

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE SECADO PARA
CONCENTRADOS DE PLATA DE 2 TON/H DE
CAPACIDAD”**

**TRABAJO ACADEMICO PARA OPTAR EL TITULO
PROFESIONAL DE INGENIERO MECANICO**

ERIK ALBERTO HURTADO AMES

Callao, Marzo, 2018

PERU

DEDICATORIA

A mi señor Padre que desde

muy distante ve realizado

logros gracias a su gran ejemploⁱ

paciencia y confianza.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento a mi Esposa e Hijo que me apoyan en todo momento

A la Universidad que forma y seguirá formando los mejores profesionales

A las Empresas en que hice labor profesional, los cuales hicieron cimientos sólidos de experiencia.

Al Mg. Ing. Gustavo Ordoñez C. Quien encamino la elaboración y sustento de informe suscrito.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| CARATULA | |
| DEDICATORIA | |
| AGRADECIMIENTO | |
| ÍNDICE..... | 1 |
| INTRODUCCIÓN..... | 7 |
| I. OBJETIVOS..... | 8 |
| 1.1 Objetivo general..... | 8 |
| 1.2 Objetivos específicos..... | 8 |
| II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN..... | 9 |
| 2.1 Empresa Ztratek SAC..... | 9 |
| 2.2 Estructura orgánica..... | 9 |
| 2.3 Organigrama..... | 11 |
| III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA O INSTITUCIÓN.. | 13 |
| 3.1 Actividades desarrolladas por la empresa Ztratek SAC..... | 13 |
| IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERÍA..... | 14 |
| 4.1 Descripción del tema..... | 14 |
| 4.1.1 Filtro Prensa de Placas Rígidas Cidelco 800mm x 800 mm N° 4..... | 15 |
| 4.1.2 Mini Cargador Frontal Cat 246C..... | 19 |
| 4.1.3 Tolva de Finos..... | 21 |
| 4.1.4 Faja Transportadora 18"x9mt..... | 25 |
| 4.1.5 Secador Directo Continuo..... | 27 |
| 4.1.6 Caja de humos..... | 28 |

| | | |
|--------|--|----|
| 4.1.7 | Transportador de Tornillo dosificador corto..... | 29 |
| 4.1.8 | Molino de martillos..... | 30 |
| 4.1.9 | Transportador de Tornillo dosificador largo..... | 31 |
| 4.1.10 | Elevador de canguilones | 32 |
| 4.1.11 | Silo de almacenamiento | 34 |
| 4.1.12 | Ciclòn primario..... | 35 |
| 4.1.13 | Ciclòn secundario..... | 36 |
| 4.1.14 | Extractor centrífugo | 38 |
| 4.1.15 | Filtro de mangas | 39 |
| 4.1.16 | Lavador de gases | 41 |
| 4.2 | Antecedentes..... | 49 |
| 4.3 | Planteamiento del problema..... | 50 |
| 4.4 | Justificación..... | 50 |
| 4.4.1 | Justificación tecnológica..... | 50 |
| 4.4.2 | Justificación económica | 50 |
| 4.5 | Marco teórico..... | 51 |
| 4.5.1 | Antecedentes de estudio | 51 |
| 4.5.2 | Bases teóricas..... | 51 |
| 4.6 | Fases del proyecto..... | 68 |
| V. | EVALUACIÓN TÉCNICO- ECONÓMICO | 73 |
| 5.1 | Costo del proyecto..... | 73 |
| 5.2 | Fabricacion de estructuras..... | 73 |
| 5.2.1 | Tolva de finos..... | 74 |
| 5.2.2 | Faja transportadora | 75 |

| | | |
|--------|--------------------------------------|----|
| 5.2.3 | Horno rotatorio | 76 |
| 5.2.4 | Caja de humos | 77 |
| 5.2.5 | Tornillo corto | 77 |
| 5.2.6 | Molino de martillos | 78 |
| 5.2.7 | Tornillo largo..... | 78 |
| 5.2.8 | Filtro de mangas..... | 79 |
| 5.2.9 | Extractor centrifugo | 79 |
| 5.2.10 | Lavador de gases | 80 |
| 5.2.11 | Elevador de cangilones..... | 81 |
| 5.2.12 | Silo..... | 81 |
| 5.2.13 | Ciclones | 82 |
| 5.2.14 | Resumen fabricacion estructuras..... | 82 |
| 5.3 | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 83 |
| 5.4 | Conclusiones..... | 83 |
| 5.5 | Recomendaciones | 83 |
| VI. | REFERENCIALES | 84 |
| VII. | ANEXOS Y PLANOS..... | 85 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura N° 1 : ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA | 12 |
| Figura N° 2 : FILTRO PRENSA DE PLACAS RIGIDAS CIDELCO | 19 |
| Figura N° 3 : MINI CARGADOR FRONTAL Cat 246 | 21 |
| Figura N° 4 : TOLVA DE FINOS..... | 22 |
| Figura N° 5 : FAJA TRANSPORTADORA | 26 |
| Figura N° 6 : SECADOR DIRECTO CONTINUO | 28 |
| Figura N° 7 : CAJA DE HUMOS | 29 |
| Figura N° 8 : TRANSPORTADOR DE TORNILLO DOSIFICADOR CORTO | 30 |
| Figura N° 9 : MOLINO DE MARTILLOS..... | 31 |
| Figura N° 10 : TRANSPORTADOR DE TORNILLO DOSIFICADOR LARGO | 32 |
| Figura N° 11 : ELEVADOR DE CANGILONES | 34 |
| Figura N° 12 : SILO DE ALMACENAMIENTO..... | 35 |
| Figura N° 13 : CICLON PRIMARIO | 36 |
| Figura N° 14 : CICLON SECUNDARIO | 37 |
| Figura N° 15 : EXTRACTOR CENTRIFUGO | 39 |
| Figura N° 16 : FILTRO DE MANGAS | 40 |
| Figura N° 17 : LAVADOR DE GASES..... | 44 |
| Figura N° 18 : TETRAHEDRITE AND GALENA LOCALITY:HUARON MINING DISTRICT, SAN JOSE DE HUAYLLAY | |

| | |
|---|----|
| DISTRICT, CERRO DE PASCO, DANIEL ALCIDES CARRION PROVINCE, PASCO DEPARTAMENT, PERU SIZE: 23 X15 X7CM..... | 54 |
| Figura N° 19 : LECHO ESTATICO(SECADERO DE BANDEJA) | 56 |
| Figura N° 20 : LECHO MOVIL DENTRO DE UN SECADERO ROTATORIO CON ELEVADORES..... | 56 |
| Figura N° 21 : LECHO FLUIDIZADO..... | 57 |
| Figura N° 22 : SOLIDOS EN CONDICION DILUIDA CERCA DE LA PARTE SUPERIOR DE UN SECADERO POR ASPERSION | 58 |
| Figura N° 23 : FLUJO PARALELO DE GAS SOBRE UN LECHO ESTATICO..... | 58 |
| Figura N° 24 : GAS CIRCULANTE QUE CHOCA CONTRA UN OBJETO SOLIDO DE GRAN TAMAÑO, SIGUIENDO UN FLUJO PERPENDICULAR, DENTRO DE UN HORNO CON TRANSPORTADOR DE RODILLOS..... | 59 |
| Figura N° 25 : CIRCULACION DE GAS EN FLUJO DIRECTO A TRAVES DE UN LECHO DE SOLIDOS PREFORMADOS SOBRE UN TRANSPORTADOR DE PLATAFORMA PERFORADA | 60 |
| Figura N° 26 : FLUJO DE CORRIENTES PARALELAS DE GAS-SOLIDO S EN UN TRANSPORTADOR NEUMATICO DE FASE DILUIDA Y ASCENSO VERTICAL | 60 |

| | |
|---|----|
| Figura N° 27 : FLUJO TRANSVERSAL DE GAS Y SOLIDOS EN UN SECADOR POR GRAVEDAD TIPO CASCADA | 61 |
|---|----|

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla N° 01 : GOMA DE AMORTIGUACION CONTINETAL..... | 23 |
| Tabla N° 02 : MOTOVIBRADOR 2F-72/360..... | 24 |
| Tabla N° 03 : CICLONES SEPARADORES BUHLER..... | 38 |
| Tabla N° 04 : CURVAS DE MALLA DEMISTER | 45 |
| Tabla N° 05 : CURVA DE DEMISTER..... | 46 |
| Tabla N° 06 : CURVA EFICIENCIA DE SEPARACION..... | 47 |
| Tabla N° 07 : TELLERETE DE Ø 1.81”..... | 48 |
| Tabla N° 08 : GRAFICO HUMEDAD VS TIEMPO..... | 72 |
| Tabla N° 09 : CICLON SERIE 311 | 85 |
| Tabla N° 10 : CURVA VELOCIDAD | 86 |
| Tabla N° 11 : CURVA EFICIENCIA-VELOCIDAD | 87 |
| Tabla N° 12 : CARTA SELECCION | 88 |
| Tabla N° 13 : TABLA MEDIDAS DE CICLONES | 89 |

INTRODUCCIÓN

Ztratek SAC empresa importante situada en Cajamarquilla – Lima, dedicada al proceso de transformación de concentrados minerales en los que se cuentan como producto final barras de Plata (Ag), subproductos como el Arsénico (As), Antimonio (Sb), Mercurio (Hg), Cobre (Cu).

En su trabajo diario y constante para la mejora continua ha logrado el óptimo proceso, teniendo ahorros importantes en el consumo de GLP, agua, eliminando reprocesos innecesarios, controlando adecuadamente los residuos y emanación de gases al ambiente convirtiéndose así en una planta ecológica, aspectos que la convierten en una industria competitiva.

Uno de estos procesos es el secado directo continuo de concentrado de plata desde 13% de humedad a 2% de humedad, a GLP, sistema de extracción y lavado de gases, cumpliendo normas medioambientales.

El concentrado del circuito de acondicionamiento que sale del filtro prensa Cidelco de placas rígidas, es llevado al área de secado y puesto en una tolva que dosifica al secador directo continuo mediante una faja transportadora, debiendo tener en cuenta la temperatura de secado de no exceder de 120°C ni menor que 62°C a la salida, el concentrado es llevado a la tolva de finos por medio de un transportador de tornillo helicoidal y un elevador de cangilones, los polvos y gases que se generan en el secador son transportados neumáticamente a una torre de lavado de gases, donde aire libre de impurezas es expulsado al ambiente.

I. OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

1.1.1 El objetivo general es secar los concentrados de Plata desde 13% de humedad hasta 2% de humedad sin afectar al medio ambiente.

1.2 Objetivos específicos

1.2.1 Proponer el diseño de un secador directo continuo para concentrados de Plata.

1.2.2 Proponer el transporte neumático, lavado de gases para concentrados de Plata.

1.2.3 Determinar la humedad final de secado.

1.2.4 Identificar la eliminación de reactivos remanentes en concentrados de Plata.

II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

2.1 Empresa Ztratek SAC

La planta ecológica Ztratek S.A.C. fue creada con el fin de mejoramiento de la calidad del concentrado de cobre gris (tetraedrita en la variedad freiberguita (Ag, Cu, Fe)₁₂(Sb, As)₄S₁₃) con contenido de Sb, As, Hg, Cu por medio de una lixiviación alcalina se puede extraer Sb y As, mejorando así la calidad del concentrado de cobre.

Este concentrado de bajo contenido de As y Sb , se procede a realizar una lixiviación nuevamente al concentrado pero esta vez para poder extraer la plata que hay contenido en él , esta lixiviación se hace en un medio de tiosulfato el cual es amigable con el medio ambiente ya que es biodegradable y no es toxico. A la solución pregnant se le adiciona polvo de cobre para poder extraer la plata en forma de precipitado.

Este precipitado es secado y llevado a los hornos de retorta donde se extrae el Mercurio (Hg), luego pasa a fundición en hornos de inducción obteniendo lingotes de Plata en alta ley.

2.2 Estructura orgánica

La estructura orgánica está conformada de la siguiente manera:

Gerente Comercial

Es el representante general de la empresa tiene a su cargo la Gerencia General, la Gerencia de Operaciones.

Gerente General

Es el representante legal de la empresa tiene a su cargo la dirección y administración de la planta, está a su cargo el departamento de recursos humanos, el departamento de contabilidad, departamento de centro de control, departamento de seguridad armada, departamento de seguridad especial, departamento de seguridad y medio ambiente, departamento de almacenes, coordina con Gerencia Comercial.

Gerente de Operaciones

Dirige las operaciones de la planta, en coordinación con Gerencia General y Gerencia Comercial.

Planner (Oficina de planificación)

Planifica y entrelaza Gerencia de Operaciones con las jefaturas de Planta.

Jefe de Operaciones Planta

Realiza la operación correcta del funcionamiento de planta, tiene a su cargo operación planta, el Laboratorio Metalúrgico y el Laboratorio Químico.

Jefe de Mantenimiento Mecánico

Realiza el mantenimiento de la maquinaria de planta, tiene a cargo el departamento de diseño mecánico, el departamento de obras civiles, ejecuta, diseña proyectos mecánicos y civiles en Planta, supervisa trabajos de terceros.

Jefe de Mantenimiento Eléctrico –Electrónico

Realiza el correcto funcionamiento de tableros, PLC y motores, ejecuta proyectos eléctricos –electrónicos en Planta.

Jefe de Mantenimiento de Maquinaria Pesada

Realiza el correcto funcionamiento de montacargas, cargador frontal, mini cargadores frontales, unidades de transporte, camionetas, ambulancias, automóviles de Planta.

Jefe de Patio y Despacho

Encargado de ingreso de concentrados y salida de mineral procesado, realiza la alimentación de concentrado a planta, realiza el almacenamiento de subproductos como el As, Sb, Hg, Cu.

Jefe de Logística

Encargado de planificación de compras de almacén, repuestos, insumos y maquinaria de Planta.

2.3 Organigrama

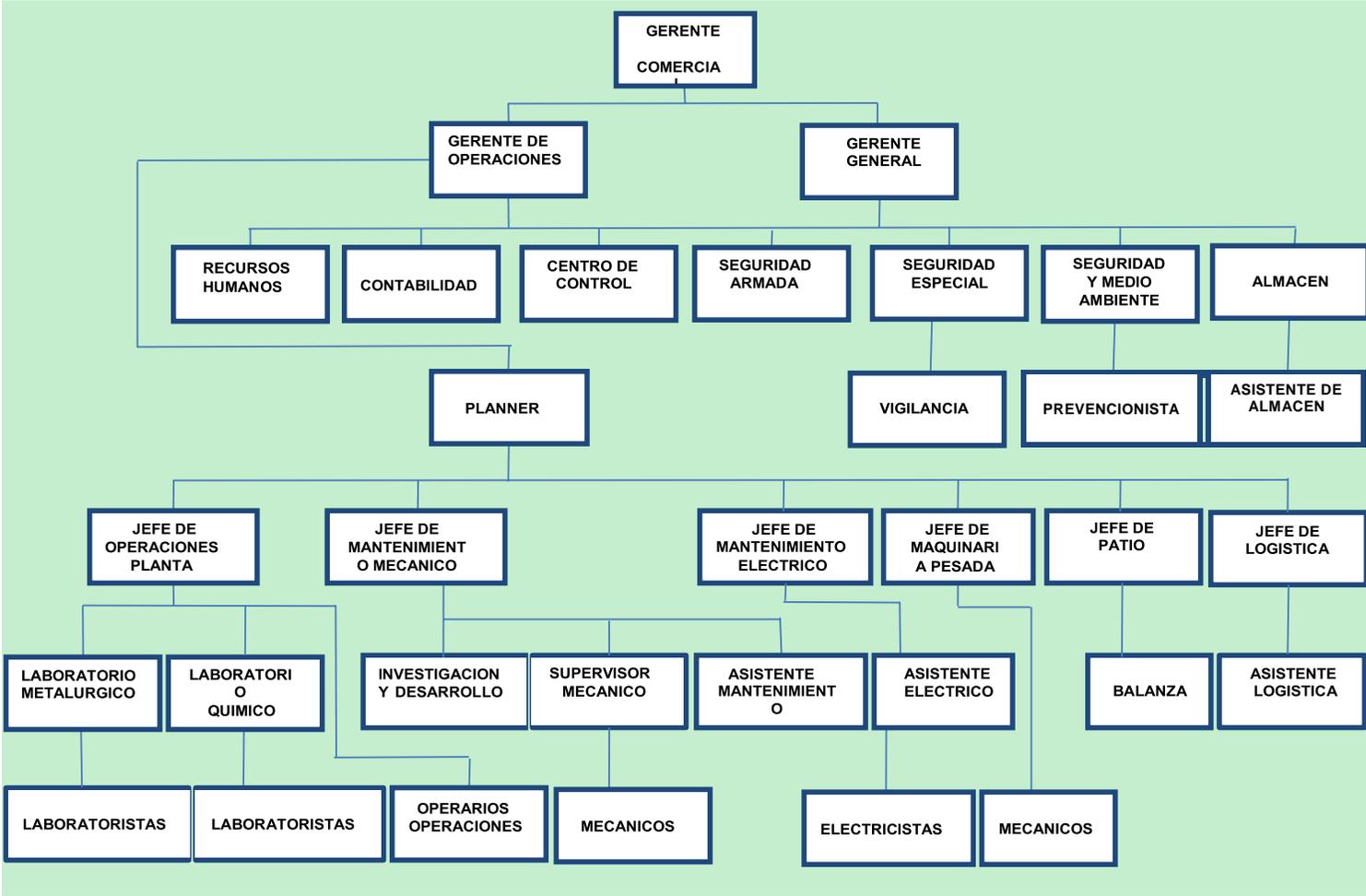


Figura Nº 1 : ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

Fuente: Propia

III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

3.1 Actividades desarrolladas por la empresa Ztratek SAC.

La planta ecológica Ztratek S.A.C. fue fundada el 10/08/2012, se encuentra dentro del sector venta al por mayor de metales y minerales metalíferos, realiza actividades de comercio exterior como importador / exportador.

Recepciona concentrados minerales de Mina Casapalca el cual es procesado en cuatro circuitos, en el primer circuito de acondicionamiento, para que el concentrado quede libre de contaminantes se obtienen subproductos de Arsénico (As) y Antimonio (Sb), en el segundo circuito se realiza el secado directo continuo y la separación de Cobre (Cu), en el tercer circuito se obtiene precipitado de Plata, y el cuarto circuito se separa el Mercurio (Hg) del precipitado mediante dos hornos de retorta pasando luego a cuatro hornos de inducción, dos con crisol de grafito y dos con crisol de carburo de silicio para la obtención final de barras de Plata (Ag).

IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERÍA

4.1 Descripción del tema

El sistema de secado directo continuo consiste en alimentación de concentrado Cobre-Plata Lixiviado descargado de Filtro Prensa de Placas Rígidas Cidelco 800mm x 800 mm de 70 placas N° 4 de anterior proceso, este es llevado por un Mini cargador Frontal Cat 246C hasta la tolva de finos que alimenta a una faja transportadora dosificadora que alimenta al secador directo continuo, a la salida del horno existe una caja de humos donde salen los gases calientes que son succionados y transportados legando a un ciclón de Ø 1000 mm primario donde son atrapados partículas finas de concentrado de Plata, luego pasa a un ciclón secundario de Ø 1000 mm donde remanentes de partículas son atrapadas , dejando a los gases seguir hacia un filtro de 64 mangas, donde también partículas que no han sido atrapadas por los ciclones son filtradas y depositadas en la tolva, los gases filtrados son llevados a una torre lavadora o scrubber el cual los residuos finales son lavados y depositados en una cocha de recuperación, el producto secado del horno es dosificado por un transportador de tornilo hacia un molino de martillos y este a su vez deposita en un transportador de tornilo largo, legando hasta un elevador de cangilones que alimenta a un silo .

