento de velocidad de flujo en la línea de retorno puede hacer que la válvula de paso del filtro se abra, permitiendo que el flujo sin filtrar pase aguas abajo. Esta condición es indeseable y debe tenerse en cuenta al determinar el tamaño del filtro.

Filtros fuera de línea:

Independientemente del sistema hidráulico, estos filtros se utilizan para limpiar el fluido hidráulico antes de que entre al sistema hidráulico mismo. Se extrae fluido del depósito a través del filtro y se retorna al depósito.

Relación Beta

Los filtros de aceite, de combustible e hidráulicos están diseñados para cumplir con estrictos requisitos de rendimiento y proteger el motor o el sistema hidráulico o de combustible en el que se usan. Los componentes del sistema simplemente duran más si se utiliza el filtro correcto para eliminar contaminantes perjudiciales de ese sistema.

La prueba de relación beta es una manera exacta y objetiva para comparar el rendimiento de los filtros de líquido. Esta prueba evalúa la capacidad del filtro para eliminar partículas de ciertos tamaños de la corriente de fluido,

identificando así cuán eficiente es el filtro en remover partículas contaminantes de tamaños específicos. Esta prueba se realiza aplicando un procedimiento estándar en la industria.

Rango Absoluto Beta $\beta_x = 75$
 (98.67% de Eficiencia)



Figura 9. 15. Relación Beta de un filtro

La relación beta se establece contando el número de partículas de un tamaño específico que entran al filtro, y luego dividiéndolo por el número de partículas del mismo tamaño que salen del filtro.

Tabla 9. 7. Eficiencia para cada relación Beta

| Relación beta (x = tamaño de las partículas en micrones) | Eficiencia |
|---|------------|
| $\beta_x = 2$ | 50,0% |
| $\beta_x = 10$ | 90,0% |
| $\beta_x = 20$ | 95,0% |
| $\beta_x = 75$ | 98,7% |
| $\beta_x = 200$ | 99,5% |
| $\beta_x = 1000$ | 99,9% |



Filtros seleccionados

Filtro de succión:

Para montar en la succión de las bombas dentro de los depósitos.

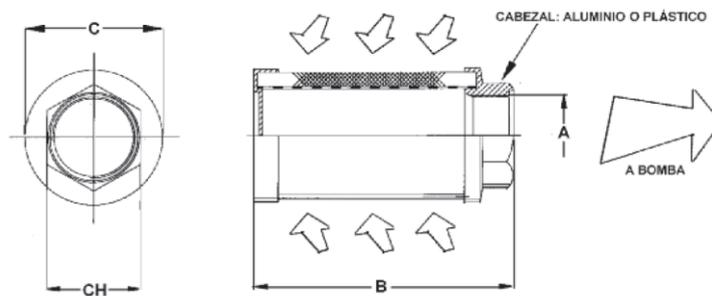
Caudal de 8 a 600 Lts/min.

Filtración standard 149 μm .

Rango de temperatura de -40 a +80°C

Puede ser utilizado con aceites minerales, sintéticos y líquidos refrigerantes.

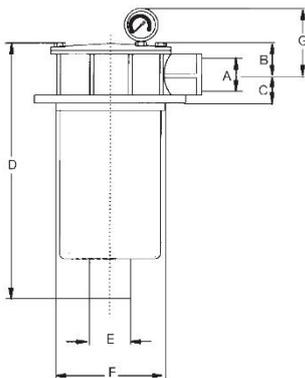
A pedido con válvula by pass.



| 125 μm | | | A | B | C | A/F | AREA | KGS |
|-------------------|---------|--------|-------|-----|-----|-----|------|------|
| HYDROLINE | FILPRO | Lt/min | BSP | | | | | |
| SC3-002 | - | 8 | 1/4 | 90 | 46 | 24 | 187 | 0,10 |
| SC3-003 | ST-38 | 12 | 3/8 | 90 | 46 | 24 | 187 | 0,10 |
| SC3-005 | ST-12 | 20 | 1/2 | 105 | 46 | 30 | 226 | 0,10 |
| SC3-006 | ST-34 | 25 | 3/4 | 109 | 64 | 36 | | |
| SC3-007 | ST-34 | 28 | 3/4 | 109 | 64 | 35 | 406 | 0,20 |
| SC3-010 | ST-100A | 40 | 1 | 139 | 64 | 46 | 542 | 0,20 |
| SC3-015 | ST-114 | 60 | 1 1/4 | 139 | 86 | 51 | 929 | 0,30 |
| SC3-020 | - | 80 | 1 1/2 | 168 | 86 | 60 | 1161 | 0,35 |
| SC3-030 | ST-112B | 120 | 1 1/2 | 200 | 86 | 60 | 1393 | 0,40 |
| SC3-040 | - | 160 | 2 | 235 | 100 | 70 | 1806 | 0,55 |
| SC3-050 | - | 200 | 2 | 260 | 100 | 70 | 2032 | 0,60 |
| SC3-075 | ST-212 | 300 | 2 1/2 | 211 | 150 | 90 | 2787 | 0,85 |
| SC3-100 | ST-300 | 400 | 3 | 272 | 150 | 100 | 3677 | 1,00 |
| SC3-150 | - | 600 | 3 | 345 | 150 | 100 | 4838 | 1,25 |



Filtro de retorno:



Para montar sobre la tapa del tanque

Presión máxima 7 BAR
 Caudal hasta 300 lt/min
 Temperatura de trabajo
 -40 a +90°C.

Cabezal de aluminio.
 Portaelemento plástico.

Los elementos son
 suministrados con válvula
 de BY-PASS a 1,7 BAR.
 Eficiencia $\beta_x = 75$ (10 μm)

| HYDRO-LINE | A | B | C | D | E | F | H | I | L | N | P | AREA DEL ELEMENTO FILTRANTE | PESO KG |
|------------|-------|-----|-----|----|-----|--------|----|----|----|------|-----|-----------------------------|---------|
| | BSP | | | | | ϕ | | | | | | | |
| TIFP-04 | 1/2 | 69 | 89 | 15 | 58 | 19 | 53 | 25 | 22 | 6,6 | 90 | 710 | - |
| TIFP-06 | 3/4 | 87 | 100 | 25 | 78 | 22 | 65 | 36 | 28 | 8,5 | 115 | 1225 | - |
| TIFP-08 | 1 | 87 | 151 | 25 | 80 | 22 | 65 | 36 | 28 | 8,5 | 115 | 2450 | - |
| TIFP-10 | 1 1/4 | 129 | 278 | 40 | 110 | 39 | 97 | 45 | 35 | 10,5 | 175 | 6120 | - |



Bibliografía

- Instituto Nacional de la Música (2016). *Manual de prevención de riesgos escénicos*.
- Ley Nacional de Transito y seguridad vial 24449
- Reglamento CIRSOC 102. *Acción del viento sobre las construcciones*.
- Reglamento CIRSOC 104. *Acción de la nieve y el hielo sobre las construcciones*.
- CIRSOC. *Tablas perfiles laminados y tubos estructurales*.
- Faires V. M. (1992). *Diseño de elementos de máquinas*. México: Limusa.
- FAP Hidráulica. *Catálogo de cilindro hidráulicos*.
- Acindar. *Catálogo de perfiles, barras y planchuelas*.
- Budynas R. G. y Nisbett J. K. (2008). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*. México: McGraw-Hill
- Glen White (2010). *Introducción al análisis de vibraciones*. Estados Unidos: Azima DLI
- González S. G. (2010). *Solidworks Simulation®*. México: Alfaomega.
- SKF. *Catálogo de rodamientos*.
- Norma ISO4347 - *Leaf chains, clevises and sheaves*
- CIRSOC 301. *Reglamento Argentino de Estructuras de Acero para Edificios*.
- Reglamento CIRSOC 302. *Fundamentos de cálculo para los problemas de estabilidad del equilibrio en las estructuras de acero*.
- Ayuda de SolidWorks Simulation. <http://help.solidworks.com>
- MERCOSUR/GMC/RES N° 23/02. *Reglamento Técnico MERCOSUR sobre Paragolpe Trasero de los Vehículos de Carga*.
- Norma IRAM-AITA 10260. *Dispositivos traseros de protección (paragolpes)*.
- Norma IRAM-AITA 10276. *Dispositivos laterales de protección*.



- ASTM D4728. *Standard Test Method for Random Vibration Testing of Shipping Containers*
- JOST-BRASIL. (2000). *Boletín informativo: Montaje del Perno Rey.*
- Arman L. Alzari S. (2012). *Simulación comparativa por elementos finitos de cargas dinámicas sobre una estructura de acoplado fabricada con acero al carbono manganeso y con acero microaleado producidos en TERNIUM SIDERAR.* Argentina: 6ta Conferencia sobre Usos del Acero
- William T. Thompson y Marie Dillon Dahleh (1998), *Theory of Vibration with Applications.* Estados Unidos: Prentice Hall.
- CEB Comité Euro-international du Béton (1991). *Bulletin D'Information N°209: Vibration Problems in Structures.*
- ING. JORGE LINLAUD. *Vibraciones inducidas en recitales.*
- Ortiz A. Gómez D. (2009). *Caracterización del efecto de la interacción Humano-Estructura en el Estadio Olímpico en Cali, Colombia.*
- Layher. *Catálogo sistema Allround*
- Vanguard™ Air-Cooled V-Twin Specifications. *14 – 22 HP.*
- Oleohidráulica VERION. *Catálogo de filtros.*
- Oleohidráulica VERION. *Catálogo de válvulas.*
- YPF. *Catálogo de lubricantes.*
- Poberaj SA. *Catálogo de mangueras hidráulicas.*
- Livenza. *Características técnicas de bombas.*
- SOHIPREN (2005). *Manual básico de oleohidráulica.*
- Francka G., Gennaro S. (2009). *Análisis dinámico de un chasis de semirremolque de servicio pesado.* Argentina: Asociación Argentina de Mecánica Computacional.



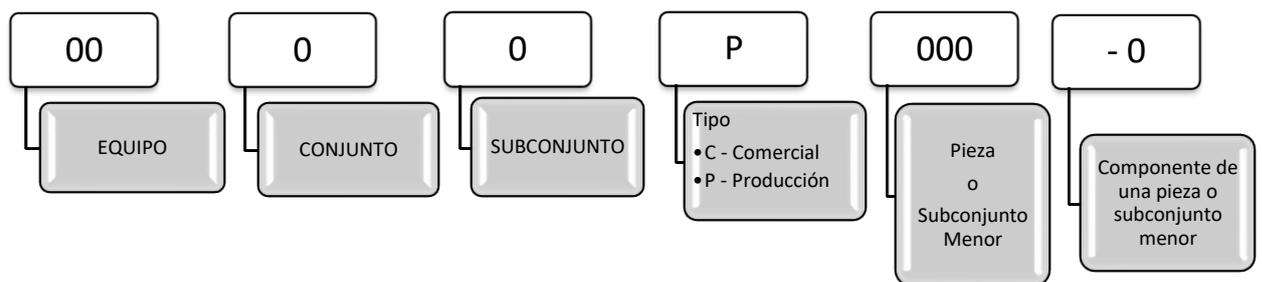
ANEXO

Sistema de codificación

El sistema de codificación es alfanumérico y consta de 9 dígitos. Fue pensado no solo para el escenario diseñado, sino también, para poder ser utilizarlo en distintos modelos de equipos.

Por otra parte, se puede identificar fácilmente cada pieza dentro del equipo, en función al conjunto al que pertenece, como así también, saber si corresponde a una pieza fabricada o comercial.

A continuación, se grafica el código genérico con la explicación de cada dígito:



| CODIGO | DENOMINACIÓN | CANT | FORMATO |
|------------|-------------------------------------|------|---------|
| 0100P000 | ESCENARIO MOVIL 14 X 7,6 X7 | 1 | A3 |
| 0110P000 | CONJUNTO TECHO | 1 | A3 |
| 0110C001 | HIDRÁULICO TECHO REBATIBLE | 4 | |
| 0111P000 | SUBCONJUNTO PANELES DEL TECHO | 1 | A3 |
| 0111P001 | PANEL CENTRAL TECHO | 1 | A3 |
| 0111P002 | PANEL REBATIBLE TECHO | 2 | A3 |
| 0111P002-1 | ESTRUCTURA PANEL REBATIBLE TECHO | 1 | A3 |
| 0111P002-2 | ANCLAJE HIDRÁULICO TECHO | 4 | A4 |
| 0111P002-3 | ANCLAJE COLUMNAS | 2 | A4 |
| 0111P002-4 | ANCLAJE EST. RETICULADA | 2 | A4 |
| 0111P003 | RETICULADO TECHO | 2 | A3 |
| 0112P000 | SUBCONUNTO SISTEMA DE ELEVACIÓN | 1 | A3 |
| 0112P001 | PRIMER TRAMO SISTEMA DE ELEVACIÓN | 1 | A3 |
| 0112P001-1 | VIGA CAJÓN 210X160X9.5 mm L=1700mm | 1 | A4 |
| 0112P001-2 | PLEGADO PERFIL "U" 80X160X9.5 mm | 2 | A4 |
| 0112P001-3 | TUBO CUAD. 200X200X6.35 mm L=2500mm | 2 | A4 |



| | | | |
|------------|--|----------|-----------|
| 0112C002 | CILINDRO HIDRÁULICO SIST. DE ELEVACIÓN | 1 | |
| 0112P003 | CADENA ANSI BL444 (4X4 PASO= 12,7mm) | 2 | |
| 0112P004 | SEGUNDO TRAMO SIST. DE ELEVACIÓN | 1 | A3 |
| 0112P004-1 | TUBO CUAD. 220X220X6.35mm L=2340mm | 2 | A4 |
| 0112P004-2 | TUBO CUAD. 200X200X6.35 mm L=1276mm | 1 | A4 |
| 0112P004-3 | REFUERZO INTERIOR SEGUNDO TRAMO | 1 | A3 |
| 0112P004-4 | ANCLAJE CILINDRO SIST. DE ELEV. | 2 | A4 |
| 0112P004-5 | ANCLAJE POLEA SIST. DE ELEV. | 4 | A4 |
| 0112P005 | TERCER TRAMO SISTEMA DE ELEVACIÓN | 1 | A3 |
| 0112P005-1 | PLEGADO "U" 240X240X6.35 mm L=2355mm | 2 | A4 |
| 0112P005-2 | REFUERZO HORIZONTAL INFERIOR | 2 | A4 |
| 0112P005-3 | REFUERZO DIAGONAL IZQUIERDO | 2 | A4 |
| 0112P005-4 | REFUERZO DIAGONAL DERECHO | 2 | A4 |
| 0112P005-5 | REFUERZO HORIZONTAL SUPERIOR | 1 | A4 |
| 0112P005-6 | ANCLAJE RETICULADO TECHO | 4 | A4 |
| 0112P005-7 | VIGA CAJÓN ANCLAJE CILINDROS TECHO | 1 | A3 |
| 0112P005-8 | CTE CHAPA ANCLAJE CILINDROS TECHO | 2 | A4 |
| 0112P006 | ANCLAJE INFERIOR CADENA | 2 | A4 |
| 0112P007 | ANCLAJE SUPERIOR CADENA | 2 | A3 |
| 0112P007-1 | CORTE CHAPA 3/8" S=100X100 | 2 | A4 |
| 0112P009 | BARRA CUADRADA 2" L=80 | 2 | A4 |
| 0112P008 | SUBCONJUNTO MENOR EJE-POLEA | 2 | A3 |
| 0112P008-1 | EJE | 1 | A4 |
| 0112P008-2 | POLEA | 1 | A4 |
| 0112C008-3 | RODAMIENTO NU 2206 | 1 | |
| 0112C008-4 | ANILLO DE SEGURIDAD 62 I DIN 472 | 1 | |
| 0112C008-5 | ARANDELA PLANA 1" | 1 | |
| 0112C008-6 | ARANDELA GROWER 1" | 1 | |
| 0112C008-7 | TUERCA 1" X 8 | 1 | |
| 0112P008-8 | SEPARADOR POLEA | 1 | A4 |
| 0113P000 | SUBCONJUNTO COLUMNAS AUX DEL TECHO | 1 | A4 |
| 0113P001 | TRAMO INFERIOR COLUMNA | 1 | A4 |
| 0113P002 | TRAMO SUPERIOR COLUMNA | 1 | A4 |
| 0114P000 | SUBCONJUNTO ALAS RETICULADAS | 2 | A4 |
| 0114P001 | ESTRUCTURA ALA RETICULADA | 1 | A4 |
| 0114P001-1 | PLANCHUELA 2 1/2" X 3/8" X 220 mm | 4 | A4 |
| 0114P002 | BRAZO ALA RETICULADA | 1 | A4 |
| 0114P002-1 | PLANCHUELA 2 1/2" X 3/8" X 150 mm | 4 | A4 |
| 0120P000 | CONJUNTO PISO | 1 | A3 |
| 0120P001 | SOPORTE HIDRÁULICO PISO | 2 | A3 |
| 0120P001-1 | COLUMNA SOPORTE HIDRÁULICO PISO | 1 | A4 |



| | | | |
|-----------------|--|----------|-----------|
| 0120P001-2 | NERVIO DE REFUERZO | 2 | A4 |
| 0120P001-3 | ANCLAJE HIDRÁULICO PISO | 4 | 44 |
| 0120P001-4 | TAPA EXTREMO COLUMNA | 1 | A4 |
| 0120C002 | HIDRÁULICO PISO PANEL REBATIBLE | 4 | |
| 0121P000 | SUBCONJUNTO PANELES DEL PISO | 1 | A3 |
| 0121P001 | PANEL CENTRAL PISO | 1 | A3 |
| 0121P002 | PANEL REBATIBLE PISO | 2 | A3 |
| 0121P002-1 | ANCLAJE ANDAMIO | 32 | A4 |
| 0122P000 | SUBCONJ. ANDAMIO MULTID. SOPORTE PISO | 4 | A3 |
| 0122C001 | BASE REGULABLE | 4 | |
| 0122C002 | PALOMETA | 4 | |
| 0122C003 | COLLARIN | 4 | |
| 0122C004 | ELEMENTO VERTICAL L=0.5 m | 4 | |
| 0122C005 | ELEMENTO VERTICAL L=1 m | 4 | |
| 0122C006 | DIAGONAL MÓDULO = 2.07 m ALTURA= 1.5 m | 3 | |
| 0122C007 | REFUERZO L=1 m | 4 | |
| 0130P000 | CONJUNTO CHASIS | 1 | A3 |
| 0130P001 | PANEL VERTICAL | 2 | A3 |
| 0130P002 | CAJÓN | 1 | |
| 0130P003 | ANCLAJE PORTECCIÓN LATERAL | 14 | A4 |
| 0130P003-3 | PLANCHUELA 4" X 3/16" L=210 | 2 | A4 |
| 0131P000 | SUBCONJUNTO BASTIDOR | 1 | A3 |
| 0131P001 | VIGA PRINCIPAL | 2 | A3 |
| 0131P001-1 | ALA SUPERIOR | 1 | A4 |
| 0131P001-2 | ALMA | 1 | A3 |
| 0131P001-3 | ALA INFERIOR | 1 | A3 |
| 0131P002 | TRAVESAÑO CILINDRO DE ELEV. | 4 | A4 |
| 0131P003 | TRAVESAÑO BASTIDOR | 5 | A4 |
| 0131P004 | CHAPA DE FRICCIÓN | 1 | A4 |
| 0131C005 | PLACA FIJACIÓN PERNO REY | 1 | |
| 0131P006 | PERFIL "U" 120X60X9.5 L=360 | 1 | A4 |
| 0131P007 | PERFIL "U" 120X60X9.5 L=130 mm | 2 | A4 |
| 0131P008 | PERFIL "U" 150X75X9.5 L=994 mm | 2 | A4 |
| 0131P009 | PERFIL "U" 150X75X9.5 L=380 mm | 2 | A4 |
| 0131P010 | CARTELA 60.5x461x9.5 mm | 2 | A4 |
| 0131P011 | CARTELA 60.5x371x9.5 mm | 2 | A4 |
| 0131P012 | ANCLAJE ESTRUCTURA ESTAB. | 4 | A4 |
| 0131P013 | ANCLAJE PARAGOLPE | 2 | A4 |
| 0132P000 | SUBCONJUNTO EJE | 1 | |
| 0133P000 | SUBCONJUNTO PARAGOLPE | 1 | A3 |
| 0133P001 | BAJADA PARAGOLPE | 2 | A4 |



| | | | |
|------------|--|----|----|
| 0133P002 | PARAGOLPE | 1 | A4 |
| 0133P003 | TAPA EXTREMO PARAGOLPE | 2 | A4 |
| 0133P004 | REFUERZO PARAGOLPE | 1 | A4 |
| 0133P005 | REFUERZO DIAGONAL PARAGOLPE | 2 | A4 |
| 0134P000 | SUBCONJ. PROTECCIONES LATERALES DELANTERAS | 2 | A4 |
| 0135P000 | SUBCONJ. PROTECCIONES LATERALES CENTRALES | 2 | A4 |
| 0136P000 | SUBCONJ. PROTECCIONES LATERALES TRASERAS | 2 | A4 |
| 0137P000 | SUBCONJ. ESTRUC. ESTABILIZADORA DELANTERA | 1 | A3 |
| 0137P001 | ESTRUCTURA ESTABILIZADORA | 1 | A3 |
| 0137P002 | BUJE TUBO USO MEC. 1" L=100 mm | 4 | A4 |
| 0137P003 | PATA EXTENSIBLE | 1 | A4 |
| 0137C004 | BASE LAYHER | 4 | |
| 0137C005 | PALOMETA LAYHER | 4 | |
| 0137P006 | BRAZO ESTRUCTURA ESTABILIZADORA | 2 | A4 |
| 0137P007 | ANCLAJE CHASIS ESTRUCTURA ESTABILIZADORA | 2 | A4 |
| 0137P008 | PLANCHUELA 2 ½" X 3/8" L=100 | 4 | A4 |
| 0139P000 | SUBCONJ. CILINDRO ELEVACIÓN CHÁSIS | 4 | A4 |
| 0139P001 | SOPORTE HID. DE ELEVACIÓN CHASIS | 1 | |
| 0139P001-1 | SOPORTE HID. DE ELEVACIÓN CHASIS - 1 | 1 | A4 |
| 0139P001-2 | SOPORTE HID. DE ELEVACIÓN CHASIS - 2 | 1 | A4 |
| 0139P002 | ARTICULACIÓN CILINDRO PARTE FIJA | 1 | A4 |
| 0139P003 | ARTICULACIÓN CILINDRO PARTE MÓVIL | 1 | A4 |
| 0139C004 | BULÓN M16 X 2 X 65 mm | 4 | |
| 0139P005 | CILINDRO DE ELEVACIÓN CHASIS | 1 | |
| 0000P001 | PASADOR DIAM 25 X 130 mm | 24 | A4 |
| 0000P002 | PASADOR DIAM 25 X 150 mm | 4 | A4 |
| 0000P003 | PASADOR DIAM 30 X 270 mm | 8 | A4 |
| 0000C004 | BISAGRA | 44 | |
| 0000P005 | PASADOR DIAM 27 X 150 mm | 4 | A4 |
| 0000P007 | PASADOR DIAM 20 X 70 mm | 28 | A4 |
| 0000P008 | PASADOR DIAM 25 X 205 mm | 8 | A4 |



Universidad Tecnológica Nacional
Faculta Regional Villa María – *Dpto. Ingeniería Mecánica*
Cátedra: Proyecto Final

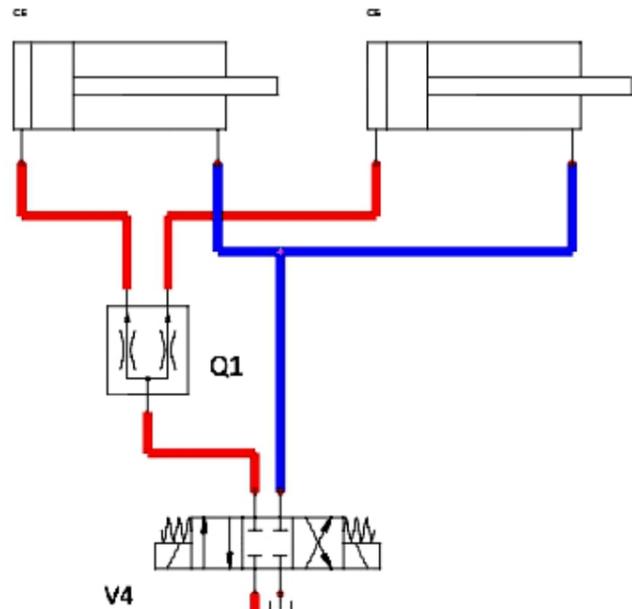
CIRCUITO HIDRÁULICO



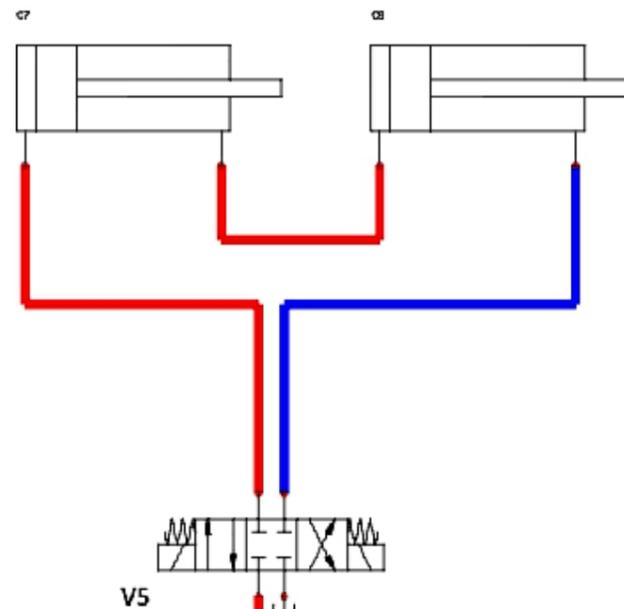
Universidad Tecnológica Nacional
Faculta Regional Villa María – *Dpto. Ingeniería Mecánica*
Cátedra: Proyecto Final

PLANIMETRÍA

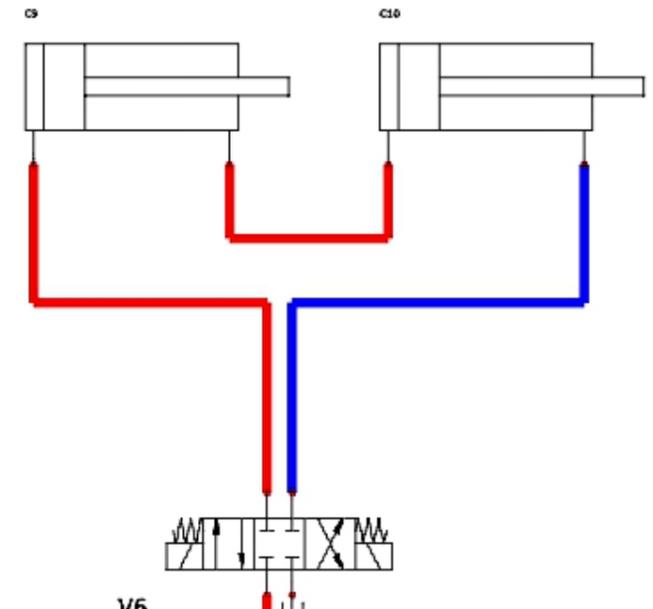
Actuadores sistema de elevación



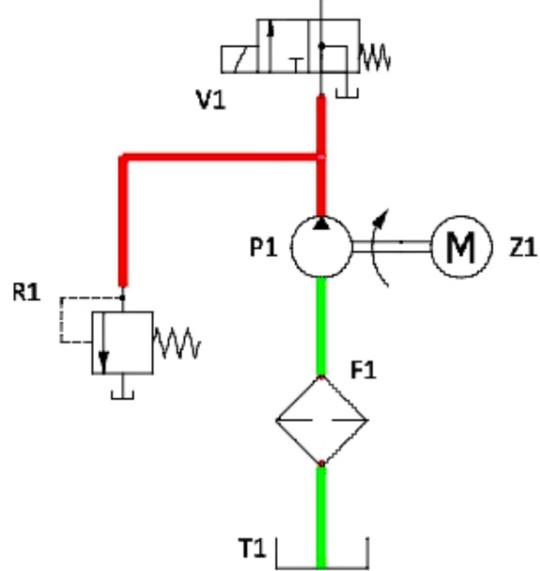
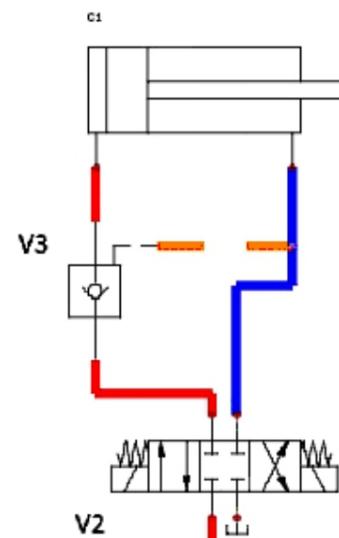
Actuadores piso rebatible X2



Actuadores techo rebatible X2



Actuadores elevación del chasis X4



OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.
Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|------------------|-------|
| 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 |
| 300 < X ≤ 1000 | ± 1 |
| 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 |
| 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |

NO MEDIR
SOBRE PLANO



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
NACIONAL

FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA

RUBIOLO, Gonzalo D.

Denominación:

CIRCUITO HIDRÁULICO

| | | |
|--|----------|----------|
| | Dibujado | Aprobado |
|--|----------|----------|

Fecha

Firma

Revisión: 00

Material:

Norma

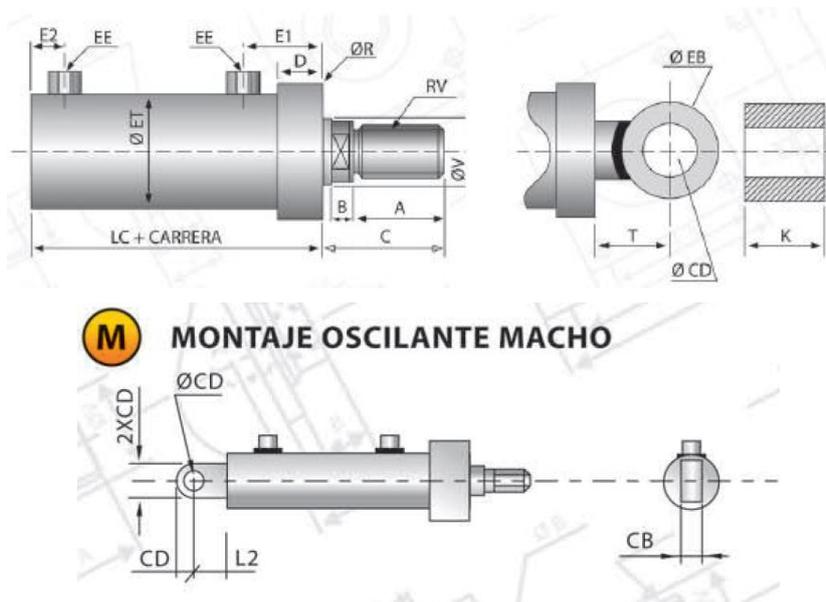
Escala





| ELEMENTO | DESCRIPCIÓN | CANT |
|----------|---|------|
| T1 | TANQUE | 1 |
| F1 | FILTRO DE SUCCIÓN | 1 |
| P1 | BOMBA | 1 |
| Z1 | MOTOR | 1 |
| R1 | VÁLVULA LIMITADORA DE PRESIÓN | 1 |
| V1 | VÁLVULA BY PASS DE 3 VÍAS Y 2 POS. | 1 |
| V2 | VÁLVULA DIRECCIONAL 4 VÍAS 3 POS. CIL. ELEVACIÓN DE CHASIS | 4 |
| V3 | VÁLVULA DE RETENCIÓN DESBLOQUEABLE | 4 |
| V4 | VÁLVULA DIRECCIONAL 4 VÍAS 3 POS. CIL. SISTEMA DE ELEVACIÓN | 1 |
| Q1 | VÁLVULA DIVISORAS DE FLUJO COMPENSADAS EN PRESIÓN | 1 |
| V5 | VÁLVULA DIRECCIONAL 4 VÍAS 3 POS. CIL. PISO REBATIBLE | 2 |
| V6 | VÁLVULA DIRECCIONAL 4 VÍAS 3 POS. CIL. TECHO REBATIBLE | 2 |

Dimensiones actuador hidráulico techo rebatible¹

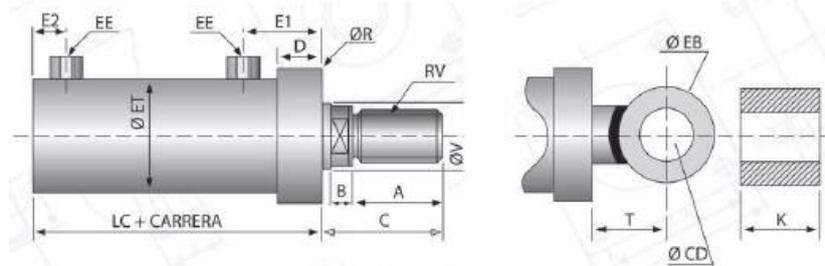


| | | | |
|------------------|--------|------------------|---------|
| $\varnothing ET$ | 114 mm | K | 60 mm |
| $\varnothing R$ | 128 mm | $\varnothing EB$ | 60 mm |
| D | 33 mm | $\varnothing CD$ | 31.8 mm |
| LC | 150 mm | CB | 45 mm |
| T | 45 mm | L2 | 58 mm |

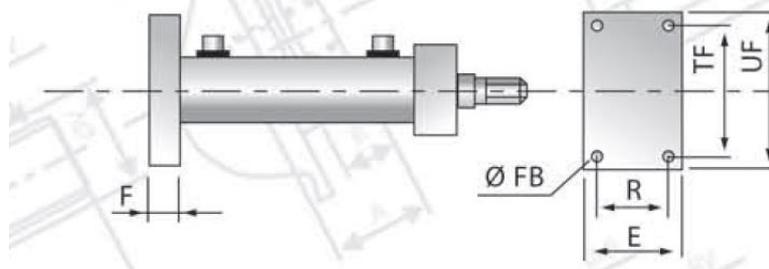
¹ FAP Hidráulica. *Catálogo de cilindro hidráulico.*



Dimensiones del actuador hidráulico sistema de elevación



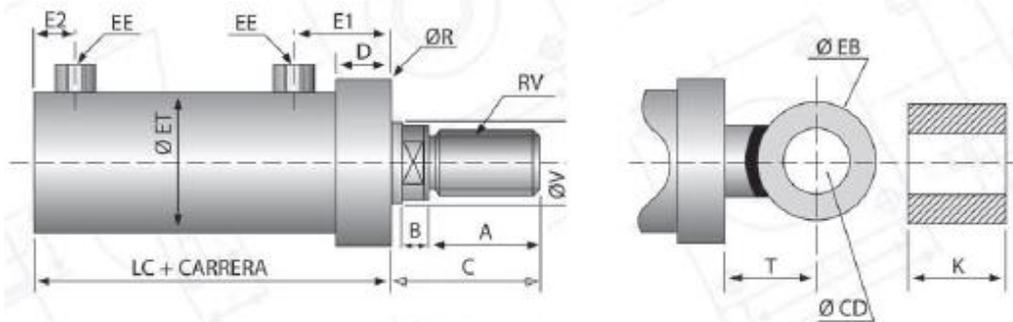
E MONTAJE RECTANGULAR TRASERO



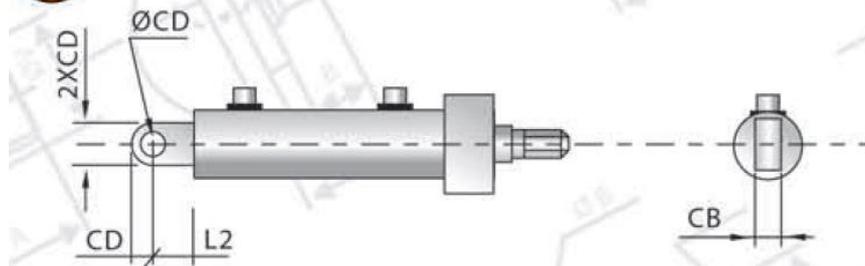
| | | | |
|------------------|--------|------------------|---------|
| $\varnothing ET$ | 114 mm | $\varnothing CD$ | 31.8 mm |
| $\varnothing R$ | 128 mm | $\varnothing FB$ | 17 mm |
| D | 33 mm | R | 98 mm |
| LC | 150 mm | E | 160 mm |
| T | 45 mm | F | 25 mm |
| K | 70 mm | TF | 162 mm |
| $\varnothing EB$ | 60 mm | UF | 195 mm |



Dimensiones actuador hidráulico piso rebatible

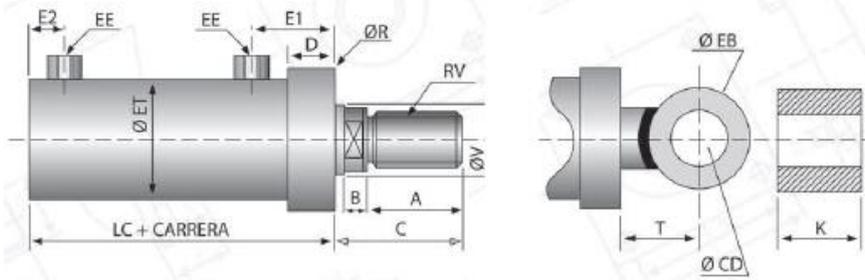


MONTAJE OSCILANTE MACHO

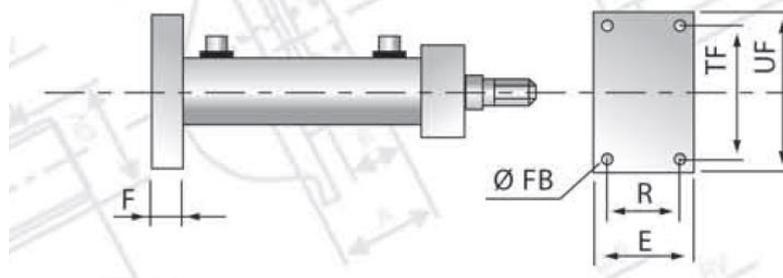


| | | | |
|------------------|--------|------------------|----------|
| $\varnothing ET$ | 89 mm | K | 50 mm |
| $\varnothing R$ | 102 mm | $\varnothing EB$ | 44 mm |
| D | 33 mm | $\varnothing CD$ | 22.22 mm |
| LC | 150 mm | CB | 31 mm |
| T | 40 mm | L2 | 40 mm |

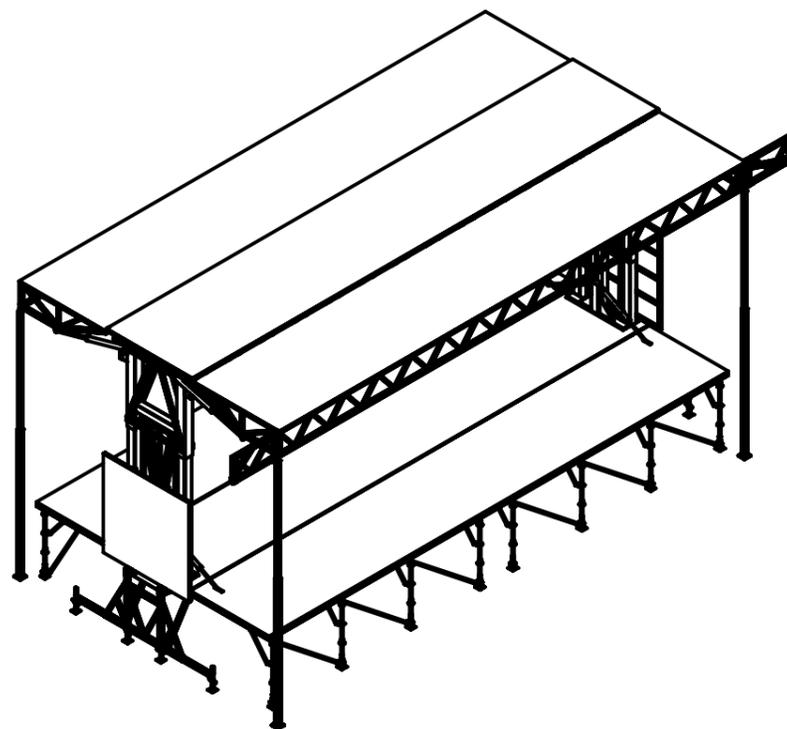
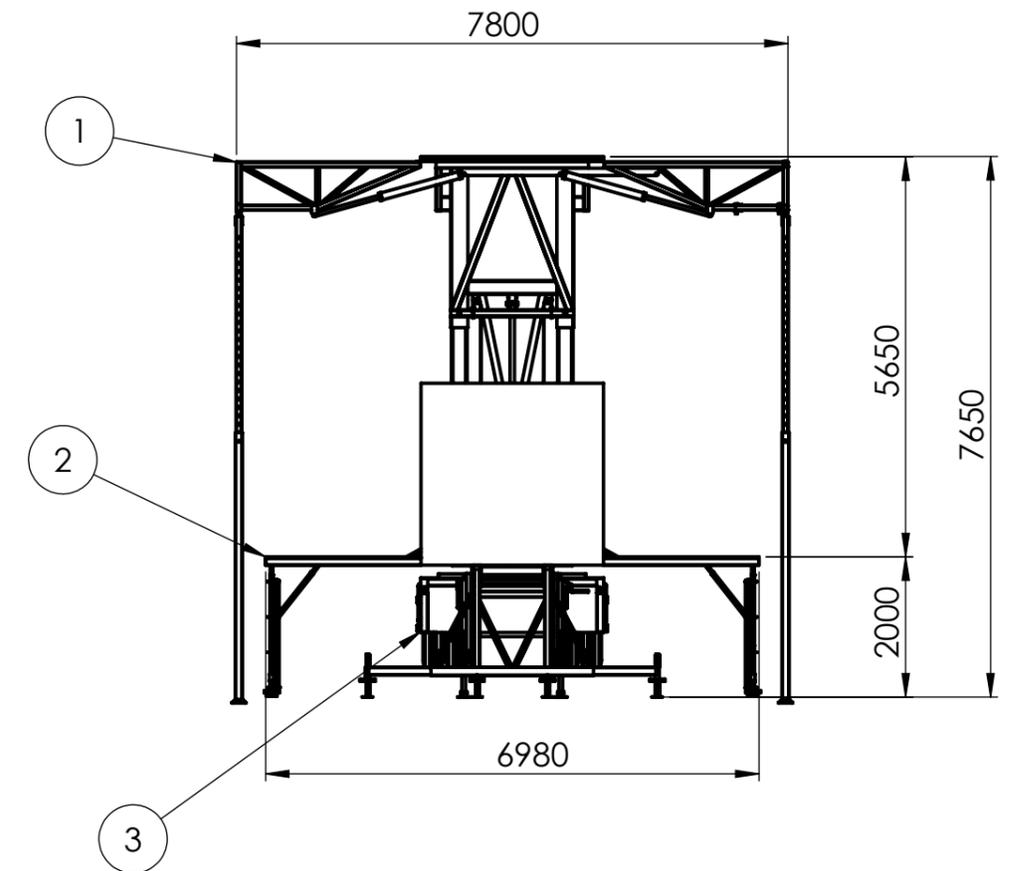
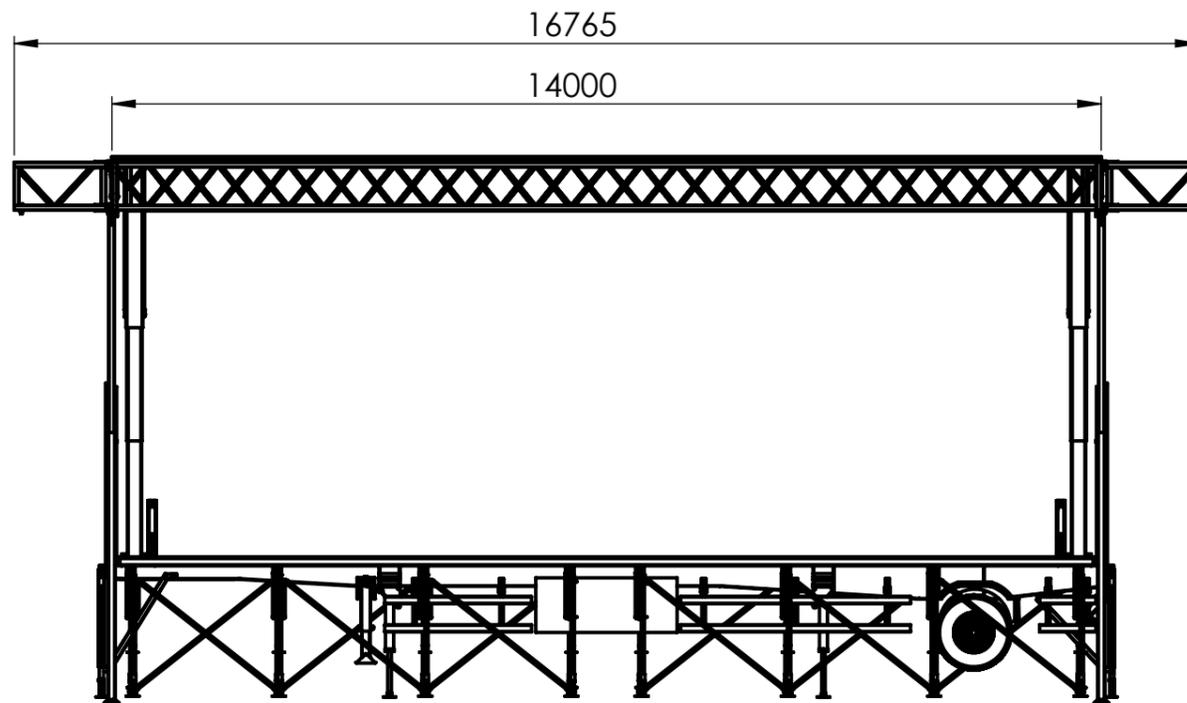
Dimensiones actuador hidráulico de elevación del chasis



E MONTAJE RECTANGULAR TRASERO



| | | | |
|------------------|--------|------------------|----------|
| $\varnothing ET$ | 89 mm | $\varnothing CD$ | 22.22 mm |
| $\varnothing R$ | 102 mm | $\varnothing FB$ | 17 mm |
| D | 33 mm | R | 98 mm |
| LC | 150 mm | E | 160 mm |
| T | 40 mm | F | 25 mm |
| K | 50 mm | TF | 162 mm |
| $\varnothing EB$ | 44 mm | UF | 195 mm |



Escala 1:150

| 3 | 0110P000 | CONJUNTO TECHO | 1 |
|-----------------|----------|-----------------|----------|
| 2 | 0120P000 | CONJUNTO PISO | 1 |
| 1 | 0130P000 | CONJUNTO CHASIS | 1 |
| N.º DE ELEMENTO | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |

OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.

Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|--------------|------|
| 0<X≤300 | ±0.5 |
| 300<X≤1000 | ±1 |
| 1000<X≤5000 | ±5 |
| 5000<X≤15000 | ±10 |

NO MEDIR
SOBRE PLANO

RUBIOLLO, Gonzalo D.

ESCENARIO MÓVIL
(DESPLEGADO)

Código:0100P000

| | |
|----------|----------|
| Dibujado | Aprobado |
|----------|----------|

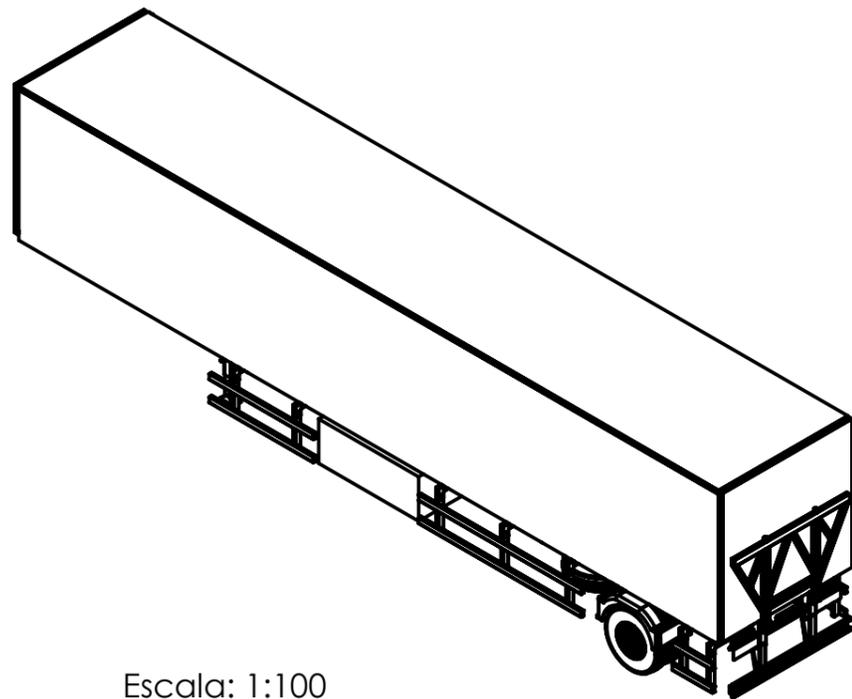
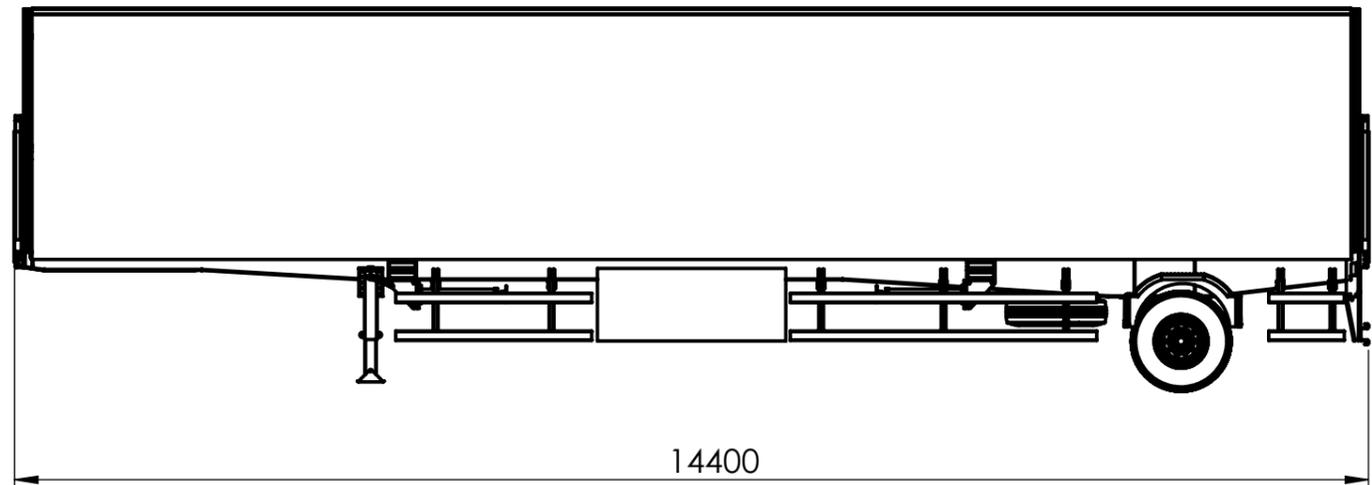
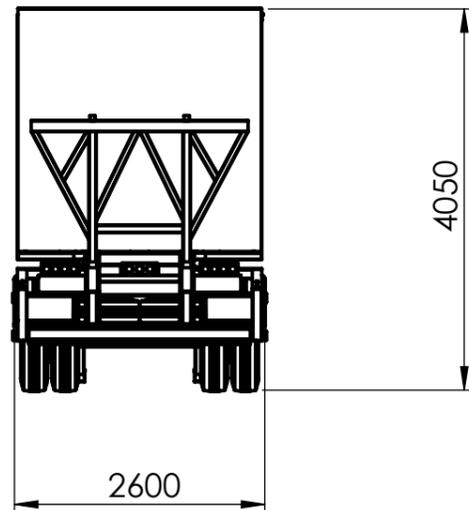
| | |
|-------|--|
| Fecha | |
|-------|--|

| | |
|-------|--|
| Firma | |
|-------|--|

Revisión: 00

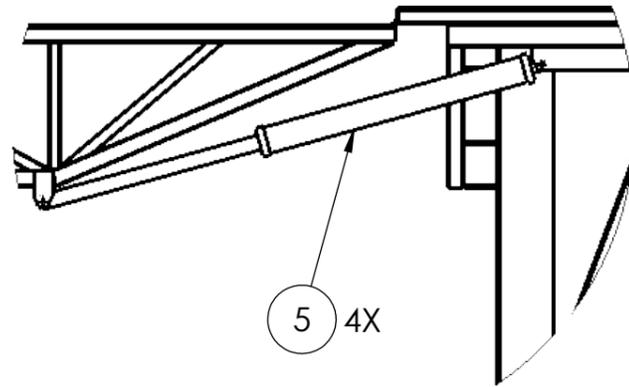
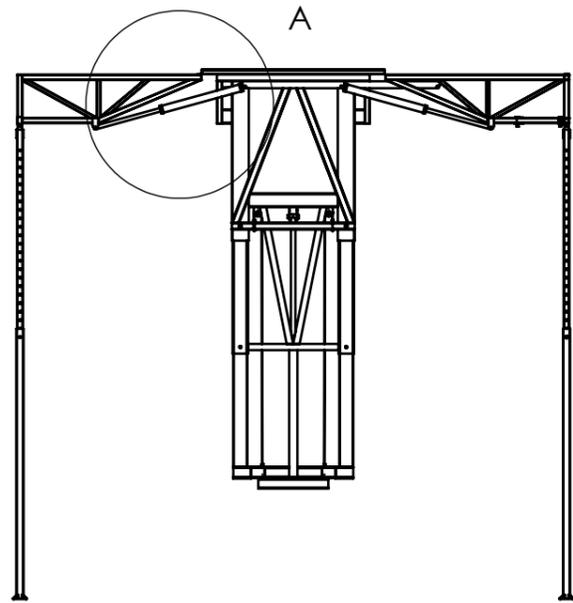
Material:

| | |
|-------|--------|
| Norma | Escala |
| | 1:100 |

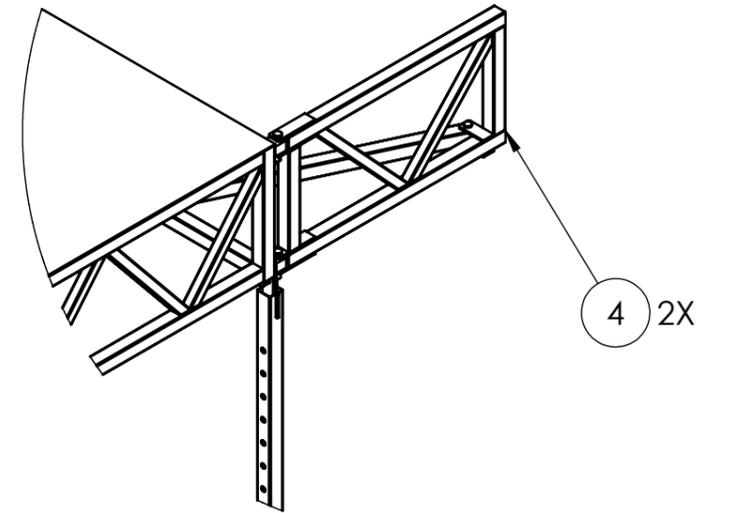


Escala: 1:100

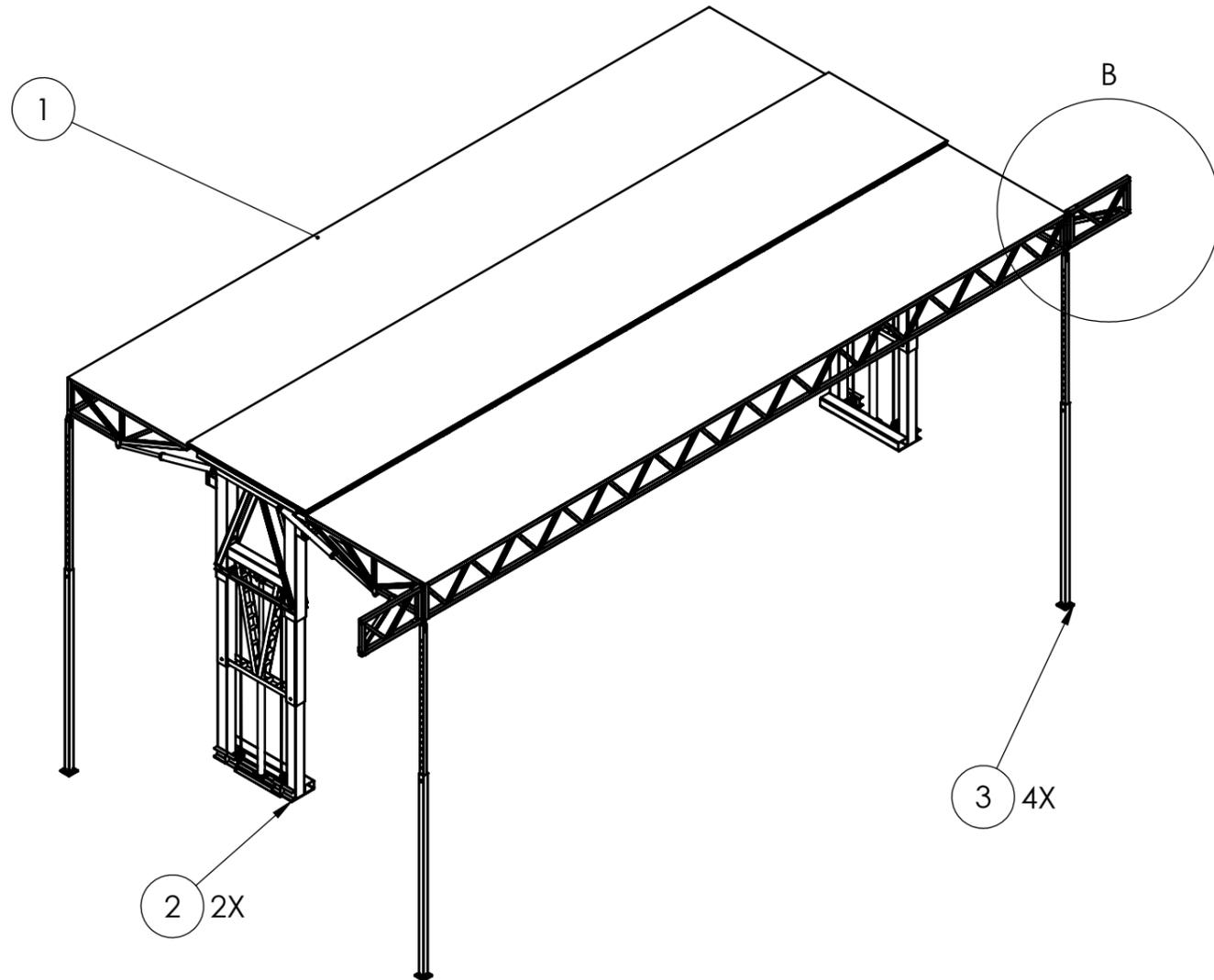
| | | | | |
|---|--|--|------------------|----------|
| OBSERVACIONES Medidas expresadas en milímetros. Tolerancias (salvo especificación) 0<X≤300 ±0.5 300<X≤1000 ±1 1000<X≤5000 ±5 5000<X≤15000 ±10 NO MEDIR SOBRE PLANO | RUBIOLLO, Gonzalo D. | | Código: 0100P000 | |
| | ESCENARIO MÓVIL (SEMI-REMOLQUE) | | Dibujado | Aprobado |
| | Fecha | | | |
| | Firma | | | |
| | Revisión: 00 | | | |
| | Material: | | | |
| | Norma | | Escala | 1:75 |



DETALLE A
ESCALA 1 : 30



DETALLE B
ESCALA 1 : 30



| 5 | 0110C001 | HIDRÁULICO TECHO REBATIBLE | 4 |
|----|----------|----------------------------------|------|
| 4 | 0114P000 | SUBCONJ. ALAS RETICULADAS SONIDO | 2 |
| 3 | 0113P000 | SUBCONJ. COLUMNAS AUX DEL TECHO | 4 |
| 2 | 0112P000 | SUBCONJ. SISTEMA DE ELEVACIÓN | 2 |
| 1 | 0111P000 | SUBCONJ.PANELES DEL TECHO | 1 |
| N° | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANT |

OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.
Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|--------------|------|
| 0<X≤300 | ±0.5 |
| 300<X≤1000 | ±1 |
| 1000<X≤5000 | ±5 |
| 5000<X≤15000 | ±10 |

NO MEDIR
SOBRE PLANO

RUBIOLLO, Gonzalo D.

CONJUNTO TECHO

Código:0110P000

| | | |
|--|----------|----------|
| | Dibujado | Aprobado |
|--|----------|----------|

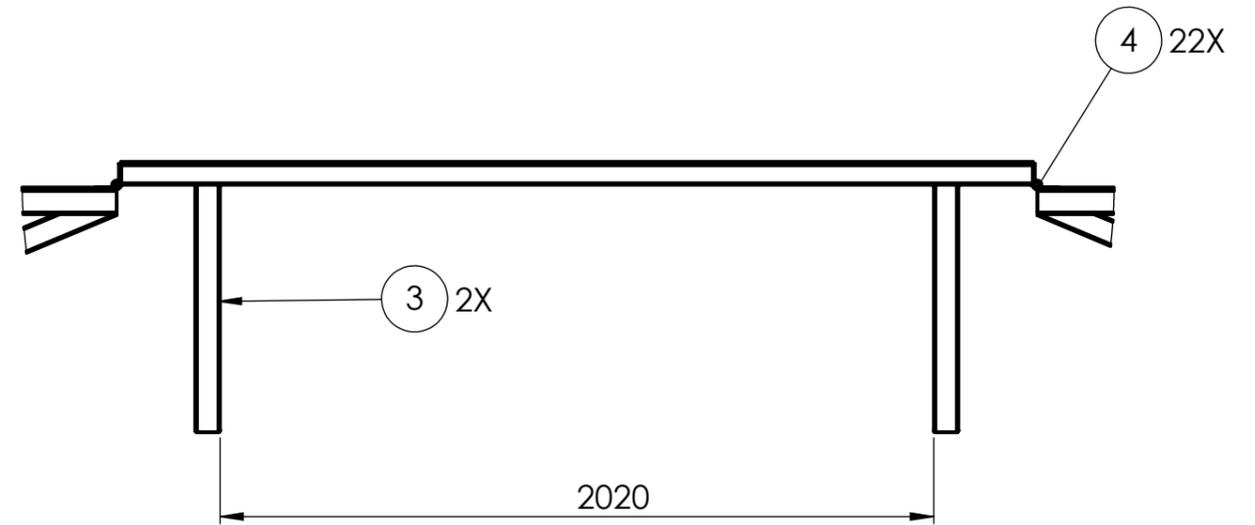
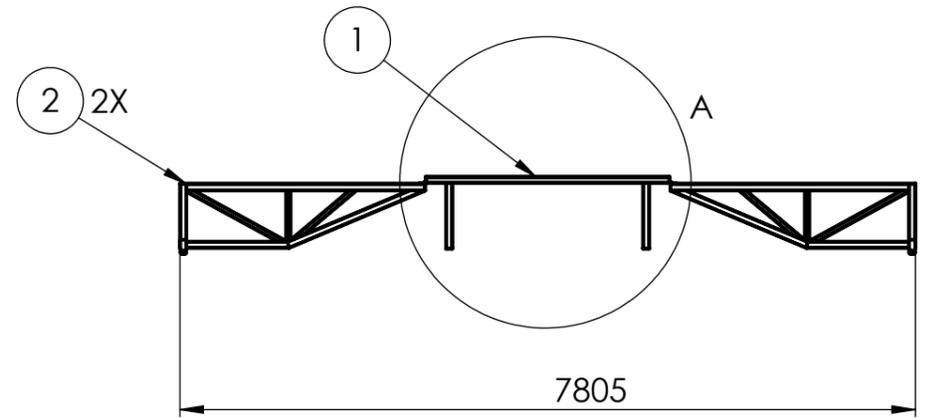
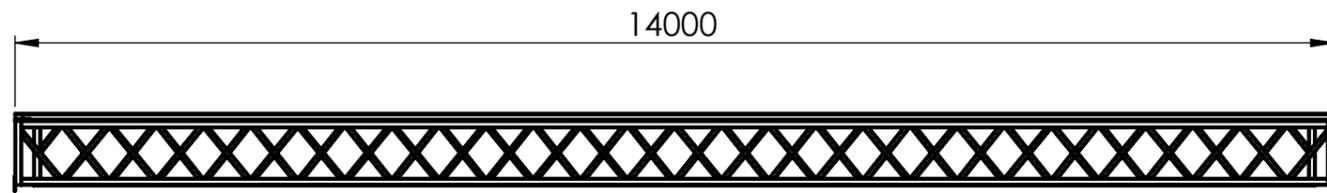
| | | |
|-------|--|--|
| Fecha | | |
|-------|--|--|

| | | |
|-------|--|--|
| Firma | | |
|-------|--|--|

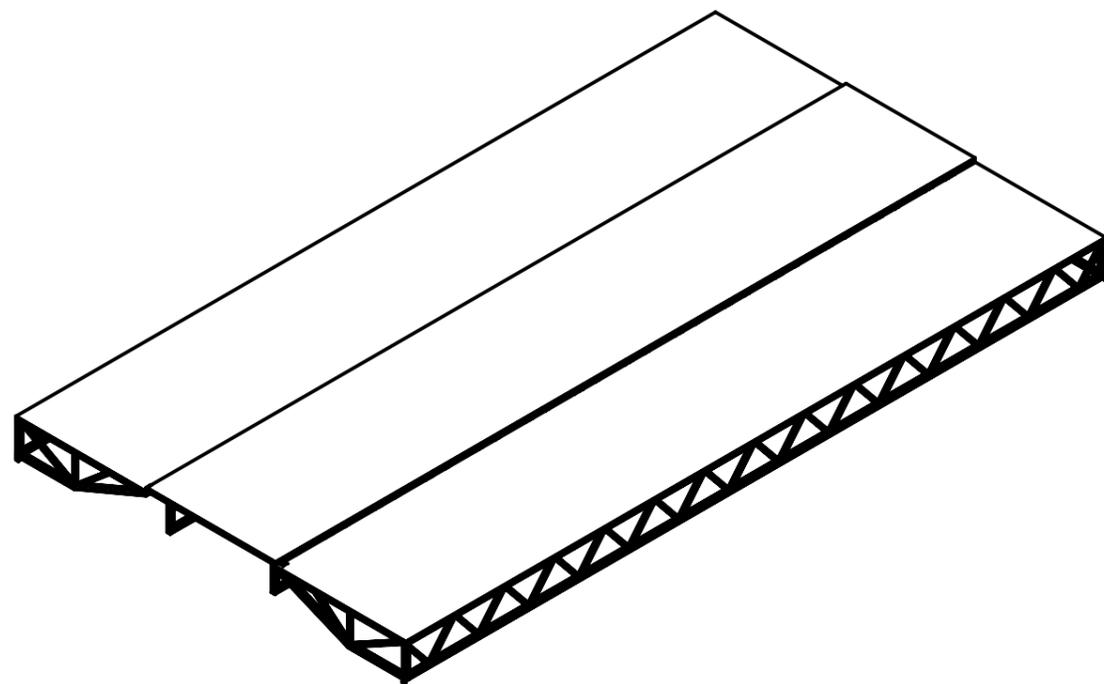
Revisión: 00

Material:

| | |
|-------|--------|
| Norma | Escala |
| | 1:100 |



DETALLE A
ESCALA 1 : 20



Escala 1:100

NOTA: En cada articulación se colocan 11 bisgrasas separadas 1400 mm

| 4 | 0000C004 | BISAGRA | 22 |
|-----|----------|-----------------------|------|
| 3 | 0111P003 | RETICULADO TECHO | 2 |
| 2 | 0111P002 | PANEL REBATIBLE TECHO | 2 |
| 1 | 0111P001 | PANEL CENTRAL TECHO | 1 |
| N.º | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANT |

OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.
Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|--------------|------|
| 0<X≤300 | ±0.5 |
| 300<X≤1000 | ±1 |
| 1000<X≤5000 | ±5 |
| 5000<X≤15000 | ±10 |

NO MEDIR
SOBRE PLANO

RUBIOLLO, Gonzalo D.

