



Universidad de León



Escuela Superior y Técnica
de Ingenieros de Minas

GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

DISEÑO, EJECUCIÓN Y ENSAYO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN Y FILTRACIÓN DE POLVO EN UN SECADERO SOLAR DE BIOMASA.

León, 1 de Septiembre de 2014

Autor: Javier Rey Camarero
Tutor: Jorge Cara Jiménez

El presente proyecto ha sido realizado por D. Javier Rey Camarero, alumno de la Escuela Superior y Técnica de Ingenieros de Minas de la Universidad de León para la obtención del título de Grado en Ingeniería de la Energía.

La tutoría de este proyecto ha sido llevada a cabo por D. Jorge Cara Jiménez, profesor/a del Grado en Ingeniería de la Energía.

Visto Bueno

Fdo.: D. Javier Rey Camarero
El autor del Trabajo Fin de Grado

Fdo.: D. Jorge Cara Jiménez
El Tutor del Trabajo Fin de Grado

ÍNDICE

1. Resumen.....	8
2. Memoria.....	10
2.1. Antecedentes	11
2.2. Objetos del proyecto	11
2.3. Situación y descripción del emplazamiento	11
2.4. Descripción y puesta en marcha del sistema de captación y filtración de polvo.	14
2.4.1. Principio de funcionamiento	14
2.4.2. Esquema eléctrico	15
2.4.3. Evaluación de los parámetros de funcionamiento.....	16
2.4.4. Eficacia de aspiración	20
2.4.5. Ensayo pruebas de secado	22
2.4.6. Eficacia de filtración del polvo	24
2.4.7. Características físicas y químicas del polvo.....	28
2.5. Documentos de la memoria	29
3. Referencias bibliográficas.....	30
4. Anexo1. Planos.....	32
5. Anexo2. Pliego de Condiciones.....	39
5.1. Objeto de este pliego.	40
5.2. Descripción general y emplazamiento de las obras.....	40
5.3. Jerarquización de las normas	40
5.4. Condiciones que deben cumplir los materiales	40
5.4.1. Partes eléctricas	40
5.4.2. Chapa de la estructura	41
5.4.3. Mangas de los filtros	41
5.4.4. Tubos flexibles.....	41
5.4.5. Acero tornillo sinfín	42
5.4.6. Pantallas deflectoras	42
5.4.7. Otros materiales.....	42
5.5. Ejecución de las obras	42
5.6. Obtención del material requerido.....	42

5.6.1. Estructura	43
5.6.2. Caja distribuidora	43
5.6.3. Soportes para filtro	44
5.6.4. Tubos de soplado de mangas.....	45
5.6.5. Motor reductor del tornillo sin-fin	45
5.6.6. Otros trabajos.....	45
6. Anexo 3. Estudio de Seguridad y Salud.....	46
6.1. Objeto del estudio de seguridad y salud.....	47
6.2. Normativa aplicable	47
6.3. Identificación de riesgos y prevención de los mismos	48
6.3.1. Riesgos.....	48
6.3.2. Técnicas de prevención y protección.....	49
7. Anexo 4. Presupuesto y mediciones.....	51
7.1. Estado de mediciones	52
7.2. Precios unitarios.....	53
7.3. Presupuesto de ejecución material.....	55
8. Anexo 5. Condiciones para el mercado ATEX y el mercado CE.....	57
8.1. Mercado ATEX de filtro de mangas.....	58
8.2. ¿Qué hace falta para poner en el mercado un equipo ATEX?	60
8.3. ¿Qué es un Organismo Notificado?	60
8.4. ¿Qué requisitos esenciales de seguridad son aplicables?.....	60
8.5. ¿Cómo se puede certificar un equipo ATEX?	62
8.6. ¿Qué reglamentación afecta a las instalaciones ATEX?	63
8.7. Conclusiones sobre el mercado.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.3.1.- Vista frontal de volteador con las campanas de aspiración y sistema móvil.....	13
Figura 2.4.1.- Cartuchos de mangas de fieltro de poliéster.....	15
Figura 2.4.2.- Estructura de chapa de hierro del filtro de mangas en fase constructiva.....	23
Figura 2.4.3.- Caja distribuidora terminada donde van conectados los tubos flexibles.....	25
Figura 2.4.4.- Filtro de mangas acoplado sobre bastidor del volteador con soportes recién soldados.....	25
Figura 5.4.1.- Tubos de hierro agujereados por donde sale el aire comprimido.....	41
Figura 5.6.1.- Sistema antiincendios.....	43
Figura 5.6.2.- Esquema elementos eléctricos filtro de mangas.....	44
Figura 5.6.3.- Vista general de la instalación del secadero solar durante los ensayos con serrín de pino.....	44
Figura 5.6.4.- Tren de muestreo, caja de control y unidad de bombeo.....	45
Figura 6.3.1.- Caja caliente en el interior del secadero.....	50
Figura 8.7.1- Representación gráfica de un marcado ATEX y CE.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.4.1.- Probabilidad de sufrir riesgos de explosión para diferentes casos.....	19
Tabla 2.4.2.- Caudales para diferentes campanas de aspiración.....	19
Tabla 2.4.3.- Pérdidas de carga medidas en mm c.d.a.....	21
Tabla 2.4.4.- Mediciones velocidades de aspiración.....	23
Tabla 2.4.5.- Parámetros analizados en diversas pruebas de secado.....	26
Tabla 2.4.6.- Datos de concentración de polvo obtenidos en secadero.....	28
Tabla 6.3.1.- Características físicas de distintos recursos de biomasa.....	49

RESUMEN

1. Resumen

Este proyecto se basa en la incorporación de un sistema de captación y filtración del polvo generado en un secadero solar de biomasa propiedad del CIEMAT, que se encuentra ubicado en el CEDER de Lubia (Soria).

El porqué de este diseño radica en que antes de la incorporación de un sistema de retención de polvo se producía una concentración de éste muy elevada en el interior del secadero, llegando a niveles de atmósfera ATEX 21-22 bastante peligrosos, que ponían en duda su seguridad.

Hasta entonces se disponía de un sistema de aspiración simple con un ventilador exterior y tubos extensibles. Esta es una solución poco eficiente por las pérdidas de carga en los conductos y por la limitada duración de los mismos a causa del rozamiento.

Decidimos que la mejor opción era incorporar un filtro de mangas con disposición horizontal en la parte superior de la grada del volteador de biomasa ya que, en la operación de volteo es donde más concentración de polvo se produce. Esta razón, hace de nuestro filtro un diseño especial, ya que tiene unas dimensiones muy específicas y se desplaza en bloque con el volteador.

El proyecto comienza con el diseño del filtro de mangas, primero tomando medidas del hueco existente en el secadero y luego diseñando los planos en autocad. Posteriormente se procedió a su construcción en los talleres del CEDER.

Una vez diseñado se acopló al volteador y se procedió a su automatización, cuyo funcionamiento se programa desde la caseta donde se controlan todos los parámetros del secadero mediante circuitos eléctricos.

Puesto ya en funcionamiento, se detallan una serie de ensayos de muestreo realizados en el secadero para comprobar la eficacia del filtro de mangas.

Al comprobar que el diseño es viable y efectivo se ha procedido a la consulta de los aspectos legales para realizar el marcado ATEX y CE de nuestro filtro y que en un futuro pueda ser comercializado entre las empresas interesadas vinculadas a este sector.

1. Abstract

This project is based on the incorporation of a system to capture and filtrate dust generated in a solar biomass drier. The drier, owned by the CIEMAT is located in the CEDER Lubia (Soria).

Before the incorporation of this system there was a high concentration of dust inside the drying place reaching ATEX 21-22 dangerous levels. For this reason I designed the filter.

The former system was composed by a simple vacuum system with an exterior ventilator and extendible tubes. The charge losses in the conducts and their short life due to the friction made the solution poorly efficient.

The highest dust concentration was produced during the turn over, this is why we decided that best choice was to incorporate a fabric filter horizontally placed at the top of the biomass mixer. The size of the filter as well as its capacity of moving along the biomass mixers, makes the design unique.

The project started with the measurements of the gap within the dryer and the design of the plans using Autocad. Later on we proceeded with the assembling at the CEDER.

Once designed and properly fixed on the mixer we proceeded to its automation. Every parameter is then set by means of electronic circuitry gathered inside a cabin.

A set of sampling tests have been carried out in order to check the efficiency of the filter during operation. These tests showed that the design was viable.

It was then needed for our filter to be commercialized among the sector industries to consult several legal aspects as well as ATEX and CE branding.

2. MEMORIA

2. Memoria

2.1. Antecedentes

Se redacta este proyecto a petición del D. Luis Saúl Esteban Pascual, Dr.Ingeniero de Montes, Unidad de Biomasa CEDER-CIEMAT. El objeto es diseñar un filtro de mangas para disminuir la concentración de polvo en un secadero solar de biomasa.

El secadero es utilizado por los investigadores del CEDER para el secado de la biomasa lignocelulósica astillada o molida hasta valores del 10-15% en base húmeda, que son los habitualmente requeridos por la industria de la peletización de biomasa.

2.2. Objetos del proyecto

El objeto de este diseño es el de definir y valorar adecuadamente las obras a realizar para la construcción del filtro de mangas mediante la toma de medidas, elaboración de los planos, construcción en el taller y acoplamiento en la grada del volteador.

Servirá, además para definir adecuadamente la actividad que habrá de llevarse a cabo en las instalaciones, así como para la valoración de las inversiones previstas para la ejecución.

2.3. Situación y descripción del emplazamiento

El secadero de biomasa en el cual se desarrolla este proyecto se encuentra en el Centro de Desarrollo de Energías Renovables (CEDER), ubicado en los Altos de Lubia (Soria).

Autovía de Navarra A15, Km.56

42290 Lubia, Soria.

Adscrito al Departamento de Energía del CIEMAT, está considerado como un centro pionero en España en el campo del aprovechamiento energético de la biomasa.

Se trata de un recinto de unas 600ha destinado al ensayo en plantas piloto de diversas fuentes de EERR. Nuestro secadero se encuentra en un punto intermedio entre el edificio central (módulo 1), desde donde se realiza la gestión de todo el centro, y el edificio de biomasa (módulo 3).

El secadero de biomasa está formado por una doble pared de policarbonato en los paramentos del secadero que limitan las pérdidas de calor al 10% en los periodos más fríos.

El secadero de biomasa solar está diseñado para utilizar principalmente virutas de madera procedentes de un molino, con una distribución de tamaño de partícula promedio de 25 mm, y un contenido inicial de humedad de alrededor del 45%.

El rendimiento de secado de esta instalación está limitada por dos factores: por una parte, la capacidad de evaporación del secadero y, por otro lado, la cantidad de biomasa extendida por todo el túnel de secado.

Hay cuatro fuentes de calor que permiten alcanzar el objetivo de máxima evaporación:

- Contribución solar enfocada directamente sobre la capa de biomasa y el calentamiento posterior del aire interior, como consecuencia de la captación de la mayor parte de la radiación solar en el interior del secadero.
- El suelo radiante en el túnel de secado, en el cual una caldera de biomasa calienta un circuito de agua.
- Un intercambiador de calor mediante un quemador que permite introducir aire caliente para mantener la temperatura ambiente en valores superiores a 40º C. De esta forma se complementa el aporte de calor en los períodos fríos en los que el calor procedente del suelo radiante no era suficiente para mantener una temperatura mínima de trabajo.
- La caldera además, calienta aire que entra del exterior impulsado por dos extractores situados en la parte superior del invernadero, produciéndose una corriente de aire en sentido contrario al avance de la biomasa para el arrastre de la humedad.

Se dispone de dos ventiladores que recirculan el aire caliente por el interior y evitan así que se acumule en las zonas superiores del secadero.

Dos pantallas extensibles (lona) evitan las pérdidas de calor por irradiación nocturna.

Al principio del secadero se encuentra el silo de entrada de biomasa húmeda que dispone de un alimentador de fondo móvil con una trampilla regulable en altura.

En la parte final del secadero tenemos un transportador de cadena que deposita la biomasa seca en un almacén cubierto.

El volteador está equipado con un rulo giratorio sobre el que se insertan unos útiles a modo de palas con ángulo de ataque regulable, que sirven para realizar el movimiento y volteo de la biomasa dentro del canal de secado. También dispone de 3 motores y de un dispositivo de elevación hidráulico para regular los movimientos de elevación y

traslación del mismo, así como el de rotación de sus palas. Los motores y materiales a utilizar son apropiados a las exigencias ambientales dentro de la cámara de secado.

Dicho equipo remueve y traslada de forma homogénea la biomasa, en forma de astilla, viruta o serrín, a lo largo de la cama de secado de 20 m de longitud. Las dimensiones del equipo de volteo son las siguientes:

- Longitud (entre los ejes de las ruedas de apoyo sobre los carriles): 7,5 m
- Anchura: 3,2 m
- Altura: 2 m



Figura 2.3.1.- Vista frontal de volteador con las campanas de aspiración y el sistema móvil.

