

Sistema de Aspiración de Polvos de Fertilizantes en Tolvas Mezcladoras (Optimización del Caudal de Aspiración)

Matías Ariel Torrilla
(T-1364/1)

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

Año 2023

Sistema de Aspiración de Polvos de Fertilizantes en Tolvas Mezcladoras (Optimización del Caudal de Aspiración)

Matías Ariel Torrilla

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

Ingeniero/a Mecánico/a

Directores:

Ing. Pedro Sismondi – Ing. Guillermo Rodríguez – Ing. Juan Sismondi

Universidad Nacional de Rosario

Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura

Escuela de Ingeniería Mecánica

Rosario, Argentina

Año 2023

A mi Padre… ferviente trabajador metalúrgico, amante de su labor de soldador. Le agradezco por enseñarme la importancia del esfuerzo, la dedicación, y sobre todo por inculcarme la importancia de elegir aquel trabajo que podamos amar y disfrutar.

Gracias viejo, este trabajo final que representa la culminación de un largo camino, te lo dedico con toda mi admiración, respeto y amor.

Abrazo al cielo.

“Tal vez para vivir un sueño, primero, haya que arriesgarlo todo”

“Es hora de probarte…”

Agradecimientos

A mi familia Vanesa y Abril quienes con su amor y paciencia me han acompañado en esta recta final de largos días de estudio. A mi madre por su preocupación y amor.

A Martín Gabriel Tur, Técnico Universitario en Sistemas Electrónicos, Socio Fundador de BITRONIC S.A.S por gran su aporte en Capitulo 5.

A mi gran amigo Ing. David Pereyra por siempre empujar y motivarme a culminar mi carrera.

A mi compañero y amigo Albano Valtorta, por su ayuda y empuje, compartiendo juntos esta última etapa.

Resumen

En el presente trabajo se realizará el cálculo y diseño de un sistema de aspiración localizada con el objetivo de captar de manera eficiente, efectiva y económica el polvo de fertilizante, generado durante el vuelco de palas cargadoras de material a granel sobre línea de cinco tolvas mezcladoras marca Yargus.

El mayor desafío que este proyecto presenta es la optimización y ahorro de caudal de aspiración necesario. Esta variable determinará indefectiblemente el costo de la instalación. Ya que sólo se cargará una tolva por vez, se diseñó un método de detección del punto de carga (punto generación de polvo) en el instante necesario y su correspondiente automatización para el inicio de la captación. Entonces, de esta manera, sólo se aspirará la tolva que se esté cargando. Una tolva por vez. Adoptando 200 m3/min para cada punto de captación, determinado según dimensiones de las tolvas y sus correspondientes cerramientos/cabinas, que será nuestro caudal total.

Las propiedades físicas, químicas y las condiciones operativas del particulado a captar determinaron la velocidad en conductos (21 m/s), la velocidad de captación (2,5 m/s), velocidad de filtración y el tipo de colector de polvo (Filtro de mangas Pulse-Jet).

El caudal total determinó un colector de 108 mangas. Por último, el cálculo de pérdida de carga en cañerías y el caudal total determinó el uso de un ventilador centrífugo con un motor de 30HP.

Todo esto concluye en un sistema de aspiración efectivo, eficiente y económico.

Palabras clave: Aspiración, Ventilación, Filtración, Fertilizante, Particulados.

Abstract

In this work, the calculation and design of a localized suction system will be carried out in order to efficiently, effectively and economically capture the fertilizer dust generated during the overturning of shovel loaders of bulk material on a line of five Yargus mixer hoppers.

The biggest challenge of this project is the optimization and saving of the necessary suction flow. This variable will inevitably determine the cost of the installation. Since only one hopper will be loaded at a time, a method was designed to detect the loading point (dust generation point) at the required instant and its corresponding automation for the start of the collection. Then, in this way, only the hopper that is being loaded will be aspirated. One hopper at a time. Adopting 200 m3/min for each collection point, determined according to the dimensions of the hoppers and their corresponding enclosures/cabins, which will be our total flow rate.

The physical and chemical properties and the operating conditions of the particulate to be collected determined the duct velocity (21 m/s), the collection velocity (2.5 m/s), the filtration velocity and the type of dust collector (Pulse-Jet Filter).

The total flow rate determined a 108-bag collector. Finally, the calculation of pressure drop in pipes and total flow determined the use of a centrifugal fan with a 30HP motor.

All this concludes in an effective, efficient and economical suction system.

Keywords: Aspiration, Ventilation, Filtration, Fertilizer, Particulates.

Contenido

Agradecimientos **4**

Resumen **5**

Abstract **6**

Contenido **7**

Introducción **9**

Capitulo 1: Parámetros iniciales. **12**
1.1. Consideraciones generales. 12
1.2. Material particulado: 12
1.3. Velocidad de flotación (Vflo): 13
1.4. Velocidad de captación (Vcap): 14
1.5. Velocidad en conductos (Vc): 15
1.5.1. Cañería Sucia: 15
1.5.2. Cañería Limpia: 16

Capítulo 2: Confinamiento y captación. **17**
2.1. Cerramiento: 17
2.2. Cálculo de caudal de aspiración: 18
2.3. Boca de captación: 19

Capítulo 3: Conductos/Cañerías **21**
3.1. Dimensionamiento: 21
3.1.1. Cañería Sucia: 22
3.1.2. Cañería Limpia: 23
3.2. Diseño preliminar: 24
3.3. Desarrollo teórico sobre Pérdida de Carga: 24
3.2.1. Pérdida de carga debida al rozamiento: 25
3.2.2. Pérdida de carga por accidentes 27
3.2.3. Pérdidas de carga por efecto del sistema: 30
3.4. Cálculo de Pérdida de Carga: 31
3.4.1. Cálculo de $\triangle P$ en cañería sucia: 31
3.4.2. Cálculo de ΔP en cañería limpia: 37
3.4.3. Cálculo de ΔP por efecto del sistema: 41
3.4.4. Cálculo de ΔP total del sistema: 43
3.4.5. Equilibrado de ΔP en ramales: 43

Capítulo 4: Selección del Ventilador y el Colector de Polvo. **45**
4.1. Selección del Ventilador: 45
4.2. Selección del Colector: 48

Capítulo 5: Automatización de captación **51**
5.1. Propuesta 1: Detección del posicionamiento de la pala mecánica frente a la tolva a cargar. 51
5.2. Propuesta 2: Detectando el ingreso de la pala al cerramiento. 52
5.3. Propuesta 3: Detectando el aumento de peso en la tolva. 52
5.4. Elección de la solución: 53

5.5. Diagrama de flujo de lógica programable. 56
5.6. Diagrama de conexiones Neumáticas y eléctricas 57

Conclusiones y recomendaciones.....59
Conclusiones 59
Recomendaciones 59

Bibliografía 60

Anexo A: Fichas técnicas de fertilizantes (fuente: Profertil S.A) 61

Anexo B: Tablas de dimensiones del Ventilador.....63

Anexo C: Características Generales Filtro de Mangas Pulse- Jet "FAP" (fuente: J&M Ingeniería) 68

Anexo D: Planimetría 70

Introducción

En la industria de acopio, mezclado y fraccionado de fertilizante son muy utilizadas actualmente el sistema de mezcla de peso decreciente de la marca Yargus. Este tipo de sistemas está siendo incorporado en las empresas del rubro ya que es más rápido y preciso que los demás sistemas de alimentación múltiples para el mezclado y posterior despacho de fertilizantes. El sistema de mezcla se compone de manera general de 5(cinco) tolvas en línea y una cinta transportadora inferior cerrada por donde las tolvas de recepción van descargando en láminas controladas electrónicamente el fertilizante y de esta manera se van generando las mezclas programadas.



Cada tolva es cargada con un tipo de fertilizante de forma manual por palas cargadoras mecánicas. Luego de ser cargadas se procede a iniciar el proceso de mezcla por láminas sobre la cinta transportadora inferior.

El área superior de las 5 (cinco) tolvas mencionadas son el único punto abierto del proceso de mezclado y por lo cual, durante el proceso de carga (cuando la pala vuelca el material), se genera polvillo. Este polvillo es perjudicial para la salud de los operarios que operan en el sector y por otro lado el polvillo generado al esparcirse por el sector se deposita sobre equipos e infraestructura civil generando diferentes situaciones indeseadas.

El presente trabajo se situará a modo de establecer condiciones de borde específicamente en una empresa del rubro fertilizantes de la localidad de San Nicolás, Provincia de Buenos Aires, Argentina (cuyo nombre se resguardará por cuestiones comerciales).

De esta manera, el objetivo será intentar dar solución efectiva, eficiente y económica al problema planteado mediante un sistema de aspiración localizada con colector de polvo para las cinco tolvas pertenecientes al mezclador Yargus.

El mayor desafío que se presenta es la optimización y ahorro de caudal de aspiración necesario. Esta variable determinará indefectiblemente el costo de la instalación. Este punto es de gran importancia, no sólo por cuestiones intrínsecas de un proyecto. Sino que esto podría volver inviable la realización del mismo. El sistema de aspiración no debería representar una inversión cercana a la propia de la línea de mezclado. Deberíamos poder asegurar una inversión considerablemente inferior.

Una de las maneras de optimizar el caudal de aspiración necesario por cada tolva sería el de intentar reducir los cerramientos que ubicaremos en cada una de ellas, pero este intento está muy limitado, ya que el tamaño de los mismos deberá ser tal que permita el vuelco de la pala, la salida e ingreso de la misma, etc.

Es por esto, que analizaremos la lógica de carga de las tolvas, intentando no aspirar las 5 de manera simultánea, ya que esta opción determinaría un sistema de aspiración localizada de gran tamaño y que conllevaría un alto costo de construcción.

Al analizar la lógica de utilización de cada tolva para la optimización de caudal. Se puede observar que, por cuestiones de seguridad, espacio y dinámica interna de la planta, se cargará una tolva por vez y la carga se realizará mediante una sola pala mecánica. Por tal motivo es que se puede concluir que una excelente forma de optimizar el caudal de aspiración será el de alguna manera automatizada determinar que tolva se está cargando para activar la aspiración en ese punto y sólo en ese punto. Esto es, una aspiración alternativa de cada tolva, aspirando una por vez.

Por lo cual, el caudal total de aspiración será el caudal necesario para aspirar una sola tolva y no las cinco tolvas de manera simultánea.

Esta decisión, determinará un sistema de aspiración mucho mas pequeño y eficiente.

El trabajo que a continuación se desarrollará, en los Capítulos 1,2,3 y 4 intentará explicitar y hacer foco en los cálculos y posterior dimensionamiento del sistema de aspiración (cañerías, colector, ventilador y cerramientos), para la aplicación mencionada, así como también se evaluaran en el Capítulo 5, distintas posibilidades de automatización hasta llegar a la elegida. Vale aclarar que los cálculos estructurales, de soportes, estructuras, cerramientos, etc. no serán incluidos en el presente documento.

Capitulo 1: Parámetros iniciales.

1.1. Consideraciones generales.

A los efectos de simplificar las ecuaciones sobre lo que se apoyará el desarrollo de este trabajo, se realizarán las siguientes simplificaciones:

-La transferencia de calor del ambiente hacia el aire conducido, no se tendrá en cuenta en la variación que tendría el caudal volumétrico y las presiones.

-El aire se considera incompresible en los sistemas donde se utiliza ventiladores cuya presión no exceda los 500mmca.

-Se asume que se opera aire seco. El vapor de agua contenido en el ambiente no modifica sustancialmente su peso específico.

-No se tendrá en cuenta el efecto de contaminantes captados transportados, ya que en este caso no superarán los 300g de polvo de fertilizante/m3 de aire.

1.2. Material particulado:

En el presente caso se trata de polvillo de fertilizantes. Los tipos de fertilizantes que se tendrán presentes en la carga de las tolvas mezcladoras serán los siguientes:

-Nitrogenados: Nitrato de amonio, sulfato de amonio, nitrato amónico cálcico, Urea.

-Potásicos: Sulfato potásico

- Fosfáticos: Fosfato amónico, super fosfatos.

1.3. Velocidad de flotación (Vflo):

Sólo a modo representativo general se estudiará la velocidad de flotación de las partículas de fertilizante.

La velocidad de flotación es la velocidad de una corriente vertical de aire capaz de mantener suspendida, en equilibrio, a una partícula de material. (Ver **Ecuación (1.1)**)

$$Vflo = \sqrt{\frac{4}{3} \cdot \frac{\gamma p \cdot g \cdot dp}{\gamma a \cdot Cd}} \quad (1.1)\ [1]$$

Donde:

-Cd: Coeficiente de forma (0,5 para esferas)

- γp: Peso específico de la partícula [kgf/m3]

- γa: Peso específico del aire estándar [kgf/m3]

-g: Aceleración de la gravedad [m/s2]

- dp: Diámetro de la partícula [m]

Según las fichas técnicas adjuntas en el **Anexo A** la densidad aparente de los distintos tipos de fertilizantes que se utilizarán varía aproximadamente entre 700kg/m3 y 970kg/m3 por lo cual su peso especifico variará entre 700kgf/m3 y 1000kgf/m3. El valor de peso específico del aire estándar de 1,204 kgf/m3. Por otro lado para definir el tamaño de partículas se considerará sólo partículas respirables PM10, lo cual determina un dp menor ó igual a 10micras.

Por lo cual según la (**Ecuación (1.1)**) y los valores descriptos se obtendrá el rango de velocidades de flotación de los fertilizantes en cuestión.

Tabla 1-1: Rango calculado de velocidades de flotación de partículas de fertilizantes.

Velocidad de flotación (Vflo)		
	mín	**máx**
Cd	0,5	0,5
γp[kgf/m3]	700	1000
γa [kgf/m3]	1,204	1,204
dp [m]	0,00001	0,00001
g [m/s2]	9,81	9,81
Velocidad de flotación (Vflo)[m/s]	0,39	0,47

1.4. Velocidad de captación (Vcap):

Se denomina velocidad de captura a la velocidad mínima del aire producida por la campana, que es necesaria para capturar y dirigir hacia ella el contaminante. La velocidad de aire lograda es en función del caudal de aire aspirado y de la forma de la campana.

A continuación (**Tabla 1-2**) se presentan los valores de velocidad de captación ó captura recomendados dependiendo de la condición de dispersión del contaminante y sus correspondientes ejemplos de aplicaciones.

Tabla 1-2: Valores recomendados para la velocidad de captación. *[2]*

Condiciones de disperción del contaminante	**Ejemplo**	**Velocidad de captura [m/s]**
Liberado prácticamente sin velocidad en aire tranquilo	Evaporización desde depósitos; desengrase, etc.	**0,25 - 0,5**
Liberado a baja velocidad en aire moderadamente tranquilo	Cabinas de pintura; llenado intermitente de recipientes; Transferencia entre cintas transportadoras a baja velocidad; soldadura; recubrimientos superficiales; pasivado.	**0,5 - 1**
Generación activa en una zona de rápido movimiento de aire	Cabinas de pintura poco profundas; llenado de barriles: carga de cintas transportadoras; machacadoras.	**1 - 2,5**
Liberado con alta velocidad inicial en una zona de movimiento muy rápido del aire	Desbarbado; chorreado abrasivo; desmoldeo en fundiciones	**2,5 - 10**

De la tabla anterior, debido a las condiciones del proceso en cuestión y estar en presencia de cerramientos tipo cabinas se adoptará la tercer fila, velocidad de captura entre **1** y **2.5m/s**. Todo el rango adoptado es notablemente superior al rango de velocidad de flotación (**Vflo=0,39m/s – 0,47m/s**).

Sin embargo, se deberá tener en cuenta distintos tipos de factores influyentes en la captación del contaminante como ser:

-Movimiento de material durante el vuelco de la pala.

-Corrientes de aire presentes dentro de la cabina (del orden de 0,25m/s)

-Orientación de las cabinas y corrientes de aires exteriores afectando en el frente de la misma.

-La velocidad de captación disminuye cuadráticamente con la distancia desde punto donde se encuentra la partícula a captar hasta el frente de la campana.

Debido a esto se podría decir que sería recomendable adoptar un valor lo más alto posible dentro de nuestro rango elegido.

Entonces, se adoptará como velocidad de captación **Vcap=2,5m/s**. Sin embargo, este valor se volverá a evaluar más adelante, durante la ingeniería de detalle de las cabinas/cerramientos.

1.5. Velocidad en conductos (Vc):

Tabla 1-3: Valores recomendados para la velocidad de diseño de conductos. [2]

Naturaleza del contaminante	Ejemplos	Velocidad de diseño (m/s)
Vapores, geses, humos de combustión	Todos los vapores, gases y humos.	Indiferente (la velocidad óptima econímica suele encontrarse entre 5 y 10
Humos de soldadura	Soldadura.	10-12,5
Polvo muy fino y ligero	Hilos de algodón, harina de madera, polvo de talco.	12,5-15
Polvos secos	Polvo fino de caucho, baquelita en polvo para moldeo, hilos de yute, polvo de algodón, virutas (ligeras), polvo de detergente, raspaduras de cuero.	15-20
Polvo ordinario	Polvo de desbastado, hilos de muela de pulir (secos), polvos de grano de café, polvo de cuero, polvo de granito, harina de sílice, manejo de materiales pulverulentos en general, corte de ladrillos, polvo de arcilla, fundiciones (en general), polvo de caliza, polvo de embalado y pesado de amianto en industrias textiles.	17,5-20
Polvos pesados	Polvo de aserradero (pesado y húmedo), viruta metálica, polvo de desmoldeo en fundicionesm polvo en el chorreado con arena, pedazos de maderam polvo de barrer, virutas de latón, polvo en el taladrado de fundición, polvo de plomo.	20-22,5
Polvo pesado húmedo	Polvo de plomo con pequeños pedazos, polvo de cemento húmedo, polvo del corte de tubos de amianto-cemento, hilos de muela de pulir (pegajosos).	>22,5

1.5.1. Cañería Sucia:

En sistemas que manejan partículas, como en este caso, es necesario establecer una velocidad mínima de diseño a fin de impedir su deposición y el posterior taponamiento del conducto. Por otra parte, las velocidades demasiado elevadas implican un derroche de energía y pueden causar rápidamente la abrasión de los conductos.

Las velocidades de diseño mínimas recomendadas que se podrán observar de la **Tabla 1-3** son superiores a los valores teóricos, a fin de tener en cuenta contingencias o distintas diferencias ocurridas en la práctica. Algunas de ellas pueden ser: fugas, abolladuras de cañerías, deslizamiento de correas del ventilador, depósito de polvo por mal uso del sistema, etc.

Observando la **Tabla 1-3**, el polvillo de fertilizante se podría incluir como polvo ordinario y adoptar un rango de velocidades en conducto de entre 17,5-20m/s, pero debemos tener en cuenta también que algunos tipos de fertilizantes son higroscópicos y también la mayoría de ellos tienen cierta facilidad para adherirse a las superficies de los conductos. Por lo cual, teniendo en cuenta resultados obtenidos en la práctica se adoptará una velocidad en conductos de **VcS=21m/s**.

1.5.2. Cañería Limpia:

Observando la **Tabla 1-3**, y teniendo presente que la cañería en cuestión no presentará partículas de polvo ya que el 99,9% de las partículas quedarán depositadas en el colector, podríamos adoptar un rango de velocidades en conducto de entre 5-10m/s, pero se tendrá en cuenta también los costos de fabricación y costos de montaje de la cañería. Ya que a caudal constante cuanto más baja sea la velocidad, más grande será el diámetro necesario de cañería limpia. Por lo cual, se adoptará una velocidad en conductos limpios de **VcL=16m/s**.

Capítulo 2: Confinamiento y captación.

2.1. Cerramiento:

El confinamiento/cerramiento en cada punto de aspiración es requerido con la intención de tratar de aislar de las influencias exteriores la generación de polvillo en cada tolva y de esta manera se intentará reducir el caudal necesario para la aspiración localizada del contaminante. Cuanto menos confinado se encuentre el punto de generación más caudal será necesario para captarlo.

En el presente caso se ha decidido construir cabinas individuales para cada tolva, debido a lo anteriormente mencionado las mismas deberán ser los más pequeñas posibles, pero existen condicionantes que detallamos a continuación:

- Tamaño de pala ingresante a cabina
- Movimiento de ingreso y salida de la pala
- Deberán abarcar toda el área superior que ocupa la bandeja de la tolva.
- Debido a que las tolvas son balanzas deberán ser totalmente independiente de ellas.

Teniendo en cuenta las condiciones anteriormente descriptas el tamaño del cerramiento y método de montaje se definió en conjunto con el cliente.

Las dimensiones interiores y el aspecto del mismo serán las siguientes:

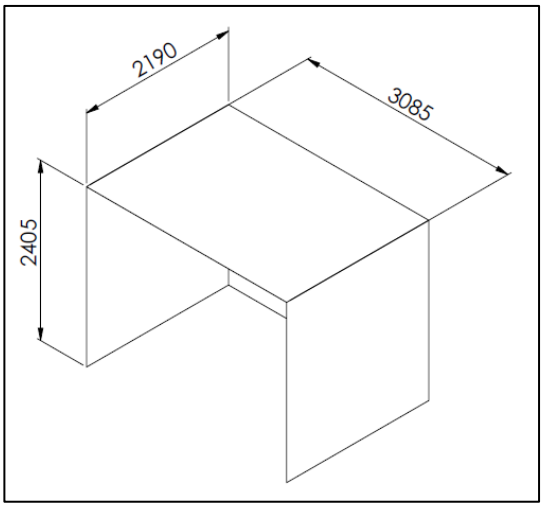


Figura 2-1: Esquema preliminar cerramiento tolva

El cerramiento tipo cabina cuenta con 1 pared trasera, 2 paredes laterales y un techo. El frente debe quedar libre para el ingreso de la pala, pero se podrá colocar cortinas frigoríficas para intentar aumentar el confinamiento. Las cortinas ocuparán todo el ancho del frente y tendrán un largo de 1400mm.

De esto queda determinado la abertura frontal (área rayada) de 1290mm x 3000mm por lo cual obtendremos un área libre frontal de **3,87 m2**. Ver **Figura 2-2**.

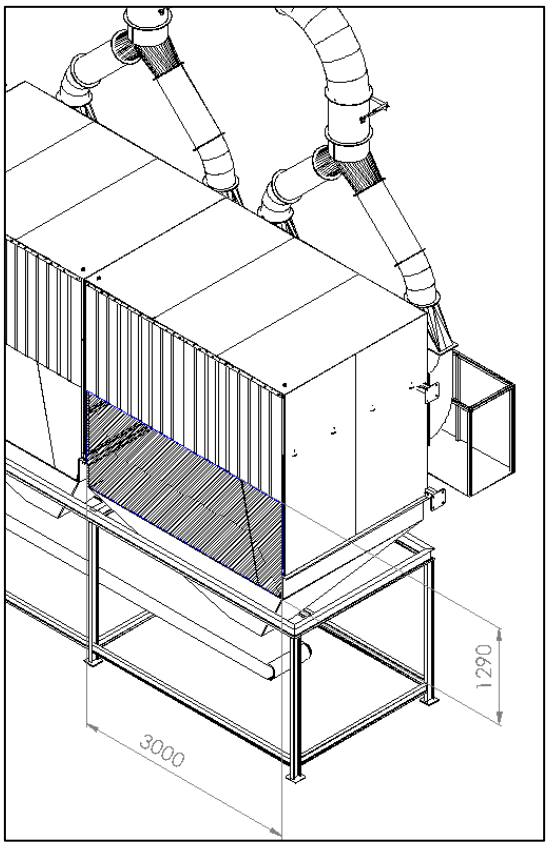


Figura 2-2: Abertura frontal en cerramiento

2.2. Cálculo de caudal de aspiración:

Debido a el tipo de confinamiento se podrá estimar el caudal necesario de aspiración. El caudal necesario es determinado por la **Ecuación 2.1**

$$\boldsymbol{Q = 0,76\frac{m3}{s}\ .\ m2\ de\ abertura\ frontal} \quad (2.1)\ [2]$$

Se procede a calcular:

$$\boldsymbol{Qtolva = 0,76\frac{m3}{s}\ .\ 3,87m2 = 2,941\frac{m3}{s} = 176,47\frac{m3}{min}}$$

$$\boldsymbol{Q\ tolva = 176,47\frac{m3}{min}}$$

Se aumentará un 10% el resultado obtenido para mayor seguridad y debido a pérdidas que podrían ocurrir. Por lo cual:

$$\boldsymbol{Q\ tolva = 176,47\frac{m3}{min}\ .\ 1,10 = 194,11\frac{m3}{min}}$$

Se redondea por comodidad de cálculo:

$$\boldsymbol{Q\ tolva = 200\frac{m3}{min}}$$

A continuación, se verificará que en el frente abierto del cerramiento exista una velocidad considerablemente mayor a la velocidad de flotación de las partículas de fertilizantes.

$$\boldsymbol{Velocidad\ en\ el\ frente\ abierto = \frac{200\frac{m3}{min}}{3,87\ m2} = 51,67\frac{m}{min} = 0,86\frac{m}{s}}$$

El resultado (0,86m/s) es un 83% superior a la velocidad de flotación mayor calculada (0,47m/s), lo cual indica que se obtuvo un valor aceptable.

2.3. Boca de captación:

Debido a lo mencionado en puntos anteriores, la posición y dimensionamiento de las bocas de captación (ingreso al sistema de aspiración) deben priorizar la más alta eficiencia posible en la captación de contaminante. Para esto se realizará un análisis cualitativo, que se detalla a continuación.

Dimensionamiento: Con el fin de obtener un mayor abarcamiento de la zona de generación se dispondrá de dos bocas de aspiración por cada cabina. Se le proporcionará 100m3/min a cada boca.

En cuanto a la velocidad de captación, se intentará obtener una velocidad cercana a la anteriormente adoptada en el **punto 1.4 (Vcap=2,5m/s)**

Entonces:

$$A\,boca = \frac{Qboca}{Vcap} = \frac{100m3/min}{2,5\frac{m}{s}\,.\,60\,\frac{s}{min}} = 0,666\,m2$$

Si el área de la boca debe ser de aproximadamente 0,666m2, se adoptará una boca rectangular de 750mm x 880mm.

Se verifica:

$$Vcap = \frac{Qboca}{Aboca} = \frac{100\,\frac{m3}{min}}{0,750m\,.\,0,880m} = 151,51\,\frac{m}{min} = 2,52\frac{m}{s}$$

Vcap = 2,52 m/s es un valor aceptable.

Luego, por cuestiones de espacio trasero (pasarela) y cuestiones de montaje, la boca de aspiración se fabricará bajo el siguiente diseño. Ver **Figura 2-3**.

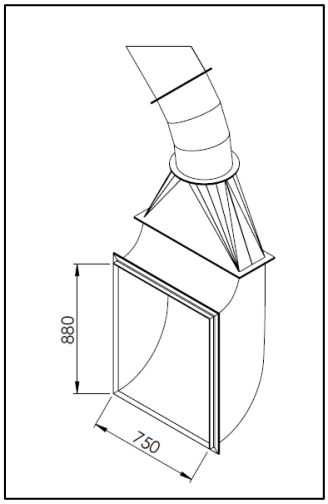


Figura 2-3: Boca de aspiración

Posición: La misma deberá ser ubicada lo más cerca de la generación mayoritaria de contaminante, esta es en la parrilla superior de la tolva, la parte más baja de la cabina. Se deberá tener especial cuidado en no acercarse tanto al material propiamente dicho, ya que esto podría producir una succión de granos de fertilizante y esto sería

totalmente inoportuno. El objetivo es captar el polvillo respirable, no los granos útiles de fertilizante. Ver **Figura 2-4**.

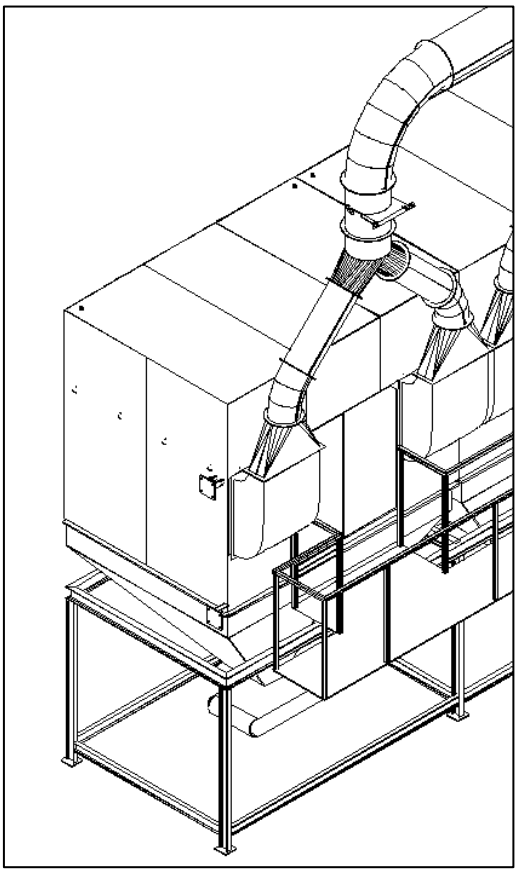


Figura 2-4: Boca de aspiración

Capítulo 3: Conductos/Cañerías

3.1. Dimensionamiento:

En el presente proyecto, separaremos en dos tipos los conductos necesarios para dicha instalación. Ellos serán:

-**Conductos ó cañerías SUCIAS:** Serán los encargados de transportar la mezcla de aire y partículas de fertilizantes desde el punto de captación hacia el colector de polvo.

-**Conductos ó cañerías LIMPIAS:** Serán las encargadas de conectar el colector de polvo (luego de la separación del particulado del aire) con el ventilador que genera la succión, así como también conectar el flujo de aire de salida del ventilador con el exterior. En las mismas sólo transportaremos aire limpio, ya que el 99,9% de las partículas quedarán en el colector de polvo.

Ambos tipos de cañerías, serán de sección redonda, por facilidad de fabricación y montaje. También es conveniente para disminuir el depósito de polvo prematuro en su interior, en el caso de las cañerías sucias.

El diámetro de las mismas puede calcularse a través de la siguiente **Ecuación 3-1**

$$\emptyset conductos\ [m] = \sqrt{\frac{4}{\pi}\ .\ \left(\frac{Qc}{Vc\ .\ 60}\right)} \quad \text{(3-1) [1]}$$

Siendo:

Qc = Caudal de aspiración en conducto en $\left[\frac{m3}{min}\right]$

Vc= Velocidad mínima de diseño del aire en conducto en $\left[\frac{m}{s}\right]$

3.1.1. Cañería Sucia:

En este caso según la idea de obtener dos bocas de aspiración por cada tolva necesitaremos un diámetro de cañería con 100m3/min y otro diámetro cuando los ramales se unan con 200m3/min. Por lo cual, los valores que deberemos utilizar en la ecuación **Ecuación 3-1** son los siguientes:

Primer caso:

Qc1 = 100m3/min (calculado en la sección **2.2**)

Vc = 21m/s (seleccionado en la sección **1.5.1**)

Por lo cual aplicando la **Ecuación 3-1**, obtendremos el siguiente resultado:

Øconducto sucio 1 = 0,449 m

Por cuestiones de fabricación, nuestro valor debe ser un múltiplo de 10mm y teniendo en cuenta que no debemos incrementar el diámetro obtenido como resultado, para no disminuir la velocidad en el conducto, adoptaremos:

Øconducto sucio 1 = 0,440m = 440mm

Segundo Caso:

Qc1 = 200m3/min (calculado en la sección **2.2**)

Vc = 21m/s (seleccionado en la sección **1.5.1**)

Por lo cual aplicando la **Ecuación 3-1**, obtendremos el siguiente resultado:

Øconducto sucio 2 = 0,317 m

Por cuestiones de fabricación, nuestro valor debe ser un múltiplo de 10mm y teniendo en cuenta que no debemos incrementar el diámetro obtenido como resultado, para no disminuir la velocidad en el conducto, adoptaremos:

Øconducto sucio 2 = 0,310m = 310mm

3.1.2. Cañería Limpia:

En este caso los valores que deberemos utilizar en la ecuación **Ecuación 3-1** son los siguientes:
Qc = 200m3/min (calculado en la sección **2.2**)
Vc = 16m/s (adoptado en la sección **1.5.2**)
Por lo cual aplicando la **Ecuación 3-1**, obtendremos el siguiente resultado:
Øconducto = 0,515 m
Por cuestiones de fabricación, nuestro valor debe ser un múltiplo de 10mm y teniendo en cuenta que no debemos incrementar el diámetro obtenido como resultado, para no disminuir la velocidad en el conducto, adoptaremos **Øconducto = 0,510m = 510mm**

3.2. Diseño preliminar:

A continuación, presentamos el diseño preliminar según los diámetros calculados el cual nos permitirá posteriormente realizar los cálculos de pérdida de carga.

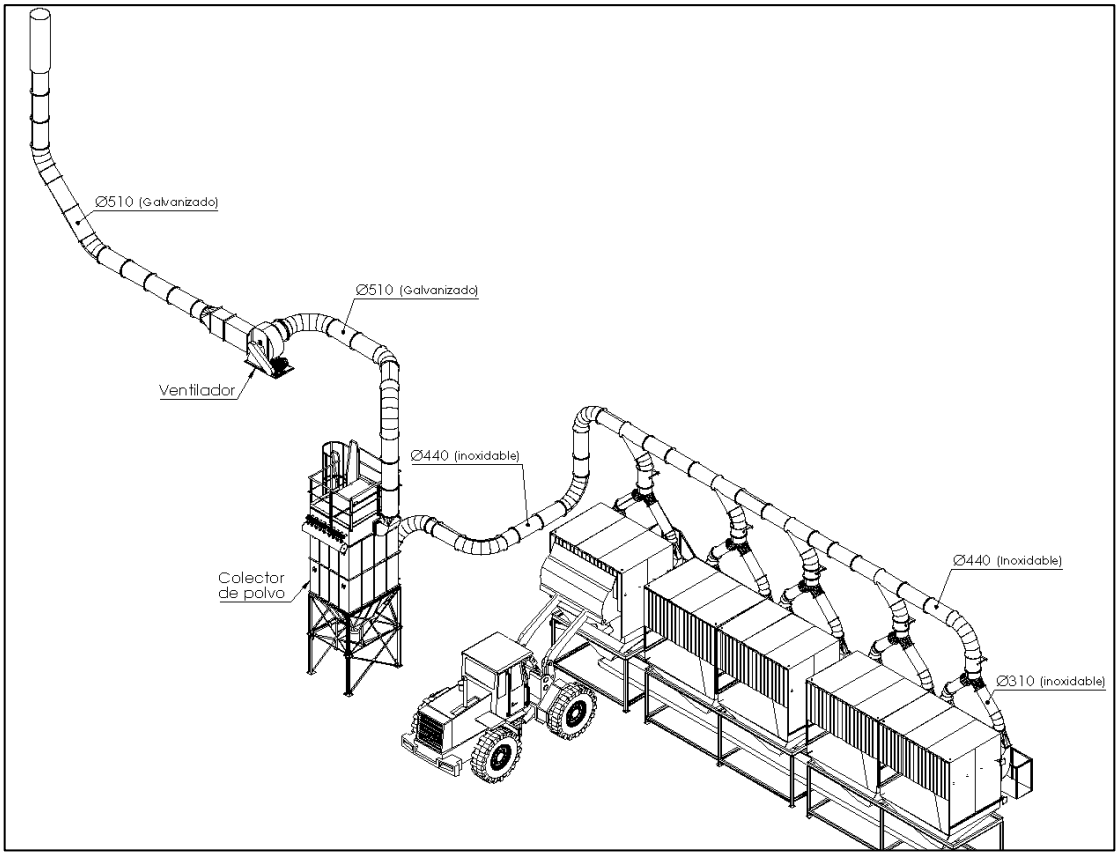


Figura 3-1: Diseño preliminar

3.3. Desarrollo teórico sobre Pérdida de Carga:

El flujo de aire entre dos puntos requiere una diferencia de presión entre ambos puntos. Esta diferencia de presión genera una corriente de aire desde la zona de mayor presión hacia la zona de menor presión. El volumen de aire desplazado es lo que denominamos caudal de aspiración Q.

El desplazamiento del aire a una velocidad Q genera una presión siempre positiva en la dirección y sentido del movimiento, denominada Presión Dinámica y la simbolizamos con Pd. Su valor está dado por la **Ecuación 3-2**

$$\boldsymbol{Pd} = \frac{\boldsymbol{Vc^2}.\ \boldsymbol{\gamma a}}{\mathbf{2}\ .\boldsymbol{g}} \quad \text{(3-2) [1]}$$

Donde:

-Pd es la presión dinámica en [mmca]

-Vc es la velocidad del aire en el conducto [m/s]

-γa peso específico del aire (en nuestro caso aire estándar) [kgf/m3]

-g es la aceleración de la gravedad [m/s2]

El aire confinado, en movimiento o no, genera otro tipo de presión que se manifiesta perpendicular a las paredes del recipiente o conducto.

Se la denomina presión estática y resulta positiva cuando es mayor que la presión atmosférica exterior y es negativa en caso de succión o vacío.

La suma algebraica de **Pd+Pe =Pt** se denomina Presión Total y puede ser positiva o negativa, respecto de la presión atmosférica.

La presión estática en los conductos de ventilación es debida a la ∆P (diferencia de presión) necesaria para poner el aire en movimiento, al **rozamiento** del aire (y producto transportado, si lo hay) en las paredes del conducto y a los **"accidentes"** a vencer en el trayecto: Curvas, contracciones, ramales, filtros, etc.

3.2.1. Pérdida de carga debida al rozamiento:

Varios autores se han ocupado del tema pérdida de carga por rozamiento en las tuberías de conducción de aire. Desarrollaremos la **Ecuación 3-3** formulada por **Darcy-Weisbach** y **L.F. Moody**

$$\mathbf{\Delta P\ [mmca]} = \frac{\mathbf{L}\ .\boldsymbol{f}}{\boldsymbol{D}}.\mathbf{Pd} \quad \text{(3-3) [1] [2]}$$

$\boldsymbol{f}$ **= factor de Moody;** $\boldsymbol{f} = \mathbf{0,0055}\ .\{\mathbf{1} + \left[\mathbf{20000}\frac{\boldsymbol{\varepsilon}}{\mathbf{D}} + \frac{\mathbf{10^6}}{\boldsymbol{Re}}\right]^{\frac{1}{3}}\}$ (3-4) [1]

$$\boldsymbol{Re} = \frac{\boldsymbol{d}\,.\,\boldsymbol{Vc}\,.\boldsymbol{D}}{\boldsymbol{\nu}} \quad \text{(3-5) [1] [2]}$$

Donde:

L= longitud del conducto en [m]

D = Diámetro del conducto en [m]

ε = Rugosidad absoluta de las paredes del conducto [m]

Re ≥ 3000 (Número de Reynolds)

ν = Viscosidad cinemática del aire [m2/s]

Pd = presión dinámica [mmca]

d = densidad del aire [kg/m3]

La **Ecuación 3-3** utiliza el factor de fricción f, denominado también como factor de Moody que combina todos los efectos en un gráfico único, usualmente llamado diagrama de Moody **(Ver Figura 3-2)**, el mismo es poco preciso, por lo cual para la determinación del factor de fricción f se utilizará la **Ecuación 3-4.** El factor de Moody tiene en cuenta entre otras variables, la rugosidad absoluta ε de las paredes del ducto, por lo cual depende del material utilizado para la fabricación de las cañerías.

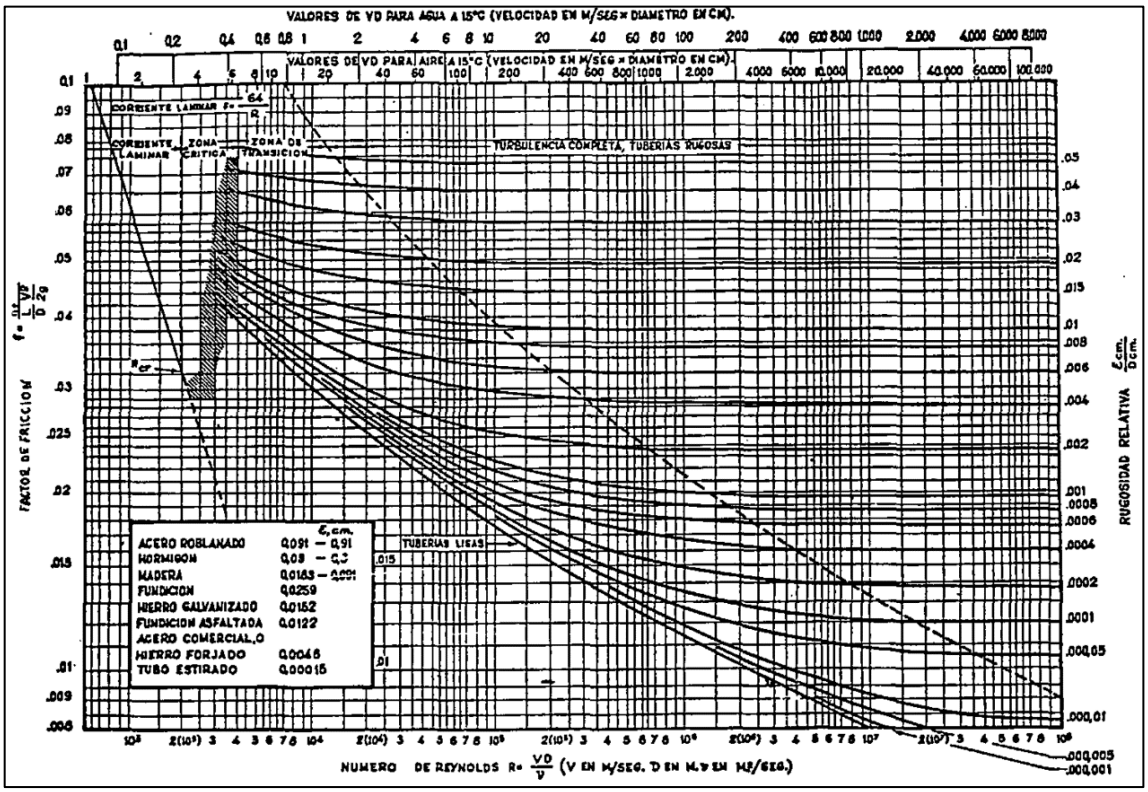


Figura 3-2: Diagrama de Moody [2]

Por otro lado, la **Ecuación 3-5** expresa el número de Reynolds que combina los efectos de la velocidad, diámetro densidad y viscosidad. Otras consideraciones serán que, la viscosidad cinemática a utilizar en nuestro caso será la del aire estándar (1,204 kg/m3).

