

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**“INSTALACION DE UN SISTEMA DE EXTRACCION DE
POLVO Y NEUTRALIZACION DE GASES PARA UN
LABORATORIO QUIMICO”**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECANICO**

DANIEL ADOLFO QUISPE CARRASCO

PROMOCION 2001-I

LIMA-PERU

2009

INDICE

Prologo	1
Capitulo 1 Introducción	
1.1.-Introducción	3
1.2.-Objetivo	5
1.3.-Alcance	5
1.4.-Antecedentes	5
Capitulo 2 Fundamentos de Ventilación Industrial	
2.1.-Contaminantes Industriales	9
2.2.-Riesgos a la salud de las personas	10
2.3.-Especificaciones del contenido de contaminantes en el aire	11
2.4.-Fuentes de contaminación	11
2.5.-Criterios de ventilación industrial	11
2.5.1.-Sistemas de impulsión	11
2.5.2.-Sistemas de extracción	11
2.5.2.1-Sistemas de extracción general	11
2.5.2.2.-Sistemas de extracción localizada	12
2.5.3.-Tipos de campanas	12
2.6.-Parámetros de diseño	13
2.6.1.-Velocidad de succión	13

2.6.2.-Determinación de la velocidad de succión	14
2.6.3.-Determinación de la velocidad de transporte	14
2.7.-Control de los gases y contaminantes en el aire	15
2.7.1.-Equipos de colección de gases y polvo	
2.7.2.-Lavadores de polvo y gases	16
2.7.3.-Colectores de filtros de mangas	17
2.7.4.-Ventiladores	17
2.7.4.1.-Ventiladores axiales	18
2.7.4.2.-Ventiladores centrífugos	18
2.7.5.-Selección del ventilador	19
2.8.-Método de Cálculo del Sistema	20
2.8.1.-Consideraciones para el diseño del sistema	20
2.8.2.-Procedimiento de diseño	20
2.8.3.-Método de cálculo para determinar las pérdidas del sistema	21
2.8.3.1.-Método de presión de dinámica	22
2.8.3.2.-Método de longitud equivalente	22
2.8.4.-Método para balancear el sistema	23
2.8.4.1.-Método de balance por presión estática	24
2.8.4.2.-Método de balance por compuertas	24

Capítulo 3 Planteamiento del problema - Diseño de los sistemas

3.1.-Descripción de procesos	25
3.1.1.-Procesos en la sala de preparación de muestras	25
3.1.2.-Procesos en la sala de ataque químico	26
3.2.-Resultados de los procesos	28

3.3.-Solución del problema	29
3. 4.-Generación de contaminantes	30
3.4.1.-Contaminantes en la sala de preparación de muestras	30
Esquema unifilar del sistema de extracción de Polvo	31
3.4.2.-Contaminantes en la sala de ataque químico	31
Esquema unifilar del sistema de Extracción de Gases	32
Esquema unifilar del sistema de inyección de aire	33
3. 5.-Diseño de las campanas y cálculo del caudal de extracción	33
3.5.1.-Sistema de extracción de polvo	33
3.5.1.1.-Campana y caudal de extracción de chancadora de quijadas	34
3.5.1.2.-Campana y caudal de extracción de chancadora de rodillos	35
3.5.1.3.-Campana y caudal de extracción de mesas de trabajo	36
3.5.1.4.-Determinación del caudal de extracción total	37
3.5.2.-Sistema de extracción de gases	38
3.5.2.1.-Campana y caudal de extracción de mesa de ataque químico	38
3.5.2.2.-Campana y caudal de extracción de mesa de trabajo	39
3.5.2.3.-Campana y caudal de extracción de hornos	40
3.5.2.4.-Campana y caudal de extracción de almacén de reactivos	41
3.5.2.1.-Determinación del caudal de extracción	42
3.5.3.-Sistema de inyección de aire	42
3. 6.-Dimensionamiento de los ductos	43
3.6.1.-Sistema de extracción de polvo	44
3.6.2.-Sistema de extracción de gases	45
3.6.3.-Sistema de inyección de aire	47
3. 7.-Selección de los equipos colectores lavadores de polvo y gases	48
3.7.1.-Torre de lavado de polvos finos	49

3.7.2.-Torre de lavado de gases ácidos	50
3.7.3.-Operación y funcionamiento de las torres de lavado	51
3. 8.-Selección del Ventilador Centrifugo	53
3.8.1.-Consideraciones para selección del ventilador	53
3.8.2.-Consideraciones para la selección del motor del ventilador	55
3.8.3.-Ventilador para el sistema de extracción de polvo	55
3.8.4.-Ventilador para el sistema de extracción de gases	57
3.8.3.-Ventilador para el sistema de inyección de aire	59

Capitulo 4 Costos del proyecto

4.1.-Costo del sistema de extracción de polvo	60
4.2.-Costo del sistema de extracción de gases	60
4.3.-Costo de sistema de inyección de aire	60
Tablas de costos de los sistemas instalados	61

Conclusiones	67
---------------------	----

Bibliografía	70
---------------------	----

Planos

Anexos

CAPITULO 1

INTRODUCCION

La instalación y diseño de un sistema de extracción de polvo y gases en un laboratorio químico de una empresa minera nos da un panorama más amplio del control ambiental y de los contaminantes que son expulsados al medio ambiente. En general, la minería genera contaminantes en todos sus procesos, cuyas emisiones están reguladas por la legislación de salud y control ambiental, documento en los que se dan los límites permisibles de sustancias expulsadas al medio ambiente.

En el laboratorio químico se trabaja directamente con el mineral extraído de los frentes de trabajo, que a través de procesos mecánicos de chancado se obtiene el mineral en polvo; por medio de reacciones con agentes químicos (ácidos) y calor se logra separar e indicar la calidad, y además se determinan las leyes de los elementos constituyentes de las muestras.

Los procesos mecánicos generan contaminantes (polvo mineral), y las reacciones químicas generan gases ácidos en el ambiente de trabajo; por ello es primordial el control y eliminación de los contaminantes por medio de sistemas de neutralización de polvo y gases. Los contaminantes generados son direccionados hacia los sistemas de extracción y neutralización, para luego ser descargados al medio ambiente dentro de los límites permisibles.

El análisis y diseño de los sistemas de ventilación por extracción para controlar, minimizar y eliminar los contaminantes generados en los procesos del laboratorio es el objetivo y compromiso primordial del presente documento. Nos basaremos en las prácticas recomendadas de los compendios de ventilación industrial, así como en la experiencia en el rubro de ventilación industrial y minera. Se tendrá mucho énfasis en la selección, dimensionamiento de equipos, ductos y selección adecuada de los materiales para nuestra aplicación.

Los costos generados para el presente proyecto no son un factor preponderante para llevar a cabo la instalación y diseño de los sistemas de ventilación, ya que se está tomando como principal requerimiento estándares de eficiencia y seguridad operativas dentro del ambiente de trabajo (la salud de las personas que laboran en el laboratorio y el control ambiental).

1.1 Objetivo

- a) Diseñar e instalar un sistema de neutralización de polvo y gases para el nuevo laboratorio químico de una empresa minera, cumpliendo con la normativa actual de la legislación minera de bienestar, salud y protección del medio ambiente.

- b) Aplicar los criterios básicos de la ventilación industrial para el diseño óptimo de los sistemas, garantizando que en el ambiente de trabajo los límites de contaminantes estén por debajo del permisible para las personas y medio ambiente. La selección de equipos y accesorios será primordial para el logro del objetivo.

1.2 Alcance

El diseño e instalación del sistema de extracción de polvo y gases se basa en los criterios actuales de ventilación industrial, el cual contempla el uso de equipos y accesorios adecuados para tal fin; todos los componentes y equipos que se seleccionen serán de fabricación local con el fin de apoyar a la industria nacional. En el desarrollo del presente proyecto se tomara en cuenta que los costos incurridos para llevar a cabo el proyecto son para salvaguardar la salud de las personas y protección del medio ambiente; por ello se deja de lado el criterio de recuperación de capital.

1.3 Antecedentes

La unidad minera se encuentra ubicada en el distrito de Pachángara, Provincia de Oyón, departamento de Lima, a una altura promedio de 4600 msnm.

El acceso hacia la unidad minera desde Lima es mediante la carretera Panamericana Norte hasta Huacho (km 155); luego parte un desvío (carretera de penetración) hasta Sayán (km 40), se continua por una carretera afirmada pasando por Churín (km 105) hasta Oyón (km 135). Se sigue 28 km de carretera afirmada hasta llegar al campamento minero haciendo un total de 318 km desde la ciudad de Lima. (Ver anexo Nro.1)

La unidad minera cuenta actualmente con un laboratorio químico de minerales. En los procesos que desarrolla generan polvos y gases ácidos, los cuáles a través de sistemas de ventilación por extracción eran expulsados al medio ambiente sin ningún control, poniendo en riesgo la salud de los trabajadores y el medio ambiente de los alrededores.

La ubicación del laboratorio dentro de la unidad minera era al costado de la zona de flotación de minerales y zona de almacenamiento de concentrado procesado (zinc y plomo), lo que hace que los niveles de contaminación dentro y fuera del local no sean las más recomendadas.

Hay dos zonas en el laboratorio en las cuales se generan los contaminantes:

- a) **Sala de preparación de muestras:** El mineral se trae de las zonas de trabajo (socavón), y a través de pequeñas máquinas de molienda se va reduciendo el tamaño del mineral hasta obtener polvo (muestras).
- b) **Sala de ataque químico:** Luego del proceso de obtención de las muestras en polvo se procede al ataque químico para la separación del mineral de

otros componentes. El ataque se realiza con reactivos químicos (ácidos) y calor.

Los sistemas de extracción anteriormente instalados solo cumplían la función de expulsar los contaminantes de la zona de trabajo al exterior a través de los ductos y el ventilador diseñados sin ningún criterio técnico. No había ningún control de la salud del trabajador y el medio ambiente.

Ante esta situación la empresa minera decidió mejorar e instalar un nuevo sistema de extracción de gases y polvos. Se realizaron los estudios y cálculos para el nuevo sistema llegando a las siguientes conclusiones:

- 1) Diseño e instalación de un sistema de extracción de polvo para la zona de preparación de muestras, que comprende: Campanas, ductos, ventilador y lavador de polvo.
- 2) Repotenciar el actual sistema de extracción de gases instalando nuevas campanas, ductos y lavador de gases. El sistema actual cuenta con un ventilador centrífugo de marca Airtec S.A., que será repotenciado para la nueva configuración del sistema de extracción.

Todos los aspectos anteriores (técnicos y económicos) fueron analizados por el jefe de laboratorio y la gerencia general de la empresa minera, los cuales decidieron cambiar la ubicación del actual laboratorio químico a una zona libre de contaminación de los alrededores; con ello se logrará tener mejores instalaciones y contar con sistemas de extracción para un control adecuado de los contaminantes.

El nuevo laboratorio químico tendrá las mismas características que el inicial, y desarrollarán los procesos, contará con los equipos del antiguo laboratorio y se incrementara la cantidad de equipos en la zona de preparación de muestras. Para esta nueva disposición, para tener mayor cantidad de puntos de donde se generan los contaminantes, se realizará un nuevo diseño de los sistemas de extracción de polvo y gases (Ver plano Nro. 1), con el objetivo y compromiso de minimizar o eliminar las emisiones de contaminantes al medio ambiente.

CAPITULO 2

FUNDAMENTOS DE VENTILACIÓN INDUSTRIAL

2.1 Contaminantes industriales

La contaminación en términos científicos es la impregnación de aire ó agua al suelo con productos que afectan la salud del hombre, la calidad de vida o el funcionamiento natural de los ecosistemas.

En muchos lugares del país es tal la contaminación del medio ambiente en general (aire, agua, tierra, etc.) que se está minando la salud de muchas personas; esto se debe a los cambios anteriores y actuales en las modalidades de consumo y producción a los estilos de vida, la producción y utilización de la energía, la industria, transporte etc., que no tiene en cuenta la protección del medio ambiente.

El análisis de la Organización Mundial de la Salud (OMS) establece claramente la interdependencia entre la salud, medio ambiente y el desarrollo, y revela que la mayoría de países no lleva a cabo esta integración.

Los procesos industriales en general generan agentes contaminantes, tales como polvo, gases, humos, vapores, líquidos y calor que se deriven de estas actividades, alteran la composición y estado del aire, agua y tierra. Tales contaminantes están presentes en los ambientes de trabajo en concentraciones que muchas veces

exceden los estándares de seguridad permitidos, y generan condiciones de trabajo inseguros e incómodos; por ello es necesario su control y eliminación.

2.2 Riesgos a la salud de las personas

El riesgo para la salud del personal que labora en presencia de tales contaminantes viene asociado al límite máximo permisible (LMP) para tales sustancias, que es indicado en la legislación local o internacional de seguridad en el trabajo, Ley General del Ambiente N° 28611, artículo 117° y 118°. (Ver anexo N°2)

2.3 Especificaciones del contenido de contaminantes en el aire

El límite máximo permisible (LMP) se define como la concentración de una sustancia en el ambiente de trabajo al cual el trabajador puede estar expuesto día tras día sin sufrir ningún efecto nocivo para su salud ni sufrir efectos adversos. En el anexo N°2 se dan los límites permisibles de contaminantes de nuestra actual legislación; Decreto Supremo N° 046-2001-EM.

2.4 Fuentes de contaminación

Las fuentes de contaminación se definen como los procesos industriales en los cuales se generan los contaminantes (polvo, humos, niebla, gases, olores, humedad u otras condiciones indeseables) que se expelen al ambiente de trabajo y medio ambiente exterior, los cuales, dependiendo del grado de toxicidad, se tienen que controlar y eliminar por medio de diseños de sistemas de ventilación eficaces para protección del trabajador y el medio ambiente.

2.5 Criterios de Ventilación Industrial

En las plantas industriales se emplean dos tipos de sistemas de ventilación: Sistemas de impulsión de aire y sistemas de extracción.

- a. Sistemas de impulsión, diseñados para mantener un ambiente confortable (Calefacción, refrigeración, ventilación).
- b. Sistemas de extracción, que abarca grupos de extracción en general y extracción localizada.

2.5.1 Sistemas de impulsión

Se emplean para crear un ambiente de trabajo confortable. Para sustituir el aire extraído de la planta, en muchos casos los sistemas de extracción e impulsión están acoplados. Un sistema de impulsión debe incluir una sección de toma de aire, filtros, equipos de calefacción y/o refrigeración y el ventilador.

2.5.2 Sistemas de extracción, se clasifican en dos tipos:

2.5.2.1 Sistemas de extracción general

Se emplean para el control del ambiente térmico y/o para eliminar los contaminantes generados en un área a través de un barrido de un espacio con gran cantidad de aire. Cuando se emplea para control térmico, el aire debe ser templado y recirculado. Cuando se emplea para dilución de un ambiente (control de contaminantes), el aire debe ser suficiente para que reduzca la concentración a niveles seguros. En muchos casos el aire contaminado es descargado al medio ambiente. Para compensar el aire

extraído se utilizan sistemas de impulsión, que funcionan asociados al de extracción.

2.5.2.2 Sistemas de extracción localizada

La aspiración ó extracción localizada se basa en el principio de capturar el contaminante en o muy cerca de su origen. Es el método de control más utilizado por su mayor eficacia y por el empleo de caudales pequeños. La aspiración localizada se compone de hasta cuatro tipos de elementos básicos: Elementos de captación (campanas), sistema de ductos, el depurador y el ventilador. El objetivo del elemento de captación es captar el contaminante atrapándolo en una corriente de aire dirigida hacia dicho elemento, que en lo sucesivo se llamara campana.

Para transportar el aire contaminado hasta el depurador o ventilador es necesario disponer de un sistema de ductos. El contaminante es separado o eliminado del aire en el depurador. El ventilador es el encargado de vencer todas las pérdidas de rozamiento del paso de aire por la campana, codos y ductos, y producir el caudal de aire necesario.

2.5.3 Tipos de campanas

Las campanas o elementos de captación se pueden clasificar en dos grandes familias: Cabinas y campanas exteriores. El tipo de campana a emplear dependerá de las características físicas del equipo o instalación, del mecanismo de generación de contaminante y de la posición relativa del equipo al trabajador. (Ver anexo N° 3)

Las cabinas son campanas que encierran total o parcialmente el proceso o el punto de generación del contaminante. Una cabina completa sería, por ejemplo, una cabina de laboratorio con manoplas donde no existen aperturas. Una cabina parcial sería una campana de laboratorio o la clásica cabina de pintura.

La cabina es el tipo de campana a elegir siempre que la configuración y funcionamiento del proceso lo permitan.

Las campanas exteriores son las que se encuentran situadas adyacentes al foco contaminante pero sin encerrarlo, como por ejemplo las rendijas a lo largo de una cuba o una abertura rectangular sobre una mesa de soldadura.

Cuando el contaminante es un gas, vapor o polvo muy fino, y no es emitido con una velocidad significativa, la orientación de la campana no es crítica. Sin embargo, si el contaminante incluye partículas grandes que son emitidas con una velocidad apreciable, la campana debe colocarse en dirección a la emisión.

2.6 Parámetros de diseño

2.6.1 Velocidad de succión

Los sistemas de extracción localizada se diseñan para captar y eliminar contaminantes antes que se difundan al ambiente general del local del trabajo. La campana es el elemento esencial para crear un flujo de aire que capture eficazmente al contaminante y lo transporte hacia ella.

La velocidad de succión o captura es la mínima velocidad del aire producida por la campana para dirigir y capturar el aire hacia ella. La velocidad del aire lograda es función del caudal de aire aspirado y de la forma de la campana (Ver anexo N° 4).

2.6.2 Determinación de la velocidad de succión

La determinación de la velocidad de succión depende del tipo de contaminante a capturar y de las condiciones físicas del mismo (inercia, densidad). Los gases, vapores y humos no presentan una inercia significativa. Las pequeñas partículas de polvo de diámetro igual a 20 micras tienen la misma condición. La campana debe generar una velocidad de captura suficiente para capturar y controlar el movimiento del aire cargado de contaminante, y vencer al mismo tiempo el efecto de las corrientes de aire producidas en el local por otras causas. El anexo N°5 muestra la tabla de valores recomendados de velocidad de captura.

2.6.3 Determinación de la velocidad de transporte

La velocidad de transporte viene determinada por el tipo de material que transportara el aire en el ducto. En general para sistemas que manejan partículas es necesario establecer una velocidad mínima de diseño en el ducto a fin de impedir la deposición y taponamiento; por otro lado, una velocidad de transporte elevado implica gran consumo de energía y puede causar abrasión de los ductos rápidamente. El anexo N°6 muestra la tabla de valores típicos recomendados para velocidad en ductos.

2.7 Control de gases y contaminantes en el aire

2.7.1 Equipos de colección de gases y polvo

Los depuradores de aire son equipos que eliminan los contaminantes de una corriente de aire o gas. Existe una gama amplia de diseños de equipos que eliminan los contaminantes del aire de una corriente o gas. El grado de eficacia necesario, la cantidad y características de los contaminantes que deben ser eliminados de la corriente gaseosa y las condiciones de ésta influyen en la selección del equipo para una aplicación concreta. Además, se debe tener en cuenta la protección contra riesgos de incendio y explosión.

Para una adecuada selección del equipo se tienen que considerar los siguientes factores:

- La concentración del contaminante: Está referida al tamaño de partícula que puede variar desde menos 200 hasta más de 400 mg de polvo por m³ de aire.
- La eficacia necesaria: El grado de retención necesaria de polvo dependerá del problema específico planteado, y si el aire depurado será recirculado al local ó evacuado al exterior.
- Características de la corriente gaseosa: Las características del gas portador pueden influir de forma decisiva en la selección del equipo.
- Características del contaminante: Hay que tenerlas en cuenta, pues los productos químicos pueden deteriorar los elementos del depurador o provocar corrosión en los de vía húmeda.

- Consideraciones energéticas: El costo y la disponibilidad de energía hacen que sea esencial un estudio cuidadoso del consumo de energía de cada tipo de captador.
- Recolección del polvo: Los métodos utilizables para la extracción de los materiales que se acumulan en el equipo varían en función del propio material, el proceso y la cantidad recogida y el diseño del captador. Los materiales secos pueden ocasionar generación de polvo en los puntos de descarga. Los depuradores húmedos pueden ser contruidos de forma que se descarguen en discontinuo o con evacuación continua de productos deshidratados.

2.7.2 Lavadores de polvo y gases

Son equipos que están disponibles en el mercado en gran variedad de diseños, con pérdidas de carga de 35 a 2500 mm H₂O. Los lavadores pueden tratar gases a altas temperaturas o saturados de humedad.

Las torres de lavado consisten en una cámara cuadrada o cilíndrica en cuyo interior se introduce agua a través de boquillas pulverizadoras. El principio de funcionamiento es la separación del polvo por impacto con las gotas de agua.

Para eliminar gases, vapores o nieblas se utilizan fundamentalmente las torres de relleno. La pérdida de carga de la corriente de aire en una torre de relleno puede variar entre 35 a 150 mm H₂O. Estos aparatos eliminan gases solubles ó químicamente reactivos contenidos en una corriente de aire por contacto con un líquido adecuado. El agua es el líquido absorbente más

utilizado, si bien en muchas ocasiones precisa el uso de aditivos, y en algunos casos es necesario emplear disoluciones de reactivos químicos. La velocidad transversal (velocidad del aire en la entrada al lecho de relleno) está comprendida entre 1,0 y 1,5 m/s

2.7.3 Colectores de filtros de mangas

Son equipos que eliminan las partículas mediante obstrucción, impacto, interceptación, difusión y atracción electrostática. Las mangas son de tela constituida de cualquier material fibroso, natural como artificial. La capacidad de la tela para dejar pasar aire de ella se llama **permeabilidad**, que se define como el volumen de aire que pasa a través de la unidad de superficie en la unidad de tiempo con una diferencia de presión de 12,4 mm

El dimensionamiento de un filtro se expresa mediante la relación entre el caudal a filtrar y la superficie filtrante. El cociente se llama relación aire-tela ó caudal específico de filtración, y representa la velocidad media de paso de aire a través del medio filtrante.

2.7.4 Ventiladores

Para poder transportar el aire de un lugar a otro es necesaria una energía para vencer las pérdidas de carga generadas por el sistema de ductos, depurador y otros. El ventilador es un equipo que por medio de una diferencia de presión genera un caudal determinado.

Existen diversos tipos de ventiladores que son usados en los sistemas de impulsión o sistemas de extracción dentro de los cuales podemos distinguir:

2.7.4.1 Ventiladores axiales

Usados para sistemas de impulsión ó extracción general. Su característica principal es que proporcionan gran caudal a una baja presión.

2.7.4.2 Ventiladores centrífugos

Son los más usados en los sistemas de extracción localizada. Existen una amplia gama de diseños, y su selección dependerá exclusivamente de las características del contaminante y las condiciones de operación del mismo. (En el anexo N°7 se muestran figuras de los tipos de ventiladores centrífugos)

a) Ventiladores centrífugos de alabes inclinados hacia atrás;

Poseen un impulsor con los alabes inclinados hacia atrás. Son equipos diseñados para transportar aire, pero también pueden trabajar con aire ligeramente sucio ó húmedo. Por la forma de sus álabes son de alta eficiencia aerodinámica y bajo consumo de energía.

Las prestaciones de caudal son medias y trasladan una gran presión estática.

b) Ventiladores centrífugos de alabes radiales; Poseen un impulsor

de álabes rectos, lo cual lo hace ideal para transportar aire con partículas sólidas. Es el más utilizado en los sistemas de extracción

localizada por su versatilidad. Su diseño hace que ningún material ó partícula quede adherido a los alabes del impulsor, lo que garantiza su durabilidad y buena performance. Para condiciones especiales se seleccionan de material adecuado para soportar la aplicación, como por ejemplo gases corrosivos, material abrasivo etc.

- c) **Ventiladores centrífugos de alabes inclinados hacia adelante;** Poseen un impulsor con álabes inclinados hacia adelante. El principal uso es para sistemas de impulsión de aire, calefacción o aire acondicionado. Su diseño lo hace silencioso, con grandes prestaciones de caudal y una presión estática media baja. No es recomendable para aire polvoriento, pues el material se acumula en los álabes del impulsor. Generalmente son llamados ventiladores Sirocco.

2.7.5 Selección del ventilador

La selección del ventilador depende de muchos factores que van desde:

1. Caudal y presión estática.
2. Tipo de contaminante a transportar: Aire limpio o con partículas, a temperatura ambiente o temperatura elevada.
3. Las condiciones ambientales donde funcionará el ventilador.
4. Espacio para la ubicación del ventilador en el sistema de extracción.
5. Nivel de ruido permisible del equipo.

2.8 Método de cálculo del sistema

2.8.1 Consideraciones para el diseño del sistema

Se debe disponer de los siguientes datos:

- a) Distribución en planta de las operaciones, locales de trabajo, edificio, etc.
- b) Esquema unifilar del sistema de conductos, incluyendo dimensiones de planta y alzado, la situación del ventilador y depurador. La identificación de todos los tramos de ductos con números o letras es necesaria.
- c) Un diseño previo ó esquema de la campana a instalar en cada operación, con indicación de la altura y dirección de la brida para la conexión del ducto.
- d) Información sobre los detalles de cada operación, toxicidad de los materiales, características físicas y químicas, y características de la operación.

2.8.2 Procedimiento de diseño

Los sistemas de extracción localizada, desde el más simple al más complejo, tienen en común el uso de campanas de extracción y un conjunto de ductos y accesorios hasta llegar al ventilador. Al comenzar a diseñar un sistema de extracción se debe comenzar por la campana que está más alejada del ventilador. El procedimiento es el siguiente:

- a) Seleccionar o diseñar todas las campanas de extracción ajustándose a la operación a controlar y calcular el caudal de diseño.
- b) Establecer la velocidad mínima en los ductos, teniendo en cuenta las velocidades de transporte indicadas en el anexo N°6.
- c) Calcular la sección del ducto dividiendo el caudal de diseño por la velocidad mínima. Para sistemas que transporten material particulado se debe elegir el ducto comercial disponible con la sección inmediatamente inferior a la calculada con el fin de asegurar que la velocidad real sea superior a la mínima necesaria.
- d) Determinar, a partir del esquema del trazado de la red de ductos, la longitud de cada tramo, el número, tipo de uniones y codos necesarios. Un tramo de ducto se define como un ducto de diámetro uniforme que une dos puntos de interés, tales como campanas, puntos de unión, entrada al ventilador. La longitud a considerar en el diseño es la longitud medida sobre el eje del conducto.

2.8.3 Método de cálculo para determinar las pérdidas del sistema

Cálculo de la pérdida de carga del sistema de extracción localizada:
La pérdida de carga al rozamiento y los accesorios puede ser calculada por el método de presión dinámica o por el de la longitud equivalente. Es preferible el método de la presión dinámica por varias razones:

- a) Generalmente es más rápido, y trata todas las pérdidas, incluyendo las entradas a la campana de forma similar.

- b) Tiene la ventaja de que los reajustes de los cálculos del tamaño de los conductos al usar el método de equilibrado por diseño es más rápido.
- c) Permite comprobar el equilibrio en los puntos de unión de dos conductos y ajustar el caudal, diámetro del conducto o diseño de las campanas para conseguir un equilibrio correcto.
- d) Permite seleccionar el depurador y ventilador tomando como datos el caudal final y la pérdida de carga del sistema.

2.8.3.1 Método de Presión Dinámica

Este método se basa en el hecho de que todas las pérdidas de carga por rozamiento en conductos y resistencia de forma por desprendimientos en accesorios son función de la presión dinámica, y pueden ser calculadas multiplicando la presión dinámica por un factor.

Los factores para campanas, conductos, codos, uniones y otros accesorios se indican en el anexo N°8.1 a 8.4. De esta manera sólo es preciso establecer el inicio del proceso de diseño, y los valores de los factores de pérdidas de codos y uniones. Las hojas de cálculo muestran para los sistemas analizados todos los factores establecidos.

2.8.3.2 Método de Longitud Equivalente

Es un método muy similar al anterior. Se diferencia en la forma de calcular las pérdidas por fricción y en accesorios. La longitud de ducto recto se determina igual que antes, y los accesorios se sustituyen por una longitud de ducto recto que tenga la misma pérdida de carga. Estas longitudes

equivalentes son función del diámetro del ducto, y sus valores se indican en el anexo N°9. La longitud equivalente de los accesorios se añade a longitud geométrica del tramo.

En el anexo N°10.1 y 10.2 se presenta un gráfico de pérdida de carga de un ducto aplicable en este método. En el gráfico se lee el valor de la pérdida de carga en mm H₂O por metro de longitud de un ducto construido de plancha de acero galvanizado. La ecuación del gráfico se indica en la misma figura. La pérdida de carga se determina multiplicando la longitud total del conducto, expresada en metros, por la pérdida de carga unitaria.

2.8.4 Método para balancear el sistema

Al diseñar un sistema con campanas y ductos se aplican los principios y métodos ya expuestos. Sin embargo, en un sistema múltiple es preciso preveer, bien sea con un diseño equilibrado o con compuertas de regulación, la correcta repartición del caudal total en los conductos secundarios.

Para conseguir que la repartición de caudal coincida en cada campana con los valores de diseño, se debe conseguir que para todos los caminos que confluyen en una unión el valor calculado de la presión estática sea el mismo. Para lograr el objetivo se cuenta con dos métodos; el fin de ambos métodos es el mismo: Que en cada campana del sistema el caudal de diseño sea el mismo, y que las velocidades en los conductos secundarios y principal sean las deseadas.

El anexo N°11 muestra la tabla de ventajas e inconvenientes relativos a los métodos de balance de sistemas.

2.8.4.1 Método de balance por presión estática

Es un método que prevee el diseño del sistema de tal forma que se consigue el reparto adecuado de los caudales sin utilizar compuertas de regulación. Este tipo de diseño se inicia en la campana más alejada del ventilador, y se avanza de ducto secundario a ducto principal, y cada sección de conducto principal a la siguiente sección hasta alcanzar al ventilador. En cada unión, la presión estática necesaria para lograr el caudal de diseño en una corriente debe ser igual a la presión estática en la corriente de aire a la que une la anterior. La presión estática se equilibra eligiendo el diámetro del ducto, el radio de los codos, etc.

2.8.4.2 Método de balance por compuertas

El procedimiento se basa en la instalación de compuertas de regulación, que serán ajustadas una vez que el sistema se ponga en funcionamiento para conseguir el caudal deseado en cada campana. En cada unión se suman los caudales de las dos corrientes concluyentes.

CAPITULO 3

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA – DISEÑO DE LOS SISTEMAS

3.1 Descripción de procesos

En el laboratorio hay dos zonas donde se desarrollan los procesos.

3.1.2 Procesos en la sala de preparación de muestras

- Tipos de mineral que procesan:
 - Mineral grueso: Proviene de interior mina, exploraciones y chancado.
 - Mineral fino en pulpas: Proviene del proceso de planta concentradora.
- Tamaño de muestras tomadas de la mina (Geología):
 - De 3 a 5 Kg, hasta de 2" de tamaño.

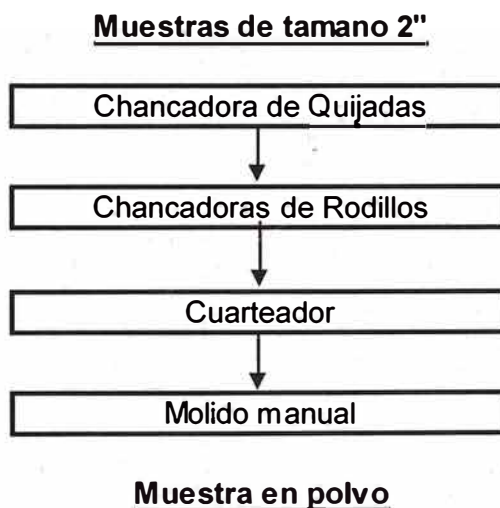
Equipos utilizados en los procesos:

- Chancadora de quijadas: Reducen el mineral de 2" hasta ¼" de tamaño final.
- Chancadora de Rodillos: Reducen el mineral de ¼" hasta 2,0 mm (malla 10) de tamaño final.
- Cuarteadores: Tamaño de mineral procesado hasta 2mm.
- Mesas de trabajo: Pulverizado manual de 2 mm a 106 micrones de tamaño.

El flujo de proceso es la siguiente:

- Recepción de muestras geológicas y muestras de planta concentradora.
- Codificación y secado de las muestras.
- Trituración a $\frac{1}{4}$ " de tamaño por medio de una chancadora de quijadas: Primer punto de generación de polvo.
- Trituración a malla 10 – reducción de peso +/- 150 g por medio de una chancadora de rodillos: Segundo punto de generación de polvo.
- Separación según el tamaño del mineral en el cuarteador.
- Pulverizado del mineral a 106 micrones manualmente en una mesa de trabajo con rodillo metálico: Tercer punto de generación de polvo.
- Ensobrado de las muestras.

Flujo de proceso en la Sala de Preparación de Muestras



3.2.2 Procesos en la sala de ataque químico

Tenemos identificados los lugares donde se realizan una serie de procesos químicos que generan contaminantes:

- Mesa de trabajo:
 - Se realizan separaciones por filtración de hierro, insolubles y sulfato de plomo.
 - Se realizan adición de reactivos para vía clásica y para absorción atómica (AA).
 - Los reactivos que son utilizados en este proceso son los siguientes:
 - *Acido nítrico, ácido perclórico, ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, peróxido de hidrógeno.
- Mesa de ataque químico: Vía clásica
 - Se realiza el ataque químico de las soluciones a través del calor de las estufas eléctricas.
- Hornos de absorción atómica:
 - Hornos de secado: Separa el agua contenida en el mineral por evaporación.
 - Horno de calcinación: Separa los componentes orgánicos y metálicos por sublimación.
 - En la absorción atómica se ionizan las muestras para ser absorbidas por la radiación de un elemento determinado y luego cuantificado.
- Almacén de reactivos: En el cual se almacena los diferentes ácidos para los procesos: Acido clorhídrico, ácido nítrico, ácido sulfúrico, ácido perclórico, ácido acético, hidróxido de amonio.

El flujo del proceso es el siguiente:

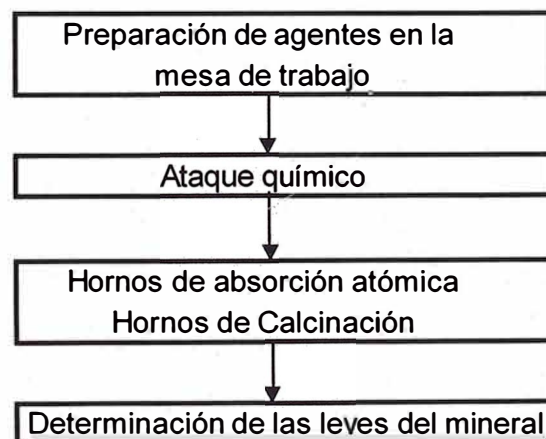
- Recepción de muestras de la sala de preparación de muestras.
- Clasificación: Geología o planta concentradora.
- Muestras para vía clásica.
- Muestras por absorción atómica.
- Pesado – Disolución para vía clásica/para absorción atómica.

¿Qué se obtiene finalizado el proceso?

- Soluciones de cloruros de zinc, plomo, cobre, plata, hierro.
- Precipitados de sulfato de plomo, insolubles y óxido de hierro.

En los procesos se generan los siguientes contaminantes: Gases de SO_2 , NO_x , SH_2 .

Flujo de Proceso en la Sala de Ataque Químico



3.2 Los resultados finales:

Los procesos en la sala de preparación de muestras y sala de ataque químico da lugar a la determinación de las leyes de los elementos constituyentes de las muestras.

3.3 Solución del problema

La no instalación de un sistema de control y eliminación de contaminantes traerá como consecuencia que las zonas de trabajo estén contaminadas, mermando la salud del trabajador, su productividad y la contaminación del medio ambiente.

Los sistemas de extracción deben capturar los contaminantes y trasladarlos fuera del ambiente de trabajo; por ello es muy necesario contar con equipos de eliminación y control por los cuales el aire contaminado será tratado, y luego recién descargarlo al medio ambiente.

En el laboratorio se generan dos tipos de contaminantes: Polvo metálico y gases ácidos, que tienen diferentes características físicas y químicas; es por ello que se tendrá que diseñar un sistema de extracción y neutralización para cada proceso.

Identificando los puntos de generación de contaminantes y las características de los mismos, procederemos a diseñar y calcular los sistemas de extracción necesarios para el control de las emisiones. Nos basaremos en las recomendaciones sobre ventilación industrial para tener sistemas óptimos y eficientes. Cada sistema contará con sus puntos de extracción localizada, que se diseñarán y calcularán en función al tipo de operación, tamaño, funcionamiento de las máquinas y procesos que se desarrollan.

El objetivo final es tener un ambiente de trabajo confortable, y que se descargue al medio ambiente aire con niveles de contaminación por debajo del límite máximo permisible.

3.4 Generación de contaminantes

Los contaminantes se generan en la sala de preparación de muestras y la sala de ataque químico.

Para cada caso se diseñara un sistema de extracción localizada.

En el plano N°1, tenemos la vista de planta del laboratorio químico donde están las dos salas, la ubicación de equipos y mesas de trabajo.

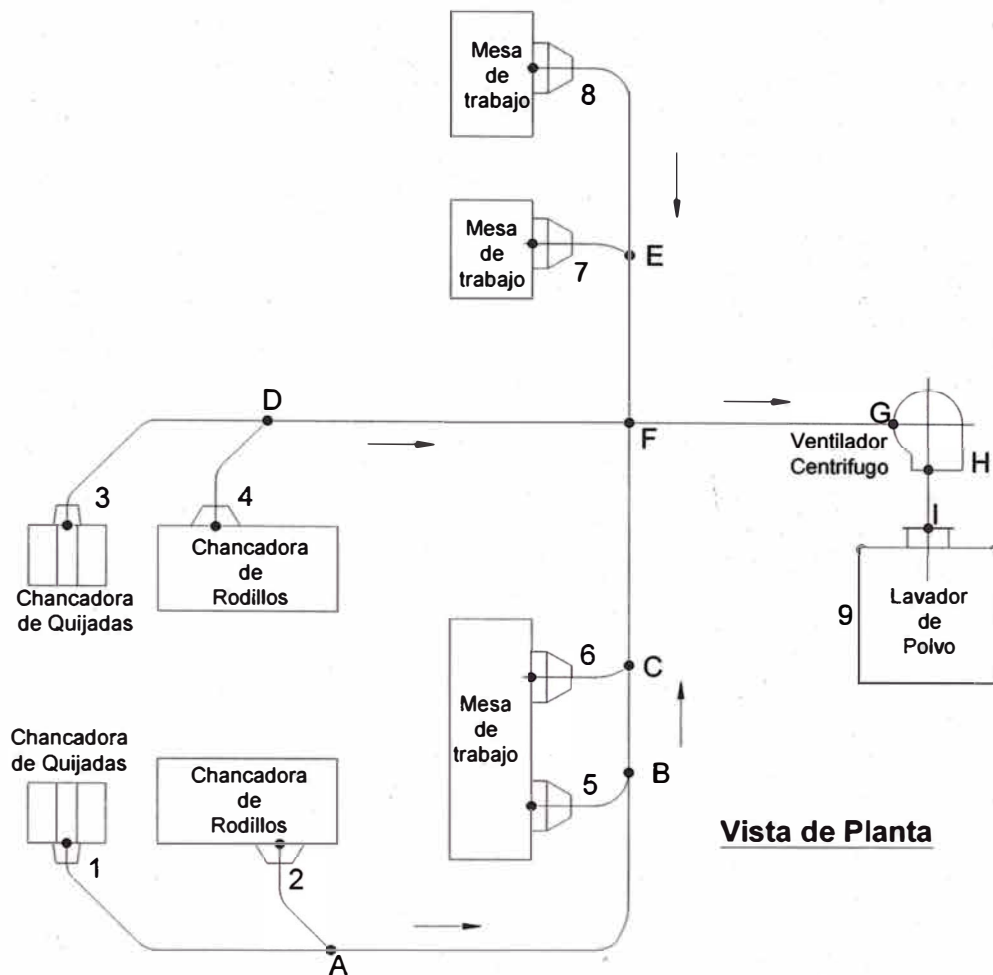
3.4.1 Contaminantes en la sala de preparación de muestras

Cuenta con los siguientes equipos:

- a) Chancadora de quijadas: 02 unidades.
- b) Chancadora de rodillos: 02 unidades.
- c) Mesas de trabajo: 02 zonas de trabajo.

Las fuentes de contaminación son las chancadoras y mesas de trabajo. La generación de polvo se da en los equipos en funcionamiento cuando el operador realiza la limpieza por medio de aire comprimido y cuando el personal reduce el tamaño del mineral en la mesa de trabajo.

Esquema unifilar N°1. Sistema de extracción de polvo: Puntos de extracción considerados.



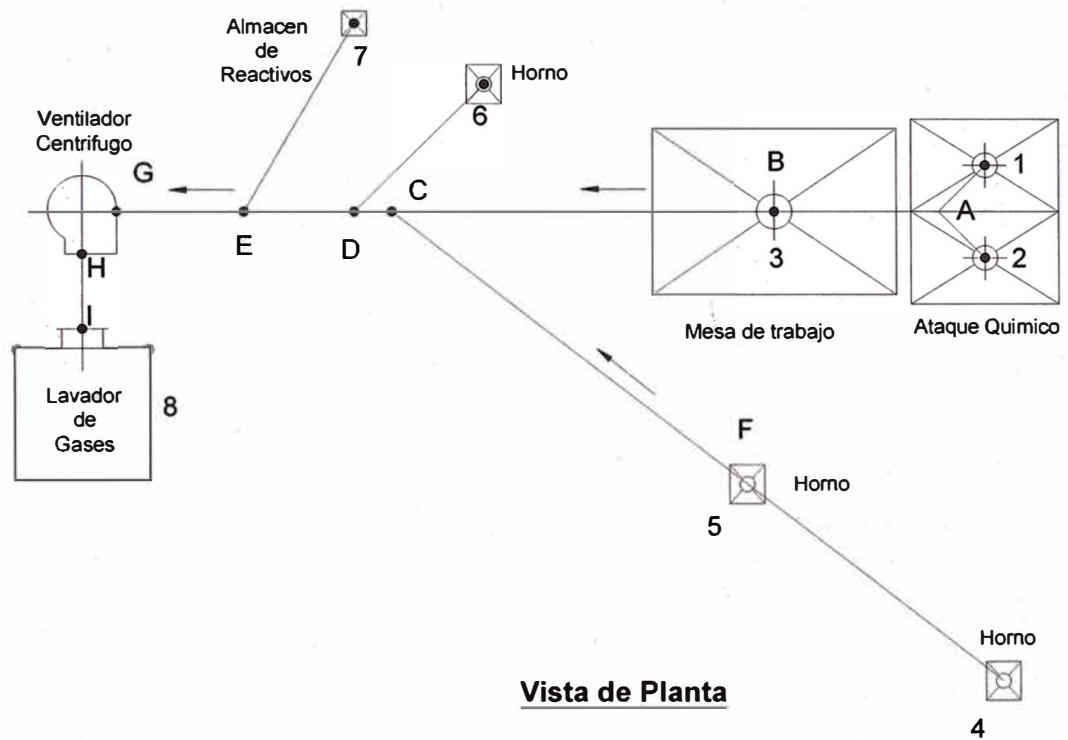
3.4.2 Contaminantes en la sala de ataque químico:

En la sala de ataque químico encontramos varios puntos de extracción que detallamos a continuación.

