



EFFECTOS DE VIBRACION EN LA SIEMBRA

LUCIANO CESARETTI – LISANDRO GHERARDI

Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Escuela de Ingeniería Mecánica
Rosario, Argentina
Año 2022

Efectos de Vibración en la Siembra

Luciano Cesaretti – Lisandro Gherardi

Proyecto Final de Ingeniería Mecánica presentado como requisito parcial para optar
al título de:

Ingeniero Mecánico

Director/a: Pedro Sismondi, Guillermo Rodriguez, Juan Sismondi.

Título y nombre del director/a

Ing. Pedro Sismondi - Ing. Guillermo Rodriguez – Ing. Juan Sismondi

Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Escuela de Ingeniería Mecánica
Rosario, Argentina
Año 2022

Agradecimientos

Ing. Mec. Gustavo Fabián Nardón. Departamento de Construcciones Mecánicas. Orientación en la etapa inicial del proyecto. Obtención de datos empíricos del cuerpo plantador. Vinculación con la Facultad de Ciencias Agrarias.

Ing. Agr. (MSc.) Fernando Cuenca. Docente de la Facultad de Ciencias Agrarias. Aporte de material bibliográfico y orientación técnica inicial.

E. Gherardi e Hijos S.A. Aporte de modelo 3D cuerpo de siembra e información sobre maquinaria agrícola.

Ing. Agr. Ricardo Medera. Gerente de ventas en E. Gherardi e Hijos S.A. Orientación técnica y aporte de material bibliográfico.

Resumen

Este proyecto busca brindar una herramienta para obtener información sobre la influencia de la vibración en la implantación de la semilla y realizar mejoras en los trenes plantadores. Para lograr lo antes dicho se realizará el diseño de un simulador de siembra o “*Shaker*” que reproduzca las condiciones de trabajo de forma representativa. Al momento de realizar la siembra el cuerpo plantador intenta copiar el terreno, en esta acción se producen oscilaciones verticales lo cual disminuye la calidad de la misma.

El diseño del “*Shaker*” consta de una plataforma de vibración accionada por cilindros neumáticos, que se posiciona en altura a través de un cilindro hidráulico. La toma de datos se realiza mediante sensores ópticos de semilla.

Palabras claves: *simulador de siembra, vibración, semilla, calidad de siembra.*

Abstract

The main objective of this project will be to provide a tool that allows to obtain information of the influence of vibrations on planting unit and make improvements. To achieve the aforementioned, the design of a sowing simulator or "Shaker" will be carried out. The "Shaker" should reproduce the working conditions in a representative way. At the time of sowing, the planting body tries to copy the ground, in this action vertical oscillations are produced which decrease its quality.

The design of the "Shaker" consists of a vibration platform operated by pneumatic cylinders, which is positioned in height through a hydraulic cylinder. Data collection is carried out using optical seed sensors.

Keywords: *sowing simulator, vibration, seed, sowing quality.*

Contenido

Agradecimientos	3
Resumen.....	4
Abstract	5
Contenido	6
Introducción	9
1 Condiciones límites	11
Irregularidad del terreno.....	11
Composición del suelo.....	11
Perfil del suelo	11
Componentes del suelo.....	13
Propiedades físicas del suelo	15
Dureza del suelo o compactación	16
Humedad del suelo.....	17
Importancia agronómica.....	18
Tipo de semilla	19
Calidad de la semilla	19
Genética de la semilla	20
Características del rastrojo	21
R.P.M. del dosificador de semillas	23
Características del cuerpo de siembra	25
Abresurco.....	26
Órganos apretadores	29
Órganos tapadores y compactadores	30
Órganos reguladores de profundidad	32
Transferencia de carga	33
Por resorte	33
Mecánico	35
Neumático	35
Dosificadores de semillas	36

Mecánicos a chorrillo.....	36
Mecánicos grano por grano	39
Neumáticos	41
Tipos de mando para los dosificadores	42
Mecánico	42
Hidráulico.....	44
Electrico	47
Esfuerzo del tren de siembra	47
Dimensiones del cuerpo de siembra	48
Amplitud vertical de desplazamiento	51
Características de la vibración en el cuerpo de siembra	52
2 Propósitos	58
Aplicar la fuerza necesaria al tren de siembra	58
Controlar y reproducir las oscilaciones verticales generadas durante la siem	59
Correcta respuesta al cambio de velocidades	59
Posicionarse a diferentes alturas de trabajo	60
Datos de espaciamiento entre semillas	60
Ser didáctico	61
Seguridad	61
Fácil mantenimiento	61
Baja emisión de sonido.....	61
Adaptación a diferentes dispositivos de transferencia de carga	61
3 Propuestas	62
Propuesta 01	62
Propuesta 02	63
Propuesta 03	65
Mejor solución	66
4 Cálculos	67
Estudio estático	67
Consideraciones para el estudio y la modelización	67
Resultados del estudio estático	68
Nuevos resultados	70
Conclusiones de la modificación	72

Análisis de vibración	73
Conclusiones y recomendaciones.....	74
Conclusiones.....	74
Recomendaciones.....	74
Bibliografía	75
Anexo planos	77

Introducción

Los cuerpos de siembra tienen algunas funciones ineludibles, una de ellas es lograr una profundidad de descarga uniforme y un espaciamiento constante, independientemente de las irregularidades del terreno y de la velocidad de siembra.

Suponiendo que la dosificación de la semilla sea constante, lo antes dicho se realiza con una carga vertical que empuje el cuerpo contra el suelo, para que el surcador (o abre surco) pueda penetrar y mantenerse en su posición.

Al momento de realizar el trabajo, la máquina sembradora se desplaza sobre una superficie irregular que el cuerpo de siembra intenta copiar. En esta acción se producen oscilaciones verticales que dependen de las irregularidades del suelo y de la velocidad de desplazamiento, siendo esta última una variable limitante para lograr una mayor capacidad de siembra, ya que al aumentarla disminuye la calidad.

Una siembra adecuada se define como aquella donde la diferencia entre la cantidad de plantas posibles de obtener y las emergidas es mínima, la separación entre ellas es uniforme y el tiempo transcurrido de emergencia es el mínimo para el conjunto de la población.

Existen múltiples factores que influyen en la calidad de la siembra, en este proyecto nos vamos a enfocar en las vibraciones sobre el cuerpo sembrador.

El objetivo es desarrollar un simulador que reproduzca estas oscilaciones y devuelva un valor de la variabilidad en la distribución de la semilla. Un segundo objetivo es validar diferentes configuraciones del tren y nuevas piezas a desarrollar.

Conviene diferenciar el concepto de vibración del de oscilación, ya que las oscilaciones son de una amplitud mucho mayor. Como las vibraciones generan movimientos de menor magnitud que las oscilaciones en torno a un punto de equilibrio, el movimiento vibratorio puede ser linealizado con facilidad. En las oscilaciones, en general, hay conversión de energías cinética en potencial gravitatoria y viceversa, mientras que en las vibraciones hay intercambio entre energía cinética y energía potencial elástica. Además, las vibraciones al ser de movimientos periódicos (o cuasiperiódicos) de mayor frecuencia que las oscilaciones suelen generar ondas sonoras lo cual constituye un proceso disipativo que consume energía.

En el proyecto las pequeñas oscilaciones se definen como vibración ya que es necesario diferenciar las oscilaciones del cuerpo sembrador para realizar una correcta siembra con las de mayor frecuencia que no son deseadas y aparecen por las variadas condiciones del terreno.

Cabe destacar que este simulador está destinado a instituciones académicas y a empresas que demuestran interés en el área de investigación y desarrollo de la calidad de siembra siendo un paso intermedio entre el modelo digital y la prueba a campo de los trenes plantadores. Teniendo en cuenta que las condiciones de trabajo son múltiples y muy diversas para cada caso, los resultados serán una aproximación de la realidad ya que en una simulación no se pueden recrear todas las variables en juego.

1 Condiciones límites

Irregularidad del terreno

Dentro de las irregularidades podemos distinguir en dos tipos: fallas localizadas y ondulaciones. Las fallas localizadas son pozos, piedras, etc., que ocupan una extensión reducida del terreno y aparecen en forma aleatoria. Se relacionan con la composición del suelo (presencia de rocas), su estado de preparación (labranza previa a la siembra), y sus características físicas (dureza y humedad).

Las ondulaciones a su vez se dividen en dos grupos las de gran extensión y de aparición gradual, como lo son bajos, pendientes, etc., a veces presentes, según las características geográficas de la región. Y la de corta extensión y aparición repetida, que se producen por el laboreo de la tierra, las correderas de agua, las malas condiciones del suelo.

Composición del suelo

El suelo se origina por la acción de fuerzas físicas que actúan sobre la roca madre desintegrándola, como son la temperatura, erosión, plantas y animales y fuerzas químicas como la hidrólisis. La hidrólisis consiste en que el agua compuesta por HOH descompone en el suelo sus iones de H^+ desalojando a otros elementos como Ca, Mg, K de sus compuestos originales, ocupando su lugar y transformándolos en otros de características químicas diferentes. Los cambios físicos producen desintegración y los químicos descomposición. [1]

Perfil del suelo

Si realizamos un corte transversal o una calicata de 2 m a 3 m de profundidad en el suelo, podemos analizar su perfil es decir las capas u horizontes que lo componen. Los horizontes se designan por las primeras letras del alfabeto, en el horizonte A se presenta la capa superficial y suele ser rica en materia orgánica por lo que presenta una coloración oscura. La capa media u horizonte B, es más rica en arcillas y minerales y por lo tanto de color más claro. Los horizontes A y B presentan sub

horizontes cuya nomenclatura varía mucho en función de los autores. En tercer lugar, encontramos el horizonte C, que representa a la Roca madre ligeramente

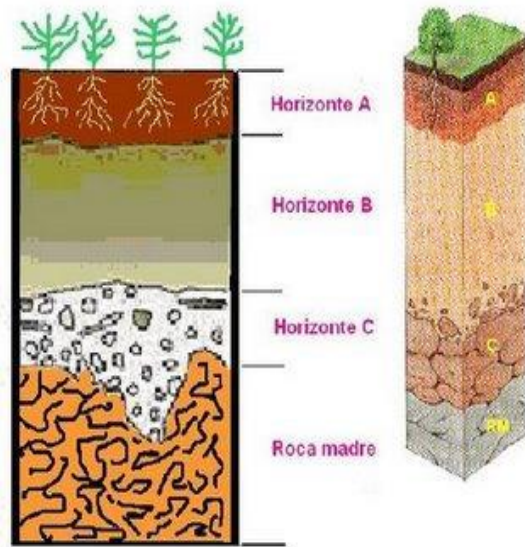


Figura 1-1: Horizontes del suelo [1]

meteorizada. Finalmente, el horizonte R o roca madre subyacente. **Figura 1-1** [1].

En suelos cultivados, los horizontes superiores se mezclan en ocasiones por las labores de labranza y forman la capa arable. Si se analiza el perfil de un suelo boscoso no labrado, se encuentra horizontes muy definidos, como a continuación se detalla.

- Horizonte O: con subhorizontes O1 y O2. El subhorizonte O1, presenta una capa de residuos de vegetales y animales que inician su descomposición. En el subhorizonte O2, la materia orgánica se encuentra descompuesta por acción de los microorganismos que habitan en él.
- Horizonte A: con subhorizontes A1, A2 Y A3. Subhorizonte A1: es una capa enriquecida por la acumulación de materia orgánica que se lava hacia adentro desde el horizonte superior, (iluvación). Subhorizonte A2: en esta capa la concentración de materia orgánica es cada vez menor y se puede encontrar minerales ya formados por eluviación o lavado hacia fuera de los minerales. Subhorizonte A3: es una capa no diferenciada de transición. Figura 1-2[1].
- Horizonte B: con subhorizontes B1, B2 y B3. Subhorizonte B1: es una capa de transición no diferenciada Subhorizonte B2: constituye una zona de acumulación de coloides formados por arcillas silicatadas. Subhorizonte B3: es de transición al horizonte C. **Figura 1-2**[1].

- Horizonte C: roca en proceso de meteorización.
- Horizonte R: roca subyacente. [1]



Figura 1-2: Horizonte A-B [1]

Componentes del suelo

El suelo es un cuerpo que presenta partículas sólidas como son la materia orgánica y los minerales, una fase-gaseosa representada por el aire y una fase líquida el agua.

Figura 1-3 [1].

- **Materia orgánica:** un buen suelo tiene un 5% de materia orgánica y constituye la mezcla de materiales vivos, muertos y descompuestos de origen animal y vegetal su presencia es muy importante para la activación de los microorganismos del suelo; para la aireación porque aumenta la proporción de poros medianos y grandes; es fuente de N, P y S; el humus es un coloide más absorbente que la arcilla su homónimo de origen mineral.
- **Minerales:** su proporción es del 45% y constituyen partículas producto de la desintegración y descomposición de la roca madre, en las que predominan el Silicio, aluminio, hierro, calcio, sodio, potasio y magnesio. De la gran masa

que representa un suelo, los compuestos o elementos que utiliza las plantas para su buen desarrollo son muy pocos, requieren 16 elementos los cuales CHO los obtienen del aire en el proceso fotosintéticos, del suelo obtienen el N, P, K, CA, Mg, S, Mn, Fe, B, Zn, Cu, Mo, Cl.

- Agua: es un líquido vital para la existencia de plantas y animales, el agua constituye el disolvente de bicarbonatos, sulfatos, cloruros, nitratos, fosfatos; etc. En un buen suelo la relación agua y aire es de 25% cada uno. El % normal de agua no debe ser superior al 40% ni inferior al 10%; en el primer caso faltará aire y oxigenación para las raíces y en el segundo caso con un 10% de agua ya no es aprovechable para las plantas.
- Aire: se encuentra en una relación inversa al agua, su principal componente es el oxígeno, muy importante para los procesos de respiración de los vegetales y de los microorganismos benéficos, una concentración de aire menor al 10% provocará asfixia a la raíz y el cuello, la muerte de los microorganismos benéficos y la proliferación de los microorganismos patógenos que en su gran mayoría son anaeróbicos. [1]



Figura 1-3: Componentes del suelo [1]

Propiedades físicas del suelo

La interacción de los componentes del suelo, minerales; materia orgánica; agua y aire, en proporciones variable determinan las propiedades físicas del suelo, textura; estructura; color; profundidad.

- **Textura:** está determinada por el tamaño de las partículas que conforman el suelo la proporción en que se distribuyen, y se dividen en arena; limo y arcilla. Arena: Son las partículas más grandes y poseen una actividad química baja, por lo tanto, tienen una mala capacidad para retener agua y nutrientes. Limos: Presentan un tamaño intermedio entre las arenas y arcillas, tienen una mayor capacidad química y de retención de nutrientes. Arcillas: Poseen una gran superficie por unidad de masa, por lo tanto, son las más activas para el intercambio de cationes, retenciones de nutrientes y humedad. **Figura 1-4[1].**
- **Estructura:** las partículas del suelo, se unen con diferentes formas geométricas, así tenemos agregado granulares; laminados; poliédricos angulares, poliédricos subangulares; prismáticos y columnares. Los agregados se presentan en los suelos más compactados como los arcillosos, un suelo arenoso y carente de materia orgánica no presentan estructura definida. El origen de los agregados está determinado por la carga negativa de las arcillas que atraen cationes o cargas positivas de Ca^{++} ; H^{+} , Fe^{+++} , sobre las cuales se sujetan otras láminas de arcillas. O por otro lado por el humus que está compuesto por largas cadenas de átomos de carbono, que pueden ionizarse para dar lugar a sitios con carga positiva o negativa capaces de atrapar partículas con cargas contrarias.
- **Porosidad:** los poros son los espacios del suelo ocupados por el aire y el agua y está determinado por la textura, estructura, penetración de las raíces y la actividad de microorganismos como, lombrices, escarabajos y larvas.
- **Profundidad:** es la profundidad efectiva que puede alcanzar las raíces de las plantas sin encontrar barreras físicas o químicas como capas endurecidas de rocas consolidadas; arenas sueltas, arcillas impermeables, capa freática, gran cantidad de sales, etc. Puede variar de pocos centímetros hasta metros dependiendo de la zona.
- **Color:** es una de las características físicas más perceptibles y está relacionada con el contenido de materia orgánica, el origen mineral, el clima y el drenaje.

La mayoría de minerales que componen el suelo poseen una coloración que varían del blanco al gris claro, existen suelos rojizos debido a la presencia del hierro, los suelos ricos en materia orgánica presentan una coloración negra gracias al poder colorante del humus.[1]

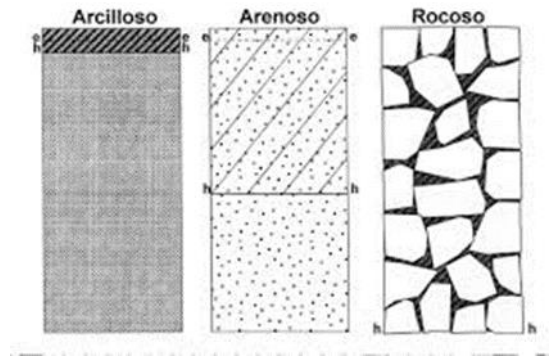


Figura 1-4: Textura del suelo [1]

Dureza del suelo o compactación

La compactación es el aumento de la densidad del suelo como resultado de las cargas o presiones aplicadas al mismo. Su magnitud se expresa como un aumento de la densidad aparente y de la resistencia del suelo a la penetración. La compactación produce reordenamiento de las partículas sólidas, lo que implica menor cantidad de fase gaseosa.

Para hacer un análisis de la compactación miro la densidad del suelo. (ver ecuación (1-1))

$$\delta = \frac{mT}{VT} = \frac{ms+ml+mg}{vs+vl+vg} \quad (1-1)$$

Las fuerzas que originan la compactación pueden clasificarse básicamente en dos grupos.

Internas: efectos de humedad que producen hinchazón

Externas: mecánicas (por los vehículos, etc.) y naturales (impacto de las gotas de lluvia, paso de animales, etc.)

En condiciones naturales (sin intervención antrópica) se pueden encontrar en el suelo horizontes con diferentes grados de compactación, lo que se explica por las condiciones que dominaron durante la formación y la evolución del suelo. Sin embargo, es bajo condiciones de uso agrícola intensivo que este fenómeno se acelera y llega a producir serios problemas en el desarrollo de las plantas cultivadas. Los principales factores en la actividad agrícola que tienen incidencia en la compactación son: implementos de labranza del suelo, cargas producidas por los neumáticos de tractores e implementos de arrastre y pisoteo de animales. Su principal consecuencia es la modificación de la porosidad. A medida que se incrementa la compactación disminuye el espacio poroso, especialmente la porosidad de mayor diámetro que es la ocupada por el aire y el agua útil. [2]

Humedad del suelo

La consistencia es la característica física que gobierna las fuerzas de cohesión-adhesión, responsables de la resistencia del suelo a ser moldeado o roto.

Dichas fuerzas dependen del contenido de humedades por esta razón es que la consistencia se debe expresar en términos de seco, húmedo y mojado. Se refiere a las fuerzas que permiten que las partículas se mantengan unidas; se puede definir como la resistencia que ofrece la masa de suelo a ser deformada o amasada. Las fuerzas que causan la consistencia son: cohesión y adhesión.

Cohesión: Esta fuerza es debida a atracción molecular en razón, a que las partículas de arcilla presentan carga superficial, por una parte y la atracción de masas por las fuerzas de Van der Waals. Además de estas fuerzas, otros factores tales como compuestos orgánicos, carbonatos de calcio y óxidos de hierro y aluminio, son agentes que integran el mantenimiento conjunto de las partículas.

La cohesión, entonces es la atracción entre partículas de la misma naturaleza.

Adhesión: Se debe a la tensión superficial que se presenta entre las partículas de suelo y las moléculas de agua. Sin embargo, cuando el contenido de agua aumenta, excesivamente, la adhesión tiende a disminuir. El efecto de la adhesión es mantener unidas las partículas por lo cual depende de la proporción Agua/Aire.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto se puede afirmar que la consistencia del suelo posee dos puntos máximos; uno cuando está en estado seco debido a cohesión y otro cuando húmedo que depende de la adhesión. [3]

Importancia agronómica

El grado máximo de consistencia se alcanza en el rango seco debido a las fuerzas de cohesión; mientras que el máximo de adhesión se localiza dentro del rango húmedo.

Figura 1-5 [3].

Al comparar los dos puntos máximos se concluye que el relacionado con la adhesión, aunque origina un valor de consistencia menor en el rango húmedo es el estado óptimo para la realización de las labores agrícolas, puesto que el suelo no opone tanta resistencia como ocurre en el rango seco.

En los rangos donde el contenido de agua es mayor, mojado y saturado, el peligro radica en la degradación estructural por la poca resistencia que ofrece el suelo a su deformación con lo cual se corre el riesgo de amasarlo o compactarlo. [3]

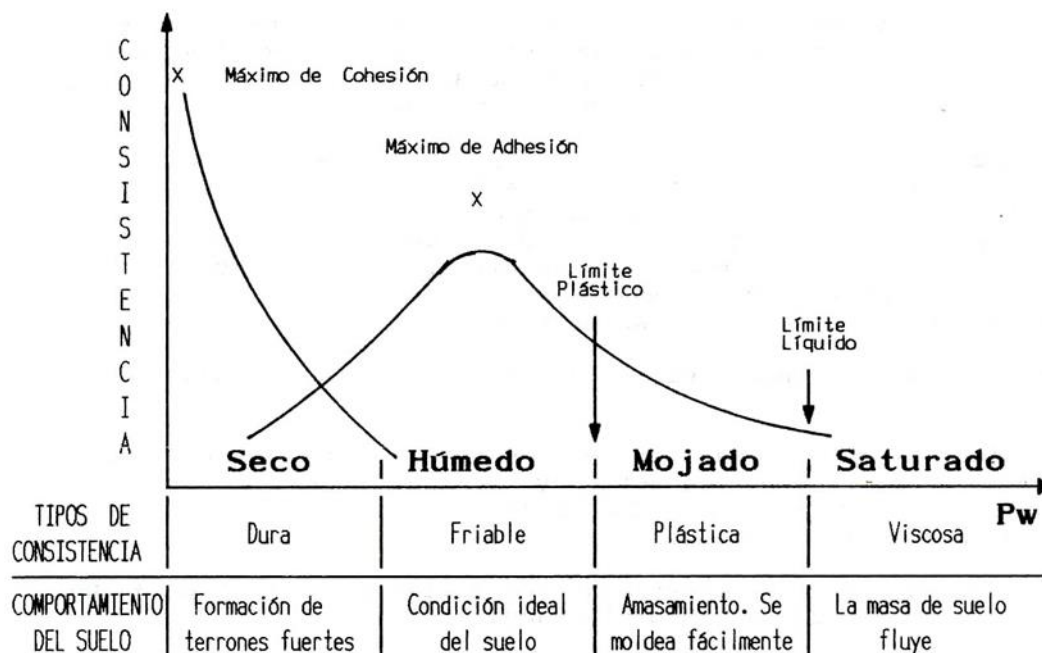


Figura 1-5: Variación de la fuerza de cohesión y adhesión [3]

Tipo de semilla

Genéticamente las semillas pueden ser de variedad e híbridas; las semillas de variedad tienen como principal característica que han fijado las líneas y características varietales por lo que su reproducción sexual determinará siempre la misma variedad.

La semilla híbrida es el resultado de unir o fecundar dos variedades genéticamente puras y distintas unas de otras, con la finalidad de conseguir un híbrido que reúna las características genéticas favorables de ambas líneas genéticas; por ejemplo, se puede realizar el cruzamiento de una variedad resistente a *Fusarium* sp y deficiente en producción de fruto, con otra variedad que tenga alta susceptibilidad al hongo y una gran producción de frutos.

Como resultado se obtiene un híbrido con gran tolerancia a la enfermedad y alta producción, es decir, gracias al cruzamiento se ha logrado que el nuevo individuo reproduzca ventajas favorables y elimine las desfavorables de su antecesor. Las semillas híbridas, una vez que han sido cultivadas por primera vez, no pueden ser utilizadas nuevamente para reproducirlas sin control genético porque pueden aparecer las características negativas de sus antepasados.

En los envases de las semillas cuando es híbrida, aparece a continuación del nombre la palabra híbrida o F1, F2. [4]

Calidad de la semilla

Los principales factores que se toman en cuenta para determinar la calidad de la semilla son: pureza de la semilla, poder de germinación y valor real.

La pureza de la semilla es el número de semillas puras de una muestra sin tomar en cuenta las impurezas y se mide en porcentaje (tanto por ciento); una semilla con el 92% de pureza, quiere decir que 8 semillas son extrañas y 92 semillas son puras. Para calcular el % de pureza se aplica la ecuación (1-2).

El poder de germinación es el número de semillas germinadas de una muestra, expresado en tanto por ciento; una semilla con el 95% de poder de germinación quiere decir que de 100 semillas puestas a germinar en condiciones normales 95 germinan y 5 no lo hacen. Para su cálculo se puede utilizar la ecuación (1-3).

El valor agrícola o real es el número de semillas viables tomando en cuenta su pureza y poder de germinación; se mide en porcentaje y se calcula con la ecuación (1-4). [4]

$$CP = \frac{Pm - Pi}{Pm} \times 100 \quad (1-2)$$

CP = coeficiente de pureza, Pm = peso de la muestra, Pi = peso de las impurezas

$$PG = \frac{N - n}{N} \times 100 \quad (1-3)$$

PG= poder de germinación, N= número de semillas de la muestra, n= número de semillas no germinadas.

$$VA = \frac{CP \times PG}{100} \quad (1-4)$$

VA= Valor Agrícola, CP= Coeficiente de Pureza, PG= Poder de Germinación.

Genética de la semilla

- Semilla común: es la semilla no comprendida en las categorías de semilla genética, semilla básica, semilla registrada, semilla certificada y semilla autorizada; cumple con los requisitos mínimos de calidad y sanidad para su utilización como semilla.
- Semilla genética o del fitomejorador: semilla de la primera generación resultante del proceso de mejoramiento genético capaz de reproducir la identidad de un cultivar, manejada y conducida por un fitomejorador, a partir de la cual se producen las semillas básicas o de fundación.
- Semilla básica o de fundación: semilla obtenida a partir de la semilla genética, producida bajo la supervisión de un fitomejorador o entidad creadora del cultivar, sometida al proceso de certificación y que cumple con los requisitos establecidos.
- Semilla registrada: obtenida a partir de la semilla básica o de fundación, sometida al proceso de certificación y que cumple con los requisitos establecidos para esta categoría de semilla.
- Semilla certificada: proveniente de semilla básica o de fundación o de semilla registrada, sometida al proceso de certificación y que cumple con los requisitos establecidos para esta categoría de semillas. [4]

Características del rastrojo

Los rastrojos son restos de hojas y tallos que quedan en el terreno tras la cosecha de un cultivo, y cumplen un rol clave en la cobertura del suelo en los esquemas de producción de siembra directa.

La presencia de este "colchón de paja" guarda una relación muy estrecha con el uso eficiente del agua. En primer lugar, los rastrojos protegen el suelo del impacto de la gota de lluvia, reducen el escurrimiento del agua superficial y favorecen la infiltración del agua en el perfil. La presencia de rastrojos también lo protege de la acción erosiva del viento, y la cobertura hace que las pérdidas de agua por evaporación directa desde el suelo sean mínimas. Esto genera que se almacene más cantidad de agua en el perfil, la cual está disponible para el cultivo que en ese momento se esté desarrollando.

La cobertura, además, modifica las condiciones de temperatura y luminosidad favoreciendo la actividad de la micro y meso fauna edáfica. También tiene un efecto sobre la dinámica poblacional de malezas.

El aporte de rastrojos efectuado por los cultivos varía en cantidad y calidad. Esta última es definida por su concentración de lignina y nitrógeno (N), o relación carbono/nitrógeno (C/N) que influye sobre la tasa de descomposición.

A modo de ejemplo, puede observarse el menor volumen de residuos de cosecha de un cultivo de soja respecto de uno de maíz. **Figura 1-6.** [5]

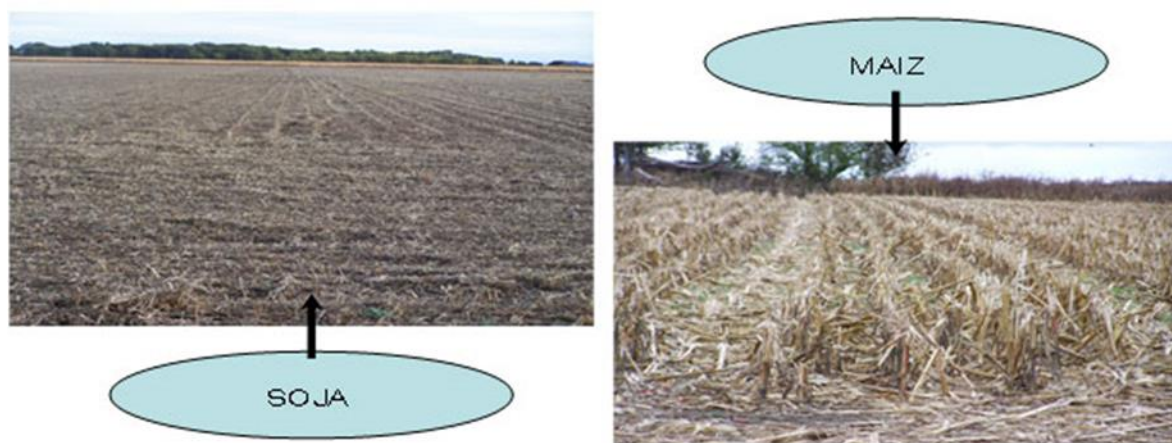


Figura 1-6: Rastrojo de soja y maíz [5]

En varios ambientes de producción se han cuantificado los kilogramos por hectárea que representan los residuos de cosecha de distintos cultivos. En la siguiente tabla puede observarse el rendimiento de grano de los cuatro cultivos más difundidos en Argentina y el rendimiento de los residuos de cosecha, clave en la cobertura que queda en el suelo. **Tabla (1-1)**

Tabla (1-1): Cantidad de residuos de cosecha (kg/ha) producidos por distintos cultivos en el sudeste bonaerense. [5]

Cultivo	Rendimiento medio		Rendimiento alto	
	Grano	Residuos	Grano	Residuos
Trigo	4.000	8.000	6.000	12.000
Soja	3.000	4.500	3.500	5.250
Girasol	2.500	5.000	4.000	8.000
Maíz	7.500	11.250	12.000	18.000

Como en la Siembra Directa los rastrojos quedan en la superficie y las raíces en el perfil del suelo, sin ser violentamente oxidados por efecto de las labranzas, los mismos pasarán a formar parte del suelo. Específicamente, los rastrojos serán descompuestos inicialmente por la fauna edáfica y seguidamente por los microorganismos del suelo, hasta convertirse en materia orgánica edáfica estable (la materia orgánica es una fracción dentro de los componentes sólidos del suelo). En este proceso, parte del carbono (C) de los rastrojos es liberado como dióxido de carbono (CO₂) y otra parte es incorporado por la masa microbiana a través de compuestos orgánicos, los cuales son convertidos más tarde en (C) humificado (principal componente de la materia orgánica del suelo). En siembra directa se produce una mayor concentración en los primeros centímetros del suelo. El resultado de este balance entre las tasas de mineralización y humificación determina el nivel de carbono orgánico total del suelo y sus fracciones que puede ser modificado mediante

la elección de los cultivos en la secuencia. Existe una relación directa entre la cantidad de residuo vegetal aportado anualmente al suelo y el cambio en el nivel de C orgánico.

Las gramíneas aportan importantes cantidades de rastrojo con alta relación C/N que favorece la formación de C orgánico, mientras que los residuos de las oleaginosas, con menor relación C/N, provocan una aceleración de la descomposición y su contribución es menor. Este aporte de rastrojos es uno de los factores más importantes que influyen sobre el balance de C orgánico del suelo, afectando sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

Los cultivos de maíz y sorgo tienen abundantes raíces en cabellera que al descomponerse por actividad de los microorganismos dejan formados los poros, los cuales presentan una estabilidad alta y una continuidad espacial. Estos poros favorecen tanto la aireación del suelo como la capacidad de infiltración. La inclusión de maíz o sorgo en la rotación de cultivos tiene la ventaja de aportar grandes volúmenes de rastrojos comparado con otras especies. Además, los rastrojos de estos cultivos tienen una lenta descomposición, que favorece el mantenimiento de la cobertura del suelo.