4.1.1 Filtro Prensa de Placas Rígidas Cidelco 800mm x 800 mm N° 4

El Filtro Prensa de Placas Rígidas Cidelco 800mm x 800 mm de 70 placas N° 4, es el equipo que se encarga de realizar la separación de la pulpa en sólido y líquido, este filtro tiene una capacidad de 2 tr/ carga, su funcionamiento es por medio de una bomba hidráulica, al término del proceso el sólido que se descarga del filtro tiene que tener una humedad de entre 12% a 15%, la humedad del concentrado no debe superar el 16%(Fig. 2).

Datos generales

| | |
|-----------|------------------------|
| Tipo | : Placas Rígidas. |
| Modelo | : FPC-MX-70/800/40/597 |
| Operación | : Estacionaria. |

Dimensiones del filtro

| | |
|-------------|-------------|
| Largo | : 6,200 mm. |
| Ancho | : 1,913 mm. |
| Altura | : 2,590 mm. |
| Peso aprox. | : 8,135 Kg. |

Tablero de control

| | |
|--------------------|-----------------------|
| Control de Comando | : Programable con PLC |
|--------------------|-----------------------|

| | |
|-----------------------------|------------------------------------|
| | PLC Allen Bradley Compact |
| | Logix L32E |
| | Panel View Allen Bradley Plus |
| | 1000 |
| Operación | : Automática y semiautomática |
| Tarjeta Modem | : Monitoreo a Distancia |
| Variador de Frecuencia | : Allen Bradley Power Flex. |
| Arrancador de estado sólido | : SMC – Flex |
| Tensión de Trabajo | : 220V/440V., ± 5%, Trifásico |
| Frecuencia de Trabajo | : 60Hz |
| Grado de Protección | : Nema 4X – acero inoxidable. |
| Pintura | : Base Epóxica |
| Color | : Gris RAL 7032 (cuadro eléctrico) |
| Espesor | : 60µm. |
| Paquete de placas | |
| Marca | : HiTEk |
| Tamaño | : 800 x 800 mm. |

Material de las Lonas : Polipropileno

Cámaras : 35 Cámaras

Placa tipo Cámara : 34 Rígidas

Medias Placas de Cabeza : 01 Placa

Medias Placas de Cola : 01 Placa

Características constructivas

Entrada de producto : DN 80

Salida de Filtrado : DN 50

Aire Comprimido : DN 50

Unidad hidráulica

Marca : CIDELCO

Presión de cierre : 250 bar

Tensión de Trabajo : 440V.

Frecuencia de Trabajo : 60Hz.

Sistema de lavado y bomba de lavado

Material de Construcción

(Tubos y puntas) : AISI 304

Presión de Trabajo : 7 bares

Potencia Eléctrica : 40HP

Tiempo de Operación : 30 segundos/ciclo

Compuerta de descarga

Accionamiento : Automático-Hidráulico

Material de los Ejes y Soporte : Acero al Carbono

Material de las Compuertas : Acero Inoxidable 304.

Pintura

Preparación de la Superficie : Arenado al metal Blanco

Fondo : Una mano de Base Epóxica

Acabado : Dos manos de Acabado Epóxico

Espesor : 85µm a 135 µm

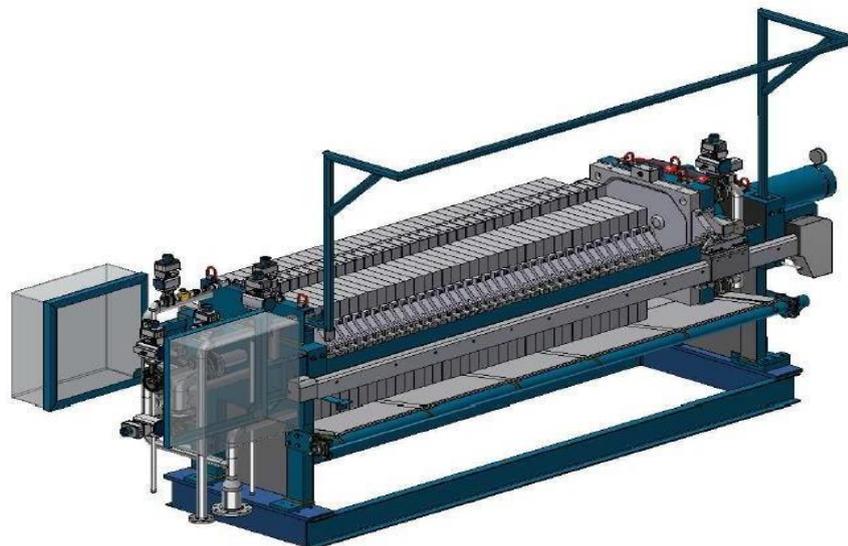


Figura Nº 2 : FILTRO PRENSA DE PLACAS RIGIDAS CIDELCO

Fuente: Cidelco

4.1.2 Mini Cargador Frontal Cat 246C

Este equipo se encarga del traslado de concentrado de zona de Filtro Prensa Cidelco 800mm x 800 mm de 70 placas Nº 4 a tolva de finos de zona de secado

Mini cargador Frontal Cat Caterpillar modelo 246C

Motor

| | |
|--------------------------------------|-------------|
| Modelo de motor | Cat 3.4 DIT |
| Potencia neta al volante (SAE J1349) | 54 KW |
| Potencia bruta (SAE J1995) | 55 KW |
| Cilindrada | 3.3 L |
| Carrera | 120 mm |

Calibre 94 mm

Potencia neta SAE J1349/ISO 9249 54 KW

Pesos

Peso en orden de trabajo 3393 Kg

Especificaciones de operación

Capacidad nominal de operación 975 Kg

Carga límite de equilibrio 1950 Kg

Fuerza de desprendimiento, cilindro de inclinación 3324 Kg

Dimensiones

Distancia entre ejes 1240 mm

Longitud sin cucharón 2979 mm

Longitud con el cucharón sobre el suelo 3692 mm

Altura hasta la parte superior de la cabina 2104 mm

Altura total máxima 3998 mm

Altura del pasador del cucharón a levantamiento máximo 3122 mm

Altura del pasador del cucharón en posición de acarreo 200 mm

Alcance a levantamiento y descarga 600 mm

| | |
|---|----------|
| Espacio libre a levantamiento y descarga máximos | 2425 mm |
| Espacio libre sobre el suelo | 225 mm |
| Angulo de salida | 26° |
| Proyección del parachoques por detrás del eje trasero | 1089 mm. |

(Fig.3).



Figura Nº 3 : MINI CARGADOR FRONTAL Cat 246C

Fuente: Caterpillar

4.1.3 Tolva de Finos

Tolva de Finos almacena y alimenta a faja transportadora, con capacidad de almacenamiento de 4 toneladas, con dimensiones altura 2300 mm,

largo 2400 mm, ancho 1200 mm, en plancha ¼" A-36, soportado en 4 patas de viga H de 6" x 20 lb/pie tiene 4 gomas de amortiguamiento Fs 120 – 12 CI Continental de Ø 9.25" x 5.5" y un sistema de vibración Y ZF-T2/300 320W para una descarga continua hacia la faja transportadora (Fig.4).

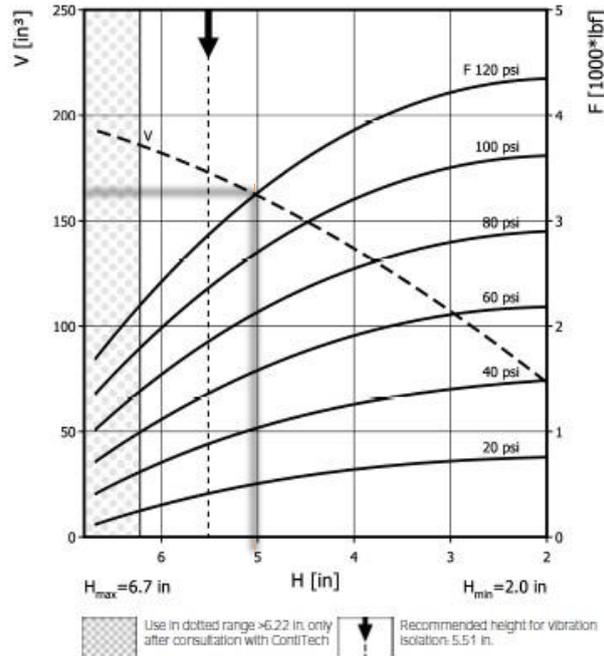
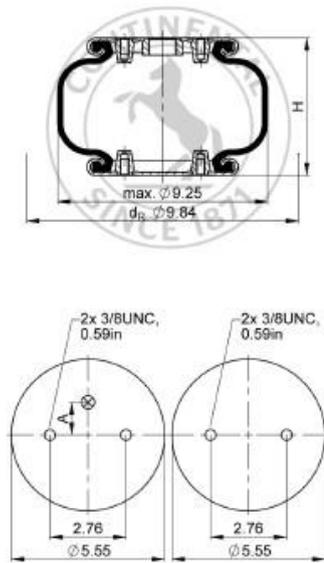


Figura N° 4 : TOLVA DE FINOS

Fuente: Propia

FS 120-12 CI

Single Convolution Air Actuator



Purchase order data

| | |
|--|------------|
| Type | Order No. |
| Rubber bellows only | on request |
| with crimped plates, 1/4 NPT air inlet A = 0 in. excentric | 63009 |
| with crimped plates, 3/4 NPT air inlet A = 0 in. excentric | 73299 |

Additional types on request

Service instructions
 3/8-16 UNC: max. 20 lbf ft
 1/4 NPT: max. 20 lbf ft
 3/4 NPT: max. 40 lbf ft

Technical data

| | |
|----------------------------|----------|
| Min. pressure | 0 psi |
| Return force to min height | < 45 lbf |
| Overall weight | 4.6 lb |

Vibration Isolation - dynamic characteristic values

Design height H: recommended 5.51 inch, minimum 4.92 inch

| Pressure p | [psi] | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | Vol. V [in³] |
|-------------------|-----------|-----|------|------|------|------|--------------|
| Force (load) | [lbf] | 857 | 1350 | 1830 | 2300 | 2800 | 173 |
| Spring rate | [lbf/in.] | 622 | 850 | 1070 | 1300 | 1520 | |
| Natural frequency | [Hz] | 2.6 | 2.5 | 2.4 | 2.4 | 2.3 | |

Pneumatic application - static characteristic values

| Force F [lbf] | | | | | | | |
|----------------|-------|------|------|------|------|------|--------------|
| Pressure p | [psi] | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | Vol. V [in³] |
| Height H [in.] | 6.0 | 712 | 1130 | 1540 | 1980 | 2410 | 180 |
| | 5.5 | 889 | 1360 | 1860 | 2370 | 2870 | 170 |
| | 5.0 | 1030 | 1580 | 2130 | 2700 | 3270 | 160 |
| | 4.5 | 1150 | 1730 | 2300 | 2970 | 3590 | 150 |
| | 4.0 | 1250 | 1900 | 2540 | 3200 | 3850 | 140 |
| | 3.5 | 1350 | 2050 | 2690 | 3380 | 4060 | 120 |
| | 3.0 | 1400 | 2110 | 2790 | 3500 | 4210 | 110 |

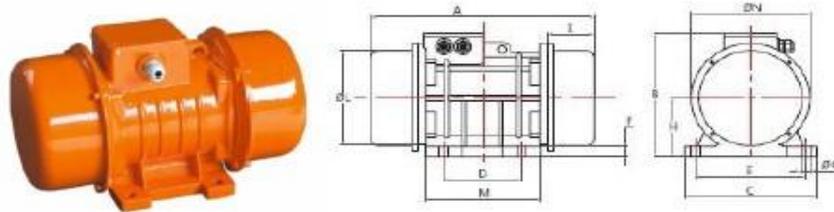
Measuring procedure: Room temperature / Force-height data quasistatic / Dynamic data at 1 Hz

Air Spring Systems | 11/28/2017 | For more information email Industrial@es.contitech.de or www.contitech.us/lap

Tabla. 1 GOMA DE AMORTIGUACION CONTINENTAL

Fuente: Contitech

MOTOVIBRADOR VIBRATOR MODELO Y ZF-T2/300



| Pedestal Model | A | B | C | D | E | F | G | H | I | L | M | N | Figure |
|----------------|-----|-----|-----|--------|-----|----|-----|----|----|-----|-----|-----|--------|
| 00AL | 152 | 85 | 112 | 28/40 | 84 | 9 | 7.5 | 35 | 34 | 60 | 84 | 50 | 1 |
| 01AL | 241 | 158 | 129 | 67 | 106 | 14 | 10 | 62 | 60 | 112 | 123 | 120 | 2 |
| 02AL | 276 | 175 | 156 | 78/122 | 108 | 14 | 11 | 78 | 55 | 130 | 165 | 142 | 2 |
| 03AL | 348 | 215 | 210 | 118 | 108 | 24 | 10 | 95 | 68 | 166 | 212 | 182 | 2 |

| Model | Vibrating Force | | Max Input Power(W) | Max Current(A) | Weight(Kg) | Pedestal Model | Packing Size(mm) |
|------------|-----------------|------|--------------------|----------------|------------|----------------|------------------|
| | Kn | Kg F | | | | | |
| ZF-T2/20 | 0.2 | 20 | 20 | 0.18 | 1.5 | 00AL | 165 x 304 x 95 |
| ZF-T2/60 | 0.7 | 71 | 150 | 0.24 | 5.8 | 01AL | 280 x 370 x 200 |
| ZF-T2/100 | 1 | 102 | 360 | 0.30 | 8 | 01AL | 280 x 370 x 200 |
| ZF-T2/200 | 1.9 | 206 | 176 | 0.52 | 7 | 01AL | 280 x 370 x 200 |
| ZF-T2/300 | 2.9 | 306 | 320 | 0.58 | 11 | 02AL | 425 x 220 x 240 |
| ZF-T2/500 | 2.9 | 306 | 320 | 0.58 | 15.5 | 40 | 425 x 220 x 240 |
| ZF-T2/800 | 4.9 | 505 | 640 | 0.8 | 23 | 50 | 395 x 240 x 250 |
| ZF-T2/1000 | 7.8 | 816 | 958 | 1 | 32.5 | 85 | 618 x 250 x 278 |

ZF-T2/300



| | | | |
|---|-------------------|---|--------------------|
| A | ENDSHIELD COVER | G | STATOR |
| B | ADJUSTABLE WEIGHT | H | FRAME |
| C | SCALE DISC | I | CONNECTION BOARD |
| D | FIXED WEIGHT | J | TERMINAL BOX COVER |
| E | O SHAPED RING | K | BEARING |
| F | ENDSHIELD | L | ROTOR |
| | | N | BEARING COVER |

Tabla. 2 MOTOVIBRADOR ZF-72/300

Fuente: Unidad Magnética EIRL

4.1.4 Faja Transportadora 18"x 9mt

Faja Transportadora con dimensiones distancia entre centros 9000 mm ,estructura de canal "U" 6"x 8.2 lb/pie, arriostros de ángulo 3/16" x 2" A-36 polea motriz de Ø18" enjebada con asientos para chumaceras de Ø 2-1/2" caja partida, polea de cola auto limpiante de Ø 16", faldón 1200 mm x 127 mm con jebe de 3/8", accionado con motor reductor eléctrico de 10 HP-60 rpm 220v,380v,440v 60Hz, trifásico, transmisión de piñones y cadena ASA simple 3/4", polines de impacto triples Ø 4", polines de avance triples Ø4", polines de retomo Ø 4", raspín, rendimiento 2.2 ton/h (Fig.5).

Características técnicas faja

| | |
|----------------------------|--------------------------------------|
| Producto | : Faja plana transportadora. |
| Marca | : Sharda. |
| Procedencia | : India. |
| Ancho | : 18". |
| Nº de lonas | : 3 Pliegues. |
| Material cubierta superior | : 3/16" |
| Material cubierta inferior | : 1/16" |
| Material cubierta total | : Caucho anti corte y anti abrasivos |
| Calidad | : RMA-1 |

| | |
|------------------------|--------------------------|
| Espesor total | : 10mm |
| Adhesión entre lonas | : 100Lb/pg |
| Carga de rotura | :3600 Lb/Pg |
| Carga de trabajo | :360 Lb/Pg |
| Temperatura de uso | : 90° C y ambiente |
| Tolerancia dimensional | : ancho y espesor +/- 1% |
| | Largo 2 y 4 % |



Figura Nº 5 : FAJA TRANSPORTADORA

Fuente: I3 Ingeniería y Construcción SAC

4.1.5 Secador Directo Continuo

Secador Directo Continuo con una capacidad de secado de 2 ton / h con dimensiones \varnothing 1200 mm x largo 9000 mm, rango de secado humedad 13% humedad de salida 2% en plancha $\frac{1}{4}$ " acero estructural, enchaquetado con lana mineral de 1-1/2" de espesor forrado con plancha 1/20" galvanizado en la parte interior va forrado con plancha 2 mm Inox. C-304 con paletas directrices de avance , leva 2 pistas de rodadura de plancha 32 mm x 160 mm acero estructural tomeado, esta soportado en 4 polines de \varnothing 200 mm compuesta por eje central de \varnothing 2-1/2" Boehler H-1045 soportado mediante chumaceras de \varnothing 2-1/2" de caja partida y rodaje de doble hilera de rodillos la tracción es mediante un motor reductor de 18 Hp-58 rpm 220v/380v/440v 60 Hz con transmisión de piñones y cadena paso 1-1/4" ASA simple y catalina, consta de una cámara de fuego, leva antecámara de \varnothing 728 mm x 566 mm en plancha de $\frac{1}{4}$ " acero estructural, forrado en su interior con refractario Repsa castable estándar, cámara de \varnothing 1300 mm x 2400mm en plancha $\frac{1}{4}$ " acero estructural forrado en su interior con ladrillos refractarios Repsa silico aluminoso, empotrado con mortero refractario Repsa, tubo de alimentación protegido en su exterior con plástico refractario coralite repsa y en su interior leva una funda de protección con fibra cerámica, la cámara leva guía laberinto de platina 3/8" x 2" A-36, 4 soportes de tubo \varnothing 4" STD, el quemador es a GLP/GN sistema de encendido por arco eléctrico y piloto, válvulas de control de ingreso de gas;

con variación de descarga mínima 200,000 Btu/hora y máxima de 400,000 Btu/hora motor de 1/7 Hp-60Hz monofásico 110v programador Honeywell de control de flama leva tablero digital con termocupla tipo J (Fig.6).



Figura Nº 6 : SECADOR DIRECTO CONTINUO

Fuente: Jiangsu Xianfeng Drying Engineering Co. , ltd.