Entonces la pérdida de carga en mmca por cada metro de conducto será:

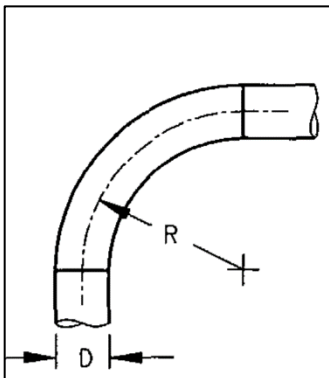
$$\frac{\Delta P}{L}\ [\text{mmca/m}] = \frac{f}{D}.\text{Pd}\ \text{(3-6)}\ [1]$$

3.2.2. Pérdida de carga por accidentes

Uno de los métodos utilizados para evaluar la pérdida de carga por accidentes es el de la presión dinámica multiplicada por un coeficiente de proporcionalidad Ki. Luego se suman todos los accidentes que están en serie en un trayecto determinado del circuito y se lo multiplica por Pd tal como muestra la **Ecuación 3-7**

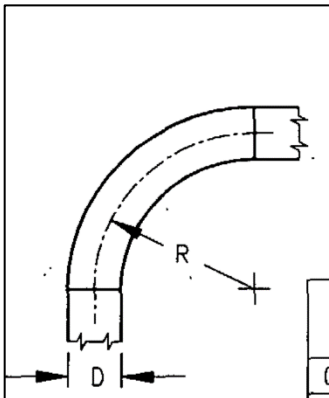
$$\mathbf{\Delta P}\ [\mathrm{mmca}] = Pd\ .\sum Ki \quad \text{(3-7) [1]}$$

Los coeficientes de proporcionalidad Ki (ó fracción de Pd) depende del tipo de accidente. A continuación, se adjuntaran las figuras con tablas incluidas que determinan los valores de Ki y fracción de Pd que se utilizará en el presente proyecto:



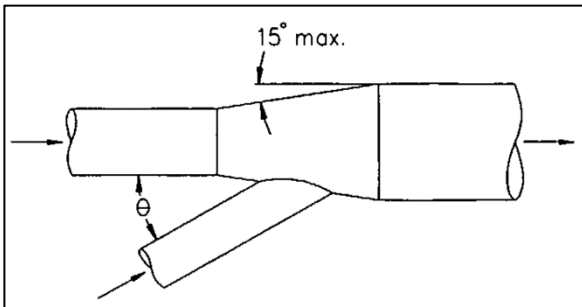
R/D	Pérdida de carga Fracción de PD
2,75	0,26
2,50	0,22
2,25	0,26
2,00	0,27
1,75	0,32
1,50	0,39
1,25	0,55

Figura 3-3: Fracción de Pd en codos de sección circular [2]



R/D	Relación de tamaños W/D					
	0,25	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0
0,0 (a escuadra)	1,50	1,32	1,15	1,04	0,92	0,86
0,5	1,36	1,21	1,05	0,95	0,84	0,79
1,0	0,45	0,28	0,21	0,21	0,20	0,19
1,5	0,28	0,18	0,13	0,13	0,12	0,12
2,0	0,24	0,15	0,11	0,11	0,10	0,10
3,0	0,24	0,15	0,11	0,11	0,10	0,10

Figura 3-4: Fracción de Pd en codos de sección rectangular y cuadrada [2]

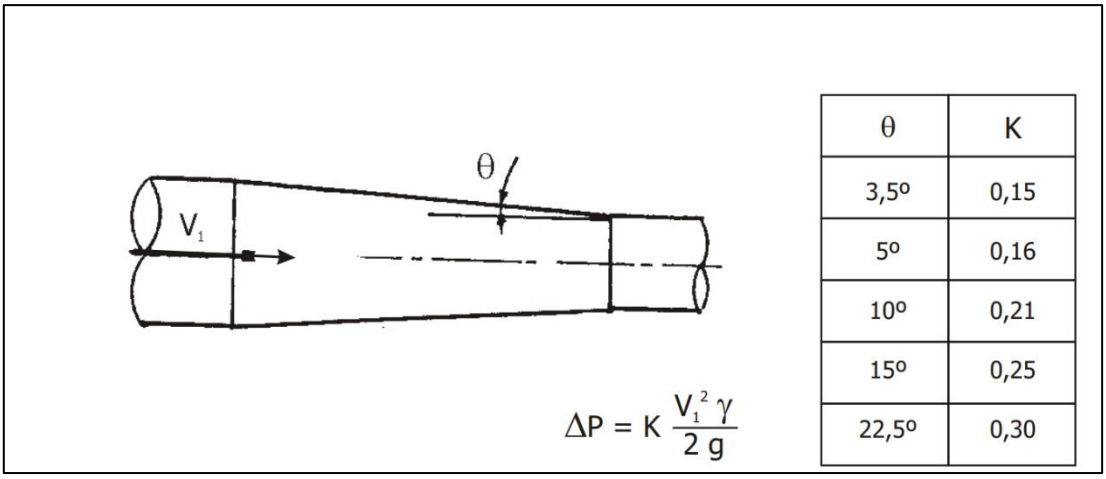


Nota: La pérdida de carga se produce en el conducto lateral y se debe contabilizar en el mismo.

No incluir el cálculo de la recuperación de presión en los conductos laterales con uniones progresivas.

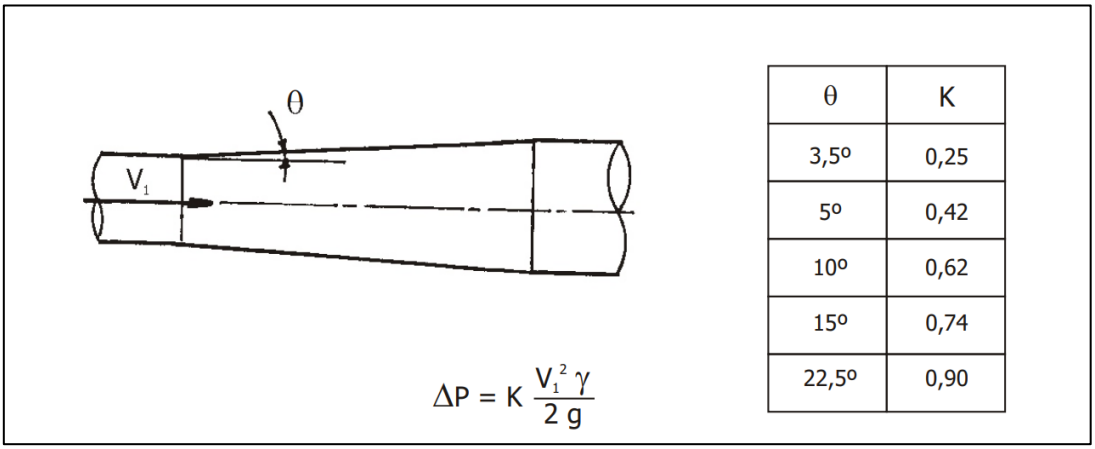
Ángulo θ grados	Pérdida de carga en el conducto lateral Fracción de PD
10	0,06
15	0,09
20	0,12
25	0,15
30	0,18
35	0,21
40	0,25
45	0,28
50	0,32
60	0,44
90	1,00

Figura 3-5: Fracción de Pd en ramales [2]



θ	K
3,5º	0,15
5º	0,16
10º	0,21
15º	0,25
22,5º	0,30

Figura 3-6: Factor K en contracción [2]



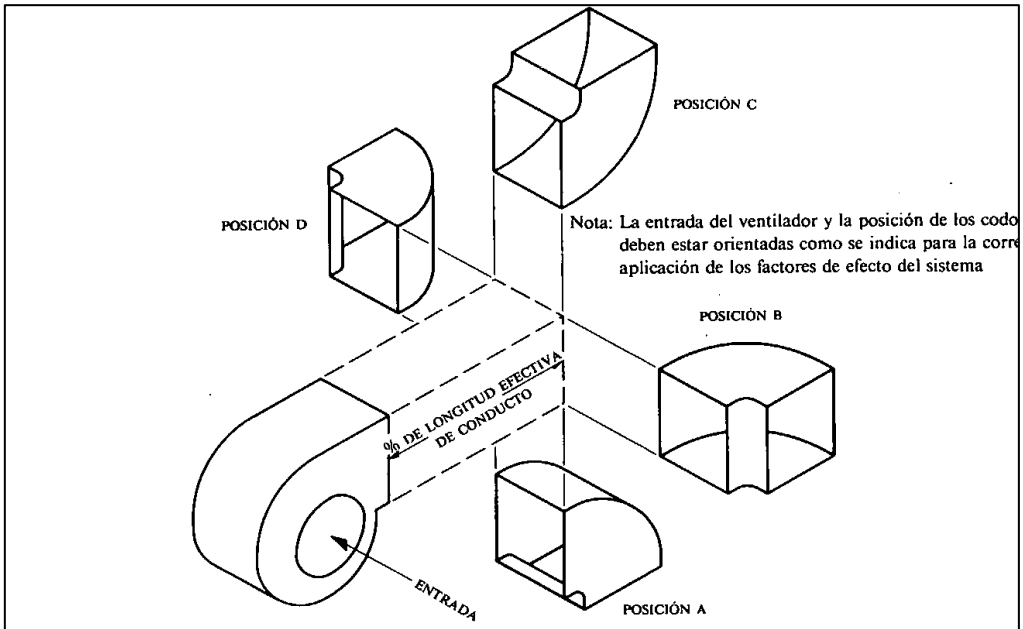
θ	K
3,5º	0,25
5º	0,42
10º	0,62
15º	0,74
22,5º	0,90

Figura 3-7: Factor K en expansión [2]

3.2.3. Pérdidas de carga por efecto del sistema:

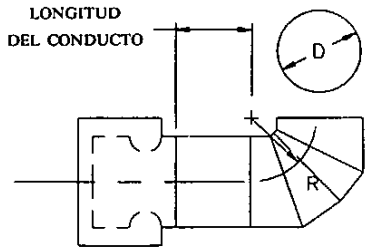
Los efectos del sistema se definen como la estimación de las pérdidas de rendimiento del ventilador debidas al flujo no uniforme del aire.

La magnitud del cambio en el rendimiento ocasionada por codos u otras obstrucciones situadas muy cerca de la entrada o la salida de un ventilador se pueden estimar para los casos indicados teniendo en cuenta los factores indicados en la **Figura 3-8** (respecto a la salida) y la **Figura 3-9** (respecto a la entrada) con la Ecuación (3-8).



Área de impulsión / Área de salida	Posición del codo de salida	Sin conducto de salida	12 % Conducto efectivo	25 % Conducto efectivo	50 % conducto efectivo	100 % conducto efectivo
0,4	A	3,2	2,5	1,8	0,8	SIN FACTOR DE EFECTO DEL SISTEMA
	B	4,6	3,9	2,5	1,2	
	C	5,5	4,6	3,2	1,6	
	D	5,5	4,6	3,2	1,6	
0,5	A	2,0	1,6	1,2	0,53	
	B	2,9	2,3	1,8	0,80	
	C	3,9	2,9	2,3	1,0	
	D	3,9	2,9	2,3	1,0	
0,6	A	1,6	1,4	1,0	0,40	
	B	2,0	1,6	1,2	0,53	
	C	2,9	2,3	1,8	0,80	
	D	2,5	2,0	1,4	0,66	
0,7	A	0,66	0,53	0,40	0,18	
	B	1,0	0,80	0,53	0,26	
	C	1,4	1,2	0,80	0,33	
	D	1,2	1,0	0,66	0,33	
0,8	A	0,8	0,66	0,47	0,22	
	B	1,2	1,0	0,66	0,33	
	C	1,6	1,4	1,0	0,40	
	D	1,4	1,2	0,8	0,33	
0,9	A	0,66	0,53	0,40	0,18	
	B	1,0	0,80	0,53	0,26	
	C	1,2	1,0	0,66	0,33	
	D	1,0	0,80	0,53	0,26	
1,0	A	1,0	0,80	0,53	0,26	
	B	0,66	0,53	0,40	0,18	
	C	1,0	0,80	0,53	0,26	
	D	1,0	0,80	0,53	0,26	

Ver **Figura 3-8** Factores de efecto del sistema para cados de salida. [2]



FACTORES DE EFECTO DEL SISTEMA

R/D	SIN CONDUCTO	CONDUCTO DE 2 D	CONDUCTO DE 5 D
0,5	1,8	1,0	0,53
0,75	1,4	0,8	0,40
1,0	1,2	0,66	0,33
2,0	1,0	0,53	0,33
3,0	0,66	0,40	0,22

C. CODO DE 90° DE CUATRO O MÁS PIEZAS. SECCIÓN CIRCULAR. SIN GUÍAS

Ver **Figura 3-9** Factores de efecto del sistema para cados de salida. [2]

$$\boldsymbol{Incremento\ de\ la\ Pe\ del\ sist.}[\boldsymbol{mmca}] = (\boldsymbol{Factor\ de\ efecto\ del\ sist.})\ .\ \boldsymbol{Pd} \quad (3\text{-}8)$$

3.4. Cálculo de Pérdida de Carga:

3.4.1. Cálculo de ∆P en cañería sucia:

Para el cálculo de pérdida en cañería sucia, se iniciará el cálculo en el punto más alejado del mismo respecto al colector. Esto es, individualizar el posible recorrido que demande la mayor presión. En este caso, este punto es el **punto A1.Ver Figura 3-10.**

A continuación, se presentará los esquemas de referencias, para poder identificar cada pieza en el conjunto, todas ellas numeradas desde el 01 hasta el 86. Ver **Figura 3-10, Figura 3-11 y Figura 3-12.**

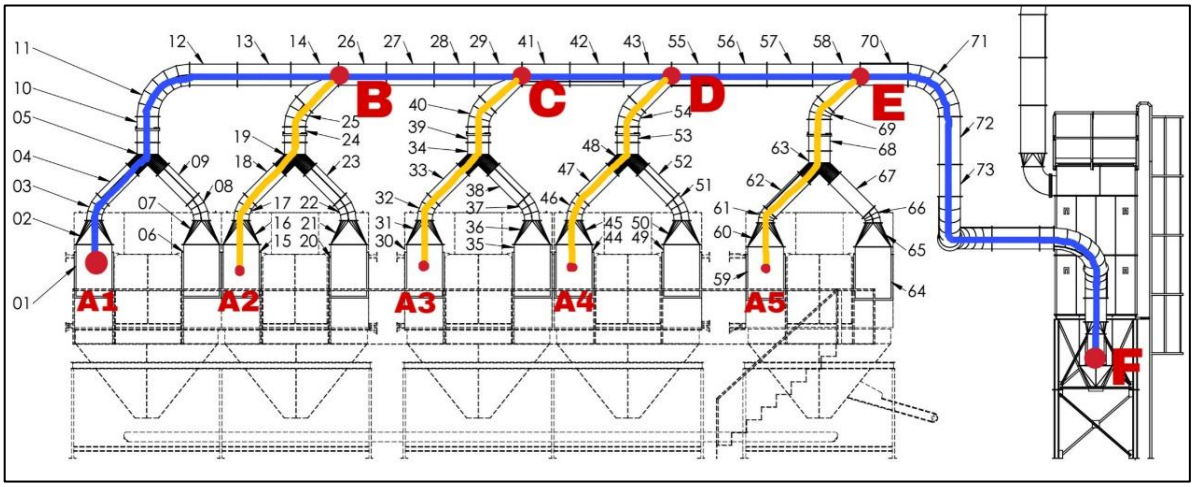


Figura 3-10: Esquema de referencia vista principal cañería sucia

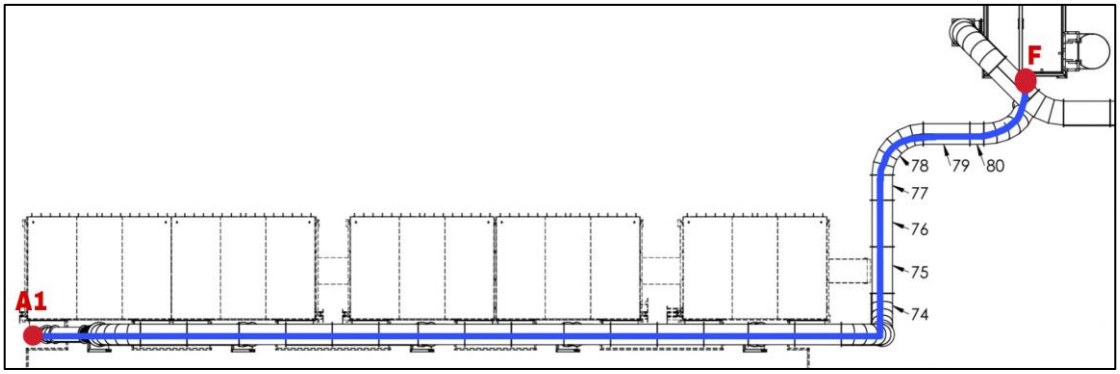


Figura 3-11: Esquema de referencia vista superior cañería sucia

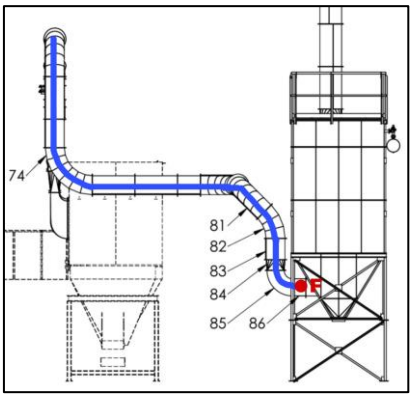


Figura 3-12: Esquema de referencia vista lateral izquierda cañería sucia

En el presente caso el recorrido del aire que demandará mayor presión será el marcado con azul yendo desde el punto **A1** hasta el punto **F**. Este recorrido contiene las siguientes piezas: 01, 02, 03, 04, 05, 10, 11, 12, 13, 14, 26, 27, 28, 29, 41, 42,

43, 55, 56, 57, 58, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86. Tal como puede observarse en las **Figura 3-10, Figura 3-11 y Figura 3-12.**

A continuación, primeramente, utilizando la **Ecuación 3-6** se calculará el ΔP/L en cañerías de Ø310. Ver **Tabla 3-2** y **Tabla 3-3**

Tabla 3-2: Velocidad del aire en Ø310mm

Velocidad del aire en conducto Ø310mm		
	Valor	*Unidad*
Caudal (Q)	100,00	[m3/min]
Diámetro del conducto (D)	0,31	[m]
Velocidad del aire (v)	**22,08**	**[m/s]**

Tabla 3-3: Pérdida de carga por longitud Ø310mm

Pérdida de carga por longitud en cañerías inoxidable Ø310mm		
	Valor	*Unidad*
Velocidad del aire (v)	22,08	[m/s]
Densidad del aire estandar(d)	1,204	[kg/m3]
Viscosidad cinemática aire estandar (μ)	0,00001825	[kg/m.s]
Número de Reynolds (Re)	451607,13	
Aceleración de la gravedad	9,81	[m/s2]
Díametro del conducto (D)	0,31	[m]
Presión Dinámica (Pd)	29,92253923	[mmca]
Rugosidad absoluta (ε)	0,0050	[cm]
Factor de Moody (f)	0,015173	
Pérdida de carga por longitud (ΔP/L)	**1,46**	**[mmca]**

Continuando con la utilización de la **Ecuación 3-6** se calculará el ΔP/L en cañerías de Ø440. Ver **Tabla 3-4** y **Tabla 3-5**

Tabla 3-4: Velocidad del aire en Ø440mm

Velocidad del aire en conducto Ø440mm		
	Valor	*Unidad*
Caudal (Q)	200,00	[m3/min]
Diámetro del conducto (D)	0,44	[m]
Velocidad del aire (v)	**21,92**	**[m/s]**

Tabla 3-5: Pérdida de carga por longitud Ø440mm

Pérdida de carga por longitud en cañerías inoxidable Ø440mm		
	Valor	*Unidad*
Velocidad del aire (v)	21,92	[m/s]
Densidad del aire estandar(d)	1,204	[kg/m3]
Viscosidad cinemática aire estandar (μ)	0,00001825	[kg/m.s]
Número de Reynolds (Re)	636355,51	
Aceleración de la gravedad	9,81	[m/s2]
Díametro del conducto (D)	0,44	[m]
Presión Dinámica (Pd)	29,49133998	[mmca]
Rugosidad absoluta (ε)	0,0050	[cm]
Factor de Moody (f)	0,014116	
Pérdida de carga por longitud (ΔP/L)	**0,95**	**[mmca]**

Utilizando la **Ecuación 3-3**, se calculará la sumatoria total de ΔP en tramos rectos de cañería sucia Ver **Tabla 3-7**. Y también calcularemos la influencia de la pérdida de carga por rozamiento en los accidentes. Ver **Tabla 3-6**

Tabla 3-6: Pérdida de carga total de la influencia por rozamiento en accidentes

Pérdida de carga total en cañerías sucias (inox) "Tramos rectos en accidentes"					
Nro Pieza	Descripción	Longitud [m]	Pe/L [mmca]	Total por tramo [mmca]	Obs.
03	Curva 45° Ø310 Rm620	0,48	1,46	0,70	
11-71-74-78-8	Curva 90° Ø440 Rm880 (Cantidad	6,9	0,95	6,53	
14-29-43-58	Ramal 30° L1000 Ø440 (Cantidad	4	0,95	3,78	
82	Curva 45° Ø440 Rm880	0,69	0,95	0,65	
			Total Pe [mmca]	**11,67**	

Tabla 3-7: Pérdida de carga total de tramos rectos en cañerías sucias[1]

Pérdida de carga total en cañerías sucias (inox) "Tramos rectos"					
Nro Pieza	Descripción	Longitud [m]	Pe/L [mmca]	Total por tramo [mmca]	Obs.
04	Tramo recto Ø310	0,9	1,46	1,32	
10	Tramo récto válvula Ø440	0,54	0,95	0,51	
12	Tramo recto Ø440	1	0,95	0,95	
13	Tramo recto Ø440	1,12	0,95	1,06	
26	Tramo recto Ø440	1	0,95	0,95	
27	Tramo recto Ø440	1	0,95	0,95	
28	Tramo recto Ø440	0,84	0,95	0,79	
41	Tramo recto Ø440	1	0,95	0,95	
42	Tramo recto Ø440	1,13	0,95	1,07	
55	Tramo recto Ø440	1	0,95	0,95	
56	Tramo recto Ø440	1	0,95	0,95	
57	Tramo recto Ø440	0,96	0,95	0,91	
70	Tramo recto Ø440	1	0,95	0,95	
72	Tramo recto Ø440	1	0,95	0,95	
73	Tramo recto Ø440	0,67	0,95	0,63	
75	Tramo recto Ø440	1	0,95	0,95	
76	Tramo recto Ø440	1	0,95	0,95	
77	Tramo recto Ø440	0,54	0,95	0,51	
79	Tramo recto Ø440	1	0,95	0,95	
80	Tramo recto Ø440	0,3	0,95	0,28	
83	Tramo recto Ø440	0,5	0,95	0,47	
86	Tramo recto cuadrado 350x400	0,31	0,95	0,29	(**)
			Total Pe [mmca]	**18,26**	

Utilizando la **Ecuación 3-7** y las **Figuras 3-5, 3-6, 3-7 y 3-8** procedemos a calcular el ΔP total por “accidentes”. Ver **Tabla 3-8**

[1] Obs: (**) Tomado como redondo para simplificación de cálculo

Tabla 3-8: Pérdida de carga total por “accidentes” en cañerías sucias[2]

Pérdida de carga total en cañerías sucias (inox) "accidentes"					
Nro Pieza	Descripción	Factor K	Pd [mmca]	Total por tramo [mmca]	Obs.
	Ingreso a Boca	0,25	29,92	7,48	
01	Boca de aspiración	1	29,92	29,92	
02	Transformación	0,15	29,92	4,49	
03	Curva 45° Ø310 Rm620	0,135	29,92	4,04	
05	Pantalón Ø310-Ø440	0,2	29,92	5,98	
11	Curva 90° Ø440 Rm880	0,27	29,49	7,96	
14	Ramal 30° Ø440-Ø440 pasaje A	0	29,49	0,00	(*)
29	Ramal 30° Ø440-Ø440 pasaje A	0	29,49	0,00	(*)
43	Ramal 30° Ø440-Ø440 pasaje A	0	29,49	0,00	(*)
58	Ramal 30° Ø440-Ø440 pasaje A	0	29,49	0,00	(*)
71	Curva 90° Ø440 Rm880	0,27	29,49	7,96	
74	Curva 90° Ø440 Rm880	0,27	29,49	7,96	
78	Curva 90° Ø440 Rm880	0,27	29,49	7,96	
81	Curva 90° Ø440 Rm880	0,27	29,49	7,96	
82	Curva 45° Ø440 Rm880	0,135	29,49	3,98	
84	Transformación Ø440 - 350x400	0,15	29,49	4,42	
85	Curva Cuadrada 350x400 Rm350	0,21	29,49	6,19	
			Total Pe [mmca]	**106,33**	

Finalmente utilizando la **Ecuación 3-8** se sumará los resultados obtenidos y calcularemos la pérdida de carga total, o presión estática total (Pe) necesaria en cañería sucias. Ver **Tabla 3-9**.

$$\mathbf{\Delta P}\ [\text{mmca}] = \boldsymbol{Pe}\ [\text{mmca}] = \frac{\Delta P \,.\, L}{Tramos\ rectos} + \frac{Pd \,.\, \sum Ki}{Accidentes} \quad \text{(3-8) [1]}$$

Tabla 3-9: Pérdida de carga total en cañerías sucias

Pérdida de carga total en cañerías sucias (inox) Pe[mmca]		
	Valor	Unidad
Pe "tramos rectos"	18,26	[mmca]
Pe "accidentes"	106,33	[mmca]
Pe "tramos rectos en accidentes"	11,67	[mmca]
Pe Total	**136,26**	**[mmca]**

[2] Obs: (*) No genera porque no hay modificación de diámetros.

3.4.2. Cálculo de ΔP en cañería limpia:

Para el cálculo de pérdida en cañería limpia, se deberá simplemente contemplar cada pieza de cañería posterior al colector de polvo hasta el final de la cañería (chimenea). En el presente caso, la cañería limpia inicia en el **punto G y finaliza en el punto J. Ver Figura 3-13.**

A continuación, presentaremos esquemas de referencias, para poder identificar cada pieza en el conjunto, todas ellas numeradas desde el 01 hasta el 31. Ver **Figura 3-13 y Figura 3-14.**

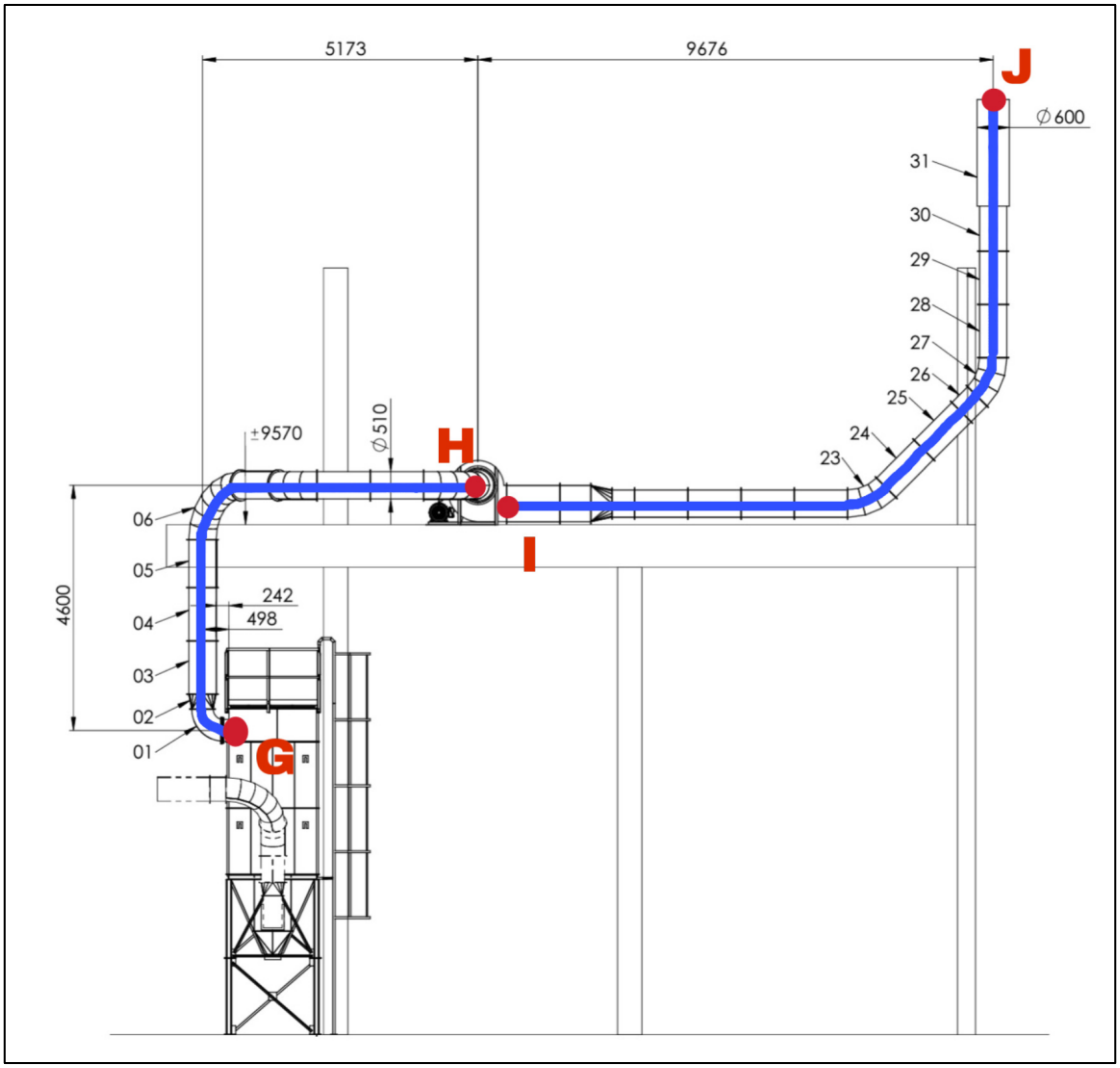


Figura 3-13: Esquema de referencia vista principal cañería limpia

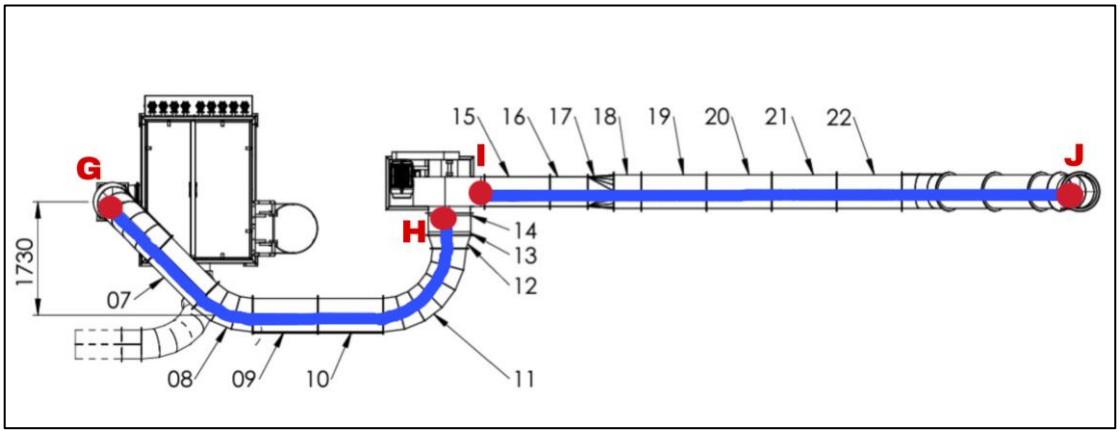


Figura 3-14: Esquema de referencia vista superior cañería limpia

A continuación, primeramente, utilizando la **Ecuación 3-6** se calculará el ΔP/L en cañerías de Ø510. Ver **Tabla 3-10** y **Tabla 3-11**

Tabla 3-10: Velocidad del aire en Ø510

Velocidad del aire en conducto Ø510mm		
	Valor	*Unidad*
Caudal (Q)	200.00	[m3/min]
Diámetro del conducto (D)	0.51	[m]
Velocidad del aire (v)	**16.32**	**[m/s]**

Tabla 3-11: Pérdida de carga por longitud en Ø510

Pérdida de carga por longitud en cañerías galvanizadas Ø510mm		
	Valor	*Unidad*
Velocidad del aire (v)	16.32	[m/s]
Densidad del aire estandar(d)	1.204	[kg/m3]
Viscosidad cinemática aire estandar (μ)	0.00001825	[kg/m.s]
Número de Reynolds (Re)	549012.59	
Aceleración de la gravedad	9.81	[m/s2]
Díametro del conducto (D)	0.51	[m]
Presión Dinámica (Pd)	16.34	[mmca]
Rugosidad absoluta (ε)	0.0150	[cm]
Factor de Moody (f)	0.016363	
Pérdida de carga por longitud (ΔP/L)	**0.52**	**[mmca]**

Continuando con la utilización de la **Ecuación 3-6** se calculará el ΔP/L en cañerías de Ø620 ya que las piezas 15, 16 y 17 son de sección rectangular equivalentes con Ø620. Ver **Tabla 3-12** y **Tabla 3-13**

Tabla 3-12: Velocidad del aire en Ø620

Velocidad del aire en conducto Ø620mm		
	Valor	*Unidad*
Caudal (Q)	200.00	[m3/min]
Diámetro del conducto (D)	0.62	[m]
Velocidad del aire (v)	**11.04**	**[m/s]**

Tabla 3-13: Pérdida de carga por longitud en Ø620

Pérdida de carga por longitud en cañerías inoxidable Ø620mm		
	Valor	*Unidad*
Velocidad del aire (v)	11.04	[m/s]
Densidad del aire estandar(d)	1.204	[kg/m3]
Viscosidad cinemática aire estandar (μ)	0.00001825	[kg/m.s]
Número de Reynolds (Re)	451607.13	
Aceleración de la gravedad	9.81	[m/s2]
Díametro del conducto (D)	0.62	[m]
Presión Dinámica (Pd)	7.480634808	[mmca]
Rugosidad absoluta (ε)	0.0150	[cm]
Factor de Moody (f)	0.016048	
Pérdida de carga por longitud (ΔP/L)	**0.19**	**[mmca]**

También se realizaron cálculos similares a los anteriores para las piezas **13** (Ø645) y pieza **31** (Ø600) que tendrán un ΔP/L de 0,12mmca/m y 0,23mmca/m respectivamente.

Utilizando la **Ecuación 3-3**, se calculará la sumatoria total de ΔP en tramos rectos de cañería limpia ver **Tabla 3-15**. Y también se deberá calcular la influencia de la pérdida de carga por rozamiento en los accidentes. Ver **Tabla 3-14.**

Tabla 3-14: Pérdida de carga total de la influencia por rozamiento en accidentes

Pérdida de carga total en cañerías sucias (Galva) "Tramos rectos en accidentes"					
Nro Pieza	Descripción	Longitud [m]	Pe/L [mmca]	Total por tramo [mmca]	Obs.
08-22-26	Curva 45° Ø510 Rm1020 (Cantidad 3)	1.2	0.52	0.63	
06-11	Curva 90° Ø510 Rm1020 (Cantidad 2)	1.6	0.52	0.84	
			Total Pe [mmca]	**1.47**	

Tabla 3-15: Pérdida de carga total de tramos rectos en cañerías sucias

Pérdida de carga total en cañerías limpias (Galva) "Tramos rectos"					
Nro Pieza	*Descripción*	*Longitud [m]*	*Pe/L [mmca*	*Total por tramo [mmca]*	*Obs.*
03	Tramo recto Ø510	1	0.52	0.52	
04	Tramo recto Ø510	1	0.52	0.52	
05	Tramo recto Ø510	0.9	0.52	0.47	
07	Tramo recto Ø510	1	0.52	0.52	
09	Tramo recto Ø510	1	0.52	0.52	
10	Tramo recto Ø510	1	0.52	0.52	
13	Tramo recto Ø645	0.2	0.12	0.02	
14	Tramo recto 680x450 Øequi.620	1	0.19	0.19	
15	Tramo recto 680x450 Øequi.620	0.58	0.19	0.11	
17	Tramo recto Ø510	0.38	0.52	0.20	
18	Tramo recto Ø510	1	0.52	0.52	
19	Tramo recto Ø510	1	0.52	0.52	
20	Tramo recto Ø510	1	0.52	0.52	
21	Tramo recto Ø510	1	0.52	0.52	
23	Tramo recto Ø510	1	0.52	0.52	
24	Tramo recto Ø510	1	0.52	0.52	
25	Tramo recto Ø510	0.38	0.52	0.20	
27	Tramo recto Ø510	1	0.52	0.52	
28	Tramo recto Ø510	1	0.52	0.52	
29	Tramo recto Ø510	1	0.52	0.52	
30	Tramo recto Ø600 (chimenea)	2	0.23	0.46	
			Total Pe [mmca]	**8.99**	

Utilizando la **Ecuación 3-7** y las **Figuras 3-4, 3-5, 3-6 y 3-7** se calculará el ΔP total por “accidentes”. Ver **Tabla 3-16**

Tabla 3-16: Pérdida de carga total por “accidentes” en cañerías limpias[3]

Pérdida de carga total en cañerías limpias (Galva) "accidentes"					
Nro Pieza	*Descripción*	*Factor K*	*Pd [mmca]*	*Total por tramo [mmca]*	*Obs.*
01	Curva cuadrada 400x500 Rm400	0.21	16.34	3.43	
02	Transformación	0.15	16.34	2.45	
06	Curva 90° Ø510 Rm1020	0.27	16.34	4.41	
08	Curva 45° Ø510 Rm1020	0.135	16.34	2.21	
11	Curva 90° Ø510 Rm1020	0.27	16.34	4.41	
12	Cono ingreso ventilador	0.15	16.34	2.45	
16	Transformación	0.15	16.34	2.45	
22	Curva 45° Ø510 Rm1020	0.135	16.34	2.21	
26	Curva 45° Ø510 Rm1020	0.135	16.34	2.21	
	Salida Chimenea	0	16.34	0.00	(*)
			Total Pe [mmca]	**26.22**	

Finalmente utilizando la **Ecuación 3-8** se sumarán los resultados obtenidos y se calculará la pérdida de carga total, o presión estática total (Pe) necesaria en cañería limpias. Ver **Tabla 3-17**.

Tabla 3-17: Pérdida de carga total en cañerías limpias

Pérdida de carga total en cañerías limpia (Galva)		
	Valor	*Unidad*
Pe "tramos rectos"	8.99	[mmca]
Pe "accidentes"	26.22	[mmca]
Pe "tramos rectos en accidentes"	1.47	[mmca]
Total	**36.69**	**[mmca]**

3.4.3. Cálculo de ΔP por efecto del sistema:

Para el cálculo de la pérdida de carga por efecto del sistema, se deberá analizar la cañería en el ingreso al ventilador y a la salida, por separado.

[3] Obs: (*) No genera pérdida de carga cómo “accidente” por ser chimenea de tipo americana,

Factores de efecto del sistema a salida del ventilador: En este caso se decidió, por mantener la sección de la salida del ventilador hasta lograr el 100% de la longitud efectiva del conducto.

Primeramente, se calculó el Ø equivalente a la sección de salida del ventilador que es seleccionado en el capítulo 4 (a =680mm x b=450mm).

$$Øequivalente = \sqrt{\frac{4 \,.a\,.b}{\pi}} = \sqrt{\frac{4\,.\,680\,.\,450}{\pi}} = 624\text{mm}$$

$$Longitud\ efectiva\ del\ conducto = 2{,}5\,.Øequivalente = 2{,}5\,.624mm = 1560mm$$

Se podrá concluir que si el diseño prevee una sección constante de la cañería de salida del ventilador hasta superar una longitud de 1560mm, el efecto del sistema a la salida será 0 (cero) según la **Figura 3-8.**

Factores de efecto del sistema a entrada del ventilador del ventilador: En este caso, por cuestiones de montaje no se podrá hacer modificaciones en el diseño que minimicen ó anulen el efecto del sistema en la entrada. Lo cual implica que sólo queda su cálculo y contemplación.

Según la **Figura 3-9** teniendo R/D = 2 y sin tener conducto de salida, el factor de efecto del sistema es igual a uno 1. Esto implica que aplicando la **Ecuación 3-8** se obtendrá:

$$\boldsymbol{Incremento\ de\ la\ Pe\ del\ sist.}[\boldsymbol{mmca}] = (\boldsymbol{Factor\ de\ efecto\ del\ sist.})\,.\ \boldsymbol{Pd} = 1\,.16{,}34\ mmca = 16{,}34\ \text{mmca}$$

De esta parte se podrá concluir que el diseño de la cañería de entrada al ventilador incrementa el ΔP del sistema en 16,34 mmca.

3.4.4. Cálculo de ΔP total del sistema:

Tabla 3-17: Pérdida de carga total en el sistema

Pérdida de carga total en el sistema		
	Valor	*Unidad*
Pérdida de carga total en cañerías sucias (inox)	136,26	[mmca]
Pérdida de carga total en cañerías limpias(galva)	36,69	[mmca]
Pe "efecto del sistema en ingreso al ventilador"	16,34	[mmca]
Pe "efecto del sistema salida del ventilador"	0	[mmca]
Perdida de carga en el filtro de mangas	125	[mmca]
Total	**314,28**	**[mmca]**

Entonces, se concluye que el ΔP (Presión estática: Pe) requerido en el sistema será de **314,28 mmca**.

3.4.5. Equilibrado de ΔP en ramales:

Se calcula la pérdida de carga de cada conducto secundario a partir de los valores de diseño, desde la campana de captación hasta el punto de unión con el conducto principal (nos referimos a los recorridos A2-B; A3-C; A4-D; A5-E). Ver **Figura 3-15**

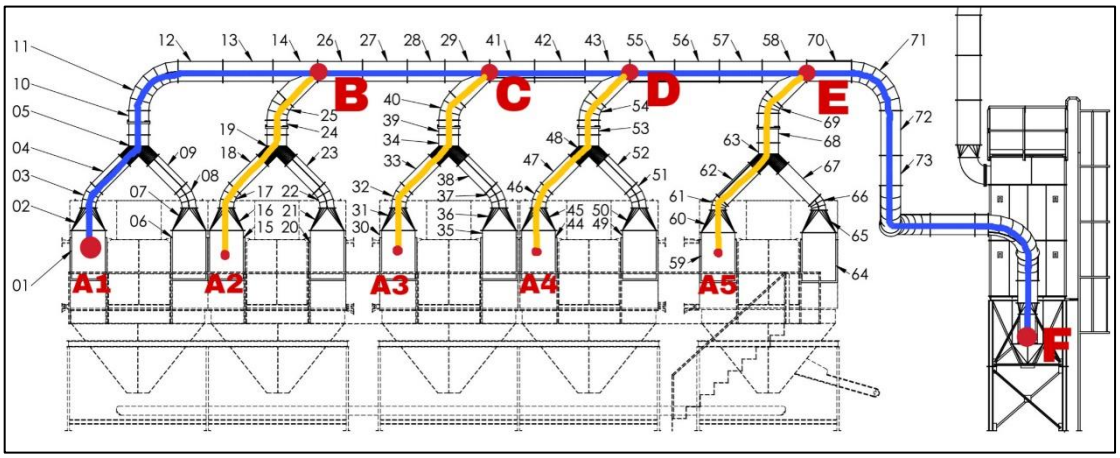


Figura 3-15: Esquema de referencia vista principal cañería sucia

En cada unión (puntos B, C, D y E) la Pe calculada para los dos conductos confluyentes debe ser la misma ó bien la relación entre la Pe más baja y la más alta no debe ser inferior a 0,95, ya que, si la diferencia entre la Pe más baja y la más alta es menor a 0,95, se debe intentar rediseñar el ramal para alcanzar la diferencia satisfactoria.

Cuando la relación entre las presiones estáticas está comprendida entre 0,95 y 1 la corrección de caudal es menor del 2,5% y generalmente puede ser despreciada. La diferencia de presiones no se tiene en cuenta en este caso y se considera que los dos ramales están equilibrados, tomando la PE correspondiente a la mayor de ambas.

En el diseño preliminar, los ramales 2, 3, 4 y 5 primeramente mantenían el mismo trazado, con curvas de 45° Ø 310 de Rm =2D en el caso de las piezas: 17, 22, 32, 37, 46, 51, 61 y 66. Y curvas de 45° Ø440 Rm 1,5D en el caso de las piezas 25, 40, 54, 69. Respecto a esta primera propuesta al realizar los cálculos se observa que la relación entre Pe del Ramal 4 y 5 con respecto a la Pe que trae el ramal principal está por debajo de los 0,95, esto es 0,91 y 0,86 respectivamente. Ver **Tabla 3-18.** Este inconveniente sucede en los puntos D y E de la **Figura 3-15**.

Tabla 3-18: Cálculos de equilibrado de Pe.