En el caso del trigo, aunque presenta un menor volumen que el maíz, su rastrojo cubre mejor el suelo al tener una distribución más uniforme entre las distintas partes de la planta (especialmente las raíces) y por sembrarse en hileras más cercanas.

En definitiva, la inclusión de las gramíneas (maíz, sorgo, trigo) en las rotaciones es muy importante tanto por la cantidad como por la calidad de sus rastrojos, que representan grandes ventajas para el cuidado del recurso suelo. [5]

R.P.M. del dosificador de semillas

Está relacionado con la velocidad de avance de la sembradora, la densidad de siembra que se quiera lograr y el tipo de dosificador que se esté utilizando.

La densidad de siembra a utilizar está relacionada con la especie, el ambiente y la calidad de la semilla que se utilice. Es importante realizar el análisis de calidad de la semilla previo a la siembra, con el fin de calcular la densidad adecuada (kg/ha) y lograr una buena implantación y una rápida emergencia en pasturas y cultivos.

En el cálculo, serán necesarios datos del Análisis de Semilla y otros, relacionados con el cultivo y el ambiente donde se hará. Peso de mil semillas, PMG (g/1000). Densidad de Plántulas: La densidad de plántulas está determinada por el número de plántulas por superficie que debo lograr, para conseguir un buen rendimiento y cobertura del lote, para captar la máxima cantidad de recursos disponibles (agua, luz, nutrientes). La densidad de plántulas va a variar con la especie y el ambiente, siendo menor para hábitat más secos y mayor para los húmedos. Se expresa como número de plántulas por m y debemos multiplicar por 10.000 para llevarlo a plántulas por hectárea.

Porcentaje de logro, % Logro El % de Logro tiene en cuenta la cantidad de semillas que pueden formar una plantita, pero se pierden por diversos motivos, las come un pájaro, una oruga o liebre, quedan demasiado enterradas y no alanza a emerger, o las quema un “golpe de sol”, etc.

Fórmula para el cálculo de la densidad de siembra (1-5). [6]

$$\frac{Kg}{ha} = \frac{PMG \times \frac{pl}{m^2} \times 1000}{\%p \times \%pg \times \%logro} \quad (1-5)$$

Ejemplo de uso de la fórmula para el cultivo de trigo.

PMG= peso de los Mil Granos. 36 gramos los mil granos.

pl/m² = plantas por metro cuadrado (m²) (Densidad Esperada). 320 pl/m² o 3200000 pl/ha

10000 = número de conversión para llevar todo a Kilogramos por hectárea.

%P= porcentaje de Pureza de las semillas. 95%

%PG= poder Germinativo, porcentaje de semillas que germinan. 95%

%Logro= porcentaje de plantas que superan todas las adversidades y pueden formar parte del rendimiento. 80% [6]

$$\frac{Kg}{ha} = \frac{36 \times 320 \times 1000}{95 \times 95 \times 80} = 159 \text{ KG/ha} \quad (1-6)$$

Características del cuerpo de siembra

Se llama cuerpo o tren de siembra al conjunto de elementos que están en contacto con el suelo: cuchilla, abre surcos, rueda aprieta semilla, tapa surcos. **Figura 1-7.** [7]

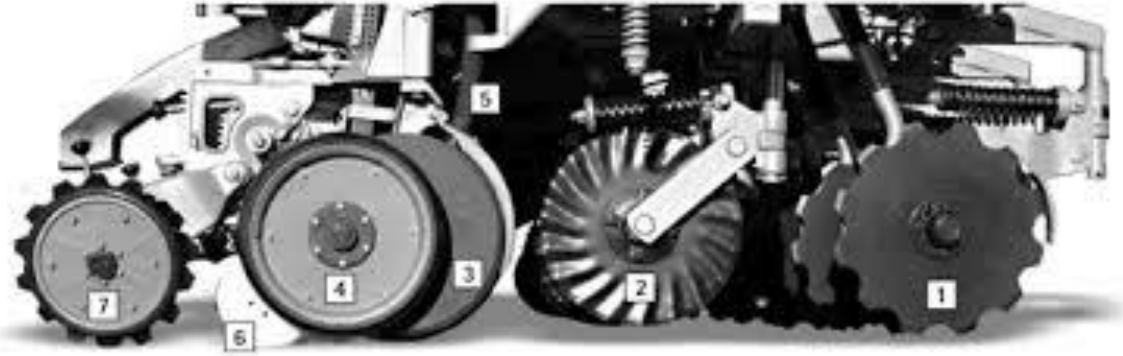


Figura 1-7: (1) Doble disco fertilizador que localiza al fertilizante separado de la semilla (2) Cuchilla ondulada (3) Abre surco (doble disco plantador) (4) Ruedas limitadoras de la profundidad (5) Bajada de fertilizante junto con la semilla (6) Rueda aprieta semilla (7) Rueda tapadoras con discos escotados [7]

Según la forma de los cultivos, en masa o de escarda, existen tres diseños de máquinas, que pueden clasificarse en:

- sembradoras al voleo
- sembradoras a chorrillo: de grano fino
- sembradoras de precisión: de grano grueso

Nos vamos a enfocar en la siembra de precisión que se utiliza para la siembra de cultivos de escarda principalmente. Poseen dosificadores que entregan semilla por semilla, lo que nos da la posibilidad de controlar las distancias entre semillas, aparte de la distancia entre las hileras. Las separaciones más comunes son, 52,5 y 70 cm, aunque la tendencia es disminuir estas distancias, para permitir una siembra de hileras angostas con dosificadores de precisión los cuales pueden ser mecánicos o neumáticos. [7]

Abresurco

Su función es abrir un surco en el suelo para depositar la semilla a una profundidad adecuada y uniforme.

- Disco cóncavo y Zapata: Posee un disco cóncavo y una zapata, el disco corta y abre el surco mientras que la zapata lo conforma para permitir la colocación de la semilla. El uso de este tipo de abresurcos requiere una cama de siembra muy mullida y prácticamente sin cobertura, conforma un surco en U y no poseen elemento de controlador de profundidad, ni rueda compactadora. Son para labranza convencional, actualmente en nuestro país no se fabrica más este tipo de órgano. [7]



Figura 1-8: Disco cóncavo y zapata [7]

- Doble disco: Dos cuchillas planas son las encargadas de cortar el suelo y conformar el surco, dejan un canal en forma de V, ubicando mejor la semilla que en el caso anterior, además este tipo de abresurcos tiene mayor facilidad para cortar la paja y manejar cascotes. En siembra directa se coloca un disco de corte por delante del abresurco para realizar la microlabranza. En siembra directa tenemos dos diferente abresurco doble disco. [7]
- Doble discos desfasados: es decir que un disco está más adelantado que otro lo que ayuda al corte del rastrojo y además tienen menos ángulo de apertura. Generalmente tiende a atorarse menos y soporta andar sobre suelo en peores condiciones. [7]



Figura 1-9: Doble disco desfasado [8]

- Doble disco (encontrado): podemos tener abresurco que tiene los dos discos iguales o con un disco más grande que otro, lo que ayuda al corte del residuo, generalmente el disco más grande es escotado.

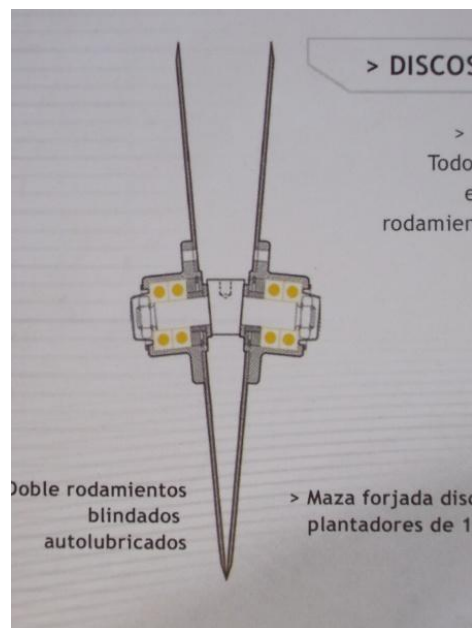


Figura 1-10: Doble disco encontrado [8]

Los abresurco doble disco, generalmente va acompañado de ruedas limitadora de profundidad y de ruedas tapadoras, en las sembradoras de

siembra convencional tienen generalmente una rueda compactadora que además funciona como rueda limitadora de profundidad.

En las sembradoras de siembra directa, en su mayoría tienen una o dos ruedas limitadoras de profundidad a cada costado del disco, y posteriormente posee las ruedas tapadoras. [7]



Figura 1-11: Ruedas limitadoras de profundidad [8]



Figura 1-12: Ruedas limitadoras de profundidad [9]

- Cuchilla plana y zapata: En este abresurco la cuchilla corta el suelo, los restos vegetales, y junto con la zapata conforma el surco, como no tiene concavidad debe desplazarse con un pequeño ángulo (7 grados) en relación a la dirección de avance. En siembra directa no necesita de una cuchilla delantera para cortar los residuos. Tienen una sola rueda limitadora de profundidad que se coloca sobre el lado que posee el disco. Es un sistema que tiene alta

capacidad de penetración y puede transitar muy bien sobre condiciones de alta cantidad de residuos, tiene la inconveniencia de que suele dejar la semilla sobre condiciones que no son las más apropiadas para su germinación e implantación. [7]



Figura 1-13: Cuchilla plana y zapata [7]

Órganos apretadores

Estos mecanismos afirman la semilla en el fondo del surco, para lograr un buen contacto suelo – semilla.

- Ruedas con llantas rígidas (ver figura 1-14) [7]



Figura 1-14: Ruedas con llantas rígidas [7]

- Ruedas con cubiertas de goma maciza (ver figura 1-15) [7]

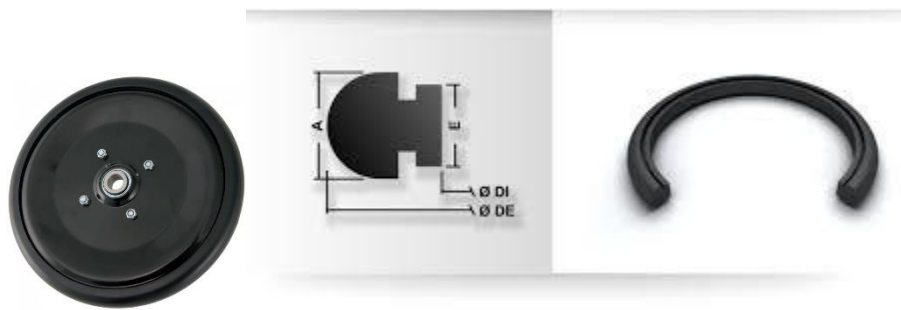


Figura 1-15: Ruedas con cubiertas de goma maciza [7]

- Ruedas con cubiertas de goma presión cero (ver figura 1-16) [7]



Figura 1-16: Ruedas con cubiertas de goma presión cero) [7]

- Cola de castor (ver figura 1-17) [7]



Figura 1-17: Cola de castor [7]

Órganos tapadores y compactadores

Estos mecanismos tapan la semilla, y son los verdaderos órganos que dan la profundidad de siembra. Además, deben ayudar a que la humedad suba por capilaridad hasta el sitio que esta la semilla, dejando el suelo arriba de ella flojo para no afectar la germinación.

- Ruedas con llantas rígidas macizas (ver figura 1-18) [7]



Figura 1-18: Ruedas con llantas rígidas macizas [7]

- Ruedas con llantas rígidas abiertas en el plano medio (ver figura 1-19) [7]



Figura 1-19: Ruedas con llantas rígidas abiertas en el plano medio [7]

- Ruedas gemelas con llantas rígidas (ver figura 1-20) [7]



Figura 1-20: Ruedas gemelas con llantas rígidas [7]

- Ruedas con cubiertas de goma presión cero (ver figura 1-21[7])



Figura 1-21: Ruedas con cubiertas de goma presión cero [7]

Órganos reguladores de profundidad

Su función es copiar el terreno justo donde la semilla llega al surco y ayudar a conformarlo, por eso están desfasadas. Los órganos limitadores de la profundidad también impiden que el doble disco siga profundizando, teniendo así que soportar toda la fuerza vertical que no se usó para que claven los discos.

- Rueda lateral: Esta rueda está colocada junto a uno de los discos, ofreciendo varias posiciones para lograr distintas profundidades. [7]



Figura 1-22: Rueda lateral [9]

- Zunchos: Aros que van adosados a uno o ambos discos. Para cambiar la profundidad de siembra es necesario cambiar los aros. A medida que el disco se desgasta, la profundidad disminuye y hay que cambiar los zunchos. [7]



Figura 1-23: Zunchos [7]

- Rueda compactadora posterior: En este mecanismo se utiliza la rueda compactadora como sistema de regulación de la profundidad, al igual que las ruedas laterales, ofrecen varias posibilidades de profundidad. [7]



Figura 1-24: Rueda compactadora posterior [7]

Transferencia de carga

Por resorte

En los cuerpos con los paralelogramos deformables, con parrillas o soportes paralelos, que tienen un grado de libertad (en sentido vertical) la transferencia de carga se realiza del bastidor al cuerpo de siembra aprovechando la energía potencial elástica acumulada en el resorte. [8]



Figura 1-25: Paralelogramo con resorte [9]

El sistema convencional pone uno o más resortes por cuerpo, según la fuerza que haya que transferir, dependiendo de las condiciones del lote (grados de resistencia del suelo y del rastrojo, humedad, la textura del suelo, etc.)

El defecto de este sistema es que el cuerpo de siembra tiene un comportamiento semejante al resorte y en los bajos, donde el resorte se estira, el cuerpo tiene una fuerza vertical insuficiente para clavar y en la parte alta del terreno, donde el resorte se comprime, la fuerza vertical es excesiva. Debido a esto generalmente se opta por regular la sembradora para que en la parte baja del terreno el cuerpo clave y en las partes elevadas la fuerza sobrante la absorbe o soporta las ruedas limitadoras de la profundidad. [8]

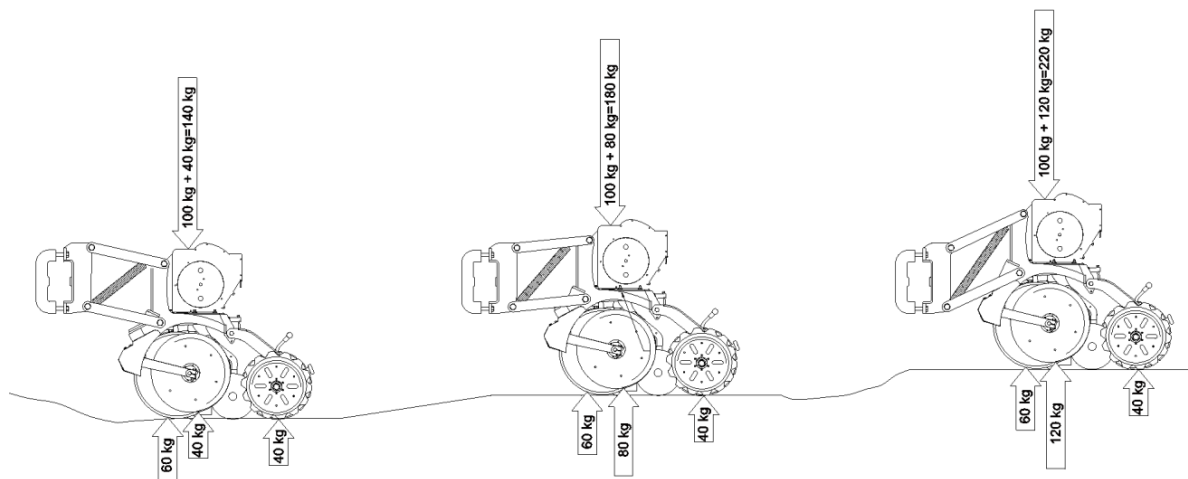


Figura 1-26: Transferencia de carga por resorte [8]

La consecuencia de esto en la parte mecánica es el sobredimensionamiento de las sembradoras en peso para que no se desclaven en terrenos duros y accidentados.

La consecuencia en la parte agronómica es la compactación del suelo lateral al surco en forma excesiva e innecesaria. [8]

Mecánico

Se considera constante cuando la carga no supera el promedio $\pm 10\%$. Hay varios mecanismos. Uno es tomar el resorte en el brazo inferior y no al bastidor. Si el punto donde se toma el resorte está por debajo de la línea de los puntos de pivote el efecto de peso constante, dentro de cierto rango, se mantiene. Otro es tomar el resorte en el brazo superior, pero éste tiene un ángulo respecto a los puntos de pivote. [8]

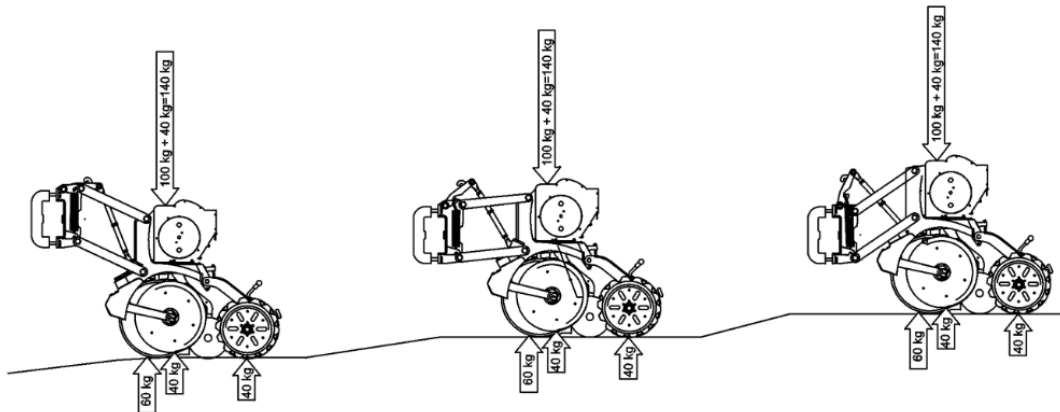


Figura 1-27: Transferencia de carga mecánica [8]

Neumático

Consiste en transferir una fuerza vertical con un pulmón neumático, que tenga un pistón tronco cónico. El pulmón neumático permite variar la presión, es decir, seleccionar la magnitud de la fuerza vertical en forma manual dependiendo de las condiciones de siembra. También existió el pulmón neumático que varía la presión, en forma automática. Como se dijo anteriormente la fuerza sobrante la absorben o soportan las ruedas limitadoras de la profundidad entonces sobre el balancín o sobre los brazos de la rueda se coloca un sensor que activa una válvula para aumentar o disminuir la presión del aire. Este sensor es electrónico (strain gage) y

posibilita que la transferencia de peso sea la necesaria para cada situación de suelo. [8]



Figura 1-28: Transferencia de carga con pulmón neumático [8]

Dosificadores de semillas

Mecánicos a chorrillo

- **Orificio Calibrado Estacionario:** La semilla fluye por gravedad a través de un agujero. Consiste en una placa dispuesta horizontalmente en el fondo de la tolva, que posee orificios de distinto calibre. Como la cantidad de semilla es proporcional al tamaño del orificio y al nivel de semilla en la tolva, debe llevar un agitador para independizar el flujo de semilla de la cantidad de la misma en la tolva. La variación de la dosis se realiza mediante el cambio de orificio de la placa. [7]

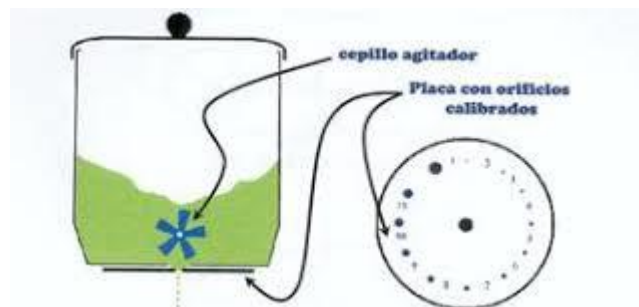


Figura 1-29: Orificio calibrado estacionario [7]

- **Rodillo cilíndrico de eje horizontal:** Consiste en un rodillo con acanaladuras rectilíneas o helicoidales dispuestas a lo largo del mismo, que gira dentro de una carcasa; y otro liso a continuación del anterior. Para la selección del volumen de entrega, el rodillo acanalado, se mueve en forma axial, provocando una variación de la sección del mismo en contacto con la semilla. En la boca de salida del dosificador puede existir una compuerta que limita su luz, variando así el flujo de semilla. [7]

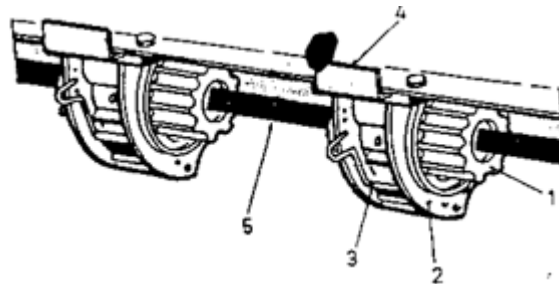


Figura 1-30: Rodillo cilíndrico de eje horizontal [7]

- **Platillo Vertical:** consiste en una roldana con dientes interiores, que gira dentro de una carcasa, la cual está dividida en dos cavidades de distinto volumen. Regulación de la dosis: se realiza mediante el uso de una caja variadora de velocidades. Las bocas de distinto tamaño son utilizadas de a una, según la especie a sembrar, cubriendo la otra boca con una tapa, o la dosis que se desea. [7]

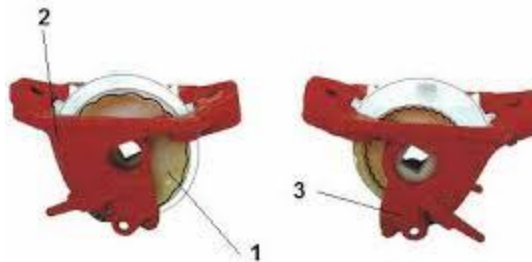


Figura 1-31: Plato vertical [7]

- **Roldana con Interior Desplazable:** Similar al anterior; la diferencia consiste en que el disco central de la roldana puede desplazarse en forma axial, variando

el volumen de la cámara receptora de semilla, que en este caso a diferencia del platillo vertical tiene solo una boca. Regulación de la dosis: La dosis puede modificarse no sólo variando la velocidad de giro de la roldana, sino también desplazando el disco interior que hará variar el tamaño de los alvéolos, de acuerdo al tipo de semilla utilizada. [7]

- Chevron: Consiste en un cilindro con diente, en forma inclinada, similar a una rueda de tractor. Es de volumen constante y velocidad variable. La forma de regular la dosis es similar a dosificador de platillo vertical (roldana). [7]

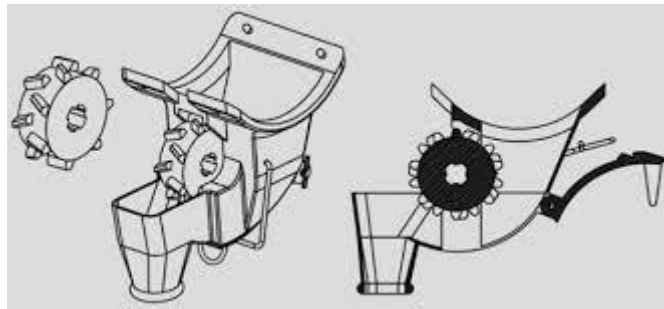


Figura 1-32: Sistema Chevron [7]



Figura 1-33: Sistema Chevron [7]

Mecánicos grano por grano

- Placa horizontal: El dosificador está compuesto por el fondo o base de la tolva, corona dentada, contra placa, placa, gatillos y caja porta gatillos. En la placa horizontal la semilla entra en un orificio y se traslada hasta que a la altura del caño de bajada cae por acción de la gravedad. Si no cae, porque queda retenida en el orificio, actúa el gatillo expulsor o la estrella que la obliga a salir. La forma (espesor, largo y ancho) del orificio se elige según la forma o calibre de la semilla. Para cada cultivo hay muchas placas, para soja generalmente hay tres, una estándar otra para semilla más chica y otra para semilla más grande. Para maíz hay más de 100 combinaciones posibles, forma redonda o alargada, distintos espesores, etc. Una condición importante es que la semilla sea homogénea en la forma, esto es fácil de conseguir en una soja, pero difícil de conseguir en un girasol o en un maíz. La elección de la placa debe hacerse con la semilla grande del lote. El orificio tiene un fresado superior (120°) y otro inferior (60°), el superior permite el ingreso de la semilla y el inferior la salida. Las semillas se mueven por rozamiento con la placa, este movimiento favorece el llenado o carga de la semilla en los orificios. Por encima de la placa hay unas 5-6 capas de semilla cuyo peso incide sobre las capas inferiores, estas capas tienen una velocidad de giro semejante a las semillas que están en los orificios y va disminuyendo hasta llegar a las capas superiores. Las semillas se mueven por el rozamiento con la placa, el movimiento favorece el llenado o carga de la semilla en los orificios. En el dosificador se pueden identificar tres zonas: 1) Carga: ocupa aproximadamente las $\frac{3}{4}$ partes del giro. 2) Enrase: es una ventana que tiene dos dedos o gatillos enrasadores en forma de cuña que se levantan cuando el tamaño de la semilla sobresale del orificio de la placa, pero impide que las semillas que no van en un orificio ingresen. Generalmente los enrasadores raspan la semilla y la acción sobre las semillas repercute en la contra placa, en un desgaste acelerado en la zona de los enrasadores. La luz que hay entre la placa y la base de los dedos tiene que ser regulable para que absorba la diferencia que hay entre el espesor de la placa y el alto de la semilla promedio. Esta luz se regula con la placa y la caja porta gatillos puestas en la base o fondo del dosificador. 3) Descarga: La zona de descarga comprende la ventana de la contra placa y continúa con el tubo de bajada. A mitad de la ventana actúan los gatillos expulsores. La

función es asegurar que el orificio queda libre, si la semilla que transportaba no se desprendió, la obliga a salir. Los expulsores pueden ser dos gatillos, cuando hay dos hileras de orificios, (semejante a los de un revólver) o una estrella que engrana con los orificios. En este caso, el paso de los dientes tiene que coincidir con la distancia entre los orificios. En las placas con tres hileras de orificios (soja), siempre se utilizan estrellas y la más externa tiene el paso más grande. Los gatillos o los dientes de las estrellas deben entrar hasta la mitad del espesor de la placa. Esta regulación se hace con la placa y la caja porta gatillos apoyadas en una mesa. La placa horizontal descarga la semilla con una componente axial, la semilla sale del orificio hacia abajo y hacia el costado derecho produciendo un efecto rebote en el caño de bajada (que se visualiza en los caños usados). [8]



Figura 1-34: Dosificador de placa horizontal [8]

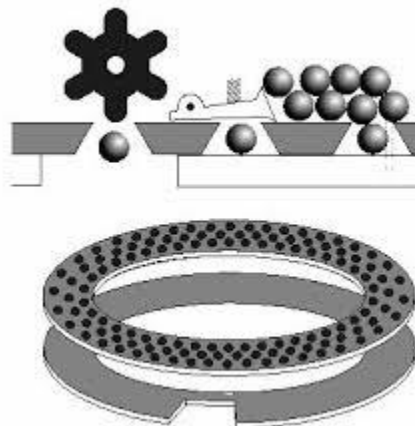


Figura 1-35: Mecanismo de dosificación [8]

- Placa inclinada: La placa inclinada tiene en la zona inferior la carga, el enrase es por gravedad y la descarga de la semilla es en la parte superior. La semilla no tiene que pasar por los gatillos enrasadores por eso se utiliza para el maní, cuyo tegumento es delicado. La distancia de caída se incrementa respecto a la placa horizontal. [8]



Figura 1-36: Placa inclinada [8]

Neumáticos

- Por depresión: Consta de una placa con pequeños orificios, donde en un lado se genera un vacío y en el otro están las semillas, que son succionadas y llevadas al orificio de la placa quedando adheridas por diferencia de presión. Existe una zona de descarga donde se corta el vacío se igualan las presiones y la semilla cae por gravedad, también consta de un enrasador, para evitar el paso de semillas dobles. [8]

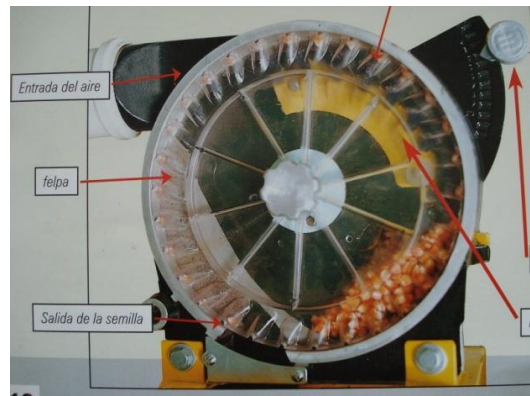


Figura 1-37: Dosificador por depresión [8]

- Dosificadores por soplado: Consta de una placa donde en uno de sus lados están la semilla y se le adiciona aire, esta placa deja salir el aire por pequeños orificios y la semilla son guiadas a los agujeros para tapar esas fugas donde son mantenidas por la presión del aire. En una sección de la placa se le corta el soplado y por lo tanto se liberan las semillas, dejándola caer al surco por gravedad. También consta de un enrasador a cepillo para evitar dobletes. [8]

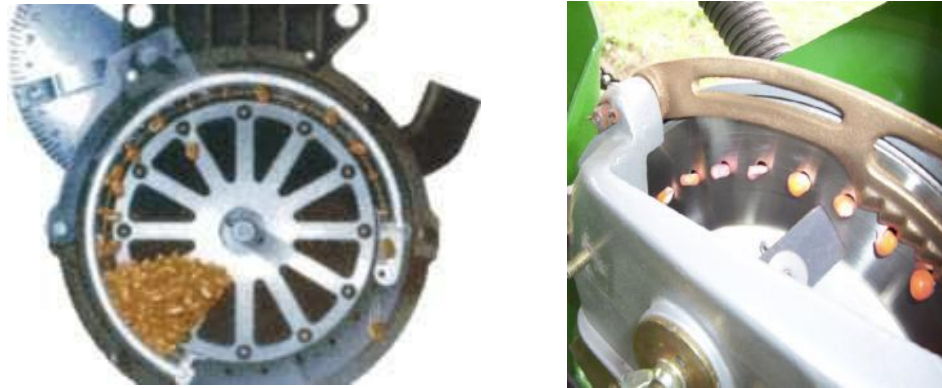


Figura 1-38: Dosificador por soplado [8]

Cuando el orificio además cuenta con un apoyo, tiene una concavidad o alvéolo, la diferencia de presión para que la semilla quede retenida, es menor.

Peso de la semilla $\leq$ sup. del orif $\times$ presión $\times \delta$

δ = se puede asimilar a un coeficiente de rozamiento.

Tipos de mando para los dosificadores

Se define como mando a todo el mecanismo que produce el movimiento de los dosificadores.

Mecánico

Nace en la rueda de arrastre, que pueden ser las mismas ruedas de apoyo de la sembradora o ruedas cuya única función es accionar al tren cinemático, y a través de éste llevar el movimiento a los dosificadores. El tren cinemático consta de cadenas, engranajes, caja de cambios y árboles. [8]

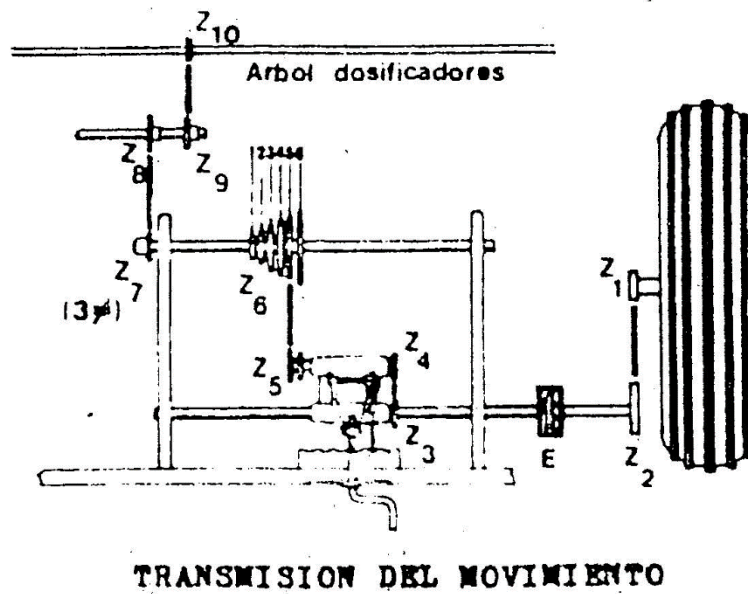


Figura 1-39: Transmisión del movimiento [8]

Cuando se utiliza este sistema el movimiento del dosificador depende de la distancia recorrida por la rueda, entonces para que la distribución del grano sea lo más uniforme posible debe existir una condición de rodadura perfecta.



