



Los Ángeles, 23-02-2026

Señores
Superintendencia de Medio Ambiente
Ministerio de Medio Ambiente

Ref: Resolución Exenta N°4 / Rol F-086-2024

De mi consideración,

En respuesta a la Resolución Exenta N°4 / Rol F-086-2024, de fecha 6 de febrero de 2026, dictada por la señora Fiscal Instructora del procedimiento sancionatorio seguido bajo el expediente F-086-2024, como parte de la complementación formulada a la acción N°1 del Programa de Cumplimiento Refundido de esta misma fecha, se expone lo siguiente.

1. Con fecha 12 de diciembre de 2025, Sociedad Copeval Agroindustrias S.A. formalizó el suministro de un sistema de control de emisiones compuesto por un ciclón y un filtro de mangas, dimensionado mediante estimaciones técnicas de la empresa GESTIÓN SUMINISTRO MINERO INDUSTRIAL CHILE SpA (GSMI), RUT: 77.703.202-K, basado en el tipo de fuente fija, tipo de combustible, estimación de emisiones en masa bajo factores de emisión, velocidad de salida de gases y pérdidas de presión en la línea.
2. Mediante los resultados obtenidos de las estimaciones técnicas, se define, mediante un proyecto de ingeniería, un sistema de abatimiento que permita asegurar una emisión, con una concentración no superior a 30 mg/m³N, asegurando que nuestra fuente fija cumpla con el límite de emisión establecido por el Plan de Descontaminación Atmosférica de Los Angeles (se adjunta esquema del sistema de abatimiento).



3. Adicionalmente, se establece que la eficiencia de control de emisiones será verificada por una empresa ETFa, poniendo a disposición de la SMA los resultados de las pruebas realizadas si así lo requiere.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Oscar Garrido Eugenin", is positioned above a horizontal line.

Nombre: Oscar Garrido Eugenin
Gerente de Producción
Sociedad Copeval Agroindustrias S.A.

En lo principal, presentan Programa de Cumplimiento Refundido; **en el otrosí**, acompañan documentos;

SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE
FISCAL INSTRUCTOR SEÑORA LILIAN SOLÍS SOLÍS

Oscar Garrido Eugenin, ingeniero agrónomo, y Jaime Cortés Rivas, abogado, en representación de Sociedad Copeval Agroindustrias S.A., en autos sobre proceso administrativo sancionatorio expediente Rol F-086-2024, a la señora Fiscal Instructora doña Lilian Solís Solís respetuosamente decimos:

Conforme con lo dispuesto en el artículo 42 de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente y el artículo 6 del Decreto Supremo N°30/2012 del Ministerio del Medio Ambiente, en la representación que investimos y dentro del plazo legal, solicitamos tener por presentado un Programa de Cumplimiento Refundido, cuyo fin es hacerse cargo de forma íntegra y eficaz de las observaciones realizadas por la Superintendencia del Medio Ambiente mediante Resolución Exenta N°4 / Rol F-086-2024, de fecha 6 de febrero de 2026, dictada por la señora Fiscal Instructora, solicitando que este sea aprobado y, en consecuencia, se decrete la suspensión del procedimiento sancionatorio en curso.

POR TANTO,

a la señora Fiscal Instructora doña Lilian Solís Solís respetuosamente pedimos:
tener por presentado, dentro de plazo, el Programa de Cumplimiento Refundido que se adjunta, acogerlo en todas sus partes y, en definitiva, disponer su aprobación, decretando la suspensión del procedimiento administrativo sancionatorio expediente Rol F-086-2024 seguido en contra Sociedad Copeval Agroindustrias S.A.

OTROSÍ: Sírvasse la señora Fiscal Instructora doña Lilian Solís Solís, tener por acompañado los siguientes documentos anexos del Programa de Cumplimiento:

- a) Oferta Técnica Comercial preparada por GSMI Chile SpA, cotización N°GS-25-440 REV.C, de fecha 30 de julio de 2025.

- b) Memoria de cálculo para Filtro 12x12 colector de polvo, Proyecto OG12888, de fecha 29 de noviembre de 2025, preparado por GSMI Chile SpA.
- c) Plano A-101, *“Sistema de Abatimiento de Calderas a Leña. Ductos de Comunicación”* preparado por la empresa Ecoingen Ingeniería y Desarrollo, de fecha 12 de agosto de 2025.
- d) Plano *“Ciclo Filtro Mangas FM 144 Cilcon MOD-1500”* preparado por GSMI Chile SpA.

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large loop on the left and a series of smaller, connected strokes on the right.A handwritten signature in black ink, featuring a large, stylized 'H' or similar shape on the left, followed by a series of horizontal, wavy lines, and a long, sweeping stroke on the right.

1. DESCRIPCIÓN DEL HECHO QUE CONSTITUYE LA INFRACCIÓN Y SUS EFECTOS

IDENTIFICADOR DEL HECHO	HECHO INFRACCIONAL N°1
DESCRIPCIÓN DE LOS HECHOS, ACTOS Y OMISIONES QUE CONSTITUYEN LA INFRACCIÓN	Haber operado una caldera a leña con registro SPBIOBIO-212, con una potencia térmica superior a 75 kWt, durante un episodio crítico nivel Emergencia Ambiental, con fecha 12 de julio de 2024, sin haber acreditado la concentración de emisiones asociadas a la misma para poder funcionar durante un episodio de Emergencia.
NORMATIVA PERTINENTE	D.S. N°4/2017, artículo 59: <i>Durante el periodo de gestión de episodios críticos se establecerán las siguientes medidas de prevención y mitigación, cuya fiscalización y sanción en caso de incumplimiento corresponderá a la SEREMI de Salud, SAG, CONAF o Superintendencia del Medio Ambiente, conforme a sus atribuciones: (...)</i> <i>c) Emergencia: En aquellos días para los cuales se pronostique un episodio crítico en el nivel Emergencia, regirán las siguientes medidas: (...)</i> <i>v) Prohibición del funcionamiento de calderas con consumo mayor a 75 kW térmico que presenten emisiones superiores a 30 mg/m³ de material particulado. Esta medida se aplicará en toda la zona saturada durante las 24 horas.</i>
DESCRIPCIÓN DE LOS EFECTOS NEGATIVOS PRODUCIDOS POR LA INFRACCIÓN O FUNDAMENTACIÓN DE LA INEXISTENCIA DE EFECTOS NEGATIVOS	La operación de la caldera en un episodio de Emergencia, sin tener la certeza de los niveles de emisión específicos de la caldera, impide descartar de forma absoluta la generación de efectos negativos derivados de la infracción. Al no haber acreditado que las emisiones de la caldera fueran menores a 30 mg/m³N, y habiéndose decretado Emergencia el día 12 de julio de 2024, se debió haber paralizado el funcionamiento de la caldera SPBIOBIO-212 durante 24 horas. En consecuencia, el haber operado la caldera bajo esas circunstancias, se generó un aporte de MP adicionales en la zona saturada y, por tanto, se reconocen efectos ambientales sobre la calidad del aire derivados de la infracción.
FORMA EN QUE SE ELIMINAN O CONTIENEN Y REDUCEN LOS EFECTOS Y FUNDAMENTACIÓN EN CASO EN QUE NO PUEDAN SER ELIMINADOS	Con la implementación de las acciones de instalación de equipos de abatimiento de emisiones atmosféricas y las acciones tendientes al cumplimiento de las restricciones establecidas en el Plan de Descontaminación Atmosférica de Los Ángeles, se contienen y mitigan los riesgos de los efectos originados.

2. PLAN DE ACCIONES Y METAS PARA CUMPLIR CON LA NORMATIVA, Y ELIMINAR O CONTENER Y REDUCIR LOS EFECTOS NEGATIVOS GENERADOS

2.1 METAS

Garantizar la paralización de la caldera a leña con registro SPBIOBIO-212 y SPBIOBIO-213 los días de Preemergencia y Emergencia ambiental, en los horarios señalados en el PDA Los Ángeles.

2.2 PLAN DE ACCIONES

2.2.1 ACCIONES EJECUTADAS

Incluir todas las acciones cuya ejecución ya finalizó o finalizará antes de la aprobación del Programa.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	FECHA DE IMPLEMENTACIÓN (fechas precisas de inicio y de término)	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el cumplimiento de las acciones y metas definidas)	MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reporte Inicial)	COSTOS INCURRIDOS (en miles de \$)	
N/A	Acción	N/A	N/A	Reporte Inicial	N/A	
	N/A					
	Forma de Implementación					
	N/A					

2.2.2 ACCIONES EN EJECUCIÓN

Incluir todas las acciones que han iniciado su ejecución o se iniciarán antes de la aprobación del Programa.

N° IDENTI	DESCRIPCIÓN	FECHA DE INICIO Y PLAZO DE EJECUCIÓN	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	COSTOS ESTIMADOS	IMPEDIMENTOS EVENTUALES
-----------	-------------	--------------------------------------	-----------------------------	------------------------	------------------	-------------------------

FICAD OR	(describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	(fecha precisa de inicio para acciones ya iniciadas y fecha estimada para las próximas a iniciarse, y plazo de ejecución)	(datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	(a informar en Reporte Inicial, Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	(en miles de \$)	(indicar según corresponda: acción alternativa que se ejecutará y su identificador, implicancias que tendría el impedimento y gestiones a realizar en caso de su ocurrencia)	
N/A	Acción	N/A	N/A	Reporte Inicial	N/A	Impedimentos	
	N/A			N/A			
	Forma de Implementación			Reportes de avance		Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento	
	N/A	N/A		N/A		N/A	
				Reporte final			
				N/A			

2.2.3 ACCIONES PRINCIPALES POR EJECUTAR

Incluir todas las acciones no iniciadas por ejecutar a partir de la aprobación del Programa.

N° IDENTIFICAD OR	DESCRIPCIÓN (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	PLAZO DE EJECUCIÓN (periodo único a partir de la notificación de la aprobación del PDC, definido con un inicio y término de forma independiente de otras acciones)	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	COSTOS ESTIMADOS (en miles de \$)	IMPEDIMENTOS EVENTUALES (indicar según corresponda: acción alternativa que se ejecutará y su identificador, implicancias que tendría el impedimento y gestiones a realizar en caso de su ocurrencia)
1	Acción	Fecha de inicio: 1 mes a partir de la notificación de la resolución que aprueba del PdC. Fecha de término: 8 meses a partir de la notificación de la	Sistema de abatimiento instalado y operativo 8 meses después de la notificación aprobación del PdC. Se implementa procedimiento de operación y mantención de calderas que asegure su	Reportes de avance	\$170.000	Impedimentos
	Instalación de un nuevo sistema de abatimiento en la chimenea de evacuación que es común a ambas calderas ubicadas en la Planta de Los Ángeles de Copeval.			- Facturas y/o orden de compra de la adquisición de los componentes del sistema de abatimiento (ciclón, filtro de mangas, etc.).		N/A

	resolución que aprueba el PdC.	operación individual, y se capacita al personal encargado.	- Fotografías que registren la instalación del sistema de abatimiento y su puesta en marcha. Reporte se enviará una única vez. - Registro fotográfico fechado y georreferenciado del instrumental instalado y en operación. - Copia íntegra del informe isocinético que dará cuenta de la disminución de emisiones de material particulado luego de la implementación del sistema de abatimiento.	
Forma de Implementación			Reporte final	Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento
Se incorporará un nuevo sistema de abatimiento, consistente en un ciclón y en un filtro de mangas, el cual será instalado en la chimenea de evacuación que es común a ambas calderas ubicadas en la Planta de Los Ángeles de Copeval. El proceso de instalación del filtro de mangas y ciclón tomará aproximadamente 8 meses, considerando la ingeniería y fabricación de ambos componentes, y las obras civiles, el montaje, la conexión eléctrica y finalmente la			Reporte final, que contenga fotografías que registren la instalación del filtro de manga y el ciclón y los procesos relacionados con su puesta en marcha, así como el instrumental instalado y en operación. Adicionalmente, el reporte final contendrá una copia íntegra del informe isocinético realizado con posterioridad a la instalación del sistema de abatimiento, que dará cuenta de la	N/A

puesta en marcha del sistema de abatimiento.

La incorporación de este sistema de garantizará una emisión no superior a 30 mg/m³N de MP total medido en la chimenea de las calderas, de modo que estas cumplan con los valores de emisión de MP establecidos por el Plan de Descontaminación Atmosférica para la comuna de Los Ángeles.

Como Anexo 1 del presente Programa de Cumplimiento se presentan los antecedentes técnicos del sistema de abatimiento.

La medición de las emisiones de material particulado luego de la implementación del sistema de abatimiento en la chimenea será realizada inmediatamente después de su instalación, mediante un muestreo isocinético que será remitido junto con los reportes de avance, el cual permitirá verificar la eficacia del sistema de abatimiento instalado.

Luego de la instalación del sistema de abatimiento, las calderas continuarán operando de manera alternada, tal como lo han hecho hasta el minuto. Para reforzar y asegurar que las fuentes no operarán de manera conjunta, se establecerá un procedimiento de operación y mantención de calderas, cuyo

disminución de emisiones de material particulado luego de su implementación.

	objetivo será establecer una metodología segura y controlada que asegure la operación alternada de las dos calderas. Dicho protocolo será acompañado por un <i>check list</i> para la verificación de la operación segura y alternada de las calderas por parte del personal de la Planta de Los Ángeles de Copeval. Se circulará el procedimiento y se capacitará al personal de operación de la Planta de Los Ángeles de Copeval (en particular a los operadores de calderas) sobre su aplicación y la obligación de operar las calderas de forma alternada.				
2	Acción Paralización de las fuentes fijas consistentes en las calderas a leña con registro SPBIOBIO-212 y SPBIOBIO-213 en días declarados como episodio crítico, en los horarios y formas establecidos en el Plan de Descontaminación Atmosférica de la comuna Los Ángeles, mientras no se acredite la operación eficaz del sistema de abatimiento, según lo comprometido en la Acción N°1 de este PdC.	12 meses	Termómetro instalado y operando durante los 12 meses siguientes a la notificación de la resolución que aprueba el PdC.	Reportes de avance - Facturas de adquisición de los equipos de medición de temperatura. - Fotografías que registren la instalación del equipo y la puesta en marcha. Reporte se enviará una única vez. - Registro fotográfico fechado y georreferenciado del instrumental instalado y en operación. - Reportes mensuales de los valores de temperatura, fecha y hora medidos.	Impedimentos N/A

Forma de Implementación			Reporte final		Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento
En días declarados como episodio crítico en los que se encuentre en funcionamiento ya sea la caldera SPBIOBIO-212 o la caldera SPBIOBIO-213, y mientras no se acredite la operación eficaz del sistema de abatimiento, según lo comprometido en la Acción N°1 de este PdC, se paralizará de inmediato dicha fuente fija, de acuerdo con lo establecido en el artículo 59 del Plan de Descontaminación Atmosférica de la comuna Los Ángeles. Para acreditar la paralización de la caldera en caso de cumplirse la condición señalada, se instalará un termómetro digital con sensor termocupla para medir la temperatura del ducto (chimenea) de evacuación de gases de la caldera, registrando fecha y hora. El termómetro digital será instalado en el ducto de la caldera dentro del primer mes contado desde la notificación de la resolución que apruebe el PdC, por una empresa externa especializada, de modo que quede fija. Una vez instalado, y durante todo el período de ejecución del PdC, este equipo realizará mediciones continuas de lunes a domingo, durante la mañana y la tarde, abarcando el período previo y			Reporte final, que contenga fotografías que registren la instalación del equipo y la puesta en marcha, y del instrumental instalado y en operación. Adicionalmente, el reporte final contendrá una copia íntegra del registro digital continuo de temperatura durante la ejecución del PdC, y un informe de la variable operacional durante cada episodio de gestión de episodio crítico de nivel de preemergencia y emergencia ambiental. Dicho informe será complementado por las planillas de registro de temperatura del día previo y posterior a cada uno de los episodios críticos.		N/A

	posterior al rango de prohibición de funcionamiento en días declarados como episodios críticos. La medición se efectuará sobre el calor transmitido al ducto y no sobre la temperatura directa de los gases. El termómetro contará con un sistema digital de registro continuo y almacenamiento de datos históricos, a fin de registrar el valor de temperatura medido, así como la fecha y hora de cada valor. De esta manera, se tendrá un registro de los días y horas en que cada caldera estuvo en funcionamiento, lo cual permitirá acreditar la paralización en caso de episodio crítico en el que se superen los niveles de emisiones indicados en el artículo 59 del Plan de Descontaminación Atmosférica de la comuna Los Ángeles. Finalmente, se generarán informes mensuales de los valores de temperatura, fecha y hora medidos, los cuales serán remitidos junto con los reportes de avance.												
3	<table><tr><th>Acción</th><td>Dentro de un mes desde la notificación de la resolución que aprueba el PdC y de forma permanente durante la ejecución del PdC.</td></tr><tr><td>Establecimiento de un protocolo de gestión de episodios críticos, estrategia de difusión y capacitaciones al personal de operaciones en la aplicación del protocolo y en el cumplimiento del Plan de Descontaminación</td><td></td></tr></table>	Acción	Dentro de un mes desde la notificación de la resolución que aprueba el PdC y de forma permanente durante la ejecución del PdC.	Establecimiento de un protocolo de gestión de episodios críticos, estrategia de difusión y capacitaciones al personal de operaciones en la aplicación del protocolo y en el cumplimiento del Plan de Descontaminación		Se implementa protocolo de gestión de episodios críticos y se capacita al personal encargado.	<table><tr><th>Reportes de avance</th><td>\$800</td><th>Impedimentos</th></tr><tr><td> - Envío de copia de la versión final del protocolo de gestión de episodios críticos. - Registro de asistentes y registro fotográfico </td><td></td><td>N/A</td></tr></table>	Reportes de avance	\$800	Impedimentos	- Envío de copia de la versión final del protocolo de gestión de episodios críticos. - Registro de asistentes y registro fotográfico		N/A
Acción	Dentro de un mes desde la notificación de la resolución que aprueba el PdC y de forma permanente durante la ejecución del PdC.												
Establecimiento de un protocolo de gestión de episodios críticos, estrategia de difusión y capacitaciones al personal de operaciones en la aplicación del protocolo y en el cumplimiento del Plan de Descontaminación													
Reportes de avance	\$800	Impedimentos											
- Envío de copia de la versión final del protocolo de gestión de episodios críticos. - Registro de asistentes y registro fotográfico		N/A											

Atmosférica de la comuna de Los Ángeles.		fechado y georreferenciado de las capacitaciones. - Temario con los contenidos de las capacitaciones, y presentaciones usadas, en formato digital. - Envío de fotografías fechadas y georreferenciadas que muestren las señaléticas de semáforo instaladas en los sectores de oficinas y de calderas de la Planta de Los Ángeles de Copeval.	
Forma de implementación		Reporte final	Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento
Se establecerá un protocolo a nivel de planta para gestionar los episodios críticos decretados por la autoridad e implementar una estrategia de difusión sobre la prohibición de funcionamiento de las calderas en los días, horarios y términos señalados en el Plan de Descontaminación Atmosférica de Los Ángeles. Se circulará el protocolo y las obligaciones contenidas tanto en él como en el Plan de Descontaminación Atmosférica de Los Ángeles, y se capacitará al personal de operación de la Planta de Los Ángeles de		- Reporte final, que dé cuenta de la implementación del protocolo de gestión de episodios críticos (acompañándolo como anexo) y de las fotografías fechadas y georreferenciadas que muestren la señalética tipo semáforo instalada en los lugares correspondientes. - Comprobante de envío de reportes de avance,	N/A

Copeval (en particular a los operadores de calderas) sobre las medidas de gestión de episodios críticos y la obligación de detener el funcionamiento de las fuentes fijas en caso de decretarse un episodio crítico por parte de la autoridad. Estas capacitaciones se realizarán 2 veces al año, en los meses de marzo (previo al inicio del período de aplicación del Plan Operacional para la Gestión de Episodios Críticos, de acuerdo con el Plan de Descontaminación Atmosférica de la comuna de Los Ángeles), y junio. Las capacitaciones estarán a cargo del Jefe de Planta y el Ingeniero Ambiental de la Planta de Los Ángeles de Copeval. Contenido de la capacitación: Marco legal regulatorio ambiental, instrumentos que regulan las emisiones atmosféricas, su reportabilidad y fiscalización. Instrucciones específicas para la ejecución del protocolo de gestión de episodios críticos, obligaciones de medición y reportabilidad, y responsabilidades del personal. Adicionalmente, se instalará una señalética tipo semáforo en el sector de oficinas y en el sector en que se ubican las fuentes fijas de emisión de la Planta Los Ángeles de Copeval. Esta		indicando las fechas en que fueron ingresados al SPDC. - Informe final que dé cuenta de los temas abordados en las capacitaciones, el registro de los asistentes y las fotografías fechadas y georreferenciadas.	
--	--	--	--

informará al personal de la planta sobre la calidad del aire y las actuales restricciones de funcionamiento producto de la declaración de un Episodio Crítico por parte de la autoridad. El sistema empleará tres niveles de alerta diferenciados por colores: verde para los días sin declaración de Episodio Crítico, amarillo para cuando se declare Preemergencia, y rojo en caso de Emergencia. Se indicará el estado actual de las condiciones atmosféricas y de la ocurrencia o no de un Episodio Crítico, mediante la colocación de un símbolo del color correspondiente en la casilla de “Estado Actual”. Por último, en días de episodios críticos, se recordará al personal mediante llamada telefónica y/o mensaje de WhatsApp, y caso necesario según el nivel de emisiones de las fuentes, la necesidad de cesar el abastecimiento a las calderas en el horario acordado.							
---	--	--	--	--	--	--	--

2.2.4 ACCIONES ALTERNATIVAS Incluir todas las acciones que deban ser realizadas en caso de ocurrencia de un impedimento que imposibilite la ejecución de una acción principal.							
N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	ACCIÓN PRINCIPAL ASOCIADA (N° Identificador)	PLAZO DE EJECUCIÓN (a partir de la ocurrencia del impedimento)	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance)	MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	COSTOS ESTIMADOS (en miles de \$)	

				y cumplimiento de las acciones y metas definidas)			
N/A	Acción	N/A	N/A	N/A	Reportes de avance	N/A	
	N/A				N/A		
	Forma de implementación				Reporte final		
	N/A				N/A		

1. DESCRIPCIÓN DEL HECHO QUE CONSTITUYE LA INFRACCIÓN Y SUS EFECTOS

IDENTIFICADOR DEL HECHO	HECHO INFRACCIONAL N°2	
DESCRIPCIÓN DE LOS HECHOS, ACTOS Y OMISIONES QUE CONSTITUYEN LA INFRACCIÓN	No haber realizado la medición de sus emisiones de MP, de acuerdo a la periodicidad establecida en el artículo 36 del D.S. N°4/2017, mediante un muestreo isocinético que permita acreditar el cumplimiento de los límites de emisión establecidos en el artículo 32 del D.S. N°4/2017, respecto de las calderas con registro SPBIOBIO-213 y SPBIOBIO-212, durante los siguientes períodos: i) Entre el 25 de enero de 2019 y el 25 de enero de 2022; ii) Entre el 26 de enero de 2022 y el 25 de julio de 2022; iii) Entre el 1 de julio de 2022 y el 25 de enero de 2023; iv) Entre el 26 de enero de 2023 y el 25 de julio de 2023; v) Entre el 26 de julio de 2023 y el 25 de enero de 2024.	

NORMATIVA PERTINENTE

D.S. N°4/2017, artículo 3:

Para efectos de lo dispuesto en el 'Plan de Descontaminación Atmosférica para la comuna de Los Ángeles', se entenderá por:

Caldera: Unidad generadora de calor a partir de un proceso de combustión, principalmente diseñada para la obtención de agua caliente, calentar un fluido térmico y/o para generar vapor de agua.

Caldera existente: Aquella caldera que se encuentre registrada ante la Seremi de Salud de acuerdo al D.S. N°10, de 2012, del Ministerio de Salud, con fecha anterior a la publicación del Plan.

D.S. N°4/2017, artículo 32:

Las calderas y hornos industriales, nuevos o existentes, deberán cumplir con los límites máximos de emisión de MP que se indican en la siguiente Tabla (...). A plazos contados desde la entrada en vigencia del presente Decreto:

i) Los hornos industriales y las calderas con potencia térmica mayor a 75 kWt que hayan sido instalados con anterioridad a la publicación de este Plan, deberán cumplir con el valor de emisión máximo de 50 mg/m³, medido según las normas técnicas vigentes, a partir del 1 de abril de 2018 y hasta el 31 de marzo de 2020.

ii) Los hornos industriales y las calderas con potencia térmica mayor a 75 kWt que hayan sido instalados con anterioridad a la publicación de este Plan, deberán cumplir con el valor de emisión máximo de 30 mg/m³, medido según las normas técnicas vigentes, a partir del 1 de abril de 2020.

D.S. N°4/2017, artículo 36:

A partir de la entrada en vigencia del presente decreto, para dar cumplimiento a los artículos 32 y 33, aquellas fuentes fijas no consideradas en el artículo precedente, deberán realizar mediciones discretas de MP y SO₂, de acuerdo a los métodos definidos por la Superintendencia del Medio Ambiente. La periodicidad de dichas mediciones discretas dependerá del tipo de combustible que se utilice y del sector, según se establece en la siguiente Tabla:

Tabla N°28: Periodicidad de la medición discreta de emisiones de MP y SO₂

Tipo de combustible	Sector industrial		Sector residencial, comercial e institucional	
	MP	SO ₂	MP	SO ₂

	1. Leña	6	12	6	12
	2. Carbón	6	12	6	12
	3. Petróleo N°5 y N°6	12	12	12	12
	4. Petróleo diésel	6	12	6	12
	5. Pellets, chips, aserrín, viruta y otros derivados de la madera, con carga manual de combustible	12	24	12	24
	6. Pellets, chips, aserrín, viruta y otros derivados de la madera, con carga automática de combustible	24	24	24	24
	7. Todo tipo de combustible gaseoso	Exenta de verificar cumplimiento			
DESCRIPCIÓN DE LOS EFECTOS NEGATIVOS PRODUCIDOS POR LA INFRACCIÓN O FUNDAMENTACIÓN DE LA INEXISTENCIA DE EFECTOS NEGATIVOS	La ausencia de reporte de las mediciones isocinéticas de los periodos imputados genera en la autoridad incerteza respecto del cumplimiento del límite de emisión establecido por el PDA de Los Ángeles, por lo que existe la posibilidad de haber generado un aumento de emisiones de MP en la zona saturada a propósito de la utilización de las dos calderas de la Planta de Los Ángeles de Copeval durante dichos periodos.				
FORMA EN QUE SE ELIMINAN O CONTIENEN Y REDUCEN LOS EFECTOS Y FUNDAMENTACIÓN EN CASO EN QUE NO PUEDAN SER ELIMINADOS	Con la implementación de las acciones de instalación de equipos de abatimiento de emisiones atmosféricas y con la realización de los muestreos isocinéticos y su reporte, se contienen y mitigan los riesgos de los efectos originados.				
2. PLAN DE ACCIONES Y METAS PARA CUMPLIR CON LA NORMATIVA, Y ELIMINAR O CONTENER Y REDUCIR LOS EFECTOS NEGATIVOS GENERADOS					
2.1 METAS					
1) Realizar muestreos isocinéticos cada 4 meses para verificar que las emisiones de MP no superen los 50 mg/m³ (conforme al artículo 32 del PDA de Los Ángeles).					
2) Seguimiento de las acciones y reporte a la SMA.					