Punto de referencia en Figura 3-16	Ramal 1 (principal)	Pe [mmca]	Ramal 2 (A2-B)	Pe [mmca]	Ramal 3 (A3-C)	Pe [mmca]	Ramal 4 (A4-D)	Pe [mmca]	Ramal 4 (A4-D) corregido	Pe [mmca]	Ramal 5 (A5-E)	Pe [mmca]	Ramal 5 (A5-E) corregido	Pe [mmca]	Relación	Relación corregida
Nro de piezas. Ubicación en Figura 3-16	Ing. a boca	7,5	Ing. a boca	7,5	Ing. a boca	7,5	Ing. a boca	7,5	Ing. a boca	7,5	Ing. a boca	7,5	Ing. a boca	7,5		
	01 ó 06	29,9	15 ó 20	29,9	30 ó 35	29,9	44 ó 49	29,9	44 ó 49	29,9	59 ó 64	29,9	59 ó 64	29,9		
	02 ó 07	4,5	16 ó 21	4,5	31 ó 36	4,5	45 ó 50	4,5	45 ó 50	4,5	60 ó 65	4,5	60 ó 65	4,5		
	03 ó 08	4,0	17 ó 22	4,0	32 ó 37	4,0	46 ó 51(Rm 2D)	4,0	46 ó 51(Rm 1D)	8,4	61 ó 66 (Rm 2D)	4,0	61 ó 66 (Rm 1D)	8,4		
	04 ó 09	1,3	18 ó 23	1,3	33 ó 38	1,3	47 ó 52	1,3	47 ó 52	1,3	62 ó 67	1,3	62 ó 67	1,5		
	05	6,0	19	6,0	34	6,0	48	6,0	48	6,0	63	6,0	63	6,0		
	10	0,5	24	0,5	39	0,5	53	0,5	53	0,5	68	0,5	68	0,6		
	11	8,0	25	5,8	40	5,8	54	5,8	54	5,8	69 (Rm 1,5D)	5,8	69 (Rm 1D)	8,3		
	12	0,9	14B	5,3	29	5,3	43	5,3	43	5,3	58	5,3	58	5,3		
	13	1,1														
	14A	1,0														
B	Pe (A1-B)	64,7	Pe (A2-B)	64,8											1,00	
	26	0,9														
	27	0,9														
	28	0,8														
	29	1,0														
C	Pe (A1-C)	68,3			Pe (A2-C)	64,8									0,95	
	41	0,9														
	42	1,1														
	43	1,0														
D	Pe (A1-D)	71,3					Pe (A3-D)	64,8	Pe (A3-D) Correg.	69,1					0,91	0,97
	55	0,9														
	56	0,9														
	57	0,9														
	58	1,0														
E	Pe (A1-E)	75,0									Pe (A4-E)	64,8	Pe (A4-E) Correg.	71,9	0,86	0,96

Se procede a equilibrar los puntos D y E modificando el diseño del Ramal 4 y 5.

En el Ramal 4 se modifican las curvas 46 y 51 reduciendo su radio medio a 1D (Rm=310mm), esto genera un aumento de la pérdida de carga y se logra aumentar la relación en el punto D a **0,97 valor dentro del rango buscado**. Ver **Tabla 3-18**.

En el ramal 5 se modifican las curvas 61 y 66 reduciendo su radio medio a 1D (Rm=310mm) y la curva 69 reduciendo su radio medio a 1D (Rm=440mm), estas modificaciones generaran un aumento de pérdida de carga que proporcionará una nueva relación en el punto E de **0,96 valor dentro del rango buscado**. Ver **Tabla 3-18**.

De esta manera se puedría dar por finalizado el equilibrado y concluir el diseño de cañerías bajo las modificaciones planteadas. Ver **Anexo**

Capítulo 4: Selección del Ventilador y el Colector de Polvo.

4.1. Selección del Ventilador:

Para la selección del ventilador, se deberá tener en cuenta principalmente la Presión estática necesaria a suministrar y el caudal total.

Tal como se ha expresado en la introducción, en el presente sistema de aspiración, se aspirará una tolva por vez, por lo cual el caudal total es igual al calculado en la **sección 2.2**, **Q tolva = Q total = 200m3/min.**

La Pe necesaria será la que se obtuvo como resultado en la **sección 3.4.4**, **Pérdida de carga total del sistema= Pe(total) = 314,28mmca**.

Con los anteriores valores de Pe y Q se seleccionará un ventilador centrífugo de palas curvadas hacia atrás, ya que, este tipo de ventiladores estarán en concordancia con los valores buscados. Además, son más silenciosos y son naturalmente autolimitantes de potencia, lo cual los vuelve muy indicados para la aplicación en cuestión.

Según la marca Air Swing Ventiladores, podemos seleccionar un electro ventilador centrífugo autolimitante de potencia de alto rendimiento **S.A.S.E. Modelo AB 400** (Ver **Tabla 4-1**) con las siguientes características:

-Q=214m3/min.

-Pe=330mmca.

-Velocidad del rotor 2392rpm

-Potencia absorbida 23BHP.

-Boca de entrada: Ø645mm.

-Boca de salida: 680mm x 450mm.

-Acople indirecto a través de poleas y correas con rieles tensores.

-Motor de 30HP a 2800rpm Marca WEG 380/660V eficiencia estándar IE1, aislación clase “F” blindado 100% apto para uso continuo.

-Rodamientos 22210 para Øeje=45mm (Marca SNR con soporte, manguitos y anillos).

-Base de UPN 80.

-Puerta de inspección en caracol.

-Pintura fondo epoxi y terminación con sintético poliuretano.

Ver **Anexo B** para visualizar la tabla de dimensiones generales del ventilador.

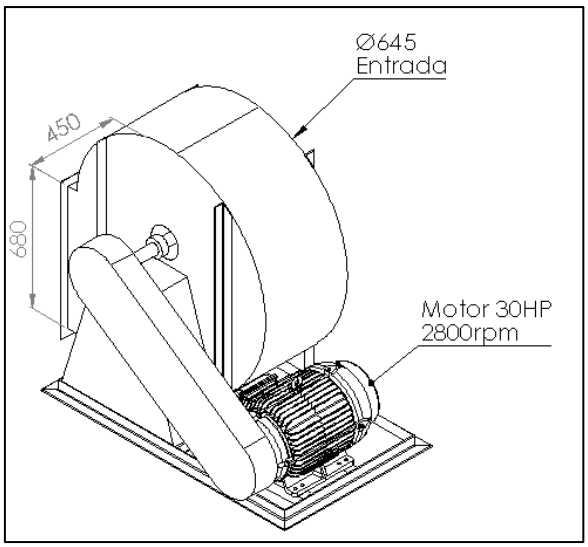


Figura 4-1: Esquema ventilador centrífugo Modelo AB400

Tabla 4-1: Caudal y presión de modelo AB400

AIRSWING VENTILACION

Boca de entrada: Ø 650 mm.
Boca de salida: 485 mm x 675 mm

Modelo AB-400 SASE

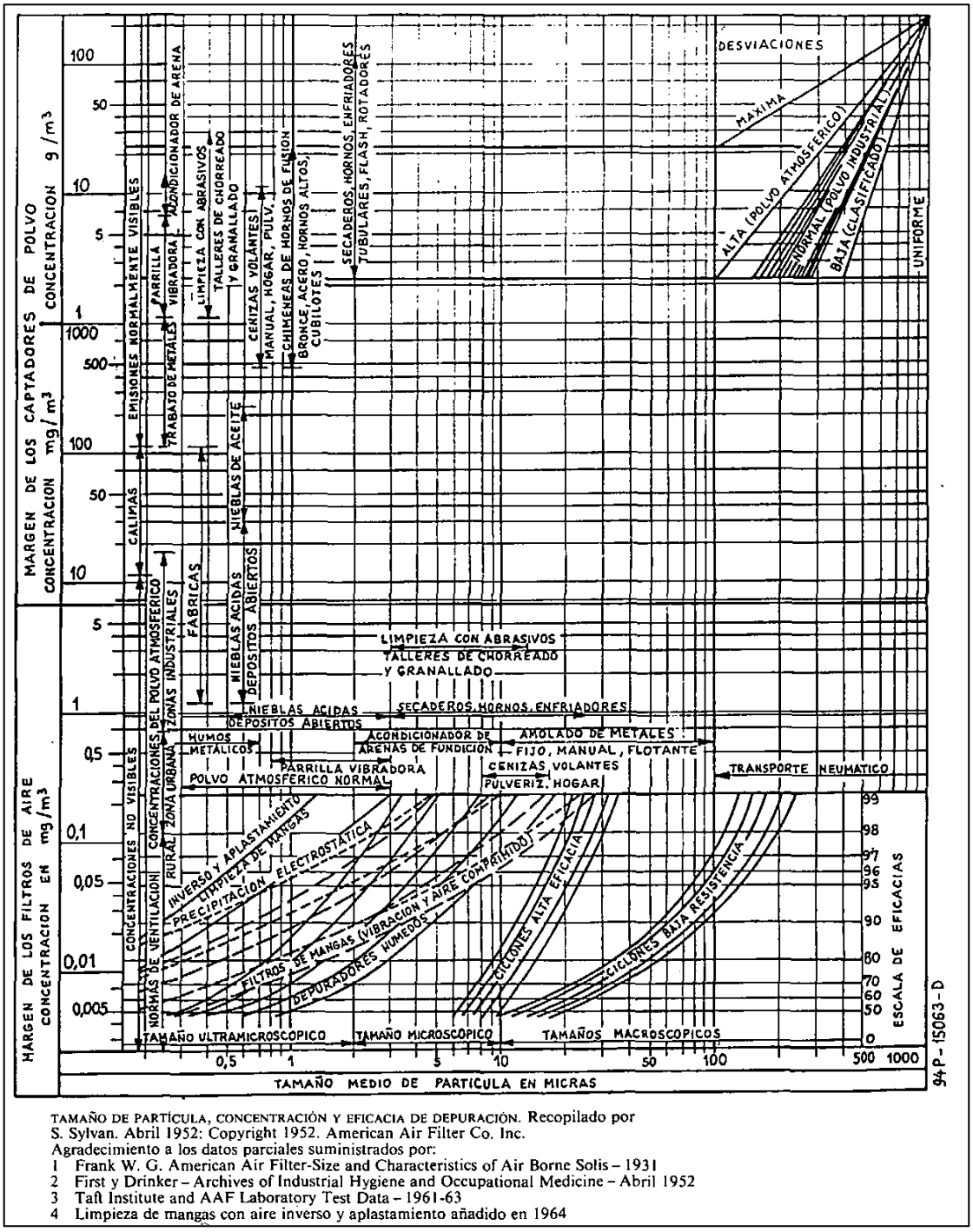
Vel.	Cauda	6 mmCA		10 mmCA		13 mmCA		16 mmCA		19 mmCA		22 mmCA		25 mmCA		32 mmCA		38 mmCA		Carga Límite	
m/seg	m3/min	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP
4,06	78	414	0,17	468	0,23	516	0,3	560	0,37	602	0,44	643	0,52	681	0,6	752	0,77	816	0,95	410	0,17
4,57	88	439	0,2	489	0,27	535	0,34	576	0,42	619	0,49	656	0,58	693	0,66	762	0,84	826	1,1	455	0,23
5,08	97	463	0,24	512	0,31	556	0,39	597	0,47	635	0,55	671	0,64	706	0,73	775	0,92	837	1,1	500	0,31
5,58	107	490	0,29	535	0,36	578	0,45	619	0,53	655	0,62	689	0,72	724	0,81	788	1	850	1,2	545	0,4
6,1	117	519	0,34	561	0,42	603	0,51	640	0,6	676	0,7	709	0,8	742	0,9	805	1,1	861	1,3	590	0,5
6,6	127	549	0,41	588	0,49	626	0,58	663	0,7	696	0,78	730	0,88	762	0,99	822	1,2	880	1,4	635	0,63
7,11	136	580	0,48	615	0,57	651	0,66	687	0,76	721	0,87	751	0,98	783	1,1	841	1,3	896	1,6	680	0,77
7,61	146	612	0,56	644	0,65	678	0,75	710	0,86	745	0,97	774	1,1	805	1,2	863	1,4	916	1,7	725	0,93
8,13	156	644	0,65	675	0,75	706	0,85	738	0,96	768	1,1	799	1,2	826	1,3	882	1,6	936	1,8	770	1,2
8,63	166	676	0,76	706	0,86	735	0,97	765	1,1	795	1,2	823	1,3	852	1,5	905	1,7	958	2	815	1,3
9,15	175	710	0,88	737	0,98	764	1,1	793	1,2	821	1,3	848	1,5	876	1,6	928	1,9	980	2,1	860	1,6
9,65	185	744	1	770	1,1	795	1,3	820	1,3	849	1,5	875	1,6	901	1,7	951	2	1000	2,3	905	1,8
10,17	195	777	1,2	803	1,3	826	1,4	851	1,5	876	1,6	902	1,8	926	1,9	976	2,3	1024	2,5	950	2,1
11,18	214	845	1,5	869	1,6	890	1,7	914	1,9	936	2	957	2,1	980	2,3	1030	2,6	1072	2,9	995	2,4
12,2	233	915	1,8	935	2	955	2,1	976	2,3	995	2,4	1018	2,6	1039	2,7	1080	3	1125	3,4	1040	2,5
13,21	253	987	2,3	1002	2,5	1022	2,6	1045	2,8	1060	2,9	1080	3,1	1099	3,2	1137	3,6	1178	3,9	1085	3,1
14,23	273	1051	2,8	1071	3	1090	3,2	1108	3,3	1126	3,5	1142	3,6	1160	3,8	1196	4,2	1231	4,5	1130	3,5
15,23	292	1121	3,4	1140	3,5	1157	3,8	1168	3,9	1190	4,1	1208	4,3	1225	4,5	1258	4,9	1240	5,2	1175	4

Vel.	Cauda	51 mmCA		63 mmCA		76 mmCA		89 mmCA		102 mmCA		114 mmCA		127 mmCA		140 mmCA		152 mmCA		Carga Límite	
m/seg	m3/min	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP
7,11	136,0	996	2	1094	2,6	1183	3,1	1265	3,7	1340	4,2	1414	4,9	1482	5,6	1555	6,3	1619	7	1220	4,4
7,61	146,0	1014	2,2	1109	2,7	1193	3,3	1276	3,9	1352	4,5	1426	5,2	1493	5,9	1562	6,6	1624	7,2	1265	4,9
8,13	156,0	1032	2,4	1120	2,9	1206	3,5	1288	4,1	1362	4,8	1435	5,5	1506	6,2	1572	6,8	1635	7,6	1310	5,5
8,63	166,0	1051	2,5	1137	3,1	1219	3,8	1300	4,4	1376	5	1447	5,7	1511	6,4	1580	7,1	1641	7,9	1355	6,1
9,15	175,0	1071	2,7	1157	3,3	1257	4	1314	4,6	1389	5,3	1458	6	1525	6,8	1589	7,5	1650	8,2	1400	6,7
9,65	185,0	1091	2,9	1173	3,6	1252	4,2	1328	4,9	1400	5,6	1472	6,3	1535	7,1	1604	7,8	1664	8,6	1445	7,3
10,17	195,0	1111	3,1	1194	3,8	1270	4,5	1344	5,1	1413	5,8	1481	6,6	1550	7,4	1613	8,2	1675	9	1490	8,1
11,18	214,0	1157	3,6	1238	4,3	1310	5	1381	5,7	1450	6,5	1511	7,2	1580	8,1	1638	8,9	1699	9,7	1535	8,9
12,2	234,0	1207	4,1	1279	4,8	1354	5,6	1420	6,4	1483	7,2	1548	8	1609	8,8	1665	9,7	1721	11	1580	9,6
13,21	253,0	1253	4,7	1329	5,5	1396	6,2	1465	7	1526	7,9	1587	8,8	1645	9,7	1705	11	1759	11	1625	10
14,23	273,0	1308	5,3	1375	6,1	1442	7	1505	7,8	1565	8,7	1631	9,6	1681	10	1739	12	1793	12	1670	11
15,23	292,0	1359	6	1424	6,9	1490	7,7	1550	8,7	1609	9,6	1671	11	1728	11	1780	12	1834	13	1715	12
16,25	312,0	1412	6,8	1477	7,7	1537	8,6	1600	9,6	1655	11	1711	12	1766	13	1820	14	1871	15	1760	13
17,26	331,0	1476	7,7	1530	8,6	1590	9,6	1648	11	1703	12	1759	13	1810	14	1861	15	1915	16	1805	14
18,28	351,0	1531	8,7	1585	9,7	1643	11	1696	12	1751	13	1805	14	1859	15	1905	16	1956	17	1850	16
19,3	370,0	1593	9,9	1843	11	1693	13	1750	13	1803	14	1854	15	1908	16	1955	17	2000	19	1895	17
20,31	390,0	1652	11	1701	12	1756	13	1804	14	1858	15	1905	16	1959	17	2000	19	2049	20	1940	18
21,33	409,0	1719	12	1765	13	1811	14	1860	16	1909	17	1958	18	2008	19	2042	20	2098	22	1985	19

Vel.	Cauda	176 mmCA		203 mmCA		229 mmCA		254 mmCA		279 mmCA		305 mmCA		330 mmCA		356 mmCA		381 mmCA		Carga Límite	
m/seg	m3/min	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP
10,17	195	1790	11	1900	12	2003	14	2100	16	2199	18	2288	20	2376	22	2459	24	2544	26	2030	20
11,18	214	1810	11	1906	13	2030	15	2116	17	2215	19	2304	21	2392	23	2489	25	2553	27	2075	22
12,2	236	1835	12	1944	14	2045	16	2138	18	2231	20	2321	22	2410	24	2492	27	2573	29	2120	23
13,21	253	1860	13	1969	15	2070	17	2160	19	2256	22	2337	24	2428	26	2510	28	2590	30	2165	25
14,23	273,0	1899	14	1995	16	2098	19	2186	21	2276	23	2365	25	2449	27	2531	30	2609	32	2210	26
15,23	292,0	1930	16	2029	18	2119	20	2210	22	2303	24	2388	27	2472	29	2552	32	2630	34	2255	28
16,25	312,0	1969	17	2065	19	2154	21	2233	23	2329	26	2412	28	2498	31	2574	33	0		2300	30
17,26	331,0	2010	18	2103	20	2187	23	2272	25	2357	27	2438	30	2522	32	2600	35	0		2345	32
18,28	351,0	2053	19	2142	22	2229	24	2308	27	2391	29	2471	32	2541	34	2626	37	0		2390	33
19,3	370,0	2093	21	2187	23	2270	26	2348	28	2429	31	2508	34	2582	36	0		0		2435	35
20,31	390,0	2137	23	2223	25	2310	28	2387	30	2469	33	2542	36	2619	38	0		0		2480	37
21,33	409,0	2181	24	2266	27	2351	29	2425	32	2508	35	2581	38	0		0		0		2525	39
22,35	429,0	2239	26	2312	29	2390	31	2471	34	2552	37	0		0		0		0		2570	41
24,38	468,0	2331	30	2413	33	2487	36	2552	39	0		0		0		0		0		2615	44
26,41	508,0	2435	34	2507	37	2583	40	0		0		0		0		0		0		2660	46

* Las cargas límite indican la máxima potencia absorbida a ese número de vueltas (RPM) independientemente del caudal y la presión entregados.
NOTA: Las especificaciones entre líneas indican óptimo rendimiento.

4.2. Selección del Colector:



TAMAÑO DE PARTÍCULA, CONCENTRACIÓN Y EFICACIA DE DEPURACIÓN. Recopilado por S. Sylvan. Abril 1952: Copyright 1952. American Air Filter Co. Inc.
Agradecimiento a los datos parciales suministrados por:
1 Frank W. G. American Air Filter-Size and Characteristics of Air Borne Solis – 1931
2 First y Drinker – Archives of Industrial Hygiene and Occupational Medicine – Abril 1952
3 Taft Institute and AAF Laboratory Test Data – 1961-63
4 Limpieza de mangas con aire inverso y aplastamiento añadido en 1964

Figura 4-2: Tamaño de partícula, concentración y eficacia de depuración. [2]

En la **Figura 4-2** se representan gráficamente las eficacias de captación de los cinco grupos de equipos de depuración de aire en función del tamaño de partícula. Las relaciones representadas son el resultado de ensayos de laboratorio y pruebas de campo, no estimaciones o resultados obtenidos con modelos matemáticos. Las líneas

de cada grupo indican el rango previsto para depuradores que operen según el mismo principio. Otras variables, tales como el tipo de polvo, velocidad de aire, caudal de agua, etc., también pueden tener influencia en el margen de eficacias observable en una aplicación concreta. [2]

En el presente proyecto tendremos las siguientes particularidades:

i) Se intenta depurar con alta eficacia partículas PM10 (10micras) ó de inferior tamaño.
ii) Las concentraciones de particulados que se presentarán serán inferiores a 1mg/m3.
iii) El polvo de fertilizante, suele ser un material higroscópico, con alta adherencia a las superficies y altamente corrosivo.
iv) El funcionamiento del sector puede llegar a ser continuo (24hs), el equipo de filtración deberá poseer un alto grado de durabilidad y bajo mantenimiento diario.

Debido a las particularidades citadas y observando la **Figura 4-2** es que sin lugar a dudas para este proyecto el equipo de filtración más acorde es un filtro de mangas. Y de los puntos iii y iv se puede asegurar que la limpieza de mangas por pulsos de aire comprimido es la que mas se ajusta a las necesidades y requerimientos.

Se concluye que el colector seleccionado será un **Filtro de mangas Pulse-Jet**.

Ver Anexo C: para visualizar características generales de este tipo de filtros.

A continuación, se calculará la cantidad de mangas necesarias y así determinar el modelo/tamaño de Filtro de Mangas Pulse Jet más acorde para este proyecto.

Qasp=200m3/min

Rango de Vel. de filtración recomendada en filtro de mangas pulse jet para fertilizantes: 0.035-0,046 m/s[4]

[4] El origen del rango de velocidades expresado pertenece a determinados ensayos que se consideran parte del know-how del producto “Filtro de mangas FAP” de J&M Ingeniería”

$$\text{Velocidad de filtración adoptada} = 0{,}035\ \text{m/s}$$

$$\text{Área de filtración} = \frac{\text{Qasp}}{\text{Vel de filtración adoptada}} = \frac{200\ [\frac{\text{m3}}{\text{min}}]}{2{,}1\ [\frac{\text{m}}{\text{min}}]} = 95{,}23\ \text{m2}$$

$$\text{Área (1 manga)} = 0{,}953\text{m2}$$

$$\text{Cantidad de mangas} = \frac{95{,}23\ \text{m2}}{0{,}953\text{m2}} \cong 100\ \text{mangas}.$$

Debido que el caudal real que se tendrá en el ventilador seleccionado es de 214m3/min, parece conveniente elegir un modelo con una cantidad de mangas inmediatamente superior al resultado del cálculo. Se selecciona el modelo de Filtro de mangas **F108M2500V2** de la **Tabla 4-2.**

Tabla 4-2: Modelos de Filtro de Mangas Pulse-Jet (J&M Ingeniería)

MODELO	Mangas			Cantidad de válvulas
	Cantidad	Diámetro	Largo	
F108M2500V1/V2	108	127	2,5mts	9
F108M3000V1/V3	108	127	2,5mts	10
F120M2500V1/V2	120	127	3mts	10
F120M3000V1/V2	120	127	3mts	10
F132M2500V1/V2	132	127	2,5mts	11
F132M3000V1/V2	132	127	3mts	11
F144M2500V1/V2	144	127	2,5mts	12
F144M3000V1/V2	144	127	3mts	12
F156M2500V1/V2	156	127	2,5mts	13
F156M3000V1/V2	156	127	3mts	13
F168M2500V1/V2	168	127	2,5mts	14
F168M3000V1/V2	168	127	3mts	14
F180M2500V1/V2	180	127	2,5mts	15
F180M3000V1/V2	180	127	3mts	15
F192M2500V1/V2	192	127	2,5mts	16
F192M3000V1/V2	192	127	3mts	16
F204M2500V1/V2	204	127	2,5mts	17
F204M3000V1/V2	204	127	3mts	17
F216M2500V1/V2	216	127	2,5mts	18
F216M3000V1/V2	216	127	3mts	18
F228M2500V1/V2	228	127	2,5mts	19
F228M3000V1/V2	228	127	3mts	19
F240M2500V1/V2	240	127	2,5mts	20
F240M3000V1/V2	240	127	3mts	20

Para la selección de la tela filtrante se deberá tener en cuenta el material del particulado, ya que se trata de polvo de fertilizante, se utilizará tela de poliéster punzonado 500g/m2 con tratamiento antihumedad por la característica higroscópica.

Capítulo 5: Automatización de captación

Las diferentes propuestas que se desarrollarán a continuación distan específicamente en la lógica y tecnología de detección de utilización de cada tolva y la correspondiente activación de aspiración en cada una de ellas. De esta manera seleccionar el mejor método de detección y utilización, con el fin de asegurar que la aspiración alternativa de cada tolva puede utilizarse de una manera efectiva en cuanto a la eficiencia de la captación de particulados generados en el proceso.

5.1. Propuesta 1: Detección del posicionamiento de la pala mecánica frente a la tolva a cargar.

Teniendo en cuenta unos 200m3/min en cada punto. Se detectará en que tolva debe activarse la aspiración por medio de sensores de piso que detecten el chasis de la pala que se ha posicionado antes de ingresar al cerramiento a volcar el material. Este tipo de sensores son placas que generan un campo magnético y cuando una estructura metálica/chapa como la del chasis de la pala se posicionará por arriba, lo detecta. En el momento de detección se enviará la señal de apertura a la válvula ON-OFF correspondiente, mediante un controlador principal programable.

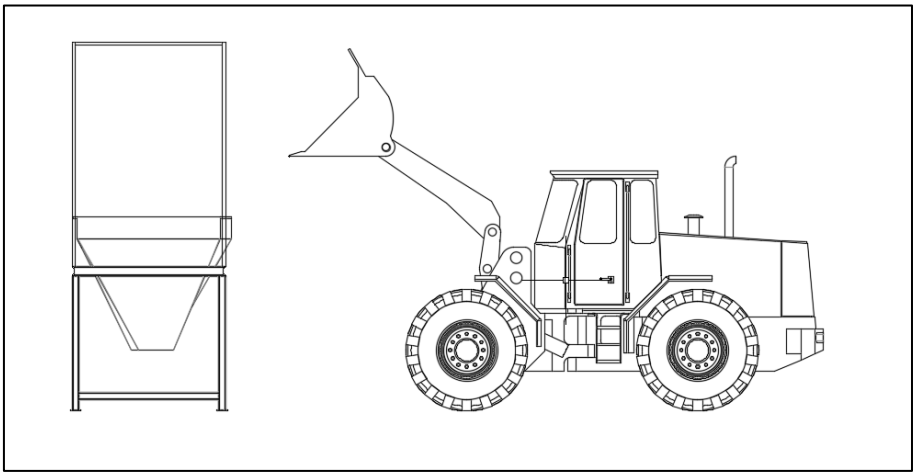


Figura 5-1: Instante **P1** detección en el posicionamiento de pala frente a tolva

5.2. Propuesta 2: Detectando el ingreso de la pala al cerramiento.

Teniendo en cuenta unos 200m3/min en cada punto. Se detectará en que tolva debe activarse la aspiración por medio de sensores de radar ubicados en los cerramientos, quienes detectaran el comienzo de ingreso de la pala mecánica, emitiendo una señal al controlador principal y esté dando la orden de apertura a la válvula ON-OFF correspondiente, mediante un controlador principal programable.

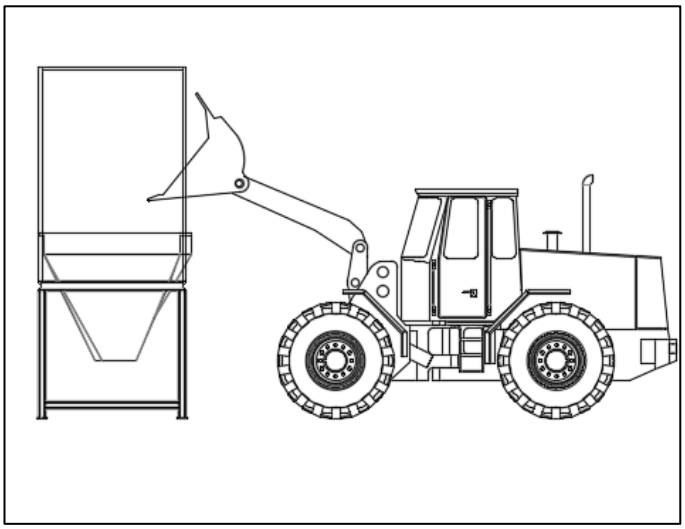


Figura 5-2: Instante **P2** detección en el ingreso de la pala al cerramiento

5.3. Propuesta 3: Detectando el aumento de peso en la tolva.

Teniendo en cuenta unos 200m3/min en cada punto. Y también considerando que cada tolva mezcladora es además balanza y mide el peso del material contenido en ella a través de celdas de carga. Se detectará en que tolva debe activarse la aspiración por medio de la detección del aumento de peso, definiendo la apertura de nuestra válvula ON-OFF cuando el peso detectado supere los 10kg.

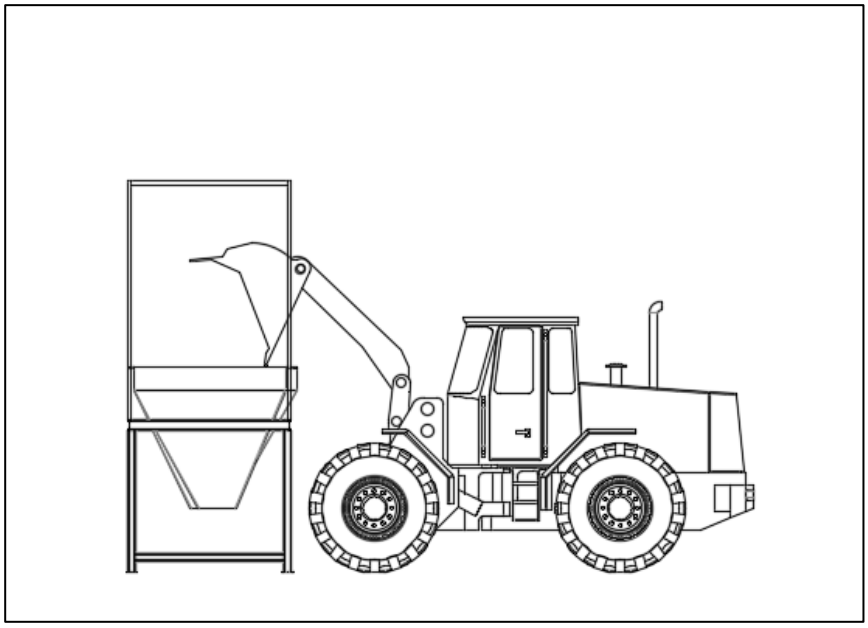


Figura 5-3: Instante P3 detección durante el aumento de peso en tolva por celdas de carga.

5.4. Elección de la solución:

La elección se basará en el análisis de la ventana activa de la aspiración en cada tolva, durante el proceso de carga de material, respecto al intervalo de tiempo de la generación de polvillo.

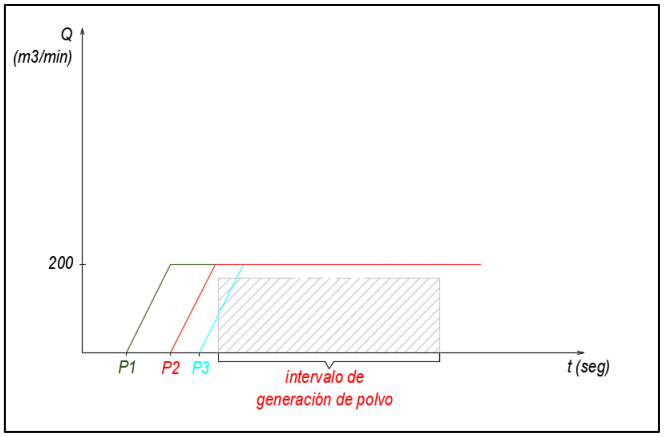


Figura 5-4: Gráfica comparativa de los instantes P1, P2 y P3 (Caudal de aspiración vs tiempo).

Argumentos de selección:

Propuesta 1 (Detección de la pala mecánica posicionándose frente de la pala): en este caso la aspiración comenzará mucho antes de la generación de polvo. Si bien puede ser visto como algo positivo, debemos decir que el comienzo temprano podría producir el temprano cierre de la aspiración de una tolva anteriormente cargada, ya que al ser 5 tolvas en línea estamos hablamos de una secuencia de carga y este aspecto es importante. Además, al tratarse de sensores de piso, podríamos encontrarnos a la dificultad que este sensor detecte la pala en un momento equivocado, por ejemplo, al pasar cerca de una tolva sin necesidad de encontrarse en el proceso de carga de la misma. Esto podría mejorarse con el estúdio minusioso de la ubicación de dicho sensor de piso. Pero también estaríamos frente a dificultades como el paso de otras máquinas como autoelevadores, tijeras, etc.

Propuesta 3 (Detectando el aumento de peso en la tolva): Esta propuesta podría significar un ahorro significativo del presupuesto, ya que no necesitaría la provisión de nuevos sensores. No obstante, presenta características importantes a tener en cuenta. El comienzo de la aspiración se daría en instantes posteriores al inicio de la generación de polvillo. Cuando las celdas de cargan detecten la variación de peso nos encontraremos con el proceso de generación de polvillo ya comenzado. Definir el inicio en un valor bajo de diferencia de peso, no sería muy recomendable, porque la baja precisión de este tipo de balanzas y la posibilidad de restos de material sobre ellas. La finalización del ciclo de aspiración no presentaría demasiados problemas, se daría al detectar diferencia de peso prefijado en otra tolva.

Propuesta 2 (Detección el ingreso de la pala al cerramiento): en esta propuesta la aspiración comenzará en un instante cercano al comienzo de generación de polvo. La finalización de dicha aspiración para darle el comienzo al inicio en otra tolva, se dará cuando los sensores detecten el ingreso de la pala al cerramiento de la siguiente tolva a ser cargada. **Esta será la propuesta elegida.**

La propuesta 2 es la elegida y será descripta de forma general a continuación:

Se proveerá un sistema electrónico de control automático, cuyo objetivo funcional es gobernar la apertura y cierre de 5 (cinco) válvulas de aspiración según las siguientes lógicas de proceso:

1- El sistema realizará la apertura de cada válvula solo cuando la pala de carga ingrese al cerramiento correspondiente a dicha válvula. La válvula permanecerá en posición abierta durante un tiempo estipulado por el usuario. O bien hasta que se detecte el ingreso de una pala a otra tolva. Ambas opciones son posibles de programar.

2- En el momento que una válvula pase a posición abierta, ninguna de las cuatro restantes podrá ponerse en este estado.

3- El sistema podrá alternar entre los modos MANUAL, OFF y AUTOMÁTICO.

4- Cada válvula dispondrá de un sensor magnético que indicará el estado de la misma.

5- Cada cerramiento dispondrá de un sensor tipo radar, quien se encargará de detectar el ingreso de la pala al mismo (ver **Figura 5-5**). Esta serie de radar trabaja a una frecuencia de 80 Ghz lo que permite una mejor focalización reduciendo la apertura del Haz de radar. Por otra parte, dispone de un algoritmo llamado “análisis de movilidad de eco”, lo que le permite tener desempeños totalmente fiables en atmosferas complicadas tales como: Generación de condensación en antena, vapor, atmosferas con altos niveles de polvo, agitadores internos, etc.

6- El controlador principal es el LOGO V8 de la firma SIEMENS.

7- Los sensores de radar enviaran información a los módulos de entrada analógica, los cuales serán programados para interpretar la presencia de la pala en el interior del cerramiento.

8- El tablero de control contará con una pantalla de diálogo para poder ingresar valores de tiempo de aspiración, visualizar fallas y estados de sensores.

9- Se encuentra previsto entradas de reserva de PLC en caso que se desee tomar lectura o acción del driver de motor de aspiración.

10-Cada válvula ON-OFF será de tipo Clapeta, accionadas por un actuador neumático conectado a una electroválvula (ver **Figura 5-6**) y serán parte de la cañería de cada ramal destinado a cada cerramiento. (ver **Figura 5-7**)

5.5. Diagrama de flujo de lógica programable.

A continuación, se explicitará el diagrama de flujo de la lógica programable para las válvulas 1,2 y 3 de apertura a la aspiración de sus tolvas correspondientes. La lógica de las válvulas 4 y 5 no se representa ya que son similares a las 2 y 3.Ver **Figura 5-8**

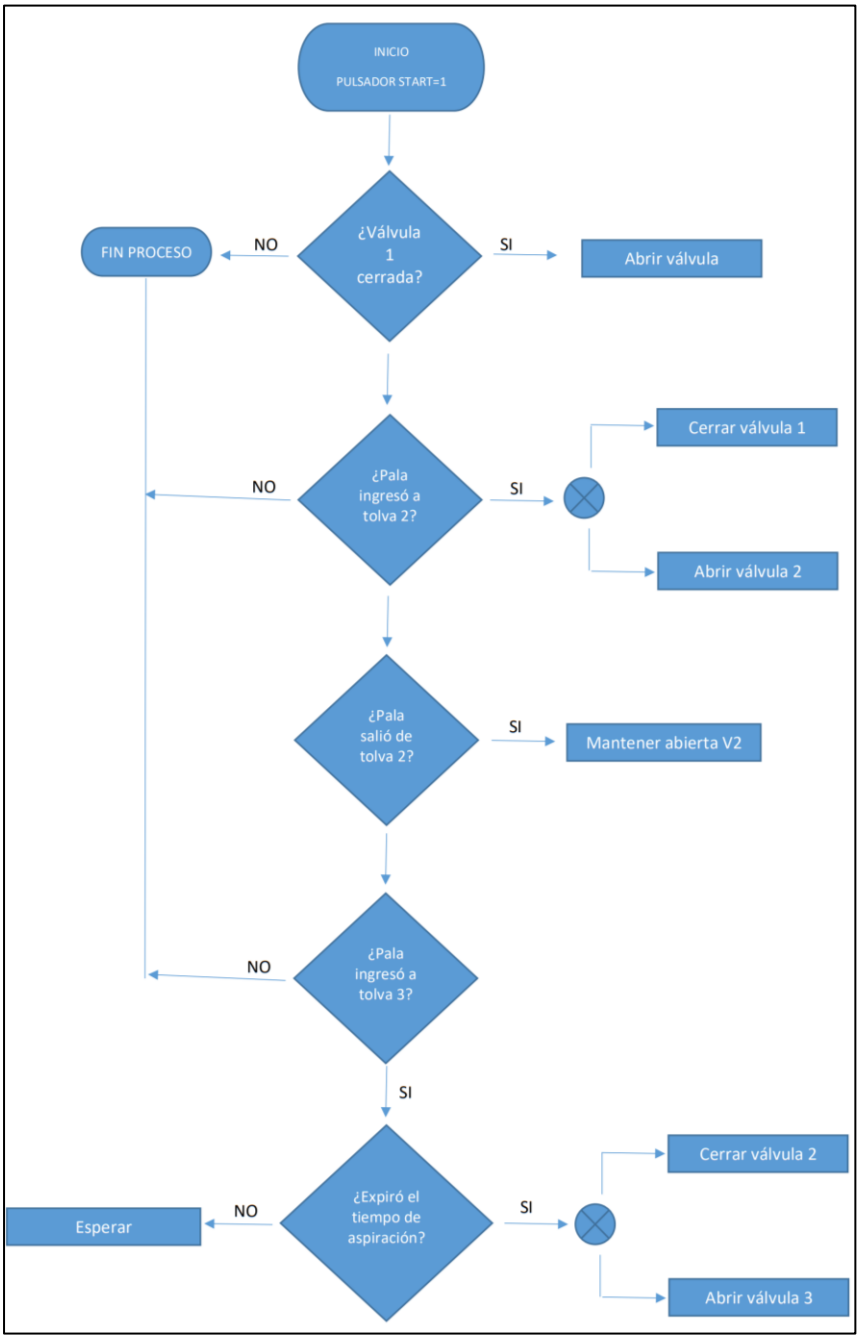


Figura 5-8: Diagrama de flujo para aperturas de válvulas.

5.6. Diagrama de conexiones Neumáticas y eléctricas

A continuación, en la **Figura 5-9** se expondrá el diagrama de conexiones neumáticas y eléctricas trabajado y logrado en el software de simulación Festo FluidSim.

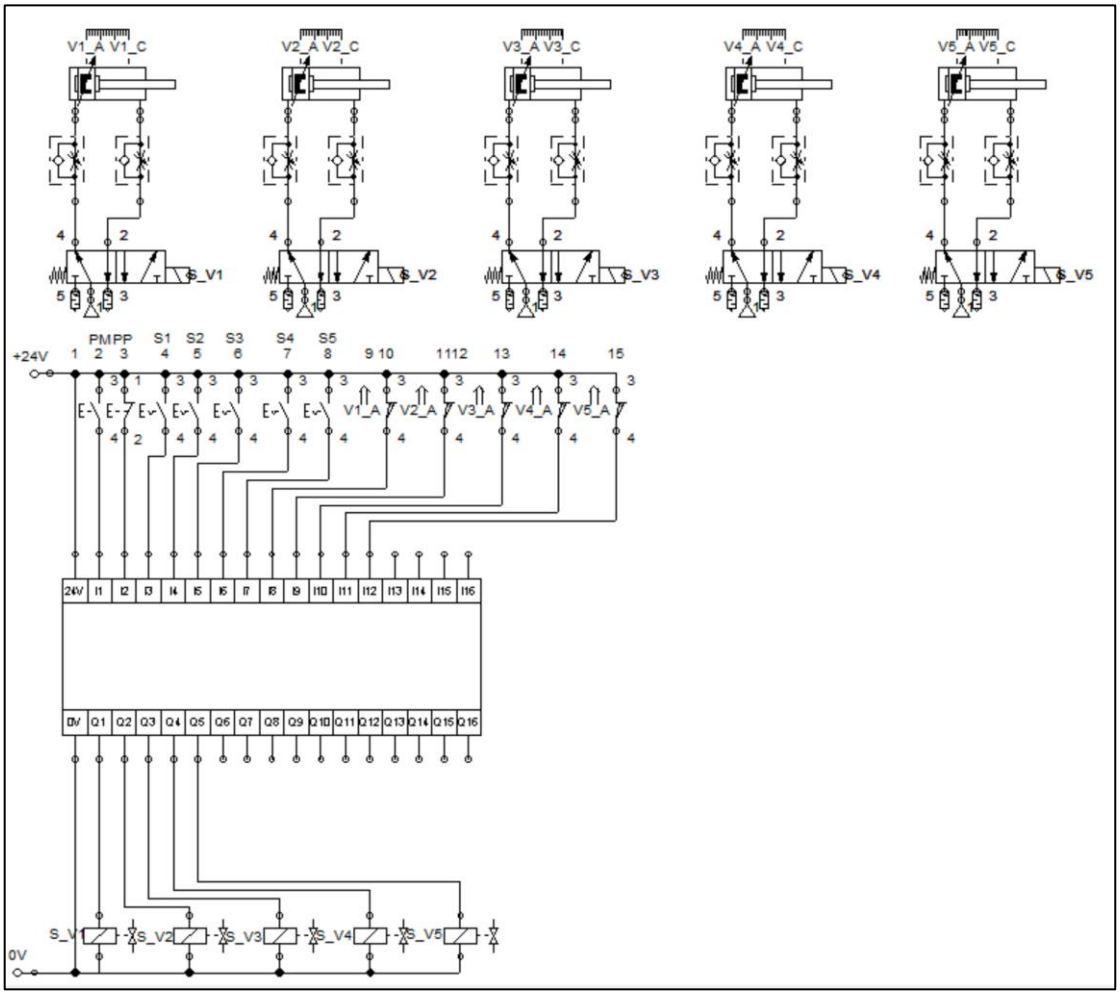


Figura 5-9: Diagrama de conexiones Eléctricas-Neumáticas

Para finalizar, se detallará el listado de componentes eléctricos que se utilizaron:

Tabla 5-1: Componentes eléctricos de automatización

Elemento	Descripción / características	Fabricante	Aplicación	Cantidad
PLC	Logo! 8.3 24CE -24VCC 8DI+4DO (Transistor)	Siemens	Control de proceso	1
Módulo de ampliación	Logo! 8.3 24CE -24VCC 4DI+4DO (Transistor)	Siemens	Control de proceso	1
Pantalla HMI	Logo TDE 24VCC + 2 Puertos Ethernet	Siemens	Visualización de proceso	1
Fuente	220VAC/24VDC 10A	AEA	Alimentación sistema lógico	1
Sensor magnético	Reed switch 1NA + 1NC 5A 24VDC	Intor	Detección de válvula abierta/cerrada	5
Sensor radar	Radar VEGA serie PULS11: Rango: 8m / Precisión: 5mm / Temp: Hasta 60°C / Salida:4-20Ma.	Vega	Detección de ingreso de pala a zona de descarga	5
Electroválvula	Monoestable 5/2 1.4 accionamiento por solenoide 24VDC, reposición por resorte	Intor	Apertura/cierre de válvulas	5
Relé interfase	Relé + zocalo 24VDC 20mA comando, 5A potencia	AEA	Accionamiento de electroválvulas	5

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

Podemos concluir que el objetivo de diseñar un sistema de aspiración localizada efectivo, eficiente y económico fue logrado con éxito.