Figura 1-40: Mecanismo de accionamiento

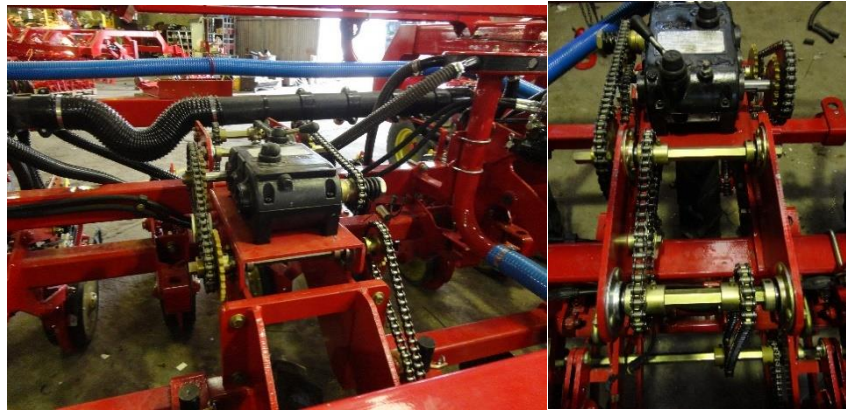


Figura 1-41: Mecanismo de accionamiento

Las ruedas de arrastre independiente tienen un dispositivo que le permite copiar el terreno de manera más fiel, su desventaja con respecto al otro sistema es la disminución del torque máximo que puede entregar. [8]

Hidráulico

La energía es suministrada por la central hidráulica del tractor. A esta se conecta un circuito compuesto por válvulas y un motor hidráulico. El movimiento al dosificador llega, al igual que en el mando mecánico, a través de un tren cinemático que consta de cadenas, engranajes y árboles. El torque del motor hidráulico es regulado por una válvula reguladora de presión y la velocidad de giro es controlada por una válvula diferencial ligada a la velocidad de desplazamiento del tractor y a la densidad de siembra deseada. [10]

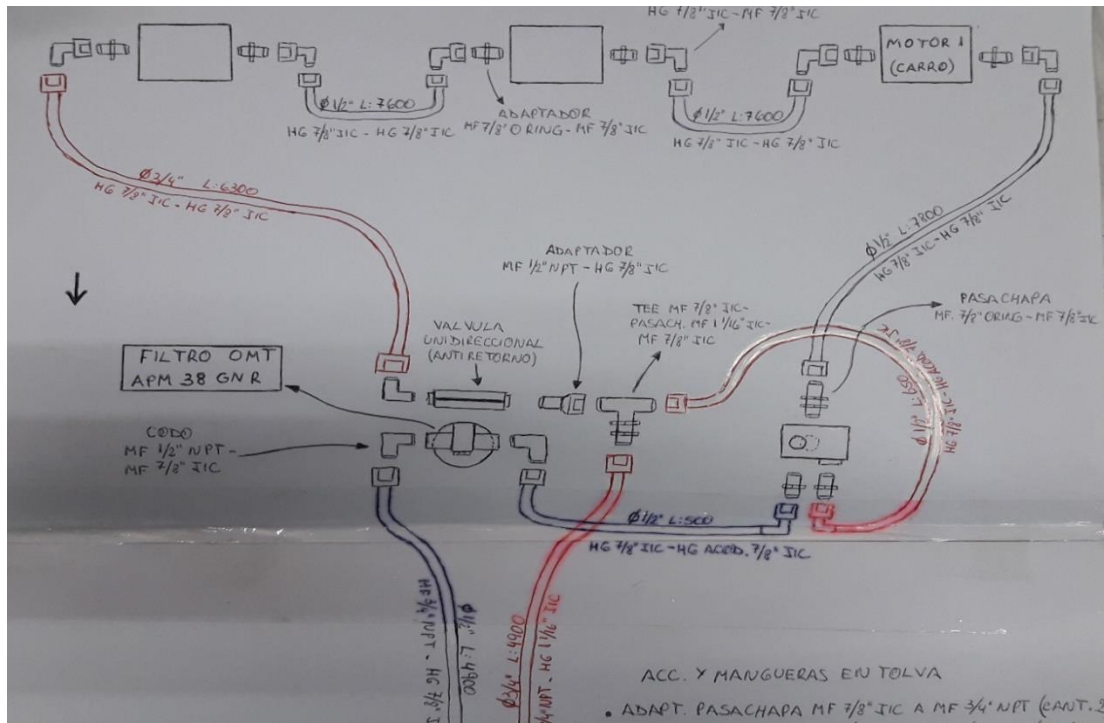


Figura 1-42: Circuito [10]

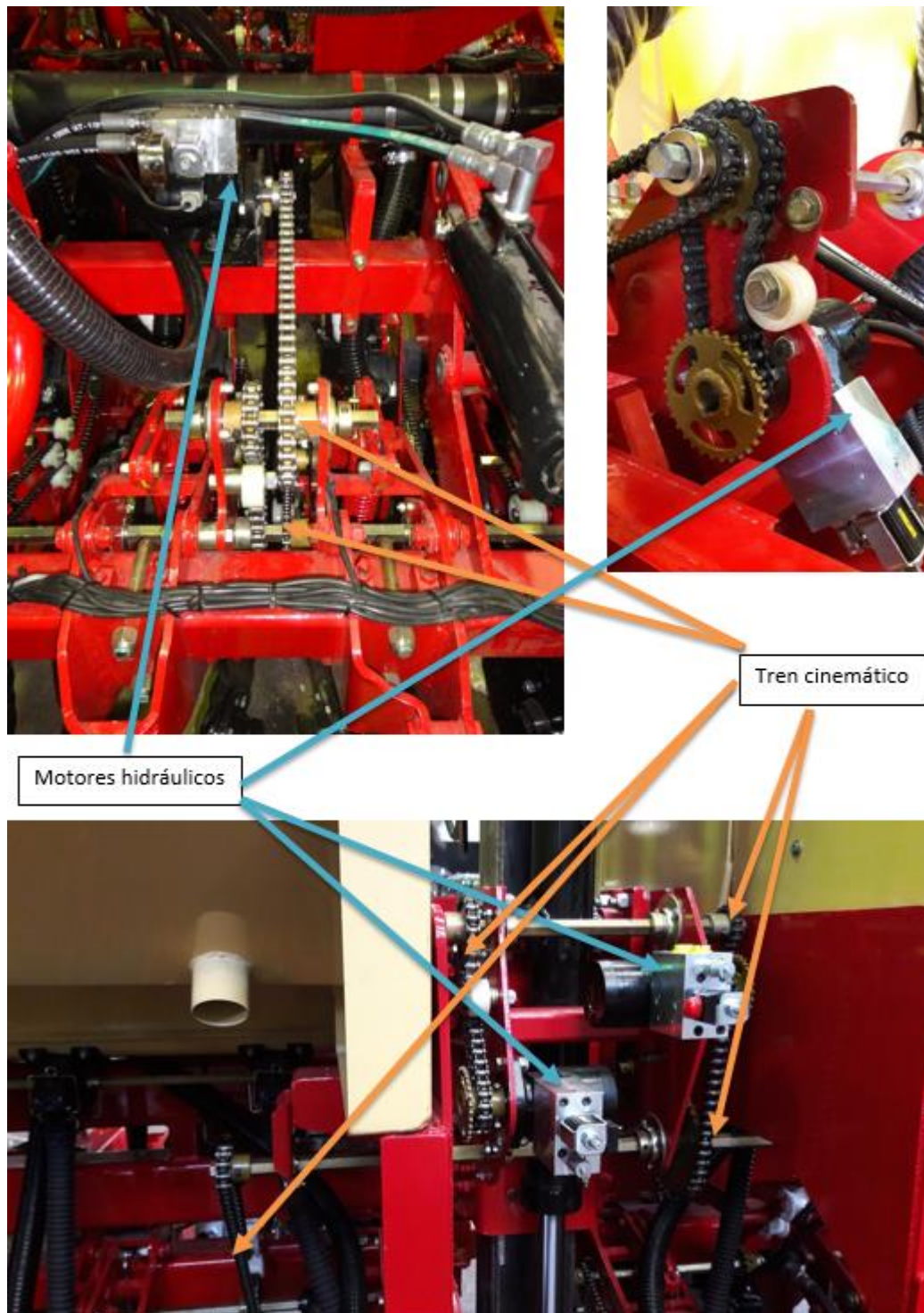


Figura 1-43: Componentes del accionamiento hidráulico

Eléctrico

En el caso de los mandos eléctricos el principal beneficio es la independencia de cadenas, ejes cinemáticos, engranajes, piñones y otros implementos. Con este sistema sólo es necesario un “mazo de cables” que va a un motor individual, encargado de impulsar cada distribuidor, que puede ser comandado por una consola. Un pequeño motor eléctrico instalado en cada cuerpo de siembra de la máquina impulsa cada dosificador de semillas. La potencia proviene de una batería o un alternador en el tractor o el implemento. Las diferencias están en los requisitos de potencia de cada motor y cómo se suministra esa energía. La utilización de motores eléctricos abre nuevas fronteras permitiendo regulaciones antes imposibles y facilitando o simplificando otras. El hecho de que cada cuerpo de siembra tenga un comando independiente posibilita el corte por sección. También permite la compensación de siembra en caso de siembra en curvas, manteniendo el espaciamiento entre semillas consistente desde el surco interno hasta en la parte exterior. [10]



Figura 1-44: Accionamiento eléctrico [7]

Esfuerzo del tren de siembra

Es la fuerza que realiza el tren para sembrar a una profundidad deseada con la mayor estabilidad posible. Esta depende de las características del suelo, como ser compactación, humedad, composición, etc. Y de las características del tren de siembra y de su configuración. Por ello es una fuerza variable en el tiempo ya que al trasladarse van cambiando las condiciones del terreno.

En el siguiente gráfico vemos una curva de esfuerzo de corte vs tiempo para una rigidez de resorte de 20 kN/m y otra de 40 kN/m a una profundidad de siembra de 50 mm.

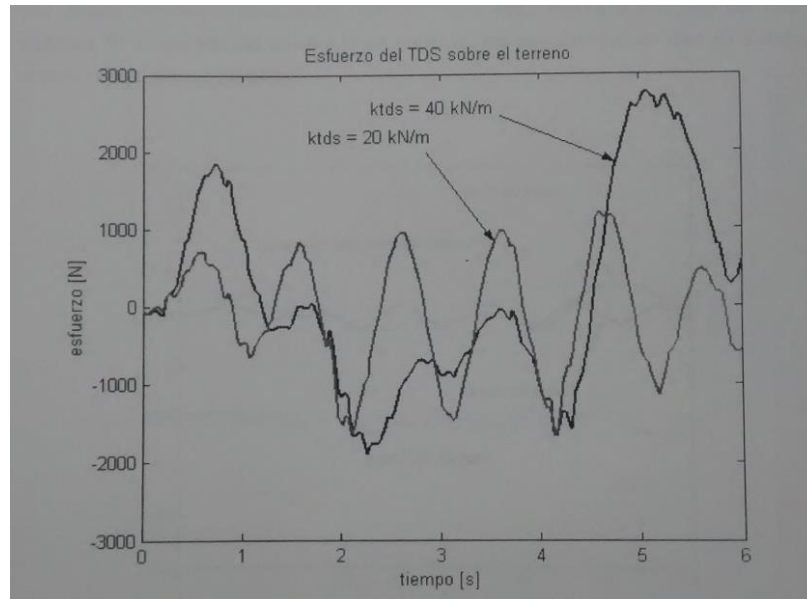


Figura 1-45: Esfuerzo vs tiempo del TDS sobre el terreno [11]

Dimensiones del cuerpo de siembra

Existen diversos cuerpos de siembra con diferentes dimensiones. Dependiendo del tipo de siembra a realizar, resistencia mecánica, dimensiones de la sembradora, peso de cuerpo, amplitud del recorrido y diseño de cada fabricante hay una sin fin de dimensiones.

En este proyecto tomamos como referencia un cuerpo de siembra de grano grueso de la firma "E. Gherardi e Hijos S.A."

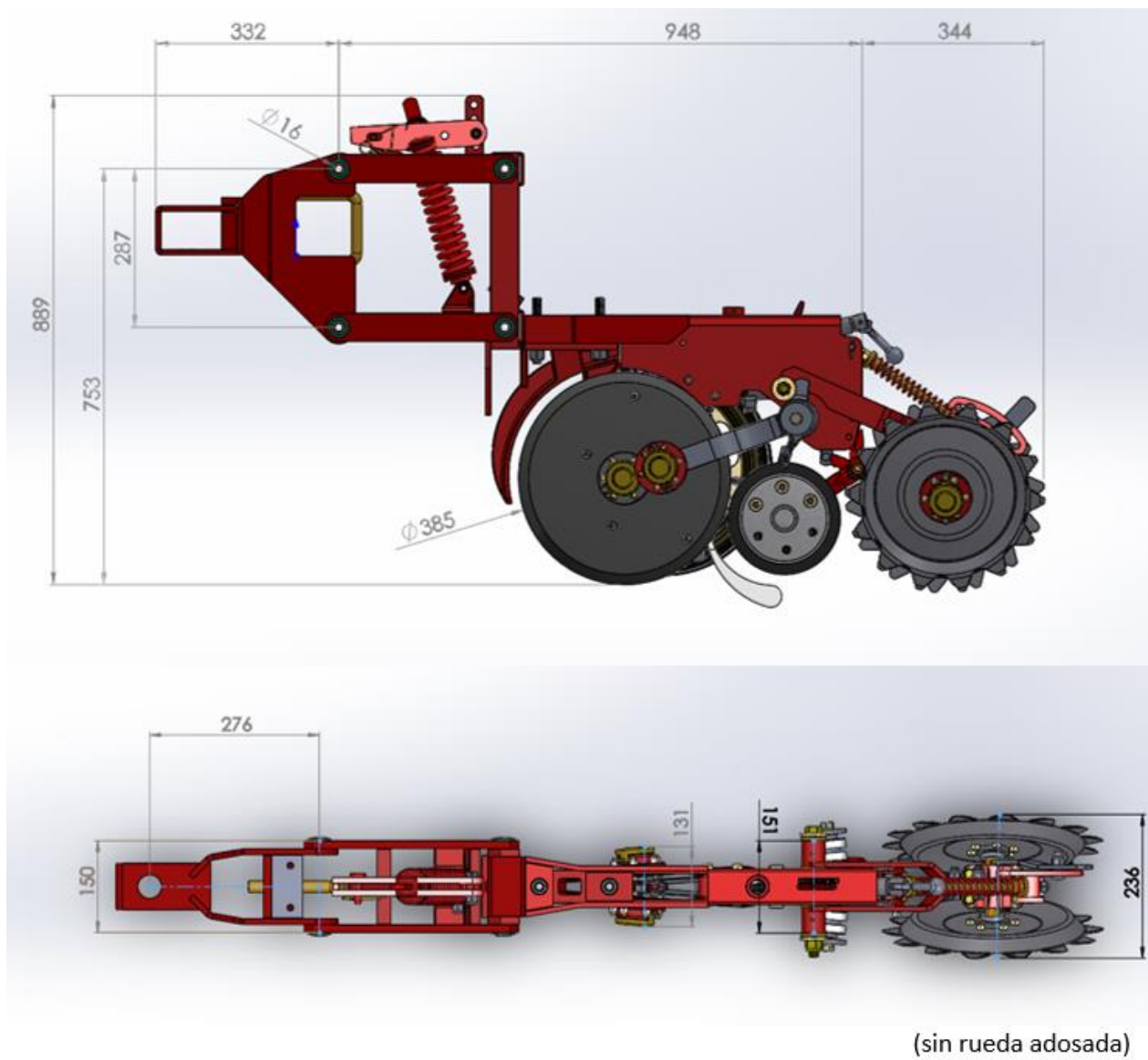
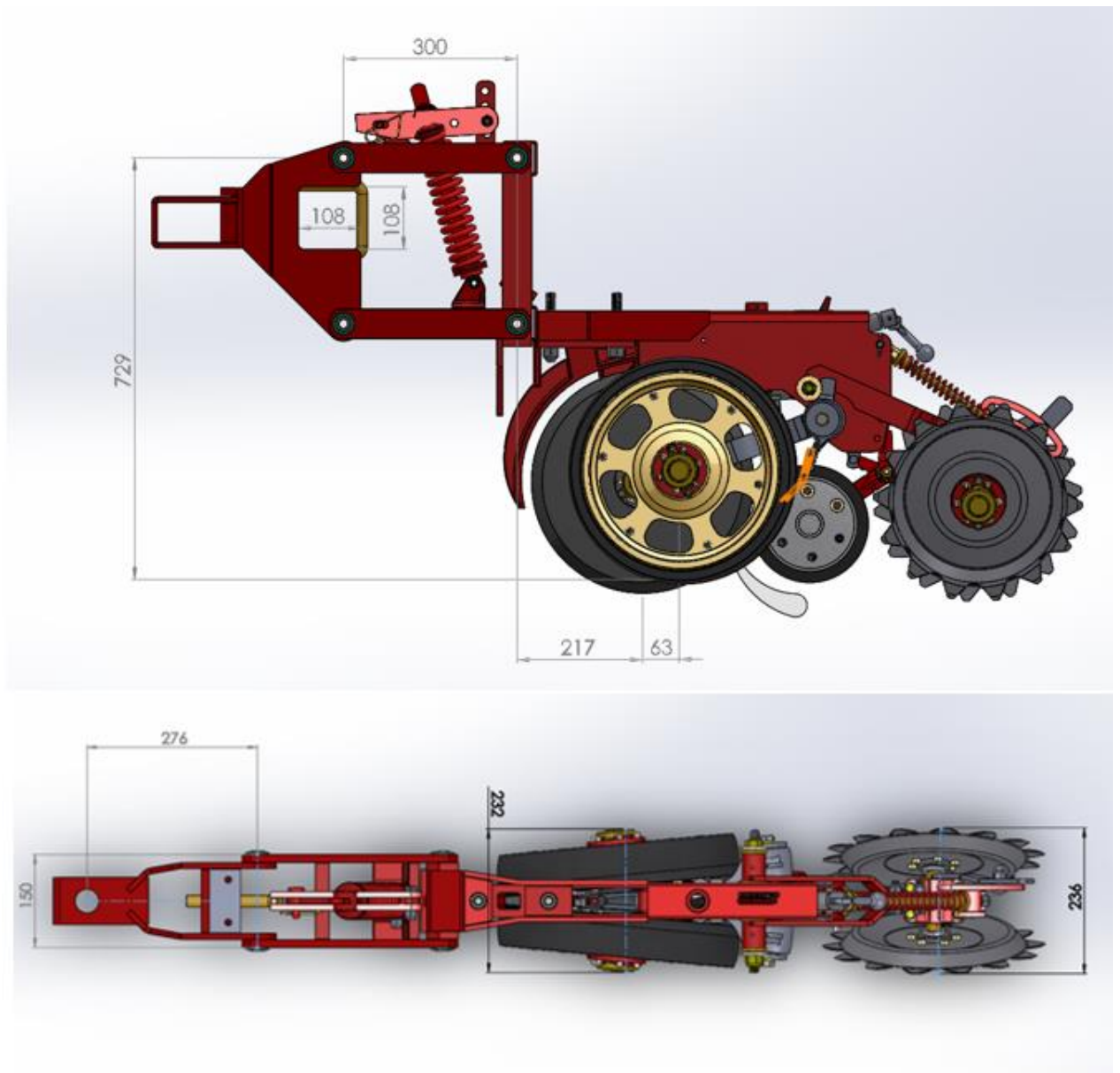


Figura 1-46: Dimensiones de cuerpo de siembra grano grueso de la firma “E. Gherardi e Hijos S.A.”



(con rueda adosada)

Figura 1-47: Dimensiones de cuerpo de siembra grano grueso de la firma “E. Gherardi e Hijos S.A.”

Amplitud vertical de desplazamiento

Es la máxima variación de la posición vertical que puede sufrir el cuerpo de siembra mientras esta en trabajo para tener un correcto funcionamiento.

En nuestro cuerpo bajo estudio la amplitud es de 216 mm, 108 mm hacia arriba y hacia abajo desde la posición horizontal.

Esto en los mecanismos de transferencia de carga bajo resorte está relacionado con la carga que es ejercida hacia el suelo.

Posición inferior del cuerpo de siembra en rango de trabajo

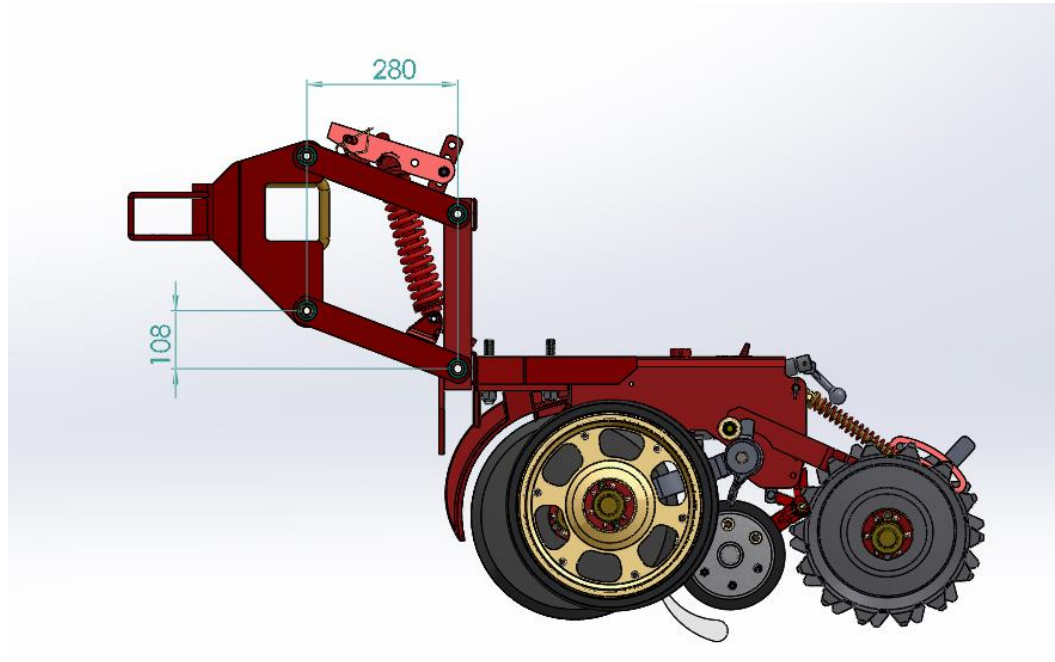


Figura 1-48: Posición inferior de desplazamiento vertical

Posición superior del cuerpo de siembra en rango de trabajo

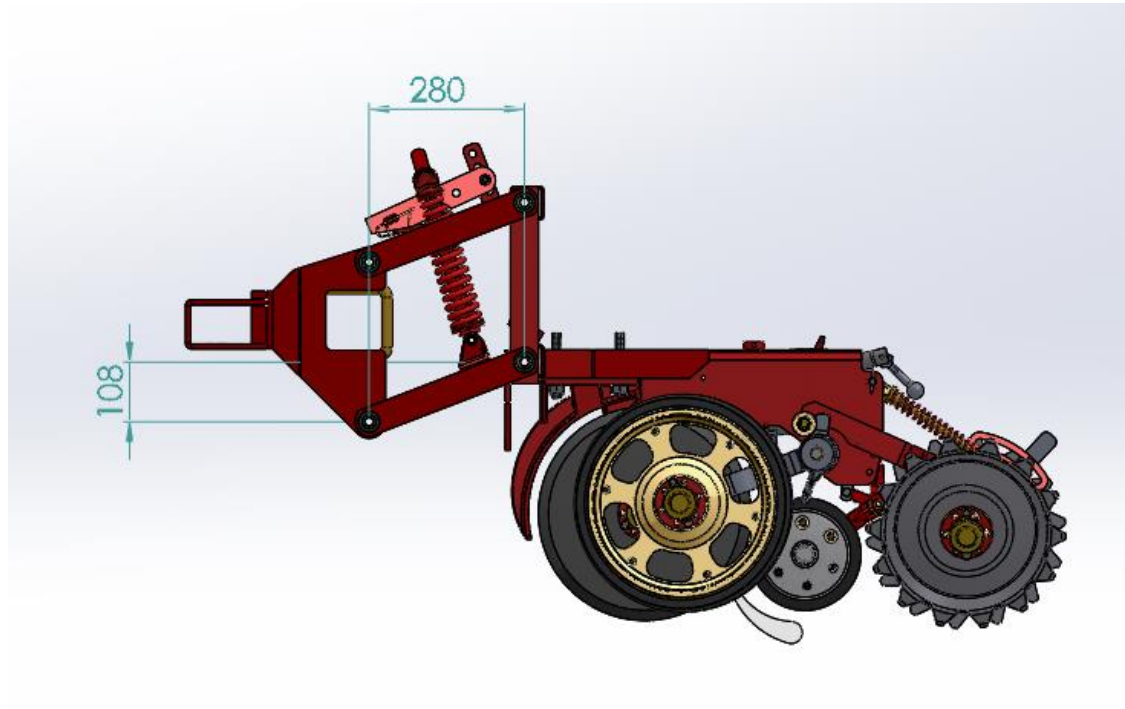


Figura 1-49: Posición superior de desplazamiento vertical

Características de la vibración en el cuerpo de siembra

Espectro de aceleración del cuerpo de siembra. Velocidad de avance: 7,4 km/h.

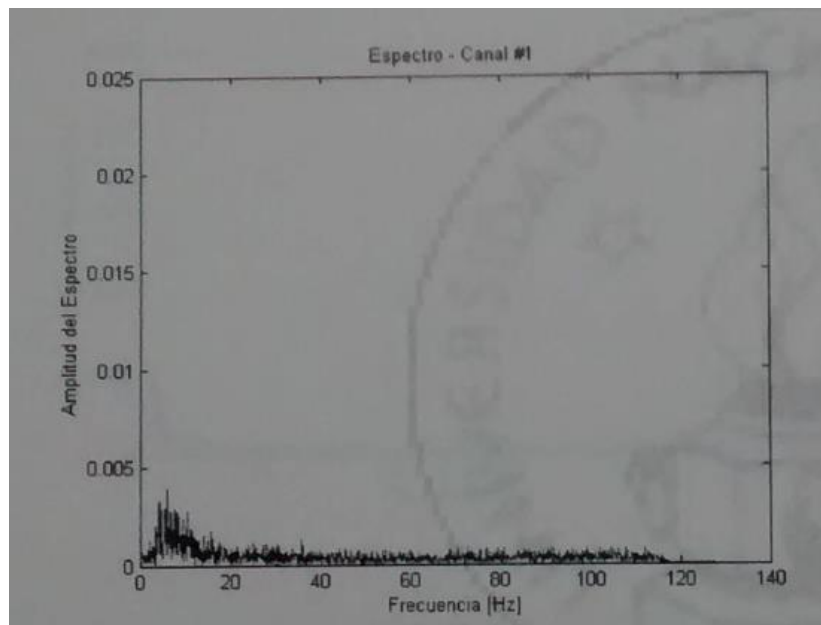


Figura 1-50: Espectro frecuencia de muestreo 256 Hz [11]

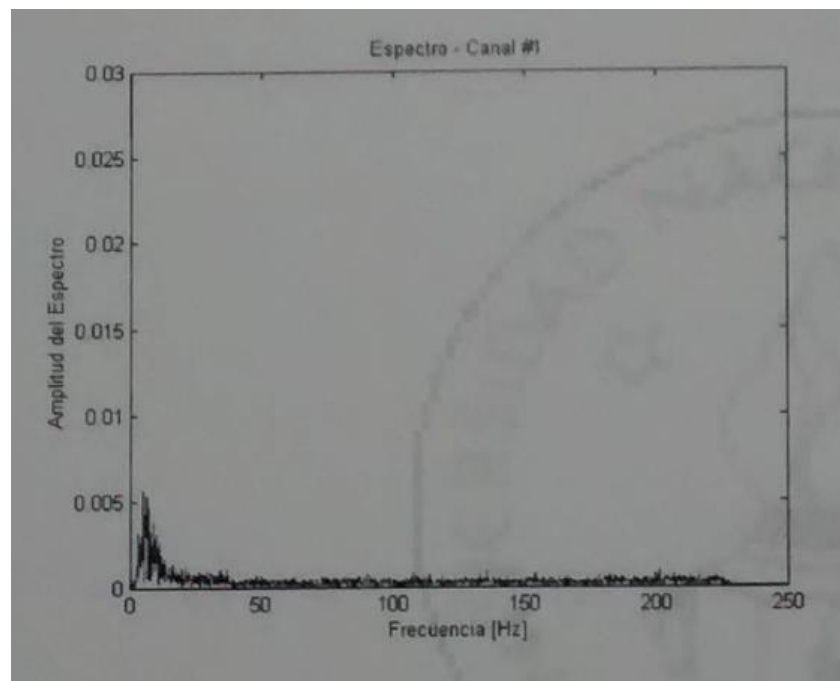


Figura 1-51: Espectro frecuencia de muestreo 500 Hz [11]

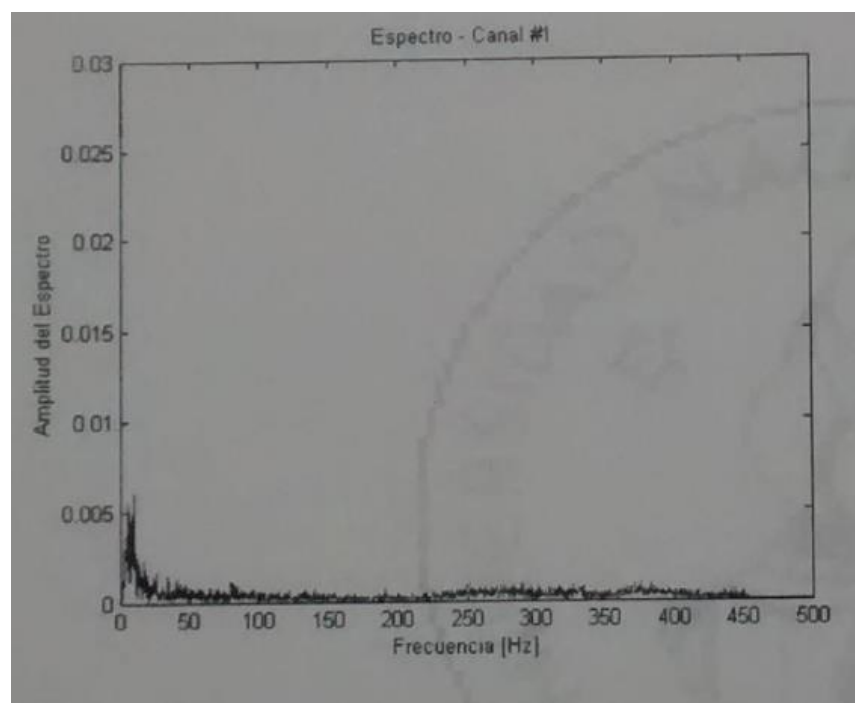


Figura 1-52: Espectro frecuencia de muestreo 1KHz [11]

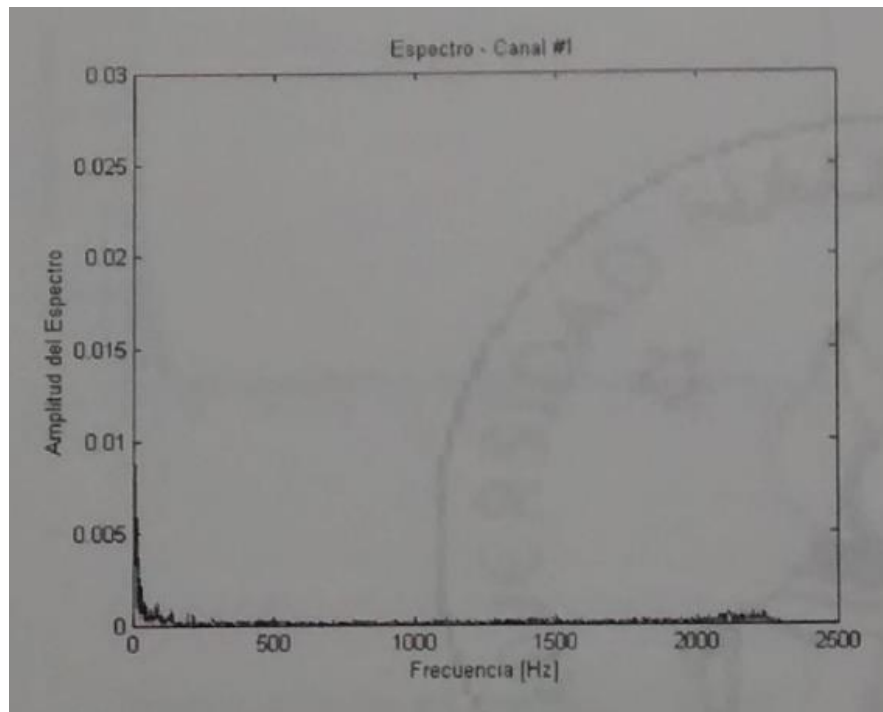


Figura 1-53: Espectro frecuencia de muestreo 5KHz [11]

Espectro de aceleración del cuerpo de siembra. Velocidad de avance: 14.2 km/h.