2.2 PLAN DE ACCIONES

2.2.1 ACCIONES EJECUTADAS

Incluir todas las acciones cuya ejecución ya finalizó o finalizará antes de la aprobación del Programa.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	FECHA DE IMPLEMENTACIÓN (fechas precisas de inicio y de término)	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el cumplimiento de las acciones y metas definidas)	MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reporte Inicial)	COSTOS INCURRIDOS (en miles de \$)	
N/A	Acción	N/A	N/A	Reporte Inicial	N/A	
	N/A					
	Forma de Implementación					
	N/A					

2.2.2 ACCIONES EN EJECUCIÓN

Incluir todas las acciones que han iniciado su ejecución o se iniciarán antes de la aprobación del Programa.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN	FECHA DE INICIO Y PLAZO DE EJECUCIÓN	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	COSTOS ESTIMADOS	IMPEDIMENTOS EVENTUALES
	(describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	(fecha precisa de inicio para acciones ya iniciadas y fecha estimada para las próximas a iniciarse, y plazo de ejecución)	(datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	(a informar en Reporte Inicial, Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	(en miles de \$)	(indicar según corresponda: acción alternativa que se ejecutará y su identificador, implicancias que tendría el impedimento y gestiones a realizar en caso de su ocurrencia)
N/A	Acción	N/A	N/A	Reporte Inicial	N/A	Impedimentos
	N/A			N/A		
	Reportes de avance			N/A		
	Forma de Implementación			Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento		

	N/A			Reporte final		N/A
				N/A		
2.2.3 ACCIONES PRINCIPALES POR EJECUTAR						
Incluir todas las acciones no iniciadas por ejecutar a partir de la aprobación del Programa.						
N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	PLAZO DE EJECUCIÓN (periodo único a partir de la notificación de la aprobación del PDC, definido con un inicio y término de forma independiente de otras acciones)	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	COSTOS ESTIMADOS (en miles de \$)	IMPEDIMENTOS EVENTUALES (indicar según corresponda: acción alternativa que se ejecutará y su identificador, implicancias que tendría el impedimento y gestiones a realizar en caso de su ocurrencia)
4	Acción	Permanente	Realización de muestreos isocinéticos cada cuatro meses, en los que la medición de las emisiones de MP no deberá superar el límite establecido en el Plan de Descontaminación Atmosférica de la comuna de Los Ángeles.	Reportes de avance	\$3.970	Impedimentos
	Realizar cada 4 meses mediciones de MP mediante muestreos isocinéticos, cuyos resultados deberán cumplir con el límite de emisión de MP establecido en el PDA Los Ángeles, respecto de ambas fuentes (calderas con registro SPBIOBIO-213 y SPBIOBIO-212).			Envío cada cuatro meses de los reportes de muestreos isocinéticos realizados por la empresa externa, y la factura asociada al monitoreo respectivo.		N/A
	Forma de Implementación			Reporte final		Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento
	Realizar cada 4 meses mediciones de MP mediante muestreos isocinéticos, cuyos resultados deberán cumplir con el límite de emisión de MP establecido en el artículo 32 del Plan de Descontaminación Atmosférica de la comuna Los Ángeles (50 mg/m³N o menos), respecto de ambas fuentes (calderas con registro SPBIOBIO-213 y SPBIOBIO-212).			Envío de copia íntegra de todos los informes de muestreos isocinéticos realizados durante la ejecución el PdC.		N/A

En consecuencia, se realizará una primera medición en un plazo de 4 meses y posteriormente se realizará una segunda medición en un plazo de 8 meses. Se realizará una tercera medición en el plazo de 12 meses y una cuarta medición en un plazo de 16 meses. Los plazos señalados se contabilizarán desde la notificación de la resolución que aprueba el PdC. Los muestreos, mediciones y análisis deberán ser ejecutados por Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental (“<u>ETFA</u>”) con autorización vigente para los alcances específicos. En el caso de que las ETFA no tengan la capacidad para la ejecución de las actividades, podrán ser ejecutadas por una entidad autorizada por un organismo de la Administración del Estado para llevar a cabo tales actividades, en la medida que tal autorización se encuentre vigente al momento de iniciar la actividad de que se trate. Lo anterior también se aplicará respecto de aquella entidad que cuente con acreditación vigente en el Sistema Nacional de Acreditación administrado por el Instituto Nacional de Normalización, respecto de un área y alcance afín a las actividades correspondientes. De no existir ninguna entidad que cumpla con lo establecido en los párrafos precedentes, se ejecutarán tales				
---	--	--	--	--

	actividades mediante una persona natural o jurídica que preste el servicio. En caso de encontrarse ante una falta de capacidad de las ETFA para ejecutar la actividad se deberá adjuntar a su reporte la evidencia escrita de esta falta de capacidad, que debe ser entregada por todas las ETFA autorizadas en los alcances correspondientes. Los muestreos deben dar cumplimiento a la metodología de medición aprobada mediante Resolución Exenta N°2051, de 14 de septiembre de 2021, de la Superintendencia del Medio Ambiente, que dicta instrucción de carácter general para la operatividad específica de las Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental en el componente ambiental aire y revoca la resolución que indica.				
5	Acción Cargar el PdC e informar a la SMA los reportes y medios de verificación que acrediten la ejecución de las acciones comprendidas en el PdC a través de los sistemas digitales (SPDC) que la SMA disponga al efecto para implementar el PdC.	De acuerdo al plan de seguimiento del plan de acciones y metas del presente PdC.	Comprobantes electrónicos generados por el sistema digital en el que se implemente el SPDC.	Reportes de avance Esta acción no requiere un reporte o medio de verificación específico, y una vez ingresado los reportes y/o medios de verificación para las restantes acciones, se conservará el comprobante electrónico generado por el sistema digital en que se implemente el SPDC.	Impedimentos Problemas exclusivamente técnicos que pudieran afectar el funcionamiento del sistema digital en el que se implemente el SPDC, y que impidan la correcta y oportuna entrega de los documentos correspondientes.

Forma de implementación Dentro del plazo y según la frecuencia establecida en la resolución que apruebe el PdC, se accederá al sistema digital que la SMA disponga al efecto para implementar el SPDC y se cargará el PdC y la información relativa al reporte inicial, los reportes de avance o el informe final de cumplimiento, según se corresponda con las acciones reportadas, así como los medios de verificación para acreditar el cumplimiento de las acciones comprometidas. Una vez ingresados los reportes y/o medios de verificación, se conservará el comprobante electrónico generado por el sistema digital en el que se implemente el SPDC.	Reporte final Esta acción no requiere un reporte o medio de verificación específico, y una vez ingresado los reportes y/o medios de verificación para las restantes acciones, se conservará el comprobante electrónico generado por el sistema digital en que se implemente el SPDC.	Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento Se dará aviso inmediato a la SMA, vía correo electrónico, señalando los motivos técnicos por los cuales no fue posible cargar los documentos en el sistema digital en el que se implementa el SPDC, remitiendo comprobante de error o cualquier otro medio de prueba que acredite dicha situación. En caso de impedimentos, la entrega de los reportes y medios de verificación será a través de Oficina de Partes de la Superintendencia del Medio Ambiente.
---	---	--

2.2.4 ACCIONES ALTERNATIVAS

Incluir todas las acciones que deban ser realizadas en caso de ocurrencia de un impedimento que imposibilite la ejecución de una acción principal.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	ACCIÓN PRINCIPAL ASOCIADA (N° Identificador)	PLAZO DE EJECUCIÓN (a partir de la ocurrencia del impedimento)	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	COSTOS ESTIMADOS (en miles de \$)	
N/A	Acción	N/A	N/A	N/A	Reportes de avance	N/A	
	N/A				N/A		

	Forma de implementación			Reporte final		
	N/A			N/A		

3. PLAN DE SEGUIMIENTO DEL PLAN DE ACCIONES Y METAS

3.1 REPORTE INICIAL

REPORTE ÚNICO DE ACCIONES EJECUTADAS Y EN EJECUCIÓN.

PLAZO DEL REPORTE (en días hábiles)	N/A	Días hábiles desde de la notificación de la aprobación del Programa.
ACCIONES A REPORTAR (N° identificador y acción)	N° Identificador	Acción a reportar
	N/A	N/A
	N/A	N/A
	N/A	N/A

3.2 REPORTES DE AVANCE

REPORTE DE ACCIONES EN EJECUCIÓN Y POR EJECUTAR.

TANTOS REPORTES COMO SE REQUIERAN DE ACUERDO A LAS CARÁCTERÍSTICAS DE LAS ACCIONES REPORTADAS Y SU DURACIÓN

PERIODICIDAD DEL REPORTE (Indicar periodicidad con una cruz)	Semanal		A partir de la notificación de aprobación del Programa. Los reportes serán remitidos a la SMA en la fecha límite definida por la frecuencia señalada. Estos reportes incluirán la información hasta una determinada fecha de corte comprendida dentro del periodo a reportar.
	Bimensual (quincenal)		
	Mensual		
	Bimestral		
	Trimestral		
	Semestral	X	
ACCIONES A REPORTAR (N° identificador y acción)	N° Identificador	Acción a reportar	
	1	Instalación de un nuevo sistema de abatimiento en las calderas ubicadas en la Planta de Los Ángeles de Copeval.	
	2	Paralización de las fuentes fijas consistentes en las calderas a leña con registro SPBIOBIO-212 y SPBIOBIO-213 en días declarados como episodio crítico, según establece el artículo 59 del Plan de Descontaminación	

		Atmosférica de la comuna Los Ángeles, mientras no se acredite la operación eficaz del sistema de abatimiento, según lo comprometido en la Acción N°1 de este PdC.
	3	Establecimiento de un protocolo de gestión de episodios críticos, estrategia de difusión y capacitaciones al personal de operaciones en la aplicación del protocolo y en el cumplimiento del Plan de Descontaminación Atmosférica de la comuna de Los Ángeles.
	4	Realizar cada 4 meses mediciones de MP mediante muestreos isocinéticos, cuyos resultados deberán cumplir con el límite de emisión de MP establecido en el PDA Los Ángeles, respecto de ambas fuentes (calderas con registro SPBIOBIO-213 y SPBIOBIO-212).
	5	Cargar el PdC e informar a la SMA los reportes y medios de verificación que acrediten la ejecución de las acciones comprendidas en el PdC a través de los sistemas digitales que la SMA disponga al efecto para implementar el PdC.

3.3 REPORTE FINAL

REPORTE ÚNICO AL FINALIZAR LA EJECUCIÓN DEL PROGRAMA.

PLAZO DE TÉRMINO DEL PROGRAMA CON ENTREGA DEL REPORTE FINAL	30	Días hábiles a partir de la finalización de la acción de más larga data.
ACCIONES A REPORTAR (N° identificador y acción)	N° Identificador	Acción a reportar
	1	Instalación de un nuevo sistema de abatimiento en las calderas ubicadas en la Planta de Los Ángeles de Copeval.
	2	Paralización de las fuentes fijas consistentes en las calderas a leña con registro SPBIOBIO-212 y SPBIOBIO-213 en días declarados como episodio crítico, según establece el artículo 59 del Plan de Descontaminación Atmosférica de la comuna Los Ángeles, mientras no se acredite la operación eficaz del sistema de abatimiento, según lo comprometido en la Acción N°1 de este PdC.
	3	Establecimiento de un protocolo de gestión de episodios críticos, estrategia de difusión y capacitaciones al personal de operaciones en la aplicación del protocolo y en el cumplimiento del Plan de Descontaminación Atmosférica de la comuna de Los Ángeles.
	4	Realizar cada 4 meses mediciones de MP mediante muestreos isocinéticos, cuyos resultados deberán cumplir con el límite de emisión de MP establecido en el PDA Los Ángeles, respecto de ambas fuentes (calderas con registro SPBIOBIO-213 y SPBIOBIO-212).
	5	Cargar el PdC e informar a la SMA los reportes y medios de verificación que acrediten la ejecución de las acciones comprendidas en el PdC a través de los sistemas digitales que la SMA disponga al efecto para implementar el PdC.

4. CRONOGRAMA

EJECUCIÓN ACCIONES																	
N° Identificador de la Acción	En Meses 			En Semanas 			Desde la aprobación del programa de cumplimiento										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
ENTREGA REPORTES																	
Reporte	En Meses 			En Semanas 			Desde la aprobación del programa de cumplimiento										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Reporte de avance 1																	
Reporte de avance 2																	
Reporte final																	



“CALDERA DE GENERACIÓN DE VAPOR IN-GEV-18196”

MEMORIA DE CALCULO

FILTRO 12X12

COLECTOR DE POLVO PROYECTO OG 12888

N° doc Proveedor: MC-0001

Rev.	Fecha	Propósito de la emisión	Por	Rev.	Apr.	Apr. por cliente
B	29-09-2025	Para Aprobación	V.F.	F.C.	J.S.	

GSMI CHILE

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		 Gestión y Suministro Minero Industrial
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	2 de 47	MDC-0001

Contenido

1	INTRODUCCION	4
2	DESCRIPCION ESTRUCTURA COLECTOR DE POLVO	4
3	REFERENCIAS	4
3.1	Normas de diseño utilizadas	4
3.2	Planos y documentos	5
4	MATERIALES	5
4.1	Calidad Aceros.....	5
4.2	Espesor de planchas.....	5
4.3	Propiedades Perfiles Principales Utilizados	5
	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE MATERIALES.....	6
5	SOLICITACIONES	7
5.1	Peso Propio (DL).....	7
5.2	Sobrecarga de colector (DE)	9
5.3	Sobrecarga de mantención (LL)	9
5.4	Sismo (Ex, Ez).....	9
5.4.1	Espectro de diseño	9
5.5	Periodos y Masas Participativas	12
5.5.1	Análisis Sísmico	12
5.5.2	Fuerza Sísmica Vertical	17
5.6	Viento (Wx, Wz)	18
6	COMBINACIONES DE CARGA.....	20
6.1	Estados de Carga:.....	20
6.2	Combinaciones para el estudio:	20
7	MODELO COMPUTACIONAL.....	21
7.1	Esquema de estructuras	21
8	RESULTADOS.....	23
8.1	Esfuerzos máximos en la Estructura Colector de Polvo.....	23

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		 Gestión y Suministro Minero Industrial
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	3 de 47	MDC-0001

8.1.1	Envolvente de Reacciones nodales	24
8.2	Factores de utilización (FU) en Estructura Colector de Polvo	25
8.2.1	Condición de servicio	25
8.3	Deformaciones en Estructura	26
8.3.1	Verificación deformaciones sísmicas en la Estructura Colector de polvo.....	26
9	CONCLUSIONES.....	28
11	ANEXO 1: IDENTIFICACION DE ELEMENTOS	29
12	ANEXO 2: CARGAS APLICADAS.....	31
13	ANEXO 3: REACCIONES EN APOYOS	34
14	ANEXO 5: DISEÑO DE ACERO	36

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		 Gestión y Suministro Minero Industrial
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	4 de 47	MDC-0001

1 INTRODUCCION

El proyecto considera una estructura para un colector de polvo **TAG XXX** que será adquirido para el proyecto “CALDERA DE GENERACIÓN DE VAPOR IN-GEV-18196” de la Compañía COPEVAL.

COPEVAL ha solicitado **GSMI CHILE**, el desarrollo de la “Ingeniería de detalle para un Colector de polvo que está compuesto de un cuerpo, una tolva y estructura soportante”.

2 DESCRIPCION ESTRUCTURA COLECTOR DE POLVO

La estructura de acero corresponde a un sistema de marco con dimensiones aproximadas de 3.500 mm de largo, 3.500 mm de ancho y 3.610 mm de alto; la altura total del colector de polvo será de 7340 mm aproximadamente. Está conformada transversalmente por marcos estructurales compuestos por columnas HEB 180, vigas HEB 180 y riostras de XL 80x6.

La estructura para el Cuerpo del colector en cuestión se considera situada sobre fundaciones de hormigón NO calculadas por la Compañía **GSMI CHILE**. Para la Condición de Servicio, se verifica el correcto comportamiento del sistema estructural bajo cargas de servicio tales como: Peso Propio, Sobrecargas, Viento y Sismo según corresponda.

3 REFERENCIAS

3.1 Normas de diseño utilizadas

- (a) NCh203Of.2006 – Acero para uso estructural – Requisitos.
 - (b) NCh1537Of.2009 – Diseño estructural – Cargas permanentes y sobrecargas de uso.
 - (c) ANSI/AISC 360-16 – Specification for structural steel buildings.
 - (d) NCh2369Of.2023 – Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales.
 - (e) NCh432Of.2010 – Diseño estructural cargas de viento.
 - (f) NCh3171Of.2017 – Diseño Estructural disposiciones generales y combinaciones de carga.
-

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		 Gestión y Suministro Minero Industrial
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	5 de 47	MDC-0001

3.2 Planos y documentos

- (a) Plano – Disposición general Filtro.
- (b) Plano – Disposición general Filtro Isométrico.
- (c) Plano – Disposición general Filtro Ventilador TV 40 .

4 MATERIALES

4.1 Calidad Aceros

Tipo de Elemento	Calidad del Acero
Acero Perfiles	ASTM A36
Acero Planchas	ASTM A36
Pernos conexión	ASTM A325N
Pernos de anclaje	ASTM F1554 G36
Electrodos Soldadura	E70XX

4.2 Espesor de planchas

Tipo de Elemento	Espesor (mm)
Plancha atiesadores	8,0
Plancha gusset	10,0
Plancha base	16,0
Plancha filtro	3,0
Plancha tolva	3,0

4.3 Propiedades Perfiles Principales Utilizados

Perfil	h mm	b mm	tw mm	tf mm	A cm ²	Ix cm ⁴	Wx cm ³	Iy cm ⁴	Wy cm ³
Estructura Filtro									
HEB 180	180	180	8,5	14	65,30	3831,00	425,70	1363,00	151,40
XL80x6	160	160	6	-	18,48	205,89	25,73	205,89	25,73

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		 Gestión y Suministro Minero Industrial
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	6 de 47	MDC-0001

PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE MATERIALES

Acero estructural A36

- ✓ Peso específico $\gamma_s = 7,85 \text{ (Ton/m}^3\text{)}$
- ✓ Módulo elástico $ES = 200.000 \text{ (MPa)}$
- ✓ Tensión de fluencia $Fy = 250 \text{ (MPa)}$
- ✓ Tensión de ruptura $Fu = 400 \text{ (MPa)}$

Electrodo E70XX

- ✓ Tensión de fluencia $Fy = 400 \text{ (MPa)}$
- ✓ Tensión de ruptura $Fu = 480 \text{ (MPa)}$

Perno ASTM A325N

- ✓ Resistencia a la tracción $Fy = 830 \text{ (MPa)}$

Perno de anclaje ASTM F1554 GRADO 36

- ✓ Peso específico $\gamma_s = 7,85 \text{ (Ton/m}^3\text{)}$
- ✓ Módulo elástico $ES = 200.000 \text{ (MPa)}$
- ✓ Tensión de fluencia $Fy = 250 \text{ (MPa)}$
- ✓ Tensión de ruptura $Fu = 400 \text{ (MPa)}$

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		 Gestión y Suministro Minero Industrial
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	7 de 47	MDC-0001

5 SOLICITACIONES

5.1 Peso Propio (DL)

La carga de peso propio se determina como el producto del peso específico de cada elemento por el volumen de este. Para todos los elementos modelados el programa **RAM ELEMENTS V16** calcula sus pesos propios internamente, es decir, el software considera el peso propio de todos los elementos estructurales que conforman la estructura colectora de polvo.

El peso de las partes del equipo **TAG XXX** y el concentrado de cobre en la tolva se incorporan como una carga distribuida lineal en perfiles laminados en caliente (actúan desde la base de la estructura Colector hasta el centro de gravedad del equipo), según su peso propio y longitud de las partes del equipo.

El **peso total** de la estructura Colector de polvo a verificar, considerando perfilería, planchas, materiales de conexión, etc. alcanza un valor total aproximado de:

RESUMEN DE PESOS	
Estructura Colector	2.750 kg
Barandas	350 kg
Cuerpo - Colector	3.120 kg
Tolva	725 kg
Concentrado de polvo	2.775 kg
Peso total	9.720 kg

Tabla 1: Lista de equipos y concentrado

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		 Gestión & Suministro Minero Industrial
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	8 de 47	MDC-0001

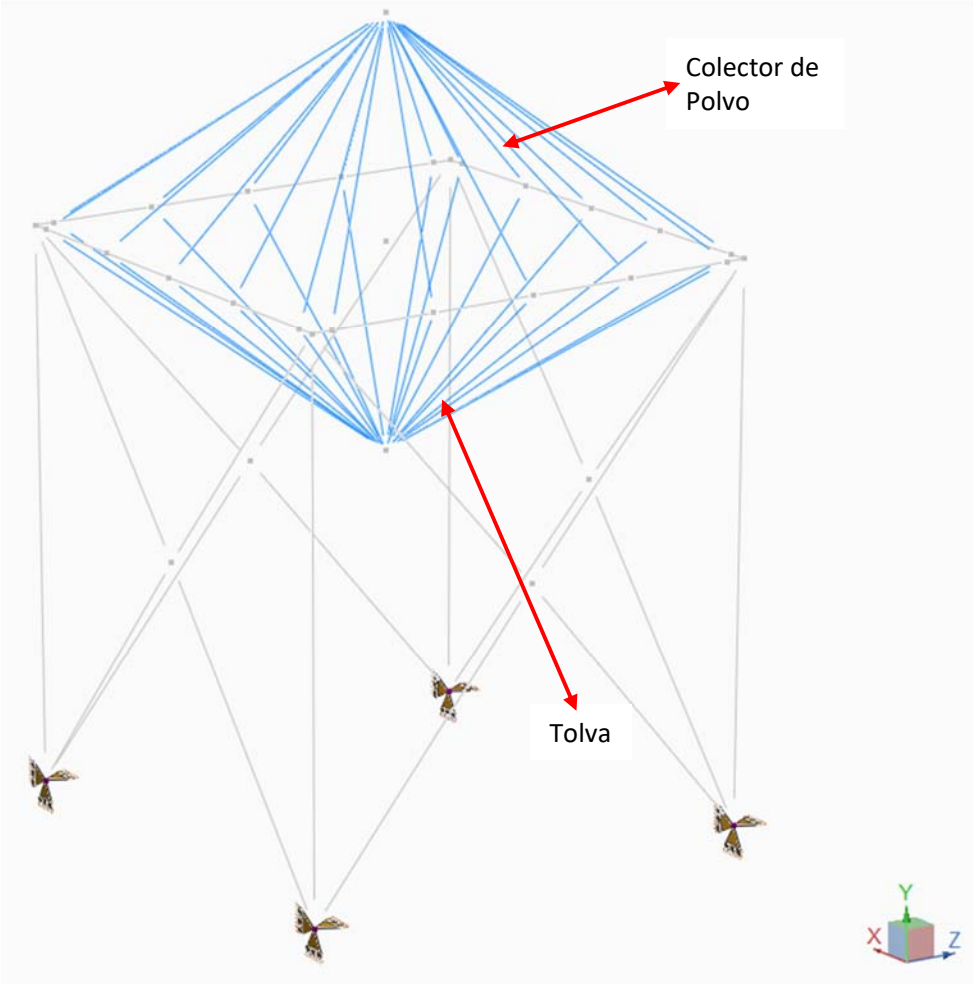


Figura 1: Disposición general Estructura colector polvo

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		 Gestión y Suministro Minero Industrial
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	9 de 47	MDC-0001

5.2 Sobrecarga de colector (DE)

Se establece una sobrecarga de peso del cuerpo del colector de 2646kgf cada uno más el peso de cada tolva 815kgf. Aplicada en el centro de gravedad de cada elemento.

5.3 Sobrecarga de mantención (LL)

Se establece una sobrecarga de mantención de **125 kg/m²**. Dicha sobrecarga descarga como carga uniformemente distribuida sobre el área de techo del colector de polvo, representando la acción de la nieve o mantención del filtro.

5.4 Sismo (Ex, Ez)

Las fuerzas sísmicas sobre la estructura se determinan de acuerdo con los requisitos establecidos por la norma de diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales Nch2369:2023.

5.4.1 Espectro de diseño

De acuerdo con lo señalado en la norma de diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales Nch2369:2023, se realiza un análisis modal espectral utilizando el siguiente espectro de diseño horizontal:

5.4.1 Espectro de diseño

Se define el siguiente espectro de diseño para la dirección horizontal:

$$S_{dH}(T_H) = 0,7 \frac{I S_{aH}(T_H)}{R} \left(\frac{0,05}{\xi} \right)^{0,4} \quad (1)$$

Se define el siguiente espectro de diseño para la dirección vertical:

$$S_{dV}(T_V) = 0,7 \frac{I S_{aV}(T_V)}{R_V} \left(\frac{0,05}{\xi_V} \right)^{0,4} \quad (2)$$

5.4.2 Espectro de referencia

Se define el siguiente espectro de referencia para la dirección horizontal:

$$S_{aH}(T_H) = 1,4 S_{A_0} \left(\frac{1 + 4,5 \left(\frac{T_H}{T_0} \right)^p}{1 + \left(\frac{T_H}{T_0} \right)^3} \right) \quad (3)$$

Se define el siguiente espectro de referencia para la dirección vertical:

$$S_{aV}(T_V) = S_{A_0} \left(\frac{1 + 4,5 \left(\frac{T_V}{T_0} \right)^p}{1 + \left(\frac{T_V}{T_0} \right)^3} \right) \quad (4)$$

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		 Gestión y Suministro Minero Industrial
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	10 de 47	MDC-0001

Donde:

Zona sísmica según Nch2369Of.2023

Zona 2

Aceleración efectiva máxima del suelo

$A_0 = 0,3g$

Factor de modificación de respuesta R

$R = 4$

Razón de amortiguamiento

$\xi = 0,03$

Tipo de piso

B

Coficiente Sísmico máximo espectro

$C_{Hmáx.} = 0,265$

Coficiente Sísmico diseño

$C_{diseño.} = 0,202$

Parámetro en función de la categoría del edificio

$I = 1$

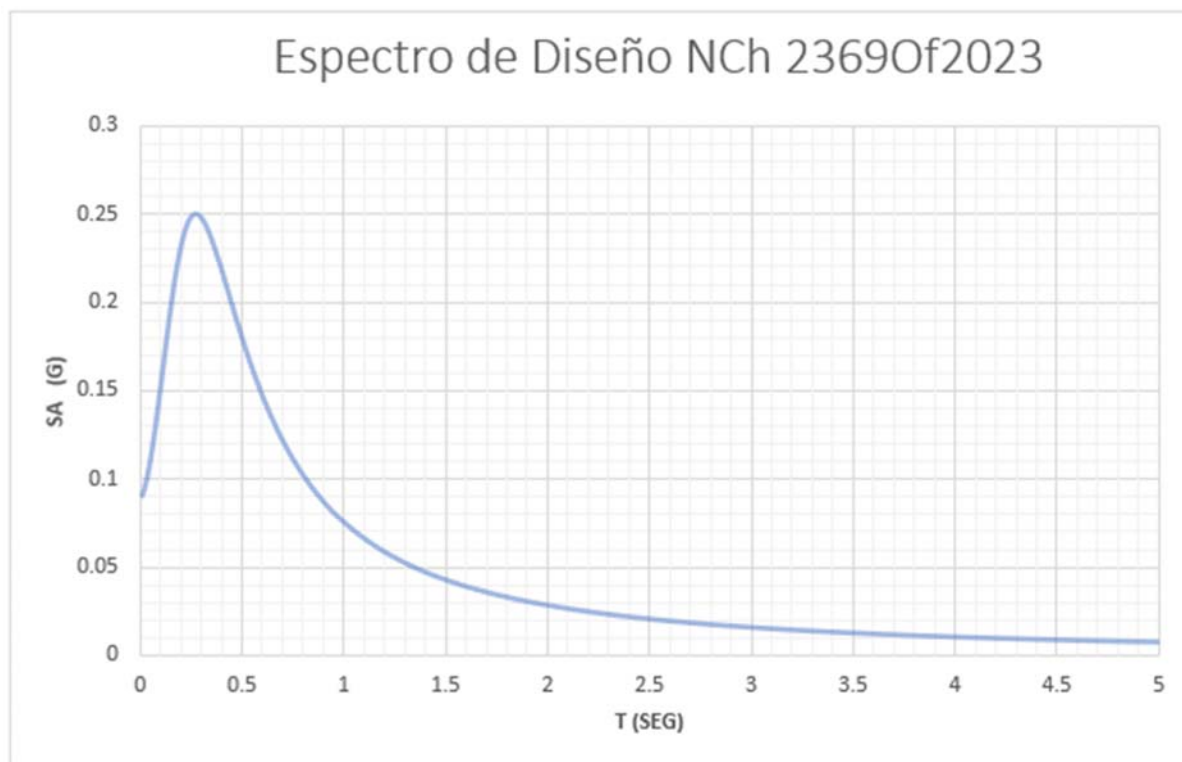


Gráfico N°1: Espectro Pseudo Aceleraciones Horizontales

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		 Gestión y Suministro Minero Industrial
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	11 de 47	MDC-0001

El análisis sísmico, según la norma Nch2369Of.2023 sección 5, con el procedimiento de superposición modal espectral. Se considera un 0.03% de razón de amortiguamiento de la estructura, así mismo se ha considerado como fuente de masa el 100% de la carga muerta y el 0% para la sobrecarga de mantención.

RESUMEN	
Estructura Colector	2.750 kg
Barandas	350 kg
Cuerpo - Colector	3.120 kg
Tolva	725 kg
Concentrado de polvo	2.775 kg
Peso total	9.720 kg

Tabla 2: Resumen de cargas

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		 Gestión y Suministro Minero Industrial
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	12 de 47	MDC-0001

5.5 Periodos y Masas Participativas

Se han considerado un total de 6 modos de vibrar, por ser una estructura metálica, siendo el caso que el factor de masa participativa alcanza valores mayores al 90% para la dirección X-X.