4.1.6 Caja de humos

Caja de humos en plancha 3/16" forrado interiormente con plancha inox de 2mm con dimensiones altura 2392 mm, ancho 1936 mm, largo 1000 mm, en la parte superior leva una torre chimenea de 100 mm x 1936 mm x 4800 mm de altura en plancha 3/16" A-36, boca de ingreso a caja de Ø 1520 mm y laberinto de platina de 3/8" x 2", leva tolva de descarga a tomi lo y salida para ducto de Ø 250 mm, la caja leva aislamiento de espesor 1-1/2" en lana mineral con forro exterior de plancha galvanizado de 1/20" (Fig.7).

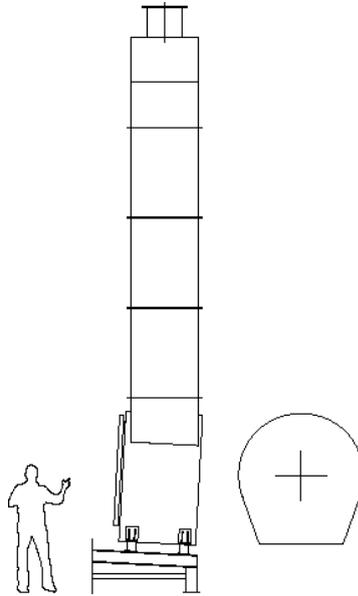


Figura N° 7 : CAJA DE HUMOS

Fuente: Propia

4.1.7 Transportador de Tornillo dosificador corto

Cajón fabricado con plancha de acero de 1/8" inox C-304, paso de 8", caja de 8", soportado en dos chumaceras de pared de 2", tubo central de 1-1/2" SCH 40 inox C-304, tapa reforzada de 1/4" inox C-304, accionado con motor reductor coaxial de 1.5 Hp-60 rpm 220v/380v/440 v trifásico 60 Hz, transmisión de piñón y cadena paso 5/8" ASA simple dosifica a molino de martillos (Fig.8).



Figura N° 8 : TRANSPORTADOR DE TORNILLO DOSIFICADOR CORTO

Fuente: Corporación Calcárea Peruana SAC

4.1.8 Molino de martillos

Fabricado con plancha de acero estructural de 3/8" refuerzos en platina de 1/2" x 2", enchaquetado interiormente con plancha de acero estructural de 1/4" de espesor, equipado con rotor especial de plancha de acero estructural de 1", con boca masa de Ø 4" montado sobre eje de acero con chumaceras de caja partida 511-609 con rodamiento de doble hilera de rodillos con buje Ø 1-1/2", está equipado con 16 martillos especial tipo comba fundidos de acero al manganeso de alta resistencia al desgaste, está equipado con una parrilla de platinas de 1/2" x 1-1/2" Acero Chronit 400 Hb Boehler con abertura de 2 mm, la parrilla es de 120° y se pueden cambiar por la compuerta lateral del molino, la cual sirve para realizar la limpieza, equipado con motor de 20 Hp -1150rpm 220v/380v/440v 60Hz trifásico transmisión de poleas y fajas tipo B64 el molino está montada sobre una estructura de canal "U" de 1/4" x 2" x 4" con 4 gomas de amortiguamiento de Ø 2-1/2" x 2" 60 Shore A, está instalado en la parte de la descarga del horno después del transportador de tornillo corto (Fig.9).

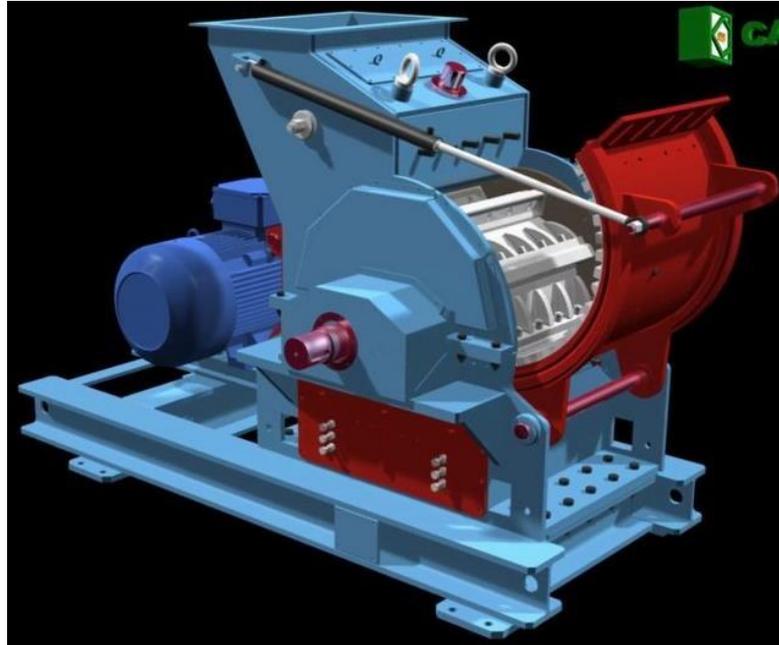


Figura N° 9 : MOLINO DE MARTILLOS

Fuente: Capaccioli S.R.L Italy

4.1.9 Transportador de Tornillo dosificador largo

Tomillo de \varnothing 8" x 14.3 mt de largo, cajón fabricado con plancha de acero de 1/8" inox C-304, paso de 8", caja de 8", soportado en dos chumaceras de pared de 2-1/2", tubo central de 2" SCH 40, tapa reforzada de 1/4" inox C-304, accionado con motor reductor coaxial de 7.5 Hp-60 rpm 220v/380v/440v trifásico 60 Hz, transmisión de piñón y cadena paso 3/4" ASA simple dosifica a elevador de cangilones (Fig.10).



Figura Nº 10 : TRANSPORTADOR DE TORNILLO DOSIFICADOR LARGO

Fuente: ZKMachine.es

4.1.10 Elevador de canguilones

Elevador con caja de 762mm x 254mm en plancha 1/8" Inox. C-304, distancia entre centros de 9350 mm, polea de cabeza auto limpiante de Ø 381mm, soportado en dos chumaceras de pie NTN P212, polea de pie de varillas auto limpiante de Ø 368 mm, soportado en dos chumaceras de pared de 3", pie con chute de entrada, cabezal de descarga accionado con motor reductor coaxial de 10 Hp-60 rpm 220v/380v/440v-60 rpm trifásico 60 Hz, transmisión de piñón y cadena paso 1" ASA simple", capachos de polietileno Tapco 6" x 5" espaciados 350mm(Fig.11).

Características técnicas faja

Producto : Faja plana transportadora.

Marca : Goodyear.

| | |
|----------------------------|-------------------------------------|
| Tipo | : EP 400/3. |
| Ancho | : 7". |
| Nº de lonas | : 3 Pliegues. |
| Material cubierta superior | : 4 mm. |
| Material cubierta inferior | : 2 mm. |
| Material cubierta total | : Caucho anti corte y antiabrasivos |
| Calidad | : RMA-1 |
| Espesor total | : 3/8" |
| Carga de trabajo | :330 Lb/Pg |
| Temperatura de uso | : 120° C y ambiente |
| Tolerancia dimensional | : ancho y espesor +/- 1% |
| | Largo 2 y 4 % |



Figura N° 11 : ELEVADOR DE CANGILONES

Fuente: Selis

4.1.11 Silo de almacenamiento

Silo de almacenamiento de 13.8 m³ con Ø 2400 mm x 2400 mm cuerpo cilíndrico y Ø 2400 mm x 1750 mm cuerpo cónico en plancha 3/16" Inox. C-304 soportado e 4 vigas "H" de 8" x 25 lb/pie, con arriostros de ángulo 1/4" x 2-1/2" Inox. C-304, lleva un vibrador electromecánico en la parte de la tolva cónica para evitar atoros de mineral.



Figura Nº 12 : SILO DE ALMACENAMIENTO

Fuente: LMI.Co.Za

4.1.12 Ciclòn primario

Ciclòn primario de alta eficiencia de \varnothing 1000 mm x 3500 mm de largo ,cuerpo cilíndrico de \varnothing 1000 mm en plancha 1/8" Inox. C-304, cuerpo cónico de \varnothing 1000 mm entrada – \varnothing 250 mm salida x 2500 mm en plancha 1/8" inox. C-304, tubo central de salida de finos de \varnothing 500 mm x 813 mm en plancha 1/8" Inox. C-304, boca de entrada de 250 mm x 500 mm , en la parte superior de tubo central lleva un caracol de difusión de \varnothing 500 mm x 350 mm parte cilíndrica y caracol de 250 mm de altura en plancha 1/8" Inox. C-304, en la salida inferior del ciclòn lleva una válvula rotativa de \varnothing 8", en

plancha 3/16" Inox. C-304, accionado con un motor reductor corona sin fin de 1 Hp-60 rpm 220v/380v/440v trifásico 60 Hz.



Figura Nº 13 : CICLON PRIMARIO

Fuente: Solucoesindustrais.com.br

4.1.13 Ciclòn secundario

Ciclón secundario de alta eficiencia de Ø 1000 mm x 3500 mm de largo, cuerpo cilíndrico de Ø 1000 mm en plancha 1/8" Inox. C-304, cuerpo cónico de Ø 1000 mm entrada – Ø 250 mm salida x 2500 mm en plancha 1/8" inox. C-304, tubo central de salida de finos de Ø 500 mm x 813 mm en plancha 1/8" Inox. C-304, boca de entrada de 250 mm x 500 mm, en la parte superior de tubo central lleva un caracol de difusión de Ø 500 mm x

350 mm parte cilíndrica y caracol de 250 mm de altura en plancha 1/8" Inox. C-304, en la salida inferior del ciclón lleva una válvula rotativa de Ø 8", en plancha 3/16" Inox. C-304, accionado con un motor reductor corona sin fin de 1 Hp-60 rpm 220v/380v/440v trifásico 60 Hz.

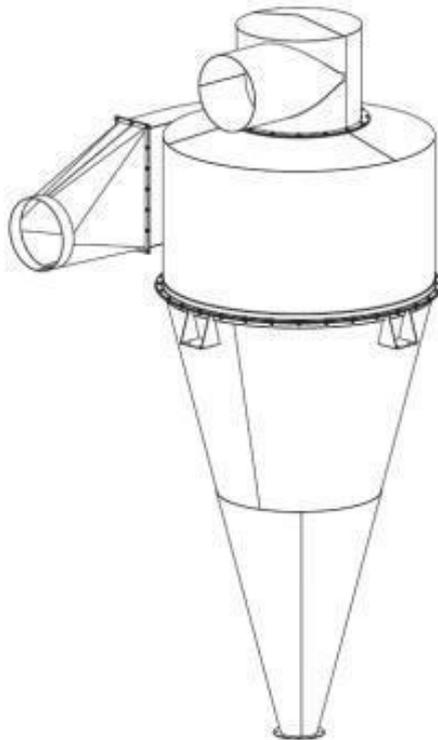


Figura Nº 14 : CICLON SECUNDARIO

Fuente: Solucoesindustrais.com.br

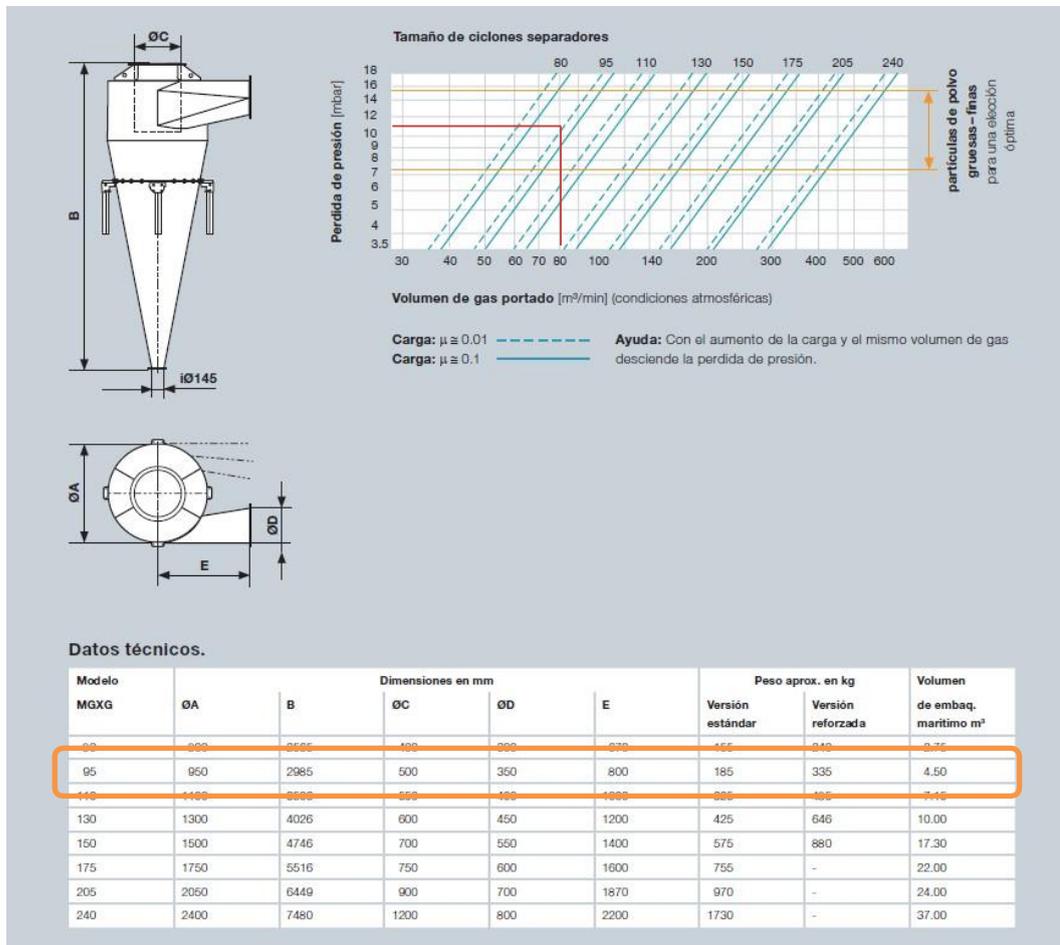


Tabla. 3 CICLONES SEPARADORES BUHLER

Fuente: Tablas Buhler

4.1.14 Extractor centrífugo

Extractor centrífugo de caudal 6000 cfm, presión 20" CAPE Nivel del mar, velocidad 2200 rpm, potencia consumida 30 Hp, motor de 40 Hp-1750 rpm 220v/380v/440v trifásico 60 Hz, temperatura 60°C, el impulsor esta balanceado electrónicamente, caja fabricada en plancha de 1/8" Inox. C-304, impulsor con alabes inclinada hacia atrás en plancha disco base de 3/16" Inox. C-304, plato 1/2" Inox. C-304, aletas 1/8" Inox. C-304, patín

soporte en canal "U" de 4" x 25 lb/pie Acero estructural, leva 6 amortiguadores de goma de Ø 2-1/2" x 2" anclado al piso .

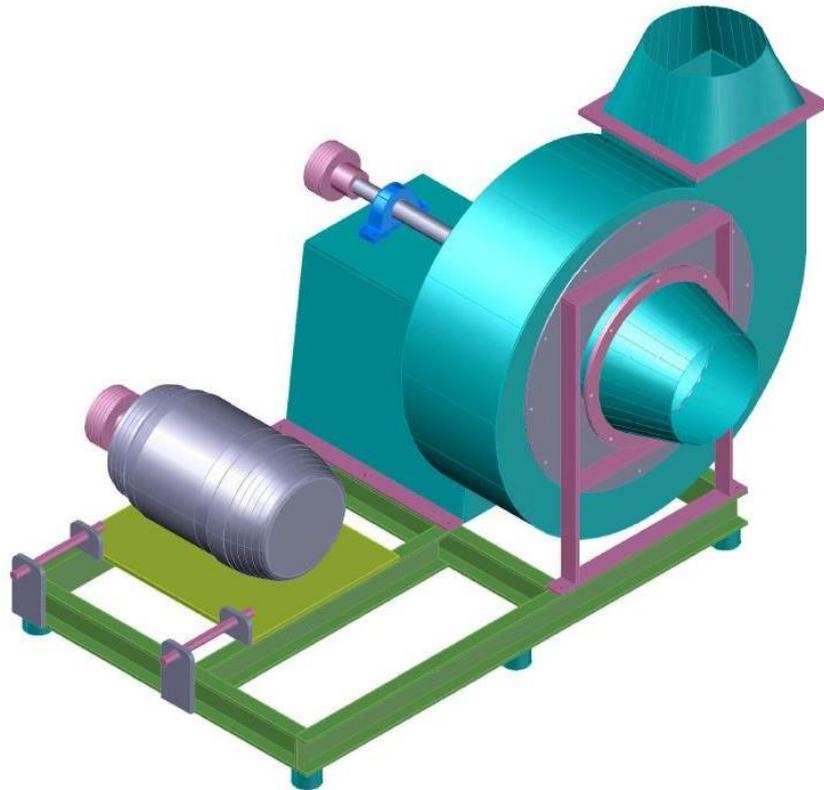


Figura Nº 15 : EXTRACTOR CENTRIFUGO

Fuente: Propia

4.1.15 Filtro de mangas

Filtro de 64 mangas, casti lo de ángulo 1/4" x 2-1/2" A-36, tova de 1650 mm x 1650 mm en plancha 1/8" Inox. C-304, en la parte superior de la tova leva 64 cuelos pestañados de 150 mm x 1/16" Inox. C-304, las mangas van dentro y colgadas en un marco de ángulos 3/16" x 1-1/2" Inox. C-304 para su limpieza manual, por fuera forrada herméticamente en plancha 1/16" Inox. C-304 con una compuerta de inspección, leva en la descarga

de la tolva una válvula rotativa de \varnothing 8" , en plancha 3/16" Inox. C-304, accionado con un motor reductor corona sin fin de 1 Hp-60 rpm 220v/380v/440v trifásico 60 Hz



Figura N° 16 : FILTRO DE MANGAS

Fuente: Tama Aernova S.P.A.

Características técnicas mangas

| | |
|---------------|--|
| Material | : Poliéster 100%. |
| Permeabilidad | : 400L/dm ² min.a 20 mm Ca. |
| Longitud | : 2307 mm. |

| | |
|-------------|---------------------------|
| Diametro | : 185 mm. |
| Temperatura | : 150°C. |
| Peso | : 351 gr/m ² . |
| Acabado | : Glaseado interno. |
| Costura | : Triple lateral |

Base superior con asa para colgador. Procedencia USA

4.1.16 Lavador de gases

Datos generales

| | |
|----------------------------------|------------------------------------|
| Marca | : B.D.Fans And Enviro Engineering. |
| Serie | : 1501-2013. |
| Capacidad | : 7000 CFM. |
| Material de construcción carcaza | : Inox C-304. |
| Tanque de reciclo | : Inox C-304 |
| Anillos de releno o empaque | : telerette PP- Polipropileno). |

Procedencia Americana-Cellcote

USA

Diámetro = Ø 1.8 “

Superficie = 55 pie²/pie³

Volumen libre = 87%

Factor de empaquetadura = 36

Peso = 5.5 Lb/Pie³

Toberas Aspersoras : Spiraljet HSJJ- PVC, 4 unidades

Eliminador de neblina : Demister Inox C-316, espesor de tejido 175 mm densidad 9Lb/Pie³

Bomba vertical de reciclo

Marca : Serfilco (Americano).

Capacidad de recirculación :5-25 GPM

Parámetros eléctricos del motor

Potencia : 1.5 Hp(1.1 Kw).