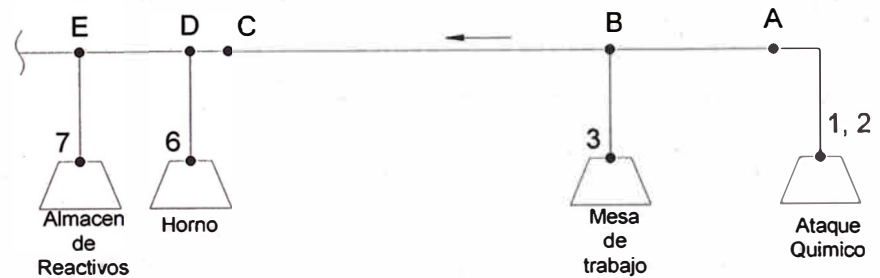
- Mesa de trabajo (Vía Clásica) donde se colocan las buretas y vasos de reactivos para el ataque químico de la muestras.
- Mesa de ataque químico por acción de ácidos y calor
- Hornos de secado y sublimación.
- Hornos de absorción atómica.

e) Almacén de reactivos: Zona donde se generan vapores ácidos.

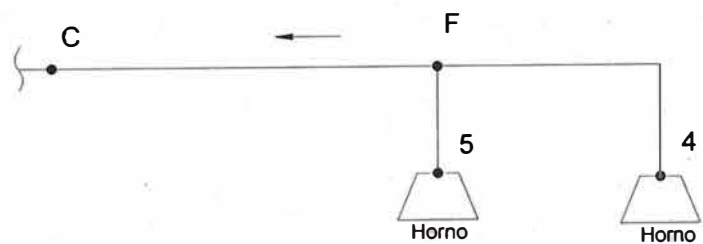
Esquema unifilar N°2. Sistema de extracción y neutralización de gases ácidos: Puntos extracción considerados.



TRAMO 1-E



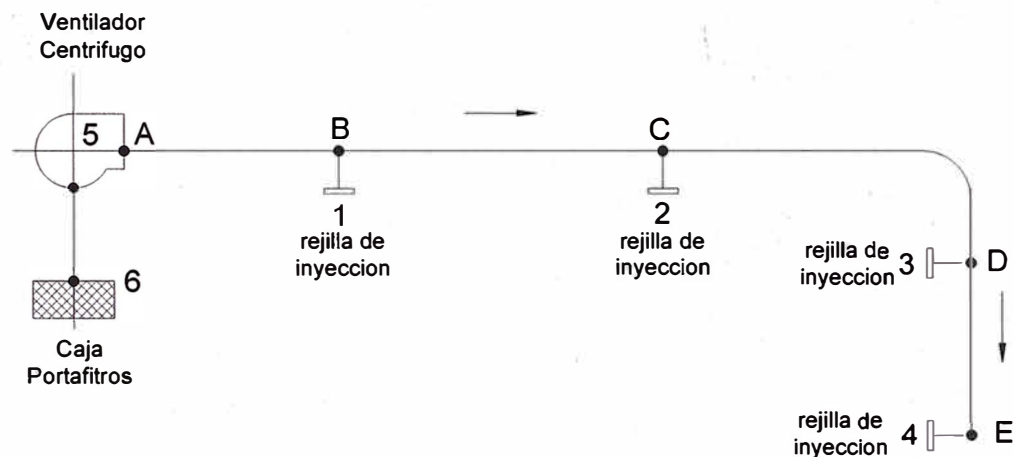
TRAMO 4-C



Vista de Elevación

Se está considerando un sistema de inyección de aire forzado a la sala de ataque químico para mantener una presión negativa baja en el ambiente, y garantizar que todos los vapores ácidos sean capturados y extraídos por el sistema de extracción; para ello se está tomando en consideración que el caudal inyectado sea el 70% de caudal extraído.

Esquema unifilar N°3. Sistema de inyección de aire zona de ataque químico: Puntos de inyección de aire filtrado.



3.5 Diseño de las campanas y cálculo del caudal de extracción

3.5.1 Sistema de extracción de polvo

Según el esquema unifilar N°1 tenemos las cuatro campanas para las máquinas de chancado y las campanas con rejillas de extracción para las zonas de mesas de trabajo.

Las campanas 1, 2, 3 y 4 en las máquinas de chancado se instalarán cabinas. El caudal de extracción quedará definido por el tamaño de máquina y la puerta de acceso a la cabina. Las cabinas tendrán una campana en la

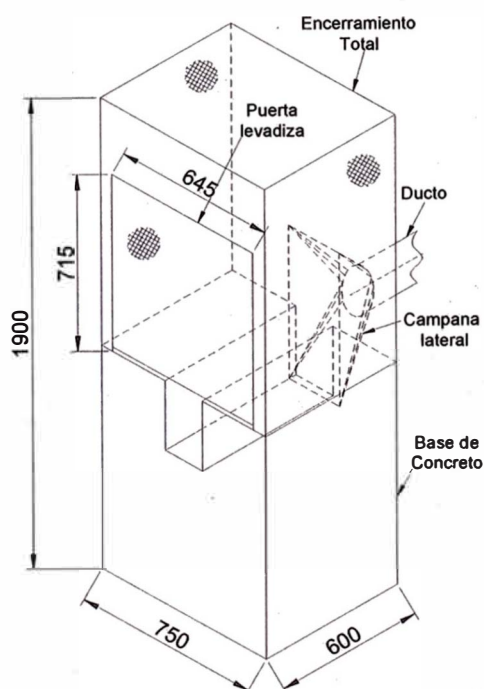
parte posterior, y el tamaño está en función al punto exacto de generación de polvo, como se indica en el capítulo 2. El principio de captura se basa en arrastre de polvo por la corriente de aire de extracción.

En las mesas de trabajo 5, 6, 7, 8 se instalarán campanas de extracción con rejillas en zonas, según lo indicado por el personal que labora en el laboratorio. El diseño se basa en la captura de polvo a través de rejillas; la alta velocidad de la corriente de aire en las rejillas garantiza su efectividad. Para el cálculo del caudal necesario se tomará como referencia un encerramiento lateral por tres lados, y se aplicará la fórmula para tal fin.

3.5.1.1 Campana y caudal de extracción de la chancadora de quijada 1 y

Para el cálculo del caudal de extracción necesario se considera un encerramiento total del equipo. El acceso se hará a través de una puerta levadiza frontal de dimensiones, según se muestra en la figura N°1.

Figura N°1



Se tomará en cuenta las condiciones más desfavorables de operación del equipo: La puerta levadiza totalmente abierta y el equipo esté trabajando.

Para las dimensiones de la máquina y diseño del encerramiento se considera cabina con encerramiento en los tres lados; ingreso de aire por la parte frontal.

Del anexo N°3, aplicamos la formula de encerramiento lateral por tres lados.

$$Q = W \times H \times v$$

, donde:

- Q: caudal (m³/s)
- W: ancho (m)
- H: altura (m)
- v: velocidad de captura en m/s

Las dimensiones las obtenemos de la figura N°1 y la velocidad según el anexo N°5: W = 0,645 m, H = 0,715 m, v = 1,3 m/s

$$Q = 0,715 \times 0,645 \times 1,3 = 0,628 \text{ m}^3/\text{s} \text{ <> } 1330 \text{ pies}^3/\text{min (cfm)}$$

3.5.1.2 Campana y caudal de extracción de la chancadora de rodillos 2

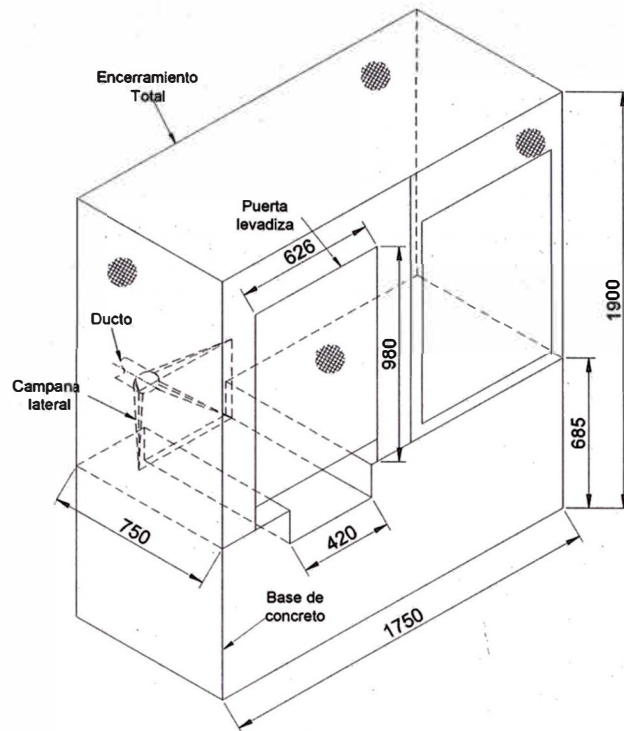
y 4:

Se aplica el mismo criterio para el cálculo del caudal de extracción necesario. De la figura N°2 obtenemos las dimensiones del encerramiento considerado en función al tamaño del equipo.

$$W = 0,626 \text{ m, } H = 0,98 \text{ m, } v = 1,3 \text{ m/s}$$

$$Q = 0,626 \times 0,98 \times 1,3 = 0,848 \text{ m}^3/\text{s} \text{ <> } 1797 \text{ pies}^3/\text{min (cfm)}$$

Figura N°2

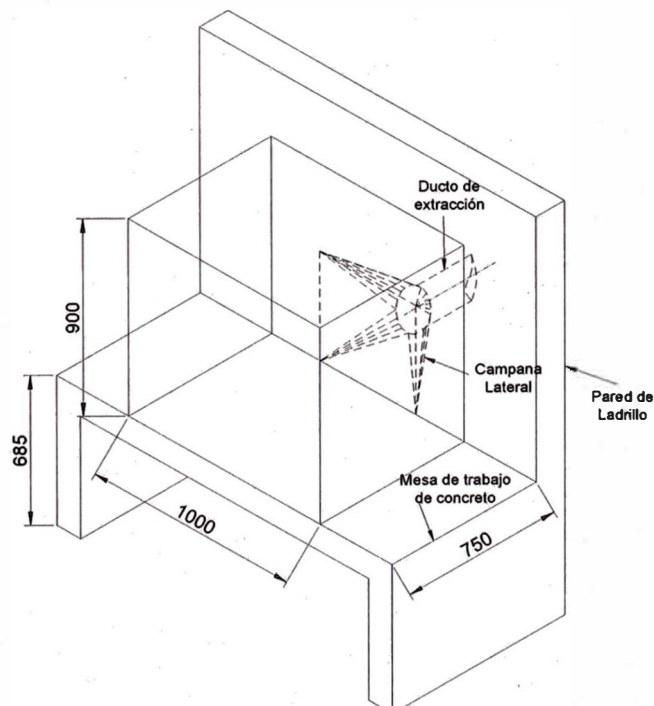


3.5.1.3 Campanas y caudal de extracción de las Mesas de trabajo 5, 6, 7

y 8:

Para determinar el caudal necesario de extracción de las campanas de las mesas de trabajo se considera el uso de campanas laterales con rejillas de extracción colocadas en las paredes. La figura N°3 muestra las dimensiones.

Figura N°3



El caudal calculado es el estimado para el trabajo. Se considera campana lateral con encerramiento en los tres lados.

Dimensiones de Cabina: W x H

W = 1,0 m, H = 0,90 m, v= 0,8 m/s

$$Q = 1,0 \times 0,90 \times 0,8 = 0,72 \text{ m}^3/\text{s} \langle \rangle 1525 \text{ pies}^3/\text{min (cfm)}$$

3.5.1.4 Determinación del caudal de extracción

Con los caudales de las campanas definidas determinaremos el caudal total de extracción requerido. Para tal fin nos basaremos en las siguientes consideraciones:

- Número de trabajadores en la sala que operan los equipos.
- Número de máquinas en funcionamiento simultáneo.
- Número de campanas laterales usadas en cada jornada de trabajo.

El personal de laboratorio indicó lo siguiente.

- a) Personal que labora en una jornada de trabajo: 04 trabajadores
- b) Los cuatro equipos de chancado pueden operar simultáneamente.
- c) Mesas de trabajo: Utilizan dos rejillas de extracción en simultáneo.

Se tiene lo siguiente:

Caudal en campanas 1 y 3 : 1,256 m³/s

Caudal en campanas 2 y 4 : 1,696 m³/s

Caudal en campanas 5 y 6 : 1,43 m³/s

Caudal de extracción total requerido : **4,382 m³/s** $\langle \rangle$ 9285 pies³/min (cfm)

3.5.2 Sistema de extracción de gases

Según el esquema N°2 tenemos tres campanas principales y cuatro campanas secundarias.

Las campanas 1 y 2: Son campanas elevadas con encerramiento por tres lados que confinan la generación de contaminantes.

Las campanas 3, 4, 5 y 6: Son campanas elevadas ubicadas directamente donde se generan los contaminantes.

3.5.2.1 Campanas y caudal de extracción de mesa de ataque químico 1

y 2:

Dimensiones: L x A x h (mm) <> 1500 x 950 x 625 mm.

Fórmula para campanas con tres lados laterales cerrados (cabina). Ver anexo N°3.

De la figura N°4 tenemos:

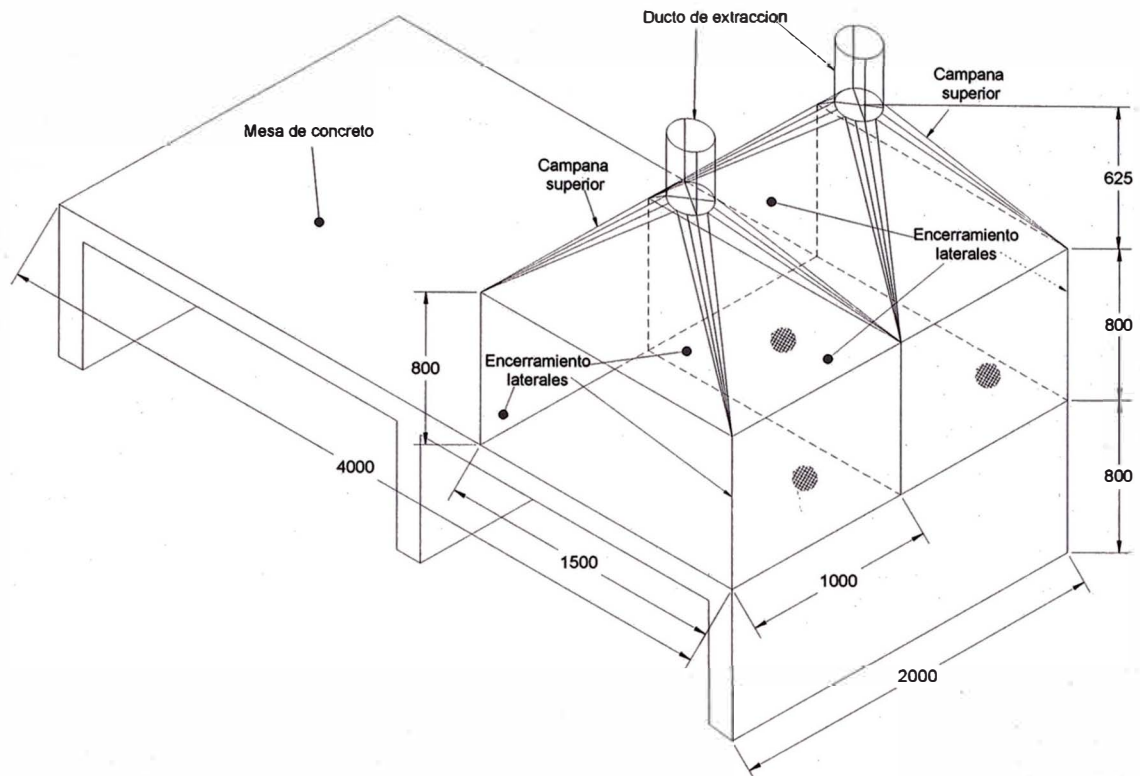
W(Ancho): 1,50 m

H(Altura): 0,80 m

v (Velocidad captura): 0,45 m/s

$$Q = 1,5 \times 0,8 \times 0,45 \text{ m}^3/\text{s} = 0,544 \text{ m}^3/\text{s} \text{ <> } 1152 \text{ pies}^3/\text{min (cfm) por campana.}$$

Figura N°4



3.5.2.2 Campana y caudal de extracción de mesa de trabajo 3:

Utilizando la fórmula para campanas elevadas. Ver anexo N°3 y con las dimensiones de la figura N°5.

Dimensiones: L x A x H (mm.) <> 2450 x 1700 x 900 mm.

Fórmula para cálculo del caudal para campanas elevadas:

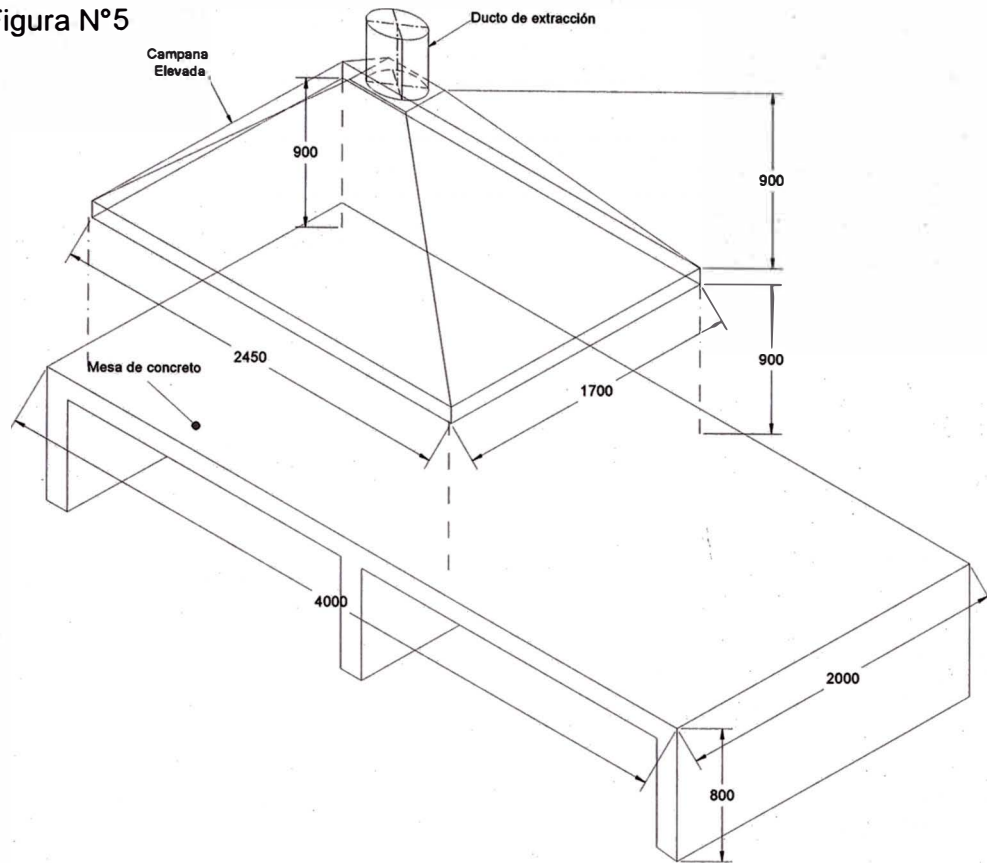
$$Q = 1.4 \times P \times h \times v$$

P: Perímetro de la campana (m)

h: Distancia de mesa a la campana (m)

v: Velocidad de 0.25 a 2.5 m/s

Figura N°5



$$Q = 1,4 \times (2,45 \times 2 + 1,7 \times 2) \times 0,55 \times 0,26$$

$$Q = 1,662 \text{ m}^3/\text{s} \leftrightarrow 3521 \text{ pies}^3/\text{min (cfm)}$$

3.5.2.3 Campanas y caudal de extracción de hornos 4, 5 y 6:

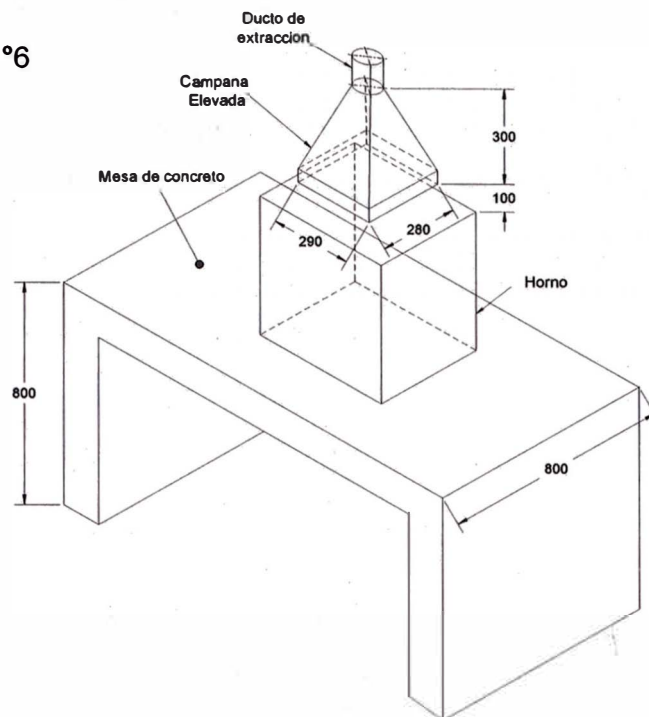
Se procede a igual cálculo de La campana 1 y 2. Ver anexo N°3 y con las dimensiones de la figura N°6.

Dimensiones: L x A x H (mm.) \leftrightarrow 280 x 290 x 300 mm.

$$Q = 1,4 \times (0,28 \times 2 + 0,29 \times 2) \times 0,1 \times 0,4 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 0,064 \text{ m}^3/\text{s} \leftrightarrow 136 \text{ pies}^3/\text{min (cfm) por campana}$$

Figura N°6



3.5.2.4 Campana y caudal de extracción almacén de reactivos 7:

Para calcular el caudal de extracción de almacén de reactivos nos basaremos en el número de renovaciones de aire necesario para mantener un ambiente fresco libre de contaminación. Para ello son necesarios los siguientes datos:

1. Dimensiones del almacén: Largo x ancho x altura = 3,65 x 2,80 x 3,20 m
2. Volumen del Almacén: $3,65 \times 2,80 \times 3,20 = 32,7 \text{ m}^3$
3. Numero de renovaciones: 10 renovaciones/hora. Ver anexo N°12.

Caudal (Q) = Volumen x Nrenv./3600 m^3/s

$Q = 32,7 \text{ m}^3 \times 10 \text{ renv/hora} = 327 \text{ m}^3/\text{hora} \leftrightarrow 0,091 \text{ m}^3/\text{s} \leftrightarrow 193 \text{ pies}^3/\text{min} \text{ (cfm)}$

3.5.2.5 Determinación del caudal de extracción

Con los caudales calculados por cada campana, debemos determinar el caudal de extracción necesario del sistema. Se considera la condición más crítica: Que todas las campanas extraen los contaminantes a la vez, con lo cual tenemos:

Caudal en campanas 1 y 2 : 1,088 m³/s

Caudal en campana 3 : 1,662 m³/s

Caudal en campana 4, 5, y 6: 0,192 m³/s

Caudal en campana 7 : 0,091 m³/s

Caudal de extracción total : **3,033m³/s** <> 6427 pies³/min (cfm)

3.5.3 Caudal del sistema de inyección de aire limpio

Para manejo de sistemas de extracción de gases ácidos es necesario un aporte de aire adicional al local para mantener un equilibrio en las zonas cercanas a las campanas o cabinas de extracción, y asegurar que los contaminantes sean extraídos. No hay diseños registrados, y no es posible hacer un análisis cuantitativo, ya que algunos diseños ocasionan un arrastre de los contaminantes desde la cabina hacia el local; otros son muy efectivos.

Para nuestro diseño se considera la inyección de aire filtrado al interior del local y mantener siempre una presión negativa en el mismo.

El caudal de aporte es 70% del caudal de extracción, con lo cual tenemos:

Caudal del sistema de extracción de gases ácidos es: 3,033 m³/s

Caudal de inyección = 0,7 x 3,033 = 2,123 m³/s <> 4499 pies³/min (cfm)

El esquema unifilar N°3 muestra la disposición y cantidad de rejillas de inyección que se usarán en zonas cercanas a las campanas de extracción y garantizar su efectividad.

3.6 Dimensionamiento de los ductos

Definidos los puntos y caudales de extracción, utilizaremos el Método de Equilibrado por Compuertas para el diseño de los ductos. Los datos y cálculos son los mismos al Método de Equilibrado por Diseño, con la excepción de que los caudales y tamaños de ductos no son rediseñados.

Por consideraciones de diseño, y para obtener un flujo de aire uniforme en los ductos, la sección será circular.

La velocidad óptima de transporte para los sistemas en diseño será conforme al anexo N°6. Se seleccionara la velocidad en función a los contaminantes a transportar.

Para el dimensionamiento de los ductos es necesario los siguientes datos:

- a) Caudal de extracción que transportara el ducto: Q (m^3/s)
- b) Velocidad del aire en el ducto: v (m/s)
- c) Sección del ducto: A (m^2)

Para el cálculo del diámetro de los ducto usaremos la siguiente fórmula:

$$Q = v \times A = v \times \frac{\pi}{4} \times D^2 \quad D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}} \quad D: \text{Diámetro del ducto (m)}$$

3.6.1 Sistema de extracción de polvo

Con los caudales de los puntos de extracción definidos, tomando los mismos criterios y métodos de diseño, se calcularán los ductos en función al caudal y velocidad del aire. La velocidad de transporte se selecciona según el anexo N°6: Velocidad de 18 m/s.

Los espesores de plancha serán seleccionados en función a las normas SMACNA (Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association). El material de los ductos será de plancha de hierro galvanizado.

Tabla N°1

Descripción	Caudal	Diámetro del ducto
	m ³ /s	mm
Ductos en campanas		
Tramos 1-A y 3-D	0,628	210
Tramos 2-A y 4-D	0,848	245
Tramos 5-B, 6-C, 7-E y 8-E	0,715	225
Ductos de líneas		
Tramo AB y DF	1,476	325
Tramo BC	2,191	395
Tramo CF	2,906	450
Tramo EF	1,43	315

Los diámetros de todas las líneas están en función al caudal y velocidad del aire, usarán accesorios, como codos, reducciones y entradas. Todos se seleccionan con las recomendaciones según el Manual de Ventilación Industrial, y para que generen la mínima pérdida producto del rozamiento y cambio de dirección según su recorrido. El anexo N°19 nos muestra la hoja

de cálculo donde se indica los diámetros y las pérdidas que generan, que serán necesarios para la selección del ventilador.

Para definir los espesores de plancha de los ductos según los diámetros calculados y definidos, nos basaremos en las normas SMACNA (Anexo N°13.1 y 13.2)

Para seleccionar los espesores de plancha debemos tener en cuenta lo siguiente:

- Ductos de sección circular
- Sistema en presión negativa.
- Tenemos un rango de diámetros de: 210mm a 560mm.
- Según las hojas de cálculo tenemos una presión negativa de 9" H₂O.

Para nuestro caso diámetro mayor: 560 mm y una longitud de 500 mm. Vemos en las tablas que corresponde un espesor de 1,61mm, se usara un espesor de 1/16" (1,60 mm) para todo el recorrido de ductos, por ser el espesor estándar de planchas.

3.6.2 Sistema de extracción de gases

El material de ductos se selecciona de acuerdo a los contaminantes a transportar. Para una extracción de vapores ácidos y corrosivos se tienen dos opciones:

- a) Ductos de acero inoxidable AISI 316 o 304. Dependiendo de la calidad son resistentes a los ataques de ácidos, pero tienen un elevado costo.

- b) Ductos de PVC: son materiales muy resistentes al ataque de ácidos, son más económicos, y están limitados a los diámetros comerciales existentes en el mercado.

Utilizaremos ductos de PVC por ser más resistentes a los ataques de ácidos, teniendo en cuenta que los ductos que hay en el mercado son de medidas estándar, que varían de: 2" a 10" de diámetro y en medidas especiales de 12", 14" y 16" de diámetro.

Tabla N°2

Descripción	Caudal	Diámetro	Diametro comercial
	m ³ /s	mm	pulgadas
Ductos en campanas			
Tramos 1-A y 2-A	0,544	240	10"
Tramos 3-B	1,662	375	14"
Tramos 4-F, 5-F, 6-D y 7-E	0,064	85	4"
Tramos 7-E	0,091	108	4"
Ductos de líneas			
Tramo AB	1,088	304	12"
Tramo BC	2,750	483	16"
Tramo FC	0,128	98	4"
Tramo DE	2,942	497	16"
Tramo EG y HI	3,033	505	16"

El uso ductos de PVC de diámetros estándares hace que se acepte el espesor del fabricante teniendo en consideración que estos ductos son fabricados para agua y desagüe, y soportan presiones muy superiores a las calculadas en el presente informe, con lo cual se asegura su buena selección y performance.

3.6.3 Sistema de inyección de aire

Se diseña el sistema de ductos utilizando el Método de Equilibrado por Compuertas.

La inyección de aire al local tendrá que ser filtrado. Para ello se considera un panel filtrante con filtros de viruta de aluminio de 30% a 40% de eficiencia.

Para el diseño y dimensiones del panel filtrante se considera lo siguiente:

- Velocidad transversal en el filtro de aire (v): 1,5 m/s.
- Caudal de inyección (Q): 2,123 m³/s.
- Filtros a utilizar de medida estándar 24"x24"x2": Área (A) = 0,372 m²

$$Q = v \times A \times \# \text{ filtros m}^3/\text{s}, \quad \# \text{ filtros} = \frac{Q}{v \times A} = \frac{2,123}{1,5 \times 0,372} = 3,8$$

Se calcula el uso de 4 paneles filtrantes

Las dimensiones de los ductos consideramos lo siguiente:

- Velocidad del aire en el ducto: 10 m/s
- Sección rectangular del ducto (A) en m².

Tabla N°3

Descripción	Caudal	Diámetro del ducto	Sección cuadrada
	m ³ /s	mm	mm x mm
Tramo AB	2,123	519,9	500 x 450
Tramo BC	1,592	450,3	500 x 450
Tramo CD	1,062	367,6	400 x 300
Tramo DE	0,531	260,0	400 x 300

Según el esquema unifilar N°3, la inyección se hará en zonas cercanas a las campanas de extracción.

El anexo N°21 nos muestra la hoja de cálculo para el sistema de inyección de aire donde se indican las pérdidas en los filtros, ductos y rejillas de inyección, que son necesarios para la selección del ventilador.

El material de los ductos será de plancha galvanizada y los espesores de plancha a usar en la fabricación nos basaremos en las normas SMACNA (Ver anexo N°14.1 y 14.2).

Según lo calculado, tenemos secciones de 500 x 450 mm y 400 x 300 mm.

Según las hojas de cálculo tenemos una presión positiva de 1,4" H₂O.

En las tablas corresponde a un espesor de 1,00 mm con una longitud máxima de ducto de 3 m. Se usará el espesor de 1/20" (1,27 mm) para todos los tramos de ductos.

El diseño contempla el uso de cuatro (04) rejillas de inyección de aire con sus respectivas compuertas de regulación.

El caudal de cada rejilla: 0,531 m³/s

Velocidad de inyección de aire por las rejillas: 4 m/s

Las dimensiones de las rejillas serán: 400 x 300 mm.

3.7 Selección de los equipos lavadores de polvo y gases

La selección de los equipos de colección está en función a las características del material a coleccionar o eliminar. En ambos sistemas se utilizarán lavadores de polvo y gases.

Para su selección y dimensionamiento son necesarios los siguientes datos:

- Caudal de aire que pasa por el lavador.
- Tipo de contaminante a coleccionar o eliminar.
- Dimensiones disponibles del lugar de instalación.

Como se indicó en el capítulo 1, se utilizarán lavadores de fabricación nacional, que actualmente se encuentran funcionando en muchas minas del país con mucho éxito.

3.7.1 Torre de lavado de polvos finos

Para la captura del polvo utilizaremos una torre de relleno, siendo el agua el medio de captura de polvo metálico.

Para remover los polvos contaminantes provenientes de las campanas de extracción de la sala de preparación de muestras se hará uso de agua de la red como medio lavador. La descarga residual se hará a la poza construida en la parte posterior del laboratorio.

Características técnicas:

- Material: Acero inoxidable tipo 304
- Dimensiones: 1,70 x 1,70 x 4,80 m.
- Lecho filtrante de 80 cm de altura.
- Ductos de ingreso de Ø 560 mm y salida cuadrada de 600x600 mm.
- Tanque de agua de 1000 litros de capacidad, con tubo de 2"Ø y válvula de descarga.
- Una (01) ventana visora para inspección y servicio
- Una (01) ducha de lavado de alta presión.

- Bomba especial para ácidos de acero inoxidable tipo 316.

Las dimensiones se muestran en el plano Nro. 2

3.7.2 Torre de lavado de gases ácidos

El tipo de lavador será una torre de relleno. La eliminación y neutralización de gases se hará utilizando una solución química de soda cáustica. El material de fabricación de la torre se selecciona en función al contaminante. La torre será totalmente fabricada de PVC.

Para remover gases ácidos contaminantes provenientes de las campanas de ataque del laboratorio químico. Se hará uso de una solución alcalina [NaOH o Ca(OH)₂] como medio neutralizante.

Características técnicas:

- Material: PVC
- Dimensiones: 1,45 x 1,45 x 3,10 m.
- Ducto de ingreso de 16" Ø y de salida cuadrada de 600 x 600 mm.
- Lecho filtrante de 100 cm de altura de material inerte
- Tanque reservorio de 1000 litros, para agua o solución química neutralizante.
- Una (01) ventana visora para inspección y servicio.
- Ductos y conexiones internas de PVC x 2"Ø.
- Una (01) ducha de lavado de alta presión.
- Bomba especial para ácidos de acero inoxidable tipo 316.

Las dimensiones se muestran en el plano Nro. 3

3.7.3 Operación y funcionamiento de las torres de lavado

Los lavadores son del tipo torre de rociado con lecho neutralizante. El principio de basa en que por medio de las duchas de alta presión, el aire o gases a contracorriente son lavados y neutralizados en su totalidad. El lecho neutralizante y la sección del lavador aseguran que la velocidad del flujo de aire o gases disminuya y sea la adecuada para obtener el máximo de eficiencia de lavado o neutralizado.

Las caídas de presión generados en estos tipo de lavadores están en el rango de 2" a 6" H₂O a nivel del mar.

a) Lavador de polvos

En cuanto a los sólidos emitidos al ambiente, no existe posibilidad de que ésto ocurra. Todo el material particulado generado durante las operaciones de chancado y molienda es arrastrado en contracorriente por el agua que ingresa a la torre de lavado. Las partículas impelidas hacia la torre de lavado reducen drásticamente su velocidad al ingresar al lecho filtrante de acero inoxidable y entran en contacto con el agua que las arrastra al fondo del tanque de agua de recirculación. Dependiendo de la carga de trabajo diaria, el material sedimentado se descarga a la poza de residuos de la unidad minera.

b) Lavador de gases ácidos

1.- Neutralización de gases

Bajo estrictas condiciones de control de la solución de neutralización, la calidad del aire remanente está por debajo de los límites de alerta fijados

por la legislación peruana sobre concentración de gases ácidos producidos por las operaciones del laboratorio.

En realidad se producen los gases Cl^- , NO_{xx} , SO_2 , que al entrar en contacto con la solución de NaOH (neutralizante) forman las sales correspondientes de sodio, las cuales son vertidas a la poza de descarga de residuos de la unidad minera. No existen otros contaminantes en el aire residual.

2.- Test de Calidad de Aire

La prueba de la calidad del aire se tiene que realizar cuando el sistema esté en operación y se definan las condiciones más adecuadas para obtener una contaminación muy próxima a 0,00 de gases residuales.

Se tiene que monitorear periódicamente el pH de la solución neutralizante, con el fin de recargarla o cambiarla cuando sea necesario.

Sin embargo, es posible automatizar el circuito de alimentación de la solución neutralizante con el fin de reducir el riesgo de emisión de gases contaminantes al ambiente por una omisión ó descuido del personal encargado del control de pH y recambio de la solución de neutralización.

3.- Nivel de pH de la solución neutralizante.

La solución de descarga no debe estar por debajo de pH 6.0, y así cumplir la norma peruana sobre los niveles permisibles para las unidades minero metalúrgicas.

c) **Niveles de emisión de contaminantes al medio ambiente**

En resumen, cuantificando las emisiones del laboratorio con la instalación de estos sistemas de tratamiento de residuos, éstas han de ser como se indica:

1.- Lavador de gases ácidos.

- Óxidos de Nitrógeno $\leq 572 \mu\text{g}/\text{m}^3$, promedio aritmético de 24 horas.
- Oxido de Azufre $\leq 500 \mu\text{g}/\text{m}^3$, promedio móvil de 3 horas.

2.- Lavador de polvos finos

- Material Particulado $\leq 250 \mu\text{g}/\text{m}^3$, promedio aritmético de 24 horas.

3.8 Selección del ventilador centrifugo

3.8.1 Consideraciones para selección del ventilador

Para los sistemas diseñados, el ventilador es considerado el corazón del sistema. En su selección se debe tener en cuenta lo siguiente:

- 1) Caudal a transportar: Según lo calculado para cada sistema.
- 2) Presión estática requerida: Según lo calculado para cada sistema.
- 3) Tipo de contaminante: Transporta aire limpio, gases, polvo.
- 4) Condiciones de instalación: Limitaciones de espacio y acceso.
- 5) Condiciones ambientales: 4600 msnm y temperatura a dicha altura.

Para los sistemas diseñados se tienen definidos todos los parámetros para la selección de los ventiladores.

Para la selección del ventilador se dispone de tablas de performance de diferentes fabricantes. Los ventiladores a usar serán de fabricación nacional, marca AIRTEC S.A. Los fabricantes de ventiladores dan sus tablas o curvas basadas en aire estándar (densidad de $1,2 \text{ kg/m}^3$).

Los anexos N°15, N°16 y N°17 muestran las tablas de performance de los ventiladores donde se obtiene la máxima eficiencia del equipo. Si se requiere otras condiciones de operación diferentes, es necesario conocer la altura de trabajo y temperatura.

- Densidad del aire a 4600 msnm: 0.752 kg/m^3
- Factor de corrección de la densidad a 4600 msnm: 0.627

Se debe tener en cuenta que el caudal no queda afectado por los cambios de densidad, pero la presión y la potencia consumida son proporcionales a la densidad.

Existe una gran gama de diseño de ventiladores, que dependiendo de su aplicación y requerimiento, encontraremos los siguientes tipos: Centrífugos y axiales.

Para los tres sistemas diseñados usaremos ventiladores centrífugos. Pues son los más recomendados para sistemas de extracción localizada. Pueden transportar aire limpio, gases, humos, aire con partículas de polvo etc.

3.8.2 Consideraciones para la selección del motor del ventilador

Para seleccionar el motor adecuado debemos tener en cuenta el consumo de potencia del ventilador en altura y la potencia que suministra el motor a tales condiciones de operación (derrateo del motor).

Los motores trifásicos estándar, según catálogos de fabricante, están diseñados para dar la potencia nominal de placa hasta los 1000 msnm y temperatura ambiente de 40°C. Si un motor funciona a mayor altura se tiene que calcular la potencia que el motor suministrara a tales condiciones. Los fabricantes de motores suministrarán la información en función a la altura de funcionamiento y temperatura.

Para nuestro caso se toma la condición más crítica que se puede presentar a tales condiciones.

El anexo N°18 muestra la tabla de derrateo de motores, para 4600 msnm y 15°C de temperatura ambiente tenemos: Factor de derrateo de motor: 0,88.

También se debe tener tomar en cuenta la pérdida de potencia en la transmisión faja-polea del equipo, donde debemos aumentar en 6% a 10% la potencia de consumo del ventilador.

3.8.3 Ventilador para el sistema de extracción de polvo

El ventilador para extracción de polvo es de tipo centrífugo de alabes radiales, diseñado para transporte de partículas de polvo.

Datos para la selección según el anexo N° 19 (Hoja de cálculo):

- Caudal calculado es de: **4,382 m³/s <> 9285 pies³/min (cfm)**
- Presión estática requerida a nivel del mar: **8,9" H₂O.**

Anexo N° 15 muestra la tabla de performance de ventilador centrífugo:

Seleccionamos el modelo: VRI-0432-II:

Caudal : **4,45 m³/s <> 9485 pies³/min (cfm)**

Presión estática a nivel del mar : **254 mmH₂O <> 10" H₂O**

Consumo de potencia a nivel del mar: **24,5 HP <> 18,3 kW**

Condiciones de operación a 4600 msnm y temperatura estándar:

Presión estática a 4600 msnm : **6,27" H₂O <> 159,2 mmH₂O**

Consumo de potencia a nivel a 4600msnm : **15,4 HP <> 11,5 kW**

Selección del motor de accionamiento:

Potencia de consumo a 4600 msnm: **15,4 HP <> 11,5 kW**

Perdida en la transmisión: **15,4 x 0,1 = 1,54 HP <> 1,15 kW**

Entonces es necesario un motor de **16,94 HP <> 12,63 kW** a 4600 msnm.

Utilizaremos un motor de la marca WEG de Brasil para nuestra selección:

Motor Trifásico WEG: **18,6 kW / 25 HP - 1750 RPM, 220/440 V – 60 Hz.**

Potencia efectiva del motor en altura: **18,6 x 0,88 = 16,4 kW <> 21,9 HP**

Comparando el consumo de potencia del ventilador con la entrega del motor, vemos que tenemos un 29% adicional de potencia para futuros cambios en el sistema.

Características técnicas del ventilador:

- Posee un impulsor centrífugo de alabes rectos para transporte de material.
- Material de carcasa e impulsor: ASTM A-36.
- Es de transmisión faja-polea.
- Balanceo dinámico y/o afinamiento final de nivel vibracional, acorde con lo establecido en las normas ISO 2372 y 10814.

Dimensiones generales ver plano Nro.4.

3.8.4 Ventilador para el sistema de extracción de gases

En los antecedentes se indicó que el antiguo laboratorio contaba con un ventilador centrífugo de la marca AIRTEC. Para proponer su uso en el nuevo laboratorio se solicitó la curva de performance del equipo para verificar que cumpla las condiciones del nuevo requerimiento.

Las características de performance del ventilador (anterior) eran:**Modelo: VRI-0381-I:**

Caudal	: 3690 cfm <> 1,74 m ³ /s
Presión estática a nivel del mar	: 6,0" H ₂ O
Consumo de potencia a nivel mar	: 5,1 HP
Velocidad de Rotación	: 1370 RPM

Condiciones de operación requeridas según anexo N°20 (Hoja de cálculo):

-Caudal calculado es de	: 3,033 m³/s <> 6478 cfm
-Presión estática a nivel del mar	: 187 mmH₂O <> 7,3" H₂O

De la tabla de performance del ventilador (Anexo N°16) procedemos a la selección, y vemos que el ventilador puede dar las nuevas condiciones de operación. Para ello se modificará la velocidad de giro del ventilador y el uso de un motor de mayor potencia.

Características técnicas del ventilador:

- Ventilador es del tipo centrífugo de alabes rectos inclinados, diseñado para aire limpio, vapores y humos.
- Está construido totalmente en material acero inoxidable en calidad 304, lo que garantiza su durabilidad y trabajo en las condiciones dadas.
- Es de transmisión faja-polea.
- Balanceo dinámico y/o afinamiento final de nivel vibracional, acorde con lo establecido en las normas ISO 2372 y 10814.