5.5.1 Análisis Sísmico

Análisis Modal Espectral

Masas						
Nudo	Masa X	Masa Y	Masa Z	Iner.XX	Iner.YY	Iner.ZZ
	[Kg]	[Kg]	[Kg]	[Kg*cm2]	[Kg*cm2]	[Kg*cm2]
31	4649.76	0	4649.76	0	1.81E+00	0
55	3500.05	0	3500.05	0	1.20E+00	0

Frecuencias por Modo			
MODO	W		T
	[RAD/SEG]	HZ	[SEG]
1	58.65	9.33	0.10713
2	104.97	16.71	0.0595
3	105.19	16.74	0.05891
4	509.87	81.15	0.0123
5	514.33	81.86	0.01217
6	774.32	123.24	0.00804

Porcentaje de Participación de Masas						
MODO	Part.X	Part.Y	Part.Z	Rot.X	Rot.Y	Rot.Z
1	0.00	0.00	0.00	0.00	60.70	0.00
2	0.00	0.00	99.14	0.00	0.00	0.00
3	99.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.86	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	39.30	0.00
TOTAL:	100	0	100	0	100	0

Masa Total	
GDL	Masa Total
	[Kg/cm*Sec2]
TX	8.32
TY	0
TZ	8.32
RX	0
RY	30741.01
RZ	0

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		 Gestión y Suministro Minero Industrial
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	13 de 47	MDC-0001

Espectro de Respuesta Sísmica

T[Seg]	a/g								
0	0.09	1.01	0.07	2.03	0.03	3.03	0.02	4.03	0.01
0.01	0.09	1.03	0.07	2.05	0.03	3.05	0.02	4.05	0.01
0.03	0.1	1.05	0.07	2.07	0.03	3.07	0.02	4.07	0.01
0.05	0.11	1.07	0.07	2.09	0.03	3.09	0.02	4.09	0.01
0.07	0.13	1.09	0.07	2.11	0.03	3.11	0.02	4.11	0.01
0.1	0.15	1.11	0.07	2.13	0.03	3.13	0.02	4.13	0.01
0.11	0.16	1.13	0.06	2.15	0.03	3.15	0.02	4.15	0.01
0.13	0.18	1.15	0.06	2.17	0.03	3.17	0.02	4.17	0.01
0.15	0.2	1.17	0.06	2.19	0.03	3.19	0.01	4.19	0.01
0.17	0.21	1.19	0.06	2.21	0.02	3.21	0.01	4.21	0.01
0.19	0.23	1.21	0.06	2.23	0.02	3.23	0.01	4.23	0.01
0.21	0.24	1.23	0.06	2.25	0.02	3.25	0.01	4.25	0.01
0.23	0.24	1.25	0.06	2.27	0.02	3.27	0.01	4.27	0.01
0.25	0.25	1.27	0.05	2.29	0.02	3.29	0.01	4.29	0.01
0.27	0.25	1.29	0.05	2.31	0.02	3.31	0.01	4.31	0.01
0.29	0.25	1.3	0.05	2.33	0.02	3.33	0.01	4.33	0.01
0.31	0.25	1.33	0.05	2.35	0.02	3.35	0.01	4.35	0.01
0.33	0.24	1.35	0.05	2.37	0.02	3.37	0.01	4.37	0.01
0.35	0.24	1.37	0.05	2.39	0.02	3.39	0.01	4.39	0.01
0.37	0.23	1.39	0.05	2.41	0.02	3.41	0.01	4.41	0.01
0.39	0.22	1.41	0.05	2.43	0.02	3.43	0.01	4.43	0.01
0.4	0.22	1.43	0.05	2.45	0.02	3.45	0.01	4.45	0.01
0.43	0.21	1.45	0.05	2.47	0.02	3.47	0.01	4.47	0.01
0.45	0.2	1.47	0.04	2.49	0.02	3.49	0.01	4.49	0.01
0.47	0.19	1.49	0.04	2.51	0.02	3.51	0.01	4.51	0.01
0.49	0.18	1.51	0.04	2.53	0.02	3.53	0.01	4.53	0.01
0.5	0.18	1.53	0.04	2.55	0.02	3.55	0.01	4.55	0.01
0.53	0.17	1.55	0.04	2.57	0.02	3.57	0.01	4.57	0.01
0.55	0.16	1.57	0.04	2.59	0.02	3.59	0.01	4.59	0.01
0.57	0.16	1.59	0.04	2.61	0.02	3.61	0.01	4.61	0.01
0.59	0.15	1.61	0.04	2.63	0.02	3.63	0.01	4.63	0.01
0.6	0.15	1.63	0.04	2.65	0.02	3.65	0.01	4.65	0.01
0.63	0.14	1.65	0.04	2.67	0.02	3.67	0.01	4.67	0.01
0.65	0.13	1.67	0.04	2.69	0.02	3.69	0.01	4.69	0.01
0.67	0.13	1.69	0.04	2.71	0.02	3.71	0.01	4.71	0.01
0.69	0.12	1.71	0.04	2.73	0.02	3.73	0.01	4.73	0.01
0.71	0.12	1.73	0.04	2.75	0.02	3.75	0.01	4.75	0.01
0.73	0.12	1.75	0.03	2.77	0.02	3.77	0.01	4.77	0.01
0.75	0.11	1.77	0.03	2.79	0.02	3.79	0.01	4.79	0.01
0.77	0.11	1.79	0.03	2.81	0.02	3.81	0.01	4.81	0.01
0.79	0.1	1.81	0.03	2.83	0.02	3.83	0.01	4.83	0.01
0.81	0.1	1.83	0.03	2.85	0.02	3.85	0.01	4.85	0.01
0.83	0.1	1.85	0.03	2.87	0.02	3.87	0.01	4.87	0.01
0.85	0.09	1.87	0.03	2.89	0.02	3.89	0.01	4.89	0.01
0.87	0.09	1.89	0.03	2.91	0.02	3.91	0.01	4.91	0.01
0.89	0.09	1.91	0.03	2.93	0.02	3.93	0.01	4.93	0.01
0.91	0.09	1.93	0.03	2.95	0.02	3.95	0.01	4.95	0.01
0.93	0.08	1.95	0.03	2.97	0.02	3.97	0.01	4.97	0.01
0.95	0.08	1.97	0.03	2.99	0.02	3.99	0.01	4.99	0.01
0.97	0.08	1.99	0.03	3	0.02	4	0.01	5	0.01
0.99	0.08	2.01	0.03	3.01	0.02	4.01	0.01		

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	14 de 47	MDC-0001

Valores Espectrales Calculados

Estado : Ex=Sismo x

Factor de escala : 2.1

Factor de amorti... : 0.03

MODO	W	T	a
	[RAD/SEG]	[SEG]	[cm/Sec2]
1	58.65	0.10713	331.24
2	104.97	0.05986	247.55
3	105.19	0.05973	247.35
4	509.87	0.01232	191.16
5	514.33	0.01222	191.07
6	774.32	0.00811	188.48

Estado : Ez=Sismo z

Factor de escala : 2.10

Factor de amorti... : 0.03

MODO	W	T	a
	[RAD/SEG]	[SEG]	[cm/Sec2]
1	58.65	0.10713	331.24
2	104.97	0.05986	247.55
3	105.19	0.05973	247.35
4	509.87	0.01232	191.16
5	514.33	0.01222	191.07
6	774.32	0.00811	188.48

Modos de Vibrar

Desplazamientos normalizados a $\Phi I \cdot M \cdot \Phi I = 1$

Modo de vibrar: 1

W = 58.65 [RAD/SEG]

PERIODO = 0.10713 [SEG]

DESPLAZAMIENTOS						
Nudo	Tras.X	Tras.Y	Tras.Z	Rot.X	Rot.Y	Rot.Z
	[phi]	[phi]	[phi]	[phiRot]	[phiRot]	[phiRot]
31	-8.28E-19	5.96E-07	-2.15E-17	-1.87E-18	-7.36E-03	-1.83E-18
55	-1.32E-18	0.00E+00	-1.92E-17	0.00E+00	-6.37E-05	0.00E+00

Modo de vibrar: 2

W = 105.59 [RAD/SEG]

PERIODO = 0.05950 [SEG]

DESPLAZAMIENTOS						
Nudo	Tras.X	Tras.Y	Tras.Z	Rot.X	Rot.Y	Rot.Z
	[phi]	[phi]	[phi]	[phiRot]	[phiRot]	[phiRot]
31	1.09E-04	1.80E-16	-3.73E-01	-3.96E-04	4.41E-19	-5.35E-08
55	9.50E-05	0.00E+00	-3.08E-01	0.00E+00	-1.66E-18	0.00E+00

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		 Gestión y Suministro Minero Industrial
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	15 de 47	MDC-0001

Modo de vibrar: 3

W = 106.66 [RAD/SEG]

PERIODO = 0.05891 [SEG]

DESPLAZAMIENTOS						
Nudo	Tras.X	Tras.Y	Tras.Z	Rot.X	Rot.Y	Rot.Z
	[phi]	[phi]	[phi]	[phiRot]	[phiRot]	[phiRot]
31	3.73E-01	1.20E-16	2.11E-04	1.99E-07	-2.54E-19	-4.00E-04
55	3.08E-01	0.00E+00	1.76E-04	0.00E+00	-9.76E-19	0.00E+00

Modo de vibrar: 4

W = 510.70 [RAD/SEG]

PERIODO = 0.01230 [SEG]

DESPLAZAMIENTOS						
Nudo	Tras.X	Tras.Y	Tras.Z	Rot.X	Rot.Y	Rot.Z
	[phi]	[phi]	[phi]	[phiRot]	[phiRot]	[phiRot]
31	2.67E-01	-3.65E-14	5.03E-05	8.59E-07	6.05E-20	-4.36E-03
55	-4.30E-01	0.00E+00	-8.50E-05	0.00E+00	-5.65E-18	0.00E+00

Modo de vibrar: 5

W = 516.19 [RAD/SEG]

PERIODO = 0.01217 [SEG]

DESPLAZAMIENTOS						
Nudo	Tras.X	Tras.Y	Tras.Z	Rot.X	Rot.Y	Rot.Z
	[phi]	[phi]	[phi]	[phiRot]	[phiRot]	[phiRot]
31	2.37E-05	7.12E-15	-2.67E-01	-4.31E-03	1.03E-19	-4.64E-07
55	-4.51E-05	0.00E+00	4.30E-01	0.00E+00	-2.11E-17	0.00E+00

Modo de vibrar: 6

W = 781.61 [RAD/SEG]

PERIODO = 0.00804 [SEG]

DESPLAZAMIENTOS						
Nudo	Tras.X	Tras.Y	Tras.Z	Rot.X	Rot.Y	Rot.Z
	[phi]	[phi]	[phi]	[phiRot]	[phiRot]	[phiRot]
31	-2.43E-16	1.73E-05	8.67E-16	-1.62E-17	5.20E-05	1.45E-17
55	6.59E-16	0.00E+00	-9.99E-16	0.00E+00	-9.02E-03	0.00E+00

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		 Gestión y Suministro Minero Industrial
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	16 de 47	MDC-0001

El esfuerzo de corte basal mínimo es:

$$Q_{min} = C_{min} \cdot P$$

$$C_{min} = 0,25 \cdot I \cdot S \cdot \frac{A_0}{g} = 0,10$$

Donde, **P= 9.720 kgf** el cual incluye el peso de total del equipo del colector de polvo más el concentrado de polvo en la tolva.

$$Q_{min} = 972 \text{ kgf}$$

Corte basal obtenido:

Estado : Ex=Sismo x

Modo	Cortantes [Kg]		Momento [Kg*cm]		
	En X	En Z	Mxx	Mzz	Myy
1	0	0	0	0	4.69
2	0	0.27	139.38	0.04	-48.05
3	-1062.86	-0.27	-138.09	539670.3	-185951.5
4	-7.33	0	-0.12	-2492.61	-1286.35
5	0	0	-0.41	0	-0.21
6	0	0	0	0	-0.69
Comb. modal	-1062.89	0.39	195.93	539676	-185956.1

Estado : Ez=Sismo z

Modo	Cortantes [Kg]		Momento [Kg*cm]		
	En X	En Z	Mxx	Mzz	Myy
1	0	0	0	0	0
2	0.27	-1067.59	-542014.4	-138.68	186876.5
3	-0.27	0	-0.04	138.75	-47.81
4	0	0	0	-0.42	-0.22
5	0	-7.23	2499.48	-0.09	1264.7
6	0	0	0	0	0
Comb. modal	0.39	-1067.62	-542020.2	195.9	186880.7

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	17 de 47	MDC-0001

5.5.2 Fuerza Sísmica Vertical

La Fuerza Sísmica Vertical se calcula de acuerdo con la norma de diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales Nch2369Of.2023 sección 5 de la siguiente manera:

$$F_V = C_v \cdot P$$

$$C_v = 1,18 \cdot I \cdot S \cdot \frac{A_0}{g} = 0,478$$

Donde:

F_V = Fuerza sísmica vertical.

A_0 = Aceleración efectiva máxima del suelo.

I = Coeficiente importancia.

P_p = Peso sísmico.

Además, se tienen los siguientes parámetros:

Zona sísmica según Nch2369.Of2023

Zona 2

Aceleración efectiva máxima del suelo

$A_0 = 0,3g$

Coeficiente Importancia

$I = 1$

Por lo tanto, la fuerza sísmica vertical se calcula de la siguiente manera:

$$F_v = 0,478 \cdot P$$

Fuerza sísmica vertical:

Peso estructura:

$$P = 9.720kgf \quad \Rightarrow \quad F_v = 4.646kgf$$

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	18 de 47	MDC-0001

5.6 Viento (Wx, Wz)

Según lo indicado en NCh432:2010, se utiliza el método 2; procedimiento analítico en estructuras cerradas para determinar las cargas de viento. Los parámetros utilizados son los siguientes:

Parámetros para presiones de viento, NCh 432-2010			
Parámetro	Descripción	Comentario	Valor
V	Velocidad básica del viento		45 m/s
I	Factor de importancia	Ítem 7.5	1,0
	Categoría de exposición	Ítem 7.6	C
K _{zt}	Factor topográfico	Ítem 7.7	1,0
G	Factor efecto de ráfaga		0,85

Las presiones de viento se calcularán por la siguiente fórmula:

$$q_z = 0,613 * K_z * K_{zi} * K_d * V^2 * I$$

Donde:

K_z = 1,22 (Coeficiente exposición de la distribución de velocidades, según 7.6.7)

K_{zi} = 1 (Factor topográfico evaluado a la altura media del techo, según 7.7.2)

K_d = 0,85 (Coeficiente de direccionalidad del viento, según 7.4.5)

I = 1,0 (Factor de importancia, según 7.5)

V = 30 m/s (Velocidad básica de viento según Cliente)

Con lo anterior, se obtiene una presión básica de viento de 1499 N/m² > 480 N/m², Según clausula 5.2 "Carga mínima de Viento". La presión básica equivale a 153 kg/m² solicitada por norma, la cual se genera por una velocidad de viento 1163 km/hr.

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		 Gestión y Suministro Minero Industrial
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	19 de 47	MDC-0001

Donde:

DISTRIBUCION DE VELOCIDADES /PUNTO 7.10

$$= 0,613 \times K_z \times K_{zt} \times K_d \times V^2 \times I$$

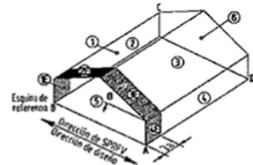
qh	1499	N/m ²	< 480 N/m ² Según clausula 5.2 "Carga minima de Viento"
Kz	1.22		5.2.1 Presion de diseño del viento minima neta
Kzt	1		
Kd	0.85		
V ²	45	m/s	163 km/hr
I	1.15		

PRESIONES DE VIENTO CONSTRUCC BAJA ALTURA /PUNTO 7.12.2.2

$$s \times \left[(GC_{pf}) - (GC_{pi}) \right] \text{ (N/m}^2\text{)}$$

Zona 1	330	N/m ²	34	kg/m ²
Zona 2	-1304	N/m ²	-133	kg/m ²
Zona 3	-824	N/m ²	-84	kg/m ²
Zona 4	-165	N/m ²	-17	kg/m ²
Zona 5	-674	N/m ²	-69	kg/m ²
Zona 6	-405	N/m ²	-41	kg/m ²
Zona 1E	644	N/m ²	66	kg/m ²
Zona 2E	-1873	N/m ²	-191	kg/m ²
Zona 3E	-525	N/m ²	-53	kg/m ²
Zona 4E	914	N/m ²	93	kg/m ²
qh	1498.67	N/m ²		
G	0.85			
GCpf M1	0.4			
GCpf M2	-0.69			
GCpf M3	-0.37			
GCpf M4	-0.29			
GCpf M5	-0.45			
GCpf M6	-0.45			
GCpf 1E	0.61			
GCpf 2E	-1.07			
GCpf 3E	-0.53			
GCpf 4E	0.43			
qi=qz	480.00	N/m ²		
GCpi Barlovento	0.18			
GCpi Sotavento	-0.18			

COEFICIENTES DE PRESION EXTERNA - GCpf



Ángulo de techo θ°	Superficie del edificio									
	1	2	3	4	5	6	1E	2E	3E	4E
0 - 5	0,40	-0,69	-0,37	-0,29	-0,45	-0,45	0,61	-1,07	-0,53	0,43
20	0,53	-0,69	-0,48	-0,43	-0,45	-0,45	0,80	-1,07	-0,69	-0,64
30 - 45	0,56	0,21	-0,43	-0,37	-0,45	-0,45	0,89	0,27	-0,53	-0,48
90	0,56	0,56	-0,37	-0,37	-0,45	-0,45	0,89	0,69	-0,48	-0,48

Figura 8 a) - Coeficiente de presión externa, GC_{pf} , para techos y muros del SPRFV en edificios de baja altura - Casos básicos de cargas - Estructuras cerradas y parcialmente cerradas, $h \leq 18,3$ m - Método 2 analítico

Figura 3: Carga de viento

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		 Gestión y Suministro Minero Industrial
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	20 de 47	MDC-0001

6 COMBINACIONES DE CARGA

De acuerdo con lo señalado en la norma NCh3171:2017 y la norma NCh2369:2023, para el estudio realizado se consideran las siguientes combinaciones de carga más solicitante de ambas normas.

6.1 Estados de Carga:

DL = cargas permanentes, incluyendo peso propio estructura.

LL= sobrecarga de uso

DE= carga permanente del cuerpo colector

Wx = viento en x

Wz = viento en z

Ex = sismo en x

Ey = sismo en y

Ez = sismo en z

6.2 Combinaciones para el estudio:

Expresión
DL+LL
DL+LL+Wx
DL+LL-Wx
DL+LL+Wz
DL+LL-Wz
DL+LL+Ex+0.3Ey+0.6Ez
DL+LL+Ex+0.3Ey-0.6Ez
DL+LL+Ex-0.3Ey+0.6Ez
DL+LL+Ex-0.3Ey-0.6Ez
DL+LL-Ex+0.3Ey+0.6Ez
DL+LL-Ex+0.3Ey-0.6Ez
DL+LL-Ex-0.3Ey+0.6Ez
DL+LL-Ex-0.3Ey-0.6Ez
DL+LL+0.3Ex+Ey+0.6Ez
DL+LL+0.3Ex+Ey-0.6Ez
DL+LL+0.3Ex-Ey+0.6Ez
DL+LL+0.3Ex-Ey-0.6Ez
DL+LL-0.3Ex+Ey+0.6Ez
DL+LL-0.3Ex+Ey-0.6Ez
DL+LL-0.3Ex-Ey+0.6Ez
DL+LL-0.3Ex-Ey-0.6Ez
DL+LL+0.6Ex+0.2Ey+Ez
DL+LL+0.6Ex+0.2Ey-Ez
DL+LL+0.6Ex-0.2Ey+Ez
DL+LL+0.6Ex-0.2Ey-Ez
DL+LL-0.6Ex+0.2Ey+Ez
DL+LL-0.6Ex+0.2Ey-Ez
DL+LL-0.6Ex-0.2Ey+Ez
DL+LL-0.6Ex-0.2Ey-Ez
DL+LL+0.2Ex+0.6Ey+Ez
DL+LL+0.2Ex+0.6Ey-Ez
DL+LL+0.2Ex-0.6Ey+Ez
DL+LL+0.2Ex-0.6Ey-Ez
DL+LL-0.2Ex+0.6Ey+Ez
DL+LL-0.2Ex+0.6Ey-Ez
DL+LL-0.2Ex-0.6Ey+Ez
DL+LL-0.2Ex-0.6Ey-Ez

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	21 de 47	MDC-0001

7 MODELO COMPUTACIONAL

Para el análisis de la estructura colector de polvo, se construye un modelo computacional tridimensional con el software RAM ELEMENTS, en el que se incorporan los perfiles estructurales y las solicitaciones. La representación tridimensional se realiza mediante elementos tipo barra con seis grados de libertad por nodo, a los cuales se les asignan secciones, materiales y orientación local. Los perfiles.

Con respecto a la estructura en condición de servicio, esta considera apoyos articulados en los puntos donde se ancla la estructura a fundaciones de hormigón armado no calculadas por GSMI CHILE.

7.1 Esquema de estructuras

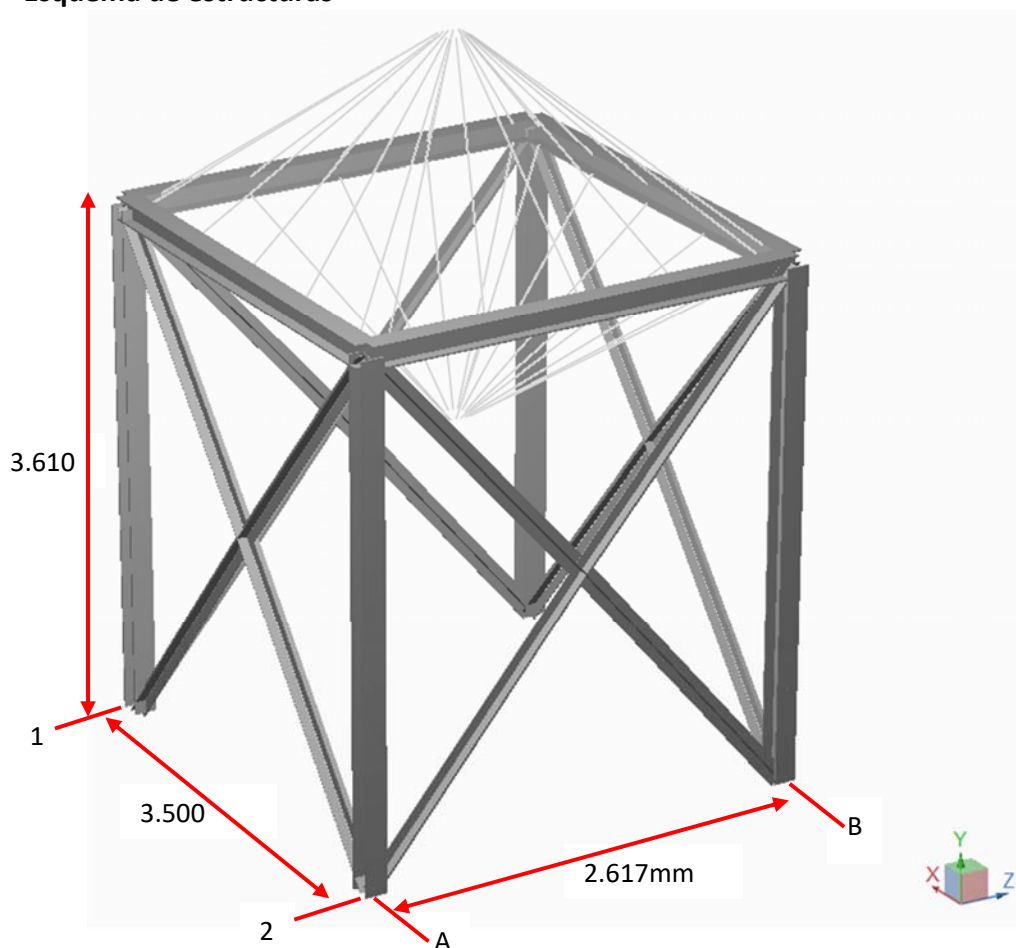


Figura 4: Esquema Estructura Colector de polvo

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		 Gestión y Suministro Minero Industrial
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	22 de 47	MDC-0001

Se tomaron los siguientes criterios con respecto a las cargas para el modelo:

- ✓ **Peso de equipos:** se modela mediante un constraint de tipo “Body” generando un cuerpo rígido que representa el elemento considerado.
- ✓ **Sobrecarga de uso:** carga uniforme sobre el techo del colector.
- ✓ **Carga de viento:** Para los perfiles estructurales se aplica una carga uniforme por metro² y, para los muros del equipo colector de polvo se aplica en el CG según dirección.
- ✓ **Carga sísmica:** Se considera para el colector de polvo una carga sísmica que se le asigna al “Body” creado. Para el caso de los elementos barras, la carga sísmica se asigna mediante el coeficiente sísmico definido en el punto 5.4 para cada dirección de análisis.

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		 Gestión & Suministro Máquinas Industriales
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	23 de 47	MDC-0001

8 RESULTADOS

8.1 Esfuerzos máximos en la Estructura Colector de Polvo

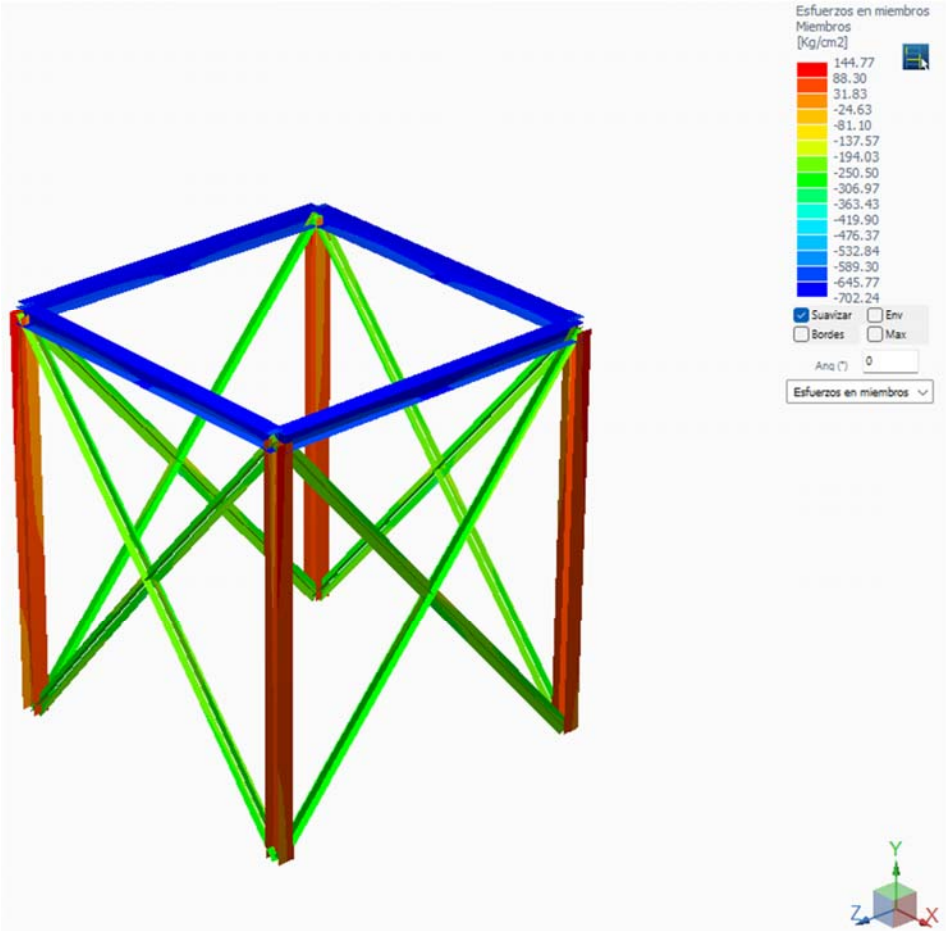


Figura 5: Esfuerzos máximos por elemento

DISEÑO DE ACERO AISC 360-16						
Descripción	Sección	Miembro	Ec. ctrl	Relación	Estatus	Referencia
art	XL 80x6	22	c13 en 100.00%	0.34	Bien	
c1	EN_HE 180 B	18	c13 en 100.00%	0.06	Bien	
v1		42	c11 en 100.00%	0.46	Bien	

Tabla 3: F.U. máximos

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		 Gestión y Suministro Minero Industrial
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	24 de 47	MDC-0001

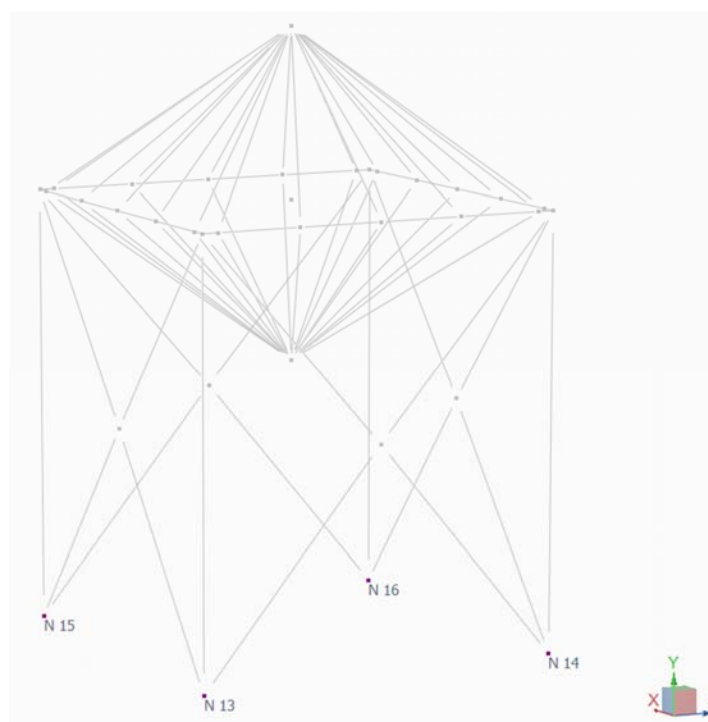


Figura 6: Puntos de apoyo

8.1.1 Envoltente de Reacciones nodales

Envolvente de reacciones nodales													
Nudo		Fuerzas						Momentos					
		Fx	ec	Fy	ec	Fz	ec	Mx	ec	My	ec	Mz	ec
		[Kg]		[Kg]		[Kg]		[Kg*cm]		[Kg*cm]		[Kg*cm]	
13	Max	3634.26	c5	5927.911	c13	3681.365	c13	7194.8944	c13	284.72653	c11	-2255.7211	c6
	Min	2278.893	c6	331.224	c14	2170.008	c14	1313.9117	c14	-69.71455	...	-14704.268	c5
14	Max	3633.5	c3	5927.417	c11	-2170.903	c16	-1436.2114	c16	355.55049	c14	-2138.9161	c8
	Min	2278.099	c8	331.375	c16	-3682.011	c11	-7295.1781	c11	-29.2084	...	-14603.704	c3
15	Max	-2278.099	c3	5927.417	c16	3682.011	c16	7295.1781	c16	355.55049	c13	14603.704	c8
	Min	-3633.5	c8	331.375	c11	2170.903	c11	1436.2114	c11	-29.2084	c14	2138.9161	c3
16	Max	-2278.893	c5	5927.911	c14	-2170.008	c13	-1313.9117	c13	284.72653	c16	14704.268	c6
	Min	-3634.26	c6	331.224	c13	-3681.365	c14	-7194.8944	c14	-69.71455	c11	2255.7211	c5

Tabla 4: Estructura Colector de polvo

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	25 de 47	MDC-0001

8.2 Factores de utilización (FU) en Estructura Colector de Polvo

A continuación, se indican los factores de utilización (FU) para la combinación más desfavorable, de los perfiles de la estructura para la condición de servicio.