Voltaje : 208-230/460v., 3Ø.

Corriente : 4.4-4.2/2.1 A.

Velocidad : 3450 RPM.

Frecuencia : 60 Hz.

Extractor centrifugo

Marca : UEZU.

| | |
|------------------------|-------------------|
| Modelo | : VSF-22. |
| Sistema de transmisión | : Fajas y poleas. |
| Impulsor | : Inox . C-304. |
| Diámetro Impulsor | : Ø 22.25" |
| Caudal | : 7000 CFM. |
| Altitud de trabajo | : 420 msnm |

Parámetros eléctricos del motor

| | |
|------------|-----------------|
| Potencia | : 15 Hp(11 Kw). |
| Voltaje | : 440v., 3Ø. |
| Velocidad | : 1750 RPM. |
| Frecuencia | : 60 Hz. |



Figura N° 17 : LAVADOR DE GASES

Fuente: B.D.Fans And Enviro Engineering.

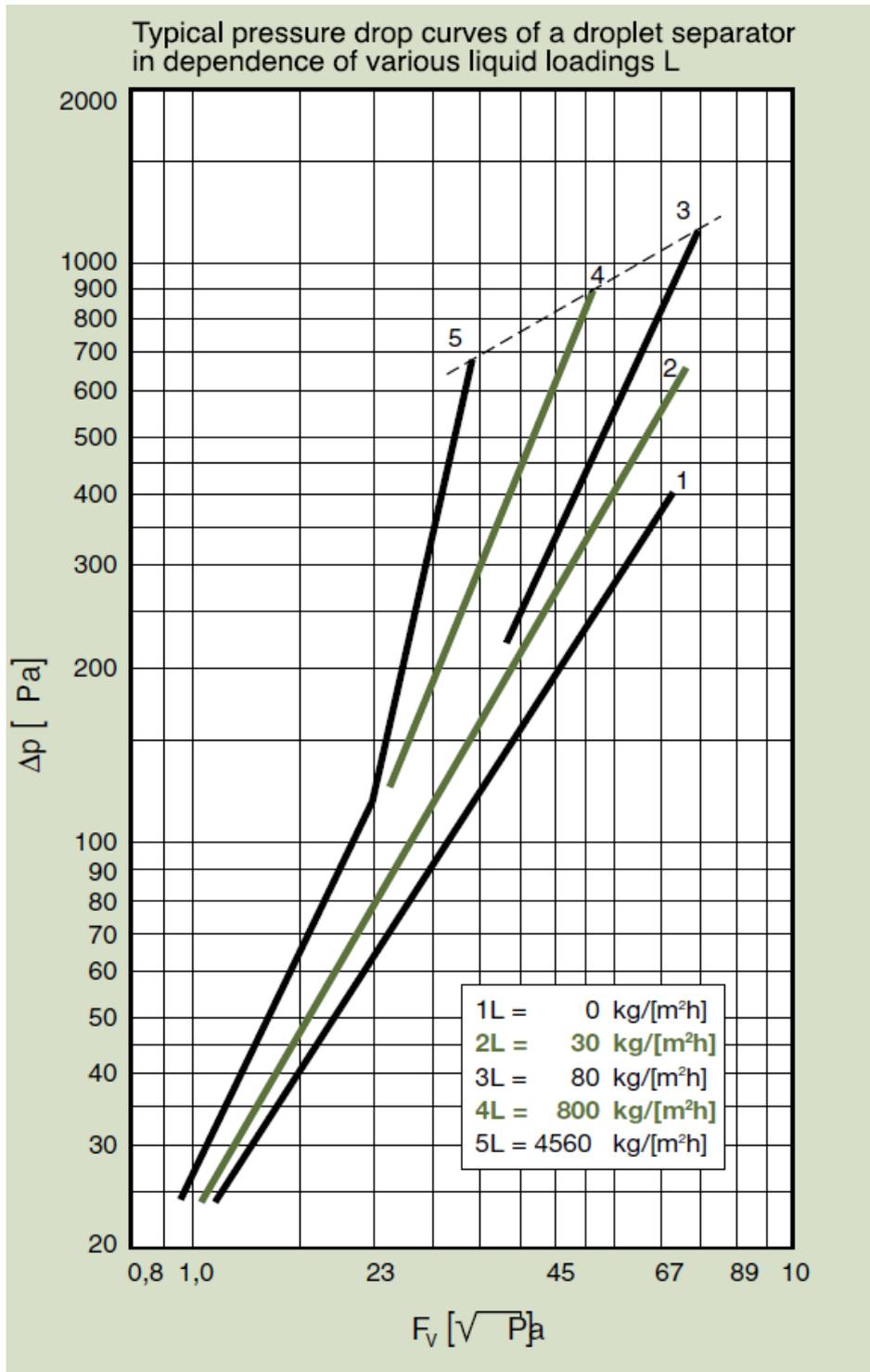


Tabla. 4 CURVAS DE MALLA DEMISTER

Fuente: Vereinigte Fullkorper-Fabriken GmbH&Co.Kg.

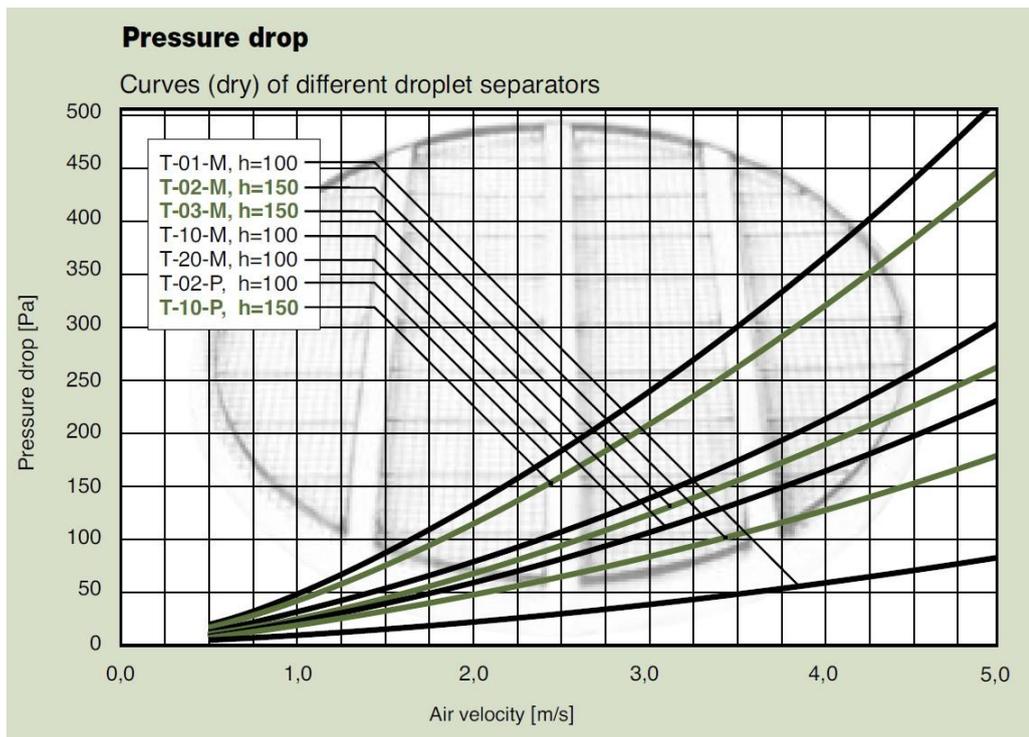


Tabla. 5 CURVA DE DEMISTER

Fuente: Vereinigte Fullkorper-Fabriken GmbH&Co.Kg.

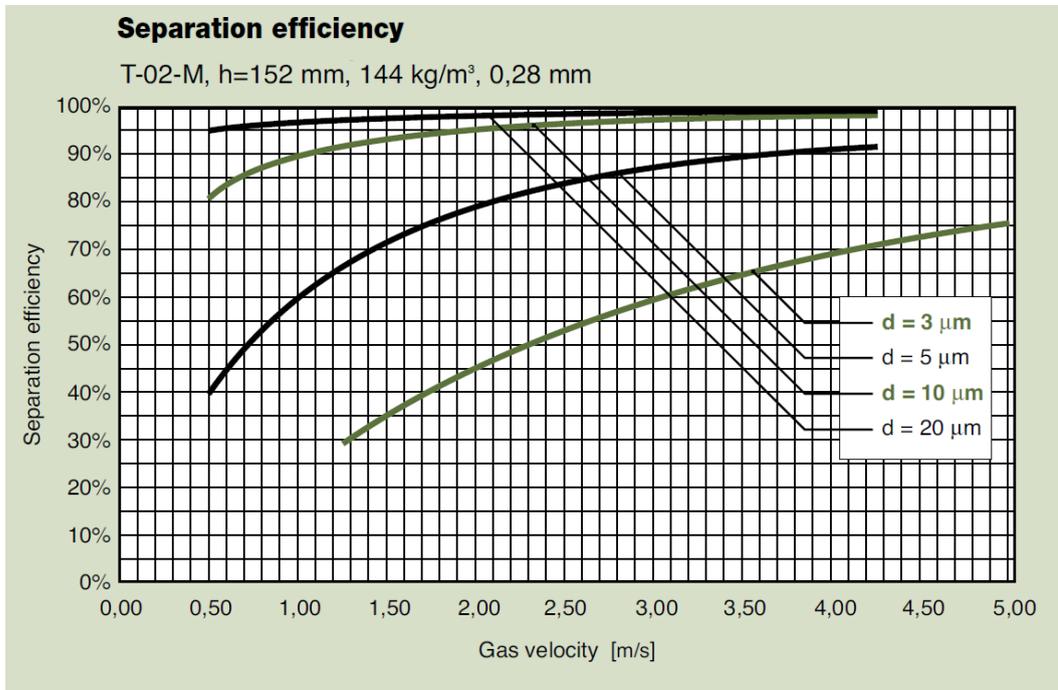


Tabla. 6 CURVA EFICIENCIA DE SEPARACION

Fuente: Vereinigte Fullkorper-Fabriken GmbH&Co.Kg.

TOWER PACKING



- 1 Liquid is collected by inertial impaction.
- 2 Droplets form at countless interstitial holdup points.
- 3 As each droplet falls, it strikes the next packing element and bursts, exposing fresh surface to gas.
- 4 This agglomeration/dispersal cycle repeats continuously with no additional energy requirements.
- 5 Contaminants are absorbed with exceptional efficiency.



TELLERETTES®

Tellerette® tower packings have a unique patented toroidal helix design that makes them dramatically more efficient than conventional packing in a wide range of mass transfer and particulate collection applications. Verantis Tellerette® tower packing is available in a wide range of materials including Polypropylene, Polyethylene, Glass Filled Polypropylene, PVC, CPVC, PVDF® and Xydar®.

FEATURES AND BENEFITS:

- » High efficiency low packing depth in new columns and high absorption efficiency in existing columns.
- » Greater gas flow capacity permits use of small diameter, low cost columns.
- » Constantly renews and exposes liquid to the gas flow.
- » High column stability. No classic flooding.
- » No channeling when proper liquid distribution is used.
- » Reduces operating costs.
- » A shallow bed of Tellerettes® provides effective mist elimination.
- » Available in 5 sizes/styles depending on the application.

| Normal Packing Size | Maximum Dimension O.D. | Loop Height | Free Volume (%) | Surface Area FT ² /FT ³ | Average Packing Factor |
|---------------------|------------------------|-------------|-----------------|---|------------------------|
| No. 1R | 1.81" | 0.69" | 90 | 51 | 36 |
| No. 2R | 2.87" | 1.00" | 94 | 30 | 18 |
| No. 3R | 3.75" | 1.50" | 91 | 27 | 16 |
| No. 2K | 3.23" | 1.18" | 95 | 26 | 11 |
| No. 3K | 4.09" | 2.46" | 96 | 26 | 9 |

Tabla. 7 TELLERETE DE Ø1.81 "

Fuente: Verantis Environmental Solutions Group

4.2 Antecedentes

El secador directo continuo para concentrados de plata del cual se va a tomar como base para el presente informe, es un cilindro de acero de 1.5 metros de diámetro interior y 9 metros de longitud con espesor metálico de $\frac{1}{4}$ ", su velocidad de giro es de 3 rpm, tiene 2 pistas de rodadura en acero sólido, los cuales giran en 2 polines, tiene una capacidad de proceso de 2 ton/ h de concentrado de Plata.

Interiormente el horno se encuentra forrado con una plancha metálica de acero inoxidable C-304 de $\frac{3}{32}$ ", lleva aletas de empuje en acero inox C-304 de $\frac{1}{8}$ " que aseguran el correcto secado, lleva en su interior una platina tipo hélice con un paso de 9 mt en plancha de $\frac{1}{8}$ " x 2" inox C-304, exteriormente el horno se encuentra forrado con aislamiento de 1- $\frac{1}{2}$ " de lana mineral y forro exterior de plancha galvanizada de $\frac{1}{16}$ ", el horno en su longitud está inclinado 3° que ayuda al concentrado a desplazarse hacia la descarga en forma continua este concentrado tiene un grado de llenado de 7.5% en la sección del horno.

- Ing.WINSTON ACEIJAS PAJARES **“Optimización de un secador rotatubos a vapor de 40 ton/h para la industria pesquera”** tesis para optar el grado académico de maestro en ciencias con mención en ingeniería mecánica – diseño de máquinas. Universidad Nacional de Ingeniería Perú, 2011.
- Ing.CESAR ARGUME QUEZADA **“Supervisión del montaje y alineamiento de las virolas del horno rotativo II de 2000**

tn/día unacem atocongo” informe de trabajo de suficiencia profesional para obtener el título profesional de ingeniero mecánico. Universidad Nacional del Calao Perú, 2017.

4.3 Planteamiento del problema

¿Cuáles son los parámetros del diseño del secador directo continuo para optimizar el secado de 13% a 2% de humedad?

4.4 Justificación

4.4.1 Justificación tecnológica

- Para bajar la humedad de 80% hasta 13% en proceso mecánico se requiere un filtro prensa de placas.

- Para bajar la humedad de 13% hasta 2% en proceso isotérmico se requiere un secador directo continuo, logrando las mejoras esperadas en la operación y mantenimiento de los componentes y equipos instalados en su nueva ubicación.

4.4.2 Justificación económica

- Para bajar la humedad de 13% hasta 2% en proceso isotérmico se requiere un secador directo continuo, logrando costos bajos de producción, mano de obra, ahorros en combustión, mejoramiento de liberación de plata para el siguiente proceso.

4.5 Marco teórico

4.5.1 Antecedentes de estudio

- FLSMIDTH. Rotary kilns for cement plants (en línea) .Disponible en:<http://www.flsmidth.com/-media/brochures/brochures%20for%20kilns%20and%20firing/rotarykilnsforcementplants.ashx> (citado en 9 de agosto de 2011).
- EMISON. Hornos rotativos para cal (en línea). Disponible en : <http://www.emison.es/hornos/pdf/homo%20de%20cal%20rotativo.pdf> (citado en 9 de agosto de 2011).
- MAERZ OFENBAU AG. Portafolio de productos. Homo rotatorio con precalentador (en línea). Disponible en <http://www.maerz.com/incESphp?show=products> kilns rotary (citado en 9 de agosto de 2011)

4.5.2 Bases teóricas

La tetraedrita es un mineral del grupo de los sulfuros. Es un antimonio sulfuro de hierro y cobre, de color muy oscuro.

Es el extremo con antimonio de una serie de solución sólida cuyo otro extremo lo ocupa la tennantita con arsénico -ver fórmulas en la tabla adjunta. Es casi imposible ver en la naturaleza ambos extremos de la serie en estado puro, lo normal es ver una serie de variedades intermedias. De los dos, la tetraedrita es más común.

También hay variedades por sustitución de otros elementos en la estructura molecular, frecuentemente hierro y cinc, y menos frecuente plata, mercurio y plomo. La variedad freibergita es muy codiciada pues, aunque es muy rara, puede contener hasta un 18% de plata. La variedad annivita tiene bismuto.

El nombre se deriva de su forma cristalina, con tetraedros bien visibles. Se describió por primera vez en 1845 en Sajonia, Alemania.

Historia La tetraedrita fue descrita por Wilhelm Karl Ritter von Haidinger en 1845. El nombre se deriva del griego "tetraedron", 'pirámide', refiriéndose a la forma tetraédrica de los cristales, es decir, se explica por el adjetivo griego tetra, 'cuatro', y el sustantivo griego edra, 'cara'.

El topotipo está representado por las minas de Freiberg.

Fue descrito por el nombre latino de "argentum rude album " o "blanco grosero de plata" por el ingeniero de minas Georg Bauer, alias Georgius Agrícola, en 1546, ya que este mineral a menudo masivo de aspecto granular puede contener pequeñas cantidades de plata o ser confundido con la freibergita que contiene de manera significativa. Fue designado en especial a causa de su color grisáceo como el "Fahlerts", es decir, de fahlerz, de mineral (Erz) ceniciento o de ceniza (Fahl) por el químico y mineralogista sueco Johan Gottschalk Walerius en 1747, además de varias apelaciones químicas resultado de los análisis químicos de la época. Desde

1758 su colega Axel Cronstedt generaliza este nombre técnico del grupo de minerales en el mundo científico germánico.

En el anglosajón, Fahlerz o Fahlerts se transformó en "fahlores".

Ambiente de formación La tetraedrita aparece en vetas hidrotermales, a temperaturas bajas a moderadas. También se puede encontrar en algunos depósitos de metamorfismo de contacto. Normalmente asociado a minerales de cobre, plata, plomo y zinc.

Aportan información a los geólogos sobre las condiciones en que se formaron los yacimientos, pues a medida que la temperatura va decreciendo estos minerales se van enriqueciendo en mercurio y plata.

Localización y extracción Se encuentran grandes cristales en Cavnic (Rumanía), Boliden (Suecia), la República Checa, Namibia, Estados Unidos, Bolivia y Perú. Las variedades con plata se encuentran en Alemania, Austria y Perú (Ancash y Arequipa). En España se encuentra en las antiguas minas de Alpartir (Zaragoza), con contenidos de plata que a veces superan el 1%.¹

La tetraedrita es un mineral importante en la industria minera del cobre y a menudo se emplea también para extraer plata, mercurio y antimonio. También se extraen ciertas variedades como menas de telurio y otras de estaño.

| General | |
|-----------------|--|
| Categoría | Minerales sulfuros |
| Clase | 2.GB.05 (Strunz) |
| Formula química | $(\text{Cu,Fe})_{12}\text{Sb}_4\text{S}_3$ |

| Propiedades físicas | |
|---------------------|----------------------------------|
| Color | Gris muy oscuro metalizado |
| Raya | Negra |
| Lustre | Metálico |
| Transparencia | Opaco |
| Sistema cristalino | Cubico |
| Habito cristalino | Masivo o cristales bien formados |
| Exfoliación | No |
| Fractura | Superficie con fractura desigual |
| Dureza | 3.5 a 4 (escala de Mohs) |

| Variedades principales | |
|------------------------|---|
| Tennantita | $(\text{Cu,Fe})_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$ |
| Freibergita | $(\text{Ag,Cu,Fe})_{12}(\text{Sb,As})_4\text{S}_{13}$ |
| Goldfieldita | $\text{Cu}_{12}(\text{Te,Sb,As})_4\text{S}_{13}$ |



Figura N°18: TETRAHEDRITE AND GALENA LOCALITY: HUARON MINING DISTRICT, SAN JOSE DE HUAYLLAY DISTRICT, CERRO DE PASCO, DANIEL ALCIDES CARRION PROVINCE, PASCO DEPARTAMENT, PERU SIZE: 23 X 15 X 7 CM.