2.4. Descripción y puesta en marcha del sistema de captación y filtración de polvo.

2.4.1. Principio de funcionamiento

El filtro diseñado, va colocado en la parte superior del volteador que se desplaza en bloque con éste durante su carrera por el secadero.

El ventilador provoca la succión del polvo que es recogido primeramente por unas campanas extractoras situadas en la parte delantera, posterior y laterales del volteador a lo largo de toda su longitud. Mediante tubo flexible ese polvo recogido se introduce por dos entradas a nuestra parte sucia del filtro de mangas. Una vez en el interior, el polvo, choca con unas pantallas deflectoras gracias a las cuales, parte cae a una tolva que mediante el movimiento de un tornillo sin fin es conducido a un pequeño depósito que consta de un contrapeso y descarga el polvo una vez a finalizado el recorrido del volteador, y otra, que atraviesa los tres módulos de mangas filtrantes de las que se compone el filtro. Una vez atravesadas las mangas del filtro, el polvo queda retenido y el aire limpio es conducido mediante tubo flexible con dos salidas a la caja del ventilador, la cual, consta de dos entradas provenientes del filtro y una que toma aire del ambiente. Estas tres corrientes son conducidas al ventilador el cual crea una caída de presión enviando parte del aire a la atmósfera y parte es insuflado de nuevo a la biomasa para mejorar el rendimiento de secado. El filtro cuenta con un sistema calderín-electroválvulas que se encargan de aportar cada cierto intervalo de tiempo aire a presión sobre las mangas del filtro y evitar así que se obstruyan. Nuestro filtro cuenta con una puerta situada en la parte frontal para realizar tareas de mantenimiento y dos testigos (pequeñas ventanas rectangulares) en la parte posterior, que permiten detectar posibles anomalías en alguno de los componentes.

2.4.2. Esquema eléctrico

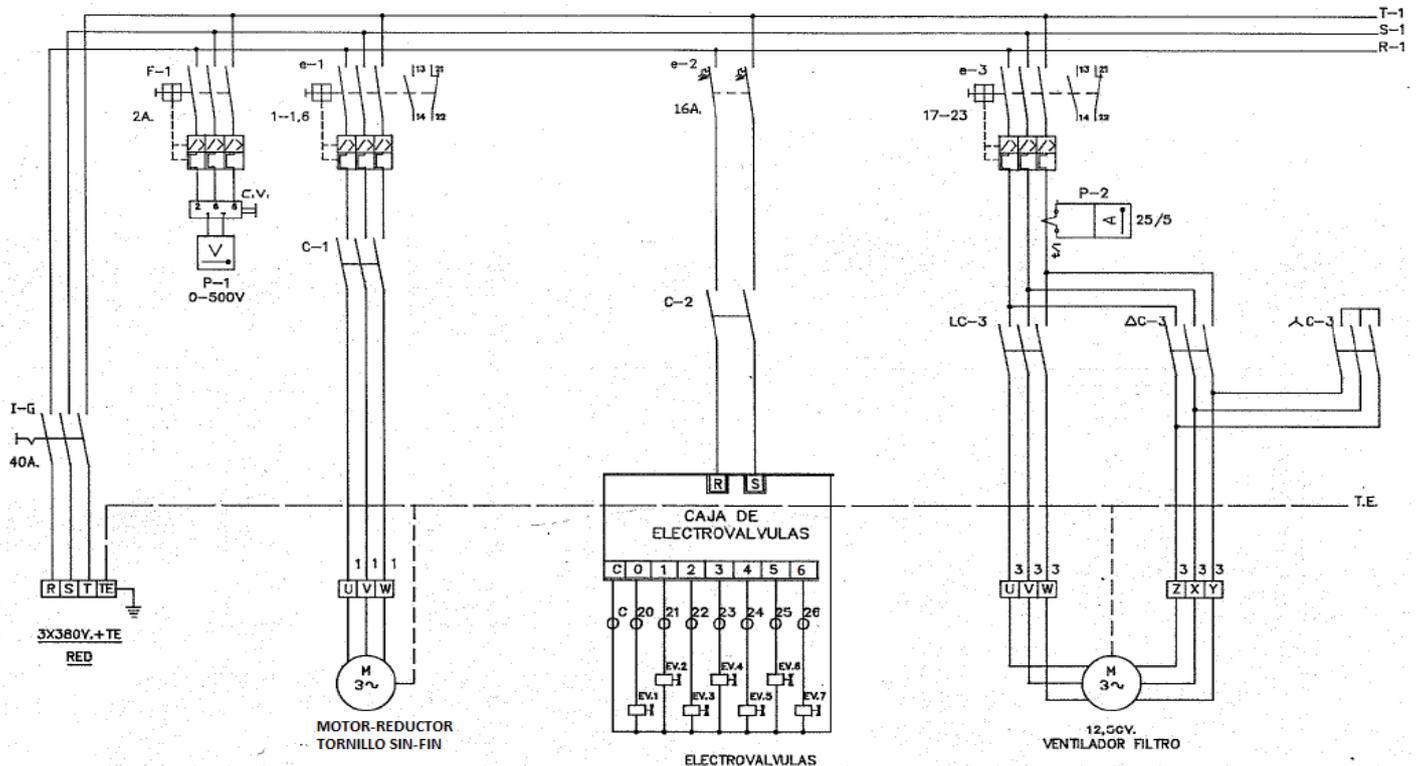


Figura 2.4.1.-Esquema eléctrico del filtro de mangas.

Todos los componentes eléctricos del filtro están conectados mediante cableado enterrado con la caseta de control del secadero que los conecta a una red general en sistema trifásico de 380V.

Desde su recorrido inicial el motor del volteador hace que éste se desplace con el movimiento de sus dos ruedas hacia por el lugar de descarga del secadero sin realizar trabajo alguno. En el momento de la llegada, el mecanismo, activa un final de carrera que hace que se detenga la grada e inmediatamente se conecta, en primer lugar, el motor-reductor que permite la puesta en marcha del tornillo sin-fin. Dos segundos después entra en funcionamiento el ventilador del filtro de mangas y comienza el proceso de aspiración. Una vez puesto en funcionamiento el filtro, el rulo del volteador entra en contacto con la biomasa y la grada comienza a desplazarse produciéndose la acción de volteo del material.

Las electroválvulas están conectadas para una secuencia de funcionamiento de 10s tiempo en el cual descargan el aire acumulado en los calderines a una presión de 4-5 bar sobre las mangas.

Al final del recorrido se para el mecanismo con otro final de carrera y se vuelve a repetir el proceso descrito.

2.4.3. Evaluación de los parámetros de funcionamiento

Características del ventilador centrífugo CMAT-545-2T-4:

Diámetro d (m)	0,15
Sección S (m ²)	0,01767
Velocidad v (m/s)	32
Caudal Q (m ³ /h)	2035

Características de las mangas filtrantes:

Altura (mm)	450
Diámetro (mm)	50
Sección (mm ²)	706,86
Nº mangas	126
Sección total (m ²)	8,91

Las variables críticas para tener un sistema eficiente son:

- La velocidad de captura o captación V_c que es la velocidad que debe tener el aire a la entrada de las campanas.
- La distancia H desde el borde de las campanas de aspiración a la superficie de la biomasa donde se genera el polvo. Cuanto más grande sea H , el caudal necesario para asegurar la succión del polvo es mayor y la razón de aumento es del cuadrado de H por lo que es importante ajustar bien esta variable.
- La velocidad de filtración V_f o velocidad a la que atraviesa el aire la superficie filtrante.

Las campanas son más eficientes si se les implementan aletas o marcos a los bordes de las mismas o si se confinan en un espacio cerrado mediante, por ejemplo lonas. Estas medidas permitirán ahorrar caudal efectivo.

El tamaño de la superficie filtrante es difícil de calcular y depende de muchos factores, entre ellos:

- Tipo de polvo.
- Humedad del polvo.
- Concentración del polvo en la corriente de aire.
- Tipo de tela filtrante.
- Porosidad de la torta filtrante (muy difícil de medir)
- Mecanismo de limpieza.
- Intervalo de tiempo entre limpiezas (Secuencia de limpieza)
- Modelo de circulación de aire en el interior del filtro.

Para medir la humedad en el secadero, parámetro fundamental en el proceso, se utiliza un medidor de humedad NIR, cuyo principio de funcionamiento se describe a continuación:

Medidor de humedad NIR utiliza la absorbancia de las longitudes de onda discretas de luz del infrarrojo cercano para la medición del contenido de humedad del producto.

Los enlaces moleculares O-H en la molécula de agua y C-H en los aceites y grasas absorben la radiación infrarroja en varias longitudes de onda específicas. Por medio de un disco rotatorio, que contiene hasta 6 filtros infrarrojos, el medidor NIR genera estas longitudes de onda que responden a la absorbancia y varias otras longitudes de onda no absorbentes. Esta luz se refleja de la superficie del producto y está recogida por los componentes ópticos dentro del sensor de medición. Los impulsos eléctricos resultantes de la luz reflejada se transforman por medio de los algoritmos matemáticos especiales para calcular las mediciones primas de contenido de la humedad y/o aceite. Estos valores primos son, a continuación, escalados por los factores de compensación y sensibilidad para proporcionar lecturas directas de contenidos % de humedad y % de aceite. La compensación por el envejecimiento de los componentes ópticos y por las variaciones en la reflectividad de los diferentes

productos se proporciona gracias a la utilización de transformación algorítmica de los valores de reflectancia de filtros.

Para filtros de mangas de tipo “pulse-jet”, los manuales recomiendan utilizar un valor del parámetro velocidad de filtración (V_f) de entre 1 y 10 cm/s.

En el caso del filtro objeto de diseño, el factor limitante es el espacio en altura. Se dispone solamente de 0,7 m de altura mientras que se puede disponer de poco más de 2 m de anchura y 0,5 m de fondo. Con esas medidas se ha construido un bastidor que soporta tres cartuchos, fácilmente extraíbles dotados de 42 mangas construidas con fieltro de poliéster estratificado punzonado de 450 g/m^2 que permite un 99% de eficiencia de colección, según las especificaciones del proveedor.

Las mangas tienen una superficie útil de $706,86 \text{ cm}^2$ cada una

El nº de mangas por cartucho es de 42 y el nº de cartuchos de 3, lo que hace un total de 126 mangas con una superficie útil de filtración de $8,91 \text{ m}^2$.

Con el espacio disponible no ha sido posible aumentar más la superficie filtrante por lo que se han ajustado los caudales para un valor máximo de V_f de 10 cm/s de la siguiente forma:

Se implementa un sistema de aspiración mediante campanas con las siguientes superficies de aspiración:

Superficie de aspiración frontal: 4050 cm^2

Superficie trasera: 3.000 cm^2

Superficie aspiración lateral derecha: 770 cm^2

Superficie aspiración lateral izquierda: 770 cm^2

La velocidad de captación V_c se ha establecido en 0,4 m/s. Velocidades mayores pueden suponer la aspiración del material del lecho y velocidades menores causarían muchas pérdidas de polvo. Con dicha velocidad y aplicando la fórmula que da el caudal necesario en campanas:

$$Q = P \cdot H \cdot V_c$$

Donde

P: perímetro de la campana en m (sólo una cara si se pone lona)

H altura del borde de campana al punto de producción del polvo en m

Vc velocidad del aire entrada en la campana

Se obtienen los caudales siguientes:

Tabla 2.4.1.- Caudales para las diferentes campanas de aspiración

	Vc (m/s)	Altura H (m)	Q Caudal (m ³ /s)	Caudal (m ³ /h)
Sec. Frontal	0,4	0,2	0,2400	864,00
Sec. Trasera	0,4	0,2	0,2560	921,60
Sec. lateral izda	0,4	0,2	0,1872	673,92
Sec. lateral dcha	0,4	0,2	0,1872	673,92
TOTAL				3133,44

Por tanto necesitamos un caudal, después de pérdidas de 3133 m³/h

Las pérdidas de carga, se han estimado en las siguientes:

Tabla 2.4.2.- Pérdidas de carga medidas en mm c.d.a.

Lugar	Caida de presión (mm c.d.a.)
en mangas limpias	40
en mangas sucias	100
en filtro por fricción	20
en tubos, campanas y boquillas	30
TOTAL con filtro limpio	90

Los filtros de mangas trabajan mejor con una precapa de material adosado a las mangas. Dicha precapa ocasionará una pérdida de carga adicional de 60 mm H₂O (dato basado en los filtros del CEDER). Por tanto se establece una pérdida de carga de diseño de 150 mm c.d.a.