8.2.1 Condición de servicio

DISEÑO DE ACERO AISC 360-16						
Descripción	Sección	Miembro	Ec. ctrl	Relación	Estatus	Referencia
v1	EN_HE 180 B	42	c11 en 100.00%	0.46	Bien	

Tabla 5: Factores de utilización vigas

DISEÑO DE ACERO AISC 360-16						
Descripción	Sección	Miembro	Ec. ctrl	Relación	Estatus	Referencia
c1	EN_HE 180 B	18	c13 en 100.00%	0.06	Bien	

Tabla 6: Factores de utilización columna

DISEÑO DE ACERO AISC 360-16						
Descripción	Sección	Miembro	Ec. ctrl	Relación	Estatus	Referencia
art	XL 80x6	22	c13 en 100.00%	0.34	Bien	

Tabla 7: Factores de utilización riostras

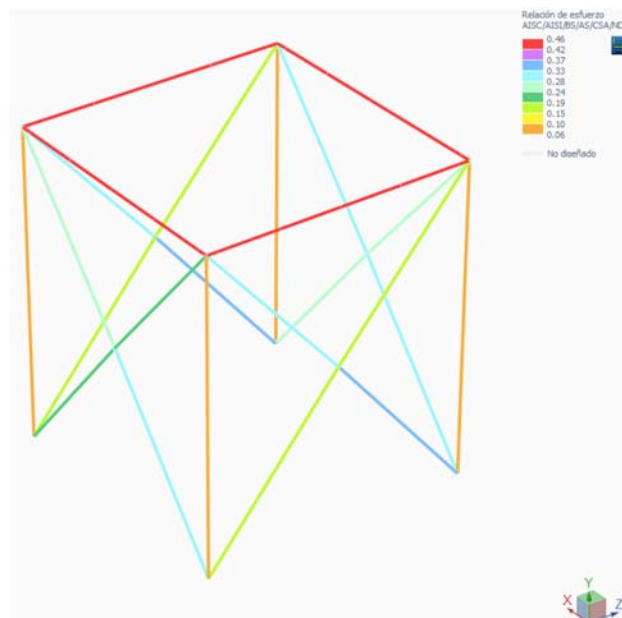


Figura 7: F.U. en condición de servicio por c11

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	26 de 47	MDC-0001

8.3 Deformaciones en Estructura

8.3.1 Verificación deformaciones sísmicas en la Estructura Colector de polvo

Según el punto 6.1 de la NCh2369Of.2003, la deformación se calcula de la forma:

$$d = d_0 + R_1 \cdot d_d$$

Donde:

- ✓ d_0 : deformación debida a cargas de servicio no sísmicas.
- ✓ $R_1 = R \cdot \frac{Q_0}{Q_{min}}$ siempre que $Q_0 < Q_{min}$ y con $Q_0/Q_{min} > 0,5$. Si cociente es mayor a 1, usar $R_1 = R$.
- ✓ d_d : deformación con solicitaciones sísmicas reducidas por el factor R.
- ✓ $d_{máx} = 0,015 \cdot h$

La deformación máxima para el proyecto que limita este análisis es igual a 2,04cm asociado a una altura de la corona igual a 4.590mm.

Envolventes de desplazamientos nodales

Envolvente de Traslaciones nodales verticales													
Nudo		Traslación						Rotación					
		X	ec	Y	ec	Z	ec	Rx	ec	Ry	ec	Rz	ec
		[cm]		[cm]		[cm]		[Rad]		[Rad]		[Rad]	
6	Max	0.024	c8	0.149	c11	0.027	c14	0.00025	c6	0	c1	0.00022	c12
	Min	-0.024	c3	0.14	c16	-0.027	c12	0.00021	c4	0	c1	0.00017	c14
12	Max	0.024	c8	0.149	c13	0.027	c14	-0.00021	c2	0	c1	0.00022	c10
	Min	-0.024	c3	0.14	c14	-0.027	c12	-0.00025	c8	0	c1	0.00017	c16
7	Max	0.024	c8	0.149	c16	0.027	c14	-0.00021	c6	0	c1	-0.00017	c12
	Min	-0.024	c3	0.14	c11	-0.027	c12	-0.00025	c4	0	c1	-0.00022	c14
5	Max	0.024	c8	0.149	c14	0.027	c14	0.00025	c2	0	c1	-0.00017	c10
	Min	-0.024	c3	0.14	c13	-0.027	c12	0.00021	c8	0	c1	-0.00022	c16

Tabla 8: Deformaciones Laterales estructura colector

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		 Gestión & Suministro Minero Industrial
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	27 de 47	MDC-0001

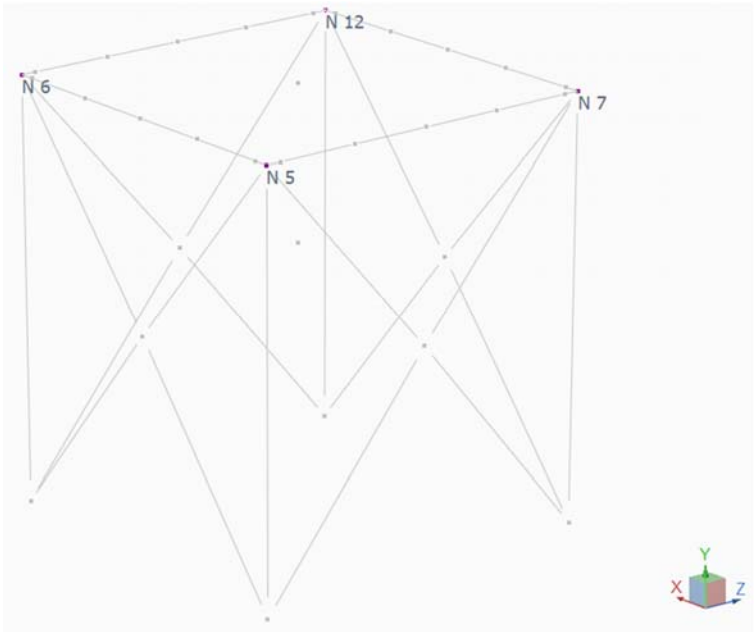


Figura 8: Nodos de deformación de la estructura colector

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		 Gestión y Suministro Minero Industrial
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	28 de 47	MDC-0001

9 CONCLUSIONES

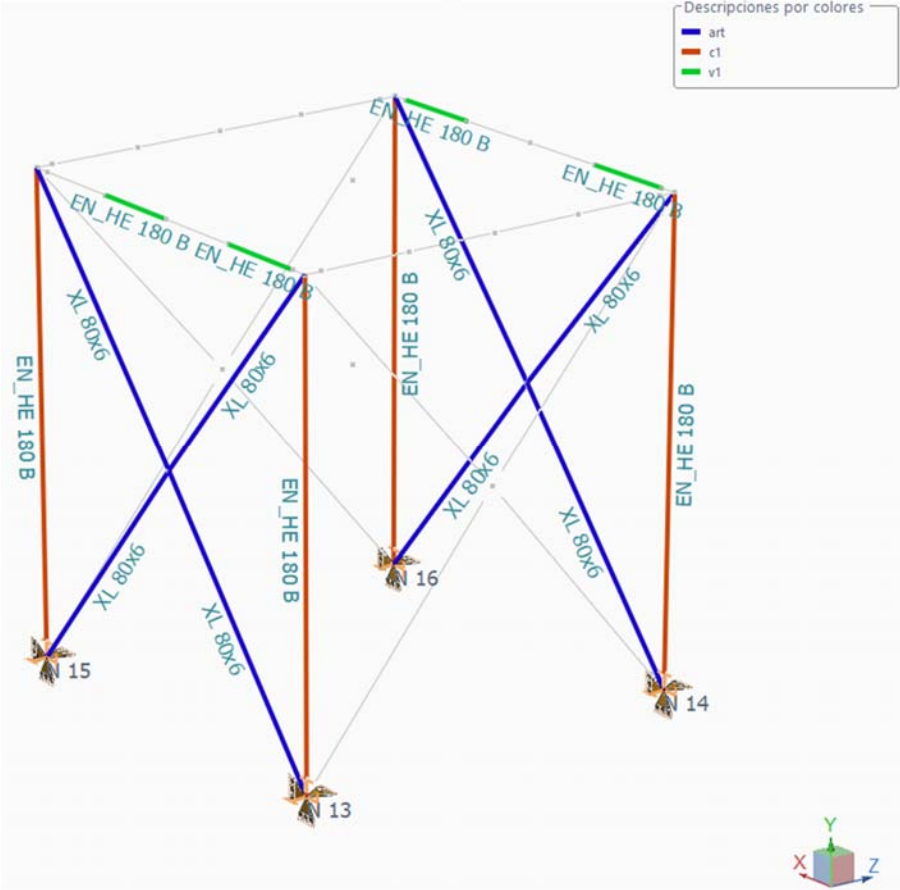
Los esfuerzos que se presentan en los elementos estructurales que componen la Estructura Colector de polvo modelo del equipo FM-144 no sobrepasan las tensiones admisibles de las normas vigentes con las cuales se realizó el análisis correspondiente. Debido a lo anterior, se puede concluir que las estructuras verifican para la condición de servicio, según corresponda.

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	29 de 47	MDC-0001

11 ANEXO 1: IDENTIFICACION DE ELEMENTOS

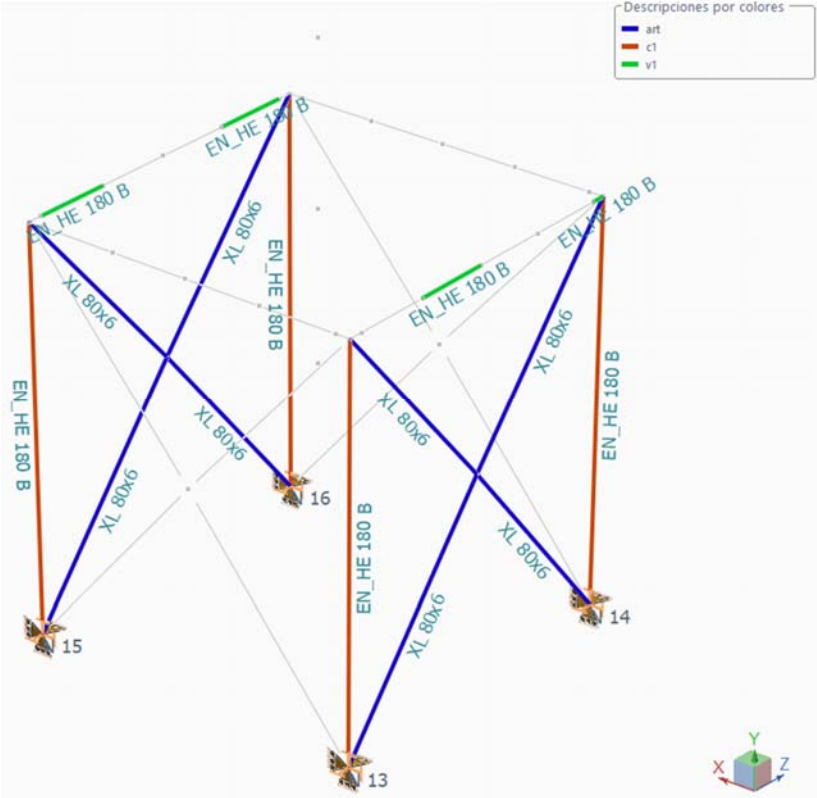
Lista de materiales				
Perfil	Material	PesoU	Longitud	Peso
		[Kg/cm]	[cm]	[Kg]
EN_HE 180 B	A36	5.13E-01	3036	1558.46
XL 80X6	A36	1.45E-01	4306.777	625.655
Peso Total [Kg]				2184.115

Elevación eje A@B



	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		 Gestión & Suministro Máquinas Industriales
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	30 de 47	MDC-0001

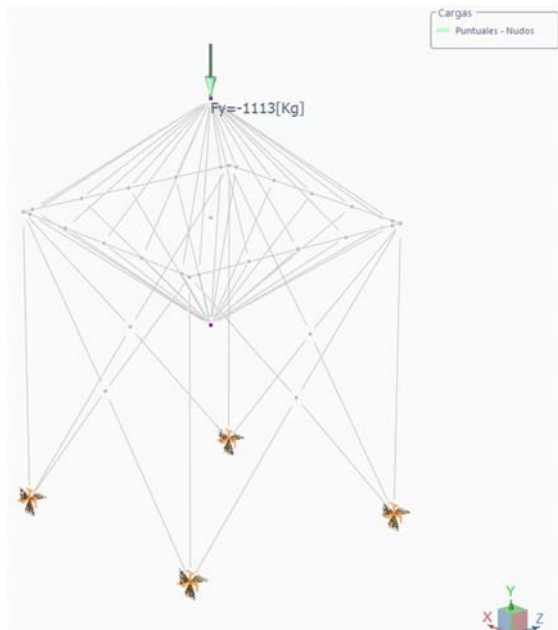
Eje 1@2



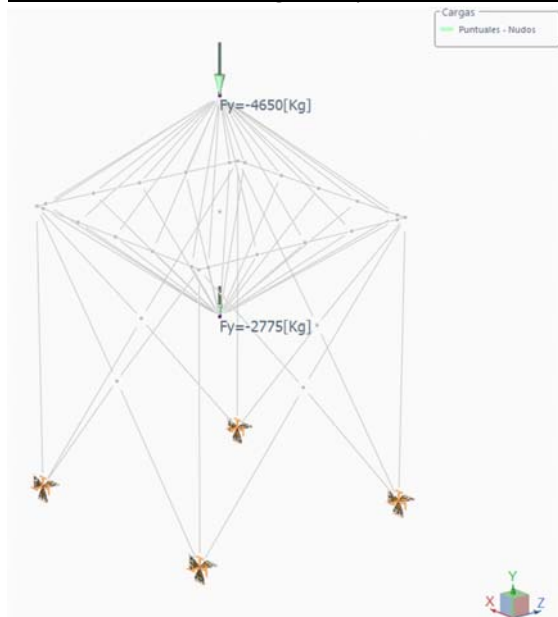
	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		 Gestión y Suministro Minero Industrial
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	31 de 47	MDC-0001

12 ANEXO 2: CARGAS APLICADAS

DL peso cuerpo colector

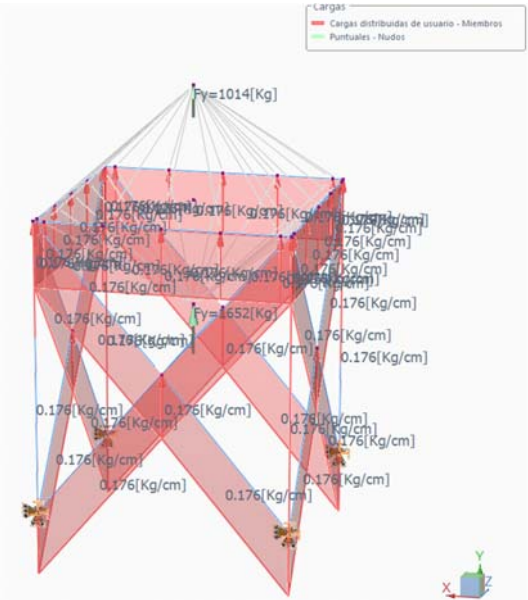


LL de Uso Techo (125 kgf/m^2) y concentrado de polvo

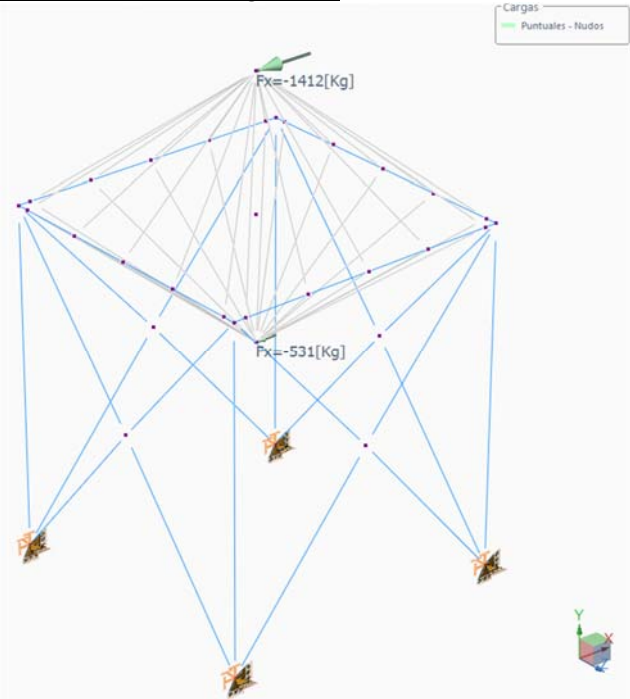


	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	32 de 47	MDC-0001

Ey de Sismo

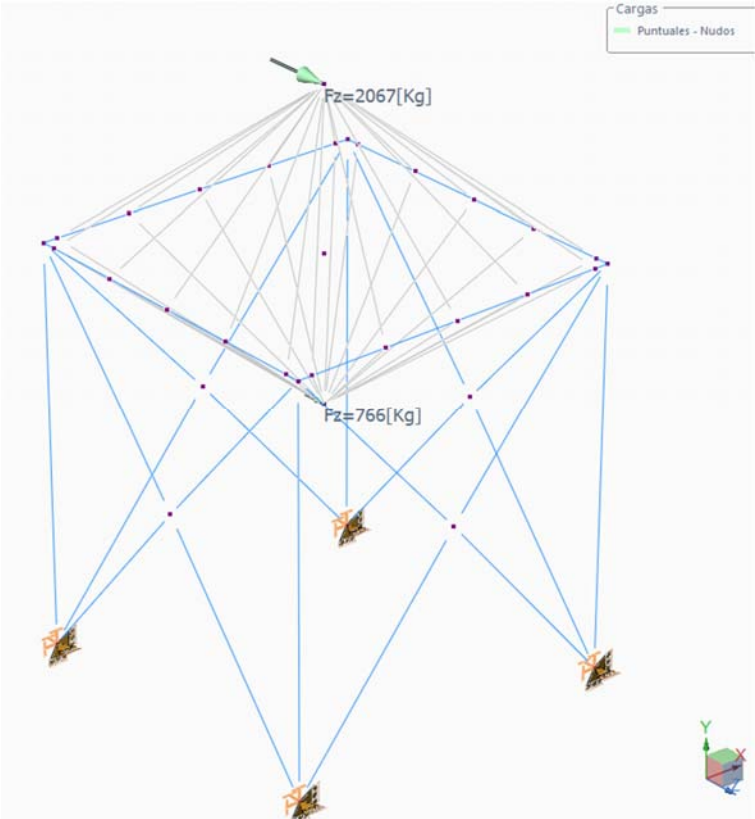


Viento dirección X, (kgf/m^2)



	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	33 de 47	MDC-0001

Viento dirección Z, (kgf/m^2)



	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		 Gestión y Suministro Minero Industrial
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	34 de 47	MDC-0001

13 ANEXO 3: REACCIONES EN APOYOS

Los puntos de apoyo considerados para la estructura son los siguientes:

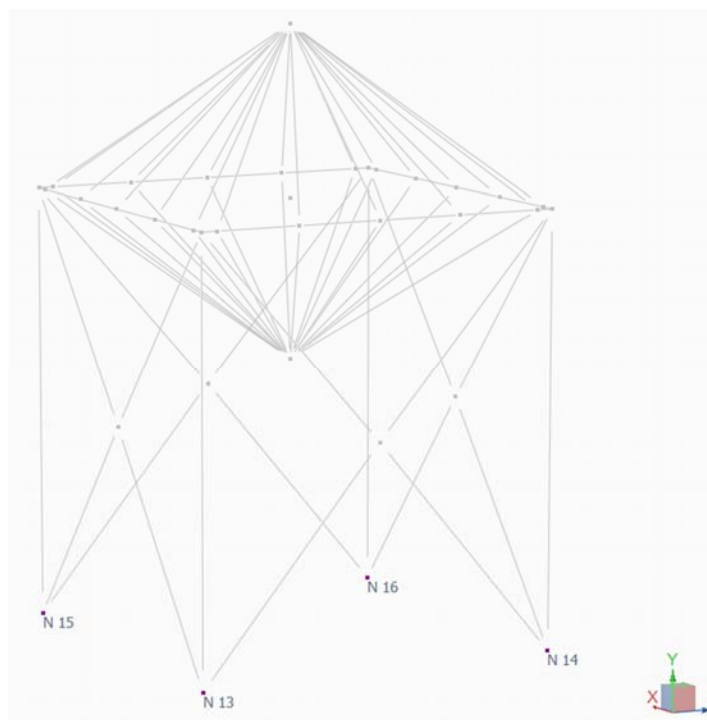


Figura 9: Puntos de apoyo

Las reacciones obtenidas para las condiciones de carga pura y combinaciones son las siguientes:

Direcciones de fuerzas y momentos positivos						
Nudo	Fuerzas [Kg]			Momentos [Kg*cm]		
	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
Estado DL=Peso propio						
13	2767.1669	1273.3038	2755.1855	2210.3177	114.03246	-3887.1673
14	2766.4426	1273.1597	-2755.8835	-2344.3628	134.87108	-3747.8564
15	-2766.4426	1273.1597	2755.8835	2344.3628	134.87108	3747.8564
16	-2767.1669	1273.3038	-2755.1855	-2210.3177	114.03246	3887.1673
SUM	0	5092.927	0	0	497.80707	0

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSKI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	35 de 47	MDC-0001

Estado LL=Sobre carga						
13	189.4093	1856.2636	170.50138	2044.0854	-6.52647	-4592.8271
14	189.35692	1856.2364	-170.57342	-2021.3319	28.29996	-4623.4535
15	-189.35692	1856.2364	170.57342	2021.3319	28.29996	4623.4535
16	-189.4093	1856.2636	-170.50138	-2044.0854	-6.52647	4592.8271
SUM	0	7425	0	0	43.54699	0

Estado Wx=Viento x						
13	485.73818	1319.2005	71.98979	188.53113	88.92286	-4504.6711
14	485.76182	1319.2696	-71.98979	-176.43289	-74.28193	-4507.0619
15	485.76182	-1319.2696	-71.98979	-176.43289	74.28193	-4507.0619
16	485.73818	-1319.2005	71.98979	188.53113	-88.92286	-4504.6711
SUM	1943	0	0	24.19648	0	-18023.466

Estado Wz=Viento z						
13	-108.60349	-1948.7565	-708.26499	-2798.2301	121.08744	683.04913
14	108.60349	1948.6611	-708.23501	-2795.1832	145.79372	-699.74395
15	108.60349	-1948.6611	-708.23501	-2795.1832	-145.79372	-699.74395
16	-108.60349	1948.7565	-708.26499	-2798.2301	-121.08744	683.04913
SUM	0	0	-2833	-11186.827	0	-33.38965

Estado Ex=Sismo x						
13	-265.60713	-756.37855	-43.02757	-142.83655	-49.09373	2524.4791
14	-265.59645	-755.9646	42.87001	135.61713	40.50192	2525.6812
15	-265.59645	755.9646	42.87001	135.61713	-40.50192	2525.6812
16	-265.60713	756.37855	-43.02757	-142.83655	49.09373	2524.4791
SUM	-1062.4072	0	-0.31512	-14.43884	0	10100.321

Estado Ey=Sismo y						
13	-105.96587	-989.58835	-98.01015	-153.0531	3.81534	1225.1192
14	-105.94975	-989.57599	98.03424	142.2614	-10.84958	1239.1385
15	105.94975	-989.57599	-98.03424	-142.2614	-10.84958	-1239.1385
16	105.96587	-989.58835	98.01015	153.0531	3.81534	-1225.1192
SUM	0	-3958.3287	0	0	-14.06847	0

Estado Ez=Sismo z						
13	-44.60134	-767.2122	-266.65414	-1077.9309	45.85501	342.01548
14	44.75955	767.62477	-266.66615	-1076.7799	55.71935	-349.78563
15	44.75955	-767.62477	-266.66615	-1076.7799	-55.71935	-349.78563
16	-44.60134	767.2122	-266.65414	-1077.9309	-45.85501	342.01548
SUM	0.31642	0	-1066.6406	-4309.4217	0	-15.54032

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		 Gestión y Suministro Minero Industrial
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	36 de 47	MDC-0001

14 ANEXO 5: DISEÑO DE ACERO

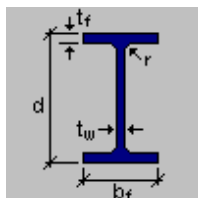
AISC 360-2016 ASD (Laminados en caliente)

Miembro: 18 (c1) – Bien **COLUMNA**

Información de la sección

Nombre de la sección: HEB 180

Dimensiones



bf	=	18.000	[cm]	Width
d	=	18.000	[cm]	Depth
r	=	1.500	[cm]	Ratio
tf	=	1.400	[cm]	Flange thickness
tw	=	0.850	[cm]	Web thickness

Propiedades	Unidad	Eje mayor	Eje menor
Área bruta de la sección. (Ag)	[cm ²]	65.300	
Momento de inercia (eje local) (I)	[cm ⁴]	3831.000	1363.000
Momento de inercia (eje principal) (I')	[cm ⁴]	3831.000	1363.000
Constante de diseño para la flexión (eje principal) (J')	[cm]	0.000	0.000
Radio de giro (eje local) (r)	[cm]	7.659	4.569
Radio de giro (eje principal) (r')	[cm]	7.659	4.569
Constante de torsión de Saint-Venant. (J)	[cm ⁴]	42.160	
Coefficiente de alabeo de la sección. (Cw)	[cm ⁶]	93750.000	
Distancia del centro de gravedad al centro de corte (eje principal) (xo,yo)	[cm]	0.000	0.000
Módulo de sección elástico superior de la sección (eje local) (Ssup)	[cm ³]	425.700	151.400
Módulo de sección elástico inferior de la sección (eje local) (Sinf)	[cm ³]	425.700	151.400
Módulo de sección elástico superior de la sección (eje principal) (S'sup)	[cm ³]	425.700	151.400
Módulo de sección elástico inferior de la sección (eje principal) (S'inf)	[cm ³]	425.700	151.400
Módulo de sección plástico (eje local) (Z)	[cm ³]	481.400	231.000
Módulo de sección plástico (eje principal) (Z')	[cm ³]	481.400	231.000
Radio de giro polar. (ro)	[cm]	8.949	
Área para corte (Aw)	[cm ²]	50.400	14.110
Constante de torsión. (C)	[cm ³]	25.947	