Dimensiones generales ver plano Nro.5

Selección del nuevo punto de operación:

Caudal de aire	: 6642 cfm <> 3,134 m ³ /s
Presión estática a nivel mar	: 203,0 mm H ₂ O <> 8,0" H ₂ O
Consumo de potencia a nivel mar	: 10,7 kW <> 14,4 HP
Velocidad de rotación	: 1816 RPM

Condiciones de operación a 4600 msnm y temperatura estándar:

Presión estática a 4600 msnm	: 127,3 mm H ₂ O <> 5,02" H ₂ O
------------------------------	---

Consumo de potencia a 4600 msnm : 6,7 kW <> 9,0 HP

Selección del motor de accionamiento

Potencia de consumo a 4600 msnm: 6,7 kW

Perdida en la transmisión: $6,7 \times 0,1 = 0,67$ kW

Entonces es necesario un motor de 7,37 kW <> 9.88 HP a 4600 msnm.

Seleccionamos un motor trifásico marca WEG: 11,2 kW / 15 HP - 1750 RPM.

Potencia en altura: $11,2 \times 0,88 = 9,85$ kW <> 13,21 HP

Comparando el consumo de potencia del ventilador con la entrega del motor, vemos que tenemos un 33% adicional de potencia.

3.8.5 Ventilador para el sistema de inyección de aire

Dentro de la familia de ventiladores centrífugos seleccionaremos el tipo Sirocco, que es un ventilador que tiene un impulsor con alabes curvados hacia delante y giran generalmente a bajas revoluciones. Su uso es para sistemas de ventilación y aire acondicionado.

Con los datos obtenidos del anexo N°21 (Hoja de cálculo):

Caudal calculado es de : **2,123 m³/s <> 4498 cfm**

Presión estática a nivel del mar : **35,6 mmH₂O <> 1,4" H₂O**

Seleccionamos el siguiente equipo (Ver anexo N°17):

Modelo: VRSS-0508:

Caudal de aire : **2,34 m³/s <> 4967 cfm**

Presión estática a nivel del mar : **38,1 mmH₂O <> 1,5" H₂O**

Consumo de potencia a nivel del mar: **1,5 kW <> 2,0 HP**

Condiciones de operación a 4600 msnm y temperatura estándar

Presión estática a 4600 msnm : 0,94”H₂O <> 23,8 mmH₂O

Consumo de potencia 4600 msnm : 0,94 kW <> 1,254 HP

Selección del motor de accionamiento:

Potencia de consumo a 4600 msnm: 0,94 kW

Perdida en la transmisión: $0,94 \times 0.1 = 0,094$ kW

Entonces es necesario un motor de 1,094 kW a 4600 msnm.

Seleccionamos un motor trifásico WEG: 1,5 kW / 2,0 HP - 1140 RPM.

Potencia en altura: $1,5 \times 0,88 = 1,32$ kW <> 1,77 HP

Comparando el consumo de potencia del ventilador con la entrega del motor vemos que tenemos un 20,6% adicional de potencia.

Una vez calculadas las campanas, ductos y seleccionados los equipos de los sistemas, se presentan los planos definitivos para la fabricación e instalación:

Plano Nro. 7-A, 7-B, 7-C: Sistema de extracción de polvo de la sala de preparación de muestras y detalles.

Plano Nro. 8-A, 8-B, 8-C: Sistema de extracción de gases de la sala de ataque químico y detalles.

Plano Nro. 9-A, 9-B: Sistema de inyección de aire de la sala de ataque químico y detalles.

CAPITULO 4
COSTOS DEL PROYECTO

4.1 Costos del sistema de extracción de polvo

Item	Descripción	Cant.	Costo (US\$)
1	Extractor centrifugo VRI-0432-II	1	5600,00
2	Torre de lavado de polvo, en acero inoxidable AISI 304	1	9844,00
3	Tablero de arranque Estrella-Triángulo	1	1250,00
4	Campanas, ductos y accesorios	1	4964,00
5	Instalación, Montaje y pruebas de funcionamiento	1	6765,00
Subtotal 1:			28423,00

4.2 Costos del sistema de extracción de gases

Item	Descripción	Cant.	Costo (US\$)
1	Extractor centrifugo VRI-0381-I	1	2500,00
2	Torre de lavado de gases en PVC	1	10806,00
3	Tablero de arranque Directo	1	730,00
4	Campanas, ductos y accesorios	1	5625,00
5	Instalación, Montaje y pruebas de funcionamiento	1	3525,00
Subtotal 2:			23186,00

4.3 Costo del sistema de inyección de aire

Item	Descripción	Cant.	Costo (US\$)
1	Ventilador Centrifugo VRSS-0508	1	2497,00
2	Caja portafiltros con filtros de 30% eficiencia	1	855,00
3	Tablero de arranque Directo	1	170,00
4	Ductos y accesorios	1	1400,00
5	Instalación, Montaje y pruebas de funcionamiento	1	1820,00
Subtotal 3:			6742,00

Costo total de los sistemas: US\$ 58351.00 + IGV

En las siguientes tablas se detalla el metrado de los materiales utilizados y los costos de instalación y pruebas de funcionamiento de los sistemas.

Tabla N°4: Costos del sistema de extracción de polvo

Descripción	Und	Medidas	Cant	PU	Parcial
				US\$	US\$
Sala de preparación de muestras - Sistema de extracción de polvo					
1.- Costo de campanas de extracción					
Encerramiento chancadora de quijadas (1 y 3)	mm	746x595x925	2	\$ 333,00	\$ 666,00
Campana posterior con bridas	mm	700x260x200	2	\$ 15,00	\$ 30,00
Dámper tipo mariposa	mm	Ø210	2	\$ 40,00	\$ 80,00
Codo de 45°	mm	Ø210	2	\$ 35,00	\$ 70,00
Encerramiento chancadora de rodillos (2 y 4)	mm	1750x845 x1140	2	\$ 555,00	\$ 1 110,00
Campana posterior con bridas	mm	470x440x200	2	\$ 15,00	\$ 30,00
Dámper tipo mariposa	mm	Ø245	2	\$ 40,00	\$ 80,00
Codos de 45°	mm	Ø245	2	\$ 20,00	\$ 40,00
Campanas de mesa de trabajo(5, 6, 7 y 8)					
Rejilla de extracción regulable	mm	500x500	4	\$ 55,00	\$ 220,00
Campana posterior a con bridas	mm	500x500x238	4	\$ 20,00	\$ 80,00
Dámper tipo mariposa con bridas	mm	Ø225	4	\$ 40,00	\$ 160,00
2.- Costo de ductos					
Ramal: 1-F					
Ducto recto con bridas de acople	mm	Ø210x761	1	\$ 40,00	\$ 40,00
Codo de 45° con bridas de acople	mm	Ø210	1	\$ 42,00	\$ 42,00
Ducto recto con bridas de acople	mm	Ø210x1372	1	\$ 50,00	\$ 50,00
Transición con unión de ducto Ø245	mm	Ø210 a Ø325	1	\$ 35,00	\$ 35,00
Ducto recto con bridas de acople	mm	Ø325x2500	1	\$ 95,00	\$ 95,00
Codos de 45° con bridas de acople	mm	Ø325	2	\$ 42,00	\$ 84,00
Ducto recto con bridas de acople	mm	Ø325x1552	1	\$ 65,00	\$ 65,00
Transición con unión de ducto Ø245	mm	Ø325 a Ø395	1	\$ 85,00	\$ 85,00
Ducto recto con bridas de acople	mm	Ø395x1892	1	\$ 85,00	\$ 85,00
Transición con unión de ducto Ø225	mm	Ø395a Ø450	1	\$ 35,00	\$ 35,00
Ducto recto con bridas de acople	mm	Ø450x954	1	\$ 75,00	\$ 75,00
Ramal: 3-F					
Ducto recto con bridas de acople	mm	Ø210x761	1	\$ 40,00	\$ 40,00
Codo de 45° con bridas de acople	mm	Ø210	2	\$ 42,00	\$ 84,00
Ducto recto con bridas de acople	mm	Ø210x742	1	\$ 40,00	\$ 40,00
Transición con unión de ducto Ø245	und	Ø210 a Ø325	1	\$ 85,00	\$ 85,00
Ducto recto con bridas de acople	mm	Ø325x2759	1	\$ 115,00	\$ 115,00
Ducto recto con bridas	mm	Ø325x619	1	\$ 70,00	\$ 70,00

Van \$ 3 691,00

Tabla N°4: Costos del sistema de extracción de polvo

Descripción	Und	Medidas	Cant	PU	Parcial
				US\$	US\$
Ramal: 8-F					
Codo de 90° con bridas de acople	mm	Ø225	1	\$ 95,00	\$ 95,00
Ducto recto con bridas de acople	mm	Ø225x1200	1	\$ 55,00	\$ 55,00
Transición con unión de ducto Ø225	mm	Ø225 a Ø315	1	\$ 85,00	\$ 85,00
Ducto recto con bridas de acople	mm	Ø315x2200	2	\$ 125,00	\$ 250,00
Tramo F-G					
Transición con unión de ducto Ø450	und	Ø325 a Ø560	1	\$ 95,00	\$ 95,00
Ducto recto con bridas de acople	mm	Ø560x737	1	\$ 85,00	\$ 85,00
Transición	mm	Ø560 a Ø430	1	\$ 165,00	\$ 165,00
Dámper tipo mariposa	mm	Ø430x520	1	\$ 125,00	\$ 125,00
Tramo H-I					
Ducto cuadrado	mm	401x455	1	\$ 198,00	\$ 198,00
Transición de cuadrado a redondo	und		1	\$ 120,00	\$ 120,00
3.- Costo de Equipos					
Ventilador Centrifugo:VRI-0483-II			1	\$5 600,00	\$ 5 600,00
Caudal	cfm	9485			
Presión estática a 4600 msnm	"H ₂ O	6,27			
Tablero de arranque	und	25HP, 440V	1	\$1 250,00	\$ 1 250,00
Torre de lavado polvo	m	1.7x1.7x280	1	\$9 844,00	\$ 9 844,00
Caudal	CFM	9500			
Presión estática a nivel del mar	"H ₂ O	3 a 6			
4.- Costo de instalación y montaje					
Obras civiles					
- Base de concreto de ventilador	und		1	\$ 250,00	\$ 250,00
- Base de concreto de torre de lavado	und		1	\$ 380,00	\$ 380,00
- Vano en pared para paso de ductos	und		4	\$ 30,00	\$ 120,00
- Vano en pared para rejillas	und		4	\$ 30,00	\$ 120,00
- Resanes luego de la instalación	und		1	\$ 50,00	\$ 50,00
Instalación campanas	und		4	\$ 679,00	\$ 2 716,00
Instalación de ductos y accesorios	und		1	\$ 980,00	\$ 980,00
Montaje de ventilador	und		1	\$ 550,00	\$ 550,00
- Conexiones de ductos a ventilador					
Montaje de lavador de Polvo	und		1	\$ 650,00	\$ 650,00
- Conexiones de ductos a lavador					
- Conexiones de agua en general					
Instalación eléctrica	und		1	\$ 565,00	\$ 565,00
- Instalación eléctrica de tableros					
- Conexión de eléctrica al ventilador					
- Conexión de eléctrica a bomba de agua					
Pruebas de funcionamiento	und		1	\$ 384,00	\$ 384,00
				Sub-total 1: \$28 423,00	

Tabla N°5: Costos del sistema de extracción de gases

Descripción	Und	Medidas	Cant.	PU	Parcial
				US\$	US\$
Sala de ataque químico - Sistema de extracción de gases					
1.- Costo de campanas de extracción					
Campana de Ataque Químico (1 y 2) Material: Fibra de Vidrio Encerramiento lateral de vidrio	mm	1500x700 x700	2	\$ 172,00	\$ 344,00
Dámper tipo mariposa de PVC	mm	10"Ø	2	\$ 130,00	\$ 260,00
Campana de Mesa de Trabajo (3) Material: Mica transparente de 6mm	mm	2500x200 x800	1	\$ 1 020,00	\$ 1 020,00
Dámper tipo mariposa de PVC	pulg	14"Ø	1	\$ 180,00	\$ 180,00
Campana de Mufla (4, 5, 6) Material: acero inoxidable calidad 304	mm	280x290 x300	3	\$ 95,00	\$ 285,00
Dámper tipo mariposa de PVC	pulg	4"Ø	3	\$ 75,00	\$ 225,00
Rejilla de extracción almacén de reactivos (7) Material: plancha galvanizada.	mm	190x190	1	\$ 25,00	\$ 25,00
2.- Costo de ductos					
Ramal: 1,2 - G					
Ducto de recto de PVC	mm	10"Øx700	2	\$ 35,00	\$ 70,00
Codo de 90° de PVC (R/D=1.5)	pulg	10"Ø	2	\$ 52,00	\$ 104,00
Pantalón de 12"Ø a dos 10"Ø	und		1	\$ 80,00	\$ 80,00
Ducto de recto de PVC	pulg	12"Øx980	1	\$ 55,00	\$ 55,00
Transición de PVC	pulg	12"Ø a 16"Ø	1	\$ 65,00	\$ 65,00
Ducto de recto de PVC	mm	16"Øx2641	1	\$ 240,00	\$ 240,00
Codo de 45° de PVC (R/D=1.5)	pulg	16"Ø	2	\$ 105,00	\$ 210,00
Ducto de recto de PVC	mm	16"Øx3130	1	\$ 310,00	\$ 310,00
Codo de 45° de PVC (R/D=2.0)	pulg	16"Ø	2	\$ 105,00	\$ 210,00
Ducto de recto de PVC	mm	16"Øx3464	1	\$ 320,00	\$ 320,00
Junta flexible	mm	16"Ø	1	\$ 45,00	\$ 45,00
Transición de PVC	mm	16"Ø-Ø380	1	\$ 145,00	\$ 145,00
Dámper tipo mariposa	mm	Ø381	1	\$ 150,00	\$ 150,00
Tramo: 3 - B					
Codo de 45° de PVC (R/D=1.5)	pulg	14"Ø	1	\$ 105,00	\$ 105,00
Ramal: 4 - C					
Ducto de recto de PVC	m	4"Øx11	1	\$ 45,00	\$ 220,00
Codo de 90° de PVC (R/D=2.5)	pulg	4"Ø	1	\$ 25,00	\$ 25,00
Tramo: 5 - F					
Ducto de recto de PVC	mm	4"Øx1731	1	\$ 42,00	\$ 107,00
Codo de 45° de PVC (R/D=2.5)	pulg	4"Ø	1	\$ 104,00	\$ 104,00

Van: \$ 4 904,00

Tabla N°5: Costos del sistema de extracción de gases

Descripción	Und	Medidas	Cant.	PU	Parcial
				US\$	US\$
Tramo: 6 - D					
Ducto de recto de PVC	mm	4"Øx3000	1	\$ 45,00	\$ 91,00
Codo de 90° de PVC (R/D=2.5)	pulg	4"Ø	1	\$ 105,00	\$ 105,00
Tramo: 7 - E					
Codo de 90° de PVC (R/D=2.5)	pulg	4"Ø	1	\$ 25,00	\$ 25,00
Ducto de recto de PVC	mm	4"Øx1995	1	\$ 85,00	\$ 85,00
Tramo: H - I					
Transición salida de ventilador a 16"Ø	und		1	\$ 145,00	\$ 145,00
Ducto de recto de PVC	mm	16"Øx500	1	\$ 75,00	\$ 75,00
Codo de 45° de PVC (R/D=1.5)	pulg	16"Ø	1	\$ 105,00	\$ 105,00
Junta flexible	mm	16"Øx50	2	\$ 45,00	\$ 90,00
3.- Costo de equipos					
Ventilador centrífugo:VRI-0381-I			1	\$ 2 500,00	\$ 2 500,00
Caudal	CFM	6642			
Presión estática a 4600 msnm	"H ₂ O	5,02			
Tablero de arranque directo	und	15HP, 440V	1	\$ 730,00	\$ 730,00
Torre de lavado de vapores ácidos			1	\$ 10 806,00	\$10 806,00
Caudal	CFM	6700			
Caída de presión	"H ₂ O	3 a 6			
4.- Costo de instalación y montaje					
Obras civiles					
- Base de concreto para ventilador	und		1	\$ 250,00	\$ 250,00
- Base de concreto para lavador	und		1	\$ 380,00	\$ 380,00
Instalación de campanas y ductos	und		1	\$ 950,00	\$ 950,00
- Suministro de perneria general					
Montaje de ventilador	und		1	\$ 520,00	\$ 520,00
- Suministro de pernos de anclaje					
- Conexiones de ductos a ventilador					
Montaje de lavador de Polvo	und		1	\$ 550,00	\$ 550,00
- Conexiones de ductos a lavador					
- Montaje de tanque de agua					
- Montaje de bomba de agua					
- Conexiones de agua en general					
Instalación eléctrica	und		1	\$ 555,00	\$ 555,00
- Instalación eléctrica de tableros					
- Conexión eléctrica al ventilador					
- Conexión eléctrica a bomba de agua					
Pruebas de funcionamiento	und		1	\$ 320,00	\$ 320,00

Sub-total 2: \$23 186,00

Tabla N°6: Costos del sistema de inyección de aire

Descripción	Und	Medidas	Cant.	PU	Parcial
				US\$	US\$
Sala de ataque químico - Sistema de inyección de Aire					
1.- Costo de Rejillas y filtros					
Rejillas difusoras con dámper	mm	400 x 300	4	\$ 60,00	\$ 240,00
Caja Porta Filtro en pl. galvanizada	mm	600x600	1	\$ 350,00	\$ 350,00
Filtro de Viruta de aluminio de 2"	mm	600x600	4	\$ 35,00	\$ 140,00
Dámper tipo mariposa	mm	548x400	1	\$ 125,00	\$ 125,00
2.- Costo de ductos y soportes					
Transición rectangular	mm	548x400	1	\$ 120,00	\$ 120,00
Ducto de cuadrado 500x450mm	mm	5200	1	\$ 320,00	\$ 320,00
Transición rectangular	und	400x300	1	\$ 95,00	\$ 95,00
Codo de 90° sección cuadrada (R/D=1.5	mm	400x300	1	\$ 95,00	\$ 95,00
Ducto de cuadrado 400x300mm	mm	6700	1	\$ 250,00	\$ 250,00
Estructura soporte de ventilador en A-36	und		1	\$ 520,00	\$ 520,00
3.- Costo de Equipos					
Ventilador Centrifugo:VRSS-0508	und		1	\$2 497,00	\$2 497,00
Caudal	CFM	4967			
Presión estática a 4600 msnm	"H2O	0,94			
Tablero de Arranque directo	und	2HP,440V	1	\$ 170,00	\$ 170,00
4.- Costo de instalación y montaje					
Obras civiles	und		1	\$ 250,00	\$ 250,00
- Base de concreto para estructura soporte de ventilador centrifugo					
Instalación de ductos y rejillas	und		1	\$ 450,00	\$ 450,00
- Suministro de soportes de ductos					
- Suministro de pernería en general					
Montaje de ventilador	und		1	\$ 350,00	\$ 350,00
Instalación de eléctrica	und		1	\$ 450,00	\$ 450,00
- Instalación eléctrica de tablero					
- Conexión de eléctrica al ventilador					
Pruebas de funcionamiento del sistema	und		1	\$ 320,00	\$ 320,00

Sub-total 3: \$6 742,00

CONCLUSIONES

1. El diseño de sistemas de extracción y neutralización de polvo y gases de un laboratorio químico es sumamente necesario para tener un ambiente de trabajo seguro, confortable y cumplir la actual legislación de salud y protección del trabajador y medio ambiente donde el laboratorio se encuentre ubicado.
2. El manual de ventilación industrial es una herramienta muy importante para el diseño de los sistemas, pues abarca las prácticas y experiencias de los diferentes sistemas de ventilación y extracción instalados que funcionan correctamente en diferentes partes del mundo. No hay una teoría que nos diga que un sistema debe seguir un modelo ya establecido. Los sistemas de extracción pueden ser similares, pero siempre mantienen alguna particularidad.
3. El diseño de las campanas de extracción es muy importante y vital para el sistema, ya que de ellos depende el cálculo de los caudales necesarios, las dimensiones de ductos, ventilador y torres de lavado. Un caudal elevado nos conllevaría a equipos de gran tamaño y costo elevado.
4. Es necesario conocer la simultaneidad de uso de las campanas de extracción, porque en la mayoría de casos no se utiliza todas las campanas, con ello se logra tomar solo en cuenta el caudal necesario para calcular los ductos y equipos del sistema.

5. Se ha considerado utilizar sistemas de extracción localizada por separado para cada sala, ya que los contaminantes tienen características y propiedades diferentes.
6. En la sala de ataque químico se ha instalado un sistema de inyección de aire filtrado, ya que esta sala tiene que estar con las puertas cerradas, y la inyección de aire ayuda a que no se tenga una sala con un valor de presión negativa considerable que pueda ocasionar que ingresen corrientes de aire del exterior cuando las puertas se abran para el ingreso o salida del personal. Pero se tiene en cuenta que en la sala siempre debe estar en presión negativa.
7. Con el método de cálculo por presión dinámica y balance del sistema por regulación de compuertas se consigue un equilibrio de caudales en cada campana, y permite tener más versatilidad para futuras ampliaciones o cambios.
8. Se debe tener muy en consideración los materiales adecuados para transportar partículas de polvo y gases. Asimismo, el uso de las normas SMACNA para la definición de espesores de material es una herramienta muy esencial en el presente informe.
9. Los equipos de neutralización deben ser seleccionados y calculados para neutralizar los agentes contaminantes, minimizarlos o eliminarlos. Para ello se debe establecer un programa de monitoreo del aire que se expulsa al medio ambiente después de las torres de lavado y verificar que dichos valores estén debajo de los límites permisibles dados en el anexo N°2 del presente informe. 02

10. Usar ventiladores centrífugos es la mejor elección para sistemas de extracción localizada, ya que los gases y polvo que transportan no deben estar en contacto en ningún momento con el motor de accionamiento, con ello se logra aumentar la vida útil del equipo. Además estos equipos han sido diseñados para trabajar a tales condiciones.

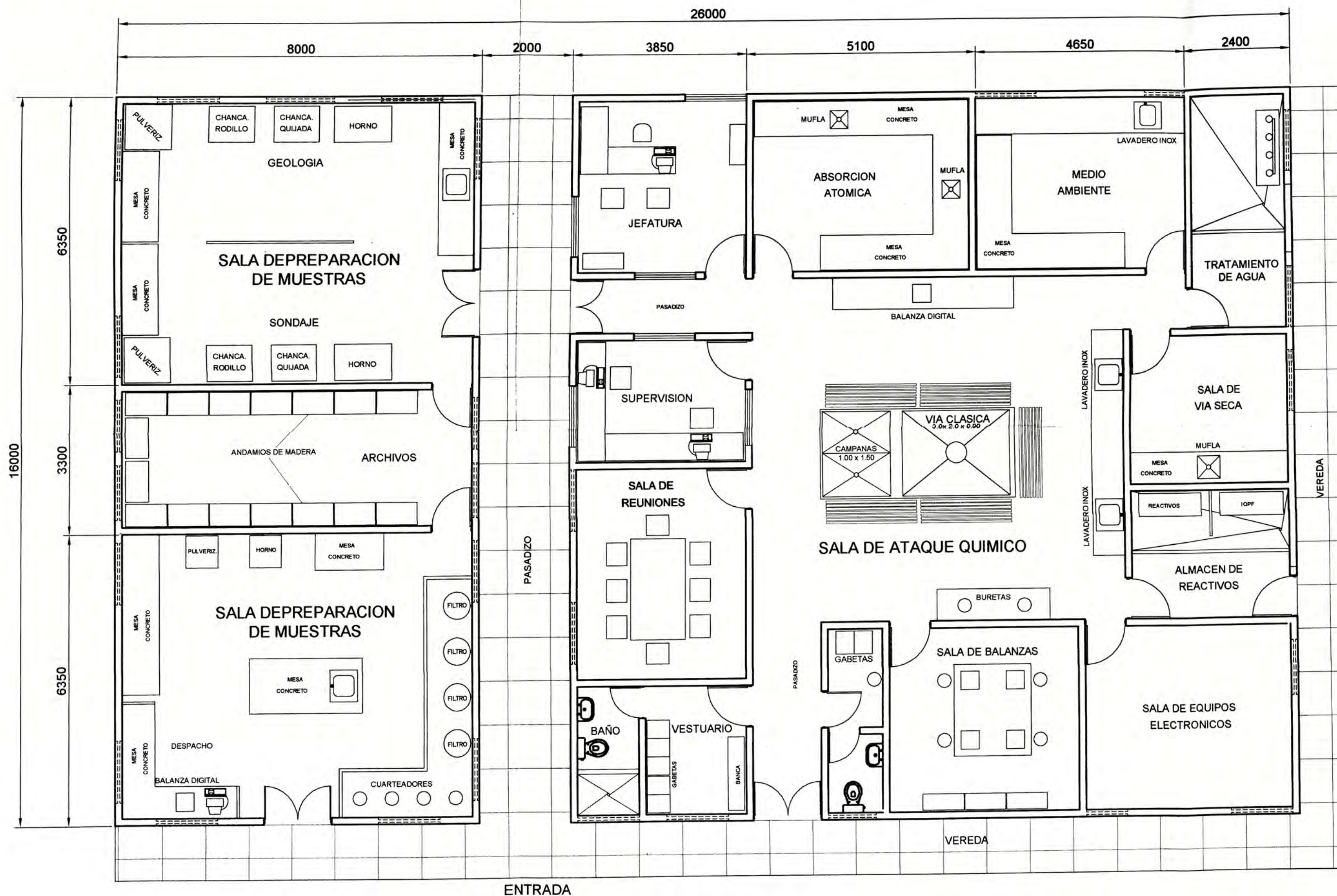
11. En la selección de los motores se debe considerar las condiciones de ambientales en la cual el ventilador a de estar funcionamiento, ya que los parámetros de potencia varían cuando la densidad del aire es diferente a la estándar. Es decir se debe calcular la potencia que consumirá el ventilador en altura y la potencia que suministrara el motor eléctrico para tal condición.

12. Los costos que se incurren en el suministro e instalación de los sistemas son referenciales, y deben tenerse en cuenta porque son muy necesarios para el control ambiental y seguridad para la salud de los trabajadores.

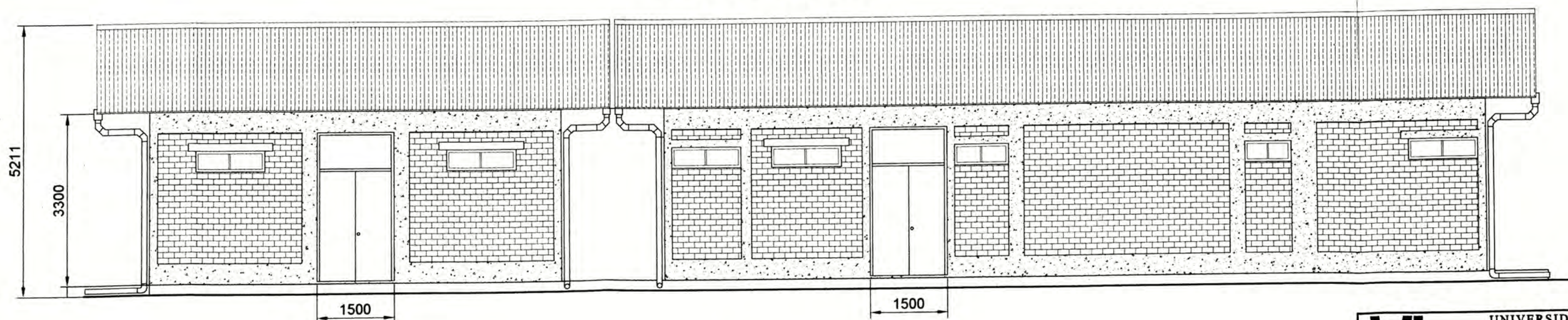
BIBLIOGRAFÍA

1. American Conference of Government Industrial Hygienists Inc.
Industrial Ventilation, A Manual of Recommended Practice
22nd Edition, 1995, ISBN 1-882417-09-7
2. American Conference of Government Industrial Hygienists Inc.
Ventilación Industrial, Manual de recomendaciones practicas para la
prevención de riesgos profesionales,
1era edición en español, 1992
Editorial: Generalitat Valenciana, Conselleria de Treball i Afers Socials
ISBN 84-7890-818-8
3. Ronald H. Howell, University of South Florida
Harry J. Saucer, Jr., University of Missouri-Rolla
William J. Coad, McClure Engineering Associates
Principles of Heating, Ventilating and Air Conditioning
A Textbook with Design data Based on the 1997 ASHRE Handbook-
Fundamentals, ISBN 1-883413-56-7
4. American Society of Heating, Refrigerant and Air-Conditioning Engineers,
Inc.
Ashrae Handbook, Fundamentals 1997
SI Edition, ISBN 1-883413-45-1
5. SMACNA (Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National
Association Inc.)
HVAC Duct Construction Standars - Metal and Flexible
Second Edition – 1995
6. David Mills
Pneumatic Conveying Design Guide, Second Edition
Second Edition
Editorial Elsevier Butterworth-Heinemann 2006, ISBN 0-7506-5471-6
7. Recknagel-Sprenger
Manual de Calefacción y Climatización TOMO II
Editorial Blume, Rosario, 17 – Madrid-5 – Tuset, 13 – Barcelona-6, 1972
1 Edicion española de la 57 de 1972 Alemana
ISBN 84-7214-057-1
8. Frank P. Bleier, P.E. Consulting Engineer for Fan Desing
Fan Handbook, Selection, Aplication and Desing
Editorial Mc Graw Hill 1998, ISBN 0-07-005933
9. Robert H. Perry
Cecil H. Chilton
Manual del Ingeniero Quimico
Quinta Edicion Volumen III
Editorial Mc Graw Hill 1985
ISBN 0-07-049478-9


PLANOS

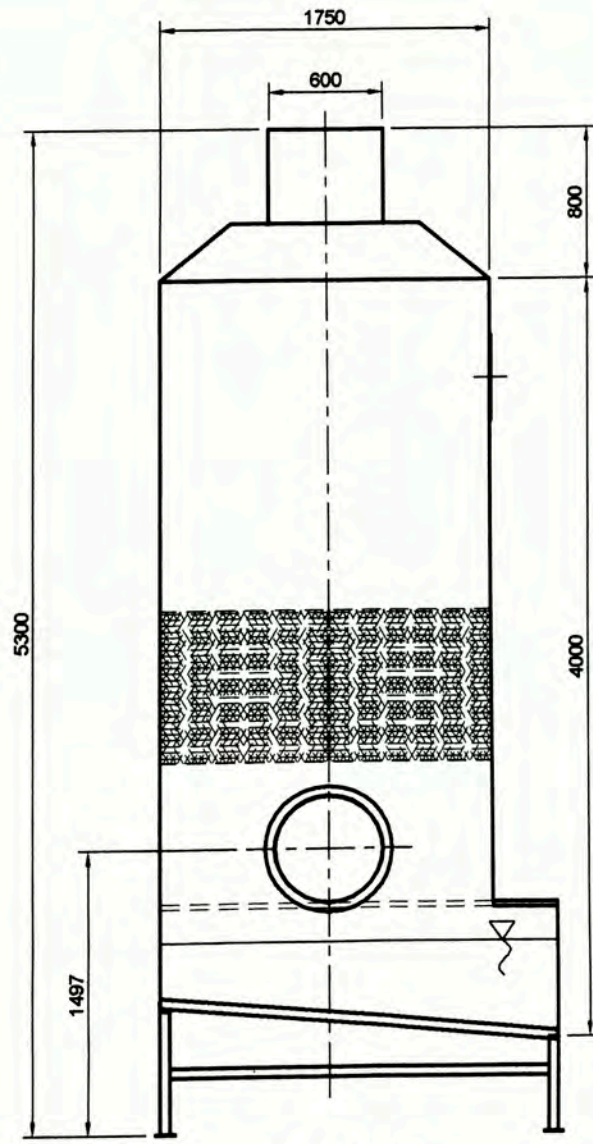


VISTA DE PLANTA

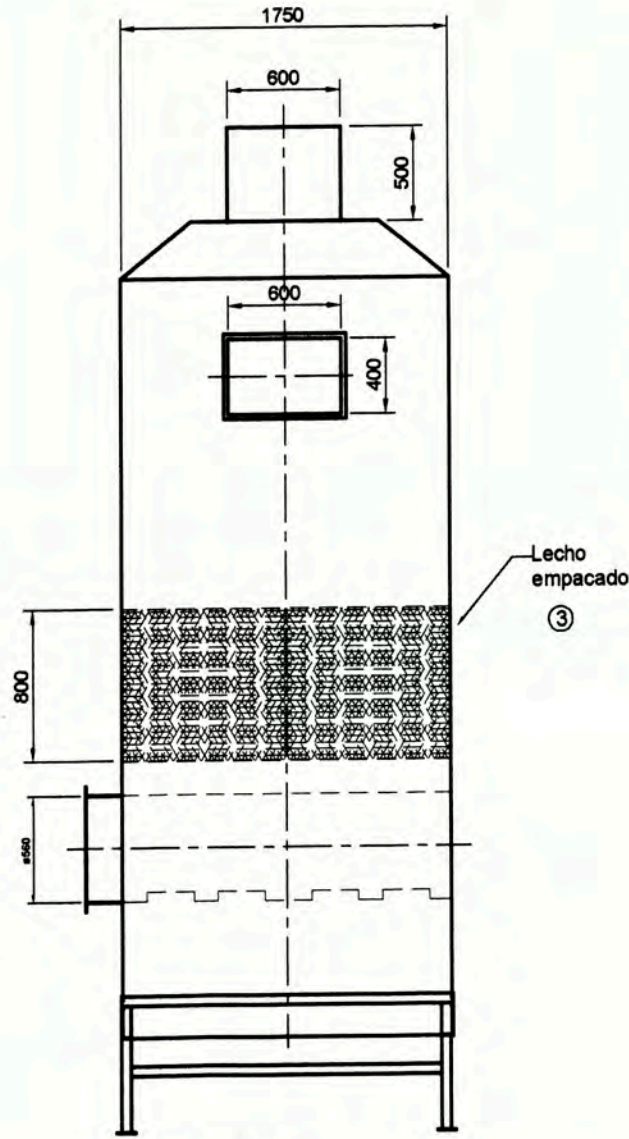


VISTA DE ELEVACION

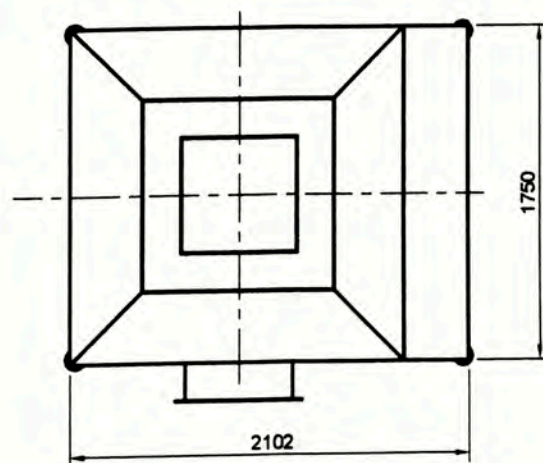
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA		PROYECTO: SISTEMA DE NEUTRALIZACION DE POLVO Y GASES DE UN LABORATORIO QUIMICO	
DIBUJADO : QUISPE CARRASCO DANIEL ADOLFO DISEÑO : QUISPE CARRASCO DANIEL ADOLFO REVISION : ING. MARTIN CASADO MARQUEZ		TITULO DEL PLANO: LABORATORIO QUIMICO	
FECHA 27/11/2009	ESCALA 1/80	PLANO N° 1	FORMATO A-2



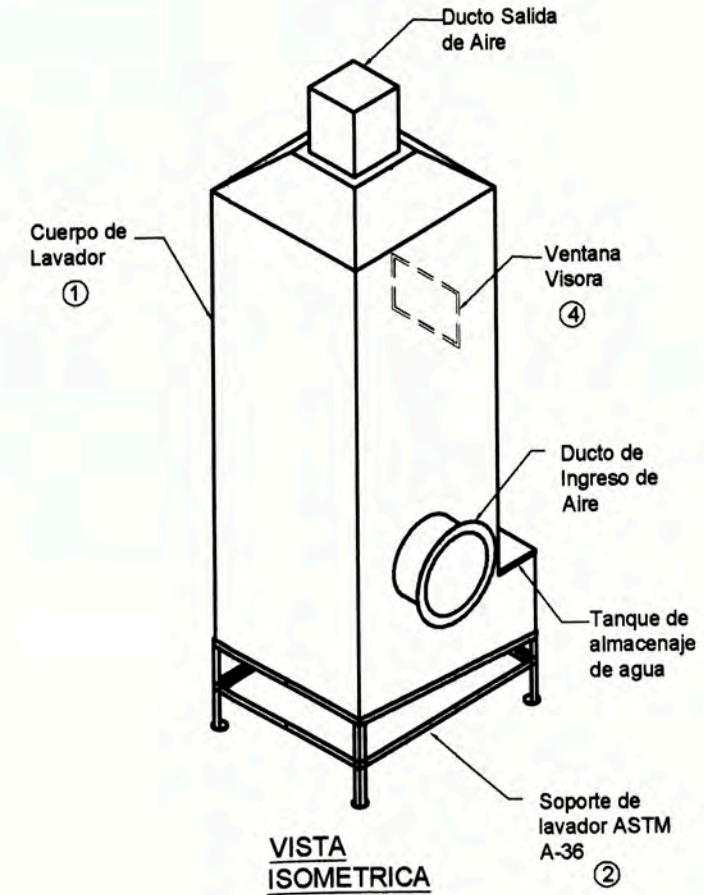
ELEVACION



PERFIL



PLANTA

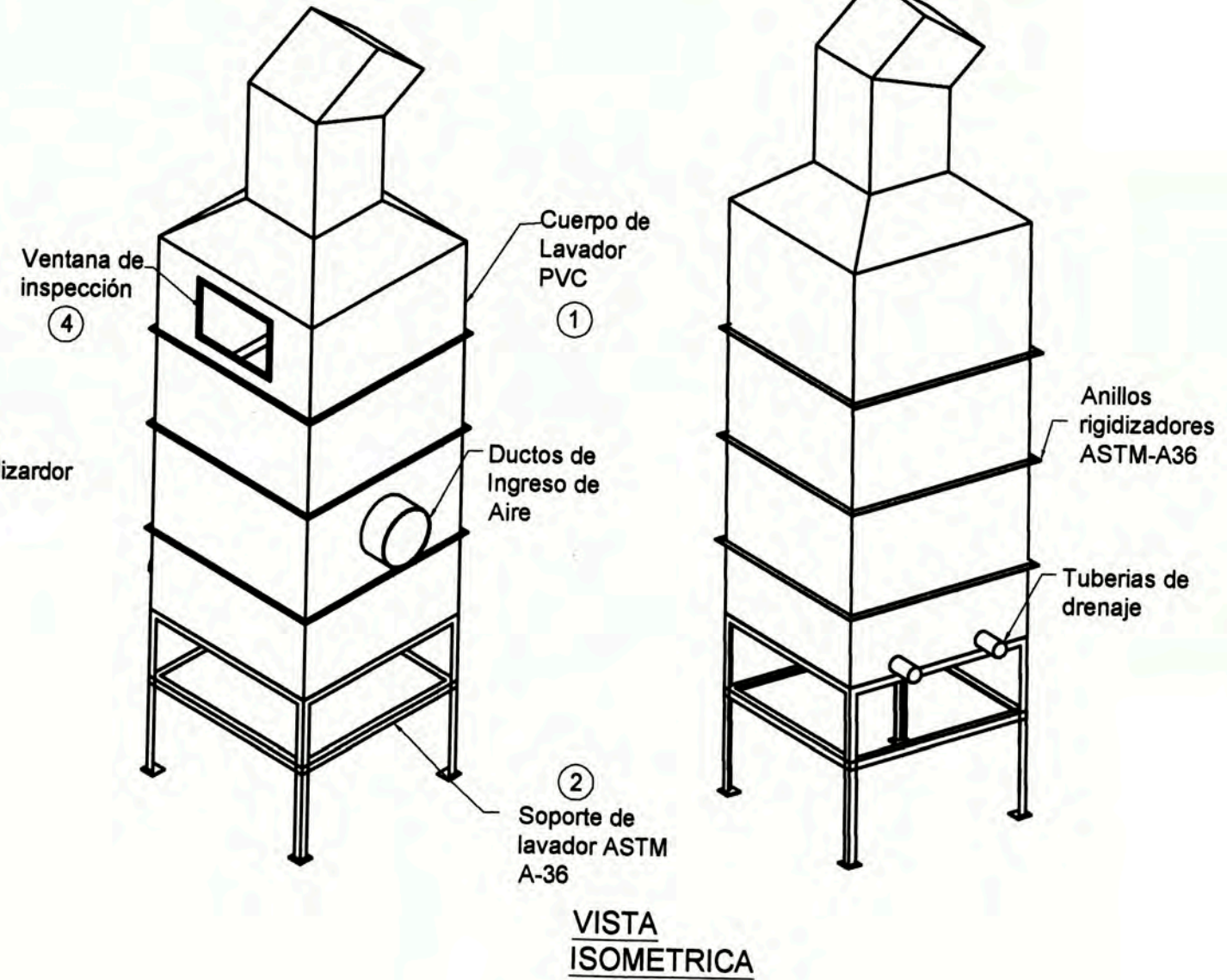
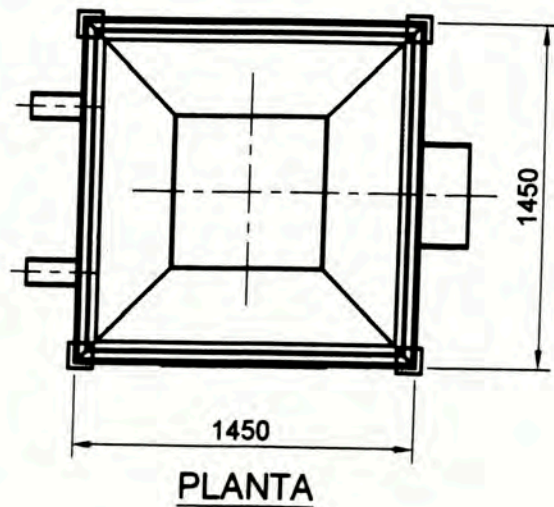
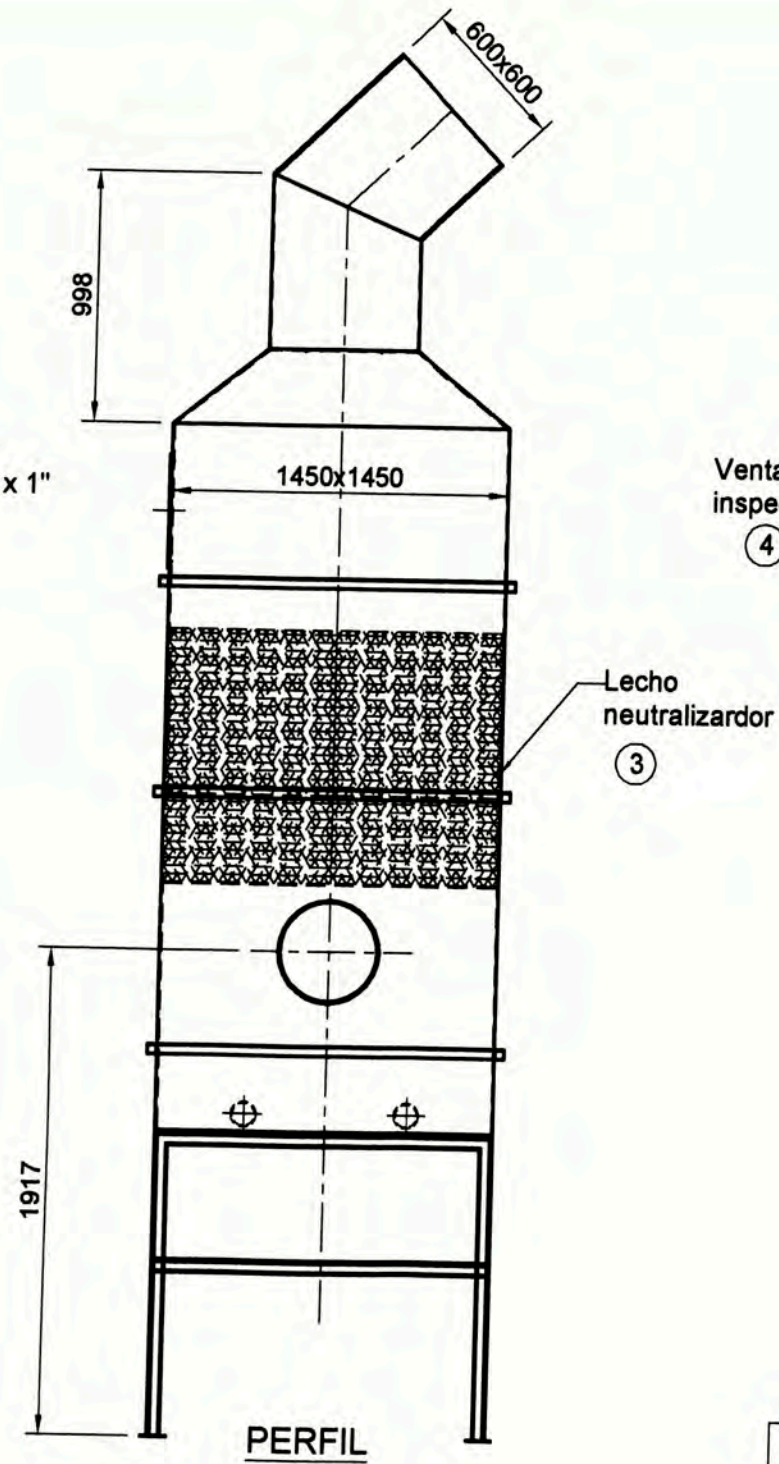
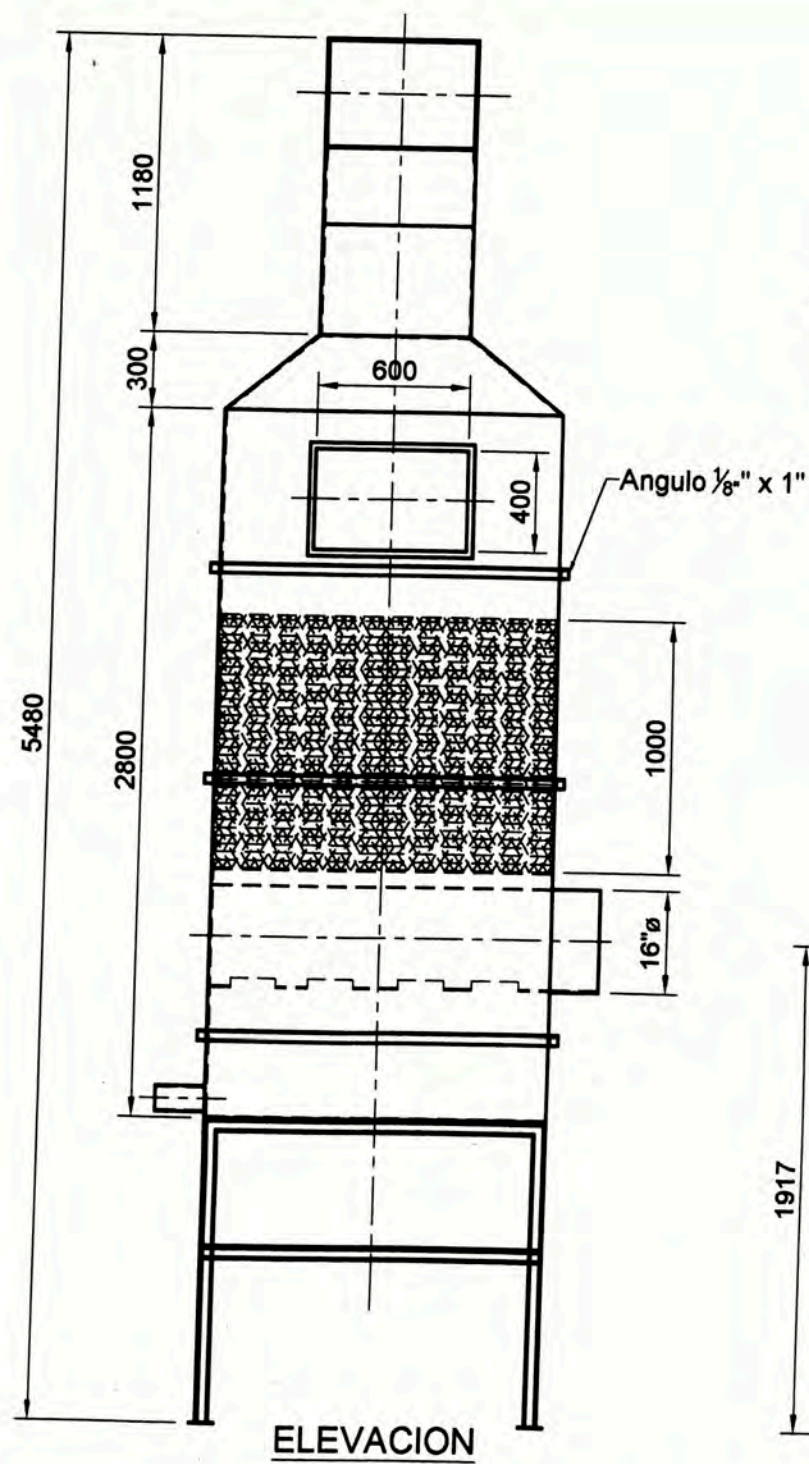