Para seleccionar el ventilador adecuado se ha procedido a buscar un ventilador con clasificación ATEX de alta protección (categoría 2). El modelo CMAT-545-2T-4 al que se le ha implementado una turbina de pala curva nos da, para una pérdida de carga de 160 mm c.d.a., un caudal de 3.100 m³/h. que sirve, en una primera aproximación, para el diseño propuesto.

El sistema de limpieza de las mangas se realiza mediante pulsos de aire comprimido, para lo cual se dispone de dos grupos de electroválvulas alimentadas con aire comprimido seco y limpio de entre 5 y 8 bar. Normalmente, se necesitan menos de 30 l/min de aire comprimido por cada 1.700 m³/h de aire sucio para limpieza por lo que se estima un consumo máximo de 3.000 l por hora de funcionamiento del volteador de aire comprimido. El ciclo del volteador es de 3 minutos funcionando y dos parado por lo que en cada hora el filtro trabajará durante 36 minutos y el consumo máximo de aire comprimido será de 1.800 l/h. El compresor que abastece actualmente el secadero permite generar 72.000 l/h por lo que esta aplicación se puede cubrir junto a otras existentes en la nave de pélets.

El control de los pulsos de aire comprimido se realiza mediante un temporizador ajustable tanto para intervalo de impulso como de pausa. La electrónica permite instalar un interruptor de presión diferencial para que se inicie la limpieza sólo cuando la caída de presión alcanza un nivel predeterminado. Este sistema de trabajo minimiza el uso de aire comprimido y maximiza la vida de las mangas.

2.4.4. Eficacia de aspiración

En base a la velocidad de aspiración V_c que debemos de tener a la entrada de las campanas en la aspiración, la cual se ha fijado en torno a 0,4m/s como ya se ha mencionado anteriormente, se ha realizado mediciones en situaciones diferentes: La

primera con el filtro saturado del secado de astilla de pino (pinaster) y la segunda con el filtro limpio antes del secado de nicotiana.

Estas mediciones se han llevado a cabo con un anemómetro digital y estos han sido los resultados obtenidos:

Tabla 2.4.3.- Mediciones velocidades de aspiración

sección	ranura de izq a derecha)	velocidad con filtro saturado (después de pasar pinaster) (m/s)	Velocidad filtro limpio (antes de pasar nicotiana) (m/s)
delantera	1	0,4	0,5
delantera	2	0,7	0,7
delantera	3	0,9	1
delantera	4	1,2	1,2
delantera	5	1,4	1,5
delantera	6	1,8	1,7
trasera	1	0,4	0,4
trasera	2	0,6	0,7
trasera	3	1,2	1,2
trasera	4	1	0,9
trasera	5	0,8	0,7
trasera	6	0,6	0,7
Lateral izda (mirado desde delante)	1	0,6	0,4
Lateral izda	2	0,5	0,5
Lateral izda	3	0,4	0,4
Lateral derecha (mirado desde delante)	1	0,8	1,6
Lateral derecha	2	0,5	1,3
Lateral derecha	3	0,4	1

A la vista de estos resultados podemos sacar las siguientes conclusiones:

Primeramente se observa como con el filtro limpio las velocidades de aspiración en la mayor parte de las campanas son ligeramente superiores, situación lógica ya que la succión es mucho más eficaz cuando no se encuentra obstaculizada por las mangas saturadas.

Si comparamos los resultados con la velocidad de aire fijada a la que la aspiración es más eficaz (0,4m/s) observamos que en nuestras mediciones, en la gran mayoría de las campanas el valor es el mismo o se acerca bastantes, teniendo en cuenta un cierto margen de error.

Sin embargo, en muchas ocasiones el valor de aspiración es muy superior al esperado, lo que puede producir que las mangas se saturen con más facilidad, aunque todo depende de cual sea el tipo de material que deseamos secar.

Esto se corrige con una adecuada regulación del ventilador centrífugo, analizando si es necesario disminuir su potencia y observando en la parte sucia del filtro si realmente se pierde material en la aspiración.

2.4.5. Ensayo pruebas de secado

Se han realizado diferentes pruebas de secado, en diferentes estaciones del año, con biomasa procedente de cultivos forestales y energéticos. En particular, la capacidad de funcionamiento de la instalación se ha probado con astilla álamo y virutas de olmo, astillas de pino, serrín de pino y nicotiana (cultivos energéticos herbáceos).

Con astilla de chopo el comportamiento del material fue satisfactorio, consiguiéndose un movimiento de traslación constante a través del secadero. Por otro lado, los datos relativos al secado son también buenos con reducciones de humedad de 15 puntos y ahorro de energía convencional del 47%.

El secado del serrín muy húmedo (43%) resultó más lento y costoso, siendo los rendimientos y los ahorros menores que con el material más seco (33% humedad). En ambos casos sólo se consigue reducir 10 puntos de humedad por pasada debido a la dificultad en la transmisión del calor del suelo radiante a través del serrín que se comporta como una capa aislante.

En la existencia de pequeñas tablas y tacos de madera generaba impactos contra las palas del volteador. El cribado y posterior segunda prueba realizada con serrín de pino se decidió cribarlo previamente debido a que el manejo, generó una sustancial reducción de humedad de 9 puntos y un menor apelmazamiento del material que favoreció su secado.



Figura 2.4.2.- Vista general de la instalación del secadero solar durante los ensayos con serrín de pino.

Tabla 2.4.4.- Parámetros analizados en diversas pruebas de secado.

DATOS DE SECADO	unidad	Astillas de	Serrín de		Serrín de		Astillas de
		Chopo	pino en bruto		pino cribado		pino
Pasada		1	1	2	1	2	1
Cantidad inicio	kg MH	6.143	9.463	8.050	8.700	7.555	4.490
Humedad inicio	%	32	43	33	34	24	46
Humedad final	%	17	33	22	24	14	30
Tiempo aporte calor asistido suelo	h	26	36	21	14	12	21
Tiempo aporte solar	h	30	41	24	22	22	35
Tiempo de trabajo	h	46	77	45	36	34	28
Tª media de trabajo del secadero	º C	41,1	41,9	37,0	43,6	42,6	29,7
Flujo horario húmedo entrada	kg/h MH	134	123	179	242	222	160
Flujo horario seco salida	kg/h MH	109	105	154	210	196	125
Energía calor asistido aportado al suelo	kWh	518	923	518	284	242	359
Energía calor asistido aportado al aire	kWh	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	501
Energía solar bruta recibida	kWh	1.457	2.260	1.351	1.249	1.195	1.771
Total consumo energía eléctrica	kWh	219	376	219	178	168	141
Aporte específico de calor asistido	kJ/kg ag ev	1.679	2.352	1.641	892	991	3.125
Aporte específico energía eléctrica	kJ/kg ag ev	711	957	696	560	689	513
Total aporte energía térmica asistida+eléctrica	kJ/kg ag ev	2.390	3.309	2.337	1.452	1.679	3.638
Aporte específico energía solar	kJ/kg ag ev	4.721	5.761	4.286	3.927	4.899	6.430
Ref. consumo específico en tromel	kJ/kg ag ev	4.500	4.000	4.200	4.200	4.500	4.500
Ahorro energía convencional	%	47	17	44	65	63	19
Salto térmico medio	º C	19	22	17	21	19	25
DATOS CLIMÁTICOS MEDIOS							
Tª media	º C	22,5	19,5	20,2	22,7	23,5	4,4
Humedad relativa media	%	32,9	41,6	27,7	27,8	38,0	71,3
Radiación solar media	kWh/m ²	295	371	239	452	416	298

n.a.: No aplicable.

ag ev :agua evaporada
MH: Materia Húmeda

De los ensayos realizados se pueden obtener las siguientes conclusiones principales:

El flujo de material no presenta grandes problemas y se puede trabajar con cualquier granulometría y humedad, pero el mejor comportamiento del secadero en todos los sentidos se da con materiales astillados a tamaños de entre 10 y 25 mm.

Los ahorros de energía convencional (térmica y eléctrica) rondan el 50% cuando se trabaja en condiciones ambientales de radiación solar alta, temperaturas ambiente suaves y humedad relativa baja. Dichos ahorros descienden a valores hasta en torno al 20% en condiciones externas muy adversas.

A la vista de los resultados obtenidos es preciso realizar más ensayos que permitan obtener resultados totalmente fiables para establecer comparaciones definitivas con otros sistemas de secado convencionales, como el de tambor rotativo, en distintas condiciones de humedad, temperatura y radiación solar ambientales.

De cara a la extensión del sistema de secado a aplicaciones industriales concretas, se ha realizado un ensayo de las concentraciones de polvo registradas en el secadero para ver así la eficacia de filtración de nuestro equipo y comprobar si se reducen los parámetros de atmósfera ATEX que se registraban antes de su instalación, el cual se detalla en el apartado siguiente.

2.4.6. Eficacia de filtración del polvo

Este ensayo se ha realizado con un equipo de muestreo en el cual a través de una bomba se absorbe cierto volumen de m³ de aire según la secuencia de absorción a la que estuviera programada. El objetivo de este ensayo es obtener la concentración de polvo en el secadero y analizar la eficacia del filtro.

Sistema de muestreo pseudoisocinético de partículas está formado por:

- A.- Una sonda compuesta por una boquilla, un portafiltros y un filtro.
- B.- Una caja caliente unida a una unidad de control.
- C.- Un tren de muestreo formado por cuatro borboteadores conectados en serie.
- D.- Una unidad de bombeo.



Figura 2.4.3.- Tren de muestreo, caja de control y unidad de bombeo.



Figura 2.4.4.- Caja caliente en el interior del secadero.

La caja caliente que se coloca siempre integrada en el ambiente a analizar, y en cuyo interior hay un filtro, de gran porosidad, que se encarga de retener las partículas que contiene ese aire, un equipo de control de la temperatura de la caja caliente el cual permitía que dicha caja alcanzara los 100°C que se deseaban para el correcto funcionamiento del equipo.

Para el cálculo de la concentración de partículas se mide la masa de partículas recogidas en un filtro y el volumen de gas muestreado. Los filtros se pesan antes y después del muestreo siguiendo el procedimiento indicado en la norma UNE-EN 13284-1.

Además, es preciso realizar el muestreo a una temperatura determinada que se fija mediante un caja caliente unida a una unidad de control en la que se introduce el portafiltros. Los filtros utilizados son de microfibra de cuarzo y tienen un diámetro de 47 mm.

El gas que atraviesa el filtro se pasa por un tren de muestreo compuesto por 4 borboteadores. Los dos primeros contienen agua destilada, el tercero está vacío y el último contiene gel de sílice.

La unidad de bombeo aspira un caudal de gases previamente prefijado y tiene un totalizador con el que se puede determinar el volumen total aspirado.

Tabla 2.4.5.- Datos de concentración de polvo obtenidos en secadero

	HORA 0	HORA FIN	CÁPSULA	V _{TOT 0} (litros)	V _{TOT FIN} (litros)	Volumen de aire aspirado por bomba (litros)	Peso filtro (g)	Concentración (mg/m ³)
Zona 1	9:22	10:22	5C	17527,4	17645,4	118	0,0012	10,17
Zona 2	13:07	14:07	18C	17645,4	17757,4	112	0,0008	7,14
Zona 1	9:28	11:28	6C	17757,4	18005,6	248,2	0,0076	30,62
Zona 2	12:08	13:54	16C	18005,6	18218,4	212,8	0,0075	35,24

Zona 1: Zona de descarga de biomasa seca (junto a calentador de aire MASTER)

Zona 2: Zona de entrada de biomasa húmeda en el secadero (Junto al silo de entrada)

Como introducción a este informe explicar que en este primer ensayo de medición se realizaron cuatro medidas con astilla de pino.

Dos de una hora cada una, primero en zona seca (1) que es donde se forma mayor cantidad de polvo, levantada por las aspas del volteador y en la operación de descarga de la biomasa a una cinta transportadora que saca la biomasa seca al exterior del secadero y una segunda medida en zona de entrada de la biomasa en el secadero (2) zona de menor afluencia de polvo puesto que contiene un alto porcentaje de humedad que luego va desapareciendo a medida que se extiende por el secadero.

Las otras dos medidas se tomaron al día siguiente en los mismos sitios pero con una duración de dos horas cada una.

Una vez explicadas las condiciones iniciales, pasamos al análisis de los resultados de concentraciones de polvo obtenidas.

Toda sustancia orgánica natural como es la biomasa es capaz de explotar si se encuentra confinada en un equipo de proceso y si se reúnen los siguientes requisitos:

- a) Debe generarse una nube de polvo en el interior del equipo.
- b) La nube de polvo generada debe presentar un tamaño de partícula pequeño (inferior a 0,5 mm).
- c) La concentración de polvo debe encontrarse dentro del rango de explosividad (entre 30 g/m^3 – 200 g/m^3).
- d) Debe coexistir la presencia de una fuente de ignición efectiva con la mencionada nube de polvo.
- e) Debe haber suficiente oxígeno para originar y propagar la combustión.