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Tetraedrita>

Lixiviación

Proceso por el cual extraemos el material requerido por medio acuoso que forma parte de la rama de la hidrometalurgia.

Electrolito

El solvente es la solución mezclada con el concentrado donde el material que se quiere recuperar es disuelto e impregnado en la solución.

El electrolito es el agente lixiviante y el medio por el cual se extrae una diversidad de metales en el campo minero, hechos a base de diferentes reactivos como son:

Cianuro de sodio. Utilizado en el proceso de extracción de oro

Ácido sulfúrico. Utilizado en el proceso de lixiviación de cobre zinc y demás en nuestro caso el electrolito esta hecho a base de tiosulfato de sodio un reactivo el cual es degradable y amigable con el ambiente.

FUNDAMENTOS DEL SECADO DE SOLIDOS

Son equipos utilizados para separar un líquido de un sólido mediante la evaporación, principalmente es utilizado para reducir o eliminar la humedad.

En estos equipos la fuente de calor es una corriente de gas caliente, el material para el secado puede estar estático, móvil, fluidizado, diluido.

Estático

Este es un lecho denso de sólidos en el cual cada partícula descansa sobre otras, debido a la densidad de la masa de la fase sólida (Fig.19).



Figura Nº 19 : LECHO ESTATICO (SECADERO DE BANDEJA)

Fuente: Robert H. Perry, Don W. Green, James O Maloney. "Manual del Ingeniero Químico" Madrid-España, Editorial McGraw-Hill/Interamericana de España,S.A.U. , 2008

Móvil

Este es un tipo de lecho de sólidos ligeramente restringido en el cual las partículas están separadas apenas lo suficiente para fluir o deslizarse unas sobre otras. Por lo común el flujo es descendente por acción de la fuerza de gravedad (Fig.20).

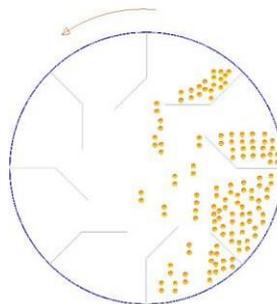


Figura Nº20 : LECHO MOVIL DENTRO DE UN SECADERO ROTATORIO CON ELEVADORES

Fuente: Robert H. Perry, Don W. Green, James O Maloney. "Manual del Ingeniero Químico" Madrid-España, Editorial McGraw-Hill/Interamericana de España,S.A.U. , 2008.

Fluidizado

Las partículas sólidas se sostienen por medio de fuerza de arrastre provocadas por la fase gaseosa que pasa por los intersticios de las partículas, con una velocidad crítica dada (Fig. 21).

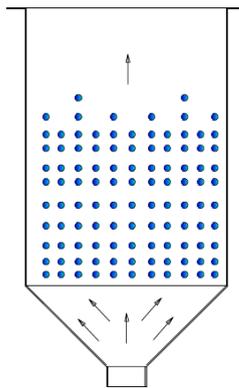


Figura Nº21 : LECHO FLUIDIZADO

Fuente: Robert H. Perry, Don W. Green, James O Maloney. "Manual del Ingeniero Químico" Madrid-España, Editorial McGraw-Hill/Interamericana de España,S.A.U. , 2008.

Diluido

Esta es una condición de expansión total en la cual las partículas sólidas están tan separadas entre si que prácticamente no ejercen ninguna influencia unas sobre otras (fig 22).

Contacto gas-sólido

El flujo de gas caliente puede ser paralelo, perpendicular, transversal, circulación directa.

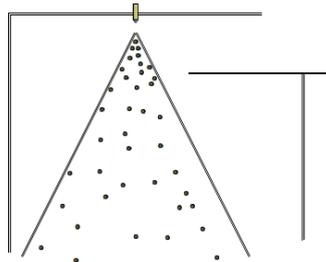


Figura Nº 22: SÓLIDOS EN CONDICIÓN DILUIDA CERCA DE LA PARTE SUPERIOR DE UN SECADERO POR DISPERSIÓN

Fuente: Robert H. Perry, Don W. Green, James O Maloney. "Manual del Ingeniero Químico" Madrid-España, Editorial McGraw-Hill/Interamericana de España,S.A.U. , 2008.

Flujo paralelo

La dirección de flujo de gas es paralela a la superficie de la fase sólida, el lecho de sólidos se encuentra generalmente en condición estática.(Fig 23).

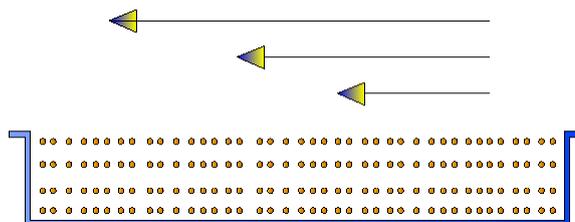


Figura Nº 23 : FLUJO PARALELO DE GAS SOBRE UN LECHO ESTÁTICO

Fuente: Robert H. Perry, Don W. Green, James O Maloney. "Manual del Ingeniero Químico" Madrid-España, Editorial McGraw-Hill/Interamericana de España,S.A.U. , 2008.

Flujo perpendicular

La dirección de la corriente de gas es normal en la entrecara de las fases.

El gas choca contra el lecho de sólidos(Fig 24).

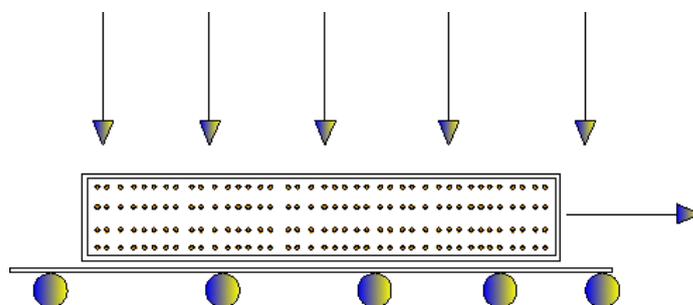


Figura Nº24: GAS CIRCULANTE QUE CHOCA CONTRA UN OBJETO SOLIDO DE GRAN TAMAÑO, SIGUIENDO UN FLUJO PERPENDICULAR, DENTRO DE UN HORNO CON TRANSPORTADOR DE RODILLOS.

Fuente: Robert H. Perry, Don W. Green, James O Maloney. "Manual del Ingeniero Químico" Madrid-España, Editorial McGraw-Hill/Interamericana de España,S.A.U. , 2008.

Circulación directa

El gas penetra y fluye directamente pasando a través de los intersticios de los sólidos (Fig 25).

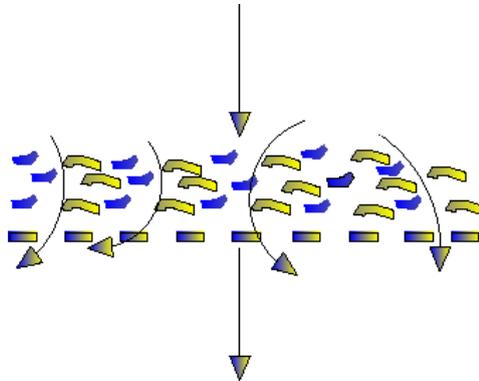


Figura Nº 25 : CIRCULACION DE GAS EN FLUJO DIRECTO A TRAVES DE UN LECHO DE SOLIDOS PREFORMADOS, SOBRE UN TRANSPORTADOR DE PLATAFORMA PERFORADA.

Fuente: Robert H. Perry, Don W. Green, James O Maloney. "Manual del Ingeniero Químico" Madrid-España, Editorial McGraw-Hill/Interamericana de España,S.A.U. , 2008.

Flujo de gas equicorriente

La fase gaseosa y las partículas solidas se desplazan en la misma dirección(Fig 26).

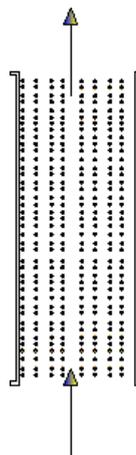


Figura Nº26: FLUJO DE CORRIENTES PARALELAS DE GAS-SOLIDOS EN UN TRANSPORTADOR NEUMATICO DE FASE DILUIDA Y ASCENSO VERTICAL.

Fuente: Robert H. Perry, Don W. Green, James O Maloney. "Manual del Ingeniero Químico" Madrid-España, Editorial McGraw-Hill/Interamericana de España,S.A.U. , 2008.

Flujo de gas en contracorriente

La dirección del flujo de gas es exactamente opuesta a la que sigue el movimiento de los sólidos.

Flujo transversal de gas

La dirección de la corriente de gas se realiza según ángulos rectos en relación con el movimiento de los sólidos (Fig 27).

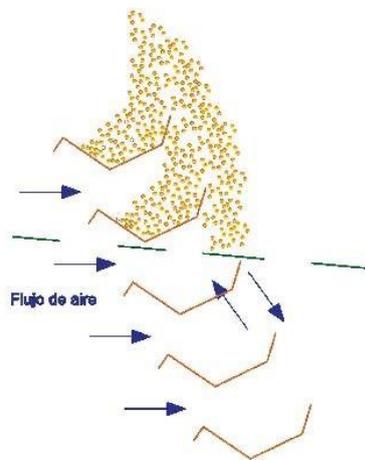


Figura Nº 27 : FLUJO TRANSVERSAL DE GAS Y SOLIDOS EN UN SECADOR POR GRAVEDAD TIPO CASCADA.

Fuente: Robert H. Perry, Don W. Green, James O Maloney. "Manual del Ingeniero Químico" Madrid-España, Editorial McGraw-Hill/Interamericana de España,S.A.U. , 2008.

EQUIPO PARA EL SECADO DE SOLIDOS

Las operaciones de secado pueden clasificarse ampliamente según que sean por lotes o continuas.

CLASIFICACION DE SECADORES

Las dos clasificaciones más útiles se basan en :

1.- El método de transmisión de calor a los solidos húmedos

- Secadores directos.

- Secadores indirectos.

- Secadores diversos.

2.- Las características de manejo y las propiedades físicas del material mojado

- Secadores discontinuos o por lote.

- Secadores continuos.

- Secadores para solidos granulares o rígidos y pastas semisólidas.

-.Secadores que pueden aceptar alimentaciones liquidas o suspensiones.

El primer método de clasificación revela las diferencias en el diseño y el funcionamiento del secador, mientras que el segundo es más util para seleccionar entre un grupo de secadores que se someten a una

consideración preliminar en relación con un problema de desecación específico.

Secadores directos

Motivo del presente informe, la transferencia de calor para la desecación se logra por contacto directo entre los sólidos húmedos y los gases calientes. El líquido vaporizado se arrastra con el medio de desecación, es decir, con los gases calientes. Los secadores directos se llaman también secadores por convección.

Características.

Las características generales de operación de los secadores directos son:

- El contacto directo entre los gases calientes y los sólidos se aprovecha para calentar estos últimos y separar el vapor.
- Las temperaturas de desecación varían hasta 1000°k, que es la temperatura limitante para casi todos los metales estructurales de uso común.
- A temperaturas de gases inferiores al punto de ebullición, el contenido de vapor del gas influye en la velocidad de desecación y el contenido final de humedad del sólido. A temperaturas superiores el efecto es mínimo, por lo tanto los vapores sobrecalentados del líquido que se está separando pueden servir para desecar.

- Para desecaciones a temperaturas bajas y cuándo las humedades atmosféricas son excesivamente elevadas, quizás sea necesario deshumidificar el aire de desecación.
- La eficiencia mejora al aumentarse la temperatura del gas de entrada, para una temperatura de salida constante.
- Las cantidades de gas para abastecer todo el calor de desecación, dependen de la temperatura de entrada del gas, la temperatura de desecación y la cantidad de materia a tratar.
- Se requieren equipos grandes cuando las partículas del sólido son pequeñas.

Secadores Directos Continuos: La operación es continua sin interrupciones, en tanto se suministre la alimentación húmeda.

Tipos de secadores directos continuos:

De bandejas: El material, que puede ser un sólido en forma de terrones o una pasta, se esparce uniformemente sobre una bandeja de metal de 10 a 100 mm de profundidad.

Un ventilador recircula aire calentando con vapor paralelamente sobre la superficie de las bandejas. También se usa calor eléctrico, en especial cuando el calentamiento es bajo. Más o menos del 10 al 20% del aire que pasa sobre las bandejas es nuevo, y el resto es aire recirculado. Después del secado, se abre el gabinete y las bandejas se reemplazan por otras con más material para secado.

En el caso de materiales granulares, el material se puede colocar sobre bandejas cuyo fondo es un tamiz. Entonces, con este secador de circulación cruzada, el aire pasa por un lecho permeable y se obtienen tiempos de secado más cortos, debido a la mayor área superficial expuesta al aire .

Secadores de material dosificado en capas: Se hace pasar por el secador una capa continua de material ya sea como tiras o en una lámina tensa y distendida sobre un marco de clavijas.

Secadores transportador neumático: En este tipo, la desecación se realiza a menudo en combinación con la trituración. El material se transporta dentro de gases a alta temperatura y velocidades elevadas hasta un colector de ciclón.

Rotatorios: Un *secador rotatorio* consta de un cilindro hueco que gira por lo general, sobre su eje, con una ligera inclinación hacia la salida, los sólidos granulares húmedos se alimentan por la parte superior, tal como se muestra en la figura y se desplazan por el cilindro a medida que este gira . El calentamiento se lleva a cabo por contacto directo con gases calientes mediante un flujo a contracorriente.

En algunos casos, el calentamiento es por contacto indirecto a través de la pared calentada del cilindro.

Por aspersión: La alimentación al secador debe poderse atomizar ya sea mediante un disco centrífugo o una boquilla.

Circulación directa: El material se mantiene en un tamiz de transporte continuo, mientras se sopla aire caliente a través de él.

Túnel: El material colocado en carretillas se desplaza a través de un túnel en contacto con gases calientes.

Secadores de lechos fluidos: Los sólidos se fluidifican en un tanque estacionario. También pueden tener serpentines de calor indirecto.

Secadores Directos Por lotes: Se diseñan para operar con un tamaño específico de lote de alimentación húmeda, para ciclos de tiempo dado.

Tipos de secadores directos por lotes.

Circulación directa: El material se coloca en bandejas con base tamiz a través de los cuales se sopla aire caliente.

Bandeja y compartimiento: El material se coloca en bandejas que pueden o no montarse en carretillas removibles. El aire se sopla sobre el material contenido en las bandejas.

Lecho fluido: Los sólidos se fluidifican en un carro estacionario sobre el cual va montado un filtro de polvo.

RELACIONES Y FORMULAS DE CALCULO PRINCIPALES

1. La cantidad de calor transportada por unidad de tiempo sobre una superficie elemental dO puede representarse mediante la igualdad siguiente:

$$dQ = a(\delta_w - \delta_k) dO \cdot dt \dots \dots \dots (1)$$

Por otra parte se tiene:

$$dQ = -\dot{L} \cdot c_p \cdot d\delta \cdot dt \dots \dots \dots (2)$$

El signo negativo se debe al hecho de que cuando la superficie aumenta la temperatura del medio gaseoso disminuye. De las dos igualdades (1) y (2) se deduce la ecuación diferencial:

$$\frac{dO}{O} = \frac{d\delta}{\delta_w - \delta_k} \dots \dots \dots (3)$$

Cuya integral es el valor sin dimensiones:

$$\int \frac{dO}{O} = \ln \frac{\delta_w - \delta_k}{\delta_w - \delta_k} = a \cdot O = N \text{ HUT} \dots (4)$$

Las dimensiones de un tambor dependen del suministro proyectado, de las propiedades del producto, del tiempo durante el cual este permanece en él, de la configuración constructiva del tambor (dispositivos interiores, naturaleza de la transmisión de calor, material) y de la velocidad de los gases (formación de polvos).

El volumen en vacío del tambor se calcula mediante la fórmula:

$$\dots \dots \dots (5)$$

En la que :

[];

[];

[]

4.6 Fases del proyecto

Determinacion de la longitud del horno

Condiciones del aire a la entrada

$$\bar{\theta}_a = 305^\circ\text{C}$$

Condiciones de aire a la salida

$$\bar{\theta}_w = 62^\circ\text{C}$$

Temperatura superficial del producto

$$\bar{\theta}_k = 30^\circ\text{C}$$

El secador cuya construcción se diseña puede calcularse con la altura (o la longitud) de una unidad de transferencia $H_{HUT} = 4.2 \text{ m} \dots (1)$

Según la igualdad el número de unidades de transferencia es de

$$N_{HUT} = \ln \frac{\bar{\theta}_a - \bar{\theta}_k}{\bar{\theta}_w - \bar{\theta}_k}$$

$$N_{HUT} = \ln \frac{305 - 30}{62 - 30}$$

$$N_{HUT} = \ln \dots$$

$$N_{HUT} = \ln 8.59375$$

$$N_{HUT} = 2.151 \dots (2)$$

La longitud H del secador es pues de:

$$H = N \text{ HUT} \times H_{\text{HUT}}$$

De (1) y (2)

$$H = 2.151 \times 4.2 \text{ m}$$

$$H = 9.0342 \text{ m}$$

$$\mathbf{H = 9 \text{ m}}$$

Determinacion del diametro del horno

Datos :

Producción $G_s = 2000$

$$X_a = 0.13$$

$$X_w = 0.02$$

La sección del secador es , donde

V = volumen en vacío del tambor

$$\text{Según la igualdad } V = W/g_{\text{v}} \dots\dots\dots(3)$$

donde

W= cantidad de humedad extraída por hora (kg/h)

g_{v} = vaporización específica media(kg/m³h)

$$W = G_s(X_a - X_w)$$

$$W = 2000 \text{ kg/h} (0.13 - 0.02)$$

$$W = 220 \text{ kg/h} \dots\dots\dots(4)$$

$$g_{\text{v}} = a_{\text{v}} / L_{\text{v}} (\Delta \delta) \text{ m} \dots\dots\dots(5)$$