VISTA ISOMETRICA

POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL	OBSERVACIONES
4	1Pzo.	VENTANA DE INSPECCION	MICA TRANSPARENTE	
3	1Pzo.	LECHO EMPACADO	PLASTICO	20 MILLARES
2	1Pzo.	SOPORTE DE LAVADOR	ASTM A-36	
1	1 Pzo.	CUERPO DE LAVADOR	AC. INOX. 304	

LISTADO DE MATERIALES :

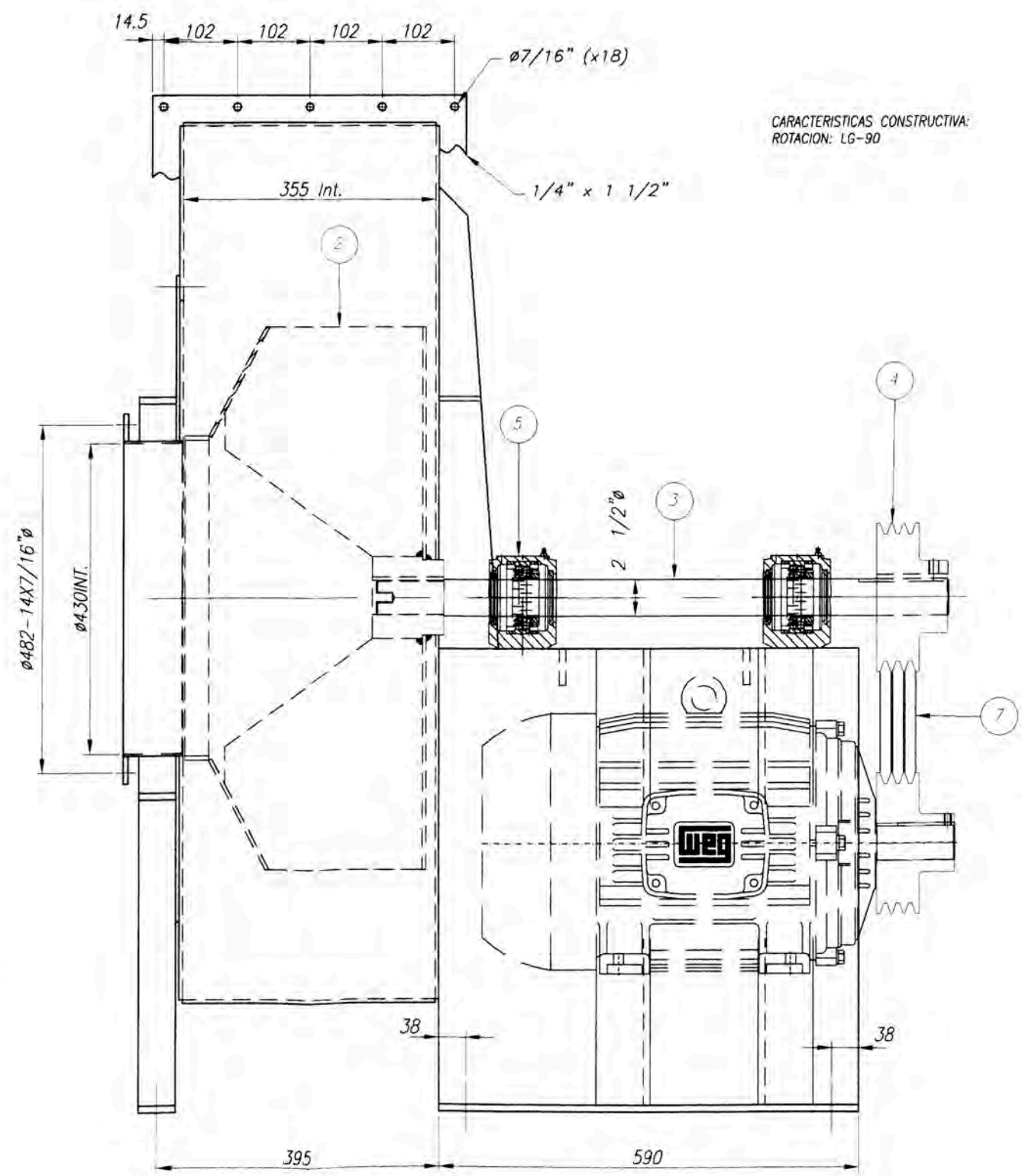
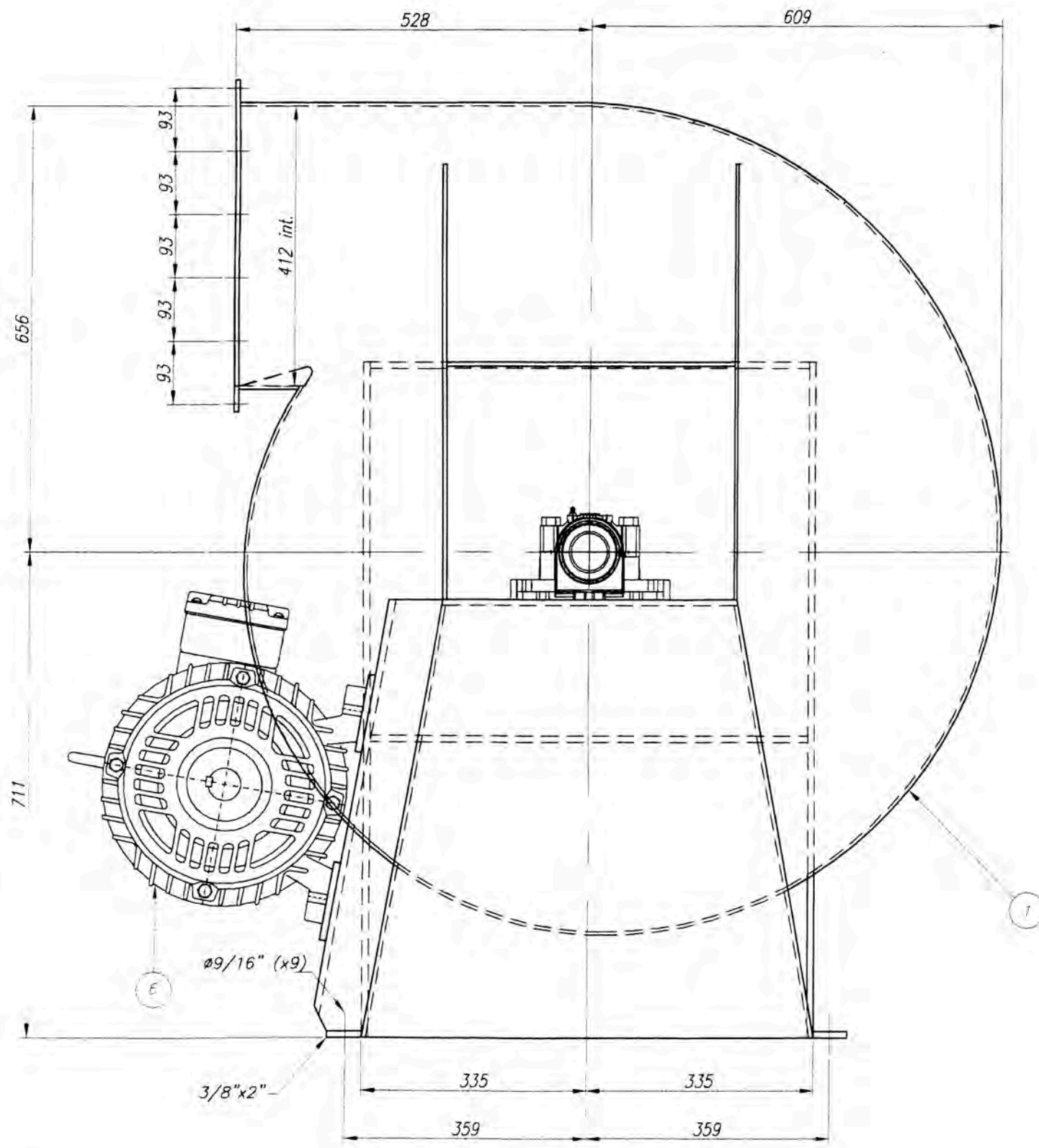
<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA</p>	<p>PROYECTO : SISTEMA DE NEUTRALIZACION DE POLVO Y GASES DE UN LABORATORIO QUIMICO</p>		
	<p>TITULO DEL PLANO : LAVADOR DE POLVOS FINOS</p>		
	<p>DIBUJADO : QUISPE CARRASCO DANIELADOLFO</p>		
<p>DISEÑO : QUISPE CARRASCO DANIELADOLFO</p>			
<p>REVISION : ING. MARTIN CASADO MARQUEZ</p>			
<p>FECHA 27/11/2009</p>	<p>ESCALA 1:40</p>	<p>PLANO N° 2</p>	<p>FORMATO A-3</p>



POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL	OBSERVACIONES
4	1Pza.	VENTANA DE INSPECCION	MICA TRANSPARENTE	
3	1Pza.	LECHO EMPACADO	PLASTICO	14 MILLARES
2	1Pza.	SOPORTE DE LAVADOR	ASTM A-36	
1	1 Pza.	CUERPO DE LAVADOR	PVC	

LISTADO DE MATERIALES :

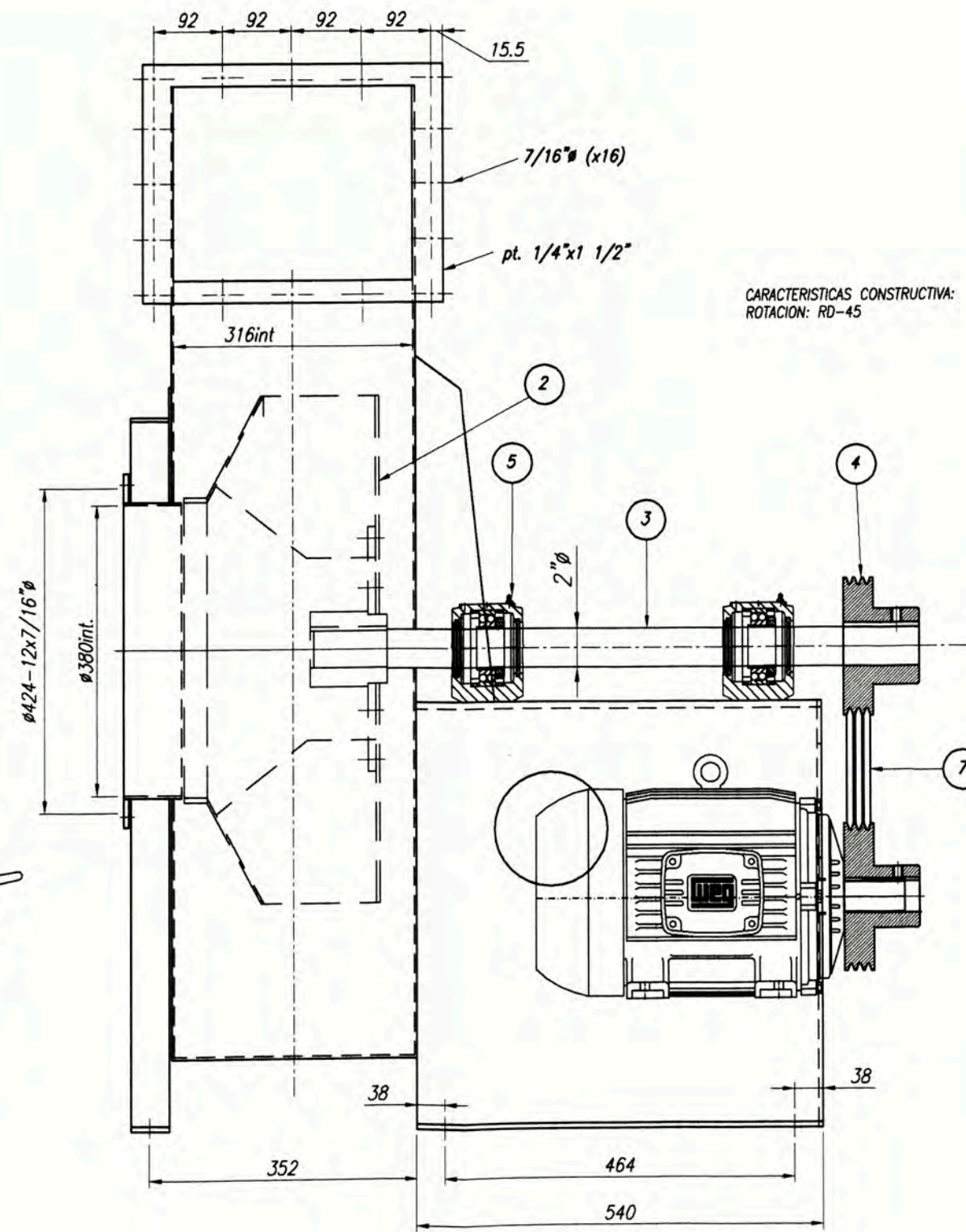
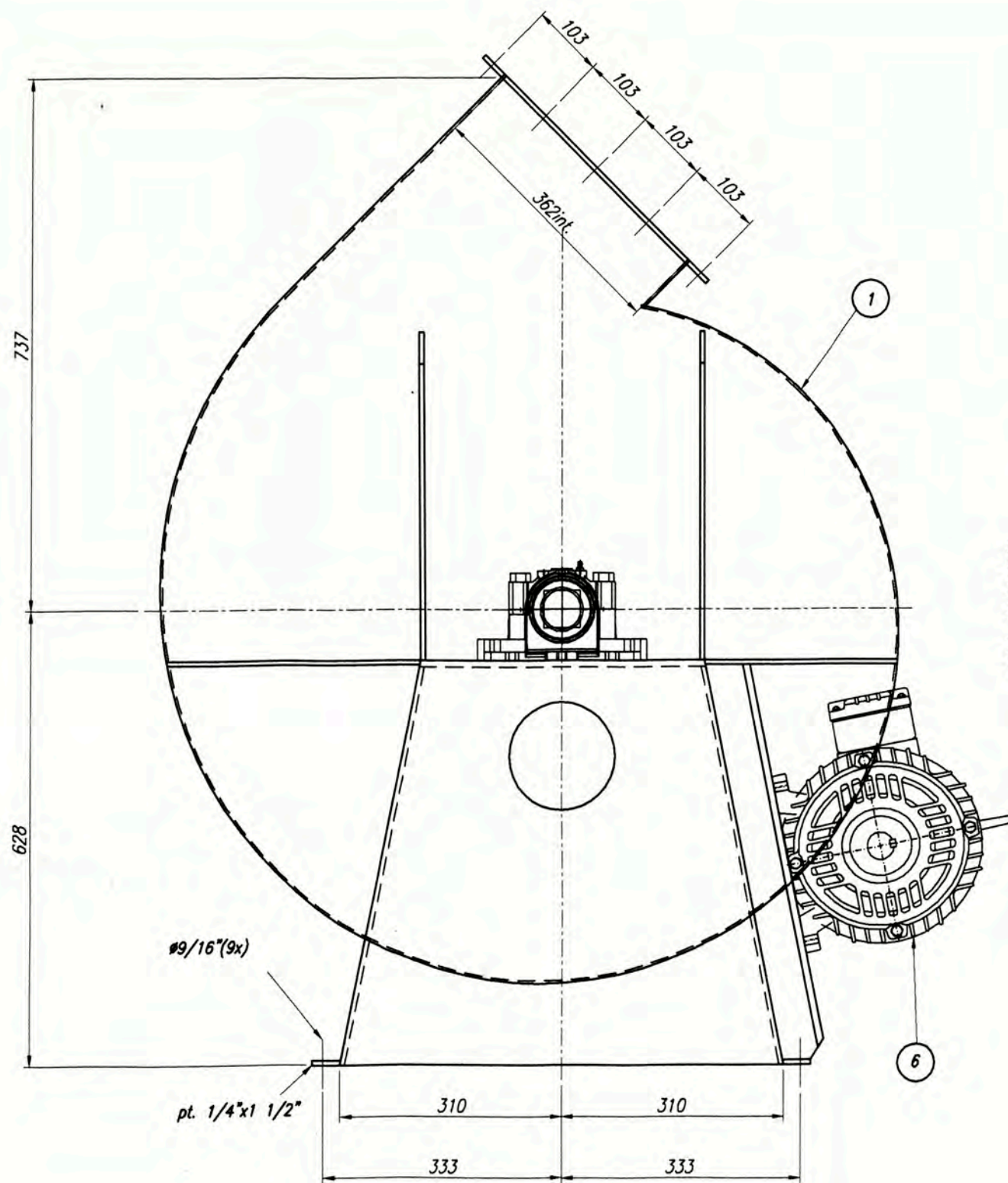
		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA		PROYECTO : SISTEMA DE NEUTRALIZACION DE POLVO Y GASES DE UN LABORATORIO QUIMICO	
DIBUJADO : QUISPE CARRASCO DANIELADOLFO DISEÑO : QUISPE CARRASCO DANIELADOLFO REVISION : ING. MARTIN CASADO MARQUEZ		TITULO DEL PLANO : LAVADOR DE GASES			
FECHA	ESCALA	PLANO N°	FORMATO		
27/11/2009	1:40	3	A-3		



7	3Pza.	FAJAS EN V (5V750)		MARCA OPTIBLET
6	1Pza.	MOTOR DE 25HP, 4 POLOS		MARCA WEG BRASIL
5	2Pza.	CHUMACERAS PARTIDAS SNL-511	FE. FDO	CON RODAMIENTOS DE BOLAS A ROTULA
4	2Pza.	POLEAS	FE. FDO.	CON TRES CANALES EN V
3	1Pza.	EJE DE TRANSMISION	ACERO SAE-1020	2 1/2" ø
2	1Pza.	IMPULSOR CENTRIFUGO	ACERO ASTM A-36	ø752mm
1	1 Pza.	CARCASA DE VENTILADOR	ACERO ASTM A-36	

POS	CANT	DESCRIPCION	MATERIAL	OBSERVACIONES
LISTADO DE MATERIALES				

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA		PROYECTO: SISTEMA DE NEUTRALIZACION DE POLVO Y GASES DE UN LABORATORIO QUIMICO	
	DIBUJADO : QUISPE CARRASCO DANIELADOLFO DISEÑO : QUISPE CARRASCO DANIELADOLFO REVISION : ING. MARTIN CASAIÑO MARQUEZ		TITULO DEL PLANO: VENTILADOR CENTRIFUGO VRI - 0483 - II	
	FECHA 27/11/2009	ESCALA 1:8	PLANO N° 4	FORMATO A-3

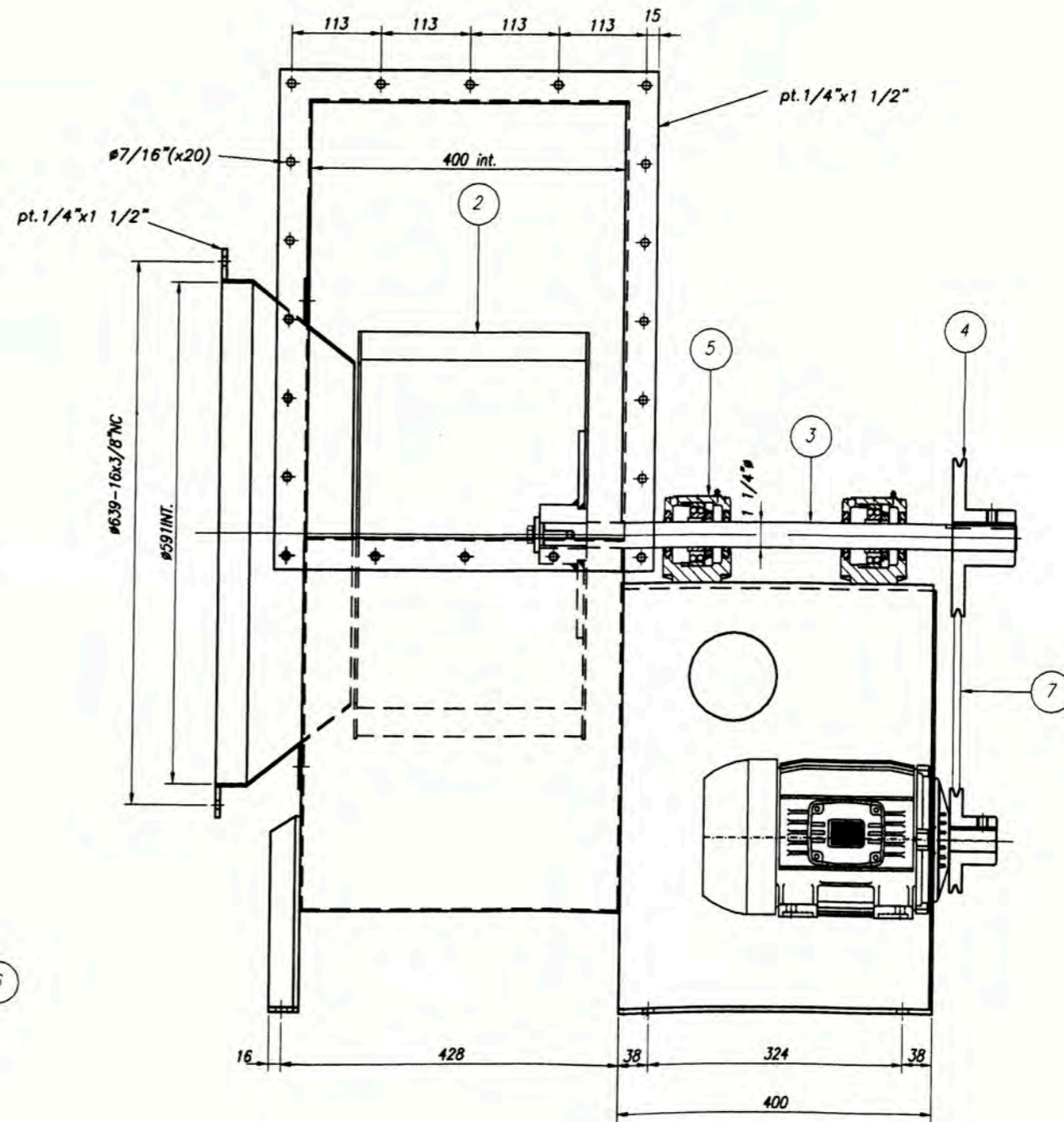
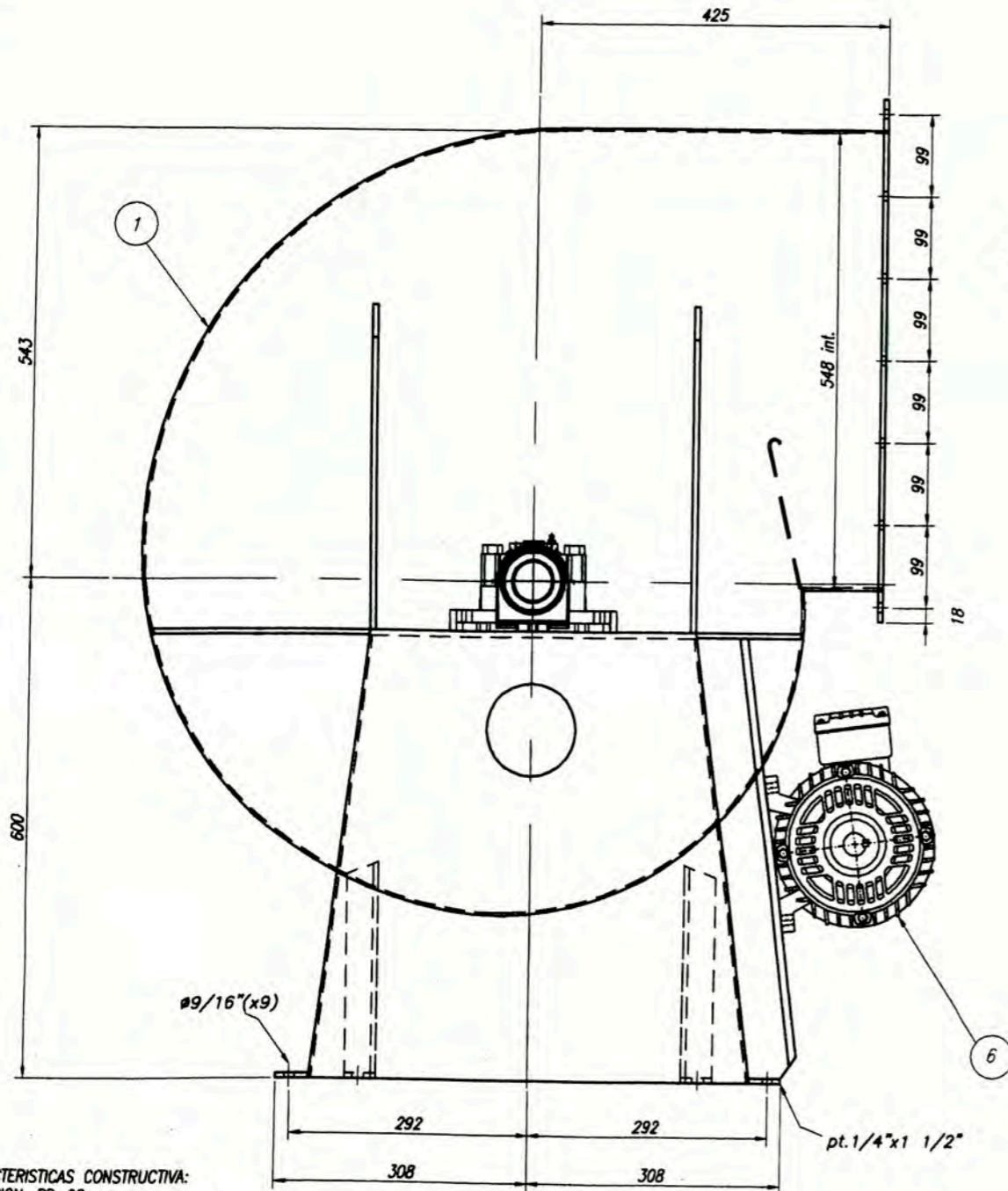


CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVA:
ROTACION: RD-45

POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL	OBSERVACIONES
7	3Pza.	FAJAS EN V (3V650)		MARCA OPTIBLET
6	1Pza.	MOTOR DE 15HP, 4 POLOS		MARCA WEG BRASIL
5	2Pza.	CHUMACERAS PARTIDAS SNL-510	FE. FDO	CON RODAMIENTOS DE BOLAS A ROTULA
4	2Pza.	POLEAS	FE. FDO.	CON TRES CANALES EN V
3	1Pza.	EJE DE TRANSMISION	ACERO INOX. 304	2"φ
2	1Pza.	IMPULSOR CENTRIFUGO	ACERO INOX. 304	φ664mm
1	1 Pza.	CARACA DE VENTILADOR	ACERO INOX. 304	

LISTADO DE MATERIALES :

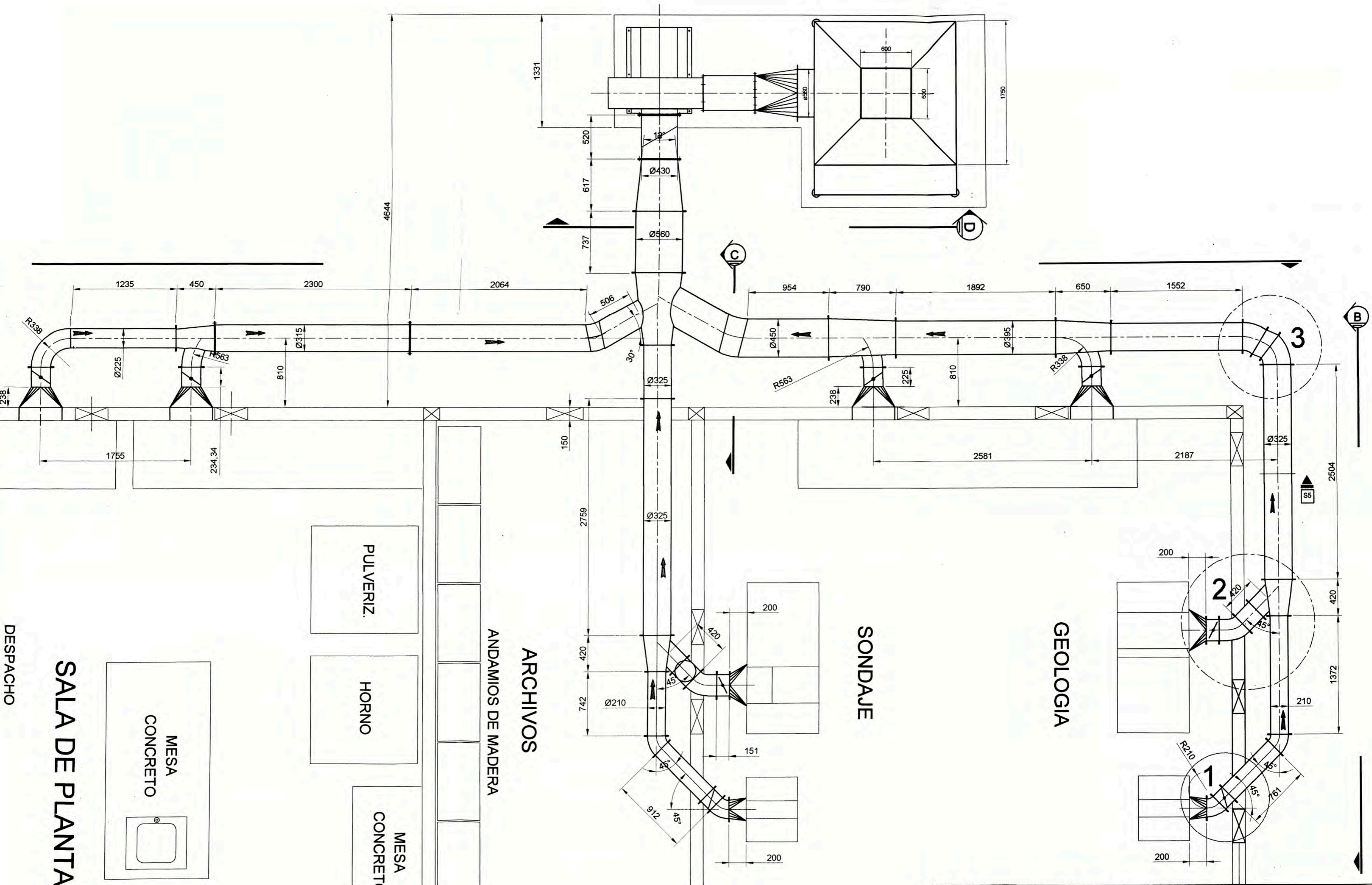
	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA	PROYECTO : SISTEMA DE NEUTRALIZACION DE POLVO Y GASES DE UN LABORATORIO QUIMICO	
	DIBUJADO : QUISPE CARRASCO DANIELADOLFO DISEÑO : QUISPE CARRASCO DANIELADOLFO REVISION : ING. MARTIN CASADO MARQUEZ	TITULO DEL PLANO : VENTILADOR CENTRIFUGO VRI - 0381 - I	
	FECHA : 27/11/2009 ESCALA : 1:8	PLANO N° : 5	FORMATO : A-3