El sistema desarrollado tendrá una alta efectividad de captación por su alto caudal por cada tolva y por la posición de sus bocas de aspiración repartidas y cercanas al origen del particulado.

También se puede afirmar que será eficiente, ya que la elección del tipo de automatización y aspiración individual alternativa por cada tolva nos permitirá sólo destinar caudal donde se esté originando polvillo.

Por último, se está enfrente de un sistema económico en comparación de lo que sería decidir aspirar en simultaneo los 5 puntos de generación de polvo. Se puede asegurar que este proyecto tendría un costo sumamente inferior (50%) al de aspirar en simultáneo las 5 tolvas.

Recomendaciones

Será de vital importancia tener presente durante la materialización de este tipo de proyectos, la característica corrosiva del fertilizante.

Deberá presentarse especial atención a este tema, ya que de no ser así los equipos, cañerías, cerramientos y demás componentes disminuirían drásticamente su vita útil. Esto es, estudiar y determinar el esquema de pintura necesario para toda estructura o equipo fabricado con acero al carbono, se recomienda utilizar fondos epoxi preferentemente fenólico con un espesor mayor a 250 micrones y una terminación poliuretánica de un espesor de 250 micrones, todo previamente arenado para asegurar la adherencia de la pintura epoxi.

También será de suma importancia la utilización de aceros inoxidables en cada elemento que sea posible, por ejemplo, cañerías sucias.

Bibliografía

[1] i. P. L. Chiatello, Proyectos de ventilación Industrial, Rosario, 2007.

[2] Ricardo Goberna, Ventilación Industrial. Manual de recomendaciones prácticas para la prevención de riesgos profesionales, Valencia: Generalitat Valenciana, 1992.

[3] V. Baturin, Fundamentos de la ventilación Industrial, Editorial Labor S.A, 1976.

[4] E. C. Royo, Ventilación Industrial, Calculo y Aplicaciones, Parainfo S.A, 2001.

Anexo A: Fichas técnicas de fertilizantes (fuente: Profertil S.A)

Producto	Elementos de Protección Personal
UREA	 **Guantes**  **Protección Respiratoria**  **Gafas**

SECCION 1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO	
Identificador SGA del Producto	Urea Granulada
Otros Medios de Identificación	No Posee
Uso Recomendado y Restricciones: En la industria agropecuaria como fertilizante	**TELEFONO DE EMERGENCIA LAS 24 HS** (0291) 459-8188 - (0291) 459-8008 - Vigilancia (0291) 154-050419 - Guardia MASS (0291) 459-8196 - Servicio Médico
FABRICANTE Profertil S.A. Planta de Fertilizantes, Puerto de Ing. White – Zona Cangrejales, Bahía Blanca, Argentina	**DISTRIBUIDOR** Profertil S.A. Planta de Fertilizantes, Puerto de Ing. White – Zona Cangrejales, Bahía Blanca, Argentina

SECCION 2. IDENTIFICACION DE LOS PELIGROS							
Clasificación de la Sustancia	**Clasificación**		**Etiquetado**				
			Pictograma				**Código de Indicación de Peligro**
	Clase de Peligro	**Categoría de Peligro**	**SGA**	**Reglamentación Modelo de las Naciones Unidas**	**Palabra de Advertencia**	**Indicación de Peligro**	
	No clasificado	No Aplicable					
Resumen	No clasificado como materia peligrosa de acuerdo con la Directiva 92/32/EEC. El producto no está considerado tóxico para los humanos. No es cancerígeno, mutagénico ni teratogénico según ACGIH, EPA, IARC, OSHA. Su descomposición puede afectar la vida acuática. El contacto con el polvo de este producto puede producir irritación en los ojos, las vías respiratorias y la piel.						

SECCION 3. INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES					
Composición: 46% N_2		**Comercialización:** Granulado en bolsa y a granel.			
Nombre Químico Común	**Sinónimos de la Sustancia**	**Número CAS**	**Familia Química**	**Fórmula**	**Composición (% por peso)**
Urea	Fertilizante Urea Granulada	57-13-6	Carbamida – Amida Alifática	$CO(NH_2)_2$	>98
Urea, productos de reacción con Formaldehído	UF	68611-64-3	-	-	<1
Biuret	-	108-19-0	-	$NH(CONH_2)_2$	<1,5

SECCION 8. CONTROLES DE EXPOSICION/PROTECCION PERSONAL	
Parámetros de control	No hay tablas ni límites de exposición ocupacional específico. ACGIH TLV-TWA / Res. MTEySS Nº 295/03: Partículas (insolubles) no especificadas de otra forma (PNEOF) 10 mg/m³ en 8 horas como fracción inhalable y 3 mg/m³ como fracción respirable. OSHA PEL: Polvo total: 15 mg/m³ TWA (8 horas).
Controles técnicos apropiados	Mantener las concentraciones de polvo en aire por debajo de los límites de exposición ocupacionales. Si fuese necesario, se deberá recurrir a la ventilación local por aspiración.
Medidas de protección individual, elementos de protección personal (EPP's)	Para evitar el contacto con la piel o los ojos, use ropa manga larga que proteja las extremidades y/o mameluco, guantes de vaqueta, anteojos de seguridad. En caso de presencia de altas dispersiones y concentraciones de polvo, utilice mameluco impermeable, guantes de PVC y protección respiratoria para polvos homologada.

SECCION 9. PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS			
Apariencia		**Estado físico:** Sólido (Granulado) **Color:** Blanco	
Olor	Levemente amoniacal	**Presión de vapor**	0.002 Pa @ 25 °C
Umbral olfativo	No disponible	**Densidad de vapor**	No aplicable
pH (10% sol. en agua)	8	**Solubilidad**	624 g/L @ 20 °C 40% a 0 ºC, 88% a 100 ºC (en agua)
Punto de fusión / congelación	132,7 ºC	**Coeficiente de reparto n-octanol/agua**	Insoluble en octanol
Punto inicial e intervalo de ebullición	No disponible	**Temperatura de autoinflamación**	No disponible
Punto de inflamación	No disponible	**Temperatura de descomposición**	190 ºC
Tasa de evaporación	No aplicable	**Densidad relativa**	1.33 @ 20 °C
Inflamabilidad	No inflamable	**Densidad aparente**	Granel: aproximadamente 720 kg/m³ Embolsado: aproximadamente 810 kg/m³
Límites superior / inferior de inflamabilidad o explosividad	No disponible	**Viscosidad**	No disponible

SECCION 10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD	
Estabilidad química	El producto es estable.
Posibilidad de reacciones peligrosas	Levemente reactivo con agentes reductores, oxidantes, ácidos, álcalis y agua. Es explosivo cuando se mezcla con hipocloritos, formando tricloruro de nitrógeno que puede explotar espontáneamente. No mezclar o depositar con nitrato de amonio.
Condiciones que deben evitarse	Elevadas temperaturas y humedad.
Materiales incompatibles	Incompatible con halógenos, peróxido de hidrógeno, hidrocarburos clorados, ácido nítrico, agentes oxidantes y ácido sulfúrico.
Productos de la descomposición peligrosos	La exposición a altas temperaturas produce gases tóxicos por descomposición térmica: amoníaco (NH_3), óxidos de nitrógeno (NO_X), óxidos de carbono (CO, CO_2) y agua.
Observaciones especiales	Absorbe la humedad del aire. Es higroscópico. La hidrólisis lenta puede producir ácidos corrosivos.

Producto	Elementos de Protección Personal		
FOSFATO MONOAMONICO (MAP)	 Guantes	 Protección Respiratoria	 Gafas

SECCION 1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO	
Identificador SGA del Producto	Fosfato Monoamónico
Otros Medios de Identificación	MAP Fosfato di-Ácido de Amonio
Uso Recomendado y Restricciones: En la industria agropecuaria como fertilizante	**TELEFONO DE EMERGENCIA LAS 24 HS** • (0291) 459-8188/8008, (0291) 154-050421 Vigilancia • (0291) 154-050419 Guardia MASS • (0291) 459-8196 - Servicio Médico
Proveedor y Distribuidor **Profertil S. A.** Tel: 291 4598000	• Terminal San Nicolás. Av. Román Subiza (Ex Av. Rivadavia) Esquina Calle acceso a PNA (Prefectura Naval Argentina) Zona Portuaria (2900). San Nicolás de los Arroyos, Pcia. Buenos Aires. • Terminal Puerto Gral. San Marín. Héroes de Malvinas 8608, (2202) -Puerto General San Martín (PGSM). Pcia. Santa Fe.

SECCION 2. IDENTIFICACION DE LOS PELIGROS							
Clasificación de la Sustancia	**Clasificación**		**Etiquetado**				
	Clase de Peligro	**Categoría de Peligro**	**Pictograma**		**Palabra de Advertencia**	**Indicación de Peligro**	**Código de Indicación de Peligro**
			SGA	**Reglamentación Modelo de las Naciones Unidas**			
	No aplicable.						
Resumen	No clasificado como materia peligrosa de acuerdo con la Directiva 92/32/EEC y por el Reglamento (CE) Nº 1272/2008 [CLP / SGA] . El producto no está considerado tóxico para los humanos. No es cancerígeno, mutagénico ni teratogénico según ACGIH, EPA, IARC, OSHA. Su descomposición puede afectar la vida acuática. El contacto con el polvo de este producto puede producir irritación en los ojos, las vías respiratorias y la piel.						

SECCION 3. INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES					
Composición: Constituyente, Impureza y Aditivos.		**Comercialización:** Granulado en bolsa y a granel.			
Nombre Químico Común	**Sinónimos de la Sustancia**	**Número CAS**	**Familia Química**	**Fórmula**	**Composición (% por peso)**
Fosfato Monoamónico	MAP	7722-76-1	Sales de Amonio / Fosfatos	$PO_4H_2NH_4$	> 70
Sulfato de Amonio +Fosfato diamónico+ Sulfato de Calcio.	-	7783-20-2 7783-28-0	-	SO_4Ca/ $PO_4H(NH3)_2$/ $SO_4(NH3)_2$	< 25

Condiciones de almacenamiento seguro	Almacenar en áreas secas, templadas y ventiladas adecuadamente (si fuese necesario utilizando controles técnicos apropiados), para mantener las concentraciones de material particulado por debajo de los límites de exposición. Evitar el contacto con sustancias incompatibles.
SECCION 8. CONTROLES DE EXPOSICION/PROTECCION PERSONAL	
Parámetros de control	No hay límites de exposición ocupacional específico. ACGIH TLV-TWA / Res. MTEySS Nº 295/03 CMP: 10 mg/m³ en 8 horas como polvo inhalable. OSHA PEL: Polvo total: 15 mg/m³ TWA (8 horas), Fracción respirable: 5 mg/m³ TWA /CMP (8 horas)
Controles técnicos apropiados	Mantener las concentraciones de polvo en aire por debajo de los límites de exposición ocupacionales. Si fuese necesario, se deberá recurrir a la ventilación local por aspiración.
Medidas de protección individual, elementos de protección personal (EPP's)	Para evitar el contacto con la piel o los ojos, use ropa manga larga que proteja las extremidades y/o mameluco, guantes de vaqueta, anteojos de seguridad. En caso de presencia de altas concentraciones de polvo dispersado en el aire, utilice mameluco de PVC, guantes de PVC y protección respiratoria homologada para polvos.

SECCION 9. PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS			
Apariencia		**Estado físico:** Sólido (Cristales) **Color:** Verde claro a gris	
Olor	Inodoro a levemente amoniacal	**Presión de vapor**	No aplicable
Umbral olfativo	17 ppm como NH_3	**Densidad de vapor**	No aplicable
pH (10% sol. en agua)	5	**Solubilidad**	Fácilmente soluble en agua caliente. Soluble en agua fría. Insoluble en etanol y acetona
Punto de fusión / congelación	Se descompone a 190 ºC	**Coeficiente de reparto n-octanol/agua**	El producto es soluble en agua
Punto inicial e intervalo de ebullición	No aplicable	**Temperatura de autoinflamación**	No aplicable
Punto de inflamación	No aplicable	**Temperatura de descomposición**	190 ºC
Tasa de evaporación	No aplicable	**Densidad relativa**	1,62 (agua = 1)
Inflamabilidad	No aplicable	**Densidad aparente**	976 kg/m³ (embolsado)
Límites superior / inferior de inflamabilidad o explosividad	No aplicable	**Viscosidad**	No disponible

SECCION 10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD	
Estabilidad química	El producto es estable
Posibilidad de reacciones peligrosas	Puede ser corrosivo para hierro, aceros dulces, aluminio, zinc y cobre.
Condiciones que deben evitarse	Elevadas temperaturas y humedad.
Materiales incompatibles	Evitar contacto con Materiales alcalinos.

Producto	Elementos de Protección Personal
SULFATO DE AMÓNIO	 Guantes  Protección Respiratoria  Gafas

SECCION 1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO	
Identificador SGA del Producto	Sulfato de Amónio
Otros Medios de Identificación	No posee
Uso Recomendado y Restricciones: En la industria agropecuaria como fertilizante	**TELEFONO DE EMERGENCIA LAS 24 HS** (0291) 459-8188/8008,(0291) 154-050421 Vigilancia (0291) 154-050419 Guardia MASS (0291) 459-8196 - Servicio Médico
FABRICANTE Importado	**DISTRIBUIDOR** Profertil S.A. Terminal San Nicolás, Provincia de Buenos Aires - Argentina

SECCION 2. IDENTIFICACION DE LOS PELIGROS							
Clasificación de la Sustancia	**Clasificación**		**Etiquetado**				
	Clase de Peligro	**Categoría de Peligro**	**Pictograma**		**Palabra de Advertencia**	**Indicación de Peligro**	**Código de Indicación de Peligro**
			SGA	**Reglamentación Modelo de las Naciones Unidas**			
	No aplicable.						
Resumen	No clasificado como materia peligrosa de acuerdo con la Directiva 92/32/EEC y el Reglamento (CE) nº1272/2008 [CLP]. El producto no está considerado tóxico para los humanos. No se encuentra listado como cancerígeno, mutagénico ni teratogénico según ACGIH, EPA, IARC, OSHA. Su descomposición puede afectar la vida acuática. El contacto con el polvo de este producto puede producir irritación en los ojos, las vías respiratorias y la piel.						

SECCION 3. INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES					
Composición: Puro		**Comercialización:** Granulado en bolsa y a granel.			
Nombre Químico Común	**Sinónimos de la Sustancia**	**Número CAS**	**Familia Química**	**Fórmula**	**Composición (% por peso)**
Sulfato de Amonio	Sulfato Diamónico	7783-20-2	Sal de Amonio	$(NH_4)_2\ SO_4$	100

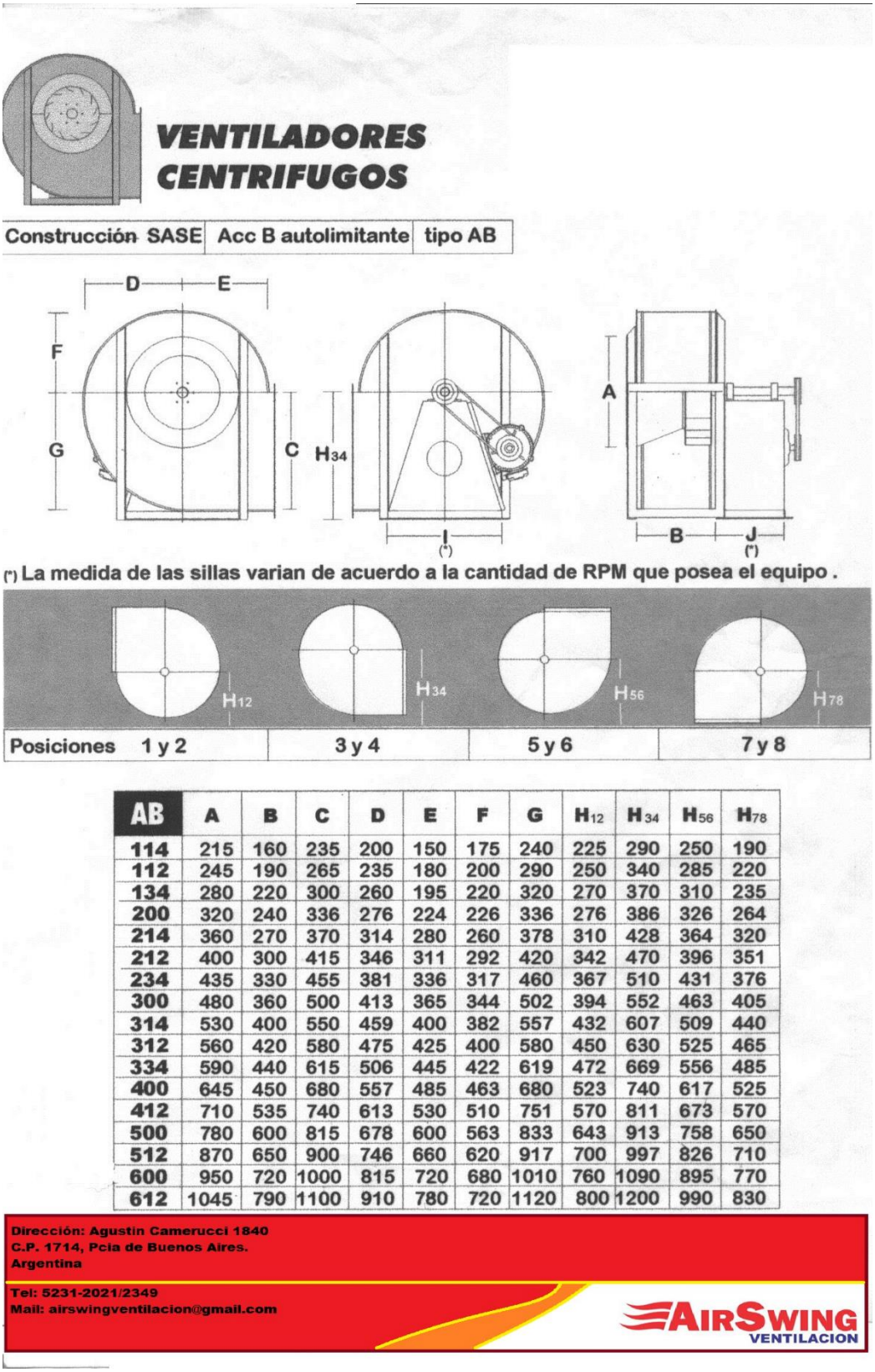
SECCION 4. PRIMEROS AUXILIOS	
Contacto con los ojos	El contacto con el polvo puede causar irritación a los ojos, por ello inmediatamente enjuague los ojos con abundante agua, por lo menos durante 15 minutos, manteniendo los párpados abiertos. Quitar las lentes de contacto si los usa y si se pueden quitar fácilmente. Solicitar atención médica.
Contacto con la piel	El contacto con el polvo puede causar irritación a la piel, por ello lave el área contaminada con abundante agua y jabón. En caso de irritación solicite atención médica. Retirar y lavar las prendas contaminadas y lavarlas antes de volver a usarlas..

SECCION 8. CONTROLES DE EXPOSICION/PROTECCION PERSONAL	
Parámetros de control	No hay tablas ni límites de exposición ocupacional específico. ACGIH TLV-TWA / Res. MTEySS Nº 295/03: Partículas (insolubles) no especificadas de otra forma (PNEOF) 10 mg/m³ en 8 horas para partículas inhalable y 3 mg/m³ en 8 horas para partículas respirables. OSHA PEL: Particulates Not Otherwise Regulated: (PNOR) Polvo total: 15 mg/m³ TWA (8 horas), Fracción respirable: 5 mg/m³ TWA (8 horas).
Controles técnicos apropiados	Mantener las concentraciones de polvo en aire por debajo de los límites de exposición ocupacionales. Si fuese necesario, se deberá recurrir a la ventilación local por aspiración.
Medidas de protección individual, elementos de protección personal (EPP's)	Para evitar el contacto con la piel o los ojos, use ropa manga larga que proteja las extremidades y/o mameluco, guantes de vaqueta/PVC, anteojos de seguridad. En caso de presencia de altas concentraciones de polvo en el aire, utilice mameluco impermeable, guantes de PVC y protección respiratoria para polvos homologada.

SECCION 9. PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS			
Apariencia		**Estado físico:** Sólido (Granulado cristalino) **Color:** blanco	
Olor	inodoro	**Presión de vapor**	No aplicable
Umbral olfativo	No aplicable	**Densidad de vapor**	No aplicable
pH (10% sol. en agua)	5,5	**Solubilidad**	43 g/100 ml a 20°C (agua) Insoluble en acetona, alcohol.
Punto de fusión / congelación	280 ºC	**Coeficiente de reparto n-octanol/agua**	El producto es soluble en agua
Punto inicial e intervalo de ebullición	No aplicable	**Temperatura de autoinflamación**	No aplicable
Punto de inflamación	No aplicable	**Temperatura de descomposición**	>200 ºC
Tasa de evaporación	No aplicable	**Densidad relativa**	1,77 (agua = 1)
Inflamabilidad	No aplicable	**Densidad aparente**	945 kg/m³ (Embolsado)
Límites superior / inferior de inflamabilidad o explosividad	No aplicable	**Viscosidad**	No disponible

SECCION 10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD	
Estabilidad química	El producto es estable
Posibilidad de reacciones peligrosas	Altamente corrosivo para el aluminio, zinc y cobre. Ligeramente corrosivo para aceros y acero inoxidable AISI 304
Condiciones que deben evitarse	Elevadas temperaturas y humedad.
Materiales incompatibles	Oxidantes fuertes: hopocloritos, cloratos, nitratoros y nitritos, acidos fuertes (ácido nítrico y trifluoruro de bromo).
Productos de la descomposición peligrosos	La exposición a altas temperaturas produce gases tóxicos por descomposición térmica: amoníaco (NH3), óxidos de nitrógeno (NOX), óxidos de azufre (SOx).
Observaciones especiales	Absorbe la humedad del aire. Es higroscópico. La hidrólisis lenta puede producir ácidos corrosivos.

Anexo B: Tablas de dimensiones del Ventilador



VENTILADORES CENTRIFUGOS

Construcción SASE	Acc B autolimitante	tipo AB

(*) La medida de las sillas varian de acuerdo a la cantidad de RPM que posea el equipo .

Posiciones	1 y 2	3 y 4	5 y 6	7 y 8

AB	A	B	C	D	E	F	G	H_{12}	H_{34}	H_{56}	H_{78}
114	215	160	235	200	150	175	240	225	290	250	190
112	245	190	265	235	180	200	290	250	340	285	220
134	280	220	300	260	195	220	320	270	370	310	235
200	320	240	336	276	224	226	336	276	386	326	264
214	360	270	370	314	280	260	378	310	428	364	320
212	400	300	415	346	311	292	420	342	470	396	351
234	435	330	455	381	336	317	460	367	510	431	376
300	480	360	500	413	365	344	502	394	552	463	405
314	530	400	550	459	400	382	557	432	607	509	440
312	560	420	580	475	425	400	580	450	630	525	465
334	590	440	615	506	445	422	619	472	669	556	485
400	645	450	680	557	485	463	680	523	740	617	525
412	710	535	740	613	530	510	751	570	811	673	570
500	780	600	815	678	600	563	833	643	913	758	650
512	870	650	900	746	660	620	917	700	997	826	710
600	950	720	1000	815	720	680	1010	760	1090	895	770
612	1045	790	1100	910	780	720	1120	800	1200	990	830

Dirección: Agustin Camerucci 1840
C.P. 1714, Pcia de Buenos Aires.
Argentina

Tel: 5231-2021/2349
Mail: airswingventilacion@gmail.com

AIRSWING VENTILACION

Anexo C: Características Generales Filtro de Mangas Pulse- Jet "FAP" (fuente: J&M Ingeniería)

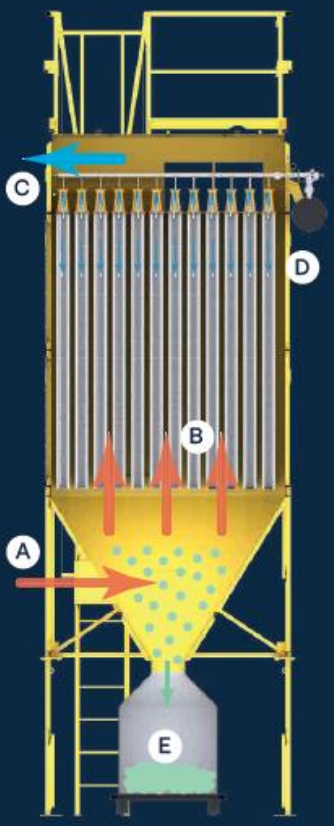
COLECTOR FAP
Filtro de alta presión Pulse-Jet

FUNCIONAMIENTO

Los sistemas de aspiración localizada se basan en el principio de capturar el contaminante en, o muy cerca de su origen.
De los separadores en seco, los filtros de mangas Pulse-jet, son los más usados por su alta eficiencia; a pesar de su costo inicial y el de mantenimiento.
Se alimenta con aire comprimido de línea entre 5 y 7 bar, que debe estar libre de aceite y agua.

Principio de funcionamiento:

- A Ingresa aire sucio (aire + polvillo)
- B El aire pasa a través de las mangas dejando el polvillo adherido a ellas.
- C Por la parte superior (luego de pasar por las mangas) sale aire limpio.
- D Cada intervalos de tiempo se inyecta un pulso de aire comprimido en contra corriente del aire de aspiración. Este pulso se encargará de desprender las partículas de polvo de las mangas.
- E El polvillo recolectado será dirigido a un recipiente (bolsón hermético) por medio de la tolva inferior.





PARTES

1. Sistema de limpieza "Pulse Jet" por chorros de Aire Comprimido. Con venturi plástico de una sola pieza de diseño europeo con gran durabilidad para aumentar la eficiencia de limpieza de cada manga y picos calibrados para lograr el mismo caudal de soplado sobre cada manga.
2. Conexión entre falutas de soplado, válvulas y pulmón a través de bridas e uniones dobles galvanizadas.
3. Filtro ciclónico y coalescente con purgas automáticas para purificar el AC que ingresa al pulmón.
4. Regulador de presión del AC de ingreso al pulmón con manómetro.
5. Mangas filtrantes con sistema Snap-Band.

6 Canastos portamangas fabricados en acero galvanizado.

7 Puertas en el techo para acceso a las mangas.

8 Tanque pulmón de gran capacidad con prueba hidráulica y válvula esférica para purga.

9 Válvulas de diafragma accionadas por solenoides.

10 Temporizador: Microprocesador con presostato incorporado, diseñado especialmente para controlar los disparos de las válvulas de soplado en función de la caída de presión (ΔP) en el filtro.

11 Cuerpo y estructura: en ch 12 LC y estructura de perfiles UPN 100. Bridas de unión en 2" X 5/16".

12 Manómetro de aguja de 0 a 250 mmca "Dwyer" para control visual de la limpieza de mangas.

13 Carro portabolsones.

14 Baranda perimetral y escalera marinera, de construcción robusta según normas de seguridad.

15 Placa portamangas.

16 Arenado y esquema de pintura: Arenado completo de todo el equipo (exterior e interior). Limpieza total a través de aire comprimido. Pintura exterior: Aplicación de Epoxi Autoimprimente, de altos sólidos, y de Esmalte poliuretano. Pintura interior: Aplicación de Epoxi Fenólico alcanzando 250micrones de película seca en la totalidad de las superficies.



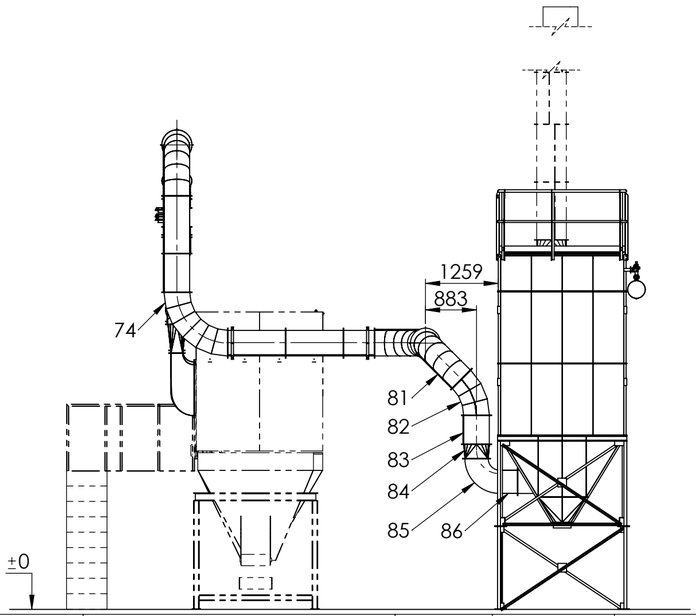
SISTEMA DE LIMPIEZA

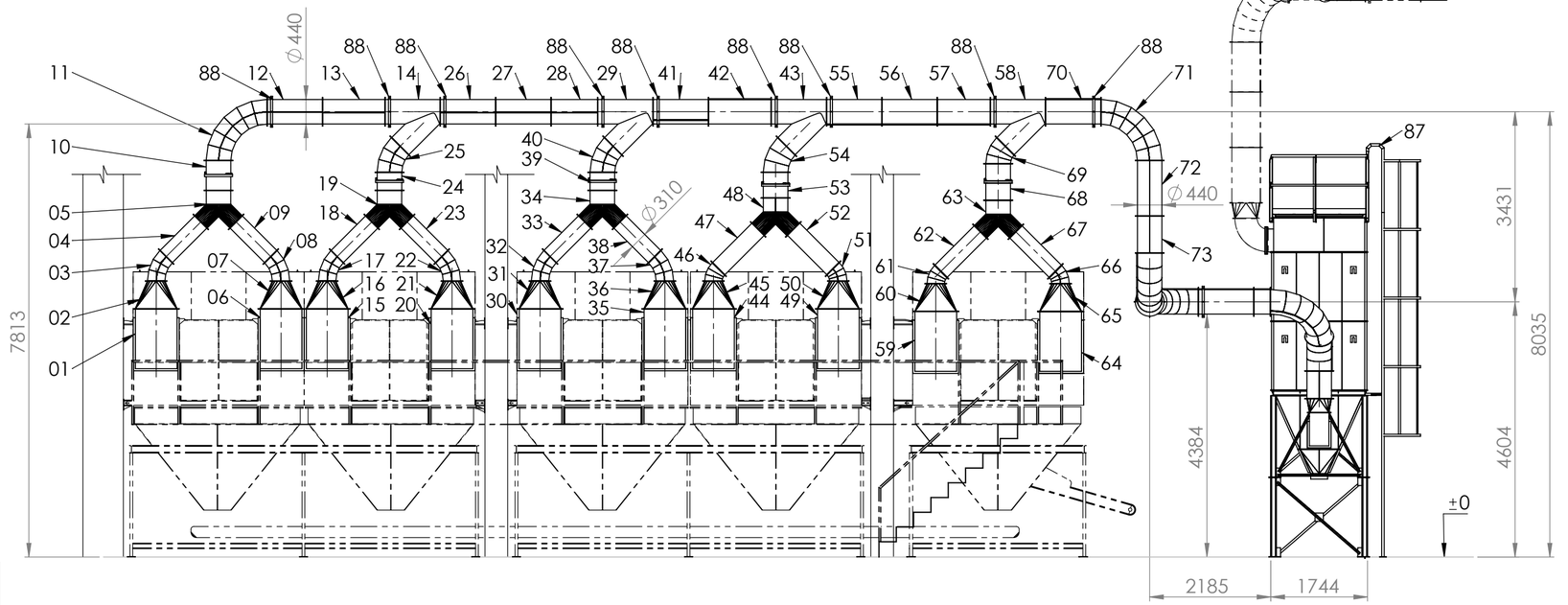
Sistema de limpieza "Pulse Jet" por chorros de Aire Comprimido a 7 kg/cm2. Este sistema de limpieza cuenta con venturis plásticos fabricados en una sola pieza, de diseño europeo, con gran durabilidad para aumentar la eficiencia de limpieza de cada manga. Dispone además, de picos calibrados para lograr el mismo caudal de soplado sobre cada una de las mangas.

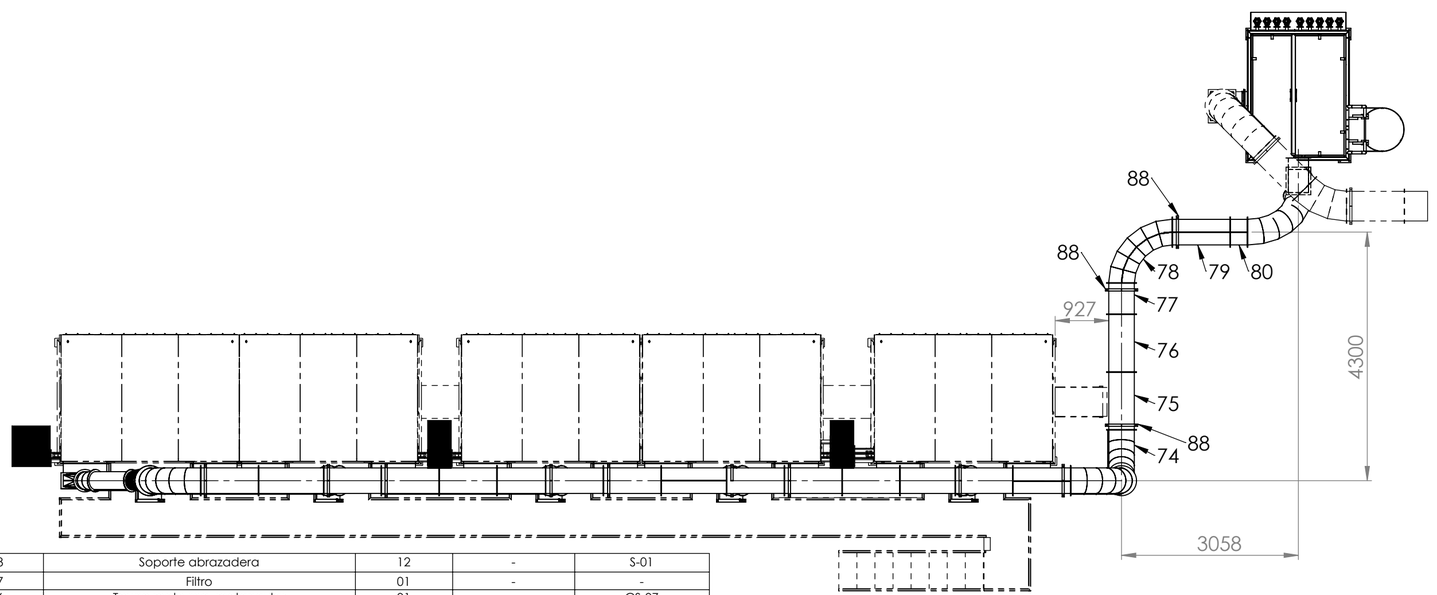
Pulmón de AC 1
Unión doble 2
Válvula de diafragma 3
Brida doble 4
Flauta de soplado 5
Picos calibrados 6
Venturi plástico 7
Manga con Snap Band 8



Anexo D: Planimetría



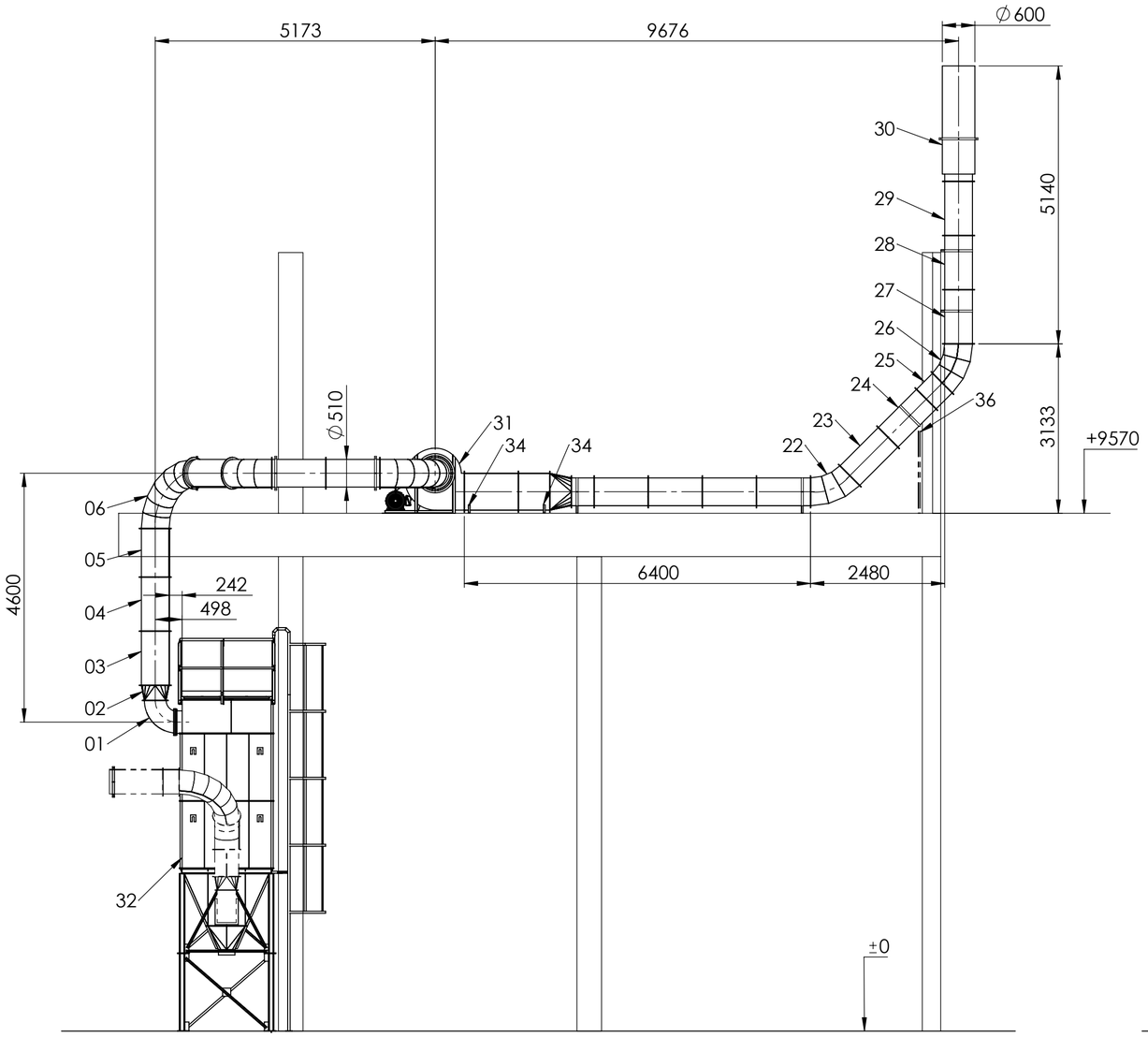


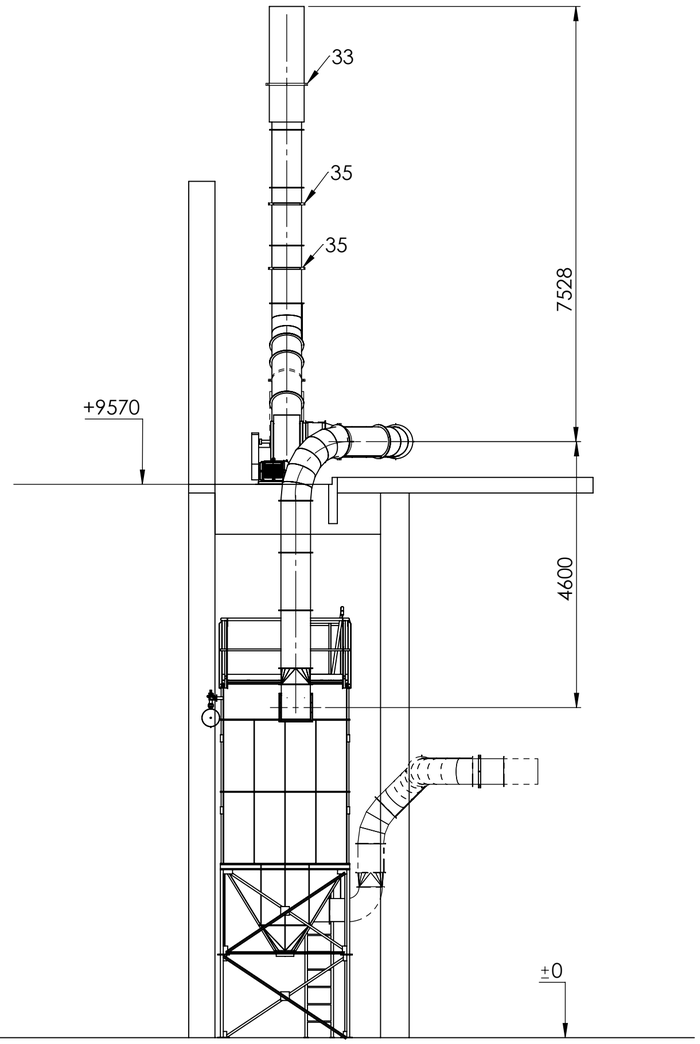


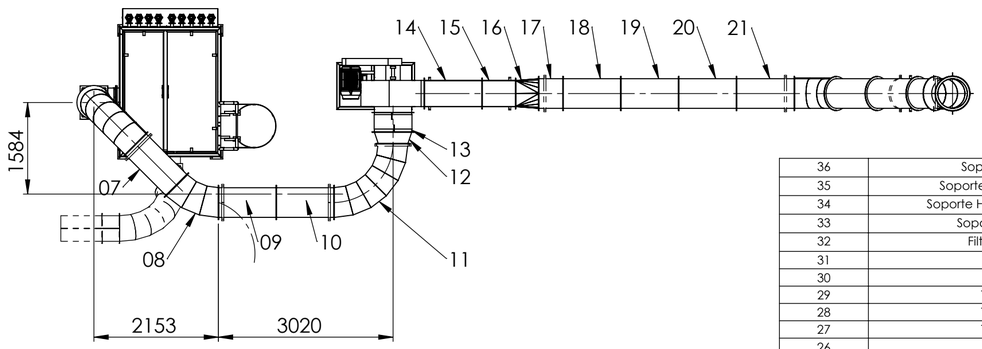
61	Codo 45°	01	-	CS-03
60	Transformación	01	-	CS-06
59	Boca de aspiración	01	-	CS-09
58	Ramal	01	-	CS-04
57	Tramo recto	01	-	CS-01
56	Tramo recto	01	-	CS-01
55	Tramo recto	01	-	CS-01
54	Codo 45°	01	-	CS-03
53	Válvula	01	-	CS-10
52	Tramo recto	01	-	CS-01
51	Codo 45°	01	-	CS-03
50	Transformación	01	-	CS-06
49	Boca de aspiración	01	-	CS-09
48	Pantalón	01	-	CS-05
47	Tramo recto	01	-	CS-01
46	Codo 45°	01	-	CS-03
45	Transformación	01	-	CS-06
44	Boca de aspiración	01	-	CS-09
43	Ramal	01	-	CS-04
42	Tramo recto	01	-	CS-01
41	Tramo recto	01	-	CS-01
40	Codo 45°	01	-	CS-03
39	Válvula	01	-	CS-09
38	Tramo recto	01	-	CS-01
37	Codo 45°	01	-	CS-03
36	Transformación	01	-	CS-06
35	Boca de aspiración	01	-	CS-09
34	Pantalón	01	-	CS-05
33	Tramo recto	01	-	CS-01
32	Codo 45°	01	-	CS-03
31	Transformación	01	-	CS-06
30	Boca de aspiración	01	-	CS-09
29	Ramal	01	-	CS-04
28	Tramo recto	01	-	CS-01
27	Tramo recto	01	-	CS-01
26	Tramo recto	01	-	CS-01
25	Codo 45°	01	-	CS-03
24	Válvula	01	-	CS-10
23	Tramo recto	01	-	CS-01
22	Codo 45°	01	-	CS-03
21	Transformación	01	-	CS-06
20	Boca de aspiración	01	-	CS-09
19	Pantalón	01	-	CS-05
18	Tramo recto	01	-	CS-01
17	Codo 45°	01	-	CS-03
16	Transformación	01	-	CS-06
15	Boca de aspiración	01	-	CS-09
14	Ramal	01	-	CS-04
13	Tramo recto	01	-	CS-01
12	Tramo recto	01	-	CS-01
11	Codo 90°	01	-	CS-02
10	Válvula	01	-	CS-10
09	Tramo recto	01	-	CS-01
08	Codo 45°	01	-	CS-03
07	Transformación	01	-	CS-06
06	Boca de aspiración	01	-	CS-09
05	Pantalón	01	-	CS-05
04	Tramo recto	01	-	CS-01
03	Codo 45°	01	-	CS-03
02	Transformación	01	-	CS-06
01	Boca de aspiración	01	-	CS-09
Nº Pieza	Descripción	Cant.	Material	Nº de plano