**SUBCONJ.
PANELES DEL TECHO**

Código: 0111P000

| | |
|----------|----------|
| Dibujado | Aprobado |
|----------|----------|

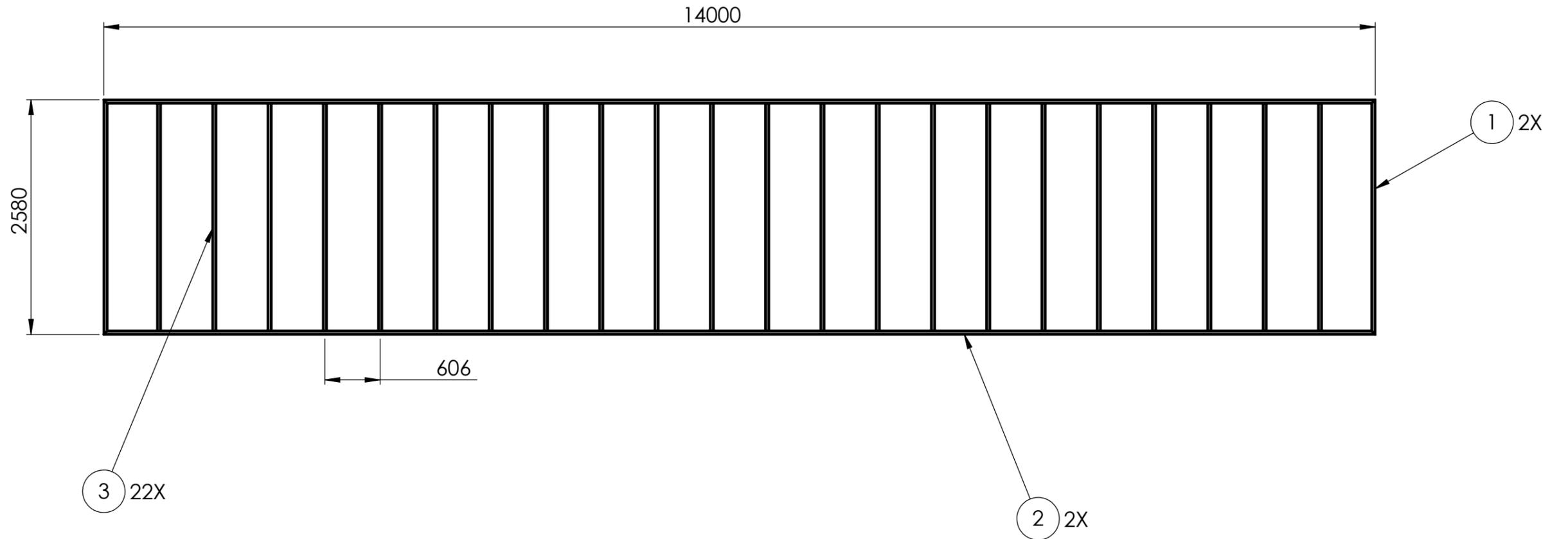
| | |
|-------|--|
| Fecha | |
|-------|--|

| | |
|-------|--|
| Firma | |
|-------|--|

Revisión: 00

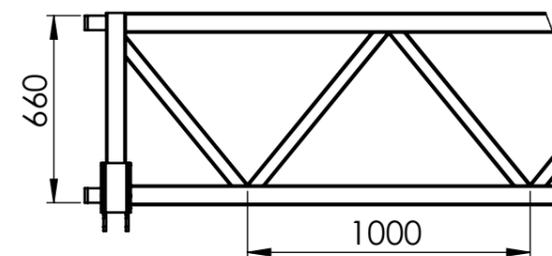
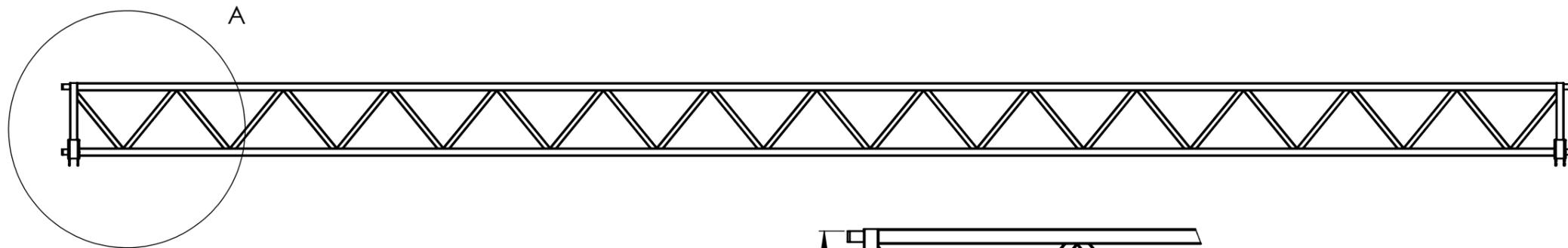
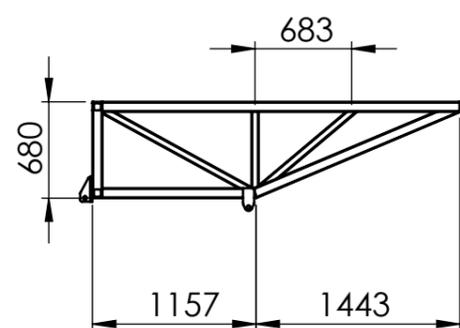
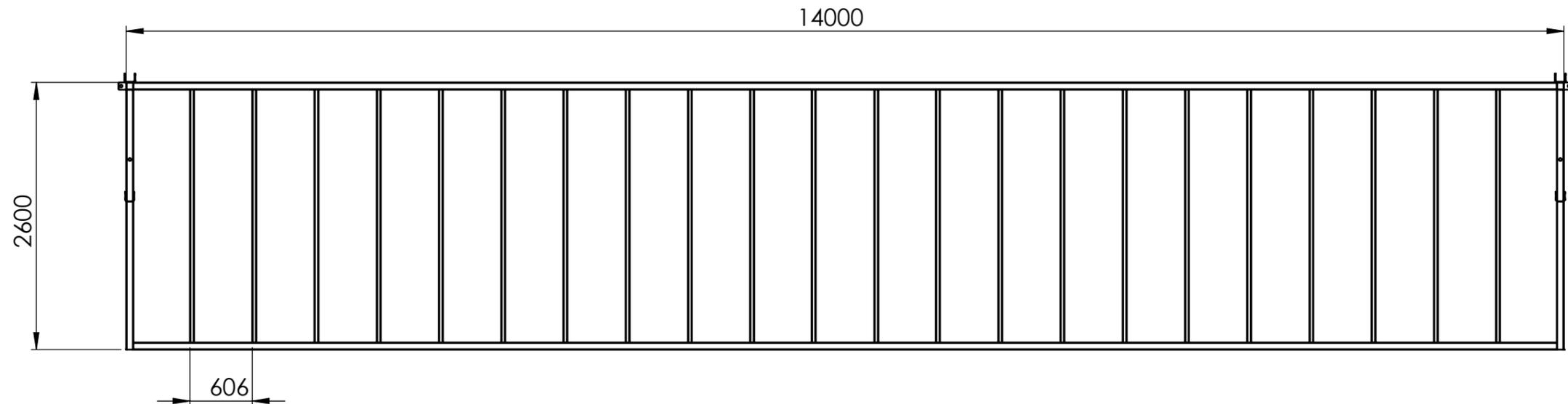
Material:

| | |
|-------|--------|
| Norma | Escala |
| | 1:75 |

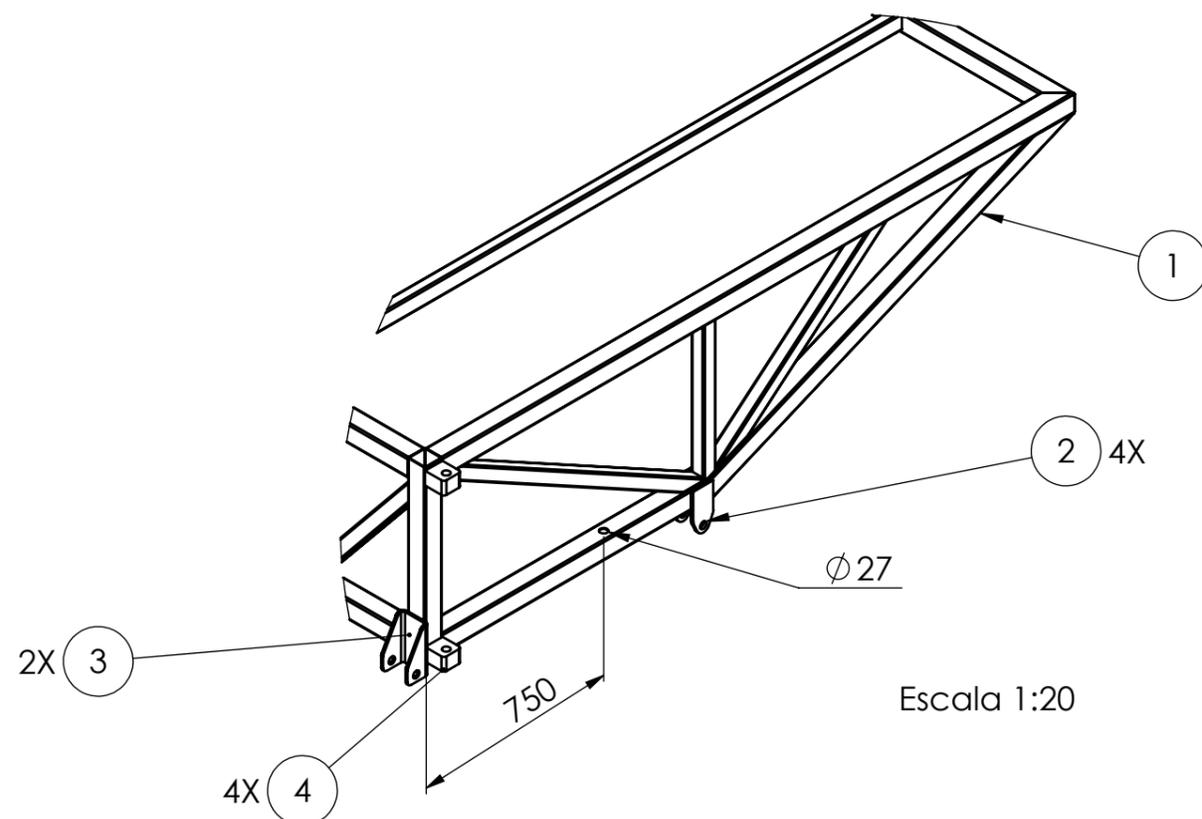


| Nº | DESCRIPCIÓN | LONGITUD | ÁNGULO1 | ÁNGULO2 | CANT |
|----|-------------------------------|----------|---------|---------|------|
| 3 | TUBO ESTRUCTURAL 60X60X2.5 mm | 2500 | 0.00 | 0.00 | 22 |
| 2 | TUBO ESTRUCTURAL 60X60X2.5 mm | 14000 | 45.00 | 45.00 | 2 |
| 1 | TUBO ESTRUCTURAL 60X60X2.5 mm | 2580 | 45.00 | 45.00 | 2 |

| | | | | | |
|---|--|--------------------------------|--|-----------------|----------|
| OBSERVACIONES | | RUBIOLLO, Gonzalo D. | | Código:0111P001 | |
| Medidas expresadas en milímetros. | | PANEL CENTRAL TECHO | | Dibujado | Aprobado |
| Tolerancias (salvo especificación) | | | | Fecha | |
| 0<X≤300 ±0.5 300<X≤1000 ±1 1000<X≤5000 ±5 5000<X≤15000 ±10 | | | | Firma | |
| NO MEDIR SOBRE PLANO | | | | Revisión: 00 | |
| | | Material: SAE 1010 | | Norma | Escala |
| | | | | | 1:50 |



DETALLE A
ESCALA 1 : 25



Escala 1:20

| 4 | 0111P002-4 | ANCLAJE EST. RETICULADA | 4 |
|-----|------------|----------------------------|------|
| 3 | 0111P002-3 | ANCLAJE COLUMNAS | 2 |
| 2 | 0111P002-2 | ANCLAJE HIDRÁULICO TECHO | 4 |
| 1 | 0111P002-1 | ESTRUCTURA PANEL DEL TECHO | 1 |
| N.º | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANT |

OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.
Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|------------------|------|
| 0 < X ≤ 300 | ±0.5 |
| 300 < X ≤ 1000 | ±1 |
| 1000 < X ≤ 5000 | ±5 |
| 5000 < X ≤ 15000 | ±10 |

NO MEDIR
SOBRE PLANO



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA

RUBIOLO, Gonzalo D.

Denominación:

PANEL REBATIBLE TECHO

Código: 0111P002

| | | |
|--|----------|----------|
| | Dibujado | Aprobado |
|--|----------|----------|

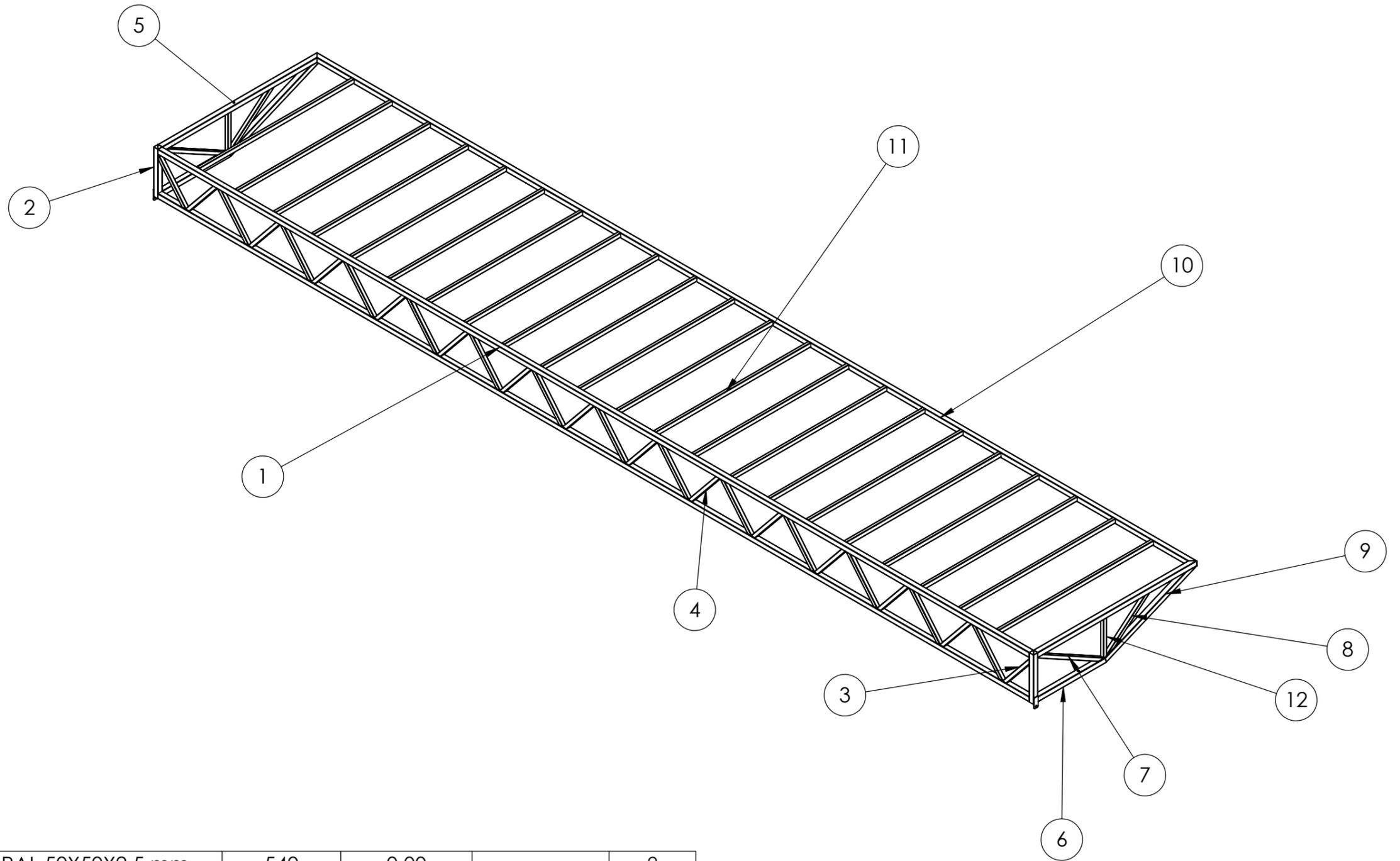
| | | |
|-------|--|--|
| Fecha | | |
|-------|--|--|

| | | |
|-------|--|--|
| Firma | | |
|-------|--|--|

Revisión: 00

Material: SAE 1010

| | |
|-------|--------|
| Norma | Escala |
| | 1:50 |



| | | | | | |
|----|-------------------------------|----------|---------|---------|------|
| 12 | TUBO ESTRUCTURAL 50X50X2.5 mm | 540 | 0.00 | - | 2 |
| 11 | TUBO ESTRUCTURAL 60X40X2.5 mm | 2460 | 0.00 | 0.00 | 22 |
| 10 | TUBO ESTRUCTURAL 70X70X3.2 mm | 14000 | 45.00 | 45.00 | 1 |
| 9 | TUBO ESTRUCTURAL 70X70X3.2 mm | 1566.58 | - | 11.41 | 2 |
| 8 | TUBO ESTRUCTURAL 50X50X2.5 mm | 875.62 | - | 49.92 | 2 |
| 7 | TUBO ESTRUCTURAL 50X50X2.5 mm | 1184.72 | - | - | 2 |
| 6 | TUBO ESTRUCTURAL 70X70X3.2 mm | 1087.06 | 11.41 | 0.00 | 2 |
| 5 | TUBO ESTRUCTURAL 70X70X3.2 mm | 2530 | 45.00 | 0.00 | 2 |
| 4 | TUBO ESTRUCTURAL 50X50X2.5 mm | 734.6 | 38.44 | 38.44 | 26 |
| 3 | TUBO ESTRUCTURAL 50X50X2.5 mm | 681.74 | 38.44 | 50.66 | 2 |
| 2 | TUBO ESTRUCTURAL 70X70X3.2 mm | 680 | 0.00 | 0.00 | 2 |
| 1 | TUBO ESTRUCTURAL 70X70X3.2 mm | 13860 | 0.00 | 0.00 | 2 |
| Nº | DESCRIPCIÓN | LONGITUD | ÁNGULO1 | ÁNGULO2 | CANT |

OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.

Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|--------------|------|
| 0<X≤300 | ±0.5 |
| 300<X≤1000 | ±1 |
| 1000<X≤5000 | ±5 |
| 5000<X≤15000 | ±10 |

NO MEDIR
SOBRE PLANO

RUBIOLLO, Gonzalo D.

**ESTRUCTURA PANEL
REBAT. TECHO**

Código: 0111P002-1

| | |
|----------|----------|
| Dibujado | Aprobado |
|----------|----------|

Fecha

Firma

Revisión: 00

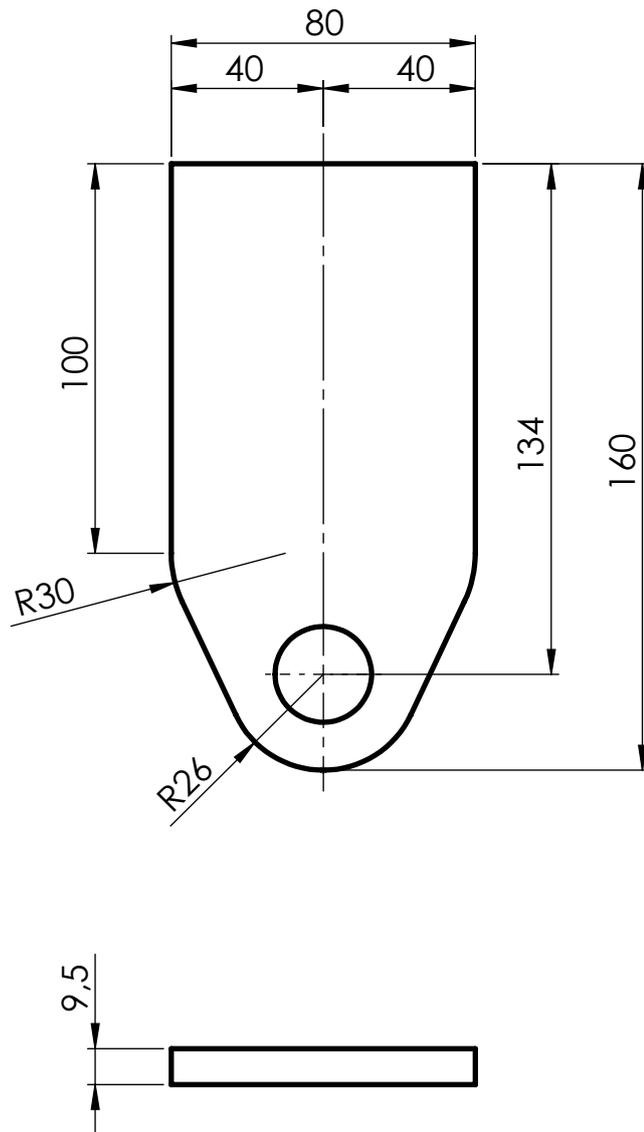
Material: SAE 1010

Norma

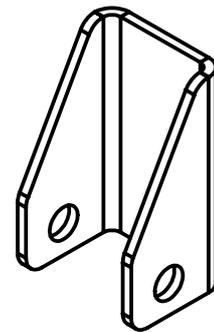
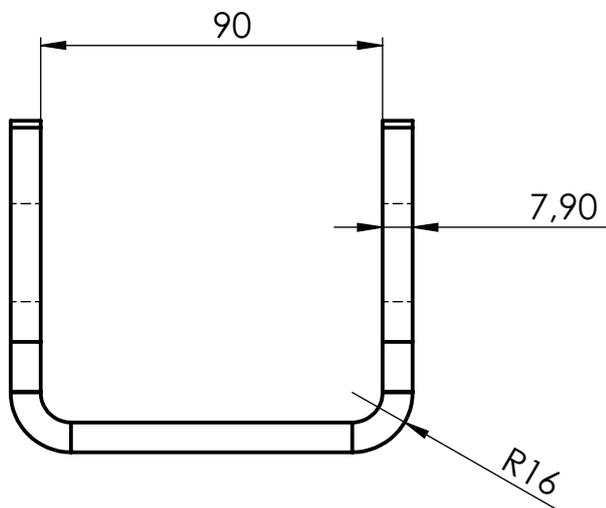
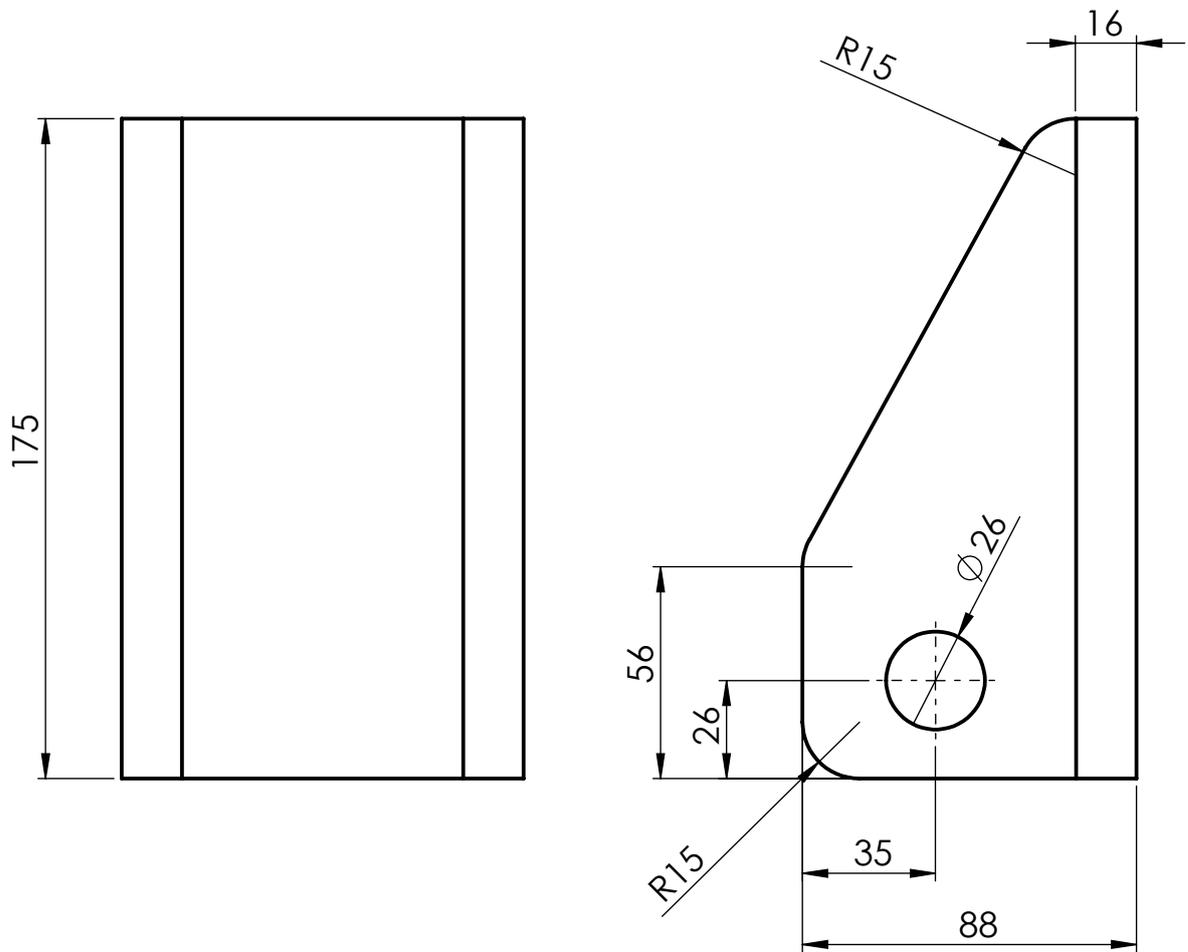


Escala

1:50



| | | | | | | | | | | | |
|--|------------------|---|---------------------------------|-----|-----------------|-----|------------------|------|---|--------------------|--|
| <p>OBSERVACIONES</p> <p>Medidas expresadas en milímetros.</p> <p>Tolerancias (salvo especificación)</p> <table border="0"> <tr> <td>0 < X ≤ 300</td> <td>± 0.5</td> </tr> <tr> <td>300 < X ≤ 1000</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>1000 < X ≤ 5000</td> <td>± 5</td> </tr> <tr> <td>5000 < X ≤ 15000</td> <td>± 10</td> </tr> </table> <p>NO MEDIR SOBRE PLANO</p> | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |  <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p> <p>FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA</p> | Código: 0111P002-2 | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | |
| RUBIOLO, Gonzalo D. | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | | |
| Denominación: | Fecha | | | | | | | | | | |
| ANCLAJE HIDRÁULICO TECHO | Firma | | | | | | | | | | |
| | Revisión: 00 | Material: Chapa 3/8 SAE 1010 | | | | | | | | | |
| | Norma |  | <p>Escala</p> <p>1:2</p> | | | | | | | | |



Escala 1:5

OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.
Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|------------------|-------|
| 0 < X ≤ 300 | ± 0,5 |
| 300 < X ≤ 1000 | ± 1 |
| 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 |
| 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |

NO MEDIR
SOBRE PLANO



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA

RUBIOLO, Gonzalo D.

Denominación:

ANCLAJE COLUMNA

Código: 0111P002-3

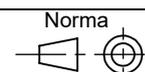
| | | |
|--|----------|----------|
| | Dibujado | Aprobado |
|--|----------|----------|

| | | |
|-------|--|--|
| Fecha | | |
|-------|--|--|

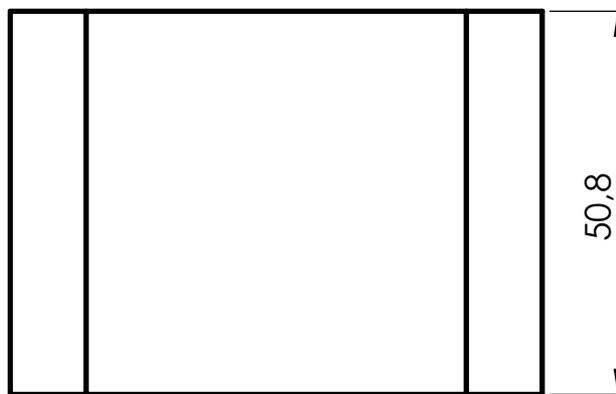
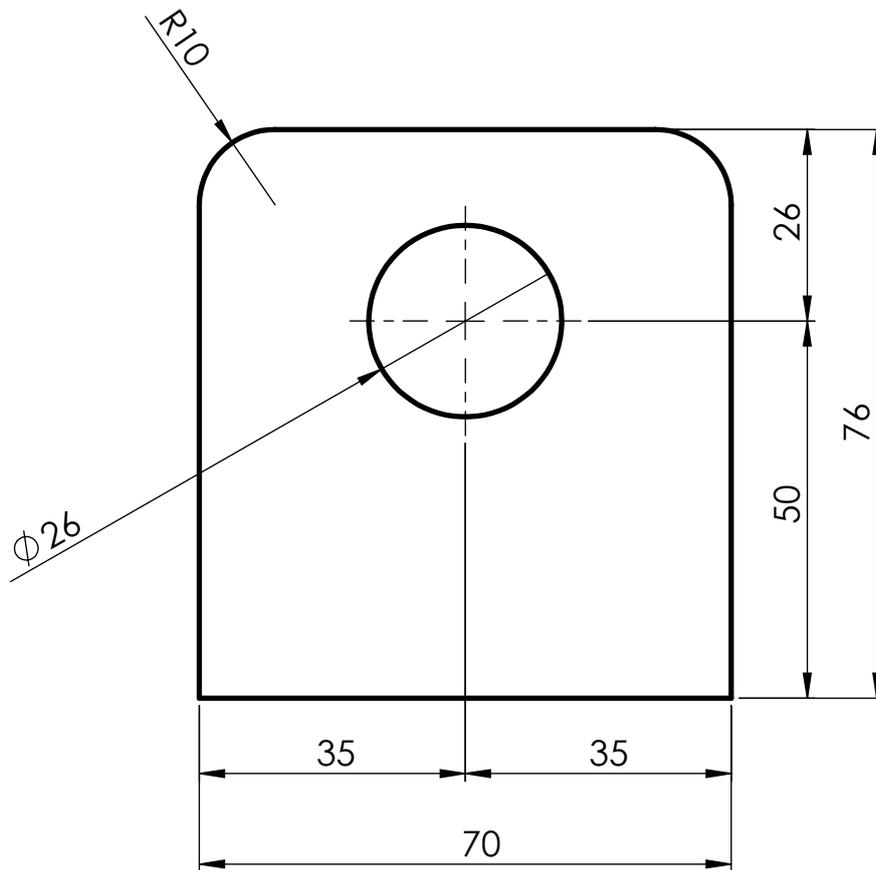
| | | |
|-------|--|--|
| Firma | | |
|-------|--|--|

Revisión: 00

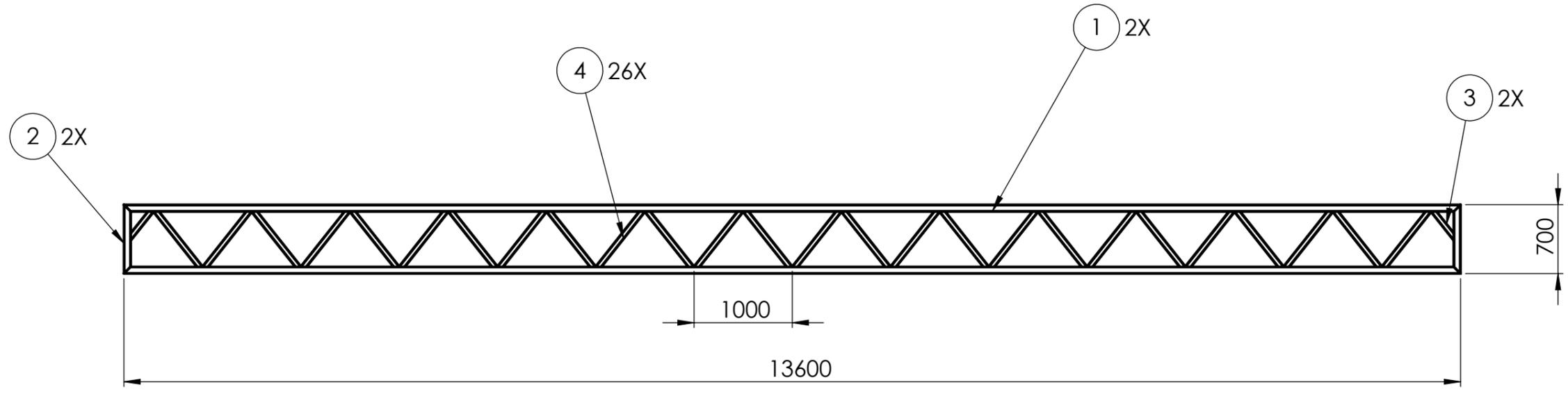
Material: Chapa 5/16" SAE 1010



Escala
1:2



| | | | | | | | | | | | |
|--|--|--------------------------|----------------|-----|-----------------|-----|------------------|------|---|--------------------|--|
| <p>OBSERVACIONES</p> <p>Medidas expresadas en milímetros.</p> <p>Tolerancias (salvo especificación)</p> <table border="0"> <tr> <td>0 < X ≤ 300</td> <td>± 0.5</td> </tr> <tr> <td>300 < X ≤ 1000</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>1000 < X ≤ 5000</td> <td>± 5</td> </tr> <tr> <td>5000 < X ≤ 15000</td> <td>± 10</td> </tr> </table> <p>NO MEDIR SOBRE PLANO</p> | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |  <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p> <p>FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA</p> | Código: 0111P002-4 | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | |
| <p>RUBIOLO, Gonzalo D.</p> <p>Denominación:</p> <p>ANCLAJE EST. RETICULADA</p> | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | | |
| | Fecha | | | | | | | | | | |
| | Firma | | | | | | | | | | |
| | Revisión: 00 | Material: SAE 1010 | | | | | | | | | |
| | <p>Norma</p>  | <p>Escala</p> <p>1:1</p> | | | | | | | | | |



| N.º | DESCRIPCIÓN | LONGITUD | ÁNGULO1 | ÁNGULO2 | CANT |
|-----|--------------------------------|----------|---------|---------|------|
| 4 | TUBO ESTRUCTURALI 50x50x2.5 mm | 749.47 | 38.44 | 38.44 | 26 |
| 3 | TUBO ESTRUCTURALI 50x50x2.5 mm | 374.04 | 51.56 | 38.44 | 2 |
| 2 | TUBO ESTRUCTURAL 70X70X3.2 mm | 700 | 45.00 | 45.00 | 2 |
| 1 | TUBO ESTRUCTURAL 70X70X3.2 mm | 13600 | 45.00 | 45.00 | 2 |

OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.

Tolerancias (salvo especificación)

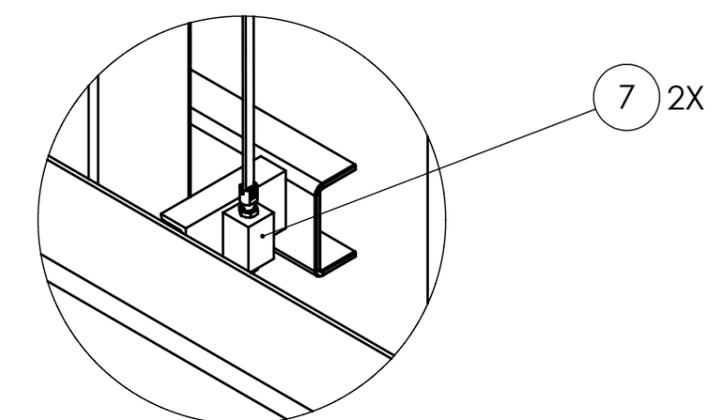
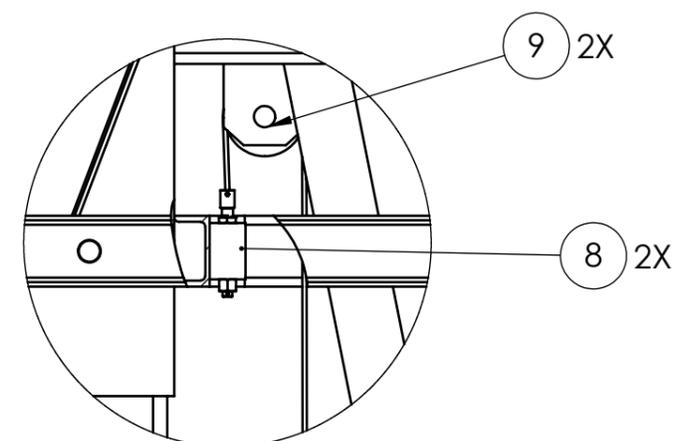
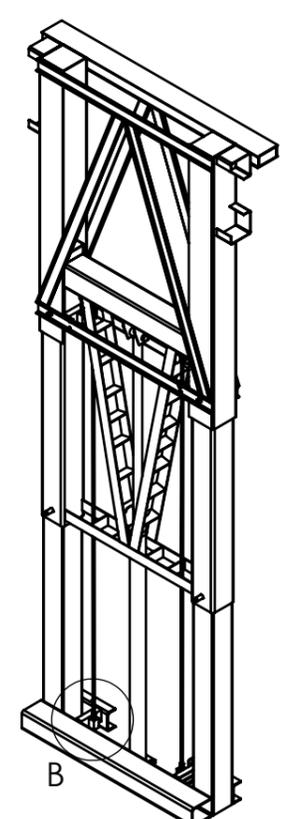
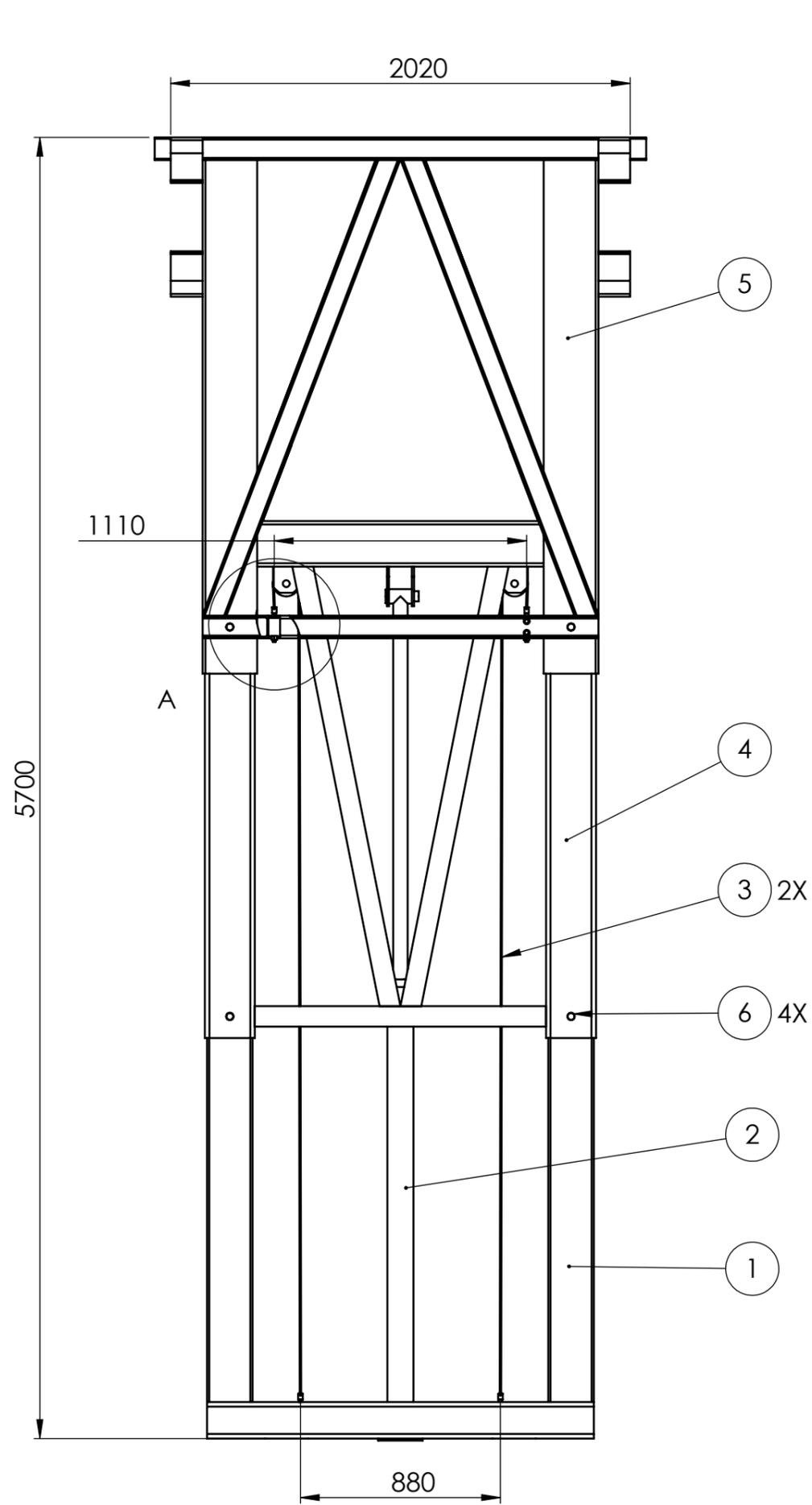
| | |
|--------------|------|
| 0<X≤300 | ±0.5 |
| 300<X≤1000 | ±1 |
| 1000<X≤5000 | ±5 |
| 5000<X≤15000 | ±10 |

NO MEDIR
SOBRE PLANO

RUBIOLLO, Gonzalo D.

RETICULADO TECHO

| | | |
|--------------------|----------|----------|
| Código: 0111P003 | | |
| | Dibujado | Aprobado |
| Fecha | | |
| Firma | | |
| Revisión:00 | | |
| Material: SAE 1010 | | |
| Norma | Escala | |
| | 1:50 | |



| 9 | 0112P008 | SUBCONJUNTO MENOR EJE-POLEA | 2 |
|-----|----------|--|------|
| 8 | 0112P007 | ANCLAJE SUPERIOR CADENA | 2 |
| 7 | 0112P006 | ANCLAJE INFERIOR CADENA | 2 |
| 6 | 0000P003 | PASADOR DIAM 30 X 270 mm | 4 |
| 5 | 0112P005 | TERCER TRAMO SIST. DE ELEVACIÓN | 1 |
| 4 | 0112P004 | SEGUNDO TRAMO SIST DE ELEVACIÓN | 1 |
| 3 | 0112C003 | CADENA ANSI BL444 (4x4 paso= 12.7 mm) | 2 |
| 2 | 0112C002 | CILINDRO HIDRÁULICO SIST. DE ELEVACIÓN | 2 |
| 1 | 0112P001 | PRIMER TRAMO SIST. DE ELEVACIÓN | 1 |
| N.º | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANT |

OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.
Tolerancias (salvo especificación)

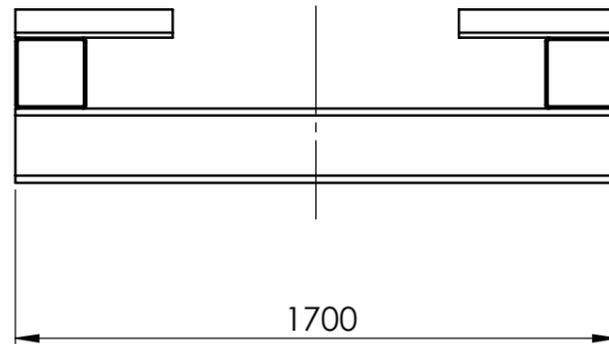
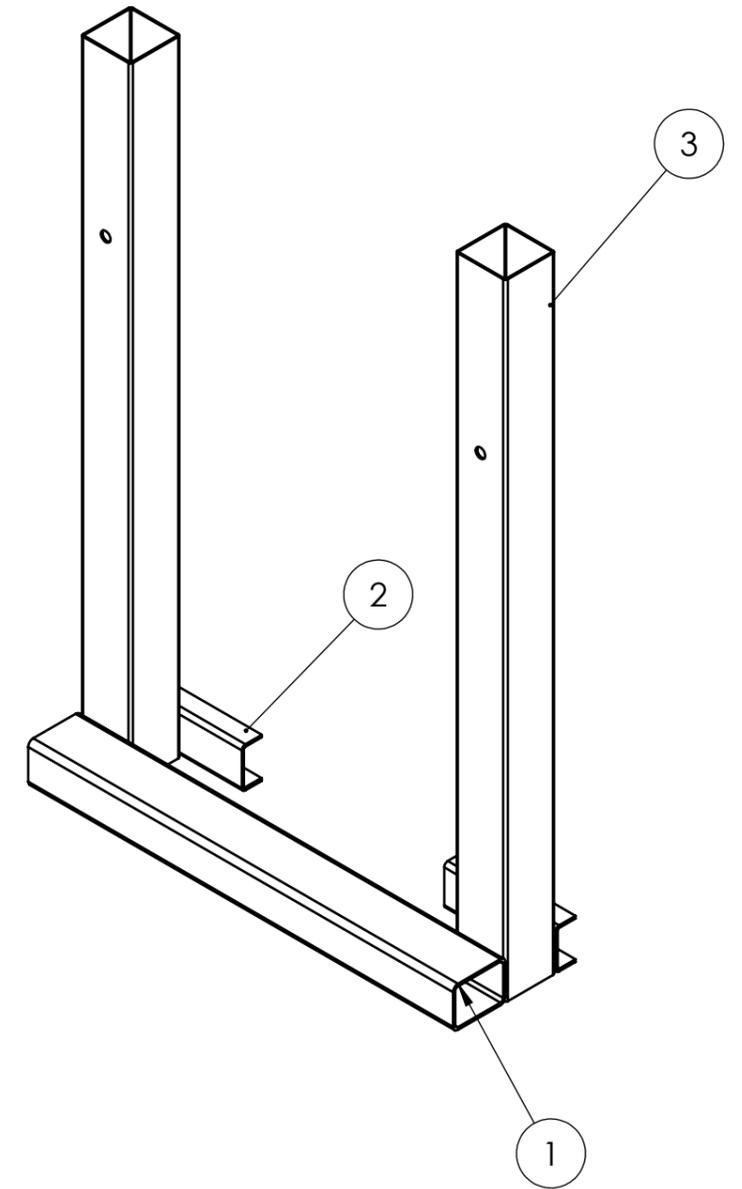
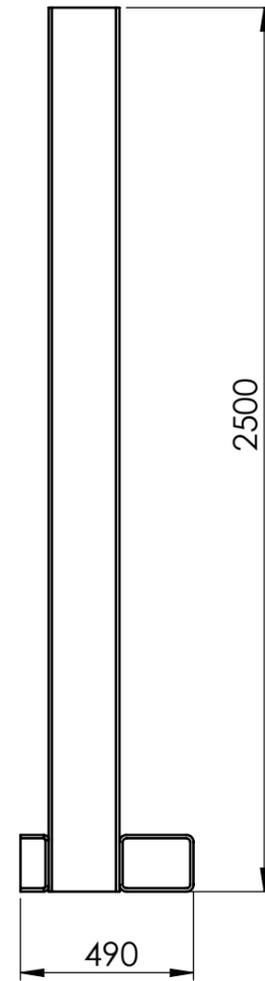
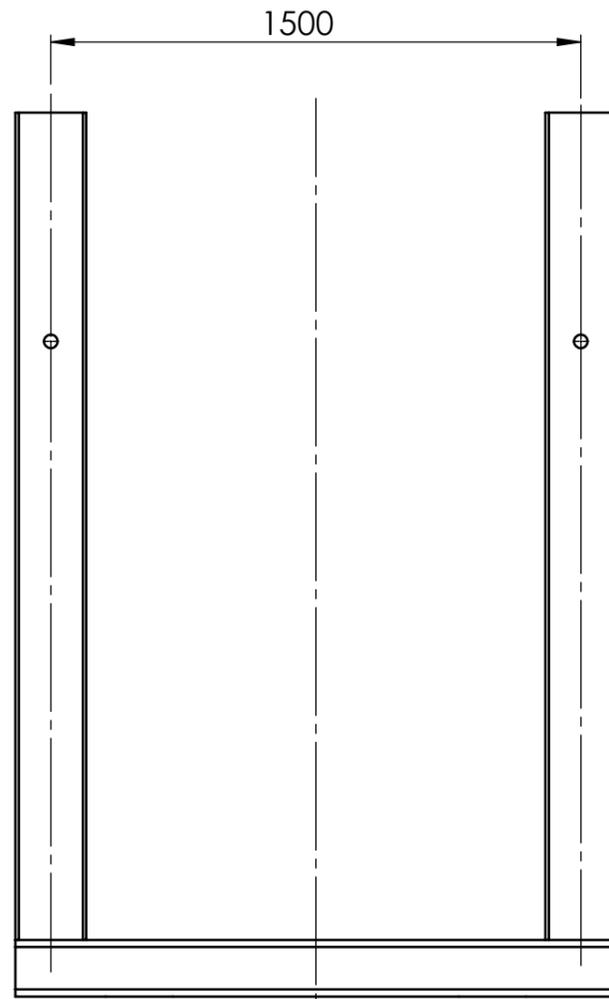
| | |
|--------------|------|
| 0<X≤300 | ±0.5 |
| 300<X≤1000 | ±1 |
| 1000<X≤5000 | ±5 |
| 5000<X≤15000 | ±10 |

NO MEDIR
SOBRE PLANO

RUBIOLLO, Gonzalo D.

**SUBCONJ. SISTEMA
DE ELEVACIÓN**

| | | |
|------------------|----------|--|
| Código: 0112P000 | | |
| Dibujado | Aprobado | |
| Fecha | | |
| Firma | | |
| Revisión: 00 | | |
| Material: | | |
| Norma | Escala | |
| | 1:25 | |



| N.º | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANT |
|-----|------------|---|------|
| 3 | 0112P001-3 | PLEGADO TUBO CUAD. 200X200X6.35 mm L=2500 | 2 |
| 2 | 0112P001-2 | PLEGADO PERFIL "U" 80X160X9.5 mm L=445 mm | 2 |
| 1 | 0112P001-1 | VIGA CAJÓN 210X160X9.5 mm L=1700 mm | 1 |

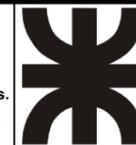
OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.

Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|--------------|------|
| 0<X≤300 | ±0.5 |
| 300<X≤1000 | ±1 |
| 1000<X≤5000 | ±5 |
| 5000<X≤15000 | ±10 |

NO MEDIR
SOBRE PLANO



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
NACIONAL**

FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA

RUBIOLO, Gonzalo D.

Denominación:

**PRIMER TRAMO
SIST. DE ELEVACIÓN**

Código: 0112P001

| Dibujado | Aprobado |
|----------|----------|
| | |

Fecha

Firma

Revisión: 00

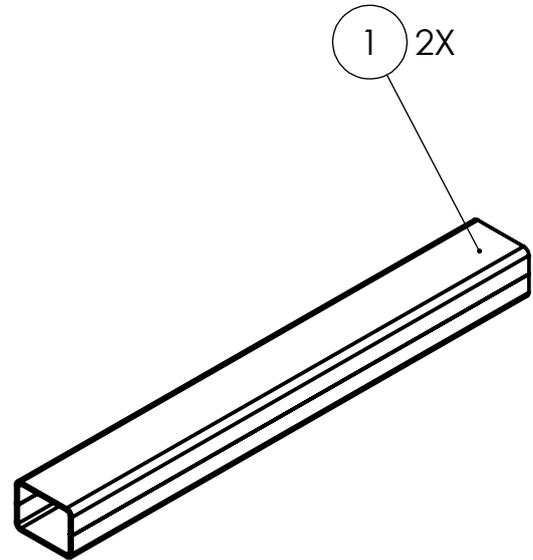
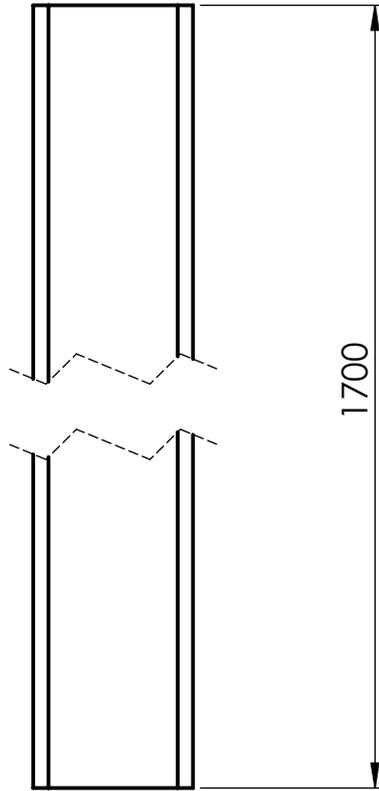
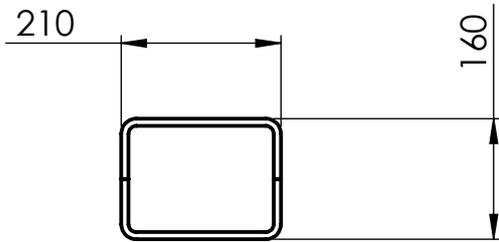
Material: SAE 1010

Norma



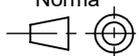
Escala

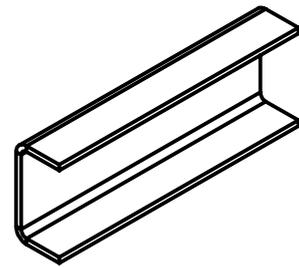
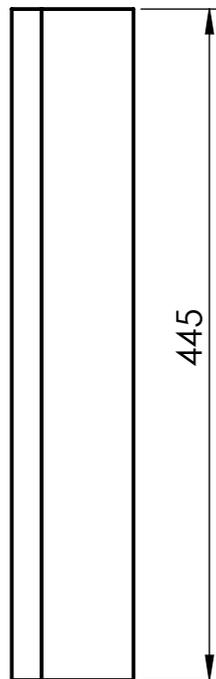
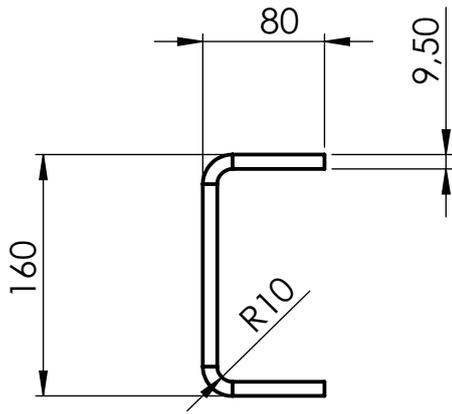
1:20



ESCALA 1:20

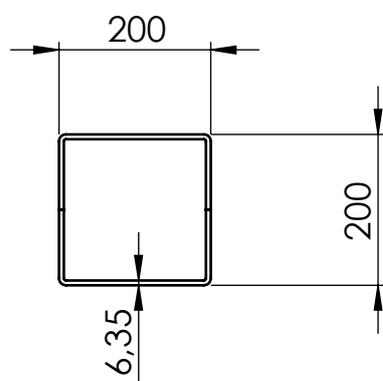
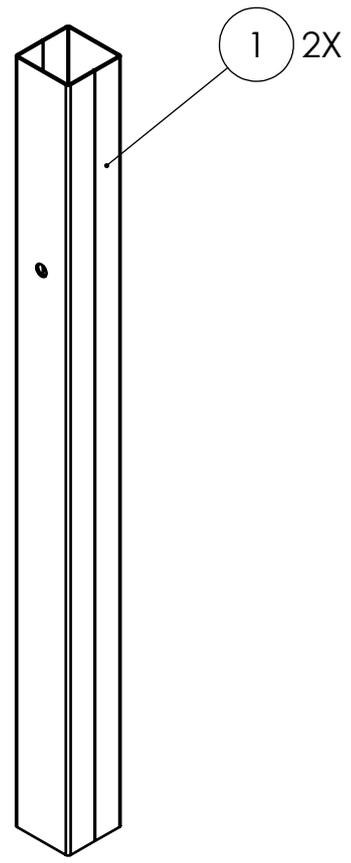
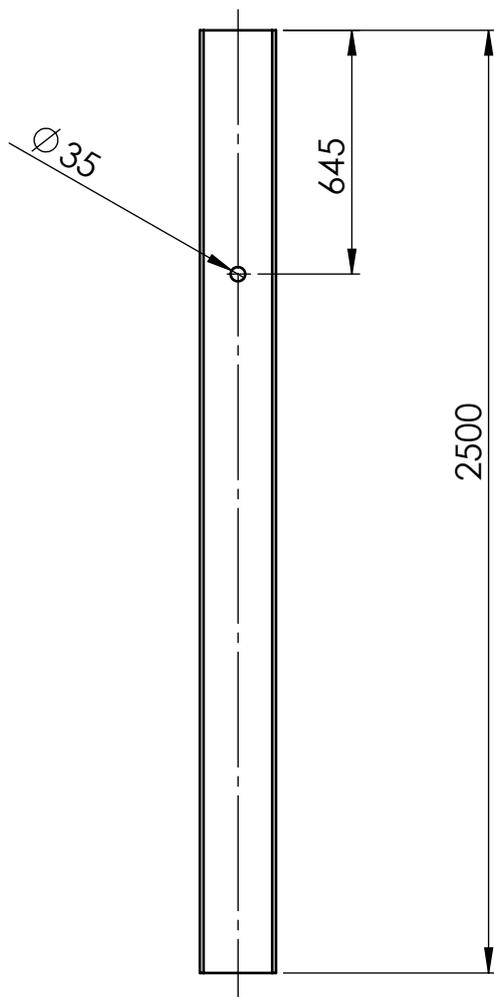
| | | | |
|-----|-------------|---|------|
| 1 | 0112P002-11 | PLEGADO PERFIL "U" 210X80X9.5 L=1700 mm | 2 |
| N.º | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANT |

| | | | | |
|---|--|---|-------------------------------|----------|
| OBSERVACIONES Medidas expresadas en milímetros. Tolerancias (salvo especificación) 0 < X ≤ 300 ± 0.5 300 < X ≤ 1000 ± 1 1000 < X ≤ 5000 ± 5 5000 < X ≤ 15000 ± 10 NO MEDIR SOBRE PLANO |  UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA | Código: 0112P001-1 | | |
| | | | Dibujado | Aprobado |
| | RUBIOLO, Gonzalo D. Denominación: VIGA CAJÓN 210X160X9.5 | Fecha | | |
| | | Firma | | |
| | | Revisión: 00 | Material: Chapa 3/8" SAE 1010 | |
| | Norma |  | Escala 1:10 | |



ESCALA 1:10

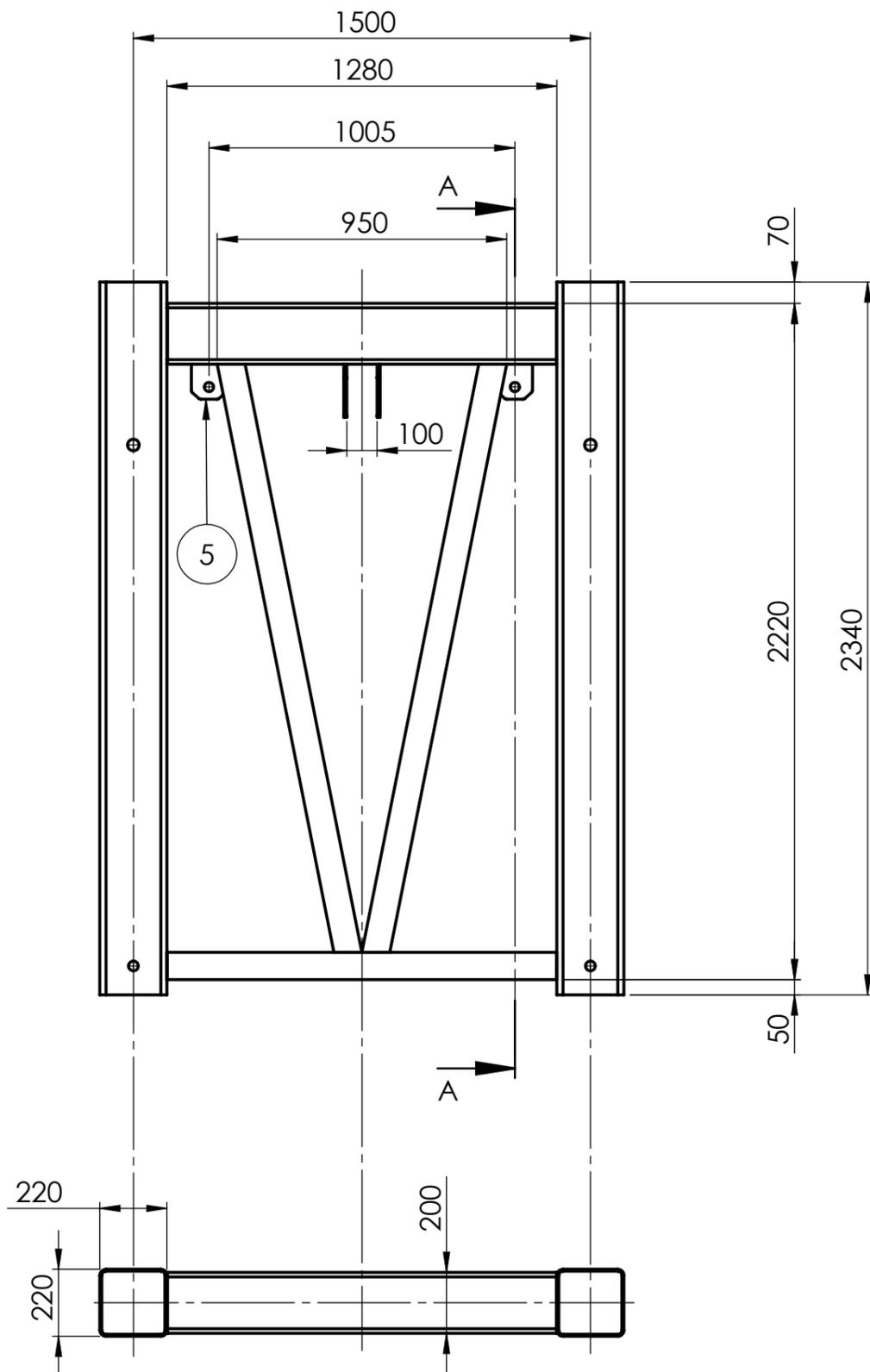
| | | | | | | | | | | | |
|--|------------------|-------------------------------|----------------|-----|-----------------|-----|------------------|------|---|--------------------|--|
| <p>OBSERVACIONES</p> <p>Medidas expresadas en milímetros.</p> <p>Tolerancias (salvo especificación)</p> <table border="0"> <tr> <td>0 < X ≤ 300</td> <td>± 0.5</td> </tr> <tr> <td>300 < X ≤ 1000</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>1000 < X ≤ 5000</td> <td>± 5</td> </tr> <tr> <td>5000 < X ≤ 15000</td> <td>± 10</td> </tr> </table> <p>NO MEDIR SOBRE PLANO</p> | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |  <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p> <p>FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA</p> | Código: 0112P001-2 | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | |
| <p>RUBIOLO, Gonzalo D.</p> <p>Denominación: PLEGADO PERFIL "U" 160X80X9.5</p> | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | | |
| | Fecha | | | | | | | | | | |
| | Firma | | | | | | | | | | |
| Revisión: 00 | | Material: Chapa 3/8" SAE 1010 | | | | | | | | | |
|  | | Norma | Escala 1:5 | | | | | | | | |



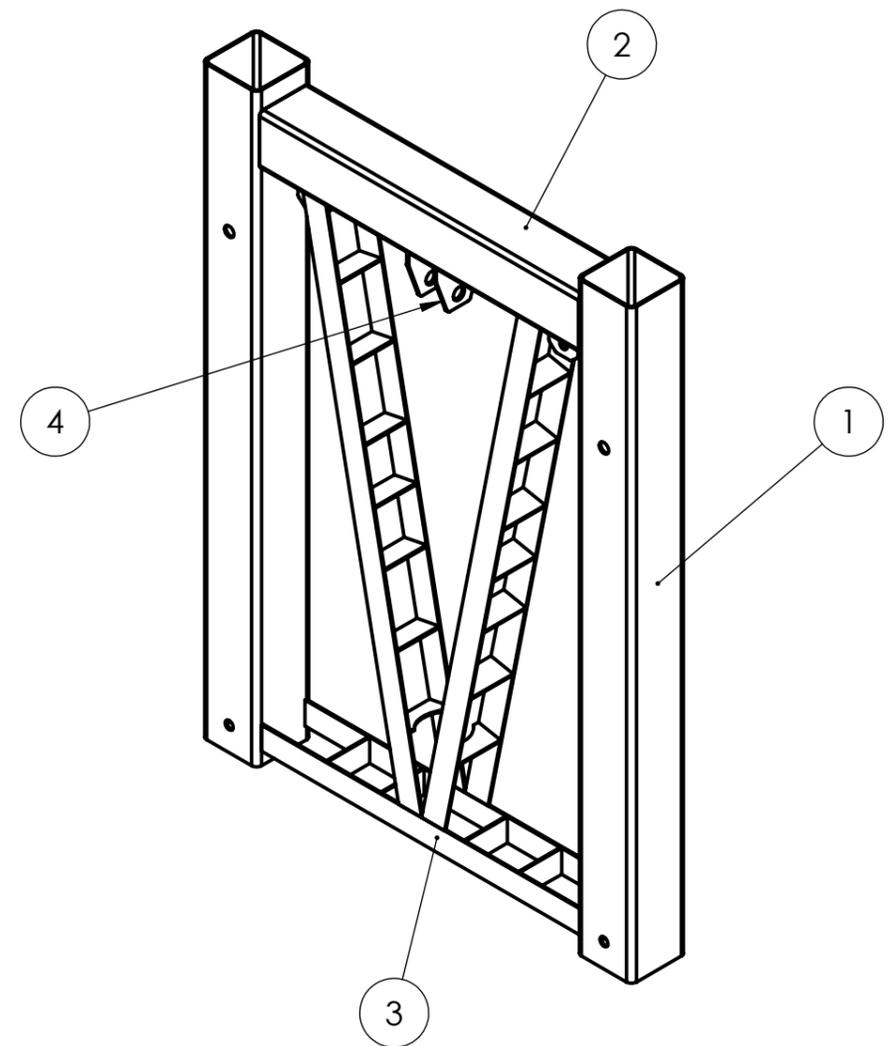
ESCALA 1:10

| 1 | 0112P001-11 | PLEGADO PERFIL "U" 200X100X6.35 L=2500 | 2 |
|-----|-------------|--|-------|
| N.º | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANT. |

| | | | | |
|---|--|---|--------------------|----------|
| OBSERVACIONES Medidas expresadas en milímetros. Tolerancias (salvo especificación) 0 < X ≤ 300 ± 0.5 300 < X ≤ 1000 ± 1 1000 < X ≤ 5000 ± 5 5000 < X ≤ 15000 ± 10 NO MEDIR SOBRE PLANO |  UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA | Código: 0112P003-3 | | |
| | | | Dibujado | Aprobado |
| | TUBO CUAD. 200X200X6.35 mm | RUBIOLLO, Gonzalo D. | Fecha | |
| | | Denominación: | Firma | |
| | | | Revisión: 00 | |
| | | Material: Chapa 1/4" SAE 1010 | | |
| | | Norma  | Escala 1:20 | |



SECCIÓN A-A



| 5 | 0112P004-5 | ANCLAJE POLEA SIST. DE ELEV. | 4 |
|-----|------------|--------------------------------------|------|
| 4 | 0112P004-4 | ANCLAJE CILINDRO SIST. DE ELEV. | 2 |
| 3 | 0112P004-3 | REFUERZO INTERIOR SEGUNDO TRAMO | 1 |
| 2 | 0112P004-2 | TUBO CUAD. 200X200X6.35 mm L=1280 mm | 1 |
| 1 | 0112P004-1 | TUBO CUAD. 220X220X6.35 mm L=2340 mm | 2 |
| N.º | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANT |

OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.

Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|--------------|------|
| 0<X≤300 | ±0.5 |
| 300<X≤1000 | ±1 |
| 1000<X≤5000 | ±5 |
| 5000<X≤15000 | ±10 |

NO MEDIR
SOBRE PLANO



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
NACIONAL**

FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA

RUBIOLO, Gonzalo D.