L_{v} = calor de vaporización

a se calcula según la igualdad

$$a_{\text{v}} = a_{\text{a}} = N \text{ HUT} / H \times c_p \dots\dots\dots(6)$$

$$(\Delta \delta)_m = \delta_a - \delta_w$$

$$\ln \delta_a - \delta_w$$

$$\delta_k$$

$$(\Delta \delta)_m = 305 - 62$$

$$\ln 305 - 30$$

$$62 - 30$$

$$(\Delta \delta)_m = 243$$

$$2.151$$

$$(\Delta \delta)_m = 112.97$$

Temperatura media del aire

$$\delta_{\text{aire}} = 70 + 112.97$$

$$\delta_{\text{aire}} = 182.97^\circ\text{C}$$

$$\delta_{\text{aire}} = \text{ }^\circ\text{K}$$

$$C_p = 0.2896$$

Densidad de suministro admisible $u_g = 2500(\text{kg/m}^2 \text{ h})$

De (6) y (2)

$$a_{\phi} = \frac{2500}{\delta_{\text{aire}}} \times 0.2896$$

$$a_{\phi} = 173.036$$

de (5)

$$g_{\phi} = a_{\phi} / L_{\phi} (\Delta \delta)_m$$

$$g_{\phi} = 173.036 \times 112.97$$

$$557$$

$$g_{\phi} = 35.08 \text{ kg/m}^3 \text{ h}$$

se tiene pues

$$V = W/g_{\phi}$$

$$V = 220/35.08$$

$$V = 6.27 \text{ m}^3$$

Sección transversal del tambor

$$F = V$$

$$H$$

$$F = 6.27/9$$

$$F = 0.696 \text{ m}^2$$

Diámetro del tambor

$$d = \sqrt{F \times 4/\pi}$$

$$d = \sqrt{0.696 \times 4/\pi}$$

$$d = 0.941 \text{ m}$$

$$\mathbf{d = 1.5 \text{ m}}$$

Determinación del tiempo de residencia del concentrado

Datos

$$\text{Densidad aparente} = 1820 \text{ kg/m}^3$$

En el caso de llenado completo $T = 0.07$, se tiene

$$L = V \times \text{densidad aparente} \times T$$

Gs

$$L = 6.27 \text{ m}^3 \times 1820 \text{ kg/m}^3 \times 0.07$$

$$2000 \text{ kg/h}$$

$$L = 798.798 \text{ kg}$$

$$2000 \text{ kg/h}$$

$$L = 0.399 \text{ h}$$

$$\mathbf{L = 23.9 \text{ min}}$$

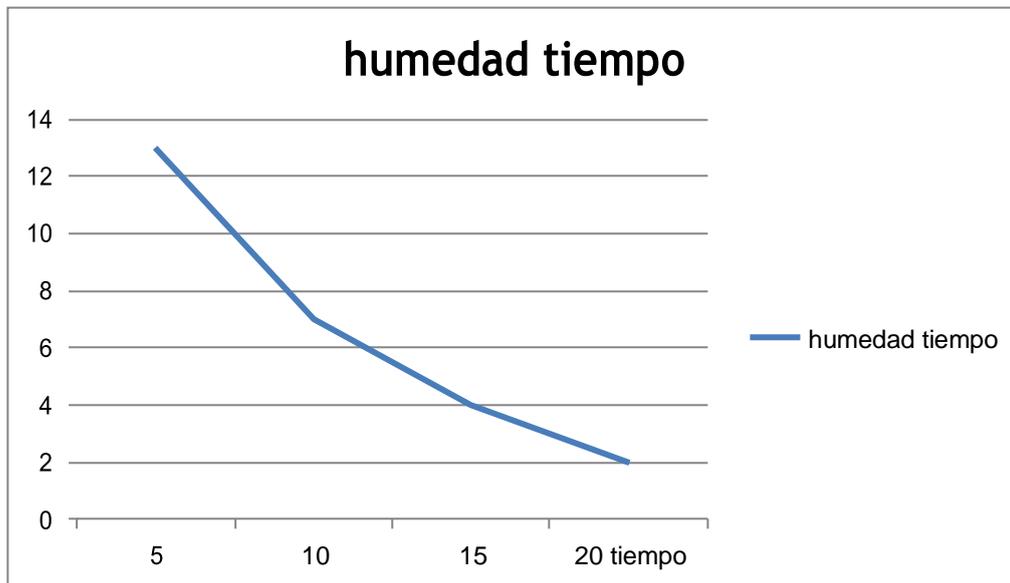


Tabla. 8 GRAFICO HUMEDAD VS TIEMPO

Fuente: Propia

V. EVALUACIÓN TÉCNICO- ECONÓMICO

El horno procesa 2TN/H de mineral , a un costo de US\$ 25 la TN lo cual representa un ingreso de US\$ 83,333 /día.

5.1 Costo del proyecto

El costo total del proyecto se desglosa de la siguiente manera:

- Fabricación de estructuras
- Obra civil
- Instalación eléctrica
- Instalación de gas
- Montaje electro mecánico

5.2 Fabricación de estructuras

El costo de estructuras viene dado por :

5.2.1 Tolva de finos

| TOLVA DE FINOS | | | | | |
|----------------|---|--------|----------|------------------------|----------------|
| ITEM | DENOMINACION | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO | PRECIO FINAL |
| 1 | Viga H A-36 6" x 20' x 20 lb/pie | Pieza | 2 | 786 | 1572 |
| 2 | Angulo A-36 1/4" x 2-1/2" x 20' | Pieza | 3 | 155 | 465 |
| 3 | Canal U 3"x 20' x 5 lb/Pie | Pieza | 2 | 220 | 440 |
| 4 | Plancha estriada 2.50 x 1220 x2400 | Pieza | 1 | 232 | 232 |
| 5 | Plancha LAC 4.4 x 1200 x 2400 | Pieza | 5 | 344 | 1720 |
| 6 | Plancha estructural A-36 9.00 x 1200 x 2400 | Pieza | 0.5 | 714 | 357 |
| 7 | Tubo Ø 1-1/4" x 2mm x 6 mt A-36 | Pieza | 4 | 38.2 | 152.8 |
| 8 | Tubo negro STD Ø 1" x 6.4 mt | Pieza | 2 | 33 | 66 |
| 9 | Soldadura E 7018 Ø 1/8" | Kilo | 10 | 15 | 150 |
| 10 | Soldadura E 6011 Ø 1/8" | Kilo | 5 | 13 | 65 |
| 11 | Disco corte 4-1/2" | Pieza | 10 | 10 | 100 |
| 12 | Disco desbaste 4-1/2" | Pieza | 5 | 10 | 50 |
| 13 | Pintura Epoxica Base | Kit | 2 | 380 | 760 |
| 14 | Pintura Epoxica Acabado | Kit | 2 | 420 | 840 |
| 15 | Gomas de amortiguacion | Pieza | 4 | 850 | 3400 |
| 16 | Vibrador mecanico | Pieza | 2 | 1530 | 3060 |
| 17 | Oxigeno | m3 | 5 | 22 | 110 |
| 18 | Acetileno | Kg | 2 | 48 | 96 |
| 19 | Arenado | m2 | 20 | 10 | 200 |
| 20 | Aplicación pintura epoxica | m2 | 20 | 2.5 | 50 |
| 21 | Transporte | Glb | 1 | 350 | 350 |
| 22 | Mano de obra 3 personas 10 dias | HH | 240 | 25 | 6000 |
| | | | | Total S/. | 20235.8 |
| | | | | Gastos financieros 5% | 1011.8 |
| | | | | Utilidad 8% | 1618.9 |
| | | | | Precio Final S/ | 22866.5 |

5.2.2 Faja transportadora

| FAJA TRANSPORTADORA | | | | | |
|---------------------|--|----------|----------|-------------------------|----------------|
| ITEM | DENOMINACION | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO | PRECIO FINAL |
| 1 | Plancha estructural 5.90 x 1220 x2400 | Pieza | 0.5 | 468 | 234 |
| 2 | Angulo A-36 1/4" x 2" x 20' | Pieza | 10 | 120 | 1200 |
| 3 | Canal U 6"x 20' x 8.2 lb/Pie | Pieza | 5 | 341 | 1705 |
| 4 | Plancha estructural 2.90 x 1220 x2400 | Pieza | 2 | 227 | 454 |
| 5 | Chumacera de pie caja partida Ø2" | Pieza | 4 | 280 | 1120 |
| 6 | Faja 18" x 10 mm Sharda | Mt | 22 | 81 | 1782 |
| 7 | Empalme Faja 18" x 10 mm Sharda | Pieza | 1 | 450 | 450 |
| 8 | Piñones cadena Paso 3/4" ASA simple | Glb | 1 | 550 | 550 |
| 9 | Motor reductor 10Hp-220v/380v/440v 60rpm | Pieza | 1 | 6200 | 6200 |
| 10 | Raspín | Pieza | 1 | 1600 | 1600 |
| 11 | Polines retorno | Pieza | 4 | 600 | 2400 |
| 12 | Puente polines avance | estacion | 8 | 1200 | 9600 |
| 13 | Soldadura E 7018 Ø 1/8" | Kilo | 20 | 15 | 300 |
| 14 | Soldadura E 6011 Ø 1/8" | Kilo | 8 | 13 | 104 |
| 15 | Disco corte 4-1/2" | Pieza | 15 | 10 | 150 |
| 16 | Disco desbaste 4-1/2" | Pieza | 5 | 10 | 50 |
| 17 | Pintura Epoxica Base | Kit | 2 | 380 | 760 |
| 18 | Pintura Epoxica Acabado | Kit | 2 | 420 | 840 |
| 19 | Polea motriz | Pieza | 1 | 1500 | 1500 |
| 20 | Polea cola | Pieza | 1 | 1300 | 1300 |
| 21 | Oxígeno | m3 | 8 | 22 | 176 |
| 22 | Acetileno | Kg | 2 | 48 | 96 |
| 23 | Arenado | m2 | 20 | 10 | 200 |
| 24 | Aplicación pintura epoxica | m2 | 20 | 2.5 | 50 |
| 25 | Transporte | Glb | 1 | 450 | 450 |
| 26 | Mano de obra 4 personas 9 días | HH | 288 | 25 | 7200 |
| | | | | Total S/. | 40471 |
| | | | | Gastos financieros 5% | 2023.6 |
| | | | | Utilidad 8% | 3237.7 |
| | | | | Precio Final S/. | 45732.2 |

5.2.3 Horno rotatorio

| HORNO ROTATIVO | | | | | |
|----------------|--|--------|----------|-------------------------|-----------------|
| ITEM | DENOMINACION | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO | PRECIO FINAL |
| 1 | Plancha estructural 5.90 x 1220 x2400 | Pieza | 18 | 468 | 8424 |
| 2 | Plancha Inox C-304 2 mm x 1220 x2400 | Pieza | 13 | 704 | 9152 |
| 3 | Tubo Ø 4" x 6.4 mt STD A-36 | Pieza | 1 | 380 | 380 |
| 4 | Plancha estructural 9.00 x 1220 x2400 | Pieza | 1 | 301 | 301 |
| 5 | Platina 3/8" x 2"x 6 mt A-36 | Pieza | 6 | 95 | 570 |
| 6 | Plancha galvanizado 1/20" x 1220 x2400 | Pieza | 12 | 110 | 1320 |
| 7 | Platina 1/8" x 1-1/2" x 6 mt A-36 | Pieza | 10 | 48 | 480 |
| 8 | Tee 1/8" x 1-1/2" x 6 mt A-36 | Pieza | 10 | 38 | 380 |
| 9 | Chumacera de pie caja partida Ø2-1/2" | Pieza | 8 | 802 | 6416 |
| 10 | Ladrillo recto silico aluminoso | Pieza | 200 | 11 | 2200 |
| 11 | Bolsa mortero | Pieza | 15 | 163 | 2445 |
| 12 | Caja plastico refractario | Pieza | 5 | 262 | 1310 |
| 13 | Bolsa castable | Pieza | 8 | 121 | 968 |
| 14 | Lana mineral aislante | mt | 35 | 16 | 560 |
| 15 | Piñon catalina cadena Paso 1-1/4" ASA simple | Glb | 1 | 2500 | 2500 |
| 16 | Motor reductor 18Hp-220v/380v/440v 60rm | Pieza | 1 | 11900 | 11900 |
| 17 | Tablero electrico estrella triangulo | Pieza | 1 | 1360 | 1360 |
| 18 | Polines de Ø 8" x 200 mm A-36 | Pieza | 4 | 850 | 3400 |
| 19 | Viga H A-36 6" x 20' x 20 lb/pie | Pieza | 2 | 786 | 1572 |
| 20 | Soldadura E 7018 Ø 1/8" | Kilo | 60 | 15 | 900 |
| 21 | Soldadura E 6011 Ø 1/8" | Kilo | 20 | 13 | 260 |
| 22 | Disco corte 4-1/2" | Pieza | 60 | 10 | 600 |
| 23 | Disco desbaste 4-1/2" | Pieza | 15 | 10 | 150 |
| 24 | Pintura Epoxica Base | Kit | 2 | 380 | 760 |
| 25 | Pintura Epoxica Acabado | Kit | 2 | 420 | 840 |
| 26 | Transporte | Glb | 3 | 300 | 900 |
| 27 | Tablero digital con termocupla | Pieza | 1 | 3100 | 3100 |
| 28 | Quemador a gas 40000 btu/h | Pieza | 1 | 4100 | 4100 |
| 29 | Oxigeno | m3 | 30 | 22 | 660 |
| 30 | Acetileno | Kg | 12 | 48 | 576 |
| 31 | Gas argon | m3 | 30 | 15 | 450 |
| 32 | Varilla aporte Inox C-304 | Kilo | 5 | 80 | 400 |
| 33 | Arenado | m2 | 120 | 10 | 1200 |
| 34 | Aplicación pintura epoxica | m2 | 120 | 2.5 | 300 |
| 35 | Mano de obra 6 personas 25 dias | HH | 1200 | 25 | 30000 |
| | | | | Total S/. | 100834 |
| | | | | Gastos financieros 5% | 5041.7 |
| | | | | Utilidad 8% | 8066.7 |
| | | | | Precio Final S/. | 113942.4 |

5.2.4 Caja de humos

| CAJA DE HUMOS | | | | | |
|---------------|-------------------------------------|--------|----------|-------------------------|----------------|
| ITEM | DENOMINACION | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO | PRECIO FINAL |
| 1 | Plancha Inox C-304 3/32" X4' X 8' | Pieza | 8 | 704 | 5632 |
| 2 | Plancha galvanizado 1/20" x 4' X 8' | Pieza | 8 | 110 | 880 |
| 3 | Platina 1/8" x 1-1/2" x 6 mt A-36 | Pieza | 5 | 48 | 240 |
| 4 | Tee 1/8" x 1-1/2" x 6 mt A-36 | Pieza | 5 | 38 | 190 |
| 5 | Lana mineral aislante | mt | 25 | 16 | 400 |
| 6 | Disco corte 4-1/2" | Pieza | 15 | 10 | 150 |
| 7 | Disco desbaste 4-1/2" | Pieza | 5 | 10 | 50 |
| 8 | Transporte | Glb | 1 | 300 | 300 |
| 9 | Gas argon | m3 | 10 | 15 | 150 |
| 10 | Varilla aporte Inox C-304 | Kilo | 2 | 80 | 160 |
| 11 | Mano de obra 3 personas 6 dias | HH | 144 | 25 | 3600 |
| | | | | Total S/. | 11752 |
| | | | | Gastos financieros 5% | 587.6 |
| | | | | Utilidad 8% | 940.2 |
| | | | | Precio Final S/. | 13279.8 |

5.2.5 Tornillo corto

| TORNILLO CORTO | | | | | |
|----------------|---|--------|----------|-------------------------|---------------|
| ITEM | DENOMINACION | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO | PRECIO FINAL |
| 1 | Plancha Inox C-304 1/8" X4' X 8' | Pieza | 2 | 982 | 1964 |
| 2 | Tubo Ø 1-1/2" x 6 mt SCH 40 Inox C-304 | Pieza | 1 | 228 | 228 |
| 3 | Eje Ø 1-1/2" x 1 mt SCH 40 Inox C-304 | Pieza | 1 | 221 | 221 |
| 4 | Chumacera de pared Ø 1-1/2" | Pieza | 2 | 110 | 220 |
| 5 | Motor reductor 2Hp-220v/380v/440v 60rpm | Pieza | 1 | 1800 | 1800 |
| 6 | Disco corte 4-1/2" | Pieza | 10 | 10 | 100 |
| 7 | Disco desbaste 4-1/2" | Pieza | 3 | 10 | 30 |
| 8 | Transporte | Glb | 1 | 300 | 300 |
| 9 | Gas argon | m3 | 4 | 15 | 60 |
| 10 | Varilla aporte Inox C-304 | Kilo | 1 | 80 | 80 |
| 11 | Torneado ejes, discos, tubo | Glb | 1 | 600 | 600 |
| 12 | Mano de obra 3 personas 5 dias | HH | 120 | 25 | 3000 |
| | | | | Total S/. | 8603 |
| | | | | Gastos financieros 5% | 430.2 |
| | | | | Utilidad 8% | 688.2 |
| | | | | Precio Final S/. | 9721.4 |

5.2.6 Molino de martillos

| MOLINO DE MARTILLOS | | | | | |
|---------------------|---|--------|----------|-------------------------|----------------|
| ITEM | DENOMINACION | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO | PRECIO FINAL |
| 1 | Plancha Acero estructural 1/4" X4' X 8' | Pieza | 2 | 457 | 914 |
| 2 | Plancha 3/8" Chronit 400 Hb Boehler | Pieza | 0.25 | 950 | 237.5 |
| 3 | Eje Ø 2-1/2" x 1.2mt H1045 Boehler | Pieza | 1 | 350 | 350 |
| 4 | Eje Ø 4" x 0.5mt H1045 Boehler | Pieza | 1 | 250 | 250 |
| 5 | Platina 1/2" x 2 "A36 | Pieza | 1 | 128 | 128 |
| 6 | Chumacera de pared Ø 2" | Pieza | 2 | 150 | 300 |
| 7 | Motor 10Hp-220v/380v/440v 1750rpm | Pieza | 1 | 1900 | 1900 |
| 8 | Plancha Acero estructural 3/4" X4' X 8' | Pieza | 0.25 | 1644 | 411 |
| 9 | Disco corte 4-1/2" | Pieza | 15 | 10 | 150 |
| 10 | Disco desbaste 4-1/2" | Pieza | 5 | 10 | 50 |
| 11 | Transporte | Glb | 2 | 300 | 600 |
| 12 | Poleas | Pieza | 2 | 300 | 600 |
| 13 | Oxigeno | m3 | 5 | 22 | 110 |
| 14 | Acetileno | Kg | 2 | 48 | 96 |
| 15 | Torneado ejes, discos, poleas | Glb | 1 | 1200 | 1200 |
| 16 | Soldadura E 7018 Ø 1/8" | Kilo | 10 | 15 | 150 |
| 17 | Soldadura E 6011 Ø 1/8" | Kilo | 5 | 13 | 65 |
| 18 | Pintura Epoxica Base | Kit | 1 | 380 | 380 |
| 19 | Pintura Epoxica Acabado | Kit | 1 | 420 | 420 |
| 20 | Balanceo | Glb | 1 | 500 | 500 |
| 21 | Mano de obra 3 personas 8 dias | HH | 192 | 25 | 4800 |
| | | | | Total S/. | 13611.5 |
| | | | | Gastos financieros 5% | 680.6 |
| | | | | Utilidad 8% | 1088.9 |
| | | | | Precio Final S/. | 15381.0 |