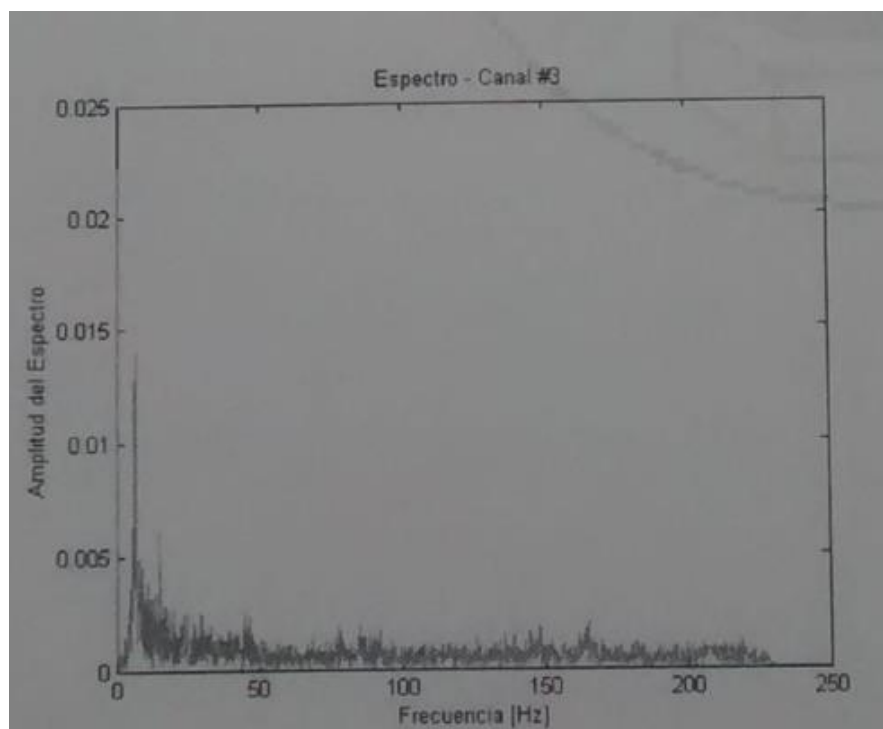


Figura 1-54: Espectro frecuencia de muestreo 500Hz [11]

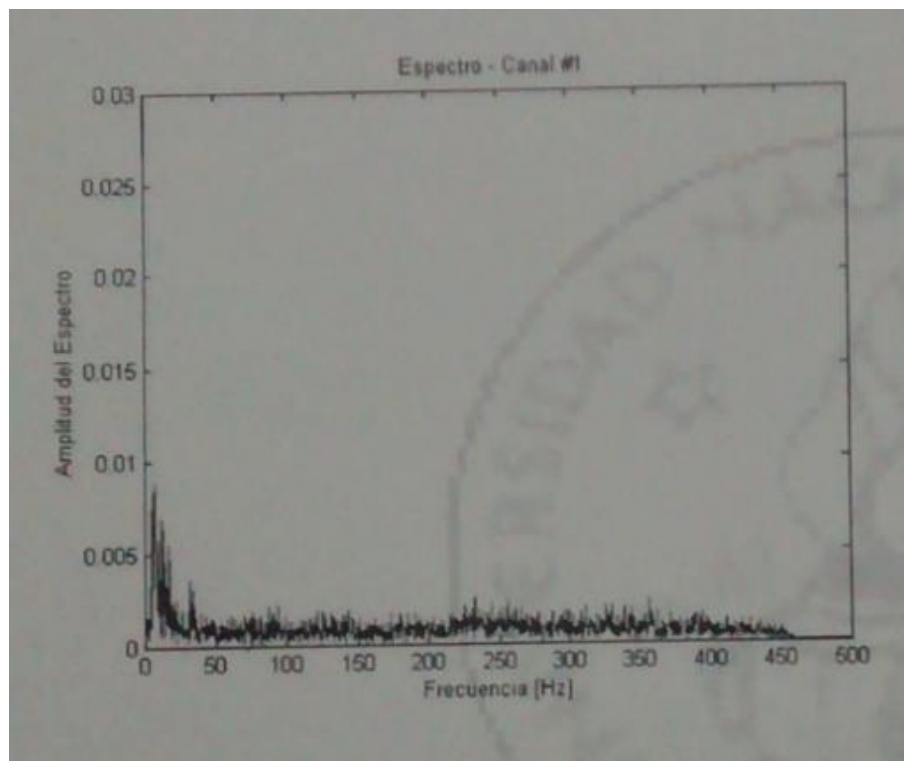


Figura 1-55: Espectro frecuencia de muestreo 1KHz [11]

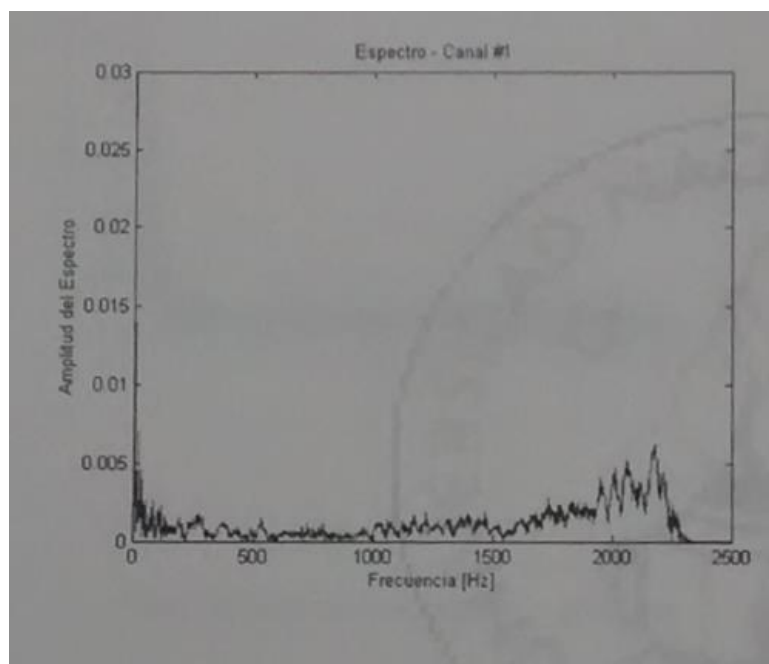


Figura 1-56: Espectro frecuencia de muestreo 5KHz [11]

Aceleración del tren de siembra real vs simulada a una velocidad de avance de 7,4km/h y una frecuencia de muestreo de 500HZ.

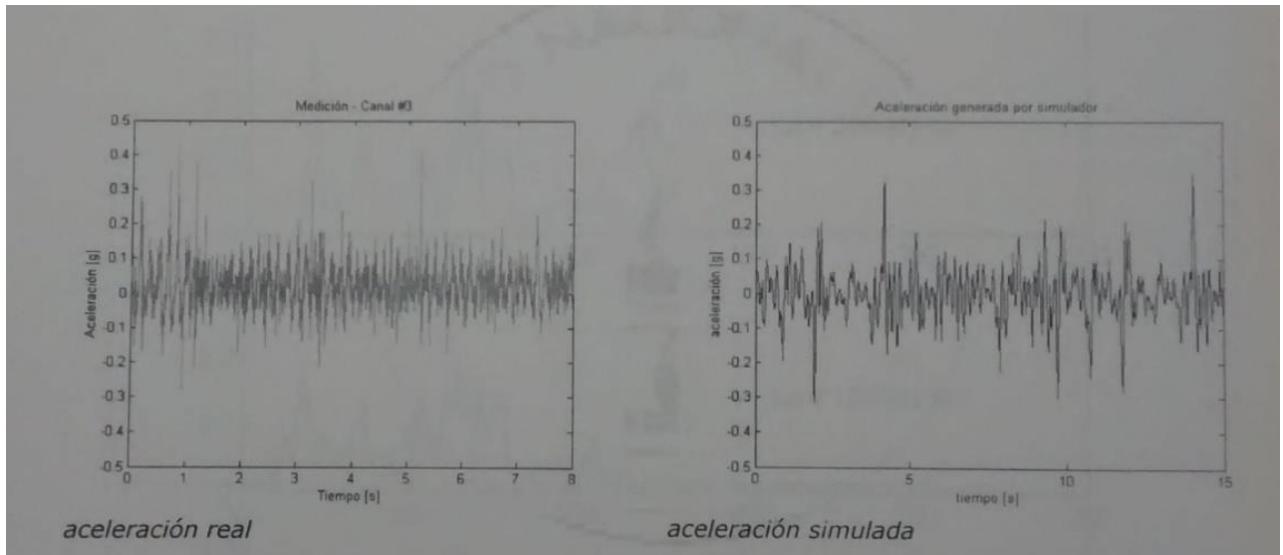


Figura 1-57: Aceleración real y simulada del TDS [11]

Relación simulada entre la masa y la aceleración en el tren de siembra

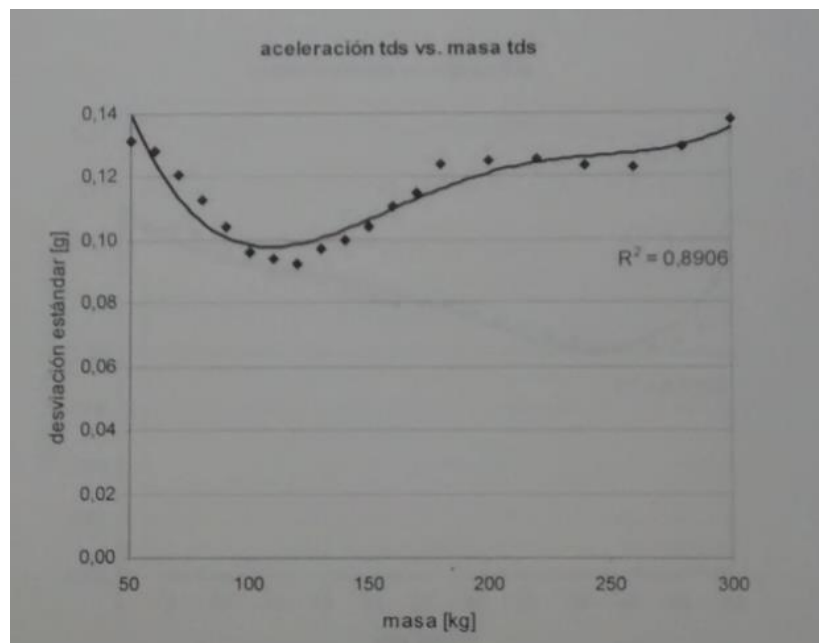


Figura 1-58: Relación simulada entre la masa y la aceleración en el TDS [11]

Influencia de la velocidad de avance vs aceleración del tren de siembra

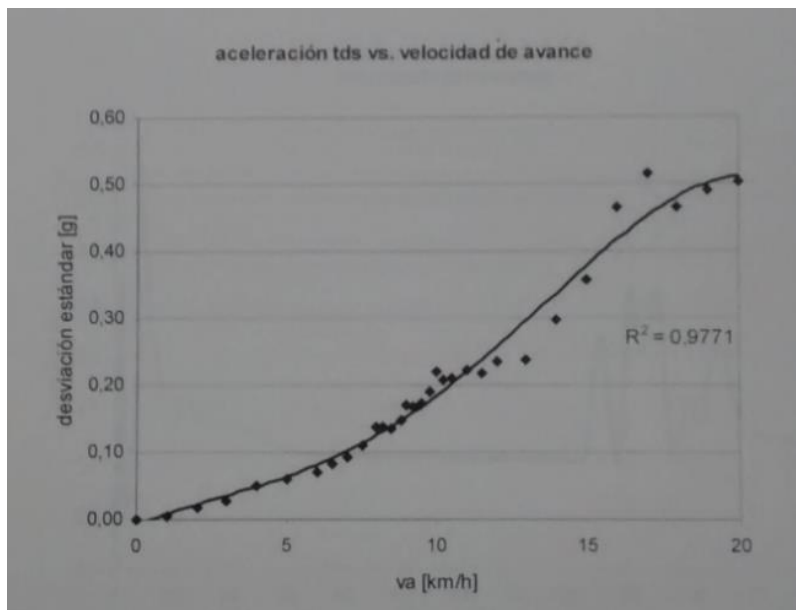


Figura 1-59: Influencia de la velocidad de avance vs aceleración del
TDS [11]

2 Propósitos

Aplicar la fuerza necesaria al tren de siembra

El *Shaker* deberá realizar la fuerza reactiva que produce el suelo sobre el tren de siembra en trabajo. En condiciones normales de terreno y a una profundidad de siembra de 50 mm la fuerza realizada por el tren de siembra para penetrar es de 180kgf, cuando cambian las condiciones de suelo y ofrece una mayor resistencia a la penetración la fuerza máxima es de 300kgf.

La condición ideal es que las ruedas adosadas carguen 40 kgf, las ruedas tapadoras 40 kgf y el resto de la carga se aplique en los discos abre surco.

En el siguiente gráfico vemos una curva de esfuerzo de corte vs tiempo para una rigidez de resorte de 20 kN/m y otra de 40 kN/m a una profundidad de siembra de 50 mm.

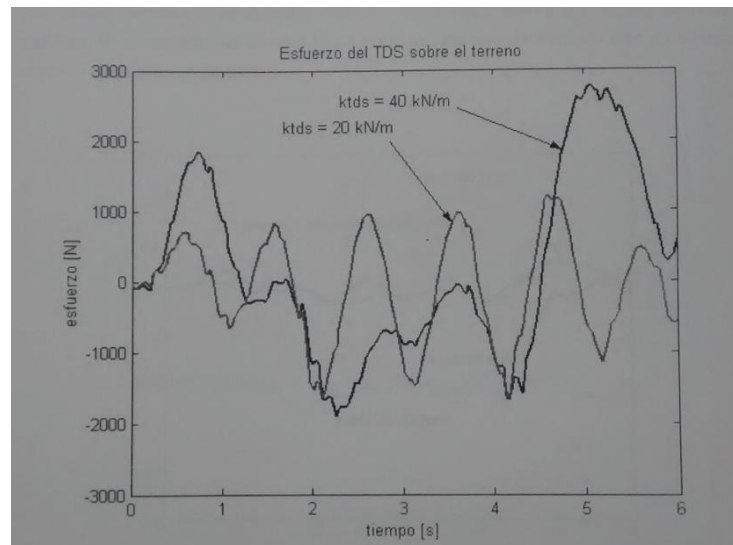


Figura 2-1: Esfuerzo del TDS [11]

Controlar y reproducir las oscilaciones verticales generadas durante la siembra

La amplitud máxima de la oscilación que reproduzca el *shaker* es de 100mm. Teniendo en cuenta que su posición inicial es el cero deberá realizar 50mm hacia abajo y 50mm hacia arriba respecto a éste, con una frecuencia máxima de 15 Hz.

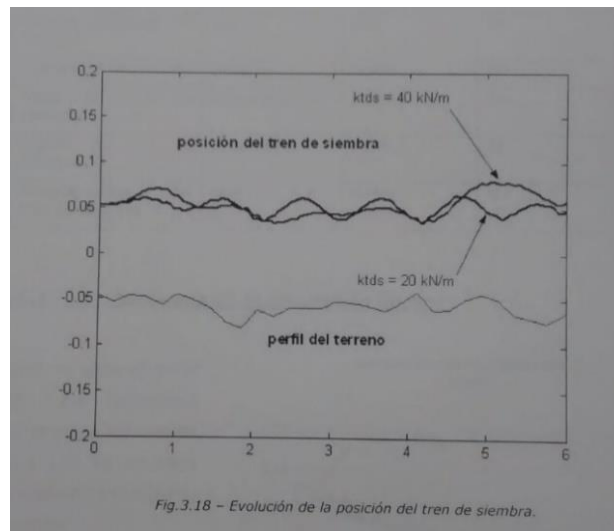


Figura 2-2: Oscilación vertical del TDS [11]

Correcta respuesta al cambio de velocidades

El shaker deberá reproducir una aceleración de como máximo 1G en el sentido vertical y poder variarla, según sea las condiciones del suelo y la velocidad de siembra a estudiar.

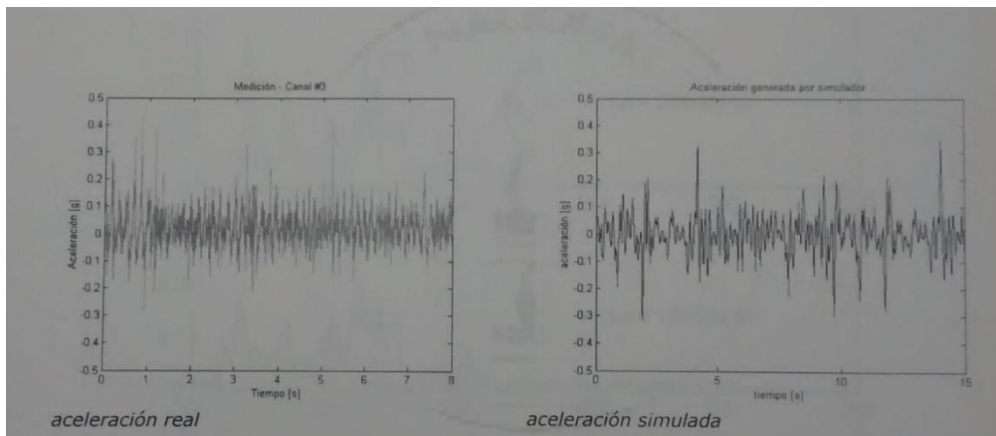


Figura 2-3: Aceleración real y simulada del TDS [11]

Posicionarse a diferentes alturas de trabajo

El *Shaker* deberá posicionar a diferentes alturas de trabajo el cuerpo de siembra y cumplir con los propósitos anteriores.

Debido a que los mecanismos de transferencia de carga por resorte cambian su esfuerzo dependiendo de la posición que se encuentre el cuerpo de siembra al momento de implantar la semilla, el shaker tiene que poder variar la altura de trabajo en un rango de 220 mm como máximo.

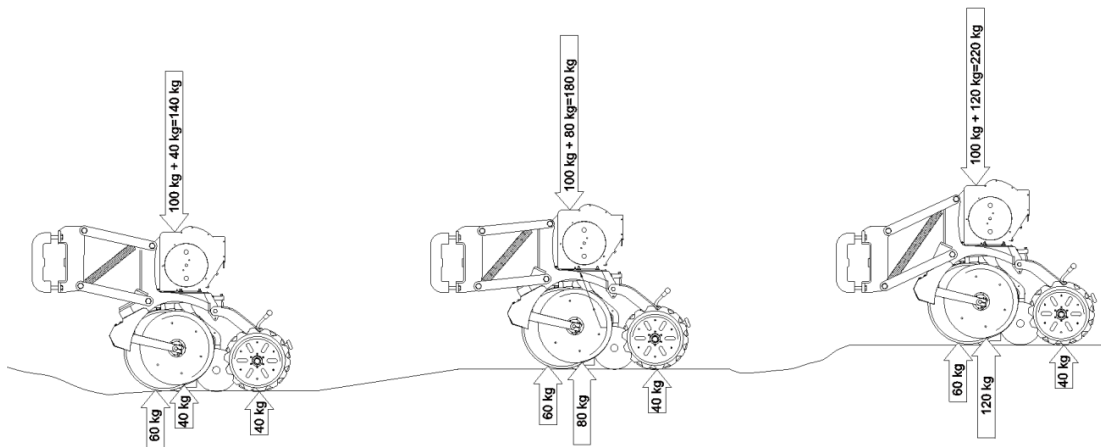


Figura 2-4: Variación del terreno [8]

Datos de espaciamiento entre semillas

Se tendrá que poder obtener datos de tiempo de caída entre semillas para poder realizar conclusiones sobre la variabilidad espacial.

La velocidad de avance en la sembradora de precisión para los principales cultivos del país está dentro del rango de 5 a 8 km/h, la velocidad de rotación correspondiente del disco dosificador de semillas está generalmente dentro de 25 rpm.

Entonces adoptamos que el rango de rpm del disco dosificador de semillas esté entre 5 y 50 rpm.

La máxima cantidad de semillas dosificadas por metro es de 10, con un avance máximo de siembra de 15km/h entonces el tiempo entre el inicio de caída de dos semillas consecutivas es de 0.24 segundos.

El instrumento de medición del tiempo de caída de semilla no puede tener un error mayor al 2% de este tiempo, que representa un error en el espaciamiento entre semillas de 2 mm.

Ser didáctico

Debe tener una interfaz de fácil entendimiento, con datos específicos y claros, fácil de programar, poner a punto y regular.

Seguridad

Debido a que es una herramienta de estudio y está en permanente contacto con gente en su mayoría inexperta en la manipulación del dispositivo debe cumplir altos niveles de seguridad.

Fácil mantenimiento

Debe estar pensado para que las mismas personas que manipulen el shaker puedan realizar las tareas de mantenimiento básicas.

Baja emisión de sonido

Debido a que está pensado para un ámbito académico y es un mecanismo que por su propio funcionamiento generará ruido se debe insonorizar.

Se considera que 85 decibelios (dB) durante un máximo de 8 horas es el nivel máximo de exposición sin riesgos.

Adaptación a diferentes dispositivos de transferencia de carga

Debe tener la capacidad de evaluar dispositivos de transferencia de cargas que necesiten una fuente de energía externa.

3 Propuestas

Propuesta 01

El cuerpo de siembra estará fijo en un bastidor desde la parte delantera del paralelogramo, soportado por una base en la parte inferior que posiciona el cuerpo a la altura de trabajo deseada.

Las oscilaciones verticales se realizan mediante la interacción de la base con el abre surco, las ruedas de control de profundidad y las tapadoras. La base es excitada por 4 cilindros neumáticos que varían su altura con respecto al tiempo. Ésta variación de altura es determinada por un perfil de terreno teórico y el tiempo en producir el cambio está ligado a la velocidad de avance de la máquina, para ver que oscilaciones se producen en el cuerpo tendrá sensores que devuelvan en tiempo real amplitud y frecuencia de las vibraciones.

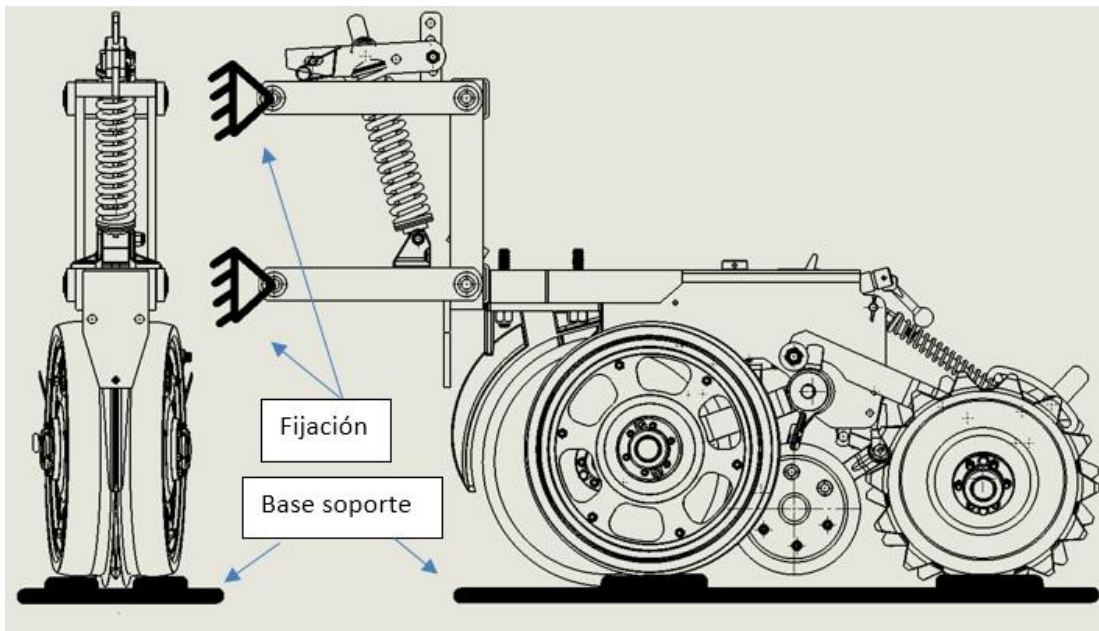


Figura 3-1: Esquema Propuesta 01

La información de la distribución temporal de la semilla se recopila con dos sensores de semilla alineada con el tubo de descarga del cuerpo y un sensor de semilla integrado al tubo en el inicio de la caída.

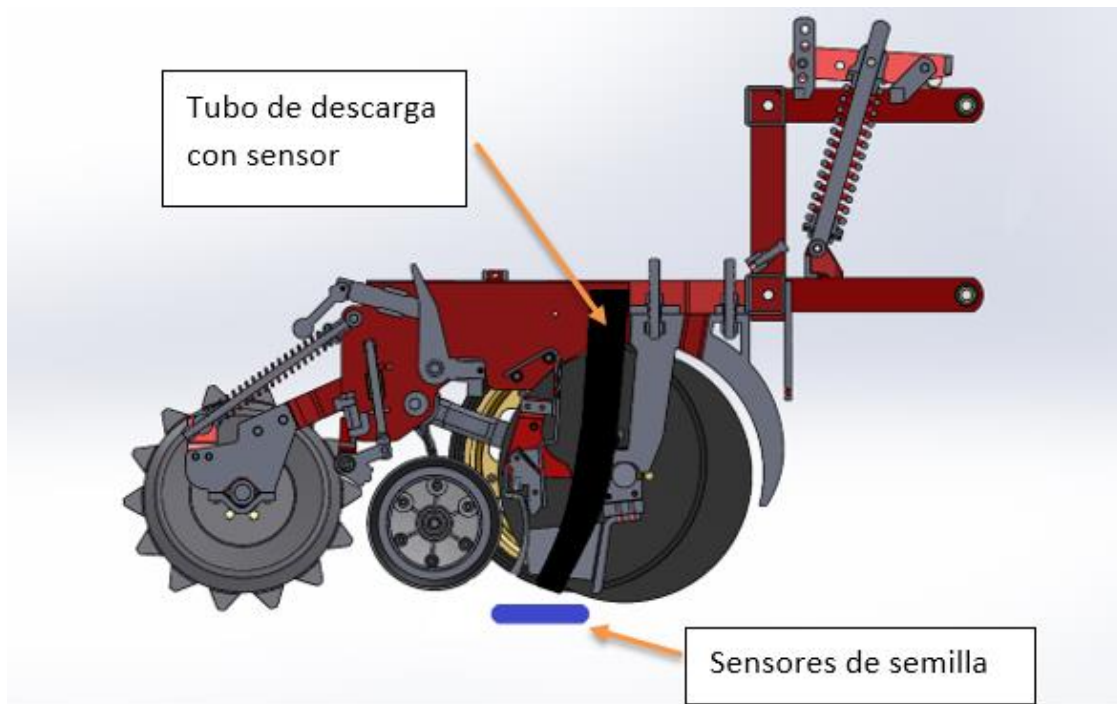


Figura 3-2: Esquema Propuesta 01

Propuesta 02

El cuerpo de siembra estará fijo en un bastidor desde la parte delantera del paralelogramo. Éste no tendrá los abre surcos, las ruedas de control de profundidad ni las tapadoras.

Una biela estará unida de un extremo al cuerpo de siembra y en el otro extremo a un plato que gira excéntrico al eje de un motor eléctrico. Variando la velocidad de giro del motor se podrán obtener diferentes frecuencias y la amplitud de las oscilaciones van a estar sujetas a la excentricidad del mecanismo.

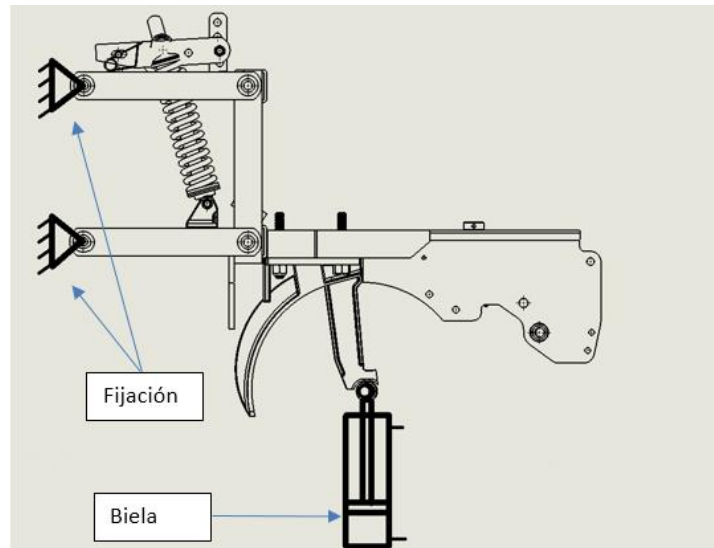


Figura 3-3: Esquema Propuesta 02

Una cámara de alta velocidad filmará el cuerpo y la caída de la semilla.

Con un encoder lineal se identificará la posición del cuerpo cuando la semilla inicia su caída y así también cuando llega a su posición final.

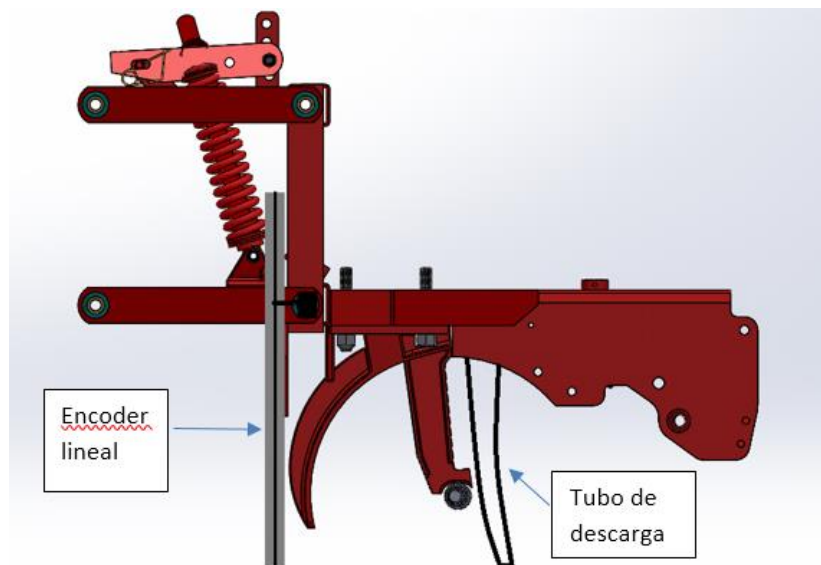


Figura 3-4: Esquema Propuesta 02

Analizando el video se podrá determinar el efecto de vibración haciendo la comparación con el ensayo si vibración.

Propuesta 03

El cuerpo de siembra sin los abre surcos ni las tapadoras está posicionado sobre una plataforma, que en el centro tiene una cinta transportadora, y es soportado mediante las ruedas adosadas.

Dicha cinta se desplaza simulando el avance de la máquina y recibiendo los granos que caen desde el dosificador.

El movimiento de vibración será realizado por un paralelogramo integrado a la plataforma, el cual tendrá versatilidad para adaptarse a diferentes cuerpos de siembra y es accionado por un cilindro neumático que generará los desplazamientos verticales. El cuerpo de siembra tendrá sensores que miden las vibraciones para visualizar el comportamiento.