Material: A36

Propiedades	Unidad	Valor
Tensión de fluencia del acero (Fy):	[Kg/cm ²]	2531.04
Tensión de rotura (Fu):	[Kg/cm ²]	4077.78
Módulo de elasticidad (E):	[Kg/cm ²]	2038891.00
Módulo de corte del acero (G):	[Kg/cm ²]	809083.80

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		 Gestión y Suministro Minero Industrial
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	37 de 47	MDC-0001

Verificaciones de Diseño

Diseño a Tensión Axial

Tensión axial

Relación	:	0.06	Referencia	:	Cl.D2
Capacidad	:	98968.11 [Kg]	Ec. ctrl	:	c14 en 100.00%
Demanda	:	5458.61 [Kg]			

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Capacidad factorada a tensión</u> (P_n/Ω):	[Kg]	98968.11	Cl.D2

Diseño a Compresión Axial

Compresión en el eje mayor 33

Relación	:	0.00	Referencia	:	Cl.E3
Capacidad	:	85173.55 [Kg]	Ec. ctrl	:	c1 en 0.00%
Demanda	:	0.00 [Kg]			

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Clasificación de la sección</u>			
<u>Resistencia factorada a pandeo por flexión</u> (P_{n33}/Ω):	[Kg]	85173.55	Cl.E3

Compresión en el eje menor 22

Relación	:	0.00	Referencia	:	Cl.E3
Capacidad	:	64902.81 [Kg]	Ec. ctrl	:	c1 en 0.00%
Demanda	:	0.00 [Kg]			

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Clasificación de la sección</u>			
<u>Resistencia factorada a pandeo por flexión</u> (P_{n22}/Ω):	[Kg]	64902.81	Cl.E3
<u>Resistencia factorada a pandeo torsional o flexo-torsional</u> (P_{n11}/Ω):	[Kg]	87669.16	Cl.E4

Diseño a Flexión

Flexión alrededor del eje mayor, M33

Relación	:	0.03	Referencia	:	Cl.F2.1
Capacidad	:	729605.60 [Kg*cm]	Ec. ctrl	:	c5 en 100.00%
Demanda	:	-19923.40 [Kg*cm]			

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	38 de 47	MDC-0001

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Clasificación de la sección</u>			
Resistencia factorada a fluencia(Mn/Ω):	[Kg*cm]	729605.60	Cl.F2.1
Resistencia factorada a pandeo lateral-torsional(Mn/Ω):	[Kg*cm]	729605.60	Cl.F2.2

<u>Flexión alrededor del eje menor, M22</u>			
Relación	:	0.03	
Capacidad	:	350101.60 [Kg*cm]	Referencia : Cl.F6.1
Demanda	:	8854.50 [Kg*cm]	Ec. ctrl : c13 en 100.00%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Clasificación de la sección</u>			
Resistencia factorada a fluencia en el eje geométrico(Mn/Ω):	[Kg*cm]	350101.60	Cl.F6.1

Diseño a Corte 			
<u>Corte en el eje mayor 33</u>			
Relación	:	0.00	
Capacidad	:	45831.48 [Kg]	Referencia : Cl.G1
Demanda	:	35.72 [Kg]	Ec. ctrl : c13 en 0.00%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
Capacidad factorada a corte(Vn/Ω):	[Kg]	45831.48	Cl.G1

<u>Corte en el eje menor 22</u>			
Relación	:	0.01	
Capacidad	:	14285.18 [Kg]	Referencia : Cl.G1
Demanda	:	81.08 [Kg]	Ec. ctrl : c5 en 0.00%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
Capacidad factorada a corte(Vn/Ω):	[Kg]	14285.18	Cl.G1

Diseño a Acciones Combinadas 			
Flexión y axial combinadas			
Relación	:	0.06	
Ec. ctrl	:	c13 en 100.00%	Referencia : Eq.H1-1b

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
Interacción de flexión y fuerza axial:	--	0.06	Eq.H1-1b

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		 Gestión & Suministro Máquina Industrial
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	39 de 47	MDC-0001

Columna - HEB 180

Propiedades del perfil

Fy= 2531 kg/cm2

d= 180 altura (mm)
bf 180 ancho ala (mm)
tf 14 espesor ala (mm)
tw 8.5 espesor alma (mm)

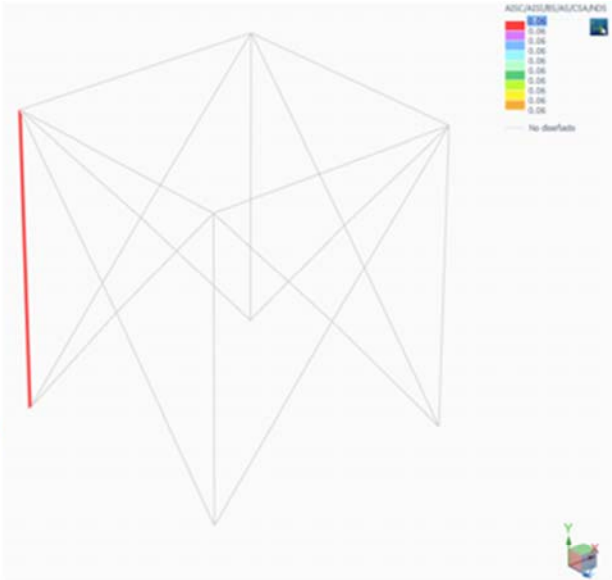
a= 409 distancia entre atiesadores (cm)

L= 409 longitud total (cm)
Lb= 409 longitud de volcamiento (cm)

Lx= 409 longitud de pandeo c/r eje fuerte (cm) Kx= 2 kc= 0.95
Ly= 409 longitud de pandeo c/r eje debil (cm) Ky= 1

A= 54.30 cm2	Ix= 2492 cm4	Iy= 1363 cm4
Cw= 93750 cm6	rx= 7.66 cm	ry= 4.57 cm
J= 42.16 cm4	Sx= 425.7 cm3	Sy= 151.4 cm3
	Zx= 481 cm3	Zy= 231 cm3

Esbeltez global:		Esbeltez local:		Compresión:		Flexo-compresión:	
λ_x	107	λ		λ_r		λ_p	
λ_y	89	Ala:	6.4		16		11
λ	89 < 136 OK	Alma:	17.9		164		108



	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		 Gestión y Suministro Minero Industrial
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	40 de 47	MDC-0001

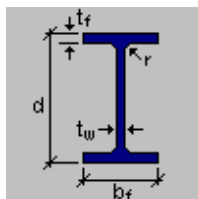
AISC 360-2016 ASD (Laminados en caliente)

Miembro: 42 (v1) – Bien **VIGA**

Información de la sección

Nombre de la sección: HEB 180

Dimensiones



bf	=	18.000	[cm]	Width
d	=	18.000	[cm]	Depth
r	=	1.500	[cm]	Ratio
tf	=	1.400	[cm]	Flange thickness
tw	=	0.850	[cm]	Web thickness

Propiedades	Unidad	Eje mayor	Eje menor
Área bruta de la sección. (Ag)	[cm2]	65.300	
Momento de inercia (eje local) (I)	[cm4]	3831.000	1363.000
Momento de inercia (eje principal) (I')	[cm4]	3831.000	1363.000
Constante de diseño para la flexión (eje principal) (J')	[cm]	0.000	0.000
Radio de giro (eje local) (r)	[cm]	7.659	4.569
Radio de giro (eje principal) (r')	[cm]	7.659	4.569
Constante de torsión de Saint-Venant. (J)	[cm4]	42.160	
Coefficiente de alabeo de la sección. (Cw)	[cm6]	93750.000	
Distancia del centro de gravedad al centro de corte (eje principal) (xo,yo)	[cm]	0.000	0.000
Módulo de sección elástico superior de la sección (eje local) (Ssup)	[cm3]	425.700	151.400
Módulo de sección elástico inferior de la sección (eje local) (Sinf)	[cm3]	425.700	151.400
Módulo de sección elástico superior de la sección (eje principal) (S'sup)	[cm3]	425.700	151.400
Módulo de sección elástico inferior de la sección (eje principal) (S'inf)	[cm3]	425.700	151.400
Módulo de sección plástico (eje local) (Z)	[cm3]	481.400	231.000
Módulo de sección plástico (eje principal) (Z')	[cm3]	481.400	231.000
Radio de giro polar. (ro)	[cm]	8.949	
Área para corte (Aw)	[cm2]	50.400	14.110
Constante de torsión. (C)	[cm3]	25.947	

Material: A36

Propiedades	Unidad	Valor
Tensión de fluencia del acero (Fy):	[Kg/cm2]	2531.04
Tensión de rotura (Fu):	[Kg/cm2]	4077.78
Módulo de elasticidad (E):	[Kg/cm2]	2038891.00
Módulo de corte del acero (G):	[Kg/cm2]	809083.80

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		 Gestión y Suministro Minero Industrial
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	41 de 47	MDC-0001

Verificaciones de Diseño

Diseño a Tensión Axial ✓

Tensión axial

Relación	:	0.00	Referencia	:	Cl.D2
Capacidad	:	98968.11 [Kg]	Ec. ctrl	:	c1 en 0.00%
Demanda	:	0.00 [Kg]			

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Capacidad factorada a tensión</u> (P_n/Ω):	[Kg]	98968.11	Cl.D2

Diseño a Compresión Axial ✓

Compresión en el eje mayor 33

Relación	:	0.44	Referencia	:	Cl.E3
Capacidad	:	98401.37 [Kg]	Ec. ctrl	:	c1 en 0.00%
Demanda	:	43137.23 [Kg]			

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Clasificación de la sección</u>			
<u>Resistencia factorada a pandeo por flexión</u> (P_{n33}/Ω):	[Kg]	98401.37	Cl.E3

Compresión en el eje menor 22

Relación	:	0.44	Referencia	:	Cl.E4
Capacidad	:	97326.10 [Kg]	Ec. ctrl	:	c1 en 0.00%
Demanda	:	43137.23 [Kg]			

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Clasificación de la sección</u>			
<u>Resistencia factorada a pandeo por flexión</u> (P_{n22}/Ω):	[Kg]	97383.42	Cl.E3
<u>Resistencia factorada a pandeo torsional o flexo-torsional</u> (P_{n11}/Ω):	[Kg]	97326.10	Cl.E4

Diseño a Flexión ✓

Flexión alrededor del eje mayor, M33

Relación	:	0.02	Referencia	:	Cl.F2.1
Capacidad	:	729605.60 [Kg*cm]	Ec. ctrl	:	c11 en 100.00%
Demanda	:	16421.74 [Kg*cm]			

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	42 de 47	MDC-0001

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Clasificación de la sección</u>			
Resistencia factorada a fluencia(Mn/Ω):	[Kg*cm]	729605.60	Cl.F2.1

<u>Flexión alrededor del eje menor, M22</u>			
Relación	:	0.00	
Capacidad	:	350101.60 [Kg*cm]	Referencia : Cl.F6.1
Demanda	:	0.00 [Kg*cm]	Ec. ctrl : c1 en 0.00%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Clasificación de la sección</u>			
Resistencia factorada a fluencia en el eje geométrico(Mn/Ω):	[Kg*cm]	350101.60	Cl.F6.1

Diseño a Corte 			
<u>Corte en el eje mayor 33</u>			
Relación	:	0.00	
Capacidad	:	45831.48 [Kg]	Referencia : Cl.G1
Demanda	:	0.00 [Kg]	Ec. ctrl : c12 en 0.00%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
Capacidad factorada a corte(Vn/Ω):	[Kg]	45831.48	Cl.G1

<u>Corte en el eje menor 22</u>			
Relación	:	0.01	
Capacidad	:	14285.18 [Kg]	Referencia : Cl.G1
Demanda	:	167.22 [Kg]	Ec. ctrl : c3 en 0.00%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
Capacidad factorada a corte(Vn/Ω):	[Kg]	14285.18	Cl.G1

Diseño a Acciones Combinadas 			
<u>Flexión y axial combinadas</u>			
Relación	:	0.46	
Ec. ctrl	:	c11 en 100.00%	Referencia : Eq.H1-1a

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
Interacción de flexión y fuerza axial:	--	0.46	Eq.H1-1a

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		 Gestión y Suministro Minero Industrial
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	43 de 47	MDC-0001

Viga - HEB 180

Propiedades del perfil

Fy= 2531 kg/cm²

d= 180 altura (mm)

bf 180 ancho ala (mm)

tf 14 espesor ala (mm)

tw 8.5 espesor alma (mm)

a= 350 distancia entre atiesadores (cm)

L= 350 longitud total (cm)

Lb= 350 longitud de volcamiento (cm)

Lx= 350 longitud de pandeo c/r eje fuerte (cm)

Kx= 2

kc= 0.95

Ly= 350 longitud de pandeo c/r eje debil (cm)

Ky= 1

A= 54.3 cm²

Ix= 2492 cm⁴

Iy= 1363 cm⁴

Cw= 93750 cm⁶

rx= 7.66 cm

ry= 4.57 cm

J= 42.16 cm⁴

Sx= 425.7 cm³

Sy= 151.4 cm³

Zx= 481 cm³

Zy= 231 cm³

Esbeltez global:

λ_x 91

λ_y 77

λ 77 < 136 OK

Esbeltez local:

λ

Ala: 6.4

Alma: 17.9

Compresión:

λ_r

16

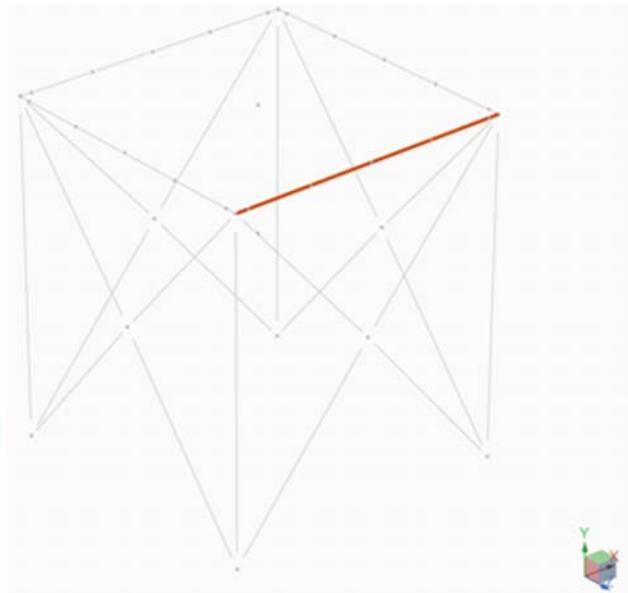
164

Flexo-compresión:

λ_p

11

108



	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		 Gestión y Suministro Minero Industrial
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	44 de 47	MDC-0001

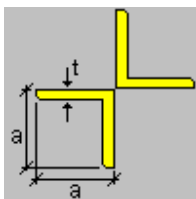
AISC 360-2016 ASD (Laminados en caliente)

Miembro: 22 (art) – Bien **ARRIOSTRA**

Información de la sección

Nombre de la sección: XL80x6

Dimensiones



a = 8.000 [cm] Largo de ala
t = 0.600 [cm] Espesor

Propiedades	Unidad	Eje mayor	Eje menor
Área bruta de la sección. (Ag)	[cm ²]	18.480	
Momento de inercia (eje local) (I)	[cm ⁴]	205.898	205.898
Momento de inercia (eje principal) (I')	[cm ⁴]	182.890	228.906
Constante de diseño para la flexión (eje principal) (J')	[cm]	0.000	0.000
Radio de giro (eje local) (r)	[cm]	3.338	3.338
Radio de giro (eje principal) (r')	[cm]	3.146	3.519
Constante de torsión de Saint-Venant. (J)	[cm ⁴]	2.218	
Coeficiente de alabeo de la sección. (Cw)	[cm ⁶]	32.870	
Distancia del centro de gravedad al centro de corte (eje principal) (xo,yo)	[cm]	0.000	0.000
Módulo de sección elástico superior de la sección (eje local) (Ssup)	[cm ³]	25.737	25.737
Módulo de sección elástico inferior de la sección (eje local) (Sinf)	[cm ³]	25.737	25.737
Módulo de sección elástico superior de la sección (eje principal) (S'sup)	[cm ³]	32.331	37.642
Módulo de sección elástico inferior de la sección (eje principal) (S'inf)	[cm ³]	32.331	37.642
Módulo de sección plástico (eje local) (Z)	[cm ³]	41.118	41.118
Módulo de sección plástico (eje principal) (Z')	[cm ³]	50.309	58.150
Radio de giro polar. (ro)	[cm]	4.721	
Área para corte (Aw)	[cm ²]	13.067	13.067
Constante de torsión. (C)	[cm ³]	3.696	

Material : A36

Propiedades	Unidad	Valor
Tensión de fluencia del acero (Fy):	[Kg/cm ²]	2531.04
Tensión de rotura (Fu):	[Kg/cm ²]	4077.78
Módulo de elasticidad (E):	[Kg/cm ²]	2038891.00
Módulo de corte del acero (G):	[Kg/cm ²]	809083.80

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	45 de 47	MDC-0001

Verificaciones de Diseño

Diseño a Tensión Axial

Tensión axial

Relación : 0.00
Capacidad : 28008.13 [Kg]
Demanda : 0.00 [Kg]

Referencia : Cl.D2
Ec. ctrl : c1 en 0.00%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
Capacidad factorada a tensión(P_n/Ω):	[Kg]	28008.13	Cl.D2

Diseño a Compresión Axial

Compresión en el eje mayor 33

Relación : 0.29
Capacidad : 19709.53 [Kg]
Demanda : 5679.29 [Kg]

Referencia : Cl.E3
Ec. ctrl : c13 en 0.00%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
Clasificación de la sección			
Resistencia factorada a pandeo por flexión(P_{n33}/Ω):	[Kg]	19709.53	Cl.E3

Compresión en el eje menor 22

Relación : 0.29
Capacidad : 19709.53 [Kg]
Demanda : 5679.29 [Kg]

Referencia : Cl.E3
Ec. ctrl : c13 en 0.00%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
Clasificación de la sección			
Resistencia factorada a pandeo por flexión(P_{n22}/Ω):	[Kg]	19709.53	Cl.E3
Resistencia factorada a pandeo torsional o flexo-torsional(P_{n11}/Ω):	[Kg]	21989.32	Cl.E4

Diseño a Flexión

Flexión alrededor del eje mayor, M33

Relación : 0.06
Capacidad : 39007.15 [Kg*cm]
Demanda : -2207.32 [Kg*cm]

Referencia : Cl.F12.1
Ec. ctrl : c14 en 100.00%

	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		 Gestión & Suministro Máquinas Industriales
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	46 de 47	MDC-0001

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Clasificación de la sección</u>			
Resistencia factorada a fluencia(Mn/Ω):	[Kg*cm]	49000.22	CI.F12.1
Resistencia factorada a fluencia en el eje geométrico(Mn/Ω):	[Kg*cm]	39007.15	CI.F12.1
Resistencia factorada a pandeo lateral-torsional en el eje geométrico(M...	[Kg*cm]	427955.60	CI.F12.2

Flexión alrededor del eje menor, M22

Relación	:	0.03		
Capacidad	:	57049.92 [Kg*cm]	Referencia	: CI.F12.1
Demanda	:	-1661.49 [Kg*cm]	Ec. ctrl	: c6 en 100.00%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Clasificación de la sección</u>			
Resistencia factorada a fluencia(Mn/Ω):	[Kg*cm]	57049.92	CI.F12.1
Resistencia factorada a fluencia(Mn/Ω):	[Kg*cm]	39007.15	CI.F12.1

Diseño a Corte ✔

Corte en el eje mayor 33

Relación	:	0.00		
Capacidad	:	11882.84 [Kg]	Referencia	: CI.G1
Demanda	:	2.49 [Kg]	Ec. ctrl	: c5 en 29.41%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Capacidad factorada a corte en el eje geométrico(Vn/Ω):</u>	[Kg]	11882.84	CI.G1

Corte en el eje menor 22

Relación	:	0.00		
Capacidad	:	11882.84 [Kg]	Referencia	: CI.G1
Demanda	:	24.69 [Kg]	Ec. ctrl	: c16 en 100.00%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Capacidad factorada a corte en el eje geométrico(Vn/Ω):</u>	[Kg]	11882.84	CI.G1

Diseño a Acciones Combinadas ✔

Flexión y axial combinadas

Relación	:	0.34		
Ec. ctrl	:	c13 en 100.00%	Referencia	: Eq.H1-1a

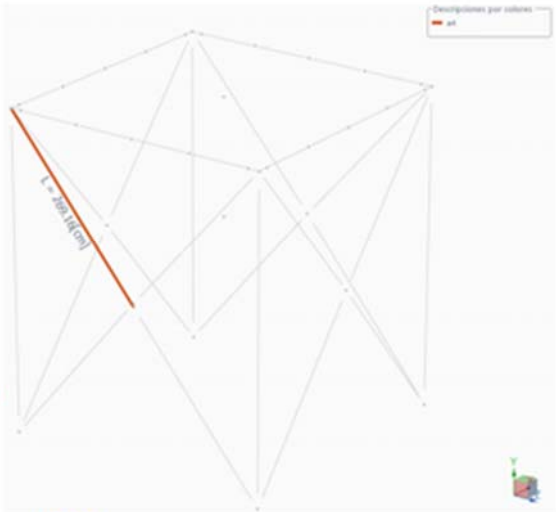
	INGENIERIA DE DETALLE		COLECTOR DE POLVO		
	MEMORIA DE CALCULO				
N° GSMI	EMISIÓN	REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA	N° PROVEEDOR
440-GS-MDC-001	29-09-2025	B	Generado: V.F. Revisado: J.S. Aprobado: J.S.	47 de 47	MDC-0001

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
Interacción de flexión y fuerza axial:	--	0.34	Eq.H1-1a

Arriostra - XL 80x6mm

Propiedades del perfil

Fy=	2543	kg/cm2
d=	160	ancho (mm)
tf=	6	espesor (mm)
L=	269.1	longitud (cm)
K=	1	Factor de longitud efectiva
A=	18.48	cm2
lx=	205.89	cm4
ly=	205.89	cm4



Esbeltez global:	Esbeltez local:	Compresión:
$\lambda = 81 < 120$ OK	$\lambda = 26.7$	$\lambda_r = 11$



Gestion & Suministro Minero Industrial

OFERTA TÉCNICA-COMERCIAL

GSMI CHILE SpA.

COTIZACIÓN N°GS-25-440 REV.C

SEÑORES : Copeval
ATENCIÓN SR : Claudio Meriño Navarrete
REFERENCIA : Sistema de Ventilación

Natalia López
Ventas
GSMI Chile SpA.
Móvil: +56 9 6898 4268
Mail: n.lopez@gsmichile.cl

Edgardo Pérez
Gerente de Ventas
GSMI Chile SpA.
Móvil: +56 9 3381 1578
Mail: e.perez@gsmichile.cl

Fadi Alali
Gerente General
GSMI Chile SpA
Fijo: +56 22 210 8040
Mail: f.alali@gsmichile.cl



Síguenos en todas nuestras plataformas,
@GSMIChile.

Camino el Otoño 726 – Lampa – Santiago – Chile

www.gsmichile.cl
ventas@gsmichile.cl

1. INTRODUCCIÓN

En GSMI SPA., somos una empresa con vasta experiencia en el mercado, dedicados al suministro de diversos equipos relacionados a la minería y a los procesos industriales Heavy Duty, con esto, logramos abarcar todos los requisitos generales y especiales de nuestros clientes. Nuestros productos son aplicables a diversos sectores industriales y mercados, tales como Minería, Cementeras, Protección ambiental, Plantas de energía, Tratamiento de aguas residuales urbanas, Tratamiento de gases de combustión, Industria petrolera, Petroquímica, Vulcanización de gas, Desulfuración de agua de mar, Papeleras, Metalurgia, Productos farmacéuticos, Industria de metales no ferrosos, Suministro de aire a alta presión, Barros de minerales, Transmisión de energía, etc.

Nuestros principales Productos y Servicios son: Bombas de lodo y agua, Agitadores, Soplador centrífugo de alta velocidad de una etapa, Soplador centrífugo de alta presión de varias etapas, Lavadores de Gases, Torres de enfriamientos, Ductos, Estanques Cilíndricos y rectangulares, Pipping, Grating, Celdas de polímero para hormigón, Motores eléctricos, Rodamientos, Ductería PVC Impelente para minería, Ductería espiral para Túneles, Cables de media y alta tensión, sala eléctrica, Transformadores, CCM, Tablero de fuerza y control y fuerza, PLC, Evaporadores industriales, Válvulas industriales, Agitadores, Sistema de Alto vacío, Correas transportadoras, Accesorios y complementos de sistema de transporte mediante correa, Sistemas supresores de polvo, Filtros de Manga, Filtros Cartridge, Ventiladores Centrífugos y Axiales, entre otros.



1.	INTRODUCCIÓN	2
2.	ANTECEDENTES TÉCNICOS	5
3.	EXPERIENCIA GSMI SpA.	6
4.	ALCANCES	8
4.2.	SERVICIO DE INGENIERIA DE DETALLES.....	8
4.3.	SERVICIO DE FABRICACIÓN Y SUMINISTRO	8
5.	OFERTA TÉCNICA	10
5.1.	CICLÓN.....	10
5.2.	FILTRO DE MANGAS	11
5.2.1.	Mangas filtrantes plisadas	12
5.2.2.	Sistema de limpieza Jet-pulse.....	13
5.2.3.	Tarjeta secuenciadora	14
5.2.4.	Válvula diafragma integradas	15
5.2.5.	Sistema de descarga de tolva	16
5.2.5.1.	Válvula rotativa	16
5.3.	VENTILADOR CENTRÍFUGO	17
5.3.1.	Modelo TV	17
5.3.2.	Motor Eléctrico.....	18
5.4.	TABLERO DE FUERZA Y CONTROL LOCAL.....	19
6.	INSTRUMENTACIÓN	20
6.1.	Tarjeta Secuenciadora con módulo diferencial de presión	20
6.2.	Sensor nivel de tolva	21
6.3.	Sensor manga rota	23
7.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE LOS SUMINISTROS.....	25
7.1.	Alternativa Filtro Mangas Plisada	25
7.2.	Ventilador Centrífugo.....	26
8.	MOTORES	27
9.	OFERTA ECONÓMICA.....	29
9.1.	Fabricación y suministro	29
9.2.	Asistencia en terreno	31
9.3.	Ingeniería de detalles.....	31
9.4.	Resumen Oferta Económica Filtro Mangas Plisada	32
10.	PROGRAMA DE ENTREGA.....	33
10.1.	SUMINISTROS.....	33

10.2. LISTADO HERRAMIENTAS ESPECIALES	33
11. CONDICIONES COMERCIALES	33
12. GARANTIAS	33
13. EXCLUSIONES	34
14. ANEXOS.....	35
ANEXO 1: "NORMAS APLICABLES"	35
14.1. Normas Nacionales.....	35
Normas Extranjeras	36
ANEXO 2: PARAMETROS TÉCNICOS GENERALES.	37
Materiales	37
Origen y procedencia	37
Planchas de acero y perfiles	37
Fabricación en taller	37
Trazado y orientación de los cortes.....	37
Terminación de los cantos.....	37
Perforaciones	37
Preparación de biseles y juntas soldadas	38
Terminación superficial	38
Embalaje.....	38
ANEXO 3: CONDICIONES DE ALMACENAJE DE LOS EQUIPOS.....	38

2. ANTECEDENTES TÉCNICOS

Según antecedentes entregados, se realizó el cálculo y la selección del sistema de Filtración.