88	Soporte abrazadera	12	-	S-01
87	Filtro	01	-	-
86	Tramo recto sec. rectangular	01	-	CS-07
85	Codo 90° sec. rectangular	01	-	CS-08
84	Transformación	01	-	CS-06
83	Tramo recto	01	-	CS-01
82	Codo 45°	01	-	CS-03
81	Codo 90°	01	-	CS-02
80	Tramo recto	01	-	CS-01
79	Tramo recto	01	-	CS-01
78	Codo 90°	01	-	CS-02
77	Tramo recto	01	-	CS-01
76	Tramo recto	01	-	CS-01
75	Tramo recto	01	-	CS-01
74	Codo 90°	01	-	CS-02
73	Tramo recto	01	-	CS-01
72	Tramo recto	01	-	CS-01
71	Codo 90°	01	-	CS-02
70	Tramo recto	01	-	CS-01
69	Codo 45°	01	-	CS-03
68	Válvula	01	-	CS-10
67	Tramo recto	01	-	CS-01
66	Codo 45°	01	-	CS-03
65	Transformación	01	-	CS-06
64	Boca de aspiración	01	-	CS-09
63	Pantalón	01	-	CS-05
62	Tramo recto	01	-	CS-01
Nº Pieza	Descripción	Cant.	Material	Nº de plano

	Fecha	Nombre		
Dib.	10/23	M. TORRILLA	PROYECTO FINAL INGENIERÍA MECÁNICA	DETALLE: MONTAJE CONJUNTO CAÑERÍA SUCIA
Rev.				
Apr.				
Esc. 1:75	PROYECTO: SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS			NRO DE PLANO: M-01
Toler. ±5				REV.: 01
Rug.				AÑO 2023



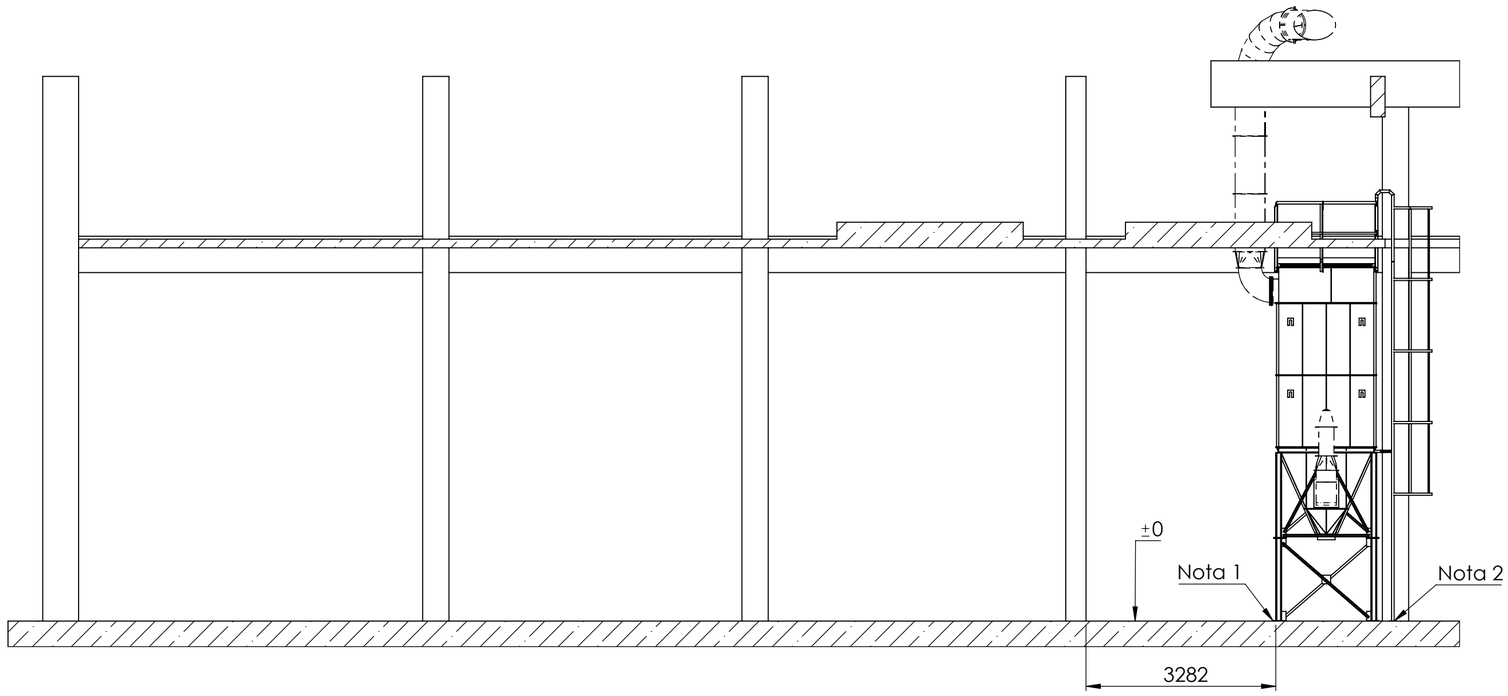


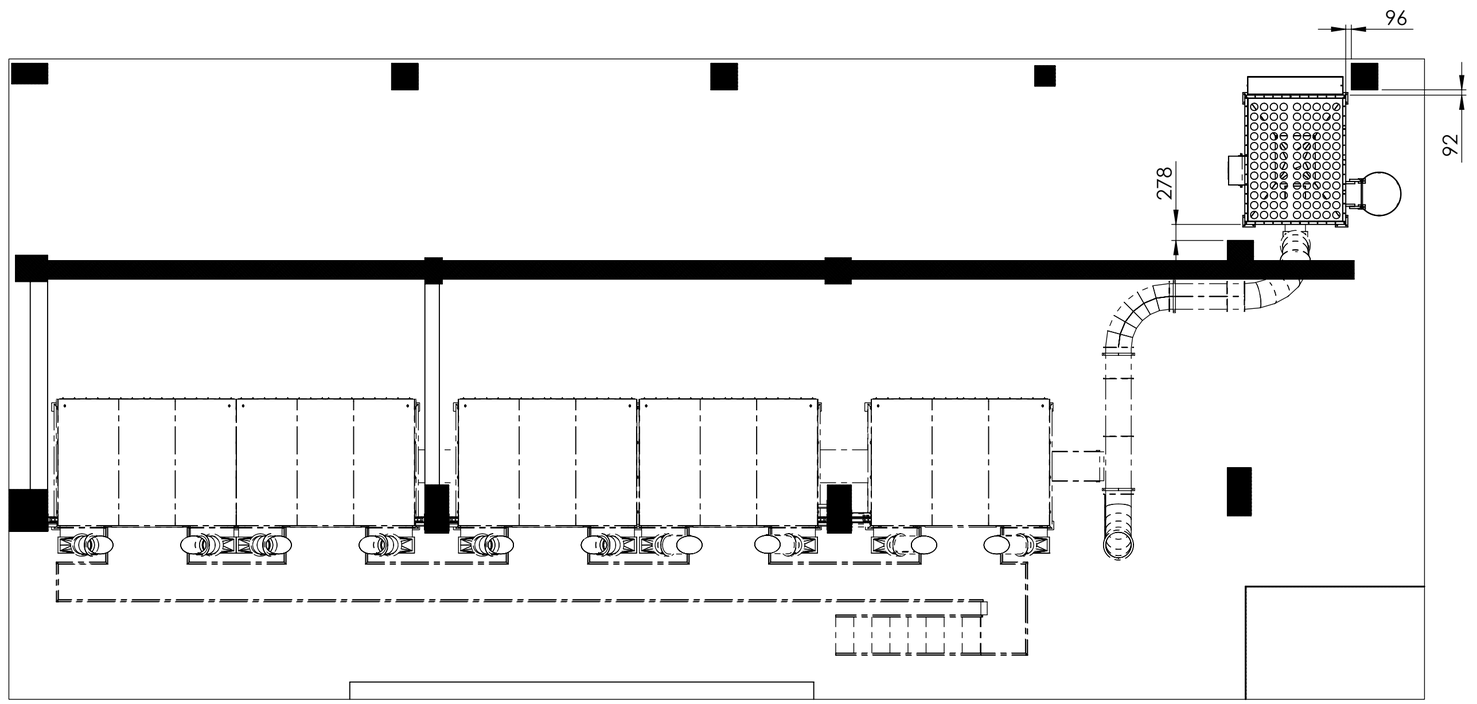


36	Soporte H especial	01	-	S-04
35	Soporte H cañería circular	02	-	S-03
34	Soporte H cañería rectangular	02	-	S-02
33	Soporte abrazadera	01	-	S-01
32	Filtro de mangas	01	-	-
31	Ventilador	01	-	-
30	Chimenea	01	-	CL-08
29	Tramo recto	01	-	CL-01
28	Tramo recto	01	-	CL-01
27	Tramo recto	01	-	CL-01
26	Codo 45°	01	-	CL-03
25	Tramo recto	01	-	CL-01
24	Tramo recto	01	-	CL-01
23	Tramo recto	01	-	CL-01
22	Codo 45°	01	-	CL-03
21	Tramo recto	01	-	CL-01
20	Tramo recto	01	-	CL-01
19	Tramo recto	01	-	CL-01
Nº Pieza	Descripción	Cant.	Material	Nº Plano

18	Tramo recto	01	-	CL-01
17	Tramo recto	01	-	CL-01
16	Transformación	01	-	CL-04
15	Tramo recto sec. rectangular	01	-	CL-05
14	Tramo recto sec. rectangular	01	-	CL-05
13	Tramo recto	01	-	CL-01
12	Cono	01	-	CL-07
11	Codo 90°	01	-	CL-02
10	Tramo recto	01	-	CL-01
09	Tramo recto	01	-	CL-01
08	Codo 45°	01	-	CL-03
07	Tramo recto	01	-	CL-01
06	Codo 90°	01	-	CL-02
05	Tramo recto	01	-	CL-01
04	Tramo recto	01	-	CL-01
03	Tramo recto	01	-	CL-01
02	Transformación	01	-	CL-04
01	Codo 90° rectangular	01	-	CL-06
Nº Pieza	Descripción	Cant.	Material	Nº Plano

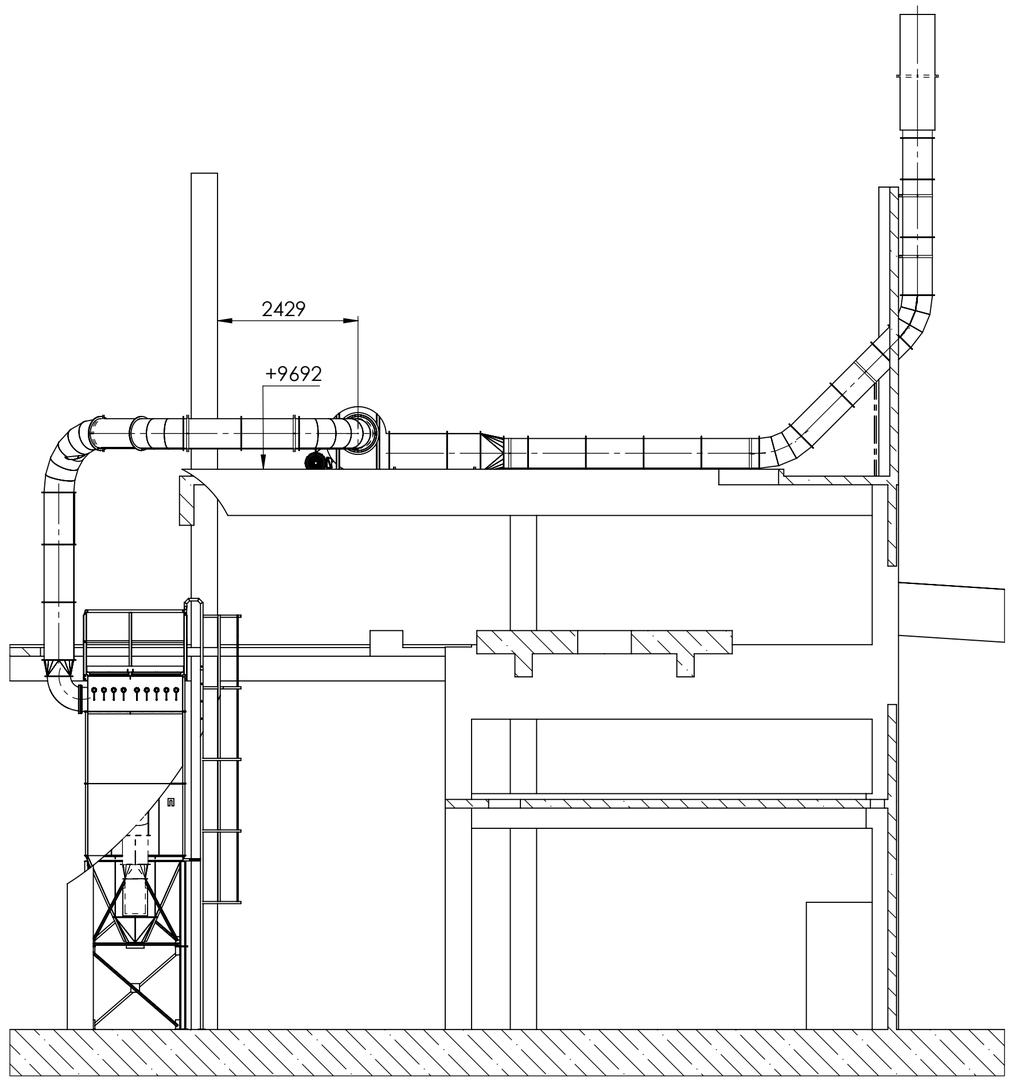
	Fecha	Nombre		
Dib.	10/23	M. TORRILLA	PROYECTO FINAL INGENIERÍA MECÁNICA	DETALLE: MONTAJE CONJUNTO CAÑERÍA LIMPIA
Rev.				
Apr.				
Esc. 1:75			PROYECTO: SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS	NRO DE PLANO: M-02
Toler. ±5				REV.: 01
Rug.				AÑO 2023

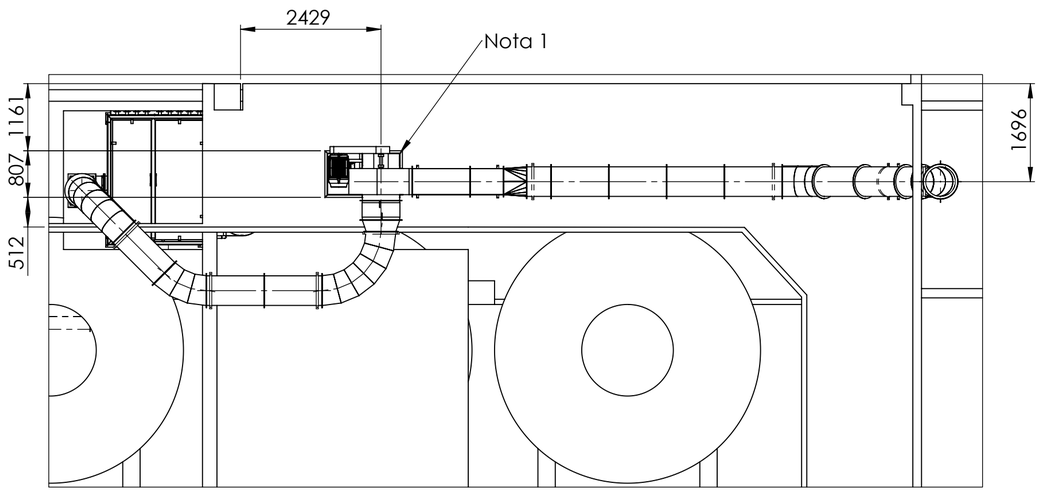




Nota 1: Se utilizarán 16 anclajes FWA 16 x 140 (Fisher) para la sujeción de la estructura del filtro al suelo
Nota 2: Se utlizarán 4 anclajes FWA 8 x 140 (Fisher) para la sujeción de las patas de la escalera al suelo)

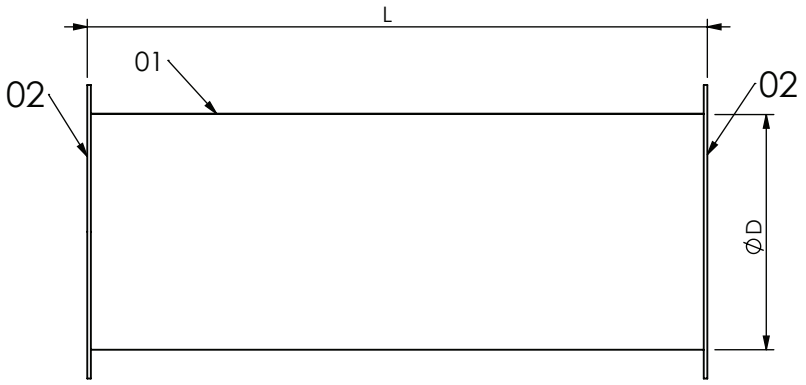
	Fecha	Nombre		
Dib.	10/23	M. TORRILLA	PROYECTO FINAL INGENIERÍA MECÁNICA	DETALLE: MONTAJE FILTRO DE MANGAS
Rev.				
Apr.				
Esc. 1:75			PROYECTO: SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS	NRO DE PLANO: M-03
Toler. ±5				REV.: 01
Rug.				AÑO 2023





Nota 1: Se utilizarán 12 anclajes FWA 10 x 95 (Fisher) para la sujeción del ventilador al suelo

	Fecha	Nombre		
Dib.	10/23	M. TORRILLA	PROYECTO FINAL INGENIERÍA MECÁNICA	DETALLE: MONTAJE VENTILADOR
Rev.				
Apr.				
Esc. 1:75			PROYECTO: SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS	NRO DE PLANO: M-04
Toler. ±5				REV.: 01
Rug.				AÑO 2023



N° Pieza	Cantidad	L (Largo)	ØD (diám. int.)	Brida suelta	Vent. de insp.
04, 09, 18, 23, 33 38	06	885	310	SI	SI
12, 26, 41, 55, 75	05	1000	440	NO	NO
13	01	1120	440	SI	SI
27, 56, 70, 72, 76, 79	06	1000	440	NO	SI
28	01	843	440	SI	NO
42	01	1130	440	SI	SI
57	01	960	440	SI	NO
47, 52, 62, 67	04	1010	310	SI	SI
73	01	670	440	NO	NO
77	01	540	440	SI	NO
80	01	300	440	SI	NO
83	01	500	440	SI	SI

Notas:
1 - Fabricación por engrafado
2 - Recubrimineto de bridas: galvanizadas en caliente

02	Brida circular	2	Planc. 1 1/2" x 3/16"	Ver detalle B-01
01	Cañería recta	1	AISI 304 esp. 1mm	Ver detalle E-01
N° Pieza	Descripción	Cant.	Material	N° Plano

	Fecha	Nombre
Dib.	10/23	M. TORRILLA
Rev.		
Apr.		

PROYECTO FINAL
INGENIERÍA MECÁNICA

DETALLE:
CAÑERÍA SUCIA - TRAMOS RECTOS

Esc.
1:10

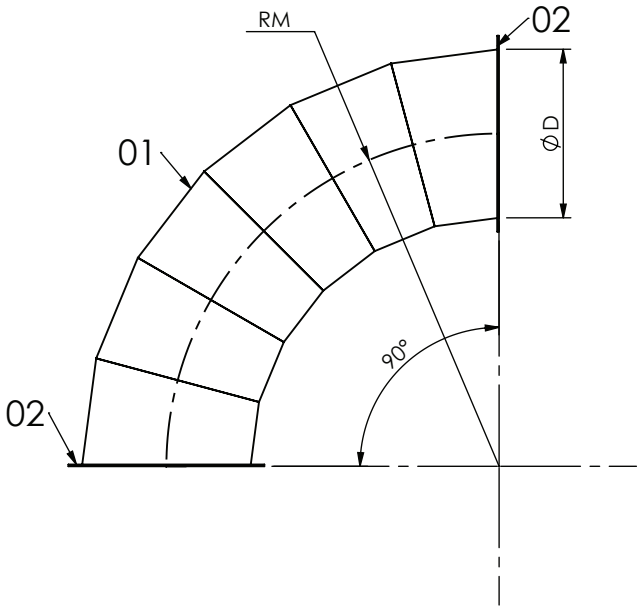
Toler. ±2
Rug.

PROYECTO:
SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS

NRO DE PLANO:
CS-01

REV.: 01

AÑO 2023

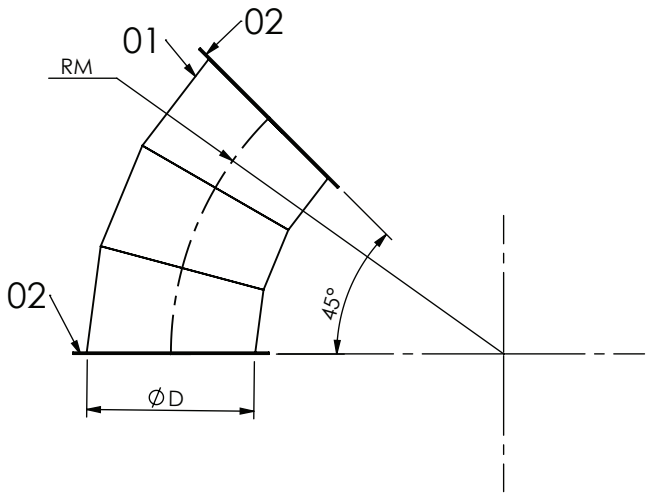


N° Pieza	Cantidad	RM	ØD (diám. int.)
11, 71, 74, 78, 81	05	880	440

Notas:
1 - Fabricación por engrafado
2 - Recubrimineto de bridas: galvanizadas en caliente

N° Pieza	Descripción	Cant.	Material	N° Plano
02	Brida circular	2	Planc. 1 1/2" x 3/16"	Ver detalle B-01
01	Codo a 90°	1	AISI 304 esp. 1mm	Ver detalle E-01

	Fecha	Nombre		
Dib.	10/23	M. TORRILLA	PROYECTO FINAL INGENIERÍA MECÁNICA	DETALLE: CAÑERÍA SUCIA - CODO 90°
Rev.				
Apr.				
Esc. 1:20			PROYECTO: SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS	NRO DE PLANO: CS-02
Toler. ±2 Rug.				REV.: 01 AÑO 2023

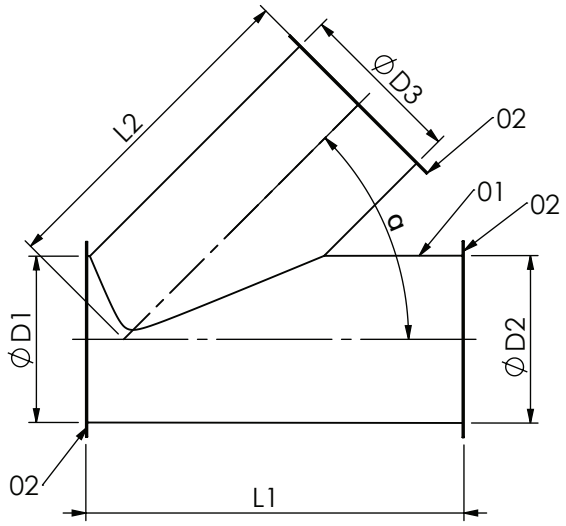


N° Pieza	Cantidad	RM	ØD (diám. int.)
03, 08, 17 ,22, 32, 37	06	620	310
46, 51, 61, 66	04	310	310
25, 40, 54	04	660	440
69	01	440	440
82	01	880	440

Notas:
1 - Fabricación por engrafado
2 - Recubrimineto de bridas: galvanizadas en caliente

N° Pieza	Descripción	Cant.	Material	N° Plano
02	Brida circular	2	Planc. 1 1/2" x 3/16"	Ver detalle B-01
01	Codo a 45°	1	AISI 304 esp. 1mm	Ver detalle E-01

	Fecha	Nombre		
Dib.	10/23	M. TORRILLA	PROYECTO FINAL INGENIERÍA MECÁNICA	DETALLE: CAÑERÍA SUCIA - CODO45°
Rev.				
Apr.				
Esc. 1:20			PROYECTO: SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS	NRO DE PLANO: CS-03
Toler. ±2 Rug.				REV.: 01 AÑO 2023



N° Pieza	Cantidad	ØD1 (int)	ØD2 (int.)	ØD3 (int.)	L1	L2	a
14, 29, 43, 58	04	440	440	440	1000	880	45

Notas:
1 - Fabricación por engrafado
2 - Recubrimineto de bridas: galvanizadas en caliente

N° Pieza	Descripción	Cant.	Material	N° Plano
02	Brida circular	2	Planc. 1 1/2" x 3/16"	Ver detalle B-01
01	Ramal	1	AISI 304 esp. 1mm	Ver detalle E-01

	Fecha	Nombre		
Dib.	10/23	M. TORRILLA	PROYECTO FINAL INGENIERÍA MECÁNICA	DETALLE: CAÑERÍA SUCIA - RAMAL
Rev.				
Apr.				

Esc.
1:20

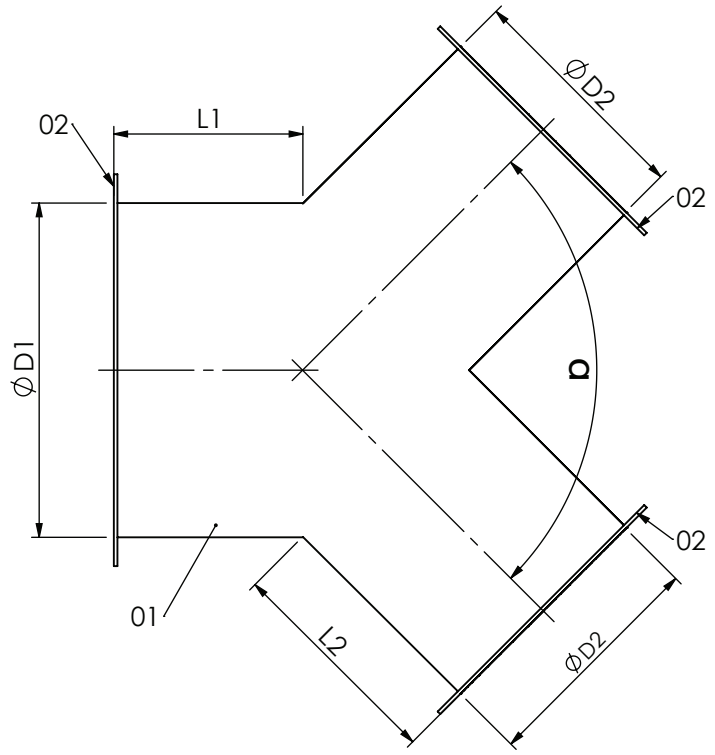
Toler. ±2
Rug.

PROYECTO:
SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS

NRO DE PLANO:
CS-04

REV.: 01

AÑO 2023



N° Pieza	Cantidad	ØD1 (int)	ØD2 (int.)	L1	L2	α
05, 19, 34, 48, 63	05	440	310	250	300	90

Notas:
1 - Fabricación por engrafado
2 - Recubrimineto de bridas: galvanizadas en caliente

N° Pieza	Descripción	Cant.	Material	N° Plano
02	Brida circular	3	Planc. 1 1/2" x 3/16"	Ver detalle B-01
01	Pantalón	1	AISI 304 esp. 1mm	Ver detalle E-01

	Fecha	Nombre		
Dib.	10/23	M. TORRILLA	PROYECTO FINAL INGENIERÍA MECÁNICA	DETALLE: CAÑERÍA SUCIA - PANTALÓN
Rev.				
Apr.				

Esc.
1:10

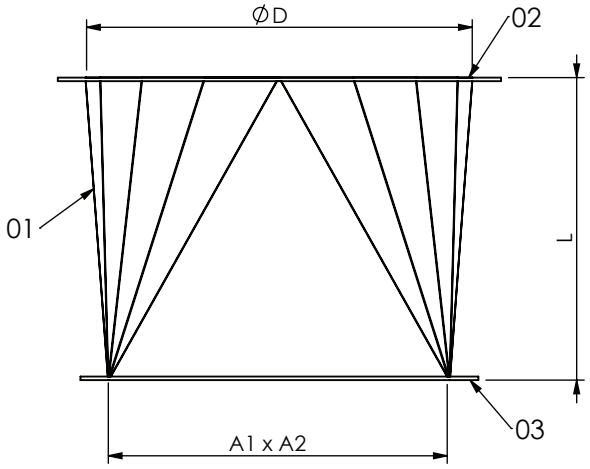
Toler. ±2
Rug.

PROYECTO:
SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS

NRO DE PLANO:
CS-05

REV.: 01

AÑO 2023



N° Pieza	Cantidad	ØD (int)	A1	A2	L
02, 07, 16 ,21, 31, 36, 45, 50, 60, 65	10	440	460	950	500
84	01	440	400	350	250

Notas:
1 - Fabricación por engrafado
2 - Recubrimineto de bridas: galvanizadas en caliente

N° Pieza	Descripción	Cant.	Material	N° Plano
03	Brida rectangular	1	Planc. 1 1/2" x 3/16"	
02	Brida circular	1	Planc. 1 1/2" x 3/16"	Ver detalle B-01
01	Transformación	1	AISI 304 esp. 1mm	Ver detalle E-01

	Fecha	Nombre
Dib.	10/23	M. TORRILLA
Rev.		
Apr.		

PROYECTO FINAL
INGENIERÍA MECÁNICA

DETALLE:
CAÑERÍA SUCIA - TRANSFORMACIÓN

Esc.
1:10

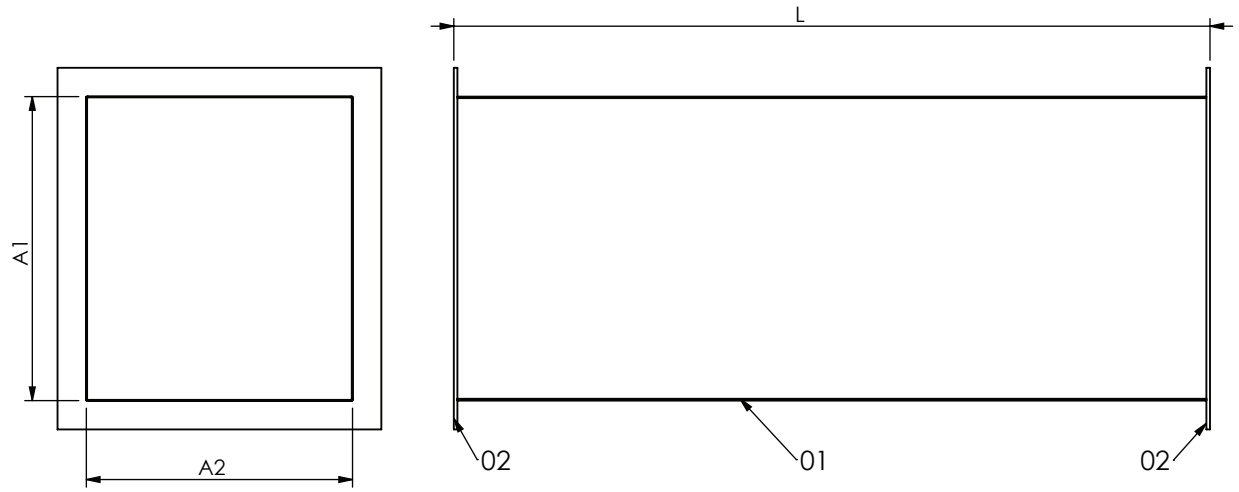
Toler. ±2
Rug.

PROYECTO:
SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS

NRO DE PLANO:
CS-06

REV.: 01

AÑO 2023



N° Pieza	Cantidad	A	B	L	Vent. insp.	Brida suelta
86	01	350	400	310	SI	SI

Notas:
1 - Fabricación por engrafado
2 - Recubrimineto de bridas: galvanizadas en caliente

N° Pieza	Descripción	Cant.	Material	N° Plano
02	Brida rectangular	2	Planc. 1 1/2" x 3/16"	-
01	Tramo recto sec. rectangular	1	AISI 304 esp. 1mm	Ver detalle E-01

	Fecha	Nombre
Dib.	10/23	M. TORRILLA
Rev.		
Apr.		

PROYECTO FINAL
INGENIERÍA MECÁNICA

DETALLE:
CAÑERÍA SUCIA - TRAMO RECTO SEC. RECTANGULAR

Esc.
1:10

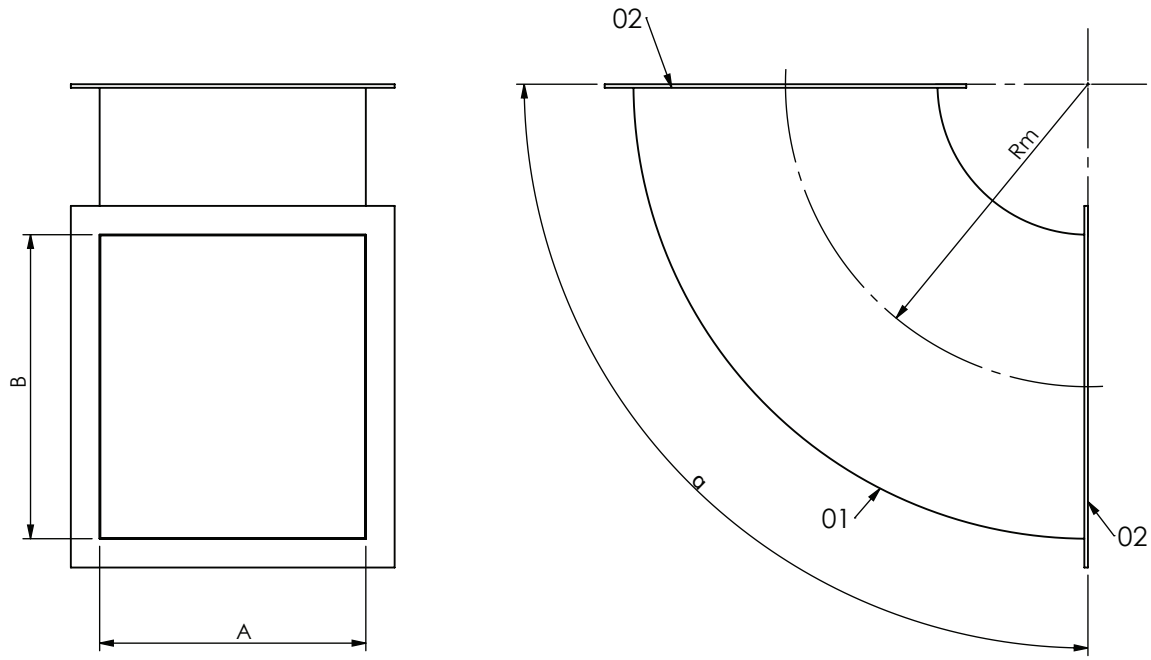
Toler. ±2
Rug.

PROYECTO:
SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS

NRO DE PLANO:
CS-07

REV.: 01

AÑO 2023



N° Pieza	Cantidad	A	B	Rm	α	Vent. insp.
85	01	350	400	400	90	NO

Notas:
1 - Fabricación por engrafado
2 - Recubrimineto de bridas: galvanizadas en caliente

N° Pieza	Descripción	Cant.	Material	N° Plano
02	Brida rectangular	2	Planc. 1 1/2" x 3/16"	-
01	Codo sec. rectangular	1	AISI 304 esp. 1mm	Ver detalle E-01

	Fecha	Nombre		
Dib.	10/23	M. TORRILLA	PROYECTO FINAL INGENIERÍA MECÁNICA	DETALLE: CAÑERÍA SUCIA - CODO SEC. RECTANGULAR
Rev.				
Apr.				

Esc.
1:10

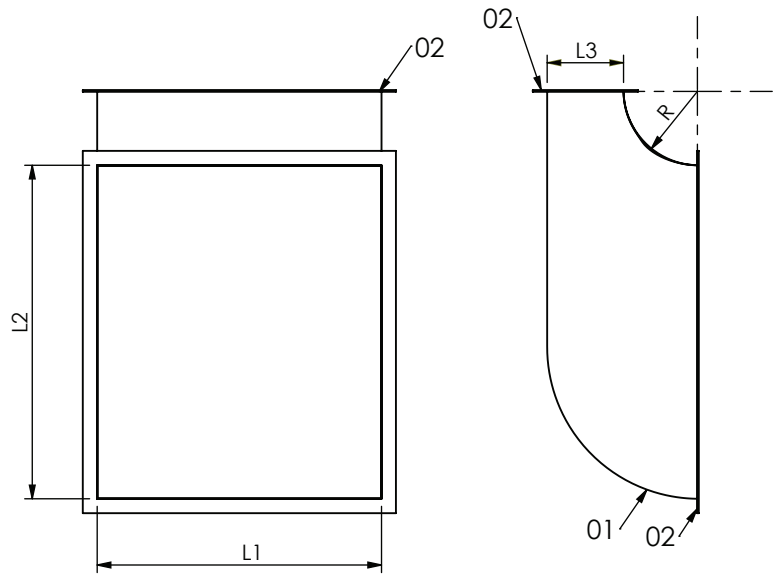
Toler. ±2
Rug.

PROYECTO:
SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS

NRO DE PLANO:
CS-08

REV.: 01

AÑO 2023

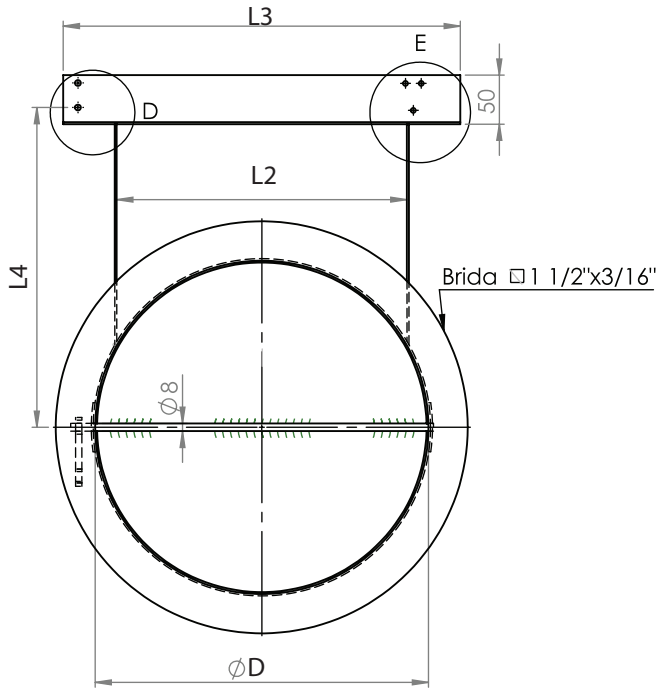


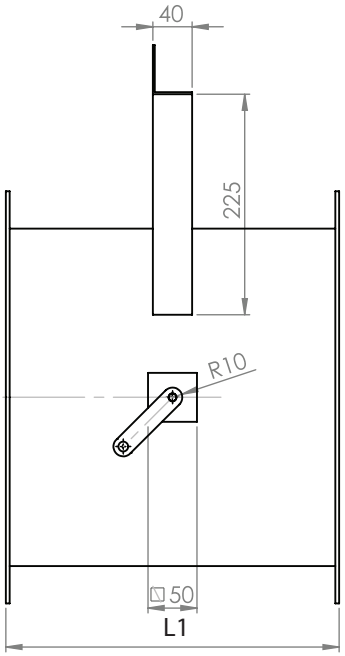
N° Pieza	Cantidad	L1	L2	L3	R
01, 06, 15 ,20, 30, 35, 44, 49, 59, 64	10	750	880	200	200

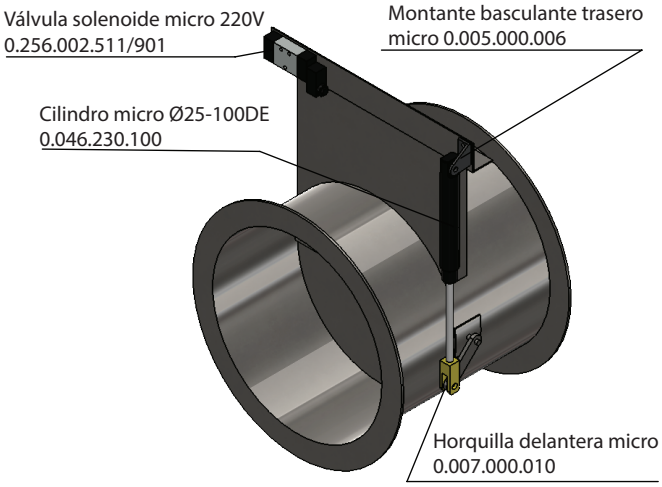
Notas:
1 - Fabricación por engrafado
2 - Recubrimineto de bridas: galvanizadas en caliente

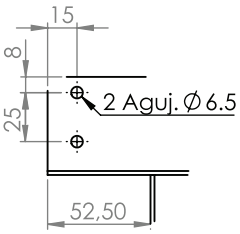
N° Pieza	Descripción	Cant.	Material	N° Plano
02	Brida rectangular	2	Planc. 1 1/2" x 3/16"	-
01	Boca de aspiración	1	AISI 304 esp. 1mm	-

	Fecha	Nombre		
Dib.	10/23	M. TORRILLA	PROYECTO FINAL INGENIERÍA MECÁNICA	DETALLE: CAÑERÍA SUCIA - BOCA DE ASPIRACIÓN
Rev.				
Apr.				
Esc. 1:20			PROYECTO: SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS	NRO DE PLANO: CS-09
Toler. ±2 Rug.				REV.: 01
				AÑO 2023

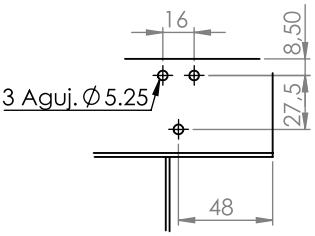








DETALLE D
ESCALA 2 : 5

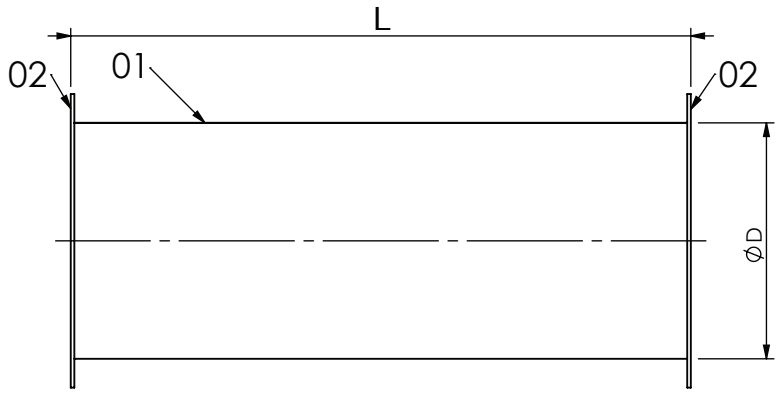


DETALLE E
ESCALA 2 : 5

N° Pieza	Cantidad	L1	L2	L3	L4	ØD
10	01	540	400	505	335	440
24,39	02	325	400	505	335	440
53	01	464	400	505	335	440
68	01	660	400	505	335	440

Notas:
1- Recubrimineto de bridas: galvanizadas en caliente. Ver detalle B-01.
2- Construir con ch. AISI 304 e=2mm. Forma de fabricción: Soldado.
3- Clapeta en 2 mitades soldada a eje Ø8mm.