Denominación:

**SEGUNDO TRAMO
SIST. DE ELEV.**

Código: 0112P004

| | | |
|--|----------|----------|
| | Dibujado | Aprobado |
|--|----------|----------|

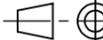
| | |
|-------|--|
| Fecha | |
|-------|--|

| | |
|-------|--|
| Firma | |
|-------|--|

Revisión: 00

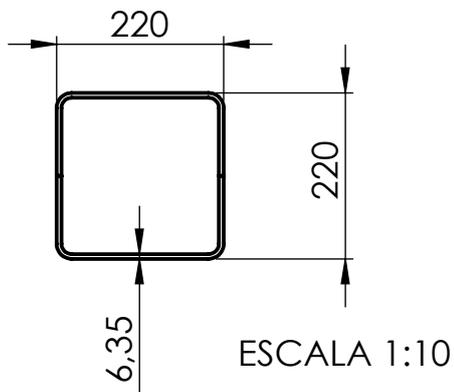
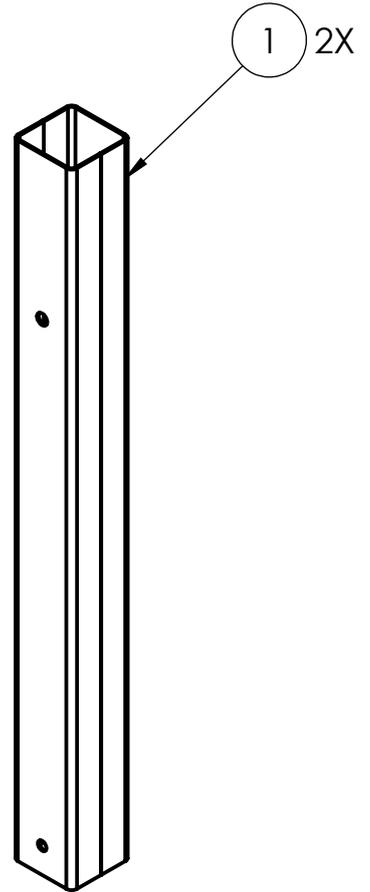
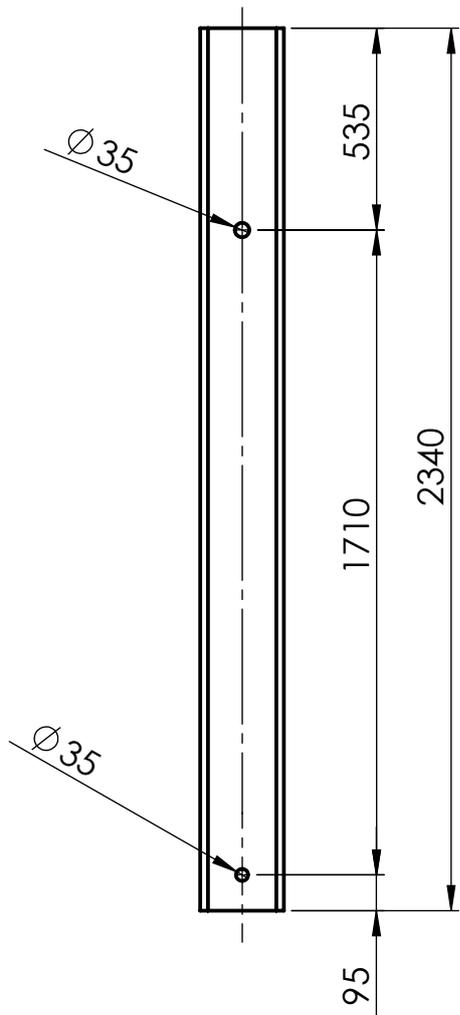
Material: SAE 1010

Norma

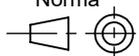


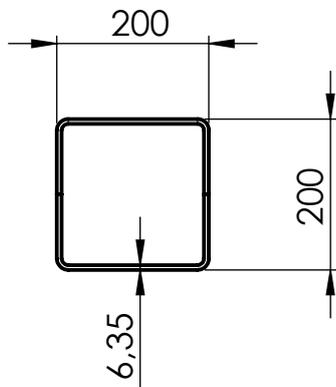
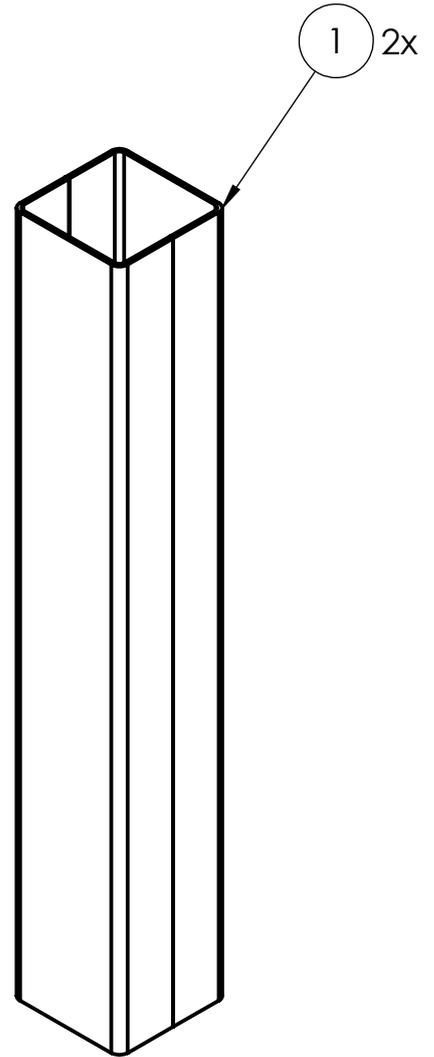
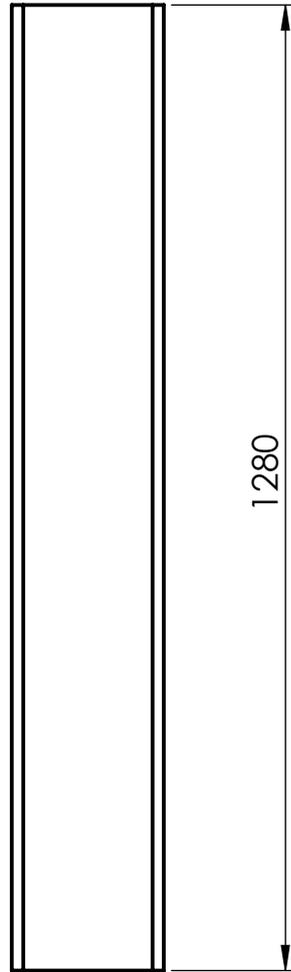
Escala

1:20

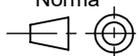


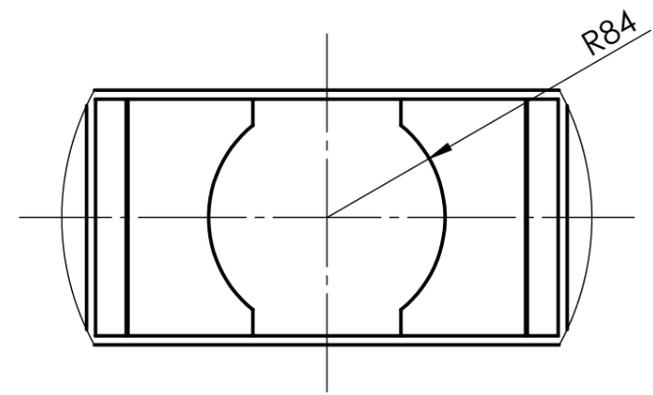
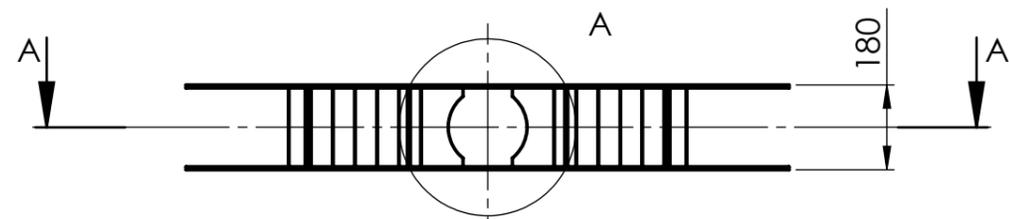
| | | | |
|-----|-------------|--|-------|
| 1 | 0112P004-11 | PLEGADO PERFIL "U" 220X110X6.35 L=2340 | 2 |
| N.º | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANT. |

| | | | | |
|---|--|---|-------------------------------|----------|
| OBSERVACIONES Medidas expresadas en milímetros. Tolerancias (salvo especificación) 0 < X ≤ 300 ± 0.5 300 < X ≤ 1000 ± 1 1000 < X ≤ 5000 ± 5 5000 < X ≤ 15000 ± 10 NO MEDIR SOBRE PLANO |  UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA | Código: 0112P004-1 | | |
| | | | Dibujado | Aprobado |
| | RUBIOLO, Gonzalo D. Denominación: TUBO CUAD. 220X220X6.35 L=2340 | Fecha | | |
| | | Firma | | |
| | | Revisión: 00 | Material: Chapa 1/4" SAE 1010 | |
| | Norma |  | Escala 1:20 | |

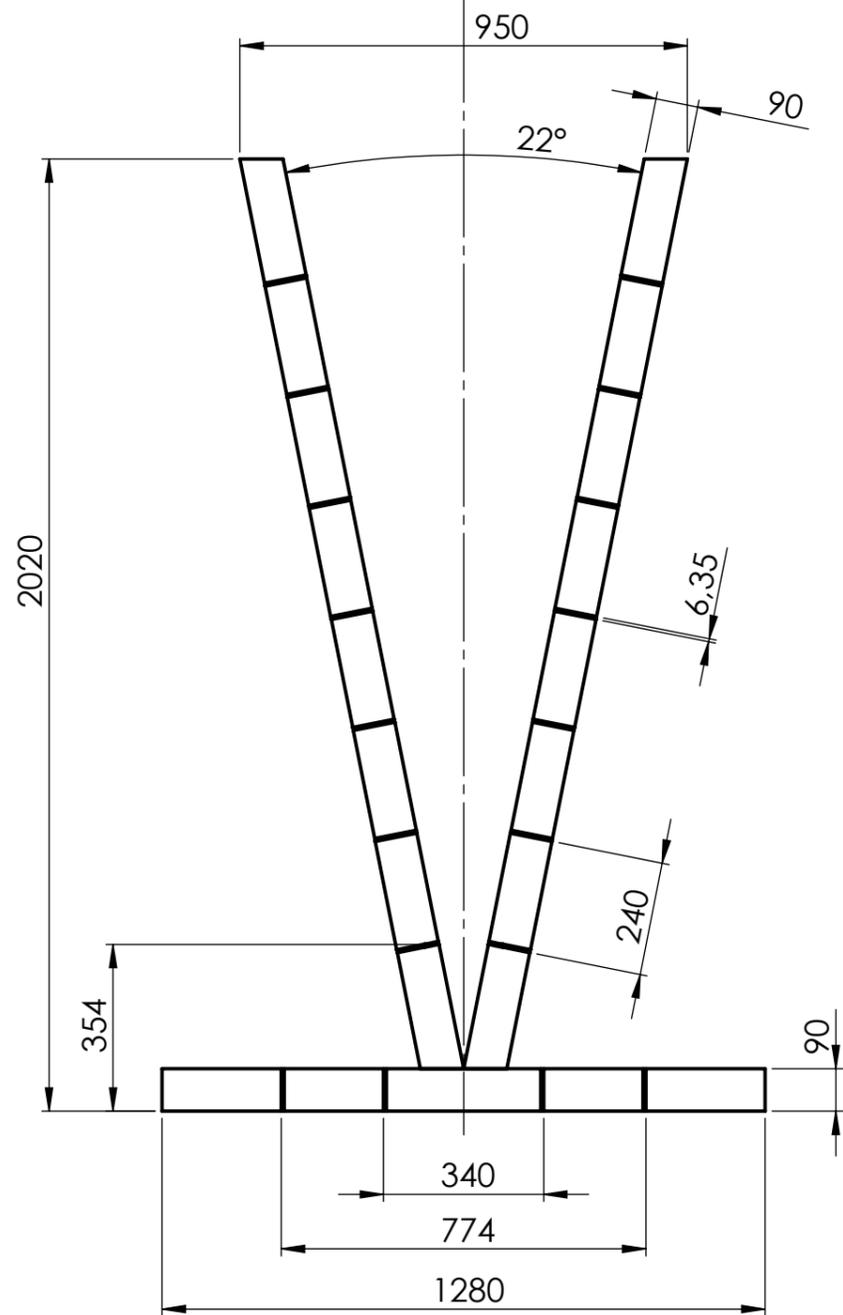


| | | | |
|-----|-------------|--|------|
| 1 | 0112P004-21 | PLEGADO PERFIL "U" 200X100X6.35 L=1280 | 2 |
| N.º | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANT |

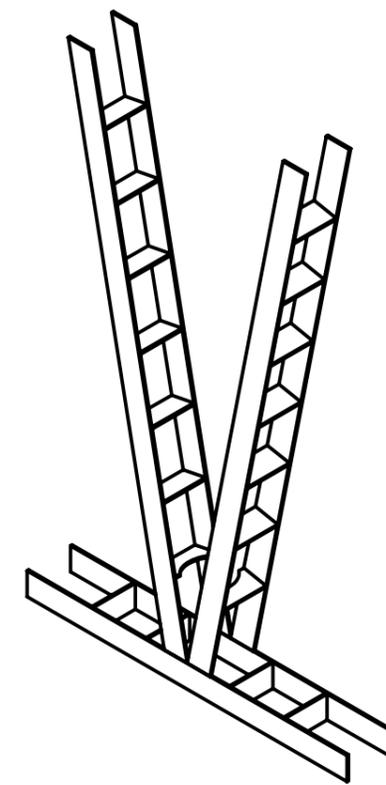
| | | | | |
|---|--|---|-------------------------------|----------|
| OBSERVACIONES Medidas expresadas en milímetros. Tolerancias (salvo especificación) 0 < X ≤ 300 ± 0.5 300 < X ≤ 1000 ± 1 1000 < X ≤ 5000 ± 5 5000 < X ≤ 15000 ± 10 NO MEDIR SOBRE PLANO |  UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA | Código: 0112P004-2 | | |
| | | | Dibujado | Aprobado |
| | RUBIOLO, Gonzalo D. Denominación: TUBO CUAD. 200X200X6.35 L=1280 | Fecha | | |
| | | Firma | | |
| | | Revisión: 00 | Material: Chapa 1/4" SAE 1010 | |
| | Norma |  | Escala 1:10 | |



DETALLE A
ESCALA 1 : 5



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 15



ESCALA 1:20

OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.
Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|------------------|------|
| 0 < X ≤ 300 | ±0.5 |
| 300 < X ≤ 1000 | ±1 |
| 1000 < X ≤ 5000 | ±5 |
| 5000 < X ≤ 15000 | ±10 |

NO MEDIR
SOBRE PLANO

RUBIOLLO, Gonzalo D.

**REFUERZO INTERIOR
SEG TRAMO**

Código:0112P004-3

| | | |
|--|----------|----------|
| | Dibujado | Aprobado |
|--|----------|----------|

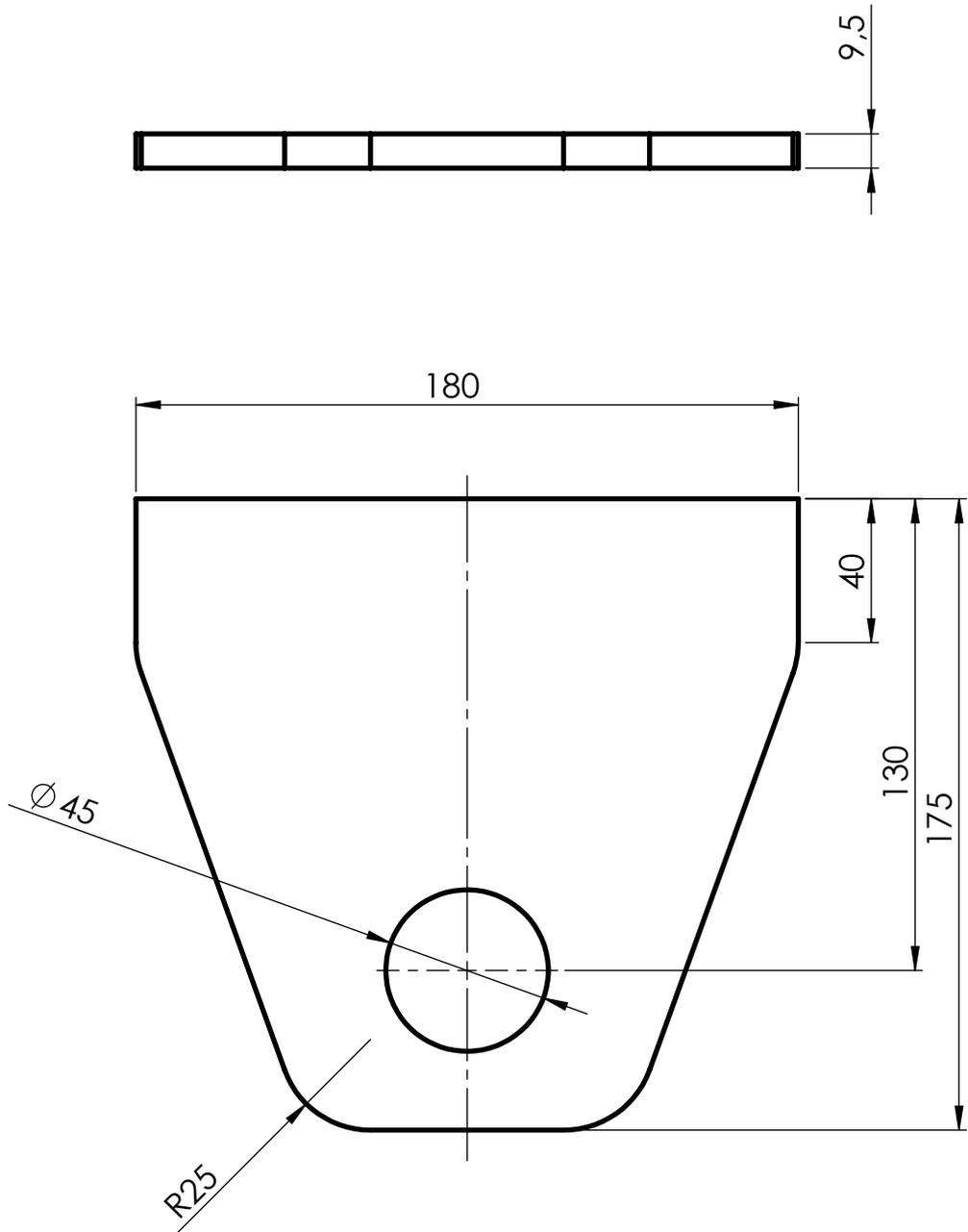
| | | |
|-------|--|--|
| Fecha | | |
|-------|--|--|

| | | |
|-------|--|--|
| Firma | | |
|-------|--|--|

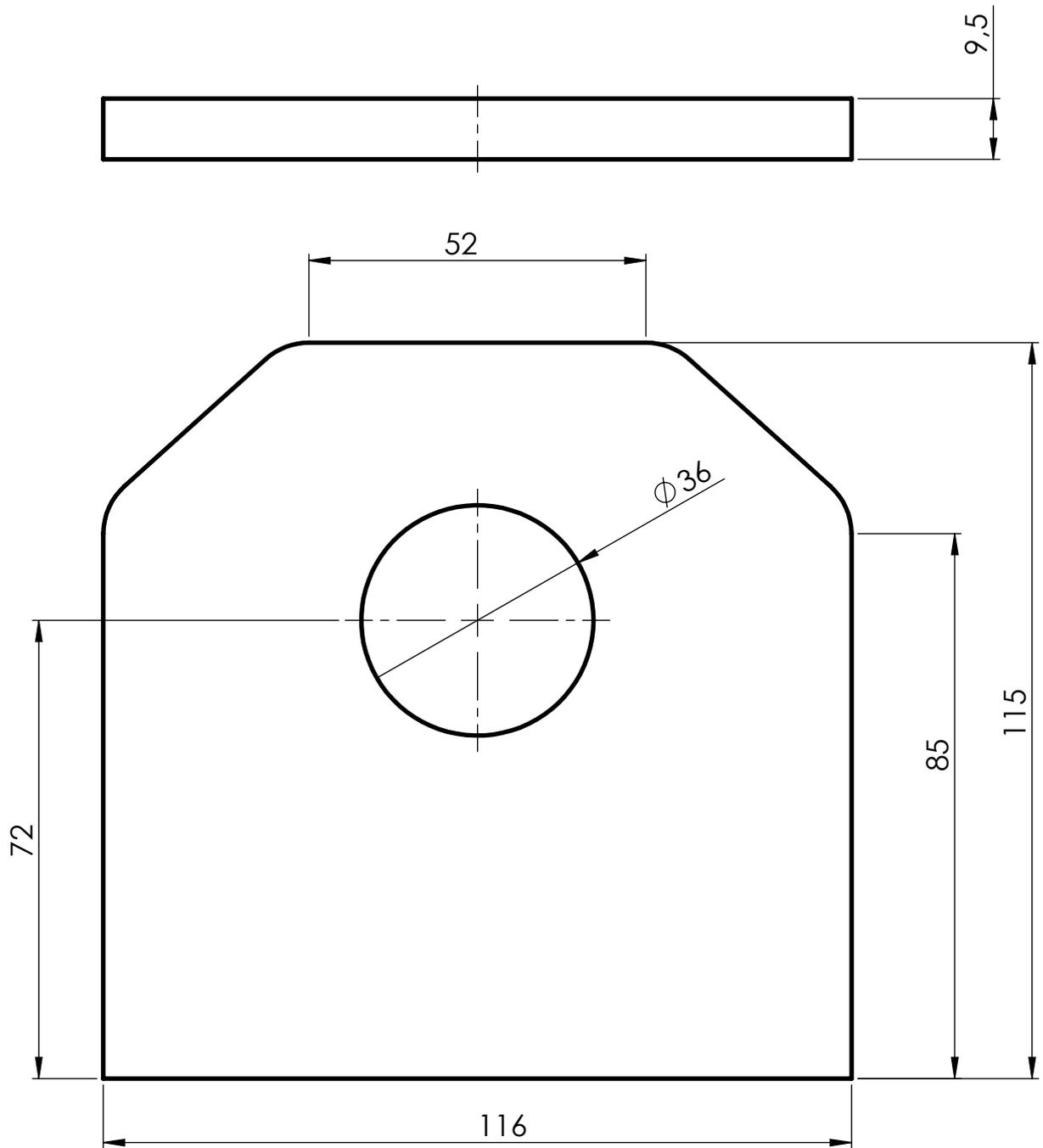
Revisión: 00

Material: Chapa 1/4" SAE1010

| | |
|-------|--------|
| Norma | Escala |
| | 1:15 |



| | | | | | | | | | | | |
|--|--|---------------------------------|----------------|-----|-----------------|-----|------------------|------|---|--------------------|--|
| <p>OBSERVACIONES</p> <p>Medidas expresadas en milímetros.</p> <p>Tolerancias (salvo especificación)</p> <table border="0"> <tr> <td>0 < X ≤ 300</td> <td>± 0.5</td> </tr> <tr> <td>300 < X ≤ 1000</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>1000 < X ≤ 5000</td> <td>± 5</td> </tr> <tr> <td>5000 < X ≤ 15000</td> <td>± 10</td> </tr> </table> <p>NO MEDIR SOBRE PLANO</p> | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |  <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p> <p>FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA</p> | Código: 0112P004-4 | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | |
| <p>RUBIOLO, Gonzalo D.</p> <p>Denominación: ANCLAJE CILINDRO SIST. DE ELEVACIÓN</p> | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | | |
| | Fecha | | | | | | | | | | |
| | Firma | | | | | | | | | | |
| | | Revisión: 00 | | | | | | | | | |
| | | Material: Chapa 3/8" SAE 1010 | | | | | | | | | |
| | <p>Norma</p>  | <p>Escala</p> <p>1:2</p> | | | | | | | | | |



OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.
 Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|------------------|-------|
| 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 |
| 300 < X ≤ 1000 | ± 1 |
| 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 |
| 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |

**NO MEDIR
 SOBRE PLANO**

RUBIOLLO, Gonzalo D.

**ANCLAJE POLEA SIST.
 DE ELEV.**

Código: 0112P004-5

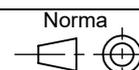
| | | |
|--|----------|----------|
| | Dibujado | Aprobado |
|--|----------|----------|

| | | |
|-------|--|--|
| Fecha | | |
|-------|--|--|

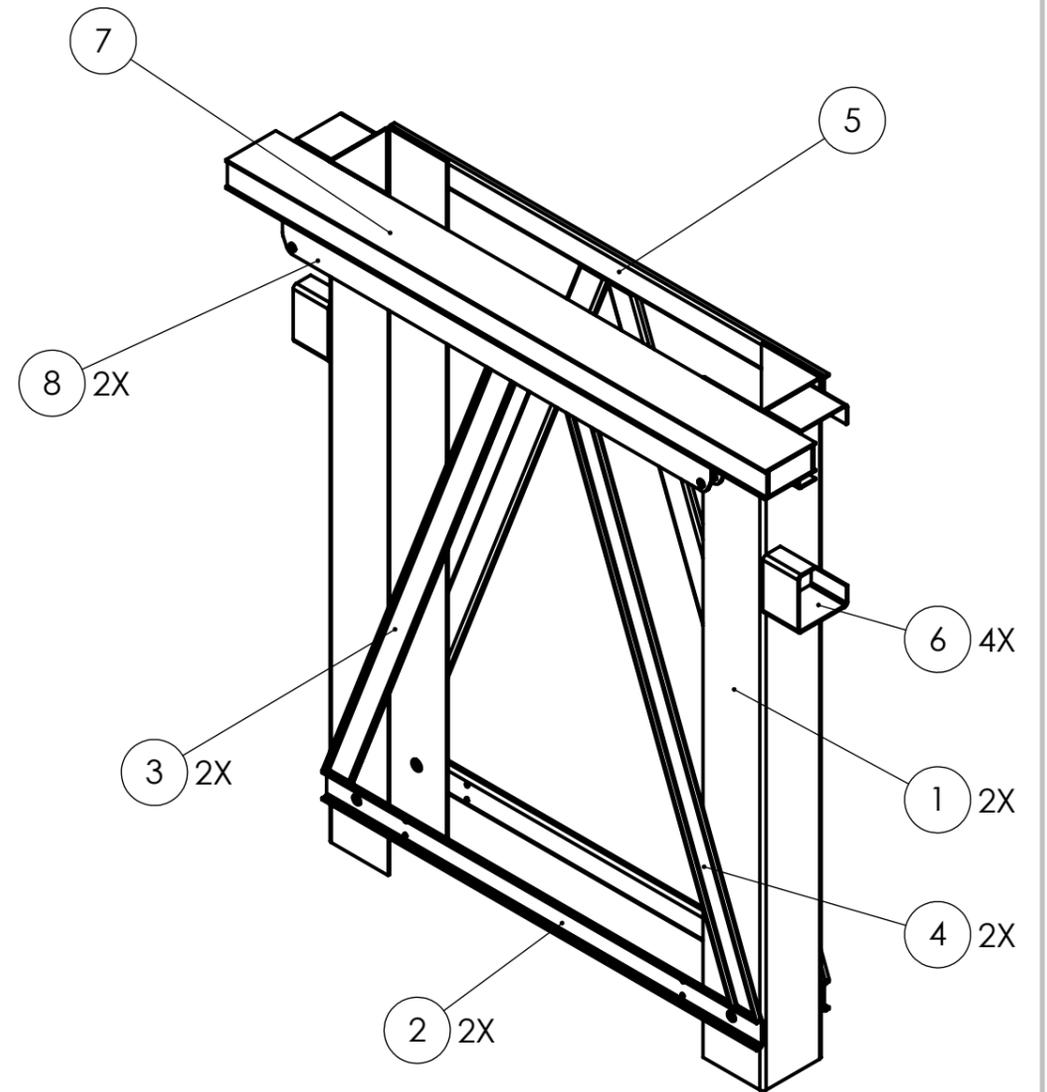
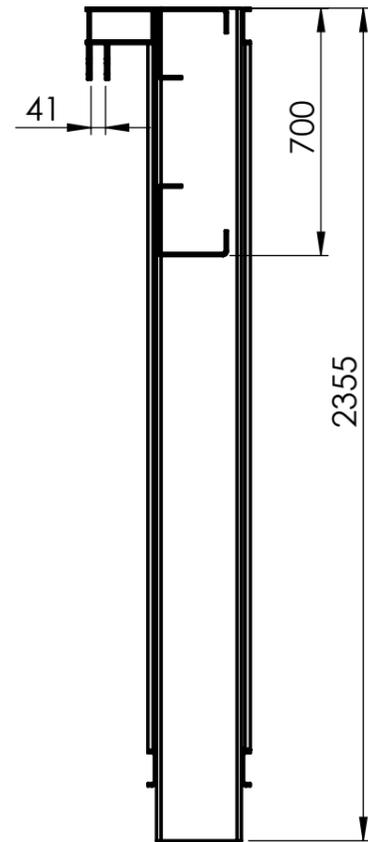
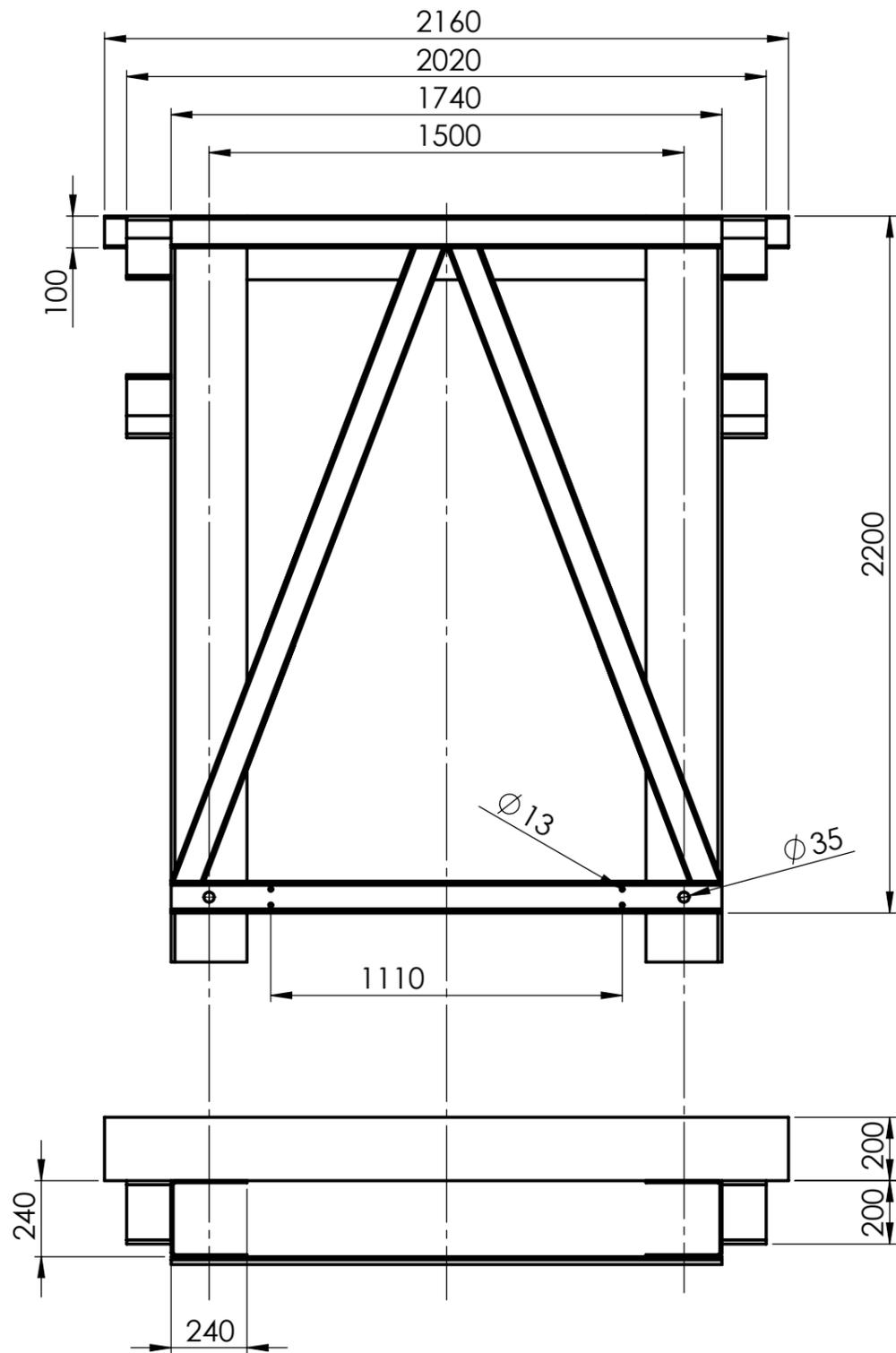
| | | |
|-------|--|--|
| Firma | | |
|-------|--|--|

Revisión: 00

Material: Chapa 3/8" SAE 1010



Norma
 Escala
1:1



| 8 | 0112P005-8 | CTE CHAPA ANCLAJE CILINDROS TECHO | 2 |
|-----|------------|---------------------------------------|------|
| 7 | 0112P005-7 | VIGA CAJÓN ANCLAJE CILINDROS TECHO | 1 |
| 6 | 0112P005-6 | ANCLAJE RETICULADO TECHO | 4 |
| 5 | 0112P005-5 | REFUERZO HORIZONTAL SUPERIOR | 1 |
| 4 | 0112P005-4 | REFUERZO DIAGONAL DERECHO | 2 |
| 3 | 0112P005-3 | REFUERZO DIAGONAL IZQUIERDO | 2 |
| 2 | 0112P005-2 | REFUERZO HORIZONTAL INFERIOR | 2 |
| 1 | 0112P005-1 | PLEGADO "U" 240X240X6.35 mm L=2355 mm | 2 |
| N.º | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANT |

OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.
Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|--------------|------|
| 0<X≤300 | ±0.5 |
| 300<X≤1000 | ±1 |
| 1000<X≤5000 | ±5 |
| 5000<X≤15000 | ±10 |

NO MEDIR
SOBRE PLANO

RUBIOLLO, Gonzalo D.

TERCER TRAMO
SIST. DE ELEV.

Código: 0112P005

| | Dibujado | Aprobado |
|-------|----------|----------|
| Fecha | | |
| Firma | | |

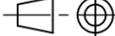
Fecha

Firma

Revisión: 00

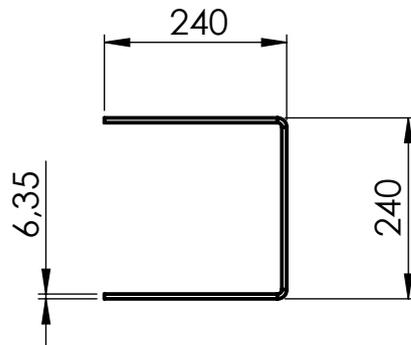
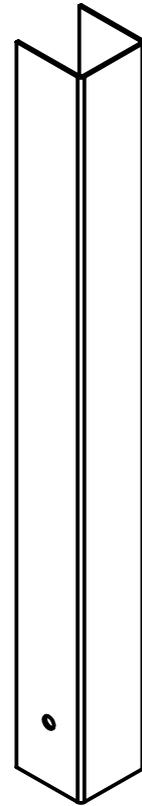
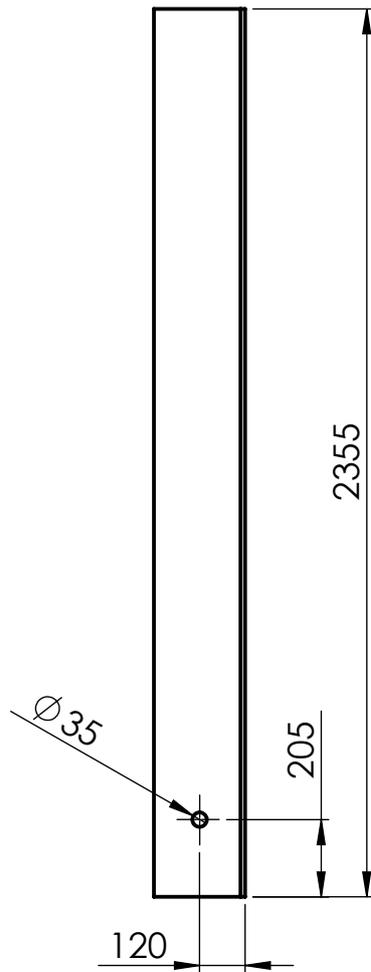
Material: SAE 1010

Norma



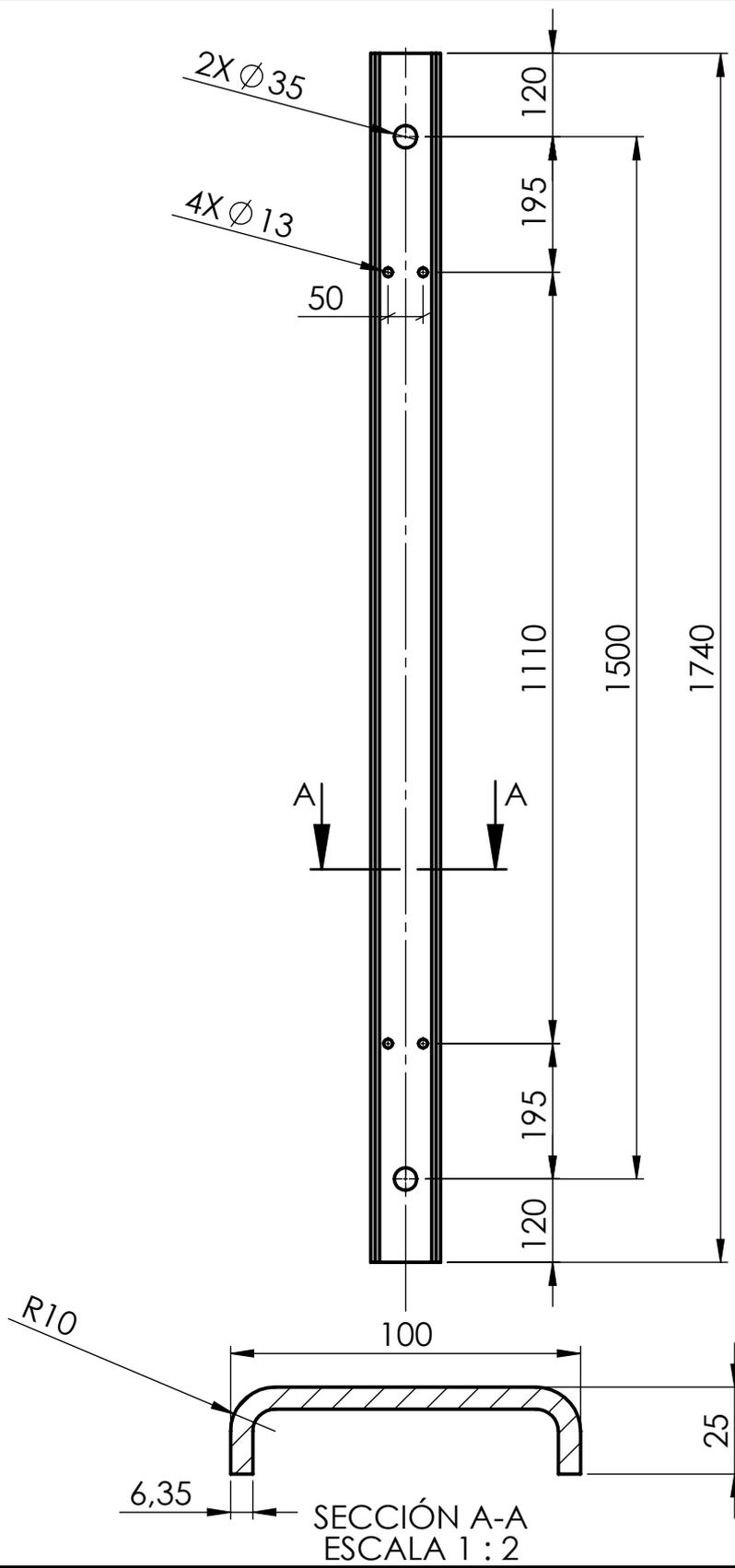
Escala

1:20

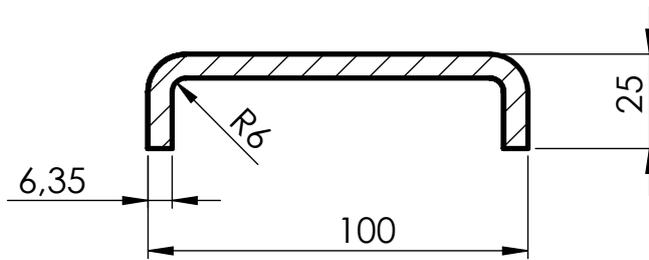
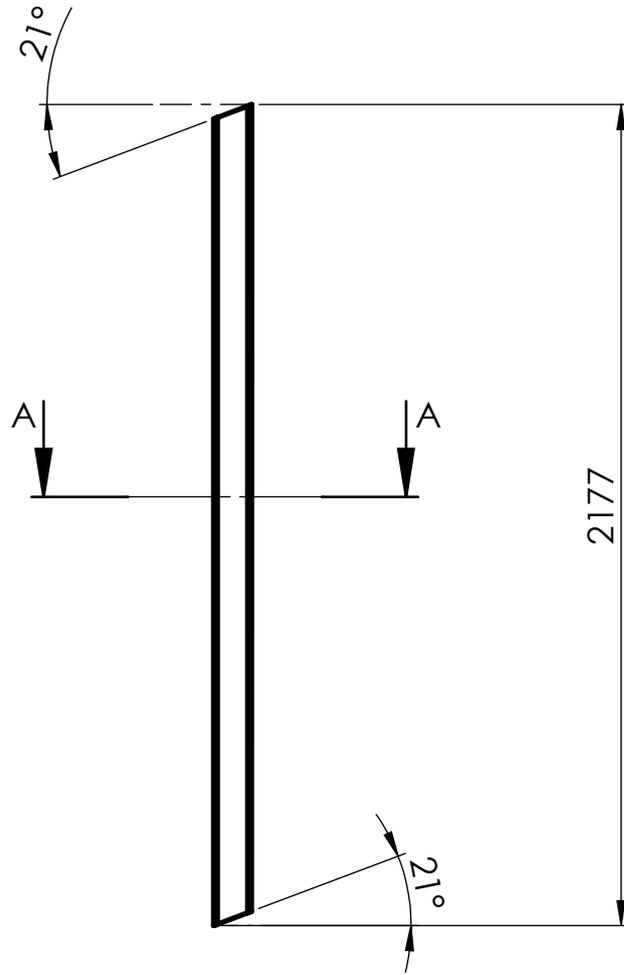


ESCALA 1:10

| | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------------------------------|----------------|-----|-----------------|-----|------------------|------|---|--------------------|--|
| <p>OBSERVACIONES</p> <p>Medidas expresadas en milímetros.</p> <p>Tolerancias (salvo especificación)</p> <table border="0"> <tr> <td>0 < X ≤ 300</td> <td>± 0.5</td> </tr> <tr> <td>300 < X ≤ 1000</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>1000 < X ≤ 5000</td> <td>± 5</td> </tr> <tr> <td>5000 < X ≤ 15000</td> <td>± 10</td> </tr> </table> <p>NO MEDIR SOBRE PLANO</p> | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |  <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p> <p>FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA</p> | Código: 0112P005-1 | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | |
| <p>RUBIOLO, Gonzalo D.</p> <p>Denominación:</p> <p>PLEGADO "U" 240X240X6.35</p> <p>L=2355</p> | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | | |
| | Fecha | | | | | | | | | | |
| | Firma | | | | | | | | | | |
| | | Revisión: 00 | | | | | | | | | |
| | | Material: Chapa 1/4" SAE 1010 | | | | | | | | | |
| | <p>Norma</p>  | <p>Escala</p> <p>1:20</p> | | | | | | | | | |

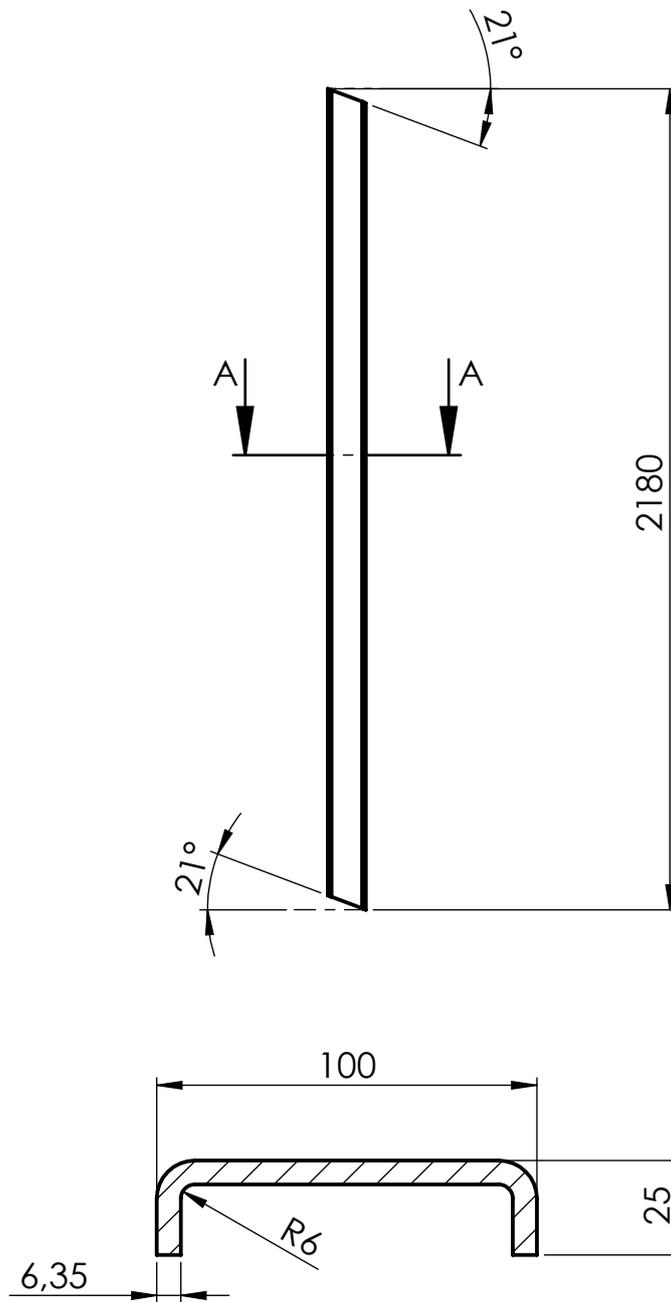


| | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-------------------------------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|-----|------------------|------|------------------------------------|--|---------------------------|--|
| <p>OBSERVACIONES</p> <p>Medidas expresadas en milímetros.</p> <p>Tolerancias (salvo especificación)</p> <table border="0"> <tr> <td>0 < X ≤ 300</td> <td>± 0.5</td> </tr> <tr> <td>300 < X ≤ 1000</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>1000 < X ≤ 5000</td> <td>± 5</td> </tr> <tr> <td>5000 < X ≤ 15000</td> <td>± 10</td> </tr> </table> <p>NO MEDIR SOBRE PLANO</p> | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | <p>RUBIOLLO, Gonzalo D.</p> | | <p>Código: 0112P005-2</p> | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | | |
| | <p>REFUERZO HORIZONTAL INFERIOR</p> | | <p>Dibujado</p> | <p>Aprobado</p> | | | | | | | | |
| <p>Fecha</p> | | | | | | | | | | | | |
| <p>Firma</p> | | | | | | | | | | | | |
| <p>REFUERZO HORIZONTAL INFERIOR</p> | | <p>Revisión: 00</p> | | | | | | | | | | |
| | | <p>Material: CHAPA 1/4" SAE1010</p> | | | | | | | | | | |
| | | <p>Norma</p> | <p>Escala</p> <p>1:10</p> | | | | | | | | | |

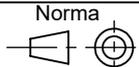


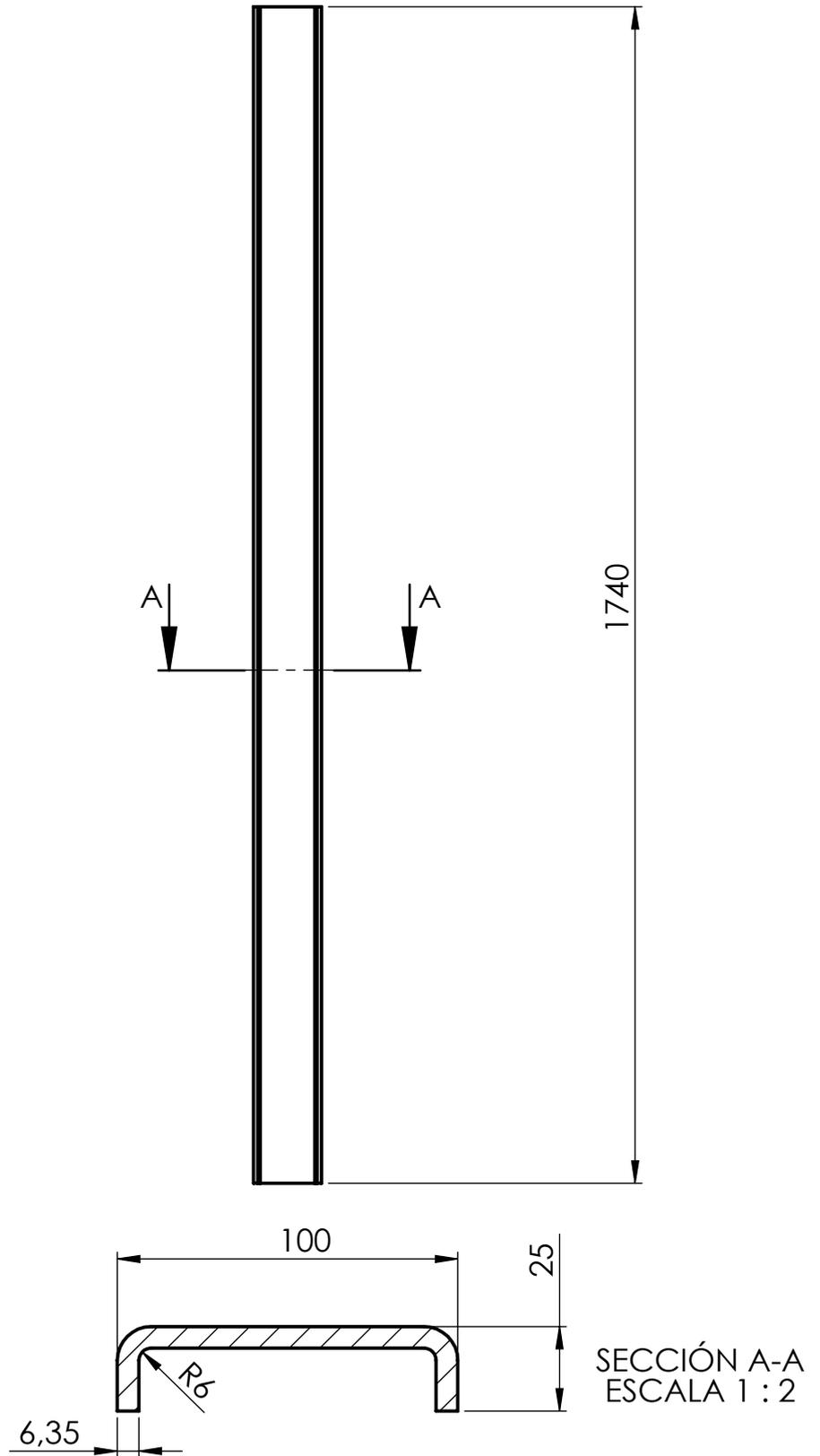
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 2

| | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------------------------------|----------------|-----|-----------------|-----|------------------|------|---|--------------------|--|
| <p>OBSERVACIONES</p> <p>Medidas expresadas en milímetros.</p> <p>Tolerancias (salvo especificación)</p> <table border="0"> <tr> <td>0 < X ≤ 300</td> <td>± 0.5</td> </tr> <tr> <td>300 < X ≤ 1000</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>1000 < X ≤ 5000</td> <td>± 5</td> </tr> <tr> <td>5000 < X ≤ 15000</td> <td>± 10</td> </tr> </table> <p>NO MEDIR SOBRE PLANO</p> | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |  <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p> <p>FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA</p> | Código: 0112P005-3 | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | |
| <p>RUBIOLO, Gonzalo D.</p> <p>Denominación: REFUERZO DIAGONAL IZQUIERDO</p> | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | | |
| | Fecha | | | | | | | | | | |
| | Firma | | | | | | | | | | |
| | | Revisión: 00 | | | | | | | | | |
| | | Material: Chapa 1/4" SAE 1010 | | | | | | | | | |
| | <p>Norma</p>  | <p>Escala</p> <p>1:20</p> | | | | | | | | | |

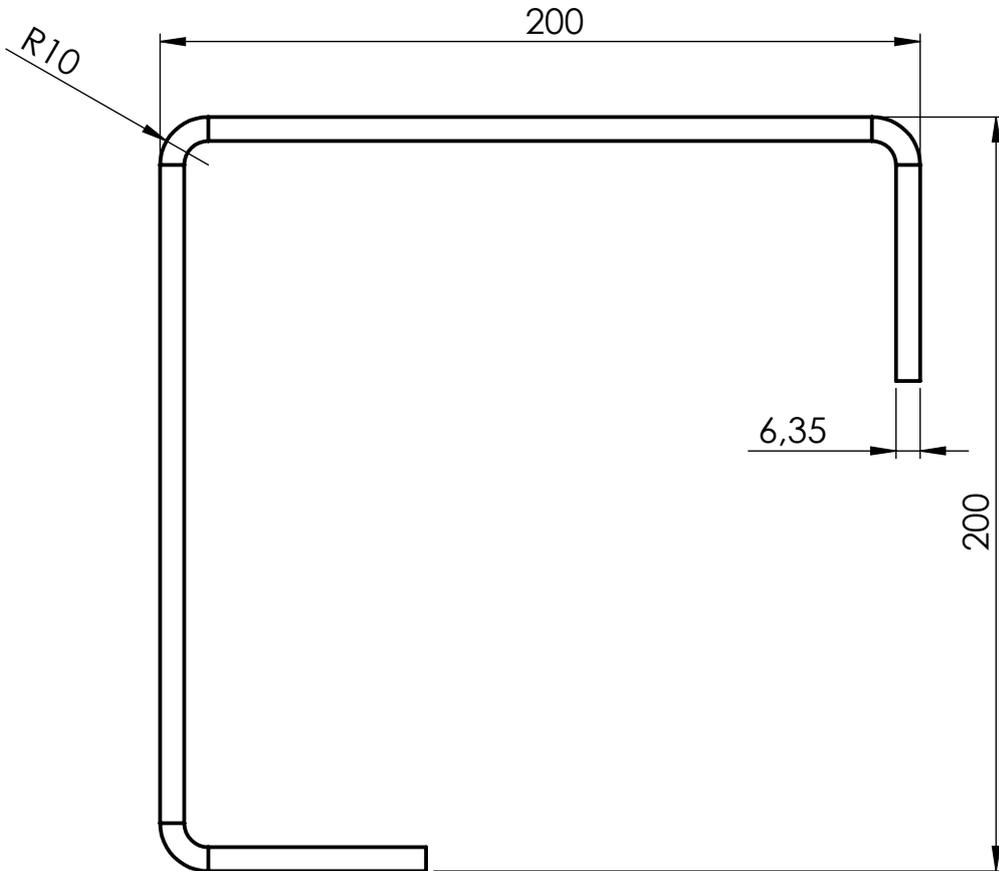
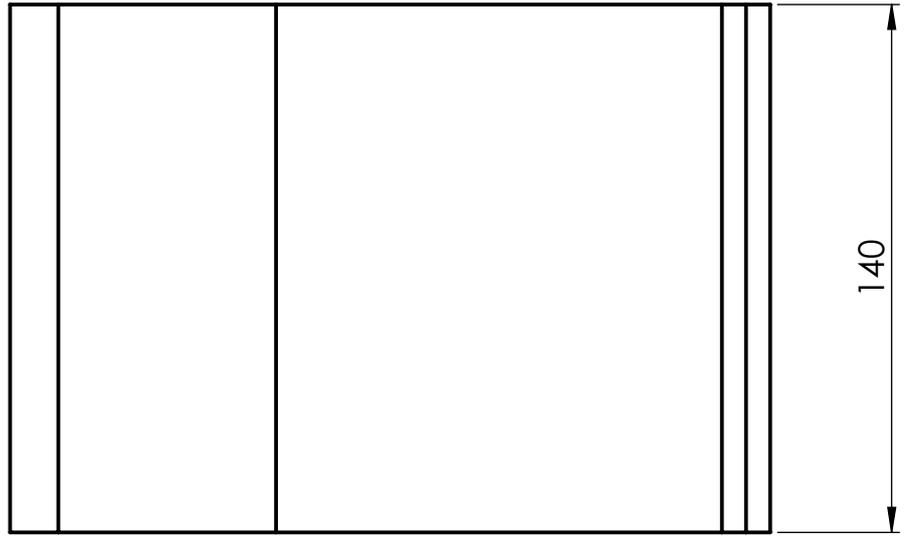


SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 2

| | | | | | | | | | | | |
|--|------------------|-------------------------------|-----------------------|-----|-----------------|-----|------------------|------|---|--------------------|--|
| <p>OBSERVACIONES</p> <p>Medidas expresadas en milímetros.</p> <p>Tolerancias (salvo especificación)</p> <table border="0"> <tr> <td>0 < X ≤ 300</td> <td>± 0.5</td> </tr> <tr> <td>300 < X ≤ 1000</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>1000 < X ≤ 5000</td> <td>± 5</td> </tr> <tr> <td>5000 < X ≤ 15000</td> <td>± 10</td> </tr> </table> <p>NO MEDIR SOBRE PLANO</p> | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |  <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p> <p>FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA</p> | Código: 0112P005-4 | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | |
| <p>RUBIOLO, Gonzalo D.</p> <p>Denominación: REFUERZO DIAGONAL DERECHO</p> | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | | |
| | Fecha | | | | | | | | | | |
| | Firma | | | | | | | | | | |
| Revisión: 00 | | Material: Chapa 1/4" SAE 1010 | | | | | | | | | |
|  | | Norma | Escala 1:20 | | | | | | | | |



| | | | | | | | | | | | |
|---|------------------|---|-----------------------|-----|-----------------|-----|------------------|------|--|--------------------|--|
| OBSERVACIONES Medidas expresadas en milímetros. Tolerancias (salvo especificación) <table style="font-size: small;"> <tr><td>0 < X ≤ 300</td><td>± 0.5</td></tr> <tr><td>300 < X ≤ 1000</td><td>± 1</td></tr> <tr><td>1000 < X ≤ 5000</td><td>± 5</td></tr> <tr><td>5000 < X ≤ 15000</td><td>± 10</td></tr> </table> NO MEDIR SOBRE PLANO | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |  UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA | Código: 0112P005-5 | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | |
| | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | | |
| RUBIOLO, Gonzalo D. | Fecha | | | | | | | | | | |
| Denominación: REFUERZO HORIZONTAL SUPERIOR | Firma | | | | | | | | | | |
| | Revisión: 00 | Material: Chapa 1/4" SAE 1010 | | | | | | | | | |
| | Norma |  | Escala 1:10 | | | | | | | | |



OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.

Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|------------------|-------|
| 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 |
| 300 < X ≤ 1000 | ± 1 |
| 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 |
| 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |

**NO MEDIR
SOBRE PLANO**

RUBIOLLO, Gonzalo D.

**ANCLAJE
RETICULADO TECHO**

Código: 0112P005-6

| | | |
|--|----------|----------|
| | Dibujado | Aprobado |
|--|----------|----------|

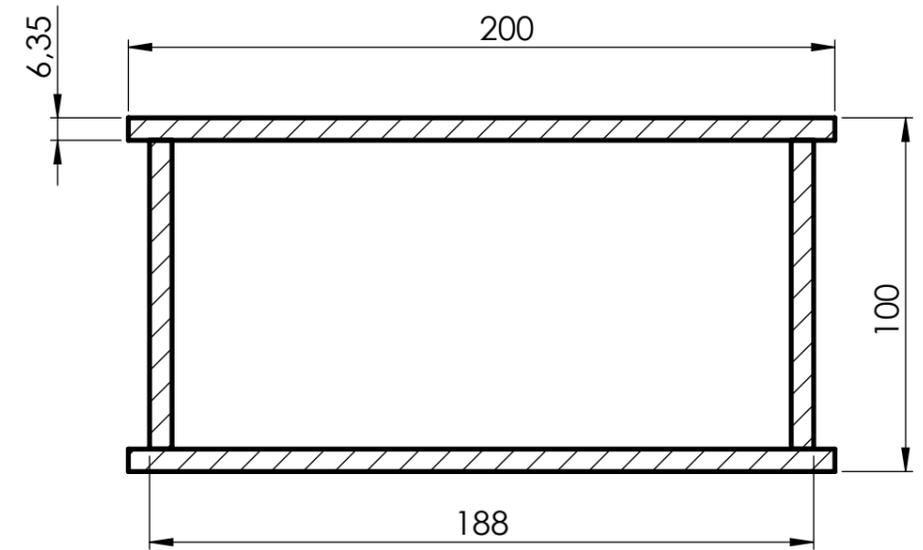
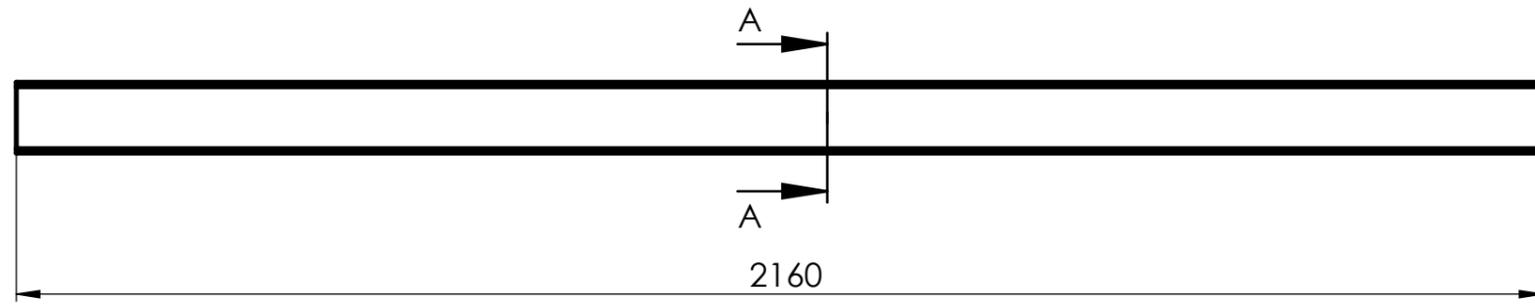
| | | |
|-------|--|--|
| Fecha | | |
|-------|--|--|

| | | |
|-------|--|--|
| Firma | | |
|-------|--|--|

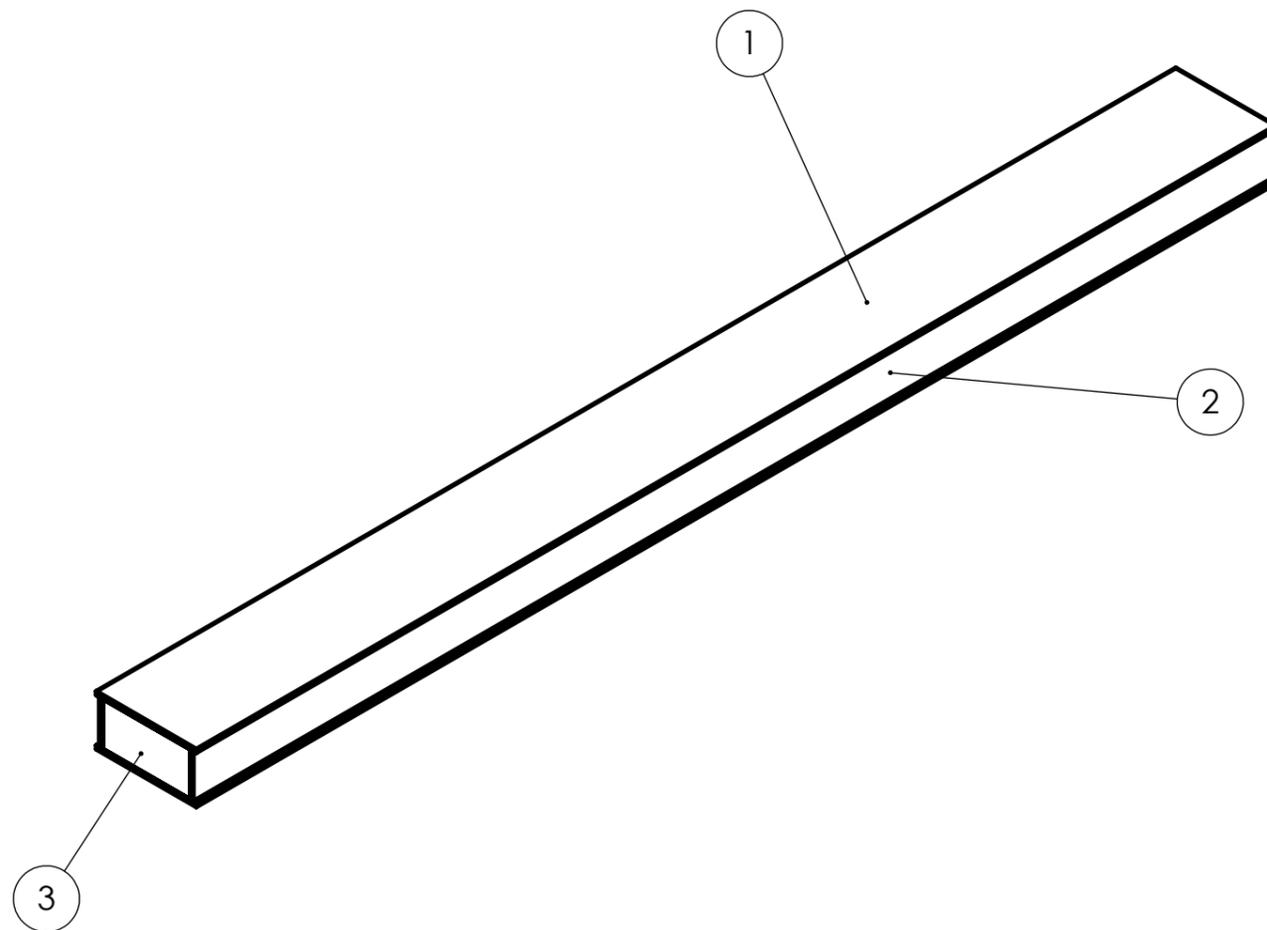
Revisión: 00

Material: Chapa 1/4" SAE 1010

| | |
|-------|--------|
| Norma | Escala |
| | 1:2 |



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 2



| 3 | CORTE CHAPA 1/4" 87X175 mm | 2 |
|-----|------------------------------|----------|
| 2 | CORTE CHAPA 1/4" 87x2160 mm | 2 |
| 1 | CORTE CHAPA 1/4" 200x2160 mm | 2 |
| N.º | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |

OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.
Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|--------------|------|
| 0<X≤300 | ±0.5 |
| 300<X≤1000 | ±1 |
| 1000<X≤5000 | ±5 |
| 5000<X≤15000 | ±10 |

NO MEDIR
SOBRE PLANO

RUBIOLLO, Gonzalo D.

**VIGA CAJON
ANCLAJE CIL. TECHO**

Código:0112P005-7

| | | |
|--|----------|----------|
| | Dibujado | Aprobado |
|--|----------|----------|

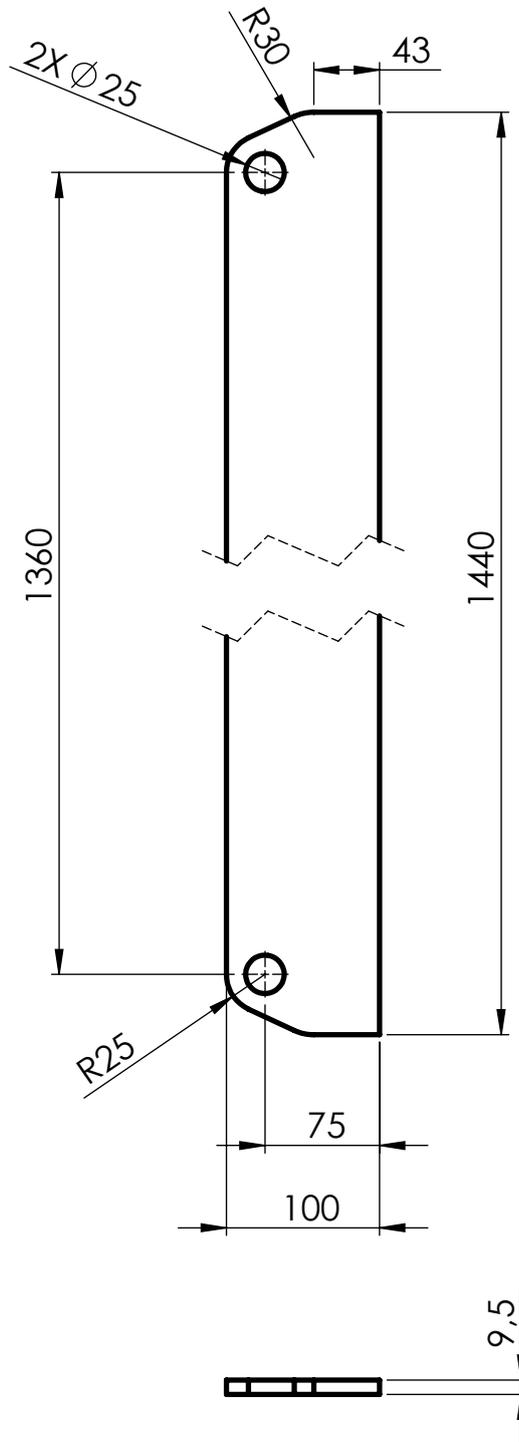
| | | |
|-------|--|--|
| Fecha | | |
|-------|--|--|

| | | |
|-------|--|--|
| Firma | | |
|-------|--|--|

Revisión: 00

Material: Chapa 1/4" SAE 1010

| | |
|-------|------|
| Norma | Esca |
| | 1:10 |



OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.

Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|-----------------------|-----------|
| $0 < X \leq 300$ | ± 0.5 |
| $300 < X \leq 1000$ | ± 1 |
| $1000 < X \leq 5000$ | ± 5 |
| $5000 < X \leq 15000$ | ± 10 |

NO MEDIR
SOBRE PLANO

RUBIOLLO, Gonzalo D.

CTE. CHAPA ANCLAJE
CIL. TECHO.