La presión liberada por una explosión de este tipo podría alcanzar un valor que oscila entre; 5-10 bar. A esta presión se le conoce con el nombre de P_{max} y es un valor característico.

A la vista de estas condiciones, que son las que debe cumplir una atmósfera para ser peligrosa (ATEX), observamos que todas las concentraciones de polvo recogidas en nuestras medición es están muy por debajo de ese intervalo de riesgo por lo que, con estos primeros ensayos realizados, observamos que nuestro filtro realiza una captación de polvo bastante eficaz.

2.4.7. Características físicas y químicas del polvo

El estado físico de la biomasa puede clasificarse según el tipo de recurso, como se indica en la tabla

Tabla 2.4.6.- Características físicas de distintos recursos de biomasa

Recursos de biomasa	Tipo de residuo	Características físicas
Residuos Forestales	Restos de aserrío: corteza aserrín, astillas.	Polvo, sólido, Humedad relativa (HR)>50%
	Restos de ebanistería: aserrín, trozos, astillas	Polvo sólido, HR 30-45%
	Restos de plantaciones: ramas, corteza, raíces.	Sólido, HR >55%
Residuos agropecuarios	Cáscara y pulpa de frutas y vegetales,	Sólido, alto contenido humedad
	Cáscara y polvo de granos secos (arroz, café)	Polvo, HR<25%
	Estiércol	Sólido, alto contenido humedad
	Residuos de cosechas: tallos y hojas, cáscaras, maleza, pastura.	Sólido HR>55%
Residuos industriales	Pulpa y cáscara de frutas y vegetales	Sólido, humedad moderada
	Residuos de procesamiento de carnes	Sólido, alto contenido humedad
	Aguas de lavado y precocido de carnes y vegetales	Líquido
	Grasas y aceites vegetales	Líquido, grasoso
Residuos Urbanos	Aguas negras	Líquido
	Desechos domésticos orgánicos (cáscaras de vegetales)	Sólido, alto contenido humedad
	Basura orgánica (madera)	Sólido, alto contenido humedad

Contenido de humedad relativa (H.R)

El contenido de humedad de la biomasa es la relación de la masa de agua contenida por kilogramo de materia seca. Para la mayoría de los procesos es imprescindible que la biomasa tenga un contenido de humedad inferior al 30%. Muchas veces, los residuos salen del proceso productivo con un contenido de humedad muy superior, que obliga a implementar operaciones de acondicionamiento, como las que realiza nuestro secadero.

Porcentaje de cenizas

El porcentaje de cenizas indica la cantidad de materia sólida no combustible por kilogramo de material.

Poder calórico

El contenido calórico por unidad de masa es el parámetro que determina la energía disponible en la biomasa. Su poder calórico está relacionado directamente con su contenido de humedad.

Densidad aparente

Esta se define como el peso por unidad de volumen del material en el estado físico que presenta, bajo condiciones dadas.

Recolección, transporte y manejo

Las condiciones para la recolección, el transporte y el manejo en planta de la biomasa son factores determinantes en la estructura de costos de inversión y operación en todo proceso de acondicionamiento de la biomasa. La ubicación del material respecto a la planta de secado y tratamiento deben analizarse detalladamente para lograr un nivel de operación del sistema por encima del punto de equilibrio.

2.5. Documentos de la memoria

- Antecedentes
- Objetos
- Situación y descripción de emplazamiento
- Descripción y puesta en marcha del sistema de captación y filtración de polvo

3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

3. Referencias bibliográficas

<http://www.lasian.es/wp-content/uploads/2013/10/Informe-t%C3%A9cnico-ON3BIOTERM-2012-solo-cuestiones-t%C3%A9cnicas.pdf>

<http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/7920/tsml1de1.pdf?sequence=1>

Normas CE ATEX

<http://www.fremap.es/SiteCollectionDocuments/BuenasPracticasPrevencion/Libros/LIB.007.pdf>

<http://www.mc-mutual.com/webpublica/Publicaciones/McSaludLaboral/resources/12/atex.pdf>

http://www.lom.upm.es/documentos/Guias/Breve_guia_ATEX.pdf

http://www.motelca.es/Documentos/Dosier_tecnico_ATEX.pdf

http://www.jcyl.es/web/jcyl/binarios/733/413/GU%C3%8DA%20MARCADO%20CE%20ATEX_Completa-Actualizada.pdf?blobheader=application/pdf;charset%3DUTF-8

Clara HUÉSCAR, Herodotos N. PHYLAKTOU, Gordon E. ANDREWS, Bernard M. GIBBS
Energy Research Institute, SPEME, University of Leeds.

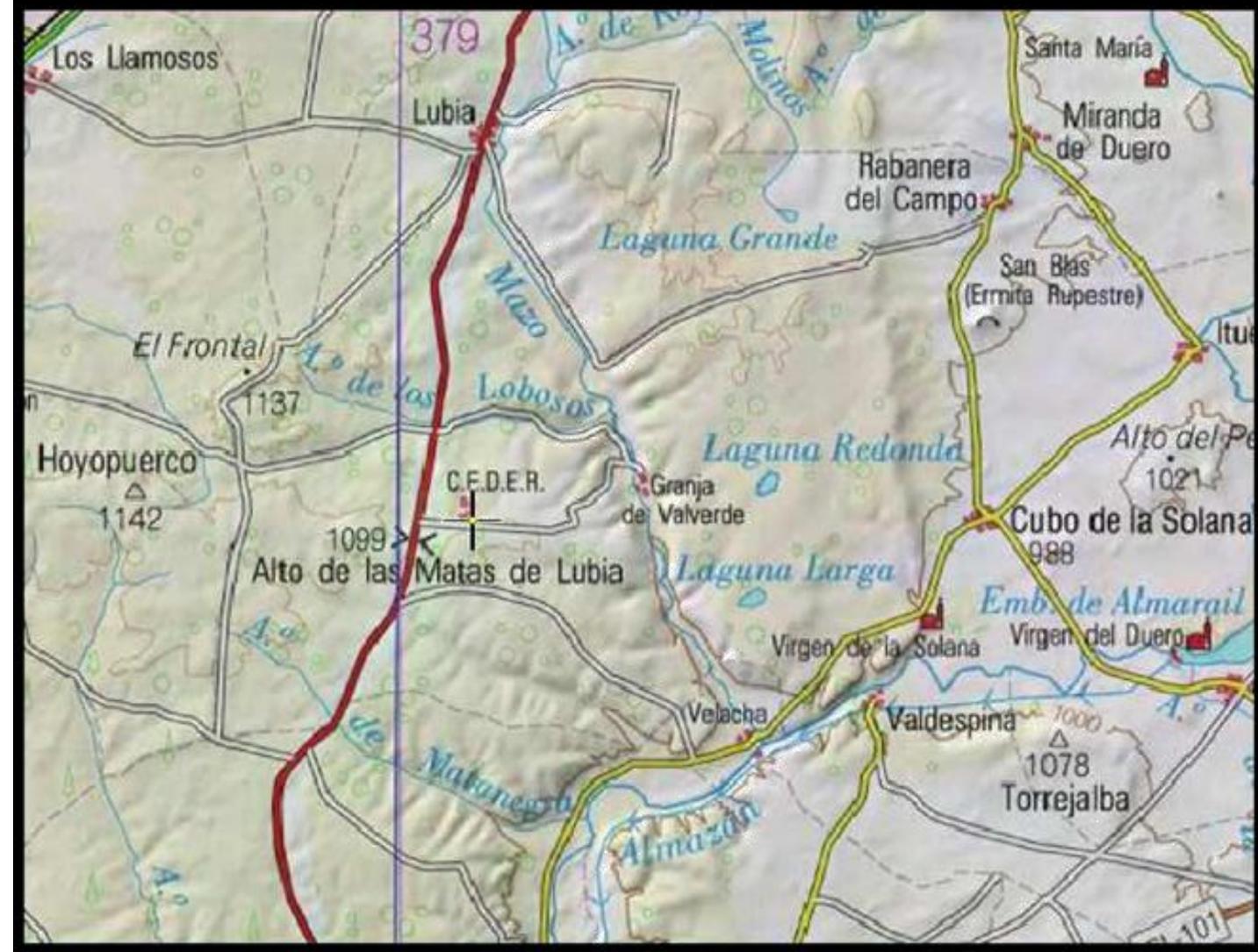
<http://www.interempresas.net/Quimica/Articulos/60607-La-biomasa-y-la-proteccion-contra-explosiones-en-instalaciones-ATEX.htm>

http://www.icasst.es/archivos/documentos_contenidos/3400_5.03.pdf

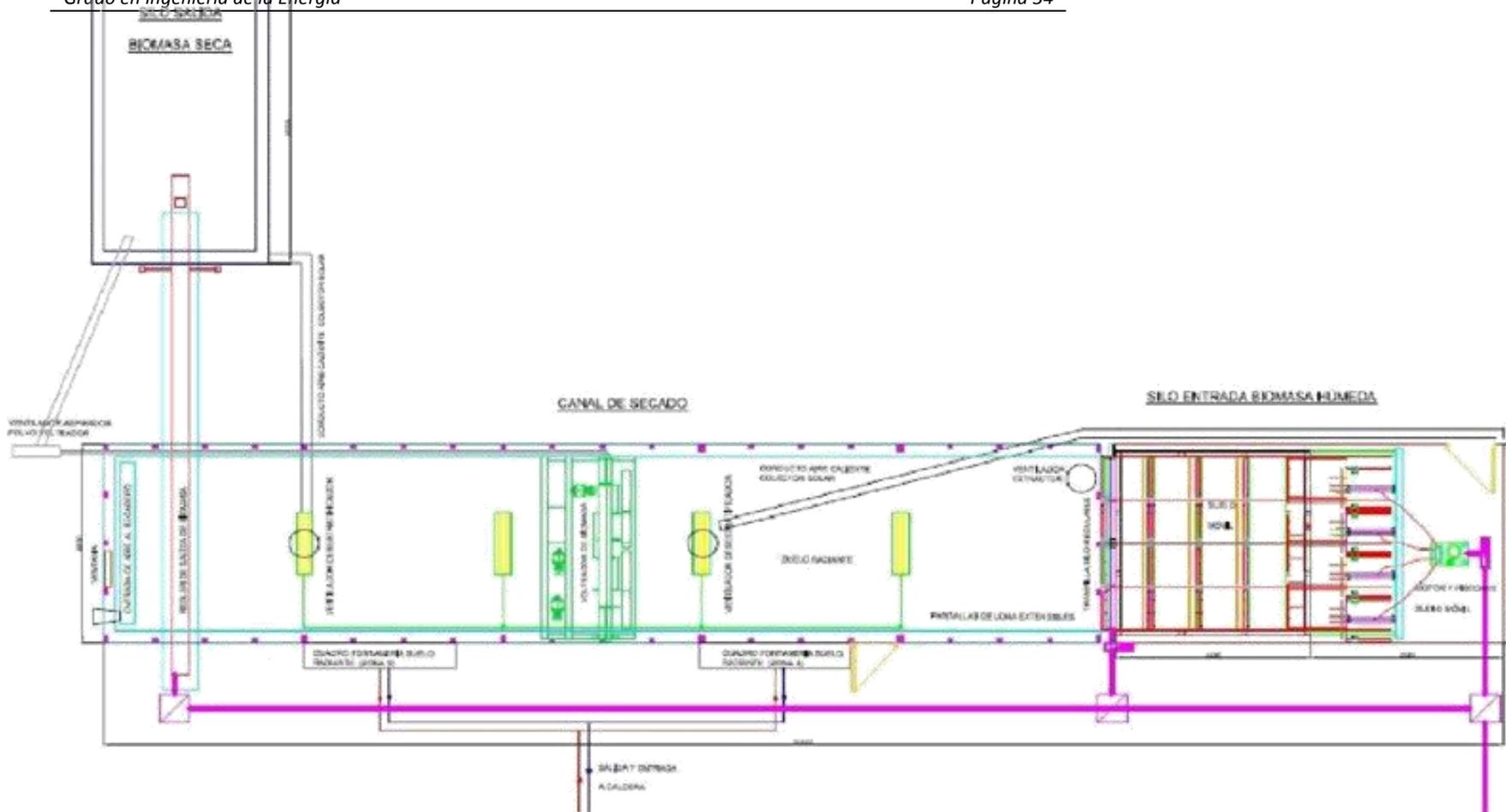
http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1030497

R. BADOS, LUIS S. ESTEBAN, R. ESCALADA, CORREDOR, R., JUAN E. CARRASCO DESIGN,
CONSTRUCTION AND FIRST RESULTS OF A PROTOTYPE HYBRID-SOLAR BIOMASS DRYER.
22nd Biomass Conference and Exhibition. Hamburg, Germany. 22-26 June 2014.