	Fecha	Nombre		
Dib.	10/23	M. TORRILLA	PROYECTO FINAL INGENIERÍA MECÁNICA	DETALLE: CAÑERÍA SUCIA - VÁLVULA
Rev.				
Apr.				
Esc. 1:20			PROYECTO: SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS	NRO DE PLANO: CS-10
Toler. ±2 Rug.				REV.: 01
				AÑO 2023

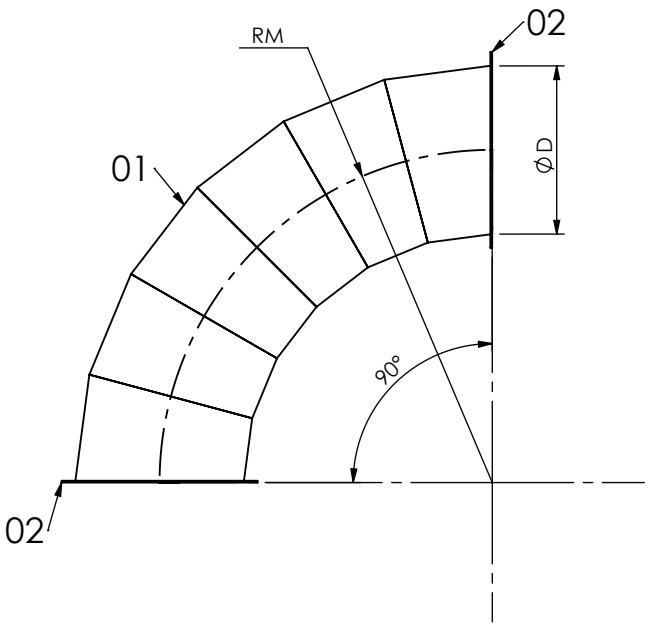


N° Pieza	Cantidad	L (Largo)	ØD (diám. int.)	Brida suelta	Vent. de insp.	OBS
03, 04, 07, 09, 10,18, 19, 20, 21, 23, 24, 27, 28, 29	14	1000	510	NO	NO	x
05	01	900	510	SI	NO	x
13	01	100	645	NO	NO	Brida en un solo extremo
17, 25	01	420	510	SI	NO	

Notas:
1- Fabricación por engrafado
2 - Recubrimineto de bridas: galvanizadas en caliente

N° Pieza	Descripción	Cant.	Material	N° Plano
02	Brida circular	2	Planc. 1 1/2" x 3/16"	Ver detalle B-01
01	Cañería recta	1	CH. Galvanizada C18	Ver detalle E-01

	Fecha	Nombre		
Dib.	10/23	M. TORRILLA	PROYECTO FINAL INGENIERÍA MECÁNICA	DETALLE: CAÑERÍA LIMPIA - TRAMOS RECTOS
Rev.				
Apr.				
Esc. 1:10			PROYECTO: SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS	NRO DE PLANO: CL-01
Toler. ±2 Rug.				REV.: 01
				AÑO 2023

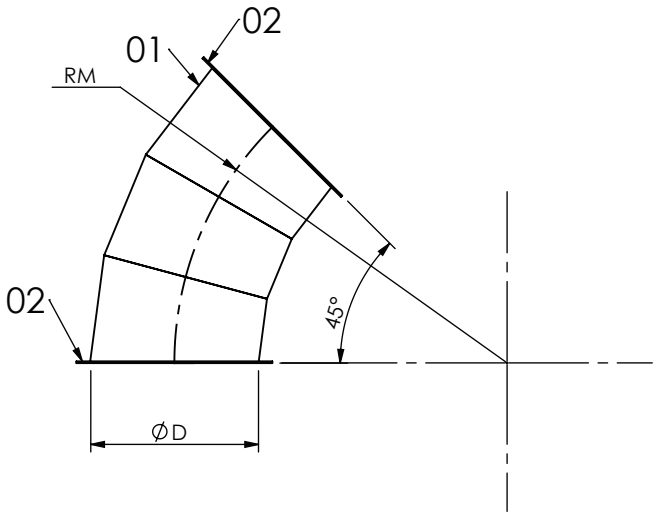


N° Pieza	Cantidad	RM	ØD (diám. int.)
06, 11	02	1020	510

Notas:
1 - Fabricación por engrafado
2 - Recubrimineto de bridas: galvanizadas en caliente

N° Pieza	Descripción	Cant.	Material	N° Plano
02	Brida circular	2	Planc. 1 1/2" x 3/16"	Ver detalle B-01
01	Codo a 90°	1	CH. Galvanizada C18	Ver detalle E-01

	Fecha	Nombre		
Dib.	10/23	M. TORRILLA	PROYECTO FINAL INGENIERÍA MECÁNICA	DETALLE: CAÑERÍA LIMPIA - CODO 90°
Rev.				
Apr.				
Esc. 1:20			PROYECTO: SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS	NRO DE PLANO: CL-02
Toler. ±2 Rug.				REV.: 01
				AÑO 2023

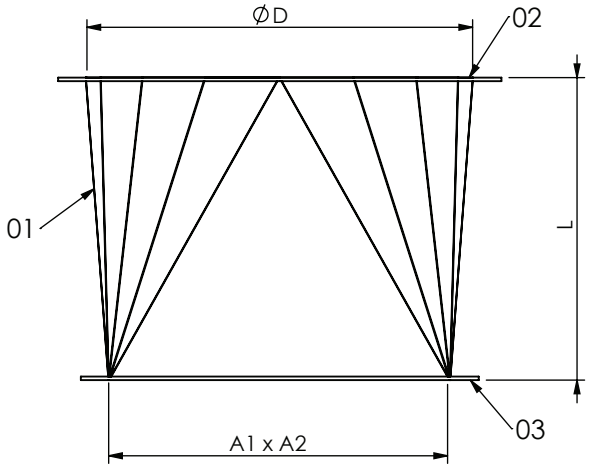


N° Pieza	Cantidad	RM	ØD (diám. int.)
08, 22, 26	03	1020	510

Notas:
1 - Fabricación por engrafado
2 - Recubrimineto de bridas: galvanizadas en caliente

N° Pieza	Descripción	Cant.	Material	N° Plano
02	Brida circular	2	Planc. 1 1/2" x 3/16"	Ver detalle B-01
01	Codo a 45°	1	CH. Galvanizada C18	Ver detalle E-01

	Fecha	Nombre		
Dib.	10/23	M. TORRILLA	PROYECTO FINAL INGENIERÍA MECÁNICA	DETALLE: CAÑERÍA LIMPIA - CODO45°
Rev.				
Apr.				
Esc. 1:20			PROYECTO: SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS	NRO DE PLANO: CL-03
Toler. ±2 Rug.				REV.: 01
				AÑO 2023



N° Pieza	Cantidad	ØD (int)	A1 (int.)	A2 (int.)	L
02	01	510	400	500	280
16	01	510	450	680	400

Notas:
1 - Fabricación por engrafado
2 - Recubrimineto de bridas: galvanizadas en caliente

03	Brida rectangular	1	Planc. 1 1/2" x 3/16"	
02	Brida circular	1	Planc. 1 1/2" x 3/16"	Ver detalle B-01
01	Transformación	1	CH. Galvanizada C18	Ver detalle E-01
N° Pieza	Descripción	Cant.	Material	N° Plano

	Fecha	Nombre		
Dib.	10/23	M. TORRILLA	PROYECTO FINAL INGENIERÍA MECÁNICA	DETALLE: CAÑERÍA LIMPIA - TRANSFORMACIÓN
Rev.				
Apr.				

Esc.
1:10

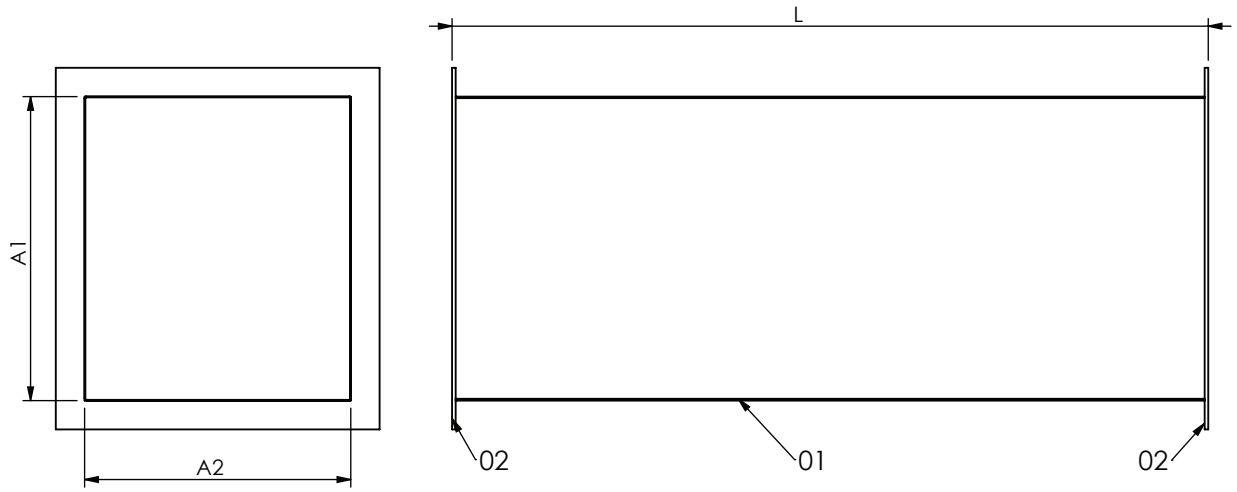
Toler. ±2
Rug.

PROYECTO:
SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS

NRO DE PLANO:
CL-04

REV.: 01

AÑO 2023



N° Pieza	Cantidad	A1 (int.)	A2 (int.)	L	Vent. insp.	Brida suelta
14	01	450	680	1000	NO	NO
15	01	450	680	580	NO	NO

Notas:
1 - Fabricación por engrafado
2 - Recubrimineto de bridas: galvanizadas en caliente

N° Pieza	Descripción	Cant.	Material	N° Plano
02	Brida rectangular	2	Planc. 1 1/2" x 3/16"	-
01	Tramo recto sec. rectangular	1	CH. Galvanizada C18	Ver detalle E-01

	Fecha	Nombre
Dib.	10/23	M. TORRILLA
Rev.		
Apr.		

PROYECTO FINAL
INGENIERÍA MECÁNICA

DETALLE:
CAÑERÍA LIMPIA - TRAMO RECTO SEC. RECTANGULAR

Esc.
1:10

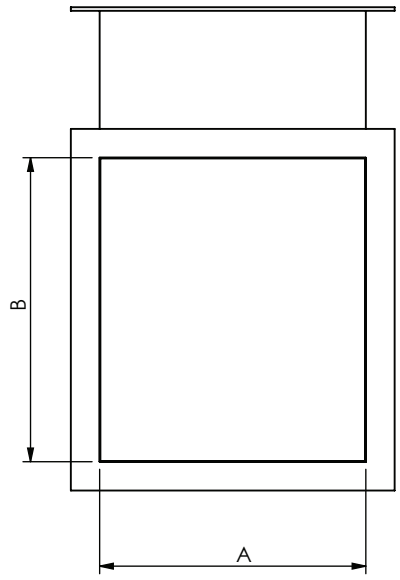
Toler. ±2
Rug.

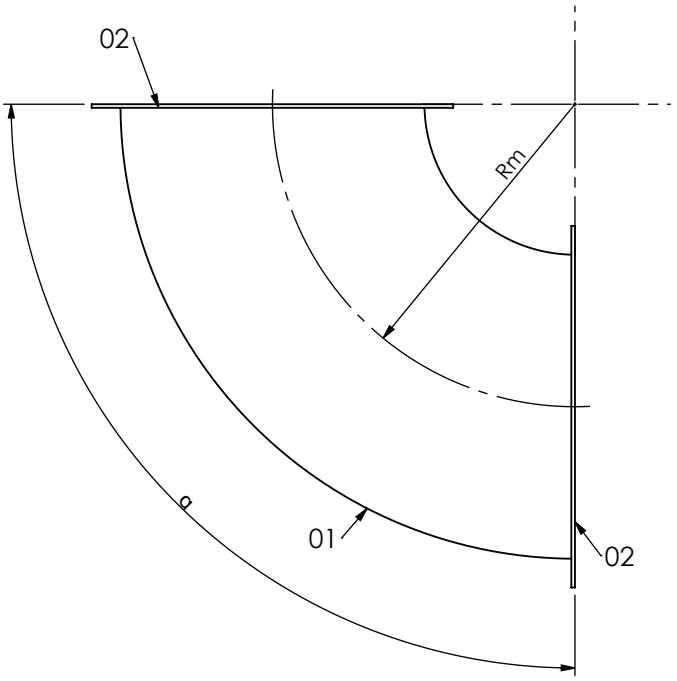
PROYECTO:
SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS

NRO DE PLANO:
CL-05

REV.: 01

AÑO 2023





N° Pieza	Cantidad	A (int.)	B (int.)	Rm	α	Vent. insp.
01	01	400	500	400	90	NO
06	01	500	400	500	90	NO

Notas:
1 - Fabricación por engrafado
2 - Recubrimineto de bridas: galvanizadas en caliente

N° Pieza	Descripción	Cant.	Material	N° Plano
02	Brida rectangular	2	Planc. 1 1/2" x 3/16"	-
01	Codo sec. rectangular	1	CH. Galvanizada C18	Ver detalle E-01

	Fecha	Nombre		
Dib.	10/23	M. TORRILLA	PROYECTO FINAL INGENIERÍA MECÁNICA	DETALLE: CAÑERÍALIMPIA - CODO SEC. RECTANGULAR
Rev.				
Apr.				

Esc.
1:10

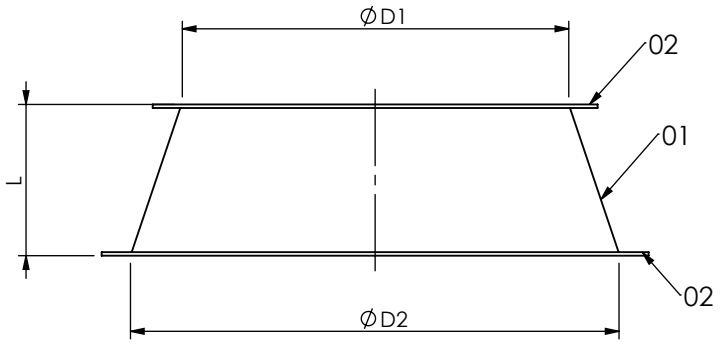
Toler. ±2
Rug.

PROYECTO:
SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS

NRO DE PLANO:
CL-06

REV.: 01

AÑO 2023



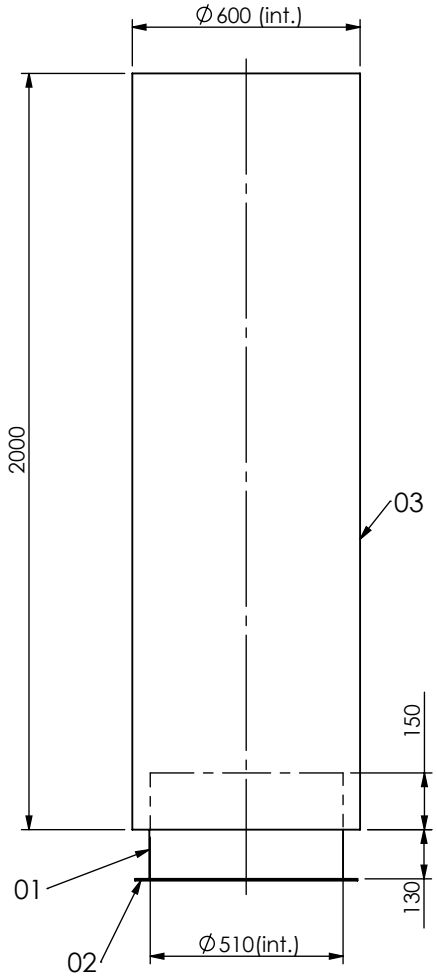
N° Pieza	Cantidad	ØD1 (int.)	ØD2 (int.)	L
12	01	510	645	200

Notas:
1 - Fabricación por engrafado
2 - Recubrimineto de bridas: galvanizadas en caliente

N° Pieza	Descripción	Cant.	Material	N° Plano
02	Brida circular	2	Planc. 1 1/2" x 3/16"	Ver detalle B-01
01	Cono	1	CH. Galvanizada C18	Ver detalle E-01

	Fecha	Nombre		
Dib.	10/23	M. TORRILLA	PROYECTO FINAL INGENIERÍA MECÁNICA	DETALLE: CAÑERÍALIMPIA - CONO
Rev.				
Apr.				
Esc. 1:10			PROYECTO: SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS	NRO DE PLANO: CL-07
Toler. ±2 Rug.				REV.: 01
				AÑO 2023

Pieza N° 30



Notas:
1- Fabricación por engrafado
2 - Recubrimineto de bridas: galvanizadas en caliente

N° Pieza	Descripción	Cant.	Material	N° Plano
03	Cuerpo cimenea	1	CH. Galvanizada C18	Ver detalle E-01
02	Brida circular	1	Planc. 1 1/2" x 3/16"	Ver detalle B-01
01	Base chimenea	1	CH. Galvanizada C18	Ver detalle E-01

	Fecha	Nombre
Dib.	10/23	M. TORRILLA
Rev.		
Apr.		

PROYECTO FINAL
INGENIERÍA MECÁNICA

DETALLE:
CAÑERÍA LIMPIA -
CHIMENEA AMERICANA

Esc.
1:20

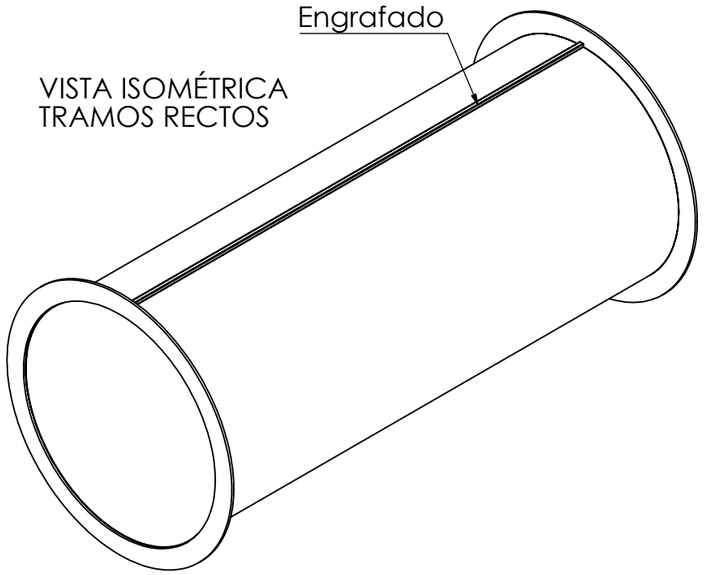
Toler. ±2
Rug.

PROYECTO:
SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS

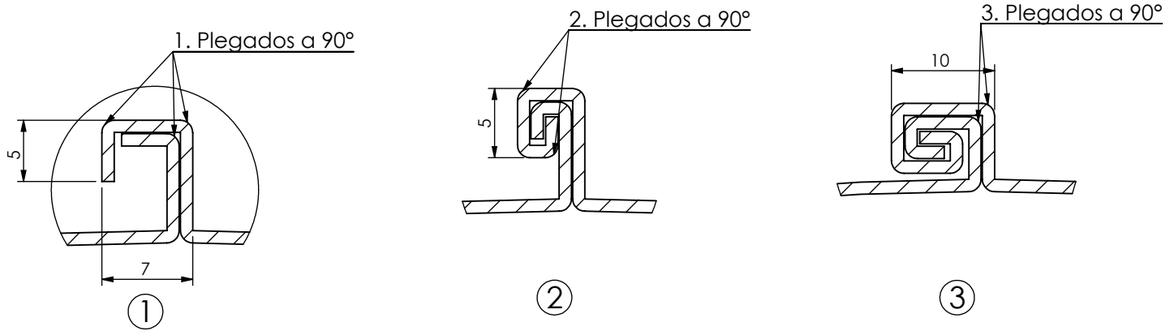
NRO DE PLANO:
CL-08

REV.: 01

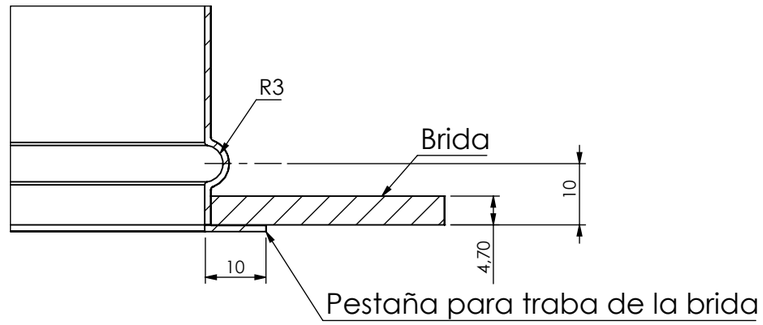
AÑO 2023

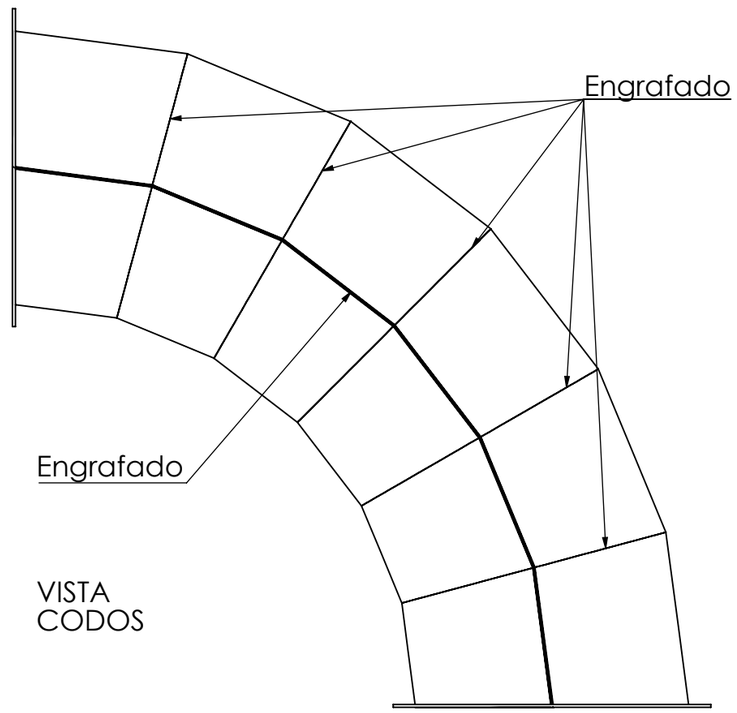


DETALLE ENGRAFADO
ESC.: 2:1

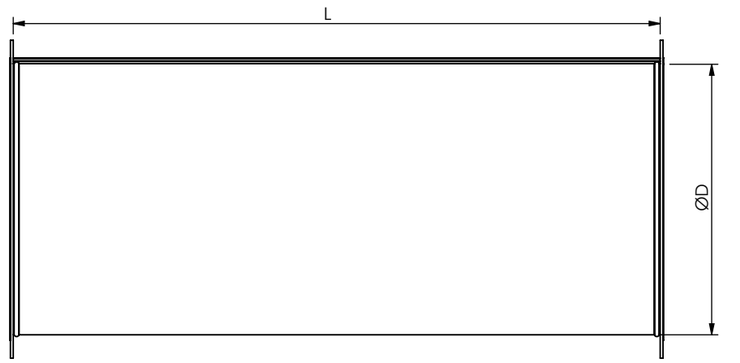


DETALLE BOMBO
ESC.: 1:1



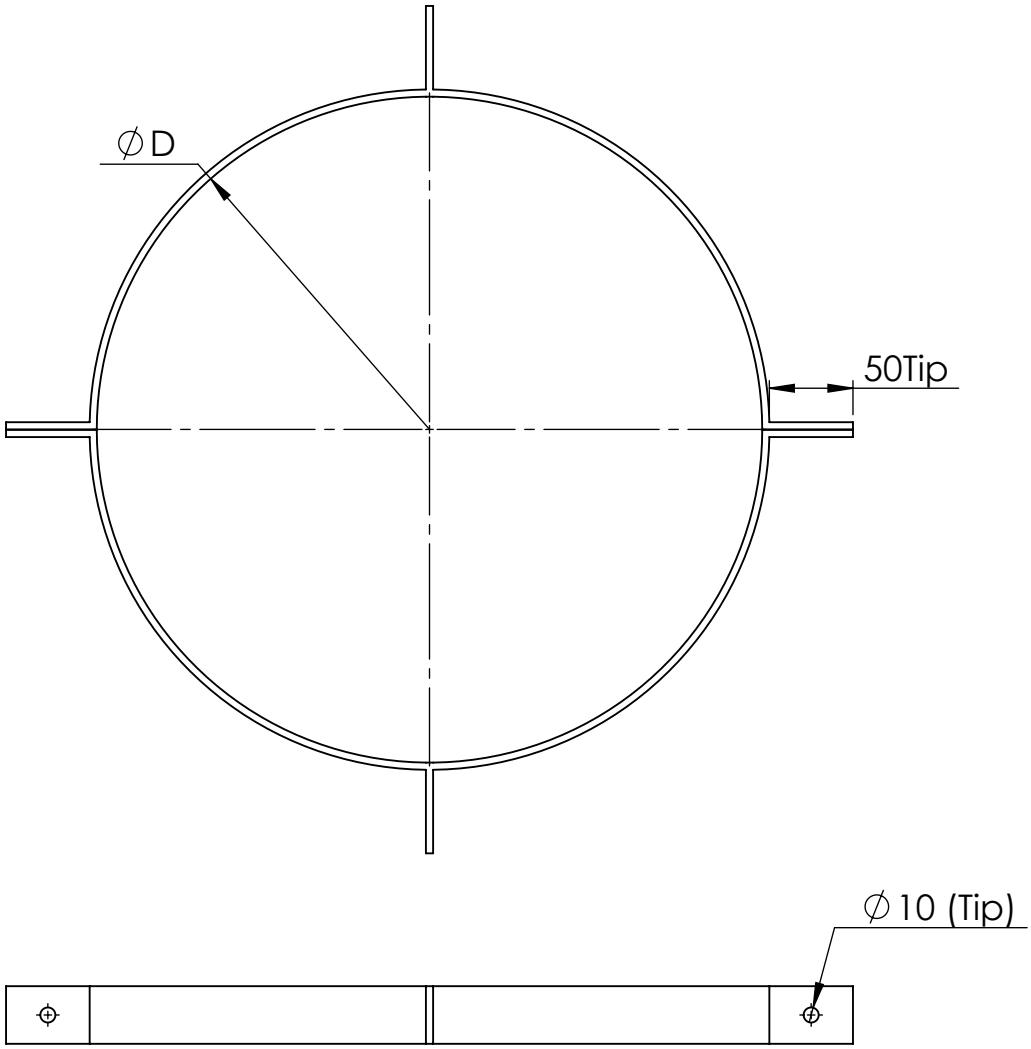


PARÁMETROS VARIABLES EN TRAMOS RECTOS



		Fecha	Nombre	
	Dib.	10/23	M. TORRILLA	PROYECTO FINAL INGENIERÍA MECÁNICA
	Rev.			
	Apr.			
	Esc. 1:10	PROYECTO: SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS		NRO DE PLANO: E-01
	Toler. 2 Rug.			REV.: 01
				AÑO 2023

DETALLE:
CONSTRUCCIÓN TIPICA DE CAÑERÍA ENGRAFADA

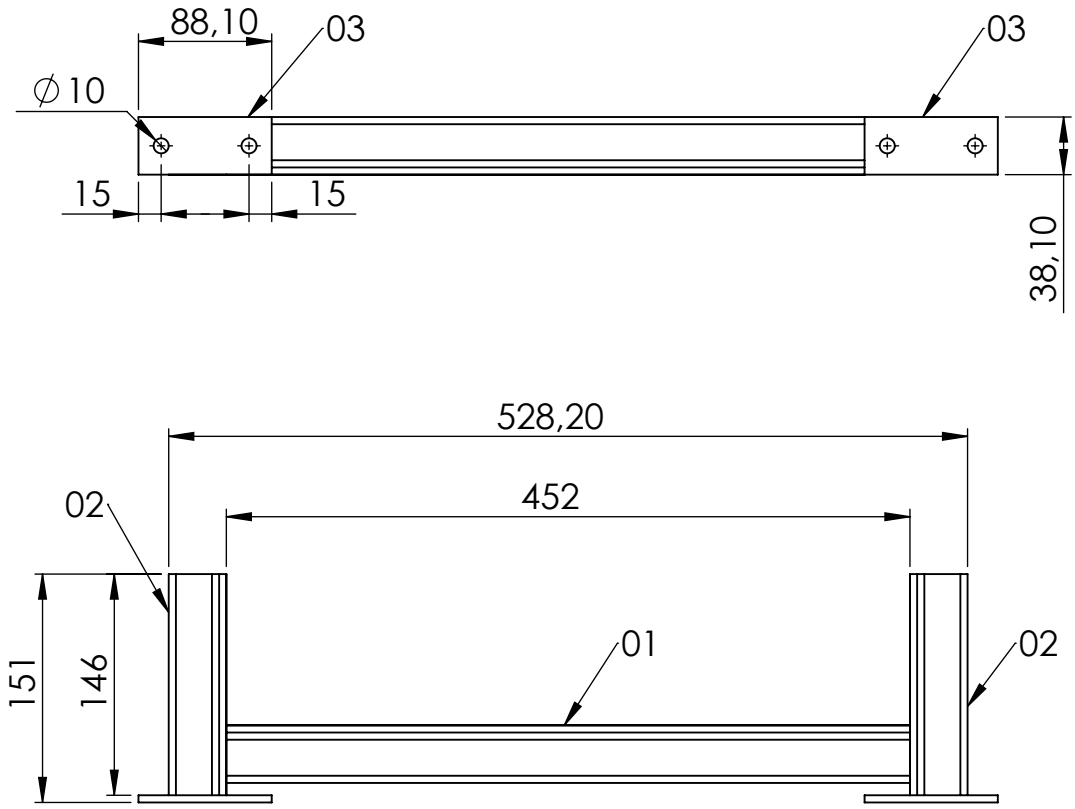


∅D	Cantidad
440	12
510	4
600	1

Notas:

01 - Construir en ⍁ 1 1/2" x 3/16" SAE 1010.

	Fecha	Nombre		
Dib.	10/23	M. TORRILLA	PROYECTO FINAL INGENIERÍA MECÁNICA	DETALLE: SOPORTE TIPO ABRAZADERA
Rev.				
Apr.				
Esc. 1:5			PROYECTO: SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS	NRO DE PLANO: S-01
Toler. ±5 Rug.				REV.: 01
				AÑO 2023



CANTIDAD 2

N° Pieza	Descripción	Cantidad	Dimensiones	Material
03	Chapa base	2	88,1	Planchuela 1 1/2 x "3/16"
02	Soporte vertical	2	146	Angulo 1 1/2" x 3/16"
01	Transversal	1	452	Angulo 1 1/2" x 3/16"

	Fecha	Nombre
Dib.	10/23	M. TORRILLA
Rev.		
Apr.		

PROYECTO FINAL
INGENIERÍA MECÁNICA

DETALLE:
SOPORTE TIPO H
CAÑERÍA RECTANGULAR

Esc.
1:5

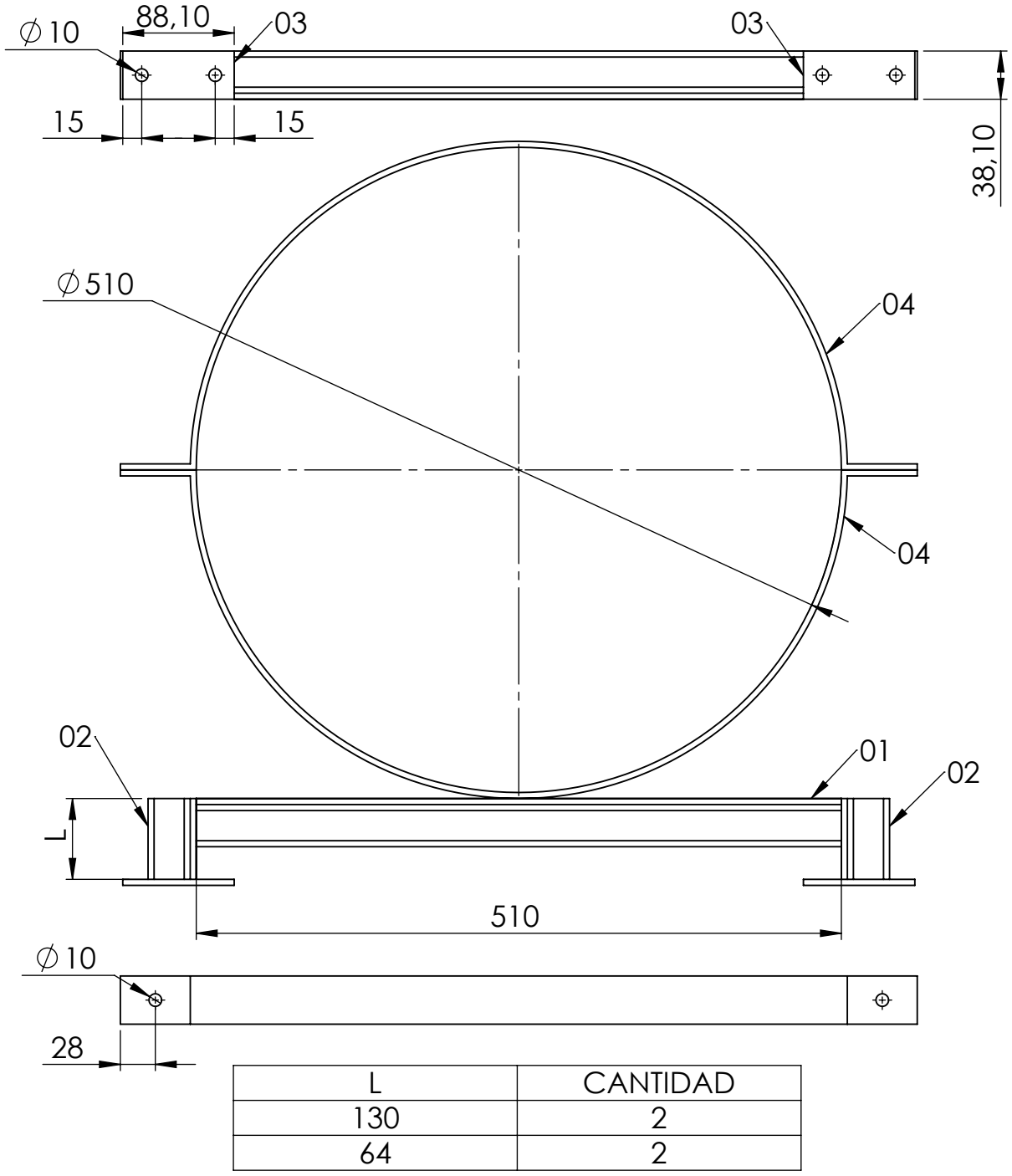
Toler. ±5
Rug.

PROYECTO:
SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS

NRO DE PLANO:
S-02

REV.: 01

AÑO 2023



L	CANTIDAD
130	2
64	2

N° Pieza	Descripción	Cantidad	Dimensiones	Material
04	Abrazadera	2	∅510	Planchuela 1 1/2 x "3/16"
03	Chapa base	2	88,1	Planchuela 1 1/2 x "3/16"
02	Soporte vertical	2	Según tabla	Angulo 1 1/2" x 3/16"
01	Transversal	1	510	Angulo 1 1/2" x 3/16"

	Fecha	Nombre
Dib.	10/23	M. TORRILLA
Rev.		
Apr.		

PROYECTO FINAL
INGENIERÍA MECÁNICA

DETALLE:
SOPORTE TIPO H
CAÑERÍA CIRCULAR

Esc.
1:5

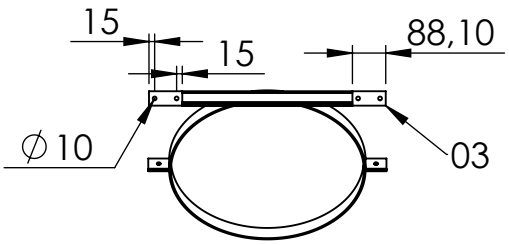
Toler. ±5
Rug.

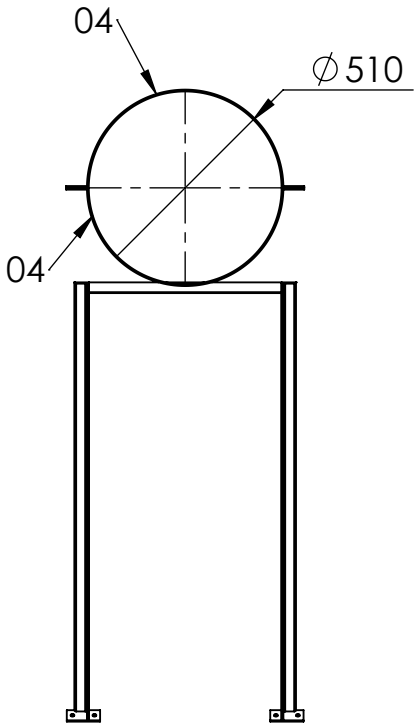
PROYECTO:
SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS

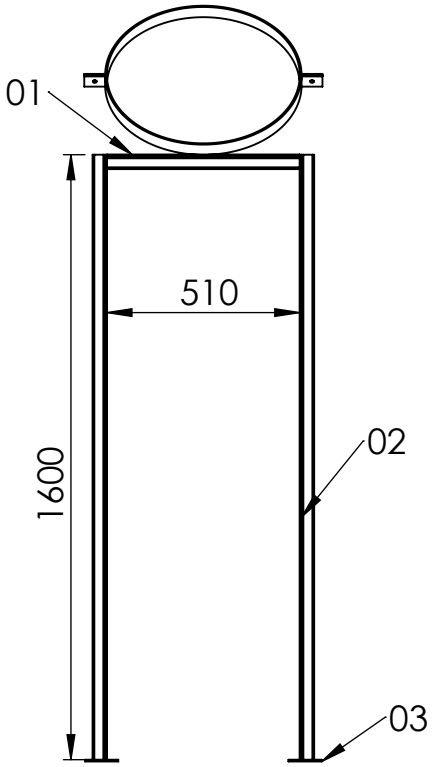
NRO DE PLANO:
S-03

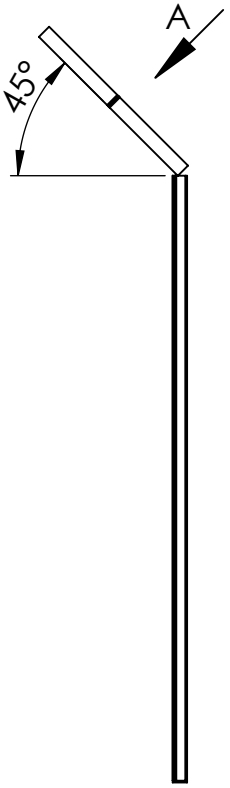
REV.: 01

AÑO 2023









VISTA A
45,00°

N° Pieza	Descripción	Cantidad	Dimensiones	Material
04	Abrazadera	2	∅510	Planchuela 1 1/2 x "3/16"
03	Chapa base	2	88,1	Planchuela 1 1/2 x "3/16"
02	Soporte vertical	2	1600	Angulo 1 1/2" x 3/16"
01	Transversal	1	510	Angulo 1 1/2" x 3/16"

	Fecha	Nombre		
Dib.	10/23	M. TORRILLA	PROYECTO FINAL INGENIERÍA MECÁNICA	DETALLE: SOPORTE TIPO H ESPECIAL
Rev.				
Apr.				

Esc.
1:5

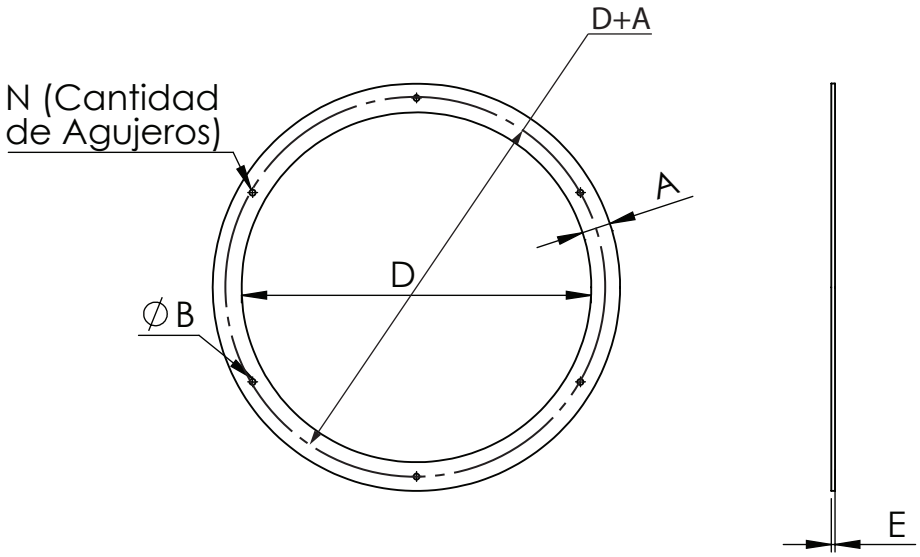
Toler. ±5
Rug.