Código: 0112P005-8

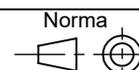
| | | |
|--|----------|----------|
| | Dibujado | Aprobado |
|--|----------|----------|

| | | |
|-------|--|--|
| Fecha | | |
|-------|--|--|

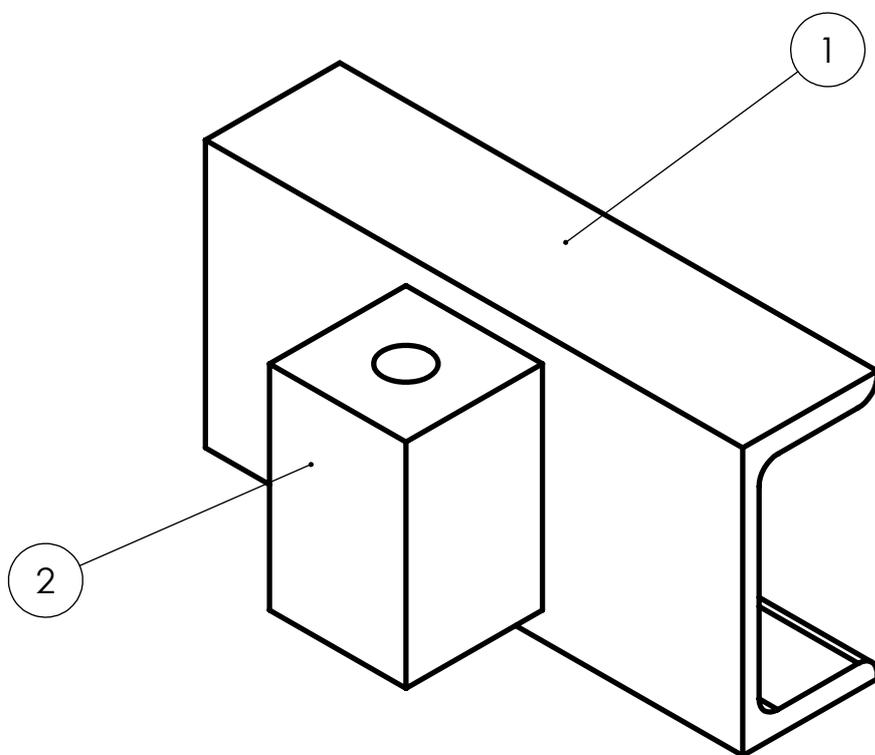
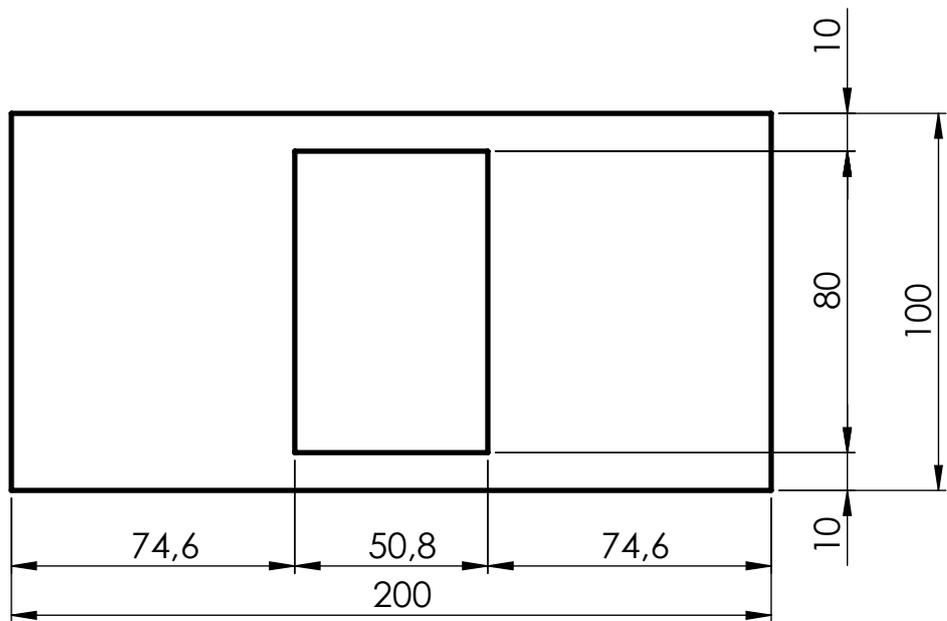
| | | |
|-------|--|--|
| Firma | | |
|-------|--|--|

Revisión: 00

Material: Chapa 3/8" SAE1010

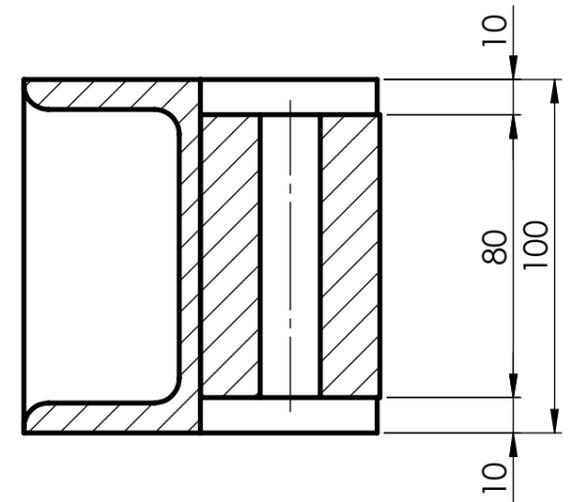
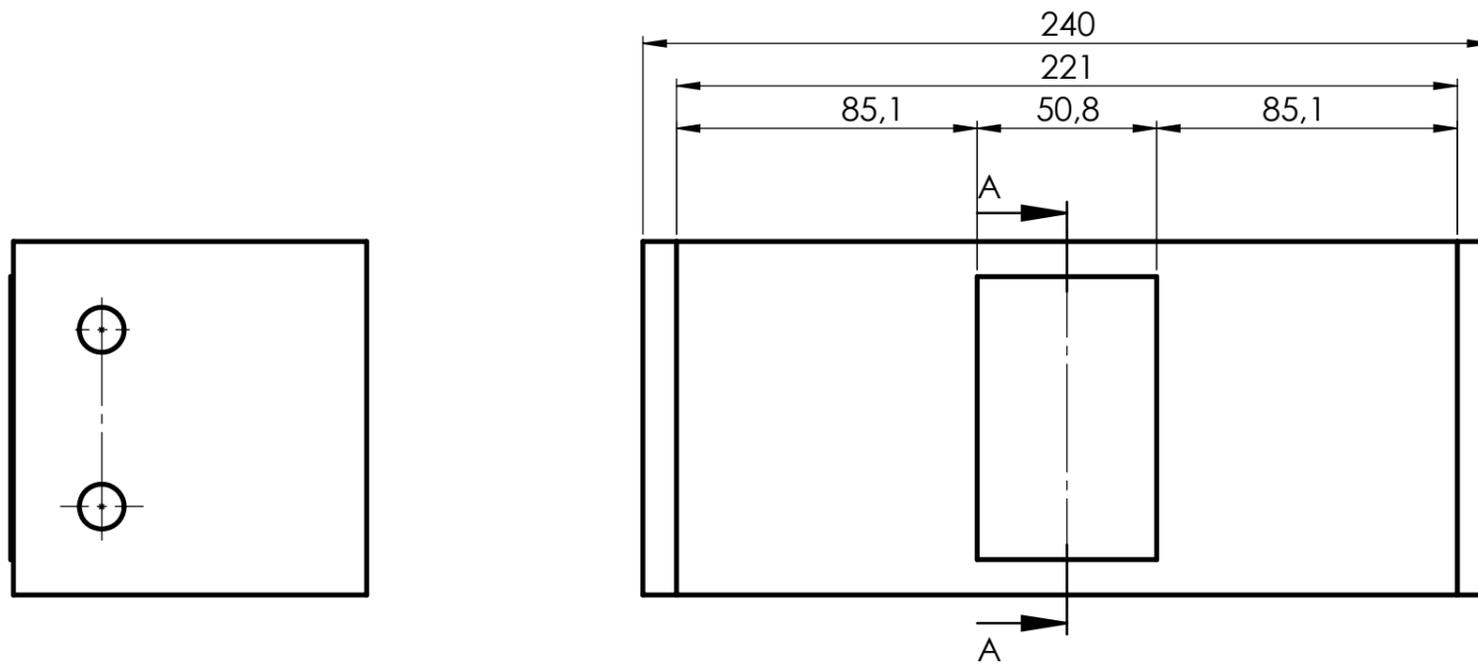


| | |
|--------|------|
| Escala | 1:10 |
|--------|------|

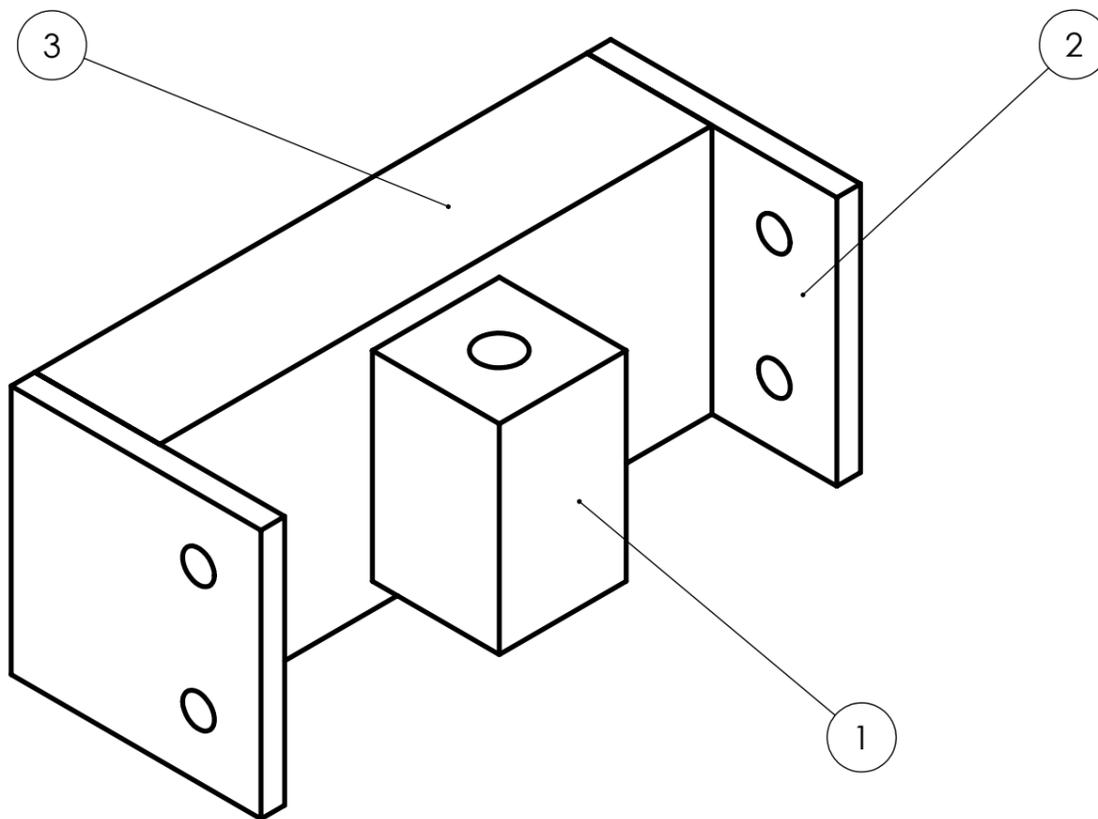


| 2 | 0112P009 | BARRA CUADRADA 2" L=80 | 1 |
|-----|------------|------------------------|----------|
| 1 | 0112P006-1 | PERFIL UPN 100 L=200 | 1 |
| N.º | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |

| | | | | |
|---|--|---|----------------------|----------|
| OBSERVACIONES Medidas expresadas en milímetros. Tolerancias (salvo especificación) 0 < X ≤ 300 ± 0.5 300 < X ≤ 1000 ± 1 1000 < X ≤ 5000 ± 5 5000 < X ≤ 15000 ± 10 NO MEDIR SOBRE PLANO |  UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA | Código: 0112P006 | | |
| | | | Dibujado | Aprobado |
| | | RUBIOLO, Gonzalo D. | Fecha | |
| | Denominación: | | Firma | |
| | ANCLAJE INFERIOR CADENA | | Revisión: 00 | |
| | | Material: SAE 1010 | | |
| | | Norma  | Escala 1:2 | |



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 2



| 3 | 0112P007-2 | PERFIL UPN 100 L=221 mm | 1 |
|-----|------------|-------------------------------|------|
| 2 | 0112P007-1 | CORTE CHAPA 3/8" S=100X100 mm | 2 |
| 1 | 0112P009 | BARRA CUADRADA 2" L= 80mm | 1 |
| N.º | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANT |

OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.

Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|--------------|------|
| 0<X≤300 | ±0.5 |
| 300<X≤1000 | ±1 |
| 1000<X≤5000 | ±5 |
| 5000<X≤15000 | ±10 |

NO MEDIR
SOBRE PLANO



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
NACIONAL**

FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA

RUBIOLO, Gonzalo D.

Denominación:

ANCLAJE SUPERIOR CADENA

Código: 0112P007

| | | |
|--|----------|----------|
| | Dibujado | Aprobado |
|--|----------|----------|

Fecha

Firma

Revisión: 00

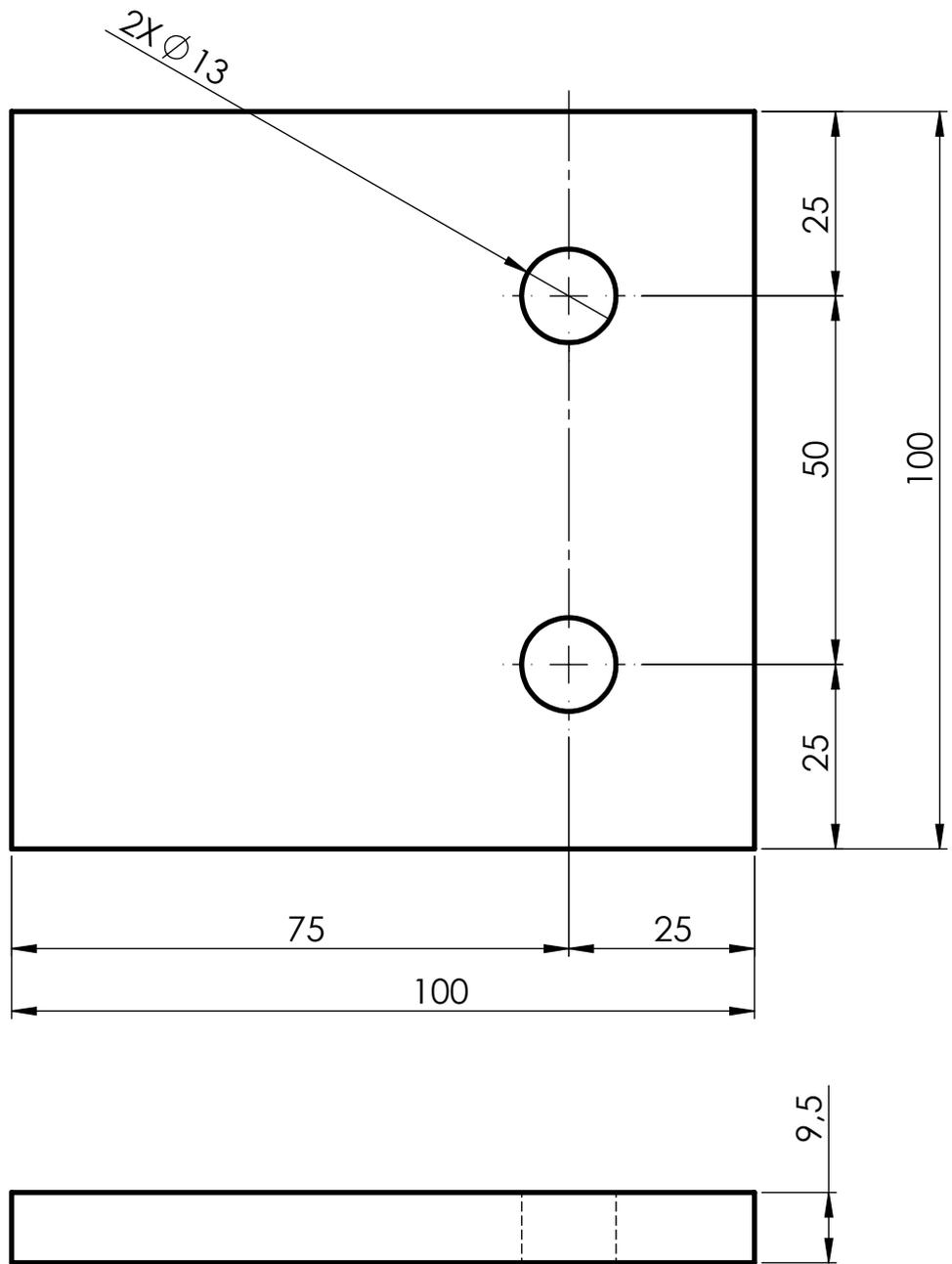
Material: SAE 1010

Norma

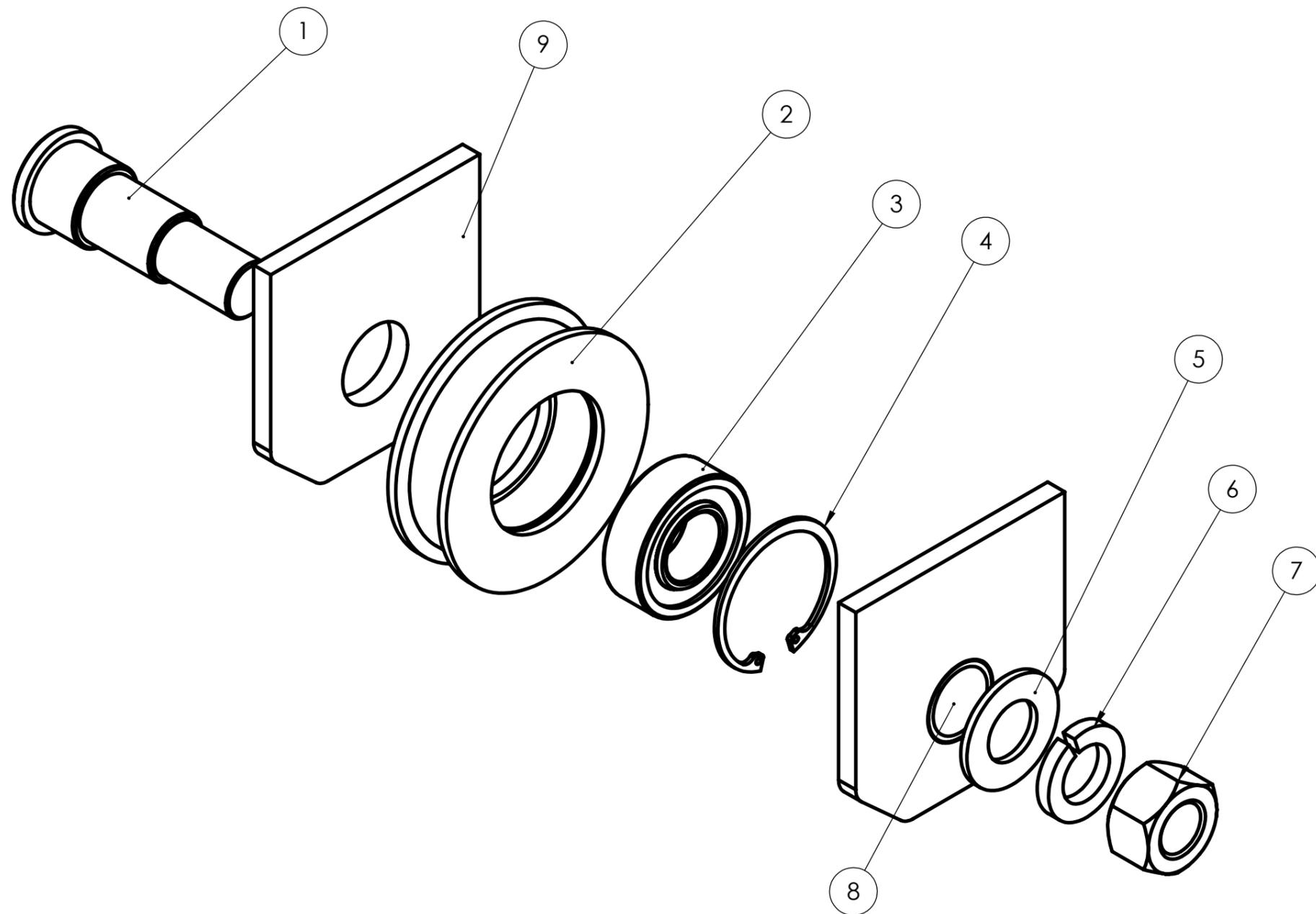
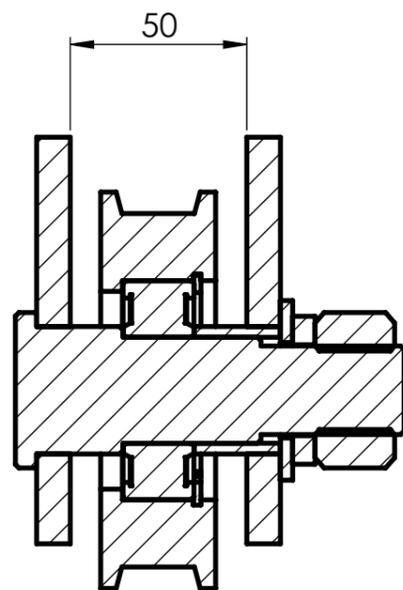


Escala

1:2



| | | | | | | | | | | | |
|--|------------------|--|--------------------------|-----|-----------------|-----|------------------|------|---|--------------------|--|
| <p>OBSERVACIONES</p> <p>Medidas expresadas en milímetros.</p> <p>Tolerancias (salvo especificación)</p> <table border="0"> <tr> <td>0 < X ≤ 300</td> <td>± 0.5</td> </tr> <tr> <td>300 < X ≤ 1000</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>1000 < X ≤ 5000</td> <td>± 5</td> </tr> <tr> <td>5000 < X ≤ 15000</td> <td>± 10</td> </tr> </table> <p>NO MEDIR SOBRE PLANO</p> | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |  <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p> <p>FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA</p> | Código: 0112P007-1 | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | |
| <p>RUBIOLO, Gonzalo D.</p> <p>Denominación:</p> <p>CORTE CHAPA 3/8" S=100X100</p> | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | | |
| | Fecha | | | | | | | | | | |
| | Firma | | | | | | | | | | |
| | | Revisión: 00 | | | | | | | | | |
| | | Material: Chapa 3/8" SAE 1010 | | | | | | | | | |
| | | <p>Norma</p>  | <p>Escala</p> <p>1:1</p> | | | | | | | | |



| | | | |
|-----------------|--------------|----------------------------------|----------|
| 9 | 0112P004-5 | ANCLAJE POLEA SIST. DE ELEV. | 2 |
| 8 | 0112P008-8 | SEPARADOR POLEA | 1 |
| 7 | 0112C008-7 | TUERCA 1" X 8 | 1 |
| 6 | 0112C008-6 | ARANDELA GROWER 1" | 1 |
| 5 | 0112C008-5 | ARANDELA PLANA 1" | 1 |
| 4 | 0112C008-4 | ANILLO DE SEGURIDAD 62 I DIN 472 | 1 |
| 3 | 0112C008-3 | RODAMIENTO NU 2206 ECP | 1 |
| 2 | 0112P008-2 | POLEA | 1 |
| 1 | 0112P008-1 | EJE | 1 |
| N.º DE ELEMENTO | N.º DE PIEZA | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |

OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.
Tolerancias (salvo especificación)

0<X≤300 ±0.5
300<X≤1000 ±1
1000<X≤5000 ±5
5000<X≤15000 ±10

NO MEDIR
SOBRE PLANO

RUBIOLLO, Gonzalo D.

SUBCONJUNT.
MENOR EJE-POLEA

Código:0112P008

Dibujado Aprobado

Fecha

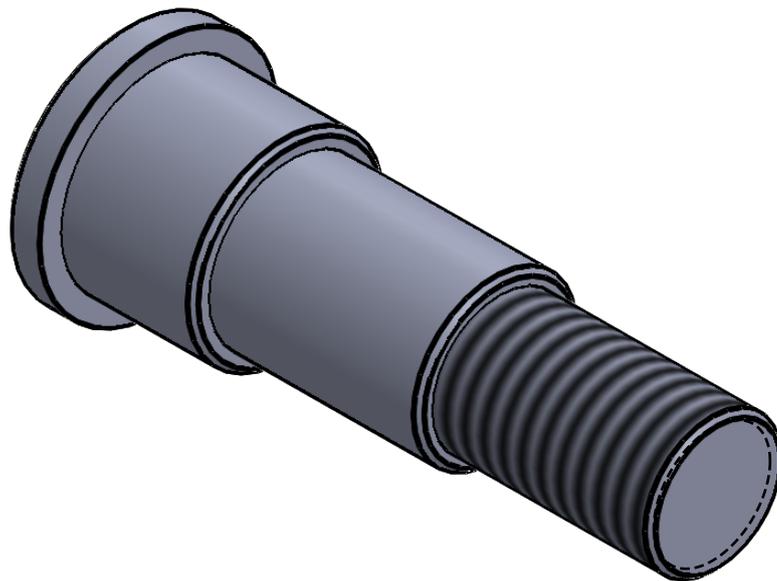
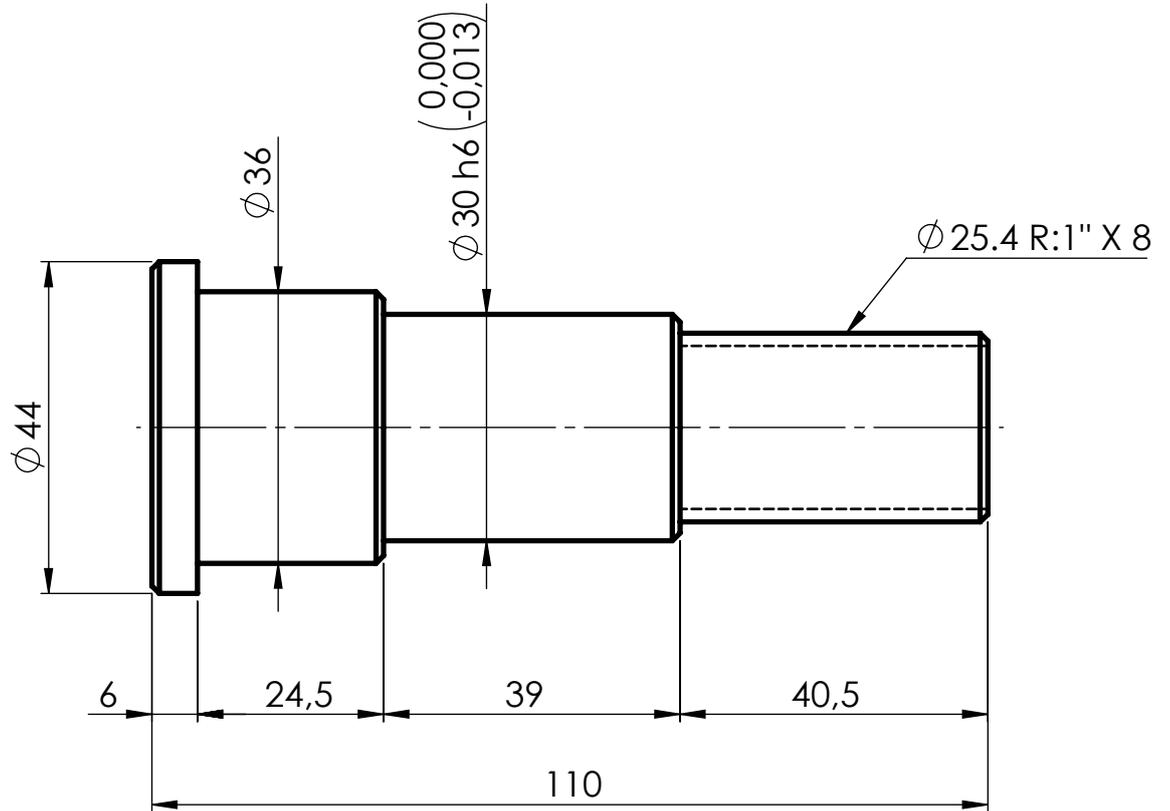
Firma

Revisión: 00

Material:

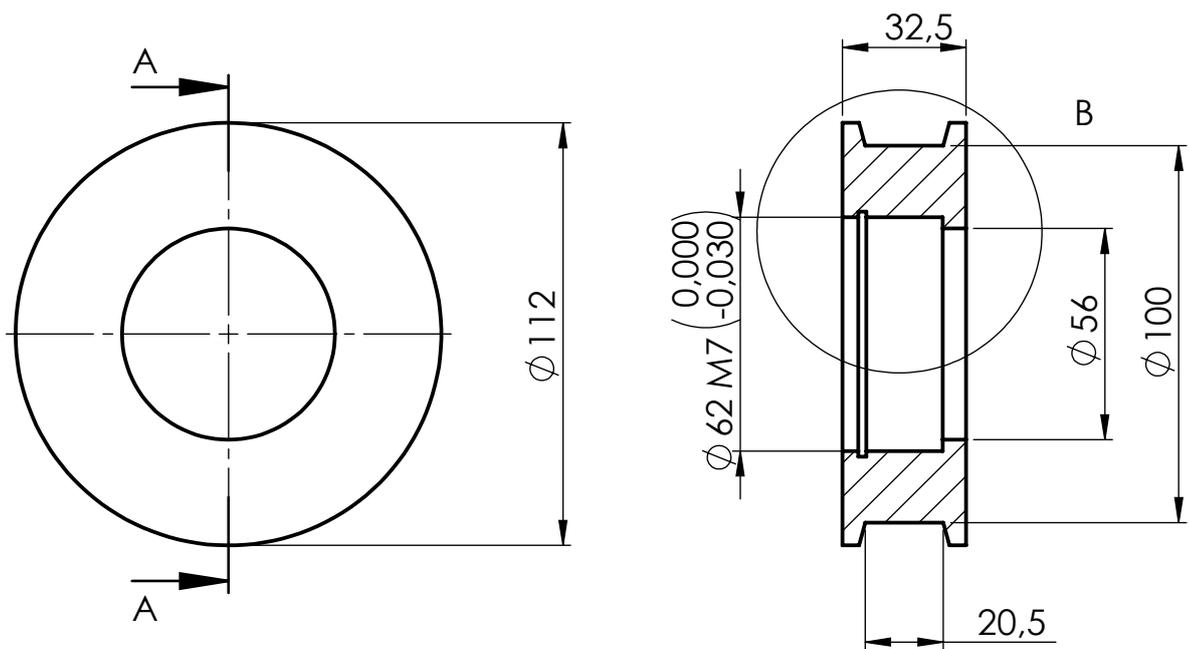
Norma

Escala
1:2



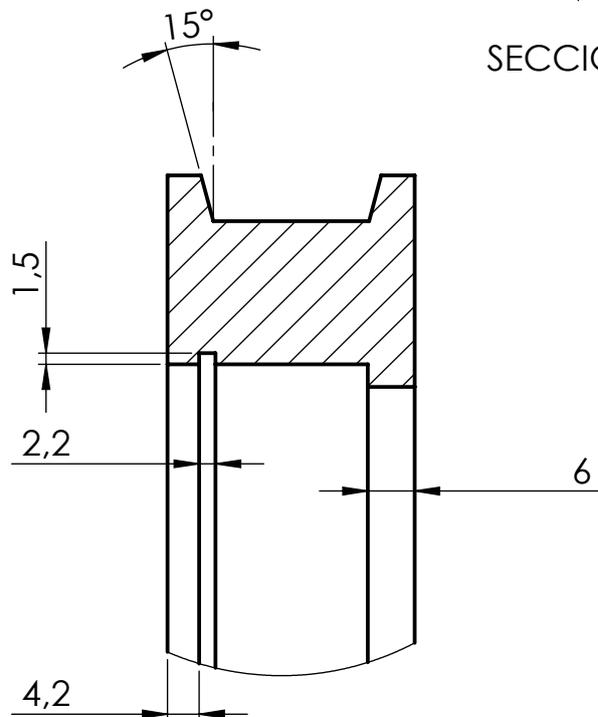
NOTA: CHAFLANES 1 X 45°

| | | | | |
|---|-----------------------------|--------------------|----------------------|----------|
| OBSERVACIONES Medidas expresadas en milímetros. Tolerancias (salvo especificación) 0 < X ≤ 300 ± 0.5 300 < X ≤ 1000 ± 1 1000 < X ≤ 5000 ± 5 5000 < X ≤ 15000 ± 10 NO MEDIR SOBRE PLANO | RUBIOLLO, Gonzalo D. | | Código: 0112P008-1 | |
| | EJE | | Dibujado | Aprobado |
| Fecha | | | | |
| Firma | | | | |
| Revisión: 00 | | | | |
| | | Material: SAE 1020 | | |
| | | Norma | Escala 1:2 | |



$\phi 62 M7$ $\begin{matrix} 0,000 \\ -0,030 \end{matrix}$

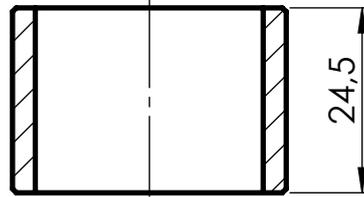
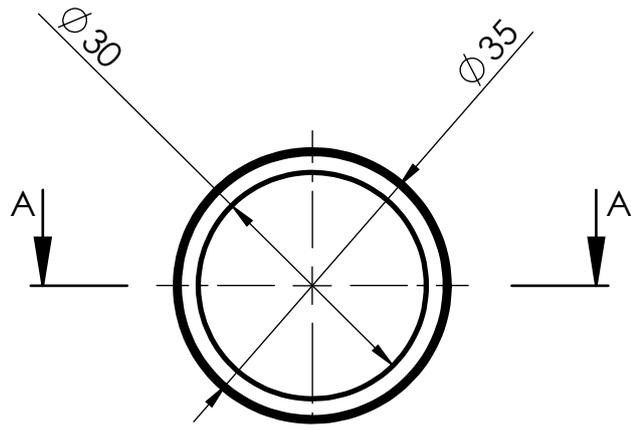
SECCIÓN A-A



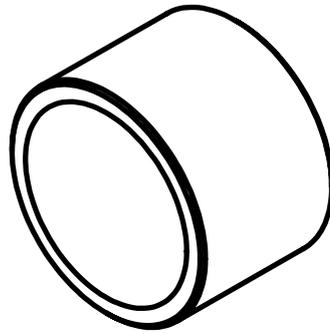
DETALLE B
ESCALA 1 : 1

Tratamiento: Cementado, templado y revenido.

| | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------|-------|---------------------------|---------------------------------|-----------------|-----|------------------|------|------------------------------------|--|---------------------------|--|
| <p>OBSERVACIONES</p> <p>Medidas expresadas en milímetros.</p> <p>Tolerancias (salvo especificación)</p> <table border="0"> <tr> <td>0 < X ≤ 300</td> <td>± 0.5</td> </tr> <tr> <td>300 < X ≤ 1000</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>1000 < X ≤ 5000</td> <td>± 5</td> </tr> <tr> <td>5000 < X ≤ 15000</td> <td>± 10</td> </tr> </table> <p>NO MEDIR SOBRE PLANO</p> | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | <p>RUBIOLLO, Gonzalo D.</p> | | <p>Código: 0112P008-2</p> | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | | |
| | <p>POLEA</p> | | <p>Dibujado</p> | <p>Aprobado</p> | | | | | | | | |
| | | | | <p>Fecha</p> | | | | | | | | |
| | | | <p>Firma</p> | | | | | | | | | |
| | | | <p>Revisión: 00</p> | | | | | | | | | |
| | | | <p>Material: SAE 1020</p> | | | | | | | | | |
| | | | <p>Norma</p> | <p>Escala</p> <p>1:2</p> | | | | | | | | |



SECCIÓN A-A



OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.

Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|------------------|-------|
| 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 |
| 300 < X ≤ 1000 | ± 1 |
| 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 |
| 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |

NO MEDIR
SOBRE PLANO



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
NACIONAL**

FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA

RUBIOLO, Gonzalo D.

Denominación:

SEPARADOR POLEA

Código: 0111P008-8

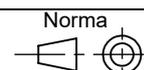
| | | |
|--|----------|----------|
| | Dibujado | Aprobado |
|--|----------|----------|

| | | |
|-------|--|--|
| Fecha | | |
|-------|--|--|

| | | |
|-------|--|--|
| Firma | | |
|-------|--|--|

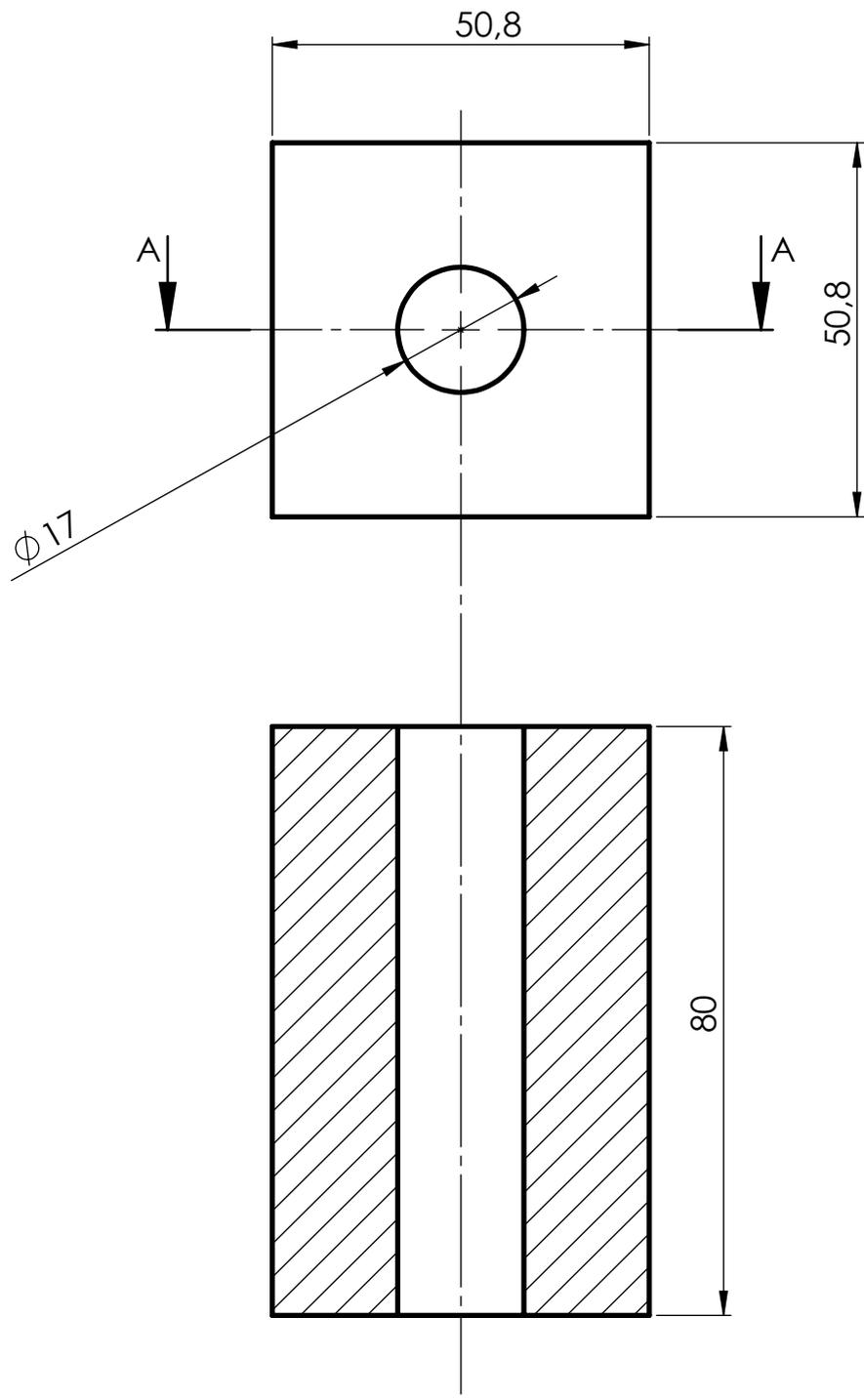
Revisión: 00

Material: SAE 1020

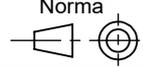


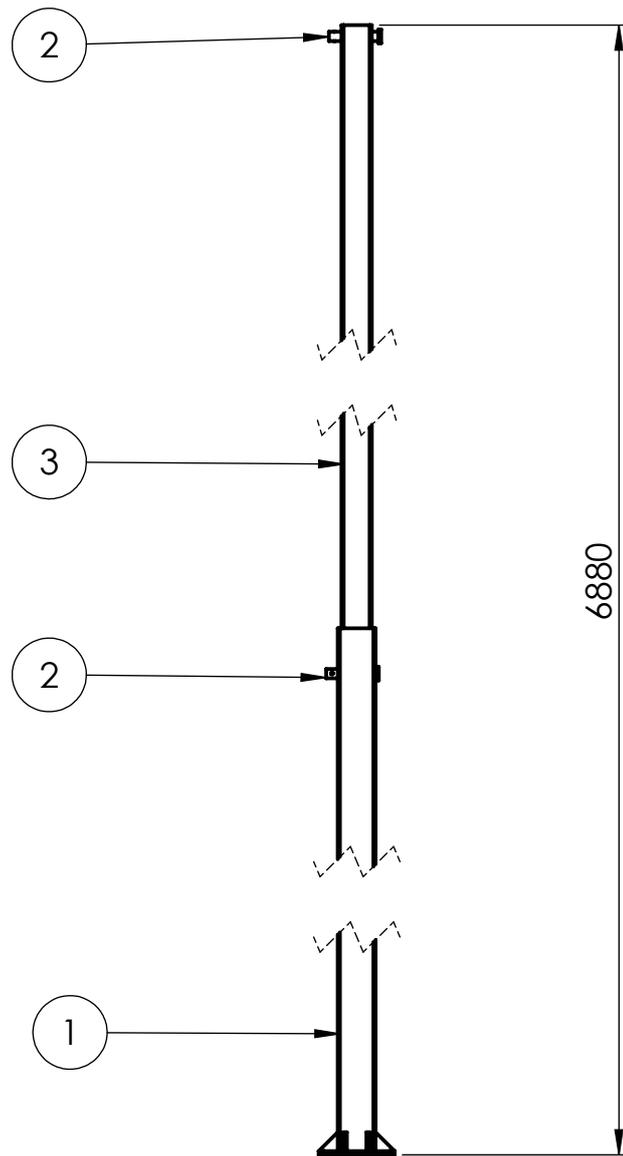
Escala

1:1

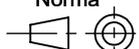


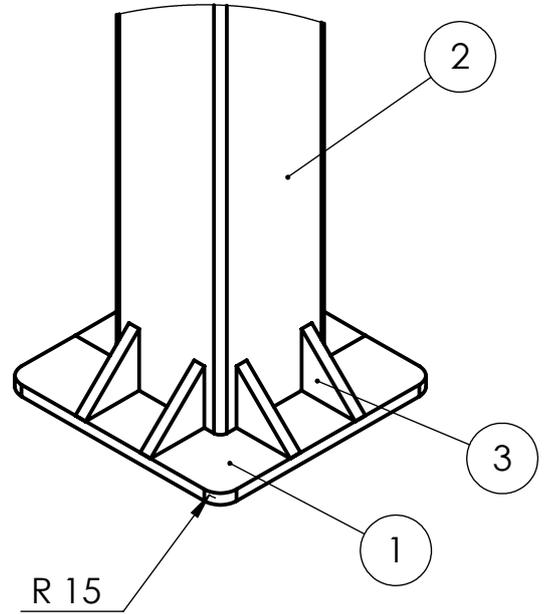
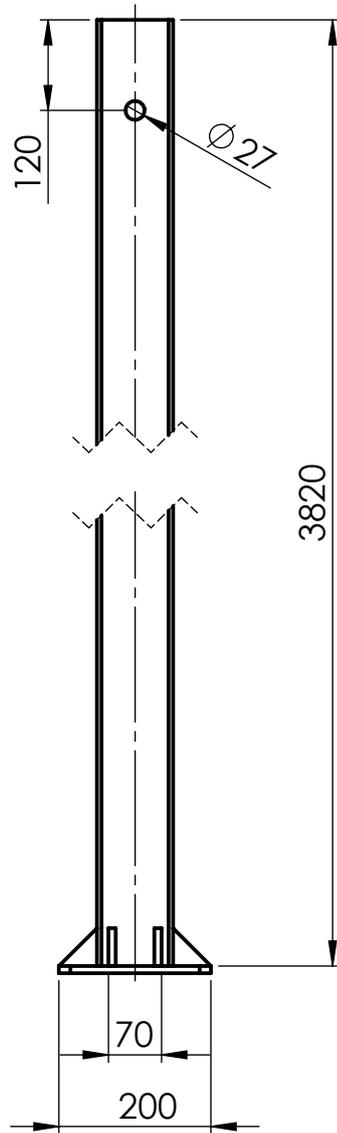
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 1

| | | | | | | | | | | | |
|--|--|---------------------------------|----------------|-----|-----------------|-----|------------------|------|---|------------------|--|
| <p>OBSERVACIONES</p> <p>Medidas expresadas en milímetros.</p> <p>Tolerancias (salvo especificación)</p> <table border="0"> <tr> <td>0 < X ≤ 300</td> <td>± 0.5</td> </tr> <tr> <td>300 < X ≤ 1000</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>1000 < X ≤ 5000</td> <td>± 5</td> </tr> <tr> <td>5000 < X ≤ 15000</td> <td>± 10</td> </tr> </table> <p>NO MEDIR SOBRE PLANO</p> | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |  <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p> <p>FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA</p> | Código: 0112P009 | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | |
| <p>RUBIOLO, Gonzalo D.</p> <p>Denominación:</p> <p>BARRA CUADRADA 2" L=80</p> | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | | |
| | Fecha | | | | | | | | | | |
| | Firma | | | | | | | | | | |
| | | Revisión: 00 | | | | | | | | | |
| | | Material: SAE 1010 | | | | | | | | | |
| | <p>Norma</p>  | <p>Escala</p> <p>1:1</p> | | | | | | | | | |



| 3 | 0113P002 | TRAMO SUPERIOR COLUMNA | 1 |
|-----------------|--------------|--------------------------|----------|
| 2 | 0000P001 | PASADOR DIAM 25 X 130 mm | 2 |
| 1 | 0113P001 | TRAMO INFERIOR COLUMNA | 1 |
| N.º DE ELEMENTO | N.º DE PIEZA | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |

| | | | | | | | | | | | |
|---|------------------|-----------------------|----------------|-----|-----------------|-----|------------------|------|--|------------------|--|
| OBSERVACIONES Medidas expresadas en milímetros. Tolerancias (salvo especificación) <table style="font-size: small;"> <tr> <td>0 < X ≤ 300</td> <td>± 0.5</td> </tr> <tr> <td>300 < X ≤ 1000</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>1000 < X ≤ 5000</td> <td>± 5</td> </tr> <tr> <td>5000 < X ≤ 15000</td> <td>± 10</td> </tr> </table> NO MEDIR SOBRE PLANO | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |  UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA | Código: 0113P000 | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | |
| RUBIOLO, Gonzalo D. Denominación: SUBCONJ. COLUMNAS AUX DEL TECHO | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | | |
| | Fecha | | | | | | | | | | |
| | Firma | | | | | | | | | | |
| Revisión: 00 | | Material: | | | | | | | | | |
| Norma  | | Escala 1:20 | | | | | | | | | |



Escala 1:5

| 3 | NERVIO 50X50X9.5 mm | 8 |
|-----------------|------------------------|----------|
| 2 | TUBO EST. 100X100X4 mm | 1 |
| 1 | BASE 200X200X9.5 mm | 1 |
| N.º DE ELEMENTO | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |

OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.

Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|------------------|-------|
| 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 |
| 300 < X ≤ 1000 | ± 1 |
| 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 |
| 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |

NO MEDIR
SOBRE PLANO

RUBIOLLO, Gonzalo D.

**TRAMO INFERIOR
COLUMNA**

Código: 0113P001

| | | |
|--|----------|----------|
| | Dibujado | Aprobado |
|--|----------|----------|

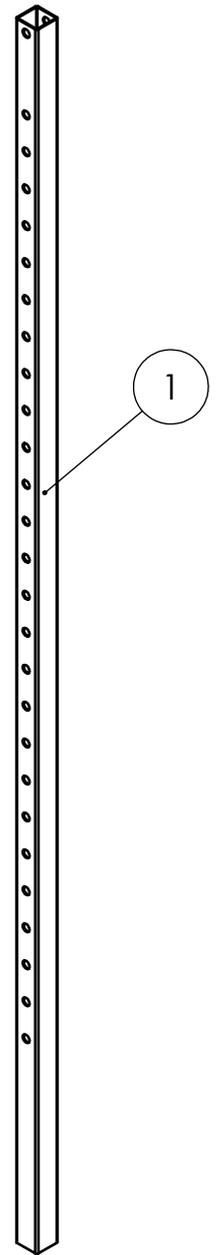
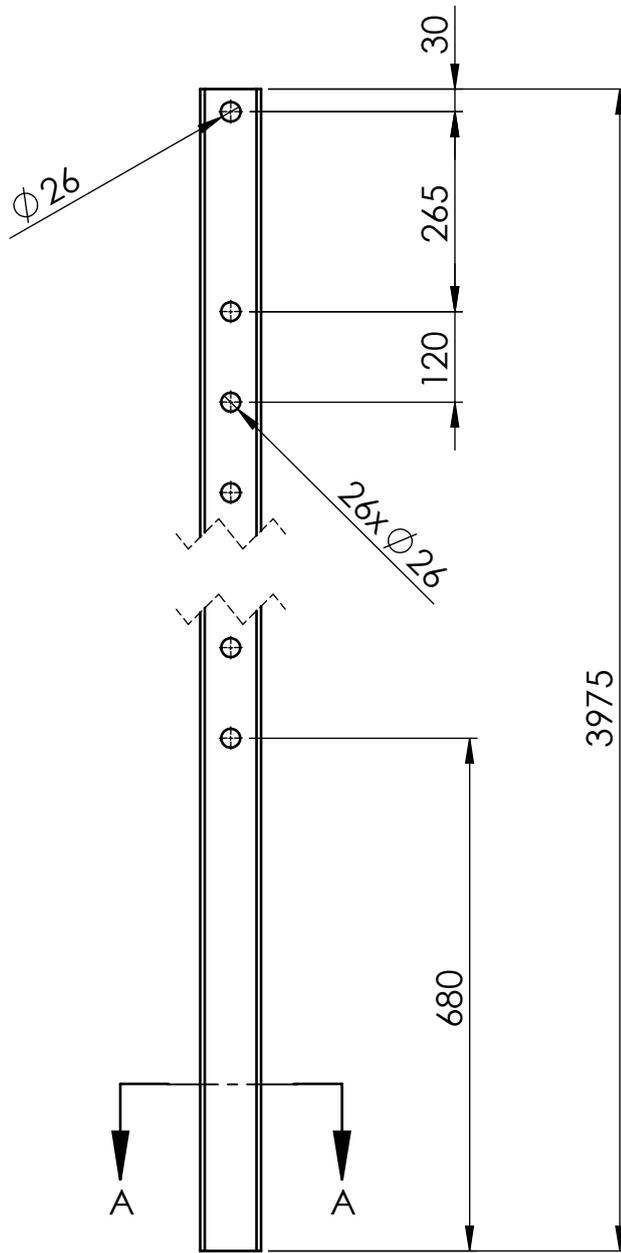
| | | |
|-------|--|--|
| Fecha | | |
|-------|--|--|

| | | |
|-------|--|--|
| Firma | | |
|-------|--|--|

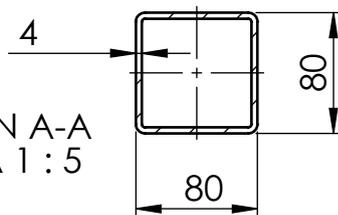
Revisión: 00

Material: SAE 1010

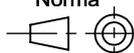
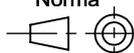
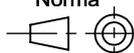
| | |
|-------|--------|
| Norma | Escala |
| | 1:10 |

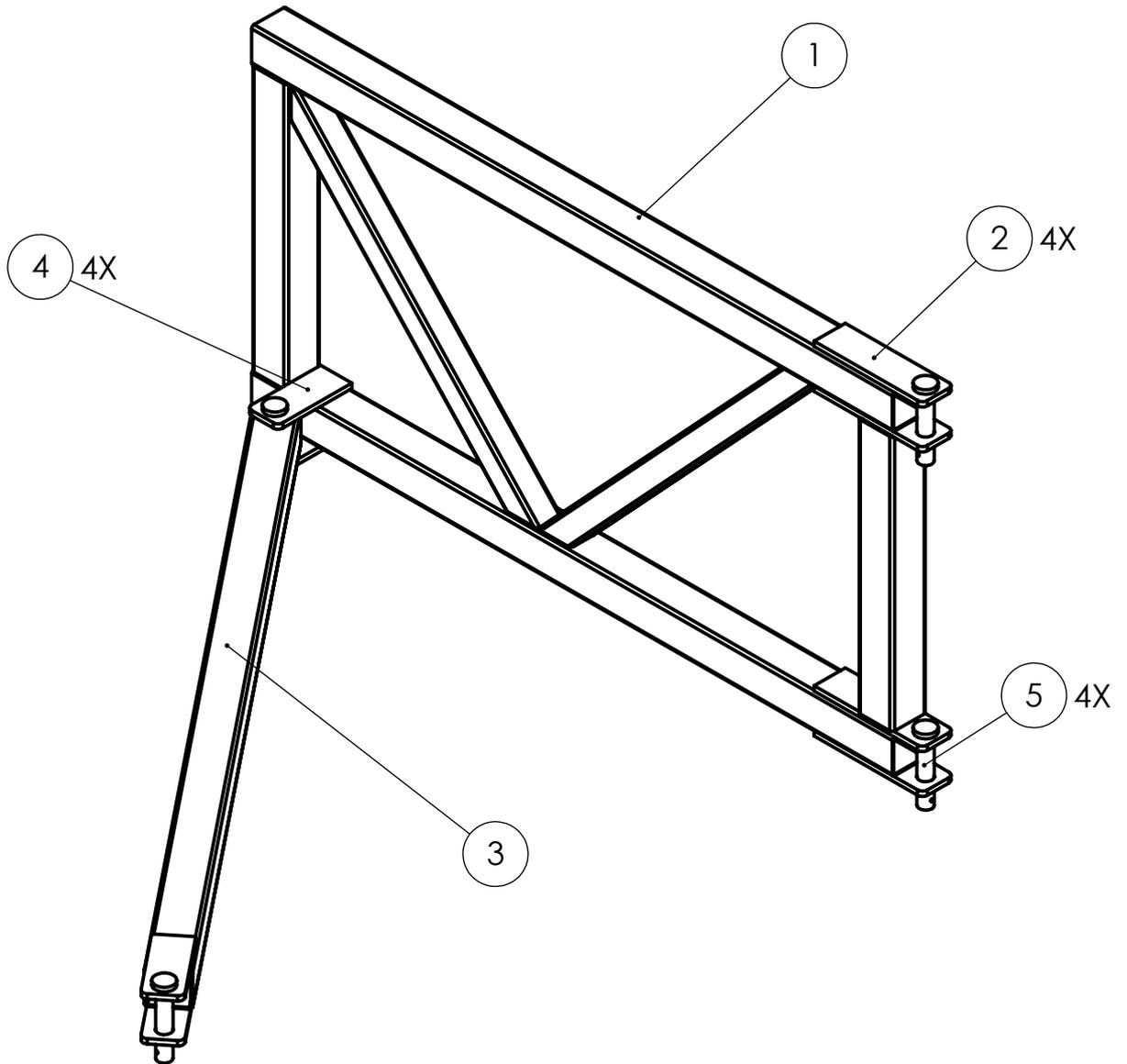


Escala 1:20



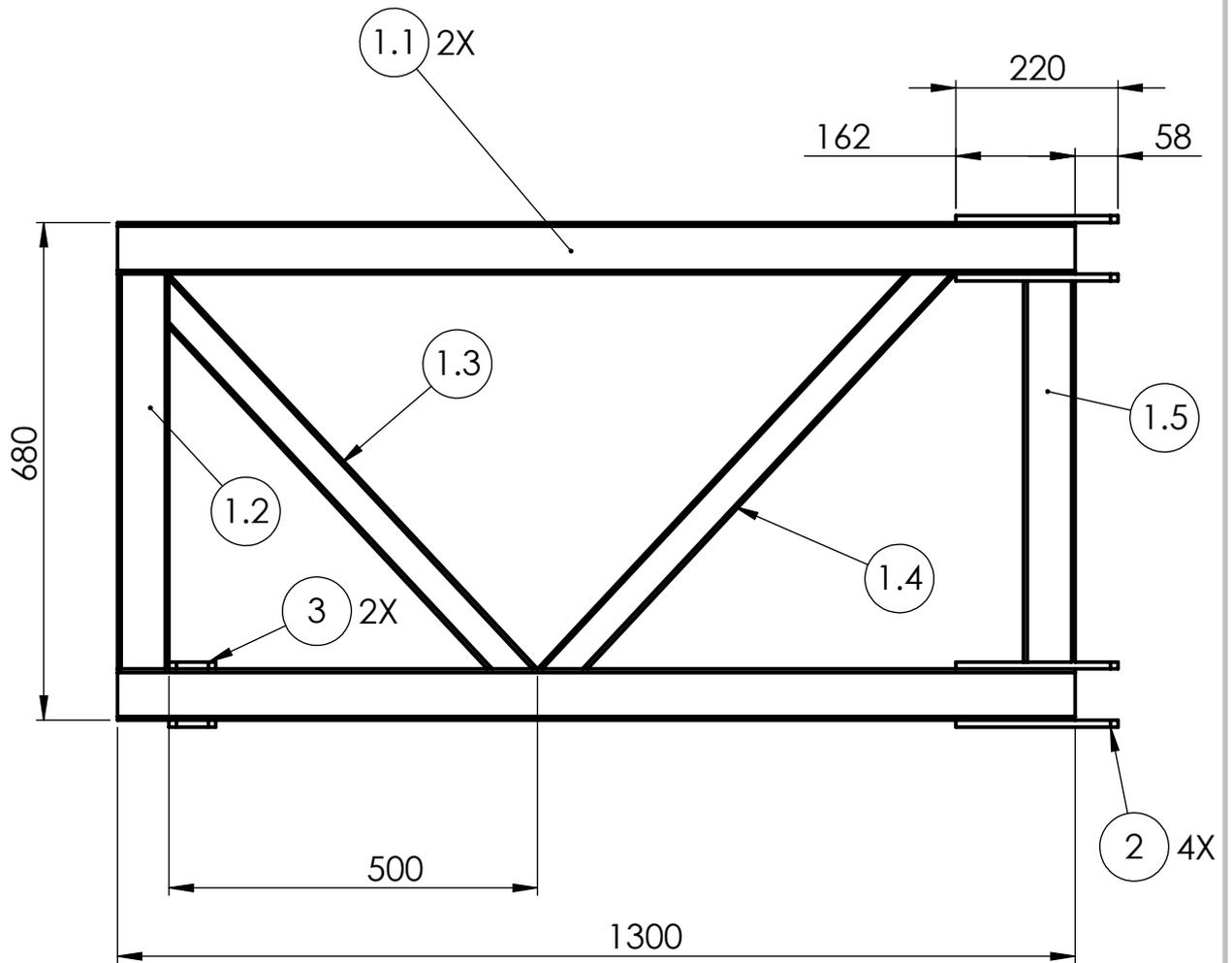
SECCIÓN A-A
ESCALA 1:5

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|----------------|--------|---|------|------------------|-----|--|--|--|----------|----------|-------|--|--|-------|--|--|
| 1 | TUBO ESTRUCTURAL 80X80X4 mm L = 3975 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N.º | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES Medidas expresadas en milímetros. Tolerancias (salvo especificación) <table style="font-size: small;"> <tr><td>0 < X ≤ 300</td><td>±0.5</td></tr> <tr><td>300 < X ≤ 1000</td><td>±1</td></tr> <tr><td>1000 < X ≤ 5000</td><td>±5</td></tr> <tr><td>5000 < X ≤ 15000</td><td>±10</td></tr> </table> NO MEDIR SOBRE PLANO | 0 < X ≤ 300 | ±0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ±1 | 1000 < X ≤ 5000 | ±5 | 5000 < X ≤ 15000 | ±10 |  UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA | Código: 0113P002 <table border="1" style="font-size: x-small;"> <tr> <td></td> <td>Dibujado</td> <td>Aprobado</td> </tr> <tr> <td>Fecha</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Firma</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> | | Dibujado | Aprobado | Fecha | | | Firma | | |
| | 0 < X ≤ 300 | ±0.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ±1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ±5 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ±10 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Firma | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | RUBIOLO, Gonzalo D. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Denominación: TRAMO SUPERIOR COLUMNA | Revisión: 00 Material SAE 1010: | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | <table border="1" style="font-size: x-small;"> <tr> <td style="text-align: center;">Norma</td> <td style="text-align: center;">Escala</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">  </td> <td style="text-align: center;">1:10</td> </tr> </table> | Norma | Escala |  | 1:10 | | | | | | | | | | | | | |
| Norma | Escala | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | 1:10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



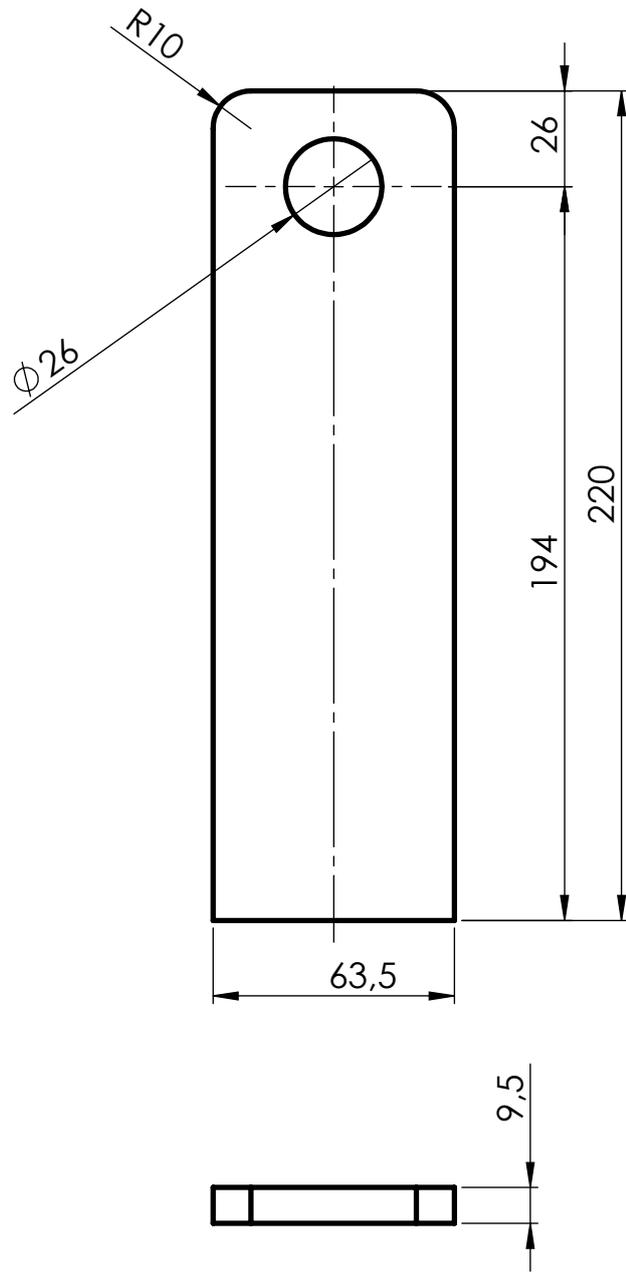
| 5 | 0000P001 | PASADOR DIAM 25 X 130 mm | 4 |
|-----|------------|-----------------------------------|------|
| 4 | 0114P002-1 | PLANCHUELA 2 1/2" X 3/8" X 150 mm | 4 |
| 3 | 0114P002 | BRAZO ALA RETICULADA | 1 |
| 2 | 0114P001-1 | PLANCHUELA 2 1/2" X 3/8" X 220 mm | 4 |
| 1 | 0114P001 | ESTRUCTURA ALA RETICULADA | 1 |
| N.º | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANT |

| | | | | |
|---|-----------------------------|-------|------------------|----------|
| OBSERVACIONES Medidas expresadas en milímetros. Tolerancias (salvo especificación) 0 < X ≤ 300 ± 0.5 300 < X ≤ 1000 ± 1 1000 < X ≤ 5000 ± 5 5000 < X ≤ 15000 ± 10 NO MEDIR SOBRE PLANO | RUBIOLLO, Gonzalo D. | | Código: 0114P000 | |
| | | | Dibujado | Aprobado |
| | | | Fecha | |
| | | | Firma | |
| | | | Revisión: 00 | |
| | | | Material: | |
| | | Norma | Escala | |
| | | | 1:10 | |

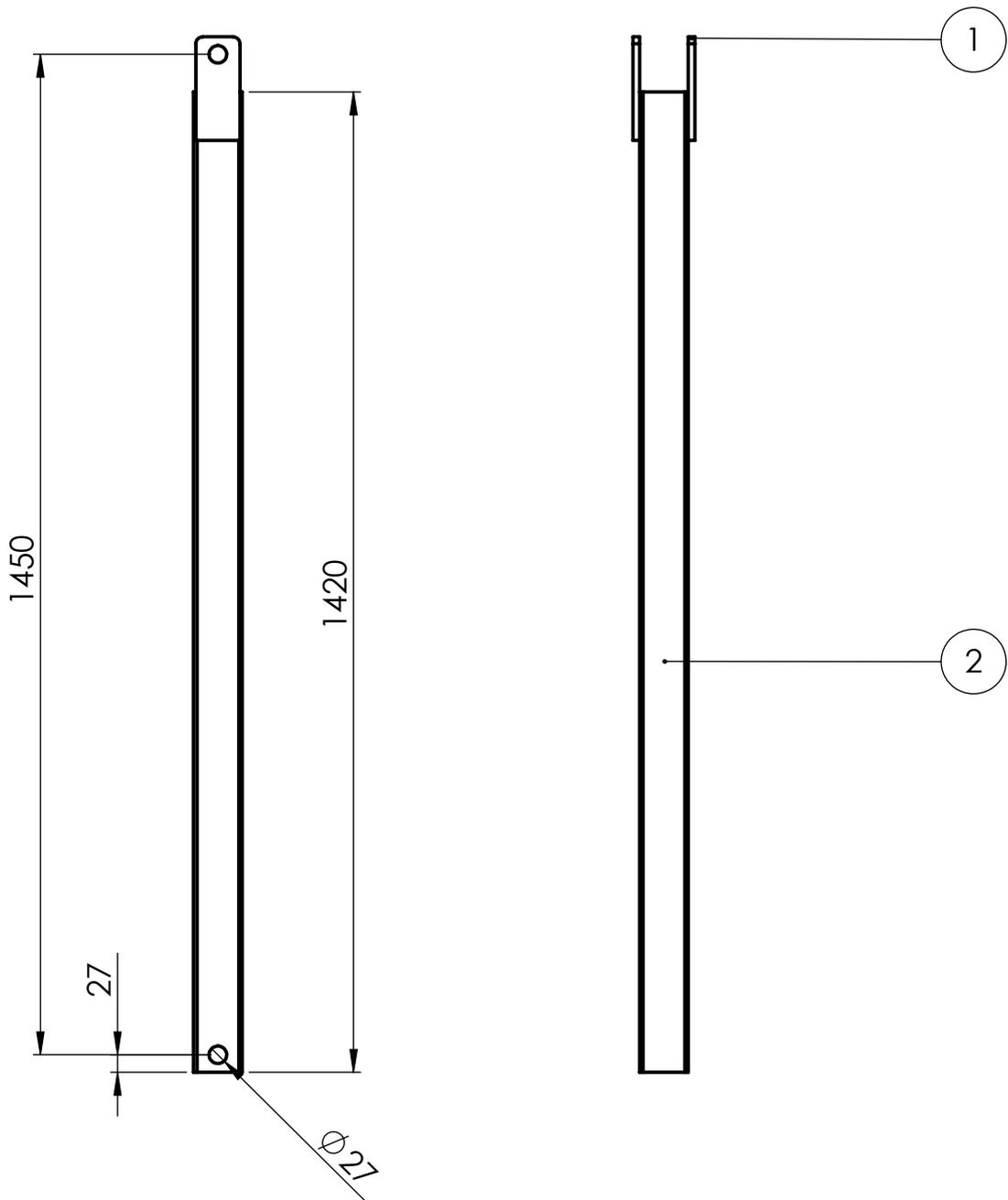


| 3 | 0114P002-1 | PL. 2 1/2" X 3/8" X 150 mm | | | | 2 |
|-----|------------|----------------------------|--------|-------|-------|------|
| 2 | 0114P001-1 | PL. 2 1/2" X 3/8" X 220 mm | | | | 4 |
| 1.5 | | TUBO EST. 70X70X3.2 mm | 521 | 0.00 | 0.00 | 1 |
| 1.4 | | TUBO EST. 50X50X2.5 mm | 782.23 | 42.80 | 42.80 | 1 |
| 1.3 | | TUBO EST. 50X50X2.5 mm | 735.93 | 42.80 | 47.20 | 1 |
| 1.2 | | TUBO EST. 70X70X3.2 mm | 540 | 0.00 | 0.00 | 1 |
| 1.1 | | TUBO EST. 70X70X3.2 mm | 1300 | 0.00 | 0.00 | 2 |
| N.º | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | LONG | ÁNG1 | ÁNG2 | CANT |

| | | | | | | |
|---|-----------------------------|-------|------------------|----------|-----------------------|--|
| OBSERVACIONES Medidas expresadas en milímetros. Tolerancias (salvo especificación) 0<X≤300 ±0.5 300<X≤1000 ±1 1000<X≤5000 ±5 5000<X≤15000 ±10 NO MEDIR SOBRE PLANO | RUBIOLLO, Gonzalo D. | | Código: 0114P001 | | | |
| | | | | Dibujado | Aprobado | |
| | | Fecha | | | | |
| | | Firma | | | | |
| | Revisión: 00 | | | | | |
| | Material: SAE 1010 | | | | | |
| | | Norma | | | Escala 1:10 | |