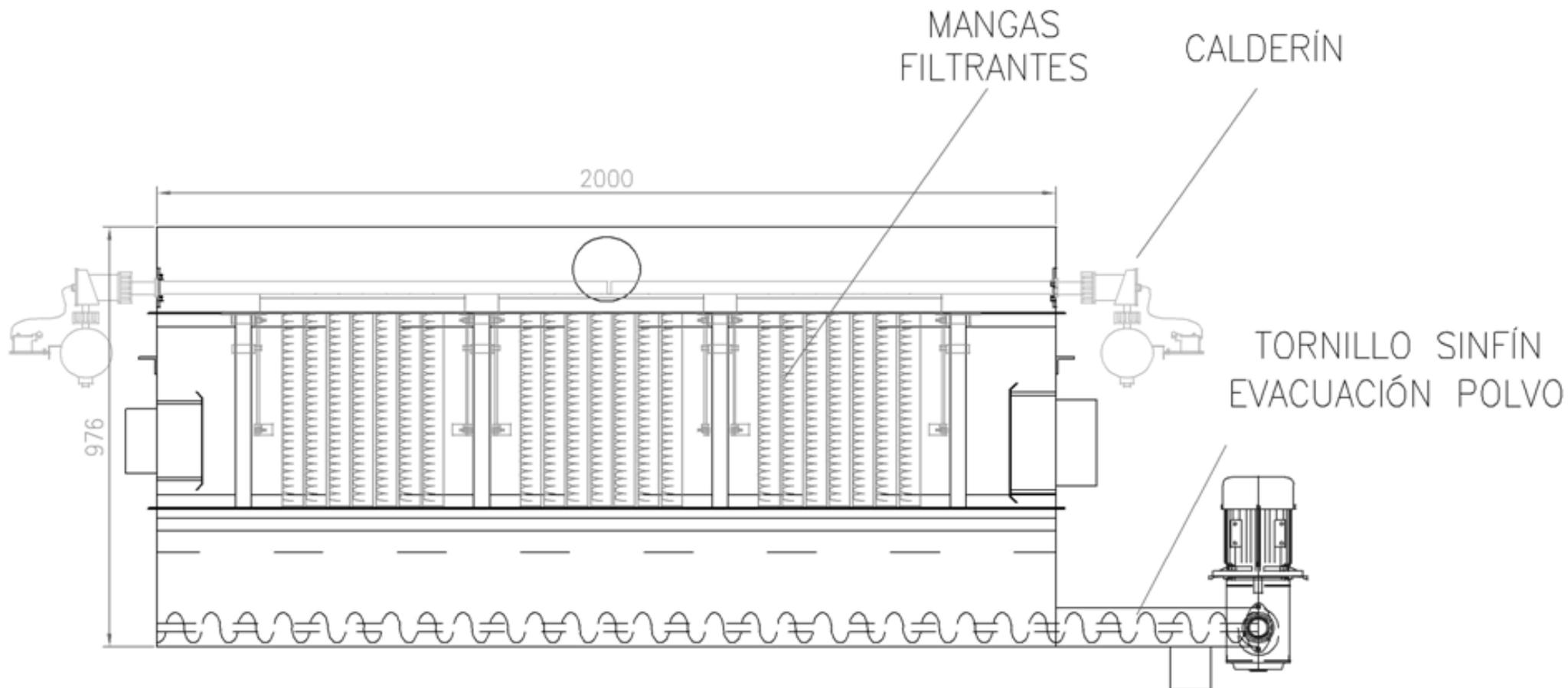
4. ANEXO1: *PLANOS*



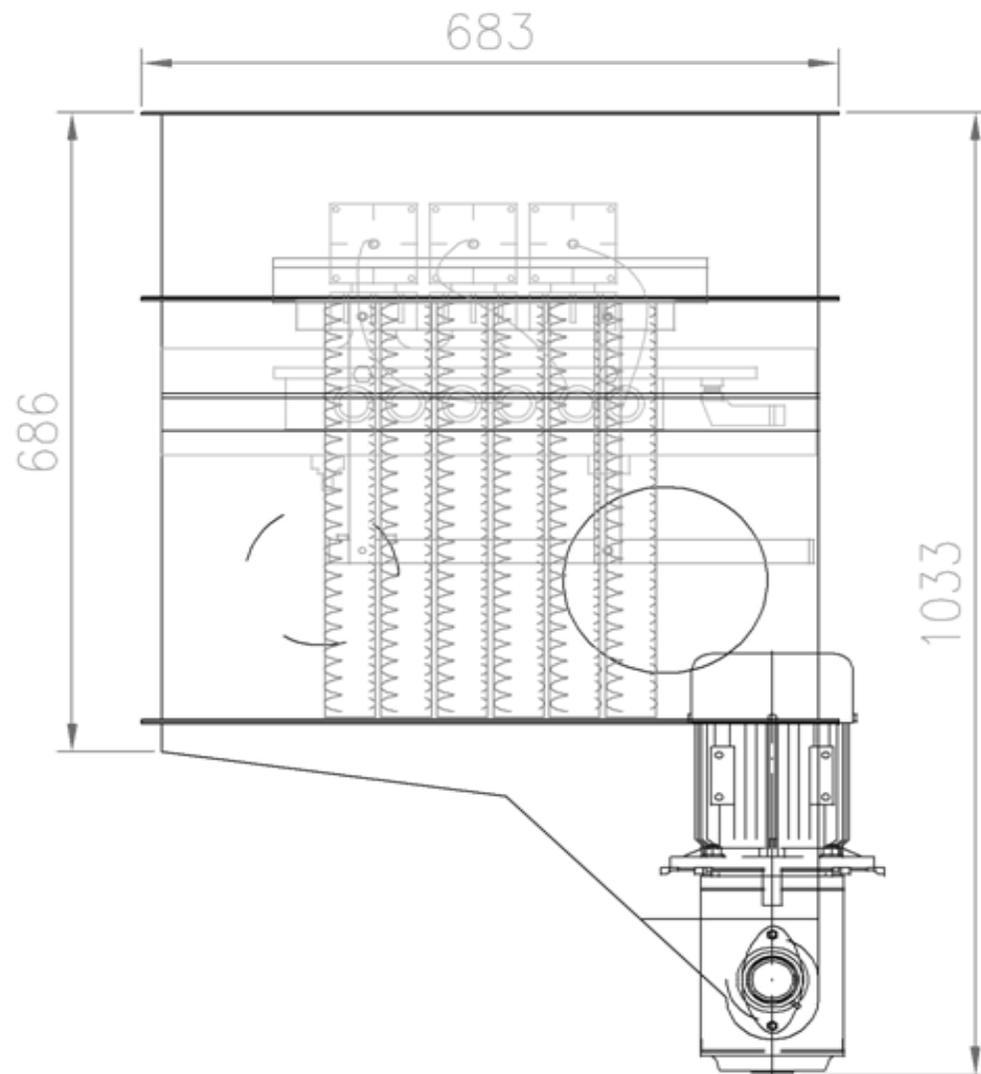
 UNIVERSIDAD DE LEÓN ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS			
GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA			
PROYECTO DE		DISEÑO, EJECUCIÓN Y ENSAYO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN Y FILTRACIÓN DE POLVO EN UN SECADERO SOLAR DE BIOMASA	
PLANO DE	SITUACIÓN		
ESCALA	S/E	Fdo.: <u>Javier Rey Camarero</u>	
FECHA	19/06/2014		
			PLANO Nº 1



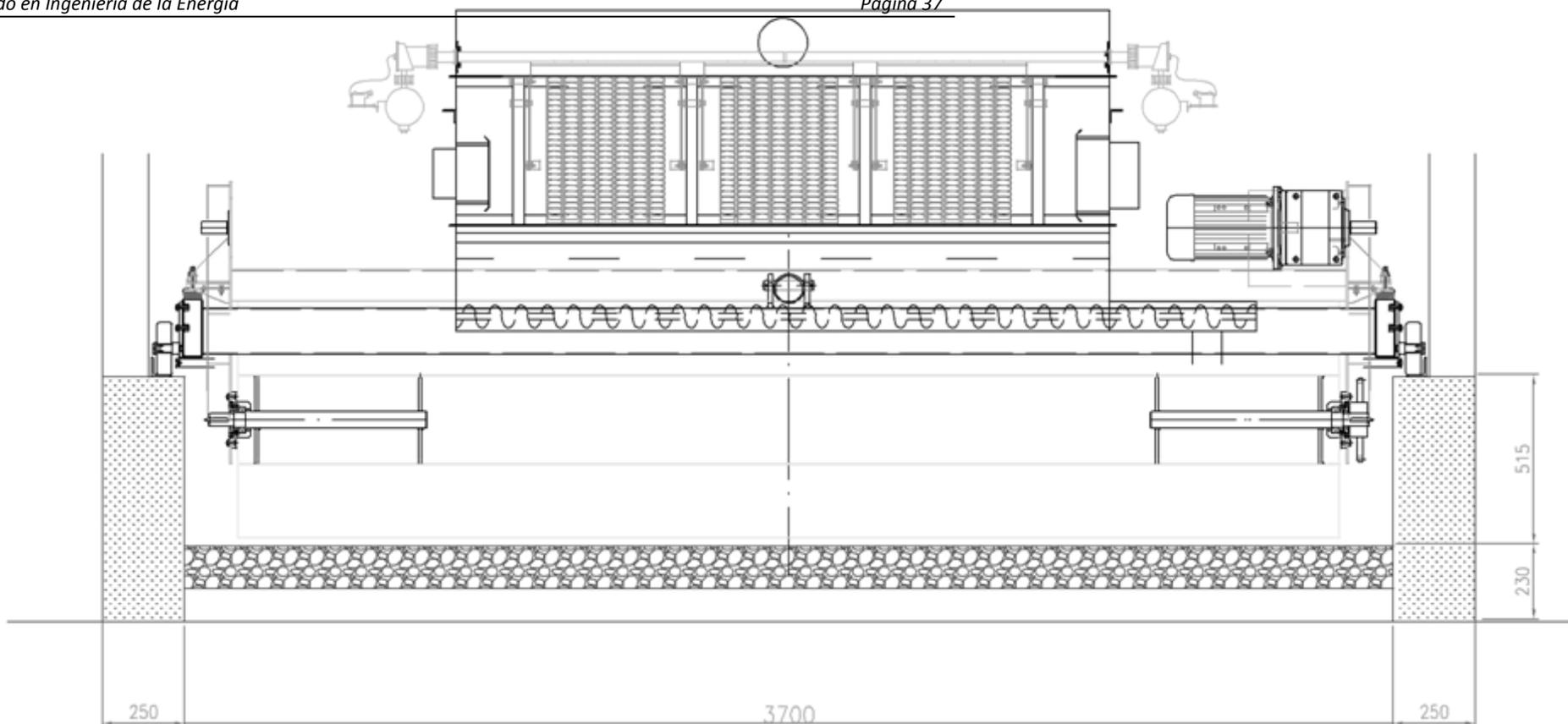
 UNIVERSIDAD DE LEÓN 	
ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS	
GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA	
PROYECTO DE DISEÑO, EJECUCIÓN Y ENSAYO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN Y FILTRACIÓN DE POLVO EN UN SECADERO SOLAR DE BIOMASA	
PLANO DE	EMPLAZAMIENTO- VISTA EN PLANTA SECADERO SOLAR
ESCALA	S/E
FECHA	19/06/2014
Fdo.:..... CEDER-CIEMAT	
PLANO Nº	
2	