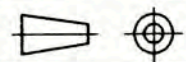


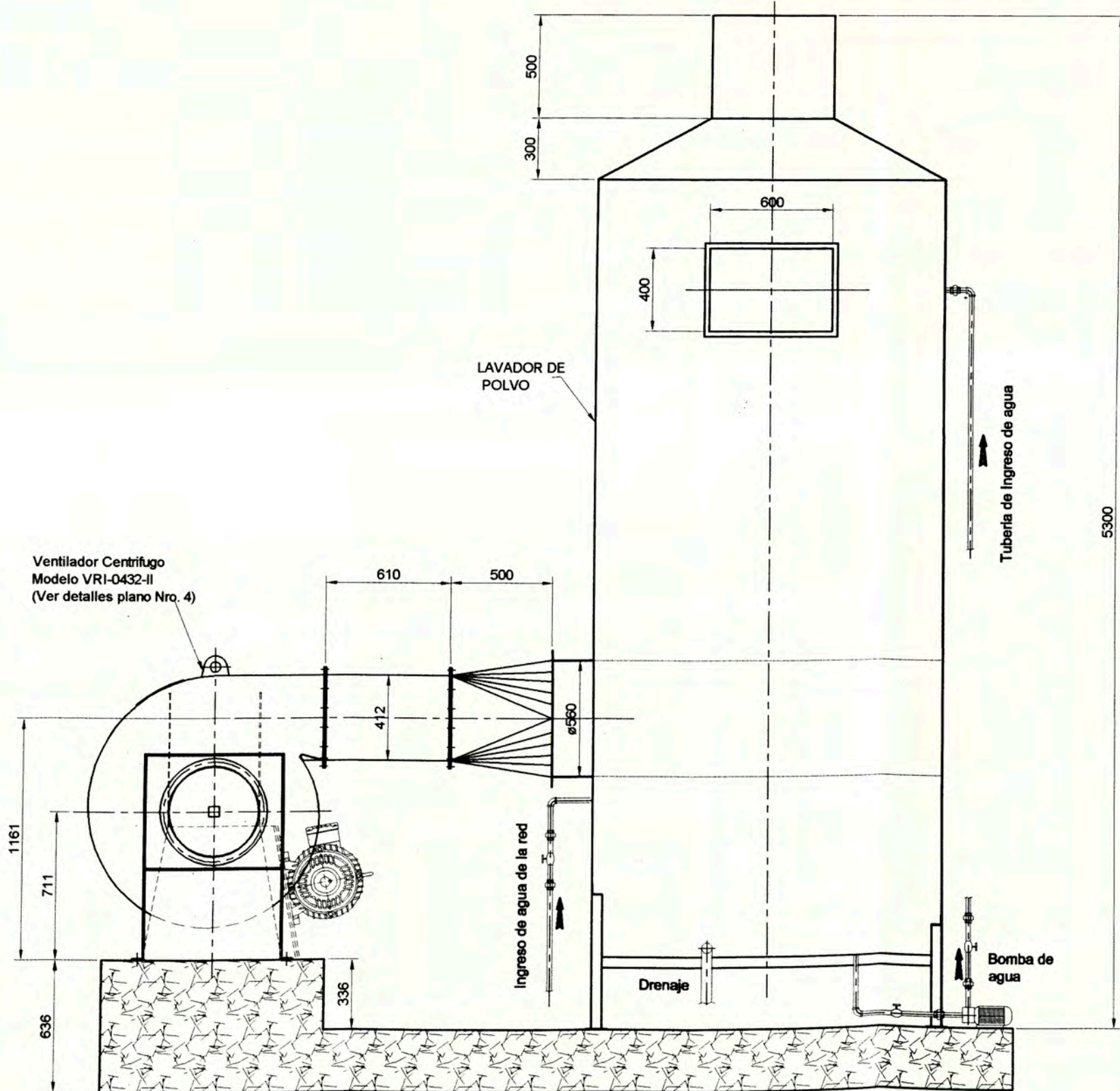
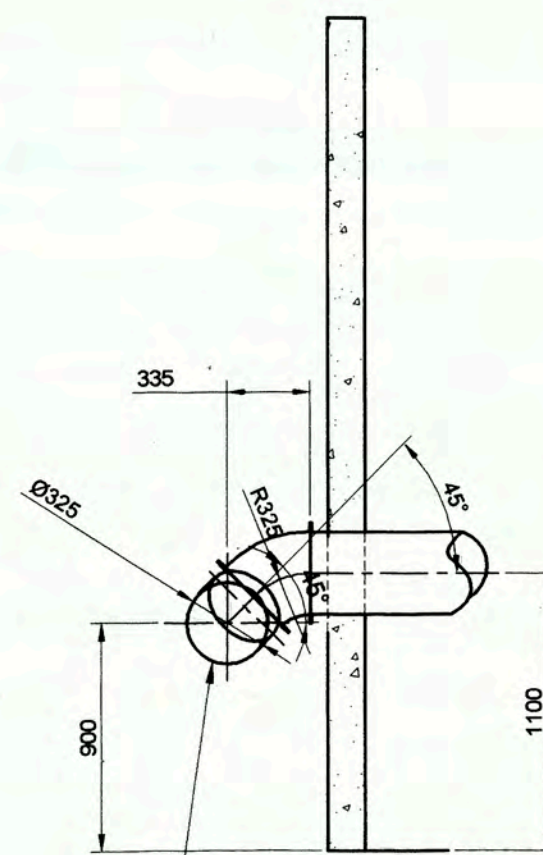
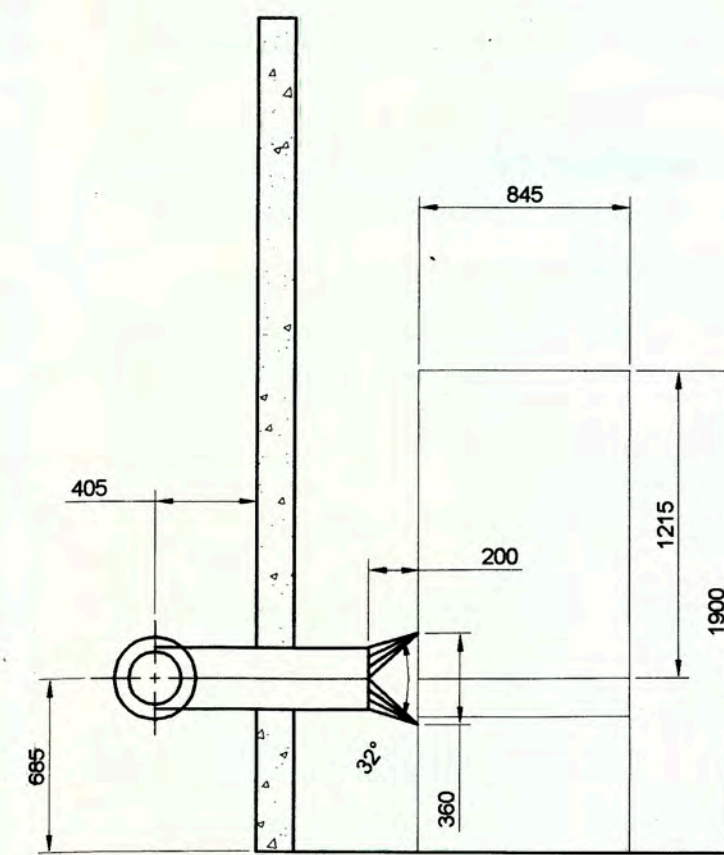
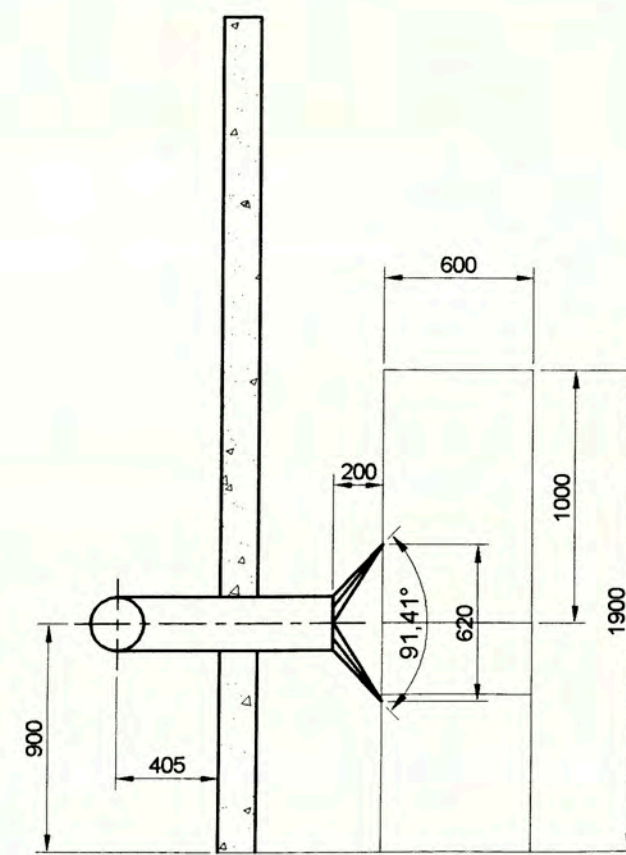
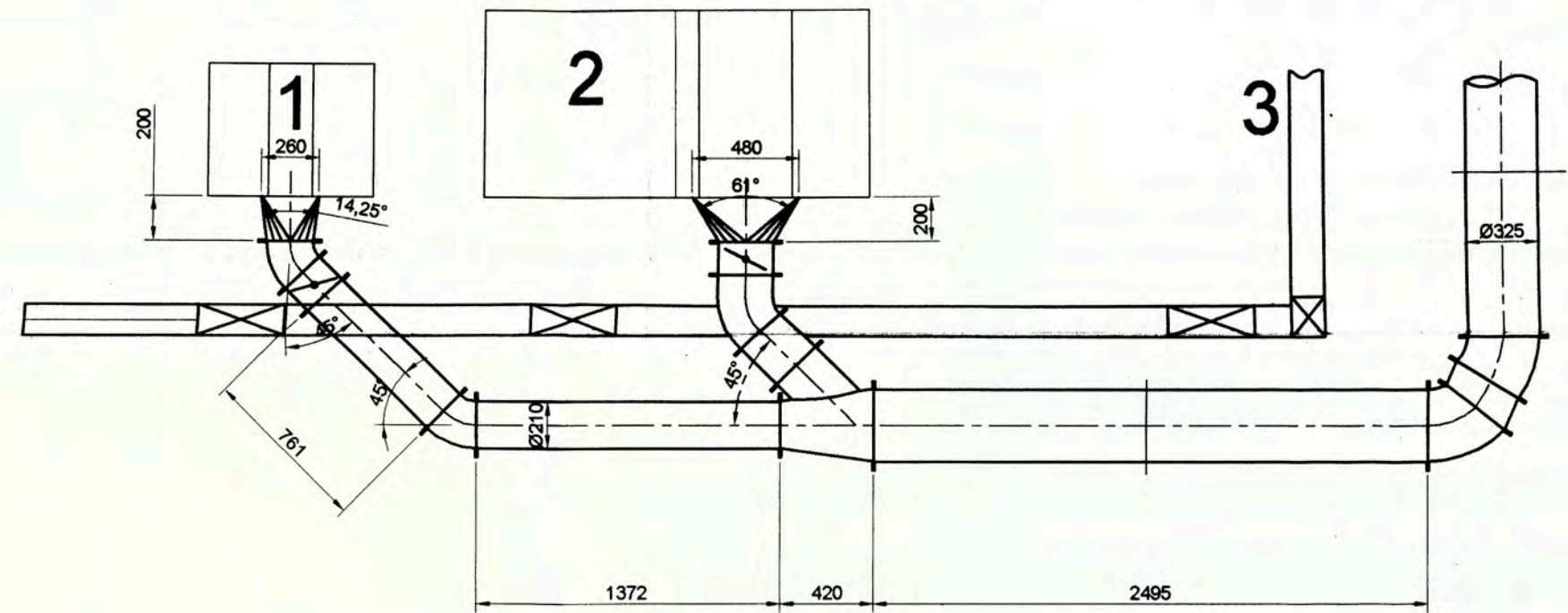
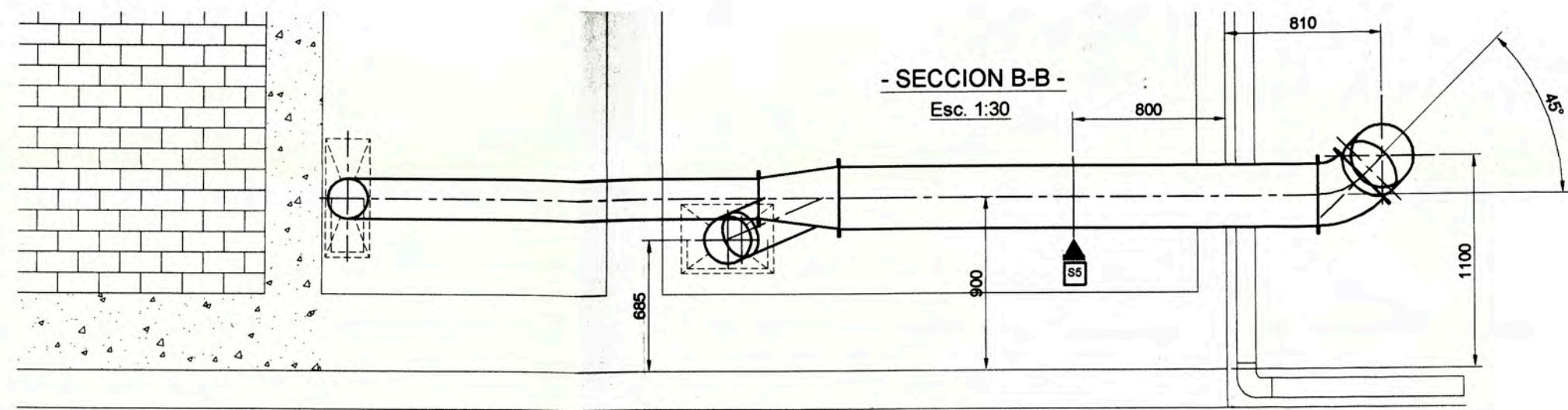
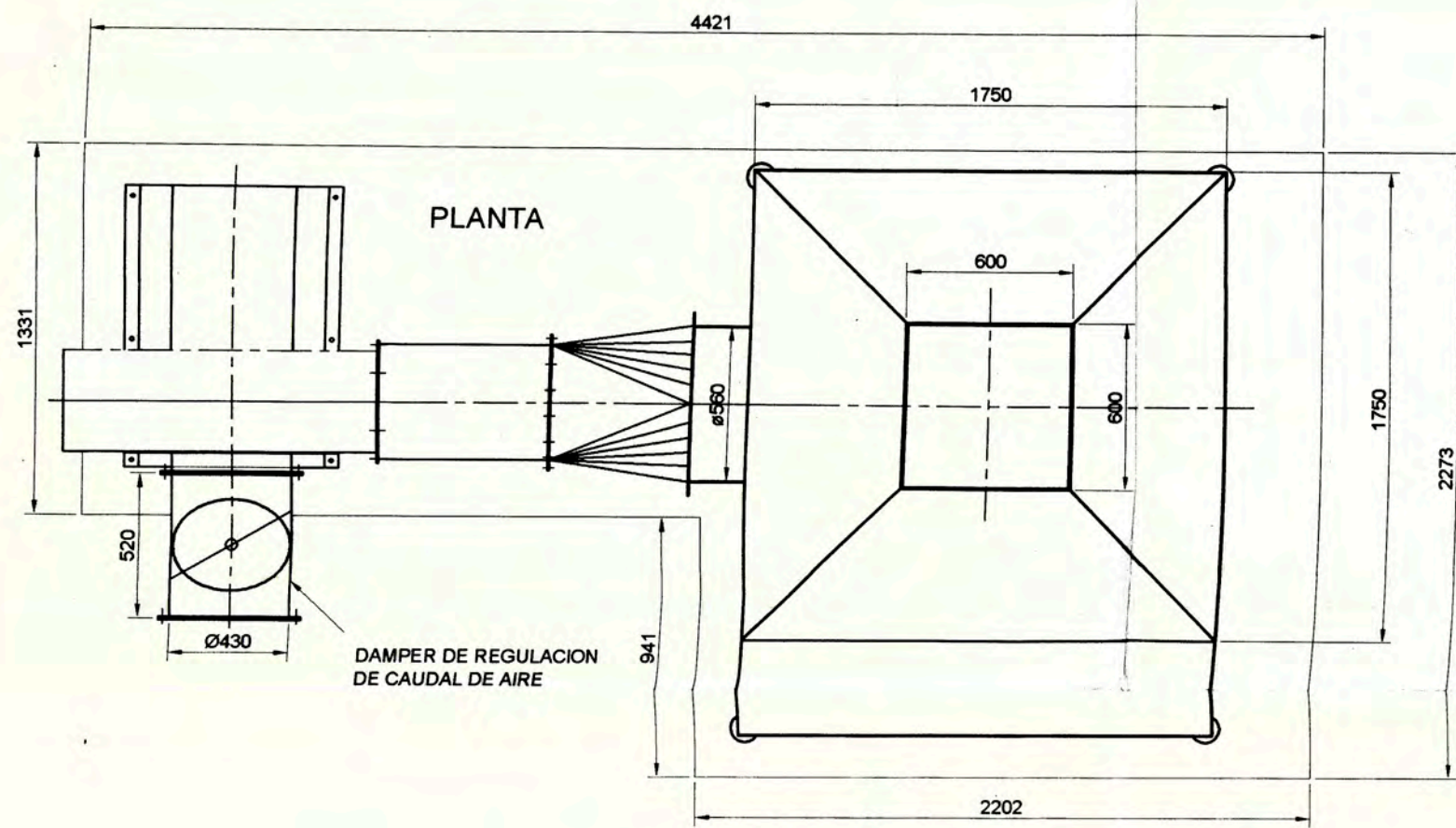
POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL	OBSERVACIONES
7	1Pza.	FAJAS EN V (3V600)		MARCA OPTIBLET
6	1Pza.	MOTOR DE 2.0HP, 6 POLOS		MARCA WEG BRASIL
5	2Pza.	CHUMACERAS PARTIDAS SNL-508	FE. FDO	CON RODAMIENTOS DE BOLAS A ROTULA
4	2Pza.	POLEAS	FE. FDO.	CON UN CANAL EN V
3	1Pza.	EJE DE TRANSMISION	ACERO SAE- 1020	1 1/4"
2	1Pza.	IMPULSOR CENTRIFUGO	ACERO ASTM A-36	#508 mm
1	1 Pza.	CARCASA DE VENTILADOR	ACERO ASTM A-36	

LISTADO DE MATERIALES :

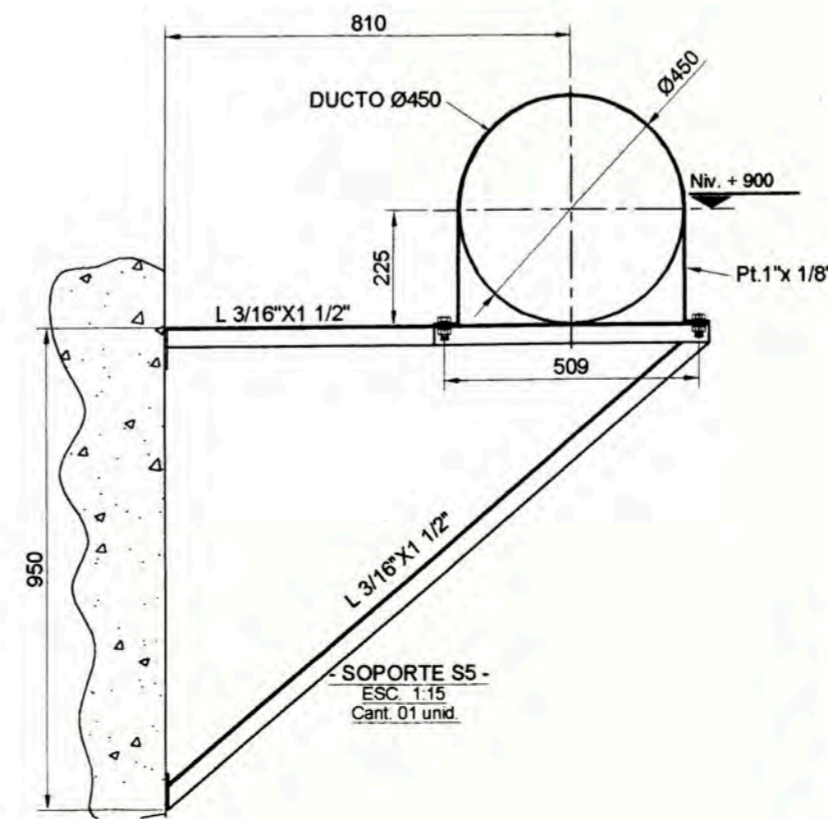
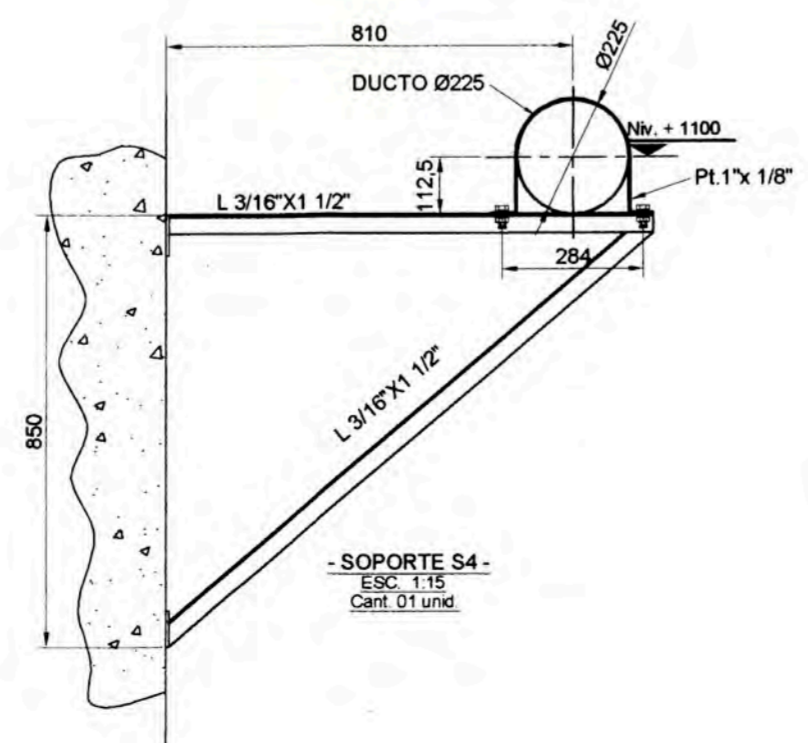
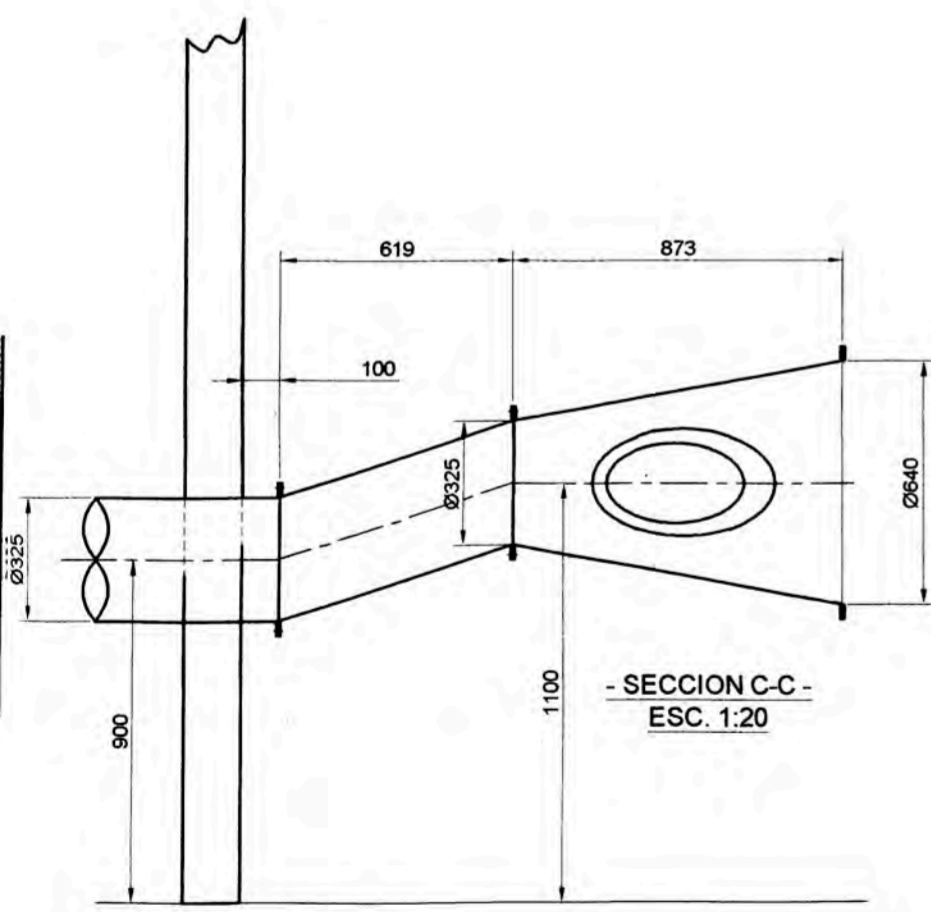
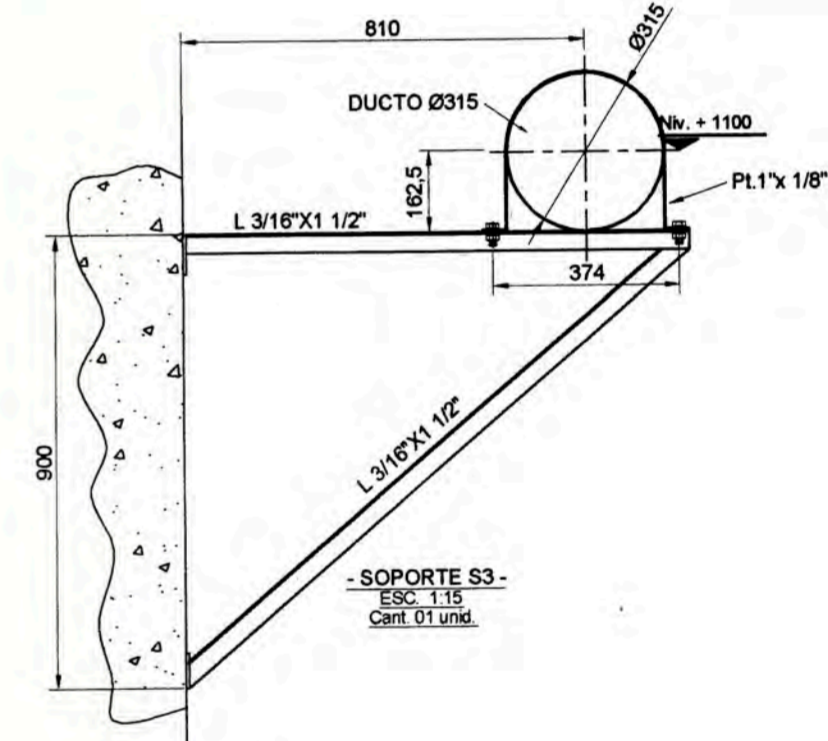
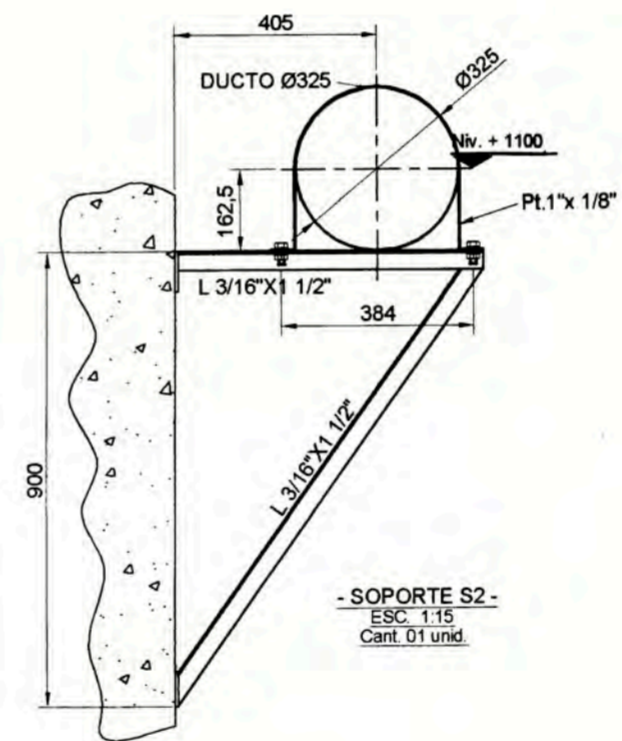
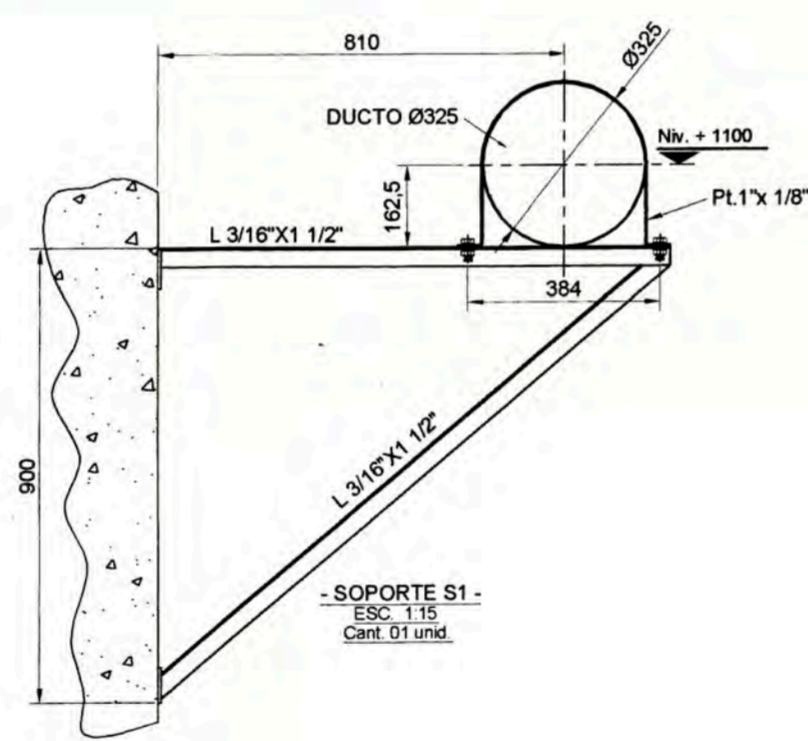
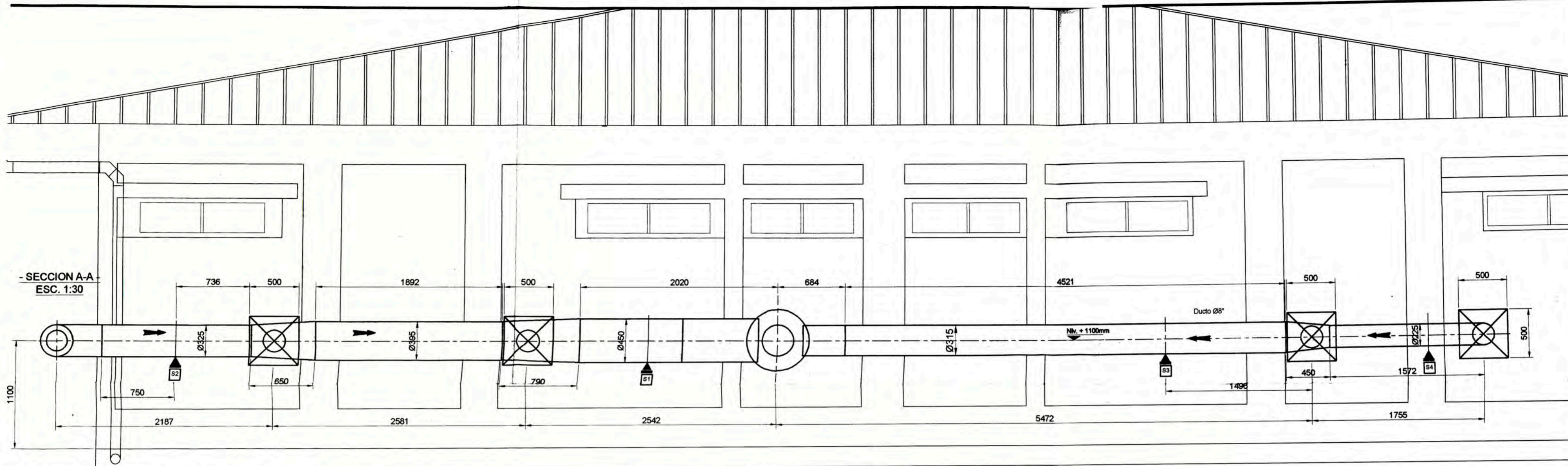
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA		PROYECTO: SISTEMA DE NEUTRALIZACION DE POLVO Y GASES DE UN LABORATORIO QUIMICO	
DIBUJADO : QUISPE CARRASCO DANIELADOLFO		TITULO DEL PLANO :	
DISEÑO : QUISPE CARRASCO DANIELADOLFO		VENTILADOR CENTRIFUGO VRSS-0508	
REVISION : ING. MARTIN CASADO MARQUEZ		PLANO N°	FORMATO
FECHA	ESCALA	6	A-3
27/11/2009	1:8		



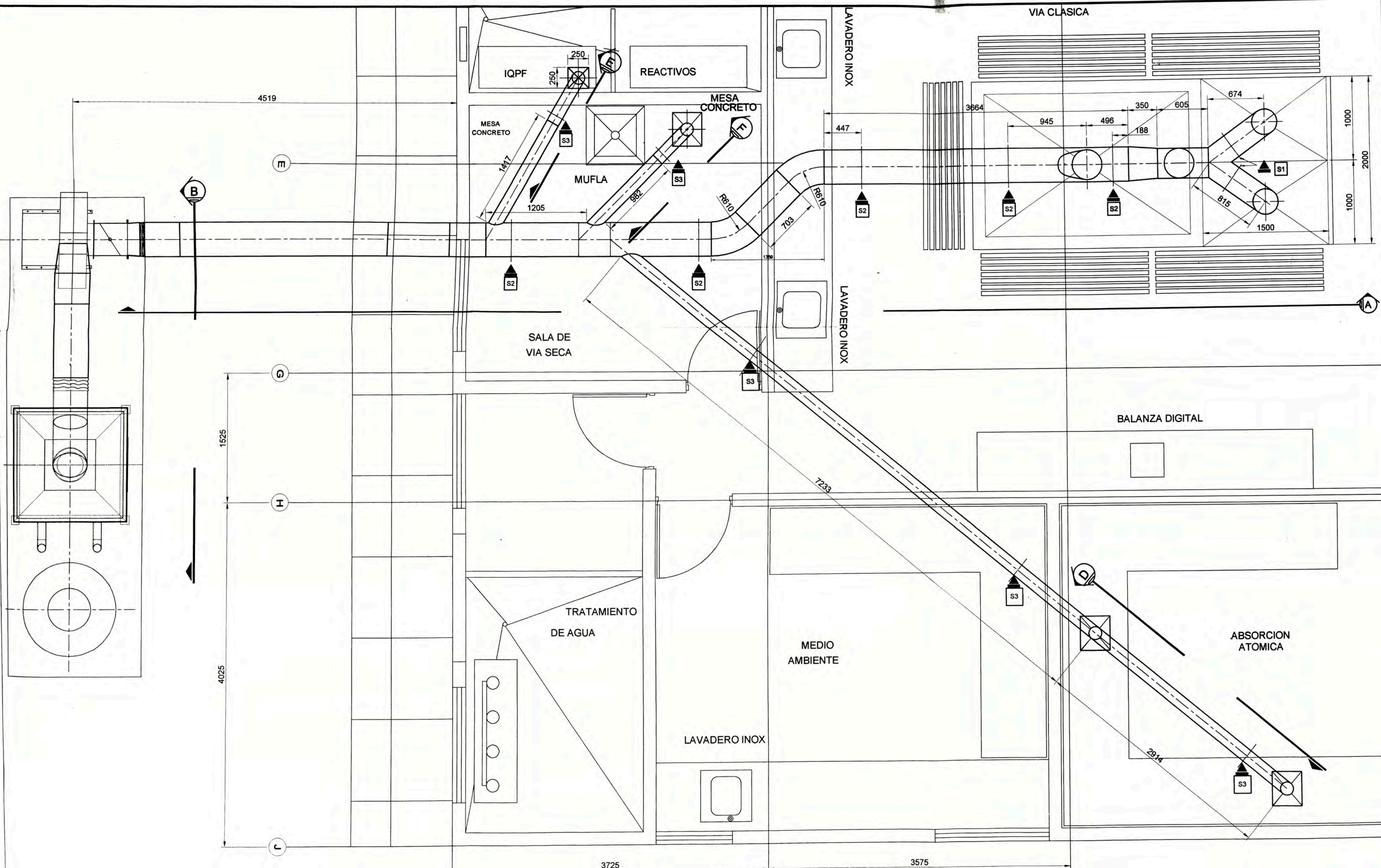
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA		PROYECTO: SISTEMA DE NEUTRALIZACION DE POLVO Y GASES DE UN LABORATORIO QUIMICO	
DIBUJADO : QUISPE CARRASCO DANIELADOLFO DISEÑO : QUISPE CARRASCO DANIELADOLFO REVISION : ING. MARTIN CASADO MARQUEZ		TITULO DEL PLANO: SISTEMA DE EXTRACCION DE POLVO VISTA DE PLANTA	
FECHA 27/11/2009	ESCALA 1:30	PLANO N° 7 - A	FORMATO A-2
			



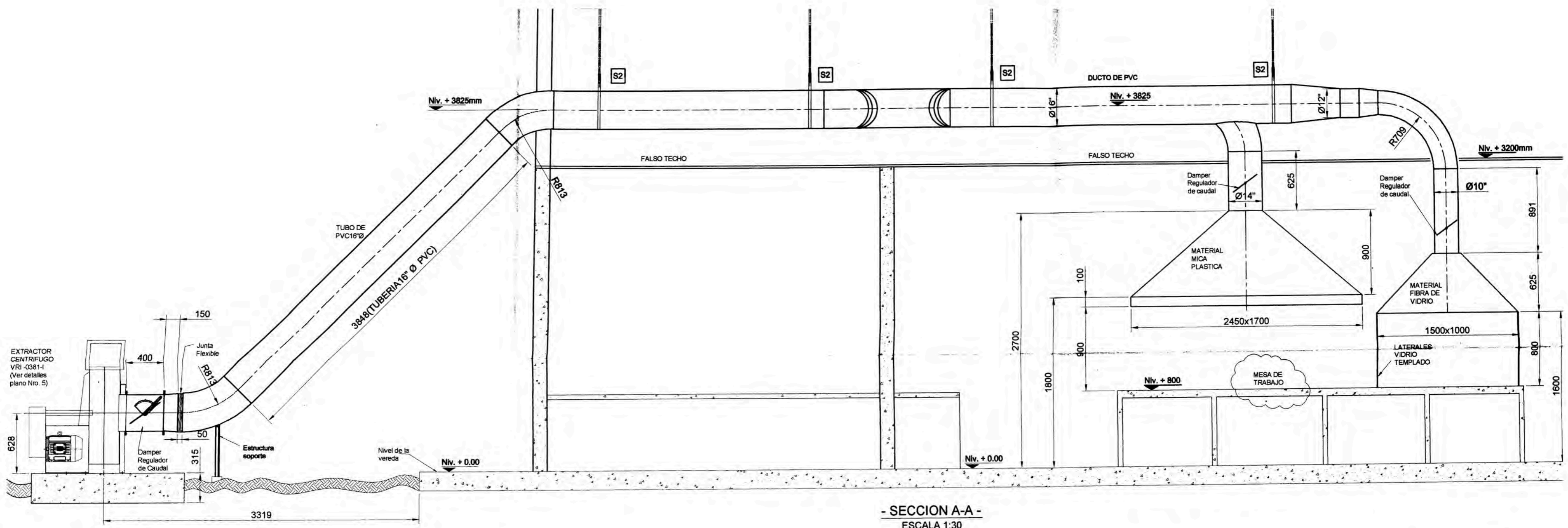
		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA		PROYECTO: SISTEMA DE NEUTRALIZACION DE POLVO Y GASES DE UN LABORATORIO QUIMICO	
DIBUJADO : QUISPE CARRASCO DANIELADOLFO DISEÑO : QUISPE CARRASCO DANIELADOLFO REVISION : ING. MARTIN CASADO MARQUEZ		TITULO DEL PLANO: SISTEMA DE EXTRACCION DE POLVO SECCION B-B Y SECCION D-D			
FECHA 27/11/2009	ESCALA S/E	PLANO N° 7 - B	FORMATO A-2		



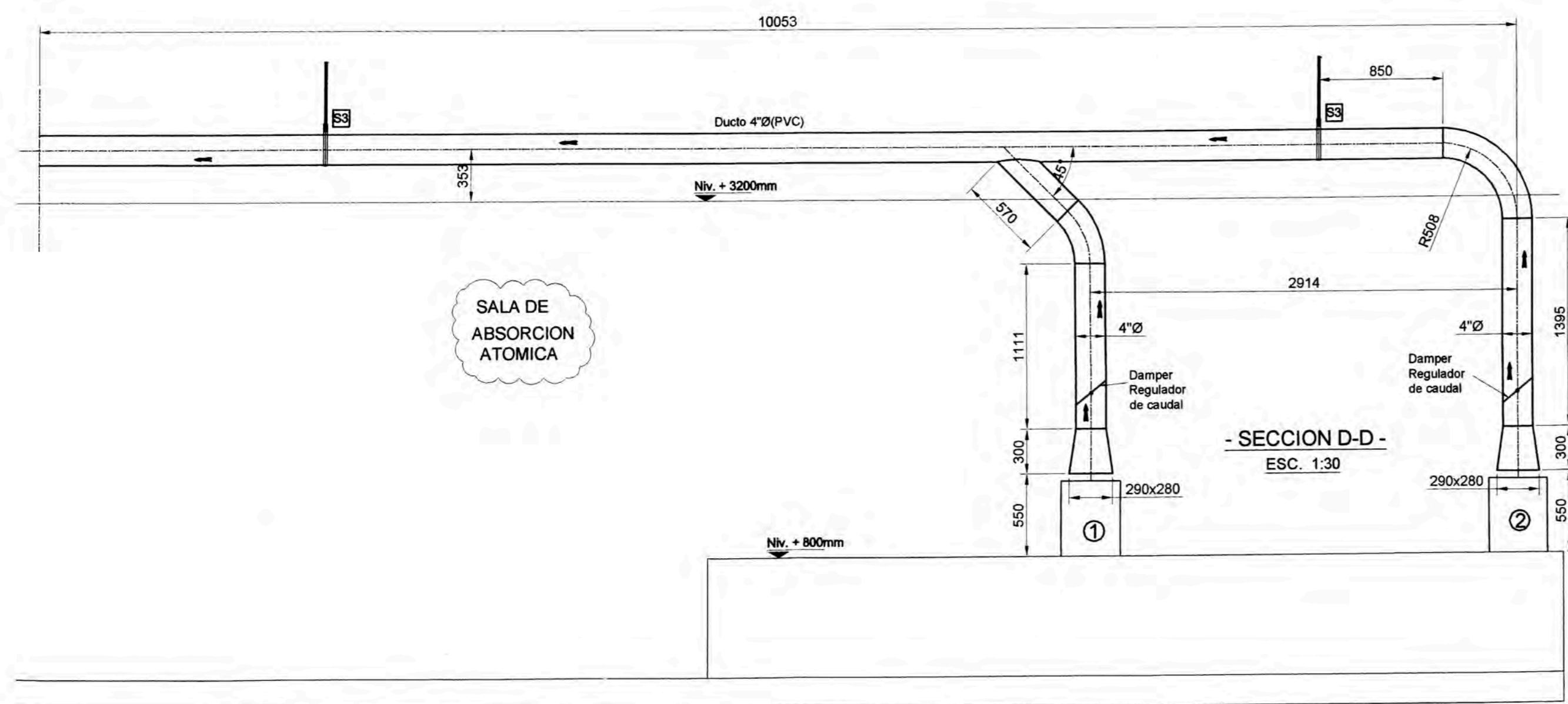
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA		PROYECTO : SISTEMA DE NEUTRALIZACION DE POLVO Y GASES DE UN LABORATORIO QUIMICO	
DIBUJADO : QUISPE CARRASCO DANIELADOLFO DISEÑO : QUISPE CARRASCO DANIELADOLFO REVISION : ING. MARTIN CASADO MARQUEZ		TITULO DEL PLANO : SISTEMA DE EXTRACCION DE POLVO SECCION A-A, SECCION C-C	
FECHA 27/11/2009	ESCALA INDICADO	PLANO N° 7 - C	FORMATO A-2



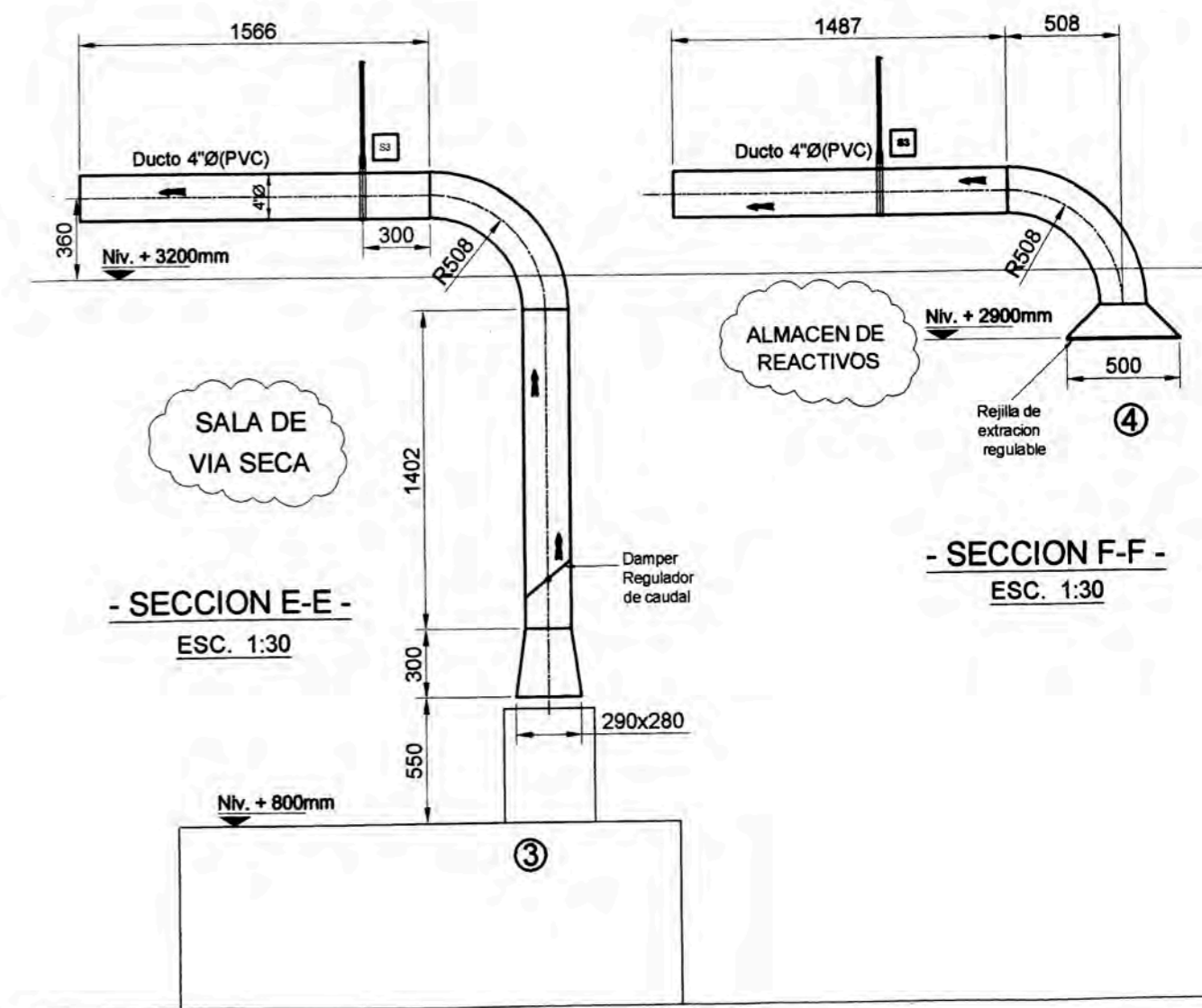
		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA		PROYECTO: SISTEMA DE NEUTRALIZACION DE POLVO Y GASES DE UN LABORATORIO QUIMICO	
		DIBUJADO : QUISPE CARRASCO DANIELADOLFO DISEÑO : QUISPE CARRASCO DANIELADOLFO REVISION : ING. MARTIN CASADO MARQUEZ		TITULO DEL PLANO : SISTEMA DE EXTRACCION DE GASES VISTA DE PLANTA	
FECHA 27/11/2009	ESCALA 1/30	PLANO N° 8 - A	FORMATO A-2		