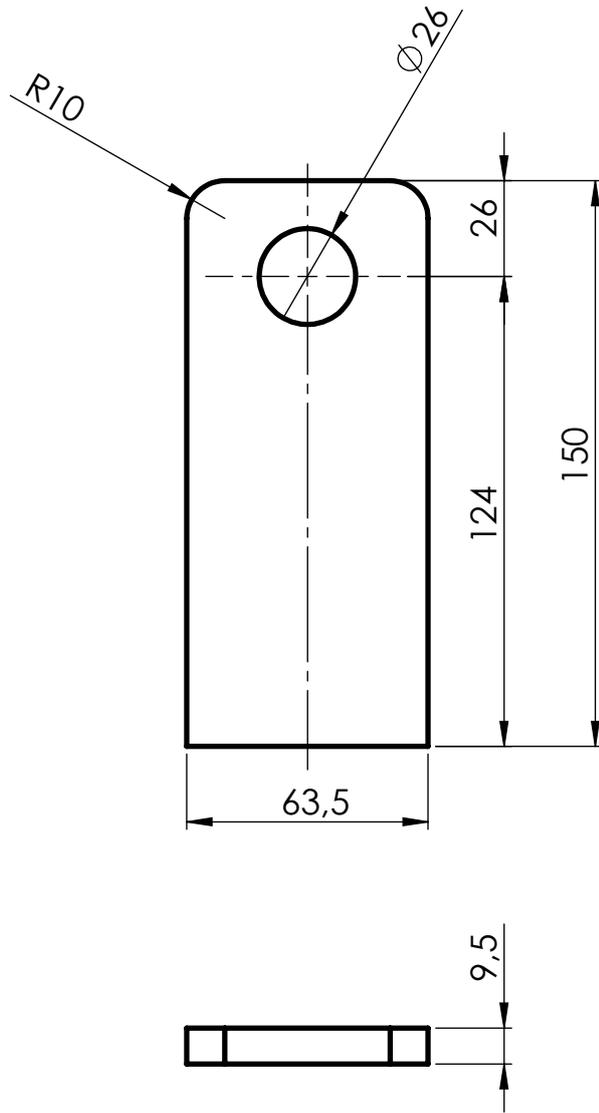


| | | | | | | | | | | | |
|--|--|---------------------------------|----------------|-----|-----------------|-----|------------------|------|---|--------------------|--|
| <p>OBSERVACIONES</p> <p>Medidas expresadas en milímetros.</p> <p>Tolerancias (salvo especificación)</p> <table border="0"> <tr> <td>0 < X ≤ 300</td> <td>± 0.5</td> </tr> <tr> <td>300 < X ≤ 1000</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>1000 < X ≤ 5000</td> <td>± 5</td> </tr> <tr> <td>5000 < X ≤ 15000</td> <td>± 10</td> </tr> </table> <p>NO MEDIR SOBRE PLANO</p> | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |  <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p> <p>FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA</p> | Código: 0114P001-1 | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | |
| <p>RUBIOLO, Gonzalo D.</p> <p>Denominación: PLANCHUELA 2 1/2" X 3/8" L=220</p> | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | | |
| | Fecha | | | | | | | | | | |
| | Firma | | | | | | | | | | |
| | | Revisión: 00 | | | | | | | | | |
| | | Material: SAE 1010 | | | | | | | | | |
| | <p>Norma</p>  | <p>Escala</p> <p>1:2</p> | | | | | | | | | |

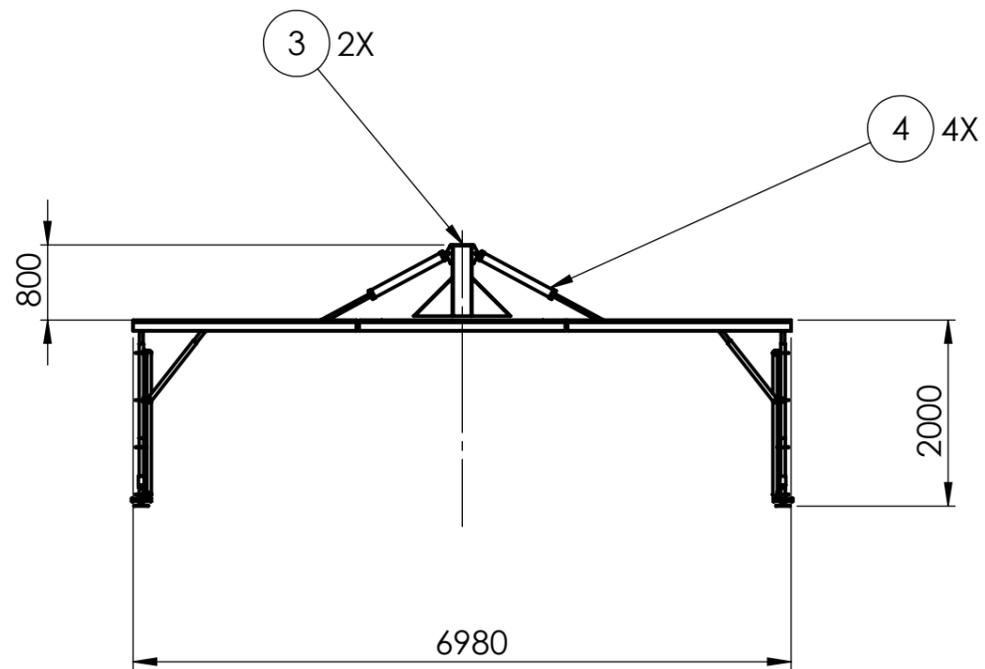
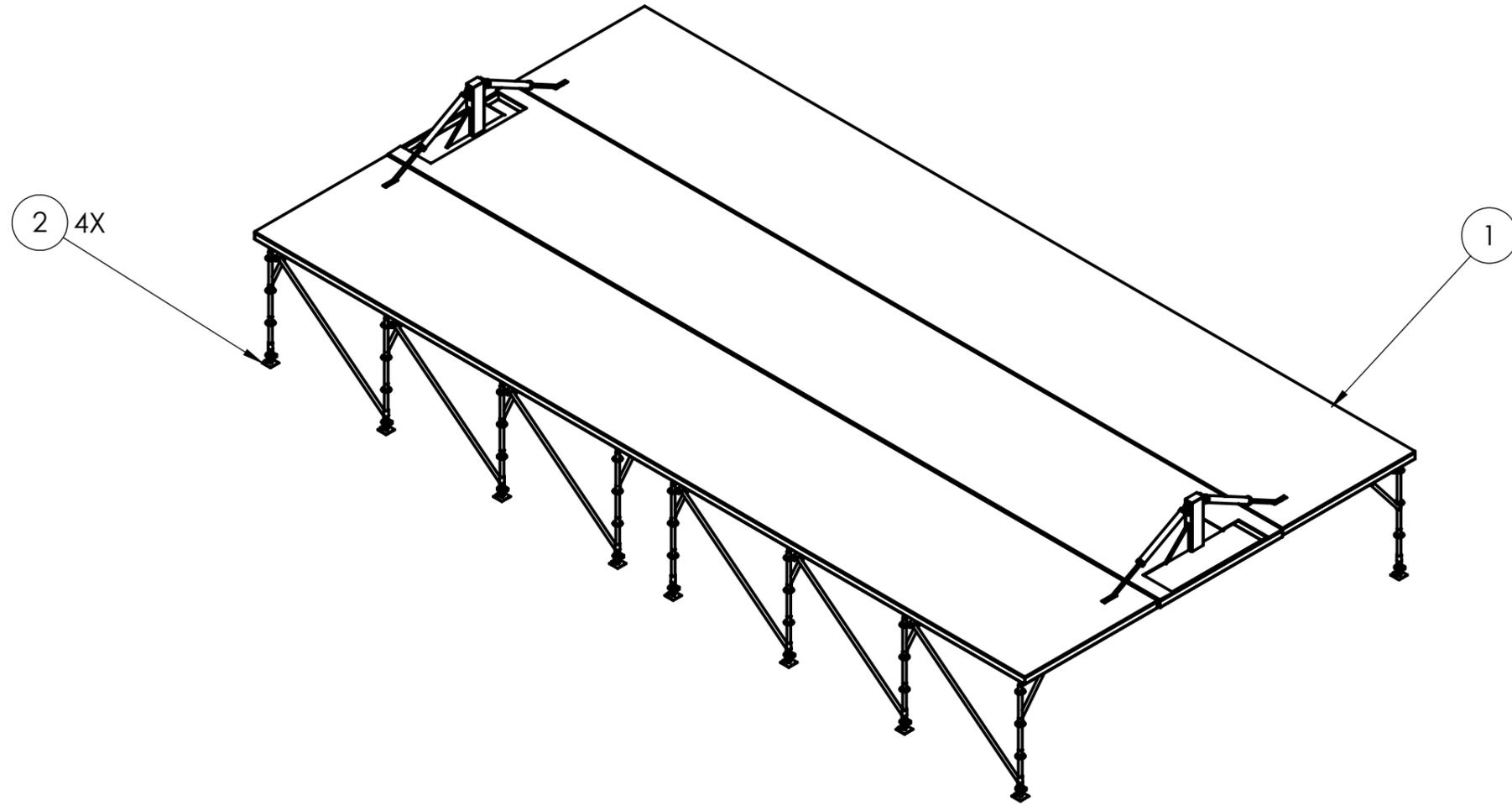


| 2 | - | TUBO EST. 70X70X3.2 mm | 1 |
|-----|------------|----------------------------|----------|
| 1 | 0114P002-1 | PL. 2 1/2" X 3/8" X 150 mm | 2 |
| N.º | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |

| | | | | |
|---|-----------------------------|-------------|------------------|--|
| OBSERVACIONES Medidas expresadas en milímetros. Tolerancias (salvo especificación) 0 < X ≤ 300 ± 0.5 300 < X ≤ 1000 ± 1 1000 < X ≤ 5000 ± 5 5000 < X ≤ 15000 ± 10 NO MEDIR SOBRE PLANO | RUBIOLLO, Gonzalo D. | | Código: 0114P002 | |
| | | Dibujado | Aprobado | |
| | | Fecha | | |
| | | Firma | | |
| | Revisión: 00 | | | |
| | Material: SAE 1010 | | | |
| | Norma | Escala | | |
| | | 1:10 | | |



| | | | | | | | | | | | |
|--|--|---------------------------------|----------------|-----|-----------------|-----|------------------|------|---|--------------------|--|
| <p>OBSERVACIONES</p> <p>Medidas expresadas en milímetros.</p> <p>Tolerancias (salvo especificación)</p> <table border="0"> <tr> <td>0 < X ≤ 300</td> <td>± 0.5</td> </tr> <tr> <td>300 < X ≤ 1000</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>1000 < X ≤ 5000</td> <td>± 5</td> </tr> <tr> <td>5000 < X ≤ 15000</td> <td>± 10</td> </tr> </table> <p>NO MEDIR SOBRE PLANO</p> | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |  <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p> <p>FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA</p> | Código: 0114P002-1 | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | |
| <p>RUBIOLO, Gonzalo D.</p> <p>Denominación:</p> <p>PLANCHUELA 2 1/2" X 3/8"</p> <p>L=150</p> | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | | |
| | Fecha | | | | | | | | | | |
| | Firma | | | | | | | | | | |
| | | Revisión: 00 | | | | | | | | | |
| | | Material: SAE 1010 | | | | | | | | | |
| | <p>Norma</p>  | <p>Escala</p> <p>1:2</p> | | | | | | | | | |



| N.º | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANT |
|-----|----------|---------------------------------------|------|
| 4 | 0120C002 | HIDRÁULICOS PISO PANEL REBATIBLE | 4 |
| 3 | 0120P001 | COLUMNA SOPORTE HIDRÁULICOS PISO | 2 |
| 2 | 0122P000 | SUBCONJ. ANDAMIO MULTID. SOPORTE PISO | 4 |
| 1 | 0121P000 | SUBCONJ. PANELES DEL PISO | 1 |

OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.
Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|--------------|------|
| 0<X≤300 | ±0.5 |
| 300<X≤1000 | ±1 |
| 1000<X≤5000 | ±5 |
| 5000<X≤15000 | ±10 |

NO MEDIR
SOBRE PLANO

RUBIOLLO, Gonzalo D.

CONJUNTO PISO

Código: 0120P000

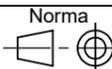
| | |
|----------|----------|
| Dibujado | Aprobado |
|----------|----------|

Fecha

Firma

Revisión: 00

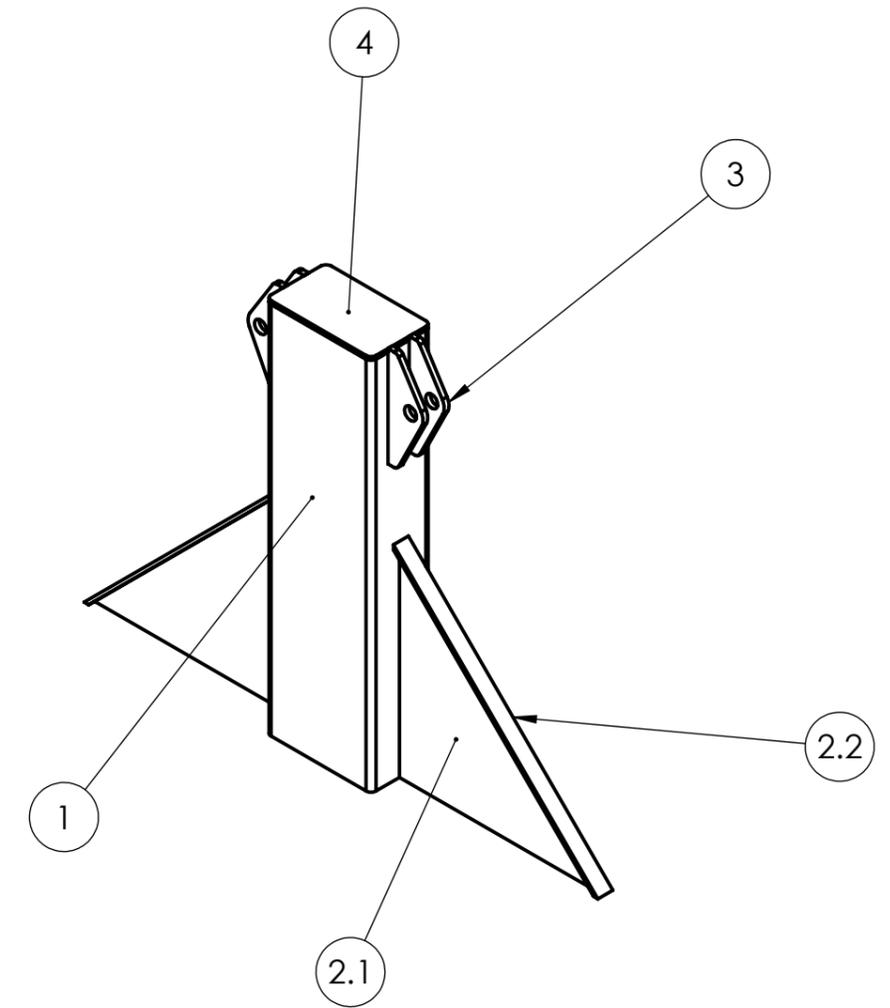
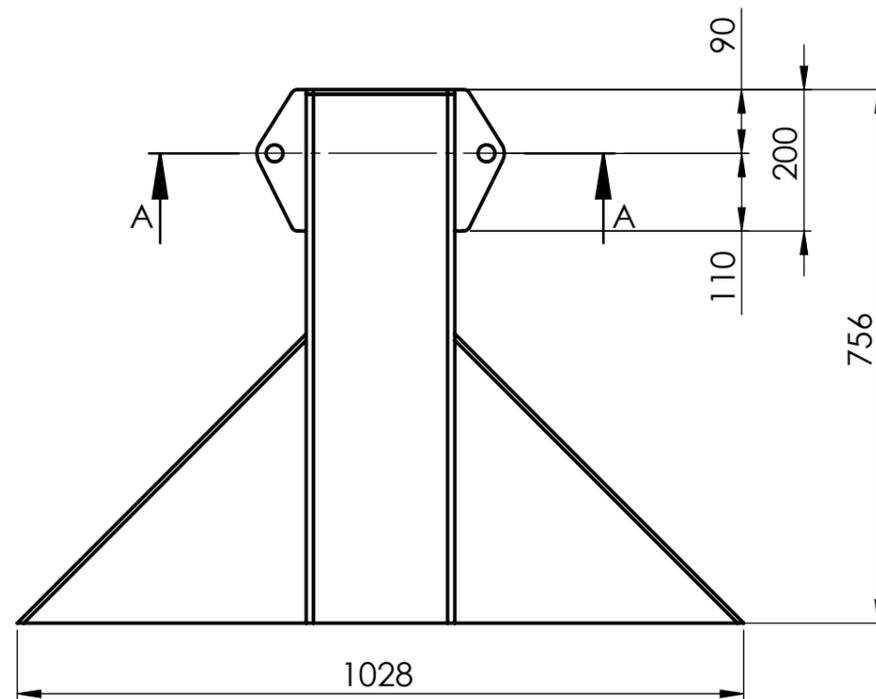
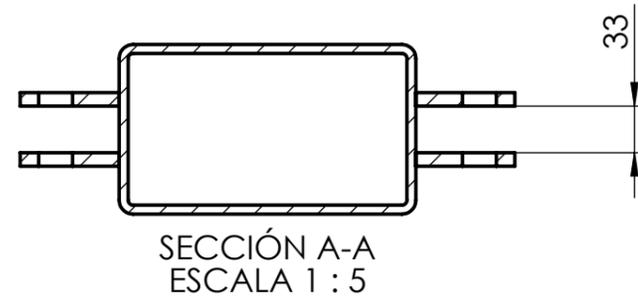
Material:



Norma

Escala

1:75



| 5 | 0120P001-4 | TAPA EXTREMO COLUMNA | 1 |
|-----|-------------|-----------------------------------|------|
| 4 | 0120P001-3 | ANCLAJE HIDRÁULICO PISO | 4 |
| 3 | 0120P001-22 | PLANCHUELA 2 1/2" X 1/4" L=570 mm | 2 |
| 2 | 0120P001-21 | CHAPA NERVIOS DE REFUERZO | 2 |
| 1 | 0120P001-1 | COLUMNA SOPORTE HID. PISO | 1 |
| N.º | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANT |

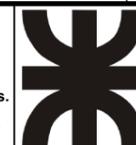
OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.

Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|------------------|------|
| 0 < X ≤ 300 | ±0.5 |
| 300 < X ≤ 1000 | ±1 |
| 1000 < X ≤ 5000 | ±5 |
| 5000 < X ≤ 15000 | ±10 |

NO MEDIR
SOBRE PLANO



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
NACIONAL**

FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA

RUBIOLO, Gonzalo D.

Denominación:

**SOPORTE
HIDRÁULICO PISO**

Código: 0120P001

| | |
|----------|----------|
| Dibujado | Aprobado |
|----------|----------|

Fecha

Firma

Revisión: 00

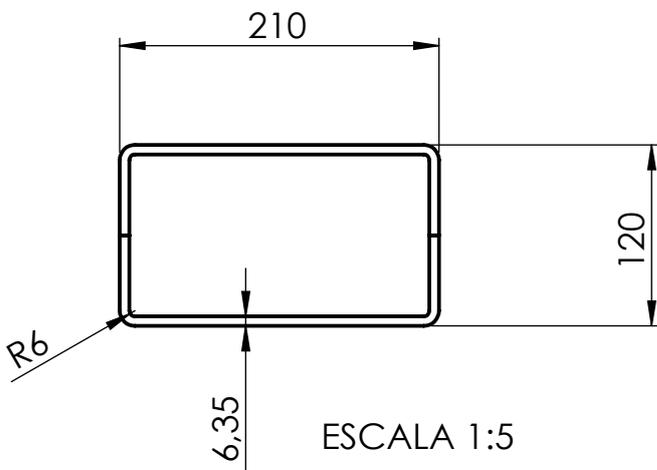
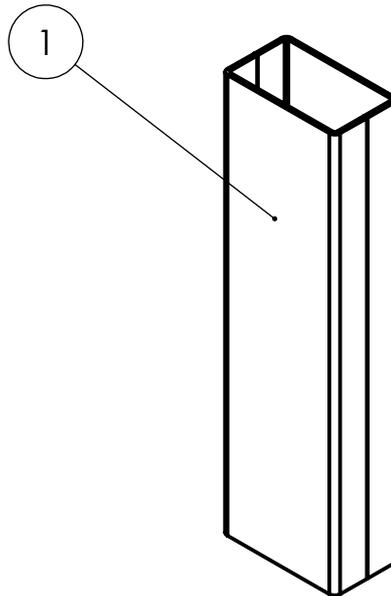
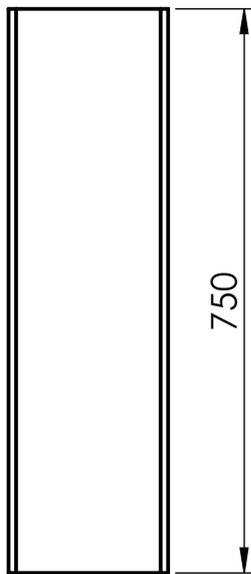
Material: SAE 1010

Norma



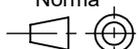
Escala

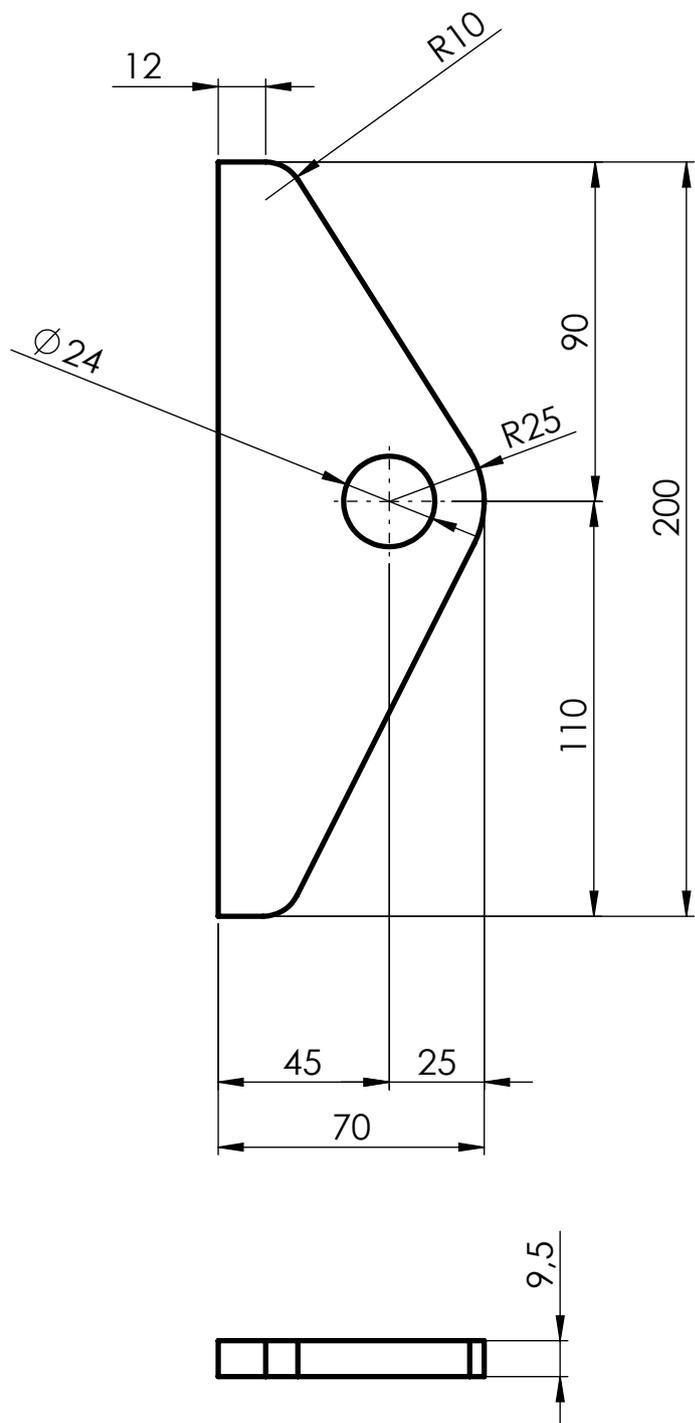
1:10



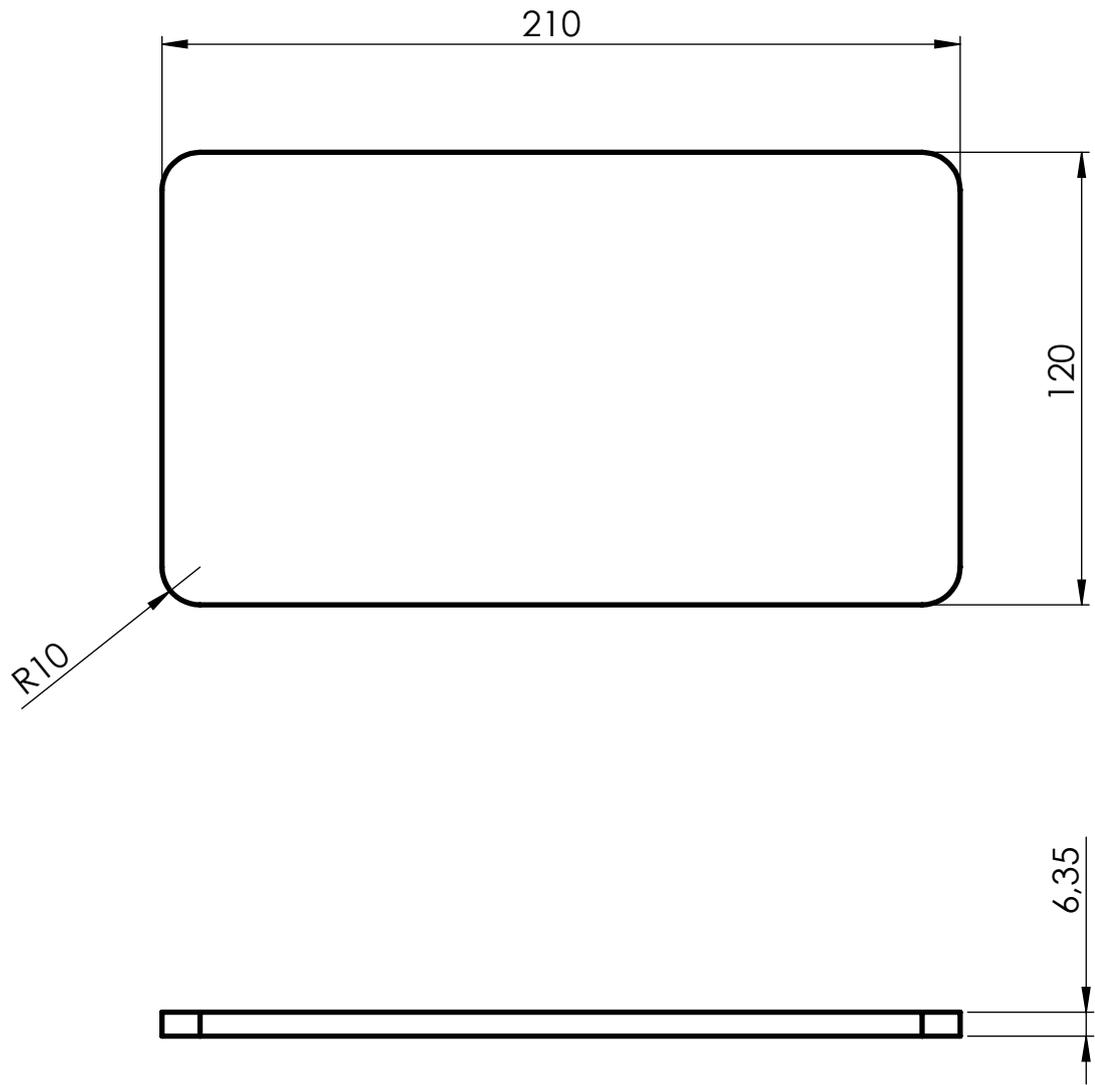
ESCALA 1:5

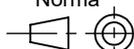
| | | | |
|-----|-------------|--------------------------------------|-------|
| 1 | 0120P001-11 | PLEGADO PERFIL "U" 210X60X6.35 L=750 | 2 |
| N.º | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANT. |

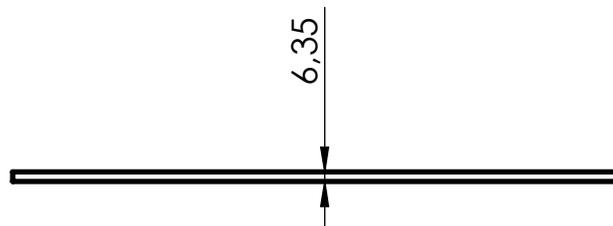
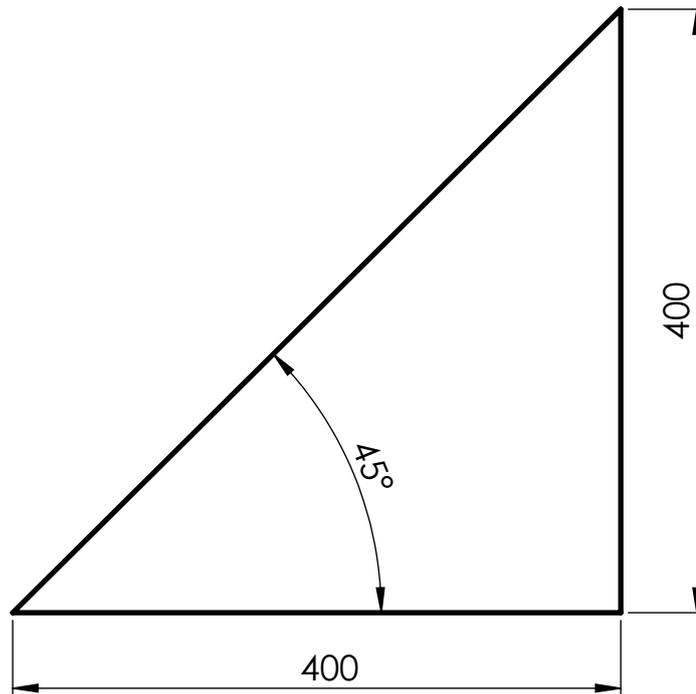
| | | | | |
|---|--|---|-------------------------------|----------|
| OBSERVACIONES Medidas expresadas en milímetros. Tolerancias (salvo especificación) 0 <math>< X \leq 300</math> ± 0.5 300 <math>< X \leq 1000</math> ± 1 1000 <math>< X \leq 5000</math> ± 5 5000 <math>< X \leq 15000</math> ± 10 NO MEDIR SOBRE PLANO |  UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA | Código: 0120P001-1 | | |
| | | | Dibujado | Aprobado |
| | RUBIOLO, Gonzalo D. Denominación: COLUMNA SOPORTE HID. PISO | Fecha | | |
| | | Firma | | |
| | | Revisión: 00 | Material: Chapa 1/4" SAE 1010 | |
| | Norma |  | Escala 1:10 | |



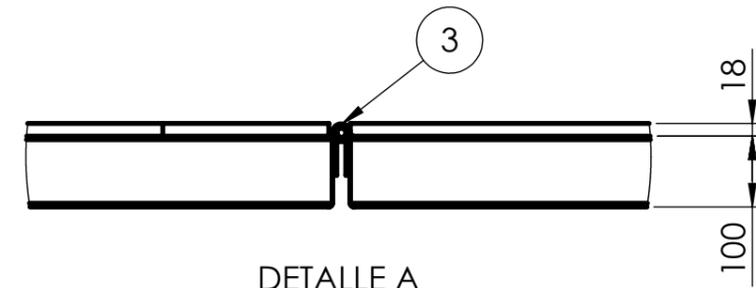
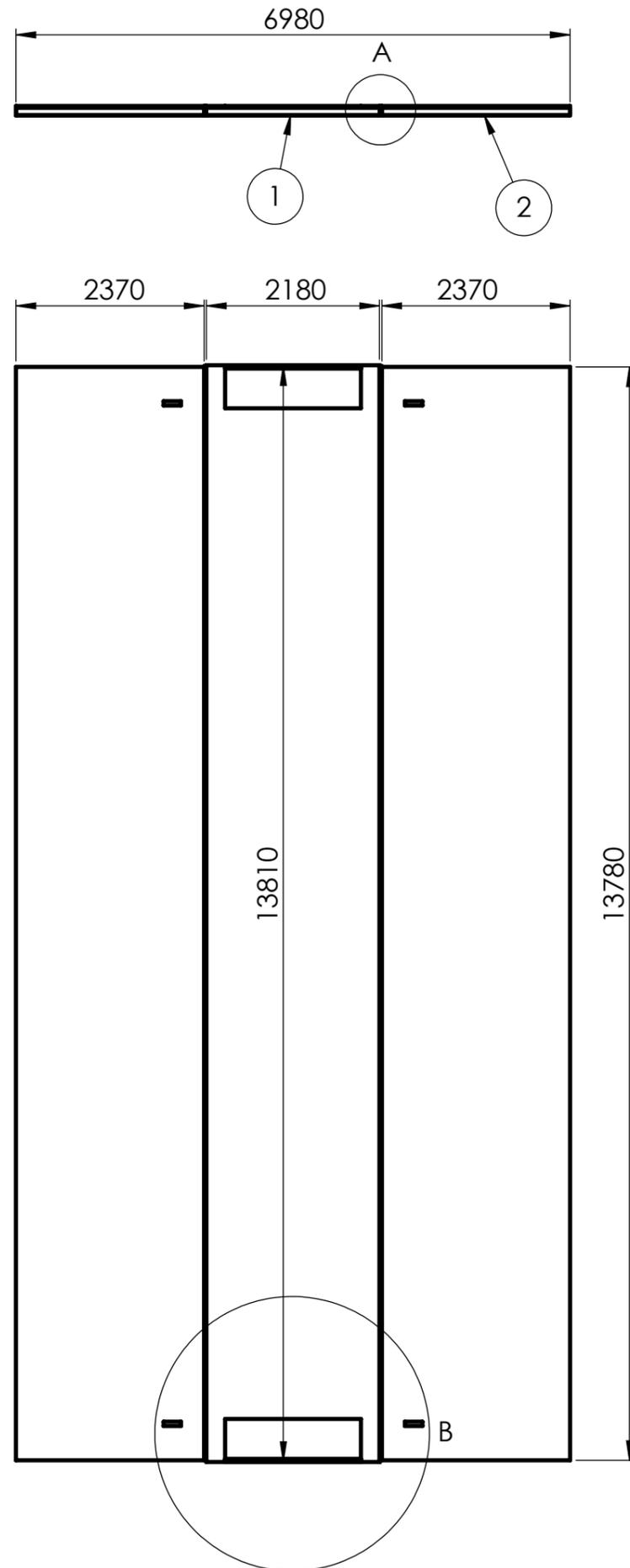
| | | | | | | | | | | | |
|--|--|---------------------------------|----------------|-----|-----------------|-----|------------------|------|---|--------------------|--|
| <p>OBSERVACIONES</p> <p>Medidas expresadas en milímetros.</p> <p>Tolerancias (salvo especificación)</p> <table border="0"> <tr> <td>0 < X ≤ 300</td> <td>± 0.5</td> </tr> <tr> <td>300 < X ≤ 1000</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>1000 < X ≤ 5000</td> <td>± 5</td> </tr> <tr> <td>5000 < X ≤ 15000</td> <td>± 10</td> </tr> </table> <p>NO MEDIR SOBRE PLANO</p> | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |  <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p> <p>FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA</p> | Código: 0120P001-3 | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | |
| <p>RUBIOLO, Gonzalo D.</p> <p>Denominación:</p> <p>ANCLAJE HIDRÁULICO PISO</p> | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | | |
| | Fecha | | | | | | | | | | |
| | Firma | | | | | | | | | | |
| | | Revisión: 00 | | | | | | | | | |
| | | Material: Chapa 3/8" SAE 1010 | | | | | | | | | |
| | <p>Norma</p>  | <p>Escala</p> <p>1:2</p> | | | | | | | | | |



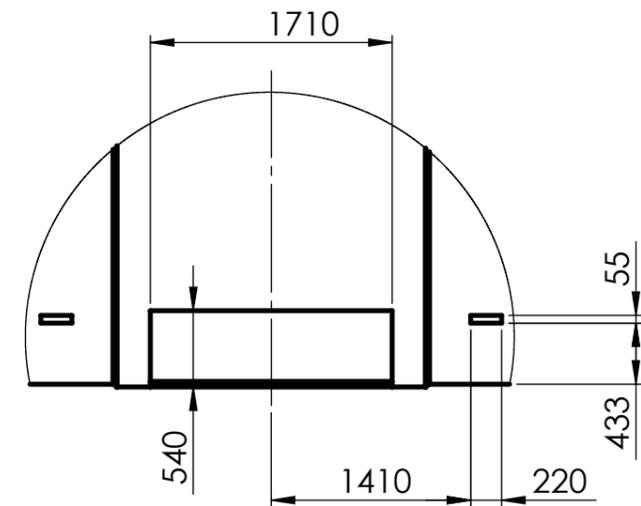
| | | | | | | | | | | | |
|--|------------------|---------------------------------|----------------|-----|-----------------|-----|------------------|------|---|--------------------|--|
| <p>OBSERVACIONES</p> <p>Medidas expresadas en milímetros.</p> <p>Tolerancias (salvo especificación)</p> <table border="0"> <tr> <td>0 < X ≤ 300</td> <td>± 0.5</td> </tr> <tr> <td>300 < X ≤ 1000</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>1000 < X ≤ 5000</td> <td>± 5</td> </tr> <tr> <td>5000 < X ≤ 15000</td> <td>± 10</td> </tr> </table> <p>NO MEDIR SOBRE PLANO</p> | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |  <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p> <p>FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA</p> | Código: 0120P001-4 | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | |
| <p>RUBIOLO, Gonzalo D.</p> <p>Denominación:</p> <p>TAPA EXTREMO COLUMNA</p> | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | | |
| | Fecha | | | | | | | | | | |
| | Firma | | | | | | | | | | |
| Revisión: 00 | | Material: Chapa 1/4" SAE 1010 | | | | | | | | | |
| <p>Norma</p>  | | <p>Escala</p> <p>1:2</p> | | | | | | | | | |



| | | | | | | | | | | | |
|--|------------------|---------------------------------|----------------|-----|-----------------|-----|------------------|------|---|---------------------|--|
| <p>OBSERVACIONES</p> <p>Medidas expresadas en milímetros.</p> <p>Tolerancias (salvo especificación)</p> <table border="0"> <tr> <td>0 < X ≤ 300</td> <td>± 0.5</td> </tr> <tr> <td>300 < X ≤ 1000</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>1000 < X ≤ 5000</td> <td>± 5</td> </tr> <tr> <td>5000 < X ≤ 15000</td> <td>± 10</td> </tr> </table> <p>NO MEDIR SOBRE PLANO</p> | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |  <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p> <p>FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA</p> | Código: 0120P001-21 | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | |
| <p>RUBIOLO, Gonzalo D.</p> <p>Denominación:</p> <p>CHAPA NERVIO DE REFUERZO</p> | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | | |
| | Fecha | | | | | | | | | | |
| | Firma | | | | | | | | | | |
| Revisión: 00 | | Material: Chapa 1/4" SAE 1010 | | | | | | | | | |
| <p>Norma</p>  | | <p>Escala</p> <p>1:5</p> | | | | | | | | | |



DETALLE A
ESCALA 1 : 10



DETALLE B
ESCALA 1 : 50

NOTA: En cada articulación se colocan 11 bisagras separadas 1380 mm

| 3 | 0000C004 | BISAGRA | 22 |
|-----|----------|----------------------|------|
| 2 | 0121P002 | PANEL REBATIBLE PISO | 2 |
| 1 | 0121P001 | PANEL CENTRAL PISO | 1 |
| N.º | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANT |

OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.
Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|------------------|------|
| 0 < X ≤ 300 | ±0.5 |
| 300 < X ≤ 1000 | ±1 |
| 1000 < X ≤ 5000 | ±5 |
| 5000 < X ≤ 15000 | ±10 |

NO MEDIR
SOBRE PLANO

RUBIOLLO, Gonzalo D.

**SUBCONJ. PANALES
DEL PISO**

Código: 0121P000

| | |
|----------|----------|
| Dibujado | Aprobado |
|----------|----------|

Fecha

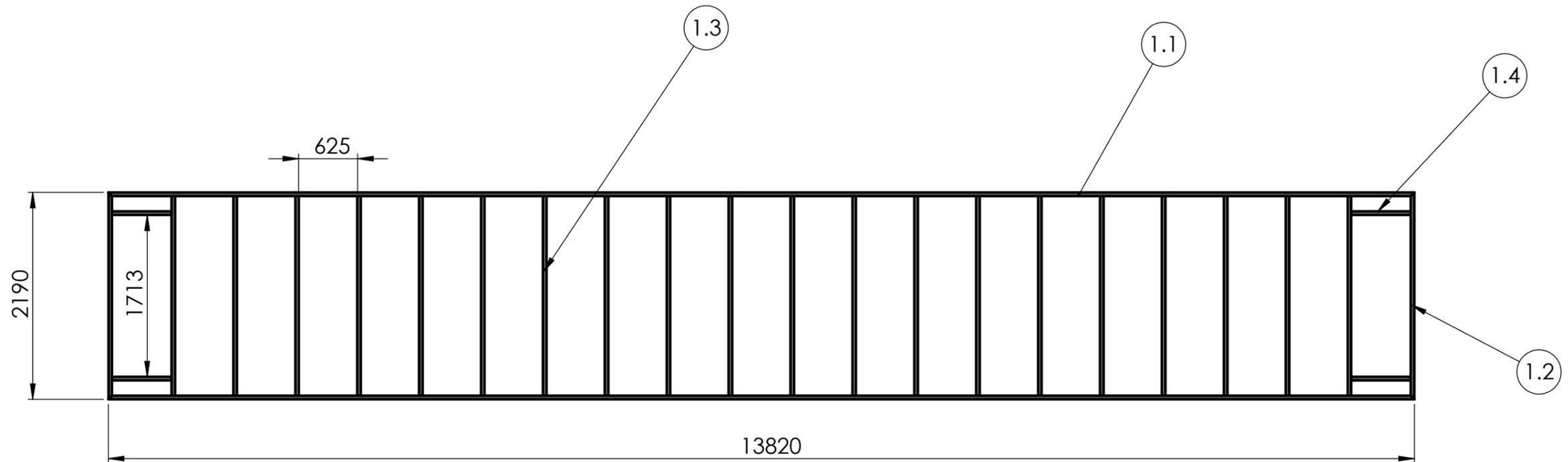
Firma

Revisión: 00

Material:

Norma

Escala
1:75



| 1.4 | TUBO ESTRUCTURAL 100X40X2.5 mm | 4 | 627.5 | 0.00 | 0.00 |
|-----|--------------------------------|------|-------|-------|-------|
| 1.3 | TUBO ESTRUCTURAL 100X40X2.5 mm | 20 | 2110 | 0.00 | 0.00 |
| 1.2 | TUBO ESTRUCTURAL 100X40X2.5 mm | 2 | 2190 | 45.00 | 45.00 |
| 1.1 | TUBO ESTRUCTURAL 100X40X2.5 mm | 2 | 13820 | 45.00 | 45.00 |
| N.º | DESCRIPCIÓN | CANT | LONG | ÁNG1 | ÁNG2 |

OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.

Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|--------------|------|
| 0<X≤300 | ±0.5 |
| 300<X≤1000 | ±1 |
| 1000<X≤5000 | ±5 |
| 5000<X≤15000 | ±10 |

NO MEDIR
SOBRE PLANO

RUBIOLLO, Gonzalo D.

**PANEL CENTRAL
PISO**

Código: 0121P001

| | |
|----------|----------|
| Dibujado | Aprobado |
|----------|----------|

Fecha

Firma

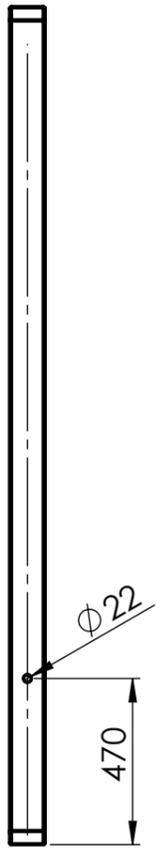
Revisión: 00

Material: SAE 1010

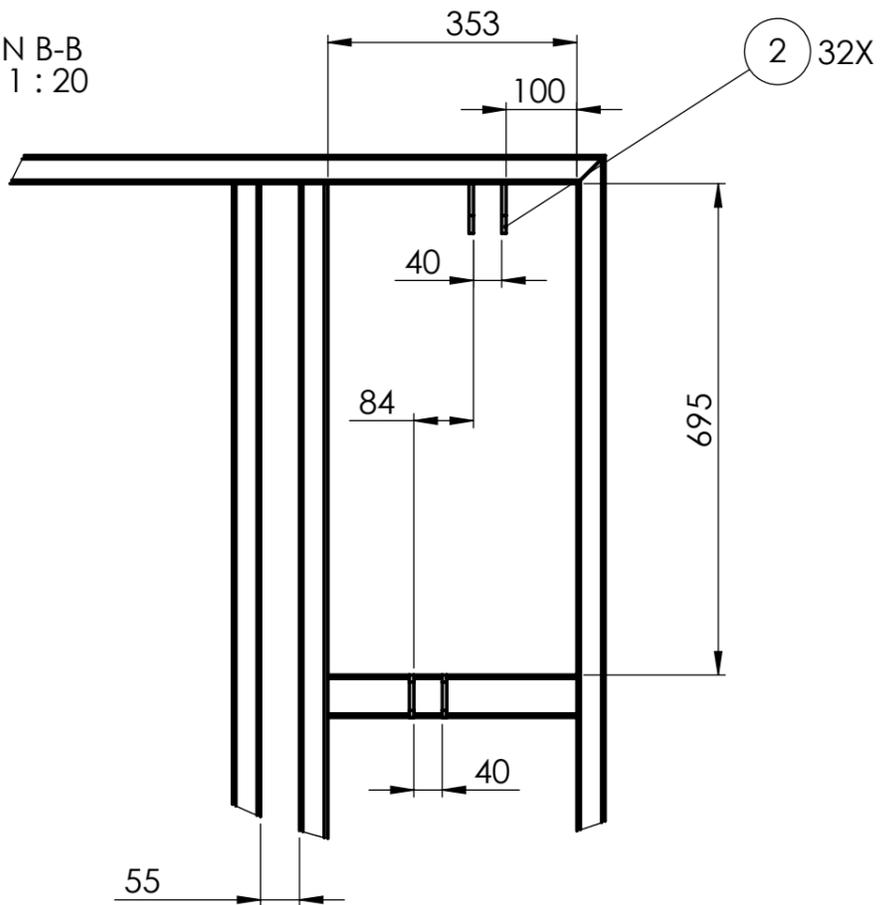
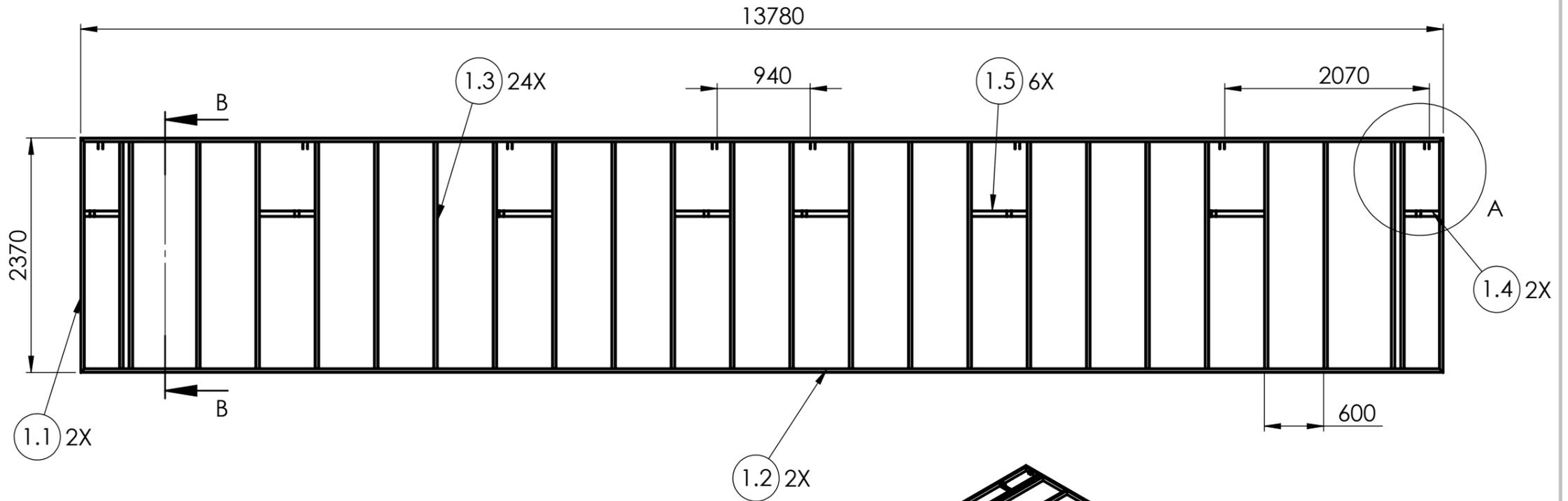


Escala

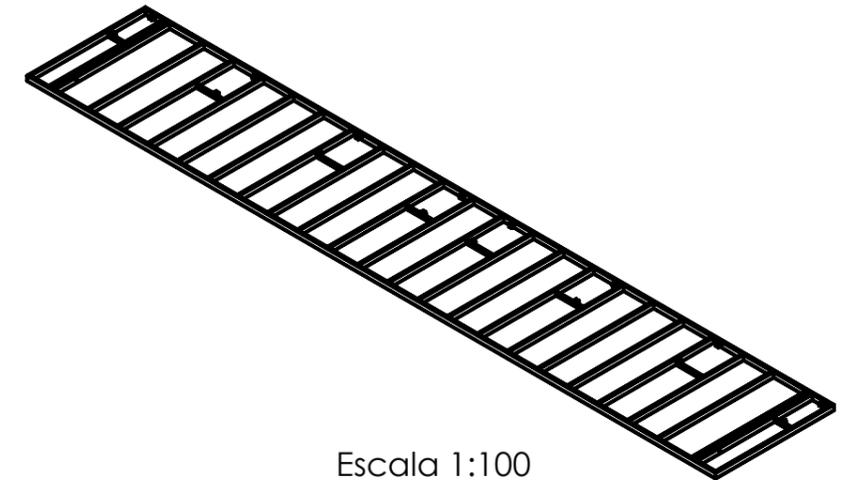
1:50



SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 20



DETALLE A
ESCALA 1 : 10



Escala 1:100

| N.º | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANT | LONG | ÁNG1 | ÁNG2 |
|-----|------------|---------------------------|------|-------|-------|-------|
| 2 | 0121P002-1 | ANCLAJE ANDAMIO | 32 | | | |
| 1.5 | | TUBO ESTRU. 60X30X2.5 mm | 6 | 560 | 0.00 | 0.00 |
| 1.4 | | TUBO ESTRU. 60X30X2.5 mm | 2 | 352.5 | 0.00 | 0.00 |
| 1.3 | | TUBO ESTRU. 100X40X2.5 mm | 24 | 2290 | 0.00 | 0.00 |
| 1.2 | | TUBO ESTRU. 100X40X2.5 mm | 2 | 13780 | 45.00 | 45.00 |
| 1.1 | | TUBO ESTRU. 100X40X2.5 mm | 2 | 2370 | 45.00 | 45.00 |

OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.
Tolerancias (salvo especificación)

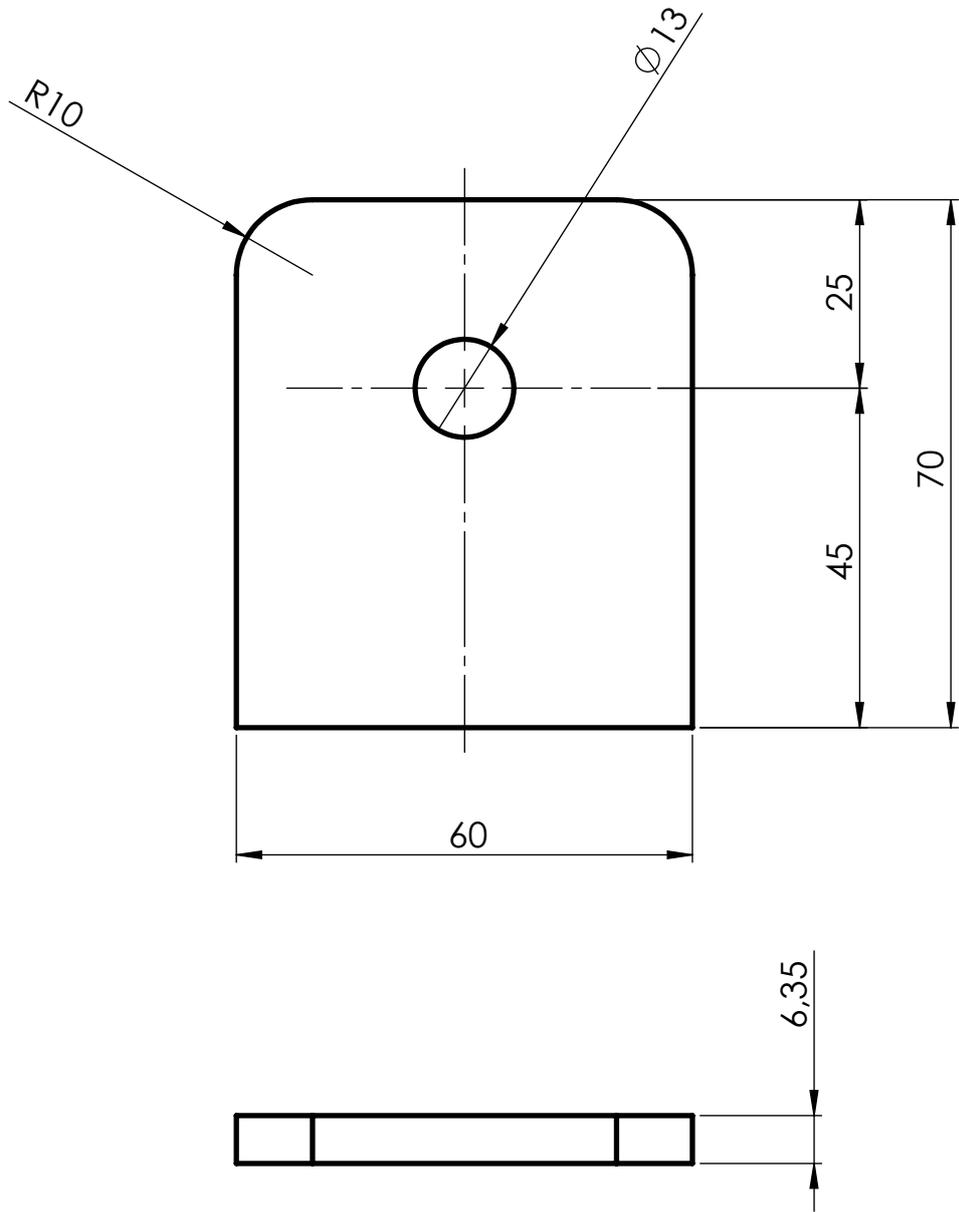
0<X≤300 ±0.5
300<X≤1000 ±1
1000<X≤5000 ±5
5000<X≤15000 ±10

NO MEDIR
SOBRE PLANO

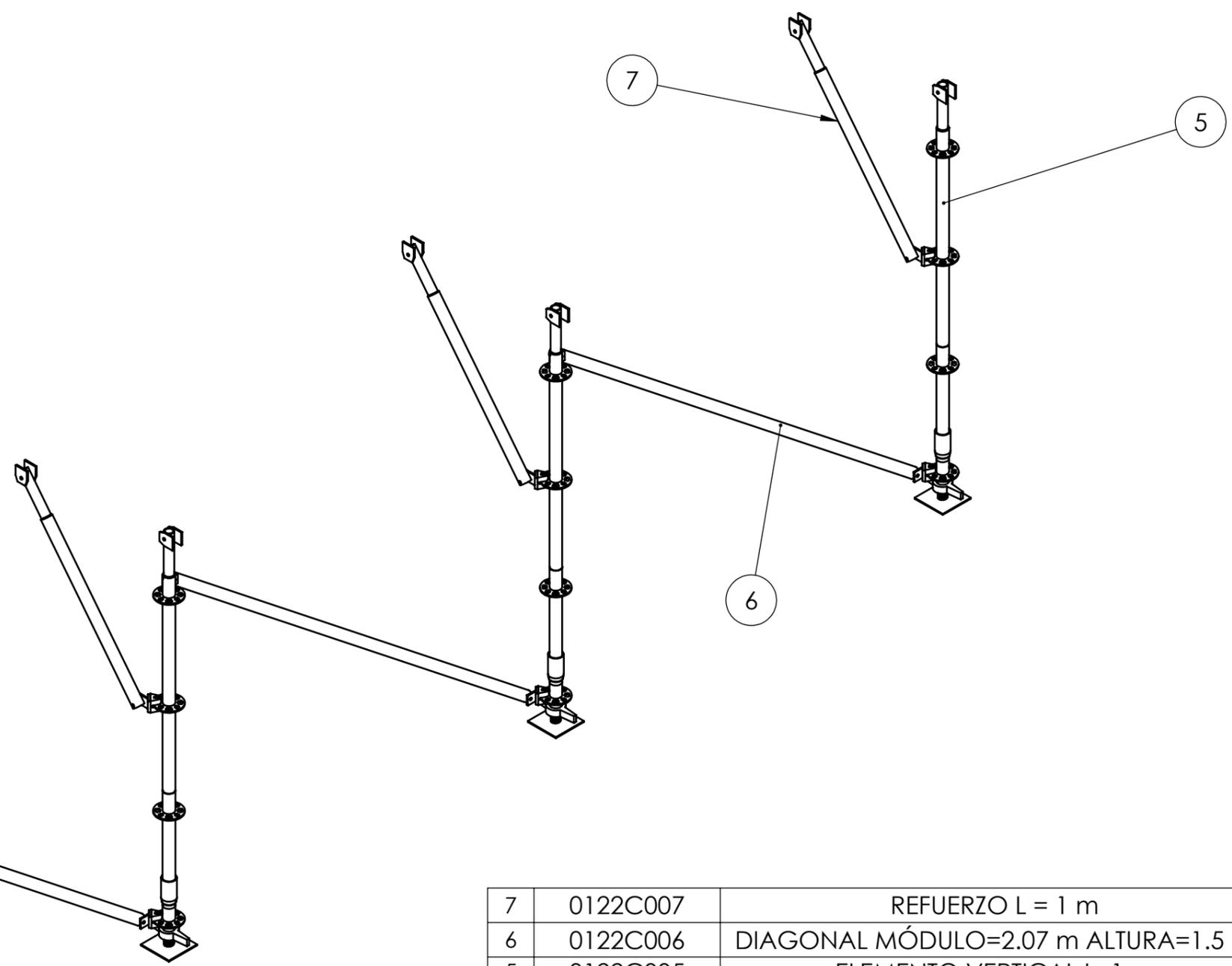
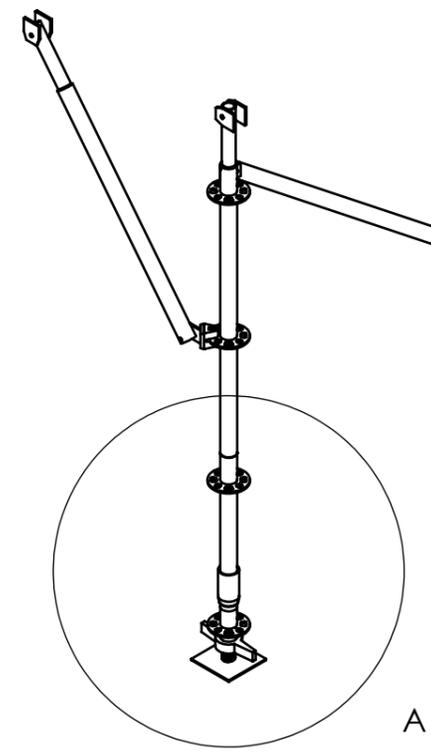
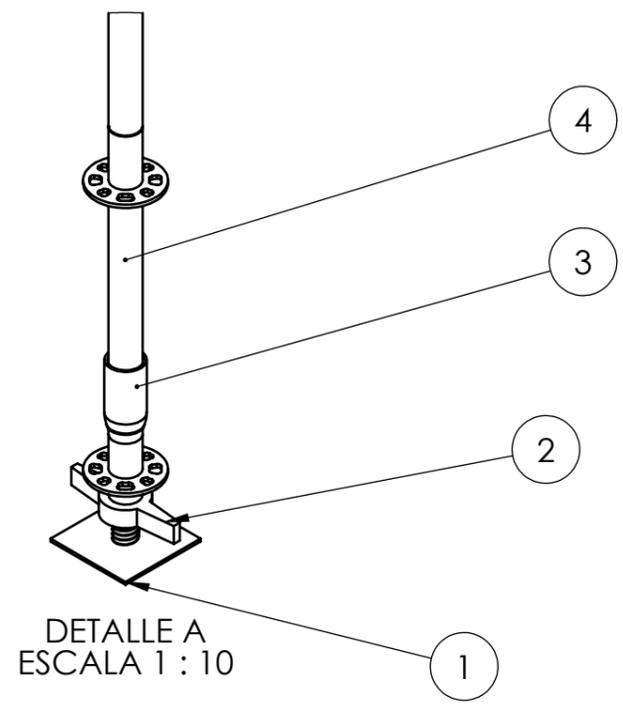
RUBIOLLO, Gonzalo D.

PANEL REBATIBLE
PISO

| | | |
|--------------------|----------|--|
| Código:0121P002 | | |
| Dibujado | Aprobado | |
| Fecha | | |
| Firma | | |
| Revisión: 00 | | |
| Material: SAE 1010 | | |
| Norma | Escala | |
| | 1:50 | |



| | | | | | | | | | | | |
|--|------------------|---|----------------|-----|-----------------|-----|------------------|------|---|--------------------|--|
| <p>OBSERVACIONES</p> <p>Medidas expresadas en milímetros.</p> <p>Tolerancias (salvo especificación)</p> <table border="0"> <tr> <td>0 < X ≤ 300</td> <td>± 0.5</td> </tr> <tr> <td>300 < X ≤ 1000</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>1000 < X ≤ 5000</td> <td>± 5</td> </tr> <tr> <td>5000 < X ≤ 15000</td> <td>± 10</td> </tr> </table> <p>NO MEDIR SOBRE PLANO</p> | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |  <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p> <p>FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA</p> | Código: 0121P002-1 | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | |
| RUBIOLO, Gonzalo D. | | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | |
| Denominación: | | Fecha | | | | | | | | | |
| ANCLAJE ANDAMIO | | Firma | | | | | | | | | |
| | | Revisión: 00 | | | | | | | | | |
| | | Material: Chapa 1/4" SAE 1010 | | | | | | | | | |
| | | Norma | Escala | | | | | | | | |
| | |  | 1:1 | | | | | | | | |



| 7 | 0122C007 | REFUERZO L = 1 m | 4 |
|-----|--------------|-------------------------------------|----------|
| 6 | 0122C006 | DIAGONAL MÓDULO=2.07 m ALTURA=1.5 m | 3 |
| 5 | 0122C005 | ELEMENTO VERTICAL L=1 m | 4 |
| 4 | 0122C004 | ELEMENTO VERTICAL L=0.5 m | 4 |
| 3 | 0122C003 | COLLARIN | 4 |
| 2 | 0122C002 | PALOMETA | 4 |
| 1 | 0122C001 | BASE REGULABLE | 4 |
| N.º | N.º DE PIEZA | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |

OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.
Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|--------------|------|
| 0<X≤300 | ±0.5 |
| 300<X≤1000 | ±1 |
| 1000<X≤5000 | ±5 |
| 5000<X≤15000 | ±10 |

NO MEDIR
SOBRE PLANO

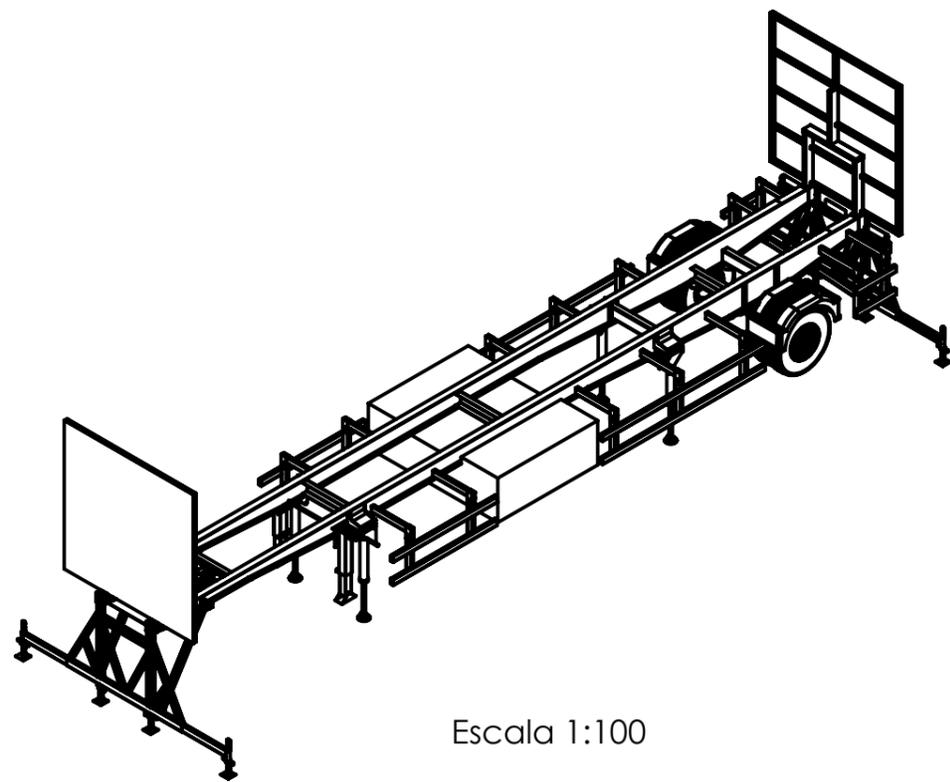
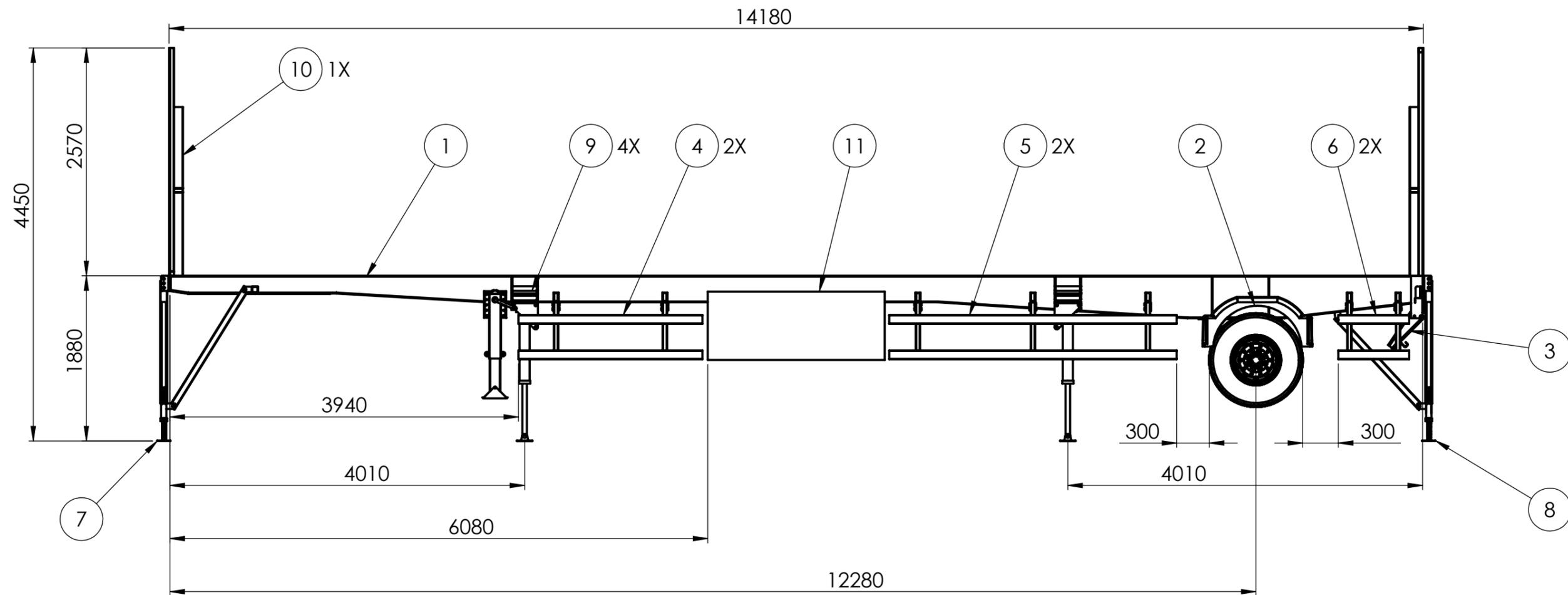
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA

RUBIOLO, Gonzalo D.