6.1 Resultados de la fuente en ducto anterior a ventilador.

Tabla N° 6: Resultados de parámetros de muestreo y medición

Tabla resumen de datos de muestreo y medición		C1	C2	C3	Prom
Concentración de MP medido	mg/m ³ N	82,3			82,3
Concentración MP corregido por oxígeno, 3%	mg/m ³ N	128,2			128,2
Emisión horaria	Kg/h	0,9103			0,9103
Caudal de gases real	m ³ N/h	14718			14718
Caudal de gases base seca Std (1 atm y 25°C)	m ³ N/h	11063			11063
Concentración de O ₂	%	11,34			11,34
Concentración de CO ₂	%	7			7
Concentración de CO	ppm	988			988
Concentración de CO corregido	ppm	1540			1540
Isocinetismo	%	101			101
Vapor de agua en la corriente gaseosa	%	5,2			5,2
Velocidad de los gases	m/s	8,3			8,3
Temperatura gases de chimenea	°C	119			119
Fecha del muestreo y medición	dd-mm-aa	26/06/25			
Hora del muestreo	hh:mm	15:05			

* Condiciones Normales (N) de acuerdo al DS 31: 1 atm y 25°C

concentración final

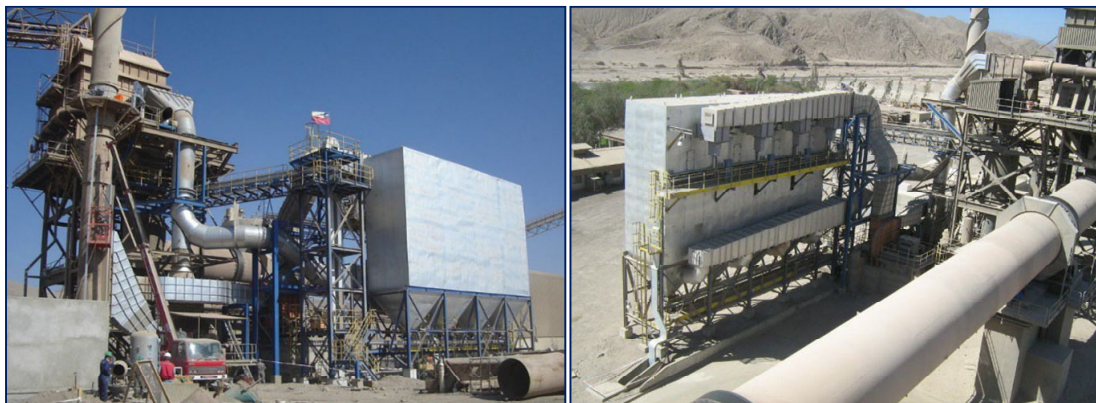
Correcciones y Eficiencia				
	Unidad	Sistema de abatimiento	Ducto exterior	Δ dif
Concentración de MP medido	(mg/m ³ N)	482,7	128,2	
Producción de vapor en muestreo	kg/h	3.423	3.423	
Concentración de MP por actividad	(mg/m ³ N)	482,7	128,2	73,44%

3. EXPERIENCIA GSMI SpA.

Cliente	Ubicación	Proyecto
CODELCO	Potrerrillos, Salvador - Chile	Captación de gases
INACESA	Copiapó - Chile	Optimización Planta
Cementos Bío-Bío	San Antonio - Chile	Nueva Planta de molienda de cementos
IANSA - IANSA	Chillán	Planta Calderas IANSA



CODELCO; Ingeniería, fabricación y suministro Filtro de mangas de 221.000 m³/h.



INACESA; Fabricación y suministro Filtro de mangas 183.000 m³/h.



Cementos Bío-Bío; Ingeniería, Fabricación y Suministro Filtro de mangas 186.000 m³/h.



IANSA; Ingeniería, Fabricación y Suministro de Filtro de Mangas de 165.748 m³/h.

4. ALCANCES

A continuación, se presentan los servicios considerados por **GSMI SpA.** y que fueron considerados técnica y comercialmente en el presente documento:

4.2. SERVICIO DE INGENIERIA DE DETALLES

- Planos e información técnica.
- Manuales de instalación, operación y mantenimiento en español (2).
 - Una (1) Copias electrónicas de manuales en español.
 - Una (1) Copia en físico de manuales en español.
- Planos:
 - Planos de disposición general.
 - Planos de montaje.

4.3. SERVICIO DE FABRICACIÓN Y SUMINISTRO

○ Filtro de Mangas Plisada

- Marca: GSMI.
- Modelo: FMP-RS-150-2000-144
- Caudal de diseño: 23.000 m³/h.
- Arreglo: 12x12
- Cantidad de mangas: 144
- Velocidad de filtrado: 0,89 m/min.
- Área filtrante total: 432,3 m².
- Material filtrante: Aramid
- Tipo de manga: Plisada.
- Servicio: Heavy Duty.
- Fabricación: Acero estructural ASTM A-36.
- Terminación: Pintura epóxica.
- Ductos de vinculación.
- Plataforma de medición isocinética.
- Chimenea.
- Incluye aislación del cuerpo del filtro.

○ Ciclón

- Marca: GSMI
- Modelo: GSMI 1500
- Caudal de diseño: 23000 m³/h
- Diámetro: 1500 mm.
- Fabricación: Acero estructural ASTM A-36.
- Terminación: Pintura epóxica.

- Ventilador Centrífugo:
 - Marca: GSMI.
 - Modelo: TV-40
 - Caudal de diseño: 23000 m³/h.
 - Presión estática: 400 mm.c.a.
 - Transmisión: Indirecto.
 - Servicio: Heavy Duty.
 - Fabricación: Acero estructural ASTM A-36
 - Terminación: Pintura epóxica.
 - Dámper en descarga, accionamiento manual

- Motor Ventilador:
 - Motor eléctrico: WEG o similar.
 - Potencia: 75 Hp.
 - Tensión: 380V/3/50Hz, IP55, clase F, construcción IEC, Clase B.

- Válvula Rotatoria:
 - Marca: GSMI.
 - Modelo: VR-200
 - Capacidad: 6 m³/h.
 - Velocidad de giro: 20 RPM.
 - Diámetro: 8"
 - Cantidad aspas: 6
 - Carcasa: Fierro Fundido
 - Material eje: SAE 1045
 - Sensor de velocidad cero.

- Motor Válvula Rotatoria:
 - Motor: WEG o similar.
 - Potencia: 1,5 Hp-4p
 - Protección: IP55, 380V/3/50Hz.
 - Reductor: SITI o equivalente
 - Salida: 20 RPM.

- Tablero de fuerza y control:
 - Material gabinete: ASTM-A36
 - Partidor Suave.
 - Luces pilotos.
 - Botonera Partir/Parada/Parada de emergencia.

5. OFERTA TÉCNICA

5.1. CICLÓN

Ciclón de alta eficiencia, modelo 1150, son diseñados para separar del aire, impurezas y partículas de polvo de diámetro superior a $5\ \mu\text{m}$. Frecuentemente se usa como limpiador previo al colector mangas plisada, o sencillamente como separadores de partículas gruesas, con la capacidad de mantener la eficiencia constante y una caída de presión estable para un flujo de gas y partículas.

Fabricados en chapa de acero de 2 y 3 mm, protegidos contra la corrosión con pintura epóxica.

Pueden ser construidos en una sola pieza o partidos, vinculados con bridas, para facilitar el transporte y montaje. Son de fácil mantenimiento y elevada eficacia.



Ilustración 1: Ciclón (Imagen Referencial)

5.2. FILTRO DE MANGAS

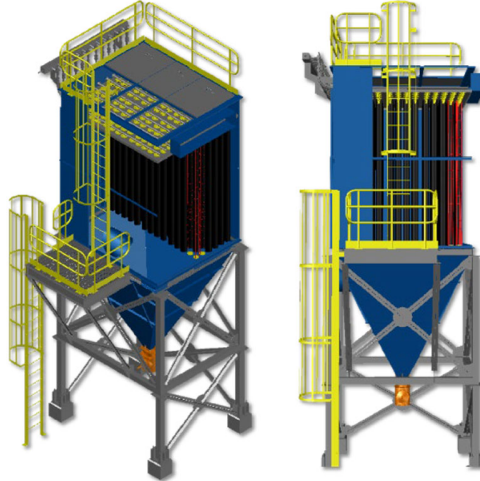


Ilustración 2: Filtro Mangas (Imagen Referencial)

El filtro de mangas GSMI, consiste en un gabinete metálico fabricado con perfiles y planchas de acero al carbono ASTM A-36, el cual, se compone por un plenum superior equipado con puertas de registro y un cuerpo central con placa espejo para soportes de mangas. Se encuentra incorporado un sistema de limpieza automático de válvulas solenoides tipo Jet-Pulse.

La ubicación de los tubos de soplado y válvulas de diafragma están en el cuerpo superior sobre la placa espejo. Incluye escalera de acceso a cuerpo superior y baranda de protección. El particulado capturado será acumulado por una tolva fabricada en acero al carbono ASTM A-36, que tendrá una inclinación de 60°.

5.2.1. Mangas filtrantes plisadas

Las mangas plisadas pueden proporcionar casi el doble del área debido al incremento de medio filtrante en el diseño. Este incremento de área provoca que la relación aire-medio filtrante disminuya cuando el flujo de aire se mantiene constante. El diseño de las mangas plisadas ofrece más superficie por metro cuadrado, por lo que son mucho más cortas en comparación con las mangas lisas, permitiendo diseñar un colector de polvo con una zona de decantación en la parte inferior, sin aumentar su altura en exceso en relación a un filtro de manga lisa. El polvo que ingresa al filtro tiene mayor volumen de caída, con velocidades inferiores. Esta zona permite que los polvos más pesados y abrasivos, desciendan y se depositen directamente en la tolva sin dañar la parte inferior de las mangas.

Por otro lado, estas mangas tienen un 15% más de vida útil que las mangas lisas.

Las mangas plisadas tienen una estructura interior de aluminio, que reemplaza a la manga lisa y su canastillo de soporte.

GSMI ofrece todos los beneficios del medio filtrante de poliéster + PTFE antiestático, repelente al agua y aceite, permitiendo la captura de partículas submicras y reduciendo las emisiones de la chimenea.

Facilidad de mantenimiento: para su montaje posee un flange superior de aluminio inyectado que proporciona una fácil mantención y reemplazo.

Dado que las mangas plisadas reemplazan las mangas lisas y las jaulas en el filtro, no solo son más simples de cambiar, sino también es un proceso más rápido y de fácil manipulación, debido al largo de estas.

Generalmente, los usuarios de mangas plisadas pueden disminuir en más de la mitad del tiempo el recambio de estas, convirtiéndose en otro ahorro de costos asociado, reduciendo las horas de mano de obra para el reemplazo y evitando el tiempo de inactividad del equipo.



Ilustración 5: Mangas plisadas (Imagen referencial)

Este tipo de manga tendrá un venturi atornillado en el tubo de soplado para aumentar la velocidad del Jet-pulse, y mejorar la eficiencia de limpieza.

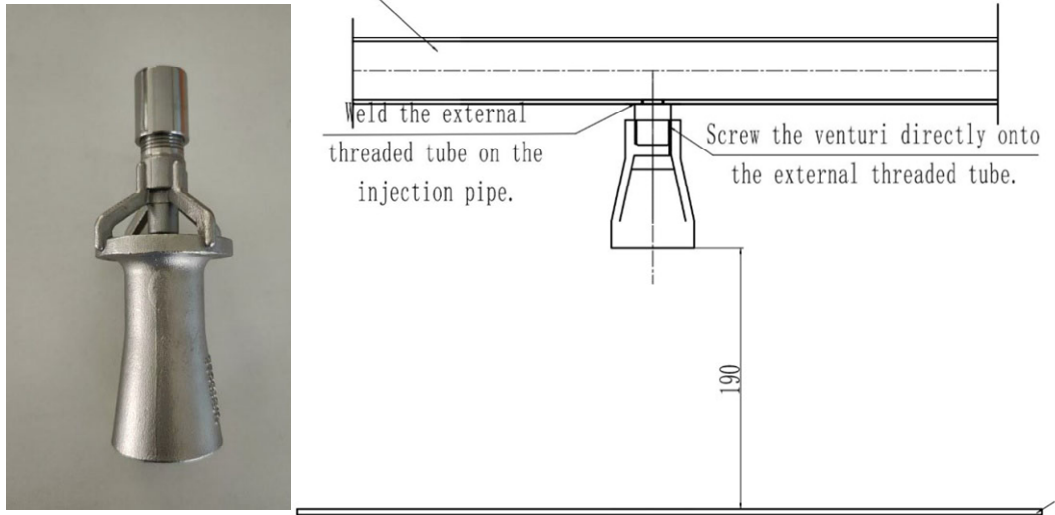


Ilustración 6: Tubo venturi (Imagen referencial)

5.2.2. Sistema de limpieza Jet-pulse

Para controlar la saturación de las mangas, el equipo posee un dispositivo de limpieza neumático, que permite limpiar las mangas durante el funcionamiento, el cual se compone por un Manifold, Válvulas de pulso de aire y Tarjeta de control.

La limpieza consiste en descargar una cierta cantidad de aire a presión sobre cada manga. El impacto generado permite desprender las capas de particulado adherido al exterior, las que se depositan en la tolva inferior del filtro.

Una tarjeta electrónica permite regular la frecuencia y la duración de los pulsos de aire.

La alimentación de aire comprimido al Manifold será responsabilidad del cliente.



Ilustración 7: Sistema de limpieza Jet-Pulse (Imagen referencial).

5.2.3. Tarjeta secuenciadora

De la marca Turbo Controls, representada por GSMI SpA., se tiene la tarjeta secuenciadora utilizada para controlar la limpieza neumática de las instalaciones de eliminación de polvo industrial. Dotado de dos contactos de relé en salida y dos entradas digitales por contacto. Visualizador luminoso de led de 3 cifras que permite conocer, en todo momento, el estado de funcionamiento de la unidad, las electroválvulas activas y las posibles alarmas.



Ilustración 8: Tarjeta secuenciadora (Imagen referencial)

5.2.4. Válvula diafragma integradas

Las válvulas integradas, es una gama de válvulas para sistema de filtración con entrada y salida conectadas mediante tubo liso y sin conexión roscada.

La característica de estas válvulas es la abertura rápida con un gran paso de aire que permite en un tiempo breve un gran disparo con un consumo de aire reducido. Esto es, gracias a una búsqueda tecnológica de las características geométricas internas y a una membrana garantizada y chequeada para funcionar para más de un millón de golpes.



Ilustración 9: Válvula de diafragma (Imagen referencial)

5.2.5. Sistema de descarga de tolva

5.2.5.1. Válvula rotativa

Para la descarga del material de las tolvas, se considera una válvula guillotina que servirá para el cierre de la descarga del material. A continuación, se considera una válvula rotativa, para la dosificación del material a descargar. La válvula rotatoria GSMI, modelo VR-200, se considera para la descarga de particulado de forma graduada. El material de la válvula rotativa es mecanizado y, el eje es fabricado en Acero inoxidable. La unidad motriz es de marca SITI o equivalente, con una capacidad de transporte de 6 m³/h a 20 rpm.



Ilustración 10: Válvula rotatoria (Imagen referencial)

Características	
Marca	GSMI.
Modelo	VR-200
Diámetros de rotor	8"
Entrada y salida	Cuadrada
Nº de aletas	6
Material de fabricación	
Cuerpo	Fierro Fundido
Aletas	Fierro Fundido
Eje	SAE 1045

Motor reductor	
Marca	SITI o similar
Tensión	380 V/3f /50 Hz
Velocidad	20 rpm

5.3. VENTILADOR CENTRÍFUGO

5.3.3. Modelo TV

GSMI cuenta con una línea standard de ventiladores centrífugos, de acuerdo a normas AMCA.

El ventilador centrífugo modelo TV, está situado para aplicaciones de instalación de circulación de aire, control de polución y una variedad de otras aplicaciones industriales.

La eficiencia es crítica en la mayoría de las aplicaciones, por esto se debe elegir el tamaño correcto para que funcione cerca o en su punto máximo.

Los modelos van desde diámetros del rotor desde 680 a 1850 mm y puede ser de accionamiento directo e indirecto, mediante poleas y correas.

Alguna de sus principales características es que el ventilador centrífugo TV es de construcción Heavy-Duty, para servicio en todas las áreas de la industria y alta eficiencia energética.



Ilustración 11: Ventilador Centrífugo marca GSMI, modelo TV (Imagen referencial)

PRINCIPALES APLICACIONES

Los ventiladores centrífugos TV son ideales para trabajos en:

- Sistemas colectores de polvo.
- Ventilación de plantas productivas.
- Inyección y extracción de aire.
- Sistemas de ventilación de media presión.
- Extracción de gases de combustión.

5.3.4. Motor Eléctrico

Motor eléctrico marca WEG o similar de 380 V, 50 Hz, clase F, encerramiento TEFC, IP55, construcción IEC-IE2, motor tipo jaula de ardilla.



Ilustración 12: Motor Eléctrico (Imagen de referencial)

5.4. TABLERO DE FUERZA Y CONTROL LOCAL



Ilustración 13: Tablero de fuerza y control local GSMI (Imagen referencial).

Importante

“GSMI garantiza que sus tableros cumplirán las normas chilenas de electricidad para baja tensión y se regirán bajo el Decreto 327 que fija el reglamento de la Ley General de Servicios Eléctricos.”

Se dispondrá de un Tablero de fuerza y control para los dispositivos. Con comando local de los siguientes equipos:

- Ventilador Centrifugo.
- Sistema de limpieza “Jet Pulse”
- Válvula rotatoria

El Tablero de fuerza y control dispondrá de:

- Gabinete protección IP55
- VDF
- Luces Pilotos
- Botonera parada de emergencia

6. INSTRUMENTACIÓN

6.1. Tarjeta Secuenciadora con módulo diferencial de presión

ECONOMIZADOR UNIDAD DE CONTROL E2T DE 20 A 99 CANALES DE SALIDA



DESCRIPCIÓN

Economizador para controlar la limpieza neumática de las instalaciones de eliminación de polvo industrial. Dotado de tres contactos de relé en salida y dos entradas digitales por contacto. La presión diferencial se controla digitalmente mediante un transductor interno que permite determinar con precisión el nivel de obstrucción del filtro. Visualizador luminoso de led de 3 cifras que permite conocer, en todo momento, el nivel de obstrucción del filtro, las electroválvulas activas y las posibles alarmas. Tarjeta de memoria micro SD para guardar los datos.

OPCIONES BAJO PEDIDO

- Activación de dos electroválvulas para cada canal en salida.
- Prensacables para la entrada de alimentación y la salida de los cables de accionamiento de las electroválvulas.
- Conector desde panel cableado para la conexión al cableado Matrix.
- Pilotos integrados para el control remoto de las válvulas neumáticas.
- Contenedor de formato diferente.
- Certificación ATEX para zona 22.

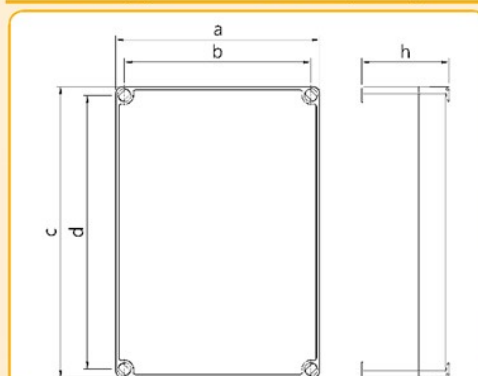
NORMAS DE REFERENCIA

- Directiva 2014/30/UE sobre compatibilidad electromagnética que cumple con las normas europeas armonizadas EN61000-6-2:2005 clase B de la norma EN61000-6-4:2001
- Directiva 2014/35/UE sobre baja tensión que cumple con las normas europeas armonizadas EN 60947-1:2004

Para más información y para las especificaciones técnicas, consultar el sitio web www.turbocontrols.eu

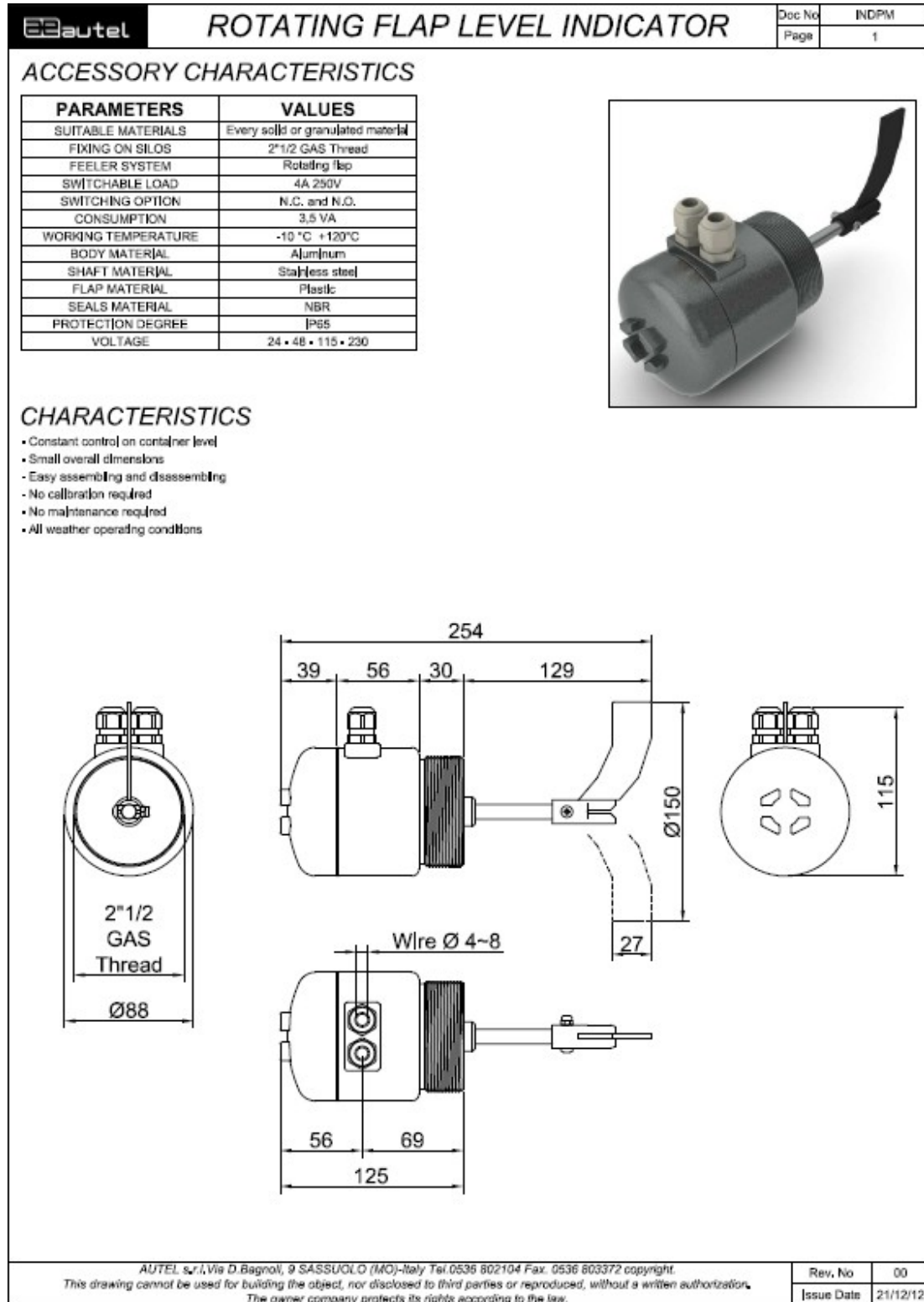
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Tensión de alimentación	115 Vca 50-60 Hz $\pm$ 10 % 230 Vca 50-60 Hz $\pm$ 10 %
Tensión de alimentación como alternativa, bajo pedido	24 Vca $\pm$ 10 % 24 Vcc $\pm$ 10 %
Tensión de salida para electroválvulas	115 Vca 50-60 Hz 230 Vca 50-60 Hz 24 Vca 24 Vcc
Entradas	Contacto de consentimiento, habilitación remota. Contacto del ventilador, ciclos poslimpieza.
Canales de salida de las electroválvulas	De 20 a 99 con expansiones
Salida activa 4-20 mA	Proporcional al valor del dP para la lectura remota de la presión.
Consumo eléctrico	28 W con carga máxima
Relé de alarma	3 normalmente cerrados Carga máxima: 3A @ 250 Vca, 2A @ 24 Vcc, 24 Vca.
Presostato diferencial	De 0 a 4 kPa
Pantalla	Visualizador de leds de 7 segmentos y 3 cifras de 0,8"
Fusible de vidrio 5 x 20 mm	115 o 230 Vca 1 x 1 A 24 Vca o 24 Vcc 1 x 3 A
Temperatura de funcionamiento	de -10 °C a 55 °C
Temperatura de almacenamiento	de -20 °C a 60 °C
Humedad ambiente	De 0 a 95 % Relativa no condensada
Tiempo del impulso de apertura de las válvulas	De 50 ms a 5 s
Tiempo de pausa entre la aperturas de las válvulas	De 1 s a 999 s
Contenedor	Base de ABS Tapa de policarbonato
Grado de protección contra el agua y el polvo	IP65 DIN EN 60529
Resistencia a los golpes	IK07 2 Joule (EN62262)



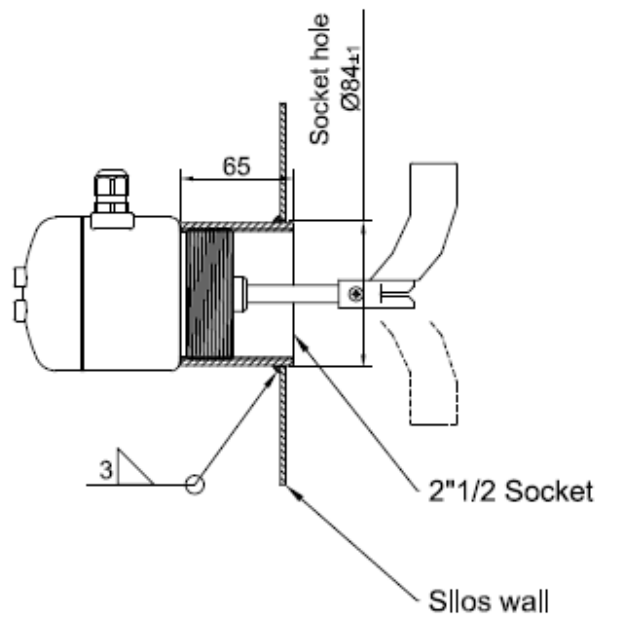
Número de canales en salida	Dimensiones de la estructura				
	a	b	c	d	h
De 20 a 24	200	180	300	280	130
De 28 a 56	200	180	400	380	130
De 60 a 99	300	280	600	580	130

6.2. Sensor nivel de tolva

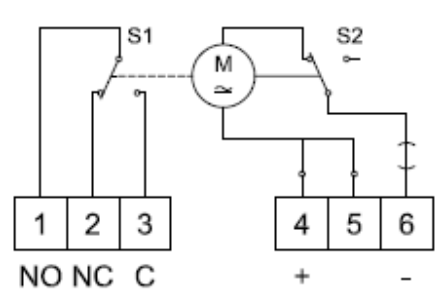


autel	ROTATING FLAP LEVEL INDICATOR	Doc No	INDPM
		Page	2

MOUNTING INSTRUCTION



ELECTRICAL SCHEME



USE AND MAINTENANCE

- WARNING: DEVICE UNDER VOLTAGE
- It's obligatory to take off the tension before every maintenance
- Operating on device in motion forbidden

AUTEL s.r.l. Via D. Bagnoli, 9 SASSUOLO (MO)-Italy Tel. 0536 802104 Fax. 0536 803372 copyright.		Rev. No	00
This drawing cannot be used for building the object, nor disclosed to third parties or reproduced, without a written authorization. The owner company protects its rights according to the law.		Issue Date	21/12/12

6.3. Sensor manga rota

SONDA TRIBOELECTRICA E9TRB DE DESPLAZAMIENTO DE CARGA

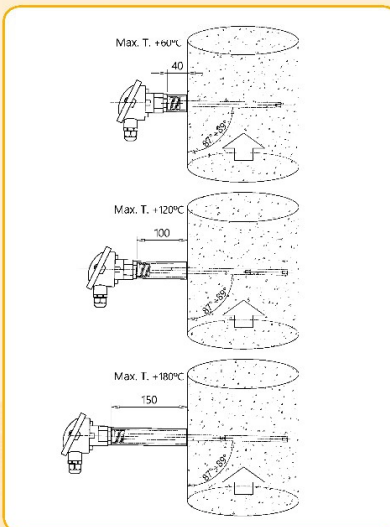


DESCRIPCIÓN

La sonda de desplazamiento de carga es un instrumento de medida por microprocesador, precalibrado, con dos salidas digitales aisladas ópticamente de tipo de colector abierto, una línea serial RS485 para configurar y/o descargar los datos, una salida PWM 4/20 mA y un grupo de ledes para indicaciones sintéticas de las modalidades de funcionamiento. La sonda está proyectada para detectar y medir las emisiones de polvo causadas por roturas de los filtros de manga.

La sonda detecta el volumen de polvo en un fluido gaseoso con el desplazamiento de la carga eléctrica en el electrodo, inducido por las cargas eléctricas. La cantidad de carga eléctrica inducida en el electrodo es proporcional a la cantidad de polvo presente en el fluido gaseoso. Un aumento en la concentración del polvo determina un aumento proporcional de la señal que llega al microprocesador.