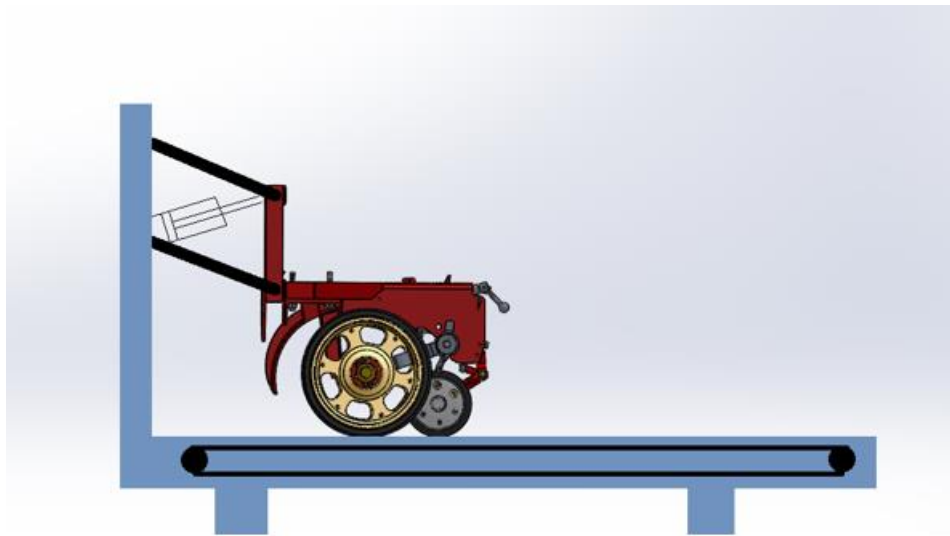


Figura 3-5: Esquema Propuesta 03

La información se obtendrá midiendo la distancia entre semillas para una densidad de siembra conocida.

Mejor solución

Tabla (3-1): Análisis de propuestas

Propuestas Objetivos	1	2	3
Aplicar la fuerza necesaria al tren de siembra	100%	90%	85%
Controlar y reproducir las oscilaciones verticales	90%	80%	100%
Correcta respuesta al cambio de velocidades	100%	100%	100%
Posicionar a diferentes alturas de trabajo	100%	90%	80%
Datos de espaciamiento entre semillas	100%	90%	90%
Ser didáctico	100%	80%	90%
Seguridad	100%	100%	100%
Fácil mantenimiento	90%	95%	100%
Baja emisión de sonidos	90%	95%	85%
Adaptarse a diferentes dispositivos de transferencia de carga	100%	100%	50%
	97%	92%	88%

La propuesta uno es la que mejor se adapta a los objetivos establecidos, en conclusión, seleccionamos ésta buscando combinar los puntos bajos con los puntos altos de las otras propuestas y así lograr la mejor solución.

4 Cálculos

Estudio estático

Consideraciones para el estudio y la modelización

- El cilindro hidráulico y los cilindros neumáticos se encuentran en su máxima extensión ya que es el punto más crítico para el estudio y se simplifican a un vástago con una sujeción similar.
- Los componentes que no son estructurales se eliminan.
- La carga aplicada a las placas delanteras de contacto es de 200 Kgf. y a la placa trasera es de 100 Kgf. sumando un total de 300 Kgf. orientadas verticalmente.
- Los pies se toman como empotrados desde la parte inferior.
- Todos los contactos se toman como unión rígida.

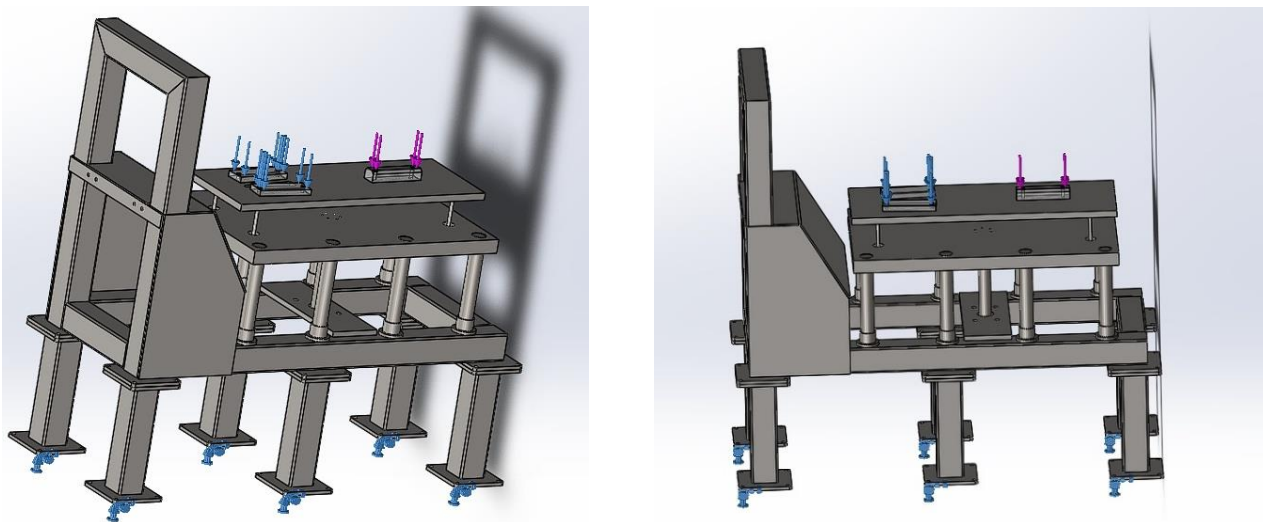


Figura 4-1: Modelización

Resultados del estudio estático

- Deformación

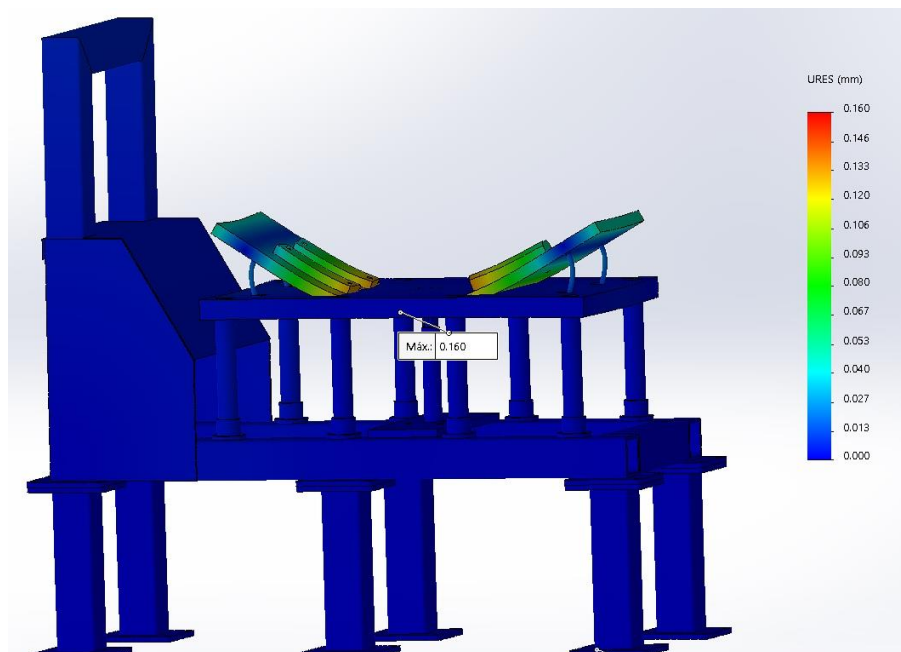


Figura 4-2: Deformación

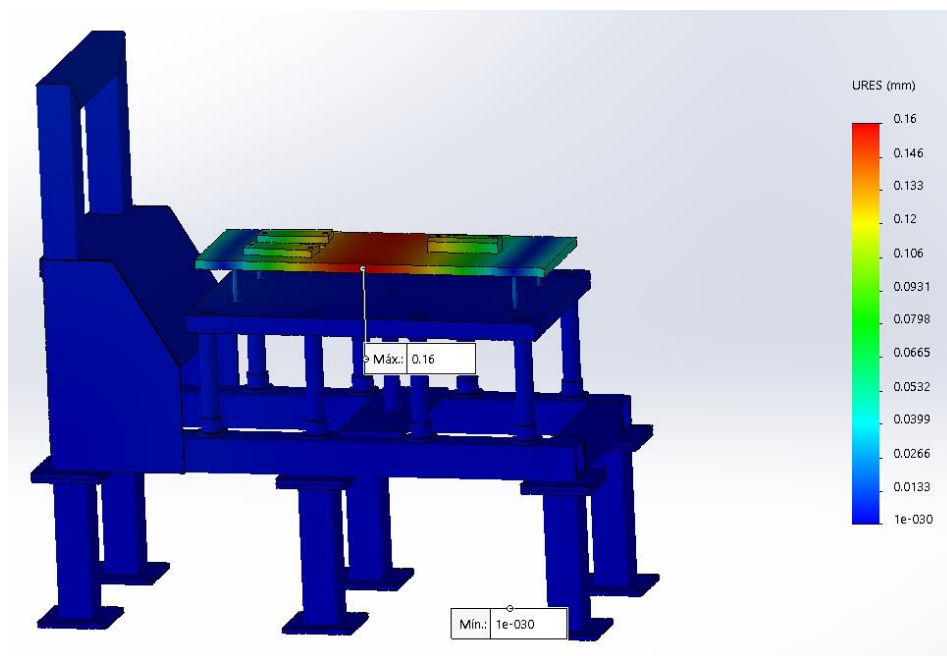


Figura 4-3: Deformación

- Tensiones de von Mises

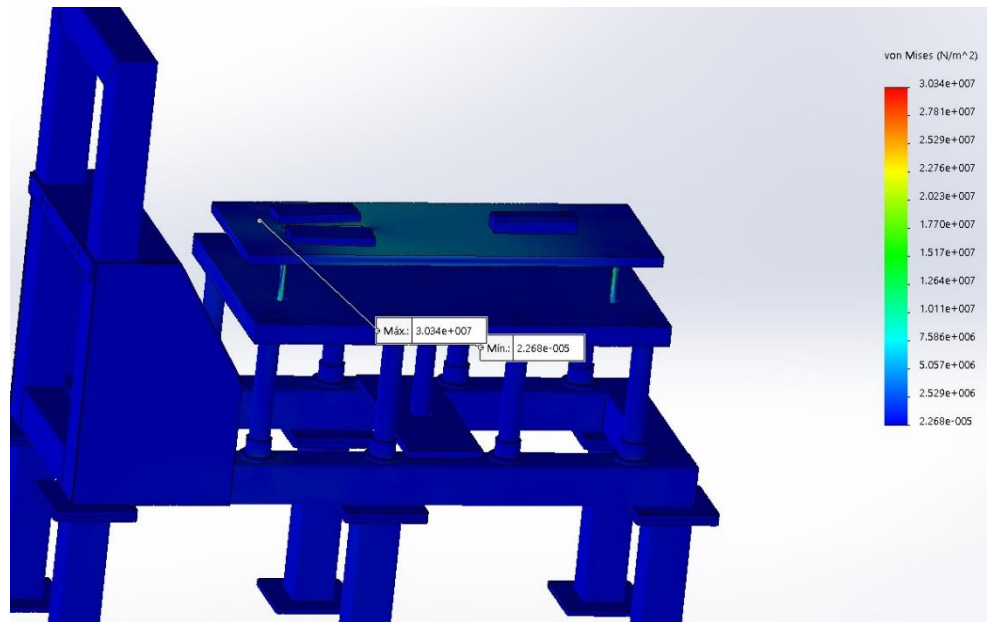


Figura 4-4: Tensión

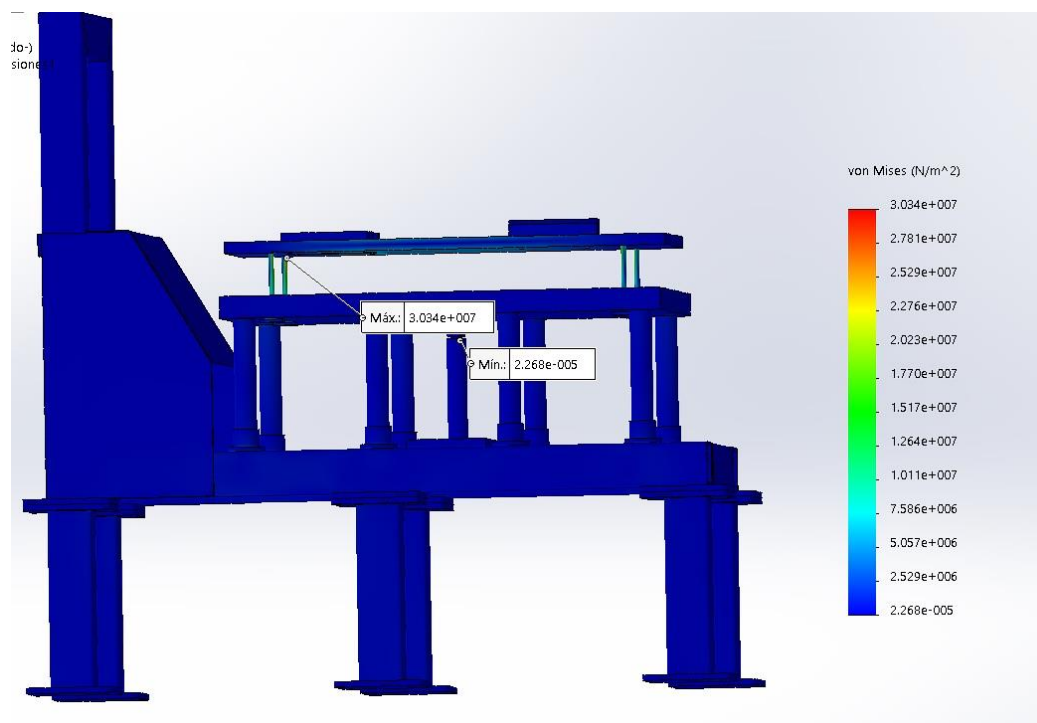


Figura 4-5: Tensión

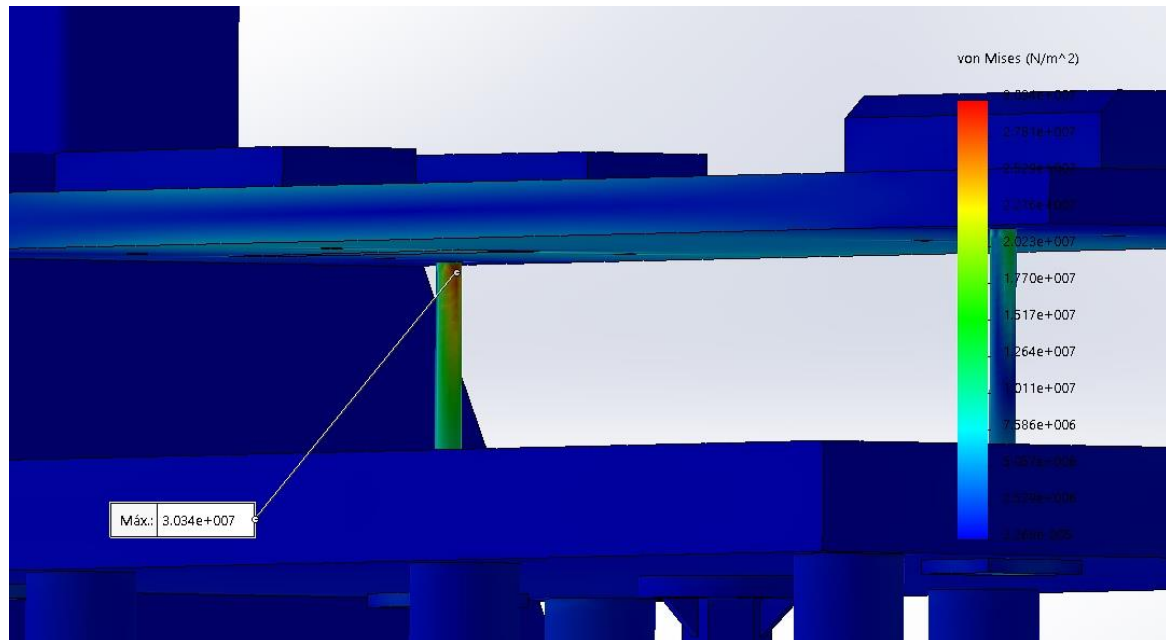


Figura 4-6: Tensión

Vemos que la máxima tensión se manifiesta en el vástago del cilindro neumático. Para mejorar esta sollicitación de cargas cambiamos las posiciones de los cilindros y realizamos nuevamente el estudio analizando únicamente la parte más crítica.

Nuevos resultados

- Deformación

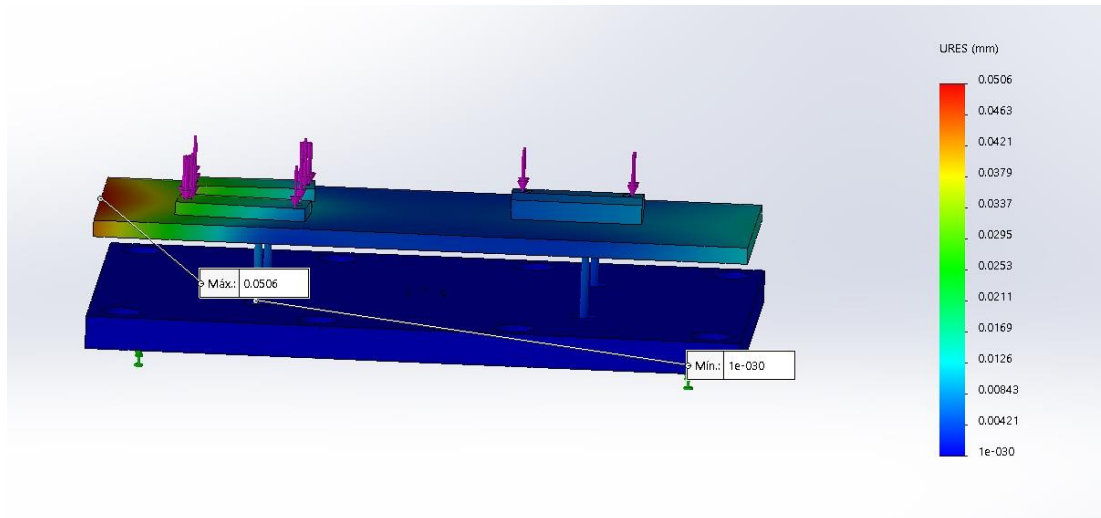


Figura 4-7: Deformación

- Tensiones de Von Mises

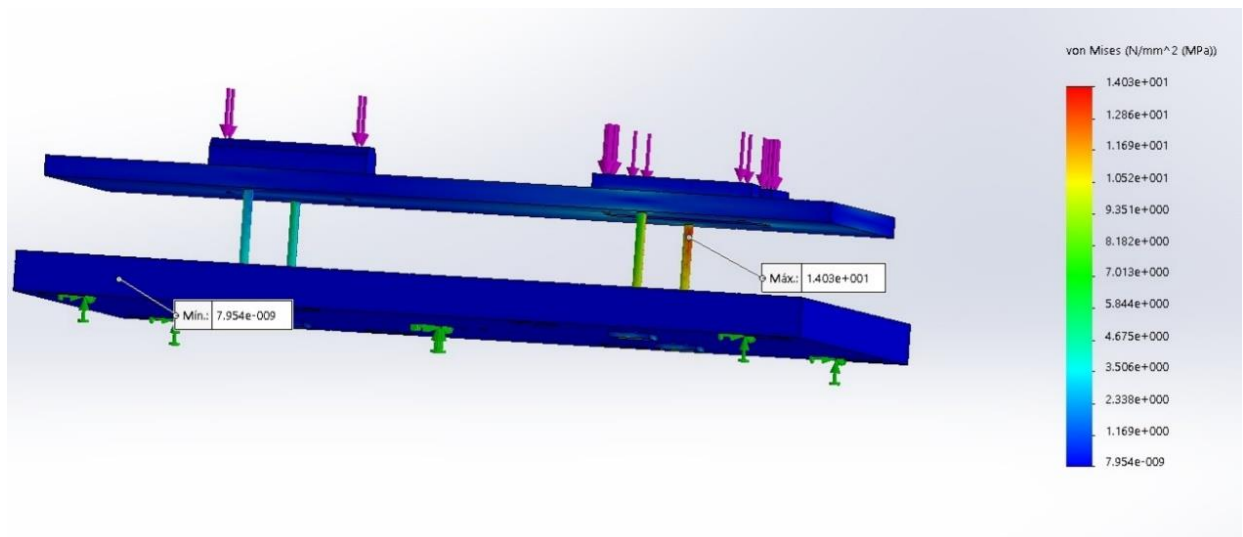


Figura 4-8: Tensión

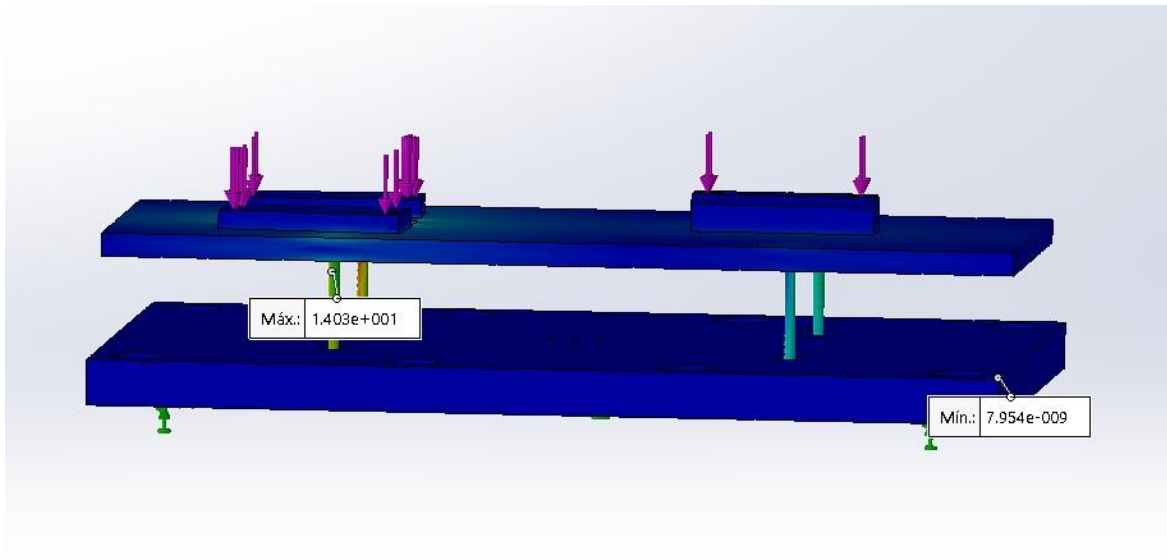


Figura 4-9: Tensión

Conclusiones de la modificación

Cambiando la posición de los cilindros la deformación paso de 0.16mm a 0.05mm y la tensión máxima se redujo de 30MPa a 14MPa

Análisis de vibración

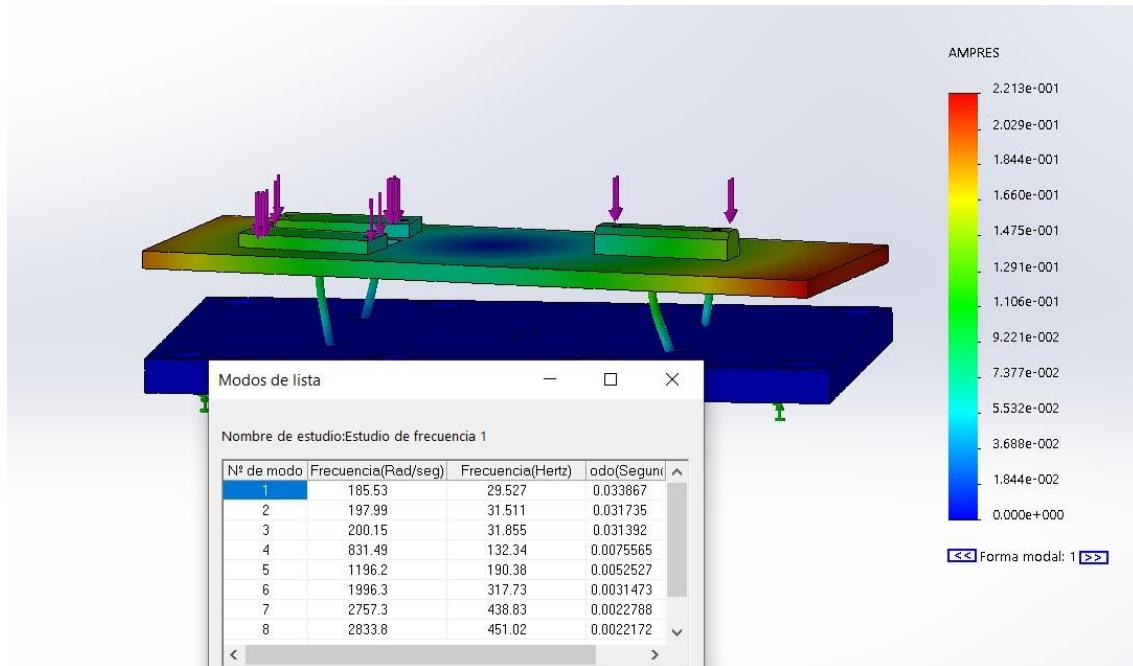


Figura 4-10: Análisis de Vibración

El estudio de vibración arroja que la frecuencia de resonancia del conjunto se da en los 29 Hertz.

Viendo que la frecuencia máxima de trabajo es de 15Hertz podemos concluir que la configuración actual del Shaker cumple con las expectativas.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

En la etapa de investigación detectamos la falta de algún método entre el modelo 3d y el trabajo de campo, que sea útil para evaluar la calidad de siembra y diferentes configuraciones del tren implantador. Del resultado de esto surgió la idea de diseñar una máquina que sea capaz de lograr lo antes dicho.

En el rubro agrícola es común realizar mejoras en base al método de prueba y error lo cual hace que el camino a la solución final sea más prolongado. En este sentido nuestro proyecto entra en juego brindando un marco teórico para la evolución en conjunto de las partes.

El diseño que elegimos para el “*Shaker*” es el que mejor cumple con las principales exigencias definidas en el marco de la investigación tales como esfuerzo, vibración, posicionamiento, capacidad para evaluar diferentes configuraciones y lecturas de datos.

Recomendaciones

Antes de finalizar, deseamos sugerir algunas recomendaciones en base a los resultados y las conclusiones a las que se llegó luego del presente estudio. Alentamos al lector a ampliar el abanico de información y consultar la mayor cantidad de fuentes posibles referida al tema. Tales como artículos científicos y personas idóneas (investigadores y profesores universitarios).

Bibliografía

[1] ING. BORJA VIVERO, Juan. ING. VALDIVIA ALVAREZ, Ramón. Introducción a la agronomía. Quito. Ecuador.

[2] PIONEER. Boletín técnico Pioneer. Disponible en:

(https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Argentina/productos_y_servicios/Bol etin_Compactacion_de_suelo.pdf)

[3] INSTITUTO UNIVERSITARIO DE TECNOLOGÍA AGRO INDUSTRIAL. Monografía: “Suelos. Consistencia”. Autor: Carlos Guerrero. Venezuela. Disponible en: (<https://www.monografias.com/trabajos15/suelos-consistencia/suelos-consistencia>)

[4] INSTITUTO AGRICOLA DE PUEBLO BELLO. Monografía: “La Reproducción en las Plantas”. Autor: Ing. Mauricio Sierra Guerra. Colombia. Disponible en: ([https://www.institutoagricoladepueblobello.edu.co/colegiapp/archivostemas/Guia%202%20de%20actividades%209%20Agricola.\[1649\].pdf](https://www.institutoagricoladepueblobello.edu.co/colegiapp/archivostemas/Guia%202%20de%20actividades%209%20Agricola.[1649].pdf))

[5] FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS – UNCUIYO. Revista de Divulgación Científica. “Siembra directa: el rol de los rastrojos”. Autor: Ing. Agr. Leandra Ibarguren, Ing. Agr. Alejandra Bertona, Ing. Agr. M. Sc. Cecilia Rebora. Año: 2015. Disponible en: (https://experticia.fca.uncu.edu.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=85:siembra-directa-el-rol-de-los-rastrojos&catid=17&Itemid=136)

[6] INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA. Monografía: “Siembra Directa”. Autor: Ing. Agr. Javier Pognante, Ing. Agr. M.Sc. Mario Bragachini, Ing. Agr. Ph.D. Cristiano Casini. Argentina. Año 2011.

[7] UNS. Cátedra de Mecánica y Maquinaria Agrícola. Monografía: “Máquinas de siembra”. Disponible en: (<http://www.mecymaq.criba.edu.ar/attachments/article/31/MAQUINAS%20DE%20SIEMBRA.pdf>)

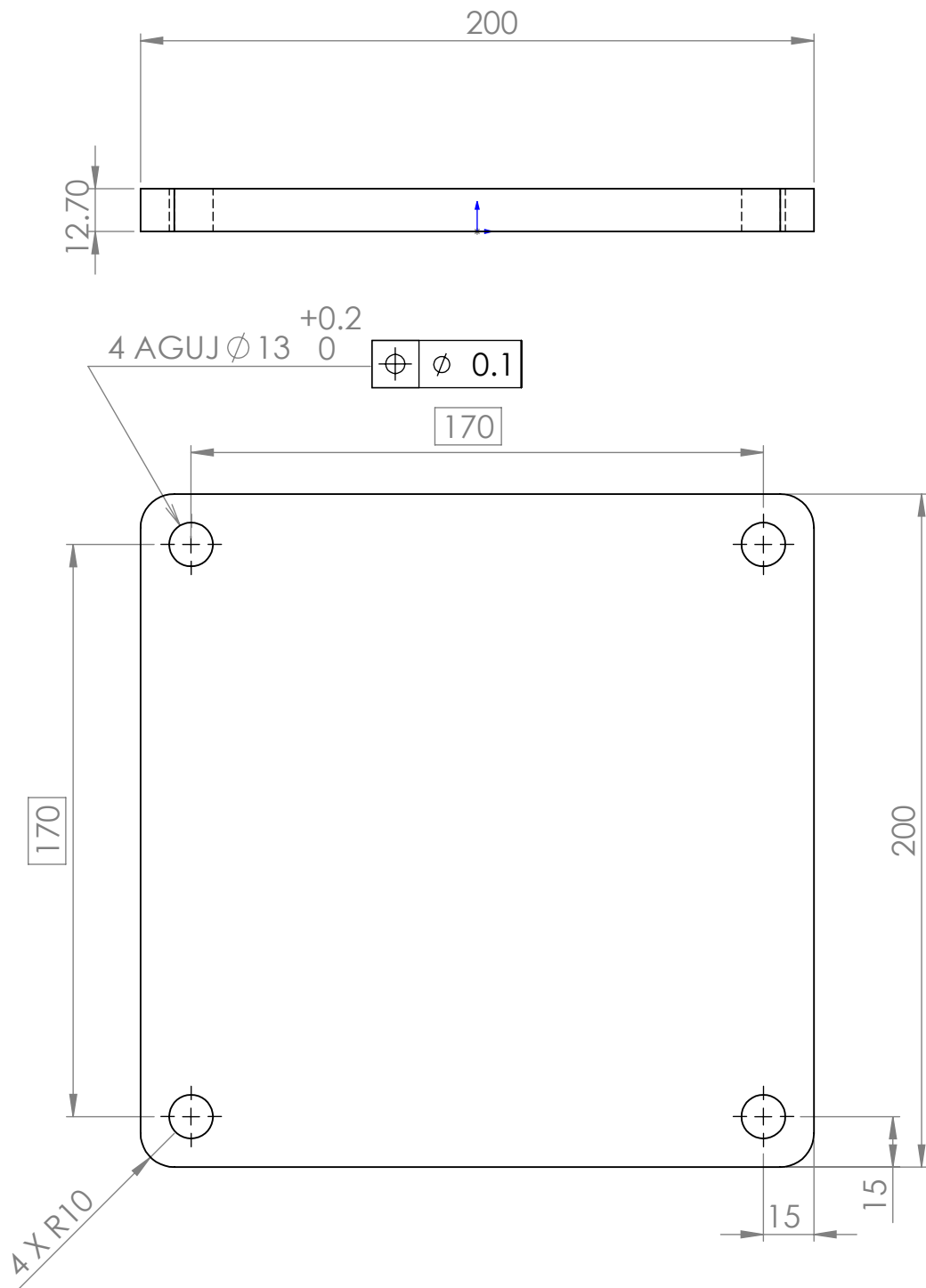
[8] UNR, FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍA Y AGRIMENSURA.
Carrera: Ingeniería mecánica. Catedra: maquinaria agrícola. Monografía: "Siembra monograno". Argentina.