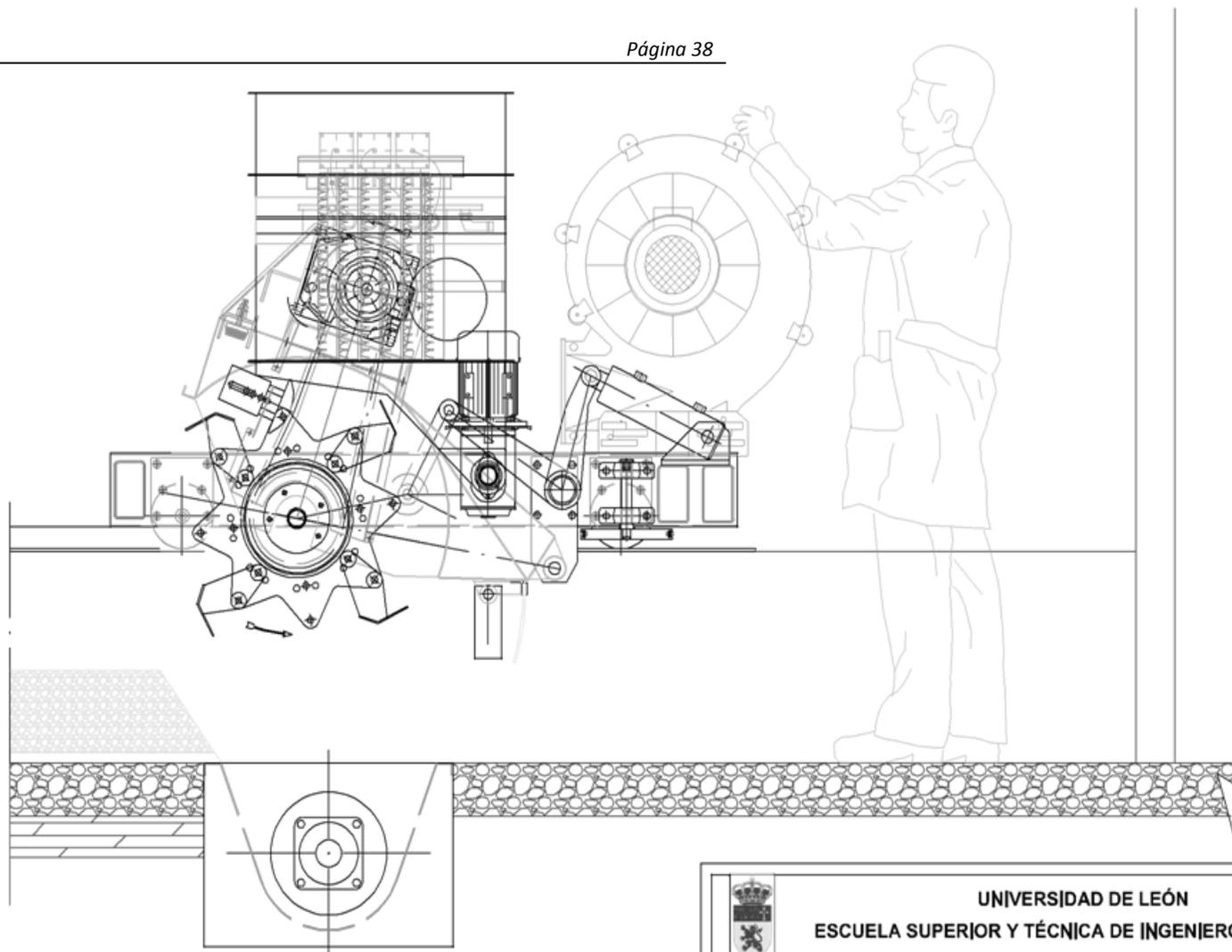
 UNIVERSIDAD DE LEÓN ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS 	
GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA	
PROYECTO DE DISEÑO, EJECUCIÓN Y ENSAYO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN Y FILTRACIÓN DE POLVO EN UN SECADERO SOLAR DE BIOMASA	
PLANO DE	VISTA FRONTAL FILTRO
ESCALA	1/10000
FECHA	19/06/2014
Fdo.: Javier Rey Camarero	
PLANO Nº	
3	



 UNIVERSIDAD DE LEÓN 	
ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS	
GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA	
PROYECTO DE DISEÑO, EJECUCIÓN Y ENSAYO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN Y FILTRACIÓN DE POLVO EN UN SECADERO SOLAR DE BIOMASA	
PLANO DE	VISTA PERFIL FILTRO
ESCALA	1/10000
FECHA	19/06/2014
Fdo.: Javier Rey Camarero	
PLANO Nº 4	



 UNIVERSIDAD DE LEÓN 	
ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS	
GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA	
PROYECTO DE DISEÑO, EJECUCIÓN Y ENSAYO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN Y FILTRACIÓN DE POLVO EN UN SECADERO SOLAR DE BIOMASA	
PLANO DE	VISTA ALZADO FILTRO-VOLTEADOR
ESCALA	1/10000
FECHA	19/06/2014
Fdo.: <u>Javier Rey Camarero</u>	
PLANO Nº	
5	



 UNIVERSIDAD DE LEÓN ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS 	
GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA	
PROYECTO DE DISEÑO, EJECUCIÓN Y ENSAYO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN Y FILTRACIÓN DE POLVO EN UN SECADERO SOLAR DE BIOMASA	
PLANO DE	VISTA PERFIL FILTRO-VOLTEADOR
ESCALA	1/10000
FECHA	19/06/2014
Fdo.:..... Javier Rey Camarero	
PLANO Nº	
6	

5. ANEXO 2.

PLIEGO DE

CONDICIONES

5. Pliego de condiciones

5.1. Objeto de este pliego.

El objeto del siguiente pliego de Condiciones Técnicas es el de definir, acotar y valorar los materiales y unidades de obra, así como cifrar las normas jurídicas generales que regularán la ejecución de la obra de “FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DE FILTRO DE MANGAS” en secadero solar.

5.2. Descripción general y emplazamiento de las obras

Todas las obras se ejecutarán con arreglo a los planos de este Proyecto, a cuanto se determine en estas Condiciones, al cuadro de precios, estados de medición y presupuestos y a las instrucciones verbales o escritas que el Ingeniero Director tenga a bien dictar en cada caso particular.

El emplazamiento de las obras se hará según las especificaciones dictadas en la Memoria y Planos del presente Proyecto.

5.3. Jerarquización de las normas

Las Prescripciones y Normas Generales prevalecerán sobre todas las que pudieran imponerse en este Pliego y estuviesen en contradicción con ellas, salvo que se indique específicamente en esta contradicción por motivos técnicos.

5.4. Condiciones que deben cumplir los materiales

Como norma general, tanto el ventilador que proporciona la fuerza de succión del polvo a través del filtro, como el motor del tornillo sin fin y resto de equipos del interior del secadero, serán de tipo ATEX, es decir, deben estar preparados para trabajar en atmósferas explosivas según marca la directiva ATEX aplicable en la Unión Europea.

5.4.1. Partes eléctricas

El cable de la instalación eléctrica será cable manguera anti-humedad, cumpliendo todas las prescripciones dictadas en el Reglamento Electrónico de Baja Tensión para locales del tipo del proyecto.

El cuadro general se confeccionaría con materiales de primera calidad e irá montado en el armario reglamentario metálico.

5.4.2. Chapa de la estructura

La chapa será de hierro protegida por la correspondiente pintura plástica anti-humedad para evitar su oxidación y deberá de tener un espesor máximo 4 mm. Todas las láminas deberán ir perfectamente soldadas y selladas para evitar pérdidas de polvo y disminuir así la eficacia de filtrado.

5.4.3. Mangas de los filtros

Se utilizarán mangas filtrantes de tela fina de fieltro de poliéster puesto que vamos a trabajar con polvo. Este material es el más indicado cuando se trata de retener partículas muy finas y puede sobrepasar el 99% de remoción en la mayoría de las aplicaciones. Se dispondrán de 3 cartuchos de 6x7 mangas en cada una.



Figura5.4.1.-Cartuchos de mangas de fieltro de poliéster a utilizar.

5.4.4. Tubos flexibles

Se utilizarán tubos flexibles de poliuretano ligero con espiral de acero en su interior ya que es un material más indicado para la conducción de polvo porque evita que se apelmace en las paredes. Se comprobará que en todo el recorrido del filtro no se fuerzan los tubos ni se quedan estrangulados ya que esto podría producir roturas y con ello pérdida de eficacia en la aspiración.

5.4.5. Acero tornillo sinfín

Se utilizará un acero inoxidable para protegerlo del poder abrasivo del polvo. Su colocación debe de ser efectiva para el correcto transporte del polvo evitando que se apelmace en el interior de la tolva y pueda ser expulsado acumulado.

5.4.6. Pantallas deflectoras

Su principal misión es que el polvo se distribuya de forma proporcional por el interior del filtro y evitar así su impacto directo en las mangas filtrantes. Serán de chapa de 4mm de espesor que se colocarán a 120mm de las entradas y tendrán una superficie de 200x322

5.4.7. Otros materiales

Los demás materiales que sin especificarse en el presente pliego hayan de ser empleados en obra, serán de primera calidad y no podrán utilizarse sin antes haber sido reconocidos por el Director de Obra, que podrá rechazarlos si no reuniesen a su juicio, las condiciones exigibles para conseguir debidamente el objeto que motivará su empleo.

5.5. Ejecución de las obras

Una vez que se tienen los planos definitivos en autocad el ingeniero director los manda a taller donde comienza la construcción del filtro.

Posteriormente se lleva el filtro acabado al secadero donde se acopla al volteador mediante unos soportes-guías colocados a la altura adecuada de tal manera que la estructura del filtro no entre en contacto con la lona en el momento en el que el mecanismo se encuentra más elevado que es cuando el rulo del volteador está levantado.

5.6. Obtención del material requerido

El filtro se fabrica en su gran mayoría con materiales disponibles en el CEDER.

La chapa es cortada a medida y soldada por el encargado de taller.

Las mangas se cortan a la medida necesaria y son colocadas en tres cartuchos de 42 mangas cada uno sujetas mediante bridas metálicas y distribuidas uniformemente en la estructura del filtro (parte sucia).

Para el soplado del polvo retenido en las mangas se va a disponer de un calderín (compresor) y tres electroválvulas para cada extremo, las cuales inyectarán aire comprimido con una presión de entre 5-6 bar.

En cuanto al tornillo sinfín de la tolva, el CEDER dispone de una gran variedad de modelos pero se escoge el que a juicio del director de proyecto va a ser el más indicado para evitar que se apelmace el polvo y no pueda salir al exterior con fluidez.

Tanto el motor-reductor del tornillo sinfín como el ventilador del filtro son pedidos por catálogo de tipo ATEX con las especificaciones necesarias.

5.6.1. Estructura

La estructura del filtro se realizará con todos los elementos especificados en los planos correspondientes.

Todos los elementos serán de adecuada calidad y resistencia y se colocarán de acuerdo con las Normas indicadas para este tipo de elementos. Se tendrá especial cuidado en el correcto remate de los bordes chapa-chapa para evitar pérdidas de polvo.



Figura 5.6.1.- Estructura de chapa de hierro del filtro de mangas en fase constructiva.

5.6.2. Caja distribuidora

La caja distribuidora ha de disponer de la orientación adecuada de sus agujeros para evitar el forzado de tubos flexibles y limitar así la circulación del aire limpio. Los agujeros de la misma han de ser de la medida adecuada para que encajen todos los tubos con el espacio justo y evitar así posibles fugas.



Figura 5.6.2.- Caja distribuidora terminada donde van conectados los tubos flexibles.

5.6.3. Soportes para filtro

Los soportes serán perfiles metálicos de la suficiente resistencia como para aguantar el peso del filtro y se colocarán soldados a la estructura del filtro a la grada del volteador. Deberán de mantener el filtro a una altura adecuada entre la lona del secadero y la grada del volteador con el rulo levantado.



Figura 5.6.3.- Filtro de mangas acoplado sobre el bastidor del volteador con soportes recién soldados

5.6.4. Tubos de soplado de mangas

Los tubos de soplado se colocarán lo más próximos a las mangas en la medida de lo posible dado el reducido espacio del que se dispone para una mayor eficacia en el soplado, y estarán agujereados en orientación a las mangas por los cuales saldrá el aire para el soplado de las mismas.



Figura 5.6.4. Tubos de hierro agujereados por donde sale el aire comprimido.

5.6.5. Motor reductor del tornillo sin-fin

Se colocará un motor reductor tipo ATEX con inversión al final del recorrido para que el polvo no se quede acumulado al final y fluya adecuadamente hasta su expulsión al exterior.

5.6.6. Otros trabajos

Para la ejecución de las partes de obra para las que no se consignan prescripciones expresas en este Pliego, el personal de taller se atenderá, en primer lugar a lo que resulte de los documentos del proyecto, en segundo término a las normas que dicta el Director Ingeniero del diseño, y por último, a la buena práctica de la construcción para fabricaciones análogas.

6. ANEXO 3.

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

6. Estudio de seguridad y salud

6.1. Objeto del estudio de seguridad y salud

Conforme se especifica en el apartado 2 del Artículo 6 del R.D. 1627/1.997, el Estudio Básico deberá precisar:

- Las normas de seguridad y salud aplicables.
- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias.
- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas (en su caso, se tendrá en cuenta cualquier tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del Anexo II del Real Decreto.)
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

6.2. Normativa aplicable

- Ley 31/ 1.995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1.997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1.997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 39/1.997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1.997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.