PROYECTO:
SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS

NRO DE PLANO:
S-03

REV.: 01

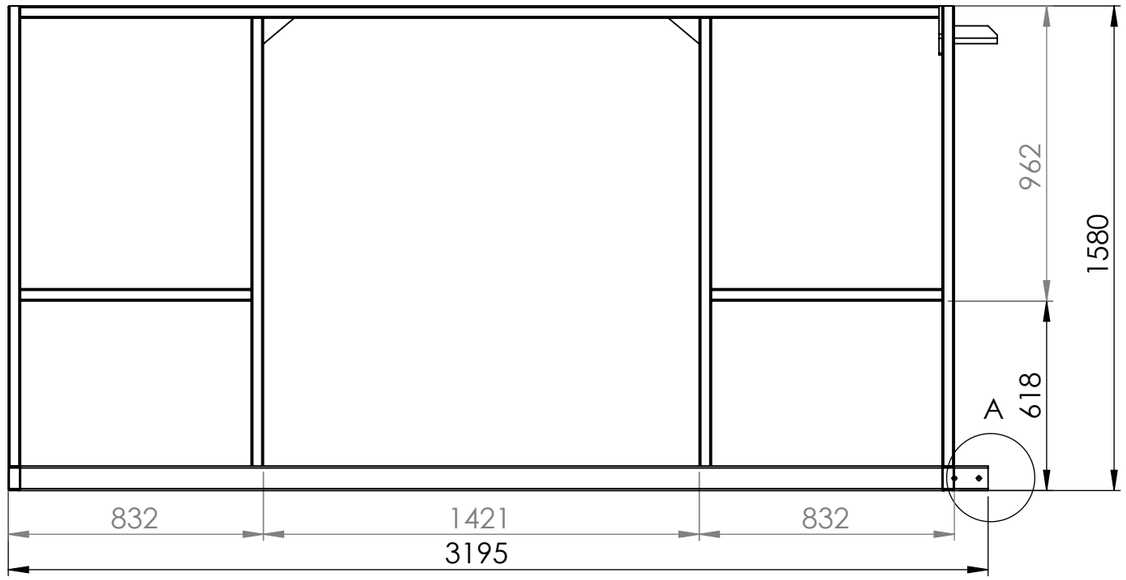
AÑO 2023

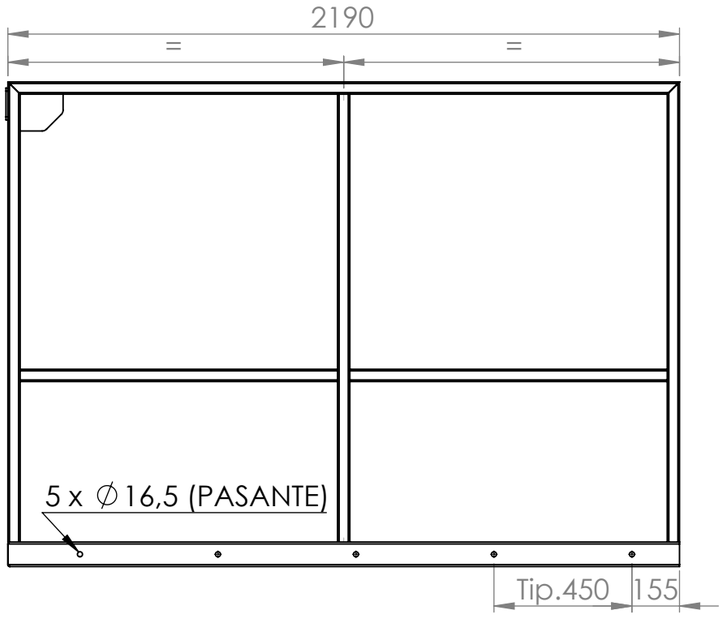


D	N	∅B	A	E
100-240	5	9	1"	3/16"
250-300	6	9	1"	3/16"
310-380	8	9	1 1/2"	3/16"
390-550	10	9	1 1/2"	3/16"
560-690	12	9	1 1/2"	3/16"
700-900	14	9	1 1/2"	3/16"

Notas:
1- Material: Planchuela 1 1/2" x 3/16"
2- Recubriminetos: galvanizadas en caliente
3- La cota D con la holgura necesaria con respecto a la cañería será definida por el taller de zinguería

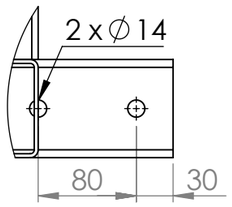
	Fecha	Nombre		
Dib.	10/23	M. TORRILLA	PROYECTO FINAL INGENIERÍA MECÁNICA	DETALLE: BRIDAS
Rev.				
Apr.				
Esc. 1:10			PROYECTO: SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS	NRO DE PLANO: B-01
Toler. ±2 Rug.				REV.: 01
				AÑO 2023

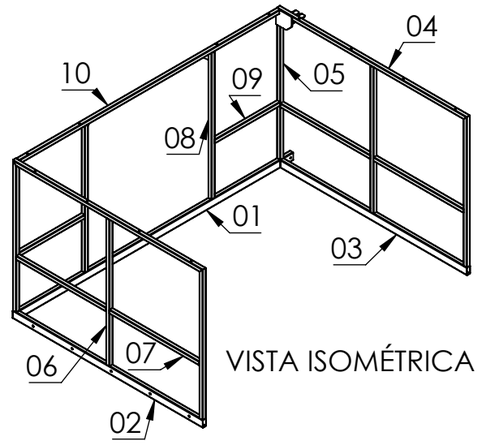






DETALLE A
ESCALA 1 : 5





VISTA ISOMÉTRICA

POS.	NOMBRE	MATERIAL	DIMENSIONES	CANT.	OBSERVACIONES
10	BASE SUPERIOR	CAÑO EST. 40x40	L=3005	1	PERFORADO
09	REFUERZO TRASERO	CAÑO EST. 40x40	L=752	2	-
08	PILAR TRASERO	CAÑO EST. 40x40	L=1460	2	-
07	REFUERZO LATERAL	CAÑO EST. 40x40	L=1035	4	-
06	PILAR LATERAL	CAÑO EST. 40x40	L=1460	2	-
05	PILAR LATERAL	CAÑO EST. 40x40	L=1580	4	EXTREMO SUP. 45°
04	BASE SUPERIOR	CAÑO EST. 40x40	L=2190	2	PERFORADO-EXTREMOS 45°
03	BASE	CAÑO EST. 80x40	L=2190	1	-
02	BASE	CAÑO EST. 80x40	L=2190	1	PERFORADO
01	BASE	CAÑO EST. 80x40	L=3236	1	PERFORADO-1 EXT 45°

CANTIDAD 2

	Fecha	Nombre
Dib.	10/23	M. TORRILLA
Rev.		
Apr.		

PROYECTO FINAL
INGENIERÍA MECÁNICA

DETALLE:
CERRAMIENTO TOLVA
INFERIOR DERECHO

Esc.
1:20

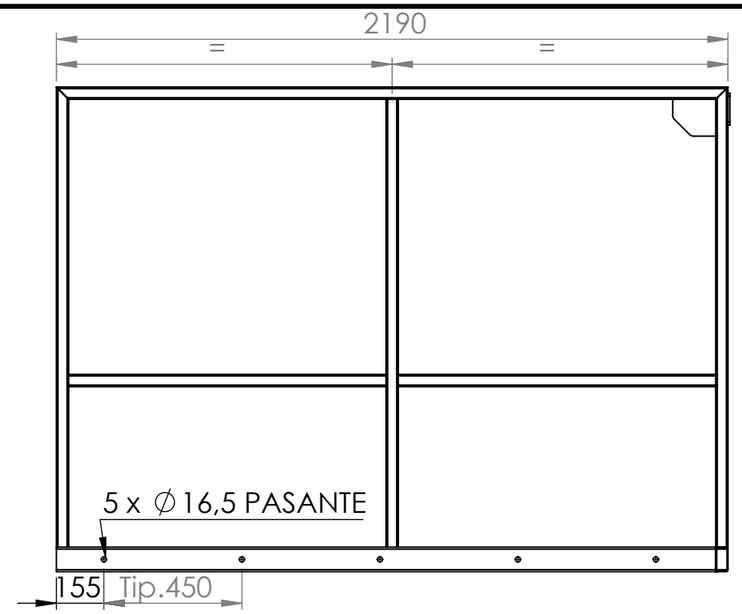
Toler. ±5
Rug.

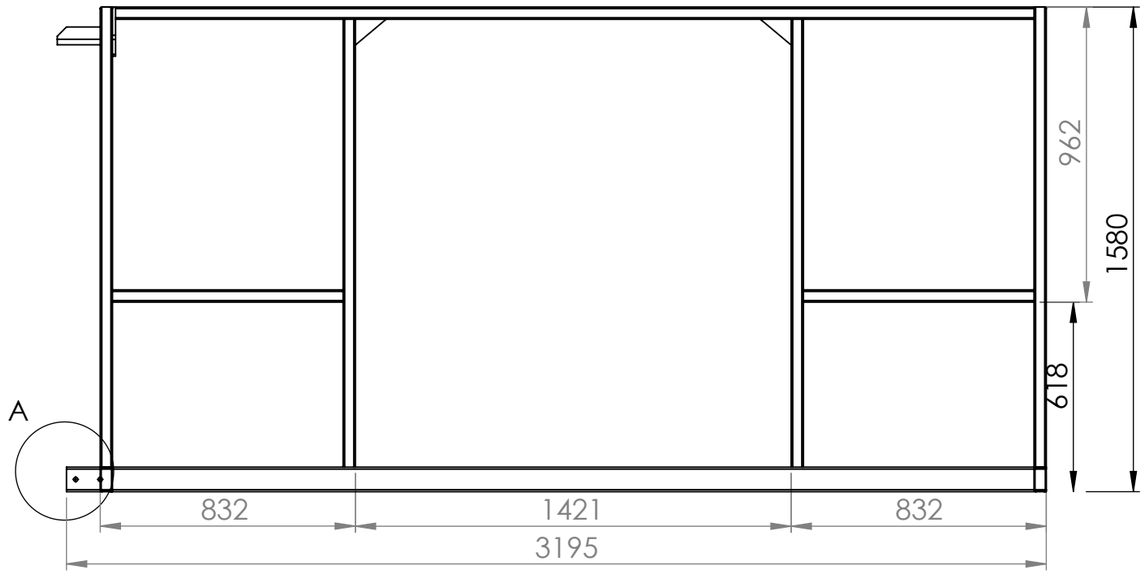
PROYECTO:
SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS

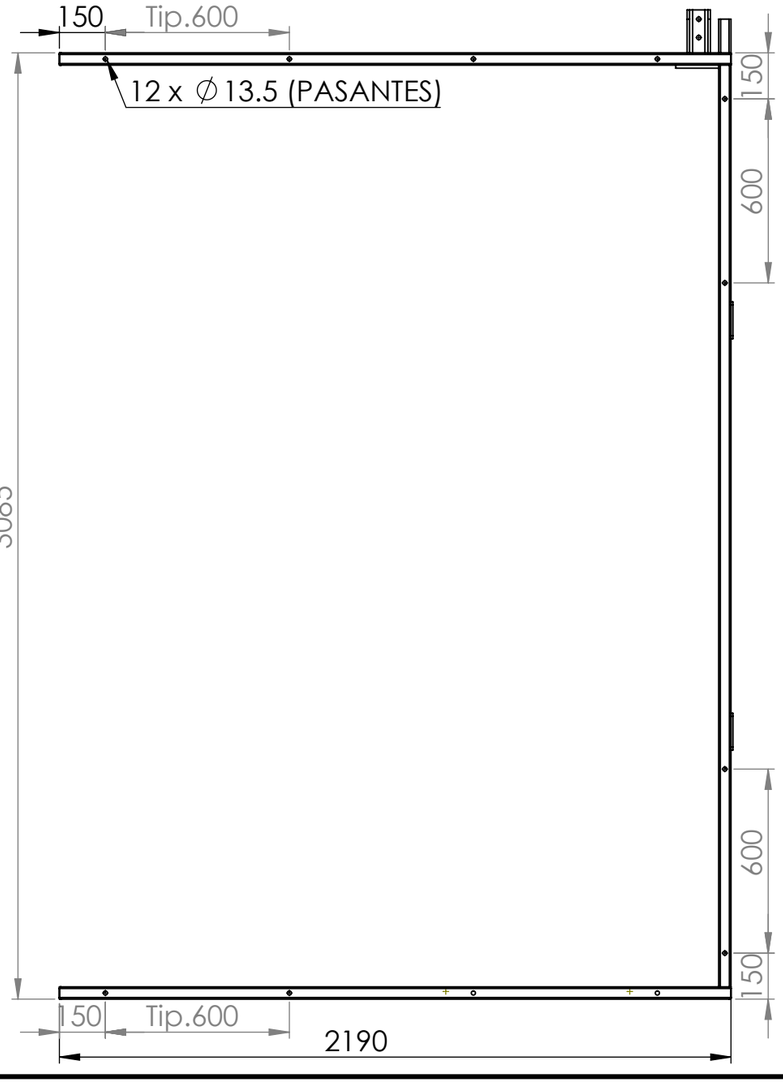
NRO DE PLANO:
CT-01

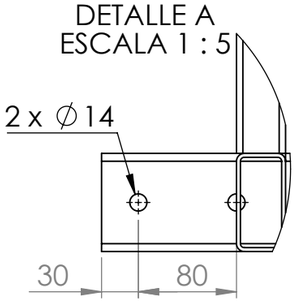
REV.: 01

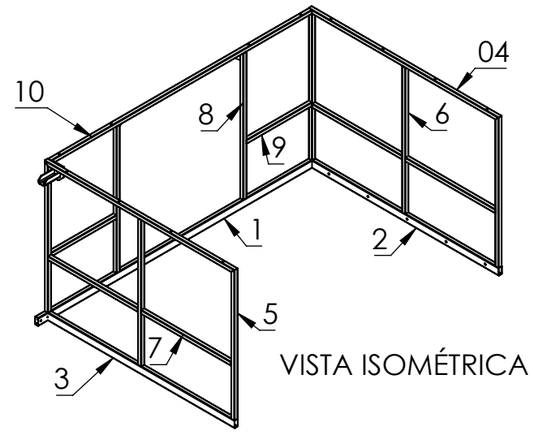
AÑO 2023











VISTA ISOMÉTRICA

CANTIDAD 2

POS.	NOMBRE	MATERIAL	DIMENSIONES	CANT.	OBSERVACIONES
10	BASE SUPERIOR	CAÑO EST. 40x40	L=3005	1	PERFORADO
09	REFUERZO TRASERO	CAÑO EST. 40x40	L=752	2	-
08	PILAR TRASERO	CAÑO EST. 40x40	L=1460	2	-
07	REFUERZO LATERAL	CAÑO EST. 40x40	L=1035	4	-
06	PILAR LATERAL	CAÑO EST. 40x40	L=1460	2	-
05	PILAR LATERAL	CAÑO EST. 40x40	L=1580	4	EXTREMO SUP. 45°
04	BASE SUPERIOR	CAÑO EST. 40x40	L=2190	2	PERFORADO-EXTREMOS 45°
03	BASE	CAÑO EST. 80x40	L=2190	1	-
02	BASE	CAÑO EST. 80x40	L=2190	1	PERFORADO
01	BASE	CAÑO EST. 80x40	L=3236	1	PERFORADO-1 EXT 45°

	Fecha	Nombre	
Dib.	10/23	M. TORRILLA	PROYECTO FINAL INGENIERÍA MECÁNICA
Rev.			
Apr.			

DETALLE:
CERRAMIENTO TOLVA
INFERIOR IZQUIERDO

Esc.
1:20

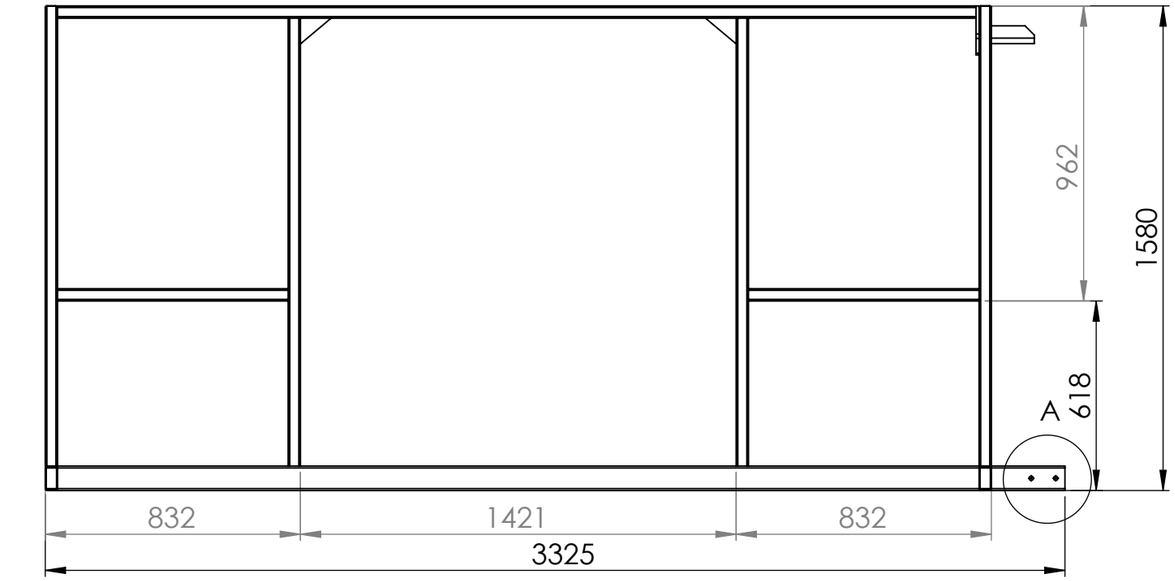
Toler. ±5
Rug.

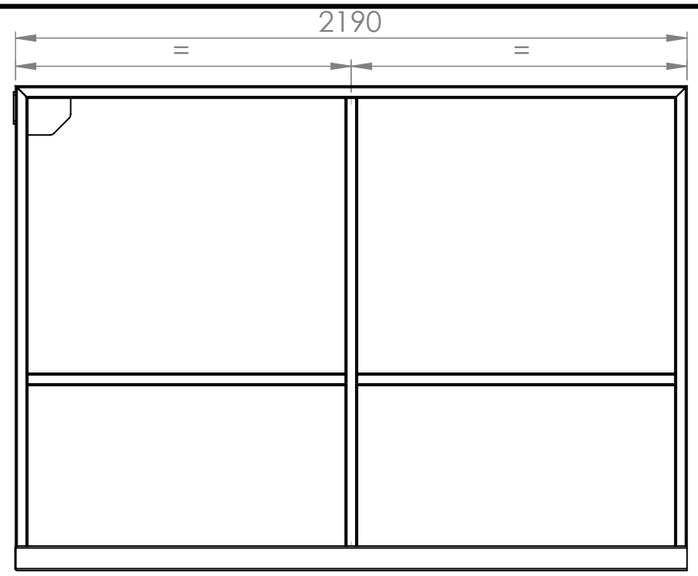
PROYECTO:
SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS

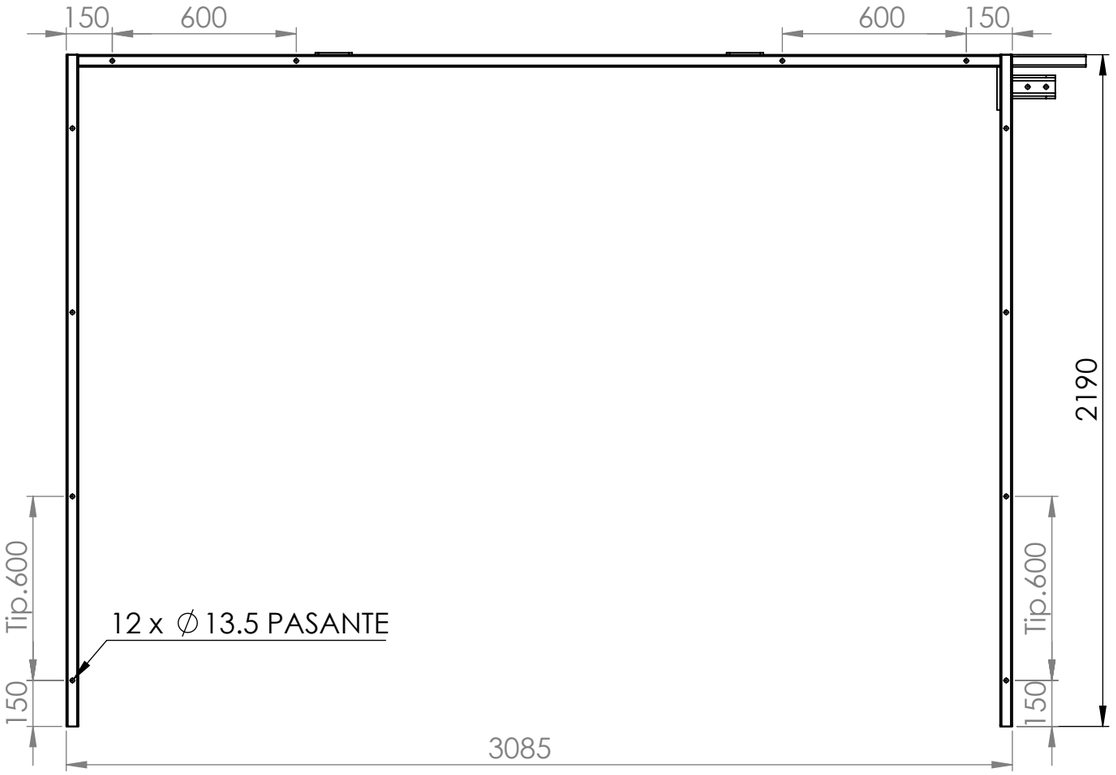
NRO DE PLANO:
CT-02

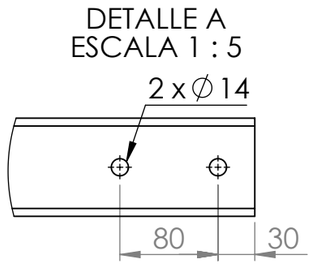
REV.: 01

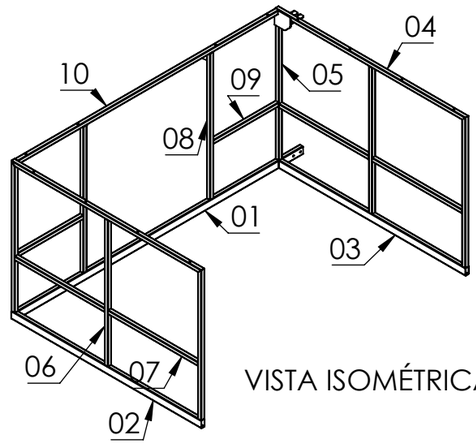
AÑO 2023









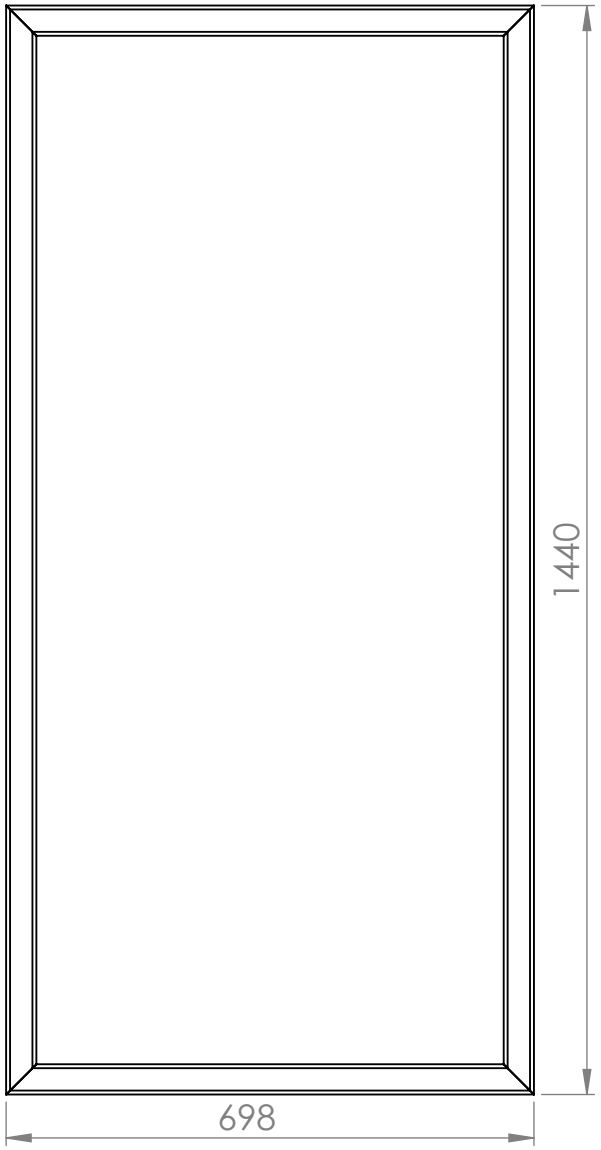


VISTA ISOMÉTRICA

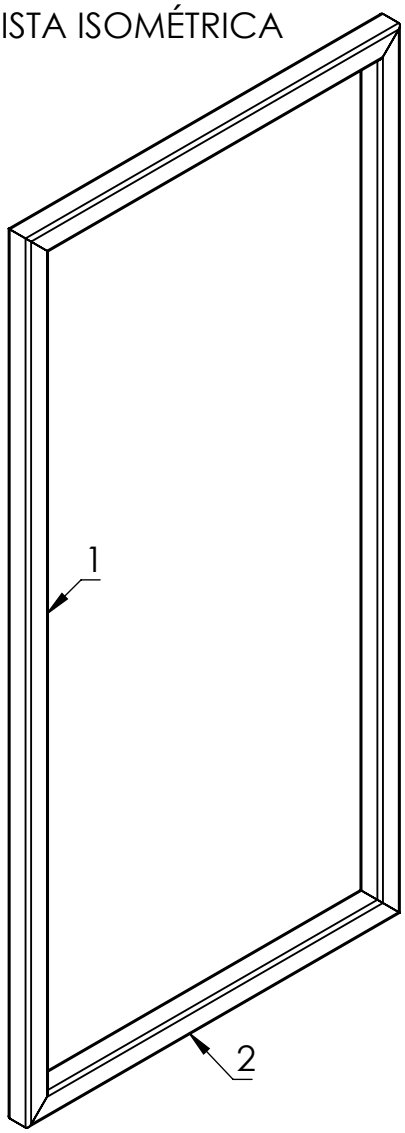
POS.	NOMBRE	MATERIAL	DIMENSIONES	CANT.	OBSERVACIONES
10	BASE SUPERIOR	CAÑO EST. 40x40	L=3005	1	PERFORADO
09	REFUERZO TRASERO	CAÑO EST. 40x40	L=752	2	-
08	PILAR TRASERO	CAÑO EST. 40x40	L=1460	2	-
07	REFUERZO LATERAL	CAÑO EST. 40x40	L=1035	4	-
06	PILAR LATERAL	CAÑO EST. 40x40	L=1460	2	-
05	PILAR LATERAL	CAÑO EST. 40x40	L=1580	4	EXTREMO SUP. 45°
04	BASE SUPERIOR	CAÑO EST. 40x40	L=2190	2	PERFORADO-EXTREMOS 45°
03	BASE	CAÑO EST. 80x40	L=2190	1	-
02	BASE	CAÑO EST. 80x40	L=2190	1	-
01	BASE	CAÑO EST. 80x40	L=3366	1	PERFORADO-1 EXT 45°

CANTIDAD 1

	Fecha	Nombre		
Dib.	10/23	M. TORRILLA	PROYECTO FINAL INGENIERÍA MECÁNICA	DETALLE: CERRAMIENTO TOLVA INFERIOR DERECHO I
Rev.				
Apr.				
Esc. 1:20	PROYECTO: SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS			NRO DE PLANO: CT-03
Toler. ±5 Rug.				REV.: 01
				AÑO 2023



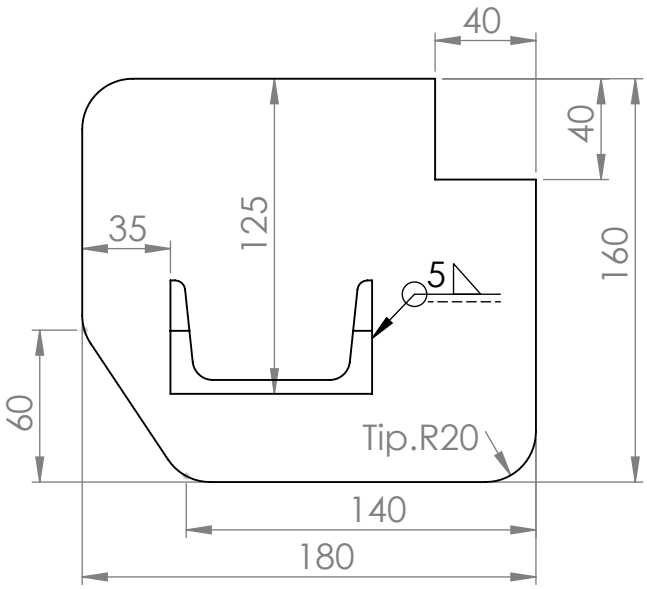
VISTA ISOMÉTRICA

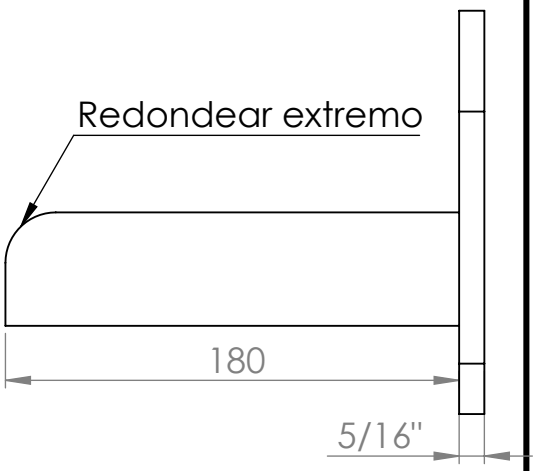


CANTIDAD 10

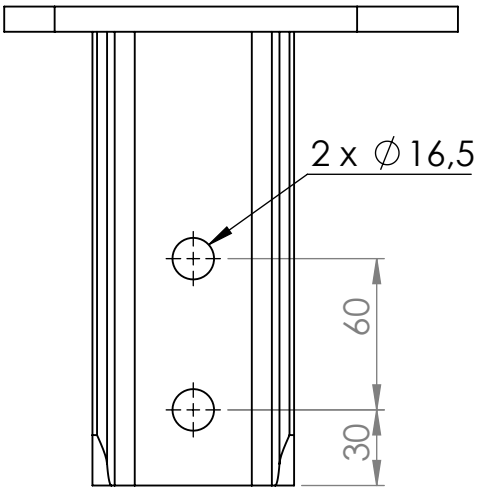
POS.	NOMBRE	MATERIAL	DIMENSIONES	CANT.	OBSERVACIONES
02	SUPERIOR-INFERIOR	CAÑO EST. 40x40	L=698	2	EXTREMOS 45°
01	LATERALES	CAÑO EST. 40x40	L=1440	2	EXTREMOS 45°

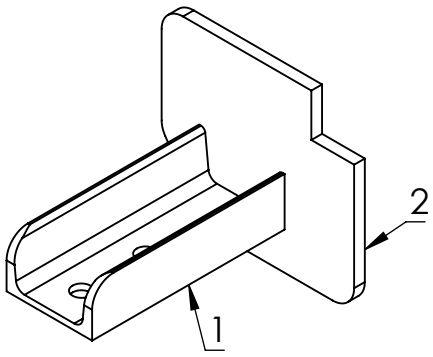
	Fecha	Nombre		
Dib.	10/23	M. TORRILLA	PROYECTO FINAL INGENIERÍA MECÁNICA	DETALLE: CERRAMIENTOS TOLVAS PUERTA DE INSPECCIÓN
Rev.				
Apr.				
Esc. 1:10			PROYECTO: SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS	NRO DE PLANO: CT-04
Toler. ±5 Rug.				REV.: 01 AÑO 2023





VISTA ISOMÉTRICA





Nota: **CANTIDAD 5.** 2 SOPORTES DEBEN IR EN ESPEJO SEGÚN PLANO DE CERRAMIENTO INFERIOR

POS.	NOMBRE	MATERIAL	DIMENSIONES	CANT.	OBSERVACIONES
02	PLACA BASE	Ch. espesor 5/16"	-	1	-
01	PERFIL	UPN 80	L=180	1	-

	Fecha	Nombre		
Dib.	10/23	M. TORRILLA	PROYECTO FINAL INGENIERÍA MECÁNICA	DETALLE: CERRAMIENTO TOLVAS SOPORTE
Rev.				
Apr.				

Esc. 1:3

Toler. ±5

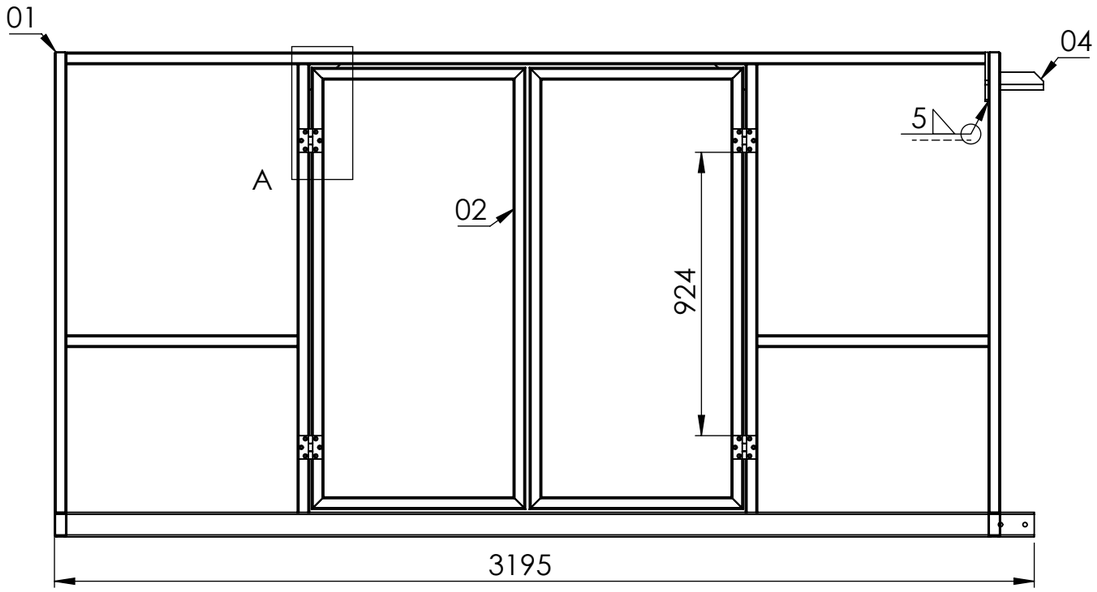
Rug.

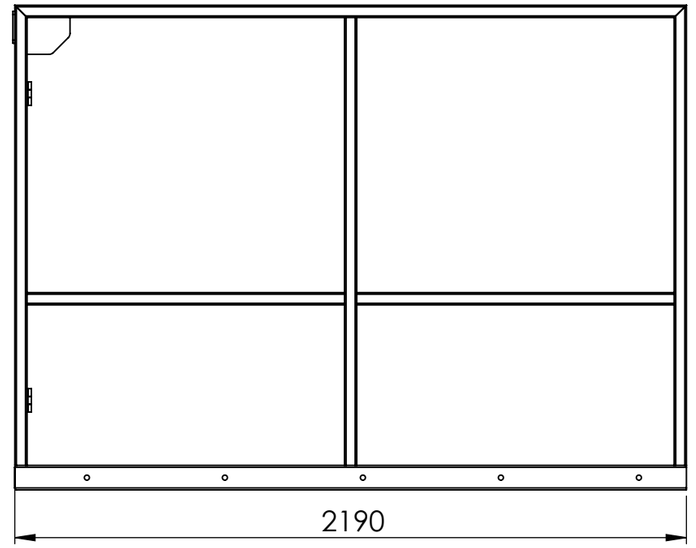
PROYECTO:
SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS

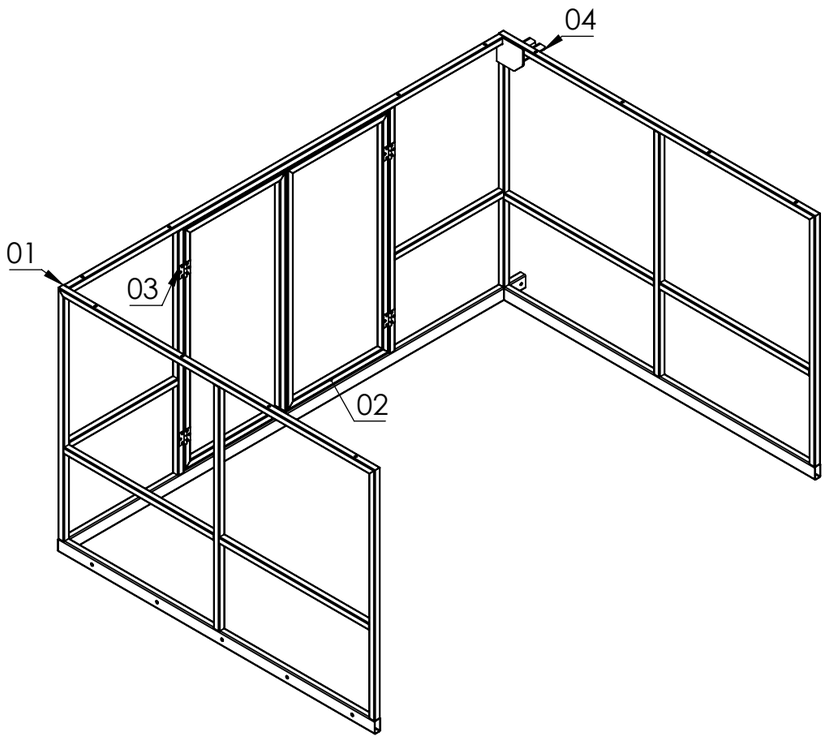
NRO DE PLANO:
CT-05

REV.: 01

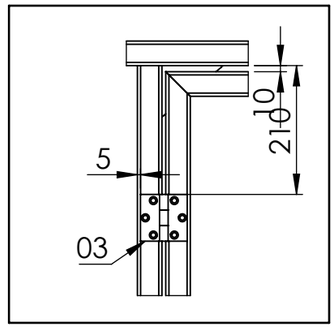
AÑO 2023







DETALLE A
ESCALA 1 : 10



NOTA: Enchapar con ch acero galvanizado 18 mediante tornillos autoperforantes. Posterior al enchapado, colocar pasador central en puertas de inspección

POS.	NOMBRE	MATERIAL	DIMENSIONES	CANT.	OBSERVACIONES
04	SOPORTE CERRAMIENTO	-	-	1	-
03	BISAGRA	-	3"x3"x3mm	4	COMERCIAL
02	PUERTAS DE INSPECCIÓN	CAÑO EST. 40x40	-	2	-
01	CERRAMIENTO INFERIOR	-	-	1	-

	Fecha	Nombre	
Dib.	10/23	M. TORRILLA	PROYECTO FINAL INGENIERÍA MECÁNICA
Rev.			
Apr.			

DETALLE:
CERRAMIENTO TOLVA
INFERIOR ENSAMBLAJE

Esc.
1:20

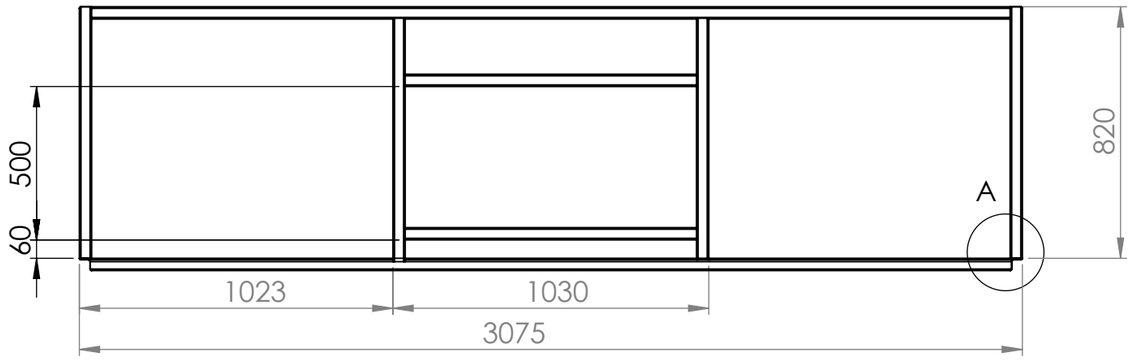
Toler. ±5
Rug.

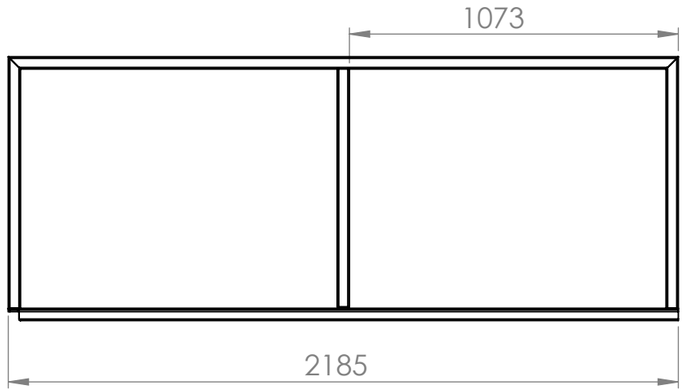
PROYECTO:
SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS

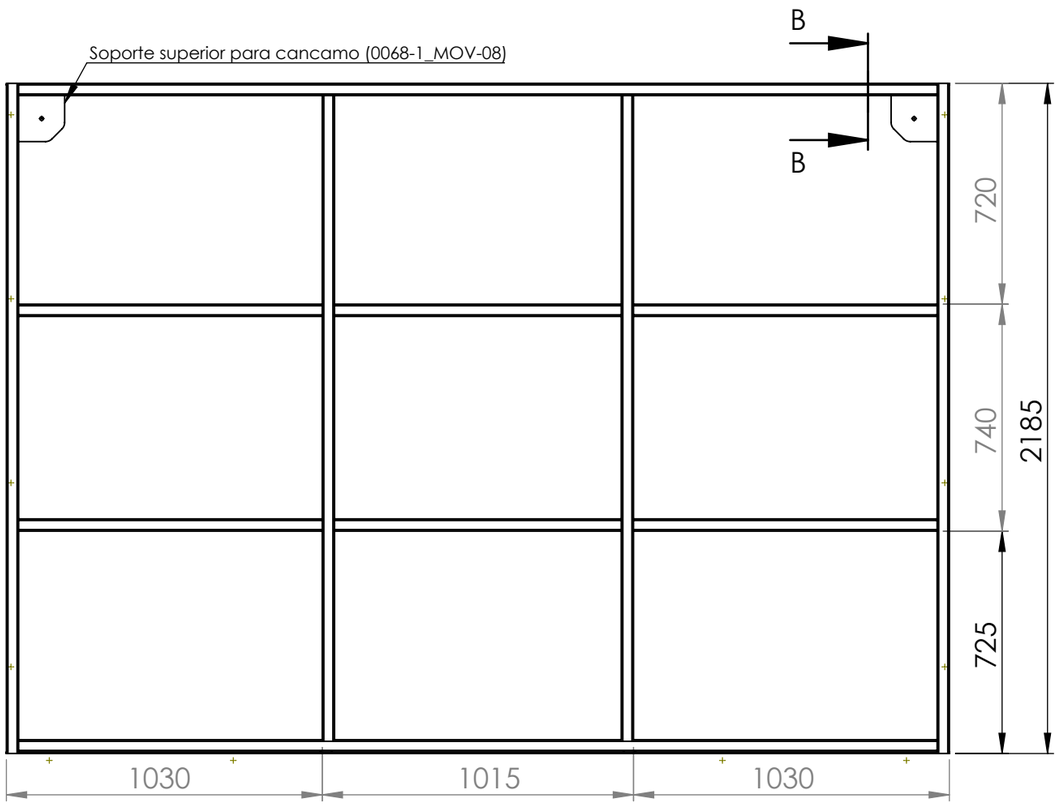
NRO DE PLANO:
CT-06

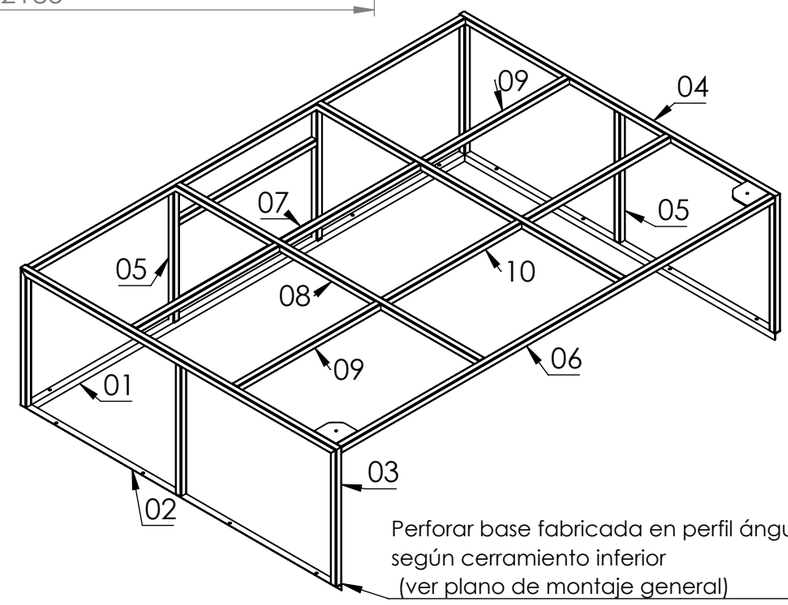
REV.: 01

AÑO 2023







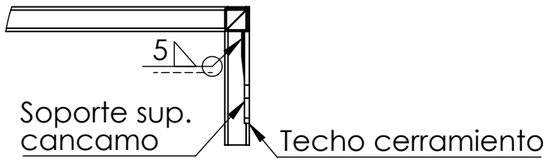


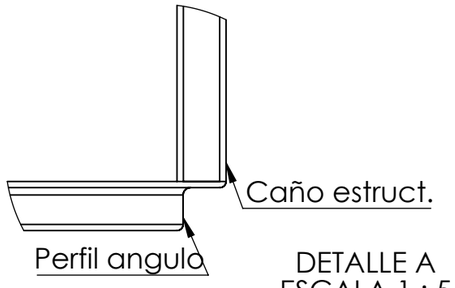
Perforar base fabricada en perfil ángulo
según cerramiento inferior
(ver plano de montaje general)

CANTIDAD 5

POS.	NOMBRE	MATERIAL	DIMENSIONES	CANT.	OBSERVACIONES
10	REFUERZO SUPERIOR CENTRAL	CAÑO EST. 40x40	L=935	2	PERFORADO
09	REFUERZO SUPERIOR LATERAL	CAÑO EST. 40x40	L=990	4	-
08	PERFIL SUPERIOR	CAÑO EST. 40x40	L=2100	2	-
07	BRIDA TRASERA	CAÑO EST. 40x40	L=950	2	-
06	PERFIL SUPERIOR	CAÑO EST. 40x40	L=2995	2	-
05	PILAR CENTRAL	CAÑO EST. 40x40	L=780	4	-
04	REFUERZO LATERAL	CAÑO EST. 40x40	L=2185	2	EXTREMOS 45°
03	PILAR	CAÑO EST. 40x40	L=820	4	1 EXTREMOA A 45°
02	BASE	∠ 1 1/2" x 3/16"	L=2185	2	PERFORADO- 1 EXTREMO 45°
01	BASE	∠ 1 1/2" x 3/16"	L=3075	1	PERFORADO-EXTRMOS 45°