[9] <https://www.gherardi.com.ar/wp-content/uploads/2018/02/04.jpg>

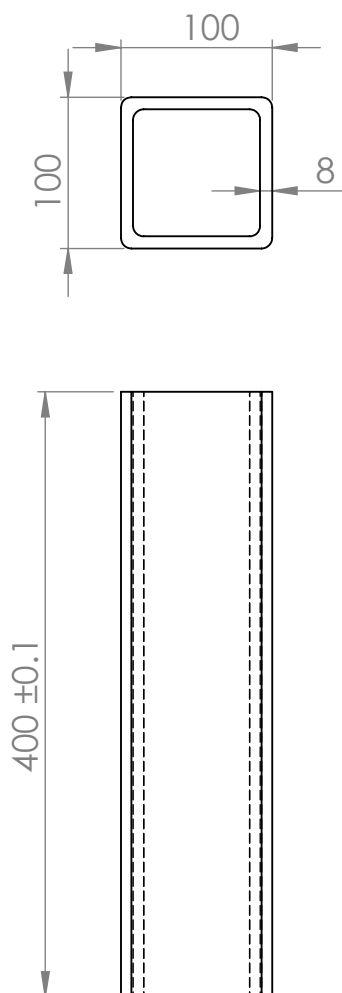
[10] ING. AGRÓNOMO RICARDO MEDERA

[11] UNR, FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍA Y AGRIMENSURA.
Carrera: Ingeniería mecánica. Proyecto final: "Optimización del Comportamiento Dinámico de Sembradoras de Grano Grueso". Autor: Esteban Dolcemascolo, Ezequiel Salva, Alejandro Trovato. Argentina. Año 2004.

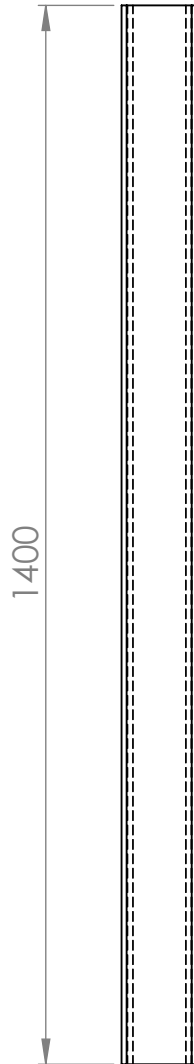
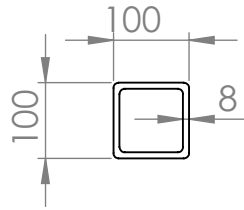
Anexo planos



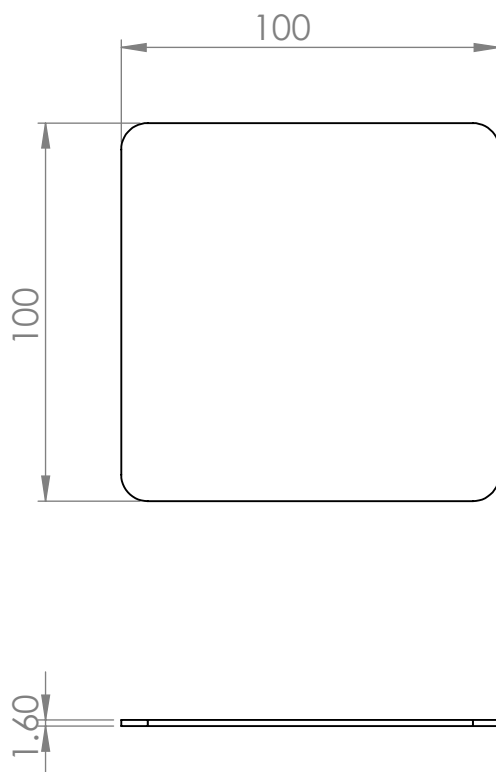
N.º DE ELEMENTO		DESCRIPCIÓN		MATERIAL	CANTIDAD
1		CHAPA e:1/2"		SAE 1010	18
PROYECTO FINAL ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA				Placa union base	
	FECHA	NOMBRE	ESCALA 1:2 	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: N11 TOLERANCIAS: LINEAL: +/- 0.5 ANGULAR: +/- 1°	Nº 00-001
DIBUJO		CESARETTI LUCIANO			
		GHERARDI LISANDRO			
APROBO					



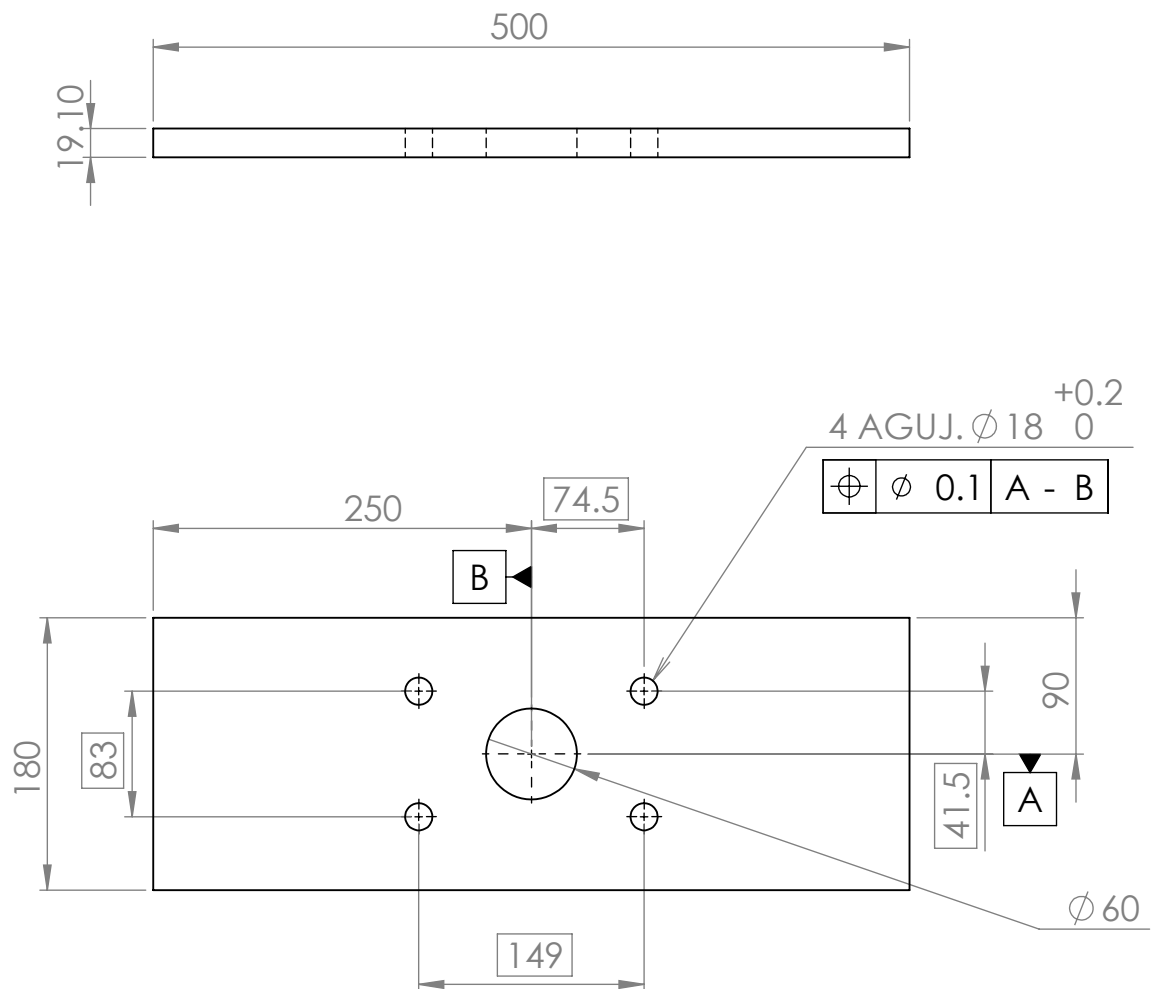
N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN		MATERIAL	CANTIDAD	
1	CAÑO 100 X 100 X 8		SAE 1010	8	
PROYECTO FINAL ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Columna base		
	FECHA	NOMBRE	ESCALA 1:5 	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: N11 TOLERANCIAS: LINEAL: +/- 0.5 ANGULAR: +/- 1°	Nº 00-002
DIBUJO		CESARETTI LUCIANO			
		GHERARDI LISANDRO			
APROBO					



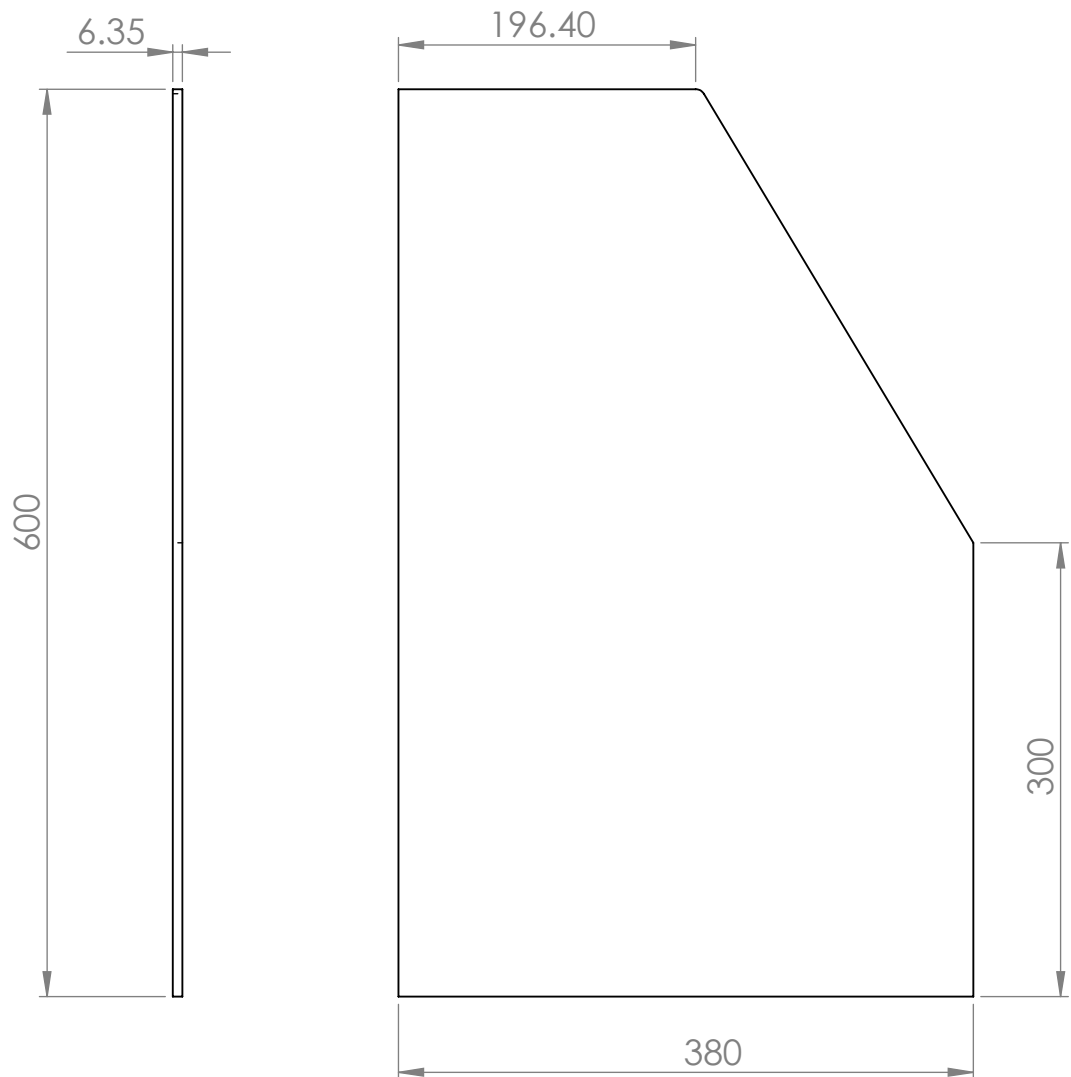
N.º DE ELEMENTO		DESCRIPCIÓN		MATERIAL		CANTIDAD	
1		CAÑO 100 X 100 X 8		SAE 1010		2	
PROYECTO FINAL ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA				Larguero bastidor rev1			
	FECHA	NOMBRE	ESCALA 1:10	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: N11 TOLERANCIAS: LINEAL: +/- 0.5 ANGULAR: +/- 1°	Nº 00-003		
DIBUJO		CESARETTI LUCIANO					
		GHERARDI LISANDRO					
APROBO							



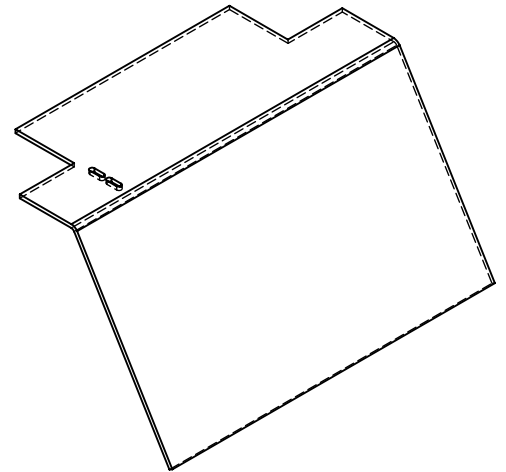
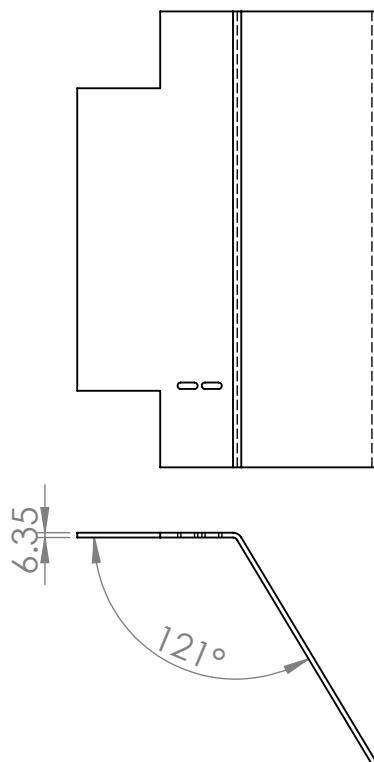
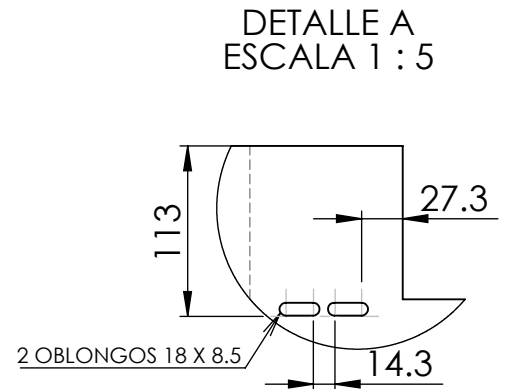
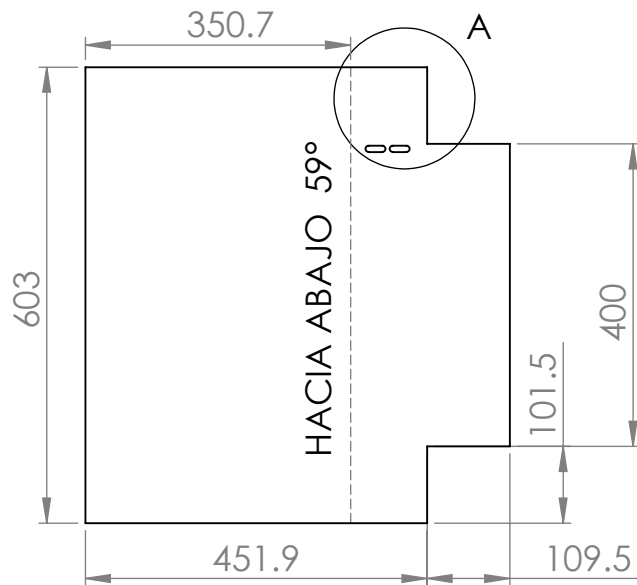
N.º DE ELEMENTO		DESCRIPCIÓN		MATERIAL		CANTIDAD	
1		CHAPA Nº16		SAE 1010		2	
PROYECTO FINAL ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA				Tapa trasera			
	FECHA	NOMBRE	ESCALA 1:2 	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: N11 TOLERANCIAS: LINEAL: +/- 0.5 ANGULAR: +/- 1°	Nº 00-004		
DIBUJO		CESARETTI LUCIANO					
		GHERARDI LISANDRO					
APROBO							



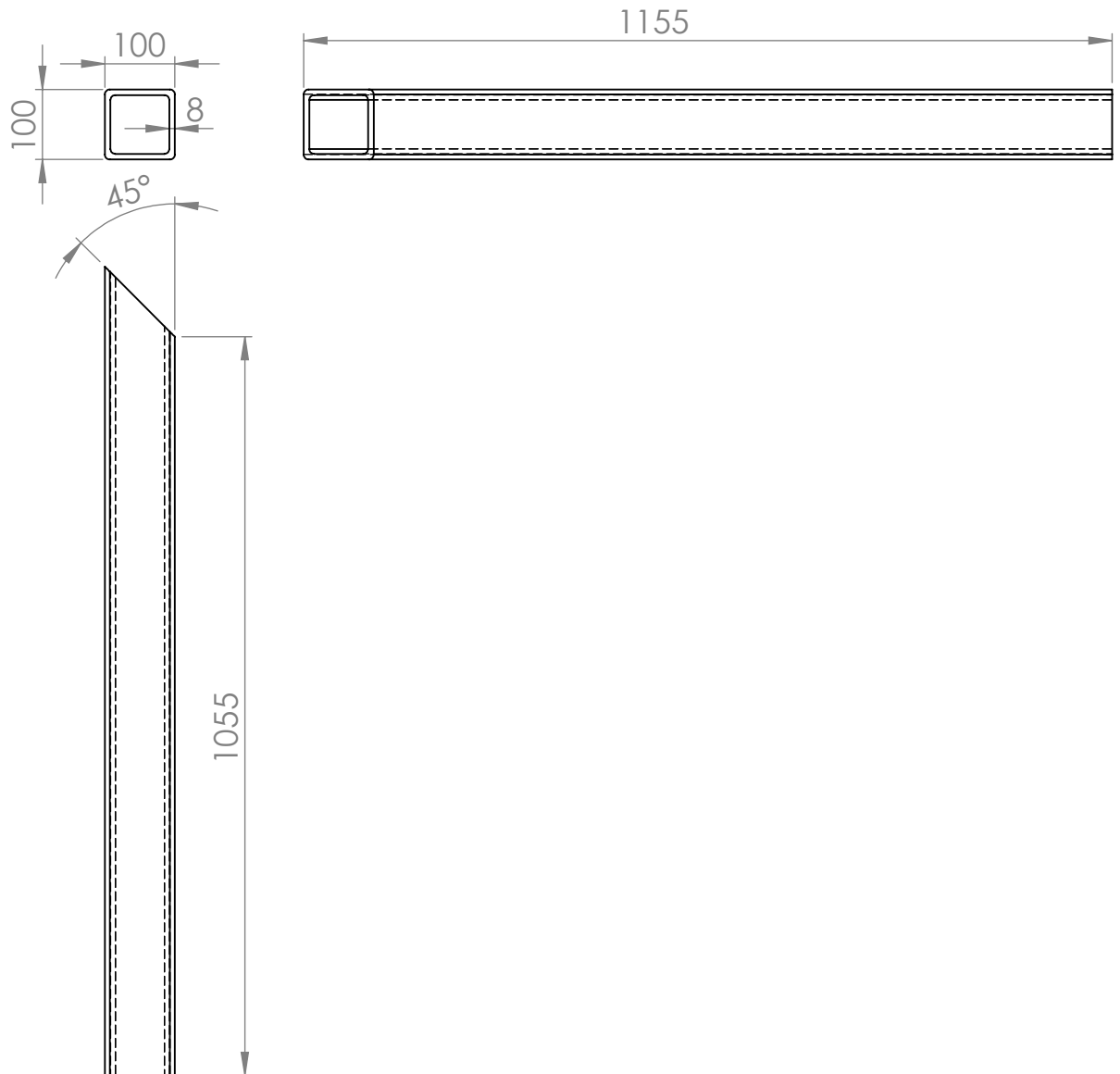
N.º DE ELEMENTO		DESCRIPCIÓN		MATERIAL		CANTIDAD	
1		CHAPA e: 3/4"		SAE 1010		1	
PROYECTO FINAL ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA				Placa soporte cilindro			
	FECHA	NOMBRE	ESCALA 1:5	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: N11 TOLERANCIAS: LINEAL: +/- 0.5 ANGULAR: +/- 1°	Nº 00-005		
DIBUJO		CESARETTI LUCIANO					
		GHERARDI LISANDRO					
APROBO							



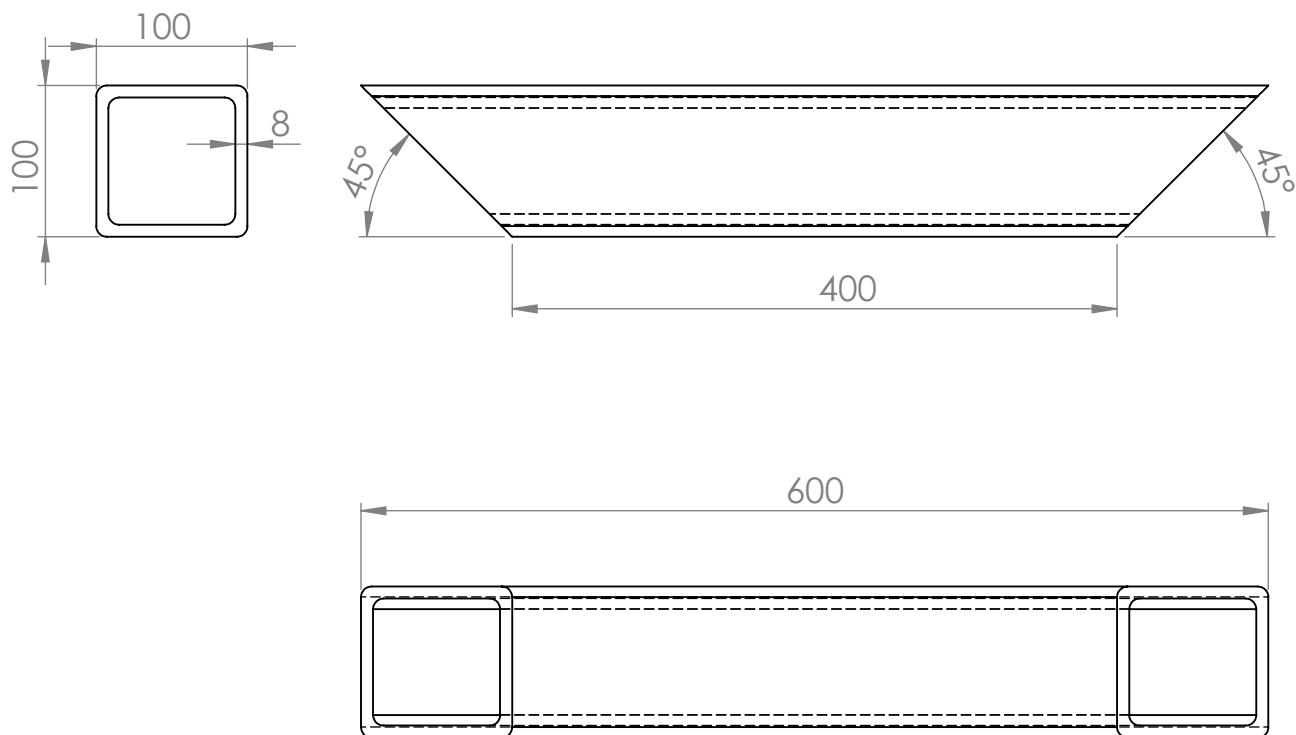
N.º DE ELEMENTO		DESCRIPCIÓN		MATERIAL		CANTIDAD	
1		CHAPA e: 1/4"		SAE 1010		2	
PROYECTO FINAL ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA				Refuerzo lateral			
	FECHA	NOMBRE	ESCALA 1:5	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: N11 TOLERANCIAS: LINEAL: +/- 0.5 ANGULAR: +/- 1°	Nº 00-006		
DIBUJO		CESARETTI LUCIANO					
		GHERARDI LISANDRO					
APROBO							



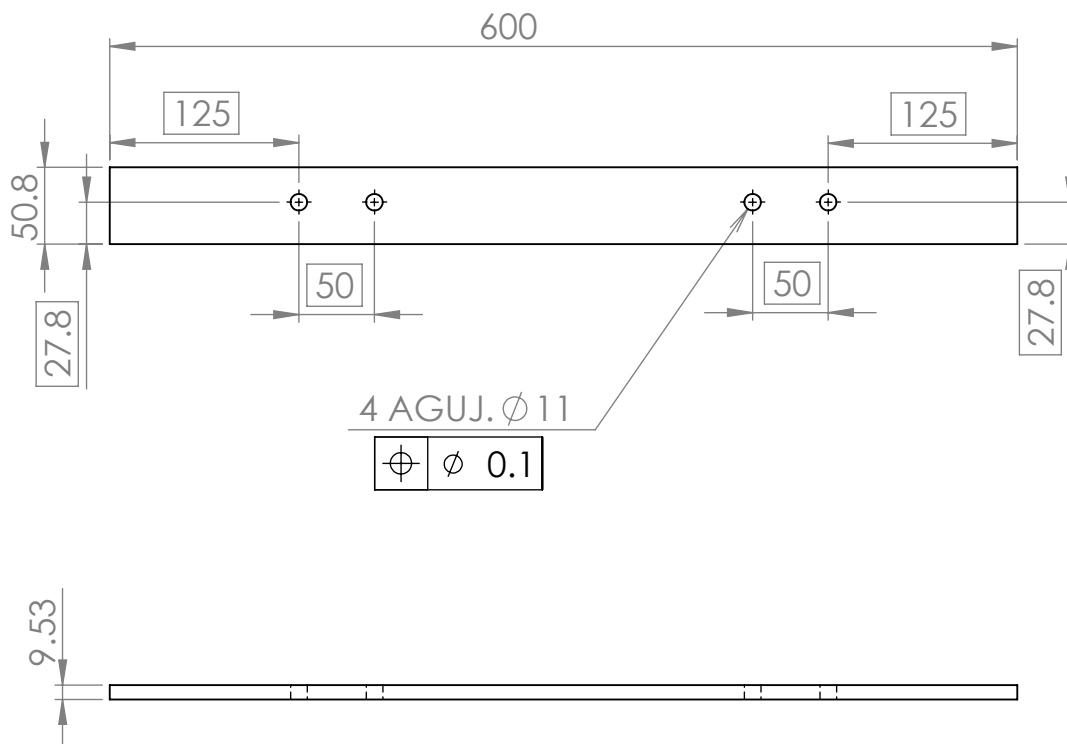
N.º DE ELEMENTO		DESCRIPCIÓN		MATERIAL		CANTIDAD	
1		CHAPA e:1/4"		SAE 1010		1	
PROYECTO FINAL ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA				Tapa superi-ro			
	FECHA	NOMBRE	ESCALA 1:10	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: N11 TOLERANCIAS: LINEAL: +/- 0.5 ANGULAR: +/- 1°	Nº 00-007		
DIBUJO		CESARETTI LUCIANO					
		GHERARDI LISANDRO					
APROBO							



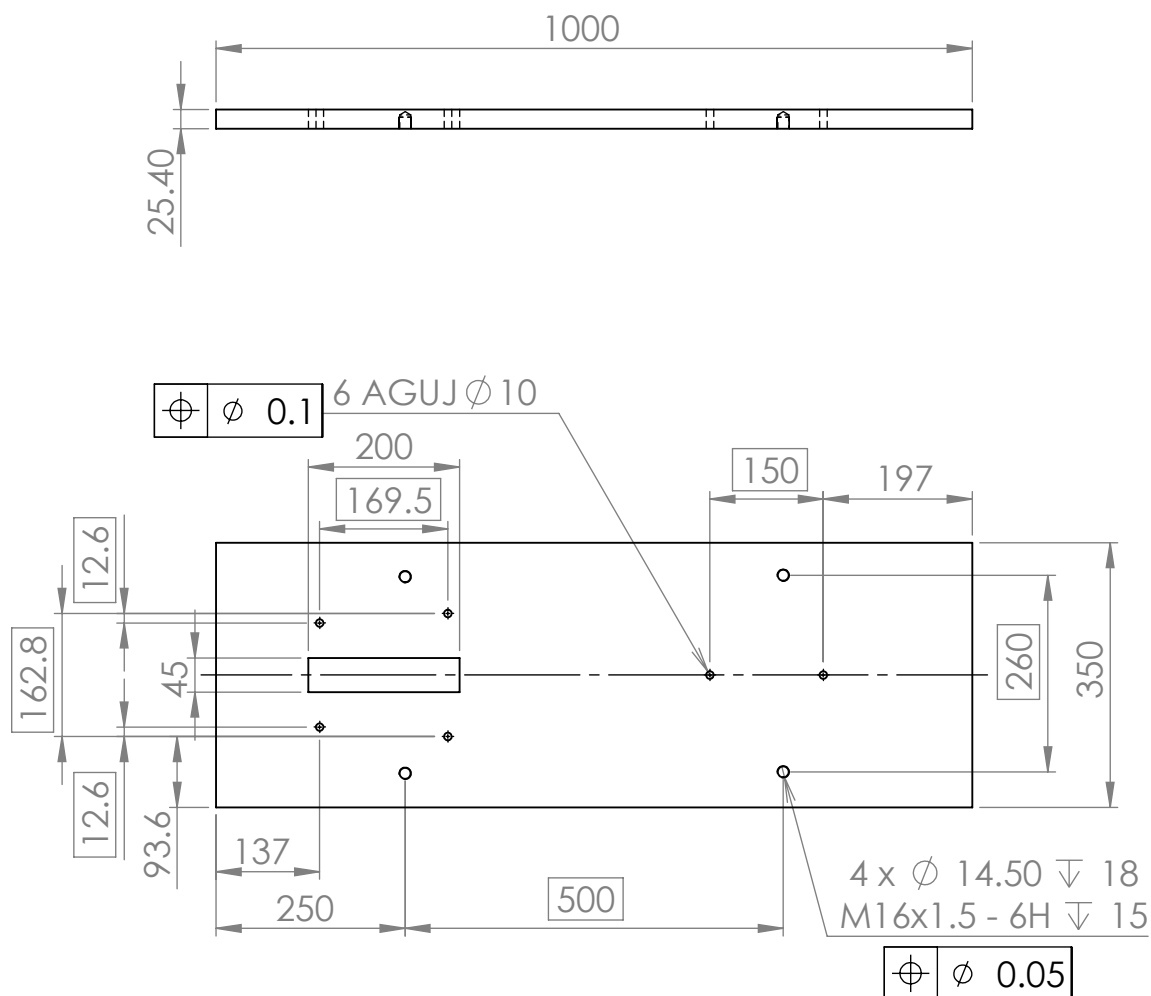
N.º DE ELEMENTO		DESCRIPCIÓN		MATERIAL		CANTIDAD	
1		CAÑO 100 X 100 X 8		SAE 1010		2	
PROYECTO FINAL ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA				Columna bastidor rev2			
	FECHA	NOMBRE	ESCALA 1:10 	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: N11 TOLERANCIAS: LINEAL: +/- 0.5 ANGULAR: +/- 1°	Nº 00-008		
DIBUJO		CESARETTI LUCIANO					
		GHERARDI LISANDRO					
APROBO							