- SECCION A-A -
ESCALA 1:30



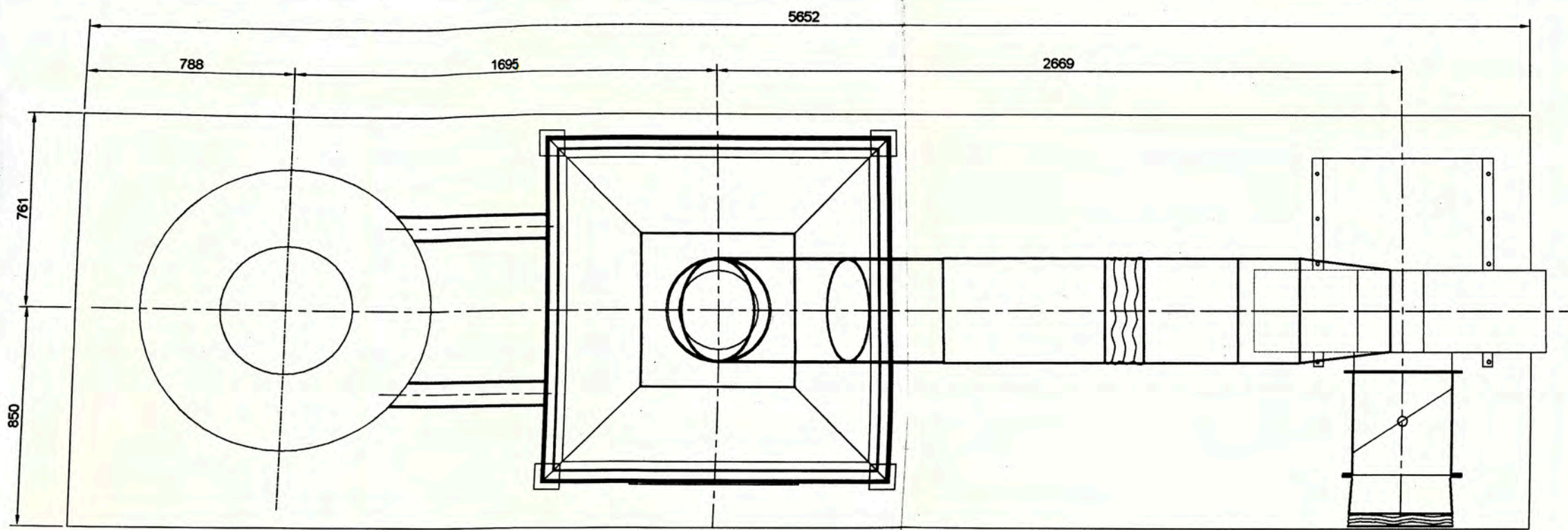
- SECCION D-D -
ESC. 1:30



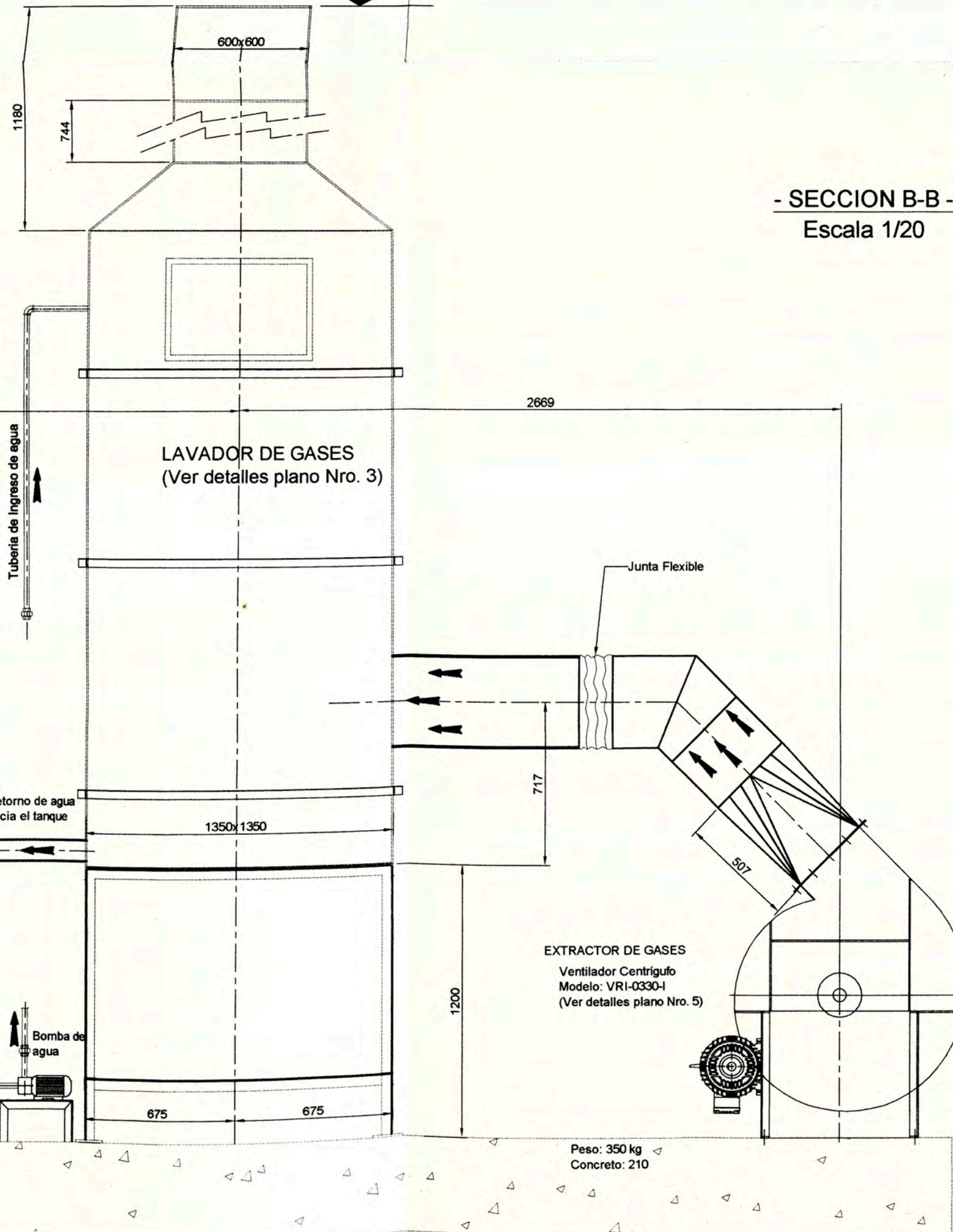
- SECCION E-E -
ESC. 1:30

- SECCION F-F -
ESC. 1:30

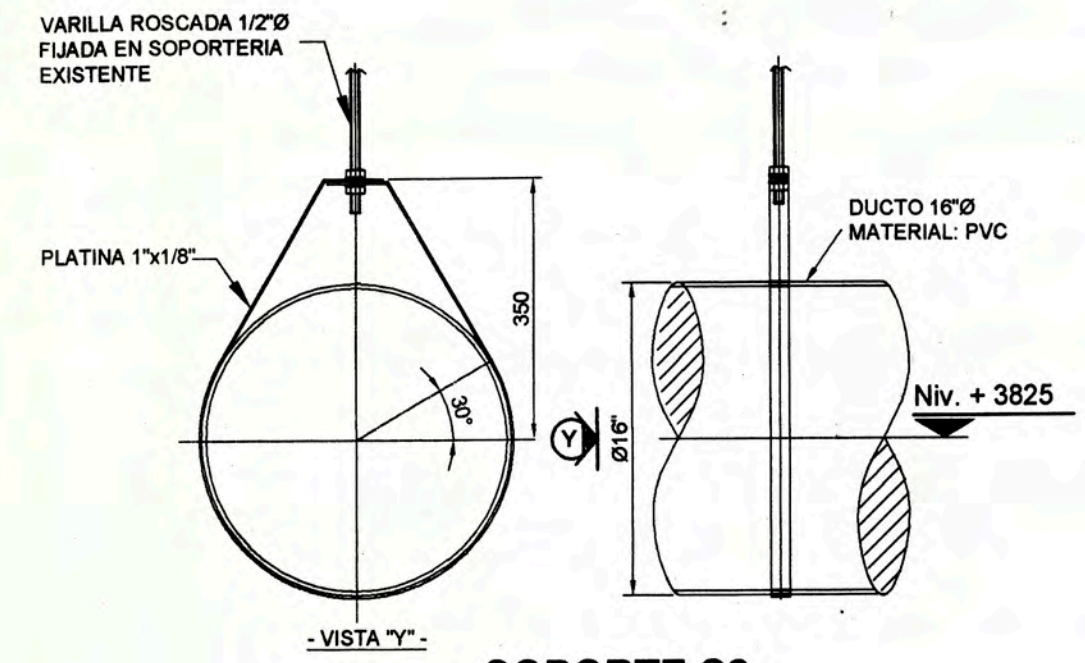
		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA		PROYECTO: SISTEMA DE NEUTRALIZACION DE POLVO Y GASES DE UN LABORATORIO QUIMICO	
DIBUJADO : QUISPE CARRASCO DANIELADOLFO		DISEÑO : QUISPE CARRASCO DANIELADOLFO		TITULO DEL PLANO: SISTEMA DE EXTRACCION DE GASES SECCION A-A	
REVISION : ING. MARTIN CASADO MARQUEZ		FECHA 27/11/2009		PLANO N° 8 - B	
ESCALA 1/20		FORMATO A-2			



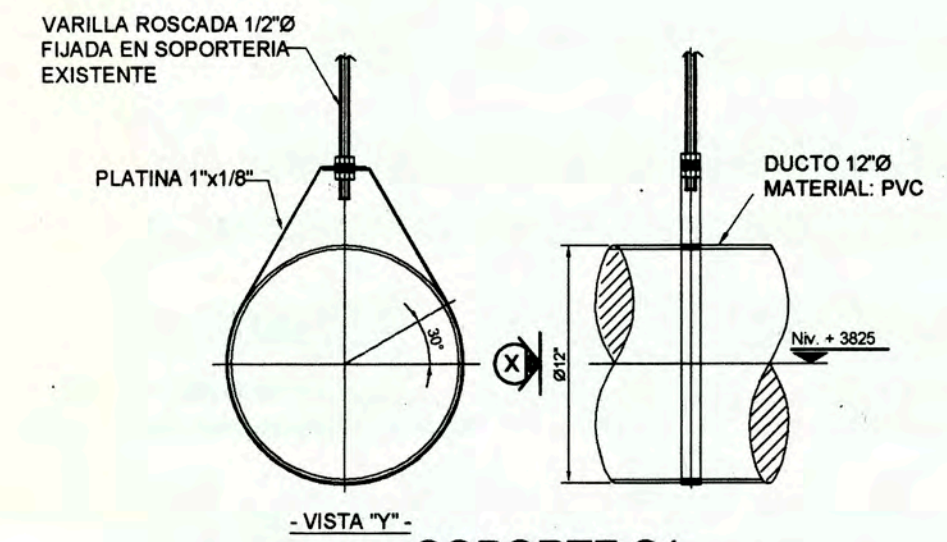
Niv. + 5480mm



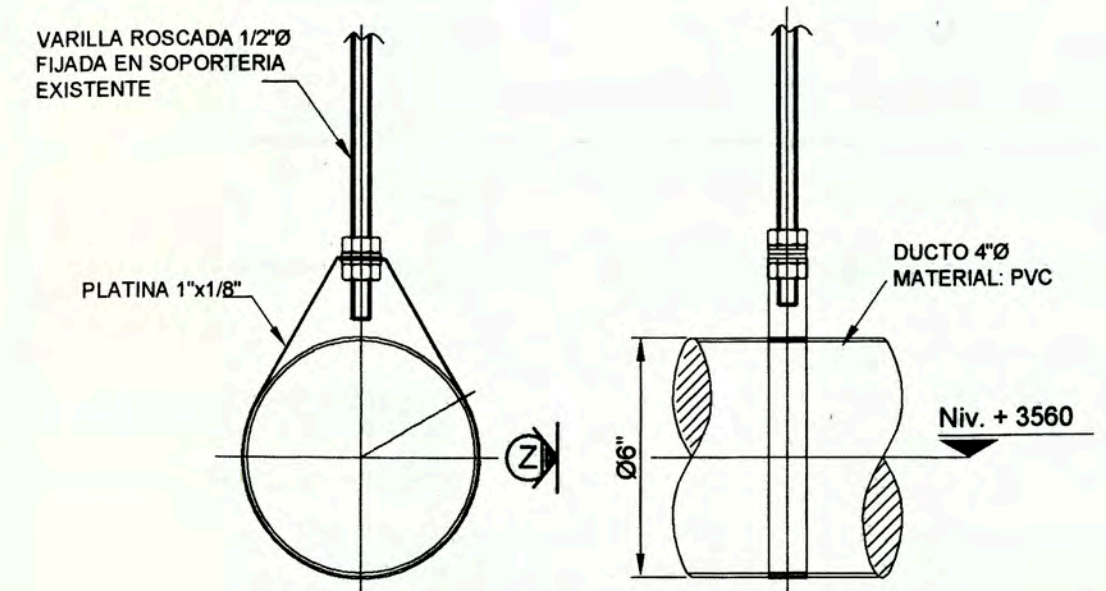
- SECCION B-B -
Escala 1/20



- SOPORTE S2 -
ESC. 1:10
Cant. 05 unid.



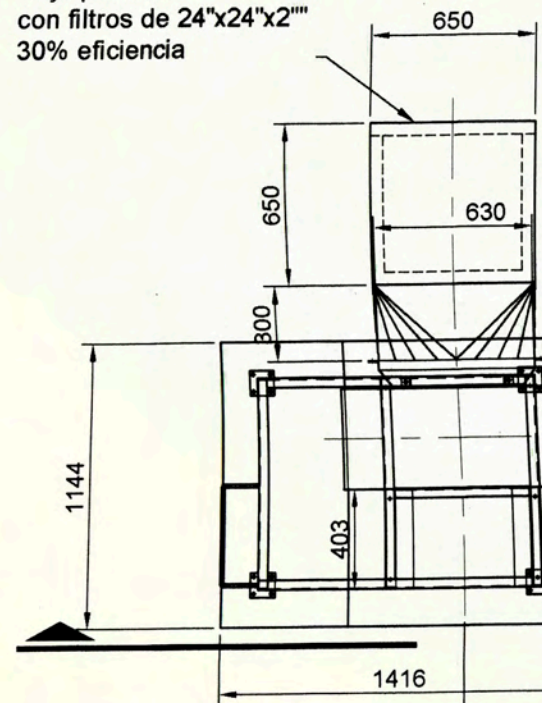
- SOPORTE S1 -
ESC. 1:10
Cant. 02 unid.



- SOPORTE S3 -
ESC. 1:5
Cant. 05 unid.

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA		PROYECTO : SISTEMA DE NEUTRALIZACION DE POLVO Y GASES DE UN LABORATORIO QUIMICO	
DIBUJADO : QUISPE CARRASCO DANIELADOLFO		DISEÑO : QUISPE CARRASCO DANIELADOLFO		TITULO DEL PLANO : SISTEMA DE EXTRACCION DE GASES SECCION B-B Y SOPORTES	
REVISION : ING. MARTIN CASADO MARQUEZ		FECHA : 27/11/2009		ESCALA : 1/20	
PLANO N° : 8 - C		FORMATO : A-2			

Caja portafiltro
con filtros de 24"x24"x2"
30% eficiencia



EXTRACTOR

MUFLA

MESA
CONCRETO

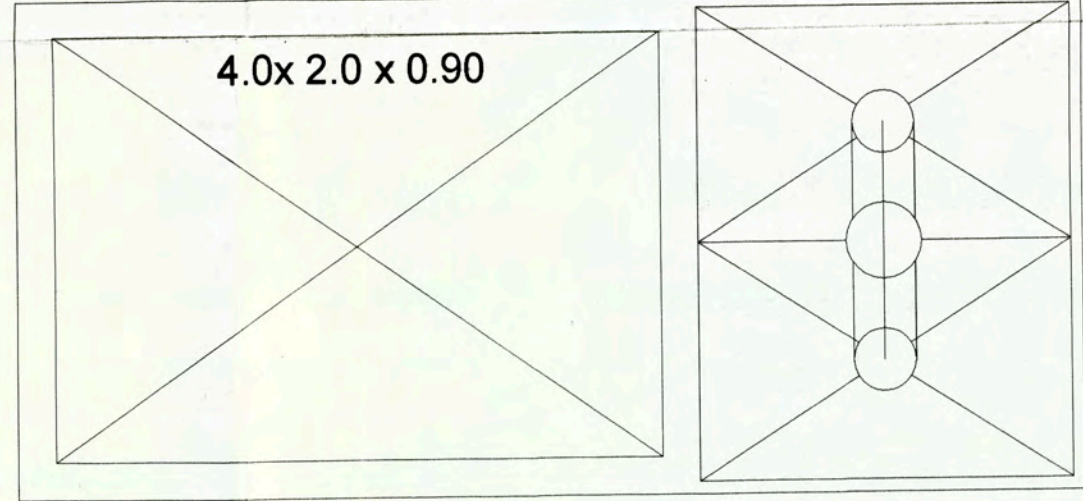
LAVADERO INOX

TRATAMIENTO
DE AGUA

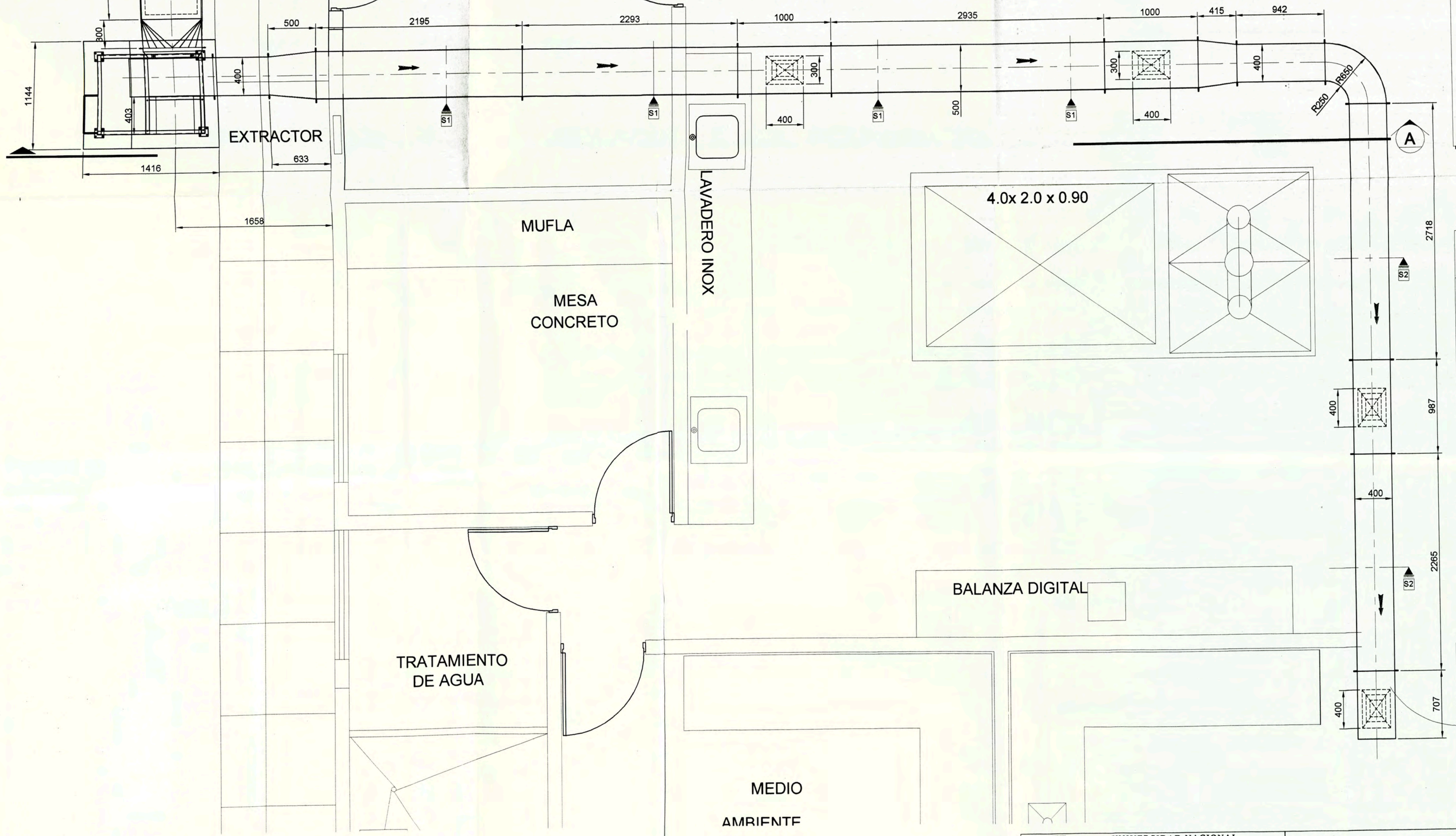
MEDIO
AMRIFNTE

BURETAS

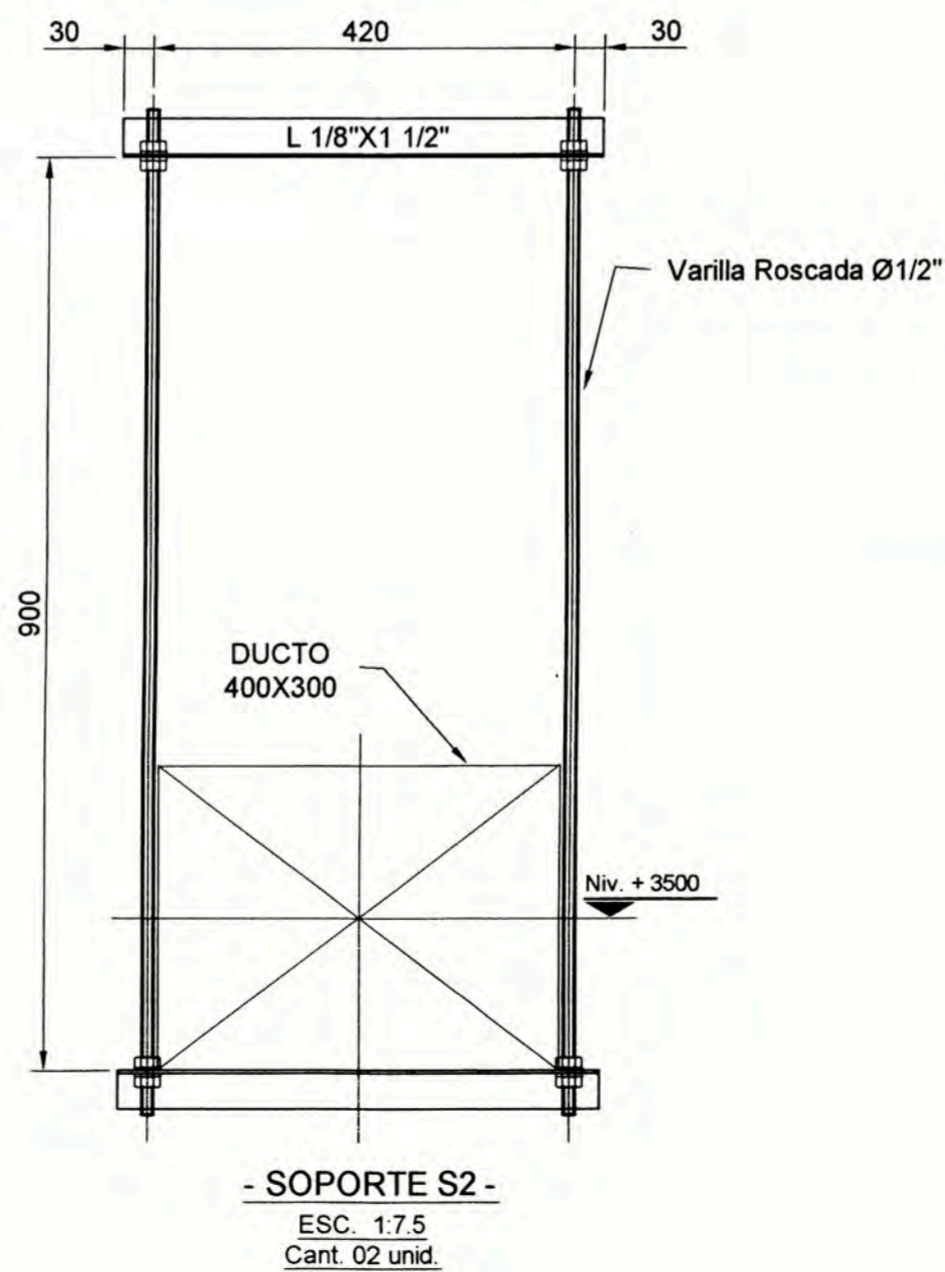
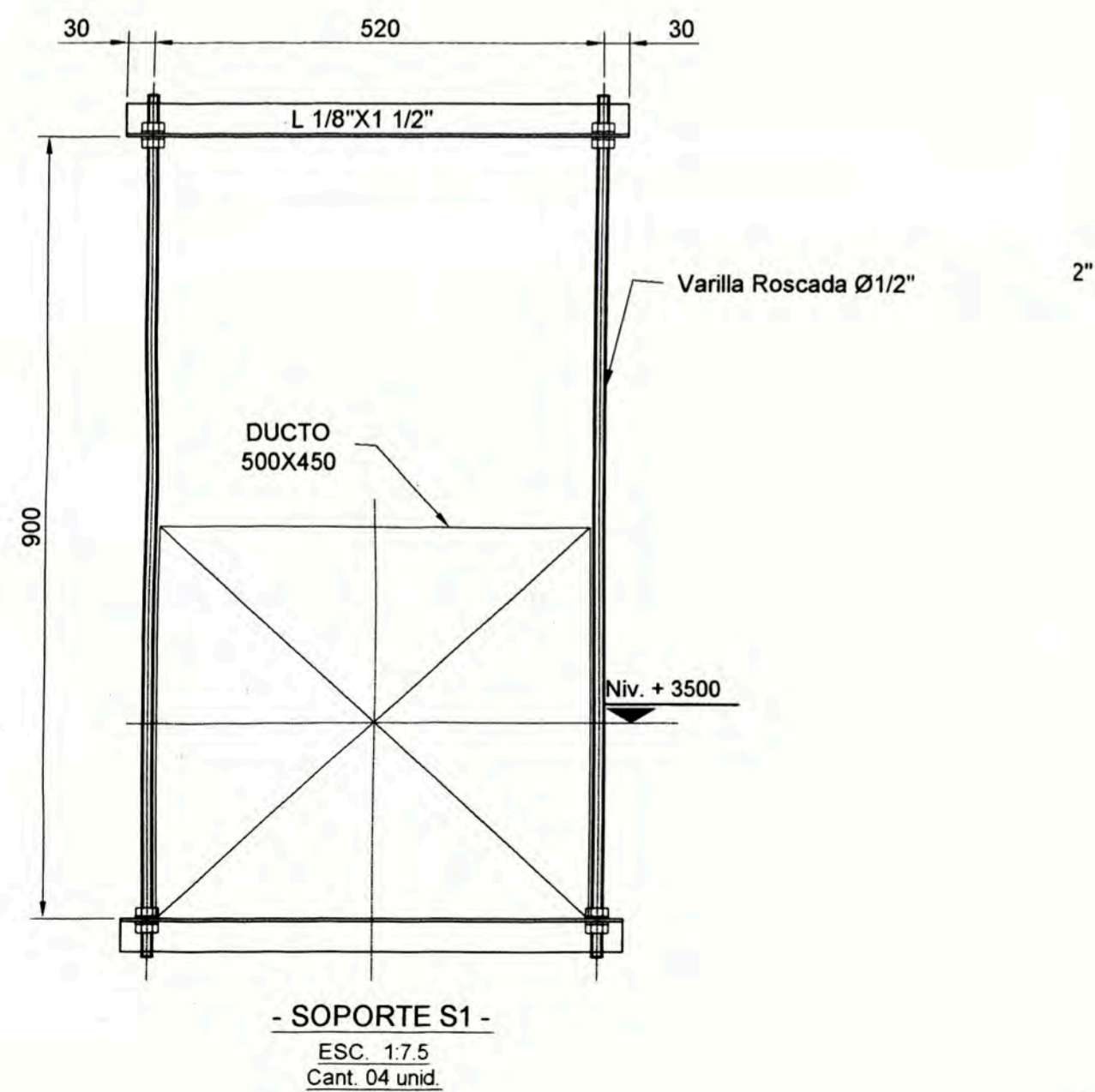
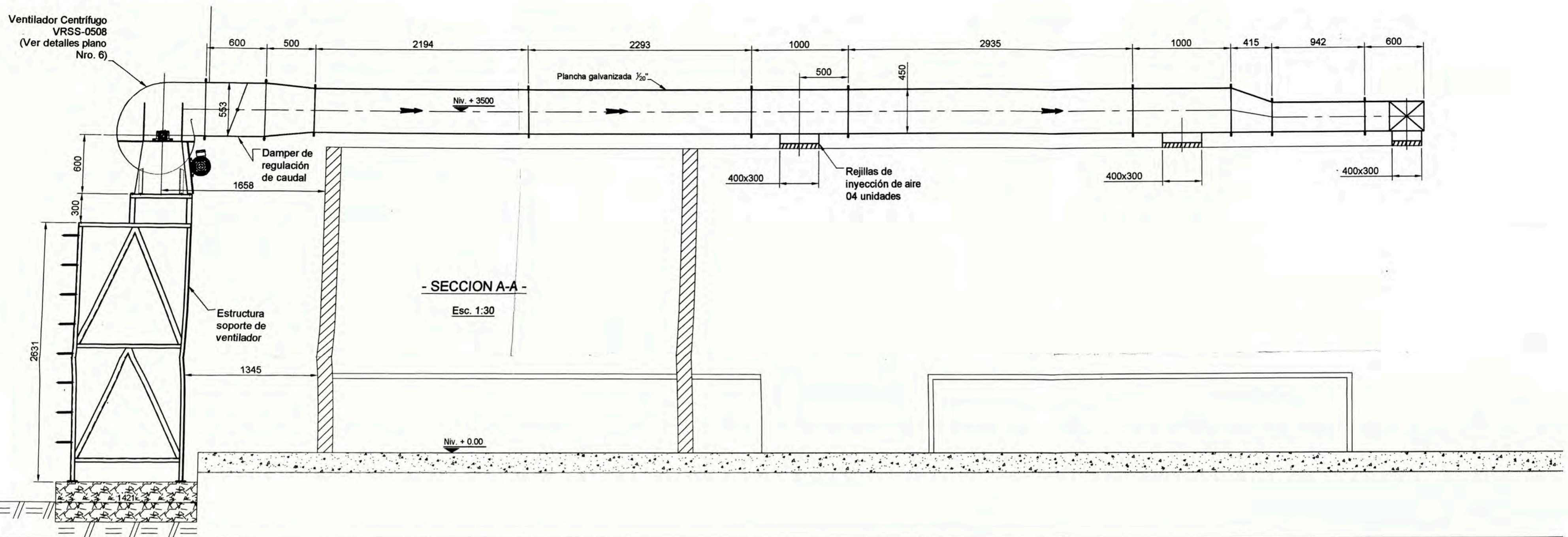
GAVETAS



BALANZA DIGITAL



		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA		PROYECTO : SISTEMA DE NEUTRALIZACION DE POLVO Y GASES DE UN LABORATORIO QUIMICO	
DIBUJADO : QUISPE CARRASCO DANIELADOLFO		TITULO DEL PLANO :		SISTEMA DE INYECCION DE AIRE VISTA DE PLANTA	
DISEÑO : QUISPE CARRASCO DANIELADOLFO		REVISION : ING. MARTIN CASADO MARQUEZ		PLANO N°	
FECHA		ESCALA		FORMATO	
27/11/2009		1:30		9 - A	



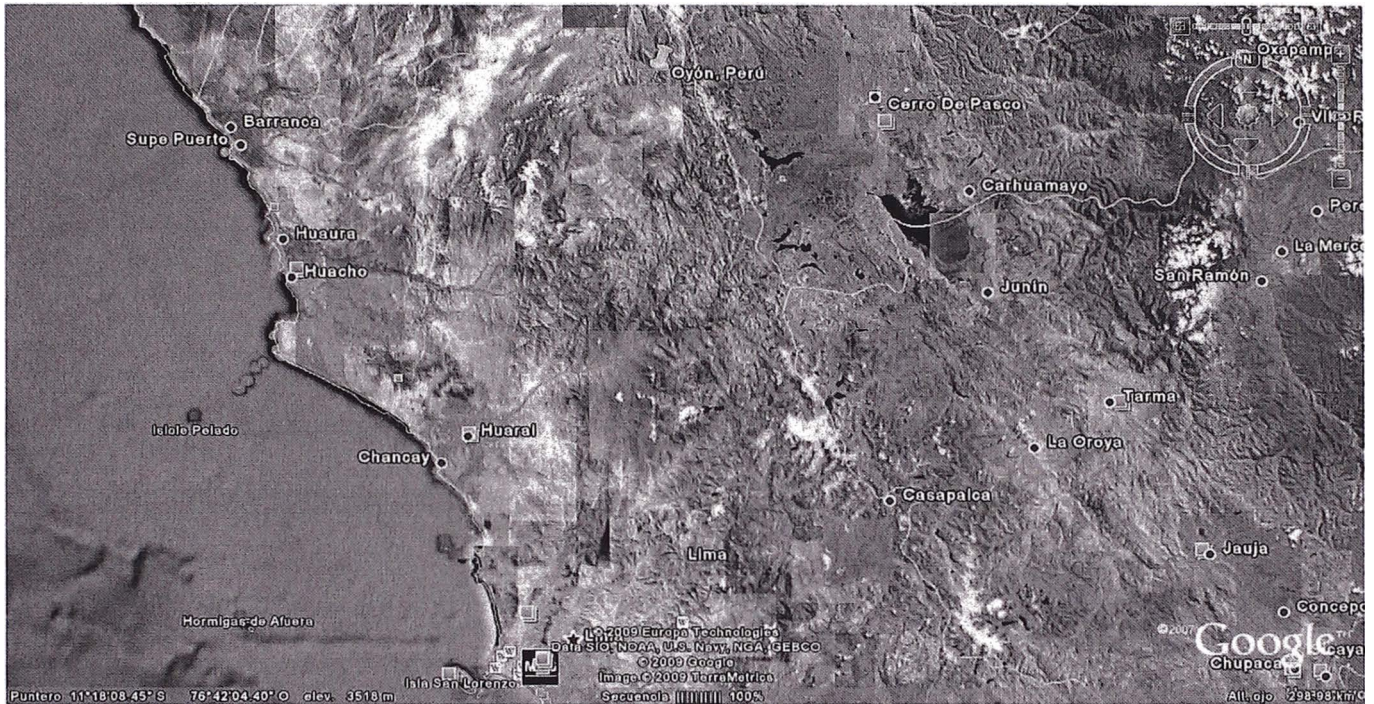
	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA	PROYECTO : SISTEMA DE NEUTRALIZACION DE POLVO Y GASES DE UN LABORATORIO QUIMICO	
	DIBUJADO : QUISPE CARRASCO DANIELADOLFO	TITULO DEL PLANO : SISTEMA DE INYECCION DE AIRE SECCION A-A	
	DISEÑO : QUISPE CARRASCO DANIELADOLFO REVISION : ING. MARTIN CASADO MARQUEZ	ESCALA 1:30	PLANO Nº 9 - B
FECHA 27/11/2009			

ANEXOS

Anexo N°1:

Ubicación de la Unidad Minera:

Distrito de Pachángara, Provincia de Oyón, departamento de Lima, a una altura promedio de 4600msnm



Anexo N° 2

Ley General del Ambiente N° 28611, artículo 117° y 118°

“Artículo 117°.- Del control de emisiones”

117.1 El control de las emisiones se realiza a través de los LMP y demás instrumentos de gestión ambiental establecidos por las autoridades competentes.

117.2 La infracción de los LMP es sancionada de acuerdo con las normas correspondientes a cada autoridad sectorial competente.

“Artículo 118°.- De la protección de la calidad del aire”

“Las autoridades públicas, en el ejercicio de sus funciones y atribuciones, adoptan medidas para la prevención, vigilancia y control ambiental y epidemiológico, a fin de asegurar la conservación, mejoramiento y recuperación de la calidad del aire, según sea el caso, actuando prioritariamente en las zonas en las que se superen los niveles de alerta por la presencia de elementos contaminantes, debiendo aplicarse planes de contingencia para la prevención o mitigación de riesgos y daños sobre la salud y el ambiente.”

Decreto Supremo N° 046-2001-EM

Concentraciones máximas permisibles

Gases y vapores	p.p.m.+	mg/m3++
Acetona	1000	2400
Ácido Acético	10	25
Ácido Cianhídrico	10	11
Ácido Clorhídrico	5	7
Ácido Fluorhídrico	3	2
Ácido Nítrico	2	5
Ácido Sulfhídrico	10	15
Amoníaco	50	35
Benceno	25	80
Cloro	1	3
Clorobenceno	75	350
Cloroformo	50	240
Éter Etílico	400	1200
Formaldehído	5	6
Fosgeno	0.1	0.4
Gasolina	500	2000
Ozono	0.1	0.2
Tetracloruro de Carbono + + +	10	65
Tolueno (tolul)	200	750

Anexo N° 2 (Continuación)

Humos, polvos y nieblas toxicas	p.p.m.+	mg/m3++
Ácido Sulfúrico		1.00
Antimonio		0.50
Arseniato de Plomo		0.15
Arseniato de Calcio		1.00
Arsénico		0.50
Cianuro, como CN		5.00
Manganeso		5.00
Mercurio		0.10
Mercurio (compuestos orgánicos)		0.10
Oxido de Cadmio, Humos de		0.01
Oxido de Zinc, Humos de		5.00
Oxido Férrico, Humos de		10.0
Plomo		0.20
Selenio, Compuestos de (como Se)		0.20
Talio, compuestos solubles de		0.10
Telurio		0.10
Uranio, Compuestos Solubles de		0.20
Uranio, Compuestos Insolubles de		0.20
Vanadio, Polvos de V2O5		0.50
Vanadio, Humos Metálicos de V2O5		0.10

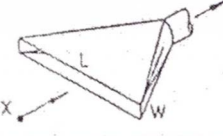
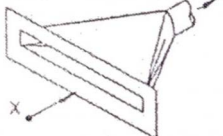
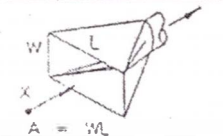
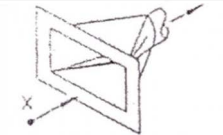
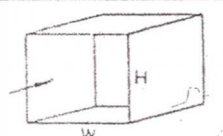
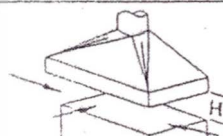
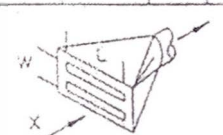
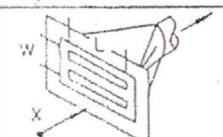
+ Partes por millón en volumen

++ Miligramos por metro cúbico

+++ Considerar como vía de ingreso al organismo la vía respiratoria, y a través de la piel.

Anexo: N° 3

3-12 Ventilación industrial

TIPO DE CAMPANA	DESCRIPCION	FACTOR DE FORMA W/L	CAUDAL
	RENDIJA	0.2 O MENOS	$Q = 3,7 LVX$
	RENDIJA CON PESTAÑA	0.2 O MENOS	$Q = 2,6 LVX$
	CAMPANA SIMPLE	0.20 O SUPERIOR Y CIRCULAR	$Q = V(10X^2 + A)$
	CAMPANA SIMPLE CON PESTAÑA	0.2 O SUPERIOR Y CIRCULAR	$Q = 0,75V(10X^2 + A)$
	CABINA	ADAPTADA A LA OPERACION	$Q = VA = VWH$
	CAMPANA ELEVADA	ADAPTADA A LA OPERACION	$Q = 1,4 PVH$ VER VS-903 P = PERIMETRO H = ALTURA SOBRE LA OPERACION
	RENDIJA MULTIPLE. 2 O MAS RENDIJAS	0.2 O SUPERIOR	$Q = V(10X^2 + A)$
	RENDIJA MULTIPLE CON PESTAÑA. 2 O MAS RENDIJAS	0.2 O SUPERIOR	$Q = 0,75V(10X^2 + A)$

AMERICAN CONFERENCE
OF GOVERNMENTAL
INDUSTRIAL HYGIENISTS

TIPOS DE CAMPANAS

FECHA 1-88

FIGURA 3-11

Anexo N°5

Valores recomendados para velocidad de captura

Condiciones de dispersión del contaminante	Ejemplo	Velocidad de captura (m/s)
Liberado prácticamente sin velocidad en aire tranquilo.	Evaporación desde depósitos, desengrase, etc.	0,25 – 0,5
Liberado a baja velocidad en aire moderadamente tranquilo.	Cabinas de pintura; llenado intermitente de recipientes; transferencia entre fajas transportadoras a baja velocidad; soldadura; recubrimientos superficiales; pasivado.	0,5 – 1,0
Generación activa en una zona de rápido movimiento de aire.	Cabinas de pintura poco profundas; llenado de barriles, cargas de fajas transportadoras; machacadoras.	1 – 2,5
Liberado con alta velocidad inicial en una zona de movimiento muy rápido de aire.	Desbarbado; chorreado abrasivo; desmoldeo en fundiciones.	2,5 - 10

En cada una de las condiciones citadas se indica un margen para los valores de la velocidad de captura, la selección del valor adecuado depende de los siguientes factores:

Límite inferior

- 1.- Corrientes de aire en el local mínimas o favorables a la captura del contaminante.
- 2.- Contaminantes de baja toxicidad o únicamente molestos.
- 3.- Producción de contaminantes baja o intermitente.
- 4.- Campana de gran tamaño con una gran masa de aire en movimiento.

Límite Superior

- 1.- Corrientes de aire distorsionantes en el local.
- 2.- Contaminantes de alta toxicidad.
- 3.- Gran producción, uso continuo.
- 4.- Campana pequeña, únicamente control local.

(Fuente: Ventilación Industrial, pag. 3-6)

Anexo N°6

Valores recomendados para velocidad de diseño de ductos

Naturaleza del contaminante	Ejemplos	Velocidad de diseño (m/s)
Vapores, gases, humos de combustión	Todos los vapores, gases y humos.	Indiferente. La velocidad óptima económicamente suele encontrarse entre 5 y 10 m/s
Humos de soldadura	Soldadura.	10 – 12.5
Polvo muy fino y ligero	Hilos de algodón, harina de madera, polvo de talco.	12,5 - 15
Polvos secos	Polvo fino de caucho, baquelita en polvo para moldeo, hilos de yute.	15 - 20
Polvo ordinario	Polvo de desbarbado, hilos de muela de pulir (secos), polvo de lana de yute (residuos de sacudidor), polvo de granos de café, polvo de cuero, polvo de granito, harina de sílice, manejo de materiales polvorientos en general, corte de ladrillos en general, polvo de arcilla, fundiciones (en general), polvo de caliza, polvo en el embalado y pesado de amianto en sustancias textiles.	17,5 - 20
Polvo pesados	Polvo de aserrado (pesado y húmedo), viruta metálica, polvo de desmoldeo en fundiciones, polvo en el chorreado con arena, pedazos de madera, polvo de barrer, virutas de latón, polvo en el taladrado de fundición, polvo de plomo.	20 – 22,5
Polvo pesado húmedo	Polvo de plomo con pequeños pedazos, polvo de cemento húmedo, polvo del corte de tubos amianto-cemento, hilos de muela de pulir pegajosos.	> 22,5

(Fuente: Ventilación Industrial, pág. 3-18)

Anexo N°7

se denominan como ventiladores transversales, aquellos en que entra el aire por una parte de la periferia del rodete y sale por la otra (Figs. 221-87 a y 331-3).

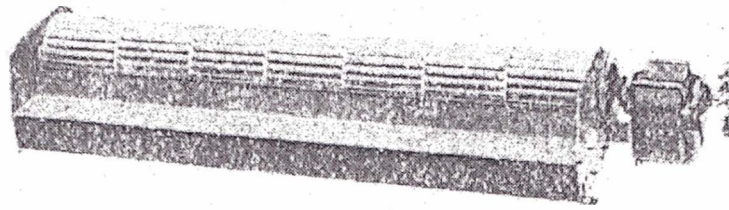


Fig. 331-3. Ventilador de corriente transversal (Heinkel).

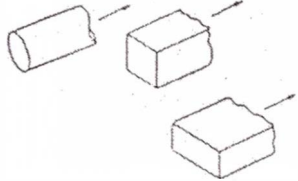
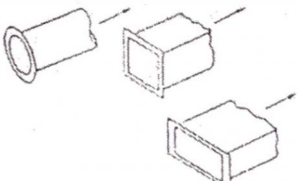
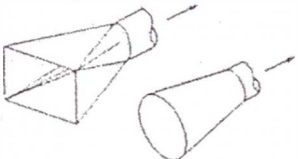

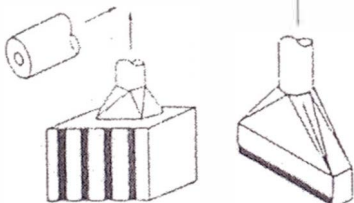
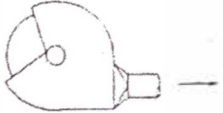
La figura 331-4 representa un cuadro de conjunto, de ventiladores.