5.2.7 Tornillo largo

| TORNILLO LARGO | | | | | |
|----------------|--|--------|----------|-------------------------|----------------|
| ITEM | DENOMINACION | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO | PRECIO FINAL |
| 1 | Plancha Inox C-304 1/8" X4' X 8' | Pieza | 4 | 982 | 3928 |
| 2 | Tubo Ø 1-1/2" x 6 mt SCH 40 Inox C-304 | Pieza | 2 | 228 | 456 |
| 3 | Eje Ø 1-1/2" x 1 mt SCH 40 Inox C-304 | Pieza | 2.5 | 221 | 552.5 |
| 4 | Chumacera de pared Ø 2" | Pieza | 2 | 150 | 300 |
| 5 | Motor reductor 10Hp-220v/380v/440v 60rpm | Pieza | 1 | 3900 | 3900 |
| 6 | Bocinas de bronce grafitado | Pieza | 6 | 850 | 5100 |
| 7 | Disco corte 4-1/2" | Pieza | 20 | 10 | 200 |
| 8 | Disco desbaste 4-1/2" | Pieza | 5 | 10 | 50 |
| 9 | Transporte | Glb | 2 | 300 | 600 |
| 10 | Gas argon | m3 | 10 | 15 | 150 |
| 11 | Varilla aporte Inox C-304 | Kilo | 3 | 80 | 240 |
| 12 | Torneado ejes, discos, piñones, tubos | Glb | 1 | 1200 | 1200 |
| 13 | Mano de obra 3 personas 10 dias | HH | 240 | 25 | 6000 |
| | | | | Total S/. | 22676.5 |
| | | | | Gastos financieros 5% | 1133.8 |
| | | | | Utilidad 8% | 1814.1 |
| | | | | Precio Final S/. | 25624.4 |

5.2.8 Filtro de mangas

| FILTRO | | | | | |
|--------|-----------------------------------|--------|----------|-------------------------|----------------|
| ITEM | DENOMINACION | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO | PRECIO FINAL |
| 1 | Plancha Inox C-304 1/8" X4' X 8' | Pieza | 5 | 982 | 4910 |
| 2 | Plancha Inox C-304 1/16" X4' X 8' | Pieza | 2 | 428 | 856 |
| 3 | valvula rotativa Ø 10" | Pieza | 1 | 6200 | 6200 |
| 4 | Angulo A-36 1/4" x 2-1/2" x 20' | Pieza | 6 | 155 | 930 |
| 5 | Manga filtrante | Pieza | 36 | 170 | 6120 |
| 6 | Disco corte 4-1/2" | Pieza | 15 | 10 | 150 |
| 7 | Disco desbaste 4-1/2" | Pieza | 5 | 10 | 50 |
| 8 | Soldadura E 7018 Ø 1/8" | Kilo | 10 | 15 | 150 |
| 9 | Soldadura E 6011 Ø 1/8" | Kilo | 5 | 13 | 65 |
| 10 | Transporte | Glb | 2 | 300 | 600 |
| 11 | Gas argon | m3 | 8 | 15 | 120 |
| 12 | Varilla aporte Inox C-304 | Kilo | 4 | 80 | 320 |
| 13 | Mano de obra 4 personas 8 dias | HH | 256 | 25 | 6400 |
| | | | | Total S/. | 26871 |
| | | | | Gastos financieros 5% | 1343.6 |
| | | | | Utilidad 8% | 2149.7 |
| | | | | Precio Final S/. | 30364.2 |

5.2.9 Extractor centrifugo

| EXTRACTOR CENTRIFUGO | | | | | |
|----------------------|--|--------|----------|-------------------------|-----------------|
| ITEM | DENOMINACION | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO | PRECIO FINAL |
| 1 | Plancha Acero estructural 1/8" X4' X 8' | Pieza | 2 | 229 | 458 |
| 2 | Plancha Acero estructural 3/16" X4' X 8' | Pieza | 1 | 362 | 362 |
| 3 | Eje Ø 2-1/2" x 1.2mt H1045 Boehler | Pieza | 1 | 350 | 350 |
| 4 | Eje Ø 4" x 0.5mt H1045 Boehler | Pieza | 1 | 250 | 250 |
| 5 | Platina 1/2" x 2 "A36 | Pieza | 1 | 128 | 128 |
| 6 | Chumacera de pared Ø 2" | Pieza | 2 | 150 | 300 |
| 7 | Motor 40Hp-220v/380v/440v 1750rpm | Pieza | 1 | 6200 | 6200 |
| 8 | Plancha Acero estructural 1/2" X4' X 8' | Pieza | 0.25 | 953 | 238.25 |
| 9 | Disco corte 4-1/2" | Pieza | 15 | 10 | 150 |
| 10 | Disco desbaste 4-1/2" | Pieza | 5 | 10 | 50 |
| 11 | Transporte | Glb | 2 | 300 | 600 |
| 12 | Poleas | Pieza | 1 | 300 | 300 |
| 13 | Oxigeno | m3 | 5 | 22 | 110 |
| 14 | Acetileno | Kg | 2 | 48 | 96 |
| 15 | Torneado ejes, discos, poleas | Glb | 1 | 1200 | 1200 |
| 16 | Soldadura E 7018 Ø 1/8" | Kilo | 10 | 15 | 150 |
| 17 | Soldadura E 6011 Ø 1/8" | Kilo | 5 | 13 | 65 |
| 18 | Pintura Epoxica Base | Kit | 1 | 380 | 380 |
| 19 | Pintura Epoxica Acabado | Kit | 1 | 420 | 420 |
| 20 | Balanceo | Glb | 1 | 500 | 500 |
| 21 | Mano de obra 3 personas 8 dias | HH | 192 | 25 | 4800 |
| | | | | Total S/. | 17107.25 |
| | | | | Gastos financieros 5% | 855.4 |
| | | | | Utilidad 8% | 1368.6 |
| | | | | Precio Final S/. | 19331.2 |

5.2.10 Lavador de gases

| LAVADOR DE GASES | | | | | |
|------------------|---|--------|----------|-------------------------|----------------|
| ITEM | DENOMINACION | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO | PRECIO FINAL |
| 1 | Plancha Inox C-304 1/8" X4` X 8` | Pieza | 4 | 982 | 3928 |
| 2 | Plancha Inox C-304 3/16" X4` X 8` | Pieza | 1 | 1448 | 1448 |
| 3 | Plancha Inox C-304 2 mm X 1200 mm x 2400 mm | Pieza | 5 | 703 | 3515 |
| 4 | Malla demister | Pieza | 1 | 7400 | 7400 |
| 5 | Tellerette 1.81 | Glb | 1 | 4500 | 4500 |
| 6 | Plancha Inox C-304 1/8" X4` X 8` | Pieza | 2 | 982 | 1964 |
| 7 | Plancha Inox C-304 3/16" X4` X 8` | Pieza | 1 | 1448 | 1448 |
| 8 | Eje Ø 2-1/2" x 1.2mt Inox C-304 | Pieza | 1 | 550 | 550 |
| 9 | Eje Ø 4" x 0.5mt Inox C-304 | Pieza | 1 | 450 | 450 |
| 10 | Platina 1/2" x 2 "A36 | Pieza | 1 | 128 | 128 |
| 11 | Chumacera de pared Ø 2" | Pieza | 2 | 150 | 300 |
| 12 | Motor 25Hp-220v/380v/440v 1750rpm | Pieza | 1 | 4250 | 4250 |
| 13 | Plancha Inox C-304 1/2" X4` X 8` | Pieza | 0.25 | 4100 | 1025 |
| 14 | Disco corte 4-1/2" | Pieza | 30 | 10 | 300 |
| 15 | Disco desbaste 4-1/2" | Pieza | 10 | 10 | 100 |
| 16 | Transporte | Glb | 4 | 300 | 1200 |
| 17 | Poleas | Pieza | 1 | 300 | 300 |
| 18 | Oxigeno | m3 | 5 | 22 | 110 |
| 19 | Acetileno | Kg | 2 | 48 | 96 |
| 20 | Torneado ejes, discos, poleas | Glb | 1 | 1200 | 1200 |
| 21 | Soldadura E 7018 Ø 1/8" | Kilo | 10 | 15 | 150 |
| 22 | Soldadura E 6011 Ø 1/8" | Kilo | 5 | 13 | 65 |
| 23 | Pintura Epoxica Base | Kit | 1 | 380 | 380 |
| 24 | Pintura Epoxica Acabado | Kit | 1 | 420 | 420 |
| 25 | Balanceo | Glb | 1 | 500 | 500 |
| 26 | Mano de obra 3 personas 20 dias | HH | 480 | 25 | 12000 |
| 27 | bomba centrifuga | Pieza | 1 | 3000 | 3000 |
| 28 | Gas argon | m3 | 20 | 15 | 300 |
| 29 | Varilla aporte Inox C-304 | Kilo | 5 | 80 | 400 |
| | | | | Total S/. | 51427 |
| | | | | Gastos financieros 5% | 2571.4 |
| | | | | Utilidad 8% | 4114.2 |
| | | | | Precio Final S/. | 58112.5 |

5.2.11 Elevador de cangilones

| ELEVADOR | | | | | |
|----------|--|--------|----------|-------------------------|----------------|
| ITEM | DENOMINACION | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO | PRECIO FINAL |
| 1 | Plancha Inox C-304 1/8" X4' X 8' | Pieza | 8 | 982 | 7856 |
| 2 | Plancha Inox C-304 1/4" X4' X 8' | Pieza | 1 | 2058 | 2058 |
| 3 | Eje Ø 1-1/2" x 1 mt SCH 40 Inox C-304 | Pieza | 2 | 221 | 442 |
| 4 | Platina Inox C-304 1/4" X 2" x 6 mt | Pieza | 4 | 303 | 1212 |
| 5 | Chumacera de pared Ø 2" | Pieza | 4 | 150 | 600 |
| 6 | Motor reductor 10Hp-220v/380v/440v 60rpm | Pieza | 1 | 3900 | 3900 |
| 7 | piñones , cadena | Glb | 1 | 500 | 500 |
| 8 | cangilones de polietileno 6" x 5" tapco | Pieza | 70 | 20 | 1400 |
| 9 | Disco corte 4-1/2" | Pieza | 25 | 10 | 250 |
| 10 | Disco desbaste 4-1/2" | Pieza | 10 | 10 | 100 |
| 11 | Transporte | Glb | 2 | 300 | 600 |
| 12 | Gas argon | m3 | 10 | 15 | 150 |
| 13 | Varilla aporte Inox C-304 | Kilo | 4 | 80 | 320 |
| 14 | Torneado ejes,discos,piñones,poleas | Glb | 1 | 1200 | 1200 |
| 15 | Mano de obra 4 personas 10 dias | HH | 320 | 25 | 8000 |
| | | | | Total S/. | 28588 |
| | | | | Gastos financieros 5% | 1429.4 |
| | | | | Utilidad 8% | 2287.0 |
| | | | | Precio Final S/. | 32304.4 |

5.2.12 Silo

| SILO | | | | | |
|------|-----------------------------------|--------|----------|-------------------------|----------------|
| ITEM | DENOMINACION | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO | PRECIO FINAL |
| 1 | Plancha Inox C-304 1/8" X4' X 8' | Pieza | 3 | 982 | 2946 |
| 2 | Plancha Inox C-304 1/4" X4' X 8' | Pieza | 10 | 2058 | 20580 |
| 3 | Viga H A-572 8" x 20' x 18 lb/pie | Pieza | 5 | 645 | 3225 |
| 4 | Angulo A-36 1/4" x 2-1/2" x 20' | Pieza | 8 | 155 | 1240 |
| 5 | Soldadura E 7018 Ø 1/8" | Kilo | 40 | 15 | 600 |
| 6 | Soldadura E 6011 Ø 1/8" | Kilo | 20 | 13 | 260 |
| 7 | Oxigeno | m3 | 20 | 22 | 440 |
| 8 | Acetileno | Kg | 8 | 48 | 384 |
| 9 | Disco corte 4-1/2" | Pieza | 30 | 10 | 300 |
| 10 | Disco desbaste 4-1/2" | Pieza | 15 | 10 | 150 |
| 11 | Transporte | Glb | 4 | 300 | 1200 |
| 12 | Gas argon | m3 | 20 | 15 | 300 |
| 13 | Varilla aporte Inox C-304 | Kilo | 10 | 80 | 800 |
| 14 | Mano de obra 4 personas 20 dias | HH | 640 | 25 | 16000 |
| | | | | Total S/. | 48425 |
| | | | | Gastos financieros 5% | 2421.3 |
| | | | | Utilidad 8% | 3874.0 |
| | | | | Precio Final S/. | 54720.3 |

5.2.13 Ciclones

| CICLONES | | | | | |
|----------|-----------------------------------|--------|----------|-------------------------|----------------|
| ITEM | DENOMINACION | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO | PRECIO FINAL |
| 1 | Plancha Inox C-304 1/8" X4' X 8' | Pieza | 7 | 982 | 6874 |
| 2 | Plancha Inox C-304 1/16" X4' X 8' | Pieza | 5 | 428 | 2140 |
| 3 | valvula rotativa Ø 10" | Pieza | 2 | 6200 | 12400 |
| 4 | plataforma | Pieza | 1 | 6800 | 6800 |
| 5 | Disco corte 4-1/2" | Pieza | 25 | 10 | 250 |
| 6 | Disco desbaste 4-1/2" | Pieza | 10 | 10 | 100 |
| 7 | Transporte | Glb | 2 | 300 | 600 |
| 8 | Gas argon | m3 | 15 | 15 | 225 |
| 9 | Varilla aporte Inox C-304 | Kilo | 5 | 80 | 400 |
| 10 | Mano de obra 4 personas 10 dias | HH | 320 | 25 | 8000 |
| | | | | Total S/. | 37789 |
| | | | | Gastos financieros 5% | 1889.5 |
| | | | | Utilidad 8% | 3023.1 |
| | | | | Precio Final S/. | 42701.6 |

5.2.14 Resumen fabricacion estructuras

| RESUMEN FABRICACION DE ESTRUCTURAS | | | | | |
|------------------------------------|----------------------|--------|----------|------------------|-----------------|
| ITEM | DENOMINACION | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO | PRECIO FINAL |
| 1 | Tolva de finos | Pieza | 1 | 22866.5 | 22866.5 |
| 2 | Faja transportadora | Pieza | 1 | 45732.2 | 45732.2 |
| 3 | Horno rotatorio | Pieza | 1 | 113942.4 | 113942.4 |
| 4 | Caja de humos | Pieza | 1 | 13279.8 | 13279.8 |
| 5 | Tornillo corto | Pieza | 1 | 9721.4 | 9721.4 |
| 6 | Molino de martillos | Pieza | 1 | 15381 | 15381 |
| 7 | Tornillo largo | Pieza | 1 | 25624.4 | 25624.4 |
| 8 | Filtro de mangas | Pieza | 1 | 30364 | 30364 |
| 9 | Extractor centrifugo | Pieza | 1 | 19331.2 | 19331.2 |
| 10 | Lavador de gases | Pieza | 1 | 58112 | 58112 |
| 11 | Elevador | Pieza | 1 | 32304 | 32304 |
| 12 | Silo | Pieza | 1 | 54720 | 54720 |
| 13 | Ciclón | Pieza | 2 | 21350 | 42700 |
| | | | | Total S/. | 484078.9 |

5.3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.4 Conclusiones

El horno produce 2TN/H de mineral, si se requiere aumentar la producción se requeriría instalar otro en paralelo.

Se concluye que el horno llega a la humedad de 2% mejorando así la lixiviación en el siguiente proceso.

Se concluye que se cumple el objetivo de proponer el diseño de un secador continuo para concentrados de plata.

Se concluye que la proposición de transporte neumático y lavado de gases es necesario para evitar tóxicos al ambiente y cumplir requisitos para licencia de operación.

Se concluye que la identificación de reactivos remanentes en concentrados de plata son bajos y cumplen con requisitos medioambientales.

5.5 Recomendaciones

Se sugiere realizar el cambio de castables y morteros en cámara de gases cada año, realizar mantenimiento en quemador cada medio año y mantenimiento general cada año

VI. REFERENCIALES

- Dipl.Ing. WALTER H. DUDA “**Manual Tecnológico del Cemento**” Barcelona – España, Editorial Reverte, 2008.
- K.F.PAVLOV-P.G.ROMANKOV-A.A.NOSKOV “**Problemas y ejemplos para el curso de operaciones básicas y aparatos en tecnología química**” Moscú, Editorial Mir, 2008.
- Dr.Ing.FRIEDRICH KNEULE “**El Secado**” Espartero-Bilbao – España, Urmo, S.A. de Ediciones, 2008.
- ROBERT H. PERRY, DON W. GREEN, JAMES O MALONEY.“**Manual del Ingeniero Químico**” Madrid-España, Editorial McGraw-Hil /Interamericana de España,S.A.U. , 2008.
- MIGUEL CALVO. “**Minerales de Aragón**” Zaragoza-España, Editorial Prames., 2008.
- NONHEBEL, G.“**El Secado de solidos en la industria química**” Madrid-España, Editorial Reverte, S.A. , 2014.
- WILLIAM. M WOREK Phd.. “**Marks` Standard Handbook For Mechanical Engineers**” ,12th Edition Editorial McGraw-Hil Education- New York , 2018
- http://babelfish.altavista.com/babelfish/tr?doi=done&url=http:%2F%2Fwebmineral.com%2Fdata%2FTetrahedrite.shtml&lp=en_es.

VII. ANEXOS Y PLANOS

RECOVER VALUABLE MATERIALS AND ELIMINATE NUISANCES

DESIGNED FOR JOB REQUIREMENTS

Data for the standard sizes and arrangements of collectors covered by this bulletin provides the information to select equipment for most problems. Our engineers will cooperate with you in working out the designs and details for the special applications.

Single Type "D" collectors have been furnished for volumes ranging from 10 CFM to 100,000 CFM and also for temperatures as high as 1800° F.

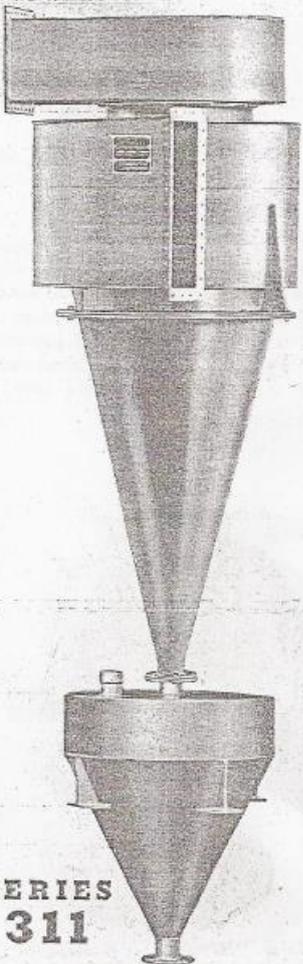
Common arrangements for grouping two or more collectors of any given size and general over-all dimensions are shown on Page 32 thru Page 49. Many other combinations of locations for the inlet and outlet connections using collectors of the same or different sizes to fit the space limitations of the system are possible.

Each collector unit is designed and constructed of material to meet the specific requirements of the installation of the industrial process involved. In the majority of applications arc welded steel construction is used.

When high concentrations of abrasive material must be handled, cast iron is often used for the lower section of collector. In some cases these sections or the entire unit is constructed of either alloy or extra heavy steel to give maximum life. Sections of larger units are often built to receive a replaceable lining. The entire unit or some sections of Type "D" collectors have also been lined with rubber to resist erosion or corrosion.

When the gas temperature does not exceed 700° F and the collector is not insulated, the entire unit is generally built of ordinary steel. Heat resisting alloy steel is used for the internal sections on collectors which are not insulated for operating temperatures ranging from approximately 700° to 1200°. For installations handling gas at temperatures of 1200° to 1800° when no insulation is used, or when the entire collector must be insulated for operating temperatures over 700°, alloy steel of the necessary properties and analysis is used throughout.