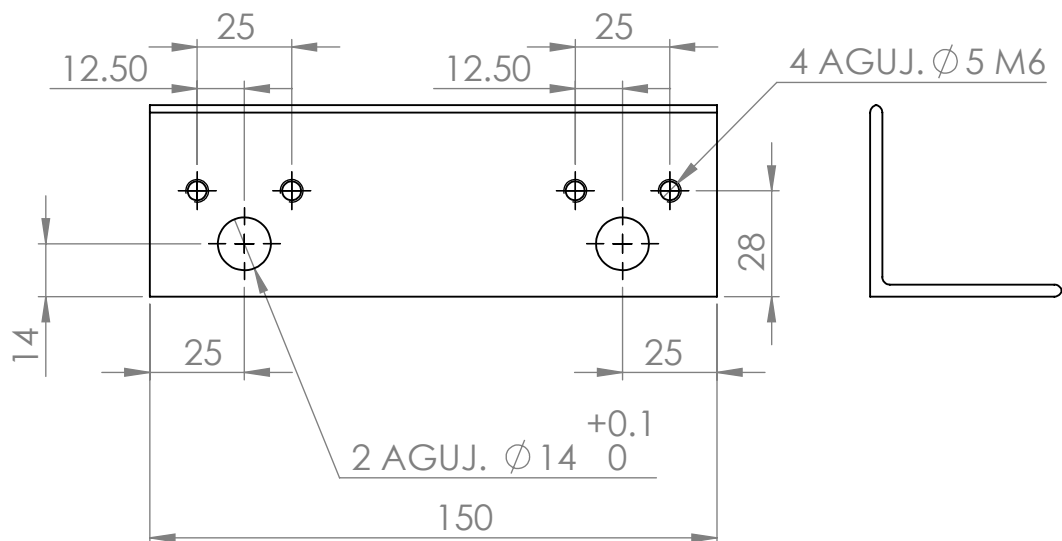
N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN		MATERIAL	CANTIDAD
1	CAÑO 100 X 100 X 8		SAE 1010	1
PROYECTO FINAL ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Travesañõ amarre cuerpo	
	FECHA	NOMBRE	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: N11 TOLERANCIAS: LINEAL: +/- 0.5 ANGULAR: +/- 1°	Nº 00-009
DIBUJO		CESARETTI LUCIANO		
		GHERARDI LISANDRO		
APROBO				
				



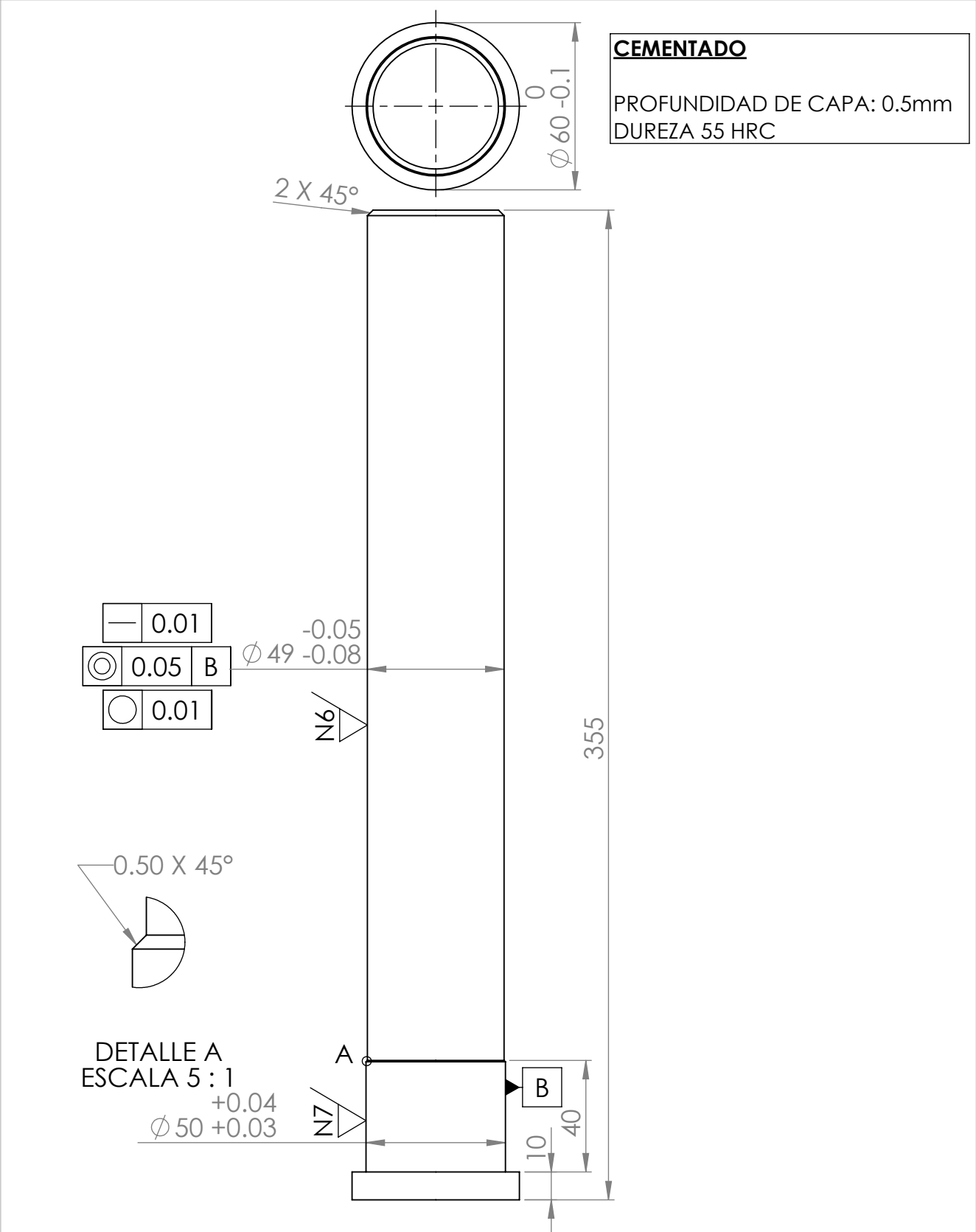
N.º DE ELEMENTO		DESCRIPCIÓN		MATERIAL		CANTIDAD	
1		PLANCHUELA 2" x 3/8"		SAE 1010		1	
PROYECTO FINAL ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA				Travesaño tapa bastidor			
	FECHA	NOMBRE	ESCALA 1:5	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: N11 TOLERANCIAS: LINEAL: +/- 0.5 ANGULAR: +/- 1°	Nº 00-010		
DIBUJO		CESARETTI LUCIANO					
		GHERARDI LISANDRO					
APROBO							



N.º DE ELEMENTO		DESCRIPCIÓN		MATERIAL		CANTIDAD	
1		CHAPA e: 1"		SAE 1010		1	
PROYECTO FINAL ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA				Placa vibracion rev 1			
	FECHA	NOMBRE	ESCALA 1:10 	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: N11 TOLERANCIAS: LINEAL: +/- 0.5 ANGULAR: +/- 1°	Nº 00-011		
DIBUJO		CESARETTI LUCIANO					
		GHERARDI LISANDRO					
APROBO							

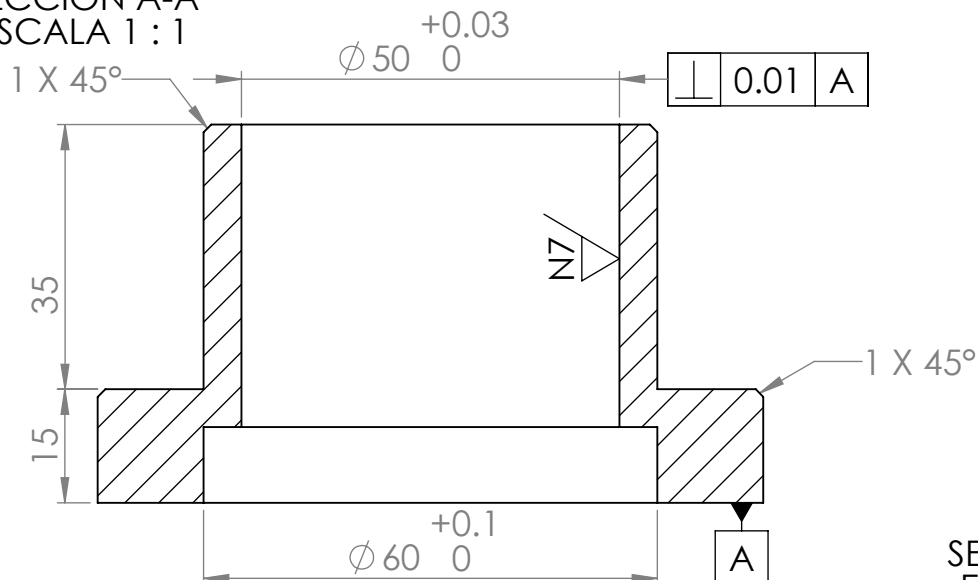


N.º DE ELEMENTO		DESCRIPCIÓN		MATERIAL	CANTIDAD
1		HIERRO ANGULO 2" x 1/8"		SAE 1010	2
PROYECTO FINAL ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA				Soporte sensor semilla	
	FECHA	NOMBRE	ESCALA 1:2	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: N11 TOLERANCIAS: LINEAL: +/- 0.5 ANGULAR: +/- 1°	Nº 00-012
DIBUJO		CESARETTI LUCIANO			
		GHERARDI LISANDRO			
APROBO					
					

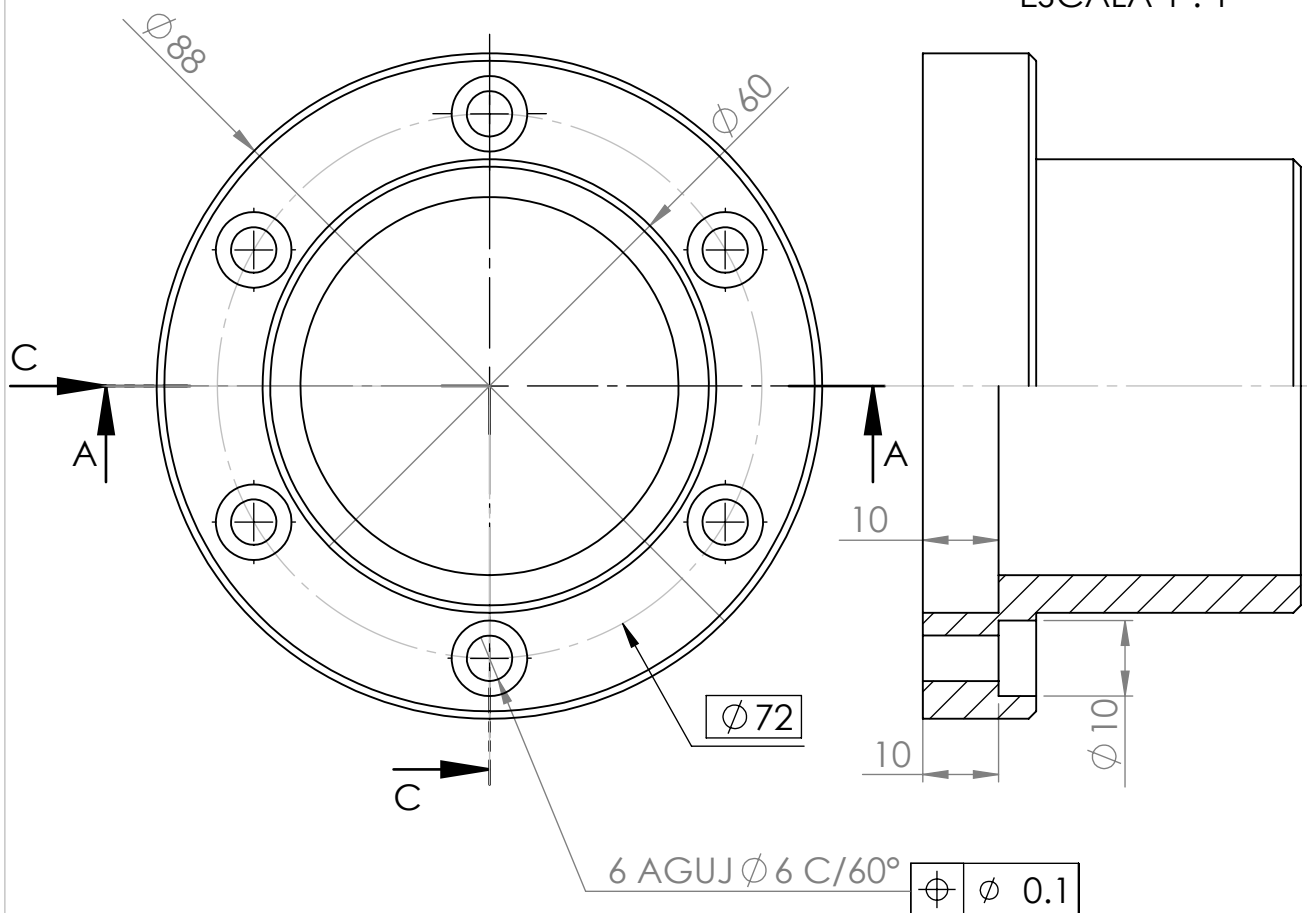


N.º DE ELEMENTO		DESCRIPCIÓN		MATERIAL		CANTIDAD	
1		REDONDO Ø60mm TREFILADO		SAE 8620		8	
PROYECTO FINAL				Vastago guía rev 1			
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA							
	FECHA	NOMBRE	ESCALA	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: N11 TOLERANCIAS: LINEAL: +/- 0.5 ANGULAR: +/- 1°	Nº 00-100		
DIBUJO		CESARETTI LUCIANO	1:2				
		GHERARDI LISANDRO					
APROBO							

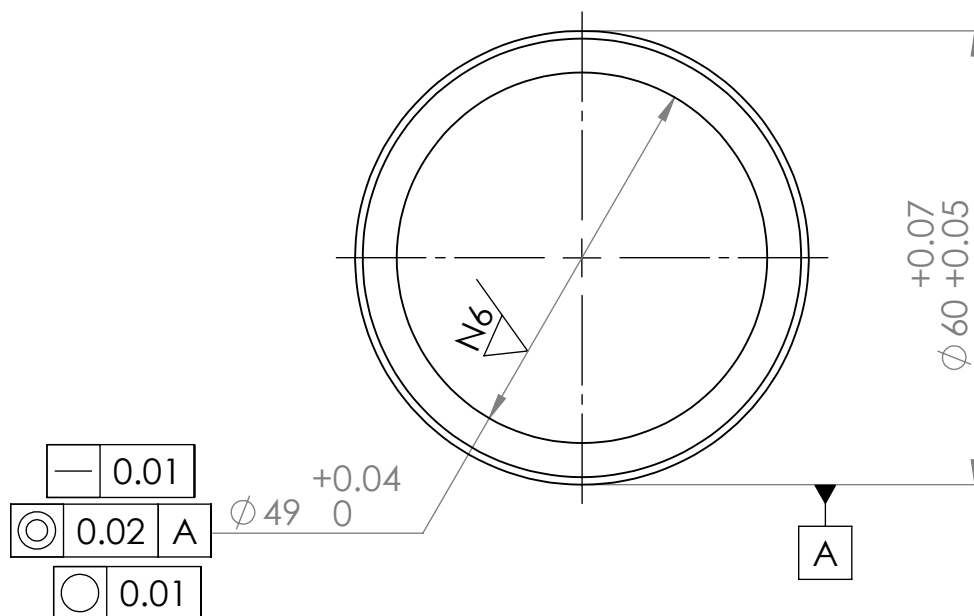
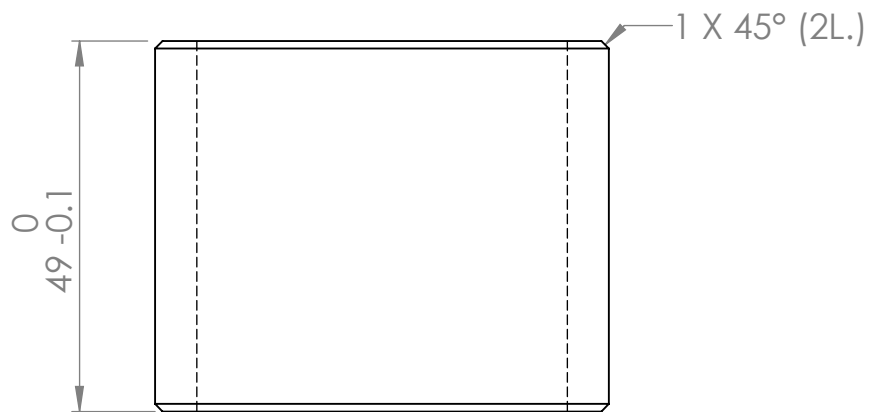
SECCIÓN A-A
ESCALA 1:1



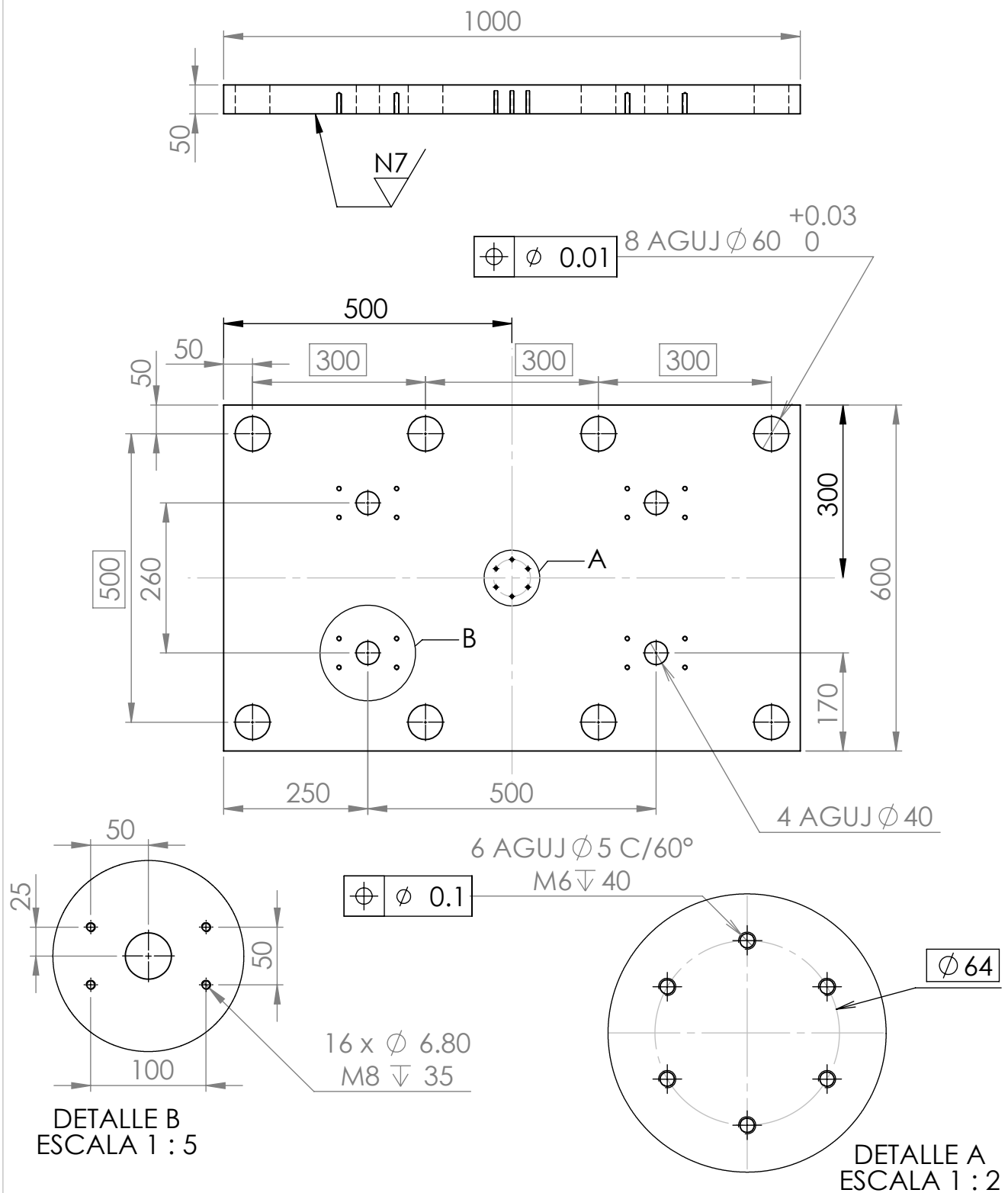
SECCIÓN C-C
ESCALA 1:1



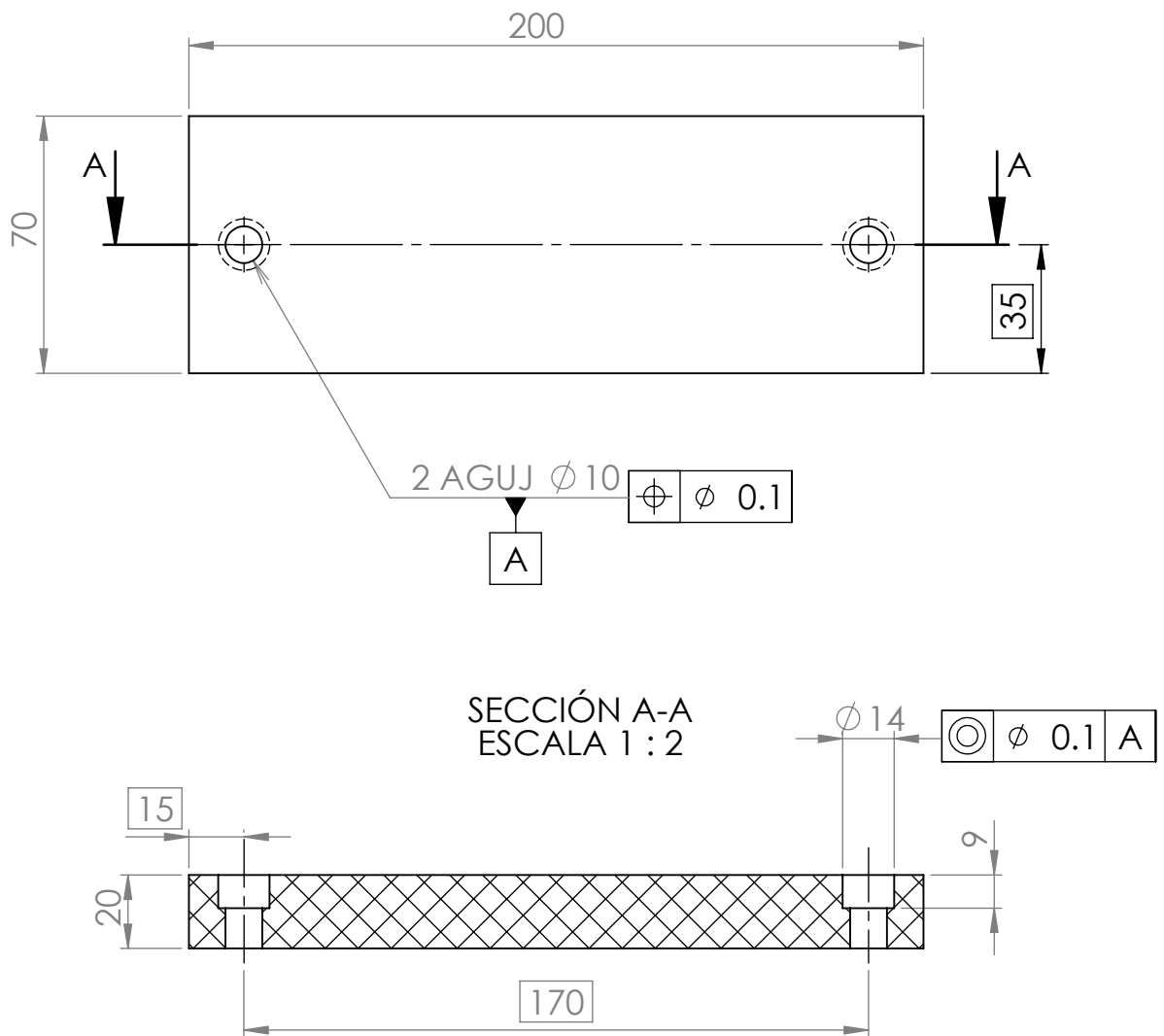
N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
1	REDONDO ϕ 3" 1/2"	SAE 1045	8
PROYECTO FINAL ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA		Brida guia rev 1	
DIBUJO	FECHA	NOMBRE	ESCALA
		CESARETTI LUCIANO	1:1
		GHERARDI LISANDRO	
APROBO			
		SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: N11 TOLERANCIAS: LINEAL: +/- 0.5 ANGULAR: +/- 1°	Nº 00-101



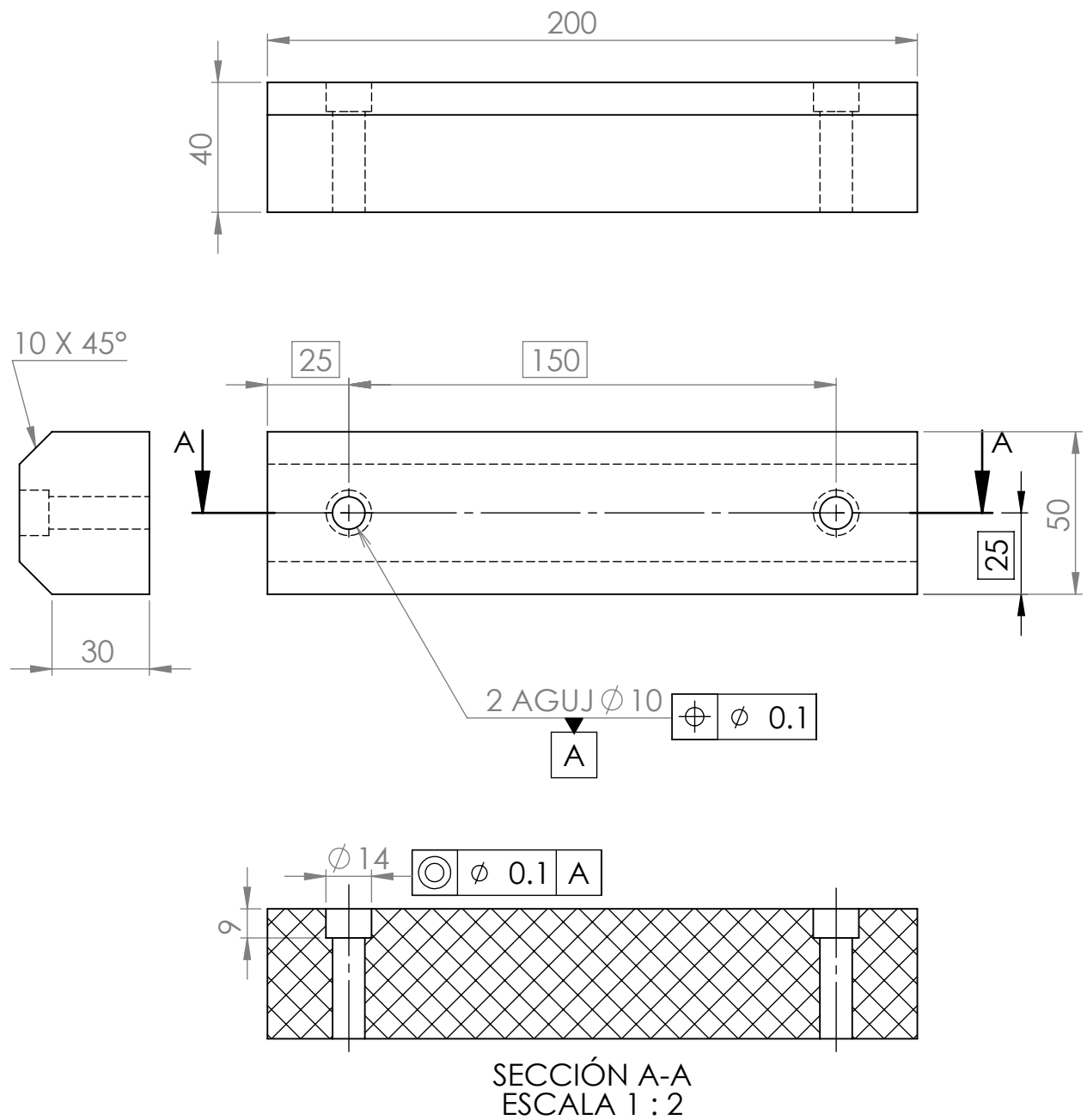
N.º DE ELEMENTO		DESCRIPCIÓN		MATERIAL		CANTIDAD	
1		REDONDO Ø62		SAE 64		8	
PROYECTO FINAL ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA				Bujes plataforma levante rev 1			
	FECHA	NOMBRE	ESCALA	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: N11 TOLERANCIAS: LINEAL: +/- 0.5 ANGULAR: +/- 1°	Nº 00-102		
DIBUJO		CESARETTI LUCIANO	1:1				
		GHERARDI LISANDRO					
APROBO							



N.º DE ELEMENTO		DESCRIPCIÓN		MATERIAL	CANTIDAD
1		CHAPA e: 2"		SAE 1010	1
PROYECTO FINAL ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA				Base levante rev 2	
	FECHA	NOMBRE	ESCALA	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: N11 TOLERANCIAS: LINEAL: +/- 0.5 ANGULAR: +/- 1°	Nº 00-103
DIBUJO		CESARETTI LUCIANO	1:10		
		GHERARDI LISANDRO			
APROBO					



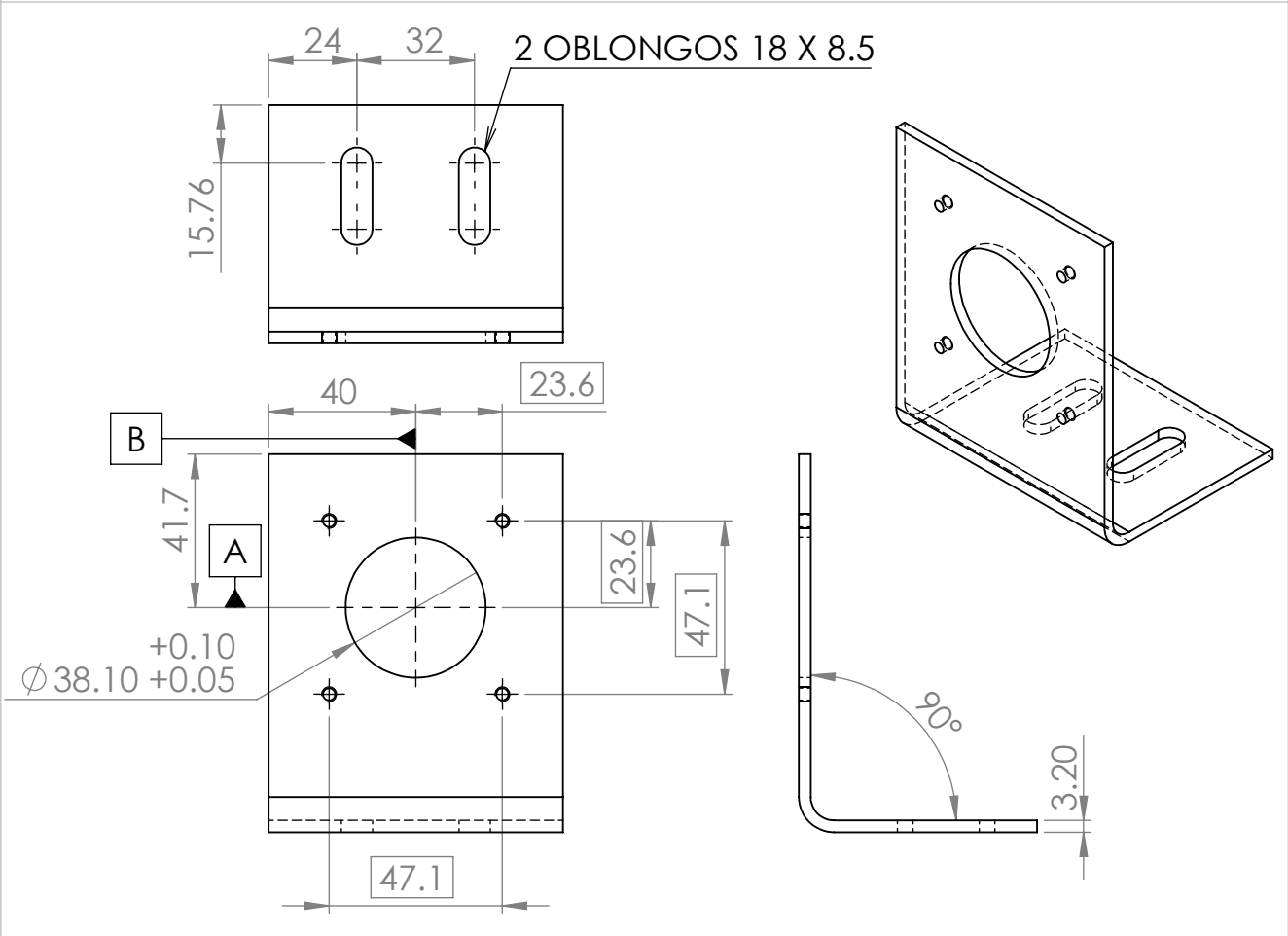
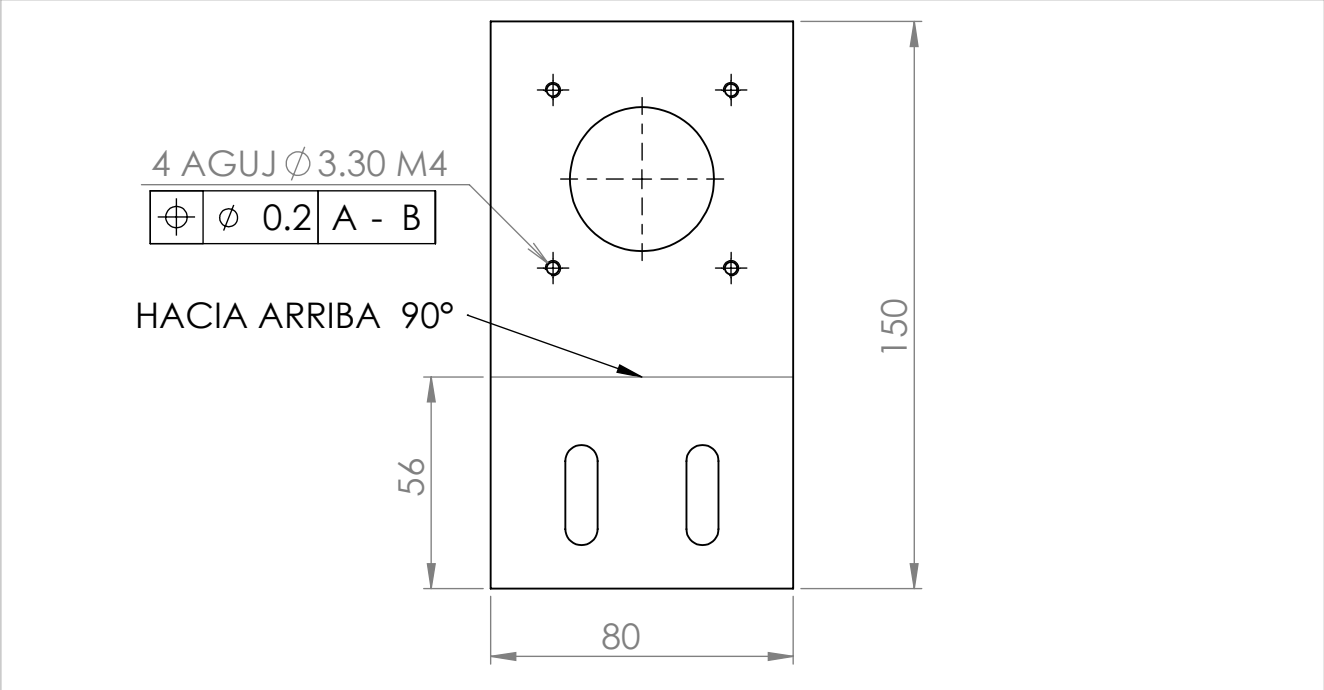
N.º DE ELEMENTO		DESCRIPCIÓN		MATERIAL		CANTIDAD	
1		PLANCHUELA PLASTICA 70mm X 20mm		NAILON 6/10		2	
PROYECTO FINAL ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA				Placa de contacto			
	FECHA	NOMBRE	ESCALA 1:2 	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: N11 TOLERANCIAS: LINEAL: +/- 0.5 ANGULAR: +/- 1°	Nº 00-105		
DIBUJO		CESARETTI LUCIANO					
		GHERARDI LISANDRO					
APROBO							