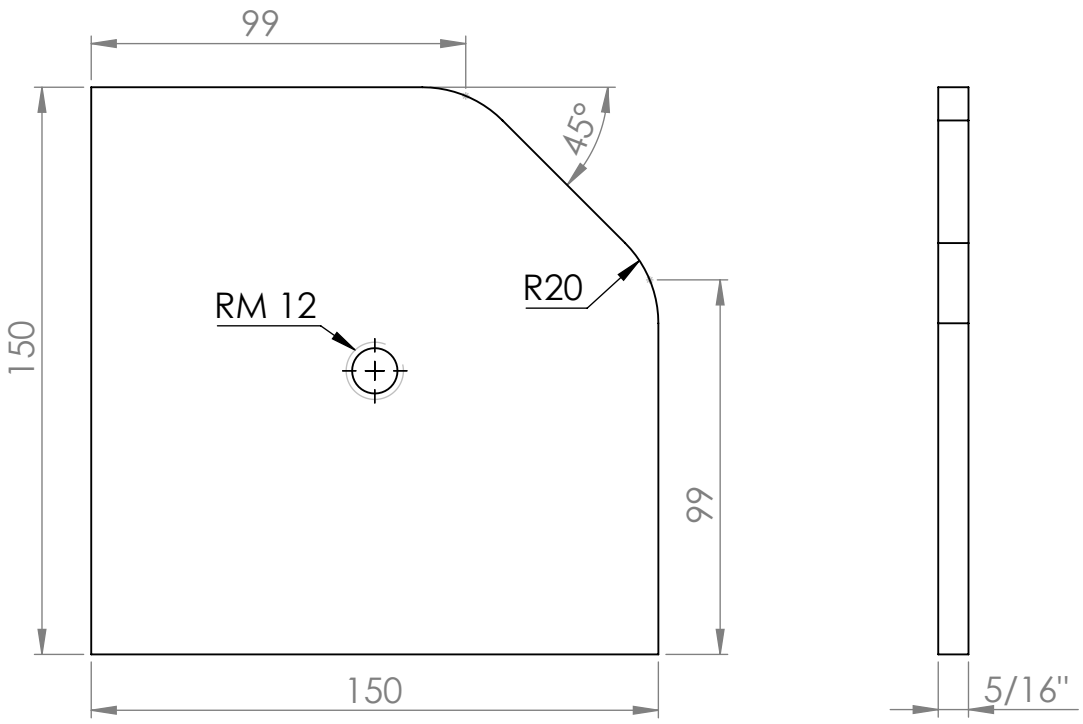
SECCIÓN B-B



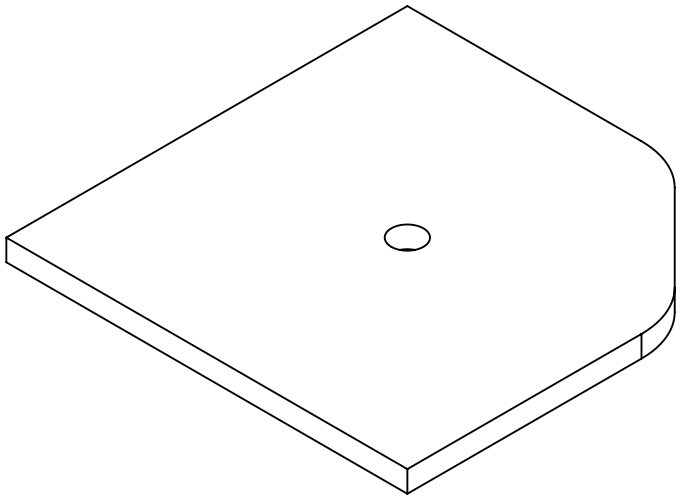


DETALLE A
ESCALA 1 : 5

	Fecha	Nombre		
Dib.	10/23	M. TORRILLA	PROYECTO FINAL INGENIERÍA MECÁNICA	DETALLE: CERRAMIENTO TOLVA SUPERIOR
Rev.				
Apr.				
Esc. 1:20	PROYECTO: SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS			NRO DE PLANO: CT-07
Toler. ±5 Rug.				REV.: 01
				AÑO 2023



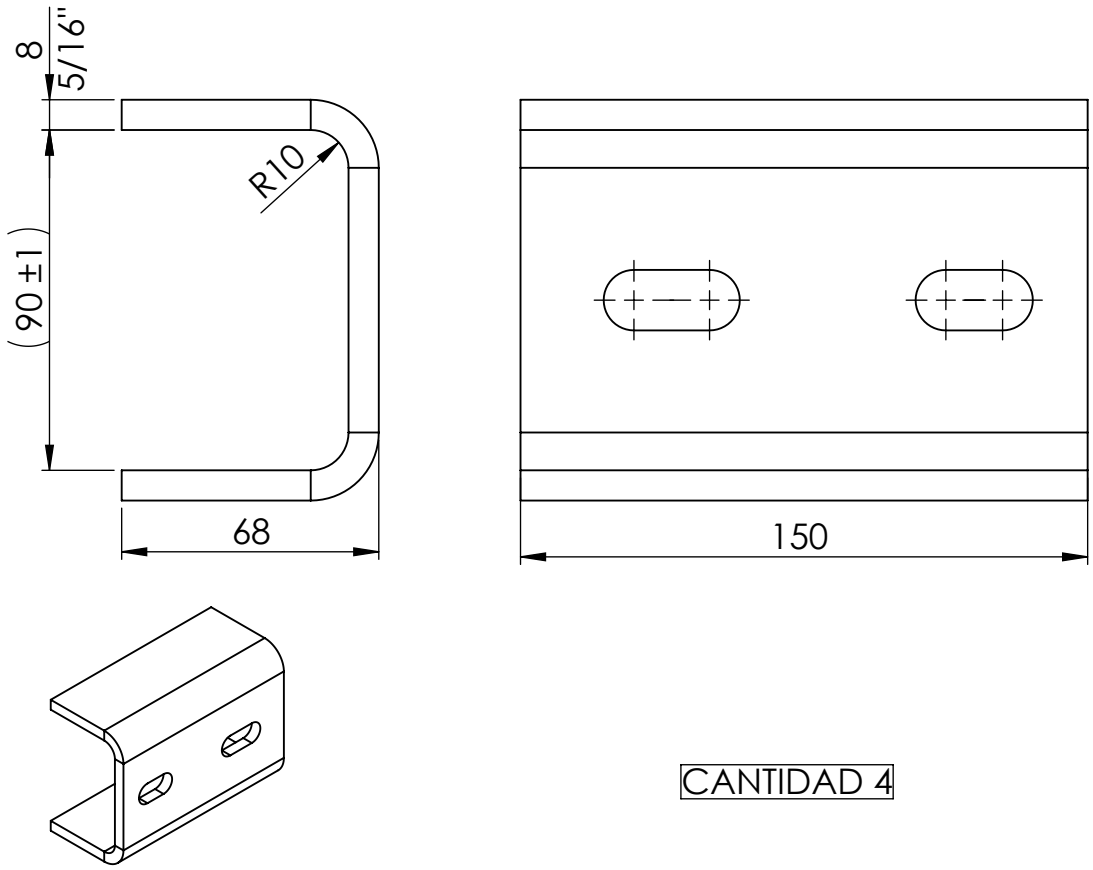
VISTA ISOMÉTRICA



CANTIDAD 10

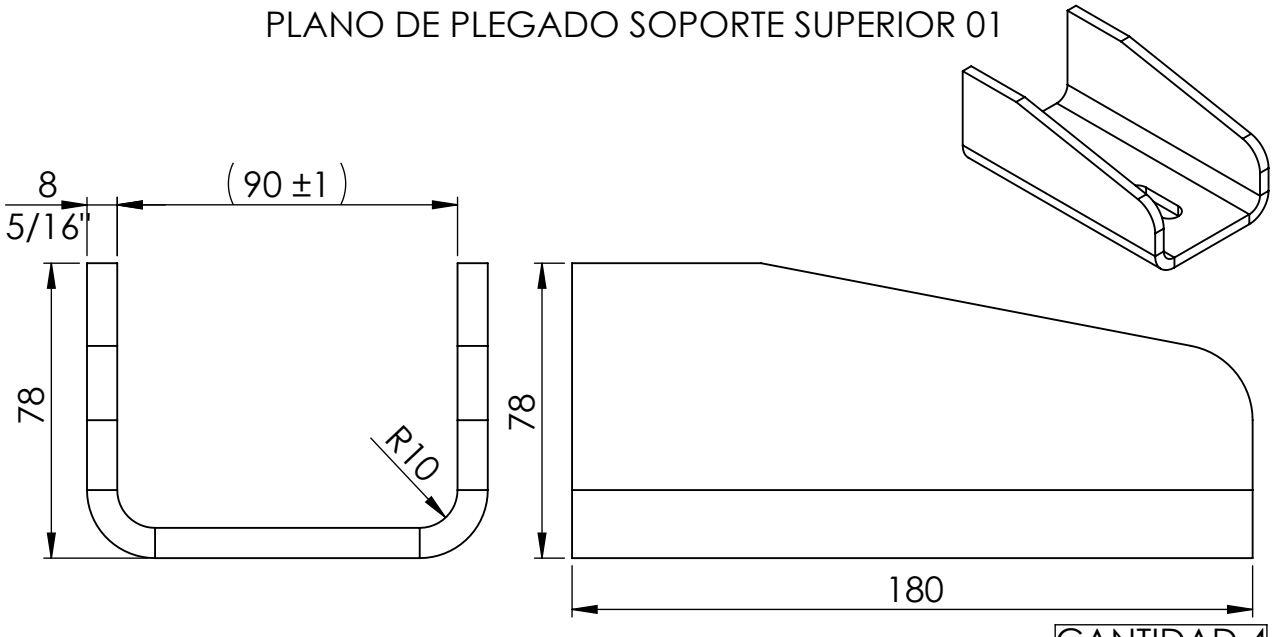
	Fecha	Nombre	PROYECTO FINAL INGENIERÍA MECÁNICA	DETALLE: CERRAMIENTO TOLVAS PLACA SUPERIOR CANCAMO
Dib.	10/23	M. TORRILLA		
Rev.				
Apr.				
Esc. 1:2	PROYECTO: SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS			NRO DE PLANO: CT-08
Toler. ±5 Rug.				REV.: 01
				AÑO 2023

PLANO DE PLEGADO SOPORTE INFERIOR 01



CANTIDAD 4

PLANO DE PLEGADO SOPORTE SUPERIOR 01

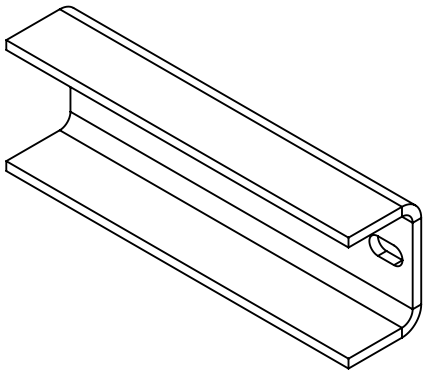


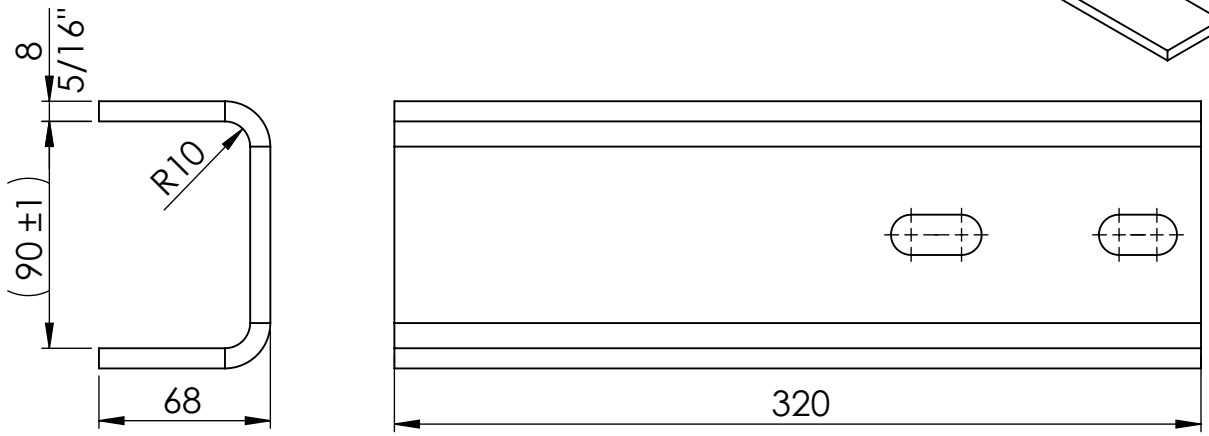
CANTIDAD 4

	Fecha	Nombre	PROYECTO FINAL INGENIERÍA MECÁNICA	DETALLE: CERRAMIENTO TOLVAS SOPORTE
Dib.	10/23	M. TORRILLA		
Rev.				
Apr.				
Esc. 1:2	PROYECTO: SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS			NRO DE PLANO: CT-09
Toler. ±5 Rug.				REV.: 01 AÑO 2023

PLANO DE PLEGADO SOPORTE INFERIOR 02

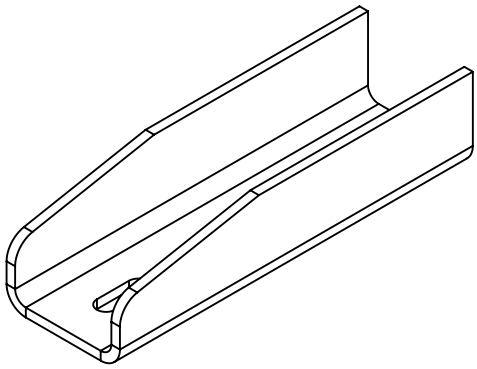
CANTIDAD 1

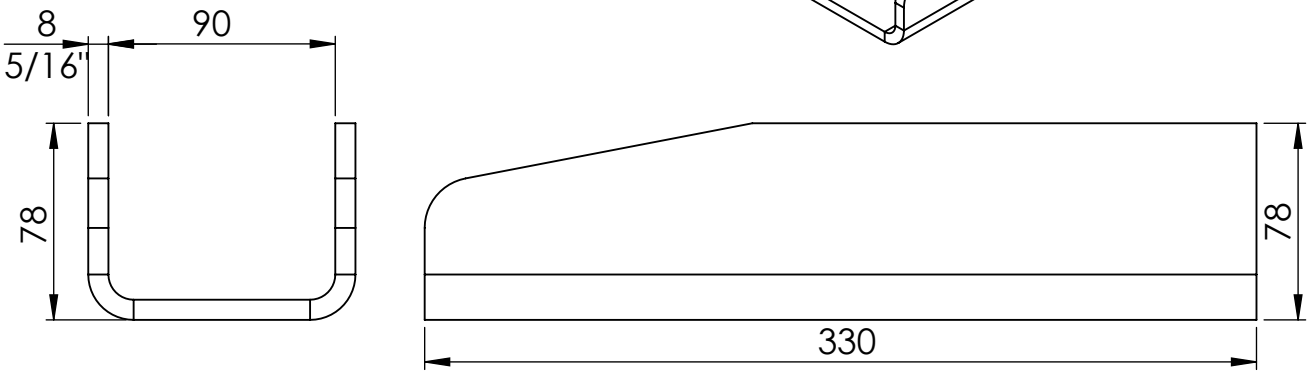




PLANO DE PLEGADO SOPORTE SUPERIOR 02

CANTIDAD 1

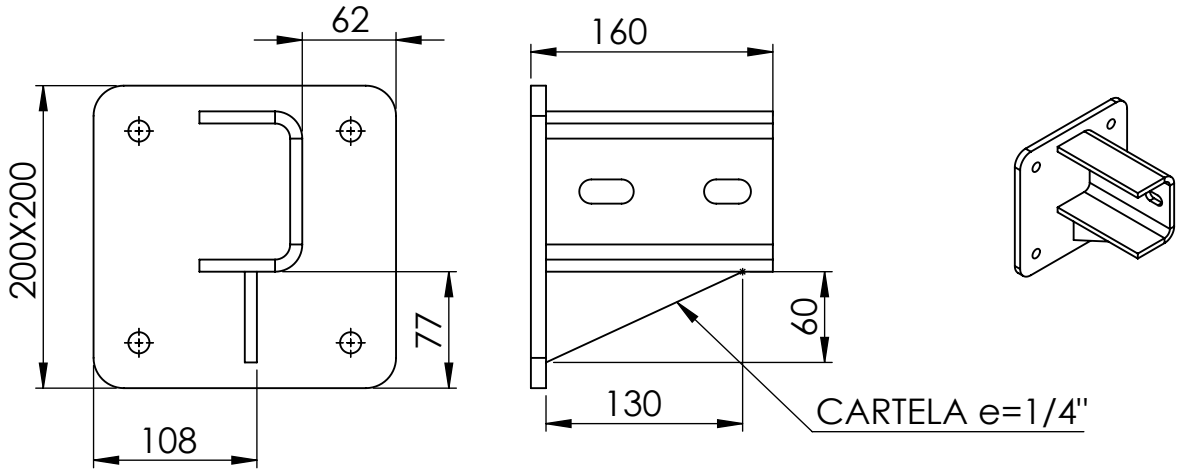




	Fecha	Nombre		
Dib.	10/23	M. TORRILLA	PROYECTO FINAL INGENIERÍA MECÁNICA	DETALLE: CERRAMIENTO TOLVAS SOPORTE
Rev.				
Apr.				
Esc. 1:2			PROYECTO: SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS	NRO DE PLANO: CT-10
Toler. ±5 Rug.				REV.: 01
				AÑO 2023

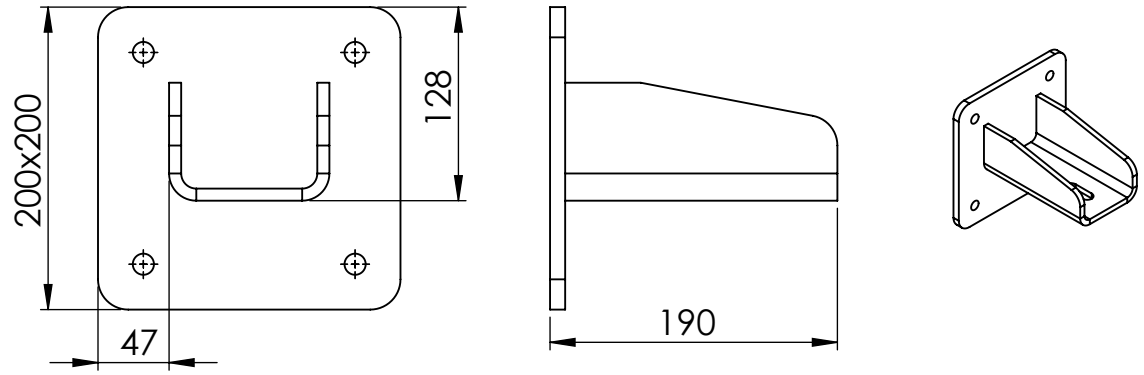
PLANO SOPORTE INFERIOR 01

CANTIDAD 4



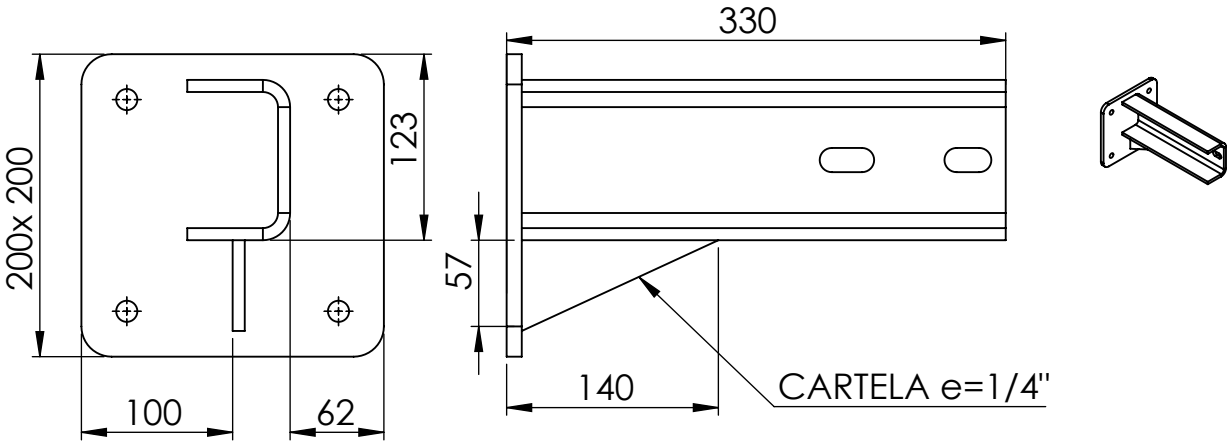
PLANO DE PLEGADO SOPORTE SUPERIOR 01

CANTIDAD 4



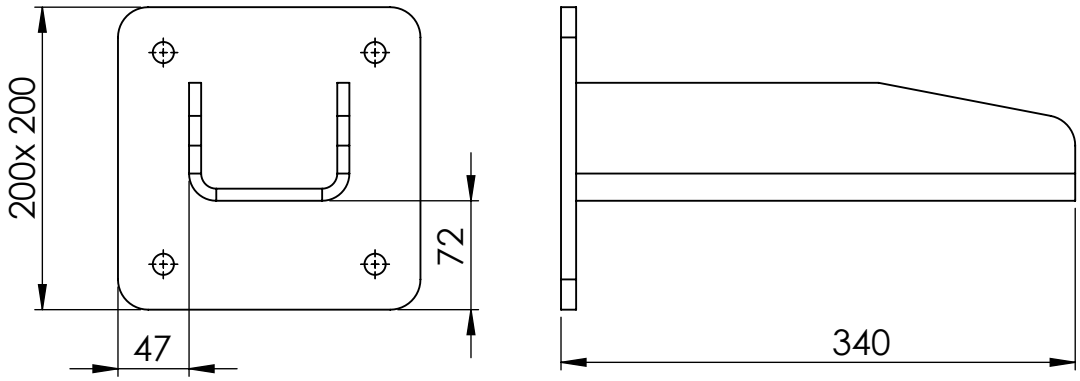
PLANO SOPORTE INFERIOR 02

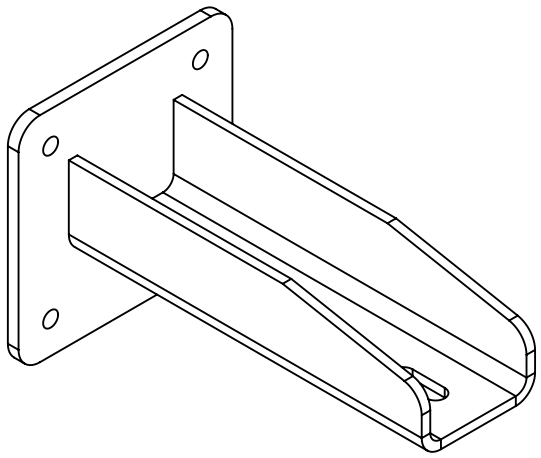
CANTIDAD 1



	Fecha	Nombre		
Dib.	10/23	M. TORRILLA	PROYECTO FINAL INGENIERÍA MECÁNICA	DETALLE: CERRAMIENTO TOLVAS SOPORTE
Rev.				
Apr.				
Esc. 1:5			PROYECTO: SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS	NRO DE PLANO: CT-11
Toler. ±5				REV.: 01
Rug.				AÑO 2023

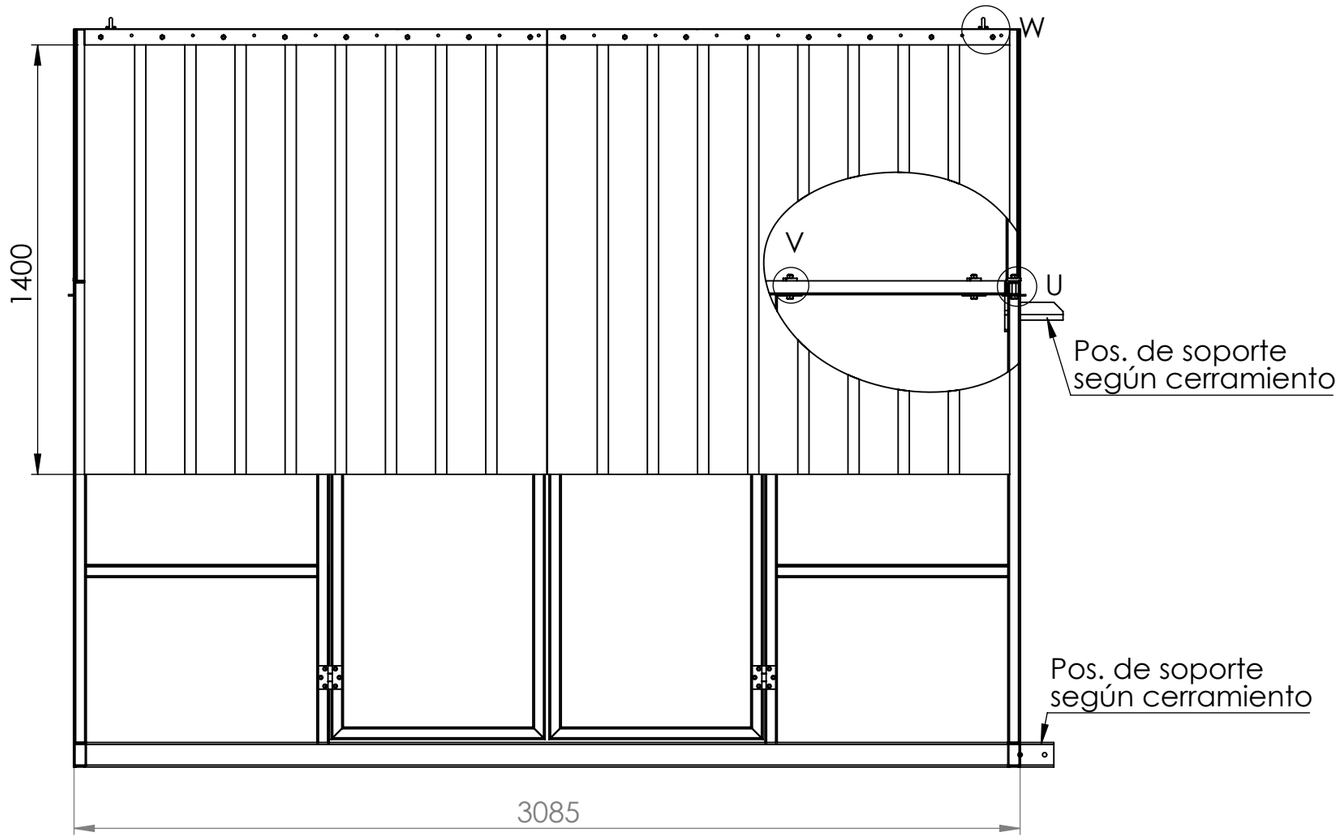
PLANO DE PLEGADO SOPORTE SUPERIOR 02

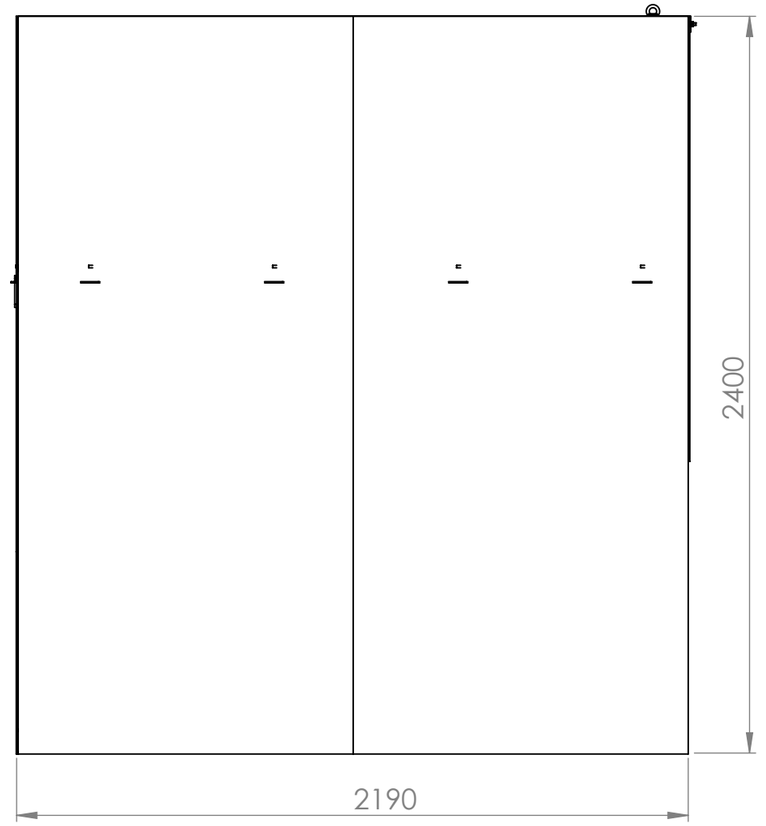


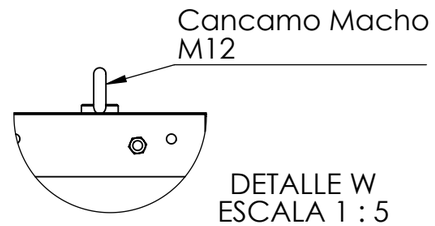


CANTIDAD 1

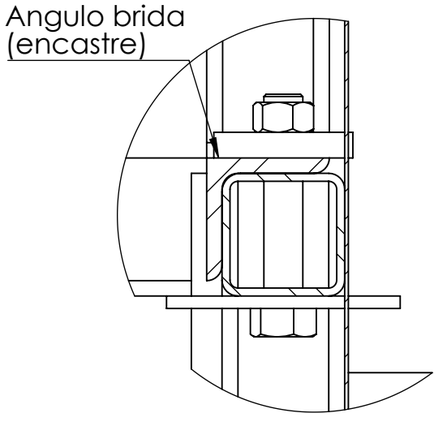
	Fecha	Nombre	PROYECTO FINAL INGENIERÍA MECÁNICA	DETALLE: CERRAMIENTO TOLVAS SOPORTE
Dib.	10/23	M. TORRILLA		
Rev.				
Apr.				
Esc. 1:5	PROYECTO: SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS			NRO DE PLANO: CT-12
Toler. ±5 Rug.				REV.: 01
				AÑO 2023



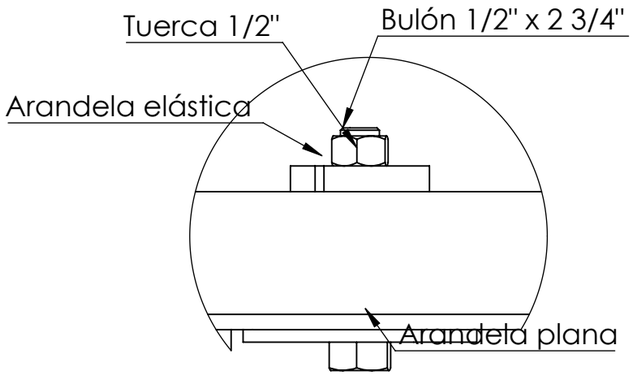




DETALLE W
ESCALA 1 : 5



DETALLE U
ESCALA 1 : 2



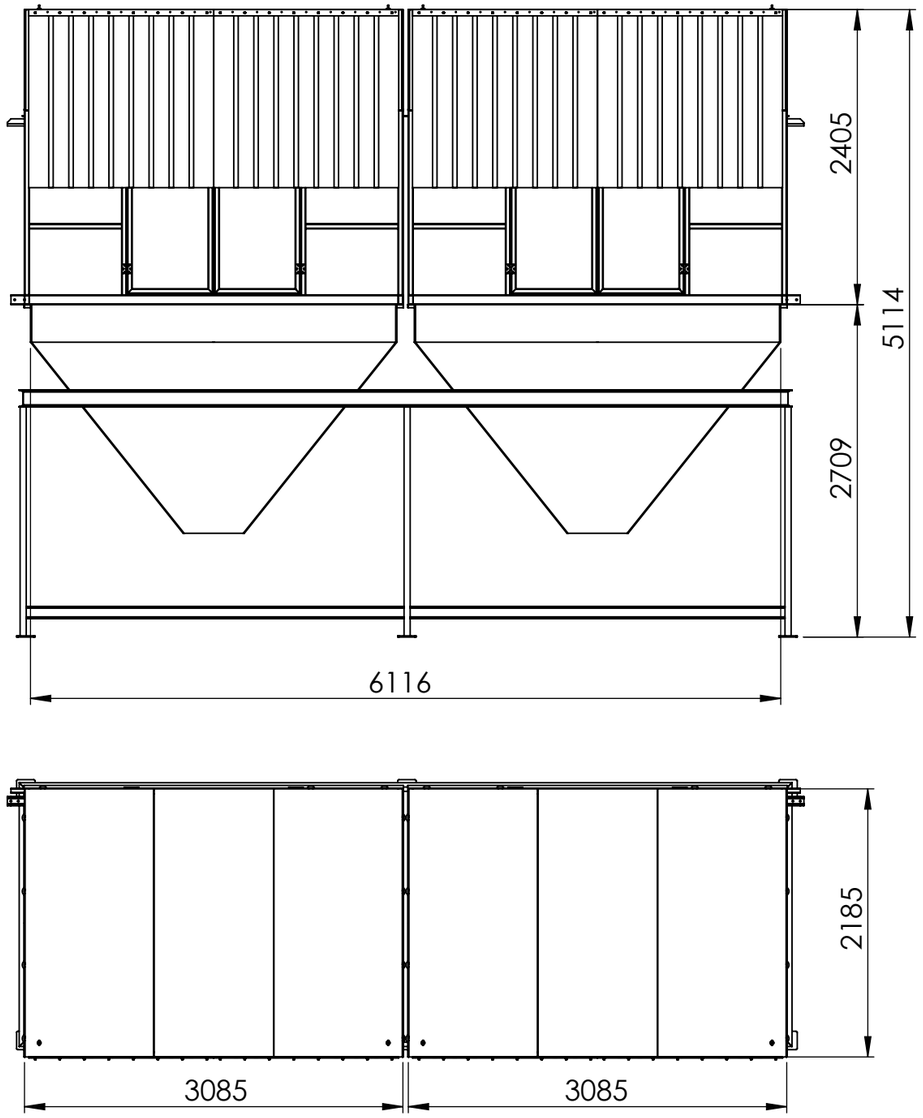
DETALLE V
ESCALA 1 : 2

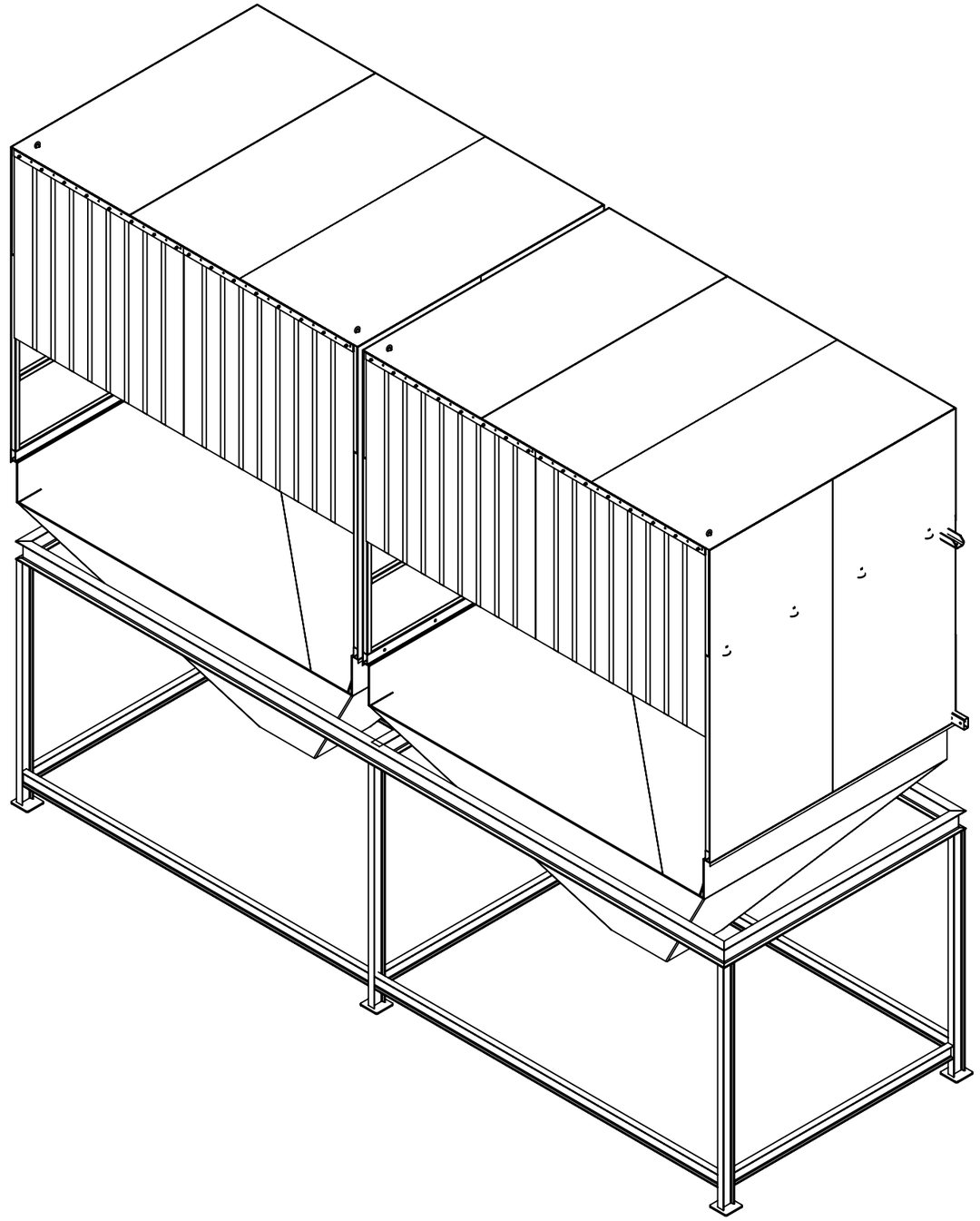
NOTA: Enchapar con ch acero galvanizado 18 mediante tornillos autoperforantes.
Posterior al enchapado, colocar pasador central en puertas de inspección

POS.	NOMBRE	MATERIAL	DIMENSIONES	CANT.	OBSERVACIONES
04	CONJ.BULÓN-TUERCA-ARAND.	-	RW 1/2"	12	COMERCIAL
03	CANCAMO	-	RM 12	2	COMERCIAL
02	CERRAMIENTO SUPERIOR	-	-	1	-
01	CERRAMIENTO INFERIOR	-	-	1	-

	Fecha	Nombre		
Dib.	10/23	M. TORRILLA	PROYECTO FINAL INGENIERÍA MECÁNICA	DETALLE: CERRAMIENTO TOLVA ENSAMBLAJE
Rev.				
Apr.				
Esc. 1:20	PROYECTO: SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS			NRO DE PLANO: CT-13
Toler. ±5				REV.: 01
Rug.				AÑO 2023

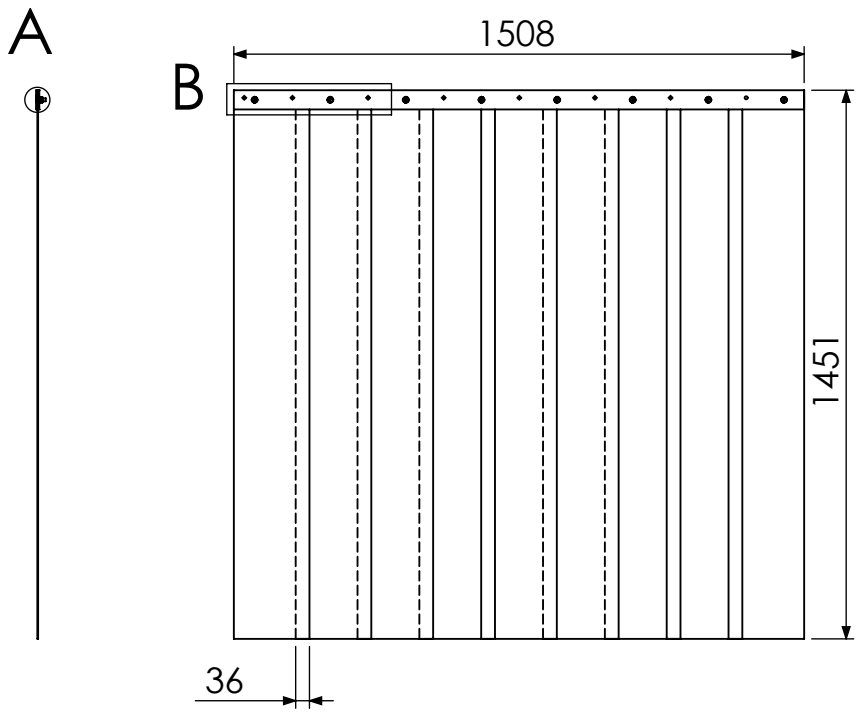
DIMENSIONES GENERALES

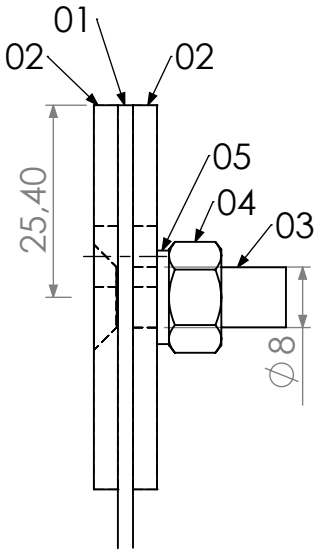




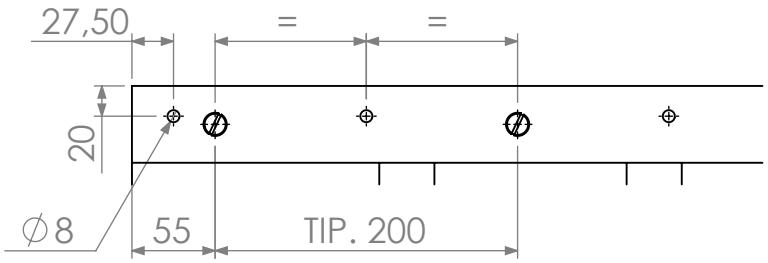
NOTA: Cerramiento colgante enchapado en ch. galvanizada 18

	Fecha	Nombre		
Dib.	10/23	M. TORRILLA	PROYECTO FINAL INGENIERÍA MECÁNICA	DETALLE: CERRAMIENTO TOLVA MONTAJE
Rev.				
Apr.				
Esc. 1:50	PROYECTO: SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS			NRO DE PLANO: CT-15
Toler. ±5 Rug.				REV.: 01
				AÑO 2023





DETALLE A
ESCALA 1 : 1



DETALLE B
ESCALA 1 : 5

CANTIDAD 10

Item	Cant.	Descripción	Dimensiones	Observaciones
05	8	Arandela elástica de seguridad	-	-
04	8	Tuerca RW 1/4"	-	-
03	8	Tornillo cabeza avellanada RW 1/4" x 3/4"	-	-
02	1	Planchuela 2" x 3/16"	1508	
01	9	PVC transparente . e=2mm	Ancho 200 x Largo 1450	En rollos

	Fecha	Nombre		
Dib.	10/23	M. TORRILLA	PROYECTO FINAL INGENIERÍA MECÁNICA	DETALLE: CORTINAS
Rev.				
Apr.				

Esc.
1:10

Toler. ±5
Rug.

PROYECTO:
SAP DE POLVOS DE FERTILIZANTES EN TOLVAS MEZCLADORAS

NRO DE PLANO:
CT-14

REV.: 01

AÑO 2023