MSC
MSC-Ing. Gustavo Ordoñez Cárdenas
-Reg. CIP 30887



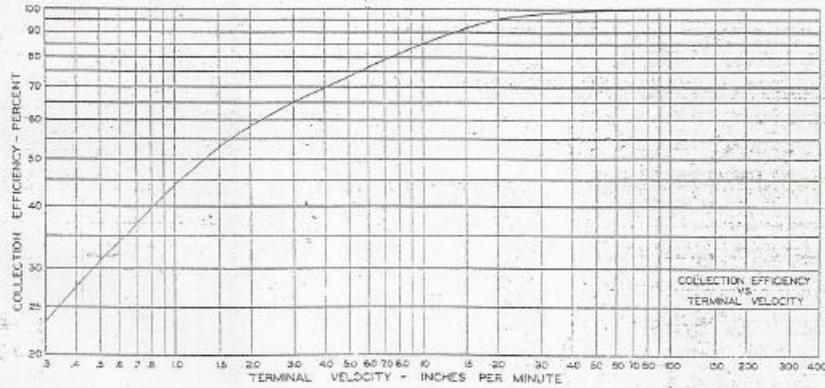
**SERIES
311**
FOR MINIMUM SPACE

Tabla. 9 CICLON SERIE 311

Fuente: American Blower

ARE AVAILABLE FOR TESTING AND ANALYZING DUST SAMPLES

COMBINED EFFECT OF SIZES, WEIGHTS AND SHAPES OF PARTICLES FIXES THE "TERMINAL VELOCITY"



The above curve shows the efficiencies for dust particles, having different terminal velocities, for a representative size and design of Type "D" collector and a given operating condition. In estimating the over-all efficiency, from the curve and the complete elutriation analysis of the dust, the accuracy depends upon the number of increments used for the particles having terminal velocities less than 20 inches per minute. These efficiencies will change with the collector size, design and operating conditions.

Based on Stokes' Law the relation between the terminal velocity and micron size of particles of various specific gravities is shown below. Analysis made by methods which determine the percentage by weight of the material having particles within a given terminal velocity range is thus often expressed as the percentage of material having particles within a certain range of equivalent micron size. Curve gives the actual particle diameter only when material is homogeneous and particles are solid spheres.

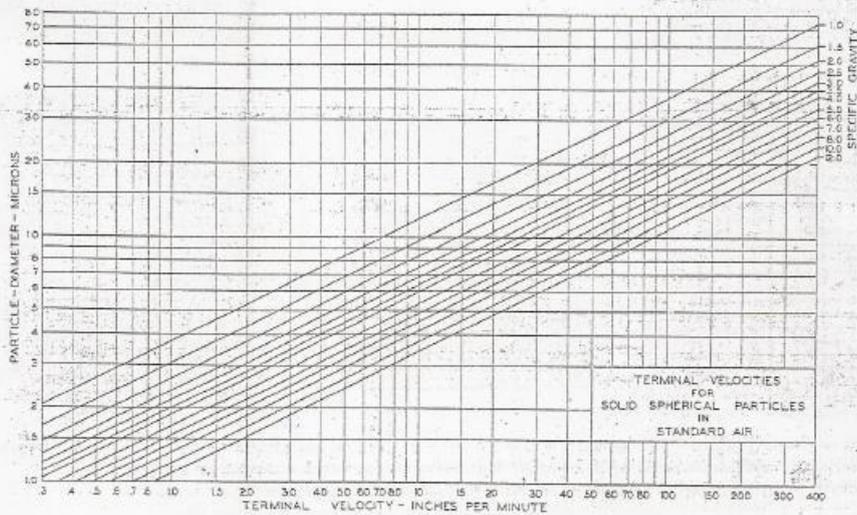


Tabla. 10 CURVA VELOCIDAD

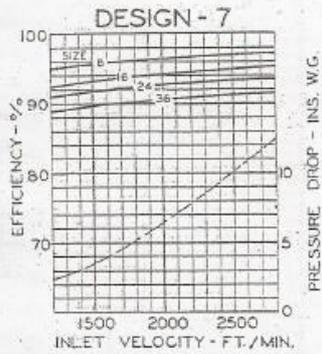
Fuente: American Blower

REPRESENTATIVE PERFORMANCE DATA

PYRITES CONCENTRATES

TYPE "D" SERIES 321
COLLECTOR

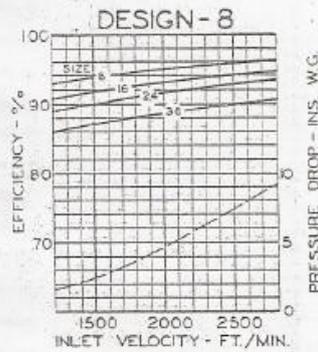
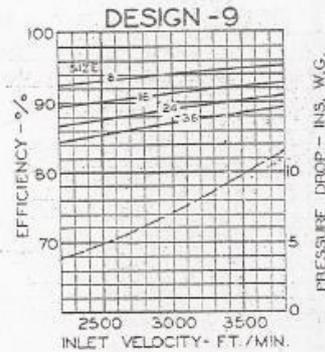
TYPE "D" SERIES 311
COLLECTOR



DUST SAMPLE No. 1745
Specific Gravity 4.57
Apparent Wt., 97.0 lbs. per cu. ft.

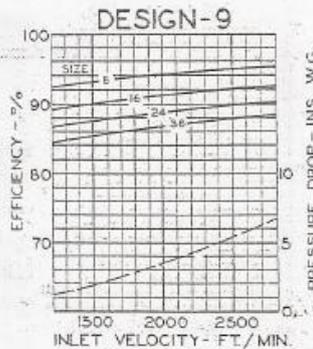
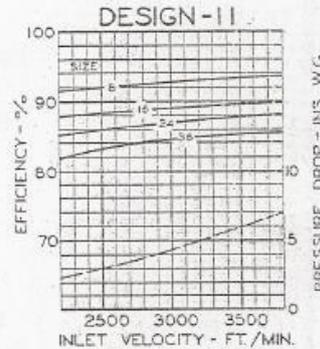
SCREEN ANALYSIS

| Mesh Screen | Per Cent Passed |
|-------------|-----------------|
| 100 | 97.6 |
| 200 | 94.4 |
| 325 | 83.2 |
| 400 | 78.0 |

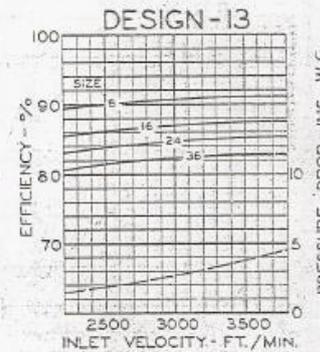
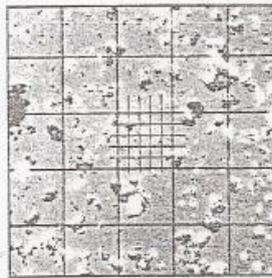


ELUTRIATION ANALYSIS

| Terminal Velocity Inches Per Min. | Per Cent Under |
|-----------------------------------|----------------|
| 320 | 62.0 |
| 80 | 34.0 |
| 20 | 20.0 |
| 5 | 10.5 |



PHOTOMICROGRAPH
Large Squares—100 Microns
Small Squares—20 Microns



Pressure drops (inches W.G. standard air) through collectors are indicated by broken line curves. Efficiencies for various sizes and designs of collectors are shown by solid line curves. Explanatory information regarding the data tabulated above is given on Page 25.

Tabla. 11 CURVA EFICIENCIA VELOCIDAD

Fuente: American Blower

American Blower

SERIES 311 TYPE "D" SELECTION CHART

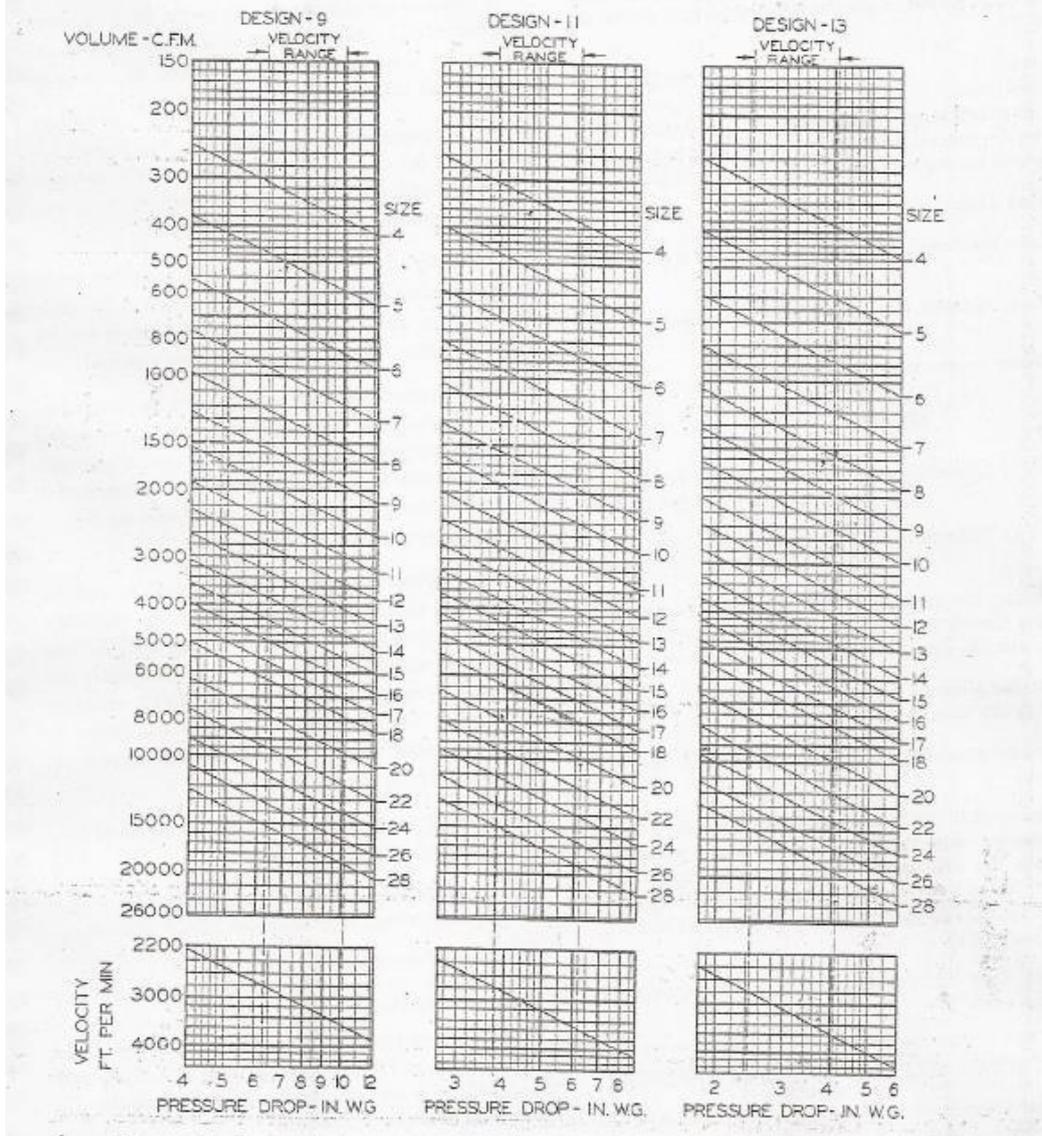


Tabla. 12 CARTA SELECCIÓN

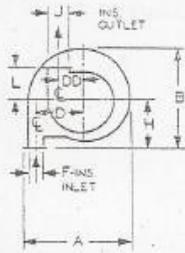
Fuente: American Blower

American Blower

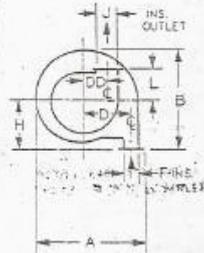
MINIMUM SPACE

TYPE "D" SERIES 311 COLLECTORS
SINGLE UNIT WITHOUT RECEPTACLE

311

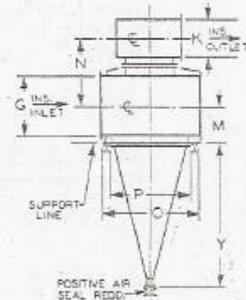
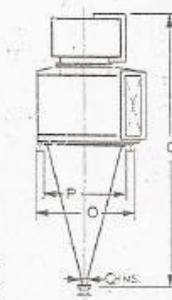
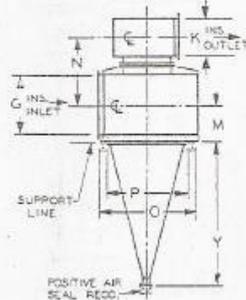
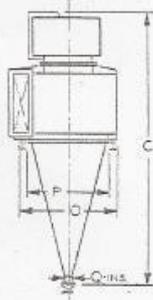


ROTATION C. W.



ROTATION C. C. W.

GUSTAVO ORDOÑEZ GARDENAS
Ingeniero Mecánico
Registro C.I.P. 36202



| SIZE | INLET AREA SQ. FT. | WT. | A | B | C | D | DD | F | G | H | J | K | L | M | N | O* | P† | Q | Y |
|------|--------------------|------|----|----|-----|--------|--------|-------|----|--------|--------|--------|----|----|--------|--------|--------|-------|---------|
| 4 | .11 | 100 | 16 | 13 | 29 | 6 1/4 | 3 3/4 | 2 | 8 | 5 | 3 | 5 1/4 | 4 | 6 | 10 | 25 1/2 | 20 1/2 | 1 | 18 1/2 |
| 5 | .17 | 100 | 19 | 16 | 45 | 7 1/4 | 4 1/4 | 2 3/4 | 10 | 6 1/4 | 3 3/4 | 6 1/4 | 5 | 7 | 11 1/4 | 15 | 12 1/2 | 1 1/2 | 20 1/2 |
| 6 | .25 | 200 | 23 | 19 | 56 | 9 3/4 | 4 3/4 | 3 | 12 | 7 1/2 | 4 1/2 | 7 3/4 | 6 | 8 | 13 1/2 | 17 1/2 | 16 | 1 1/2 | 25 1/2 |
| 7 | .34 | 250 | 26 | 23 | 65 | 10 1/4 | 5 1/4 | 3 1/2 | 14 | 8 3/4 | 5 1/4 | 9 1/4 | 7 | 9 | 15 | 20 1/2 | 18 1/2 | 2 | 33 1/2 |
| 8 | .44 | 305 | 29 | 26 | 74 | 12 1/2 | 6 1/2 | 4 | 16 | 10 | 6 | 10 3/4 | 8 | 10 | 16 1/2 | 23 1/2 | 21 1/2 | 2 | 30 |
| 9 | .56 | 360 | 33 | 29 | 83 | 14 1/4 | 7 1/4 | 4 3/4 | 18 | 11 1/4 | 6 3/4 | 11 3/4 | 9 | 11 | 18 1/2 | 26 1/2 | 24 | 2 1/2 | 44 1/2 |
| 10 | .69 | 450 | 36 | 33 | 91 | 15 1/4 | 8 1/4 | 5 | 20 | 12 1/4 | 7 3/4 | 13 1/4 | 10 | 12 | 20 1/4 | 29 1/4 | 26 1/4 | 2 1/2 | 49 1/2 |
| 11 | .85 | 575 | 40 | 36 | 100 | 17 1/4 | 8 3/4 | 5 1/2 | 22 | 13 1/4 | 8 1/4 | 14 1/4 | 11 | 14 | 23 1/4 | 36 | 32 1/4 | 2 | 55 1/4 |
| 12 | 1.00 | 680 | 43 | 38 | 109 | 18 1/4 | 9 1/4 | 6 | 24 | 15 | 9 | 15 1/4 | 12 | 15 | 25 1/4 | 38 1/4 | 35 1/4 | 2 | 59 1/4 |
| 13 | 1.17 | 790 | 46 | 41 | 118 | 20 1/4 | 10 1/4 | 6 1/2 | 26 | 16 1/4 | 9 3/4 | 17 1/4 | 13 | 16 | 27 1/4 | 42 1/4 | 37 1/4 | 2 1/2 | 63 1/4 |
| 14 | 1.36 | 905 | 50 | 45 | 126 | 21 1/4 | 11 1/4 | 7 | 28 | 17 1/4 | 10 1/4 | 18 1/4 | 14 | 17 | 29 1/4 | 45 1/4 | 40 1/4 | 2 1/2 | 68 1/4 |
| 15 | 1.56 | 1025 | 53 | 48 | 135 | 22 1/4 | 12 1/4 | 7 1/2 | 30 | 18 1/4 | 11 1/4 | 19 1/4 | 15 | 18 | 30 1/4 | 48 1/4 | 43 | 4 | 73 1/4 |
| 16 | 1.78 | 1150 | 56 | 51 | 145 | 23 | 13 | 8 | 32 | 20 | 12 | 21 | 16 | 19 | 32 | 51 1/4 | 46 1/4 | 4 | 79 |
| 17 | 2.00 | 1700 | 60 | 54 | 154 | 24 1/4 | 13 1/4 | 8 1/2 | 34 | 21 1/4 | 12 1/4 | 22 1/4 | 17 | 21 | 34 1/4 | 55 1/4 | 49 1/4 | 5 | 83 1/4 |
| 18 | 2.25 | 1900 | 64 | 57 | 163 | 25 1/4 | 14 1/4 | 9 | 36 | 22 1/4 | 13 1/4 | 23 1/4 | 18 | 22 | 37 1/4 | 58 1/4 | 51 1/4 | 5 | 88 1/4 |
| 20 | 2.78 | 2900 | 71 | 64 | 179 | 31 1/4 | 16 1/4 | 10 | 40 | 26 | 15 | 26 1/4 | 20 | 24 | 41 1/4 | 64 1/4 | 57 | 5 | 98 1/4 |
| 22 | 3.36 | 2700 | 77 | 70 | 186 | 34 1/4 | 17 1/4 | 11 | 44 | 27 1/4 | 16 1/4 | 28 1/4 | 22 | 26 | 44 1/4 | 70 1/4 | 62 1/4 | 6 | 106 1/4 |
| 24 | 4.00 | 3300 | 83 | 76 | 214 | 37 1/4 | 19 1/4 | 12 | 48 | 30 | 18 | 31 1/4 | 24 | 28 | 47 1/4 | 76 | 67 1/4 | 6 | 118 |
| 26 | 4.69 | 3800 | 91 | 83 | 251 | 40 1/4 | 21 1/4 | 13 | 50 | 32 1/4 | 19 1/4 | 34 1/4 | 26 | 30 | 51 1/4 | 81 1/4 | 72 1/4 | 6 | 129 1/4 |
| 28 | 5.44 | 4400 | 98 | 89 | 267 | 43 1/4 | 22 1/4 | 14 | 55 | 35 | 21 | 36 1/4 | 28 | 32 | 54 1/4 | 88 | 78 | 6 | 139 1/4 |

Dimensions are in inches. Do not use for construction.
Collector outlet head can be set at any angle of discharge.
* "O" is maximum outside dimension of collector support brackets.
† "P" is minimum inside dimension of supporting steel.

Weights (lbs.) are approximate for the following gauges of steel.
Sizes 4 to 16—10 Gauge.
Sizes 17 to 28—1/2" Plate.

Tabla. 13 TABLA MEDIDAS DE CICLON

Fuente: American Blower