N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
1	PLANCHUELA PLASTICA 50mm x 40 mm	NAILON 6/10	1
PROYECTO FINAL ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA		Placa contacto tapadoras	
DIBUJO	FECHA	NOMBRE	ESCALA
		CESARETTI LUCIANO	1:2
		GHERARDI LISANDRO	
APROBO			

SI NO SE INDICA LO
CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN
MM
ACABADO SUPERFICIAL: N11
TOLERANCIAS:
LINEAL: +/- 0.5
ANGULAR: +/- 1°

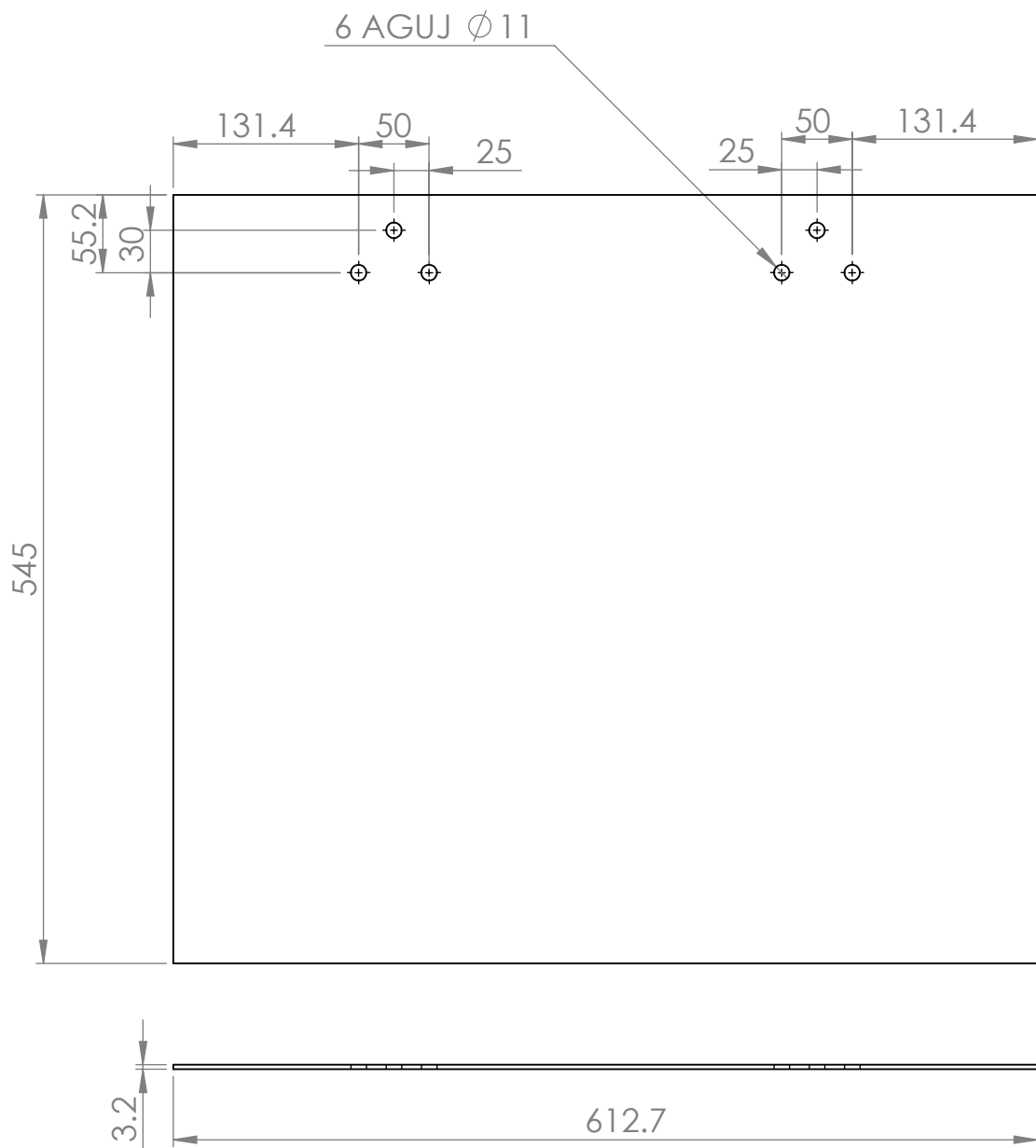
Nº 00-106



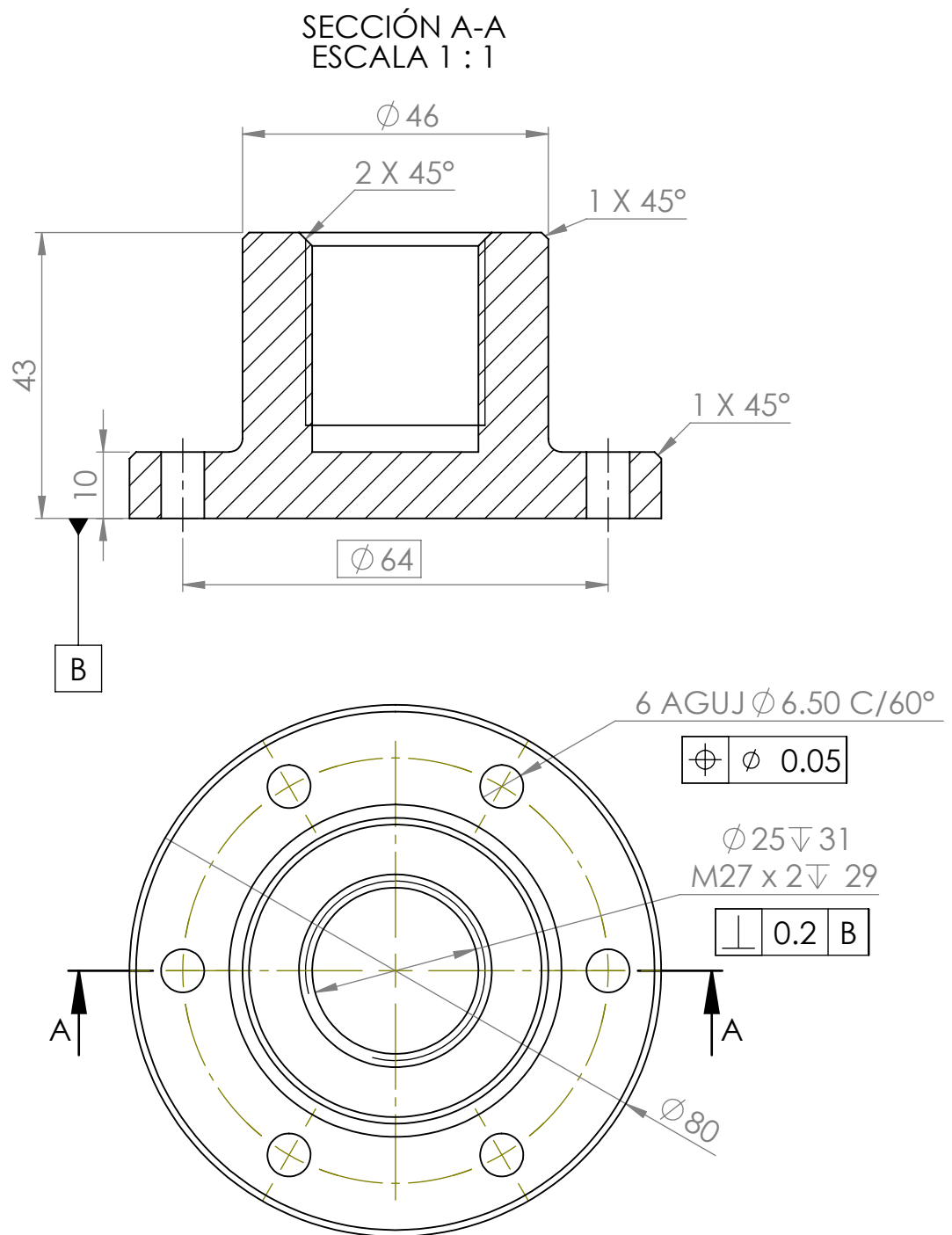
N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
1	CHAPA e:1/8"	SAE 1010	1

PROYECTO FINAL ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA		Soporte motor electrico	
DIBUJO	FECHA	NOMBRE	ESCALA
		CESARETTI LUCIANO	1:2
		GHERARDI LISANDRO	
APROBO			

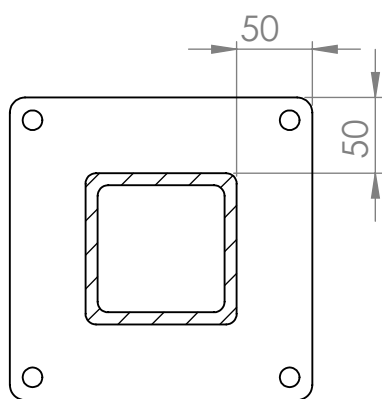
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: N11 TOLERANCIAS: LINEAL: ± 0.5 ANGULAR: $\pm 1^\circ$	Nº 00-107
---	--------------



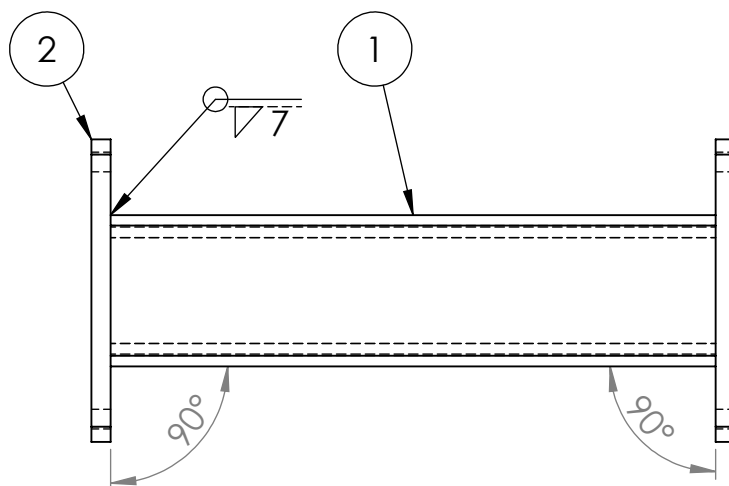
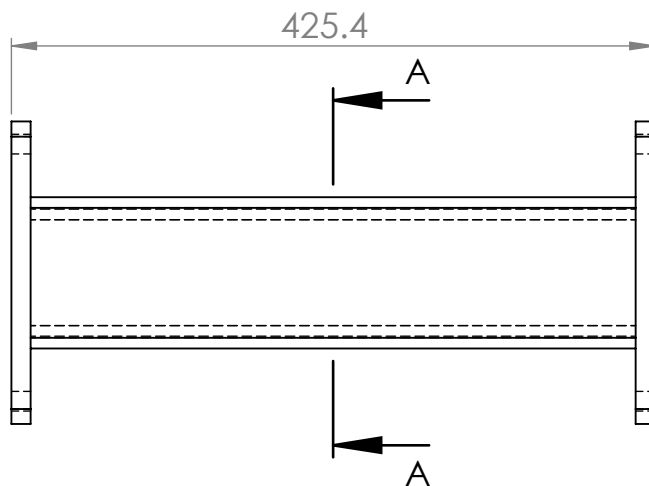
N.º DE ELEMENTO		DESCRIPCIÓN		MATERIAL	CANTIDAD
1		CHAPA e:1/8"		SAE 1010	1
PROYECTO FINAL ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA				Tapa compartimento valvulas	
	FECHA	NOMBRE	ESCALA 1:5	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: N11 TOLERANCIAS: LINEAL: +/- 0.5 ANGULAR: +/- 1°	Nº 00-108
DIBUJO		CESARETTI LUCIANO			
		GHERARDI LISANDRO			
APROBO					



N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
1	REDONDO $\phi 3" 1/4"$	SAE 1045	1
PROYECTO FINAL ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA		Brida vástago rev1	
DIBUJO	FECHA	NOMBRE	ESCALA
		CESARETTI LUCIANO	1:1
		GHERARDI LISANDRO	
APROBO			
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: N11 TOLERANCIAS: LINEAL: ± 0.5 ANGULAR: $\pm 1^\circ$		Nº 00-109	

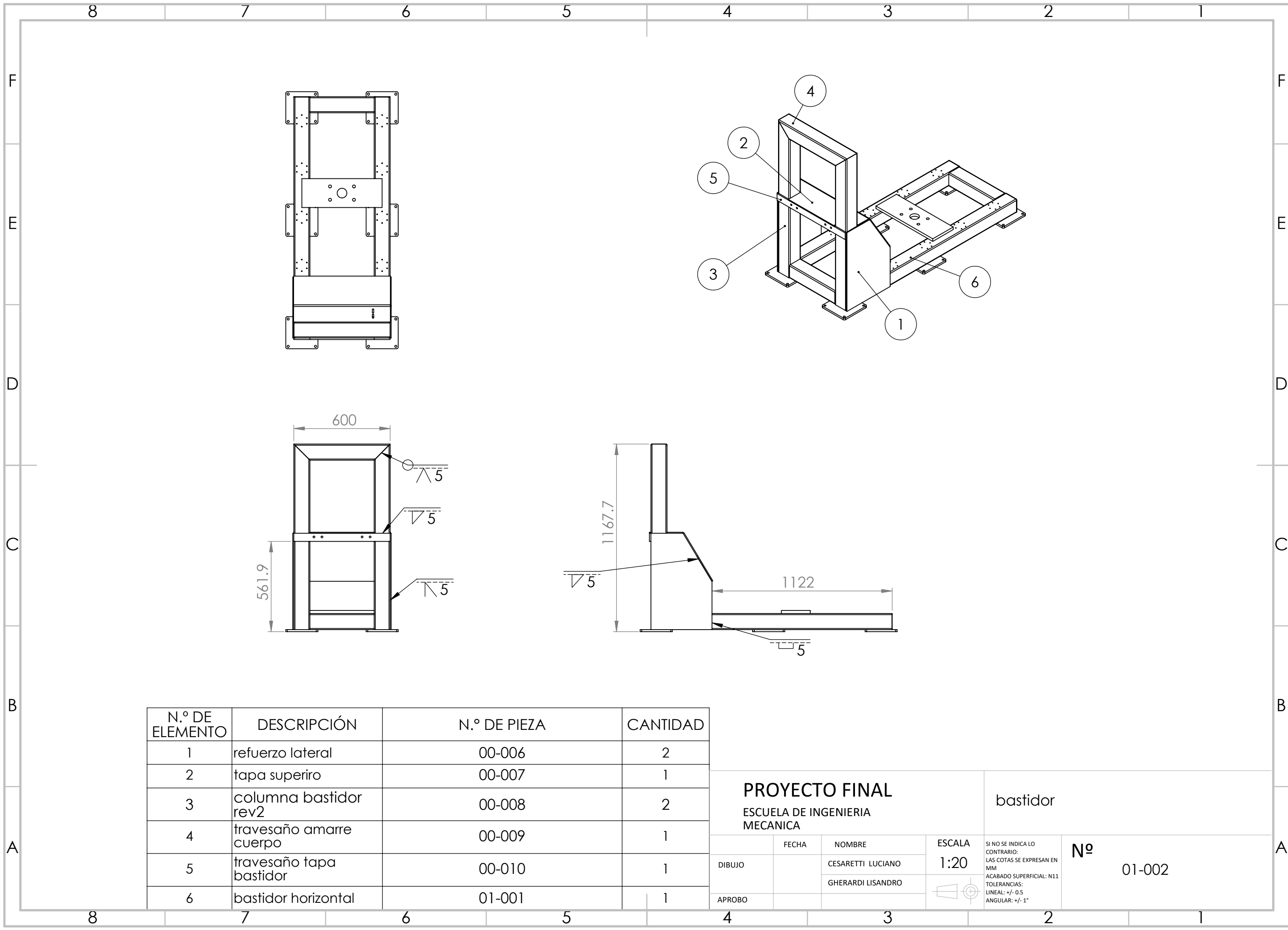


SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 5



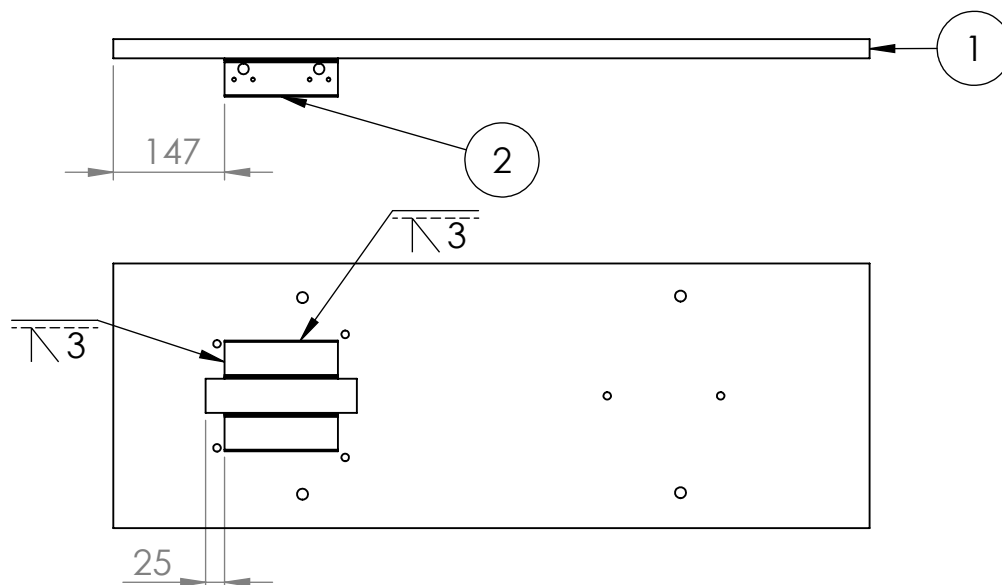
N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	columna base	00-002	1
2	placa union base	00-001	2

PROYECTO FINAL ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			pie base	
DIBUJO	FECHA	NOMBRE	ESCALA	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: N11 TOLERANCIAS: LINEAL: +/- 0.5 ANGULAR: +/- 1°
		CESARETTI LUCIANO	1:5	
		GHERARDI LISANDRO		
APROBO				Nº 01-000

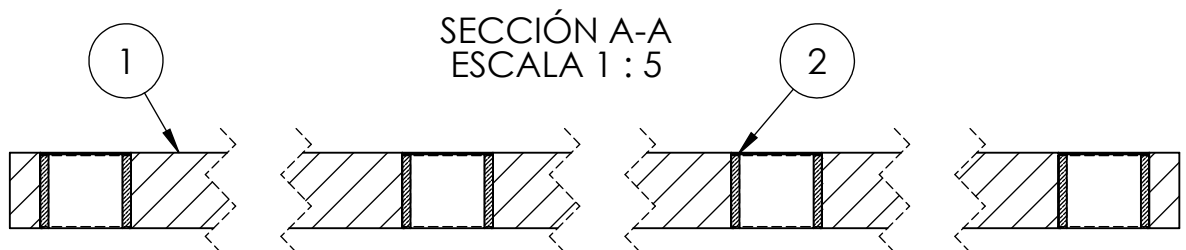
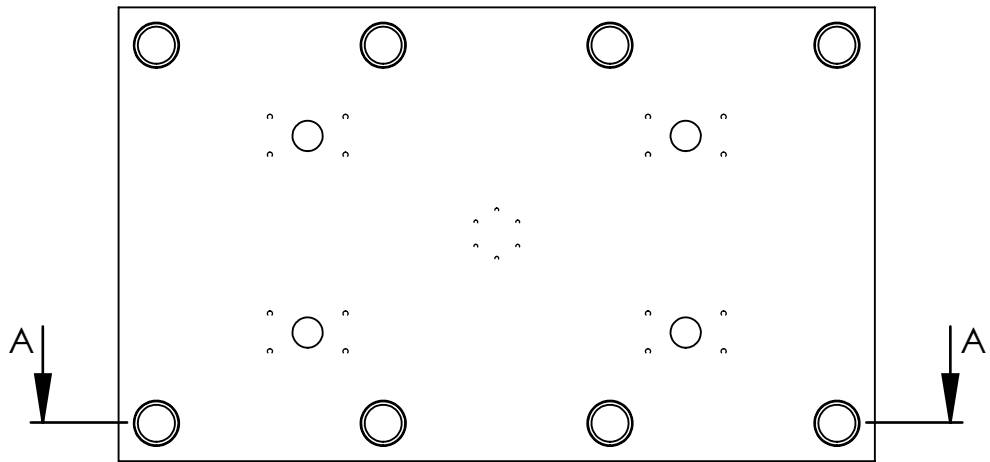


N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	refuerzo lateral	00-006	2
2	tapa superiro	00-007	1
3	columna bastidor rev2	00-008	2
4	travesaño amarre cuerpo	00-009	1
5	travesaño tapa bastidor	00-010	1
6	bastidor horizontal	01-001	1

PROYECTO FINAL			bastidor	
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA				
DIBUJO	FECHA	NOMBRE	ESCALA	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: N11 TOLERANCIAS: LINEAL: +/- 0.5 ANGULAR: +/- 1°
		CESARETTI LUCIANO	1:20	
APROBO		GHERARDI LISANDRO		
			Nº 01-002	

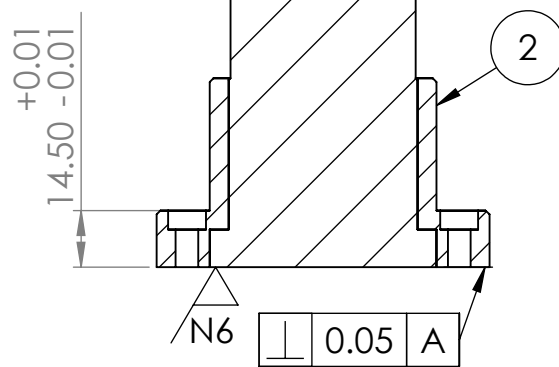


N.º DE ELEMENTO		DESCRIPCIÓN		N.º DE PIEZA		CANTIDAD	
1		Placa vibracion rev 1		00-011		1	
2		Soporte sensor semilla		00-012		2	
PROYECTO FINAL				Placa vibracion soporte sensor			
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA							
		FECHA	NOMBRE	ESCALA 1:10	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: N11 TOLERANCIAS: LINEAL: +/- 0.5 ANGULAR: +/- 1°	Nº 01-003	
DIBUJO			CESARETTI LUCIANO				
			GHERARDI LISANDRO				
APROBO							

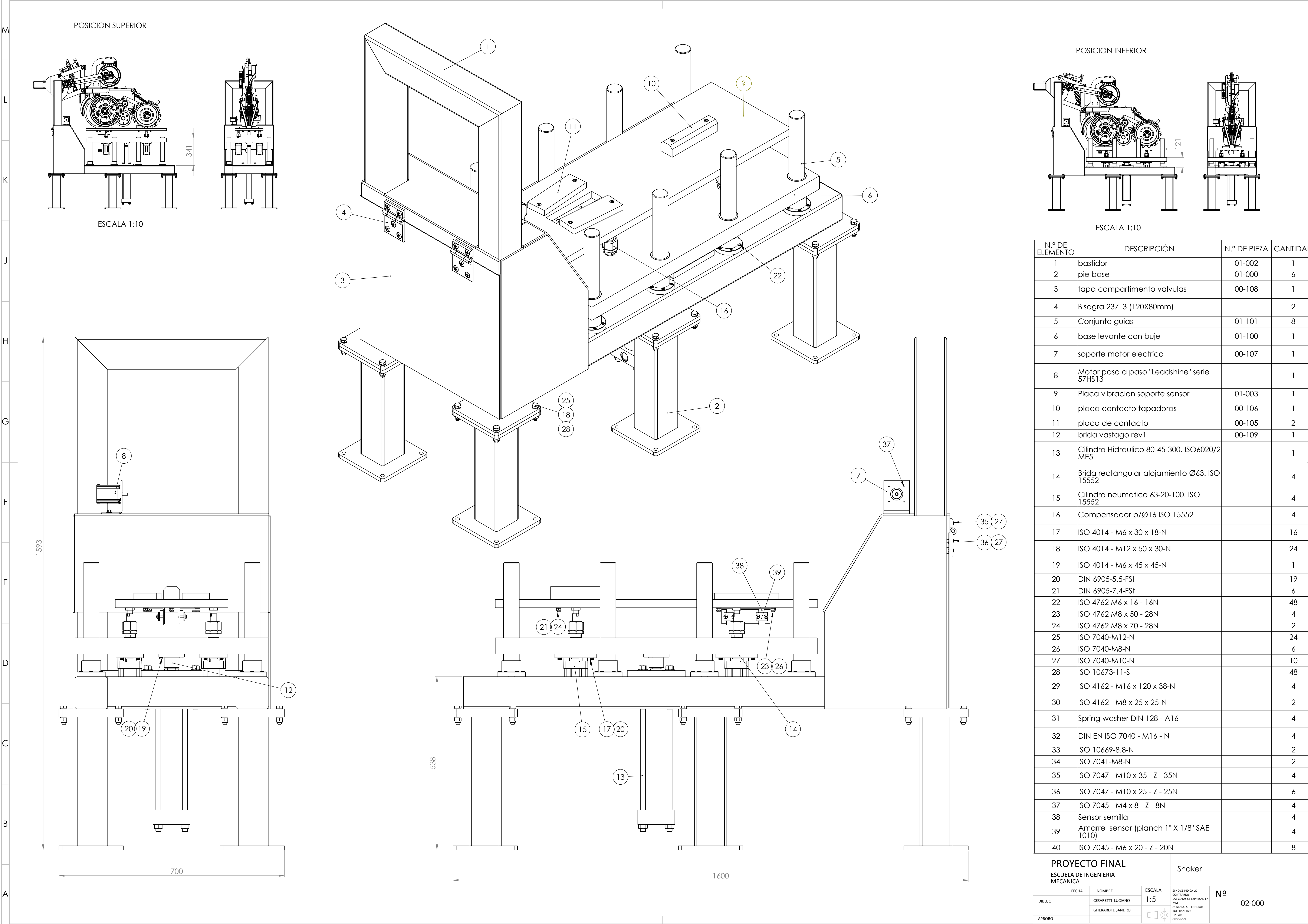


N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	base levante rev 2	00-103	1
2	bujes plataforma levante rev 1	00-102	8

PROYECTO FINAL ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			base levante con buje	
DIBUJO	FECHA	NOMBRE	ESCALA 1:10	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: N11 TOLERANCIAS: LINEAL: +/- 0.5 ANGULAR: +/- 1°
		CESARETTI LUCIANO		
APROBO		GHERARDI LISANDRO		Nº 01-100



PROYECTO FINAL			Conjunto guias	
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA				
	FECHA	NOMBRE	ESCALA	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: N11 TOLERANCIAS: LINEAL: +/- 0.5 ANGULAR: +/- 1°
DIBUJO		CESARETTI LUCIANO	1:2	
		GHERARDI LISANDRO		
APROBO				



N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	bastidor	01-002	1
2	pie base	01-000	6
3	tapa compartimento valvulas	00-108	1
4	Bisagra 237_3 (120X80mm)		2
5	Conjunto guias	01-101	8
6	base levante con buje	01-100	1
7	soporte motor electrico	00-107	1
8	Motor paso a paso "Leadshine" serie 57HS13		1
9	Placa vibracion soporte sensor	01-003	1
10	placa contacto tapadoras	00-106	1
11	placa de contacto	00-105	2
12	brida vástago rev1	00-109	1
13	Cilindro Hidraulico 80-45-300. ISO6020/2 ME5		1
14	Brida rectangular alojamiento Ø63. ISO 15552		4
15	Cilindro neumatico 63-20-100. ISO 15552		4
16	Compensador p/Ø16 ISO 15552		4
17	ISO 4014 - M6 x 30 x 18-N		16
18	ISO 4014 - M12 x 50 x 30-N		24
19	ISO 4014 - M6 x 45 x 45-N		1
20	DIN 6905-5.5-FSt		19
21	DIN 6905-7.4-FSt		6
22	ISO 4762 M6 x 16 - 16N		48
23	ISO 4762 M8 x 50 - 28N		4
24	ISO 4762 M8 x 70 - 28N		2
25	ISO 7040-M12-N		24
26	ISO 7040-M8-N		6
27	ISO 7040-M10-N		10
28	ISO 10673-11-S		48
29	ISO 4162 - M16 x 120 x 38-N		4
30	ISO 4162 - M8 x 25 x 25-N		2
31	Spring washer DIN 128 - A16		4
32	DIN EN ISO 7040 - M16 - N		4
33	ISO 10669-8.8-N		2
34	ISO 7041-M8-N		2
35	ISO 7047 - M10 x 35 - Z - 35N		4
36	ISO 7047 - M10 x 25 - Z - 25N		6
37	ISO 7045 - M4 x 8 - Z - 8N		4
38	Sensor semilla		4
39	Amarre sensor (planch 1" X 1/8" SAE 1010)		4
40	ISO 7045 - M6 x 20 - Z - 20N		8

PROYECTO FINAL

ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

Shaker

Nº 02-000

FECHA	NOMBRE	ESCALA	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN: ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:
DIBUJO	CESARETTI LUCIANO	1:5	
APROBO	GHERARDI LISANDRO		