<i>Tipo de construcción</i>	<i>Esquema</i>	<i>Coefficiente de suministro</i>	<i>Coefficiente de presión</i>	<i>Aplicación</i>	
Ventilador mural		0,1-0,25	0,05-0,1	Montaje en ventana y pared	
Ventiladores axiales	Sin rueda directriz		0,15-0,30	0,1-0,3	Con presiones bajas
	Con rueda directriz		0,3-0,6	0,3-0,6	Con presiones más altas
	Contramarcha		0,2-0,8	1,0-3,0	En casos especiales
Ventiladores centrifugos	Alabes curvados hacia atrás		0,2-0,4	0,6-1,0	Con altas presiones y rendimientos
	Alabes rectos		0,3-0,6	1,0-2,0	Para casos especiales
	Alabes curvados hacia delante		0,4-1,0	2,0-4,0	Con altas presiones y rendimientos
Ventiladores transversales		1,0-2,0	2,5-4,0	Altas presiones con poco consumo de espacio	

Fig. 331-4. Tipos de construcción de ventiladores. Vista general.

R. de Fries: «VDI-Berichte», vol. 38 (1959), págs. 75-86. Eck: «Ventilatoren», 4.ª edición, 1962.

Anexo N°8.1

TIPO DE CAMPANA	DESCRIPCION	FACTOR DE PERDIDAS EN LA ENTRADA A LA CAMPANA (F_c)
	ABERTURA SENCILLA	0,93
	ABERTURA SENCILLA CON PESTAÑA	0,49
	CAMPANA EN CONO O CON ADAPTADOR	VER FIGURA 5-15
	ENTRADA CAMPANA REDONDEADA	0,04
	ORIFICIO (RENDIJAS)	VER FIGURA 5-15
	CAMPANA TIPICA PARA ESRARBADO	(SALIDA RECTA) 0,65 (SALIDA CON ADAPTACION) 0,40
AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS		FACTOR DE PÉRDIDAS EN CAMPANAS FECHA 7-89 FIGURA 3-15

Anexo N°8.2

$he = 0.93$ PD
EXTREMO DE CONDUCTO

$he = 0.49$ PD
CONDUCTO CON BRIDA

$he = 1.78$ PD en orificio
ORIFICIO DE BORDES AFILADOS

$he = 2.3$ PD conducto (si $V_{cond.} = V_{rendija}$)
 Mejor: 1.78 PD orificio + 0.49 PD conducto
ORIFICIO MÁS CONDUCTO CON BRIDA
 (La mayoría de diseños con rendijas)

$he = 0.50$ PD
CONEXIÓN DIRECTA CONDUCTO-CABINA

$he = 0.06$ PD a 0.10 PD
CABINA CON CONEXIÓN REDONDEADA

$he = 1.5$ PD
TRAMPA O CÁMARA DE SEDIMENTACIÓN

$he = 0.65$ PD
CAMPANA PARA MUELA STANDARD

$he = 1.0$ PD
CAMPANA DOBLE (Cono interior)

Reproducida con permiso de "Industrial Health Engineering" por A. D. Brandt, publicado por John Wiley and Sons, Inc.

F. FACTOR DE PÉRDIDAS EN LA ENTRADA
 ($he = F \times PD$)

Rectangulares y cuadradas
 Circulares (según Brandt)

θ . ÁNGULO INTERIOR EN GRADOS

Superficie abierta al menos doble que la sección del conducto

CAMPANAS CON UNIÓN PROGRESIVA
 Con brida o sin ella; circulares, cuadradas o rectangulares. θ es el ángulo mayor en las campanas rectangulares.

θ	PÉRDIDA EN LA ENTRADA CIRCULAR	RECTANGULAR
15°	0,15 PD	0,25 PD
30°	0,08 PD	0,16 PD
45°	0,06 PD	0,15 PD
60°	0,08 PD	0,17 PD
90°	0,15 PD	0,25 PD
120°	0,26 PD	0,35 PD
150°	0,40 PD	0,48 PD

OTROS VALORES

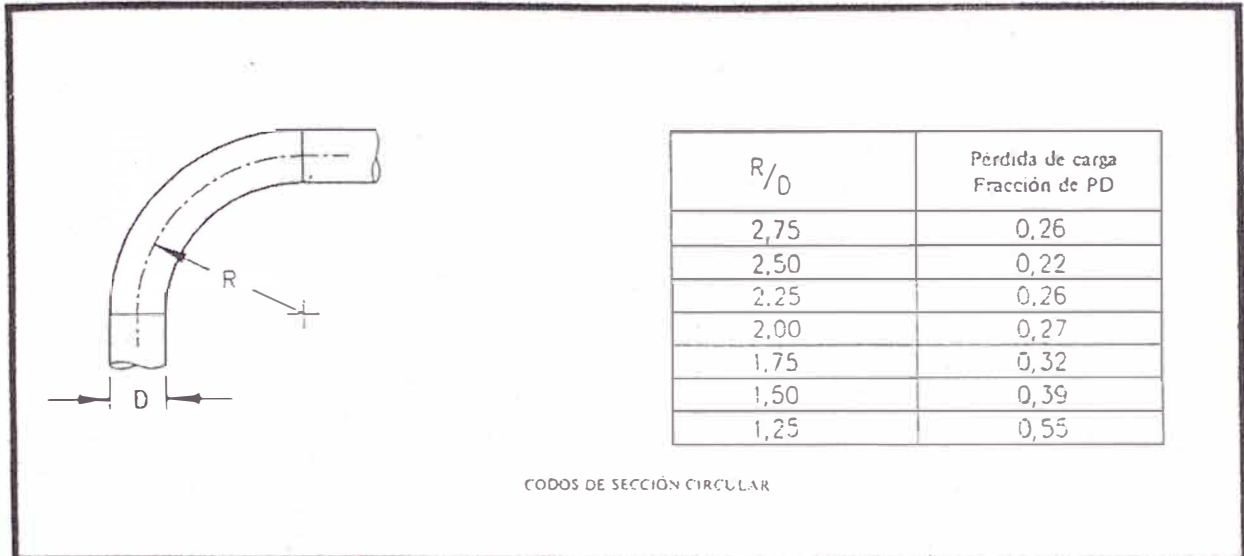
CAMPANA	FACTOR DE PÉRDIDAS EN LA ENTRADA. F
Chorro de arena, cámara	1.0
Chorro de arena, elevador	2.3
Separador de granalla	2.3
Elevadores (ceramiento)	0.69
Tubo con brida con un codo inmediato	0.8
Tubo sin brida con un codo inmediato	1.6

AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS

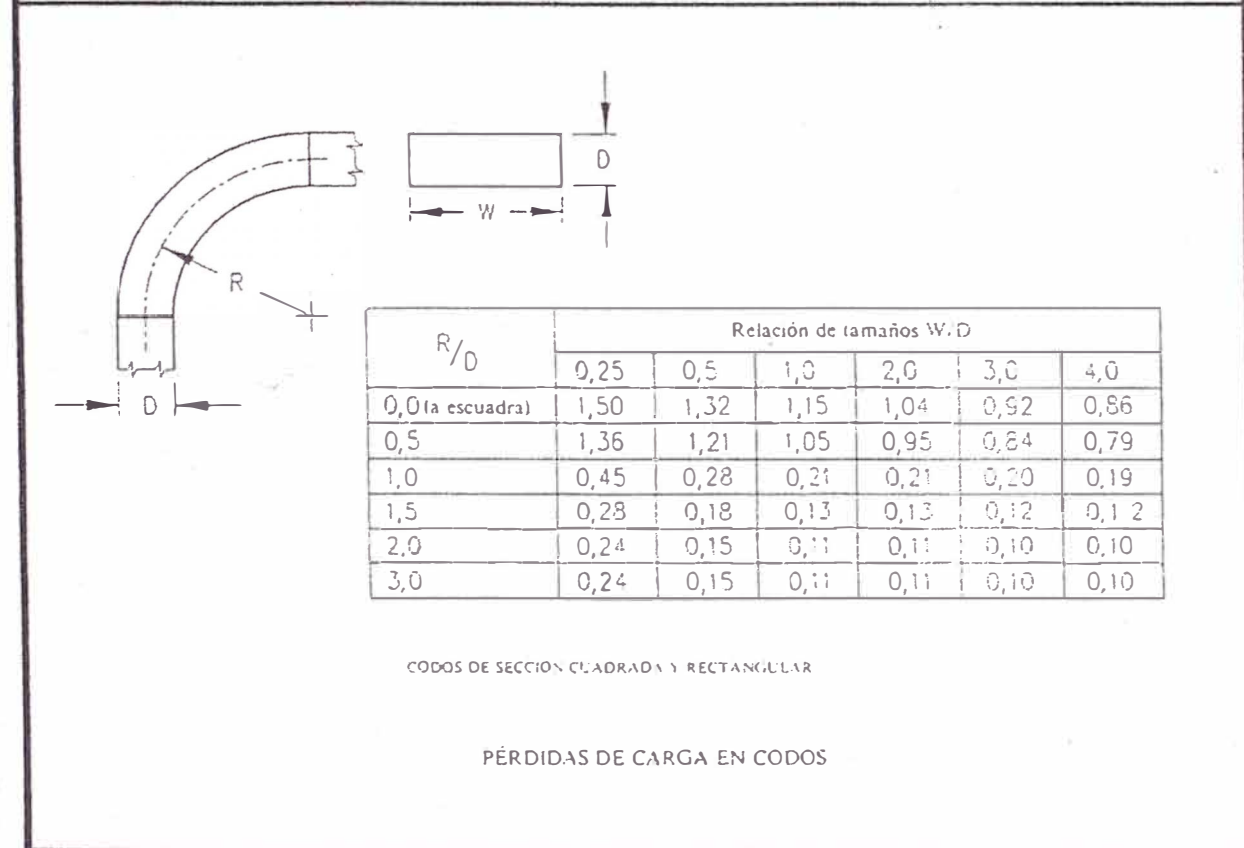
FACTORES DE PÉRDIDA DE CARGA EN LAS ENTRADAS

FECHA 7-89

FIGURA 5-15



CODOS DE SECCIÓN CIRCULAR



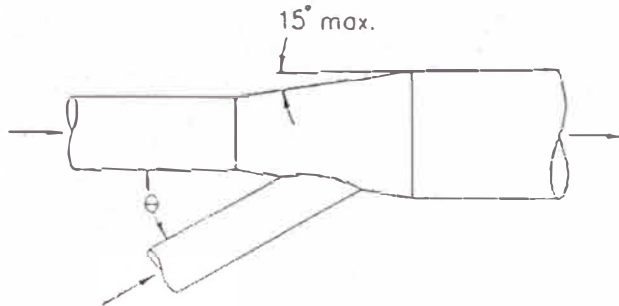
CODOS DE SECCION CUADRADA Y RECTANGULAR

PÉRDIDAS DE CARGA EN CODOS

AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS	<i>DATOS PARA DISEÑO DE CONDUCTOS</i>	
	FECHA <i>1-88</i>	FIGURA <i>5-16</i>

Anexo N°8.4

5-32 Ventilación industrial

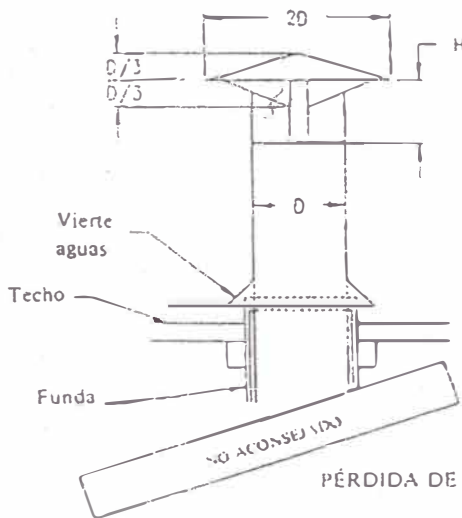


Nota: La pérdida de carga se produce en el conducto lateral y se debe contabilizar en el mismo.

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

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

PÉRDIDAS DE CARGA EN LAS UNIONES



H, número de diámetros	Pérdida de carga. Fracción de PD
1,0 D	0,10
0,75 D	0,18
0,70 D	0,22
0,65 D	0,30
0,60 D	0,41
0,55 D	0,56
0,50 D	0,73
0,45 D	1,0

PÉRDIDA DE CARGA EN SOMBRERETES

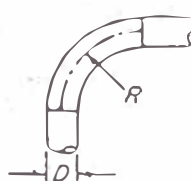
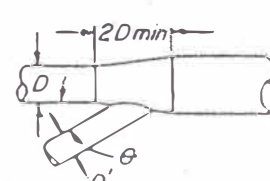
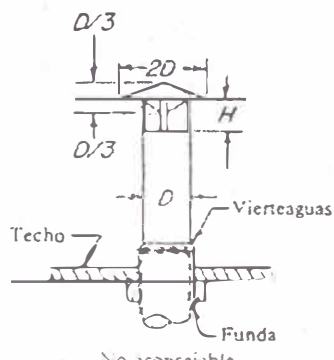
Ver la Figura 5-30

AMERICAN CONFERENCE
OF GOVERNMENTAL
INDUSTRIAL HYGIENISTS

DATOS PARA DISEÑO
DE CONDUCTOS

FECHA 1-88

FIGURA 5-17

LONGITUDES EQUIVALENTES DE ACCESORIOS EN METROS									
									
Diámetro en mm	Codo de 90° Radio de curvatura R			Ángulo de la unión		H, expresada en diámetros			
	1,5D	2,0D	2,5D	30°	45°	1,0 D	0,75 D	0,5 D	
75	1,4	0,9	0,7	0,5	0,9	0,3	0,5	2,0	
100	2,0	1,3	1,1	0,8	1,3	0,5	0,8	3,4	
125	2,6	1,7	1,4	1,1	1,7	0,6	1,1	4,4	
150	3,2	2,2	1,8	1,4	2,2	0,8	1,4	5,5	
175	3,9	2,6	2,2	1,7	2,6	0,9	1,7	6,6	
200	4,6	3,1	2,5	2,0	3,1	1,1	2,0	7,8	
250	6,0	4,0	3,3	2,6	4,0	1,4	2,6	10	
300	7,4	5,0	4,1	3,2	5,0	1,8	3,2	13	
350	8,9	6,0	5,0	3,8	6,0	2,1	3,8	15	
400	10	7,0	5,8	4,5	7,0	2,5	4,5	18	
450	12	8,1	6,7	5,2	8,1	2,8	5,2	21	
500	14	9,2	7,6	5,9	9,2	3,2	5,9	23	
600	17	11	9,5	7,3	11	4,0	7,3	29	
700	21	14	11	8,8	14	4,8	8,8	35	
800	24	16	13	10	16	5,7	10	41	
900	28	19	15						
1000	32	21	18						
1200	39	26	22						
1400	47	32	26						
1600	55	37	31						
1800	64	43	36						
2000	72	49	40						

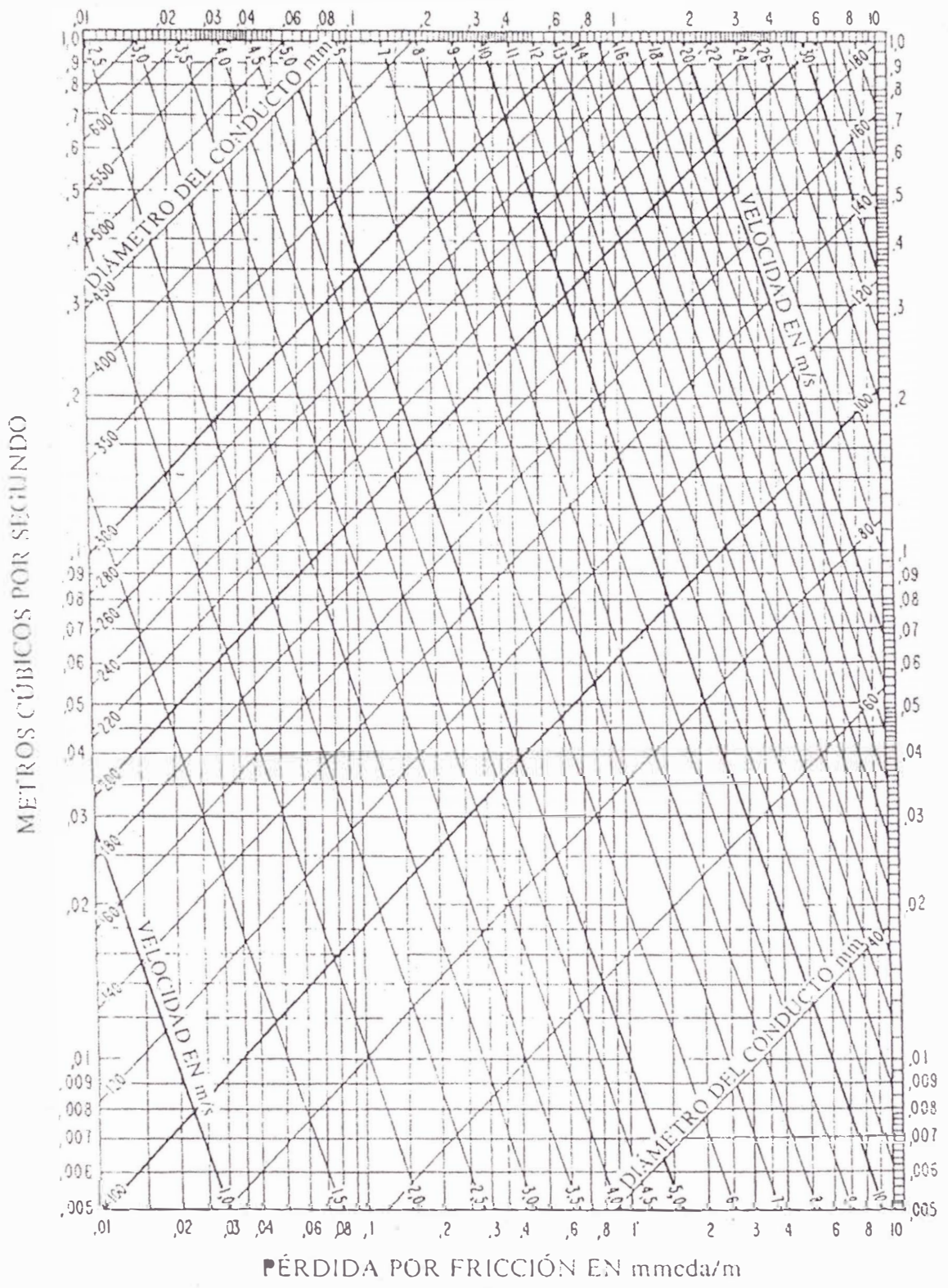
AMERICAN CONFERENCE OF
GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS

DATOS PARA DISEÑO DE CONDUCTOS

* Para codos de 60° — × 0,67
Para codos de 45° — × 0,5

FECHA	1-70
FIGURA	5-20

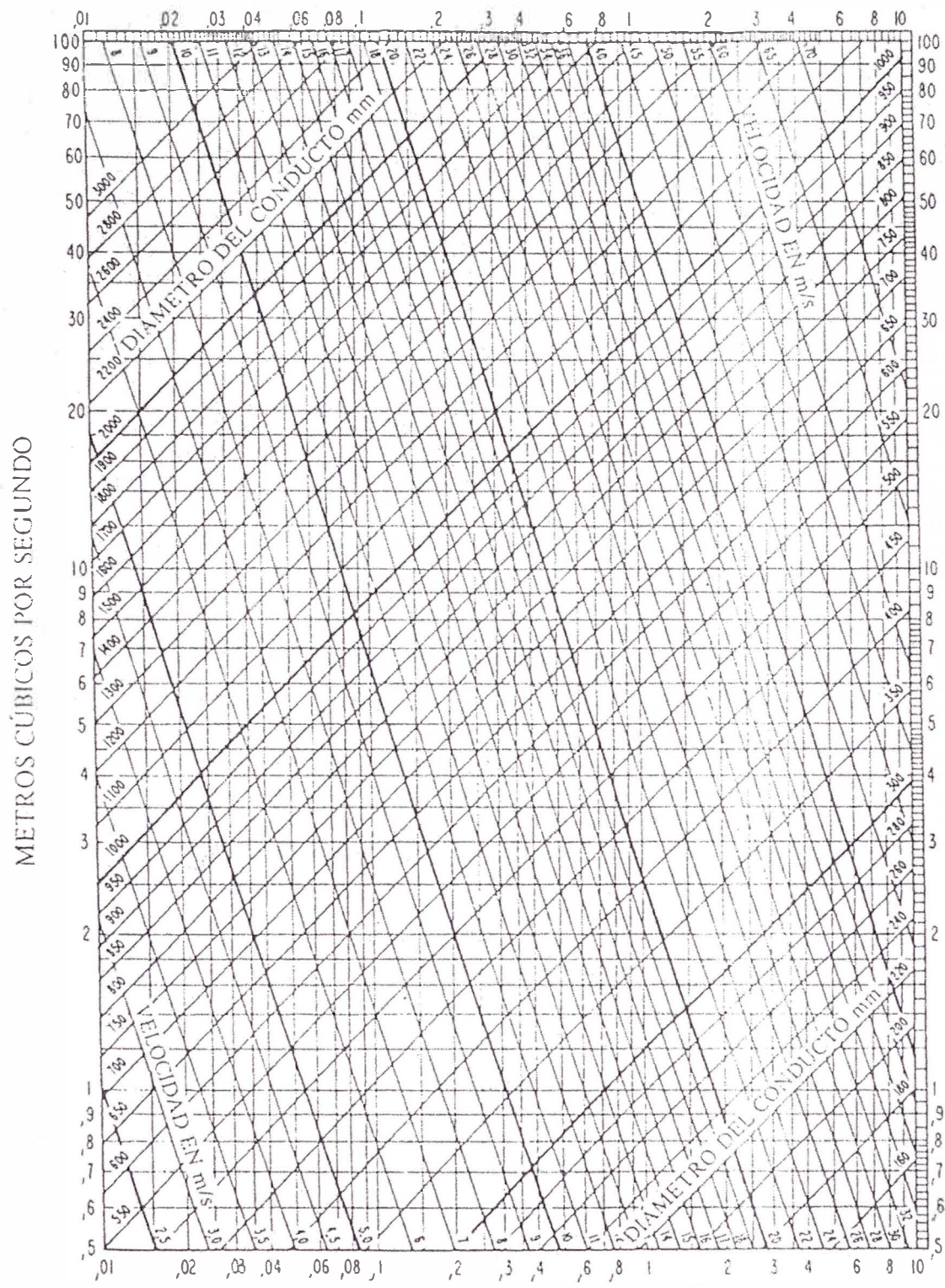
Anexo N°10.1



$$h_f = 1.38 \frac{V^{1.9}}{D^{1.22}}$$

h_f : Pérdida por fricción, mmda/m
 V : velocidad, m/s
 D : diámetro, mm

Anexo N°10.2



PÉRDIDA POR FRICCIÓN EN mmeda/m

FIGURA 5-21b

$$h_f = 5.38 \frac{V^{1.75}}{D^{1.22}}$$

h_f : Pérdida por fricción, mmeda/m
 V : velocidad, m/s
 D : diámetro, mm

Anexo N°11

Ventajas e inconvenientes relativos a ambos diseños

Balance por presión estática	Balance por compuertas
1. Los caudales no pueden ser modificados fácilmente por los trabajadores o por deseo del operador.	1. Los caudales pueden ser modificados con facilidad. Estos cambios son necesarios cuando el proceso puede verse afectado si se captan cantidades excesivas de producto.
2. Poca flexibilidad para adaptar futuros cambios o ampliaciones. El conducto es un traje a medida para el trabajo.	2. En función del ventilador y motor seleccionado, existe una mayor flexibilidad para cambios futuros o ampliaciones.
3. La selección del caudal para operación no conocida puede ser incorrecta. En este caso puede ser necesaria la revisión de los conductos.	3. La corrección de caudales mal estimados es relativamente fácil dentro de ciertos márgenes.
4. No se presentan problemas de abrasiones inusuales o acumulaciones de polvo.	4. En las compuertas parcialmente cerradas se pueden producir abrasiones, y en consecuencia cambiar la pérdida de carga o bien aparecer acumulaciones de polvo.
5. Los conductos no se obstruirán si se eligen las velocidades adecuadas.	5. Los conductos se pueden obstruir si la compuerta está muy cerrada.
6. El caudal total puede ser superior al diseñado debido a la necesidad de caudales adicionales para lograr el equilibrio del sistema.	6. El equilibrio se puede conseguir con el caudal teórico de diseño; sin embargo, el consumo de energía es generalmente mayor que con el método equilibrado por diseño.
7. El caudal total puede ser superior al diseñado debido a la necesidad de caudales adicionales para lograr el equilibrio del sistema.	7. Son posibles pequeñas variaciones sobre el esquema inicial de implantación.

(Fuente: Ventilación Industrial, pág. 5-3)

Anexo N° 12

TABLA 351-1. Valores empíricos del número de renovaciones de aire por hora en diferentes locales.

<i>Local</i>	<i>Número aproximado de renovaciones de aire por hora</i>
Ascos.....	ver capítulo 361-2
Centrales de acumuladores.....	ver capítulo 361-3
Baños.....	5- 8 veces
Instalaciones de decapado.....	5-15 veces
Bibliotecas.....	4- 5 veces
Duchas.....	20-30 veces
Oficinas.....	4- 8 veces
Tintorerías.....	5-15 veces
Cámaras de pintura al óleo.....	20-50 veces
Garajes (ver apartado 259-1).....	4- 5 veces
Guardarropas.....	4- 6 veces
Salas en restaurantes.....	4- 8 veces
Aulas.....	6- 8 veces
Cantinas.....	6- 8 veces
Grandes almacenes.....	4- 6 veces
Cines y teatros con prohibición de fumar.....	4- 6 veces
Cines y teatros sin prohibición de fumar.....	5- 8 veces
Hospitales.....	ver capítulo 365
Cocinas.....	ver capítulo 361-1
Laboratorios (ver capítulo 361-4).....	8-15 veces
Locales de barnizado.....	ver capítulo 368-1
Tiendas.....	6- 8 veces
Quiérfanos (ver capítulo 365-1).....	8-10 veces
Locales de planchado.....	8-12 veces
Escuelas.....	ver capítulo 367-1
Piscinas cubiertas.....	3- 4 veces
Salas de reuniones.....	6- 8 veces
Cámaras acorazadas.....	3- 6 veces
Vestuarios en piscinas.....	8-10 veces
Locales para venta.....	4- 8 veces
Salas de conferencias.....	5-10 veces
Lavanderías.....	10-15 veces
Talleres donde el aire no está muy viciado.....	3- 6 veces

(Fuente: Manual de Calefacción y Climatización Tomo II)

Anexo N° 13.1

TABLE 3-2B ROUND DUCT GAGE NEGATIVE PRESSURE						
MAX. DIA.	-2" w.g.		-4" w.g.		-10" w.g.	
	Spiral Seam	Long. Seam	Spiral Seam	Long. Seam	Spiral Seam	Long. Seam
6"	28	28	28	28	26	26
7"	28	28	28	28	26	26
8"	28	28	28	28	26	26
9"	28	28	28	26	26	24
10"	28	28	26	26	26	22
11"	28	26	26	24	26	22
12"	28	26	26	24	24	22
13"	28	26	26	24	24	20
14"	28	24	24	22	24	20
15"	28	24	24	22	22	20
16"	26	24	24	22	22	18
17"	26	24	24	20	22	18
18"	24	22	24	20	22	18
19"	24	22	24	20	22	18
20"	24	22	22	20	22	18
21"	24	20	22	18	22	18
22"	24	20	22	18	22	16
23"	24	20	22	18	20	16
24"	22	20	22	18	20	16
25-26"	22	20	20	18	20	18 A4
27-29"	22	18	20	16	18	16 A4
30"	22	18	20	16	18	16 B4
31-33"	20	18	20	16	18	16 B4
34"	20	18	20	20 A6	18	16 B4
35-36"	20	16	20	20 A6	18	16 B4
37-42"	20	16	18	18 B6	18 F12	
43-48"	20	18 A6	18	18 B6	18 F6	
49-60"	18	18 B4	18 F6	16 B4	18 F6	
61-72"	16		18 F6		16 F4	

An alphabet letter in the table means that reinforcement angles or their equivalent must be used at the foot interval following the letter. The angle sizes are:

A = 1" x 1" x 1/8"; B = 1-1/4" x 1-1/4" x 3/16"; C = 1-1/2" x 1-1/2" x 3/16"; D = 1-1/2" x 1-1/2" x 1/4"; E = 2" x 2" x 3/16"; F = 2" x 2" x 1/4".

If companion flange joints are used as reinforcements, those for 25" to 36" diameter shall be 1-1/2" x 1-1/2" x 3/16"; for 37" to 48" diameter 2" x 2" x 3/16"; for 49" to 60" diameter 2-1/2" x 2-1/2" x 3/16"; for 61" to 72" diameter 3" x 3" x 1/4".



Anexo N° 13.2

TABLE 3-2BM ROUND DUCT GAGE METRIC NEGATIVE PRESSURE						
MAX. DIA.	-500 Pa		-1000 Pa		-2500 Pa	
	Spiral Seam	Long. Seam	Spiral Seam	Long. Seam	Spiral Seam	Long. Seam
150	0.48	0.48	0.48	0.48	0.55	0.55
180	0.48	0.48	0.48	0.48	0.55	0.55
200	0.48	0.48	0.48	0.48	0.55	0.55
230	0.48	0.48	0.48	0.55	0.55	0.70
250	0.48	0.48	0.55	0.55	0.55	0.85
280	0.48	0.55	0.55	0.70	0.55	0.85
300	0.48	0.55	0.55	0.70	0.70	0.85
330	0.48	0.55	0.55	0.70	0.70	1.00
360	0.48	0.70	0.70	0.85	0.70	1.00
380	0.48	0.70	0.70	0.85	0.85	1.00
400	0.55	0.70	0.70	0.85	0.85	1.31
430	0.55	0.70	0.70	1.00	0.85	1.31
460	0.70	0.85	0.70	1.00	0.85	1.31
480	0.70	0.85	0.70	1.00	0.85	1.31
500	0.70	0.85	0.85	1.00	0.85	1.31
530	0.70	1.00	0.85	1.31	0.85	1.31
560	0.70	1.00	0.85	1.31	0.85	1.61
580	0.70	1.00	0.85	1.31	1.00	1.61
600	0.85	1.00	0.85	1.31	1.00	1.61
660	0.85	1.00	1.00	1.31	1.00	1.31 A1.2
740	0.85	1.31	1.00	1.6	1.31	1.61 A1.2
760	0.85	1.31	1.00	1.6	1.31	1.61 B1.2
840	1.00	1.31	1.00	1.6	1.31	1.61 B1.2
860	1.00	1.31	1.00	1.00 A1.8	1.31	1.61 B1.2
910	1.00	1.61	1.00	1.00 A1.8	1.31	1.61 B1.2
1070	1.00	1.61	1.31	1.31 B1.8	1.31 F3.6	
1220	1.00	1.31 A1.8	1.31	1.31 B1.8	1.31 F1.8	
1520	1.31	1.31 B1.2	1.31 F1.8		1.31 F1.2	
1830	1.61		1.31 F1.8		1.61 F1.2	

An alphabet letter in the table means that reinforcement angles or their equivalent must be used at the meter interval following the letter. The angle sizes are:

A = 25 x 25 x 3.2 mm; B = 32 x 32 x 4.8 mm; C = 38 x 38 x 4.8 mm; D = 38 x 38 x 4.8 mm; E = 51 x 51 x 4.8 mm; F = 51 x 51 x 6.4 mm.

If companion flange joints are used as reinforcements, those for 630 to 910 mm diameter shall be 38 x 38 x 6.4 mm; for 940 to 1220 mm diameter 51 x 51 x 4.8 mm; for 1240 to 1520 mm diameter 64 x 64 x 4.8 mm; for 1550 to 1830 mm diameter 76 x 76 x 6.4 mm.



Anexo N° 14.1

2" W.G. STATIC POS.OR NEG. DUCT DIMENSION	TABLE 1-5 RETANGULAR DUCT REINFORCEMENT								
	NO REINFORCE- MENT REQUIRED	REINFORCEMENT CODE FOR DUCT GAGE NO.							
		REINFORCEMENT SPACING OPTIONS							
		10'	8'	6'	5'	4'	3'	2 1/2'	2'
①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
10"dn	26 ga.	NOT REQUIRED							
11, 12"	24 ga.		B-26	B-26	B-26	B-26	B-26	B-26	B-26
13, 14"	22 ga.		B-24	B-26	B-26	B-26	B-26	B-26	B-26
15, 16"	20 ga.	C-22	C-24	C-24	C-26	C-26	C-26	B-26	B-26
17, 18"	20 ga.	C-22	C-24	C-24	C-26	C-26	C-26	C-26	B-26
19, 20"	18 ga.	C-20	C-22	C-24	C-26	C-26	C-26	C-26	C-26
21, 22"	16 ga.	D-20	D-22	D-24	D-26	C-26	C-26	C-26	C-26
23, 24"	16 ga.	E-20	E-22	D-24	D-26	D-26	C-26	C-26	C-26
25, 26"		E-20	E-22	E-24	D-26	D-26	C-26	C-26	C-26
27, 28"		F-18	E-20	E-22	E-24	D-26	D-26	C-26	C-26
29, 30"		F-18	F-20	E-22	E-24	E-26	D-26	D-26	C-26
31-36"		G-16	G-18	F-20	F-22	E-24	E-26	D-26	D-26
37-42"			H-16	G-18	G-20	F-24	E-24	E-26	E-26
43-48"			I-16	H-16	H-20	G-22	F-24	F-24	E-24
49-54"				I-16G	H-16G	H-20G	G-24	F-24	F-24
55-60"				I-16G	I-18G	H-18G	G-22	G-24	F-24
61-72"					J-16H	I-18G	H-22G	H-22G	H-24
73-84"		NOT DESIGNED				I-18G	I-20G	I-22G	I-22G
85-96"						J-18H	I-18H	I-20H	I-22H
97-108"							K-18H	J-18H	I-18H
109-120"								K-18I	J-18I

See page 1-15. Circles in the Table denotes only column numbers. For column 2, see Fig. 1-7. For columns 3 through 9, see Introduction to Schedules. The number in the box is minimum duct gage; the alphabet letter is the minimum reinforcement grade for joints and intermediates occurring at a maximum spacing interval in the column heading. A letter to the right of the gage gives a tie rod reinforcement alternative. A "T" compels use of tie rod(s) for the reinforcement listing. For beading or crossbreaking, see Fig. 1-8.



Anexo N° 14.2

500 Pa STATIC POS. OR NEG.	TABLE 1-5M RETANGULAR DUCT REINFORCEMENT								
	NO REINFORCE- MENT REQUIRED	REINFORCEMENT CODE FOR DUCT THICKNESS (mm)							
		REINFORCEMENT SPACING OPTIONS (m)							
DUCT DIMENSION		3.0	2.4	1.8	1.5	1.2	0.90	0.75	0.60
① (mm)	② (mm)	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
250 dn.	0.55	NOT REQUIRED							
251, 300	0.70		B-0.55	B-0.55	B-0.55	B-0.55	B-0.55	B-0.55	B-0.55
301, 350	0.85		B-0.70	B-0.55	B-0.55	B-0.55	B-0.55	B-0.55	B-0.55
351, 400	1.00	C-0.85	C-0.70	C-0.70	C-0.55	C-0.55	C-0.70	B-0.55	B-0.70
401, 450	1.00	C-0.85	C-0.70	C-0.70	C-0.55	C-0.55	C-0.55	C-0.55	B-0.70
451, 500	1.31	C-1.00	C-0.85	C-0.70	C-0.55	C-0.55	C-0.55	C-0.55	C-0.55
501, 550	1.61	D-1.00	D-0.85	D-0.70	D-0.55	C-0.55	C-0.55	C-0.55	C-0.55
551, 600	1.61	E-1.00	E-0.85	D-0.70	D-0.55	D-0.55	C-0.55	C-0.55	C-0.55
601, 650		E-1.00	E-0.85	E-0.70	D-0.55	D-0.55	C-0.55	C-0.55	C-0.55
651, 700		F-1.31	E-1.00	E-0.85	E-0.70	D-0.55	D-0.55	C-0.55	C-0.55
701, 750		F-1.31	F-1.00	E-0.85	E-0.70	E-0.55	D-0.55	D-0.55	C-0.55
701, 900		G-1.61	G-1.31	F-1.00	F-0.85	E-0.70	E-0.55	D-0.55	D-0.55
901, 1000			H-1.61	G-1.31	G-1.00	F-0.70	E-0.70	E-0.55	E-0.55
1001, 1200			I-1.61	H-1.31	H-1.00	G-0.85	F-0.70	F-0.70	E-0.70
1201, 1300				I-1.61G	H-1.31G	H-1.00G	G-0.70	F-0.70	F-0.70
1301, 1500				I-1.61G	H-1.31G	H-1.31G	G-0.85	G-0.70	F-0.70
1501, 1800					I-1.61H	I-1.31G	H-0.85G	H-0.85G	H-0.70
1801, 2100						J-1.31G	I-1.00G	I-0.85G	I-0.85G
2101, 2400						J-1.31H	I-1.31H	I-1.00H	J-1.00H
2401, 2700							K-1.31H	J-1.31H	I-1.31H
2701, 3000								K-1.31H	J-1.31H

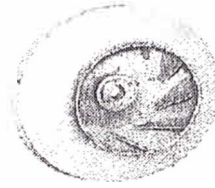
See page 1-15. Circles in the Table denotes only column numbers. For column 2, see Fig. 1-7. For columns 3 through 9, see Introduction to Schedules. The number in the box is minimum duct gage; the alphabet letter is the minimum reinforcement grade for joints and intermediates occurring at a maximum spacing interval in the column heading. A letter to the right of the gage gives a tie rodded reinforcement alternative. A "T" compels use of tie rod(s) for the reinforcement listing. For beading or crossbreaking, see Fig. 1-8.



Anexo N° 15

VRI-0432-II	
AIRTEC S.A. TELEF. 715-3956 715-3957	
MAXIMUM RPM	
Standard Duty - 1934	
Heavy Duty - 2150	

INLET	
Diameter - 17.0"	
Area - 1.53 sq.ft.	
OUTLET	
6 1/2" x 14 3/16" - O/D	
Area - 1.58 sq.ft.	



AH WHEEL
Diameter - 29.625"
Circumference - 7.76"

	VEL	1/2" SP		1" SP		1 1/2" SP		2" SP		2 1/2" SP		3" SP		3 1/2" SP		4" SP	
CFM	FPM	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP
1580	1000	362	0,19	476	0,36	573	0,55	658	0,75								
1896	1200	383	0,24	491	0,44	582	0,65	663	0,87	738	1,10	806	1,35				
2212	1400	406	0,31	510	0,53	595	0,76	673	1,01	743	1,27	811	1,53	873	1,81	931	2,09
2528	1600	431	0,38	531	0,64	613	0,89	686	1,16	754	1,43	818	1,73	878	2,04	936	2,34
2844	1800	459	0,47	553	0,75	633	1,04	704	1,33	767	1,63	829	1,93	887	2,27	942	2,61
3160	2000	488	0,58	577	0,88	654	1,20	723	1,52	786	1,84	843	2,18	899	2,50	953	2,87
3476	2200	519	0,71	601	1,02	677	1,37	743	1,73	805	2,07	861	2,43	914	2,80	965	3,17
3792	2400	550	0,85	628	1,19	701	1,57	766	1,95	825	2,34	881	2,71	933	3,10	982	3,50
4108	2600	582	1,02	657	1,39	725	1,77	789	2,19	847	2,61	901	3,03	952	3,43	1000	3,84
4424	2800	614	1,22	686	1,60	750	2,01	813	2,45	870	2,90	922	3,35	972	3,80	1020	4,23
4740	3000	647	1,44	716	1,85	778	2,28	837	2,73	893	3,21	945	3,69	993	4,18	1040	4,65
5056	3200	681	1,69	747	2,12	807	2,57	862	3,04	917	3,54	968	4,05	1016	4,57	1061	5,09
5372	3400	715	1,98	779	2,43	836	2,90	890	3,39	941	3,90	992	4,44	1039	4,98	1084	5,53
5688	3600	750	2,29	811	2,76	866	3,25	918	3,77	966	4,29	1016	4,85	1063	5,43	1107	6,00
6004	3800	786	2,64	843	3,13	897	3,65	947	4,18	994	4,73	1040	5,29	1086	5,90	1130	6,50
6320	4000	822	3,03	875	3,53	928	4,08	976	4,63	1023	5,21	1066	5,78	1110	6,40	1154	7,03
6636	4200	858	3,46	908	3,98	960	4,54	1007	5,12	1052	5,72	1095	6,32	1135	6,93	1178	7,59
6952	4400	894	3,92	942	4,46	991	5,05	1037	5,65	1081	6,26	1123	6,90	1163	7,53	1202	8,19
7268	4600	930	4,43	975	4,99	1023	5,59	1069	6,22	1111	6,85	1152	7,51	1191	8,18	1229	8,84
7584	4800	967	4,98	1010	5,56	1056	6,18	1100	6,84	1141	7,50	1181	8,17	1220	8,86	1257	9,55
7900	5000	1003	5,60	1045	6,20	1089	6,80	1132	7,50	1172	8,20	1211	8,90	1249	9,60	1285	10,30
8216	5200	1040	6,20	1080	6,90	1122	7,50	1164	8,20	1204	8,90	1241	9,60	1278	10,40	1314	11,10

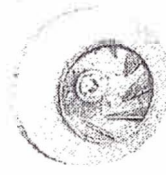
	VEL	5" SP		6" SP		7" SP		8" SP		9" SP		10" SP		11" SP		12" SP	
CFM	FPM	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP
2528	1600	1041	2,98	1137	3,64												
2844	1800	1046	3,29	1142	4	1230	4,74										
3160	2000	1052	3,63	1147	4,38	1235	5,15	1317	5,97	1394	6,80						
3476	2200	1063	3,95	1153	4,79	1240	5,62	1321	6,45	1398	7,33	1471	8,23	1541	9,15		
3792	2400	1075	4,30	1164	5,20	1247	6,10	1327	7,00	1403	7,90	1476	8,80	1545	9,80	1612	10,80
4108	2600	1090	4,70	1175	5,60	1258	6,50	1335	7,50	1409	8,50	1481	9,50	1550	10,50	1616	11,50
4424	2800	1108	5,10	1190	6,10	1269	7,00	1346	8,00	1418	9,10	1487	10,20	1556	11,20	1621	12,30
4740	3000	1127	5,60	1208	6,60	1283	7,60	1357	8,60	1429	9,70	1498	10,80	1563	12,00	1627	13,10
5056	3200	1147	6,10	1226	7,10	1301	8,20	1371	9,30	1440	10,30	1509	11,50	1573	12,70	1636	13,90
5372	3400	1167	6,60	1246	7,70	1319	8,80	1389	9,90	1455	11,10	1520	12,20	1585	13,40	1647	14,70
5688	3600	1189	7,20	1266	8,30	1338	9,40	1407	10,60	1473	11,80	1535	13,10	1597	14,20	1658	15,50
6004	3800	1212	7,70	1287	9,00	1359	10,10	1426	11,30	1491	12,60	1553	13,90	1612	15,20	1671	16,40
6320	4000	1235	8,30	1309	9,60	1379	10,90	1446	12,10	1510	13,40	1571	14,70	1630	16,10	1686	17,40
6636	4200	1258	8,90	1332	10,30	1400	11,70	1466	13,00	1530	14,30	1590	15,60	1648	17,00	1704	18,40
6952	4400	1281	9,60	1354	11,00	1423	12,40	1487	13,90	1550	15,20	1610	16,60	1667	18,00	1723	19,40
7268	4600	1305	10,30	1378	11,70	1445	13,20	1509	14,70	1570	16,20	1630	17,60	1687	19,10	1741	20,50
7584	4800	1330	11,00	1401	12,50	1468	14,1	1532	15,60	1592	17,20	1650	18,70	1707	20,20	1761	21,70
7900	5000	1354	11,80	1425	13,30	1492	14,9	1555	16,50	1614	18,20	1671	19,80	1727	21,40	1781	22,90
8216	5200	1382	12,60	1449	14,20	1516	15,8	1578	17,50	1637	19,20	1694	20,90	1748	22,60	1802	24,20
8532	5400	1410	13,50	1474	15,10	1539	16,8	1601	18,50	1660	20,30	1717	22,00	1770	23,80	1822	25,50
8848	5600	1438	14,40	1500	16,10	1564	17,80	1625	19,60	1683	21,40	1739	23,20	1793	25,00	1845	26,80
9164	5800	1467	15,40	1528	17,10	1588	18,80	1649	20,70	1707	22,50	1762	24,40	1816	26,30	1867	28,10
9480	6000	1496	16,50	1557	18,20	1614	20,00	1673	21,80	1731	23,70	1786	25,70	1839	27,80	1890	29,50
9796	6200	1525	17,60	1585	19,40	1642	21,20	1697	23,00	1755	25,00	1810	27,00	1862	28,90	1913	30,90
10112	6400	1555	18,70	1614	20,60	1670	22,40	1723	24,30	1779	26,30	1833	28,30	1886	30,40	1936	32,40

	VEL	13" SP		14" SP		15" SP		16" SP		17" SP		18" SP		19" SP		20" SP	
CFM	FPM	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP
3792	2400	1675	11,80														
4108	2600	1680	12,60	1741	13,60	1800	14,70										
4424	2800	1684	13,30	1745	14,50	1804	15,60	1861	16,70	1917	17,90	1971	19,10				
4740	3000	1690	14,20	1750	15,40	1809	16,50	1866	17,70	1921	18,90	1975	20,10	2027	21,40	2078	22,60
5056	3200	1696	15,10	1756	16,30	1815	17,50	1871	18,70	1926	19,90	1979	21,20	2032	22,50	2083	23,80
5372	3400	1706	15,90	1764	17,20	1820	18,50	1877	19,80	1932	21,10	1985	22,40	2036	23,70	2087	25,00
5688	3600	1717	16,80	1775	18,10	1830	19,50	1884	20,90	1937	22,20	1990	23,60	2042	25,00	2093	26,30
6004	3800	1729	17,70	1786	19,10	1841	20,50	1895	21,90	1947	23,40	1997	24,80	2046	26,30	2098	27,70
6320	4000	1742	18,60	1797	20,00	1852	21,50	1905	23,00	1957	24,50	2006	26,00	2057	27,50	2105	29,00
6636	4200	1759	19,90	1812	21,30	1865	22,60	1917	24,00	1968	25,60	2019	27,10	2066	28,70	2116	30,30
6952	4400	1777	20,90	1829	22,40	1879	23,90	1930	25,30	1980	26,70	2030	28,40	2079	30,00	2126	31,60
7268	4600	1795	22,00	1847	23,60	1897	25,10	1946	26,70	1994	28,20	2042	29,70	2090	31,30	2138	32,90
7584	4800	1813	23,20	1865	24,80	1915	26,40	1964	28,00	2011	29,70	2057	31,30	2104	32,80	2149	34,40
7900	5000	1833	24,50	1884	26,00	1933	27,70	1982	29,40	2029	31,10	2075	32,80	2119	34,50		
8216	5200	1854	25,80	1904	27,40	1952	29,10	2000	30,70	2047	32,50	2093	34,30	2137	36,00		
8532	5400	1874	27,20	1924	28,90	1972	30,60	2019	32,20	2065	34,00	2111	35,80				
8848	5600	1894	28,60	1944	30,40	1993	32,10	2039	33,90	2085	35,60	2129	37,40				
9164	5800	1917	30,00	1965	31,90	2013	33,70	2060	35,50	2105	37,30	2149	39,10				
9480	6000	1939	31,50	1987	33,40	2033	35,40	2080	37,20	2125	39,10						
9796	6200	1962	32,90	2010	35,00	2056	37,00	2100	39,00	2145	40,90						
1011																	

Anexo N° 16

VRI-0381-I	
NIRTEC S.A TELEFAX 715-3956 715-3955	
MAXIMUM RPM	
Standard Duty - 2193	
Heavy Duty - 2450	

INLET
Diameter - 15.0"
Area - 1.19 sq.ft.
OUTLET
1 7/16" x 2 1/16" - O/D
Area - 1.23 sq.ft.