3201058 Buje roscado H. 3/4" G L040 Máx. T. +60 °C
3201060 Buje roscado H. 3/4" G L100 Máx. T. +120°C
3201062 Buje roscado H. 3/4" G L150 Máx. T. +180°C



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Alimentación	20 / 30 Vcc
Potencia máxima absorbida	1W
Resolución	0,1 mg/m3, 0,01 mg/m3 Véanse versiones
Programaciones del rango	Automático / Manual
Dimensiones de las partículas de polvo	> de 0,3 µm
Tipología de productos mensurables	Partículas de polvo en fluido gaseoso
Velocidad del flujo	> de 4 m/s
Principio de medida	Desplazamiento de carga
Umbral de alarma 3 (Avería)	Activada automáticamente por la función de test
Salidas alarmas	3 salidas optoaisladas con relés de estado sólido, protegidas con fusibles de restablecimiento automático
Corriente máxima salidas	100 mA
Tensión máxima aplicable en las salidas	48 V
Funciones de las salidas	Programables como normalmente cerradas o normalmente abiertas
Temperatura de trabajo de la sonda	< a 180 °C
Presión de trabajo de la sonda	< a 2 bar
Material del electrodo	Acero inoxidable AISI 304
Material del contenedor	Aluminio
Humedad	< 95% no condensante
Temperatura ambiente para la electrónica	-20 / +60 °C Para temperaturas superiores, montar con espaciador
Elementos mensurables	Todos los gases no agresivos
Conexión eléctrica	1 placa de bornes de 3 polos + 1 placa de bornes de 6 polos
Conexión mecánica a la estructura	3/4" G
Grado de protección	IP 65
Pantalla	4 ledes
Salida PWM 4/20 mA	Salida activa, optoaislada. Carga máx. 500 Ohm
Salida serial	RS485 de dos cables

OPCIONES BAJO PEDIDO

- Certificación ATEX para zona 22.
- Tratamiento superficial de teflón PTFE para usos en condiciones duras, exposición directa a la intemperie y humos de descarga ácidos.

NORMAS DE REFERENCIA

- Directiva 2014/30/UE sobre compatibilidad electromagnética que cumple con las normas europeas armonizadas EN61000-6-2:2005 clase B de la norma EN61000-6-4:2001
- Directiva 2014/35/UE sobre baja tensión que cumple con las normas europeas armonizadas EN 60947-1:2004

UNIDAD DE CONTROL E9T PARA Sonda TRIBOELECTRICA E9TRB



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Tensión de alimentación	115 Vca 50-60 Hz $\pm$ 10 % 230 Vca 50-60 Hz $\pm$ 10 %
Tensión de alimentación como alternativa, bajo pedido	24 Vca $\pm$ 10 % 24 Vcc $\pm$ 10 %
Consumo eléctrico	3 W con carga máxima
Salidas proporcionales al valor de 4 a 20 mA	1
Relé de alarma	3 pico, prealarma, alarma
Interfaces de transmisión seriales de tipo 485 con protocolo Modbus RTU	1 para conexión de la sonda 1 para PC - PLC - SV
Pantalla	LCD gráfica monocromática B/N 128 x 64 pixeles retroiluminada
Temperatura de funcionamiento	de -10 °C a 55 °C
Temperatura de almacenamiento	de -20 °C a 60 °C
Humedad ambiente	De 0 a 95 % Relativa no condensada
Contenedor	Base de ABS Tapa de policarbonato
Grado de protección contra el agua y el polvo	IP65 DIN EN 60529

DESCRIPCIÓN

La sonda de desplazamiento de carga es un instrumento de medida por microprocesador. La unidad de control E9T sirve para configurar, gestionar y visualizar las señales procedentes de la sonda triboeléctrica.

La sonda detecta el volumen de polvo en un fluido gaseoso con el desplazamiento de la carga eléctrica en el electrodo, inducido por las cargas eléctricas. La cantidad de carga eléctrica inducida en el electrodo es proporcional a la cantidad de polvo presente en el fluido gaseoso.

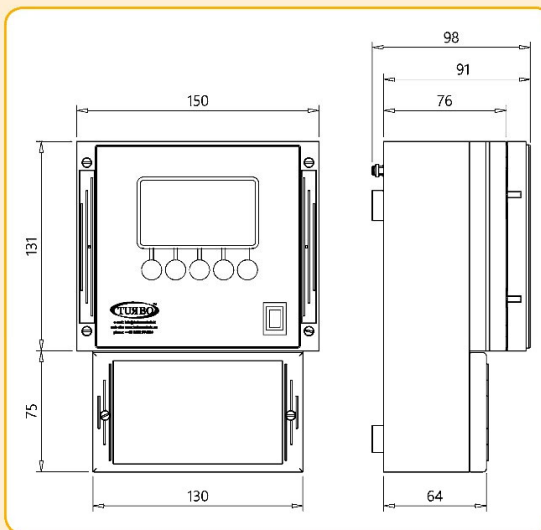
Un aumento en la concentración del polvo determina un aumento proporcional de la señal que llega al microprocesador. La señal se interpreta y visualiza en la pantalla de la unidad de control.

OPCIONES BAJO PEDIDO

- Prensacables para la entrada de alimentación.
- Certificación ATEX para zona 22.

NORMAS DE REFERENCIA

- Directiva 2014/30/UE sobre compatibilidad electromagnética que cumple con las normas europeas armonizadas EN61000-6-2:2005 clase B de la norma EN61000-6-4:2001
- Directiva 2014/35/UE sobre baja tensión que cumple con las normas europeas armonizadas EN 60947-1:2004



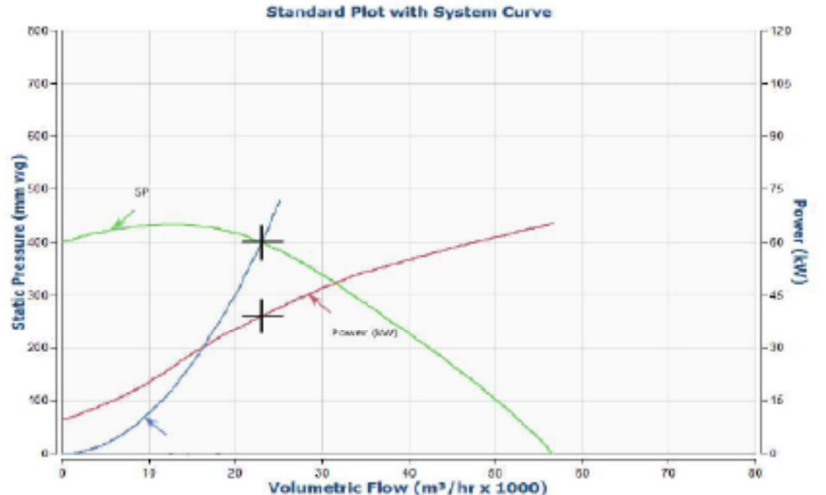
7. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE LOS SUMINISTROS

7.1. Alternativa Filtro Mangas Plisada

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS									
ITEM -		miércoles, 9 de julio de 2025				Documento - GS-25-440 - REV. C			
FILTRO MANGAS			CRITERIOS DE DISEÑO						
Marca	GSMI		Capacidad de Diseño	Am ³ /h	23.000				
Modelo	FMP-RS-150-2000-144		Veloc. de Filtrado Diseñ	m/min	0,89				
Servicio	Heavy Duty		Área Filtrante Total	m ²	432,3				
Ubicación	Exterior		Arreglo	12x12					
SISTEMA DE LIMPIEZA			SISTEMA DE FILTRACIÓN						
Tipo	Jet - Pulse		Largo	mm	2000				
Marca	TurboControls		Diámetro	mm	150				
Accionamiento válvulas	Integrado		Cantidad	c/u	144				
Tamaño	2"		Material de Mangas	Aramid					
Modelo	-		Peso	gr/m ²	550				
Cantidad	c/u	12	Temp. Max	°C	204				
Voltaje	V	220	Remoción	Superior					
Controlador	E2T								
DIMENSIONES ESTRUCTURA			INSTRUMENTACIÓN Y ACCESORIOS						
Largo	mm	-	Sensor de Manga Rota	Si	Escaleras Acceso	Si			
Alto	mm	-	Sensor de Nivel de Tolva	Si	Barandas	Si			
Ancho	mm	-	Sensor de Vibraciones	NA	Plataforma muestreo	Si			
Material cuerpo	ASTM A-36		Sensor de Veloc. Cero	NA	Chimenea	Si			
Peso Aprox	Kg	-	Ductos Vinculación	Si	Otros	NA			
Tolvas	c/u	-							
SISTEMA DE DESCARGA			UNIDAD MOTRIZ				UNIDAD MOTRIZ		
Descarga	Válvula rotatoria		N° de Aletas	NA		Potencia	Hp	1,5	
Modelo	VR-200		Material Cuerpo	NA		Voltaje	V/Hz/f	380/50/3	
Dim. Entrada	mm	200	Material Aletas	NA		Velocidad	RPM	20	
Dim. Salida	mm	200	Material Eje	NA		Marca Motor	WEG o similar		
Largo	mm	710					Marca Reductor	SITI o similar	
TORNILLO TRANSPORTADOR			UNIDAD MOTRIZ				UNIDAD MOTRIZ		
Tipo	NA		Reductor Tipo	NA					
Material	NA		Potencia	Hp	NA				
Diámetro de Hélice	mm	NA	Protección	NA					
Largo	mm	NA	Aislamiento	NA					



7.2. Ventilador Centrífugo

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
ITEM - 1		jueves, 10 de julio de 2025	
Documento - GS-25-440 - REV. C			
DATOS TÉCNICOS DE CLIENTE		RESEÑA MODELO	
Caudal (m³/h)	23.000	Ventilador centrífugo de simple aspiración con rotor de álabes rectos radiales e inclinados hacia atrás.	
P.E.(mm.c.a)	400		
Temp. trabaj. (C°)	100		
Altura Geogr. (m)	139		
Otros datos.	-		
PARAMETROS DE SELECCIÓN		TV-40	
Tipo Ventilador	TV-40	Vel. de Salida (m/s)	23,71
Transmisión	Indirecta	Eficiencia total (%)	68,45%
Tipo de rotor	Recto Inc. Atrás	a Rotor (mm)	923
Caudal (m³/h)	23.000	Cantidad de aspas	NA
P.E.(mm.c.a)	400	Nivel Sonoro (dBA)*	90
Vel.giro (RPM)	1.546		
		Peso Unita aprox.(Kg)	
		431	
* Nivel medido a 1 metro del origen		* Rotor balanceado estática y dinámicamente ISO1940 Gr6.3	
* Dimensiones referenciales aproximadas en mm		* Terminación Superficial SSPG-SP10 - Pintura Epoxica RAL 7045	
MOTOR ELÉCTRICO		ACCESORIOS	
Marca	WEG o similar	Damper	Si, manual
Potencia (Hp)	75	Rejilla	NA
Vel. de Giro (rpm)	1.500	Silenciador	NA
Nº de polos	4	Sop.Antivibratorio	NA
Voltaje/Fases/Frec.	380V/3F/50Hz	Otros.	
Protec./Clase/Norma	IP55/F/IE2		
Otros.	NA		
CURVA DE RENDIMIENTO			
Standard Plot with System Curve			
			

8. MOTORES

		Nr.: Fecha: 10-JUL-2025																																																				
HOJA DE DATOS Motor trifásico de inducción - Rotor de jaula																																																						
Cliente : Línea de producto : W22 Carcasa de Hierro Gris - Premium Efficiency - IE3																																																						
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 35%;">Carcasa</td> <td>: 250S/M</td> </tr> <tr> <td>Potencia</td> <td>: 75 HP</td> </tr> <tr> <td>Frecuencia</td> <td>: 50 Hz</td> </tr> <tr> <td>Polos</td> <td>: 4</td> </tr> <tr> <td>Rotación nominal</td> <td>: 1482 rpm</td> </tr> <tr> <td>Deslizamiento</td> <td>: 1,20 %</td> </tr> <tr> <td>Voltaje nominal</td> <td>: 380/660 V</td> </tr> <tr> <td>Corriente nominal</td> <td>: 104/59,8 A</td> </tr> <tr> <td>Corriente de arranque</td> <td>: 800/461 A</td> </tr> <tr> <td>Ip/In</td> <td>: 7,7</td> </tr> <tr> <td>Corriente en vacío</td> <td>: 41,1/23,6 A</td> </tr> <tr> <td>Par nominal</td> <td>: 355 Nm</td> </tr> <tr> <td>Par de arranque</td> <td>: 270 %</td> </tr> <tr> <td>Par máxima</td> <td>: 300 %</td> </tr> <tr> <td>Categoría</td> <td>: ---</td> </tr> <tr> <td>Clase de aislación</td> <td>: F</td> </tr> <tr> <td>Elevación de temperatura</td> <td>: 80 K</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de rotor bloqueado</td> <td>: 16 s (caliente)</td> </tr> <tr> <td>Factor de servicio</td> <td>: 1,00</td> </tr> <tr> <td>Régimen de servicio</td> <td>: S1</td> </tr> <tr> <td>Temperatura ambiente</td> <td>: -20°C - +40°C</td> </tr> <tr> <td>Altitud</td> <td>: 1000 m</td> </tr> <tr> <td>Protección</td> <td>: IPW55</td> </tr> <tr> <td>Masa aproximada</td> <td>: 500 kg</td> </tr> <tr> <td>Momento de inercia</td> <td>: 1,0498 kgm²</td> </tr> <tr> <td>Nivel de ruido</td> <td>: 64 dB(A)</td> </tr> </table>			Carcasa	: 250S/M	Potencia	: 75 HP	Frecuencia	: 50 Hz	Polos	: 4	Rotación nominal	: 1482 rpm	Deslizamiento	: 1,20 %	Voltaje nominal	: 380/660 V	Corriente nominal	: 104/59,8 A	Corriente de arranque	: 800/461 A	Ip/In	: 7,7	Corriente en vacío	: 41,1/23,6 A	Par nominal	: 355 Nm	Par de arranque	: 270 %	Par máxima	: 300 %	Categoría	: ---	Clase de aislación	: F	Elevación de temperatura	: 80 K	Tiempo de rotor bloqueado	: 16 s (caliente)	Factor de servicio	: 1,00	Régimen de servicio	: S1	Temperatura ambiente	: -20°C - +40°C	Altitud	: 1000 m	Protección	: IPW55	Masa aproximada	: 500 kg	Momento de inercia	: 1,0498 kgm²	Nivel de ruido	: 64 dB(A)
Carcasa	: 250S/M																																																					
Potencia	: 75 HP																																																					
Frecuencia	: 50 Hz																																																					
Polos	: 4																																																					
Rotación nominal	: 1482 rpm																																																					
Deslizamiento	: 1,20 %																																																					
Voltaje nominal	: 380/660 V																																																					
Corriente nominal	: 104/59,8 A																																																					
Corriente de arranque	: 800/461 A																																																					
Ip/In	: 7,7																																																					
Corriente en vacío	: 41,1/23,6 A																																																					
Par nominal	: 355 Nm																																																					
Par de arranque	: 270 %																																																					
Par máxima	: 300 %																																																					
Categoría	: ---																																																					
Clase de aislación	: F																																																					
Elevación de temperatura	: 80 K																																																					
Tiempo de rotor bloqueado	: 16 s (caliente)																																																					
Factor de servicio	: 1,00																																																					
Régimen de servicio	: S1																																																					
Temperatura ambiente	: -20°C - +40°C																																																					
Altitud	: 1000 m																																																					
Protección	: IPW55																																																					
Masa aproximada	: 500 kg																																																					
Momento de inercia	: 1,0498 kgm²																																																					
Nivel de ruido	: 64 dB(A)																																																					
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 20%; text-align: center;">Delantero</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">Trasero</td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Carga</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Factor de potencia</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Rendimiento (%)</td> </tr> <tr> <td>Rodamiento</td> <td style="text-align: center;">6314 C3</td> <td style="text-align: center;">6314 C3</td> <td></td> <td style="text-align: center;">100%</td> <td style="text-align: center;">0,85</td> <td style="text-align: center;">94,6</td> </tr> <tr> <td>Intervalo de lubricación</td> <td style="text-align: center;">14000 h</td> <td style="text-align: center;">14000 h</td> <td></td> <td style="text-align: center;">75%</td> <td style="text-align: center;">0,80</td> <td style="text-align: center;">94,6</td> </tr> <tr> <td>Cantidad de grasa</td> <td style="text-align: center;">27 g</td> <td style="text-align: center;">27 g</td> <td></td> <td style="text-align: center;">50%</td> <td style="text-align: center;">0,69</td> <td style="text-align: center;">94,3</td> </tr> </table>				Delantero	Trasero		Carga	Factor de potencia	Rendimiento (%)	Rodamiento	6314 C3	6314 C3		100%	0,85	94,6	Intervalo de lubricación	14000 h	14000 h		75%	0,80	94,6	Cantidad de grasa	27 g	27 g		50%	0,69	94,3																								
	Delantero	Trasero		Carga	Factor de potencia	Rendimiento (%)																																																
Rodamiento	6314 C3	6314 C3		100%	0,85	94,6																																																
Intervalo de lubricación	14000 h	14000 h		75%	0,80	94,6																																																
Cantidad de grasa	27 g	27 g		50%	0,69	94,3																																																
Observaciones:																																																						
Rendimiento de acuerdo con el método indirecto de IEC 60034-1:2007 con pérdidas aleatorias de la carga determinadas de las medidas.																																																						
Ejecutante		Verificado																																																				

		Nr.: Fecha: 10-JUL-2025																																																				
HOJA DE DATOS Motor trifásico de inducción - Rotor de jaula																																																						
Cliente : Línea del producto : W22 Carcasa de Hierro Gris - Premium Efficiency - IE3																																																						
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 30%;">Carcasa</td><td>: 90S</td></tr> <tr><td>Potencia</td><td>: 1,5 HP</td></tr> <tr><td>Frecuencia</td><td>: 50 Hz</td></tr> <tr><td>Polos</td><td>: 4</td></tr> <tr><td>Rotación nominal</td><td>: 1445 rpm</td></tr> <tr><td>Deslizamiento</td><td>: 3,67 %</td></tr> <tr><td>Voltaje nominal</td><td>: 380/660 V</td></tr> <tr><td>Corriente nominal</td><td>: 2,47/1,42 A</td></tr> <tr><td>Corriente de arranque</td><td>: 16,6/9,54 A</td></tr> <tr><td>Ip/In</td><td>: 6,7</td></tr> <tr><td>Corriente en vacío</td><td>: 1,37/0,788 A</td></tr> <tr><td>Par nominal</td><td>: 7,27 Nm</td></tr> <tr><td>Par de arranque</td><td>: 230 %</td></tr> <tr><td>Par máxima</td><td>: 270 %</td></tr> <tr><td>Categoría</td><td>: ---</td></tr> <tr><td>Clase de aislación</td><td>: F</td></tr> <tr><td>Elevación de temperatura</td><td>: 80 K</td></tr> <tr><td>Tiempo de rotor bloqueado</td><td>: 17 s (caliente)</td></tr> <tr><td>Factor de servicio</td><td>: 1,00</td></tr> <tr><td>Régimen de servicio</td><td>: S1</td></tr> <tr><td>Temperatura ambiente</td><td>: -20°C - +40°C</td></tr> <tr><td>Altitud</td><td>: 1000 m</td></tr> <tr><td>Protección</td><td>: IPW55</td></tr> <tr><td>Masa aproximada</td><td>: 20 kg</td></tr> <tr><td>Momento de inercia</td><td>: 0,00546 kgm²</td></tr> <tr><td>Nivel de ruido</td><td>: 49 dB(A)</td></tr> </table>			Carcasa	: 90S	Potencia	: 1,5 HP	Frecuencia	: 50 Hz	Polos	: 4	Rotación nominal	: 1445 rpm	Deslizamiento	: 3,67 %	Voltaje nominal	: 380/660 V	Corriente nominal	: 2,47/1,42 A	Corriente de arranque	: 16,6/9,54 A	Ip/In	: 6,7	Corriente en vacío	: 1,37/0,788 A	Par nominal	: 7,27 Nm	Par de arranque	: 230 %	Par máxima	: 270 %	Categoría	: ---	Clase de aislación	: F	Elevación de temperatura	: 80 K	Tiempo de rotor bloqueado	: 17 s (caliente)	Factor de servicio	: 1,00	Régimen de servicio	: S1	Temperatura ambiente	: -20°C - +40°C	Altitud	: 1000 m	Protección	: IPW55	Masa aproximada	: 20 kg	Momento de inercia	: 0,00546 kgm²	Nivel de ruido	: 49 dB(A)
Carcasa	: 90S																																																					
Potencia	: 1,5 HP																																																					
Frecuencia	: 50 Hz																																																					
Polos	: 4																																																					
Rotación nominal	: 1445 rpm																																																					
Deslizamiento	: 3,67 %																																																					
Voltaje nominal	: 380/660 V																																																					
Corriente nominal	: 2,47/1,42 A																																																					
Corriente de arranque	: 16,6/9,54 A																																																					
Ip/In	: 6,7																																																					
Corriente en vacío	: 1,37/0,788 A																																																					
Par nominal	: 7,27 Nm																																																					
Par de arranque	: 230 %																																																					
Par máxima	: 270 %																																																					
Categoría	: ---																																																					
Clase de aislación	: F																																																					
Elevación de temperatura	: 80 K																																																					
Tiempo de rotor bloqueado	: 17 s (caliente)																																																					
Factor de servicio	: 1,00																																																					
Régimen de servicio	: S1																																																					
Temperatura ambiente	: -20°C - +40°C																																																					
Altitud	: 1000 m																																																					
Protección	: IPW55																																																					
Masa aproximada	: 20 kg																																																					
Momento de inercia	: 0,00546 kgm²																																																					
Nivel de ruido	: 49 dB(A)																																																					
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 20%; text-align: center;">Delantero</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">Trasero</td> <td style="width: 30%;"></td> </tr> <tr> <td>Rodamiento</td> <td style="text-align: center;">6205 ZZ</td> <td style="text-align: center;">6204 ZZ</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Intervalo de lubricación</td> <td style="text-align: center;">---</td> <td style="text-align: center;">---</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cantidad de grasa</td> <td style="text-align: center;">---</td> <td style="text-align: center;">---</td> <td></td> </tr> </table>				Delantero	Trasero		Rodamiento	6205 ZZ	6204 ZZ		Intervalo de lubricación	---	---		Cantidad de grasa	---	---																																					
	Delantero	Trasero																																																				
Rodamiento	6205 ZZ	6204 ZZ																																																				
Intervalo de lubricación	---	---																																																				
Cantidad de grasa	---	---																																																				
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 20%; text-align: center;">Carga</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">Factor de potencia</td> <td style="width: 30%; text-align: center;">Rendimiento (%)</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">100%</td> <td style="text-align: center;">0,80</td> <td style="text-align: center;">84,5</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">75%</td> <td style="text-align: center;">0,72</td> <td style="text-align: center;">84,5</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">50%</td> <td style="text-align: center;">0,59</td> <td style="text-align: center;">83,0</td> </tr> </table>				Carga	Factor de potencia	Rendimiento (%)		100%	0,80	84,5		75%	0,72	84,5		50%	0,59	83,0																																				
	Carga	Factor de potencia	Rendimiento (%)																																																			
	100%	0,80	84,5																																																			
	75%	0,72	84,5																																																			
	50%	0,59	83,0																																																			
Observaciones:																																																						
Rendimiento de acuerdo con el método indirecto de IEC 60034-1:2007 con pérdidas aleatorias de la carga determinadas de las medidas.																																																						
Ejecutante		Verificado																																																				

9. OFERTA ECONÓMICA

9.1. Fabricación y suministro

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	COLECTOR DE POLVO				
1.1	ALTERNATIVA FILTRO MANGAS PLISADA	1	Unidad	\$ 65.984.000	\$ 65.984.000
	Marca: GSMI				
	Modelo: FMP-RS-150-2000-144				
	Caudal: 23.000 m3/h				
	Diámetro Manga: 150 mm				
	Largo Manga: 2000 mm				
	Arreglo Filtro: 12 x 12				
	Tipo de manga: Plisada				
	Material filtrante: Aramid				
	Cantidad de Mangas: 144				
	Fabricado en Acero ASTM A-36				
	Sistema de limpieza "Jet-pulse"				
	Sensor manga rota	1	Unidad		
	Sensor de tolva llena	1	Unidad		
	Plataforma de muestreo isocinética				
	Ductos de vinculación y Chimenea y aislación de filtro				
1.2	CICLÓN	1	Unidad	\$ 6.270.000	\$ 6.270.000
	Marca: GSMI				
	Modelo: GSMI 1500				
	Caudal: 23.000 m3/h				
	Diámetro: 1500 mm				
1.3	VENTILADOR CENTRIFUGO	1	Unidad	\$ 17.366.000	\$ 17.366.000
	Marca: GSMI				
	Modelo: TV-40				
	Caudal: 23.000 m3/h				
	P. Estática: 400 mm.c.a.				
	Transmisión: Indirecta.				
	Material: Acero ASTM A-36				
	Damper de descarga, accionamiento manual				
	Motor ventilador centrífugo	1	Unidad		
	Marca: WEG o similar.				
	Potencia: 75 Hp-4p				

	Tensión: 380V / 3f / 50 Hz				
	Clase F y Clase B				
	Construcción IEC				
	Protección: IP55				
1.4	Válvula Rotatoria	1	Unidad	\$ 4.100.000	\$ 4.100.000
	Marca: GSMI.				
	Modelo: VR-200				
	Capacidad: 6 m³/h.				
	Velocidad de giro: 20 RPM				
	Cantidad de aspas: 6				
	Carcasa: Acero inoxidable				
	Material de eje: Acero inoxidable				
	Sensor de velocidad cero	1	Unidad		
	Motor válvula rotativa	1	Unidad		
	Marca: WEG o similar.				
	Potencia: 1,5 Hp-4p				
	Protección: IP55				
	Tensión: 380V / 3f / 50 Hz.				
	Reductor: marca SITI o similar				
	Salida 20 RPM				
1.5	TABLERO DE FUERZA Y CONTROL	1	Unidad	\$ 25.250.000	\$ 25.250.000
	Gabinete proteccion IP55				
	VDF				
	Luces Pilotos				
	Botonera Partir/Parar/Parada de Emergencia				
Total neto de suministro (CLP)					\$ 118.970.000

9.2. Asistencia en terreno

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
3	Asistencia				
3.1	Asistencia en terreno para Montaje	2	DÍAS	\$ 1.280.000	\$ 2.560.000
	Se considera un especialista de procesos para el área mecánica				
	Se considera un especialista de automatización para el área eléctrica				
	Inspección mecánica de equipos filtro de mangas				
	Inspección mecánica de equipos ventiladores centrífugos				
	Inspección eléctrica de equipos de limpieza Jet-Pulse				
	Inspección eléctrica de equipos motor eléctrico				
	Inspección eléctrica de motorreductor				
	Inspección eléctrica de tableros de control				
3.2	Asistencia en terreno para Puesta en Marcha del servicio	2	DÍAS	\$ 1.280.000	\$ 2.560.000
	Se considera un especialista de procesos para el área mecánica				
	Se considera un especialista de automatización para el área eléctrica				
	Inspección mecánica de equipos filtro de mangas				
	Inspección mecánica de equipos ventiladores centrífugos				
	Inspección eléctrica de equipos de limpieza Jet-Pulse				
	Inspección eléctrica de equipos motor eléctrico				
	Inspección eléctrica de motorreductor				
	Inspección eléctrica de tableros de control				
	Se considera un especialista de procesos para el área mecánica				
Valor total neto [CLP]					\$ 5.120.000

NOTA: Los trabajos se consideran en días hábiles de 8 horas.

9.3. Ingeniería de detalles

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
2	Servicio de desarrollo de ingeniería, según alcances descritos de Oferta Técnica	1	GI	\$ 6.670.600	\$ 6.670.600

9.4. Resumen Oferta Económica Filtro Mangas Plisada

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Fabricación y suministro de equipos	1	Gl	\$ 118.970.000	\$ 118.970.000
2	Ingeniería de detalles	1	Gl	\$ 6.670.600	\$ 6.670.600
3	Asistencia en terreno	1	Gl	\$ 5.120.000	\$ 5.120.000
Subtotal (CLP)					\$ 130.760.600
Descuento					\$ 1.300.000
Valor total neto (CLP)					\$ 129.460.600

NOTA: El valor total incluye póliza de seguro por anticipo.

10. PROGRAMA DE ENTREGA

10.1. SUMINISTROS

- Ingeniería: 2 semanas, una vez recibida la OC.
- Fabricación: 14 semanas, a partir de la aprobación de planos por parte del cliente.

10.2. LISTADO HERRAMIENTAS ESPECIALES

- No aplica.