Denominación:
SUBCONJ. ANDAMIO MULTID.
SOPORTE PISO

| | | |
|------------------|----------|--|
| Código: 0122P000 | | |
| Dibujado | Aprobado | |
| Fecha | | |
| Firma | | |
| Revisión: 00 | | |
| Material: | | |
| Norma | Escala | |
| | 1:20 | |



Escala 1:100

| 11 | 0130P002 | CAJÓN | 1 |
|-----|----------|--|------|
| 10 | 0130P001 | PANEL VERTICAL | 2 |
| 9 | 0139P000 | SUBCONJUNTO CILINDRO ELEVACIÓN CHASIS | 4 |
| 8 | 0138P000 | SUBCONJ. ESTRUCTURA ESTABILIZADORA TRASERA | 1 |
| 7 | 0137P000 | SUBCONJ. ESTRUCTURA ESTABILIZADORA DELANTERA | 1 |
| 6 | 0136P000 | SUBCONJ. PROTECCIONES LAT. TRASERAS | 2 |
| 5 | 0135P000 | SUBCONJ. PROTECCIONES LAT. CENTRALES | 2 |
| 4 | 0134P000 | SUBCONJ. PROTECCIONES LAT. DELANTERAS | 2 |
| 3 | 0133P000 | SUBCONJUNTO PARAGOLPE | 1 |
| 2 | 0132P000 | SUBCONJUNTO EJE | 1 |
| 1 | 0131P000 | SUBCONJUNTO BASTIDOR | 1 |
| N.º | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANT |

OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.
Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|--------------|------|
| 0<X≤300 | ±0.5 |
| 300<X≤1000 | ±1 |
| 1000<X≤5000 | ±5 |
| 5000<X≤15000 | ±10 |

NO MEDIR
SOBRE PLANO

RUBIOLLO, Gonzalo D.

CONJUNTO CHASIS

Código: 0130P000

| | |
|----------|----------|
| Dibujado | Aprobado |
|----------|----------|

Fecha

Firma

Revisión: 00

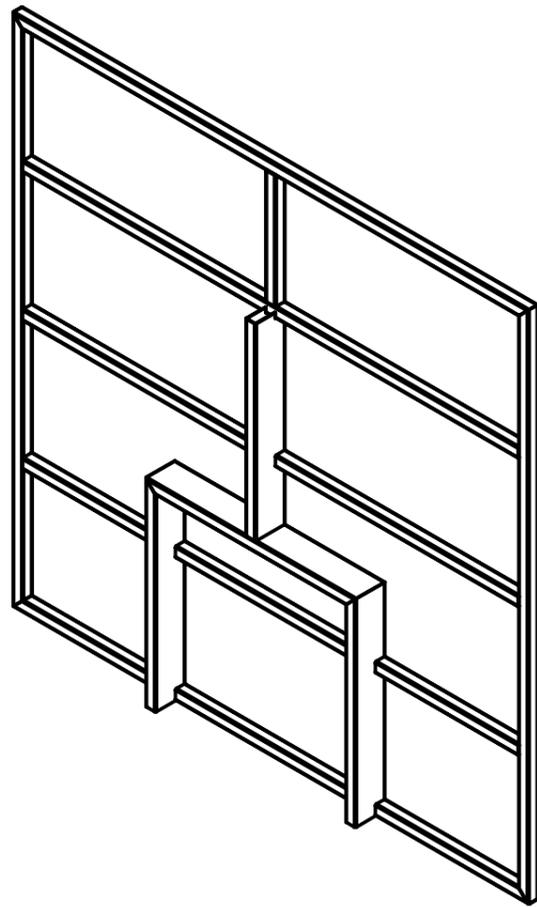
Material:

Norma

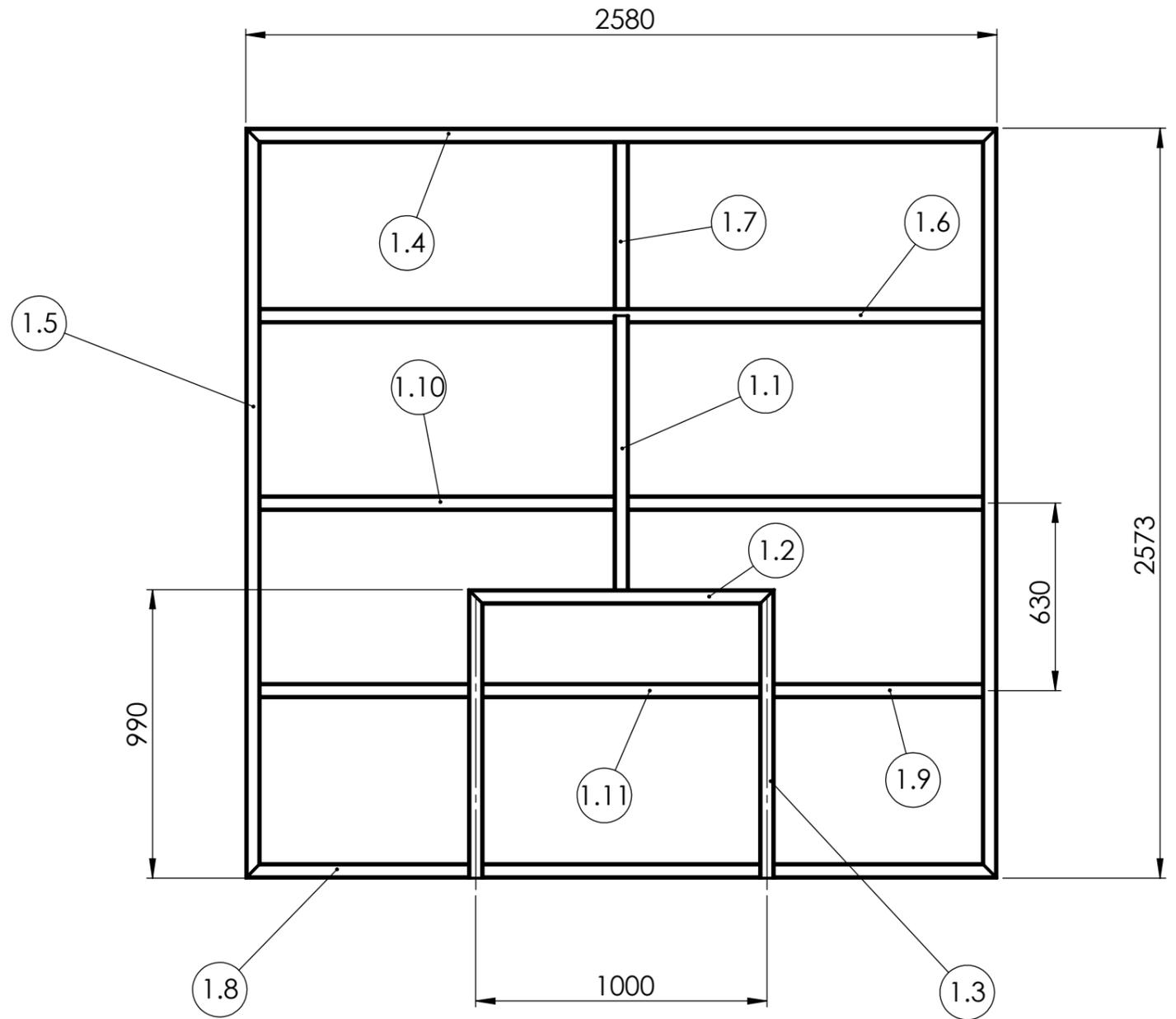


Escala

1:50



ESCALA 1:25



| | | | | | |
|------|-------------------------|--------|-------|-------|------|
| 1.11 | TUBO EST. 50X50X2.5 mm | 950 | 0.00 | 0.00 | 2 |
| 1.10 | TUBO EST. 50X50X2.5 mm | 1215 | 0.00 | 0.00 | 2 |
| 1.9 | TUBO EST. 50X50X2.5 mm | 715 | 0.00 | 0.00 | 2 |
| 1.8 | TUBO EST. 50X50X2.5 mm | 765 | 0.00 | 45.00 | 2 |
| 1.7 | TUBO EST. 50X50X2.5 mm | 568.25 | 0.00 | 0.00 | 1 |
| 1.6 | TUBO EST. 50X50X2.5 mm | 2480 | 0.00 | 0.00 | 1 |
| 1.5 | TUBO EST. 50X50X2.5 mm | 2573 | 45.00 | 45.00 | 2 |
| 1.4 | TUBO EST. 50X50X2.5 mm | 2580 | 45.00 | 45.00 | 1 |
| 1.3 | TUBO EST. 100X50X3.2 mm | 989.88 | 0.00 | 45.00 | 2 |
| 1.2 | TUBO EST. 100X50X3.2 mm | 1050 | 45.00 | 45.00 | 1 |
| 1.1 | TUBO EST. 100X50X3.2 mm | 939.88 | 0.00 | - | 1 |
| N.º | DESCRIPCIÓN | LONG | ÁNG1 | ÁNG2 | CANT |

OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.
Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|--------------|------|
| 0<X≤300 | ±0.5 |
| 300<X≤1000 | ±1 |
| 1000<X≤5000 | ±5 |
| 5000<X≤15000 | ±10 |

NO MEDIR
SOBRE PLANO

RUBIOLLO, Gonzalo D.

PANEL VERTICAL

Código: 0130P001

| | |
|----------|----------|
| Dibujado | Aprobado |
|----------|----------|

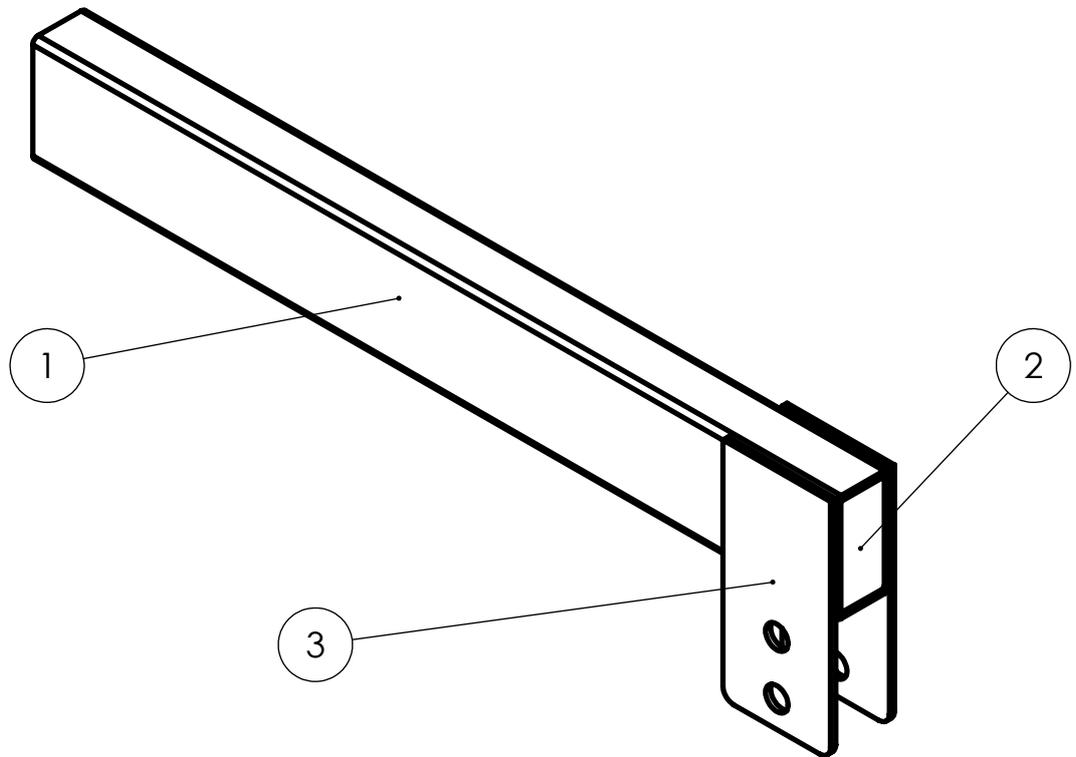
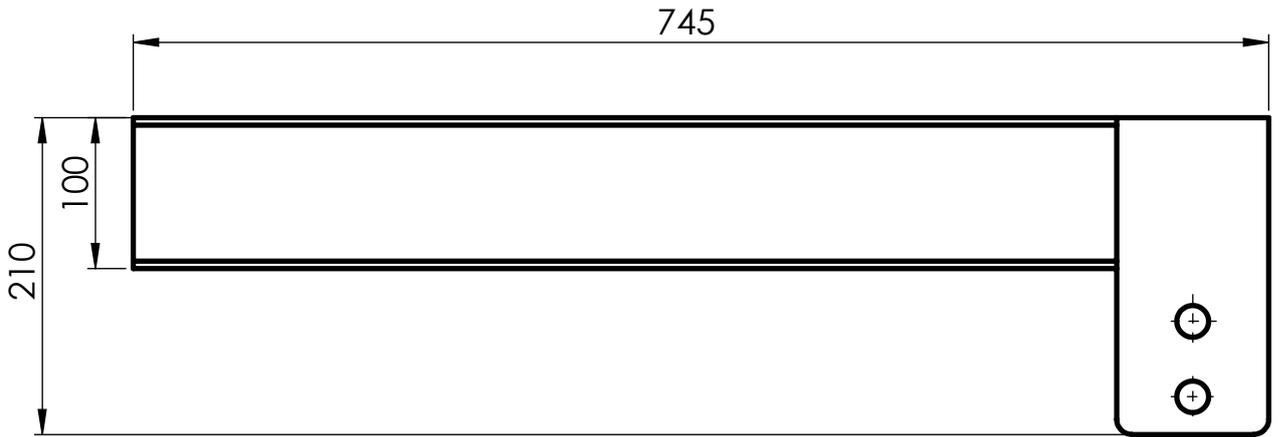
Fecha

Firma

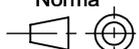
Revisión: 00

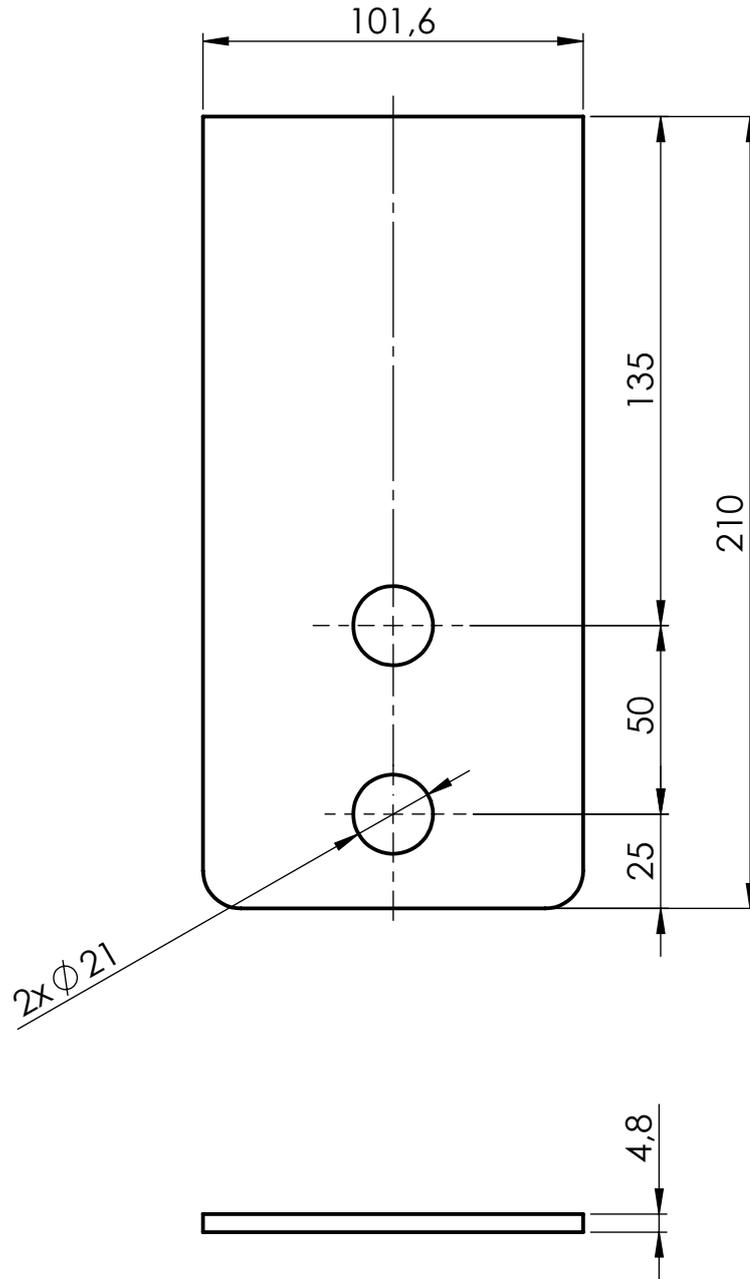
Material: SAE 1010

| | |
|-------|--------|
| Norma | Escala |
| | 1:20 |

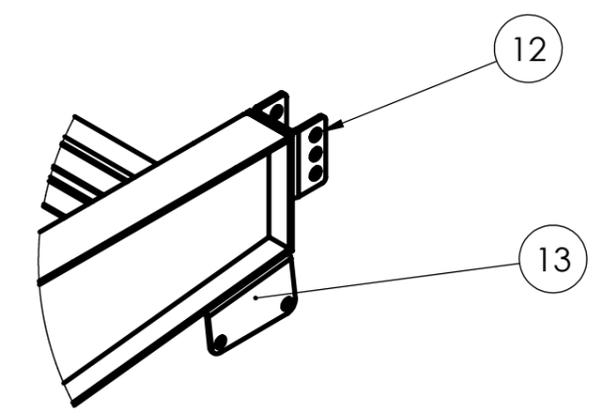
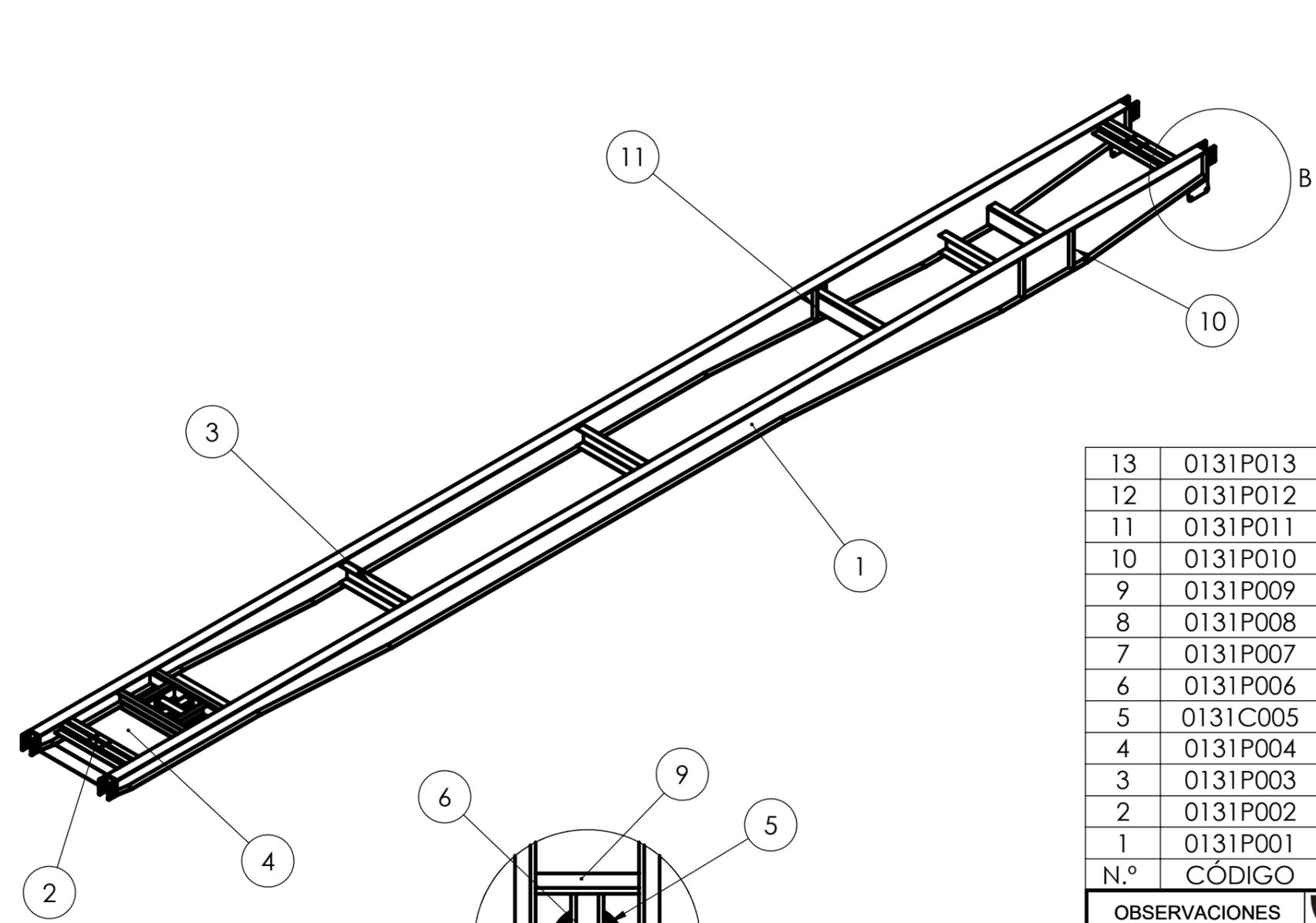
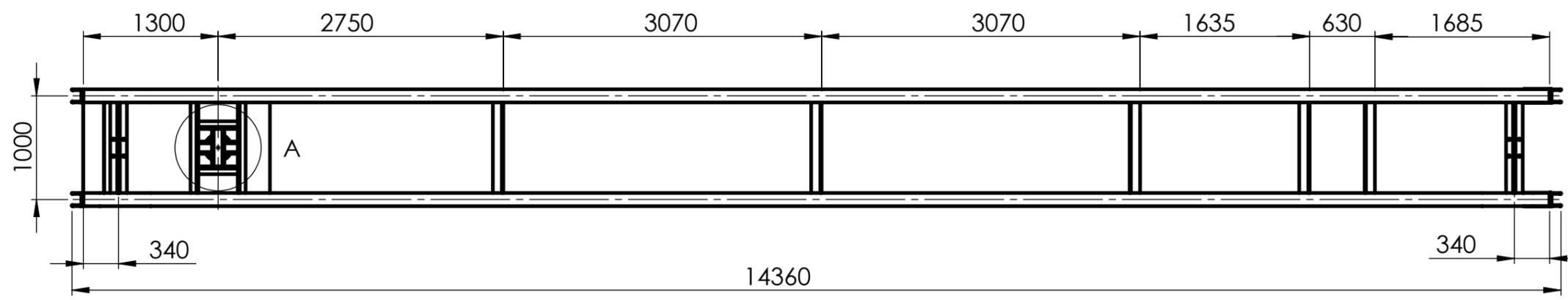


| 3 | 0130P003-3 | PLANCHUELA 4" X 3/16" L=210 mm | 2 |
|-----|------------|--------------------------------|------|
| 2 | 0130P003-2 | TAPA INTERIOR EN EXTREMO | 1 |
| 1 | 0130P003-1 | TUBO EST. 100X50X2 mm L=745 mm | 1 |
| N.º | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANT |

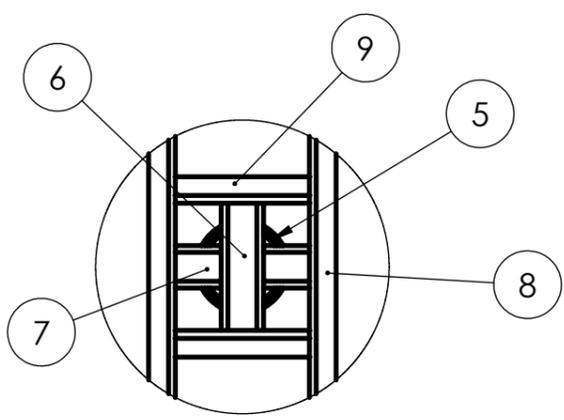
| | | | | | | | | | | | |
|---|---|------------|----------------|----|-----------------|----|------------------|-----|---|------------------|--|
| OBSERVACIONES Medidas expresadas en milímetros. Tolerancias (salvo especificación) <table style="font-size: small;"> <tr><td>0 < X ≤ 300</td><td>±0.5</td></tr> <tr><td>300 < X ≤ 1000</td><td>±1</td></tr> <tr><td>1000 < X ≤ 5000</td><td>±5</td></tr> <tr><td>5000 < X ≤ 15000</td><td>±10</td></tr> </table> NO MEDIR SOBRE PLANO | 0 < X ≤ 300 | ±0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ±1 | 1000 < X ≤ 5000 | ±5 | 5000 < X ≤ 15000 | ±10 |  UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA | Código: 0130P003 | |
| | 0 < X ≤ 300 | ±0.5 | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ±1 | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ±5 | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ±10 | | | | | | | | | |
| | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | | |
| Fecha | | | | | | | | | | | |
| Firma | | | | | | | | | | | |
| Denominación: | Revisión: 00 | | | | | | | | | | |
| ANCLAJE PROTECCIÓN LATERAL | Material: SAE 1010 | | | | | | | | | | |
| | Norma | Escala | | | | | | | | | |
| |  | 1:5 | | | | | | | | | |



| | | | | | | | | | | | |
|--|--|---------------------------------|----------------|-----|-----------------|-----|------------------|------|---|--------------------|--|
| <p>OBSERVACIONES</p> <p>Medidas expresadas en milímetros.</p> <p>Tolerancias (salvo especificación)</p> <table border="0"> <tr> <td>0 < X ≤ 300</td> <td>± 0.5</td> </tr> <tr> <td>300 < X ≤ 1000</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>1000 < X ≤ 5000</td> <td>± 5</td> </tr> <tr> <td>5000 < X ≤ 15000</td> <td>± 10</td> </tr> </table> <p>NO MEDIR SOBRE PLANO</p> | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |  <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p> <p>FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA</p> | Código: 0130P003-3 | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | |
| <p>RUBIOLO, Gonzalo D.</p> <p>Denominación:</p> <p>PLANCHUELA 4" X 3/16" L=210</p> | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | | |
| | Fecha | | | | | | | | | | |
| | Firma | | | | | | | | | | |
| | Revisión: 00 | Material: SAE 1010 | | | | | | | | | |
| | <p>Norma</p>  | <p>Escala</p> <p>1:2</p> | | | | | | | | | |



DETALLE B
ESCALA 1 : 15



DETALLE A
ESCALA 1 : 20

| | | | |
|-----|----------|--------------------------------|------|
| 13 | 0131P013 | ANCLAJE PARAGOLPE | 2 |
| 12 | 0131P012 | ANCLAJE ESTRUCTURA ESTAB. | 4 |
| 11 | 0131P011 | CARTELA 60.5x371x9.5 mm | 2 |
| 10 | 0131P010 | CARTELA 60.5x461x9.5 mm | 2 |
| 9 | 0131P009 | PERFIL "U" 150X75X9.5 L=380 mm | 2 |
| 8 | 0131P008 | PERFIL "U" 150X75X9.5 L=994 mm | 2 |
| 7 | 0131P007 | PERFIL "U" 120X60X9.5 L=130 mm | 2 |
| 6 | 0131P006 | PERFIL "U" 120X60X9.5 L=360 | 1 |
| 5 | 0131C005 | PLACA FIJACIÓN PERNO REY | 1 |
| 4 | 0131P004 | CHAPA DE FRICCIÓN | 1 |
| 3 | 0131P003 | TRAVESAÑO BASTIDOR | 5 |
| 2 | 0131P002 | TRAVESAÑO CILINDRO DE ELEV. | 4 |
| 1 | 0131P001 | VIGA PRINCIPAL | 2 |
| N.º | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANT |

OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.
Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|--------------|------|
| 0<X≤300 | ±0.5 |
| 300<X≤1000 | ±1 |
| 1000<X≤5000 | ±5 |
| 5000<X≤15000 | ±10 |

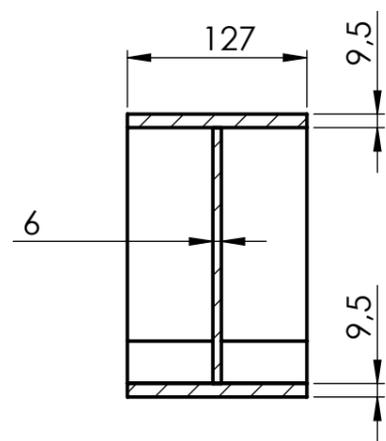
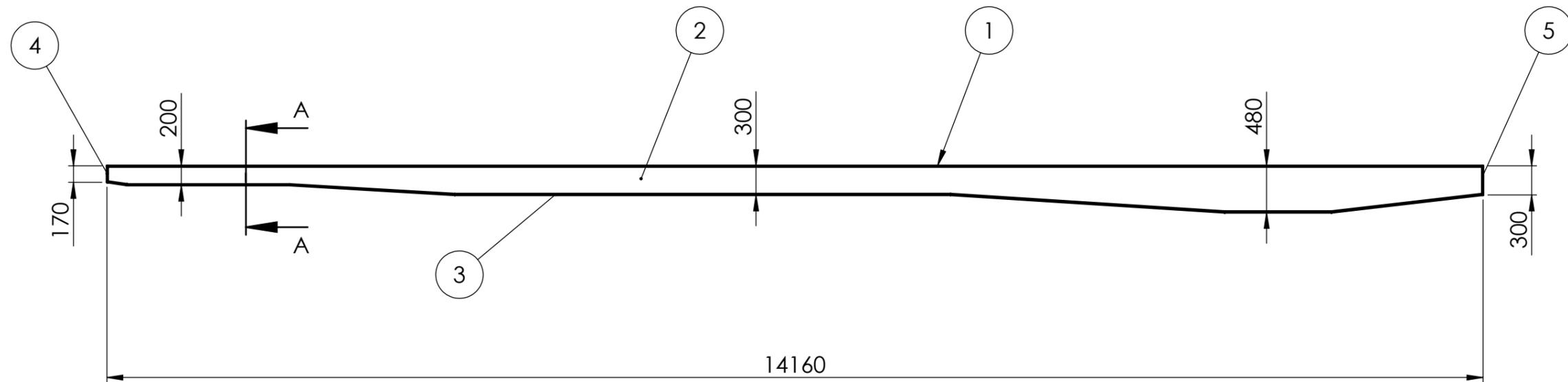
NO MEDIR
SOBRE PLANO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA

RUBIOLO, Gonzalo D.

Denominación:
SUBCONJUNTO BASTIDOR

| | | |
|-------------------------|----------|--|
| Código: 0131P000 | | |
| Dibujado | Aprobado | |
| Fecha | | |
| Firma | | |
| Revisión: 00 | | |
| Material: ACERO MLC 420 | | |
| Norma | Escala | |
| | 1:50 | |



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 5

| 5 | 0131P001-5 | CORTE 127 X 300 e = 9.5 mm | 1 |
|-----|------------|----------------------------|------|
| 4 | 0131P001-4 | CORTE 127 X 170 e = 9.5 mm | 1 |
| 3 | 0131P001-3 | ALA INFERIOR | 1 |
| 2 | 0131P001-2 | ALMA | 1 |
| 1 | 0131P001-1 | ALA SUPERIOR | 1 |
| N.º | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANT |

OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.

Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|--------------|------|
| 0<X≤300 | ±0.5 |
| 300<X≤1000 | ±1 |
| 1000<X≤5000 | ±5 |
| 5000<X≤15000 | ±10 |

NO MEDIR
SOBRE PLANO



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA

RUBIOLO, Gonzalo D.

Denominación:

VIGA PRINCIPAL

Código: 0131P001

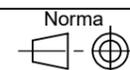
| | |
|----------|----------|
| Dibujado | Aprobado |
|----------|----------|

Fecha

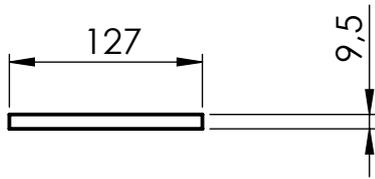
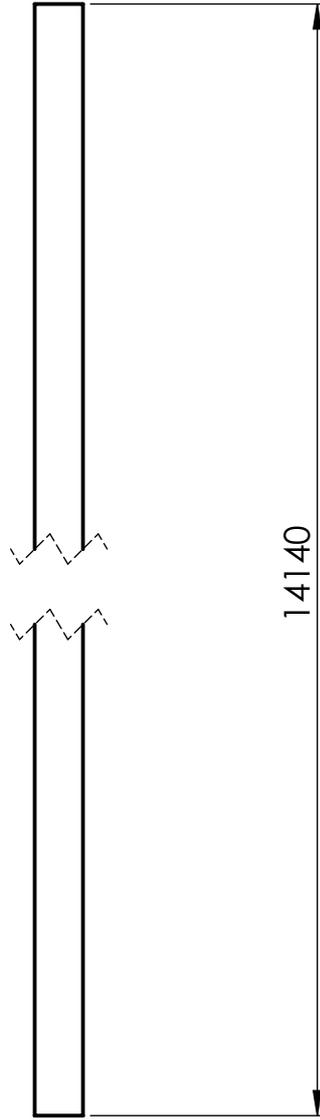
Firma

Revisión: 00

Material: ACERO MLC 420

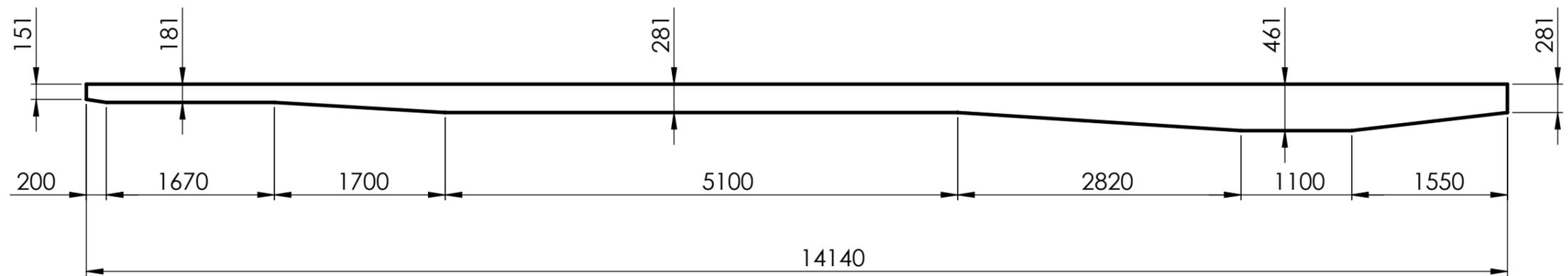


Norma
Escala
1:50

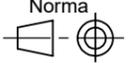


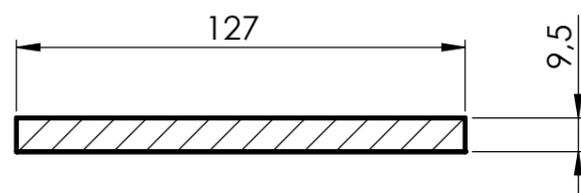
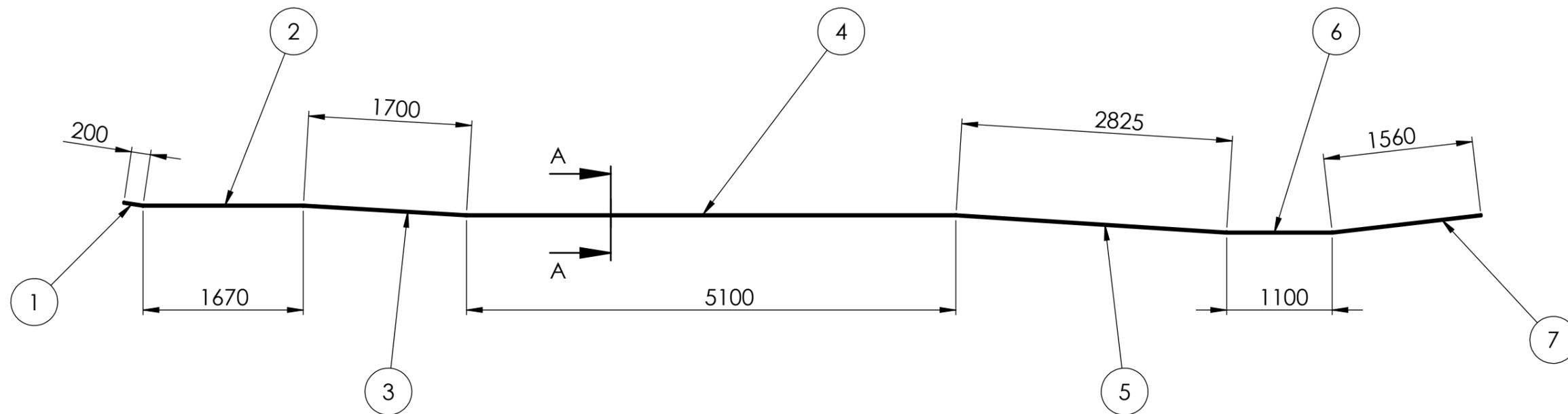
ESCALA 1:5

| | | | | | | | | | | | |
|--|--|---------------------------|----------------|-----|-----------------|-----|------------------|------|---|--------------------|--|
| <p>OBSERVACIONES</p> <p>Medidas expresadas en milímetros.</p> <p>Tolerancias (salvo especificación)</p> <table border="0"> <tr> <td>0 < X ≤ 300</td> <td>± 0.5</td> </tr> <tr> <td>300 < X ≤ 1000</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>1000 < X ≤ 5000</td> <td>± 5</td> </tr> <tr> <td>5000 < X ≤ 15000</td> <td>± 10</td> </tr> </table> <p>NO MEDIR SOBRE PLANO</p> | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |  <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p> <p>FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA</p> | Código: 0131P001-1 | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | |
| | <p>RUBIOLO, Gonzalo D.</p> | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | |
| Fecha | | | | | | | | | | | |
| <p>Denominación:</p> <p>ALA SUPERIOR</p> | Firma | | | | | | | | | | |
| | Revisión: 00 | | | | | | | | | | |
| | Material: ACERO MLC 420 | | | | | | | | | | |
| | <p>Norma</p>  | <p>Escala</p> <p>1:20</p> | | | | | | | | | |



NOTA: ESPESOR $e = 6 \text{ mm}$

| | | | | | | | | | | | |
|--|------------------|---|----------------|----|-----------------|----|------------------|-----|---|--------------------|--|
| <p>OBSERVACIONES</p> <p>Medidas expresadas en milímetros.</p> <p>Tolerancias (salvo especificación)</p> <table border="0"> <tr> <td>0 < X ≤ 300</td> <td>±0.5</td> </tr> <tr> <td>300 < X ≤ 1000</td> <td>±1</td> </tr> <tr> <td>1000 < X ≤ 5000</td> <td>±5</td> </tr> <tr> <td>5000 < X ≤ 15000</td> <td>±10</td> </tr> </table> <p>NO MEDIR SOBRE PLANO</p> | 0 < X ≤ 300 | ±0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ±1 | 1000 < X ≤ 5000 | ±5 | 5000 < X ≤ 15000 | ±10 |  <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p> <p>FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA</p> <p>RUBIOLO, Gonzalo D.</p> <p>Denominación: ALMA</p> | Código: 0131P001-2 | |
| | 0 < X ≤ 300 | ±0.5 | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ±1 | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ±5 | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ±10 | | | | | | | | | |
| | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | | |
| Fecha | | | | | | | | | | | |
| Firma | | | | | | | | | | | |
| Revisión: 00 | | Material: ACERO MLC 420 | | | | | | | | | |
| Norma | | Escala | | | | | | | | | |
|  | |  | | | | | | | | | |



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 2

| 7 | CORTE 127 X 1560 e = 9.5 mm | 1 |
|-----|-----------------------------|----------|
| 6 | CORTE 127 X 1100 e = 9.5 mm | 1 |
| 5 | CORTE 127 X 2825 e = 9.5 mm | 1 |
| 4 | CORTE 127 X 5100 e = 9.5 mm | 1 |
| 3 | CORTE 127 X 1700 e = 9.5 mm | 1 |
| 2 | CORTE 127 X 1670 e = 9.5 mm | 1 |
| 1 | CORTE 127 X 200 e = 9.5 mm | 1 |
| N.º | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |

OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.

Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|------------------|------|
| 0 < X ≤ 300 | ±0.5 |
| 300 < X ≤ 1000 | ±1 |
| 1000 < X ≤ 5000 | ±5 |
| 5000 < X ≤ 15000 | ±10 |

NO MEDIR
SOBRE PLANO



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
NACIONAL**

FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA

RUBIOLO, Gonzalo D.

Denominación:

ALA INFERIOR

Código: 0131P001-3

| | | |
|--|----------|----------|
| | Dibujado | Aprobado |
|--|----------|----------|

| | |
|-------|--|
| Fecha | |
|-------|--|

| | |
|-------|--|
| Firma | |
|-------|--|

Revisión: 00

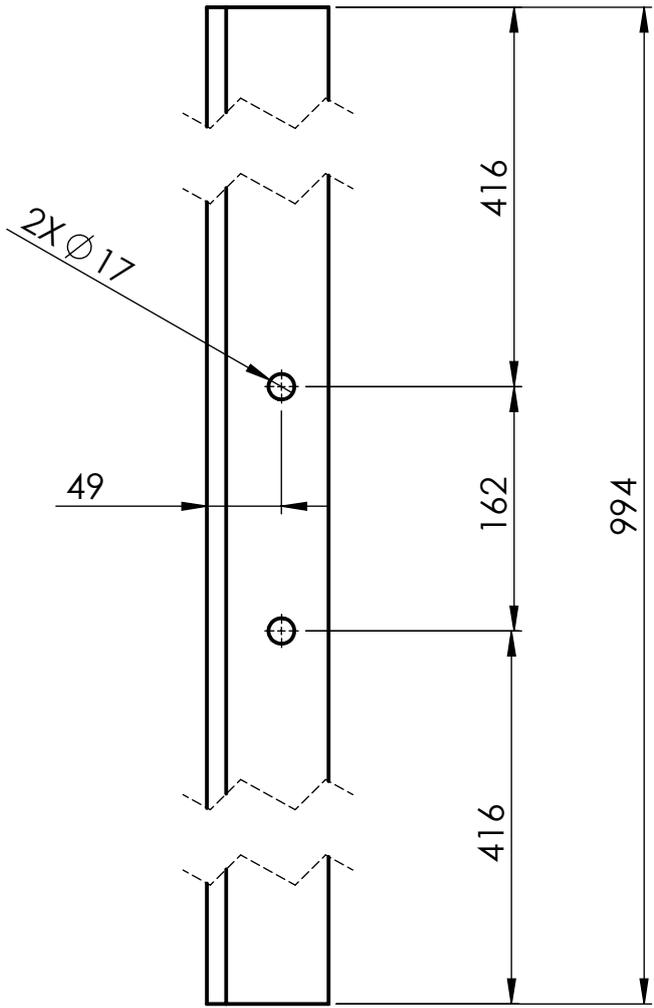
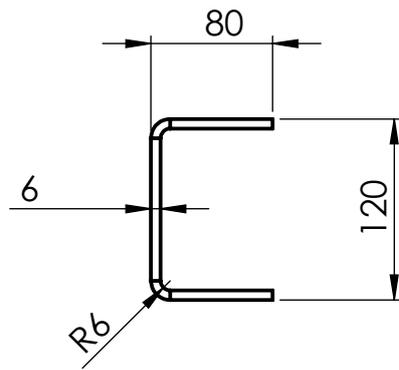
Material: ACERO MLC 420

Norma

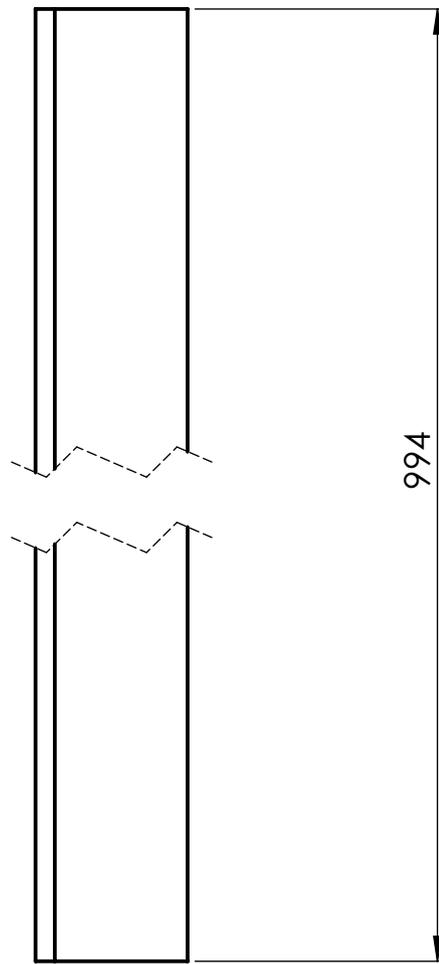
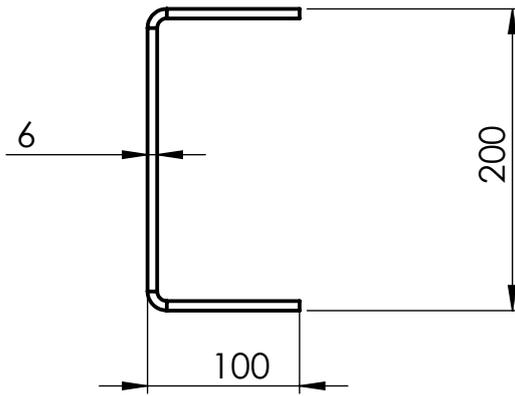


Escala

1:50



| | | | | |
|---|------------------------------------|--|------------------|----------|
| OBSERVACIONES Medidas expresadas en milímetros. Tolerancias (salvo especificación) 0 < X ≤ 300 ± 0.5 300 < X ≤ 1000 ± 1 1000 < X ≤ 5000 ± 5 5000 < X ≤ 15000 ± 10 NO MEDIR SOBRE PLANO | RUBIOLLO, Gonzalo D. | | Código: 0131P002 | |
| | TRAVESAÑO CILINDRO DE ELEV. | | Dibujado | Aprobado |
| | Fecha | | | |
| | Firma | | | |
| | Revisión: 00 | | | |
| | Material: ACERO MLC 420 | | | |
| | Norma | | Escala | 1:5 |



OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.
 Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|------------------|-------|
| 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 |
| 300 < X ≤ 1000 | ± 1 |
| 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 |
| 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |

**NO MEDIR
 SOBRE PLANO**

RUBIOLLO, Gonzalo D.

**TRAVESAÑO
 BASTIDOR**

Código: 0131P003

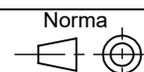
| | | |
|--|----------|----------|
| | Dibujado | Aprobado |
|--|----------|----------|

| | | |
|-------|--|--|
| Fecha | | |
|-------|--|--|

| | | |
|-------|--|--|
| Firma | | |
|-------|--|--|

Revisión: 00

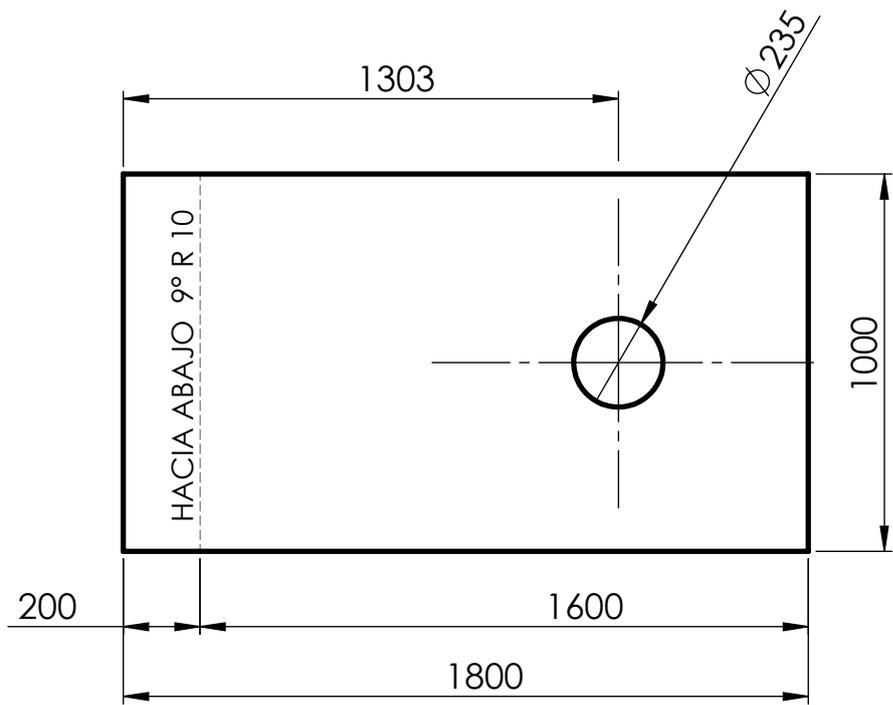
Material: ACERO MLC 420



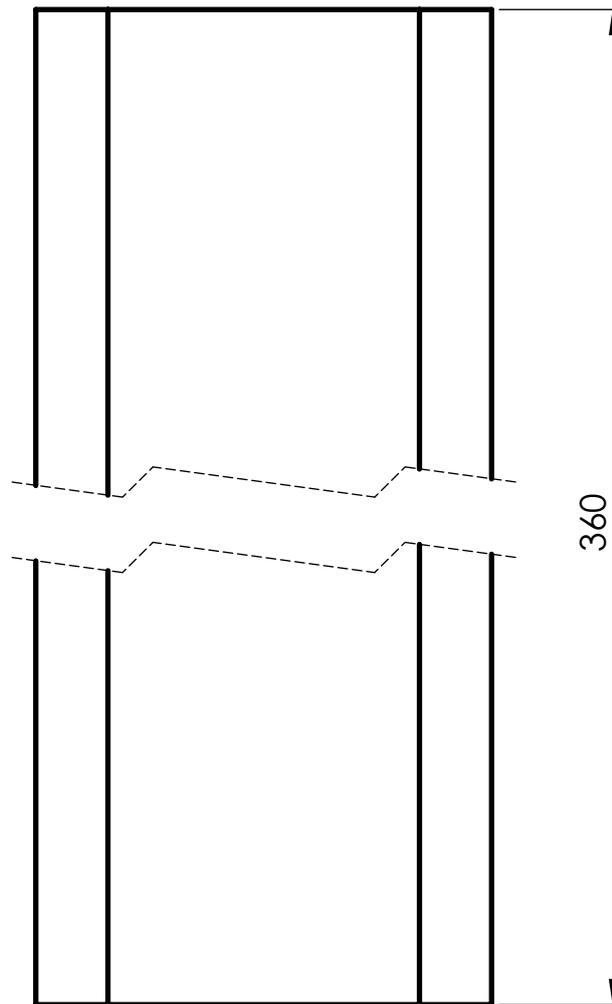
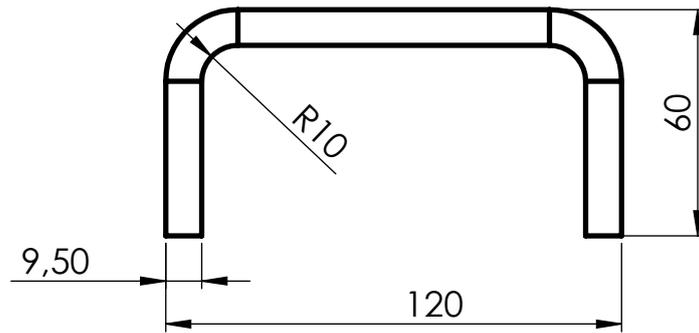
Norma

Escala

1:5



| | | | | | | | | | | | |
|--|------------------|---|----------------------------------|-----|-----------------|-----|------------------|------|---|------------------|--|
| <p>OBSERVACIONES</p> <p>Medidas expresadas en milímetros.</p> <p>Tolerancias (salvo especificación)</p> <table border="0"> <tr> <td>0 < X ≤ 300</td> <td>± 0.5</td> </tr> <tr> <td>300 < X ≤ 1000</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>1000 < X ≤ 5000</td> <td>± 5</td> </tr> <tr> <td>5000 < X ≤ 15000</td> <td>± 10</td> </tr> </table> <p>NO MEDIR SOBRE PLANO</p> | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |  <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p> <p>FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA</p> | Código: 0131P004 | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | |
| <p>RUBIOLO, Gonzalo D.</p> <p>Denominación:</p> <p>CHAPA DE FRICCIÓN</p> | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | | |
| | Fecha | | | | | | | | | | |
| | Firma | | | | | | | | | | |
| | Revisión: 00 | Material: SAE 1010 | | | | | | | | | |
| | Norma |  | <p>Escala</p> <p>1:20</p> | | | | | | | | |



OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.
 Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|------------------|-------|
| 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 |
| 300 < X ≤ 1000 | ± 1 |
| 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 |
| 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |

**NO MEDIR
 SOBRE PLANO**



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
 NACIONAL**

FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA

RUBIOLO, Gonzalo D.

Denominación:

PERFIL "U" 120X60X9.5 L=360

Código: 0131P006

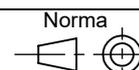
| | | |
|--|----------|----------|
| | Dibujado | Aprobado |
|--|----------|----------|

| | | |
|-------|--|--|
| Fecha | | |
|-------|--|--|

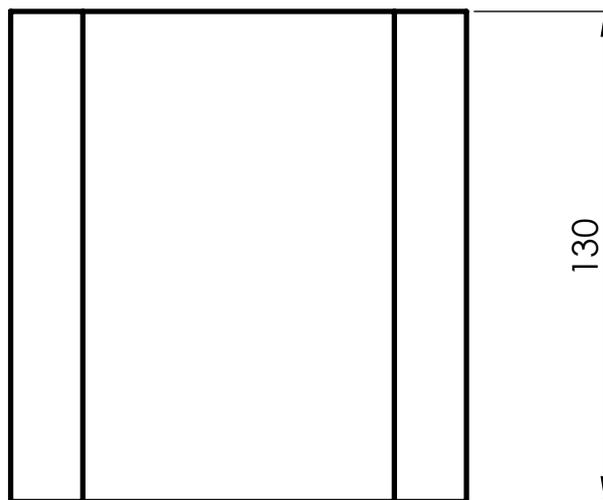
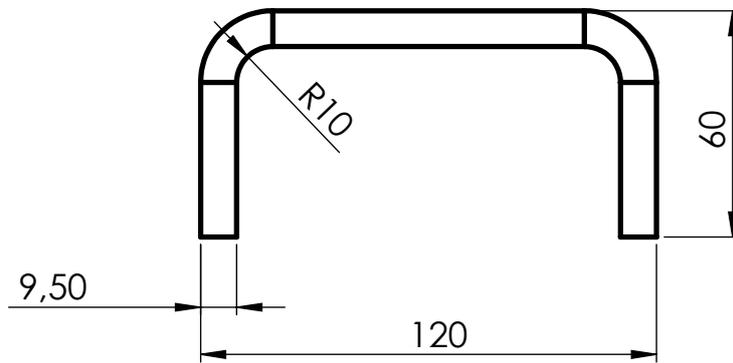
| | | |
|-------|--|--|
| Firma | | |
|-------|--|--|

Revisión: 00

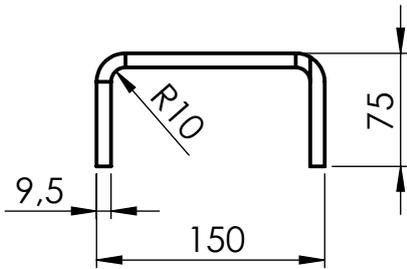
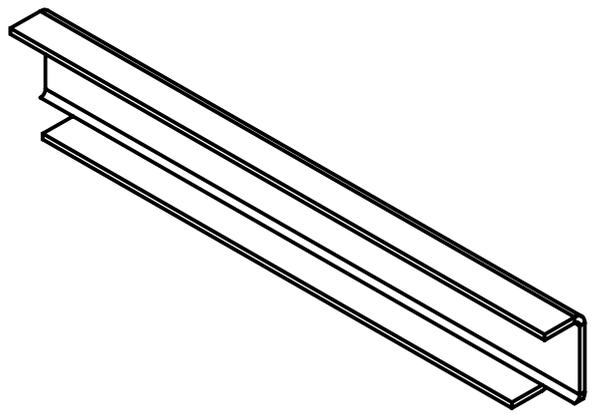
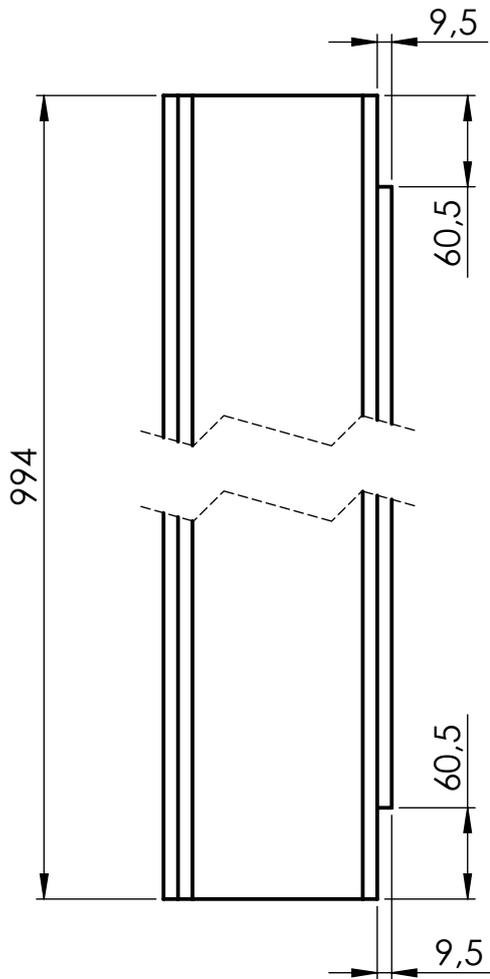
Material: ACERO MLC 420

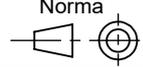


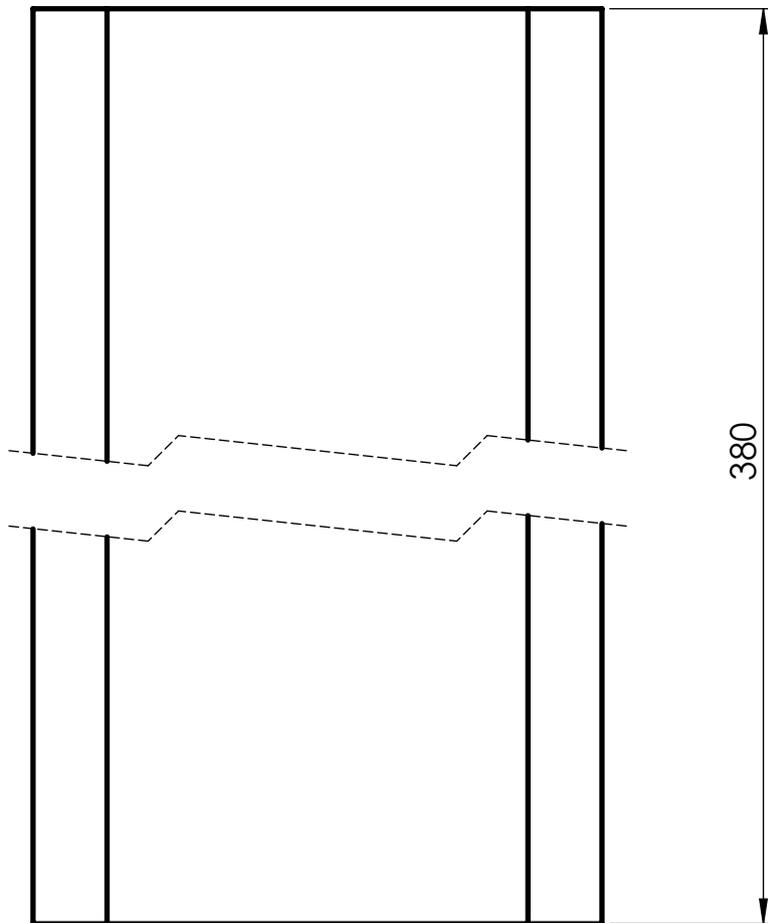
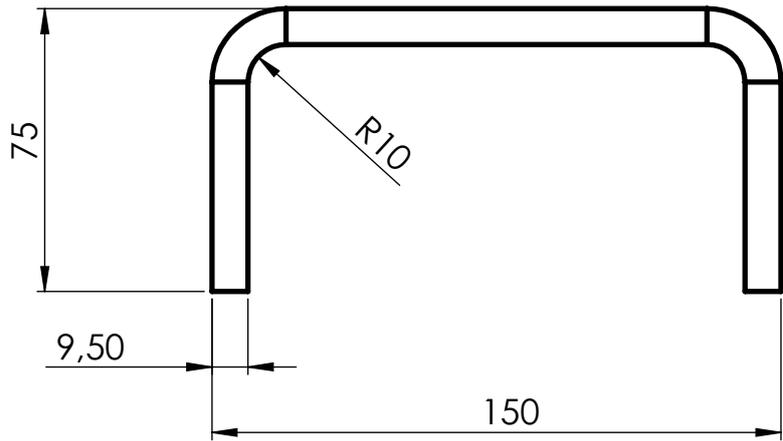
Norma
 Escala
1:2



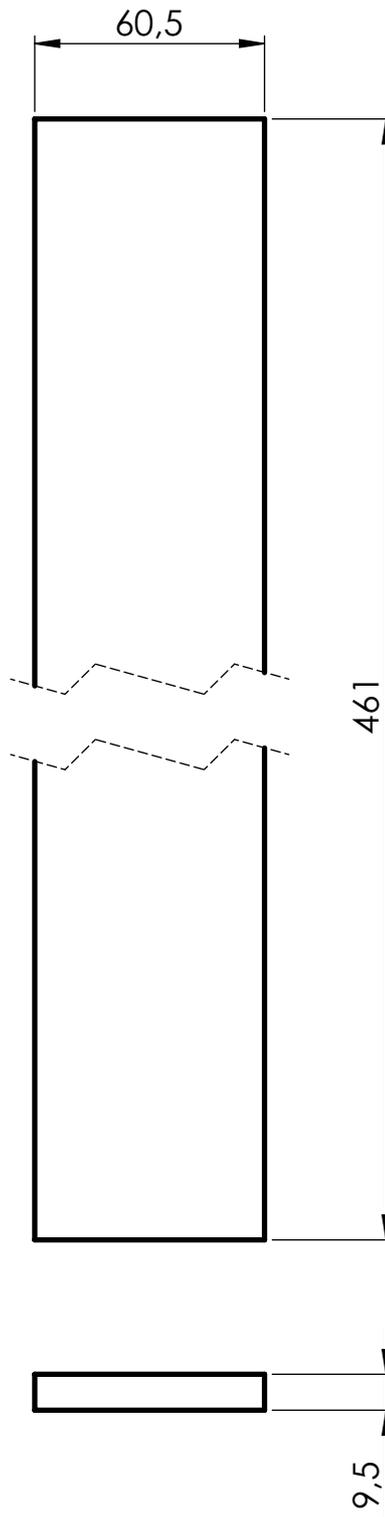
| | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------|----------------|-----|-----------------|-----|------------------|------|---|------------------|--|
| <p>OBSERVACIONES</p> <p>Medidas expresadas en milímetros.</p> <p>Tolerancias (salvo especificación)</p> <table border="0"> <tr> <td>0 < X ≤ 300</td> <td>± 0.5</td> </tr> <tr> <td>300 < X ≤ 1000</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>1000 < X ≤ 5000</td> <td>± 5</td> </tr> <tr> <td>5000 < X ≤ 15000</td> <td>± 10</td> </tr> </table> <p>NO MEDIR SOBRE PLANO</p> | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |  <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p> <p>FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA</p> | Código: 0131P007 | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | |
| | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | | |
| Fecha | | | | | | | | | | | |
| Firma | | | | | | | | | | | |
| Denominación: | Revisión: 00 | | | | | | | | | | |
| PERFIL "U" 120X60X9.5 L=130 | Material: ACERO MLC 420 | | | | | | | | | | |
| | Norma | Escala | | | | | | | | | |
| |  | 1:2 | | | | | | | | | |



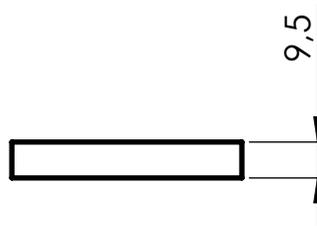
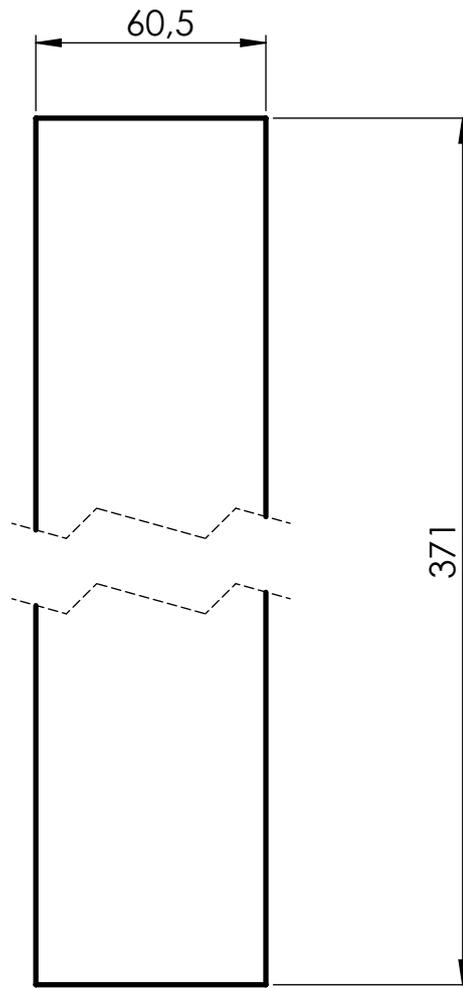
| | | | | | | | | | | | |
|--|--|---------------------------------|----------------|-----|-----------------|-----|------------------|------|---|------------------|--|
| <p>OBSERVACIONES</p> <p>Medidas expresadas en milímetros.</p> <p>Tolerancias (salvo especificación)</p> <table border="0"> <tr> <td>0 < X ≤ 300</td> <td>± 0.5</td> </tr> <tr> <td>300 < X ≤ 1000</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>1000 < X ≤ 5000</td> <td>± 5</td> </tr> <tr> <td>5000 < X ≤ 15000</td> <td>± 10</td> </tr> </table> <p>NO MEDIR SOBRE PLANO</p> | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |  <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p> <p>FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA</p> | Código: 0131P008 | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | |
| <p>RUBIOLO, Gonzalo D.</p> <p>Denominación:</p> <p>PERFIL "U" 150X75X9.5 L=994</p> | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | | |
| | Fecha | | | | | | | | | | |
| | Firma | | | | | | | | | | |
| | Revisión: 00 | Material: ACERO MLC 420 | | | | | | | | | |
| | <p>Norma</p>  | <p>Escala</p> <p>1:5</p> | | | | | | | | | |



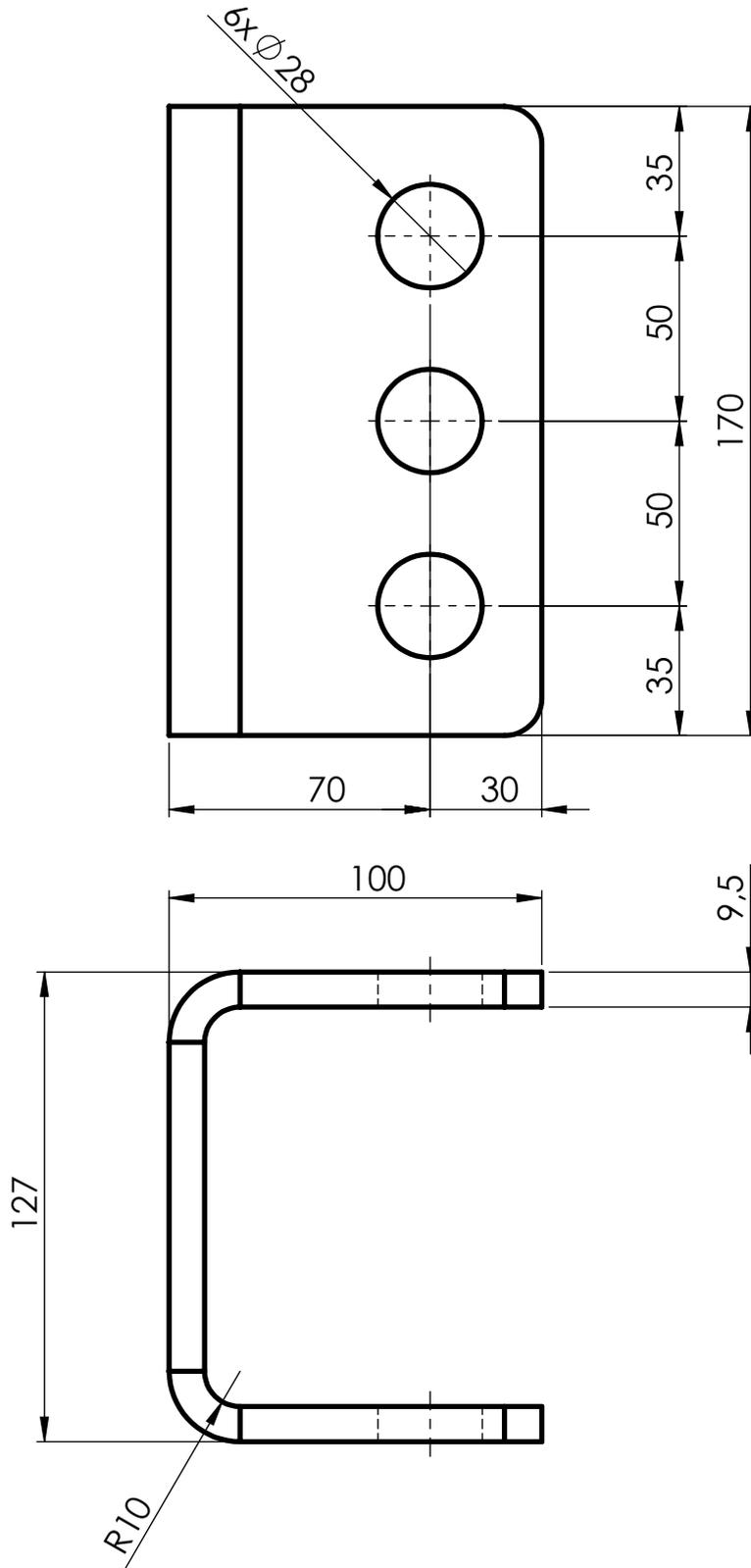
| | | | | | | | | | | | |
|--|--|---------------------------------|----------------|-----|-----------------|-----|------------------|------|---|------------------|--|
| <p>OBSERVACIONES</p> <p>Medidas expresadas en milímetros.</p> <p>Tolerancias (salvo especificación)</p> <table border="0"> <tr> <td>0 < X ≤ 300</td> <td>± 0.5</td> </tr> <tr> <td>300 < X ≤ 1000</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>1000 < X ≤ 5000</td> <td>± 5</td> </tr> <tr> <td>5000 < X ≤ 15000</td> <td>± 10</td> </tr> </table> <p>NO MEDIR SOBRE PLANO</p> | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |  <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p> <p>FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA</p> | Código: 0131P009 | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | |
| <p>RUBIOLO, Gonzalo D.</p> <p>Denominación:</p> <p>PERFIL "U" 150X75X9.5 L=380</p> | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | | |
| | Fecha | | | | | | | | | | |
| | Firma | | | | | | | | | | |
| | Revisión: 00 | Material: ACERO MLC 420 | | | | | | | | | |
| | <p>Norma</p>  | <p>Escala</p> <p>1:2</p> | | | | | | | | | |



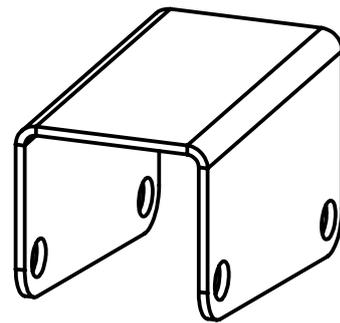
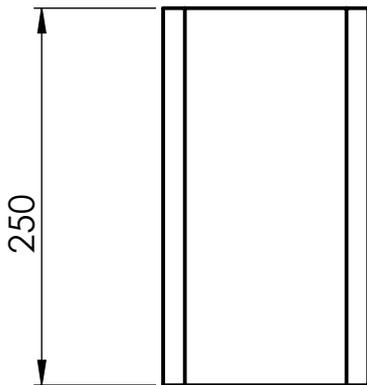
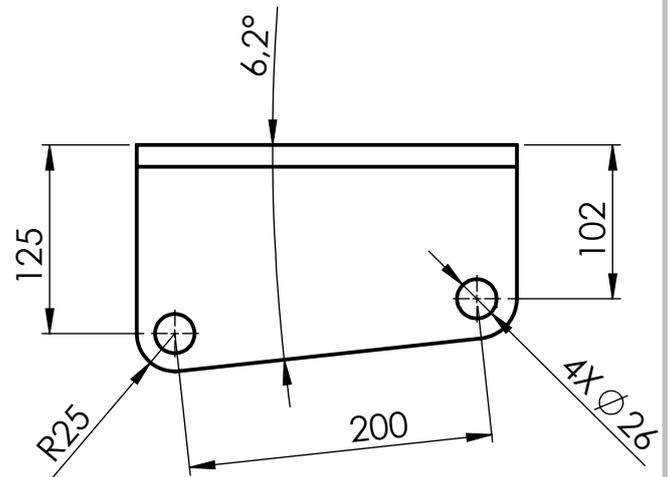
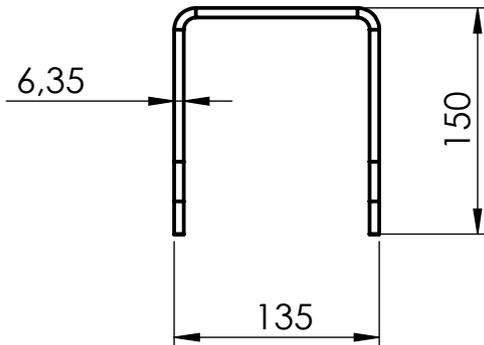
| | | | | |
|---|--|---|-------------------------|----------|
| OBSERVACIONES Medidas expresadas en milímetros. Tolerancias (salvo especificación) 0 < X ≤ 300 ± 0.5 300 < X ≤ 1000 ± 1 1000 < X ≤ 5000 ± 5 5000 < X ≤ 15000 ± 10 NO MEDIR SOBRE PLANO |  UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA | Código: 0131P0010 | | |
| | | | Dibujado | Aprobado |
| | RUBIOLO, Gonzalo D. | Fecha | | |
| | Denominación: CARTELA 60.5X461X9.5 | Firma | | |
| | | Revisión: 00 | Material: ACERO MLC 420 | |
| | Norma |  | Escala 1:2 | |



| | | | | | | | | | | | |
|--|--|---------------------------------|----------------|-----|-----------------|-----|------------------|------|---|------------------|--|
| <p>OBSERVACIONES</p> <p>Medidas expresadas en milímetros.</p> <p>Tolerancias (salvo especificación)</p> <table border="0"> <tr> <td>0 < X ≤ 300</td> <td>± 0.5</td> </tr> <tr> <td>300 < X ≤ 1000</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>1000 < X ≤ 5000</td> <td>± 5</td> </tr> <tr> <td>5000 < X ≤ 15000</td> <td>± 10</td> </tr> </table> <p>NO MEDIR SOBRE PLANO</p> | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |  <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p> <p>FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA</p> | Código: 0131P011 | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | |
| <p>RUBIOLO, Gonzalo D.</p> <p>Denominación:</p> <p>CARTELA 60.5X371X9.5</p> | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | | |
| | Fecha | | | | | | | | | | |
| | Firma | | | | | | | | | | |
| | | Revisión: 00 | | | | | | | | | |
| | | Material: ACERO MLC 420 | | | | | | | | | |
| | <p>Norma</p>  | <p>Escala</p> <p>1:2</p> | | | | | | | | | |



| | | | | |
|---|--------------------------------------|----------------------|------------------|----------|
| OBSERVACIONES Medidas expresadas en milímetros. Tolerancias (salvo especificación) 0 < X ≤ 300 ± 0.5 300 < X ≤ 1000 ± 1 1000 < X ≤ 5000 ± 5 5000 < X ≤ 15000 ± 10 NO MEDIR SOBRE PLANO | RUBIOLLO, Gonzalo D. | | Código: 0131P012 | |
| | ANCLAJE ESTRUCTURA ESTAB. | | Dibujado | Aprobado |
| | Fecha | | | |
| | Firma | | | |
| | Revisión: 00 | | | |
| | Material: ACERO MLC 420 | | | |
| | Norma | Escala 1:2 | | |



OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.

Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|------------------|------|
| 0 < X ≤ 300 | ±0.5 |
| 300 < X ≤ 1000 | ±1 |
| 1000 < X ≤ 5000 | ±5 |
| 5000 < X ≤ 15000 | ±10 |

**NO MEDIR
SOBRE PLANO**



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
NACIONAL**

FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA

RUBIOLO, Gonzalo D.

Denominación:

ANCLAJE PARAGOLPE

Código: 0131P0013

| | | |
|--|----------|----------|
| | Dibujado | Aprobado |
|--|----------|----------|

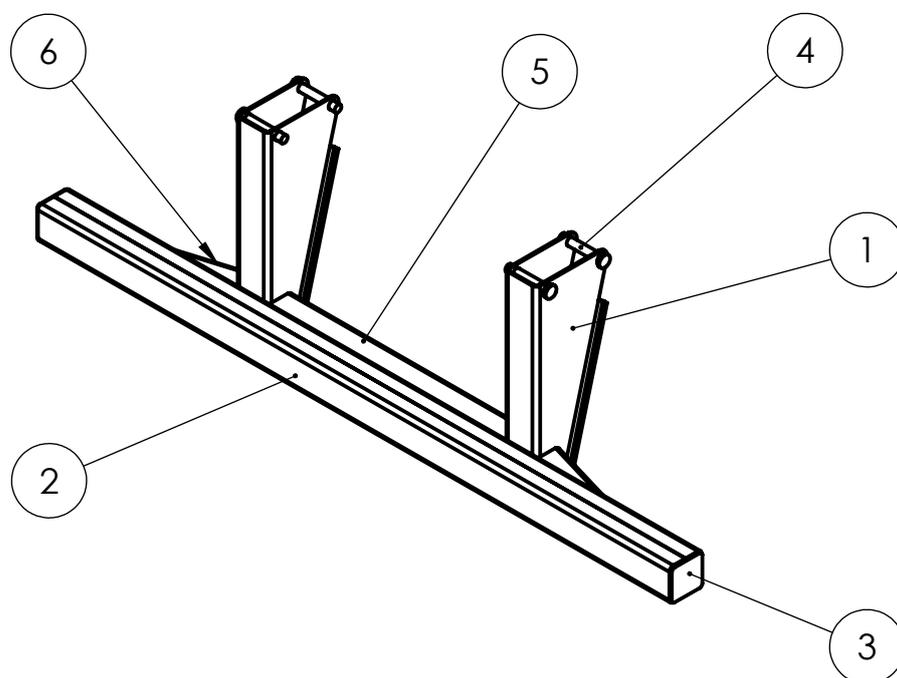
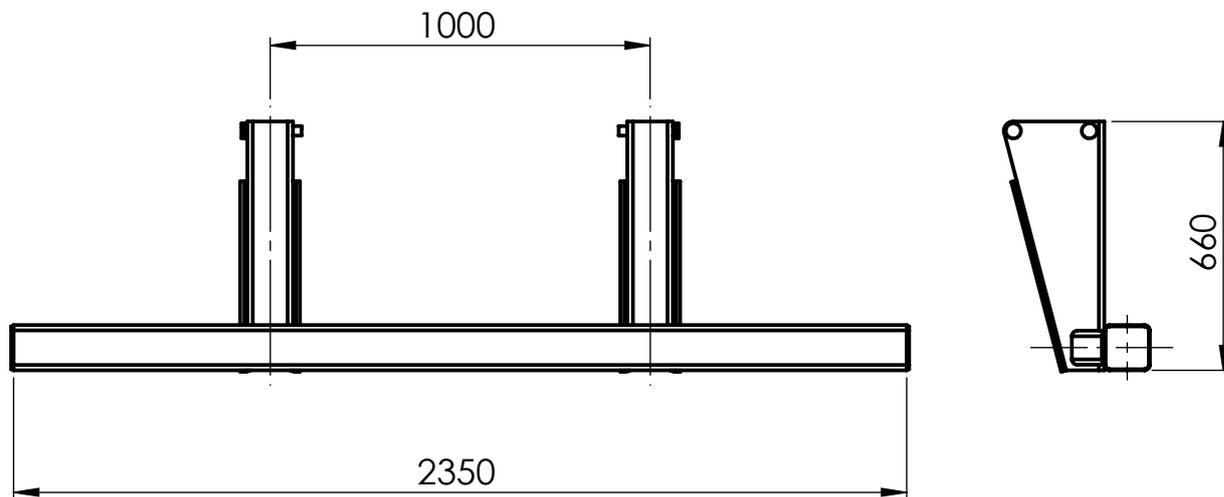
| | | |
|-------|--|--|
| Fecha | | |
|-------|--|--|

| | | |
|-------|--|--|
| Firma | | |
|-------|--|--|

Revisión: 00

Material: Chapa 1/4" MLC 420

| | |
|-------|--------|
| Norma | Escala |
| | 1:5 |



| | | | |
|-----|----------|-----------------------------|----------|
| 6 | 0133P005 | REFUERZO DIAGONAL PARAGOLPE | 2 |
| 5 | 0133P004 | REFUERZO PARAGOLPE | 1 |
| 4 | 0000P002 | PASADOR DIAM 25 X 150 mm | 4 |
| 3 | 0133P003 | TAPA EXTREMO PARAGOLPE | 2 |
| 2 | 0133P002 | PARAGOLPE | 1 |
| 1 | 0133P001 | BAJADA PARAGOLPE | 2 |
| N.º | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |

OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.

Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|------------------|-------|
| 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 |
| 300 < X ≤ 1000 | ± 1 |
| 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 |
| 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |

NO MEDIR
SOBRE PLANO



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
NACIONAL**

FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA

RUBIOLLO, Gonzalo D.

Denominación:

**SUBCONJUNTO
PARAGOLPE**

Código: 0133P000

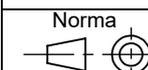
| | | |
|--|----------|----------|
| | Dibujado | Aprobado |
|--|----------|----------|

| | | |
|-------|--|--|
| Fecha | | |
|-------|--|--|

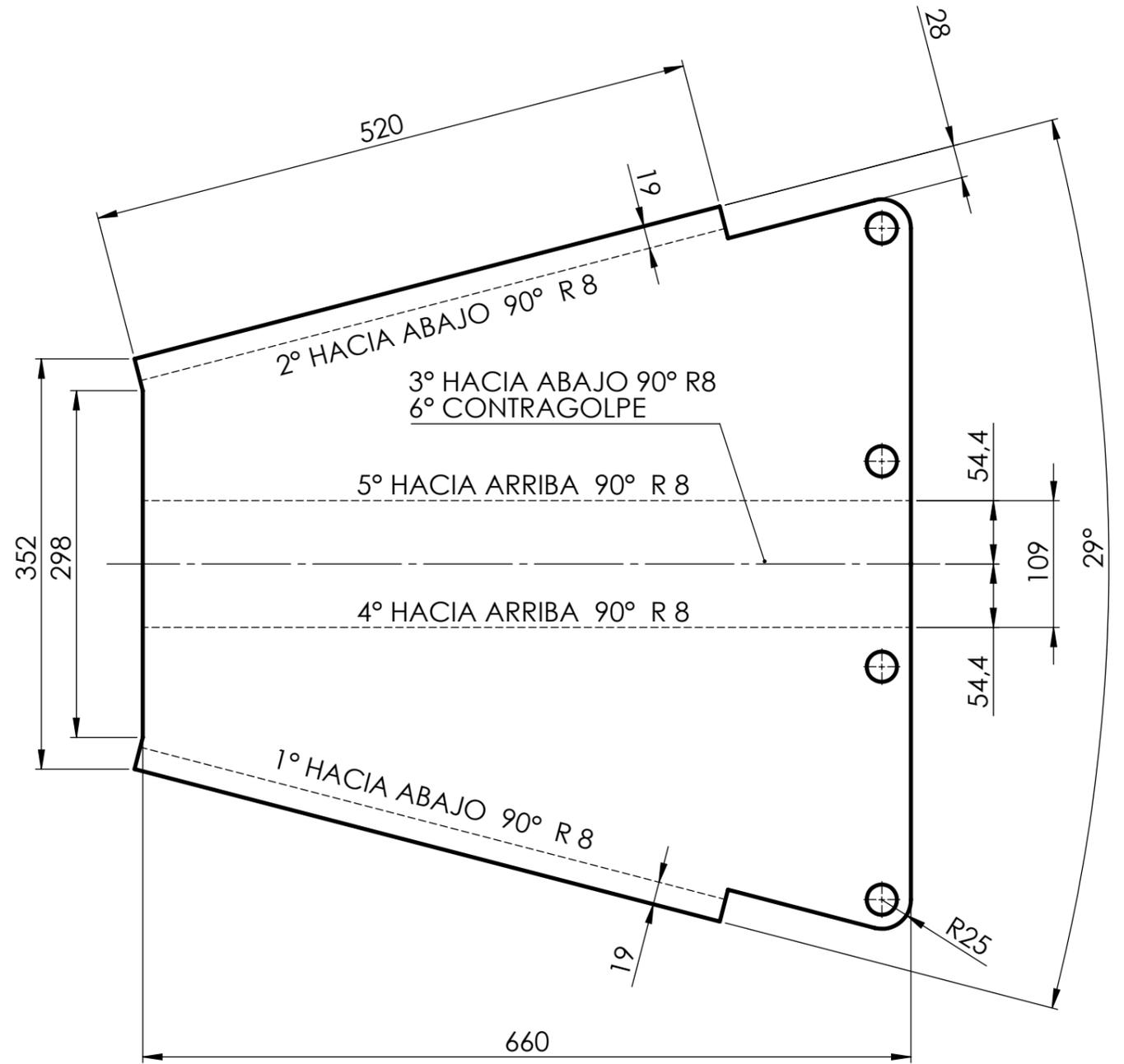
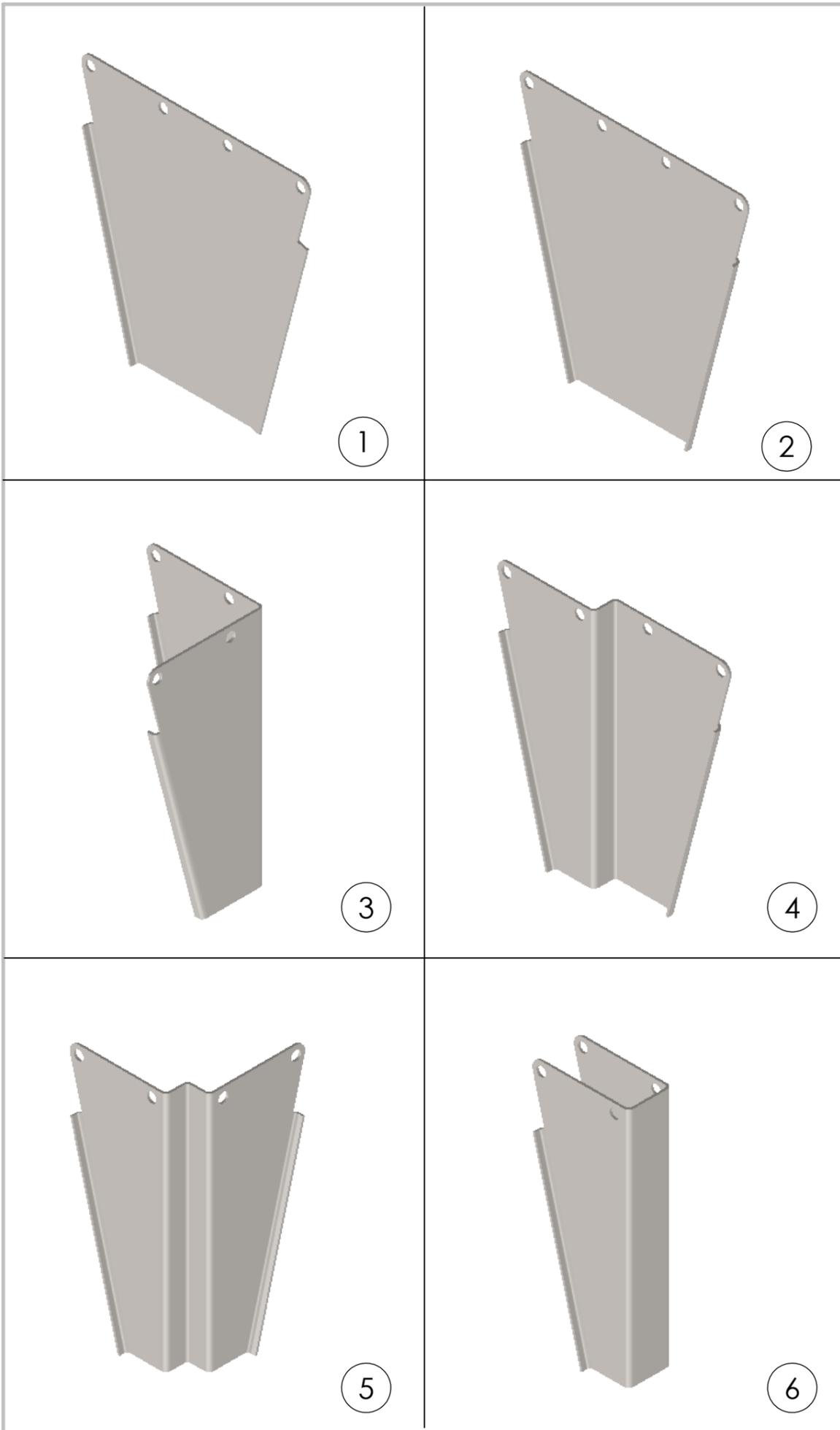
| | | |
|-------|--|--|
| Firma | | |
|-------|--|--|

Revisión: 00

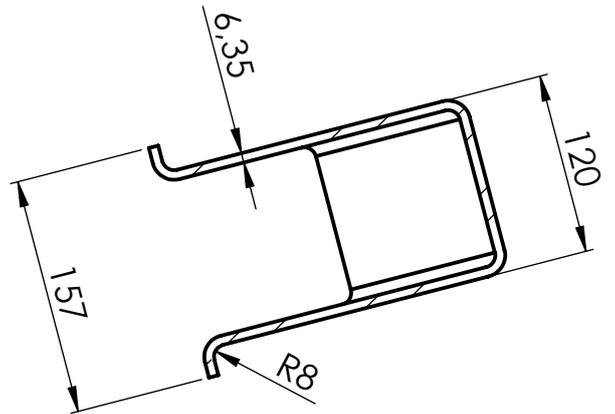
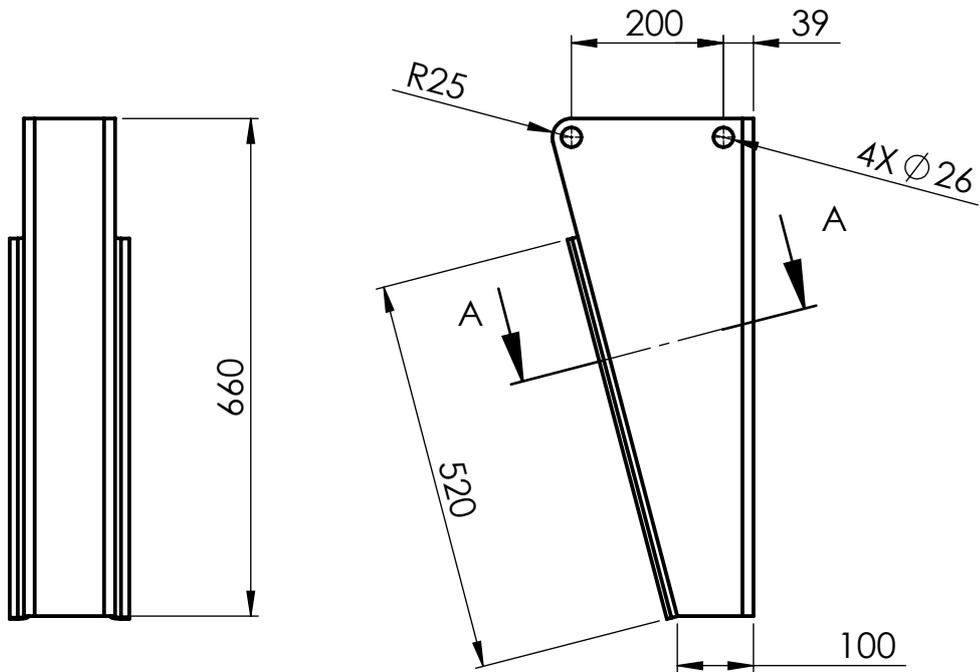
Material:



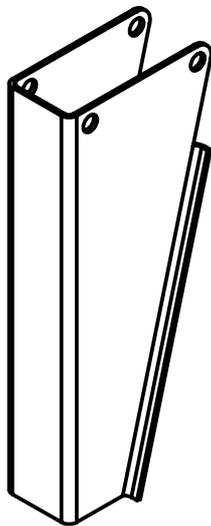
Escala
1:20



| | | | | |
|---|--|--|------------------------------|----------|
| OBSERVACIONES Medidas expresadas en milímetros. Tolerancias (salvo especificación) 0<X≤300 ±0.5 300<X≤1000 ±1 1000<X≤5000 ±5 5000<X≤15000 ±10 NO MEDIR SOBRE PLANO |  UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA | | Código: 0133P001 | |
| | RUBIOLO, Gonzalo D. | | Dibujado | Aprobado |
| | | | Fecha | |
| | Denominación: BAJADA PARAGOLPE SECUENCIA DE PLEGADO | | Firma | |
| | | | Revisión: 00 | |
| | | | Material: Chapa 1/4" MCL 420 | |
| Norma  | | | Escala 1:50 | |



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 5



OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.
Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|------------------|-------|
| 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 |
| 300 < X ≤ 1000 | ± 1 |
| 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 |
| 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |

NO MEDIR
SOBRE PLANO



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
NACIONAL**

FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA

RUBIOLLO, Gonzalo D.

Denominación:

BAJADA PARAGOLPE

Código: 0133P001

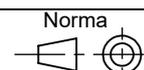
| | | |
|--|----------|----------|
| | Dibujado | Aprobado |
|--|----------|----------|

| | | |
|-------|--|--|
| Fecha | | |
|-------|--|--|

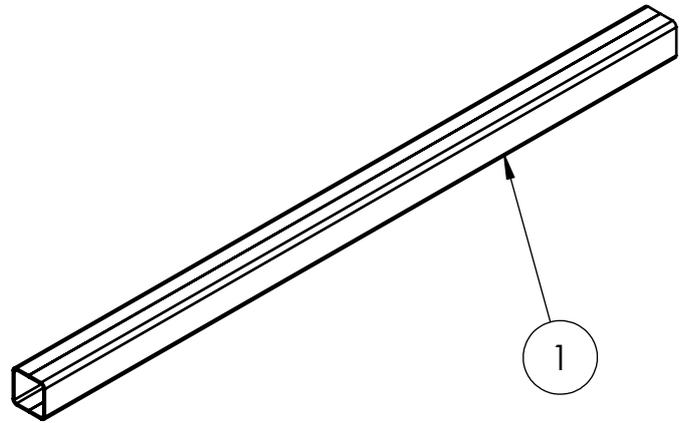
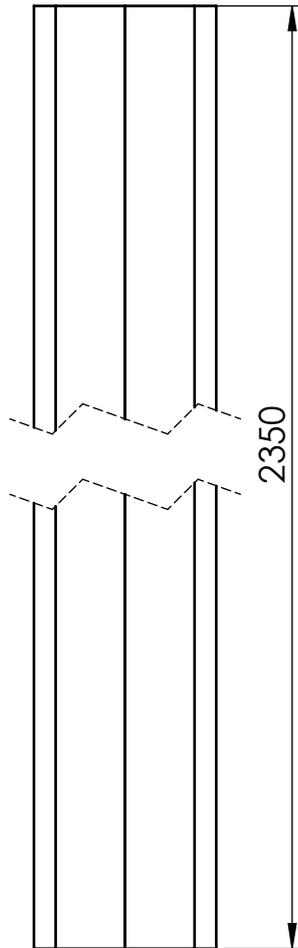
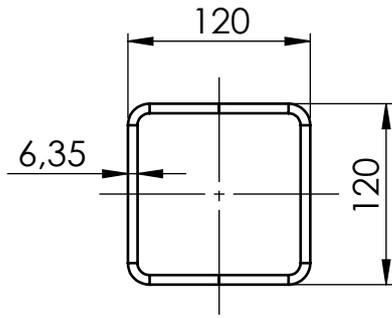
| | | |
|-------|--|--|
| Firma | | |
|-------|--|--|

Revisión: 00

Material: Chapa 1/4" MCL 420



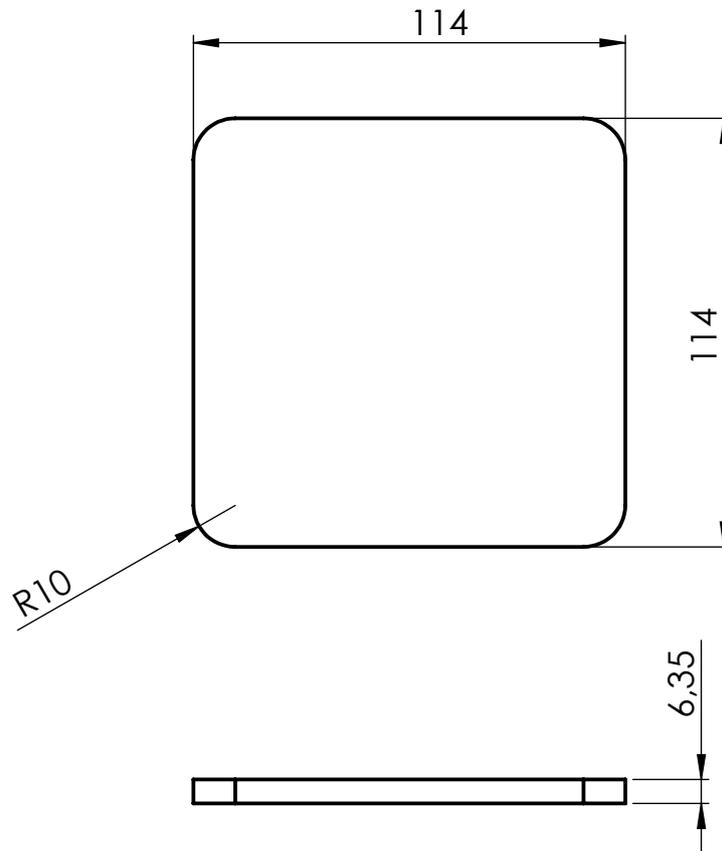
Escala
1:10



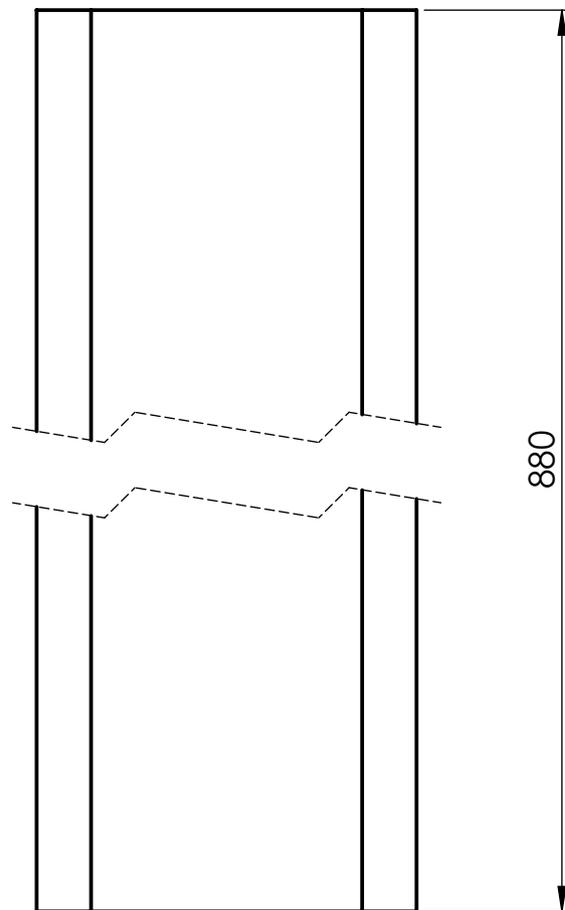
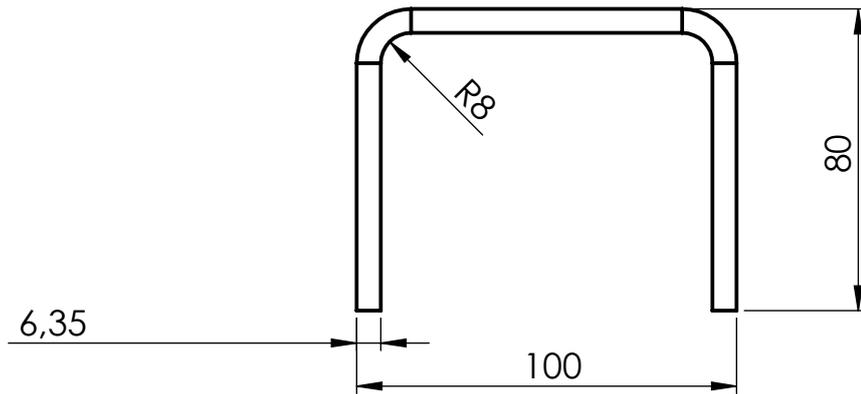
ESCALA 1:20

| | | | |
|-----|------------|-------------------------------|----------|
| 1 | 0133P002-1 | PERFIL "U" 120X60X6.35 L=2350 | 2 |
| N.º | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |

| | | | | |
|---|--|---|--------------|------------------------------|
| OBSERVACIONES Medidas expresadas en milímetros. Tolerancias (salvo especificación) 0 <math>< X \leq 300</math> ± 0.5 300 <math>< X \leq 1000</math> ± 1 1000 <math>< X \leq 5000</math> ± 5 5000 <math>< X \leq 15000</math> ± 10 NO MEDIR SOBRE PLANO |  UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA | Código: 0133P002 | | |
| | | | Dibujado | Aprobado |
| | PARAGOLPE | RUBIOLO, Gonzalo D. | Fecha | |
| | | Denominación: | Firma | |
| | | | Revisión: 00 | Material: Chapa 1/4" MLC 420 |
| | | Norma | Escala | |
| | |  | 1:5 | |



| | | | | | | | | | | | |
|--|---|------------|----------------|-----|-----------------|-----|------------------|------|---|------------------|--|
| <p>OBSERVACIONES</p> <p>Medidas expresadas en milímetros.</p> <p>Tolerancias (salvo especificación)</p> <table border="0"> <tr> <td>0 < X ≤ 300</td> <td>± 0.5</td> </tr> <tr> <td>300 < X ≤ 1000</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>1000 < X ≤ 5000</td> <td>± 5</td> </tr> <tr> <td>5000 < X ≤ 15000</td> <td>± 10</td> </tr> </table> <p>NO MEDIR SOBRE PLANO</p> | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |  <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p> <p>FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA</p> | Código: 0133P003 | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | |
| | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | | |
| Fecha | | | | | | | | | | | |
| Firma | | | | | | | | | | | |
| Denominación: | Revisión: 00 | | | | | | | | | | |
| TAPA EXTREMO PARAGOLPE | Material: Chapa 1/4" MLC 420 | | | | | | | | | | |
| | Norma | Escala | | | | | | | | | |
| |  | 1:2 | | | | | | | | | |



OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.
 Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|------------------|-------|
| 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 |
| 300 < X ≤ 1000 | ± 1 |
| 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 |
| 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |

**NO MEDIR
 SOBRE PLANO**



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
 NACIONAL**

FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA

RUBIOLLO, Gonzalo D.

Denominación:

REFUERZO PARAGOLPE

Código: 0133P004

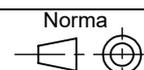
| | | |
|--|----------|----------|
| | Dibujado | Aprobado |
|--|----------|----------|

| | | |
|-------|--|--|
| Fecha | | |
|-------|--|--|

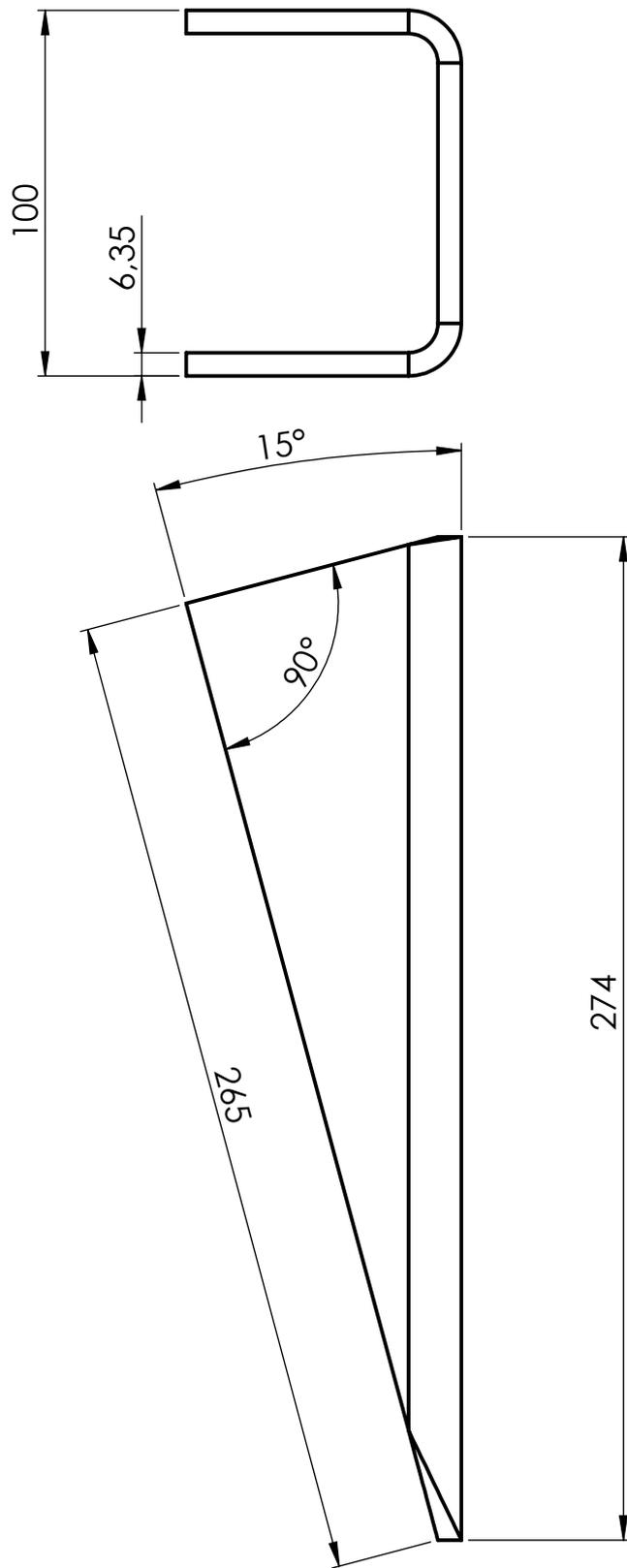
| | | |
|-------|--|--|
| Firma | | |
|-------|--|--|

Revisión: 00

Material: Chapa 1/4" MLC 420



Norma
 Escala
 1:2



OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.
 Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|------------------|-------|
| 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 |
| 300 < X ≤ 1000 | ± 1 |
| 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 |
| 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |

**NO MEDIR
 SOBRE PLANO**



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
 NACIONAL**

FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA

RUBIOLO, Gonzalo D.

Denominación:

**REFUERZO DIAGONAL
 PARAGOLPE**

Código: 0133P005

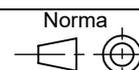
| | | |
|--|----------|----------|
| | Dibujado | Aprobado |
|--|----------|----------|

| | | |
|-------|--|--|
| Fecha | | |
|-------|--|--|

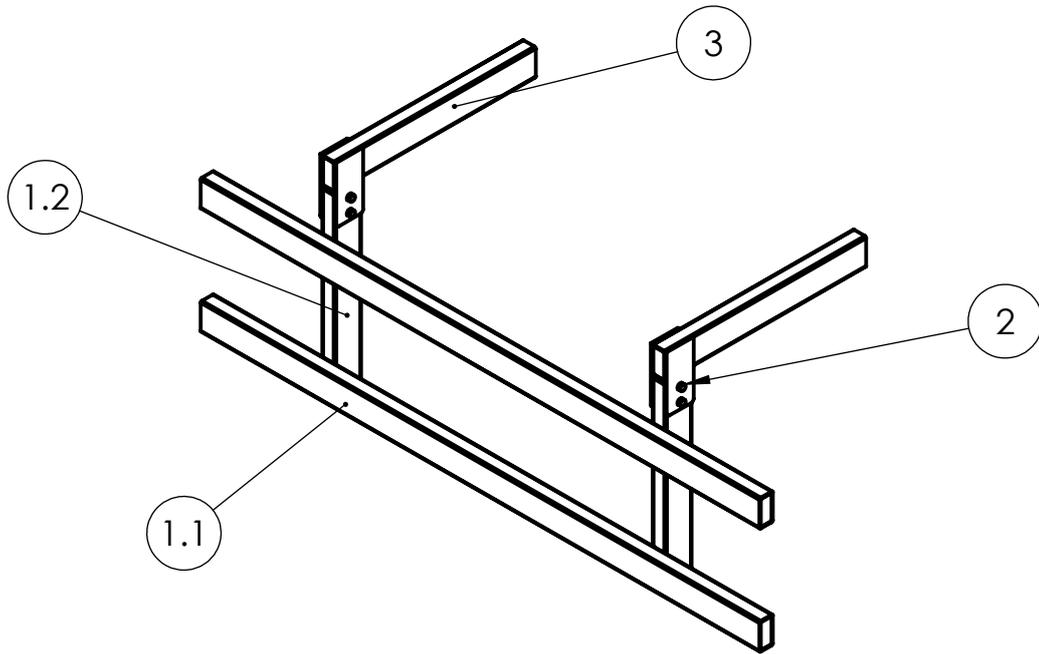
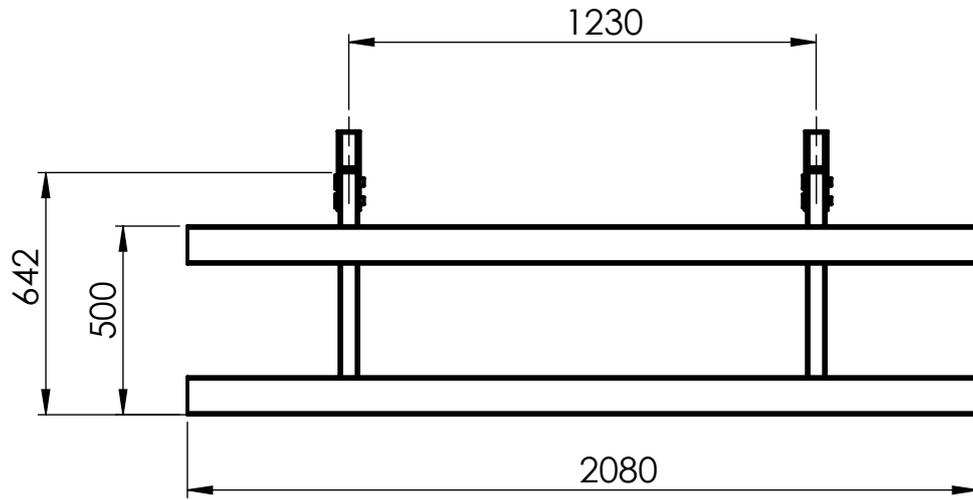
| | | |
|-------|--|--|
| Firma | | |
|-------|--|--|

Revisión: 00

Material: Chapa 1/4" MLC 420



Escala
 1:2



| 3 | 0130P003 | ANCLAJE PROTECCIÓN LATERAL | 2 |
|-----|------------|------------------------------|----------|
| 2 | 0000P007 | PASADOR DIAM 20 X 70 mm | 4 |
| 1.2 | 0134P001-2 | TUBO EST. 100X50X2 mm L=642 | 2 |
| 1.1 | 0134P001-1 | TUBO EST. 100X50X2 mm L=2080 | 2 |
| 1 | 0134P001 | PROTECCIÓN LAT. DELANTERA | 1 |
| N.º | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |

OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.

Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|------------------|------|
| 0 < X ≤ 300 | ±0.5 |
| 300 < X ≤ 1000 | ±1 |
| 1000 < X ≤ 5000 | ±5 |
| 5000 < X ≤ 15000 | ±10 |

**NO MEDIR
SOBRE PLANO**



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
NACIONAL**

FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA

RUBIOLO, Gonzalo D.

Denominación:

**SUBCONJ. PROTECCIÓN LATERAL
DELANTERA**

Código: 0134P000

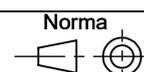
| | | |
|--|----------|----------|
| | Dibujado | Aprobado |
|--|----------|----------|

| | | |
|-------|--|--|
| Fecha | | |
|-------|--|--|

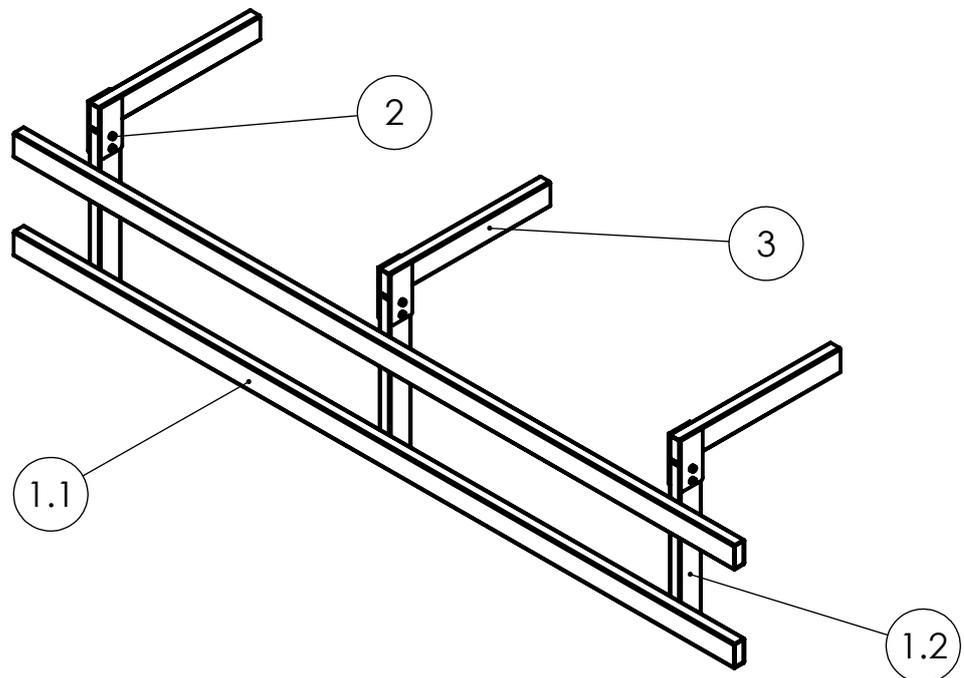
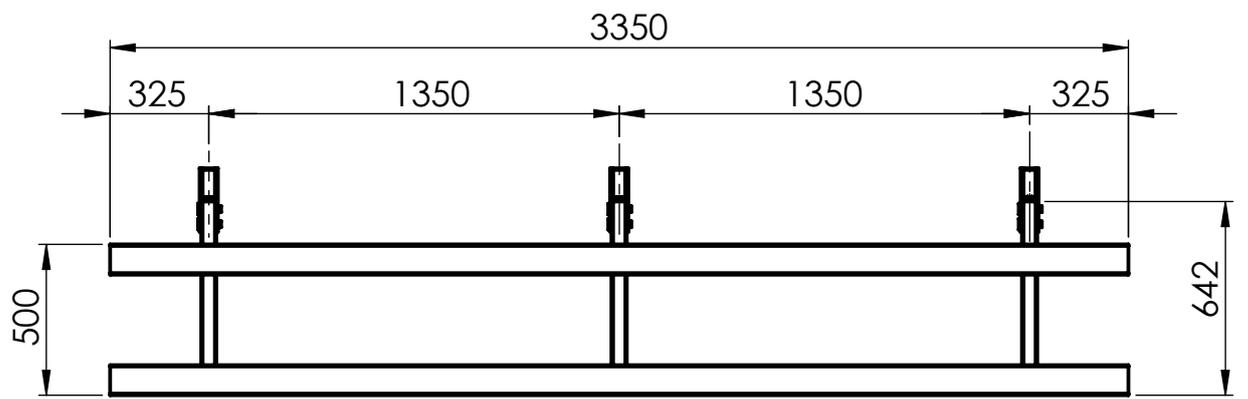
| | | |
|-------|--|--|
| Firma | | |
|-------|--|--|

Revisión: 00

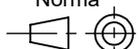
Material: SAE 1010

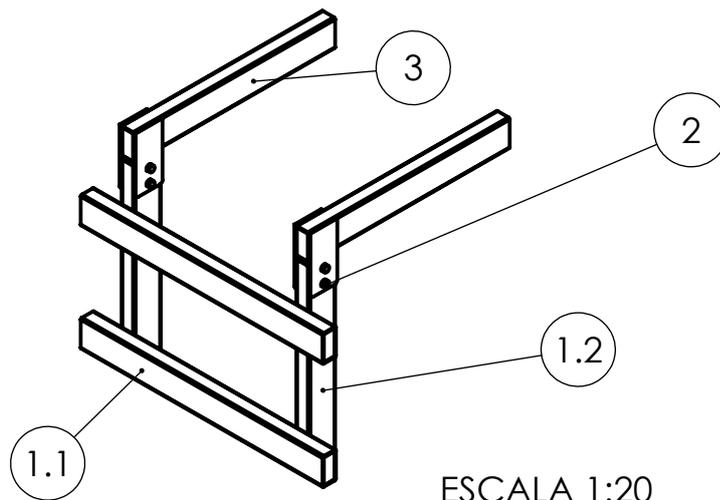
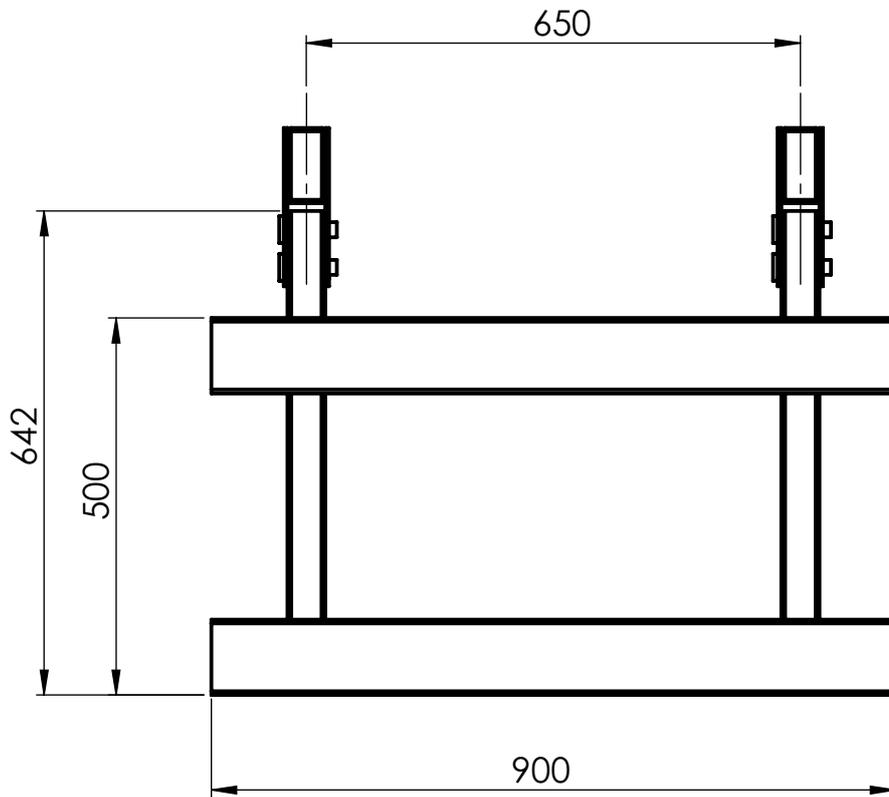


Escala
1:20



| | | | |
|------|------------|------------------------------|------|
| 3 | 0130P003 | ANCLAJE PROTECCIÓN LATERAL | 3 |
| 2 | 0000P007 | PASADOR DIAM 20 X 70 mm | 6 |
| 1.2. | 0135P001-2 | TUBO EST. 100X50X2 mm L=642 | 3 |
| 1.1 | 0135P001-1 | TUBO EST. 100X50X2 mm L=3350 | 2 |
| 1 | 0135P001 | PROTECCIÓN LATERAL DELANTERA | 1 |
| N.º | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANT |

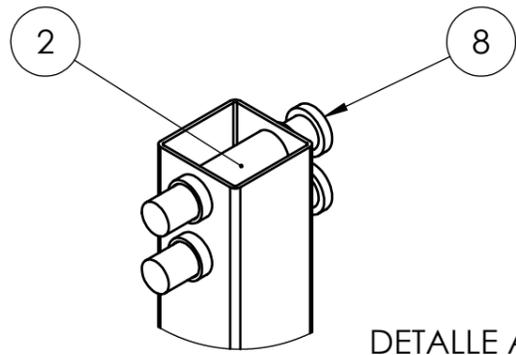
| | | | | |
|---|--|---|--------------|-----------|
| OBSERVACIONES Medidas expresadas en milímetros. Tolerancias (salvo especificación) 0 < X ≤ 300 ± 0.5 300 < X ≤ 1000 ± 1 1000 < X ≤ 5000 ± 5 5000 < X ≤ 15000 ± 10 NO MEDIR SOBRE PLANO |  UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA | Código: 0135P000 | | |
| | | | Dibujado | Aprobado |
| | | Fecha | | |
| | | Firma | | |
| | | Denominación: SUBCONJ. PROTECCIÓN LATERAL CENTRAL | Revisión: 00 | Material: |
| | Norma | Escala | | |
| |  | 1:25 | | |



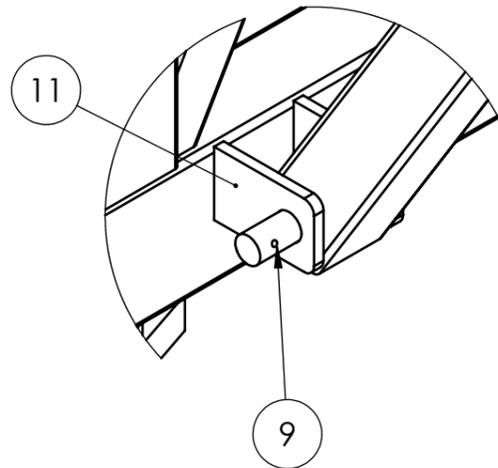
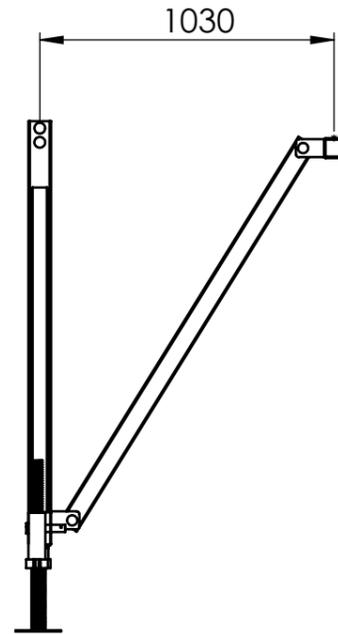
ESCALA 1:20

| 5 | 0130P003 | ANCLAJE PROTECCIÓN LATERAL | 2 |
|-----|------------|-----------------------------|------|
| 4 | 0000P007 | PASADOR DIAM 20 X 70 mm | 4 |
| 3 | 0136P001-2 | TUBO EST. 100X50X2 mm L=642 | 2 |
| 2 | 0136P001-1 | TUBO EST. 100X50X2 mm L=900 | 2 |
| 1 | 0136P001 | PROTECCIÓN LATERAL TRASERA | 1 |
| N.º | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANT |

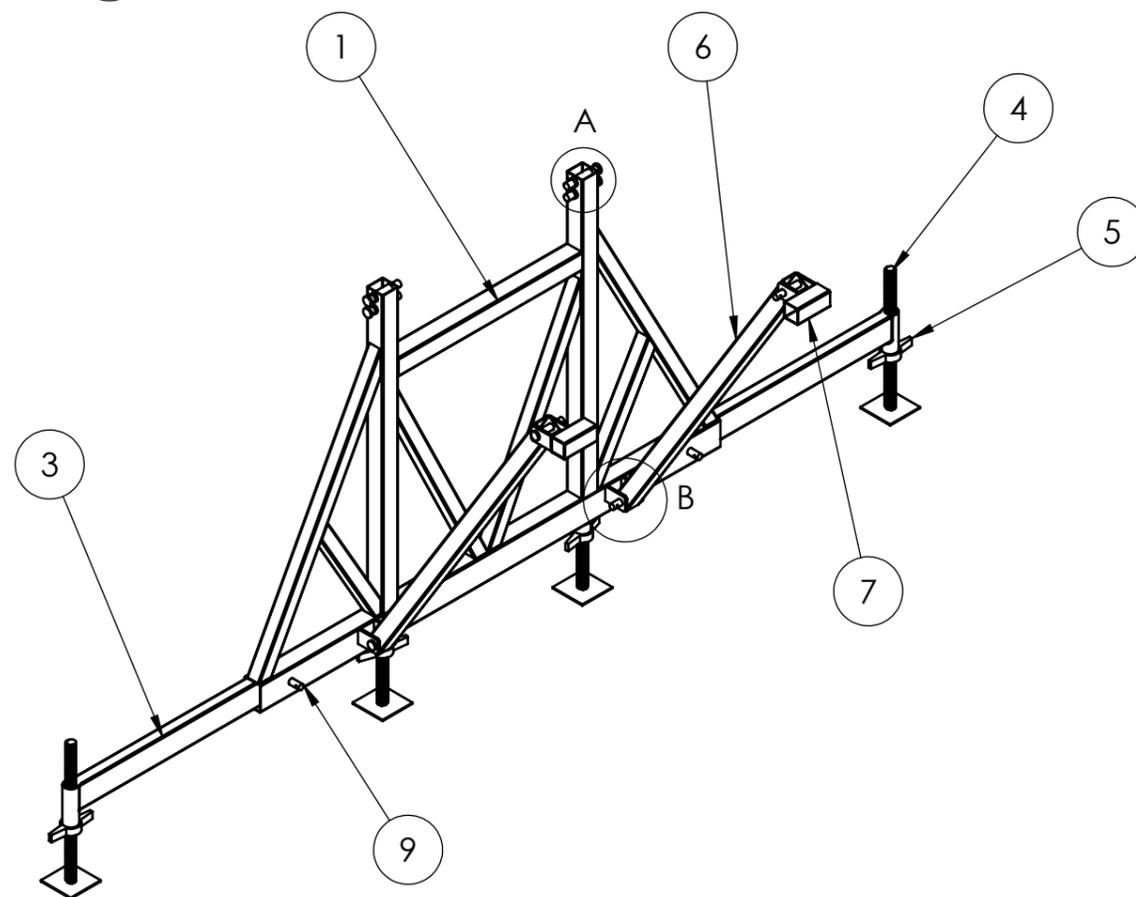
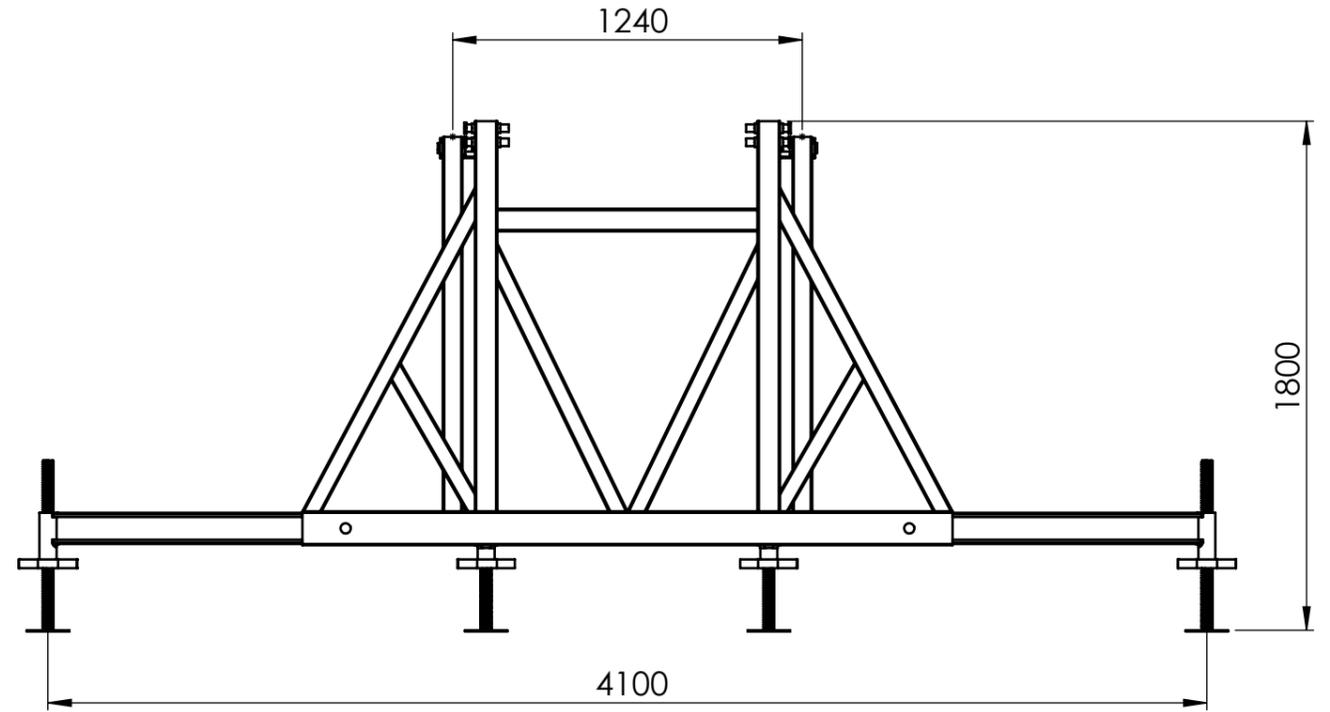
| | | | | |
|---|--|---|-----------------------|----------|
| OBSERVACIONES Medidas expresadas en milímetros. Tolerancias (salvo especificación) 0 < X ≤ 300 ± 0.5 300 < X ≤ 1000 ± 1 1000 < X ≤ 5000 ± 5 5000 < X ≤ 15000 ± 10 NO MEDIR SOBRE PLANO |  UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA | Código: 0136P000 | | |
| | | | Dibujado | Aprobado |
| | RUBIOLO, Gonzalo D. | Fecha | | |
| | Denominación: SUBCONJ. PROTECCIÓN LATERAL TRASERA | Firma | | |
| | | Revisión: 00 | Material: | |
| | Norma |  | Escala 1:10 | |



DETALLE A
ESCALA 1 : 5



DETALLE B
ESCALA 1 : 5



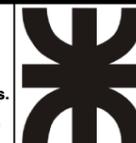
| 10 | 0137P008 | PLANCHUELA 2 1/2" X 3/8" L=100 | 4 |
|-----|----------|--|------|
| 9 | 0000P001 | PASADOR DIAM 25 X 130 mm | 6 |
| 8 | 0000P005 | PASADOR DIAM 27 X 150 mm | 4 |
| 7 | 0137P007 | ANCLAJE CHASIS ESTRUCTURA ESTABILIZADORA | 2 |
| 6 | 0137P006 | BRAZO ESTRUCTURA ESTABILIZADORA | 2 |
| 5 | 0137C005 | PALOMETA LAYHER | 4 |
| 4 | 0137C004 | BASE LAYHER | 4 |
| 3 | 0137P003 | PATA EXTENSIBLE | 1 |
| 2 | 0137P002 | BUJE TUBO USO MEC. 1" L=100 mm | 4 |
| 1 | 0137P001 | ESTRUCTURA ESTABILIZADORA DEL. | 1 |
| N.º | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANT |

OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.
Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|------------------|------|
| 0 < X ≤ 300 | ±0.5 |
| 300 < X ≤ 1000 | ±1 |
| 1000 < X ≤ 5000 | ±5 |
| 5000 < X ≤ 15000 | ±10 |

NO MEDIR
SOBRE PLANO



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
NACIONAL

FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA

RUBIOLO, Gonzalo D.

Denominación:

SUBCONJ. ESTRUCTURA
ESTABILIZADORA.

Código: 0137P000

| | Dibujado | Aprobado |
|-------|----------|----------|
| Fecha | | |
| Firma | | |

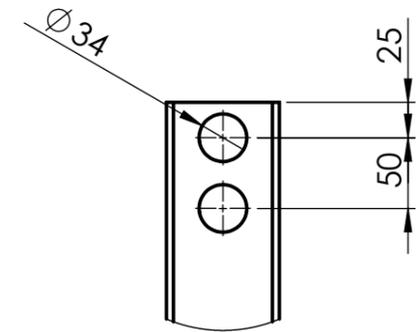
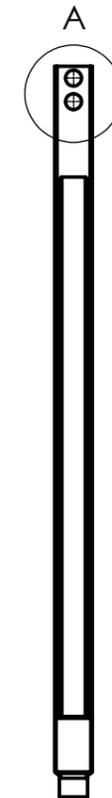
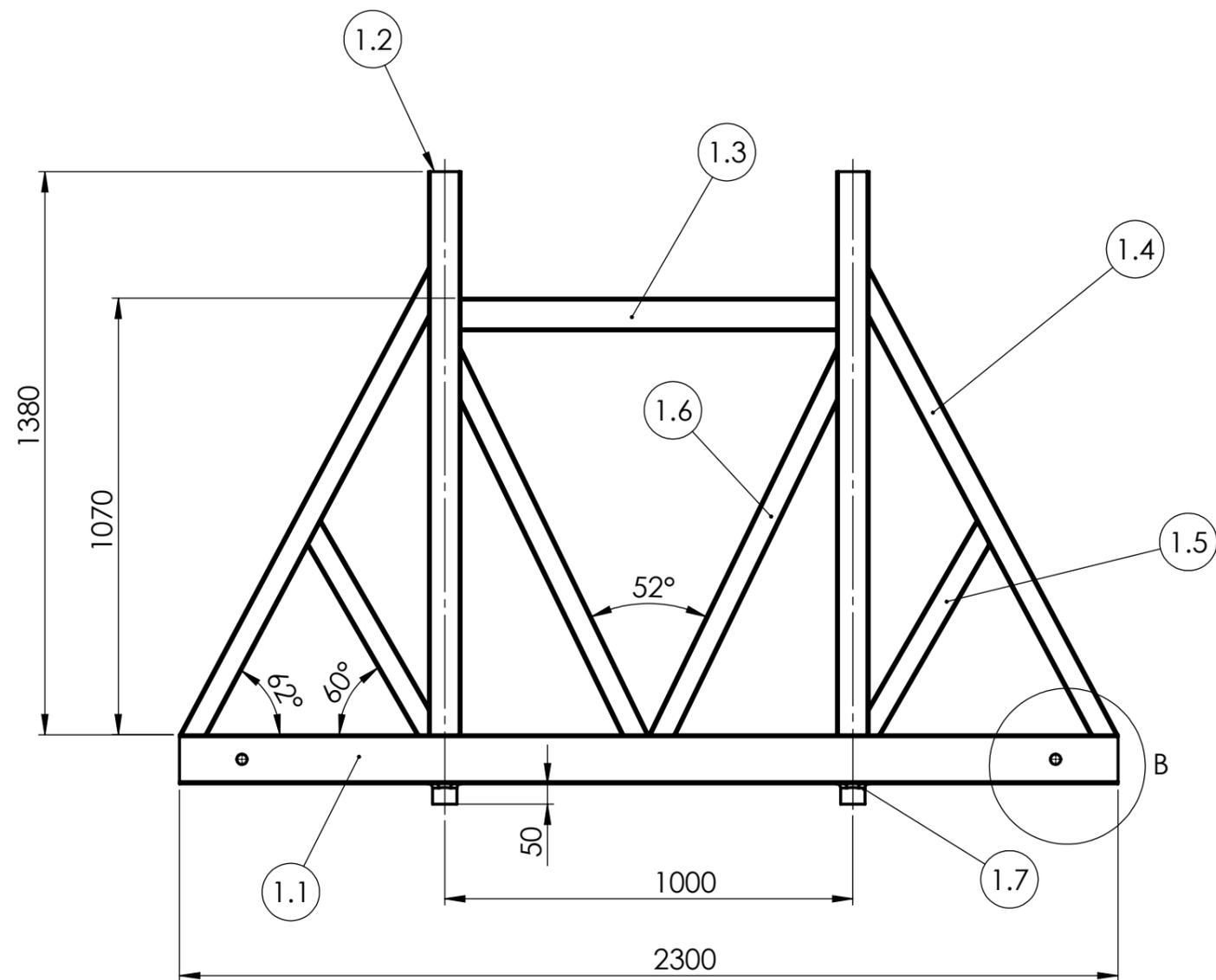
Revisión: 00

Material:

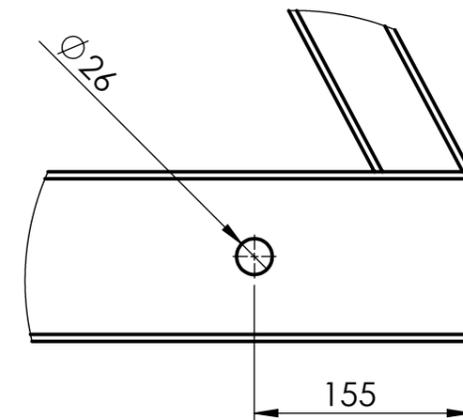
Norma

Escala

1:25



DETALLE A
ESCALA 1 : 5



DETALLE B
ESCALA 1 : 5

| | | | | | |
|-----|----------------------------|---------|-------|-------|------|
| 1.7 | BUJE D=57.2 d=42 L=50 mm | | | | 2 |
| 1.6 | TUBO ESTRUC. 60X60X3.2 | 1053.35 | 25.89 | 64.11 | 2 |
| 1.5 | TUBO ESTRUC. 60X60X3.2 | 585.38 | 31.95 | - | 2 |
| 1.4 | TUBO ESTRUC. 60X60X3.2 | 1297.29 | 28.05 | 61.95 | 2 |
| 1.3 | TUBO ESTRUC. 80X80X3.2 mm | 920 | 0.00 | 0.00 | 1 |
| 1.2 | TUBO ESTRUC. 80X80X3.2 mm | 1380 | 0.00 | 0.00 | 2 |
| 1.1 | TUBO ESTRUC. 120X80X3.2 mm | 2300 | 0.00 | 0.00 | 1 |
| N.º | DESCRIPCIÓN | LONG | ÁNG1 | ÁNG2 | CANT |

OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.
Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|--------------|------|
| 0<X≤300 | ±0.5 |
| 300<X≤1000 | ±1 |
| 1000<X≤5000 | ±5 |
| 5000<X≤15000 | ±10 |

NO MEDIR
SOBRE PLANO

RUBIOLLO, Gonzalo D.