6.3. Identificación de riesgos y prevención de los mismos

6.3.1. Riesgos

A continuación se describen las fuentes de ignición más habituales:

- **Ingreso de partículas incandescentes.** El tamaño de las mismas es importante, y al circular por una conducción con mucho aire, suelen llegar a extinguirse antes de llegar al filtro. No obstante si una partícula incandescente alcanza el filtro podríamos tener una explosión, ya que siempre, ésta, tiene la suficiente energía.
- **Electricidad estática.** Durante el proceso, las partículas golpean continuamente a las mangas dejándolas cargadas electrostáticamente, pudiendo llegar a producir una descarga, entre mangas, de energía suficiente para inflamar el polvo.
- **Equipo eléctrico y mecánico.** Es preciso la adecuación de los equipos (categoría) a la clasificación de zonas. Por ejemplo, los filtros de mangas suelen disponer de lectores de nivel, que deben ser seleccionados de tal manera que la parte que está en el interior (zona 20) del filtro de mangas sea categoría 1D y la exterior (zona 22) sea 3D.
- **Factor humano.** Esta es una de las causas más significativas de las explosiones. Ya sea por desconocimiento, en la mayoría de los casos por incumplimiento de normas. Por ejemplo, en operaciones de soldadura efectuadas correctamente, por no esperar el tiempo suficiente a que se enfríe, se han ocasionado explosiones.
- **Incendio.** Un incendio en las áreas anexas a este tipo de instalaciones puede ser la causa de la explosión del propio filtro. Deben de considerarse, en este sentido, las medidas de prevención y control de incendios en las áreas afectadas.
- **Explosión en instalaciones cercanas.** Si bien esta causa es de menor probabilidad, sus consecuencias pueden ser catastróficas, de ahí la importancia de contemplar medidas de aislamiento de explosiones.

Tabla 6.3.1- Probabilidad de sufrir riesgos de explosión en el filtro para diferentes casos

Ref.	Atmósfera explosiva			Fuente de Ignición			Efectividad de la Fuente de Ignición
	Tipo	Frecuencia	Localización	Tipo	Causa	Probabilidad	
1	Nube explosiva de polvo	En operación normal	En el interior del filtro en «zona sucia»	Partículas incandescentes	Fricciones en alguna zona del proceso	Ocasional	ALTA Depende el tamaño de partícula incandescente
2	Nube explosiva de polvo	En operación normal	En el interior del filtro en «zona sucia»	Electricidad estática	Continuo contacto de partículas con las mangas	Remota	Depende de la sustancia en descarga en chispa suele ser suficiente
3	Nube explosiva de polvo	En operación normal	En el interior del filtro en «zona sucia»	Equipos eléctricos como nivel	Fallo o mala selección	Remota	Suficiente
4	Nube explosiva de polvo	En operación normal	En el interior del filtro en «zona sucia»	Superficie caliente	Soldaduras, corte, incendio, etc...	Ocasional, si no existen protocolos de trabajo	ALTA
5	Nube explosiva de polvo	En caso de explosión	Conducciones de aspiración	Llamas	Explosión del filtro	Remota	ALTA

6.3.2. Técnicas de prevención y protección

En las instalaciones de filtros de mangas debemos considerar las siguientes medidas preventivas:

- **Mangas antiestáticas.** Su utilización se determina a partir de que la EMI (Energía Mínima de Inflamación) de la sustancia sea muy baja (5 -10 mJ).
- **Puesta a tierra.** Garantizándose la conexión de la totalidad de los componentes del filtro a tierra.
- **Adecuación de los equipos a zonas ATEX.** Así para zona 20 equipos de categoría 1D. Para el exterior y zona limpia del filtro, zona 22, equipos de categoría 3D.
- **Disposición de sistemas de extinción de chispas.** Técnica recomendable en aquellos equipos en los que pueda darse la generación de éstas.

Al efectuar la selección de las técnicas de protección deberá considerarse:

- La **localización** del filtro de mangas y su entorno, que en nuestro caso se encuentra en el interior de las instalaciones, así como la eficacia de la técnica seleccionada.
- La **sustancia** en cuestión, si ésta comporta riesgo higiénico para las personas o el medio ambiente (tóxica, etc.), o si su explosividad es muy elevada.
- La **resistencia** del filtro que está condicionada por su tamaño y forma geométrica.

Como medida de protección, el secadero solar dispone de un sistema antiincendios automático en el canal de secado.

El sistema está basado en la medición de monóxido de carbono CO y temperatura en la salida de gases del secadero. Se han instalado los siguientes elementos:

- Anillo interior de tubería de agua con pulverizadores cada 2 m (Figura 1).
- Sistema de succión de gas con diversos filtros y detector de CO (Figura 4).
- Centralita para control y envío de avisos por SMS (Figura 4).



Figura 6.3.1- Sistema antiincendios. Sistema de bombeo y medición de CO (izquierda). Centralita para envío de mensajes y activación de válvula (derecha).

El funcionamiento consiste en lo siguiente: frente a una elevación del contenido en CO (valor habitual cero) o de la temperatura en la salida de aire húmedo del secadero, la centralita envía un aviso a un responsable que se acerca inmediatamente a la instalación. Si la elevación del CO o la T° se hace mayor, se abre una electroválvula que permite el paso de agua al sistema de pulverización (Figura 2.5.1.) y permanece activo hasta que el nivel de CO o temperatura se sitúen por debajo del valor de consigna fijado.

Otra medida de protección contra explosiones para el filtro sería la incorporación de un equipo de venteo. Es el método clásico de protección contra explosiones y más utilizado por la industria. En su forma más simplificada, un panel de venteo, consiste en una fina lámina metálica situada en el volumen del equipo, este panel proporciona el área suficiente de alivio de presión originada en caso de explosión. Este panel de venteo rompe a baja presión (típicamente 0.1 bar), liberando la presión, las llamas y los productos de la combustión, y por consiguiente se consigue que el equipo no sufra daños.

Las mangas tienen un papel muy importante en la evolución de la explosión. Por un lado, son la frontera entre la zona «sucia» donde hay combustible y la «limpia» donde sólo hay aire. Ello nos limita el volumen donde se producirá la explosión.. Las mangas se soportan en una estructura metálica, denominada jaula, de cuya resistencia dependerá que ésta no se desprenda, o se deforme y puedan taponar o reducir el área de venteo.

Así pues, el dimensionado del área de venteo y la eficiencia de esta área, depende de la colocación del venteo con respecto a las mangas.

7. ANEXO. 4

PRESUPUESTO

Y MEDICIONES

7. Presupuesto y mediciones.

7.1. Estado de mediciones

Capítulo 1: Hierro.

Concepto	Unidad	Medición
1.1. Estructura.	m ²	7,44
1.2. Caja distribuidora	m ²	1,05
1.3. Soportes para bloques de mangas.	m ²	0,87
1.4. Pantallas deflectoras.	m ²	0,13
1.5. Varillas para el soporte de las pantallas deflectoras.	m	0,96
1.6. Campanas de aspiración	m ²	1,42
1.7. Perfiles cuadrados para la sujeción del filtro en grada del volteador.	m	2,00

Estado de Mediciones

Capítulo 2: Acero.

Concepto	Unidad	Medición
2.2. Tornillo sin-fin de transporte.	m	2,50

Estado de Mediciones

Capítulo 3: Poliuretano ligero

Concepto	Unidad	Medición
3.1. Tubo flexible Rauspiraflex PUR/M anti inflamable con espiral de alambre de acero de resorte incorporada con un espesor de pared de 0,4mm y 200mm de diámetro.	m	15

Estado de Mediciones

Capítulo 4: Pintura.

Concepto	Unidad	Medición
4.1. Estructura (exterior e interior).	m ²	14,88
4.2. Caja distribuidora (exterior e interior).	m ²	2,10

7.2. Precios unitarios

Precios unitarios

Capítulo 1: Hierro.

Concepto	Unidad	Precio	Total
1.1. Estructura con chapa de 4mm de grosor	m ²	6,28	46,72
1.2. Caja distribuidora con chapa de 4mm de grosor	m ²	6,28	6,59
1.3. Soportes para bloques de mangas hierro de 5mm	m ²	7,05	6,13
1.4. Pantallas deflectoras con chapa de 4 mm.	m ²	6,28	0,82

1.5. Varillas tipo encofrado de 8mm para el soporte de las pantallas deflectoras.	m	0,63	0,60
1.6. Campanas de aspiración chapa de 4mm.	m ²	6,28	8,92
1.7. Perfiles cuadrados de 35x35mm para la sujeción del filtro en grada del volteador.	m	3,52	10,56

Total capítulo 1: Chapa de hierro: 80,34

Precios unitarios

Capítulo 2: Acero.

<u>Concepto</u>	<u>Unidad</u>	<u>Precio</u>	<u>Total</u>
2.2. Tornillo sin-fin de transporte.	m	60	150

Total capítulo 2: Acero: 150

Precios unitarios

Capítulo 3: Poliuretano ligero.

<u>Concepto</u>	<u>Unidad</u>	<u>Precio</u>	<u>Total</u>
3.1. Tubo flexible Rauspiraflex PUR/M anti inflamable con espiral de alambre de acero de resorte incorporada con un espesor de pared de 0,4mm.	m	5	75

Total capítulo 3: Poliuretano ligero: 75

Precios unitarios

Capítulo 4: Pintura.

Concepto	Unidad	Precio	Total
4.1. Estructura (exterior e interior).	m ²	2,02	30,06
4.2. Caja distribuidora (exterior e interior).	m ²	2,02	4,24

Total capítulo 4: Pintura : 34,3

7.3. Presupuesto de ejecución material**PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL**

Capítulo 1: Hierro.....	80,34
Capítulo 2: Acero.....	150,00
Capítulo 3: Poliuretano ligero.....	75,00
Capítulo 4: Pintura.....	34,30
Motor-reductor tornillo sin-fin ATEX.....	1142,00
Calderines y electroválvulas.....	665,83
Mangas fieltro de poliéster de 450mm	756,00
Ventilador centrífugo.....	1480,00
Soldadura (electrodos e hilo).....	100,00
Tornillería.....	50,00
Bridas metálicas (126 unids).....	148,68
Presupuesto materiales	4682,15
IVA (21%)	983,25

Mano de obra:

Personal	Precio (€/h)	tiempo (h)	Gasto (€)
<i>Ingeniero</i>	29,43	20	588,6
<i>Oficial</i>	18	100	1800
Total:			2388,6

TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN: 8054

El total del presupuesto de ejecución material asciende a **OCHO MIL CINCUENTA Y CUATRO EUROS.**

8. ANEXO. 5
CONDICIONES
PARA EL
MARCADO ATEX
Y CE

8. Condiciones para el mercado ATEX y el mercado CE

8.1. Mercado ATEX de un filtro de mangas

ATEX es el nombre de dos directivas europeas que regulan las atmósferas explosivas.

La primera (94/9/CE) está relacionada con los equipos y sistemas de protección instalados en ambientes, y tiene como objetivo dar a conocer las diversas legislaciones de los Estados Miembros relativas a los equipos y sistemas de protección previstos para estas zonas.

La segunda (99/92/CE) establece los requisitos mínimos de protección en materia de seguridad y salud de los trabajadores expuestos a riesgos en atmósferas explosivas.

Un filtro de mangas (sin considerar la válvula rotativa, ni partes móviles en su interior) aunque pueda contener una atmósfera potencialmente explosiva en su interior y se ubique en una zona clasificada, no está sujeto a la directiva 94/9, al no disponer de fuente de ignición propia. Esto es debido a que las fuentes de ignición que puedan llegar al filtro serían del proceso (instalación), como puede ser la carga de electricidad estática en las mangas del filtro o el impacto por la entrada de un objeto extraño y no propias, por lo tanto el filtro de mangas como tal no es necesario que disponga de marcado ATEX. Si deberán disponer de marcado ATEX los equipos eléctricos y mecánicos del filtro que estén en zona clasificada, al igual que las mangas que en líneas generales serán de material antiestático.

Una situación habitual es encontrarse en el mercado filtros de mangas con marcado ATEX para una zona 20 en el interior y una zona 21, 22, como en nuestro caso, en cuanto a ubicación marcado ATEX I 1/2D ó ATEX I 1/3D.

La declaración de conformidad, en este caso, debe hacer referencia a al conjunto completo y en el manual de uso se listarán las partes que forman el filtro.

En estos casos el fabricante ha certificado el filtro de mangas, como un conjunto donde ha evaluado las fuentes de ignición propias que pueda tener y normalmente está certificado con los elementos eléctricos y mecánicos.

En estos casos si dispone de paneles de venteo, se debe recordar que se han instalado para cubrir las posibles fuentes de ignición propias del equipo no del proceso.

En cuanto a las responsabilidades el fabricante será responsable último de dicho equipo y de la protección contra explosiones en lo referente a las fuentes de ignición

propias. La declaración de conformidad debe hacer referencia al conjunto completo y en el manual de uso se listarán las partes que forman el filtro.

En el manual de uso e instrucciones el fabricante debe indicar instrucciones claras referentes al sistema de protección contra explosiones y es donde debe advertir la posibilidad de necesitar, combinado con el sistema de protección contra explosiones, la utilización de aislamiento para evitar la propagación de la explosión.

Responsabilidades.

El fabricante será responsable del sistema de protección contra explosiones que ha utilizado en la evaluación y certificación del filtro, pero siempre en lo referente a las fuentes de ignición propias que pueda tener el equipo. El usuario final tendrá que tener muy en cuenta las instrucciones de uso del equipo para no invalidar la seguridad del sistema de protección contra explosiones.