AH WHEEL
Diameter - 26.125"
Circumference - 6.84"

	VEL	1/2" SP		1" SP		1 1/2" SP		2" SP		2 1/2" SP		3" SP		3 1/2" SP		4" SP	
CFM	FPM	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP
1230	1000	410	0,15	540	0,28	650	0,43	747	0,58								
1476	1200	434	0,19	557	0,34	660	0,50	752	0,68	837	0,86	914	1,05				
1722	1400	461	0,24	578	0,41	675	0,59	763	0,78	843	0,99	919	1,19	990	1,41	1055	1,63
1968	1600	468	0,30	602	0,49	695	0,69	778	0,90	855	1,12	926	1,35	996	1,59	1061	1,82
2214	1800	521	0,37	628	0,58	718	0,81	798	1,03	870	1,27	940	1,50	1006	1,76	1066	2,03
2460	2000	553	0,45	654	0,68	742	0,93	820	1,18	891	1,43	956	1,70	1019	1,95	1060	2,23
2706	2200	588	0,55	682	0,80	766	1,07	843	1,35	913	1,61	977	1,89	1037	2,19	1094	2,46
2952	2400	624	0,66	713	0,93	795	1,22	869	1,52	936	1,82	999	2,11	1057	2,41	1113	2,72
3198	2600	660	0,80	745	1,08	822	1,38	895	1,70	960	2,03	1021	2,35	1079	2,67	1134	2,99
3444	2800	697	0,95	778	1,25	851	1,56	921	1,90	986	2,25	1046	2,61	1102	2,95	1156	3,29
3690	3000	734	1,12	812	1,44	883	1,77	949	2,12	1013	2,49	1072	2,87	1127	3,25	1179	3,62
3936	3200	772	1,32	848	1,65	915	2,00	977	2,36	1040	2,75	1098	3,15	1152	3,55	1203	3,96
4182	3400	811	1,54	883	1,89	948	2,25	1009	2,63	1067	3,03	1124	3,45	1178	3,88	1229	4,30
4428	3600	851	1,78	919	2,15	982	2,53	1041	2,93	1096	3,34	1152	3,77	1205	4,22	1255	4,67
4674	3800	891	2,06	956	2,43	1017	2,84	1074	3,25	1128	3,68	1179	4,12	1232	4,59	1282	5,06
4920	4000	932	2,36	993	2,75	1052	3,17	1107	3,60	1160	4,05	1209	4,50	1259	4,98	1308	5,47
5166	4200	973	2,69	1030	3,09	1088	3,53	1141	3,98	1193	4,45	1241	4,92	1287	5,39	1336	5,91
5412	4400	1014	3,05	1068	3,47	1124	3,93	1176	4,40	1226	4,87	1274	5,36	1319	5,86	1363	6,37
5658	4600	1055	3,45	1106	3,88	1161	4,35	1212	4,84	1260	5,33	1306	5,84	1351	6,36	1393	6,88
5904	4800	1096	3,88	1145	4,32	1197	4,81	1247	5,32	1294	5,83	1339	6,35	1383	6,89	1425	7,43
6150	5000	1138	4,34	1185	4,81	1235	5,30	1283	5,83	1329	6,36	1373	6,90	1416	7,45	1457	8,01
6396	5200	1179	4,84	1225	5,33	1272	5,84	1320	6,37	1365	6,93	1408	7,48	1449	8,05	1490	8,63

	VEL	5" SP		6" SP		7" SP		8" SP		9" SP		10" SP		11" SP		12" SP	
CFM	FPM	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP
1968	1600	1181	2,31	1290	2,83												
2214	1800	1186	2,56	1295	3,11	1395	3,68										
2460	2000	1193	2,82	1301	3,41	1400	4,01	1493	4,64	1581	5,29						
2706	2200	1206	3,07	1308	3,72	1406	4,37	1498	5,02	1586	5,70	1668	6,40	1747	7,11		
2952	2400	1219	3,34	1320	4,02	1414	4,73	1505	5,44	1591	6,14	1673	6,86	1752	7,62	1827	8,39
3198	2600	1236	3,68	1333	4,34	1426	5,09	1514	5,85	1598	6,62	1680	7,36	1758	8,15	1832	8,94
3444	2800	1257	4,00	1349	4,74	1439	5,45	1526	6,26	1608	7,08	1686	7,91	1764	8,73	1838	9,55
3690	3000	1278	4,30	1370	5,10	1455	5,90	1539	6,70	1621	7,50	1698	8,40	1772	9,30	1845	10,20
3936	3200	1301	4,70	1391	5,50	1475	6,40	1555	7,20	1633	8,00	1711	8,90	1784	9,90	1855	10,80
4182	3400	1324	5,20	1413	6,00	1496	6,80	1575	7,70	1650	8,60	1724	9,50	1797	10,40	1867	11,40
4428	3600	1348	5,60	1336	6,50	1518	7,30	1596	8,20	1670	9,20	1741	10,20	1811	11,10	1880	12,00
4674	3800	1374	6,00	1459	7,00	1541	7,90	1617	8,80	1691	9,80	1761	10,80	1828	11,80	1895	12,80
4920	4000	1400	6,50	1484	7,50	1564	8,50	1640	9,40	1712	10,40	1782	11,40	1848	12,50	1912	13,60
5166	4200	1426	6,90	1510	8,00	1588	9,10	1663	10,10	1734	11,10	1803	12,10	1869	13,20	1933	14,30
5412	4400	1453	7,50	1536	8,60	1613	9,70	1686	10,80	1757	11,80	1825	12,90	1890	14,00	1953	15,10
5658	4600	1480	8,00	1562	9,10	1639	10,30	1711	11,40	1780	12,60	1848	13,70	1913	14,80	1974	15,90
5904	4800	1508	8,50	1589	9,70	1665	10,90	1737	12,10	1805	13,40	1871	14,50	1935	15,70	1997	16,90
6150	5000	1535	9,10	1616	10,40	1692	11,60	1763	12,90	1831	14,10	1895	15,40	1958	16,60	2020	17,80
6396	5200	1567	9,80	1644	11,00	1719	12,30	1789	13,60	1857	14,90	1921	16,20	1982	17,60	2043	18,80
6642	5400	1599	10,50	1671	11,70	1746	13,10	1816	14,40	1883	15,80	1946	17,10	2008	18,50	2086	19,90
6888	5600	1631	11,20	1701	12,50	1773	13,80	1843	15,20	1909	16,60	1972	18,00	2033	19,40	2092	20,90
7134	5800	1664	12,00	1733	13,30	1801	14,70	1870	16,10	1936	17,50	1999	19,00	2059	20,40	2117	21,90
7380	6000	1696	12,80	1765	14,20	1830	15,50	1897	17,00	1963	18,50	2025	19,90	2085	21,40	2143	23,00
7626	6200	1730	13,70	1797	15,10	1862	16,50	1925	17,90	1990	19,40	2052	21,00	2112	22,50	2169	24,10
7872	6400	1763	14,60	1830	16,00	1894	17,40	1954	18,90	2017	20,40	2079	22,00	2138	23,60	2195	25,20

	VEL	13" SP		14" SP		15" SP		16" SP		17" SP		18" SP		19" SP		20" SP	
CFM	FPM	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP
2952	2400	1900	9,17														
3198	2800	1905	9,80	1974	10,60	2041	11,40										
3444	2800	1910	10,40	1979	11,20	2046	12,10	2111	13,00	2174	13,90	2235	14,80				
3690	3000	1916	11,10	1985	11,90	2051	12,80	2165	13,80	2179	14,70	2240	15,70	2299	16,60	2357	17,60
3936	3200	1923	11,70	1991	12,70	2058	13,80	2122	14,60	2184	15,50	2245	16,50	2304	17,50	2362	18,50
4182	3400	1935	12,40	2000	13,40	2064	14,40	2128	15,40	2190	16,40	2251	17,40	2309	18,40	2367	19,40
4428	3600	1947	13,10	2012	14,10	2075	15,20	2186	16,20	2197	17,30	2257	18,40	2316	19,40	2373	20,50
4674	3800	1960	13,70	2025	14,80	2087	15,90	2148	17,00	2207	18,20	2265	19,30	2322	20,40	2379	21,50
4920	4000	1976	14,60	2038	15,60	2100	16,70	2161	17,90	2219	19,00	2277	20,20	2333	21,40	2387	22,60
5166	4200	1994	15,40	2054	16,50	2114	17,60	2174	18,70	2232	19,90	2289	21,10	2345	22,30	2399	23,80
5412	4400	2015	16,30	2074	17,40	2131	18,60	2189	19,70	2245	20,80	2302	22,00	2357	23,30	2411	24,80
5658	4600	2035	17,10	2094	18,30	2151	19,80	2206	20,80	2262	22,00	2316	23,10	2370	24,30	2424	25,60
5904	4800	2056	18,00	2115	19,30	2172	20,50	2227	21,80	2280	23,10	2333	24,30	2386	25,50	2437	26,70
6150	5000	2079	19,00	2136	20,20	2192	21,50	2247	22,80	2301	24,20	2352	25,50	2403	26,80		
6396	5200	2102	20,10	2159	21,30	2214	22,60	2268	23,90	2321	25,30	2373	26,60	2423	28,00		
6642	5400	2125	21,20	2182	22,50	2237	23,80	2290	25,10	2342	26,40	2394	27,80	2444	29,20		
6888	5600	2148	22,30	2205	23,80	2260	25,00	2313	26,30	2364	27,70	2414	29,00				
7134	5800	2174	23,40	2228	24,80	2283	26,20	2335	27,60	2387	29,00	2437	30,40				
7380	6000	2199	24,50	2253	26,00	2306	27,50	2359	29,00	2410	30,40						
7626	6200	2225	25,60	2279	27,20	2331	28,80	2382	30,30	2433	31,80						

Anexo N° 17

VRSS-508

OUTLET
21.9/16" x 15-3/4" outside
Area 2.30 sq. ft. inside

INLET
25" diameter
outside

WHEEL
20" diameter
5.236 ft. circumference

AIRTEC S.A. TELEFAX 4655165-4690690-4651908

SIZE	HP	RPM RANGE MIN.-MAX	FAN RPM	1/8" SP		1/4" SP		3/8" SP		1/2" SP		5/8" SP		3/4" SP		1" SP		1-1/4" SP		1-1/2" SP		2" SP	
				CFM	OV	CFM	OV	CFM	OV	CFM	OV	CFM	OV	CFM	OV	CFM	OV	CFM	OV	CFM	OV	CFM	OV
FCS2000AA	1/8	160-275	205 217 231 245 263 275	1834 800 2072 904 2336 1019 2599 1134		1834 800 2244 979																	
FCS2000AB	1/4	218-333	218 237 257 279 295 328	2086 910 2453 1071 2828 1233		2349 1023 2773 1210		2482 1083															
FCS2000AC	1/3	275-390	275 297 311 330 343 373	3136 1369 3424 1494	2242 978 2661 1161 3035 1324		2544 1110 2890 1261		2865 1110														
FCS2000AD	1/2	280-390	280 299 319 341 364 390	3219 1399 3540 1539 3873 1684	2261 1027 2803 1219 3204 1393 3619 1574	2047 890 2655 1241 3400 1478		3166 1385															
FCS2000AE	1/2	350-470	350 368 387 412 420 451		3799 1640 3069 1339 3438 1500		3129 1368		2521 1100 3048 1330		2750 1200												
FCS2000AF	3/4	312-475	312 338 367 398 432 462	3763 1642 4185 1826 4655 2031	3069 1339 3539 1544 4069 1773	2762 1205 3477 1495 4011 1750	3404 1485	3484 1520		3667 1600													
FCS2000AG	1	405-550	403 426 460 476 491 531	5217 2276 4676 2040 4126 1800 3534 1642 3011 1750 2472 1081	3289 1435 3942 1720		3894 1699 4247 1853		3673 1690														
FCS2000AH	1 1/2	385-509	386 407 430 455 482 509	4817 2138 5297 2266 5813 2440 6016 2514 6596 2403	4386 1907 4743 2062 5132 2292 5536 2407	3826 1863 4219 1834 4644 2019 5095 2215 5628 2403	3037 1321 3619 1574 4140 1800 4605 2002 5100 2217	3408 1482 4057 1764 4615 2006 5158 2243	3149 1369 4010 1743 4686 2037														
FCS2000AI	1 1/2	535-650	457 489 523 559 595 639	6053 2641 5560 2926 5095 2323	4600 2007 5196 2267	4107 1792 4760 2077	3209 1400 4217 1840 4951 2180	3335 1455 4738 2067		4355 1900 5616 2450	4011 1750												
FCS2000AJ	2	460-570	460 480 501 523 546 570	0079 2843 6380 2774 6692 2910	5604 2436 5953 2588 6284 2732	5170 2246 5483 2366 5848 2543 6212 2701	4691 2040 5063 2201 5431 2361 5828 2534 6230 2709	4142 1801 4594 1997 4977 2164 5395 2346 5836 2537	3390 1448 3975 1728 4493 1983 4968 2180 5390 2344 5849 2543	3435 1493 4344 1869 4965 2159													
FCS2000AK	2	555-670	565 574 593 614 626 658		5952 2597 6556 2425		4630 2020 5091 2221 5501 2400	4229 1848 4974 2170 5297 2311		4967 2167													
FCS2000AL	3	538-670	535 569 585 612 640 670	7191 3126 7532 3284	6809 2960 7186 3124 7577 3284	6406 2788 6803 2958 7248 3151	6037 2625 6431 2796 6844 2984 7308 3177	5625 2446 6059 2634 6524 2837 6997 3042	5207 2264 5670 2465 6149 2673 6624 2880	3994 1737 4712 2049 5326 2316 5893 2562 6431 2796	3688 1677 4911 2135 5638 2450 6291 2735	4178 1817 5357 2329											
FCS2000AM	3	635-790	635 658 681 703 737 787							6296 2747 6824 2828	6042 2900 6573 2475 6802 2706									4584 2000 5673 2475			

Anexo N° 18

Factor de corrección de potencia para aislamiento clase F

Altitud x temperatura

Altitud m.s.n.m.	Temperatura °C																											
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100							
0	1,00										0,97	0,90	0,84	0,77	0,71	0,65	0,59	0,54	0,48	0,43	0,37							
100											0,96	0,89	0,83	0,77	0,70	0,65	0,59	0,53	0,48	0,42	0,37							
200											0,95	0,89	0,82	0,76	0,70	0,64	0,58	0,53	0,47	0,42	0,37							
300											0,94	0,88	0,81	0,75	0,69	0,63	0,58	0,52	0,47	0,41	0,36							
400											0,93	0,87	0,80	0,74	0,68	0,63	0,57	0,52	0,46	0,41	0,36							
500									0,99		0,92	0,86	0,80	0,74	0,68	0,62	0,57	0,51	0,46	0,41	0,36							
600									0,98		0,91	0,85	0,79	0,73	0,67	0,61	0,56	0,51	0,45	0,40	0,35							
700									0,97		0,90	0,84	0,78	0,72	0,66	0,61	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35							
800									0,96		0,89	0,83	0,77	0,71	0,66	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35							
900									0,95		0,88	0,82	0,76	0,71	0,65	0,60	0,54	0,49	0,44	0,39	0,34							
1000									0,94		0,88	0,82	0,76	0,70	0,64	0,59	0,54	0,49	0,44	0,39	0,34							
1100									0,99	0,93	0,87	0,81	0,75	0,69	0,64	0,59	0,53	0,48	0,43	0,39	0,34							
1200									0,98	0,92	0,86	0,80	0,74	0,69	0,63	0,58	0,53	0,48	0,43	0,38	0,34							
1300									0,97	0,91	0,85	0,79	0,73	0,68	0,63	0,57	0,52	0,47	0,43	0,38	0,33							
1400									0,96	0,90	0,84	0,78	0,73	0,67	0,62	0,57	0,52	0,47	0,42	0,37	0,33							
1500									0,95	0,89	0,83	0,77	0,72	0,67	0,61	0,56	0,51	0,46	0,42	0,37	0,33							
1600									0,94	0,88	0,82	0,77	0,71	0,66	0,61	0,56	0,51	0,46	0,41	0,37	0,32							
1700									0,99	0,93	0,87	0,81	0,76	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45	0,41	0,36	0,32						
1800									0,98	0,92	0,86	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45	0,41	0,36	0,32						
1900									0,96	0,91	0,85	0,80	0,74	0,69	0,64	0,59	0,54	0,49	0,45	0,40	0,36	0,31						
2000									0,95	0,90	0,84	0,79	0,73	0,68	0,63	0,58	0,54	0,49	0,44	0,40	0,35	0,31						
2100									0,94	0,89	0,83	0,78	0,73	0,68	0,63	0,58	0,53	0,48	0,44	0,39	0,35	0,31						
2200									0,99	0,93	0,88	0,82	0,77	0,72	0,67	0,62	0,57	0,53	0,48	0,43	0,39	0,35	0,31					
2300									0,98	0,92	0,87	0,82	0,76	0,71	0,66	0,61	0,57	0,52	0,48	0,43	0,39	0,34	0,30					
2400									0,97	0,91	0,86	0,81	0,76	0,71	0,66	0,61	0,56	0,52	0,47	0,43	0,38	0,34	0,30					
2500									0,96	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	0,56	0,51	0,47	0,42	0,38	0,34	0,30					
2600									0,95	0,89	0,84	0,79	0,74	0,69	0,64	0,60	0,55	0,51	0,46	0,42	0,38	0,34	0,30					
2700									0,99	0,94	0,88	0,83	0,78	0,73	0,68	0,64	0,59	0,54	0,50	0,46	0,41	0,37	0,33	0,29				
2800									0,98	0,93	0,87	0,82	0,77	0,72	0,68	0,63	0,58	0,54	0,50	0,45	0,41	0,37	0,33	0,29				
2900									0,97	0,91	0,86	0,81	0,76	0,72	0,67	0,62	0,58	0,53	0,49	0,45	0,41	0,37	0,33	0,29				
3000									0,96	0,90	0,85	0,80	0,76	0,71	0,66	0,62	0,57	0,53	0,49	0,44	0,40	0,36	0,32	0,28				
3100									0,95	0,89	0,84	0,80	0,75	0,70	0,66	0,61	0,57	0,52	0,48	0,44	0,40	0,36	0,32	0,28				
3200									0,99	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,69	0,65	0,60	0,56	0,52	0,48	0,44	0,40	0,36	0,32	0,28			
3300									0,97	0,92	0,87	0,83	0,78	0,73	0,69	0,64	0,60	0,56	0,51	0,47	0,43	0,39	0,35	0,31	0,28			
3400									0,96	0,91	0,87	0,82	0,77	0,72	0,68	0,64	0,59	0,55	0,51	0,47	0,43	0,39	0,35	0,31	0,27			
3500									0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72	0,67	0,63	0,59	0,54	0,50	0,46	0,42	0,38	0,35	0,31	0,27			
3600									0,99	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71	0,67	0,62	0,58	0,54	0,50	0,46	0,42	0,38	0,34	0,31	0,27		
3700									0,98	0,93	0,88	0,84	0,79	0,75	0,70	0,66	0,62	0,57	0,53	0,49	0,45	0,42	0,38	0,34	0,30	0,27		
3800									0,97	0,92	0,87	0,83	0,78	0,74	0,69	0,65	0,61	0,57	0,53	0,49	0,45	0,41	0,37	0,34	0,30	0,26		
3900									0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,73	0,69	0,64	0,60	0,56	0,52	0,48	0,45	0,41	0,37	0,33	0,30	0,26		
4000									0,99	0,94	0,90	0,85	0,81	0,77	0,72	0,68	0,64	0,60	0,56	0,52	0,48	0,44	0,40	0,37	0,33	0,29	0,26	
4100									0,98	0,93	0,89	0,84	0,80	0,76	0,71	0,67	0,63	0,59	0,55	0,51	0,47	0,44	0,40	0,36	0,33	0,29	0,26	
4200									0,97	0,92	0,88	0,83	0,79	0,75	0,71	0,67	0,62	0,59	0,55	0,51	0,47	0,43	0,40	0,36	0,32	0,29	0,26	
4300									0,96	0,91	0,87	0,82	0,78	0,74	0,70	0,66	0,62	0,58	0,54	0,50	0,47	0,43	0,39	0,36	0,32	0,29	0,25	
4400									0,99	0,94	0,90	0,86	0,82	0,77	0,73	0,69	0,65	0,61	0,57	0,53	0,50	0,46	0,42	0,39	0,35	0,32	0,28	0,25
4500									0,98	0,93	0,89	0,85	0,81	0,76	0,72	0,68	0,64	0,61	0,57	0,53	0,49	0,46	0,42	0,38	0,35	0,32	0,28	0,25
4600									0,97	0,92	0,88	0,84	0,80	0,76	0,72	0,68	0,64	0,60	0,56	0,52	0,49	0,45	0,42	0,38	0,35	0,31	0,28	0,25
4700									0,95	0,91	0,87	0,83	0,79	0,75	0,71	0,67	0,63	0,59	0,56	0,52	0,48	0,45	0,41	0,38	0,34	0,31	0,28	0,24
4800	0,98	0,94	0,90	0,86	0,82	0,78	0,74	0,70	0,66	0,62	0,59	0,55	0,51	0,48	0,44	0,41	0,37	0,34	0,31	0,27	0,24							
4900	0,97	0,93	0,89	0,85	0,81	0,77	0,73	0,69	0,65	0,62	0,58	0,54	0,51	0,47	0,44	0,40	0,37	0,34	0,30	0,27	0,24							
5000	0,96	0,92	0,88	0,84	0,80	0,76	0,72	0,69	0,65	0,61	0,57	0,54	0,50	0,47	0,43	0,40	0,37	0,33	0,30	0,27	0,24							
5100	0,95	0,91	0,87	0,83	0,79	0,75	0,71	0,68	0,64	0,60	0,57	0,53	0,50	0,46	0,43	0,40	0,36	0,33	0,30	0,27	0,24							
5200	0,94	0,90	0,86	0,82	0,78	0,74	0,71	0,67	0,63	0,60	0,56	0,53	0,49	0,46	0,43	0,39	0,36	0,33	0,30	0,26	0,23							
5300	0,93	0,89	0,85	0,81	0,77	0,73	0,70	0,66	0,63	0,59	0,56	0,52	0,49	0,45	0,42	0,39	0,36	0,32	0,29	0,26	0,23							
5400	0,91	0,88	0,84	0,80	0,76	0,73	0,69	0,66	0,62	0,59	0,55	0,52	0,48	0,45	0,42	0,38	0,35	0,32	0,29	0,26	0,23							
5500	0,90	0,86	0,83	0,79	0,76	0,72	0,68	0,65	0,61	0,58	0,55	0,51	0,48	0,45	0,41	0,38	0,35	0,32	0,29	0,26	0,23							
5600	0,89	0,85	0,82	0,78	0,75	0,71	0,68	0,64	0,61	0,57	0,54	0,51	0,47	0,44	0,41	0,38	0,35	0,32	0,28	0,25	0,22							
5700	0,88	0,84	0,81	0,77	0,74	0,70	0,67	0,63	0,60	0,57	0,53	0,50	0,47	0,44	0,40	0,37	0,34	0,31	0,28	0,25	0,22							
5800	0,87	0,83	0,80	0,76	0,73	0,69	0,66	0,63	0,59	0,56	0,53	0,50	0,46	0,43	0,40	0,37	0,34	0,31	0,28	0,25	0,22							
5900	0,86	0,82	0,79	0,75	0,72	0,69	0,65	0,62	0,59	0,55	0,52	0,49	0,46	0,43	0,40	0,37	0,34	0,31	0,28	0,25	0,22							
6000	0,85	0,81	0,78	0,75	0,72	0,68	0,65	0,61	0,58	0,55	0,52	0,49	0,45	0,42	0,39	0,36	0,33	0,30	0,27	0,25	0,22							

** Motores Marca WEG , Brasil

Anexo N
Hoja de

condiciones ambientales:

Sala de pruebas: 0 msnm
Temperatura: 20°C

		-F	8-E	7-E	E-F	F	H-	I-9
1	Cau	,476	0,715	0,715	1,43	4,382	4,382	4,382
2	Vel	18	18	18	18	18	18	
3	Diá	325	225	225	315	560	560	
4	S	830	0,0398	0,0398	0,0779	0,2463	0,2463	
5	Vel	17,8	18,0	18,0	18,3	17,8	17,8	
6	P	19,0	19,4	19,4	20,2	19,0	19,0	
7	a							
8			0,011	0,011				
9	R		10	10				
10	e		6	6				
11	n		1,78	1,78				
12	d		0	0				
13	i		1,78	1,78				
14	j		10,68	10,68				
15	S		0,17	0,17				
16	u		1	1				
17	c		1,17	1,17				
18	c		22,7	22,7				
19								152,0
20	Su		33,4	33,4				
21	Lon	,378	1,46	0,225	2,06	0,737	0,616	
22	F	,057	0,089	0,089	0,059	0,029	0,029	
23	Pe	0,19	0,13	0,02	0,12	0,02	0,02	
24	Nú	0	1	0,5	0,5	0	0	
25	Pe		0,39	0,11	0,195			
26	Nú			1	1			
27	Pe			1	0,18			
28	Fa							
29	Pe	0,19	0,52	1,13	0,50	0,02	0,02	
30	Pe	3,6	10,1	21,9	10,0	0,4	0,3	
31	Pe	3,6	43,5	55,3	10,0	0,4	0,3	
32	PE	56,1	-43,5	-55,3	-65,3	-92,6	0,3	152,0
34	Ca Ecu		COMP.	COMP.				

9 mmH₂O 8,9 pulg. H₂O

Anexo Nro. 19

Hoja de cálculo por el Método de Presión Dinámica

Sala de preparación de muestras - Sistema de extracción de polvo

Esquema unifilar Nro. 1

Referencia Planos: Nro. 7

Condiciones ambientales:

Altura: 0 msnm

Temperatura: 20°C

Ítem	Identificación del tramo de ducto		1-A	2-A	A-B	5-B	B-C	6-C	C-F	3-D	4-D	D-F	8-E	7-E	E-F	F-G	H-I	I-9
1	Caudal	m ³ /s	0,628	0,848	1,476	0,715	2,191	0,715	2,906	0,628	0,848	1,476	0,715	0,715	1,43	4,382	4,382	4,382
2	Velocidad de transporte	m/s	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
3	Diámetro del ducto	mm	210	245	325	225	395	225	450	210	245	325	225	225	315	560	560	
4	Sección del ducto	m ²	0,0346	0,047	0,0830	0,0398	0,1225	0,0398	0,1590	0,0346	0,0471	0,0830	0,0398	0,0398	0,0779	0,2463	0,2463	
5	Velocidad real en el ducto	m/s	18,1	18,0	17,8	18,0	17,9	18,0	18,3	18,1	18,0	17,8	18,0	18,0	18,3	17,8	17,8	
6	Presión dinámica	mmH ₂ O	19,7	19,4	19,0	19,4	19,2	19,4	20,0	19,7	19,4	19,0	19,4	19,4	20,2	19,0	19,0	
7	Campanas y rendijas																	
8	Área de la rendija	m ²				0,011		0,011					0,011	0,011				
9	R Velocidad en rendija	m/s				10		10					10	10				
10	e Presión dinámica en rendija	mmH ₂ O				6		6					6	6				
11	n Fact. perdida rendija (anexo Nro. 8)					1,78		1,78					1,78	1,78				
12	d a Fact. de aceleración 0 ó 1					0		0					0	0				
13	i Perdidas en pleno (en PD) ítems 11+12					1,78		1,78					1,78	1,78				
14	j PE en el pleno, ítems 10x13	mmH ₂ O				10,68		10,68					10,68	10,68				
15	S c Fac. Perdida en la entrada (anexo Nro.6)		0,25	0,17		0,17		0,17		0,25	0,17		0,17	0,17				
16	u a Factor de aceleración 1 ó 0		1	1		1		1		1	1		1	1				
17	c m Perdida en entrada (PD) ítems 15+16		1,25	1,17		1,17		1,17		1,25	1,17		1,17	1,17				
18	c p Perdida en entrada ítems 6x17	mmH ₂ O	24,7	22,7		22,7		22,7		24,7	22,7		22,7	22,7				
19	Otras perdidas	mmH ₂ O																152,0
			Caída de presión en el lavador															
20	Succión de campanas, ítems 14+18+19	mmH ₂ O	24,7	22,7		33,4		33,4		24,7	22,7		33,4	33,4				
21	Longitud de ducto recto	m	2,28	0,235	4	0,225	1,892	0,225	1,73	1,65	0,42	3,378	1,46	0,225	2,06	0,737	0,616	
22	Factor de perdidas (Hf) anexo nro. 8 ó ecuación (**)		0,097	0,080	0,057	0,089	0,045	0,089	0,038	0,097	0,080	0,057	0,089	0,089	0,059	0,029	0,029	
23	Perdidas en PD, ítems 21x22		0,22	0,02	0,23	0,02	0,08	0,02	0,07	0,16	0,03	0,19	0,13	0,02	0,12	0,02	0,02	
24	Número de codos de 90°		1	0,5	1	0,5	0	0,5	0,5	1	0,5	0	1	0,5	0,5	0	0	
25	Perdida en codos en PD; ítem 24 x factor		1,25	0,625	1,25	0,195		0,11	0,195	1,25	0,625		0,39	0,11	0,195			
26	Número de uniones			1		1		1	1		1			1	1			
27	Perdida en uniones en PD; ítem 26 x factor			0,28		1		1	0,18		0,28			1	0,18			
28	Fact. de perdida de accesorios especiales																	
29	Perdidas en tramo en PD, ítems 23+25+27+28		1,47	0,92	1,48	1,21	0,08	1,13	0,44	1,41	0,94	0,19	0,52	1,13	0,50	0,02	0,02	
30	Perdidas en el tramo; ítem 6x29	mmH ₂ O	29,0	17,9	28,0	23,6	1,6	21,9	8,8	27,8	18,2	3,6	10,1	21,9	10,0	0,4	0,3	
31	Perdida de PE en tramo; ítem 20+30	mmH ₂ O	53,7	40,6	28,0	57,0	1,6	55,3	8,8	52,5	40,9	3,6	43,5	55,3	10,0	0,4	0,3	
32	PE acumulada	mmH ₂ O	-53,7	-40,6	-81,7	-57,0	-83,3	-55,3	-92,1	-52,5	-40,9	-56,1	-43,5	-55,3	-65,3	-92,6	0,3	152,0
34	Caudal corregido	m ³ /s	COMP.	COMP.		COMP.		COMP.		COMP.	COMP.		COMP.	COMP.				

Ecuaciones relacionadas

** Hf (PD/m)=0,0155 x V^{0,533}/Q^{0,812}

PEV=Pe_{salida} - Pe_{entrada} - Pd_{entrada}

PEV=Pe_{salida} - Pe_{entrada} - Pd_{entrada}

Leyenda

V: velocidad en m/s

Q: caudal en m³/s

D: diámetro mm

Pe: Presión estática

Pd: Presión dinámica

Cálculos:

PEV = 225,9 mmH₂O 8,9 pulg. H₂O

Anexo Nro. 20

Hoja de cálculo por el Método de Presión Dinámica

Sala de ataque químico - Sistema de extracción de gases

Esquema unifilar Nro. 2

Referencia Planos: Nro. 8

Condiciones Atmosfericas:

Altura: 0 msnm

Temperatura: 20°C

Ítem	Identificación del tramo de Ducto		1-A	2-A	3-B	A-B	B-C	4-F	5-F	F-C	C-D	6-D	D-E	7-E	E-G	H-I	9
1	Caudal	m ³ /s	0,544	0,544	1,662	1,088	2,75	0,064	0,064	0,128	2,878	0,064	2,942	0,091	3,033	3,033	3,033
2	Velocidad de transporte	m/s	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
3	Diámetro del Ducto	mm	254	254	355,6	304,8	406,4	101,6	101,6	152,4	406,4	101,6	406,4	101,6	406,4	406,4	406,4
4	Sección del Ducto	m ²	0,0507	0,0507	0,0993	0,0730	0,1297	0,0081	0,0081	0,0182	0,1297	0,0081	0,1297	0,0081	0,1297	0,1297	0,1297
5	Velocidad real en el Ducto	m/s	10,7	10,7	16,7	14,9	21,2	7,9	7,9	7,0	22,2	7,9	22,7	11,2	23,4	23,4	23,4
6	Presión dinámica	mmH ₂ O	6,9	6,9	16,8	13,3	27,0	3,7	3,7	3,0	29,5	3,7	30,9	7,6	32,8	32,8	32,8
7	Campanas																
8	S a m p c	Fac. Perdida en la entrada (anexo Nro. 8)	0,28	0,28	0,3			0,2	0,2			0,2		0,2			
9		Factor de aceleración 1 ó 0	1	1	1			1	1			1		1			
10		Perdida en entrada (PD) ítems 8+9	1,28	1,28	1,3			1,2	1,2			1,2		1,2			
11		Perdida en entrada ítems 6x10	8,9	8,9	21,8			4,5	4,5			4,5		9,1			
12		Otras Perdidas	Caída de presión en el lavador														
13		Succión de Campanas, ítems 11+12	8,9	8,9	21,8			4,5	4,5			4,5		9,1			152,0
14		Longitud de ducto recto	1,03	1,03	0,214	0,984	4,56	4,53	1,73	6,56	0,379	2,6	1,1	1,48	3,89	0,52	
15		Factor de perdidas (Hf) anexo Nro. 8 ó ecuación	0,080	0,080	0,051	0,062	0,043	0,251	0,251	0,154	0,042	0,251	0,042	0,244	0,042	0,042	
16		Perdidas en PD, ítems 14x15	0,08	0,08	0,01	0,06	0,19	1,14	0,43	1,01	0,02	0,65	0,05	0,36	0,16	0,02	
17		No de codos de 90	1	1	0,5		1	1	0,5			1		1	1	0,5	
18		Perdida en codos en PD; ítem 16 x factor	0,39	0,39	0,195		0,39	0,22	0,11			0,22		0,22	0,27	0,135	
19		No de uniones	1	1	1				1	1		1		1			
20		Perdida en uniones en PD; ítem 18 x factor	0,28	0,28	0,28				0,28	0,28		0,28		0,44			
21		Fact. de perdida de accesorios especiales															
22		Perdidas en tramo en PD, ítems 16+18+20+21	0,75	0,75	0,49	0,06	0,58	1,36	0,82	1,29	0,02	1,15	0,05	1,02	0,43	0,16	
23		Perdidas en el tramo; ítem 6x21	5,2	5,2	8,2	0,8	15,7	5,1	3,1	3,8	0,5	4,3	1,4	7,7	14,2	5,1	
24		Perdida de PE en tramo; ítem 13+23	14,1	14,1	30,0	0,8	15,7	9,6	7,6	3,8	0,5	8,8	1,4	16,8	14,2	5,1	152,0
25		PE acumulada	-14,1	-14,1	-30,0	-14,9	-45,8	-9,6	-7,6	-13,4	-46,2	-8,8	-47,7	-16,8	-61,9	5,1	157,1
27		Caudal corregido	COMP.	COMP.	COMP.			COMP.	COMP.		COMP.		COMP.	COMP.			

Ecuaciones relacionadas

** Hf (PD/m)=0,0155 x V^{0,533}/Q^{0,612}

PEV=Pe_{salida} - Pe_{entrada} - Pd_{entrada}

PEV: Presión estática del ventilador

Leyenda

V: velocidad en m/s

Q: caudal en m³/s

D: diámetro en mm

Pe: Presión estática

Pd: Presión dinámica

Cálculos:

PEV = 186,2 mmH₂O 7,3 pulg. H₂O

Anexo Nro. 21

Hoja de cálculo por el Método de Presión Dinámica

Sala de ataque químico - Sistema de inyección de aire
Esquema unifilar Nro. 3

Referencia Planos: Nro. 9

Condiciones Atmosfericas:
Altura : 0 msnm
Temperatura: 20°C

Ítem	Identificación del tramo de Ducto		6-A	A-B	B-1	B-C	C-2	C-D	D-3	D-E	E-4
1	Caudal	m ³ /s	2,123	2,123	0,525	1,598	0,525	1,073	0,525	0,548	0,548
2	Velocidad de transporte	m/s		10	10	10	10	10	10	10	10
	Dimensión de ducto rectangular	mm x mm		500x450	400x300	500x450	400x300	400x300	400x300	400x300	400x300
3	Diámetro equivalente del Ducto	mm	630	518,4	378	518,4	378	378	378	378	378
4	Sección del Ducto	m ²	0,3117	0,2110	0,112	0,2110	0,1120	0,1120	0,1120	0,1120	0,1120
5	Velocidad real en el Ducto	m/s	6,8	10,1	4,7	7,6	4,7	9,6	4,7	4,9	4,9
6	Presión dinámica	mmH ₂ O	2,8	6,1	1,3	3,4	1,3	5,5	1,3	1,4	1,4
7	Campanas y Rejillas										
8	C	Fac. Perdida en la entrada (anexo Nro. 8)	0,3								
9	S	Factor de aceleración 1 ó 0	1								
10	a	Perdida en entrada (PD) ítems 8+9	1,3								
11	u	Perdida en entrada ítems 6x10	3,6								
12	m	Otras Perdidas, filtros, rejillas	15		15		15		15		15
13	c	Succión de Campanas, ítems 11+12	18,6		15,0		15,0		15,0		15,0
14	c	Longitud de ducto recto	0,3	5,888	0,15	3,935	0,15	4,66	0,15	3,472	0,15
15		Factor de perdidas (Hf) ecuación (**)	0,027	0,033	0,052	0,034	0,052	0,049	0,052	0,052	0,052
16		Perdidas en PD, ítems 14x15	0,01	0,20	0,01	0,13	0,01	0,23	0,01	0,18	0,01
17		Nro. de codos de 90						1			
18		Perdida en codos en PD; ítem 31x factor						0,39			
19		No de uniones			1		1		1		
20		Perdida en uniones en PD; ítem 33 x factor			1		1		1		
21		Fact. de perdida de accesorios especiales									
22		Perdidas en tramo en PD, ítems 16+18+20+21	0,01	0,20	1,01	0,13	1,01	0,62	1,01	0,18	0,01
23		Perdidas en el tramo; ítem 6x22	0,02	1,2	1,3	0,5	1,3	3,4	1,3	0,3	0,0
24		Perdida de PE en tramo; ítem 13+23	18,6	1,2	16,3	0,5	16,3	3,4	16,3	0,3	15,0
25		PE acumulada	-18,6	1,2	16,3	1,7	16,3	5,1	16,3	5,3	20,3
27		Caudal corregido			COMP.		COMP.		COMP.		COMP.

Ecuaciones relacionadas

** $H_f (PD/m) = 0,0155 \times V^{0,533} / Q^{0,612}$
 $PEV = P_{e\text{salida}} - P_{e\text{entrada}} - P_{d\text{entrada}}$
 PEV: Presión estática del ventilador

Leyenda

V: velocidad en m/s
 D: diámetro en mm
 Q: caudal en m³/s
 Pe: Presión estática
 Pd: Presión dinámica

CALCULOS:

PEV = 36,2 mmcda 1,4 "H₂O