**ESTRUCTURA
ESTABILIZADORA**

Código: 0137P001

| | |
|----------|----------|
| Dibujado | Aprobado |
|----------|----------|

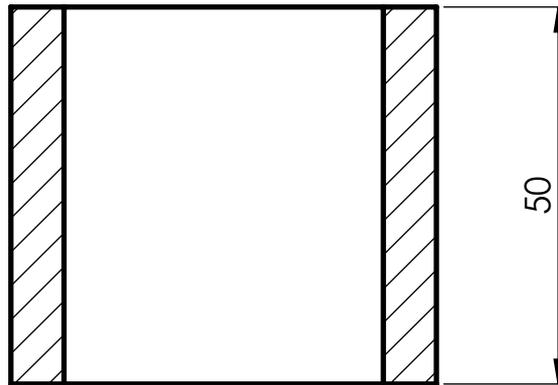
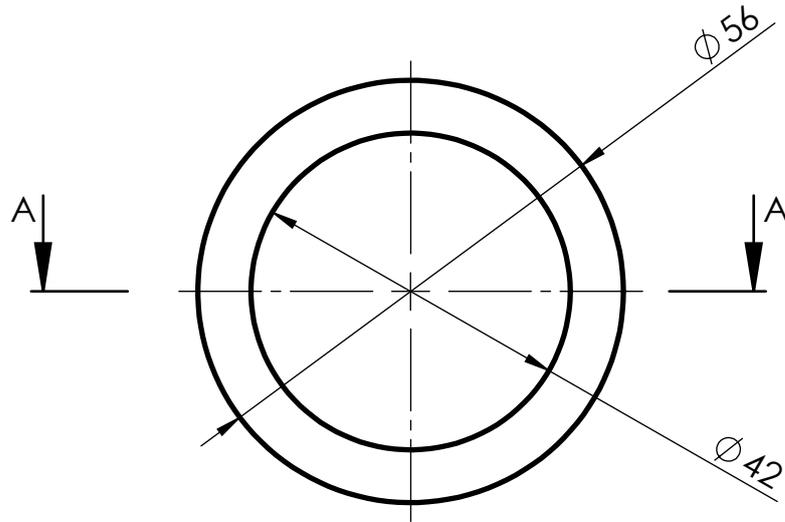
Fecha

Firma

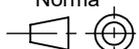
Revisión: 00

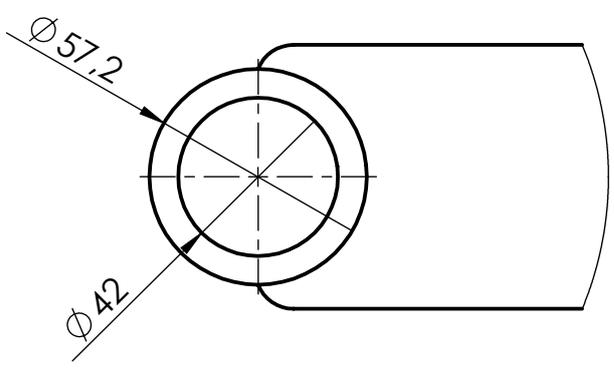
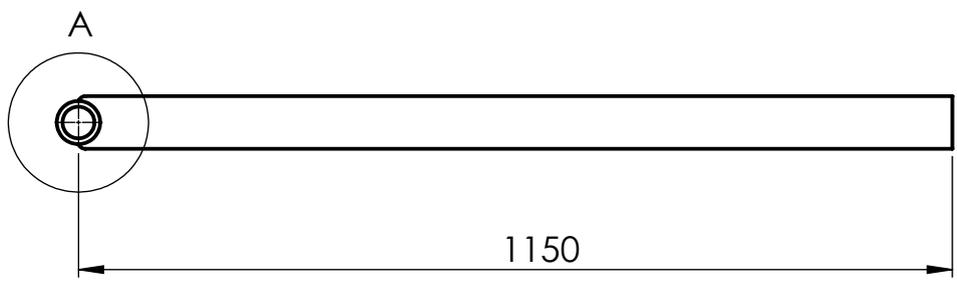
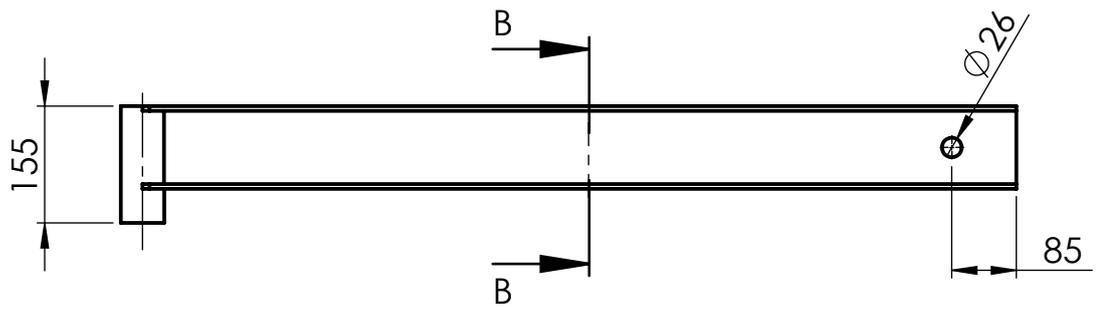
Material: SAE 1010

| | |
|-------|--------|
| Norma | Escala |
| | 1:15 |

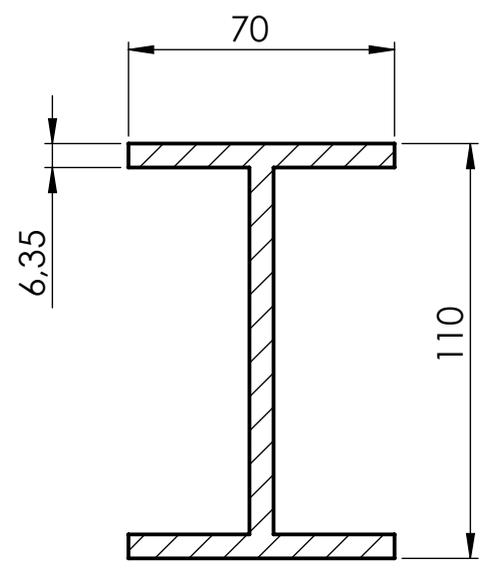


SECCIÓN A-A

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|------------|----------------|-----|-----------------|-----|------------------|------|---|--------------------|--|
| <p>OBSERVACIONES</p> <p>Medidas expresadas en milímetros.</p> <p>Tolerancias (salvo especificación)</p> <table style="font-size: small;"> <tr> <td>0 < X ≤ 300</td> <td>± 0.5</td> </tr> <tr> <td>300 < X ≤ 1000</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>1000 < X ≤ 5000</td> <td>± 5</td> </tr> <tr> <td>5000 < X ≤ 15000</td> <td>± 10</td> </tr> </table> <p>NO MEDIR SOBRE PLANO</p> | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |  <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p> <p>FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA</p> | Código: 0137P001-2 | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | |
| | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | | |
| | Fecha | | | | | | | | | | |
| | Firma | | | | | | | | | | |
| Denominación: | Revisión: 00 | | | | | | | | | | |
| | Material: SAE 1020 | | | | | | | | | | |
| | Norma | Escala | | | | | | | | | |
| |  | <p>1:1</p> | | | | | | | | | |
| | <p>BUJE D= 56 d=42 L=50</p> | | | | | | | | | | |

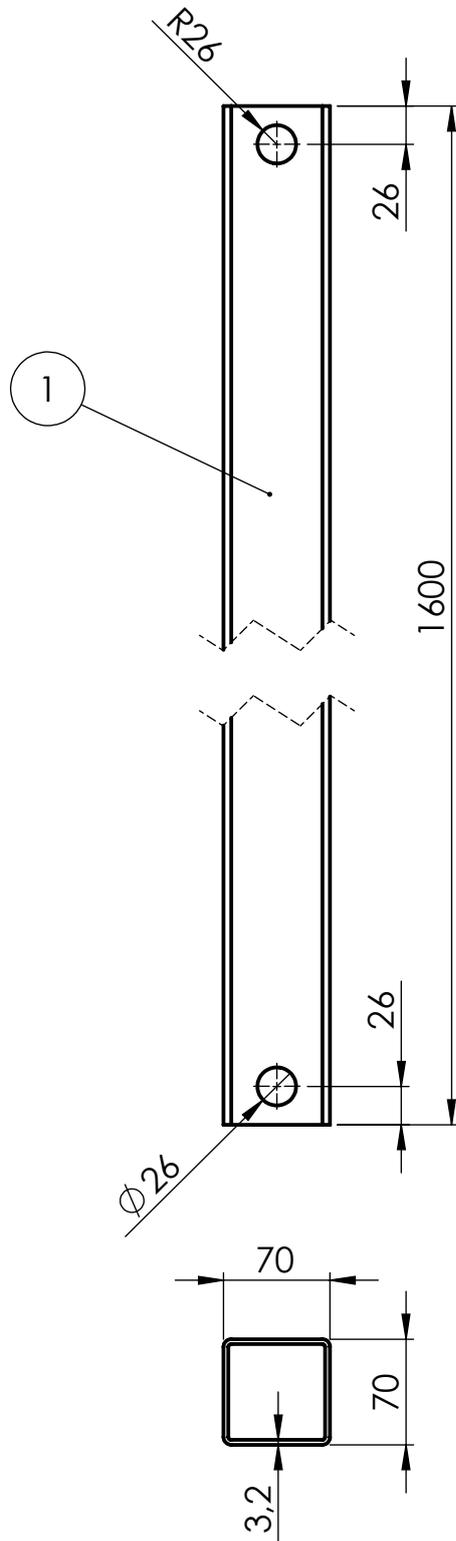


DETALLE A
ESCALA 1 : 2



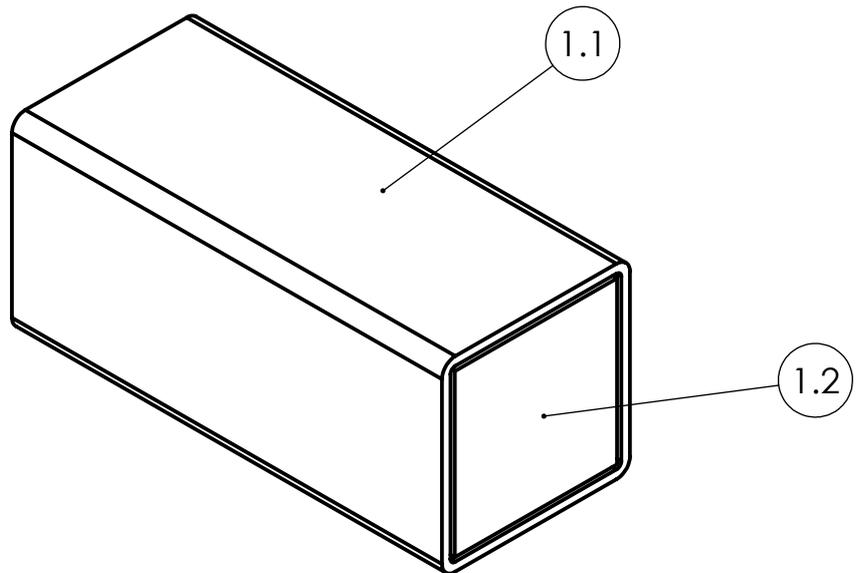
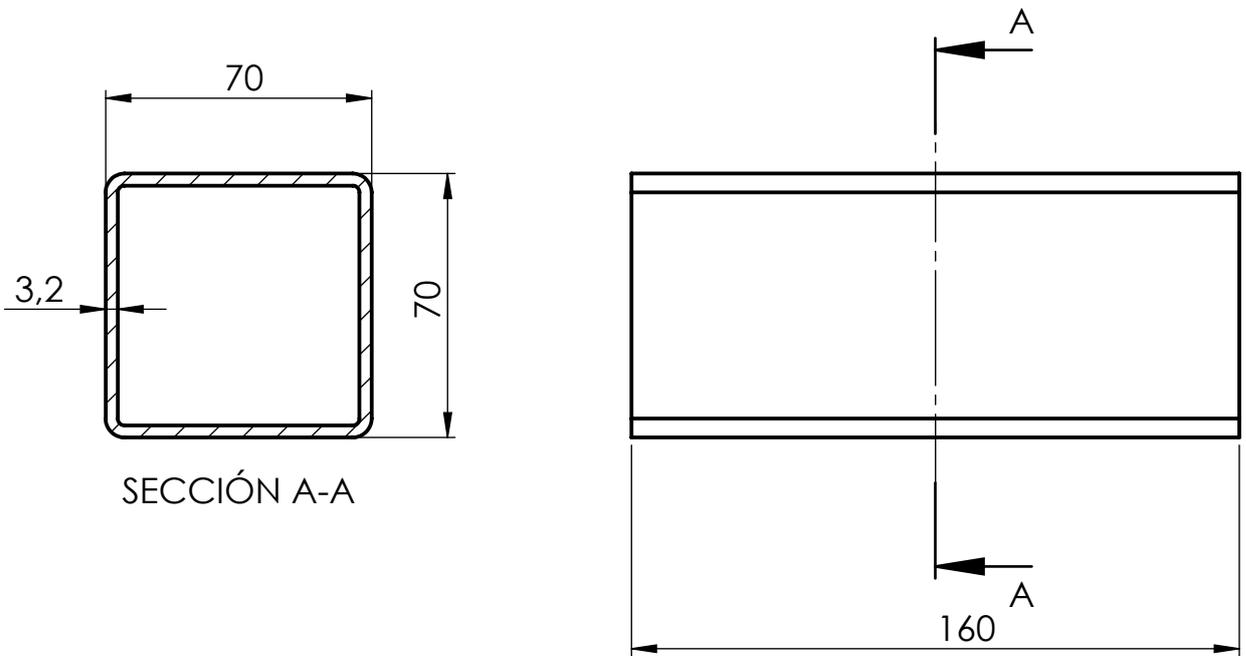
SECCIÓN B-B
ESCALA 1:2

| | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------|---------------------------|---------------------------|----------|-----------------|-----|------------------|------|-----------------------------|--|-------------------------|--|
| <p>OBSERVACIONES</p> <p>Medidas expresadas en milímetros.</p> <p>Tolerancias (salvo especificación)</p> <table border="0"> <tr><td>0 < X ≤ 300</td><td>± 0.5</td></tr> <tr><td>300 < X ≤ 1000</td><td>± 1</td></tr> <tr><td>1000 < X ≤ 5000</td><td>± 5</td></tr> <tr><td>5000 < X ≤ 15000</td><td>± 10</td></tr> </table> <p>NO MEDIR SOBRE PLANO</p> | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | <p>RUBIOLLO, Gonzalo D.</p> | | <p>Código: 0137P003</p> | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | | |
| | | | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | |
| | | | Fecha | | | | | | | | | |
| | | Firma | | | | | | | | | | |
| <p>PATA EXTENSIBLE</p> | | <p>Revisión: 00</p> | | | | | | | | | | |
| | | <p>Material: SAE 1010</p> | | | | | | | | | | |
| | | <p>Norma</p> | <p>Escala</p> <p>1:10</p> | | | | | | | | | |

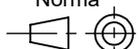


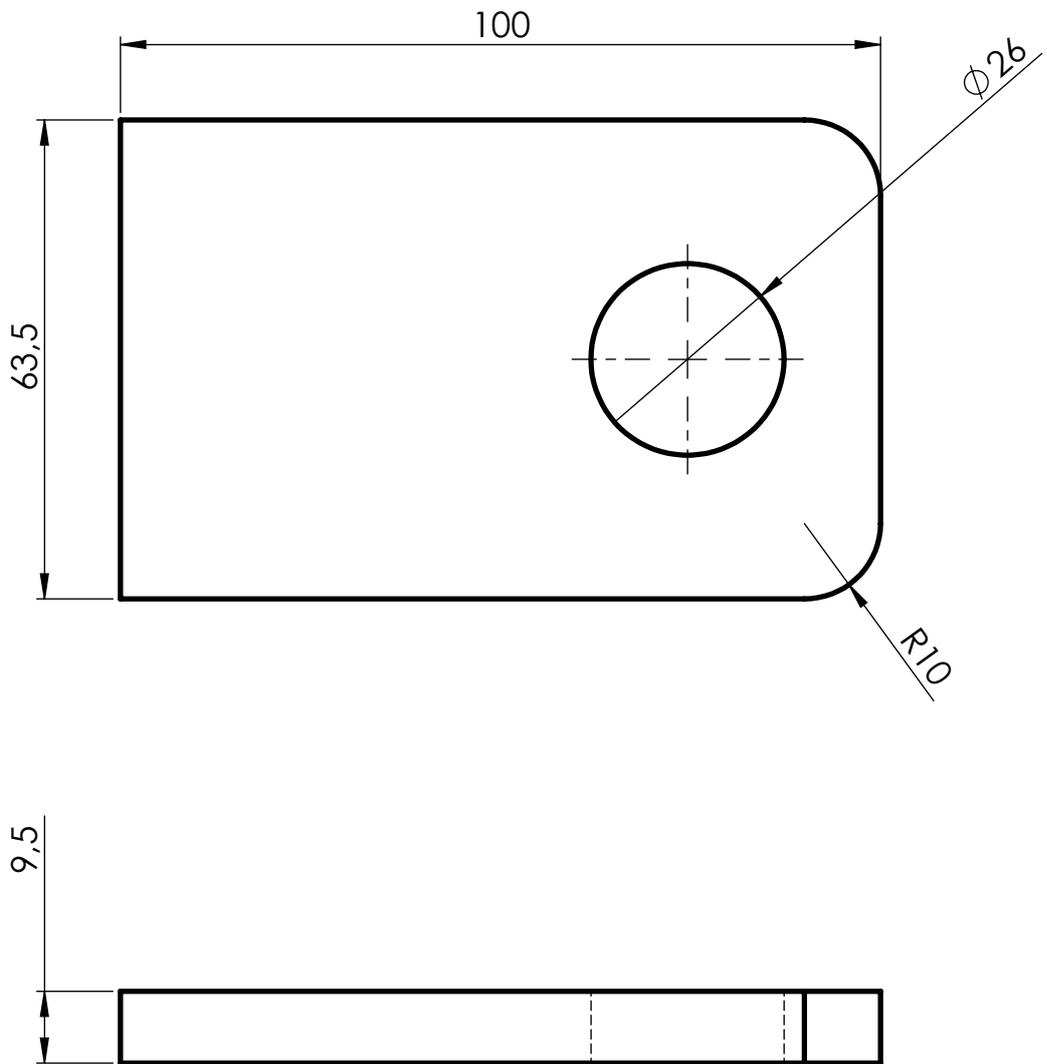
| | | |
|-----|--|----------|
| 1 | TUBO ESTRUCTURAL 70X70 e=3.2 mm L=1600 | 1 |
| N.º | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |

| | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------|--------------|----------------|-----|-----------------|-----|------------------|------|---|------------------|--|
| <p>OBSERVACIONES</p> <p>Medidas expresadas en milímetros.</p> <p>Tolerancias (salvo especificación)</p> <table style="font-size: small;"> <tr><td>0 < X ≤ 300</td><td>± 0.5</td></tr> <tr><td>300 < X ≤ 1000</td><td>± 1</td></tr> <tr><td>1000 < X ≤ 5000</td><td>± 5</td></tr> <tr><td>5000 < X ≤ 15000</td><td>± 10</td></tr> </table> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: large;">NO MEDIR SOBRE PLANO</p> | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |  <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p> <p>FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA</p> | Código: 0137P006 | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | |
| RUBIOLO, Gonzalo D. | Fecha | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | |
| Denominación: | Firma | Revisión: 00 | | | | | | | | | |
| BRAZO ESTRUCTURA ESTABILIZADORA | Material: SAE 1010 | | Escala | | | | | | | | |
| | Norma | Escala | 1:5 | | | | | | | | |

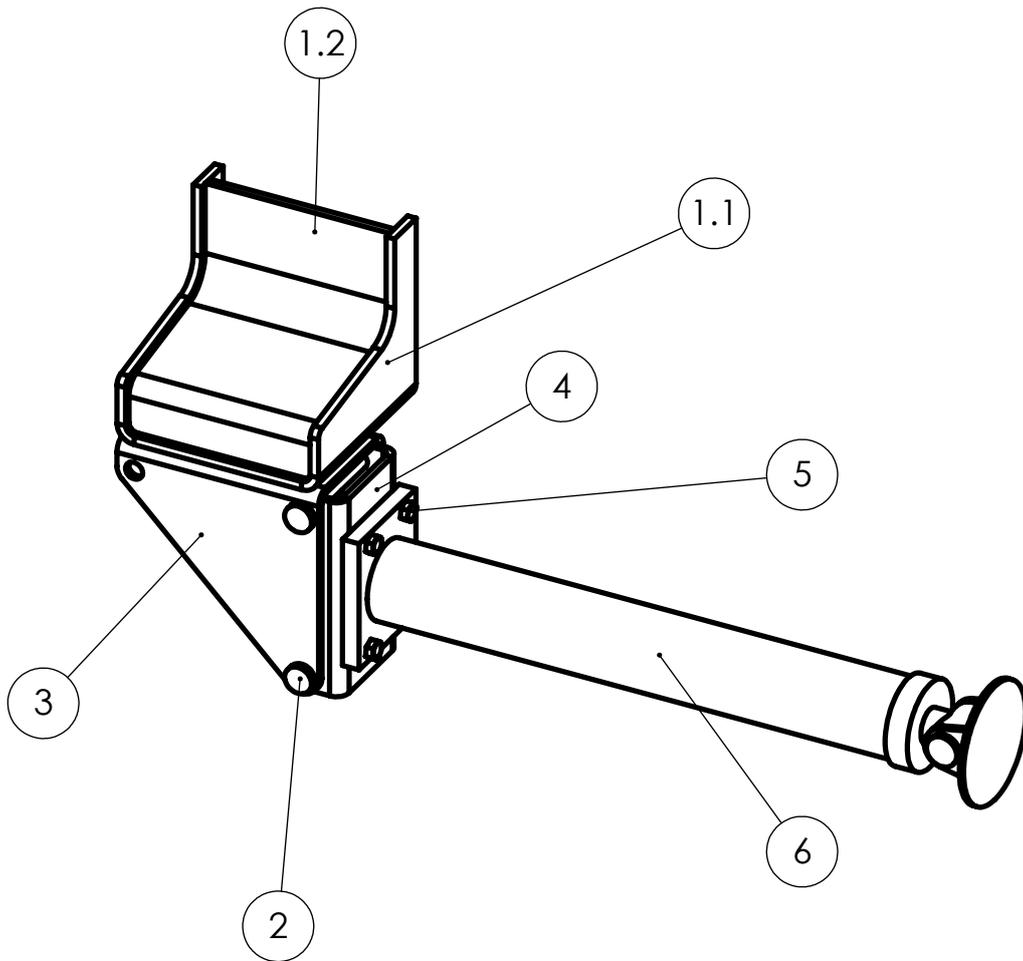


| | | |
|-----|---------------------------------------|----------|
| 1.2 | TAPA EXTREMO INTERIOR 70X70 e=3.2 mm | 1 |
| 1.1 | TUBO ESTRUCTURAL 70X70 e=3.2 L=160 mm | 1 |
| N.º | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |

| | | | | |
|---|--|---|----------------------|----------|
| OBSERVACIONES Medidas expresadas en milímetros. Tolerancias (salvo especificación) 0 <math>< X \leq 300</math> ± 0.5 300 <math>< X \leq 1000</math> ± 1 1000 <math>< X \leq 5000</math> ± 5 5000 <math>< X \leq 15000</math> ± 10 NO MEDIR SOBRE PLANO |  UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA | Código: 0137P007 | | |
| | | | Dibujado | Aprobado |
| | ANCLAJE CHASIS ESTRUCTURA ESTABILIZADORA | RUBIOLO, Gonzalo D. | Fecha | |
| | | Denominación: | Firma | |
| | | | Revisión: 00 | |
| | | Material: SAE 1010 | | |
| | | Norma  | Escala 1:2 | |

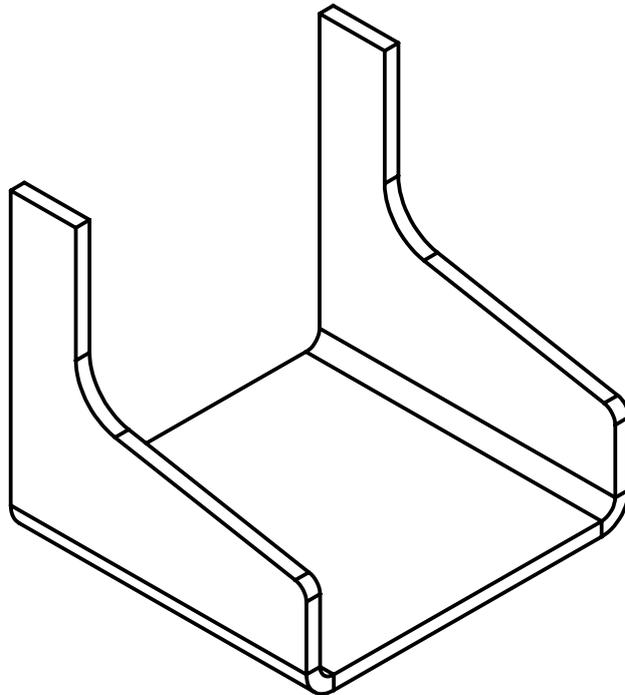
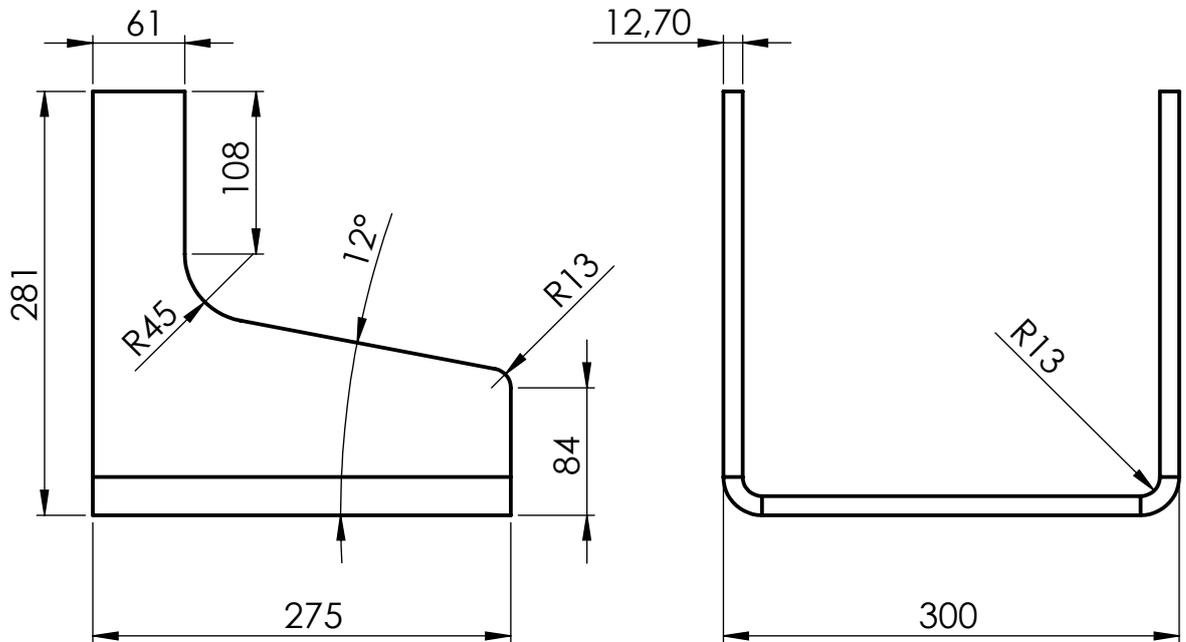


| | | | | |
|---|--|---|----------------------|----------|
| OBSERVACIONES Medidas expresadas en milímetros. Tolerancias (salvo especificación) 0 < X ≤ 300 ± 0.5 300 < X ≤ 1000 ± 1 1000 < X ≤ 5000 ± 5 5000 < X ≤ 15000 ± 10 NO MEDIR SOBRE PLANO |  UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA | Código: 0137P008 | | |
| | | | Dibujado | Aprobado |
| | RUBIOLO, Gonzalo D. | Fecha | | |
| | Denominación: PLANCHUELA 2 1/2" X 3/8" L=100 | Firma | | |
| | | Revisión: 00 | Material: SAE 1010 | |
| | Norma |  | Escala 1:1 | |



| | | | |
|-----|------------|--------------------------------------|------|
| 6 | 0139P005 | CILINDRO DE ELEVACIÓN CHASIS | 1 |
| 5 | 0139C004 | BULÓN M16 X 2 X 65 mm | 4 |
| 4 | 0139P003 | ARTICULACIÓN CILINDRO PARTE MÓVIL | 1 |
| 3 | 0139P002 | ARTICULACIÓN CILINDRO PARTE FIJA | 1 |
| 2 | 0000P008 | PASADOR DIAM 25 X 205 mm | 2 |
| 1.2 | 0139P001-2 | SOPORTE HID. DE ELEVACIÓN CHASIS - 2 | 1 |
| 1.1 | 0139P001-1 | SOPORTE HID. DE ELEVACIÓN CHASIS - 1 | 1 |
| 1 | 0139P001 | SOPORTE HID. DE ELEVACIÓN CHASIS | 1 |
| N.º | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANT |

| | | | | |
|--|--|-----------------------|------------------|----------|
| OBSERVACIONES Medidas expresadas en milímetros. Tolerancias (salvo especificación) 0 < X ≤ 300 ± 0.5 300 < X ≤ 1000 ± 1 1000 < X ≤ 5000 ± 5 5000 < X ≤ 15000 ± 10 NO MEDIR SOBRE PLANO | RUBIOLLO, Gonzalo D. | | Código: 0139P000 | |
| | SUBCONJ. CILINDRO ELEV. CHASIS | | Dibujado | Aprobado |
| | Fecha | | | |
| | Firma | | | |
| | Revisión: 00 | | | |
| | Material: | | | |
| | Norma | Escala 1:10 | | |



OBSERVACIONES

Medidas expresadas en milímetros.
Tolerancias (salvo especificación)

| | |
|------------------|-------|
| 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 |
| 300 < X ≤ 1000 | ± 1 |
| 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 |
| 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |

**NO MEDIR
SOBRE PLANO**

RUBIOLLO, Gonzalo D.

**SOPORTE HID. DE
ELEVACIÓN CHASIS -1**

Código: 0139P001-1

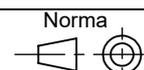
| | | |
|--|----------|----------|
| | Dibujado | Aprobado |
|--|----------|----------|

| | | |
|-------|--|--|
| Fecha | | |
|-------|--|--|

| | | |
|-------|--|--|
| Firma | | |
|-------|--|--|

Revisión: 00

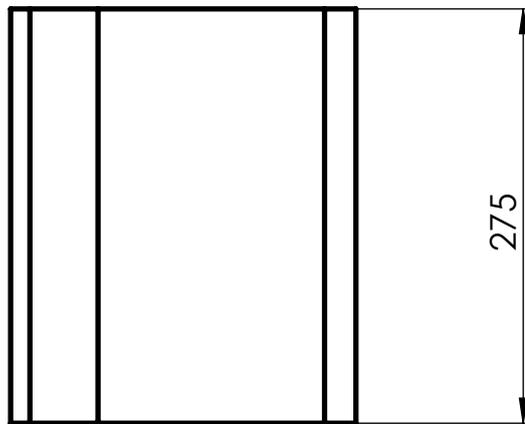
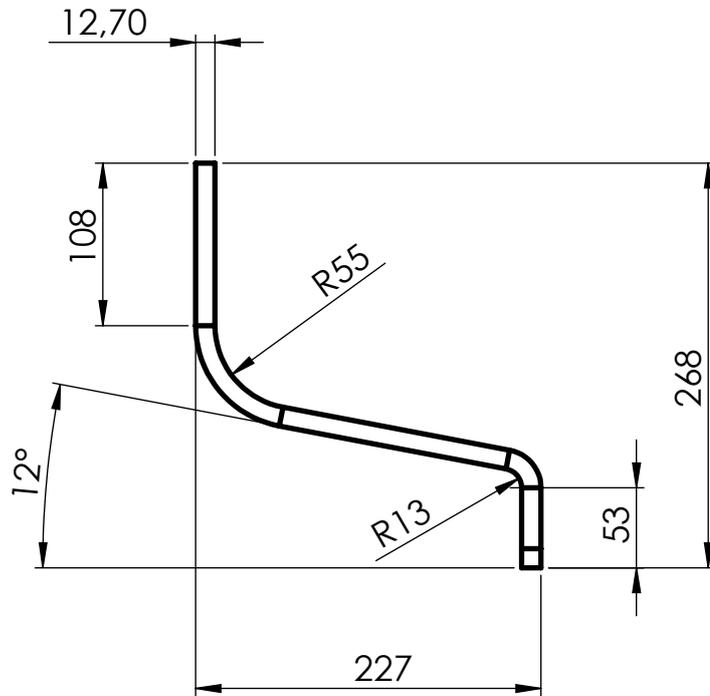
Material: Chapa 1/2" SAE 1010



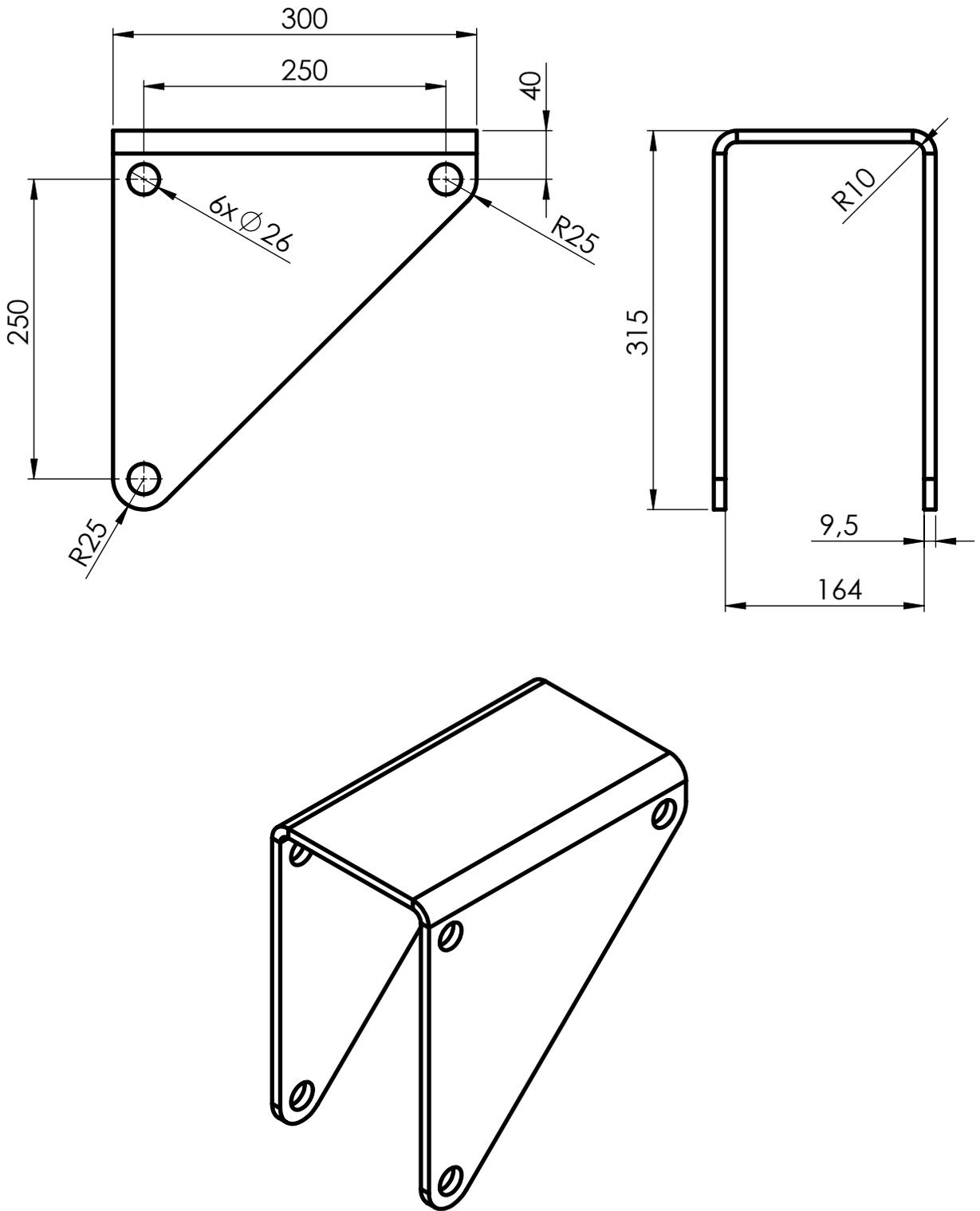
Norma

Escala

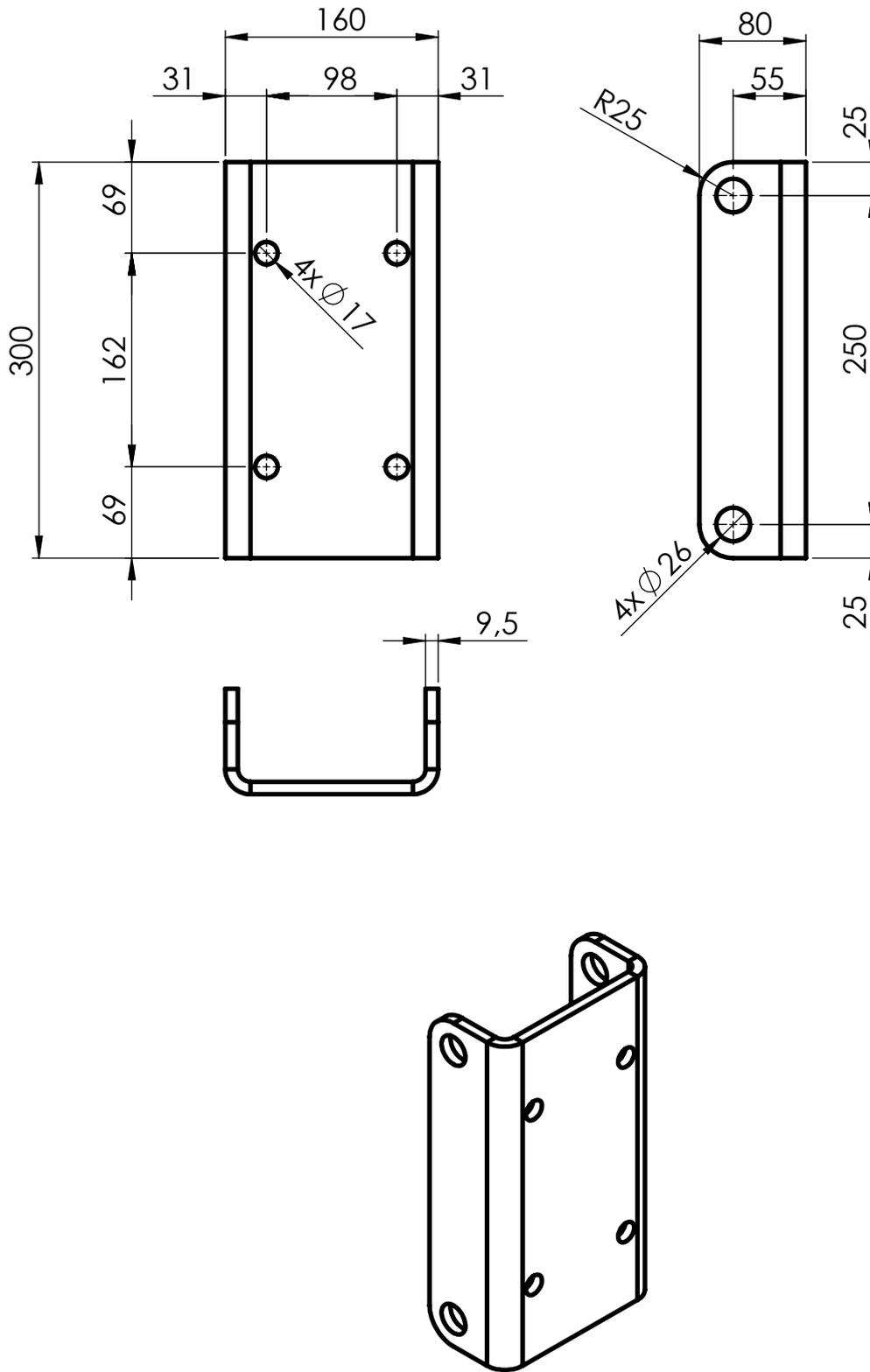
1:5



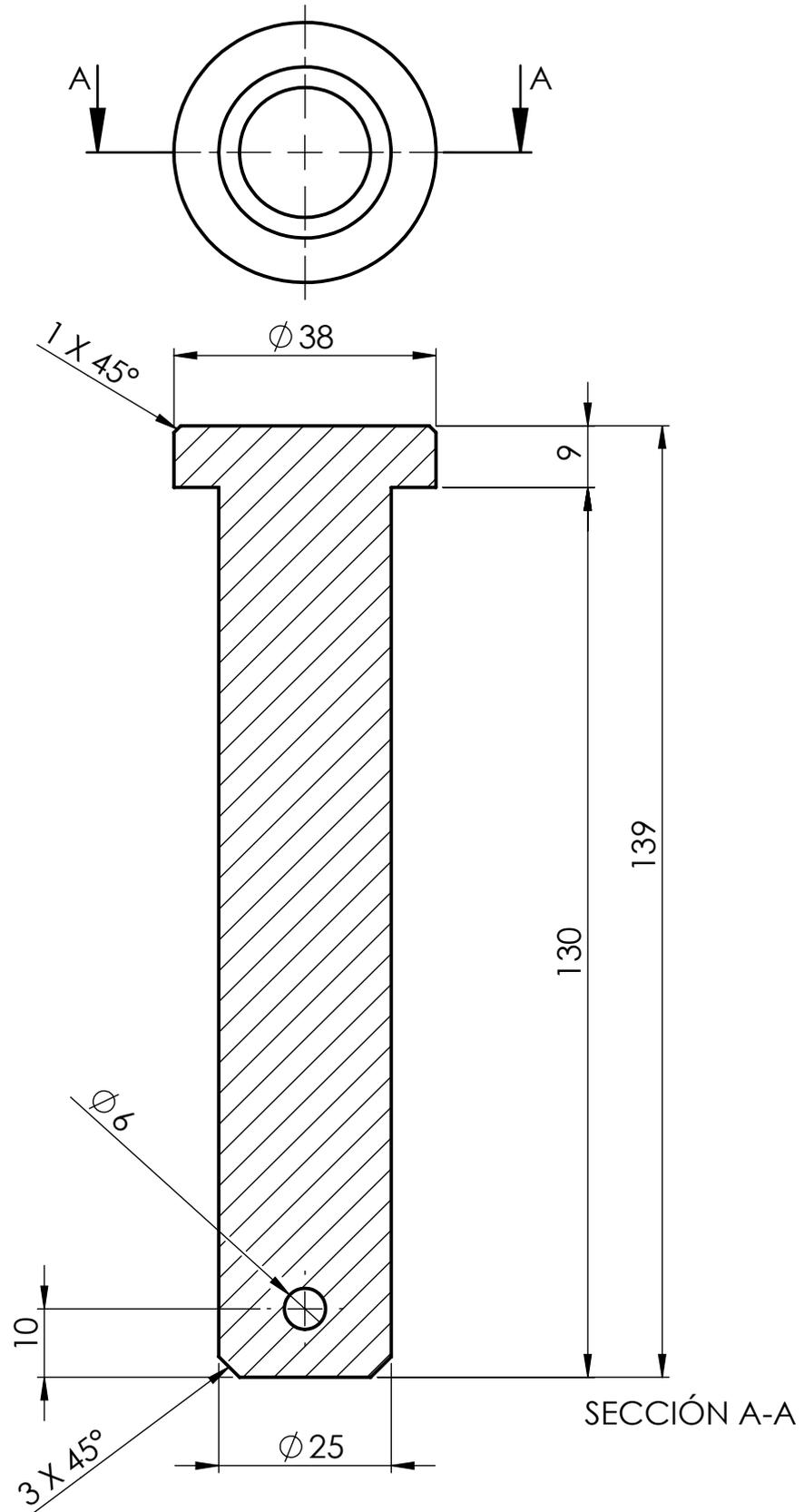
| | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------|--|---------------------------------|----------|-----------------|-----|------------------|------|------------------------------------|--|---------------------------|--|
| <p>OBSERVACIONES</p> <p>Medidas expresadas en milímetros.</p> <p>Tolerancias (salvo especificación)</p> <table border="0"> <tr> <td>0 < X ≤ 300</td> <td>± 0.5</td> </tr> <tr> <td>300 < X ≤ 1000</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>1000 < X ≤ 5000</td> <td>± 5</td> </tr> <tr> <td>5000 < X ≤ 15000</td> <td>± 10</td> </tr> </table> <p>NO MEDIR SOBRE PLANO</p> | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | <p>RUBIOLLO, Gonzalo D.</p> | | <p>Código: 0139P001-2</p> | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | | |
| | | | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | |
| | | Fecha | | | | | | | | | | |
| | | Firma | | | | | | | | | | |
| <p>SOPORTE HID. DE ELEVACIÓN CHASIS - 2</p> | | <p>Revisión 00:</p> | | | | | | | | | | |
| | | <p>Material: Chapa 1/2" SAE 1010</p> | | | | | | | | | | |
| | | <p>Norma</p>  | <p>Escala</p> <p>1:5</p> | | | | | | | | | |



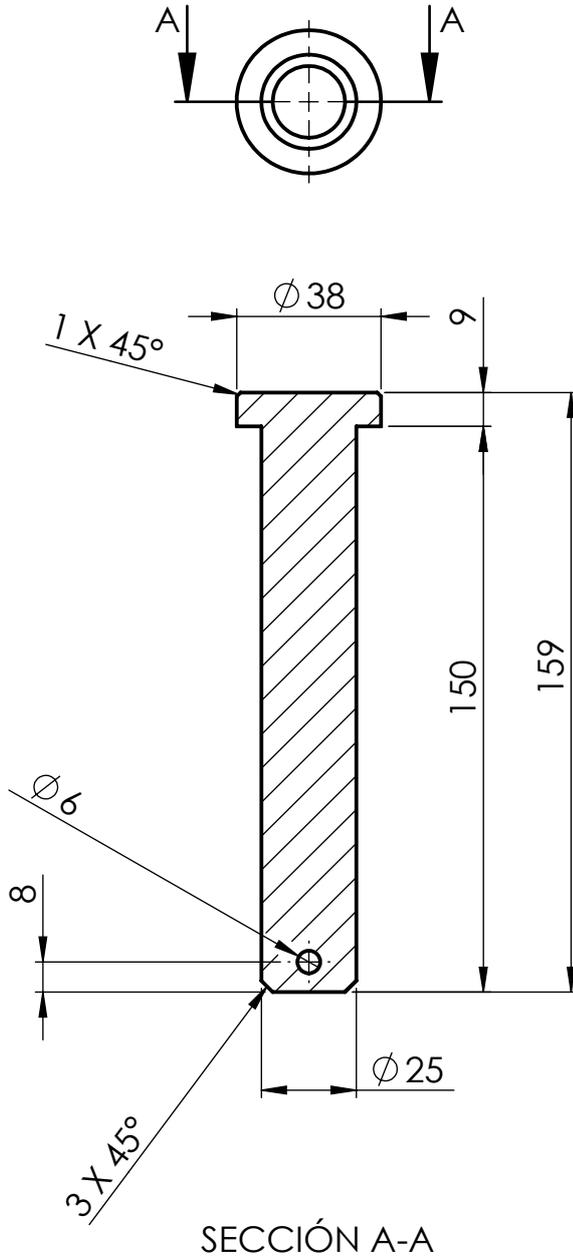
| | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|-------------------------------|----------------|-----|-----------------|-----|------------------|------|-----------------------------|--|------------------|--|
| OBSERVACIONES Medidas expresadas en milímetros. Tolerancias (salvo especificación) <table border="0"> <tr> <td>0 < X ≤ 300</td> <td>± 0.5</td> </tr> <tr> <td>300 < X ≤ 1000</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>1000 < X ≤ 5000</td> <td>± 5</td> </tr> <tr> <td>5000 < X ≤ 15000</td> <td>± 10</td> </tr> </table> NO MEDIR SOBRE PLANO | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | RUBIOLLO, Gonzalo D. | | Código: 0139P002 | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | | |
| 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | | | |
| 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | | | |
| 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | | | |
| ARTICULACIÓN CILINDRO PARTE FIJA | | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | | |
| | | Fecha | | | | | | | | | | |
| | | Firma | | | | | | | | | | |
| | | Revisión: 00 | | | | | | | | | | |
| | | Material: Chapa 3/8" SAE 1010 | | | | | | | | | | |
| | | Norma | Escala | | 1:5 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |



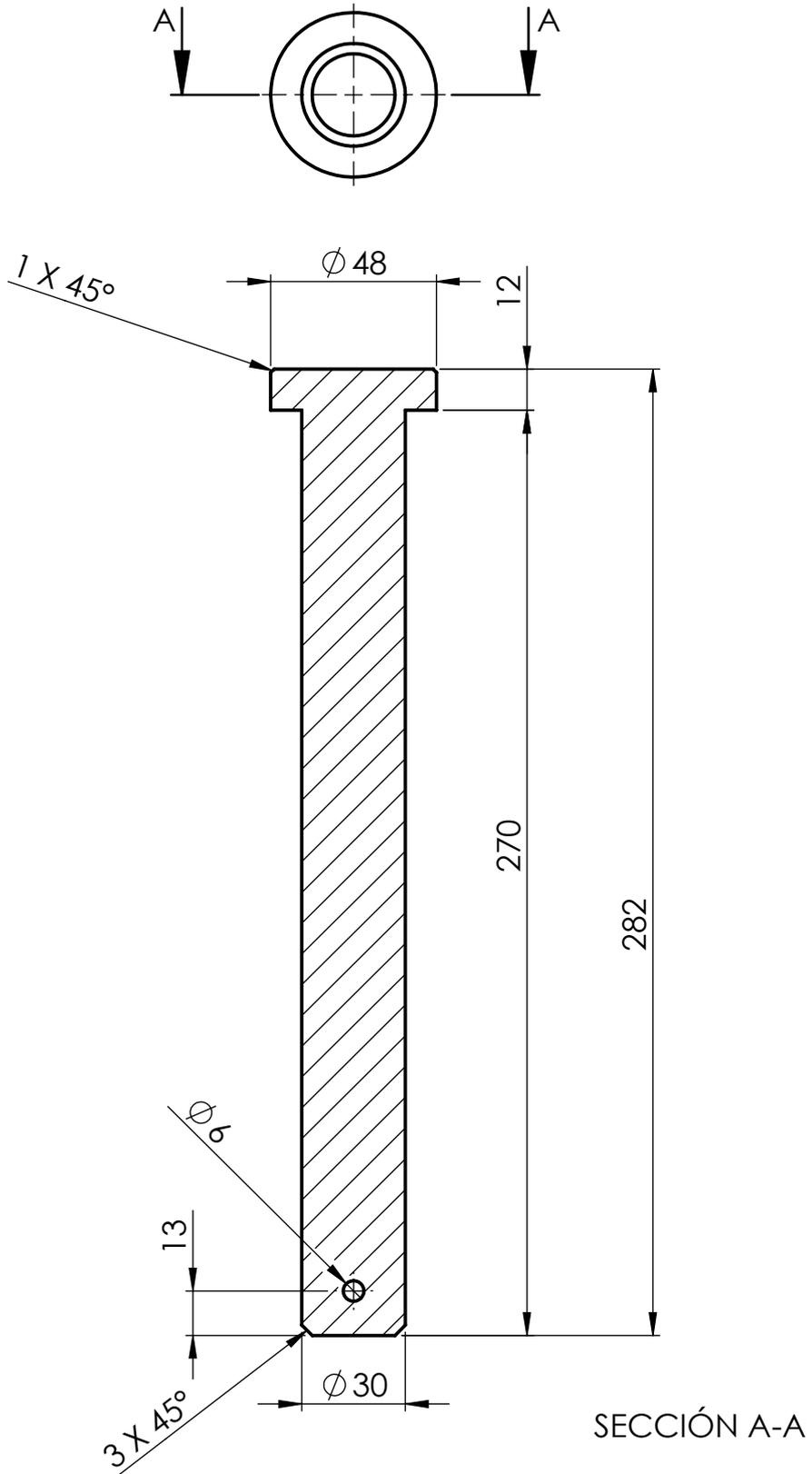
| | | | | |
|---|--|-------------------------------|------------------|----------|
| OBSERVACIONES Medidas expresadas en milímetros. Tolerancias (salvo especificación) 0 <math>< X \leq 300</math> ± 0.5 300 <math>< X \leq 1000</math> ± 1 1000 <math>< X \leq 5000</math> ± 5 5000 <math>< X \leq 15000</math> ± 10 NO MEDIR SOBRE PLANO | RUBIOLLO, Gonzalo D. | | Código: 0139P003 | |
| | ARTICULACIÓN CILINDRO PARTE MÓVIL | | Dibujado | Aprobado |
| Fecha | | | | |
| | | Firma | | |
| | | Revisión: 00 | | |
| | | Material: Chapa 3/8" SAE 1010 | | |
| | | Norma | Escala | |
| | | | 1:5 | |



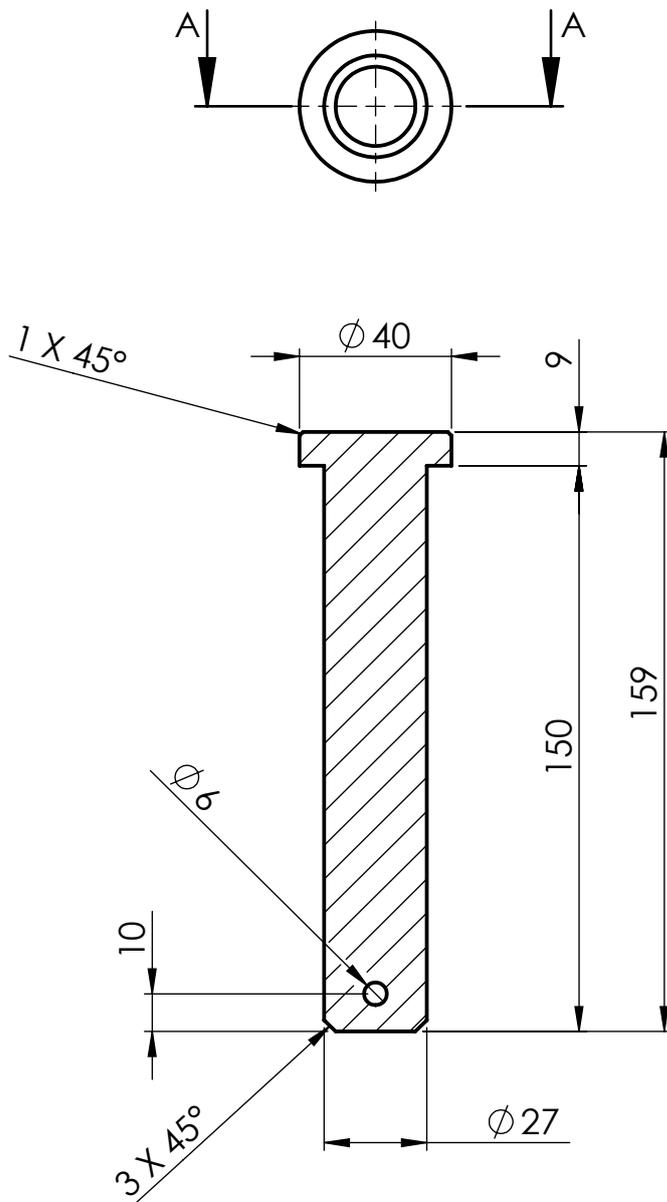
| | | | | | | | | | | | |
|--|---|--------------------|----------------|-----|-----------------|-----|------------------|------|---|------------------|--|
| <p>OBSERVACIONES</p> <p>Medidas expresadas en milímetros.</p> <p>Tolerancias (salvo especificación)</p> <table border="0"> <tr> <td>0 < X ≤ 300</td> <td>± 0.5</td> </tr> <tr> <td>300 < X ≤ 1000</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>1000 < X ≤ 5000</td> <td>± 5</td> </tr> <tr> <td>5000 < X ≤ 15000</td> <td>± 10</td> </tr> </table> <p>NO MEDIR SOBRE PLANO</p> | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |  <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p> <p>FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA</p> | Código: 0000P001 | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | |
| <p>RUBIOLO, Gonzalo D.</p> <p>Denominación:</p> <p>PASADOR DIAM 25 X 130 mm</p> | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | | |
| | Fecha | | | | | | | | | | |
| | Firma | | | | | | | | | | |
| | | Revisión: 00 | | | | | | | | | |
| | | Material: SAE 1020 | | | | | | | | | |
| | Norma | Escala | | | | | | | | | |
| |  | 1:1 | | | | | | | | | |



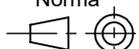
| | | | | | | | | | | | |
|--|------------------|--------------------|----------------|-----|-----------------|-----|------------------|------|---|------------------|--|
| <p>OBSERVACIONES</p> <p>Medidas expresadas en milímetros.</p> <p>Tolerancias (salvo especificación)</p> <table style="font-size: small;"> <tr><td>0 < X ≤ 300</td><td>± 0.5</td></tr> <tr><td>300 < X ≤ 1000</td><td>± 1</td></tr> <tr><td>1000 < X ≤ 5000</td><td>± 5</td></tr> <tr><td>5000 < X ≤ 15000</td><td>± 10</td></tr> </table> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: large;">NO MEDIR SOBRE PLANO</p> | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p> <p>FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA</p> | Código: 0000P002 | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | |
| RUBIOLO, Gonzalo D. | | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | |
| Denominación: | | Fecha | | | | | | | | | |
| PASADOR DIAM 25 X150 mm | | Firma | | | | | | | | | |
| | | Revisión: 00 | | | | | | | | | |
| | | Material: SAE 1020 | | | | | | | | | |
| | | Norma | Escala | | | | | | | | |
| | | | 1:2 | | | | | | | | |

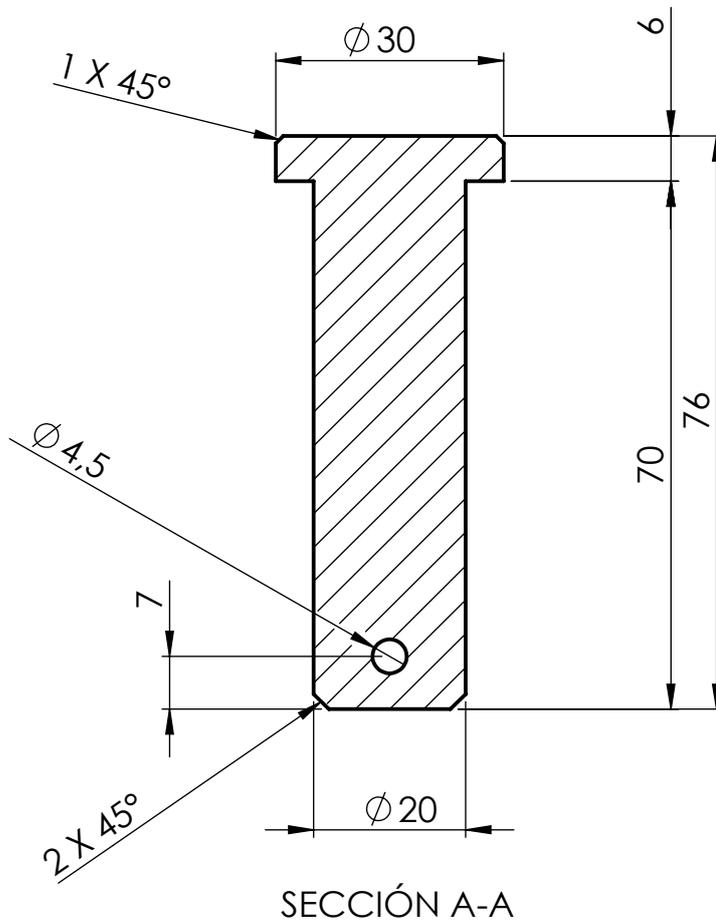
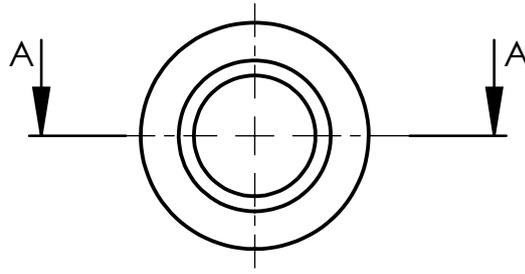


| | | | | | | | | | | | |
|--|--|---|----------------|-----|-----------------|-----|------------------|------|---|-------------------------|--|
| <p>OBSERVACIONES</p> <p>Medidas expresadas en milímetros.</p> <p>Tolerancias (salvo especificación)</p> <table border="0"> <tr> <td>0 < X ≤ 300</td> <td>± 0.5</td> </tr> <tr> <td>300 < X ≤ 1000</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>1000 < X ≤ 5000</td> <td>± 5</td> </tr> <tr> <td>5000 < X ≤ 15000</td> <td>± 10</td> </tr> </table> <p>NO MEDIR SOBRE PLANO</p> | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |  <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p> <p>FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA</p> | <p>Código: 0000P003</p> | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | |
| <p>RUBIOLO, Gonzalo D.</p> <p>Denominación:</p> <p>PASADOR DIAM 30 X 270 mm</p> | <p>Dibujado</p> | <p>Aprobado</p> | | | | | | | | | |
| | <p>Fecha</p> | <p></p> | | | | | | | | | |
| | <p>Firma</p> | <p></p> | | | | | | | | | |
| | | <p>Revisión: 00</p> <p>Material: SAE 1020</p> | | | | | | | | | |
| | <p>Norma</p>  | <p>Escala</p> <p>1:2</p> | | | | | | | | | |



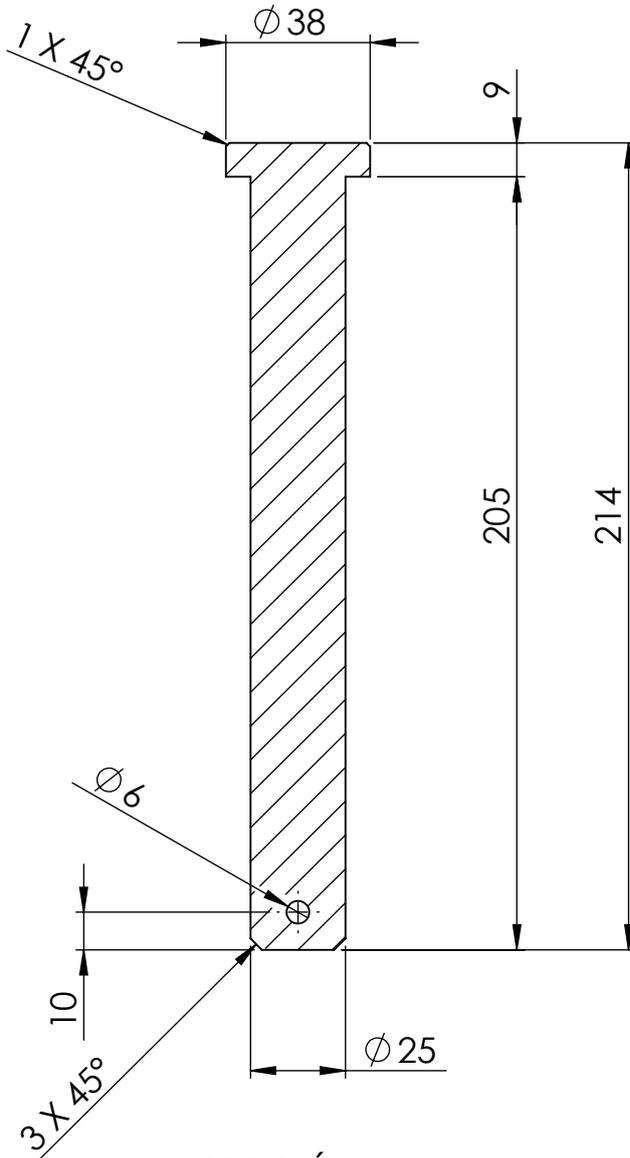
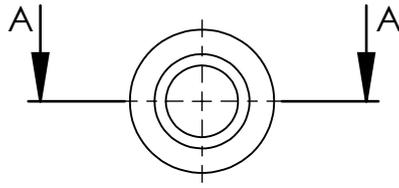
SECCIÓN A-A

| | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------|----------------|-----|-----------------|-----|------------------|------|---|------------------|--|
| <p>OBSERVACIONES</p> <p>Medidas expresadas en milímetros.</p> <p>Tolerancias (salvo especificación)</p> <table border="0"> <tr> <td>0 < X ≤ 300</td> <td>± 0.5</td> </tr> <tr> <td>300 < X ≤ 1000</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>1000 < X ≤ 5000</td> <td>± 5</td> </tr> <tr> <td>5000 < X ≤ 15000</td> <td>± 10</td> </tr> </table> <p>NO MEDIR SOBRE PLANO</p> | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |  <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p> <p>FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA</p> | Código: 0000P005 | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | |
| RUBIOLLO, Gonzalo D. | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | | |
| Denominación: | Fecha | | | | | | | | | | |
| PASADOR DIAM 27 X 150 mm | Firma | | | | | | | | | | |
| | Revisión: 00 | | | | | | | | | | |
| | Material: SAE 1020 | | | | | | | | | | |
| | Norma | Escala | | | | | | | | | |
| |  | 1:2 | | | | | | | | | |



SECCIÓN A-A

| | | | | | | | | | | | |
|--|---|--------------------|----------------|-----|-----------------|-----|------------------|------|---|------------------|--|
| <p>OBSERVACIONES</p> <p>Medidas expresadas en milímetros.</p> <p>Tolerancias (salvo especificación)</p> <table border="0"> <tr> <td>0 < X ≤ 300</td> <td>± 0.5</td> </tr> <tr> <td>300 < X ≤ 1000</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>1000 < X ≤ 5000</td> <td>± 5</td> </tr> <tr> <td>5000 < X ≤ 15000</td> <td>± 10</td> </tr> </table> <p>NO MEDIR SOBRE PLANO</p> | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |  <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p> <p>FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA</p> | Código: 0000P007 | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | |
| <p>RUBIOLO, Gonzalo D.</p> <p>Denominación:</p> <p>PASADOR DIAM 20 X 70 mm</p> | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | | |
| | Fecha | | | | | | | | | | |
| | Firma | | | | | | | | | | |
| | | Revisión: 00 | | | | | | | | | |
| | | Material: SAE 1020 | | | | | | | | | |
| | Norma | Escala | | | | | | | | | |
| |  | 1:1 | | | | | | | | | |



SECCIÓN A-A

| | | | | | | | | | | | |
|--|---|--------------------|----------------|-----|-----------------|-----|------------------|------|---|------------------|--|
| <p>OBSERVACIONES</p> <p>Medidas expresadas en milímetros.</p> <p>Tolerancias (salvo especificación)</p> <table border="0"> <tr> <td>0 < X ≤ 300</td> <td>± 0.5</td> </tr> <tr> <td>300 < X ≤ 1000</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>1000 < X ≤ 5000</td> <td>± 5</td> </tr> <tr> <td>5000 < X ≤ 15000</td> <td>± 10</td> </tr> </table> <p>NO MEDIR SOBRE PLANO</p> | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 |  <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p> <p>FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA</p> | Código: 0000P008 | |
| | 0 < X ≤ 300 | ± 0.5 | | | | | | | | | |
| | 300 < X ≤ 1000 | ± 1 | | | | | | | | | |
| | 1000 < X ≤ 5000 | ± 5 | | | | | | | | | |
| | 5000 < X ≤ 15000 | ± 10 | | | | | | | | | |
| <p>RUBIOLO, Gonzalo D.</p> <p>Denominación:</p> <p>PASADOR DIAM 25 X 205 mm</p> | Dibujado | Aprobado | | | | | | | | | |
| | Fecha | | | | | | | | | | |
| | Firma | | | | | | | | | | |
| | | Revisión: 00 | | | | | | | | | |
| | | Material: SAE 1020 | | | | | | | | | |
| | Norma | Escala | | | | | | | | | |
| |  | 1:2 | | | | | | | | | |