En cuanto a la propagación de la explosión (aislamiento contra explosiones) en este caso el fabricante no tiene la responsabilidad final del mismo, siendo está del usuario final quien integra el filtro dentro de su instalación.

El usuario final tendrá que incluir el filtro dentro de la evaluación de riesgos de ignición, en lo referente a la riesgos derivados de la interface o ensamblado del filtro con el proceso de la planta, vía Documento de protección contra explosiones (Directiva 199/92/CE) dando validez también al sistema de protección contra explosiones en lo que a los riesgos o fuentes de ignición del proceso y de su instalación se refiere.

En el caso de que la propiedad recurra a una instalador/montador, este caso se ha de considerar instalación desde el punto de vista de la directiva ATEX y por tanto está sujeto a la directiva 199/92 con el Documento de protección contra explosiones.

Al igual que en los casos anteriores el Documento de protección, se desarrollará antes de que se instale el filtro y el usuario final será el responsable último. Por lo tanto debe cerciorarse de que se instala conforme al documento de protección contra explosiones y de que se aporta por parte del instalador/montador la documentación necesaria en lo que respecta a la seguridad contra explosiones de los sistemas instalados por él, incluyendo la protección y en su caso si el instalador/montador se encarga de ello, el aislamiento contra explosiones).

El instalador/montador debe aportar toda la documentación requerida en el Documento de protección contra explosiones que permita verificar las soluciones adoptadas.

8.2. ¿Qué hace falta para poner en el mercado un equipo ATEX?

Para que un equipo o sistema pueda ser comercializado ya no debe cumplir una lista de normas armonizadas, sino que debe haber sido diseñado y construido de acuerdo con los requisitos esenciales de seguridad y salud que aparecen en el Anexo II del Real Decreto, y deberá estar provisto de una declaración de conformidad.

Esta conformidad se basa en:

Cumplir con todos los Requisitos Esenciales de Seguridad aplicables.

Disponer de la Declaración de Conformidad CE, lo que en muchos casos requerirá: disponer de un Certificado de Examen CE de Tipo, emitido por un Organismo Notificado, estar sujeto al control para el aseguramiento de la calidad por parte del Organismo Notificado.

8.3. ¿Qué es un Organismo Notificado?

Es una entidad independiente e imparcial que cada Estado Miembro de la Unión Europea puede comunicar a Bruselas para autorizarle a verificar, ensayar y certificar la conformidad de un producto con las exigencias obligatorias establecidas en las Directivas de “Nuevo Enfoque” que le afecten

Las certificaciones emitidas por estos organismos son válidas en todos los países de la Unión Europea y de la EFTA (asociación europea de libre comercio).

8.4. ¿Qué requisitos esenciales de seguridad son aplicables?

Nuestro filtro debe satisfacer los requisitos esenciales de seguridad y salud aplicables que figuran en el anexo II del Real Decreto.

La redacción de estos requisitos está realizada para tener en cuenta del producto y el avance tecnológico. Básicamente, los requisitos esenciales de seguridad relativos a los equipos y sistemas de protección incluyen:

Principios de integración de la seguridad frente a las explosiones. Los aparatos y sistemas de protección previstos para uso en atmósfera potencialmente explosiva deben estar diseñados con miras a la integración de la seguridad frente a las explosiones.

Obligación de evitar preferentemente la formación o liberación de atmósferas explosivas.

Considerar las posibles anomalías de funcionamiento y utilizaciones incorrectas razonablemente previsibles.

Un marcado que contenga, en particular, el nombre y la dirección del fabricante, y el año de construcción, la letra D (polvos) indicando en qué tipo de atmósferas explosivas puede ser utilizado.

Obligación de incluir un manual de instrucciones que facilite la puesta en servicio, el uso y mantenimiento en condiciones seguras.

Consideración sobre la selección de los materiales.

Elementos de diseño y construcción.

Una lista de los focos potenciales de ignición eléctricos y no eléctricos que se deben evitar.

Requisitos para el equipo lógico.

Requisitos específicos para atmósferas explosivas formadas por polvos.

En caso de que, a pesar de todo, se produjera una explosión que pudiera poner en peligro a personas o bienes por efecto directo o indirecto, el fabricante tomará medidas para detenerla inmediatamente o limitar a un nivel de seguridad suficiente la zona afectada por llamas y la presión resultante de la explosión.

En relación con los sistemas de protección se debe centrar la atención en:

Efectos debidos al calentamiento por llamas.

Resistencia a las ondas de choque.

Influencia de los accesorios.

Cuando se diseña o construye un aparato, el fabricante tiene la posibilidad de aplicar los requisitos básicos esenciales mientras haya llevado a cabo, como paso previo, un análisis del riesgo, o bien de usar las normas armonizadas de acuerdo con la Directiva ATEX 100.

Cuando un equipo presenta conformidad con una norma armonizada, es decir, con una norma reconocida por la Unión Europea y publicada en el Diario Oficial de la Comunidad Europea, se presume que el equipo presenta conformidad con los requisitos esenciales (presunción de conformidad).

El comité técnico TC31 de CENELEC viene elaborando las normas específicas para los equipos eléctricos. Para las normas generales y para equipos no eléctricos, se creó el comité técnico CEN TC305. Existe una relación muy estrecha entre ambos comités.

Actualmente continúan desarrollando las normas armonizadas en el ámbito de esta directiva.

Los fabricantes y Organismos Notificados harán uso, mientras tanto, de las normas europeas existentes, o de las normas ISO o CEI disponibles, o incluso de los proyectos de norma europea que están en progreso.

8.5. ¿Cómo se puede certificar un equipo ATEX?

Para mostrar cómo se satisfacen los requisitos de seguridad, la directiva establece distintos procedimientos así como las opciones disponibles al fabricante o representante legal en función de las categorías y tipo de aparatos.

En ciertos casos es obligatoria la actuación de un Organismo Notificado de la Unión Europea en los aspectos de verificación de ciertos requisitos, ensayos, verificaciones y aseguramiento de la calidad.

Según la categoría y tipo de aparato, los pasos que se deben seguir hasta la Declaración de Conformidad son diferentes, incluyendo:

Certificado de examen CE de tipo:

Es el procedimiento por el cual un Organismo Notificado comprueba y certifica que un ejemplar representativo -tipo- de la producción considerada cumple con los requisitos de la directiva que le son aplicables.

El solicitante pone a disposición del organismo notificado una o varias muestras junto con la documentación técnica adecuada para la realización de verificaciones y ensayos, que consistirá en:

Una descripción general planos, esquemas, etc, de diseño y de fabricación, descripciones y explicaciones para aclaración de planos y esquemas y funcionamiento

Una lista de las normas armonizadas a que se refiere el artículo 5 de la directiva, aplicadas total o parcialmente, y una descripción de las soluciones adoptadas para cumplir con los requisitos esenciales, no recogidos en las mencionadas normas, resultados de cálculos de diseño y de los exámenes efectuados, informes sobre pruebas y control de la fabricación.

De acuerdo a la categoría del producto, el fabricante o representante legal puede optar a los diversos módulos de control de la producción, que se definen a continuación.

Garantía de la calidad de la producción:

Describe el procedimiento por el cual el fabricante garantiza y declara que los productos son conformes al tipo descrito en el Certificado de Examen CE de tipo y satisface los requisitos de la directiva que le son aplicables.

El fabricante deberá aplicar un sistema aprobado de la calidad, la inspección final del producto y las pruebas necesarias.

El sistema de calidad será evaluado por un Organismo Notificado, que efectuará auditorías periódicas de verificación. La evaluación del sistema de calidad se recoge en un informe de la inspección. El fabricante marcará los productos con el número de identificación del Organismo Notificado a continuación de la marca CE.

Verificación de los productos:

Describe el procedimiento mediante el cual el fabricante o su representante legal garantiza y declara que los aparatos son conformes con el tipo descrito en el Certificado de Examen CE de Tipo y con los requisitos aplicables de la directiva. Un Organismo Notificado efectuará las verificaciones y ensayos sobre cada uno de los aparatos, estampando sobre ellos su número de identificación, expidiendo un certificado de las pruebas efectuadas.

8.6. ¿Qué reglamentación afecta a las instalaciones ATEX?

La Directiva 1999/92/CE (ATEX 137), transpuesta al orden jurídico español mediante el R.D. 681/2003, constituye la base legal para garantizar la protección de la seguridad y salud de los trabajadores expuestos a atmósferas explosivas.

Prevista por la Directiva 94/9/CE (ATEX 100) como complementaria relativa a los peligros de explosión, se deriva de la 89/391/CEE, Directiva Marco de Seguridad, Salud e Higiene, la cual ha dado lugar a la ley de Prevención de Riesgos Laborales. Con esto nos podemos hacer una idea de la trascendencia que se espera de la nueva Directiva 1999/92/CE, denominada ATEX 137, que constituye el complemento social sobre protección de la seguridad en atmósferas explosivas.

Entre sus características genéricas se pueden destacar las siguientes:

- Las industrias extractivas quedan fuera de su ámbito de aplicación.
- Se cita expresamente la necesidad de protección contra llamas, presiones y productos de reacción nocivos.
- Es necesario elaborar y mantener un documento de protección contra explosiones

- Se deben coordinar los trabajadores de diferentes empresas en el mismo lugar de trabajo
- Es necesario prever medidas adicionales cuando se produzca la ignición
- Se debe establecer una clasificación de los emplazamientos en zonas.

Conformidad con el tipo:

Es el procedimiento mediante el cual el fabricante o representante declara que los aparatos son conformes con el tipo objeto del Certificado de Examen CE de Tipo.

El fabricante o representante emitirá una declaración de conformidad al respecto, quien asegurará los medios de fabricación apropiados para tal fin, marcando cada aparato con el número de identificación del Organismo Notificado que ha supervisado las pruebas a realizar.

Garantía de la calidad del producto

Es el procedimiento mediante el cual el fabricante empleará un sistema de calidad aprobado basado en la inspección final del producto. El fabricante declarará que los aparatos son conformes con el tipo objeto del Certificado de Examen CE de Tipo.

El sistema de calidad será evaluado por un Organismo Notificado, que efectuará auditorías periódicas de verificación. La evaluación del sistema de calidad se recoge en un informe de la inspección. El fabricante marcará los productos con el número de identificación del Organismo Notificado a continuación de la marca CE.

8.7. Conclusiones sobre el mercado

El conocimiento de las Directivas ATEX (94/9/CE y 99/92/CE) y otras Directivas de interés, como las relativas a máquinas (2006/42/CE) y equipos de trabajo (2009/104/CE), resulta básico para aquellas empresas fabricantes o usuarias con riesgo de atmósferas potencialmente explosivas.

Además de la declaración de conformidad, existe una lista de requisitos esenciales de seguridad que debe reunir cualquier equipo o sistema que haya sido diseñado para ser instalado en zonas ATEX y quiera ser comercializado. Para dichos aparatos y sistemas de protección, tanto eléctricos como no eléctricos, se establecen dos grupos diferenciados: grupo I, para el sector minería y grupo II, que es el caso de nuestro secadero, para el resto de instalaciones con presencia de atmósfera explosiva. A su vez, y en función del nivel de seguridad, se establecen dos categorías para el grupo I (M1 y M2) y tres para el grupo II (1, 2 y 3).

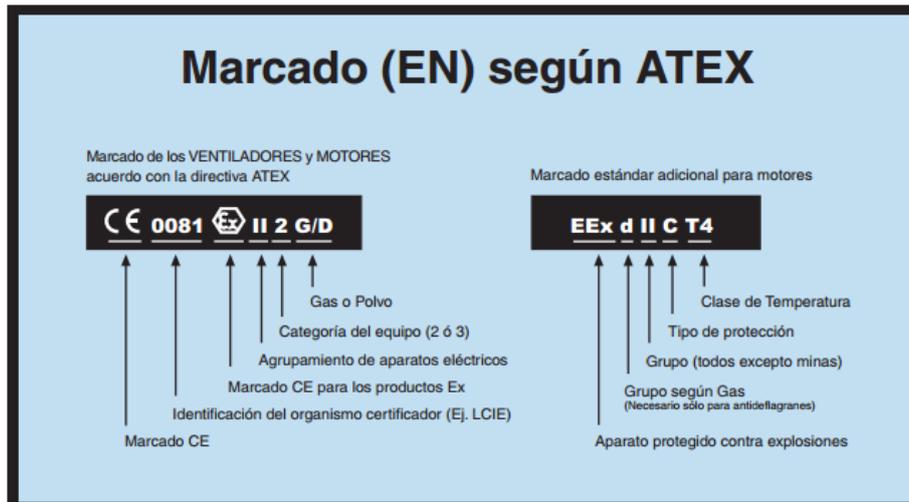


Figura 8.7.1.- Representación gráfica de un marcado ATEX y CE.