11. CONDICIONES COMERCIALES

- Los precios presentados corresponden a valores netos en moneda nacional (CLP, pesos chilenos).
- La validez de la oferta es de cien (30) días a partir de la fecha de entrega de la oferta final.
- Lugar de entrega: En dependencias de GSMI CHILE SpA, ubicadas en Camino El Otoño N°726, Lampa-Santiago, sobre camión.
- Formas de Pago:
 - 50% con la orden, saldo contra entrega.

12. GARANTIAS

- Aplica Garantía GSMI CHILE SpA de doce (12) meses desde el término mecánico de la planta o durante dieciocho (18) meses contados desde la fecha de entrega de cada equipo, cualquiera que se produzca primero.
- Válida sólo por fallas de fabricación, demostrable mediante registro visual, informe técnico u otro medio.
- Excluye toda estructura o elemento ajeno al equipo entregado en fábrica.
- En caso de llevar a cabo alguna reparación o cambio de elementos en respuesta a la garantía, dicha actividad se realizará en fábrica (Lampa), siendo responsabilidad del cliente la gestión de traslado y su costo.
- El equipo deberá cumplir con las condiciones de operación declaradas por el cliente en el presente documento, de lo contrario no estará sujeto a garantía.
- La presente garantía excluye daños producidos por mala operación, falta de mantención, o bien por daños producidos al momento del montaje, ensamble o instalación para su disposición final.
- Se garantiza que las emisiones en chimenea del sistema de filtración serán menores o iguales a 20 mg/m3N.

13. EXCLUSIONES

- Transporte a dependencias del cliente y montaje.
- Montaje y conexionado eléctrico.
- Extensión de líneas (cableado), y conexionado de equipos principales y tablero de fuerza. (Válvula rotatoria, ventilador, Sistema de limpieza Jet pulse, y todos los sensores asociados a los equipos principales hasta el tablero de fuerza y control)
- Cableado externo al equipo.
- Intervención de equipos existentes.
- No se incluye memoria de cálculo sísmico para estructura de filtro.
- Obras civiles.
- Recepción en sitio, descarga, almacenamiento e instalación de los equipos.
- Fundaciones, incluyendo pernos de anclaje e insertos.
- Lubricación, cualquier otra que no sea la aplicada inicialmente para el transporte.
- Plataformas de acceso, pasarelas, escaleras que no estén adheridas al filtro.
- Suministro de aire comprimido.
- Alambrado o conexionado de equipos.
- Equipos de distribución eléctrica.
- Suministro de energía eléctrica.

14. ANEXOS.

ANEXO 1: "NORMAS APLICABLES".

Se tendrá el mayor cuidado para que los materiales a usar, métodos de fabricación e inspección, etc., cumplan con las exigencias establecidas por las últimas ediciones de las normas que se detallan a continuación, las cuales deben considerarse parte integrante de la presente especificación y conforme a nuestro Sistema de Gestión de Calidad. GSMI CHILE SpA., es una empresa certificada ISO 9001 desde el año 2007.

14.1. Normas Nacionales

- ACGIH Manual Ventilación Industrial
- NCh 203 Acero para construcción estructural. Requisitos de calidad de productos laminados.
- NCh 206 Acero laminado en barras para pernos corrientes.
- NCh 208 Acero laminado en barras para tuercas corrientes.
- NCh 209 Acero. Planchas gruesas usos generales y de construcción mecánica- Especificación
- NCh 216 Acero. Planchas delgadas laminadas en frío y en caliente, y planchas gruesas de acero al carbono. Terminología.
- NCh 300 Pernos, tuercas y accesorios - Terminología, nomenclatura y designación.
- NCh 301 Pernos de acero con cabeza y tuerca hexagonal.
- NCh 304 Electrodo para soldar al arco manual. Terminología y clasificación.
- NCh 308 Examen de soldadores que trabajan con arco eléctrico.
- NCh 428 Ejecuciones de construcciones de acero.
- NCh 697 Acero. Barras y perfiles livianos - Clasificación y tolerancias.
- NCh 698 Acero. Barras y perfiles livianos- Requisitos generales.
- NCh 730 Acero. Perfiles estructurales soldados al arco sumergido.
- NCh 998 Andamios, requisitos generales de seguridad.
- NCh 1467 Prevención de riesgos en corte y soldadura al arco
- NCh 1562 Protección personal - Pantallas para soldadores - Requisitos.
- NCh 1805 Protección personal - Ropa para soldadores - Materiales
- NCh 1806 Protección personal - Ropa para soldadores - Confección
- ICHA Manual de Diseño de Estructuras de Acero, 1976.
- SEC Superintendencia de Electricidad y Combustibles (Chile)
- NCH ELEC 2/84 Elaboración y presentación de proyectos de Electricidad
- NCH ELEC 4/2003 Instalación de consumo en baja tensión
- NSEG. 5 E.n.71 Instalación de corrientes fuertes
- Decreto 327 Reglamento de la Ley General de Servicios Eléctricos.

Normas Extranjeras

- AISC Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges. AISC Specifications for the Design, Fabrication and Erection of Structural Steel for Buildings.
- AISC Specification for Structural Joints Using ASTM A325 or A490 Bolts.
- ASME Boiler and Pressure Vessel Code - Section VIII
- ASTM A36 Standard Specification for Structural Steel.
- ASTM A194 Standard Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts for Bolts for High Pressure and High Temperatures Service.
- ASTM A307 Specification for Carbon Steel Externally Threaded Standard Fasteners.
- ASTM A325 Specification for High-Strength Bolts for Structural Steel Joints.
- ASTM A490 Specification for Quenched and Tempered Alloy Steel Bolts for Structural Steel Joints.
- ASTM A500 Specification for Cold-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing in Rounds and Shapes.
- ASTM A563 Standard Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts.
- ASTM F436 Specification for Hardened Steel Washers for Use with High-Strength Bolts
- ANSI/AWS-D1.1 Structural Welding Code
- AWS-A5.XX Specification for Arc Welding Electrodes of the American Welding Society
- SSPC-SP1 a SP10 Cleaning

ANEXO 2: PARAMETROS TÉCNICOS GENERALES.

Materiales

Todos los materiales que se empleen en la fabricación serán nuevos y de procedencia conocida, además de cumplir los requisitos de los planos especificados en la oferta.

Los perfiles laminados que se indiquen en los planos y que no se encuentren comercialmente serán reemplazados por perfiles plegados o soldados previa aprobación del cliente.

Los espesores de planchas indicados en los planos y que no se encuentren comercialmente serán reemplazados por espesores comerciales previa aprobación

Origen y procedencia

GSMI tendrá a disposición del cliente la información necesaria y requerida para certificar la calidad y origen de los materiales ocupados en la fabricación de los componentes.

Planchas de acero y perfiles

El material de las planchas de acero para la fabricación en acero estructural ASTM A-36.

Fabricación en taller

Los procedimientos de fabricación en taller serán estudiados y planeados de modo que aseguren requisitos de calidad estipulados.

La soldadura a utilizar será Mig, o arco manual efectuada por soldadores calificados.

Se efectuará un pre-armado de los cuerpos en negro en taller

Trazado y orientación de los cortes

El trazado y dirección de los cortes será planificado de manera que, de preferencia, la orientación del sentido de laminación sea coincidente con la de los esfuerzos principales a que estará sometido el elemento a fabricar.

Terminación de los cantos

Todos los cantos serán esmerilados o trabajados de modo de obtener una rugosidad máxima.

Perforaciones

Las perforaciones o agujeros se efectuarán mediante punzonado, taladrado, mecanizado o mediante una secuencia de ellos.

Las perforaciones se ubicarán en forma precisa mediante trazados o plantillas, con el objeto de reducir el riesgo de que queden fuera de tolerancia.

Todas las perforaciones se terminarán de manera de eliminar las rebabas y las superficies se esmerilarán para recuperar su planitud.

Preparación de biseles y juntas soldadas

Los cantos y biseles para uniones soldadas se prepararán en estricto acuerdo con las formas y dimensiones establecidas en la especificación del respectivo procedimiento de soldadura.

Se emplearán de preferencia métodos y procedimientos que minimicen la distorsión de los elementos a soldar. En todo momento se considerará el efecto de las soldaduras en la estabilidad dimensional de las piezas y en las dimensiones sujetas a tolerancias.

Las superficies por soldar deberán estar libres de grasas, óxido, escorias o cualquier material ajeno a la constitución metálica de las partes la limpieza deberá ejecutarse según sea el requerimiento (mediante chorro de arena, escobillado metálico, esmerilado, etc.).

Se dispondrá de un equipo de profesionales para la inspección técnica y el control dimensional de piezas, calidad de soldadura y tratamiento superficial.

Terminación superficial

Se realizará de acuerdo a estándar GSMI.

Embalaje

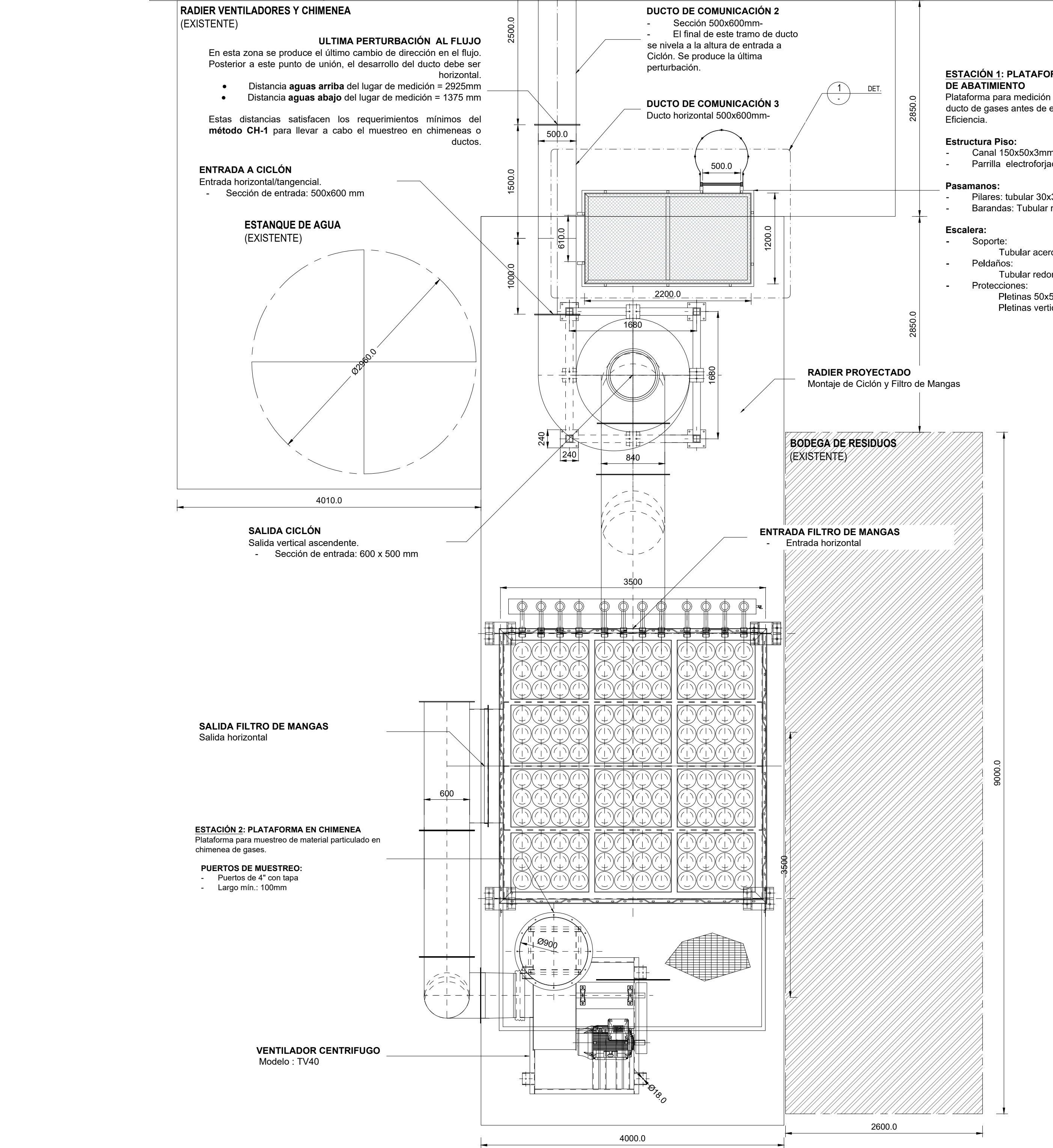
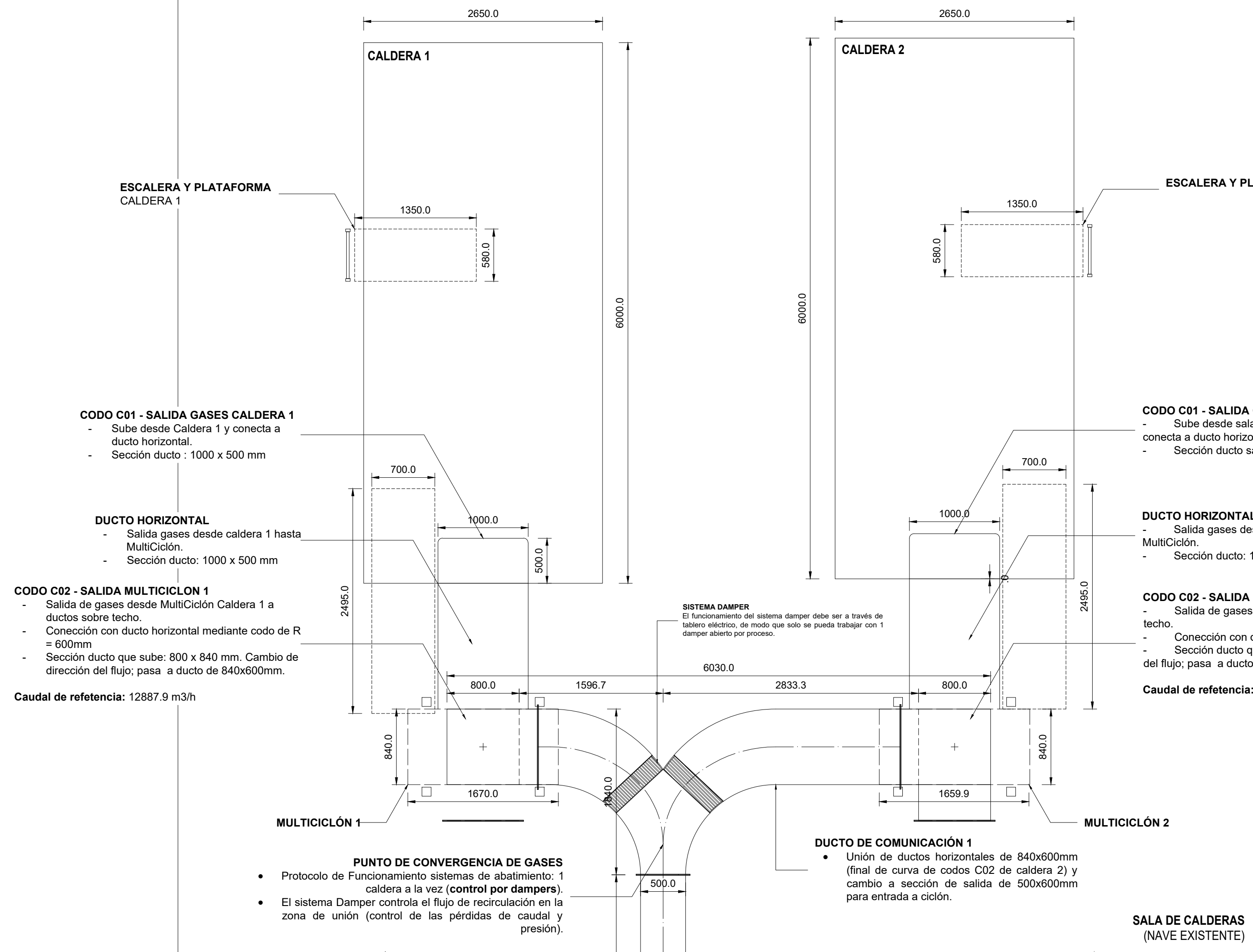
Se realizará de acuerdo a estándar GSMI.

ANEXO 3: CONDICIONES DE ALMACENAJE DE LOS EQUIPOS

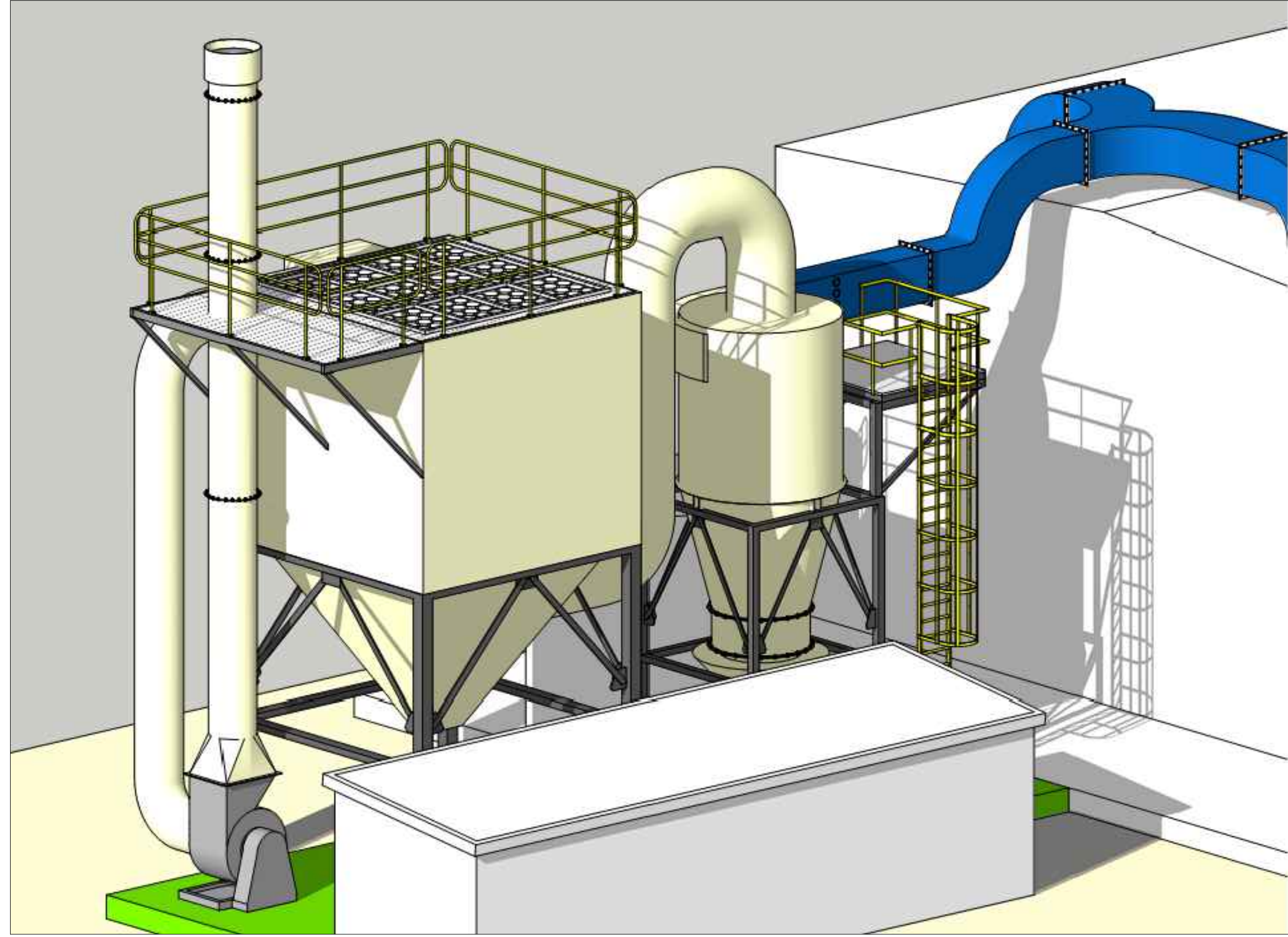
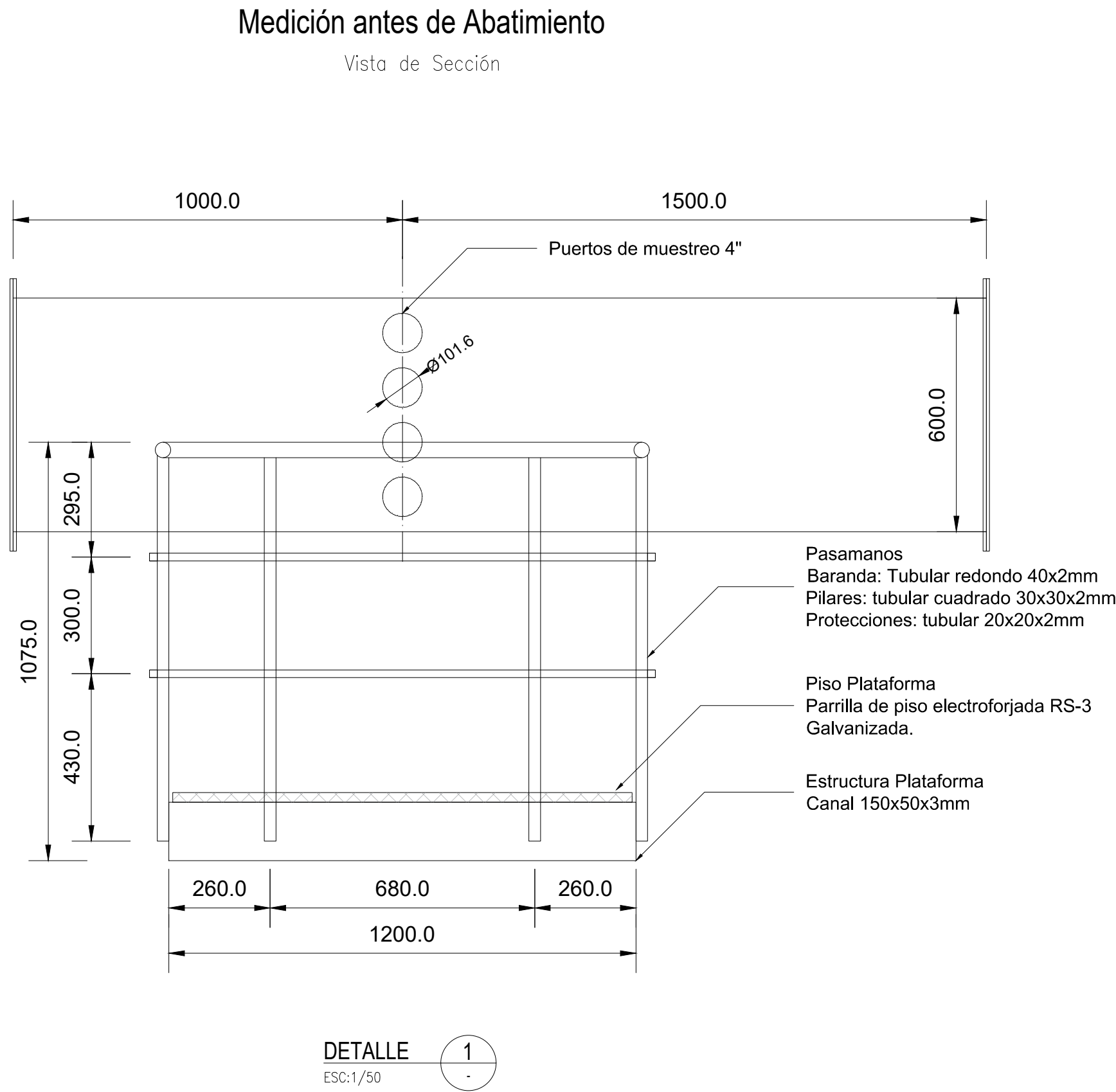
Se deberá prever un lugar adecuado para el almacenaje temporal de los equipos. El recinto

Estará protegido, limpio, seco y libre de vibraciones que puedan afectar a las máquinas. Las correas de transmisión se mantendrán destensadas durante el periodo de almacenaje.

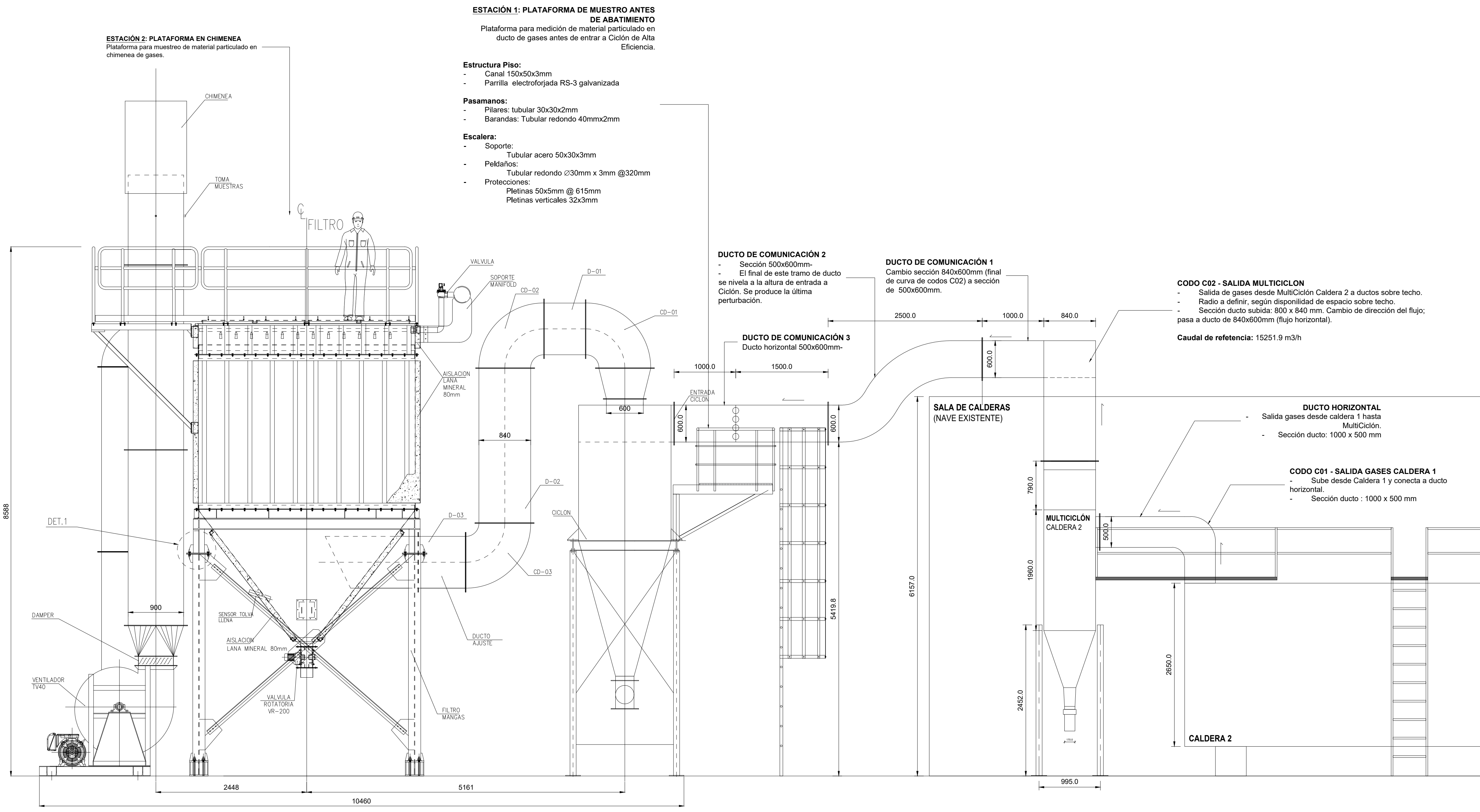
- Periódicamente (cada mes aprox.) girar manualmente la máquina a través del eje o polea de accionamiento.
- Antes de proceder al ensamblaje definitivo verificar el estado interno del rodete. Aplicar instrucciones de Manual IOM.



Plano Planta - Sistema Abatimiento Calderas
ESC.:1/150



Vista isométrica 3D
ESC.: S/E



Plano Elevación - Sistema Abatimiento Calderas
ESC.:1/150

	Cliente: Soc. Copeval Agroindustrias S.A. Dirección: Ruta 5 Sur Calle Servicio Km 521	Dibujó: Diego Fuentes C.	Revisó: Claudio Meriño N.	Título de Proyecto: Sistema de Abatimiento Calderas a Leña. Ductos de Comunicación.	Contenido: - Plano planta ductos de comunicación. - Plano de elevación ductos de comunicación.	Fecha: 12-08-2025	Escala: 1:150	Formato: A4	N° Plano: A-101
--	--	------------------------------------	-------------------------------------	---	---	-----------------------------	-------------------------	-----------------------	---------------------------